电子海图技术规范

GB15702—1995

本标准参照采用国际海道测量组织（IHO）S－52《电子海图显示与信息系统的海图内容和显示方法规范》（SPECIFICATIONS FOR CHART CONTENT AND DISPLAY ASPECTS OF ECDIS 3rd Edition，October 1993）。

1　主题内容与适用范围

本标准规定了制作电子海图的原则和方法、电子海图应具备的内容；规定了电子海图应用系统在使用电子海图时的基本要求

本标准适用于生产与使用电子海图，也可供其他计算机系统使用电子海图时参考。

2　引用标准

GB 12317　海图图式

GB 12318　航海图编绘规范

3　术语

3.1　电子海图 Electronic Chart，EC

用电子计算机可识别、处理且附于一定载体上的，以数字信息表示的，以描写海域地理要素和航海要素为主的海图。

3.2　电子海图显示与信息系统　Electronic Chart Display and Informatino System，ECDIS

在专用计算机控制下，把海图信息、船位信息、雷达信息、船舶动态参数集中处理，以图文和音响综合表现航海情况的船用自动化系统。由海图数据文件、控制显示设备、外部传感器和专用软件构成。其基本功能是为航海人员显示海区情况、提供航海资料，辅助航海人员拟定计划航线、标绘实时航迹、监测航行情况。在海图显示上等效于纸质海图。

3.3　电子海图系统　Electronic Chart System，ECS

用来显示海图和航迹的船用系统，在海图显示上不等效于纸质海图。应用在航海上应与纸质海图配合使用。

3.4　电子海图应用系统　Electronic Chart Application System，ECAS

使用电子海图航海的应用系统，是3.2、3.3或其他应用电子海图工作的系统泛称。当未配备电子海图时，简称为电子海图设备。

3.5　默认显示　default display

又称标准显示或必须显示。是对海图内容按重要性分层显示的一种模式。指启动电子海图应用系统后，不用干预就把有关航行安全的海图内容显示出来。在正常航行时，通常保持这种显示模式。

3.6　真运动显示　true motion display

指以海图内容为固定的参照物，描绘本船位置及其他活动目标（如雷达目标）在地球表面运动的情况。

3.7　相对运动显示　relative motion display

指以固定在显示器屏幕中央附近的本船位置为参照物，相对移动海图和其他活动目标。

3.8　北向上显示　north – up display

指在显示器上表现的海图信息或雷达信息总是与纸质海图一致，正北指向显示器的上方。一般与船首方向望去的景观方向不一致。

3.9　航向向上显示　course – up display

指在显示器上表现的海图信息或雷达信息的阅读方向与舰船的实际航向基本一致，指向显示器的上方。

3.10　本船安全等深线　own ship′s safety contour

指由船主设定的邻近且深于本船吃水量的海图上特定的等深线。

3.11　漫游　pan

大于显示窗口尺寸的图形在显示窗口内无间歇地自由移动，便于观测者透过显示窗口看到整幅图形。

3.12　分层　layering

把相关的要素划分为多个整体的过程或结果。一个整体为一层。如灯塔与灯质具有相关性，则划分在同一层作为整体。

3.13　闪烁　highlighting

用以着重指出危险物或值得强调的目标的方法。被强调的制图目标以鲜亮的颜色用强弱变换的亮度连续显示。

3.14　渐长纬度尺　latitude bar

墨卡托投影图经线上的纬度分划尺，纬差一分代表实地一海里。

3.15　DX – 90 格式 DX – 90 format

由国际海道测量组织下属的数字资料交换委员会（Committee on the Exchange of Digital Data，CEDD）制定的，用于数字制图资料编码或交换的数据格式。它概括了顺序模式和链节点模式，所用的要素编码体系为国际海道测量组织的制图目标分类。

3.16　纸质海图　paper chart

以纸为介质的海图。

3.17　数字海图　digital chart

用数字表示的，以描写海域地理信息和航海信息为主的，空间数据的有序集合。应用在航海上等同于电子海图。

4　总则

4.1　电子海图在保证航行安全方面，应具有与纸质海图同样的作用。

4.2　电子海图设备生产者有权使用自己系统的内部数据格式，但应保证可以接受航海图书出版部门提供的电子海图产品。

4.3　电子海图设备生产者和用户不应改变出版部门提供的原始电子海图数据，但可以添加显示从其他数据源获取的图文信息。添加的信息应与原始电子海图内容明显区分开。

4.4　电子海图应用系统在处理、显示电子海图内容时应具有分层选择的功能。在航海信息的完整性和精度上，应保证显示的海图与纸质海图具有同样的可靠性，并可进行通常的海图作业。

4.5　电子海图应用系统应具备数据校验方法，以检查航海图书出版部门提供的电子海图的完整性，确保使用的安全。

4.6　电子海图数据编码应在保证海图精度不降低，内容不减少的前提下采用最少的数据量，以便于电子海图应用系统快速有效地进行海图检索、数据处理、海图显示和作业。

5　制图基本规定

5.1　坐标系

国内地区采用国家统一规定的坐标系。国外地区采用国际海道测量组织规定的1984年世界大地坐标系（WGS－84）。

当制图资料、电子海图、定位系统三者坐标系不一致时，在制图生产与海图使用两个环节上均应进行坐标改算。若无法改算，应在海图显示时标注提示信息。但标注的船位必须与显示的海图坐标系一致。比例尺小于1∶100万者，不予改算。

5.2　深度、高程基准

5.2.1　深度基准

a.　**中国沿海系统测量区域采用理论最低潮面。**

b.　**其他地区采用与编图资料相一致的深度基准，并在数据文件中标注，供海图显示时查询。**

c. **深度计量单位为米。**

5.2.2　高程基准

a.　**中国沿海采用“1985国家高程基准”。远离大陆的岛礁，可采用当地平均海面。**

b.　**其他地区采用与编图资料相一致的高程基准，并在数据文件中说明，供海图显示时查询。**

c.　**高程计量单位为米。**

5.3　投影

5.3.1　比例尺小于1:2万的海图采用墨卡托投影。成套航海图采用统一基准纬线，

不连续的单幅图取本图中纬为基准纬线。

5.3.2　1:2 万及更大比例尺的图采用平面图或高斯 – 克吕格投影。

5.4　比例尺

5.4.1　电子海图制图比例尺的选择参照 GB 12318 第 4.2 条规定执行。比例尺范围见 7.3 条。

5.4.2　在电子海图应用系统上同时显示两种或两种以上比例尺图时，除在画面上框出边界外，还应分别注明其比例尺。

5.4.3　电子海图应用系统显示海图时，一般应采用制图比例尺。特殊情况下可以放大或缩小显示，缩放倍数为制图比例尺的 0.5 ~ 3 倍。缩放时应在画面上标出提示信息，提醒用户注意。

5.4.4　电子海图应用系统显示海图时，应加绘图解比例尺。1:8 万及更大比例尺图应绘等分划的直线比例尺。分划为 0.1M、0.5M、1.0M 等。比例尺小于 1:8 万时，应绘渐长纬度尺。分划为 5′、10、′20、′等。

5.5　海图说明

指当前用图的总体说明。它至少包括如下内容：

a.　图名；

b.　图号；

c.　比例尺；

d.　范围；

e.　投影；

f.　深度、高度基准及其单位；

g.　平面坐标系；

h.　出版单位与出版日期；

i.　资料来源与数据质量；

j.　航海通告改正截止日期、图上已采用的航海通告年份与项号；

k.　磁偏差；

l.　本船安全深度。

5.6　分幅

5.6.1　按不同级别的电子海图设备使用的需要，电子海图有两种分幅方式：

a.　纸质海图分幅方式；

b.　规则单元分幅方式；

5.6.2　按纸质海图分幅时，其原则同 GB 12318 第 4.5 第。但不采用主附图、拼装图、诸分图的方式，也不采用“破图廓”的表示方法。

5.6.3　按规则单元分幅时，单元分作两类：

a.　基本单元　电子海图的最小分区，大小为经差 15′ × 纬差 15′的地理区域。

b.　导出单元　在基本单元的基础上按航行用途划分的单元。其纵横方向尺寸必须是基本单元的整倍数。

5.6.4　单元尺寸按电子海图类别分为：

a.　总图（标识符 A）　　经差 8° × 纬差 8°

b.　近、远海航行图（标识符 B）　　经差 4° × 纬差 4°

c.　沿岸航行图（标识符 C）　　经差 1° × 纬差 1°

d.　海峡水道图（标识符 D）　　经差 30′ × 纬差 30′

e.　港湾图（标识符 E）　　经差 15′ × 纬差 15′

5.6.5　基本单元划分的方法是，从南纬 90°至北纬 90°纬差 15′为一行；从 0°子午线起，由西至东经差 15′为一列，全球共分 720 × 1440 个单元。

5.6.6　位于单元的左或下边界的要素属于本单元，而右或上边界的要素属于其相邻的单元。

5.6.7　每幅图或每个单元是一个（组）独立的数据集

5.7　图幅编码（图号）

5.7.1　按 5.6.1 条 a 种方式分幅，图幅采用八位字母数字编码。首两位电子海图的标识符 EC，随后五位为对应的同比例尺、同范围的纸质海图编号。编号原则见 GB 12318 附录 A。若原纸质海图为主附图、拼接图、诸分图时，应将其拆作若干单幅图，在该图图号的末位加缀数字 1，2，3……。否则加缀数字 0。

如原编号为 13100 的纸质海图制成相应的电子海图，其编码为 EC131000。

5.7.2　按 5.6.1 条 b 种方式分幅，图幅采用八位字母数字编码。首位为电子海图的类别标识符，见 5.6.4 条。随后七位为图幅单元数字码。

5.7.3　图幅单元编码原则是：

前三位为该单元左下角所含基本单元的纬度方向行号。范围为 000 ~ 719。

后四位为该单元左下角所含基本单元的经度方向列号。范围为 0000 ~ 1439。

如某 1∶100 万远海航行图单元范围为：30°N ~ 34°N，120°E ~ 124°E，则该单元编码首位为 B。因其左下角含基本单元：

30°00′N ~ 30°15′N，120°00′E ~ 120°15′E，故：

行号 =（90 + 30）× 4 = 480，列号 = 120 × 4 = 480。

因此该远海航行图单元的编码为 B4800480。

5.7.4　不论采用哪种编码方式，该编码均为海图文件主名。文件的扩展名为相应的版本号，以三位数字码表示。初版为 000，再版为 001，第三版为 002……。

5.8　航海参数

在显示电子海图或进行海图作业时，使用如下航海参数：

a.　位置　location

以经纬度表示，写法同航海惯用格式，即 DDD°MM.mm′，前缀为经度或纬度缩写，后缀为方向缩写，缩写表是：

Long.　　经度

Lat.　　纬度

W　　西经

E　　东经

N　　北纬

S　　南纬

如东经 121°12.21′为 Long.121°12.21′E。

b. 深度　depth

单位为米，精度为 0.1m。

c. 高度　height

单位为米，精度为 1m。

d. 距离　distance

单位为海里，精度为 0.01M。

e. 速度　speed

单位为节，即海里/小时。精度为 0.01kn。

f. 角度　angle

写法同本条 a.。逆时针为负，顺时针为正。方位角的起算方向为正北方向。

g. 时间　time

单位为时、分、秒。取 24 小时制，计算机操作系统用的格式 HH:MM:SS.ss。如 11 时 28 分 16.21 秒为 11:28:16.21。

h. 日期　date

取计算机操作系统用的格式 MM - DD - YYYY 如 1993 年 6 月 12 日为 06 - 12 - 1993。

5.9　制图资料的分析与选择

5.9.1　制图资料的来源

a. 控制资料　包括各类控制点成果表；

b. 海测资料　包括水深、岸线成果图、以及障碍物探测一览表；

c. 成图资料　包括各种海图、地形图和影像资料等；

d. 数字资料　包括数字式测量成果或数字式制图成果，如已出版的数字地形图或数字海图、大地控制点数据文件等；

e. 其他资料　包括航路指南、潮汐表、航海通告、无线电指向标表、地磁场数据等。

5.9.2　选择基本资料的原则是：

a. 现势性强，比例尺大于或等于制图比例尺的资料优先采用；

b. 质量合格的数字资料优先采用；

c. 国内地区以最新版海图或测量资料（数字式或纸质）作基本资料，其他作为补充资料。国外地区宜选择所在国的最新海图为基本资料。

5.10　数字化基本方法与要求

5.10.1　把地图或海图及文本资料变为计算机可识别的数字资料，需进行数字化。

5.10.2　数字化录入工作应采用以计算机为主体的扫描数字化或手扶跟踪数字化的方法。

5.10.3　扫描数字化时，扫描仪分辨率一般不应低于每像素 0.05mm × 0.05mm（相当于 500 点/英寸）。应对扫描出的图像进行数据自动处理和人机交互编辑，以转换成矢量制图数据。

5.10.4　采用手扶跟踪数字化时，数字化仪分辨率一般不应低于 0.025mm（相当于 1000 点/英寸）。图廓定位点对点误差应小于 0.15mm；至少使用四个图廓角点定位，对纸质原图作变形改正和误差配赋。

5.10.5　相对于原制图资料，点状符号定位精度为 0.15mm，线状符号定位精度为 0.2mm，面状填充边缘精度为 0.3mm，水深注记位置精度为 0.3mm。

5.10.6　数字化软件应具有接受各种数据源资料的能力，要有方便的用户界面和灵活的人机交互编辑手段。

5.11　符号与要素编码体系

5.11.1　电子海图表现在彩色显示器上，是一种视频图像（video image），图上所有要素的表现形式原则上应符合 GB 12317。由于彩色显示器的分辨率不及纸质海图，电子海图符号尺寸应放大到纸质海图符号尺寸的 1.3 倍。

5.11.2　电子海图符号库是电子海图的一个组成部分，应由出版部门随电子海图一并提供给电子海图用户。

5.11.3　电子海图符号库应具有可扩充性，允许电子海图设备生产者添加其特定的符号。

5.11.4　电子海图设备应具有帮助功能，以便用户随时翻阅电子海图图式。

5.11.5　电子海图要素编码体系应与国际海道测量组织规定的目标分类相一致，并与我国颁布的数字地图要素属性编码标准相兼容。

5.12　数据载体与数据安全保密

5.12.1　电子海图数据产品应以数据文件方式颁发。该文件记录在可移动式数据载体上，如：

a. **软盘**（floppy diskette）

b. **光盘**（compact disc – read – only – RAM，CD – ROM）

c. **活动硬盘**（moved hard disk）

d. **固态盘**（solid state disk，RAM/ROM disk）

e. **磁带**（magnetic tape）

f. **其他介质**

5.12.2　不论何种数据载体，产品包装物上需标注图号、图名、范围、比例尺、出版单位、日期、通告改正日期。多幅图共存一个数据载体上时，应附以图幅索引图。

5.12.3　为保证数据安全，用户不得改变原始测绘数据文件。

5.12.4　为保密和维护版权，出版部门应对电子海图数据文件进行软件或硬件加密，用户不得非法拷贝。

6　电子海图设备分级

按不同种类船舶的使用要求和系统的性能/价格比，电子海图设备分作高、中、低三级。

6.1　高级系统

在海图显示内容和表示方法上应完全等效于纸质海图，屏幕上的海图画面切换时间少于 5s。可进行雷达信息的迭加匹配，跟踪动态目标不少于 10 个。配备三个彩色显示器（至少一个具备 1600 像素 × 1280 行以上分辨率），可分别显示基本图、局部放大图和文本信息、应答信息。定位方式应为多路传感器的综合导航。具有航迹记录和回显功能。

6.2　中级系统

显示的海图与纸质海图基本相似。屏幕上的海图画面切换时间少于 10s。可进行雷达信息的迭加，跟踪动态目标不少于两个。配备分辨率在 1280 像素 × 1024 行以上的彩色图形显示器，可显示基本图或局部开窗显示放大图。配备字符显示器，可显示文本信息和应答信息。定位方式应至少连接两个高精度的无线电定位设备。具有航迹记录和回显功能。

6.3　低级系统

其显示的海图只包括基本的航行要素和海陆关系。屏幕上的海图画面切换时间少于 15s。在一个分辨率为 1024 像素 × 768 行以上的单色或彩色显示器上同时分区显示海图图形和会话文本。定位方式至少应连接一个高精度的无线电定位设备。具有简单的航迹记录和回显功能。

6.4　各级电子海图设备的硬件主控计算机应具备同时处理本系统多种定位方式、图形显示和海图作业的能力。

7　数据结构

7.1　基本要求

7.1.1　电子海图数据结构应便于在以下方面使用：

a.　可以兼容国外电子海图数据，便于国际间航行和交换；

b.　可以方便地转换为电子海图设备生产厂家的内部数据格式；

c.　方便电子海图的最终用户；

d.　便于航海通告和其他航海信息的添加、修改；

7.1.2　电子海图数据结构应能概括矢量制图方式的几种主要结构，并具有扩充的可能性。数据应按空间数据和属性数据来组织，可见图形的表现形式由电子海图符号库定义。

7.1.3　电子海图数据结构应具有一定的灵活性，它不能限定数据采集的方法，也不能限制电子海图设备生产厂家对系统的优化改进。

7.1.4　电子海图数据结构在数据交换上应支持国际海道测量组织规定的 DX－90 标

准

7.2　电子海图数据库与图幅单元

7.2.1　电子海图数据库在海洋测绘数据库的基础上建立。

7.2.2　电子海图设备使用的电子海图是电子海图数据库的子集，一幅纸质海图范围或一个独立的航行区域即为一个图幅单元。

7.2.3　相邻图幅单元的重迭部分，或同一地区不同比例尺的图幅单元中的要素应来自同一数据源，具有内部精度的一致性。

7.3　电子海图比例尺范围

电子海图分作总图、航行图、港湾图和其他用图。

7.3.1　总图

比例尺一般为 1∶300 万及更小。图上应包括一个完整的海区，充分表现出该区域的地理特点和航行特点，供使用人员作航行规划、了解区域概况之用。

7.3.2　航行图

主要供舰船航行使用的海图，按航行区域分作：

a.　远海航行图　1∶100 万～1∶299 万比例尺；

b.　近海航行图　1∶20 万～1∶99 万比例尺；

c.　远海航行图　1∶10 万～1∶19 万比例尺；

d.　海峡水道图　大于 1∶10 万比例尺。

7.3.3　港湾图

以描绘港湾、锚地、进出港航道和港湾设施为主的航海图，主要供舰船进出港湾、锚地及管理港口等使用。比例尺视港湾大小而定，一般为 1∶1 万～1∶5 万，特殊情况可采用更小比例尺。

7.3.4　其他用图

专供某种特殊用途的海图，如军事指挥、工程作业等用图。比例尺不限，完全按特定的要求而设。

7.3.5　1∶10 万及更小比例尺海图以万为级差凑整比例尺。大于 1∶10 万海图以 5000 为级差凑整比例尺。

7.4　数据密度与数据综合

7.4.1　一图幅单元的数据密度，应在保证电子海图图形显示不失真的情况下，尽可能小，不允许废弃数据存在，允许合理的冗余。以流方式或曲线内插方式生成的线，相邻两点的图上间距应在 0.3～3.0mm。

7.4.2　制作电子海图时应依先大比例尺图，后小比例尺图的原则进行。当小比例尺图中含有大比例尺图范围时，对该范围内的数据应使用数据综合软件把大比例尺图有选择地转换至小比例尺图上，并采用人机交互方式进一步提高自动综合的质量。

7.4.3　数据综合与纸质海图编绘要求相同（见 GB 12318 第 7 章）。

7.4.4　采用数据综合方法产生的数据文件，在相邻单元的相接要素上不能出现相离、相迭或交叉，在边界上必须匹配一致。

7.5　数据分区与要素识别

7.5.1　制作或使用电子海图，内部数据结构应按分区方式，以加快处理速度。

7.5.2　一幅图或一个图幅单元为一个（组）数据文件，它至少包括三个数据分区，即控制区、索引区、数据区。

控制区为一幅图的总体控制参数。

索引区为检索一个要素的关键字集合。

数据区为要素的数据实体。

7.5.3　为快速识别要素，提高显示速度，要素索引至少应包括以下内容：

a.　**地址　要素在数据区的位置；**

b.　**类型　即点状、线状、面状或文本等要素类型的标识符；**

c.　**特征码、辅助码　即每种要素特定的唯一编码。辅助码可用来作要素的进一步细分或绘图控制参数；**

d.　**优先级　即显示处理时的优先等级。默认显示的要素为最高级。**

7.6　优先级与分层

7.6.1　对电子海图设备处理的数据，如海图信息、雷达信息、其他传感器数据等，必须按航海要求进行分层管理。

7.6.2　分层管理的目的是确定显示的优先级，保证电子海图用户能醒目地看到有关航行安全的内容，能快速找到其所关心的目标。一层内允许有数种要素，一级内允许有多层信息。一种要素只能属于某一特定的层级，不允许有多义性。

7.6.3　分层与优先级的顺序如下：

a.　**电子海图的提示信息（坐标系、深度基准变更时的警告、显示画面比例尺大于或小于制图比例尺时的提示等）；**

b.　**航行障碍物；**

c.　**航海通告改正内容；**

d.　**原纸质海图上的警告、注意类说明文字；**

e.　**海域、陆地或不同深度层的面状填充；**

f.　**8.4 条规定的默认显示内容；**

g.　**一经请求即应显示的电子海图其他内容；**

h.　**雷达信息；**

i.　**用户标注的图文信息；**

j.　**电子海图设备生产厂家标注的图文信息；**

k.　**用户标注的面状区域；**

l.　**电子海图设备生产厂家标注的面状区域。**

8　内容与显示

8.1　电子海图的基本内容包括：

a.　**控制点、高程点和陆地方位物；**

b. 海岸和岛屿；
c. 陆地地貌、水系、道路、境界、桥梁、涵闸和管线；
d. 居民地；
e. 港口和近海设施；
f. 干出滩；
g. 水深、等深线和底质；
h. 航行障碍物；
i. 助航设备；
j. 航道、锚地和各种海区界线、海底管线；
k. 海流和潮汐；
l. 对景图、观景点和磁差内容；
m. 各种地名、专有名称和说明注记；
n. 地理坐标网及标记、图解比例尺。

为适应使用电子海图航海的特点，对现行纸质海图内容应删减如下要素：

a. 图廓及图廓整饰要素；
b. 方位圈；
c. 各种导航格网（如双曲线格网、圆弧格网）；
d. 详细的陆地地貌；
e. 接图表、资料索引图。

8.2　海图内容与显示级别的关系

电子海图的内容不应以个别电子海图设备的标准来确定，而应概括不同设备级别的要求。允许每个级别的用户从中选取自己的内容。

级别不同的电子海图设备在显示海图时，对图上要素应有所选择。高、中级设备应能显示海图的全部内容。低级设备除能显示默认内容外，还应能显示等深线、水深、海流、潮汐、主要地理名称、陆地、助航物和碍航物说明等。

8.3　补充信息

电子海图应较纸质海图增加一些航海补充信息，如潮信、航标、航法、导航等内容，以文本形式表现。

8.4　默认显示内容

电子海图应用系统应具有分层显示的功能。对安全航行来说，以下海图内容在航行期间应始终显示。

a. 岸线；
b. 干出滩；
c. 孤立危险物；
d. 本船吃水安全等深线（特殊深度时以图中全部水深要素计算求出）；
e. 固定的或浮动的海上助航标志；
f. 航道界线；

g. 分道通航制的各种航道分隔线（带）；

h. 可见的陆上方位标或明显的雷达反射标志；

i. 禁区或限制区；

j. 注意、警告类说明文；

k. 图解比例尺（直线比例尺或渐长纬度尺）；

l. 同一画面不同比例尺图的图幅边界；

m. 深度和高程单位。

8.5　非默认显示内容

电子海图中非默认显示内容是除 8.4 条规定以外的所有海图要素，应在用户请求时，能瞬间迭加在默认显示内容上，且不遮盖默认显示内容。

8.6　要素与属性

8.6.1　属性信息是对图上要素的分类、分级、质量和数量特征作进一步描述的非图形信息（数字型、逻辑型或字符型信息）。

8.6.2　要素可以具有属性信息，也可以不具有属性信息，属性信息仅在需要查阅时显示。显示属性信息必须同时显示具有该属性的要素。

8.7　海图内容显示的基本要求

8.7.1　任何级别的电子海图设备在显示海图时必须具有分层、缩放、漫游和局部开窗的功能。

8.7.2　放大或缩小显示时应标出图解比例尺，同时给出警告信息。

8.7.3　局部开窗时被压占的画面不应是航行区。

8.7.4　在海图背景上标绘航迹和瞬时船位，允许采用相对运动和真运动两种显示方式。采用相对运动方式时，船位应始终保持在画面中央附近，屏幕切换时间少于 1 秒。采用真运动方式时，船位应在画面中心窗口移动。中心窗口为矩形，其边缘至屏幕边缘距离为 100 个像素。船位超出中心窗口应“自动翻页”，以使船位保持在中心窗口内。屏幕切换时间在高、中、低级设备上分别小于 5、10、15s。

8.7.5　分层显示时，“n + 1”层的内容不应遮盖“n”层以前的内容，即后继层不破坏已绘层。

8.7.6　对雷达信息应采用透明覆盖层的方式处理，可瞬时打开或关闭。

8.7.7　符号闪烁是用来强调被闪烁的要素。一个画面上只允许闪烁一种要素，如本船吃水安全等深线。

8.7.8　漫游时应能快速观看整幅海图。

8.8　显示器与显示单位

8.8.1　显示器

显示器作为显示电子海图的图形输出设备，可使用：

a. 阴极射线管显示器（cathodic ray tube，CRT）；

b. 液晶显示器（liquid crystal display，LCD）；

c. 等离子显示器（plasma screen）；

d. 电子发光显示器（electronic light，EL）；

e. 其他类型显示器。

8.8.2　显示单位

显示器的显示单位为像素，不同的显示器具有不同的点距（如 0.28mm、0.31mm 等）。相对于纸质海图，统一定义为 0.15mm。

8.9　显示定向方式

显示电子海图一般按北向上的方式，特殊情况下也可取航向向上的方式。在航向向上的方式下，海图上所有的点状符号与字符缩写均应作旋转变换，以保持单个符号在屏幕画面上可以正视。此时屏幕画面上应标出正北线。

8.10　颜色

**8.10.1　**在高、中级电子海图设备上应显示彩色电子海图，其配色与纸质海图基本一致，至少不能低于标准的 16 色。晨昏、暮影、白昼、黑夜时的用色允许略有区别。

**8.10.2　**在低级电子海图设备上可以显示彩色电子海图或单色电子海图。以单色表示时，前景为绿色，背景为黑色，陆地着色后，其上线划应用背景色绘出。

**8.10.3　**雷达信息显示在透明覆盖层上应使用枯黄色。透明覆盖层上每个象素 2 比特。

**8.10.4　**海图作业标注的图形应使用深红色（不包括低级电子海图设备的单色显示方式），与原始电子海图内容区分开。

8.11　文字

中国海区的电子海图使用中文，国外地区使用英文。对外籍轮船或国际交换用的电子海图可提供英文版。

一个图幅单元内只允许使用一种文字（图式规定的缩写除外）。

9　制作与成品验收

**9.1　**用于制作电子海图的计算机辅助制图设备和系统软件必须经主管部门组织专家鉴定，试用合格后，方可投入生产。

**9.2　**电子海图制做全过程必须贯彻全面质量管理，经过如下阶段：

a. 市场调研、任务下达；

b. 数字化作业准备；

c. 数字化录入编辑；

d. 数据母版的审校与验收；

e. 整理作业文档；

f. 成品复制；

g. 成品检验与包装。

9.3　市场调研、任务下达

市场调研指电子海图生产主管部门对电子海图的使用对象和需求量所作的调查分析，是生产任务下达的依据。

该阶段的工作成果是形成市场分析报告和任务通知书。任务通知书应包括制图区域、比例尺、分幅、编号、要求、作业依据和完成期限。

9.4　数字化作业准备

该阶段的主要任务是根据任务通知书，搜集、整理、分析欲数字化地区的编图资料，研究该区域的数字化工作特点，拟定用于作业的指导性技术文件，标注数字化作业参考图。其工作成果是作业指导说明（单幅图的图历表、成套图的作业细则）、标注的各种参考图件和整理好的数字化属性数据表。

9.5　数字化录入编辑

该阶段的主要任务是根据作业指导说明，具体对电子海图各要素实施数据采集。采集时，对各类要素定位的要求是：

a.　点状要素所描绘的制图物体，若不具备唯一参考点时，则定位点取其最小定界矩形的中心。对有坐标成果的控制点，则按其精确坐标输入；

b.　线状要素若非单线，且不依比例描绘时，则按中心线定位。对边界线应顺时针编码，使被围区域在边界前进方向的右侧；

c.　面状要素在原纸质海图上若无明显界线时（如疏浚航道向海一测不封闭），则用颜色与面状要素相同的“掩蔽线”将其封闭；

d.　对有方向性的要素，最后一个定位点指示方向。

作业人员应对录入的数据全面检查、反复修改，直至上交成果。该成果是可供上级部门审校验收的电子海图数据文件和相应的文档。

9.6　审校与验收

该阶段的主要任务是由专人对数字化录入编辑的成果进行全面系统的检查验收，包括：

a.　数字化资料使用的正确性；

b.　图面载负量是否适中；

c.　数据的精确性和完整性；

d.　数据层次划分的正确性，数据编码的逻辑一致性；

e.　航海通告改正的完善性、准确性。

审校验收采用三级制，即校对员校对、责任编辑审查、上一级技术质量主管部门验收。

每级检查后均交回作业员修改，然后复查，直至验收完毕。

本阶段的工作成果是产生电子海图的数据母版。

9.7　整理作业文档

该阶段的主要任务是将 9.5～9.7 条所述各阶段在图历表中及时填写的内容加以整理、归档，作为数字化作业成果之一。整理后的文档应能详细反映数字化作业过程、疑难问题的处理、数据成果可靠性和现势性的分析评价等。

9.8　成品复制

把作业阶段生产的正式电子海图数据母版拷贝为供用户使用的数字产品叫成品复

制。一独立载体可存放一幅或一单元电子海图，也可存放多幅或多单元电子海图。但一个地区的电子海图必须集中存放。在复制期间新收到的航海通告必须查改，以维持电子海图的现势性。

复制后应登记电子海图的图幅编码、通告改正的最后期数、复制的份数、作业时间和作业人员。

9.9　成品检验与包装

对电子海图成品，必须在电子海图检验设备上逐个进行数据载体和数据质量的检验。只有合格的产品才能包装。

成品的内包装为载体的标签，内容见 5.12.2 条。成品的外包装一般选用防潮、防磁的塑料盒。标签同内包装，并加记检验日期和检验号。

10　改正和改版

10.1　改正的目的

为维护电子海图的现势性，保证航行安全，必须进行海图改正。电子海图应用系统应为用户提供海图改正的手段。

10.2　实施改正的条件

海图改正不宜在航行状态下进行，一般应在备航时使用专门的软件一次完成。

10.3　改正信息的发布

航海图书出版部门有责任为电子海图提供数字式或书面的海图改正信息。书面航海通告编写与发布的方法见 GB 12320 航海通告编写规范。

10.4　改正资料的来源

海图改正资料的来源主要为：

a. 航海图书出版部门刊发的书面航海通告；

b. 航海图书出版部门和各地港务监督发布的无线电航行警告；

c. 各地港务监督发布的港口航行警告；

d. 各地航政部门发布的入海江河的航行通告；

e. 其他的航海通告资料。

10.5　改正的方式

10.5.1　小改正

根据当前用图的航海通告改正截止日期，向后添加各期有关本图的航海通告改正内容，内容的选取应视比例尺决定。改正的结果是生成系统电子航海图，并作为下次通告改正的母版和当前的航行用图。

10.5.2　临时性改正

标注即时接收的无线电航行警告内容。

10.5.3　大改正

将电子海图某一变化甚大的矩形局部区域的数据内容换以新的内容。

10.5.4　改版

在已版电子海图的基础上，根据新测资料和多期航海通告进行数字海图的修编，制作新版电子海图。

10.6　改正实施的原则和方法

10.6.1　小改正和临时性改正在电子海图应用系统上进行，它以不破坏原版电子海图为原则。即保持原版图不变，用浅红色标出增、删、改的内容，生成当前图供航海和下次改正之用。

10.6.2　大改正和改版由航海图书出版部门完成。其结果是出版新的电子海图。

10.6.3　对数字航海通告应采取自动批处理方式进行。对书面的航海通告应手工检索输入，人机交互编辑。

10.7　电子海图的改版周期视需要和海区变化情况而定。一般当图内所含航海通告改正项数超过 50 项或有大面积新测资料时应予改版。

11　雷达信息的匹配

11.1　高、中级电子海图设备应能连接船用雷达设备，在电子海图上叠加雷达信息。接收的雷达信息一般为数字信号，若为模拟信号应作模数转换。

11.2　雷达信息应进行预处理，以使连接的雷达设备不干扰其他电子海图设备的正常工作，且二者均可独立工作。

11.3　各种雷达具有不同的量程和量测精度，叠加在电子海图上的雷达信息其几何量化精度应不低于海图精度。

11.4　雷达图像比例尺与电子海图的显示比例尺不一致、或二者的投影不一致、或显示单位不一致时，应变换雷达信息使二者一致。否则不允许雷达信息与海图叠加，只允许单独显示雷达图像进行工作。

11.5　使用雷达信息捕捉、跟踪动态目标，叠加在海图上，其跟踪速度、跟踪精度、避碰信息报警，原则上应符合国际电工委员会 IEC 872 标准《船用自动雷达标绘仪（ARPA）工作方法、试验方法和试验结果》的要求。

12　图形存储与显示对电子海图设备的最低要求

12.1　存储

必须能够存储和再现如下内容：

a.　全部的电子海图符号和缩写；

b.　航行区的电子海图；

c.　自动或手工输入的海图改正信息；

d.　用户对海图的补充信息。

12.2　计算

必须能够实施如下计算：

a.　地理坐标与显示坐标的相互转换；

b.　不同大地坐标系和深度基准面的转换；

c. 海上两点间的实地方位、距离；

d. 由已知点和方位、距离推算待定点的地理坐标；

e. 投影计算。如投影面上或实地的等角航线、大圆航线参数计算，不同投影转换等；

f. 地理要素的长度、面积计算；

g. 依无线电双曲线定位系统或全球卫星定位系统（GPS）计算最或然船位；

h. 航程、航速、航向计算。

上述各种计算精度为图上 ± 0.15mm，即按制图比例尺显示海图时，画面上正负一个像素。

12.3　显示

12.3.1　应能按本标准第 8 章中的要求显示电子海图全部内容。

12.3.2　应能显示实际航行用图和图上作业过程。高、中级设备的主屏用于航行，辅屏用于航路设计，或对主屏图像的补充。字符显示器用来显示航行参数和警告。

12.3.3　进入航行状态时，应能自动显示 8.4 条中规定的海图内容、船位、航迹和计划航线。始终显示 5.5 条中规定的 a、c、f、g、l 项说明。

12.3.4　当有需求时，应能迅速叠加其他海图信息和 5.5 条中规定的其他海图说明。

12.3.5　可以手动方式在电子海图上进行海图作业、通告改正和添加用户特殊的说明文字。

12.3.6　应在必要时自动查阅电子海图图式（符号库）。

12.3.7　显示海图至少应有北向上方式。

12.4　报警

应对危及航行安全的信息，向用户提出报警。报警方式为音响、文字和符号。至少在下列情况下报警：

a. 显示画面比例尺不等于制图比例尺；

b. 本船位于禁航区、限制区内；

c. 深度单位发生了变化；

d. 船位与海图坐标系不一致；

e. 偏离计划航线或接近危险物。

用户可以暂时关闭音响报警，但只要报警条件存在，警告信息应一直显示在显示器上。报警条件不存在时，警告信息应以自动或手动方式解除。

12.5　原始电子海图内容应与所有非电子海图内容明显区分。

12.6　潮信资料应能在需要时以图表形式显示在字符显示器上。不要求对水深注记作瞬时潮汐改正。

13　电子海图设备的最低配置

为实现本标准在海图显示和航海方面上的要求，电子海图设备至少应具备如下条

件：

a. 一个中央处理器将计算机和图形控制存储器适当组合起来，在 8.7.4 条规定的时间内完成电子海图的显示和刷新。

b. 两个存储体：存储原始电子海图和经海图改正后的电子海图。

c. 数据输出设备：

图形显示器应为

尺寸：30cm × 23cm 以上；

分辨率：1280 像素 × 1024 行以上；

颜色；64 色。

字符显示器应为

尺寸：27cm × 21cm 以上；

分辨率：80 字符 × 24 行或 1024 像素 × 768 行以上；

颜色：单色或彩色。

当图文共用一个显示器时，其性能达到彩色字符显示器水平或更高。

d. 数据或指令输入设备：

专用键和光标控制器用来手工输入海图改正信息和操作指令。

电子海图阅读器用来读取可移动式数据载体上的电子海图内容送计算机处理。

e. 数据记录设备用来记录航行操作过程。

f. 外部传感器接口：可接时钟、无线电定位设备、卫星定位系统、测深仪、罗经和其他航海设备。

摄影测量与遥感术语

GB/T 14950—94

1　主题内容与适用范围

本标准规定了摄影测量与遥感的术语及定义。

本标准适用于摄影测量与遥感标准的制订、技术文件编制、教材和书刊及文献的编写。

2　摄影测量分类　classification of photogrammetry

2.1　摄影测量　photogrammetry

利用摄影影像信息测定目标物的形状、大小、空间位置、性质和相互关系的科学技术。

2.2　航空摄影测量 aerophotogrammetry；aerial photogrammetry

利用航空飞行器上拍摄的航空像片进行的摄影测量。

2.3　地面摄影测量　terrestrial photogrammetry

利用地面摄影的像片对所摄目标物进行的摄影测量。

2.4　非地形摄影测量　non－topographic photogrammetry

不以测制地图为目的的摄影测量。

2.5　全息摄影测量　holgrammetry

利用一定方向的激光光束投射到全息图上获取原物体的三维结构图像的摄影测量。

2.6　扫描电子显微摄影测量　electron microscope scanning photogrammetry

利用扫描电子显微镜摄取的立体显微像片，对微观世界进行的摄影测量。

2.7　双介质摄影测量　two－media photogrammetry

被摄物体与摄影机处于不同介质的摄影测量。

2.8　近景摄影测量　close－range photogrammetry

利用对物距不大于 300m 的目标物摄取的立体像对进行的摄影测量。

2.9　超近摄影测量　macrophotogrammetry；ultraclose－range photogrammetry

对物距在 0.1～0.01m 的目标物进行的摄影测量。

同义词：微距摄影测量

2.10　弹道摄影测量　ballistic photogrammetry

利用弹道摄影机，以星空为背景，摄取弹丸在空中的飞行状态，用来研究弹丸飞行轨迹的摄影测量。

2.11　工程摄影测量　engineering photogrammetry

用于现代建筑、水利、铁路、公路、桥梁、隧道等工程建设的摄影测量。

2.12　工业摄影测量　industrial photogrammetry

用于采矿、冶金、机械、车辆和船舶制造等方面的静态或动态工业目标的摄影测量。

2.13　建筑摄影测量　architectural photogrammetry

用于对古建筑物的建筑特点和状况的研究、文物的修复、雕塑像的复制等古建筑领域中的摄影测量。

2.14　考古摄影测量　archaeological photogrammetry

用于出土文物及其挖掘现场的摄影测量。

2.15　生物医学摄影测量　biomedical photogrammetry

用于生物医学研究和临床诊断等方面的摄影测量。

2.16　X 射线摄影测量　X – ray photogrammetry

利用 X 光摄取的立体像对或更多像片，确定被摄物体肉眼不能直接见到部分的摄影测量。

2.17　水下摄影测量　underwater photogrammetry

用于测绘水下地形或研究水中物体的摄影测量。

2.18　实时摄影测量　real – time photogrammetry

将数据获取、处理和成果输出集为一体，实时快速完成的摄影测量。

2.19　莫尔条纹测量　Moire topography

利用莫尔效应直接在被测物体表面形成等值条纹的摄影测量。

2.20　侧视雷达测量　side – looking radar survey

利用侧视雷达获取地面目标影像信息的摄影测量。

2.21　解析摄影测量　analytical photogrammetry

利用摄影测量与遥感手段获取的像片或图像，根据像点与相应地面点间的数学关系，借助计算机用数学解算方法进行的摄影测量。

2.22　数字摄影测量　digital photogrammetry

利用摄影测量与遥感手段获取数字影像或数字图形并进行计算机处理的摄影测量。

2.23　全数字化摄影测量　fully digital photogrammetry；softcopy photogrammetry

基于数字像元，用栅格扫描图像进行的数字摄影测量。

3　遥感分类　classification of remote sensing

3.1　遥感　remote sensing

不接触物体本身，用遥感器收集目标物的电磁波信息，经处理、分析后，识别目标物、揭示目标物几何形状大小、相互关系及其变化规律的科学技术。

同义词：遥感技术

3.2　航空遥感　aerial remote sensing；airborne remote sensing

以空中的飞机、直升机、飞艇、气球等航空飞行器为平台的遥感。

3.3　航天遥感　space remote sensing；spaceborne remote sensing

在地球大气层以外的宇宙空间，以人造卫星、宇宙飞船、航天飞机、火箭等航天飞行器为平台的遥感。

同义词：太空遥感

3.4　地面遥感　ground remote sensing

遥感器位于地面的遥感。

3.5　多谱段遥感　multispectral remote sensing

将物体反射或辐射的电磁波信息分析若干波谱段进行接收或记录的遥感。

3.6　可见光遥感　visible spectral remote sensing

遥感器工作波段限于可见光波段范围之内的遥感。

3.7　红外遥感　infrared remote sensing

遥感器工作波段限于红外波段范围之内的遥感。

3.8　微波遥感　microwave remote sensing

遥感器工作波段限于微波波段范围之内的遥感。

3.9　主动式遥感　active temote sensing

由遥感器向目标物发射一定频率的电磁辐射波，然后接收从目标物返回的辐射信息进行的遥感。

同义词：有源遥感

3.10　被动式遥感　passive remote sensing

直接接收来自目标物的辐射信息，依赖于外部能源进行的遥感。

同义词：无源遥感

3.11　遥感制图　remote sensing cartography；remote sensing mapping

通过对遥感图像目视判读或利用图像处理系统对各种遥感信息进行增强与几何纠正并加以识别、分类和制图的过程。

4　数据获取　data acquisition

4.1　摄影　photography

利用遥感器获取物体影像和其他信息的一门技术。

4.2　航天摄影　space photography

利用人造卫星、宇宙飞船、航天飞机和轨道空间站等航天飞行器，从地球大气层以外的宇宙空间对星球（主要是地球）及其环境的摄影。

4.3　卫星摄影　satellite photography

利用人造卫星从宇宙空间对星球（主要是地球）及其环境的摄影。

4.4　航空摄影　aerial photography

利用飞机、直升飞机、飞艇、气球等航空飞行器，从空中对地球表面的摄影。

4.5　缝隙摄影　differential photography

利用缝隙快门及软片的连续移动进行曝光的航空摄影。

4.6　竖直摄影　vertical photography

摄影机主光轴处于铅垂线方向的航空摄影。

4.7　倾斜摄影　obique photography

摄影机主光轴偏离铅垂线或水平方向并按一定倾斜角进行的摄影。

4.8　高空摄影　high – altitude aerial photography

摄影高度高于 6000m **的航空摄影。**

4.9　低空摄影　low – altitude aerial photography

摄影高度低于 1000m **的航空摄影。**

4.1.10　显微摄影　photomicrography

将显微镜和摄影机相结合，用于摄取微小物体的摄影。

4.11　**多谱段摄影**　multispectral photography

利用响应不同波谱段的摄影机，同步记录同一景物不同波谱带影像的摄影。

同义词：多波段摄影

4.12　数字摄影　digital photography

利用数字摄影机获取影像灰度阵列的摄影。

4.13　框幅摄影　frame photography

曝光瞬间对整个幅面同时成像的摄影。

4.14　全景摄影　panoramic photography

利用全景摄影机在垂直于飞行方向上，通过缝隙扫描，不断改变光轴方向对地面的摄影。

4.15　黑白摄影　black – and – white photography

以黑、灰、白的不同色调，表现被摄景物影像的摄影。

4.16　彩色摄影　colour photography

以丰富的色彩再现被摄景物彩色影像的摄影。

4.17　红外摄影　infrared photography

利用红外感光胶片进行的摄影。

4.18　彩红外摄影　colour infrared pohotography

利用彩红外感光胶片进行的摄影。

4.19　正直摄影　normal case photography

在摄影基线两端，两摄影机主光轴保持水平，并都与摄影基线方向垂直的摄影。

4.20　等偏摄影　parallel – everted photography

在摄影基线两端，两摄影机主光轴保持水平，并都相对于摄影基线偏转相同角度的摄影。

4.21　交向摄影　convergent photography

在摄影基线两端，两摄影机主光轴在物方相交成某一角度的摄影。

4.22　等倾摄影　equally tilted pohotograhpy

在摄影基线两端，两摄影机主光轴保持平行，相对于水平面倾斜相同角度的摄影。

4.23　地物阴影倍数　multiple of object shadow

地物的太阳阴影长度与地物高度之比。

4.24　太阳高度角　solar elevation

观测点至太阳方向与水平面的夹角。

4.25　航摄领航　navigation of aerial photography

利用领航图、地标或其他导航仪器（如 GPS 系统）保证飞机在设计的航线上，按要求进行航空摄影的工作过程。

4.26　摄站　camera station；exposure station

摄影瞬间物镜前节点所在的空间位置。

同义词：摄影中心

4.27　摄影航线　flight line of aerial photography

航空摄影时，飞机航行的路线。

4.28　摄影分区　flight block

对摄影区域按航摄要求划分的单元。

同义词：航摄分区

4.29　分区基准面　block datum plane

摄影分区的平均高度平面。

4.30　摄影比例尺　photographic scale

摄影机主距与物距之比。

4.31　像片比例尺　photo scale

像片上某线段长度与地面相应水平长度之比。

4.32　摄影航高　photographic flying height

遥感平台相对摄影分区基准面的垂直距离。

4.33　绝对航高　absolute flying height

遥感平台相对平均海水面的垂直距离。

4.34　相对航高　relative flying height

遥感平台相对于地面上某一基准面的垂直距离。

4.35　摄影基线　photographic baseline

摄取立体像对时，相邻摄站间的连线。

4.36　像片基线　photo base

像片上相邻像主点间的连线。

4.37　基高比　base – height ratio

摄影基线长度与摄影航高或物距之比。

4.38　航摄飞行质量　flight quality of aerial photography

航摄像片的航向重叠度、旁向重叠度、像片倾斜角、旋偏角、航线弯曲度、实际航高与预定航高之差、摄区和摄影分区的边界覆盖等质量要求的总称。

4.39　摄影航迹　flight trace of photography

航空飞行器投影在地面上的飞行轨迹。

同义词：航迹线

4.40　航迹角：angle of flying trace

航空摄影中，摄影航迹与设计航线间的夹角。

4.41　航线弯曲度　strip deformation

一条摄影航线内各张像片主点至首末两张像片主点连线的最大偏离度。

4.42　航摄漏洞　aerial photographic gap

航空摄影时，像片重叠度过小或没有重叠的部分。

4.43　摄影质量　photographic quality

摄影底片的构像质量、几何质量和表现质量的总称。包括影像的密度、反差、分辨率，框标和数据记录，胶片的变形率和展平度，镜箱的内方位元素和畸变差的测定精度，框标点和格网点坐标的测定精度，胶片的制作工艺、机械和人为损伤等。

4.44　航向重叠　longitudinal overlap；end overlap；forward overlap

航空摄影中，本航线内相邻像片上具有同一地区影像的部分。

4.45　旁向重叠　lateral overlap；side overlap；side lap

航空摄影中，相邻航线的相邻像片上具有同一地区影像的部分。

4.46　测图航线　mapping strip

直接作为立体测图用的摄影航线。

4.47　控制航线　control strip

摄影测区内，为减少像片控制点的布设，加飞的若干条与测图航线近似垂直的航线。

同义词：构架航线；骨架航线

4.48　像片倾斜角　tilt angle of photograph

航空摄影时，航空摄影机主光轴与铅垂线的夹角或地面摄影时，摄影机主光轴相对于水平面的夹角。

同义词：摄影倾斜角

4.49　航向倾角　longitudinal tilt；pitch

像片倾斜角在航线方向上的分量。

4.50　旁向倾角　lateral tilt；roll

像片倾斜角在垂直于航线方向上的分量。

4.51　像片旋角　swing angle；yaw

在像片平面内，所选定的像片坐标轴绕主光轴旋转的角度。

4.52　像主点　principal point of photograph

摄影物镜的后节点到像片平面的垂足。

4.53　最佳对称主点　principal point of optimum symmetry

航摄仪检定时，使径向畸变尽可能对称的一个对称中心点。

4.54　自准直主点　principal point of automatic colimation

来自物方空间的一束垂直于像片平面的平行光线束通过物镜后成像在像片平面上的像点。

4.55　像底点　photo nadir point

过摄影物镜后节点的铅垂线与像片平面的交点。

4.56　地底点　ground nadir point

像底点在地面上的相应点。

4.57　等角点　equal – angle point；isocenter

航空摄影机物镜的主光轴与过物镜后节点铅垂线的夹角之角平分线分别和像片平面与地面相交的两个点。

4.58　像元　pixel；picture element

数字影像的基本单元。

4.59　像幅　picture format

像片的构像幅面尺寸。

4.60　等效主距　equivalent principal – distance

根据轴外平行光线在像片平面上的构像点与沿主光轴的平行光线在像片平面上的构像点的距离 γ 和入射角 β，计算求得的主距。

4.61　检定主距　calibrated principal – distance

摄影机检定时，得到多个等效主距的一种平差值。

4.62　框标　fiducial mark

摄影机承片框上用于标定承影面中心位置的标志。

4.63　框标距　distance of fiducial marks

对应框标间的距离。

4.64　像片中心　photograph　center

像片上相对框标连线的交点。

4.65　摄影机检定场　camera calibration field

检定摄影机各种参数的专门场地。

4.66　摄影分辨率　resolution of photography

衡量成像系统对黑白相间宽度相等的线状目标影像分辨的能力，以每毫米线对数表示。

同义词：分解力，解像力。

4.67　地面分辨率　ground resolution

摄影分辨率的线对宽度所对应的地面距离。

4.68　面积加权平均分辨率　area weighted average resolution；AWAR

以测试角所对应的像幅内环带面积与像幅总面积之比作为权计算的平均分辨率。

4.69　角分辨率　angle resolution

镜头中心对摄影分辨率线对宽度的张角。

4.70　影像密度　density of image

影像明暗程度的数量，以阻光率常用对数表示。

4.71　灰雾密度　fog density

胶片上未受光部分经显影后形成的一定密度值。

同义词：朦翳

4.72　感光度　sensitvity

感光材料产生光化还原作用的强弱能力，以规定基准密度的相应曝光量的倒数度量。

4.73　影像反差　image contrast

在负片或正片上影像的最大密度与最小密度之差。

4.74　景物反差　object contrast

被摄景物中最大亮度与最大亮度之比或对数之差。

4.75　反差系统　contrast coefficient

感光材料特性曲线直线部分的斜率。

4.76　胶片压平　film flattening

曝光瞬间，使胶片密帖承片面的过程。

同义词：软片展平

4.77　地面照度　illuminance of ground

阳光或人工光源通过大气层到达地面的光照程度。

4.78　光谱感光度　spectral sensitvity

感光材料对光谱中某一波长光线的感光度。

4.79　相对光谱感光度　relative spectral sensitivity

光谱中以某一波长的感光度为准，与其它波长的感光度之比值。

4.80　感色性　colour sensitvity

感光材料对不同颜色光波敏感的特性。

4.81　飞机地速　ground speed of plane

飞机相对于地面运动的速度。

4.82　速高比　speed – height ratio

飞机地速与相对航高之比值。

4.83　像点位移　displacement of image；image displacement

目标点在像片上的构像点与其理想点位的差异。

4.84　前移补偿　forward motion compensation；FMC

对遥感器平台相对于所摄目标的前移运动引起的像点位移的自动补偿改正。

同义词：像移补偿

4.85　摄影材料变形　photographic material deformation

因制作过程、材料性质、摄影处理及环境引起的摄影材料几何变化。

4.86　镜头畸变　lens distortion

轴外主光线通过物镜时由于入射角与出射角不能严格相等，使所摄物体影像出现的

像差。

4.87　摄影测量畸变　photogrammetric distortion

根据摄影测量的要求，按一定条件测算后所得像点对无畸变影像理想位置的偏离值。

同义词：畸变差

4.88　影像数据采集　image data acquisition

利用遥感器，获得所研究对象的模拟或数字影像的过程。

4.89　波谱能量分布　spectral energy distribution

能源在不同温度下幅射出的能量与波长的关系。

4.90　波谱发射率　spectral emissivity

物体辐射电磁波的能量与同温度的黑体的发射能量之比值。

4.91　波谱反射率　spectral reflectivity

物体对某一波长电磁波的反射辐射通量与其入射辐射通量之比。

4.92　波谱透射率　spectral transmissivity

透过物体的电磁波辐射通量与其入射辐射通量之比值。

4.93　辐射分辨力　radiometric resolution；radiation resolution

指遥感器感测（敏感）元件在接收波谱辐射信号时能分辨的最小辐射度差，或指对两个个不同的辐射源的辐射量的分辨能力。

4.94　瞬时视场　instantaneous field of view；IFOV

在扫描成像过程，一个光敏探测元件通过望远镜系统投影到地面上的直径或边长。

同义词：空间分辨率

4.95　时间分辨力　temporal resolution

遥感器能够重复获得同一地区影像的最短时间间隔。

4.96　波谱分辨力　spectral resolution

遥感器或波谱测量仪器能够区分或分辨的最小波段范围或波长间隔。

4.97　扫描分辨力　scan resolution

影像输入、输出设备中扫描点的尺寸，以每毫米点数表示。

4.98　太阳辐射波谱　solar radiation spectrum

表示太阳辐射能量按波长分布规律的图表。

4.99　电磁波谱　electro－magnetic spectrum

表示电磁辐射波长或频率分布的图谱。

4.100　大气窗口　atmospheric window

地球大气对电磁波传输不产生强烈的吸收和散射衰减作用的透过率较高的一些特定的电磁波段。

4.101　大气噪声　atmospheric noise

大气对被测电磁波的干扰。

4.102　大气传输特性　characteristic of atmospheric transmission

电磁波辐射在大气中的衰减随波长变化的特性。

4.103　大气透过率　atmospheric transmissivity；atmospheric transmittance

电磁波通过大气中某个给定路径长度后的辐射能与入射辐射能之比。

4.104　地物波谱特性　object spectrum characteristic

地物发射、反射和透射电磁波的强度与地物本身特征有关的特性。

4.105　卫星轨道参数　orbit elements of satellite；orbit parametsrs of satellite

描述在太空中卫星运行的位置、形状和取向的各种参数。

同义词：卫星轨道根数

4.106　卫星摄动　satellite perturbance

由于地球质量分布不均匀和非球形对称性、日月及其它星体的引力、大气阻力、太阳光压等因素引起卫星在理想轨道上的抖动。

4.107　卫星姿态　satellite attitude

卫星本体在其运行轨道上所处的空间状态。

4.108　卫星覆盖范围　satellite coverage

地面上能同时观察到同一颗卫星的区域，一般以该地区所对应的地心张角表示。

4.109　卫星运行周期　satellite period of revolution

卫星绕地球一周所需要的时间。

4.110　卫星重复周期　repetition cycle of satellite

卫星为覆盖全球回到上次地面轨迹上空时运行所需要的天数。

4.111　地球同步轨道　geosynchronous orbit；earth synchronous

卫星一天绕地球一周并回到原来位置的轨道。

4.112　全景畸变　panoramic distortion

全景摄影机的像距不变，物距随扫描角增大而增大，由此所产生影像由中心到两边比例尺逐渐缩小的畸变。

4.113　卫星影像偏斜

由于地球自转，造成扫描行西移，使卫星影像呈平行四边形的偏斜现象。

4.114　像片控制测量　photo control survey

实地测定像片控制点的方法。

同义词：像片控制点联测

4.115　像片控制点　photo control point

直接为摄影测量加密或测图需要，在实地测定的控制点。

4.116　像片区高控制点　horizontal and vertical photo control point；full control point

具有地面平面坐标和高程的像片控制点。

同义词：平高控制点

4.117　像片平面控制点：horizontal photo control point

仅具有地面平面坐标的像片控制点。

同义词：平面控制点

4.118　像片高程控制点　vertical（elevation）photo control point

仅具有地面高程的像片控制点。

同义词：高程控制点

4.119　明显地物点　outstanding point；natural point

在像片上和实地能准确辨认的地物点。

4.120　人工标志（点）　arificial target；signalized point；aftificial point

摄影前，地面上人工设置的在像片上有构像的目标点。

4.121　像片标准点　photographic normal point；standard point of photo；gruber point

像主点和位于过像主点且垂直于像片基线的直线上，距离像主点为一条像片基线长度处的像点。

同义词：像片标准配置点；格鲁伯点

4.122　航线网布点：control point distribution for aerial triangulation strip

以一条航线段为单位布设像片控制点的方案。

4.123　区域网布点　control point disktribution for block aerotriangulation

以几条航线段或几幅图为一个区域布设像片控制点的方案。

4.124　全野外布点　full field control point distribution

以一张像片或一个立体像对为单位布设像片控制点的方案。

4.125　控制航线布点　control point distribution for control（skeleton）strip

控制航线按航线网布点，并在控制航线与测图航线相交重叠的区域内由控制航线加密测图航线像片控制点的方案。

同义词：构架航线布点；骨架航线布点

4.126　航向控制点跨度　bridging distance of control points along strips；control point interval along strips

同一航线段内相邻像片控制点之间跨越像片基线的数量。

4.127　旁向控制点跨度　bridging distance of control points cross srtips；control point interval cross strips

垂直于摄影航线方向，相邻像片控制点之间跨越摄影航线的数量。

4.128　综合法单张像片测图　photo－planimetric method of single photograph mapping

在一张未经纠正的航摄像片上实地进行像片调绘和测绘等高线，然后通过投影转绘或纠正、镶嵌成图的测图方法。

4.129　综合法像片图测图　photo－planimetric method of photomap mapping

在像片平面图或其复制图上实地进行像片调绘和测绘等高线的测图方法。

4.130　桩点法测图　pegged point mapping

由外业或内业加密地形特征点和地物点的平面位置和高程，借助像对立体模型描绘等高线的测图方法。

4.131　像片判读　photo interpretation

根据地物的光谱特性、空间特性、时间特征和成像规律，识别出与像片影像相应的

地物类别、特性和某些要素或者测算某种数据指标的过程。

同义词：像片解译

4.132　目视判读　visual interpretation

判读者通过直接观察或借助判读仪以研究地物在遥感图像或其它像片上反映的各种影像特征，并通过地物间的相互关系来推理分析，识别所需地物信息的过程。

4.133　像片调绘　photo annotation

利用像片进行判读，调查和绘注等工作的总称。

4.134　单站时间视差法　time parallax at a single station

在同一摄站，对运动或变形物体按一定时间间隔摄取立体像对，根据量测视差的变化规律来测量物体运动的位移或变形的方法。

同义词：时间基线视差法

4.135　相对控制　relative control

利用位于物方空间某些未知点间的已知几何条件关系作为摄影测量控制的依据。

4.136　摄影纵距　longitudinal distance of photography

在地面摄影或近景摄影测量中摄影机物镜前节点到目标物投影面的距离。

4.137　摄影系数　photographic coefficient

摄影纵距与摄影基线长度之比。

5　数据处理　data processing

5.1　摄影处理　photographic processing

将已曝光的感受材料按一定的冲洗工艺显现成可见影像的处理过程。

5.2　反转摄影处理　reversal photographic processing

将已曝光的感光材料不经负片过程，直接得到正像的摄影处理过程。

5.3　正片　positive

影像色调与景物的明暗程度一致，其左右、上下的位置也与景物一致的像片。

5.4　负片　negative

影像色调与景物的明暗程度相反，其左右、上下的位置也与景物相反的像片。

5.5　裱板像片　coated photograph

裱糊在某种硬质基板上的像片。

5.6　接触晒印　contact printing

感光材料的乳剂面与负片的药膜面完全接触的晒像过程。

5.7　投影晒印　projection printing

将底片与感光材料分别置于放大机或投影仪的底片盘和承片盘内，经投影曝光得到正光的晒像过程。

5.8　反光缩小　reflecting reduction

利用灯光照亮资料的反射光制作缩小影像的方法。

5.9　透光缩小　transmitting reduction

利用航摄负片进行投影以规定倍数制作缩小透明正片的方法。

5.10　电子印相　electronic printing

利用阴极射线管归描曝光并进行自动匀光的一种晒像方法。

5.11　像片纠正　photo rectification；rectification of photograph

通过投影转换，将倾斜像片变换成规定比例尺水平像片的作业过程。

5.12　像片内方位元素　elements of interior orientation；interior orientation elements

确定摄影光束在像方几何关系的基本数据。

同义词：像片内定向元素

5.13　像片外方位元素　elements of exterior orientation；exterior orientation elements

确定摄影光束在物方几何关系的基本数据。

同义词：像片外定向元素

5.14　纠正点　rectification point

用于像片纠正的控制点。

5.15　图解纠正　graphical rectification

根据透视理论，利用像片平面和图面的复比或透视对应关系，建立相应的射线束或透视格网进行转绘的作业过程。

5.16　光学图解纠正　optical graphical rectification

使用投影转绘仪，将需纠正的影像投影到图板上，进行纠正及转绘的作业过程。

同义词：投影转绘

5.17　仿射纠正　affine rectification

纠正前后保持图形中直线平行性不变的像片纠正。

5.18　投影差　relief displacement

因地形起伏引起的像点位移。

5.19　纠正带距　distance of rectification zone

分带纠正中，相邻两带平面间的高差。

5.20　分带纠正　zonal rectification

为使丘陵地和山地的航摄像片影像的投影差限制在允许范围内，按不同高程面进行的像片纠正。

同义词：分层纠正

5.21　多级纠正　multistage rectification

使用纠正仪将大倾斜角航摄像片，分几次（每次相同）安置纠正元素进行的像片纠正。

5.22　光距条件　distance condition

沿主光轴的物距和像距需符合光学共轭的条件。

5.23　交线条件　condition of intersection；scheimpflug condition

为保证整个承影面上有清晰的构像，使底片面、物镜面和承影面相交于同一直线的条件。

同义词：向甫鲁条件

5.24　纠正光学条件　optical condition of rectification

纠正仪上纠正像片时应满足的光学共轭条件，包括光距条件和交线条件。

5.25　纠正几何条件　grometric comdition of rectification

纠正仪纠正像片时，满足投影的影像图形与相应地面图形相似并符合一定比例尺的几何关系。

5.26　纠正仪自由度　degree of freedom of a rectifier

纠正仪上的独立机械动作。

5.27　合点　vanishing point

由投影中心作物方直线的平行线与投影面（像片面）的交点。

5.28　主合点　principal vanishing point

在主垂面内，由投影中心作地平面上任意直线的平行线与像片平面的交点。

5.29　主遁点　main vanishing point

在主垂面内，过投影中心作像片平面的平行线与地平面的交点。

5.30　透视旋转定律　rotation axiom of the perspective；axiom of the perspective rotation

利用平行四边形原理，在纠正仪或其它摄影测量仪器上，转动底片面或承影面，底片面与承影面间的透视对应关系不变的规律。

同义词：沙尔定律

5.31　透视变换　perspective transformation

利用透视中心、像点、目标点三点共线的条件，按透视旋转定律使承影面（透视面）绕迹线（透视轴）旋转某一角度，破坏原有的投影光线束，仍能保持承影面上投影几何图形不变的变换。

5.32　像片镶嵌　photo mosaic

将有重叠影像的多张像片经过纠正，根据控制点或同名影像进行拼接，切去重叠部分的边长，将中央部分拼接和粘贴在图板上的作业过程。

同义词：切割镶嵌

5.33　光学镶嵌　optical mosaic

将有重叠的遥感图像或其它像片的纠正影像，依次拼接，逐一晒印在同一张感光材料上的作业过程。

5.34　微分纠正　differential rectification

采用航摄像片或其它遥感图像的微小面积为纠正单元，通过纠正单元的几何变换实现两个图像之间的任何一种变换。

5.35　正射投影技术　orthophotography；orthophoto technique

采用航摄像片或其它遥感图像的微小面积为纠正单元，逐单元进行纠正晒像，以获得地面正射投影影像的技术。

5.36　光学微分纠正　optical differential rectification

利用光学投影类的正射投影装置对像片影像逐个纠正单元进行扫描晒像的微分纠

正。

同义词：缝隙纠正

5.37　电子微分纠正　electronic defferential rectification

通过飞点扫描管实现的微分纠正。

5.38　解析纠正　analytical rectification

根据像片断面数据或数字高程模型，用解析方法在正射投影仪上实现的微分纠正。

5.39　数字纠正　digital rectification

根据遥感器的构像方程和已建立的数字高程模型对数字图像逐像元进行的微分纠正。

同义词：数字微分纠正

5.40　数字镶嵌　digital mosaic

利用计算机对重叠数字图像信息进行镶嵌处理的技术。

5.41　断面数据采集　profile data collecting

沿断面采集地形起伏数据的过程。

5.42　断面带间距　distance between profiles

两相邻断面间的距离。

5.43　缝隙长度　slit length；crack length

微分纠正中，条状纠正单元的长度。

5.44　缝隙宽度　slit width；crack width

微分纠正中，条状纠正单元的宽度。

5.45　断面扫描　profile scanning

(1) 在正射投影仪上，对断面纠正单元内的影像进行曝光的过程。

(2) 沿规定的断面，通过扫描方式采集有关数据或信息的过程。

5.46　视差　parallax

在摄影测量中，指立体像对同名像点在左、右像平面坐标系或模型中的坐标差。

5.47　同名像点　corresponding image points；homologous image points

任一目标点在不同像片上的构像点。

同义词：相应像点

5.48　同名光线　corresponding image rays

(1) 由同一目标点向不同摄影站投射出构成同名像点的一对光线。

(2) 立体像对相对定向后，通过同名像点的投影光线。

同义词：相应光线

5.49　核线　epipolar ray；epipolayr line

过摄影基线与目标点的平面（核面）与像与平面的交线。

5.50　上下视差　vertical parallax；Y – parallax

立体像对上同名像点或投影点的纵坐标之差。

同义词：Y – 视差

5.51　左右视差　horizontal parallax；X – parallax

立体像对上同名像点或投影点的横坐标之差。

同义词：X – 视差

5.52　左右视差较　horizontal parallax difference

立体像对上某一点的左右视差相对于起始点的左右视差之较差。

5.53　空间前方交会　space intersection

恢复立体像对摄影时的光束和建立几何模型后，利用同名光线的交会确定模型点空间位置的方法。

5.54　空间后方交会　space resection

利用航摄像片上三个以上不在一条直线上的控制点按构像方程计算该像片外方位元素的方法。

5.55　像平面坐标系　photo coordinate system

在片像平面上为描述像点平面位置所选定的右旋直角坐标系。

5.56　车架坐标系　carriage coordinate system；stage coordinate system

有具有 X、Y 车架的摄影测量仪器中，描述承片盘上任一点平面位置的右旋直角坐标系。

同义词：仪器坐标系

5.57　像方空间坐标系　image space coordinate system

描述单张像片上像点在像方空间位置的右旋直角坐标系。它是以投影中心为原点，X、Y 轴平行于像平面坐标系的相应轴，Z 轴与物镜主光轴重合，$Z = -f$ 的右旋直角坐标系。

5.58　物方空间坐标系　object space coordinate system

描述地面点在物方空间位置的任一三维坐标系。可根据需要而选定坐标原点和三轴系方向。

5.59　摄影测量坐标系　photogrammetric coordinate system

描述摄影测量模型的空间直角坐标系。其原点选在某摄站或某一已知点，X 轴大体与航线方向一致，Z 轴与铅垂线方向一致且向上为正的右旋空间直角坐标系。

5.60　光学立体模型　optical stereoscopic model

立体观察一对重叠像片所感受到的被摄目标物三维形态的视模型。

5.61　几何立体模型　geometric stereoscopic model

恢复立体像对方位元素，使同名光线成对相交所构成的与实地相似的模型。

5.62　立体观察 steroscopic view

利用人造立体效应，对立体模型进行的观察。

5.63　构像方程　imaging equation

描述目标点及其相应像点几何关系的数学方程。

5.64　共线方程　collinearity equation

描述目标点与其相应像点及投影中心三点共线的数学方程。

5.65　投影方程　projection equation

构像方程反算的解析表达式。

5.66　共面方程　coplanarity equaton

描述摄影基线与同名光线三线位于同一平面的数学方程。

5.67　直接线性变换　direct linear transformation；DLT

非地形摄影测量中，用像点坐标与其对应的物方空间坐标直接变换关系式进行像片数学处理的方法。

5.68　辐射三角测量　radial triangulation

在平坦地区，根据航摄像片上以像主点辐射到各像点的方向线与实地相应方向线一致的几何特性，求得像点平面位置的方法。

5.69　空中三角测量　aerotriangulation；aerial triangulation

利用航摄像片与所摄目标之间的空间几何关系，根据少量像片控制点，计算出像片外方位元素和其它待求点的平面位置，高程的测量方法。

5.70　模拟法空中三角测量　analog aerotriangulation；analog aerial triangulation

在模拟立体测图仪上进行的空中三角测量。

5.71　解析空中三角测量　analytical aerotriangulation；analytical aerial triangulation

采用严密的数学公式，按最小二乘法原理，用计算机进行的空中三角测量。

同义词：电算加密

5.72　单航带解析空中三角测量　analytical aerotriangulation in an individual strip

以一条航线或航线段为解算单元的解析空中三角测量。

同义词：单航线解析空中三角测量

5.73　区域网空中三角测量　block triangulation；block aerial triangulation

以几条航线或一个测区为解算单元的解析空中三角测量。

同义词：区域网加密

5.74　航带法区域网空中三角测量　strip aerial triangulation

以单个航带网为整体平差运算中的基本单元的区域网空中三角测量。

同义词：航线法区域网加密

5.75　独立模型法空中三角测量　independent model aerial triangulation；aerotriangulation by independent model

以单模型、双模型或几个模型组成的单元模型为整体平差运算中的基本单元的区域网空中三角测量。

同义词：独立模型法区域网加密

5.76　光束法区域网空中三角测量　bundle aerial triangulation

以摄影时目标点、相应像点和摄站点三点共线条件所建立的每条空间光线为整体平差运算中的基本单元的区域网空中三角测量。

同义词：光线束法区域网加密

5.77　联机空中三角测量　on－line aerophotogrammetric triangulation

由立体坐标量测仪与计算机联机进行测算的空中三角测量。

同义词：在线空中三角测量

5.78　GPS 空中三角测量　GPSaerotriangulation

由设在地面和飞机上的 GPS 接收机来测定摄站位置和像片处方位元素所进行的空中三角测量。

5.79　区域网平差　block adjustment

在区域网空中三角测量时，合理配赋偶然误差及消除部分系统误差的摄影三角测量平差方法。

5.80　自检法区域网平差　self – calibrating block adjustment

把可能存在的系统误差，作为待定参数参予区域网空中三角测量的整体平差方法。

5.81　加密点　pass point；densification point

由空中三角测量测定的点。

5.82　连接点　tie point

用于相邻模型连接的同名像点。

同义词：模型连接点

5.83　定向点　orientation point

用来进行像对相对定向和绝对定向的点。

5.84　检查点　checking point

用来检查地形、模型正确性的点。

5.85　立体像对　stereopair

从不同摄站摄取的具有重叠影像的一对像片。

同义词：像对

5.86　像点坐标　image coordinate；coordinate of a photo point

摄影像片上任一像点在像平面坐标系中的坐标。

5.87　模型坐标　model coordinate

单元模型坐标系中，用以表示模型空间各点相关位置的坐标。

5.88　立体量测　stereomeasurement

利用立体模型量测像点坐标、视差或模型坐标的工作。

5.89　像片归心　photo centering

在仪器上安置像片时，将像片主点置于投影器或像片盘中心的工作。

5.90　像片基线定向　photo – base orientation

像片归心后，使左右像片基线与仪器的 X 轴平行的像片定向过程。

同义词：方位线定向

5.91　辅助点定向　auxiliary point orientation

使像主点与辅助点（一般选在上框标或右框标附近）的连线与仪器的 Y 轴或 X 轴平行的像片定向过程。

5.92　内部定向　intericr orientation

恢复像片内方位元素的作业过程。

5.93　解析内定向　analytical interior orientation

确定仪器坐标与像平面坐标变换参数的定向过程。

5.94　外部定向　exterior orientation

恢复像片外方位元素的作业过程。

5.95　相对定向　relative orientation

恢复或确定立体像对在摄影瞬间两像片间的相对关系的作业过程。

5.96　连续像对相对定向　relative orientation of conjunction of successive photographs

相对定向中，以一张像片为准，旋转和移动另一张像片达到同名光线对对相交，解求相对定向元素的过程。

5.97　单独像对相对定向　relative orientation of independent photo pair

相对定向中，以摄影基线为准，旋转左右像片达到同名光线对对相交，解求相对定向元素的过程。

5.98　相对定向不定性　uncertainty of relative orientation

摄影基线与地面定向点位于同一圆柱面上，使相对定向出现不定解的情况。

5.99　相对定向元素　elements of relative orientation

确定立体像对两像片之间相对位置的独立几何元素。

5.100　绝对定向　absolute orientation

确定像片或立体模型在物方坐标系中所处方位的作业过程。

5.101　绝对定向元素　elements of absolute orientation

确定单张像片或立体模型对于物方空间位置所需要的独立几何元素。

5.102　模型缩放　scaling of model

绝对定向中，利用像片控制点对立体模型所作的比例尺归化。

5.103　模型置平　leveling of model

绝对定向中，利用像片控制点将立体模型进行倾斜改正，把摄影测量高程归化到物方坐标系的工作。

5.104　模型连接　briding of model；model conneecrion

用公共连接点将两个相邻立体像对几何模型的比例尺统一，连接成一个整体模型的工作。

5.105　摄影测量网　photogrammetric metwork

通过模型连接构成统一比例尺的航线网或区域网。

5.106　空间相似变换　space similarity transformation

对空间单位模型进行平移、旋转和缩放的变换。

5.107　粗差检测　gross error detection

在获取数据及测量平差过程中发现和剔除粗差的工作。

5.108　数据探测法　data snooping

在解析空中三角测量中，用以发现和剔除小粗差的粗差检测统计方法。

5.109　选权叠代法　iteration method with variable weights

在叠代平差中，通过适当变化观测值的权达到消除观测值粗差的方法。

5.110　主距改正　reduction for principal – distance

为改正底片变形，对摄影机主距加改正数的过程。

5.111　立体测图　stereomapping；stereoplotting

根据立体观测原理，使用仪器对立体像对的重叠部分进行测图的方法。

5.112　模拟测图　analog photogrammetric plotting

根据摄影过程的几何反转原理，在模拟立体测图仪上，建立所摄地而缩小的几何模型进行测图的方法。

5.113　机助测图　computer – assisted mapping；computer – aided mapping

由计算机辅助进行的测图。

在摄影测量中，是在与计算机相连接的立体测图仪上，人眼进行立体观测，由计算机协助进行测图的方法。

5.114　解析测图　analytical mapping；analytical plotting

由立体坐标量测仪采集像点坐标，根据像点与目标点间的数学关系，借助计算机解算目标点三维坐标进行测图的方法。

5.115　数字测图　digital mapping

利用各种手段采集数据，对所采集的数据进行计算机加工处理，测制数字地图方法。

5.116　全数字化测图　fully digital mapping

利用数字影像进行数字测图的方法。

5.117　数控绘图　digital controled drawing

直接由数字信号控制的自动绘图。

5.118　地图修测　map revision

为保持地图的现势性按规定修改、删除和增补地图内容的工作。

5.119　单像测图　monoplotting

利用单张像片和已有的数字高程模型进行地图测制和修测的过程。

5.120　数字地图修测　digital map revision

在计算机图形编辑粘上进行的地图修测。

5.121　投影器主距　principal distance of projector

摄影测量仪器中投影器的投影中心到承片盘平面间的距离。

同义词：投影仪主距

5.122　中心投影　central projection

空间任意目标点与某一固定点连成的直线被固定平面所截而得到目标点投影图像的投影方式。

5.123　光学投影　optical projection

摄影测量中，用光学方法体现像点投影光束的投影方式。

5.124　机械投影　mechanical projection

摄影测量仪器中，用精密机械导杆代替投影光束的投影方式。

5.125　光学机械投影　optical – mechanical projection

摄影测量仪器中，建立投影光束时，投影器内用实际的光线束来体现，投影器外的光线则由精密机械导杆代替的投影方式。

5.126　数字投影　digital projection

利用构像方程按数字计算方法，建立目标点与像点之间关系的投影方式。

5.127　模型比例尺　model scale

模型上某线段的长度与空间目标相应长度之比。

5.128　模型基线　model base

按模型比例尺缩小或放大后的摄影基线。

5.129　测标　measuring mark；floating mark

摄影测量仪器中，对像点和模型点进行观察和量测的标志。

同义词：浮游测标

5.130　立体照准　stereoscopic pointing

使空间浮游测标贴于模型表面的过程。

5.131　绘图桌定向　plotting table orientation；plotter orientation

确定绘图桌坐标与图面坐标变换参数的作业过程。

同义词：图纸定向

5.132　立体描绘　stereoscopic drawing

借助立体模型，进行观察和勾绘地形的作业过程。

5.133　立体转绘　stereoscopic transfer

借助立体模型，将像片上的调绘内容或其它地图要素，转绘到另一张像片、编绘图板或地形图上的作业过程。

5.134　摄影测量内插　photogrammetric ihterpolation

根据从像片上获取的点或线的信息，用数学的方法拟合和内插出待求曲面或曲线的过程。

5.135　图形编辑　graphic editing

将要编辑的图形显示在图形终端上，通过人机交互方式对它进行修改，删除与增补等工作。

5.136　数据编辑　data editing

对所获取的数据进行校验、检查及重新编排，组成便于内部处理格式的整体工作。

5.137　图形输出　graphic output；pattern printout

在计算机控制下由数字信息转换为图形并输出的过程。

5.138　数据输出　data output

从一个设备或程序输出已经处理的数据的过程。

5.139　影像匹配　image matching

用一定的算法自动识别同名影像或目标的过程。

5.140　目标区　target area；region of target

立体像对左片上待寻点周围像点的灰度值组成的矩阵。

5.141　搜索区　seraching area；region of search

立体像对右片上与左片目标区相对应的预测的像点灰度值矩阵。

5.142　影像相关　image correlation

探头左、右像片影像信号相似的程度，从中确定同名影像或目标的过程。

5.143　电子相关　electronic correlation

利用电子电路解算相关函数的影像相关。

5.144　光学相关　optical correlation

利用光学方法确定相关函数的影像相关。

5.145　核线相关　epipolar correlation

利用立体像对左、右同名核线上的灰度序列进行的影像相关。

5.146　数字相关　digital correlation

利用计算机或专门的数字相关器解求相关函数的影像相关。

5.147　一维相关　one – dimensional correlation

沿一个方向搜索同名影像的过程。

5.148　二维相关　two – dimensional correlation

在二维影像空间的搜索区寻找与目标区同名影像的过程。

5.149　最小二乘相关　least square correlation

以左、右像片灰度差为观测值进行最小二乘法平差以解求同名影像的过程。

5.150　量化　quantizing；quantization

把图像样本连续变化的模拟量或密度值转换成离散数字量样本值的过程。

5.151　灰度等级　grey level；grey value

对影像密度进行采样量化时从黑到白不同等级的灰度值范围。

5.152　灰楔　grey wedge；optical vedge

一系列由白到黑的灰块，按一定反射比值间隔排列的基准密度。

同义词：灰卡

5.153　采样　sampling

(1) 把时间域或空间域的连续量转化成离散量的过程。

(2) 从母体中随机抽取样本的过程。

同义词：取样；抽样

5.154　重采样　resampling

影像灰度数据在几何变换后，重新内插像元灰度的过程。

5.155　采样间隔　sampling interval

采样的时间间隔或空间间隔。

同义词：取样间隔、抽样间隔

5.156　数字影像　digital image

物体光辐射能量的数字记录形式或像片影像经采样量化后的灰度序列。

5.157　光学影像　optical image

由物体所发出的光线，通过光学系统在承影面上的构像。

5.158　基于灰度影像匹配　grey value based matching；area based matching

利用目标区和搜索区内像片影像灰度矩阵进行的影像匹配。

5.159　基于特征影像匹配　feature based matching

利用数字影像的点、线、面特征及纹理进行的影像匹配。

5.160　基于解译影像匹配　interpretation based matching

利用对影像内容的理解和判读技术进行的影像匹配。

5.161　特征提取　feature extraction

(1 对某一模式的一组测量值进行变换，以突出该模式具有代表性特征的一种方法。

(2) 通过影像分析和变换，以提取所需特征的方法。

5.162　图像处理　image processing

图像数字化、复原、几何校正、增强、统计分析和信息提取、分类、识别等图像加工的各种技术方法的统称。

5.163　光学图像处理　optical image processing

利用光学方法进行的图像处理。

5.164　数字图像处理　digital image processing

用计算机进行的图像处理。

5.165　影像预处理　image preprocessing

对主要运算前的原始数据所进行的某些加工。

5.166　粗处理　bulk processing；rude processing

将遥感图像各谱段的数据进行辐射校正、飞行器姿态几何校正、分幅注记等复原处理和辅助处理，获得粗制胶片和数字磁带的过程。

5.167　精处理　precision processing；refined processing

利用地面控制点测量数据对粗处理后的图像进行的几何校正。

5.168　信息量　contents of information；entropy

随机数据（如图像数据）的不肯定度。

同义词：熵

5.169　信息提取　information extraction

利用计算机识别和提取特定信息的过程。

5.170　冗余码　redundant code

所用的位数比表示信息所需要的最小位数还多的一种代码。

5.171　信息剩余度　redundancy of information

由于符号之间的相关性，使信源输出消息熵的降低量。

5.172　熵编码　edtropy coding

编码过程中按熵原理不丢失任何信息的编码。

5.173　图像数字化　image digitisation

实现从图像到数字转换的过程。

5.174　图像符号化　image symbolization

用某些特定符号表示图像内容的图像处理过程。

5.175　图像编码　image coding

用尽可能少的比特数表示图像的技术。

5.176　图像变换　image transformation

按一定规则从一帧图像加工产生另一帧图像的处理方法。

5.177　变换核　kernel of transformation

决定图像变换的基本函数或矩阵。

5.178　哈达玛变换　Hadamard transformation

在向量空间用哈达玛矩阵作为变换核对图像阵列进行的线性正交变换。

5.179　沃尔什变换　Walsh transformation

在向量空间用沃尔什函数对图像阵列进行的变换。

5.180　比值变换　ration transformation

在多重影像处理中，利用两图像间对应亮度之比或多重影像组合的对应像元亮度之比作为处理后的图像亮度的图像处理方法。

5.181　生物量指标变换　biomass index transformation

以两图像间相应亮度差与其亮度和之比作为处理后的图像亮度的图像处理方法。

5.182　穗帽变换　tesseled cap transformation

根据经验确定的变换矩阵将图像投影综合变换到三维空间，其立体形态形似带缨穗的帽子，变换后能看到穗帽的最大剖面，充分反映植物生长枯萎程度、土地信息变化，大气散射物理影响和其它景物变化程度的一种线性特征变换的图像处理方法。

同义词：Kauth – Thomas 变换

5.183　主分量变换　principal component transformation

由原始图像数据协方差矩阵的特征值和特征向量建立起来的变换核，将光谱特征空间原始数据向量投影到平行于地物集群椭球体各结构轴的主成分方向，突出和保留主要地物类别信息，用来进行图像增强、特征选择和图像压缩的处理方法。

同义词：Karhunen – Loeve 变换

5.184　彩色变换　colour transformation

将红、绿、蓝（R、G、B）系统表示的图像变换为用明度、色别、饱和度（I、H、S）系统表示的图像的处理方法。

5.185　几何校正　geometric correction

为消除图像的几何畸变而进行投影变换和不同波段图像的套合等校正工作。

同义词：几何校准

5.186　图像复原　image restoration

对遥感图像资料进行大气影响的校正、几何校正以及对由于设备原因造成的扫描线漏失、错位等的改正，将降低图像重建成接近于或完全无退化的原始理想图像的过程。

同义词：图像恢复

5.187　图像重建　image reconstruction

通过对离散图像进行线性空间内插或线性空间滤波来重新获得连续图像的方法。

5.188　几何配准　geometric registration

将不同时间、不同波段、不同遥感器系统所获得的同一地区的图像（数据），经几何变换使同名像点在位置上和方位上完全叠合的操作。

5.189　辐射校正　radiometric correction

对由于外界因素，数据获取和传输系统产生的系统的、随机的辐射失真或畸变进行的校正。

5.190　直接法纠正　direct rectification

在数字影像的几何纠正中，把原始影像的每个像元通过纠正公式变换到新影像的的相应位置，同时把原始影像上的像元灰度值赋予新影像相应像元位置上的一种数字影像变换方法。

同义词：直接变换法纠正

5.191　间接法纠正　indirect rectification

由纠正后新影像的像元位置，通过纠正公式推求其在原始影像中的相应位置，并通过重采样将该位置的灰度值，反送到新影像相应像元上的一种数字影像变换方法。

同义词：间接变换法纠正

5.192　图像增强　image enhancement

将原来不清晰的图像变得清晰或强调某些感兴趣的特征，抑制不感兴趣的特征，使之改善图像质量、丰富信息量，加强图像判读和识别效果的图像处理方法。

5.193　直方图　histogram

根据实验数据，用统计方法得到的概率密度分布图。

5.194　图像直方图　image histogram

表示图像灰度值与像无数之间统计关系的概率密度分布图。

5.195　直方图修改　histogram correction；histogram modification

通过改变给定的图像直方图分布来增加影像的一种技术。

同义词：直方图修正

5.196　直方图均衡化　histogram equalization

使原直方图变换为具有均匀密度分布的直方图，然后按它调整原图像的一种直方图修改。

5.197　反差增强　contrast enbancement

利用扩展图像的亮度范围从而扩大亮（灰）度差异，来改善图像观察效果的一种图像处理方法。

5.198　线性扩展　linear expanding；linear stretching

将原始图像诸亮度值按线性关系进行扩大的反差增强。

同义词：线性拉伸

5.199　非线性扩展　non – linear expanding

将原始图像诸亮度值有选择地按指数变换、对数变换或抛物线变换等非线性关系进行扩大的反差增强。

5.200　图像平滑　image smoothing

用于突出图像的宽大区域（低频成分）、主干部分或抑制图像噪声和干扰（高频成分），使图像亮度平缓渐变，减小突变梯度，改善图像质量的图像处理方法。

5.201　边缘增强　edge enhancement

突出不同物体影像之间的边界及细节信息的图像处理。

5.202　滤波　filtering

按照某种规则或要求，修改、抑制图像信号的频谱成分或数据的方法。

5.203　高通滤波　bigh – pass filtering

抑制图像频谱的低频成分而保留高频成分以增强图像细节的滤波。

5.204　低通滤波　lower – pass filtering

抑制图像频谱的高频成分而保留低频成分以抑制图像细节或噪声的滤波。

5.205　空间域滤波　spattial filtering

在图像空间几何变量域上直接修改、抑制图像数据并消减噪声的滤波。

同义词：空间滤波

5.206　频率域滤波　frequency filtering

在频率域内修改图像的频谱成分，以实现图像数据的改变和抑制噪声的滤波。

同义词：频率滤波

5.207　相关掩模技术　correlation mask techniques

利用遥感影像拷贝产生的许多彼此能精确重叠的正负片，通过不同组合及相互叠掩的方法，进行影像反差调整、边缘增强等摄影处理的技术。

5.208　邻区法增强　adjacent enhancement

在被处理像元周围的像元参与下进行运算处理的增强方法。

5.209　纹理增强　texture enhancement

利用突出图像纹理（有规律的影纹）达到增强图像目的的处理方法。

5.210　比值增强　ratio enhancement

通过两个波段相应影像的比值变换来突出图像中各类别和目标的增强方法。

5.211　密度分割　density slicing

将图像的光密度或亮度值分成若干间隔或等级，每级赋予指定不同彩色色调和明度编码的处理方法。

5.212　图像压缩　image compression

以尽可能少的比特数表示图像主要信息的数据压缩技术。

5.213　图像分割　image segmentation

根据需要将图像划分为有意义的若干区域或部分的图像处理技术。

5.214　图像合成　image composite

将多谱段黑白图像变为彩色图像的处理技术。

5.215　彩色合成　colour composite

合成的图像色彩与实际影物色彩一致或近似一致的图像合成。

5.216　假彩色合成　false colour composite

合成的图像色彩不同于原景物色彩的图像合成。

5.217　彩色编码　colour coding

用指定色别显示非连续密度梯级的方法。

5.218　彩色坐标系　colour coordinate system

用于表示彩色三基色（红、绿、蓝）或彩色三属性（明度、色别、饱和度）的坐标系。

5.219　多时相分析　multi – temporal analysis

将不同时间所获取的同一景物图像进行几何配准，提取目标特征及动态信息的处理方法。

5.220　多重影像增强　multi – image enhancement

利用多重影像（多光谱影像、多时域影像或多种遥感器影像等）之间的组合和四则运算来增强某些信息的处理方法。

5.221　图像分类　image classification

根据各自在图像信息中所反映的不同特征，把不同类别的目标区分开来的图像处理方法。

5.222　特征选择　feature selection

从原始多波段量测参数中，经过变换重新组合，选择确定对识别分类更有效的特征参数的工作。

5.223　波谱特征空间　spectrum featuer space

不同波段影像所构成的测量空间。

5.224　波谱集群　spectrum cluster

同一类地物，在波谱特征空间所呈现出相同影像亮度值的点群状分布。

5.225　模式识别　pattern recognition

利用计算机对图形或影像进行处理、分析和理解，以识别各种不同模式的目标和对象的技术。

5.226　判别函数　discriminate function

在分类中进行判别的函数表达式或解析式。

5.227　训练区　training area

通过抽样调查已认定具有代表类别属性的先验抽样区。

5.228　监督分类　supervised classification

根据已知训练区提供的样本，通过选择特征参数，建立判别函数以对各待分类影像

进行的图像分类。

5.229　判别边界　boundary distinguish；decision boundary

测量空间中判别区域的分界线（边界），即判别函数在测量空间的轨迹。

同义词：判别界线

5.230　距离判决函数　distance decision function

用某随机特征点到类别集群的距离度量建立起来的判别函数。

5.231　概率判决函数　probability dicision function

用某特征点落入某类集群的条件概率度量建立起来的判别函数。

5.232　平行六面体分类　parallelepiped classification

在三维（或更多维）特征空间中，每类形成一个平行六面体（或多面体），待分个体（样品）落入其中的一个，则被归属，否则就被拒绝的一种图像分类方法。

5.233　模糊分类法　fuzzy classification

应用模糊数学理论，对待分类图像进行非二值逻辑判断的一种图像分类方法。

5.234　最小距离分类　minimum distance classification

求出未知类别向量到要识别各类别代表向量中心点的距离，将未知类别向量归属于距离最小一类的一种图像分类方法。

5.235　最大似然分类　maximum likelihood classification

在两类或多类判决中，假定各类分布函数为正态分布，并选择训练区，用统计方法根据最大似然比贝叶斯判决准则法建立非线性判别函数集，计算各待分类样区的归属概率，而进行分类的一种图像分类方法。

5.236　特征曲线－窗口法监督分类　character curve－window based supervised classification

以特征曲线为中心取一个范围－窗口，凡是像元特征曲线落在此窗口（范围）内，即认为属于该类，反之，则不属于此类的一种图像分类方法。

5.237　非监督分类　unsupervised classification

以不同影像地物在特征空间在类别特征的差别为依据的一种无先验（已知）类别标准的图像分类。

5.238　等混合距离法分类　equal－compost distance classification

指确定分组中心后，计算出各像元到各分组中心的绝对值距离，再按这些绝对值距离进行分类的一种图像分类方法。

5.239　集群分析　cluster analysis

同类物体具有相同的光谱信息特征，从而能集群于一定的空间位置形成点群，不同类的测量向量就组成不同的集合，集群分析就是检测出这种测量向量集的方法。

同义词：聚类分析

5.240　联合分类　connectad classification

是将非监督分类与监督分类结合起来的一种图像分类方法。

5.241　多重判据分类　multi－layer data classification

每一输入图像同时经过多个判决，然后确定其所属类别的一种图像分类方法。

5.242　树分类　tree classification

每一输入图像经过多级判决，对各类别层次似树状逐次分类，最后确定其所属类别的一种图像分类方法。

5.243　景物特征　object character

景物的光谱特征、空间特征和时间特征的总称。

5.244　图像判读专家系统　expert system of image interpreation

利用专家的知识和经验来进行图像判读的一种智能化较高的计算机软件系统。

6　成果　results

6.1　航摄像片　aerial photograph

利用摄影机从空中对地面拍摄的载有地表影像信息的像片。

6.2　像片索引图　index to photography

以摄影分区或图幅为单位，按摄影航线序号和像片号顺序重叠排列复照缩小而制成的检索图。

6.3　控制像片　control photograph

实地测定像片控制点坐标、高程时判刺与标绘点位的像片和加密时选刺加密点的像片的统称。

6.4　调绘像片　annotated photograph；identified photograph

经实地调查，用符号描绘有地物、地貌要素并具有数字和文字注记的像片。

6.5　纠正底图　basis for rectification

按成图比例尺展有纠正点位，供纠正对点用的图板。

6.6　影像镶嵌图　imagery mosaic

多张遥感影像经纠正，按一定的定位精度要求拼接，去掉重叠影像后镶嵌成的整幅影像图。

6.7　影像镶嵌略图　photomosaic

用未经几何校正的多张遥感影像，按主要同名地物拼接，去掉重叠影像后镶嵌成的影像图。

6.8　航测原因　air photogrammetric original

用航空摄影测量方法绘制完成的地形图原稿。

6.9　复照原图　reprographic original

用照相方法复制的航测原图。

6.10　清绘原因　final drawing；fair drawing

按出版要求清绘完成的地图原稿。

6.11　刻绘原图　scribed original

在刻图膜上按出版要求刻绘完成的地图原稿。

6.12　正射像片　orthophoto；orthophotogtraph

成像物体的影像具有正射投影性质的像片。

6.13　立体配对片　stereo – mate

利用斜平行投影方法相对于正射像片引入人造左右视差的像片。

同义词：立体匹配片

6.14　立体正射像片　orthophoto stereo – mate；stereo orthophoto

正射像片与其对应的立体配对片的总称。

6.15　像片平面图　photoplan

用经投影变换的像片编制的带有公里格网、图廓内外整饰和注记的平面图。

6.16　固定比例尺像片平面图　fixed scale photoplan

按规定比例尺制作的像片平面图。

6.17　自由比例尺像片平面图　free scale photoplan

近似于成图比例尺的像片平面图。

6.18　影像地图　photomap

将航空和航天遥感影像，进行几何纠正，并配以线划和少量注记得到的地图。

6.19　正射影像图　orthophotoquad

用正射像片编制的带有公里格网、图廓内外整饰和注记的平面图。

6.20　正射影像地图　orthophoto map

附有等高线的正射影像图。

6.21　立体影像地图　stereophotomap

由一张正射影像地图和一张立体配对影像图组成的地图。

6.22　数字地图　digital map

以数字形式存贮在磁盘、磁带、光盘等介质上的地图。

6.23　数字地面模型　digital terrain model；DTM

定义在 X、Y 域离散点（矩形或三角形）上地面某种特征数值集合的总称。

6.24　数字高程模型　digital elevation model；DEM

定义在 X、Y 域离散点（矩形或三角形）上以高程表达地面起伏形态的数字文件。

6.25　数字表面模型　digital surface model

物体表面形态以数字表达的集合。

6.26　数字坡度模型　digital slope model

记录网格点上坡度和坡向以描述地面坡度的数字文件。

6.27　数字位置模型　digital situation model

用平面坐标 X、Y 描述地物分布的数字文件。

6.28　地形数据库　topographic data base

按一定的数据结构和数据模型所建立的地形图要素数据文件的集合。

6.29　等值线图　isoline map

用数值相等各点联成的曲线（即等值线）在平面上的投影来表示被摄物体的外形和大小的图。

6.30　轮廓线图　outline map
用轮廓线表示物体表面结构、形态和大小的图。

6.31　剖面图　profile
表示物体在某一垂直平面（XZ 或 YZ）上的外形与内部结构的投影图。

6.32　立面图　elevation view
近景摄影测量中，在某一垂直平面上描述被摄物体结构的投影图。

6.33　视频地图　video map
以模拟信号方式记录的可在图形终端上静态或动态显示的地图。
同义词：可视地图

6.34　透视图　perspective view
通过所取的视点，按透视规律将三维目标投影到某个面上的图。

6.35　莫尔条纹图　Moire topograph
在莫尔条纹测量中，用等值线波纹表示人体或物体的外形或大小的图。

6.36　地面像片　terrestrial photograph
用地面摄影方法摄取的像片。
同义词：陆摄像片

6.37　近景像片　close range photograph
用近景摄影方法摄取的像片。

6.38　近红外图像　mear infrared image
以遥感器接收目标物反射或辐射近红外谱段所形成的图像。

6.39　热红外图像　thermal infrared image
扫描仪对 3 ~ 14μm 波长的地表辐射记录的图像。

6.40　微波图像　microwave image
以微波辐射计接收物体发射的微波能量而形成的图像。

6.41　雷达图像　radar image
雷达向目标物发射无线电波，然后接收散射回波所形成的图像。

6.42　扫描图像　scan image
由扫描成像系统所记录的图像。

6.43　多光谱合成图像　multispectral composite imagery
把同一地区多光谱影像，配以红、绿、蓝滤光片重叠投影而形成的图像。

6.44　多时相图像　multi – temporal image
指不同时间获取的同一地区的图像。

6.45　二值图像　binary image
每一像元只有两种可能的数值或灰度等级状态的图像。

6.46　比值图像　ratio image
经比值变换后所形成的图像。

6.47　差值图像　difference image

由同一景物不同时间的影像或同一景物不同波段的影像之间的差值组成的图像。

6.48　卫星像片　satllite photograph

装载在卫星上的遥感器获取的像片。

6.49　恒星像片　fixed star photograph

摄取某一天区恒星分布的像片。

6.50　假彩色像片　false colour photograph

影像色彩不同于原景物色彩的像片。

6.51　卫星像片图　satellite photo map

用多张经处理的卫星像片，按一定的几何精度要求，镶嵌成大片地区的影像镶嵌图。

6.52　全息图　hologram

记录物光和参考光干涉条纹的图像。

附录 A　中文索引

（参考件）

B

被动式遥感 …… 3.10
比值变换 …… 5.180
比值图像 …… 6.46
比值增强 …… 5.210
边缘增强 …… 5.201
变换核 …… 5.177
裱板像片 …… 5.5
波谱反射率 …… 4.91
波谱分辨力 …… 4.96
波谱集群 …… 5.224
波谱能量分布 …… 4.89
波谱特征空间 …… 5.223
波谱透射率 …… 4.92
波谱发射率 …… 4.90

C

采样 …… 5.153
采样间隔 …… 5.155
彩红外摄影 …… 4.18
彩色编码 …… 5.127
彩色变换 …… 5.184
彩色合成 …… 5.215
彩色摄影 …… 4.16
彩色坐标系 …… 5.218
侧视雷达测量 …… 2.20
测标 …… 5.129
测图航线 …… 4.46
差值图像 …… 6.47
超近摄影测量 …… 2.9
车架坐标系 …… 5.56
粗差检测 …… 5.107

粗处理 …… 5.166

D

大气传输特性 …… 4.102
大气窗口 …… 4.100
大气透过率 …… 4.103
大气噪声 …… 4.101
单独像对相对定向 …… 5.97
单航带解析空中三角测量 …… 5.72
单像测图 …… 5.119
单站时间视差法 …… 4.134
弹道摄影测量 …… 2.10
等混合距离法分类 …… 5.238
等角点 …… 4.57
等偏摄影 …… 4.20
等倾摄影 …… 4.22
等效主距 …… 4.60
等值线图 …… 6.29
低空摄影 …… 4.9
低通滤波 …… 5.204
地底点 …… 4.56
地面分辨率 …… 4.67
地面摄影测量 …… 2.3
地面像片 …… 6.36
地面遥感 …… 3.4
地面照度 …… 4.77
地面同步轨道 …… 4.111
地图修测 …… 5.118
地物波谱特性 …… 4.104
地物阴影倍数 …… 4.23
地形数据库 …… 6.28
电磁波谱 …… 4.99
电子微分纠正 …… 5.37
电子相关 …… 5.143
电子印相 …… 5.10
调绘像片 …… 6.4
定向点 …… 5.83
独立模型法空中三角测量 …… 5.75

断面带间距 …… 5.42
断面扫描 …… 5.45
断面数据采集 …… 5.41
多光谱合成图像 …… 6.43
多级纠正 …… 5.21
多谱段摄影 …… 4.11
多谱段遥感 …… 3.5
多时相分析 …… 5.219
多时相图像 …… 6.44
多重判据分类 …… 5.241
多重影像增强 …… 5.220

E

二维相关 …… 5.148
二值图像 …… 6.45

F

反差系数 …… 4.75
反差增强 …… 5.197
反光缩小 …… 5.8
反转摄影处理 …… 5.2
仿射纠正 …… 5.17
非地形摄影测量 …… 2.4
非监督分类 …… 5.237
非线性扩展 …… 5.199
飞机地速 …… 4.81
分带纠正 …… 5.20
分区基准面 …… 4.29
缝隙长度 …… 5.43
缝隙宽度 …… 5.44
缝隙摄影 …… 4.5
辐射分辨力 …… 4.93
辐射三角测量 …… 5.68
辐射校正 …… 5.189
辅助点定向 …… 5.91
复照原图 …… 6.9
负片 …… 5.4

G

概率判决函数 …… 5.231

感光度 …… 4.72
感色性 …… 4.80
高空摄影 …… 4.8
高通滤波 …… 5.203
工程摄影测量 …… 2.11
工业摄影测量 …… 2.12
共面方程 …… 5.66
共线方程 …… 5.64
构像方程 …… 5.63
固定比例尺像片平面图 …… 6.16
光距条件 …… 5.22
光谱感光度 …… 4.78
光束法区域网空中三角测量 …… 5.76
光学机械投影 …… 5.125
光学立体模型 …… 5.60
光学投影 …… 5.123
光学图解纠正 …… 5.16
光学图像处理 …… 5.163
光学微分纠正 …… 5.36
光学相关 …… 5.144
光学镶嵌 …… 5.33
光学影像 …… 5.157

H

哈达玛变换 …… 5.178
航测原图 …… 6.8
航带法区域网空中三角测量 …… 5.74
航迹角 …… 4.40
航空摄影 …… 4.4
航空摄影测量 …… 2.2
航空遥感 …… 3.2
航摄飞行质量 …… 4.38
航摄领航 …… 4.25
航摄漏洞 …… 4.42
航摄像片 …… 6.1
航天摄影 …… 4.2
航天遥感 …… 3.3
航线弯曲度 …… 4.41

航线网布点 …… 4.122
航向控制点跨度 …… 4.126
航向倾角 …… 4.49
航向重叠 …… 4.44
核线 …… 5.49
核线相关 …… 5.145
合点 …… 5.27
黑白摄影 …… 4.15
恒星像片 …… 6.49
红外摄影 …… 4.17
红外遥感 …… 3.7
灰度等级 …… 5.151
灰雾密度 …… 4.71
灰楔 …… 5.152
绘图桌定向 …… 5.131

J

基高比 …… 4.37
基于灰度影像匹配 …… 5.158
基于解译影像匹配 …… 5.160
基于特征影像匹配 …… 5.159
机械投影 …… 5.124
机助测图 …… 5.113
集群分析 …… 5.239
几何立体模型 …… 5.61
几何配准 …… 5.188
几何校正 …… 5.185
加密点 …… 5.81
假彩色合成 …… 5.216
假彩色像片 …… 6.50
监督分类 …… 5.228
间接法纠正 …… 5.191
检查点 …… 5.84
检定主距 …… 4.61
建筑摄影测量 …… 2.13
胶片压平 …… 4.76
交线条件 …… 5.23
交向摄影 …… 4.21

角分辨率 …… 4.69
接触晒印 …… 5.6
解析测图 …… 5.114
解析纠正 …… 5.38
解析空中三角测量 …… 5.71
解析内定向 …… 5.93
解析摄影测量 …… 2.21
近红外图像 …… 6.38
近景摄影测量 …… 2.8
近景像片 …… 6.37
精处理 …… 5.167
景物反差 …… 4.74
景物特征 …… 5.243
镜头畸变 …… 4.86
纠正带距 …… 5.19
纠正底图 …… 6.5
纠正点 …… 5.14
纠正光学条件 …… 5.24
纠正几何条件 …… 5.25
纠正仪自由度 …… 5.26
距离判决函数 …… 5.230
绝对定向 …… 5.100
绝对定向元素 …… 5.101
绝对航高 …… 4.33

K

考古摄影测量 …… 2.14
可见光遥感 …… 3.6
刻绘原图 …… 6.11
空间后方交会 …… 5.54
空间前方交会 …… 5.53
空间相似变换 …… 5.106
空间域滤波 …… 5.205
空中三角测量 …… 5.69
GPS 空中三角测量 …… 5.78
控制航线 …… 4.47
控制航线布点 …… 4.125
控制像片 …… 6.3

框标 …… 4.62
框标距 …… 4.63
框幅摄影 …… 4.13

L

雷达图像 …… 6.41
立面图 …… 6.32
立体测图 …… 5.111
立体观察 …… 5.62
立体量测 …… 5.88
立体描绘 …… 5.132
立体匹配片 …… 6.13
立体像对 …… 5.85
立体影像地图 …… 6.21
立体照准 …… 5.130
立体正射像片 …… 6.14
立体转绘 …… 5.133
联合分类 …… 5.240
联机空中三角测量 …… 5.77
连接点 …… 5.82
连续像对相对定向 …… 5.96
量化 …… 5.150
邻区法增强 …… 5.208
滤波 …… 5.202
轮廓线图 …… 6.30

M

密度分割 …… 5.211
面积加权平均分辨率 …… 4.68
明显地物点 …… 4.119
模糊分类法 …… 5.233
模拟测图 …… 5.112
模拟法空中三角测量 …… 5.70
模式识别 …… 5.225
模型比例尺 …… 5.127
模型基线 …… 5.128
模型连接 …… 5.104
模型缩放 …… 5.102
模型置平 …… 5.103

模型坐标 …… 5.87
莫尔条纹测量 …… 2.19
莫尔条纹图 …… 6.35
目标区 …… 5.140
目视判读 …… 4.132

N

内部定向 …… 5.92

P

判别边界 …… 5.229
判别函数 …… 5.226
旁向控制点跨度 …… 4.127
旁向倾角 …… 4.50
旁向重叠 …… 4.45
频率域滤波 …… 5.206
平行六面体分类 …… 5.232
剖面图 …… 6.31

Q

前移补偿 …… 4.84
倾斜摄影 …… 4.7
清绘原图 …… 6.10
区域网布点 …… 4.123
区域网解析空中三角测量 …… 5.73
区域网平差 …… 5.79
全景畸变 …… 4.112
全景摄影 …… 4.14
全数字化测图 …… 5.116
全数字化摄影测量 …… 2.23
全息摄影测量 …… 2.5
全息图 …… 6.52
全野外布点 …… 4.124

R

热红外图像 …… 6.39
人工标志（点） …… 4.120
冗余码 …… 5.170

S

扫描电子显微摄影测量 …… 2.6
扫描分辨力 …… 4.97

扫描图像 …… 6.42
上下视差 …… 5.50
熵编码 …… 5.172
摄影 …… 4.1
摄影比例尺 …… 4.30
摄影材料变形 …… 4.85
摄影测量 …… 2.1
摄影测量畸变 …… 4.87
摄影测量内插 …… 5.134
摄影测量网 …… 5.105
摄影测量坐标系 …… 5.59
摄影处理 …… 5.1
摄影分辨率 …… 4.66
摄影分区 …… 4.28
摄影航高 …… 4.32
摄影航迹 …… 4.39
摄影航线 …… 4.27
摄影基线 …… 4.35
摄影机检定场 …… 4.65
摄影系数 …… 4.137
摄影质量 …… 4.43
摄影纵距 …… 4.136
摄站 …… 4.26
X 射线摄影测量 …… 2.16
生物量指标变换 …… 5.181
生物医学摄影测量 …… 2.15
时间分辨力 …… 4.95
实时摄影测量 …… 2.18
视差 …… 5.46
视频地图 …… 6.33
树分类 …… 5.242
竖直摄影 …… 4.6
数据编辑 …… 5.136
数据采集 …… 5.41
数据输出 …… 5.138
数据探测法 …… 5.108
数控绘图 …… 5.117

数字影像 …… 5.156
数字表面模型 …… 6.25
数字测图 …… 5.115
数字地面模型 …… 6.23
数字地图 …… 6.22
数字地图修测 …… 5.120
数字高程模型 …… 6.24
数字纠正 …… 5.39
数字坡度模型 …… 6.26
数字摄影 …… 4.12
数字摄影测量 …… 2.22
数字投影 …… 5.126
数字图像处理 …… 5.164
数字位置模型 …… 6.27
数字相关 …… 5.146
数字镶嵌 …… 5.40
双介质摄影测量 …… 2.7
水下摄影测量 …… 2.17
瞬时视场 …… 4.94
搜索区 …… 5.141
速高比 …… 4.82
穗帽变换 …… 5.182

T

太阳辐射波谱 …… 4.98
太阳高度角 …… 4.24
特征曲线－窗口法监督分类 …… 5.236
特征提取 …… 5.161
特征选择 …… 5.222
同名光线 …… 5.48
同名像点 …… 5.47
投影差 …… 5.18
投影方程 …… 5.65
投影器主距 …… 5.121
投影晒印 …… 5.7
透光缩小 …… 5.9
透视变换 …… 5.31
透视图 …… 6.34

透视旋转定律 …… 5.30
图解纠正 …… 5.15
图像编码 …… 5.175
图像变换 …… 5.176
图像处理 …… 5.162
图像分割 …… 5.213
图像分类 …… 5.221
图像符号化 …… 5.174
图像复原 …… 5.186
图像合成 …… 5.214
图像判读专家系统 …… 5.244
图像平滑 …… 5.200
图像数字化 …… 5.173
图像压缩 …… 5.212
图像增强 …… 5.192
图像直方图 …… 5.194
图像重建 …… 5.187
图形编辑 …… 5.135
图形输出 …… 5.137

W

外部定向 …… 5.94
微波图像 …… 6.40
微波遥感 …… 3.8
微分纠正 …… 5.34
卫星覆盖范围 …… 4.108
卫星轨道参数 …… 4.105
卫星摄动 …… 4.106
卫星摄影 …… 4.3
卫星像片 …… 6.48
卫星像片图 …… 6.51
卫星影像偏斜 …… 4.113
卫星运行周期 …… 4.109
卫星重复周期 …… 4.110
卫星姿态 …… 4.107
纹理增强 …… 5.209
沃尔什变换 …… 5.179
物方空间坐标系 …… 5.58

X

显微摄影 …… 4.10
线性扩展 …… 5.198
相对定向 …… 5.95
相对定向不定性 …… 5.98
相对定向元素 …… 5.99
相对光谱感光度 …… 4.79
相对航高 …… 4.34
相对控制 …… 4.135
相关掩模技术 …… 5.207
像底点 …… 4.55
像点位移 …… 4.83
像点坐标 …… 5.86
像方空间坐标系 …… 5.57
像幅 …… 4.59
像片比例尺 …… 4.31
像片标准点 …… 4.121
像片调绘 …… 4.133
像片高程控制点 …… 4.118
像片归心 …… 5.89
像片基线 …… 4.36
像片基线定向 …… 5.90
像片纠正 …… 5.11
像片控制测量 …… 4.114
像片控制点 …… 4.115
像片内方位元素 …… 5.12
像片判读 …… 4.131
像片平高控制点 …… 4.116
像片平面控制点 …… 4.117
像片平面图 …… 6.15
像片倾斜角 …… 4.48
像片索引图 …… 6.2
像片外方位元素 …… 5.13
像片镶嵌 …… 5.32
像片旋角 …… 4.51
像片中心 …… 4.64
像平面坐标系 …… 5.55

像元 …… 4.58
像主点 …… 4.52
信息量 …… 5.168
信息剩余度 …… 5.171
信息提取 …… 5.169
选权叠代表 …… 5.109
训练区 …… 5.227

Y

遥感 …… 3.1
遥感制图 …… 3.11
一维相关 …… 5.147
影像地图 …… 6.18
影像反差 …… 4.73
影像密度 …… 4.70
影像匹配 …… 5.139
影像数据采集 …… 4.88
影像相关 …… 5.142
影像镶嵌略图 …… 6.7
影像镶嵌图 …… 6.6
影像预处理 …… 5.165

Z

正片 …… 5.3
正射投影技术 …… 5.35
正射像片 …… 6.12
正射影像地图 …… 6.20
正射影像图 …… 6.19
正直摄影 …… 4.19
直方图 …… 5.193
直方图均衡化 …… 5.196
直方图修改 …… 5.195
直接法纠正 …… 5.190
直接性线变换 …… 5.67
中心投影 …… 5.122
重采样 …… 5.154
主动式遥感 …… 3.9
主遁点 …… 5.29
主分量变换 …… 5.183

主合点 …… 5.28
主距改正 …… 5.110
桩点法测图 …… 4.130
自检法区域网平差 …… 5.80
自由比例尺像片平面图 …… 6.17
自准直主点 …… 4.54
综合法单张像片测图 …… 4.128
综合法像片图测图 …… 4.129
最大似然分类 …… 5.235
最佳对称主点 …… 4.53
最小二乘相关 …… 5.149
最小距离分类 …… 5.234
左右视差 …… 5.51
左右视差较 …… 5.52

附录 B　英文索引

（参考件）

A

absolute flying height …… 4.33
absolute orientation …… 5.100
active remote sensing …… 3.9
adjacent enhancement …… 5.208
aerial photograph …… 6.1
aerial photographic gap …… 4.42
aerial photography …… 4.4
aerial remote sensing …… 3.2
aerial photogrammetry …… 2.2
aerial triangulation …… 5.69
aerophotogrammetry …… 2.2
aerotriangulaion …… 5.69
aerotriangulation by independent model …… 5.75
affine rectification …… 5.17
air photogrammetric original …… 6.8
airborne remote sensing …… 3.2
analog aerial triangulation …… 5.70
analog aerotriangulation …… 5.70
analog photogrammetric plotting …… 5.112
analytical aerial triangulation …… 5.71
analytical aerotriangulation in an individual strip …… 5.72
analytical aerotriangulation …… 5.71
analytical interior or ientation …… 5.93
analytical mapping …… 5.114
analytical plotting …… 5.114
analytical ptotogrammetry …… 2.21
analytical rectification …… 5.38
angle of flying trace …… 4.40
angle resolution …… 4.69
annotated photograph …… 6.4

archaeological photogrammetry …… 2.14
architectural photogrammetry …… 2.13
area based matching …… 5.158
area weighted average resolution …… 4.68
attificial point …… 4.120
artificial target …… 4.120
atmospheric noise …… 4.101
atmospheric transmissivity …… 4.103
atmospheric transmittance …… 4.103
atmospheric window …… 4.100
auxiliary point orientation …… 5.91
AWAR …… 4.68
axiom of the perspective rotation …… 5.30

B

ballistic photogrammetry …… 2.10
base – height ration …… 4.37
basis for rectification …… 6.5
binary image …… 6.45
biomass index transformation …… 5.181
biomedical photogrammetry …… 2.15
black and white photography …… 4.15
block adjustment …… 5.79
block aerial triangulation …… 5.73
block datum plane …… 4.29
block triangulation …… 5.73
boundary disktinguish …… 5.229
briding distance of control points along strips …… 4.126
briding distance of control points cross strips …… 4.127
briding of model …… 5.104
bulk processing …… 5.166
bundle aerial triangulation …… 5.76

C

calibrated principle – distance …… 4.61
camera calibration field …… 4.65
camera station …… 4.26
carriage coordinate system …… 5.56
central projection …… 5.122

character curve – window based supervised classification …… 5.236
characteristic of atmospheric transmission …… 4.102
checking point …… 5.84
close range photograph …… 6.37
close – range photogrammetry …… 2.8
cluster analysis …… 5.239
coated photograph …… 5.5
collinearity equation …… 5.64
colour coding …… 5.217
colour composite …… 5.215
colour coordinate system …… 5.218
colour setsitvity …… 4.80
colour transformation …… 5.184
colour infrared photography …… 4.18
colour photography …… 4.16
computer – aided mapping …… 5.113
computer – assisted mapping …… 5.113
condition of intersection …… 5.23
connected classification …… 5.240
contact printing …… 5.6
contents of information …… 5.168
contrast coefficient …… 4.75
contrast enhancement …… 5.197
control photograph …… 6.3
control point distribution for aerial triangulation strips …… 4.122
control point distribution for block aerotriangulation …… 4.123
control point distribution for control (skeleton) strip …… 4.125
control point interval along strips …… 4.126
control point ivterval cross strips …… 4.127
control strip …… 4.47
convergent photography …… 4.21
coordinate of a photo point …… 5.86
coplanarit yequation …… 5.66
correlation mask techniques …… 5.207
corresponding image points …… 5.47
corresponding image rays …… 5.48
crack length …… 5.43

crack width …… 5.44

D

data editing …… 5.136
data output …… 5.138
data smooping …… 5.108
ddcision boundary …… 5.229
dagress of freedom of a rectifier …… 5.26
DEM …… 6.24
densification point …… 5.81
density of image …… 4.70
density slicing …… 5.211
difference image …… 6.47
differential photography …… 4.5
differertial rectification …… 5.34
digital controled drawing …… 5.117
digital correlation …… 5.146
digiral elevation model …… 6.24
digital image …… 5.156
digital image processing …… 5.164
digital map …… 6.22
digital map revison …… 5.120
digital mapping …… 5.115
digital mosaic …… 5.40
digital photogrammetry …… 2.22
digital photoaraphy …… 4.12
digital projection …… 5.126
digital rectification …… 5.39
digital situation model …… 6.27
digital slope model …… 6.26
digital surface model …… 6.25
digital terrain model …… 6.23
direct linear transformation …… 5.67
direct rectification …… 5.190
discriminate function …… 5.226
displacement of image …… 4.83
dittance between profiles …… 5.42
distance condition …… 5.22

distance decision function …… 5.230
distance of fiducial marks …… 4.63
distance of rectification zone …… 5.19
DLT …… 5.67
DSM …… 6.26
DTM …… 6.23

E

earth synchronous …… 4.111
edge enhancement …… 5.201
electro – magnetic spectrum …… 4.99
electron microscope scanning photogrammetry …… 2.6
electronic correlation …… 5.143
electronic differential rectification …… 5.37
electronic printing …… 5.10
elements of absoulte orientation …… 5.101
elements of exterior orientation …… 5.13
elements of interior orientation …… 5.12
elements of relative orientation …… 5.99
elevation view …… 6.32
end overlap …… 4.44
emeginerring photogrammetry …… 2.11
entropy …… 5.168
entropy coding …… 5.172
epipolar correlation …… 5.145
epipolar line …… 5.49
epipolar ray …… 5.49
equal – angle point …… 4.57
equal – compost distance clas sification …… 5.238
equally tilted photorgraphy …… 4.22
equivalent principle – distance …… 4.60
expere system of image interptetation …… 5.244
exposure station …… 4.26
exerior orientation …… 5.94
exterior orientation elements …… 5.13

F

fair drawing …… 6.10
false colour compsite …… 5.216

false colour phtograph …… 6.50
feature based matching …… 5.159
feature extraction …… 5.161
feature selection …… 5.222
fiducial mark …… 4.62
film flattening …… 4.76
filtering …… 5.202
final drawing …… 6.10
fixed scale photopian …… 6.16
fixed star photograph …… 6.49
filght block …… 4.28
flight line of aerial photography …… 4.27
flight quality of aerial photography …… 4.38
flight trace of photography …… 4.39
floating mark …… 5.129
FMC …… 4.84
fog density …… 4.71
forward motion compensation …… 4.84
forward overlap …… 4.44
frame photography …… 4.13
free scale photoplan …… 6.17
frequency filtering …… 5.206
full control point …… 4.116
full field control point distribution …… 4.124
fully digital mapping …… 5.116
fully digital photogrammetry …… 2.23
fuzzy classification …… 5.233

G

geometric condition of rectification …… 5.25
geometric correction …… 5.185
geometric registration …… 5.188
geometric stereoscopic model …… 5.61
geosynchrnous orbit …… 4.111
GPSaerotriangulation …… 5.78
graphic editing …… 5.135
graphic output …… 5.137
praphical rectification …… 5.15

grey level …… 5.151
grey value …… 5.151
grey value based matching …… 5.158
grey wedge …… 5.152
gross error detection …… 5.107
ground nadir point …… 4.56
ground remote sensing …… 3.4
ground resolution …… 4.67
ground speed of plane …… 4.81
Grbuer point …… 4.121

H

Hadamard transformation …… 5.178
high – altitude aerial photography …… 4.8
high – pass filtering …… 5.203
histogram …… 5.193
hisogram correction …… 5.195
hsitogram equalization …… 5.196
hisogram modification …… 5.195
hologram …… 6.52
hologrammetry …… 2.5
homologous image point …… 5.47
horizontal and vertical photo control point …… 4.116
horizontal parallax difference …… 5.52
horizontal parallax …… 5.51
horizontal photo control point …… 4.117
identified photograph …… 6.4
IFOV …… 4.94
illuminance of ground …… 4.77
image classification …… 5.221
image coding …… 5.175
image composite …… 5.214
image compression …… 5.212
image contrast …… 4.73
image coordinate …… 5.86
image correlation …… 5.142
image data acquisition …… 4.88
image digitisation …… 5.173

image displacement …… 4.83
image enhancement …… 5.192
image histogram …… 5.194
image matching …… 5.139
image preprocessing …… 5.165
image processing …… 5.162
image reconstruction …… 5.187
image restoration …… 5.186
image segmentation …… 5.213
image smoothing …… 5.200
image space coordinate system …… 5.57
image symbolization …… 5.174
image transformation …… 5.176
imagery mosaic …… 6.6
imaging equation …… 5.63
independent model aerial triangulation …… 5.75
index to photography …… 6.2
indirect rectification …… 5.191
industrial photogrammetry …… 2.12
information extraction …… 5.169
infrared photography …… 4.17
infrared remote sensing …… 3.7
instantaneous field of view …… 4.94
interior orientation …… 5.92
interior orientation elements …… 5.12
interpretation based matching …… 5.160
isocenter …… 4.57
isoline map …… 6.29
iteration method with variable weights …… 5.109

K

kernel of transtorfmation …… 5.177

L

lateral overlap …… 4.45
lateral tilt …… 4.50
least square correlation …… 5.149
lens distortion …… 4.86
leveliing of model …… 5.103

linear expanding …… 5.198
linear stretching …… 5.198
longitudiral distance of photography …… 4.136
loggitudinal overlap …… 4.44
longitudinal tilt …… 4.49
low – altitude aerial photography …… 4.9
lower – pass filtering …… 5.204

M

macrophotogrammetry …… 2.9
main vanishing point …… 5.29
map revision …… 5.118
mapping strip …… 4.46
maximum likeihood classification …… 5.235
measuring mark …… 5.129
mechanical projection …… 5.124
microwave image …… 6.40
microwave remote sensing …… 3.8
minimum distance classification …… 5.234
model base …… 5.128
model connection …… 5.104
model coordinate …… 5.87
model scale …… 5.127
Moire topograph …… 6.35
Moire topography …… 2.19
monoplotting …… 5.119
multi – image enhancement …… 5.220
mulit – layer data classification …… 5.241
mulit – temporal analysis …… 5.219
multi – temporal image …… 6.44
multiple of object shadow …… 4.23
multispectral photography …… 4.11
multispectral composite imagery …… 6.43
multispectral remote sensing …… 3.5
multistage rectification …… 5.21

N

natural point …… 4.119
navigation of aerial photography …… 4.25

near infrared image …… 6.38
negative …… 5.4
non – linear expanding …… 5.199
non – topographic photogrammetry …… 2.4
normal case photography …… 4.19

O

object character …… 5.243
object contrast …… 4.74
object space coordinate system …… 5.58
object spectrum characteristic …… 4.104
oblique photography …… 4.7
on – line aerophotogrammetric triangulation …… 5.77
one – dimensiloal correlation …… 5.147
optical condition of rectification …… 5.24
optical correlation …… 5.144
optical differential rectification …… 5.36
optical graphical rectification …… 5.16
optical image …… 5.157
optical image processing …… 5.163
optical mosaic …… 5.33
optical projection …… 5.133
optical stereoscopic model …… 5.60
optical wedge …… 5.152
optical – mechanical projection …… 5.125
orbit elements of satellite …… 4.105
orbit parameters of satellite …… 4.105
orientation point …… 5.83
orthophoto map …… 6.20
orthophoto stereo – mate …… 6.14
orthophoto …… 6.12
orthophotgraph …… 6.12
orthophotography …… 5.35
orthophotoquad …… 6.19
orthophoto technique …… 5.35
outline map …… 6.30
outstanding point …… 4.119

P

panoramic distortion …… 4.112
panoramic photography …… 4.14
parallax …… 5.46
parallel – averted photography …… 4.20
parallelepiped classification …… 5.232
pass point …… 5.81
passive remote sensing …… 3.10
pattern recognition …… 5.225
pattern printout …… 5.137
pgeged point mapping …… 4.130
perspective transformation …… 5.31
perspective view …… 6.34
photo annotation …… 4.133
photo base …… 4.36
photo centering …… 5.89
photo control point …… 4.115
photo control survey …… 4.114
photo coordinate system …… 5.55
photo interpretation …… 4.131
photo mosaic …… 5.32
photo nadir point …… 4.55
photo rectification …… 5.11
photo scale …… 4.31
photo – base orientation …… 5.90
photo – planimetric method of photomap mapping …… 4.129
photo – planimetric method of single phograph mapping …… 4.128
photogroammetric coordinate system …… 5.59
photogrammetric distortion …… 4.87
photogrammetric interpolation …… 5.134
photogrammetric network …… 5.105
photogrammetry …… 2.1
photograph center …… 4.64
photographic baseline …… 4.35
photographic coefficient …… 4.137
photographic flying height …… 4.32
photographic material deformation …… 4.85

photoographic normal point …… 4.121
photographic processing …… 5.1
photographic quality …… 4.43
photographic scale …… 4.30
photography …… 4.1
photomap …… 6.18
photomicrography …… 4.10
photomosaic …… 6.7
photoplan …… 6.15
picture element …… 4.58
picture format …… 4.59
picth …… 4.49
pixel …… 4.58
plotter orientation …… 5.131
plotting table orientation …… 5.131
positive …… 5.3
precision processing …… 5.167
principal component transformation …… 5.183
principal distance of projector …… 5.121
principal vanishing point …… 5.28
principle point of automatic collimation …… 4.54
principle point of optimum symmetry …… 4.53
principle point of photograph …… 4.52
probability decision function …… 5.231
profile …… 6.31
profile data collecting …… 5.41
profile scanning …… 5.45
projection equation …… 5.65
projection printing …… 5.7

Q

quantizing …… 5.150
quantization …… 5.150

R

radar image …… 6.41
radial triangulation …… 5.68
radiation resolution …… 4.93
radiometric correction …… 5.189

radiometric resolution …… 4.93
ratio enhancement …… 5.210
ratio image …… 6.46
ratio transformation …… 5.180
real – time photogrammetry …… 2.18
rectification of photograph …… 5.11
rectificatin point …… 5.14
reduction for principal – distance …… 5.110
redundancy of information …… 5.171
redundant code …… 5.170
refined processing …… 5.167
refiecting reduction …… 5.8
region of search …… 5.141
region of target …… 5.140
relative control …… 4.135
relative flying height …… 4.34
relative orientation …… 5.95
relative orientation of conjunction of successive photographs …… 5.96
relative orientation of independent photo pair …… 5.97
relative spectral sensitivity …… 4.79
relief displacement …… 5.18
remote sensing …… 3.1
remote sensing cartography …… 3.11
remote sensing mapping …… 3.11
reptition cycle of satellite …… 4.110
reprographic original …… 6.9
resampling …… 5.154
resolution of photography …… 4.66
reversal photographic processing …… 5.2
roll …… 4.50
rotation axiom of the perspective …… 5.30
rude processing …… 5.166

S

sampling …… 5.153
sampling interval …… 5.155
satelite attitude …… 4.107
satellite coverage …… 4.108

satellite period of revolution …… 4.109
satellite perturbance …… 4.106
satellite photo map …… 6.51
satellite photograph …… 6.48
satellite photography …… 4.3
scaling of model …… 5.102
scan image …… 6.42
scan resolution …… 4.97
scheimpflug condition …… 5.23
scribed original …… 6.11
searching area …… 5.141
self – calibrating block adjustment …… 5.80
sensitivity …… 4.72
side lap …… 4.45
side overlap …… 4.45
side – looking radar survey …… 2.20
signalized point …… 4.120
slit length …… 5.43
slit width …… 5.44
softcopy photogrammetry …… 2.23
solar elevation …… 4.24
solar radiation spectrum …… 4.98
space intersection …… 5.53
space photography …… 4.2
space remote sensing …… 3.3
space resection …… 5.54
space similarity transformation …… 5.106
spaceborne remote sensing …… 3.3
spatial filtering …… 5.205
spctral emissivity …… 4.90
spectral energy distribution …… 4.89
spectral reflectivity …… 4.91
spectral resolution …… 4.96
spectral sensitivity …… 4.78
spectral transmissivity …… 4.92
spectrum cluster …… 5.224
spectrum feature space …… 5.223

speed – height ratio …… 4.82
stage coordinate system …… 5.56
standard point of photo …… 4.121
stereo orthophoto …… 6.14
stereo – mate …… 6.13
stereomapping …… 5.111
stereomeasurement …… 5.88
stereopair …… 5.85
stereophotomap …… 6.21
stereoplotting …… 5.111
stereoscopic drawing …… 5.132
stereoscopic pointing …… 5.130
stereoscopic transfer …… 5.133
steroscopic view …… 5.62
strip aerial triangulation …… 5.74
strip deformation …… 4.41
supervised classification …… 5.228
swing angle …… 4.51

T

target area …… 5.140
temporal resolution …… 4.95
terestrial photogrammetry …… 2.3
terrestrial photograph …… 6.36
tesseled cap transformation …… 5.182
texture enhancement …… 5.209
thermal infrared image …… 6.39
tie point …… 5.82
tilt angle of photograph …… 4.48
time parallax at a single station …… 4.134
topographic data base …… 6.28
traning area …… 5.227
transmitting reduction …… 5.9
tree classification …… 5.242
two – dimensional correlation …… 5.148
two – media photogrammetry …… 2.7

U

ultraclose – range photogrammetry …… 2.9

uncetrainty of relative orientation …… 5.98
undevwater photogrammetry …… 2.17
unsupervised classification …… 5.237

V

vanishing point …… 5.27
vertical parallax …… 5.50
vertical photography …… 4.6
vertical (elevation) photo control point …… 4.118
video map …… 6.33
visble spectral remote sensing …… 3.6
visual interpretation …… 4.132

W

Walsh transformation …… 5.179

X

X – parallax …… 5.51
X – ray photogrammetry …… 2.16

Y

yaw …… 4.51
Y – parallax …… 5.50

Z

zonal rectification …… 5.20

遥感影像平面图制作规范

GB 15968—1995

1　范围

本标准规定了 1∶100000、1∶250000、1∶500000、1∶1000000 遥感影像平面图的规格、精度及制作的基本要求。

本标准适用于利用航天遥感图像资料进行 1∶100000、1∶250000、1∶500000、1∶1000000 遥感影像平面图的制作。

自由比例尺遥感影像平面图的制作可参照本标准执行。

2　引用标准

下列标准所包含的条文，通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB/T 13989—92　国家基本比例尺地形图分幅和编号

GB 12340—90　1∶25000、1∶50000、1∶100000 地形图航空摄影测量内业规范

GB/T 14510—93　影像地图印刷规范

ZB A75 001—89　测绘技术设计规定

ZB A77 001—87　1∶10000、1∶25000 比例尺影像平面图作业规程

CH 1002—95　测绘产品检查验收规定

CH 1003—95　测绘产品质量评定标准

3　总则

3.1　基本要求

3.1.1　遥感影像平面图的影像必须层次丰富、清晰易读、色调均匀、反差适中。

3.1.2　图上地物点对于附近控制点、经纬网或公里格网点的平面位置中误差不大于 ±0.50mm，特殊情况下不大于 ±0.75mm。根据遥感影像平面图的用途及用户需求，该指标可适当放宽，但不应超过上述指标的两倍。

3.1.3　图廓实际尺寸与理论尺寸之差的绝对值不应超过表 1 规定。

表 1　　mm

项　　目	边　　长	对角线
展点图	0.15	0.20
影像原图（镶嵌图）	0.20	0.30

3.2　规格

3.2.1　数学基础

平面坐标系采用 1980 西安坐标系；

高程系统采用 1985 国家高程基准；

1∶100000～1∶500000 遥感影像平面图的投影采用高斯－克吕格投影；1∶1000000 遥感影像平面图的投影采用正轴等角圆锥投影。

3.2.2　分幅与编号

执行 GB/T 13989 的规定，也可根据用户需要进行分幅和编号。

3.2.3　颜色

遥感影像平面图的颜色可采用单色或彩色。

4　准备工作

4.1　图像的选择

选择符合下列要求的航天遥感图像，进行遥感影像平面图的制作。

4.1.1　相邻各帧（张）图像之间应有不小于图像宽度 4% 的重叠（或重复），特殊情况下重叠（或重复）可小于上述指标。

4.1.2　为保证整个图幅影像色调一致，应选用成像季节相近的图像，并要求影像层次丰富、图像清晰、色调均匀、反差适中。

4.1.3　为保证遥感影像平面图清晰，光学摄影图像与光－电扫描图像和合成孔径雷达图像的地面分辨率应分别高于表 2 与表 3 的指标。

表 2

成图比例尺	1∶10 万	1∶25 万	1∶50 万	1∶100 万
地面分辨率，m/Ip	75.0	187.5	375.0	750.0

表 3

成图比例尺	1∶10 万	1∶25 万	1∶50 万	1∶100 万
地面分辨率，m	30	75	150	300

4.1.4　制作单色遥感影像平面图要求选择全色影像，根据需要，也可选择单波段影像；制作彩色遥感影像平面图则要求选择不少于 3 个波段的多光谱图像。各波段影像的配准误差不大于 0.2mm，图像套合误差不大于 0.3mm。

4.1.5　图像中云层覆盖应少于 5%，且不能覆盖重要地物。分散的云层，其总和不应超过 15%。

4.1.6　像片或胶片上不应有划伤、沙点、斑痕、手印等缺陷。

4.2　其他资料的收集

4.2.1　等于或大于所成遥感影像平面图比例尺的最新地形图，地形图的精度应符合相应比例尺地形图编绘规范中的要求。

4.2.2　现势性强的专题图及其文字资料。

4.2.3　与图像有关的轨道、姿态等参数数据。

4.3　技术设计

按 ZB A75 001 规定执行，内容包括：成图方法、成图比例尺、成图精度、色彩基调、注记字体等级及图名图例的具体要求等。

4.4　对仪器的要求

制作遥感影像平面图的光学、数字图像设备应按仪器检校标准进行检校，仪器必须处于良好的工作状态方可生产，按照仪器操作规程使用仪器并注意维护。

数字图像处理系统需具有进行一般的图像处理及影像输入、输出的功能。

5　图像纠正与镶嵌

5.1　光学法

5.1.1　图像纠正

当已有遥感图像几何精度不能满足遥感影像平面图精度要求时，应对原图像进行纠正。

5.1.1.1　选择制图区域距像片主点位置最近的像片，作为工作母片。

5.1.1.2　包括地球曲率引起像点位移和地面高差引起像点位移的残余系统误差不得大于 0.4mm。

5.1.1.3　纠正仪纠正

a）对画幅式面中心投影图像进行的纠正，其作业过程和方法按 BG 12340 规定执行，地球曲率和高差引起的像点位移按附录 A（标准的附录）公式计算。

b）对扫描图像进行的纠正，采用分条幅纠正的方法，条幅分割方法如图 1 所示。

一幅图像一般宜划分 2～3 个条幅。在各条幅内应选取 4 个以上的纠正控制点。

c）对全景图像进行的纠正，一般限于全景影像的中间段，要使用 6 个以上纠正控制点，中间两个控制点上的余差应不大于 0.4mm。

d）对雷达图像进行的纠正，只适用于平坦地区。

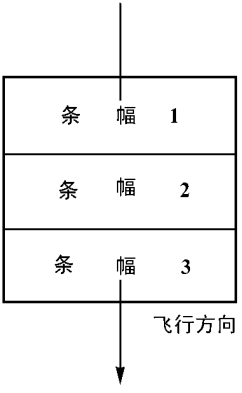


图 1　条幅的分割

5.1.1.4　正射投影仪纠正

正射投影仪作业方法与操作步骤按 GB 12340、ZB A77 001 规定执行。

断面数据可通过以下几种方法获取：

a）从现有 DTM 数据库中提取；

b）通过地形图等高线数字化获取；

c）在立体测图仪或解析测图仪上对可建立立体模型的像对进行立体观测后获取。

5.1.2　选取控制点

在与所成遥感影像平面图同比例尺或较大比例尺的地形图（或水系图、交通图等专题图）上选取控制点，控制点的选取应满足下列要求：

a）所选点位图像清晰，在地形图及图像上均能正确识别和定位；

b）每个镶嵌块选 4～9 个控制点。

5.1.3　展点底图制作

5.1.3.1　在地形图上量取所选控制点的坐标值。

5.1.3.2　将经纬网点及控制点用展点仪展绘在裱糊好的图版上，展点误差应不大于 0.1mm，图廓实际尺寸与理论尺寸之差要求符合表 1 的规定。

5.1.4　镶嵌

a）切割镶嵌

将卫星像片按经纬网定位，再以控制点检查、校正，并参照如水系、道路等具有特征的地貌和地物，在重叠处选择适当的切割线进行切割镶嵌或平面交叉镶嵌（如图 2 所示），制成遥感影像平面原图。边长精度要求符合表 1 规定。

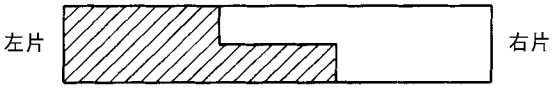


图 2　平面交叉镶嵌剖面示意图

b）光学镶嵌按 GB 12340 规定执行。

5.2　数字法

数字法遥感影像平面原图的制作一般按照图 3 所示的流程。

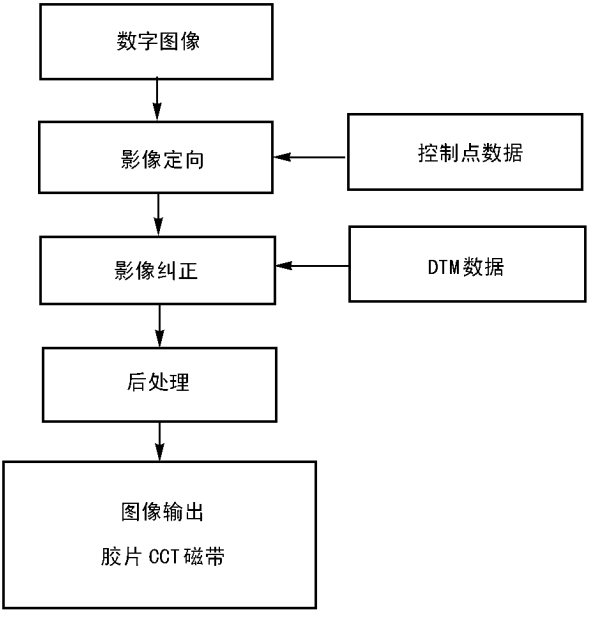


图 3　数字法遥感影像平面原图的制作过程

5.2.1　准备工作

5.2.1.1　获取数字图像

当没有数字图像时，可通过图像数字化获取数字图像，图像数字化时扫描点尺寸的选择应根据像片的分辨率确定，一般选用 25 ~ 50μm。

5.2.1.2　图像预处理

根据需要进行去噪声、辐射校正等预处理工作。

5.2.1.3　选取数字模型

数学模型选取原则：

a）纠正精度高；

b）所需控制点不宜过多；

c）迭代次数少，收敛快，计算工作量小；

d）根据地形条件选择，平坦地区选择较简单模型，山地选择较严密的模型。

5.2.1.4　选取控制点

选取控制点的数量根据采用的纠正公式决定，剔除粗差后至少应保留二个以上的多余控制点，以便于平差计算。

5.2.2　几何校正

5.2.2.1　数据输入

输入控制点、轨道、姿态及 DTM 等有关数据。

5.2.2.2　影像定向

影像定向的精度参照 GB 12340—90 解析测图仪联机测图定向精度要求执行。

5.2.2.3　影像纠正

使用纠正公式对影像逐像元进行纠正，纠正误差要求不大于图上 0.5mm。

5.2.3　影像后处理

5.2.3.1　影像增强

一般采用线性灰度接伸，也可使用其他任何影像增强方法。

5.2.3.2　影像镶嵌

将被镶嵌图像之间的几何位置对准，使其成为完整的一幅图，去掉按边部分多余的行（列）像元实现数字镶嵌。

a）镶嵌中可在屏幕上用人工根据其色调和地物分布特点采用交互式的方法选取分割线，也可采用专用的算法自动选取分割线。

b）两幅色调差别较大的影像镶嵌时，应对影像进行色调调整。

c）接缝处影像灰度、色调应与整幅影像灰度、色调协调。

5.2.4　图像输出

输出像元的尺寸一般在 25 ~ 100μm 内选取。且应使输入、输出像元的大小相匹配。

5.3　彩色遥感影像平面图的制作

5.3.1　制作采色遥感影像平面图的多光谱图像的几何纠正按5.1、5.2 进行。

5.3.2　合成方法制作彩色遥感影像平面图时按下列规定执行：

a）合成时可用光学合成法、计算机合成法。

b）选择基本色调标准图像，并按基本色调调整相邻图像的色调。基本色调标准图像应层次丰富、色彩鲜艳、反差适中、饱和度较高、影像清晰。

c）合成时各波段影像配准误差应不大于 0.2mm，图像套合误差应不大于 0.3mm。

5.3.3　印刷方法制作彩色遥感影像平面图时，将不同波段图像及注记分别制成不同的分色版，再按 GB/T 14510 规定印刷完成。

6　整饰、注记

6.1　整饰、注记的主要内容：图名、图号、图幅结合表、密级、内外图廓线及其经纬度注记、公里网线及其注记、图像接合略图、图像情况及资料获取时间、地理位

置、制作单位、坐标系、出版年代和比例尺等。样式见附录 B、C（标准的附录）。附录 B 为 1∶10000 遥感影像平面图整饰样式，附录 C 为 1∶250000 遥感影像平面图整饰样式，1∶500000、1∶1000000 遥感影像平面图的整饰参照附录 C，但不标公里网及其注记。

6.2　参照已有地形图，在遥感影像平面图内调注 2～5 个主要地理名称。

6.3　根据用户的需要进行整饰和注记。

6.4　整饰、注记的方法：

a）在遥感影像平面图负片上采用阳像整饰注记，拷贝复制后的遥感影像平面图上的注记呈白色。

b）附加整饰注记薄膜与遥感影像平面图负片套合，拷贝复制后的遥感影像图上的注记呈黑色。公里网、图廓点套合误差不得超过 0.2mm。

c）制作注记版，按 GB/T 14510 制印工艺处理。

d）在计算机上直接将注记注在遥感影像平面图上，且数字和文字注记应清晰易读，不压盖主要地物，字大及字体根据具体需要确定。

7　检查验收

7.1　原则和要求

7.1.1　遥感影像平面图应符合本作业规范和技术设计的要求，满足用图单位需要。

7.1.2　检查验收的方法与要求，按 CH 1002 规定执行。

7.1.3　图幅质量评定标准，按 CH 1003 规定执行。

7.2　检查项目

7.2.1　图面检查

a）遥感影像平面图镶嵌（数字、光字、手工）接边误差的检查（参照 GB 12340—90 中表 10）。

b）遥感影像平面图与四周图幅接边误差的检查（参照 GB 12340—90 中表 10）。

c）影像色调、信息度、影像清晰度、反差以及各种斑迹、划痕、药膜损伤等影像质量的检查。

d）图廓尺寸、公里网及图幅内外整饰、注记的检查。

7.2.2　数学精度检测

7.2.2.1　数学精度检测，每幅图的检测点数量视具体情况而定，一般不少于 20 个点。

7.2.2.2　在大一级比例尺地形图或专题图上读取明显目标点坐标，展刺在遥感影像平面图上或输入计算机中，与遥感影像平面图上的同名目标点坐标比较，按（1）式统计计算中误差。

$$m_s = \pm\sqrt{\frac{(\triangle x^2 + \triangle y^2}{n}} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (1)$$

式中：m_s——点位中误差，mm；

$\triangle x$、$\triangle y$——检测点坐标差，mm；

n——检测点点数。

8　遥感影像平面图的复制

8.1　遥感影像平面图少量复制，采用负片在拷贝机上整幅复印（包括像纸和白底涤沦片）。复制片的摄影处理和影像质量要求按 GB 12340 规定执行。

8.2　遥感影像平面图小批量复制，采用重氮复印方法。重氮复印的遥感影像平面图质量要求按 GB/T14510 规定执行。

8.3　遥感影像平面图大批量印刷，按 GB/T 14510 规定执行。

附录 A　地球曲率和高差引起的像点位移计算公式（略）

附录 B　1∶100000 遥感影像平面图整饰样式（略）

附录 C　1∶250000 遥感影像平面图整饰样式（略）

摄影测量数字测图记录格式

GB/T 17158—1997

1　范围

本标准规定了摄影测量数字测图的记录格式，以保证测图信息存贮和交换的统一。

本标准适用于国家系列比例尺的摄影测量数字测图的数据记录。

2　引用标准

下列标准所包含的条文，通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB 14804—93 1∶500 1∶1000 1∶2000 地形图要素分类与代码

GB/T 15660—1995 1∶5000 1∶10000 1∶25000 1∶50000 1∶100000 地形图要素分类与代码

GB/T 13989—92　国家基本比例尺地形图分幅与编号

GB/T 7929—1995　1∶500 1∶1000 1∶2000 地形图图式

3　数据记录的技术规定

3.1　数据的计量

本标准规定摄影测量数字测图数据以图幅为基本记录单位，按矢量数据方式存贮。

地形图要素的高斯坐标、高程、距离均用 m 表示；小数点后最多取 3 位；角度用 60 进制度分秒表示，最多取至整秒。

地形图注记在图面上的位置用该注记第一个字符左下角的高斯坐标表示，其注记指向用和 Y 轴的夹角表示，单位和尾数取舍同地形图要素，注记的字高、间距则用 mm 表示，小数点后取一位。

除上述外，其他各项数据的计量单位均应逐项标出。

3.2　数据文件的记录形式

数据文件采用标准的 ASCII 文本文件记录。

3.3　地形图要素的分类和代码

地形图要素的分类和代码按不同的地形图比例尺分别执行 GB 14804—93 和 GB/T 15660—1995 的规定。

3.4　数据文件的分类和命名

对地形图数据文件的分类和命名如表 1 所示。

表 1

文件类别	命　名	文件类别	命　名
图幅基本信息文件	图号 * MAP	等高线文件	图号 * CON
像片定向文件	图号 * POR	注记文件	图号 * ANN
点要素文件	图号 * POI	数字高程模型文件	图号 * DEM
线要素文件	图号 * LIN	数据质量评价文件	图号 * EST

文件命名中国家基本比例尺地形图的图号按 GB/T 13989—92 中的规定，去掉百万分之一比例尺地形图的图号表示。1∶500、1∶1000、1∶2000 比例尺地形图的图号执行 GB/T 7929—1995 的规定。

4　数据记录格式

4.1　图幅基本信息文件 * MAP

图幅基本信息文件的记录格式如表 2 所示。如果有缺项的，应打出缺省号“—”(下各文件同)。

表 2

项　号	项　目	格　式	项　号	项　目	格　式
1	图号	A24	23	左下角图廓点地理坐标 LB	2A20
2	图名	A24	24	右上角图廓点地理坐标 LB	2A20
3	密级	A8	25	图廓点理论边长 a（cm）	F6.2
4	行政区域	A60	26	图廓点理论边长 b（cm）	F6.2
5	测制单位名称	A60	27	图廓点理论边长 c（cm）	F6.2
6	测制者姓名	A12	28	图廓点理论对角线长 d（cm）	F6.2
7	图形编辑者姓名	A12	29	平均子午线收敛角	A16
8	测制仪器型号	A20	30	磁偏角	A36
9	平面坐标系统名称	A60	31	等高距	F5.1
10	高程系统名称	A60	32	图幅内控制点总数	I3
11	地形图要素分类与代码标准名称	A60	33	控制点点名（号）	A24
12	相机型号	A20	34	控制点等级	A12

项　号	项　　目	格　式	项　号	项　目	格　式
13	航摄日期	A20	35	控制点高斯坐标 XY	2F12.3
14	航摄比例尺	A20	36	控制点高程	F8.3
15	成图比例尺	A20	37	控制点点名（号）…	
16	调绘时间	A20	38	东邻图幅号	A24
17	现势资料截止日期	A20	39	接边情况（已接/未接，下同）	A4
18	坐标带号	A6	40	东南邻图幅号	A24
19	左下角图廓点高斯坐标 *XY*	2F12.3	41	接边情况	A4
20	左上角图廓点高斯坐标 *XY*	2F12.3	42	南邻图幅号	A24
21	右上角图廓点高斯坐标 *XY*	2F12.3	43	接边情况	A4
22	右下角图廓点高斯坐标 *XY*	2F12.3	44	西南邻图幅号	A24
45	接边情况	A4	53	接边情况	A4
46	西邻图幅号	A24	54	已修测次数（原测图填 0）	I2
47	接边情况	A4	55	修测单位	A60
48	西北邻图幅号	A24	56	修测日期	A20
49	接边情况	A4	57	相机型号	A20
50	北邻图幅号	A24	58	航摄日期	A20
51	接边情况	A4	59	航摄比例尺	A20
52	东北邻图幅号	A24	60	其他	

4.2　像片定向文件 * POR

像片定向文件的记录格式如表 3 所示。按航线号Ⅰ、像对号 1、像对号 2…；航线号Ⅱ、像对号 1、像对号 2…次序依次排列。

表 3

项　　目				格　　式
航线号				A6
一条航线内的像对	像对号			A26
	参加像对定向的点数			I2
	一个像对内的定向点	标准位置 3 点点号		A24
		3 点的高斯坐标、高程及定向残差	X Y Z	2F12.3 F8.3
			ΔX ΔY ΔZ	3F5.2
		标准位置 4 点点号		A24
		4 点的高斯坐标、高程及定向残差	X Y Z	· · ·
			…	
		本像对平面定向中误差		
		本像对高程定向中误差		
	像对号			
	…			

4.3　点要素文件 * POI

点要素文件记录只有一个位置坐标的点状要素的各项信息。一个点要素的记录格式如表 4 所示。

表 4

项　　目	格　式	项　　目	格　　式
地形图要素记录号	I10	分类代码 2	I8
像对号	A26	…	
要素分类项数	I2	高斯坐标及高程 X、Y、Z	2F12.3 F8.3
分类代码 1	I8	指向坐标	2F12.3

表 4 和下表 5 中的“要素分类项数”为可选择项，指某地形图要素分别属于多于一个的不同的类别数，如某个点要素可以同是控制点和独立石，则要素分类项数为 2。

表 4 中的“指向坐标”指对于有方向性的点要素（如泉）指向坐标确定了该符号在图面上的指向。

4.4　线要素文件 * LIN

线要素文件记录除地形等高线以外的所有线状要素（包括折线段、封闭折线、多边形、曲线段、封闭曲线等）的各项信息。一条线要素的记录格式如表 5 所示。

表 5

项　　目		格　式
地形图要素记录号		I10
像对号		A26
要素分类项数		I2
分类代码 1		I8
分类代码 2		I8
…		
是否封闭（是/否）		A1
一条线要素的长度		F12.3
一条线要素中的点数		I6
一条线要素的点列	$X_1 Y_1 Z_1$	3F12.3
	$X_2 Y_2 Z_2$	3F12.3
	…	
	$X_N Y_N Z_N$	3F12.3

4.5　等高线文件 * CON

等高线文件仅记录等高线的各项信息。一条等高线的记录格式如表 6 所示。

表 6

项　　目	格　式
地形图要素记录号	I10
像对号	A26
等高线的高程	F6.1
是否封闭（是/否）	A1

项　　目		格　式
一条等高线的点数		I6
一条等高线的点列	X_1Y_1	2F12.3
	X_2Y_2	2F12.3
	…	
	X_NY_N	2F12.3

4.6　注记文件 * ANN

地形图要素注记文件记录本图幅内所有文字数字注记的图面位置、字大、字体等各项信息。注记内容的记录格式如表 7 所示。

表 7

项　　目	格　式	项　　目	格　式
地形图要素记录号	I10	字体	A10
像对号	A26	字高	F3.1
本注记内容第一个字符左下角坐标	2F12.3	间距	F3.1
指向	A20	注记内容字符串	A60

4.7　数字高程模型文件 * DEM

本文件为可选择文件，本幅图内一个完整的数字高程模型数据文件的记录格式如表 8 所示。

表 8

项　　目	格　式
模型起始点高斯坐标及高程 $X_0Y_0Z_0$	2F12.3 F8.3
模型内最大高程值	F8.3
模型内最小高程值	F8.3
扫描线方位	A10
扫描方式（单向/双向）	A4
起始点扫描走向	A10
扫描间距（M）	F8.3
纵向列数	I5

项　　目		格　式
横向行数		I5
格网点高程	Z0.0	F8.3
	Z0.1	F8.3
	…	
	ZI.J	F8.3
	…	

4.8　数据质量评价文件 * EST

数据质量评价文件的记录格式如表 9 所示。

表 9

项　　目	格　式	项　　目	格　式
验收单位	A60	要素高程中误差（m）	F5.2
验收者姓名	A12	图幅接边中误差（m）	F5.2
验收日期	A20	质量等级	A2
要素平面中误差（m）	F5.2	其他	

根据表 2 ~ 表 9 数据记录格式所记录的 1∶50000 摄影测量数字测图数据记录实例如附录 A（提示的附录）所示。

附录 A　1∶50000 摄影测量数字测图数据记录实例（提示的附录）

设本记录的图号为 H50E009006。

E009006 * MAP

图号		H50E009006
图名		方山市
密级		秘密
行政区域		陕西省
测制单位名称		陕西省第八测绘大队
测制者姓名		李平
图形编辑者姓名		周小红
测制仪器型号		JX－3 92013
平面坐标系统名称		1980 西安坐标系
高程系统名称		1985 国家高程基准
地形图要素分类与代码标准名称		1∶5000、1∶10000、1∶25000、1∶50000 1∶100000 地形图要素分类与代码（GB/T 15660—1995）
相机型号		RC－038
航摄日期		1991.4
航摄比例尺		1∶61000
成图比例尺		1∶50000
调绘时间		1992.6
现势资料截止日期		1992.8
坐标带号		20
左下角图廓点高斯坐标	X	3276904.2
	Y	20331986.3
左上角图廓点高斯坐标	X	3395385.8
	Y	20332273.6
右上角图廓点高斯坐标	X	3395039.1
	Y	20356237.4
右下角图廓点高斯坐标	X	3276558.6
	Y	20355991.2

左下角图廓点地理坐标	L	115°15′00″
	B	30°30′00″
右上角图廓点地理坐标	L	115°30′00″
	B	30°40′00″
图廓点理论边长	a	47.92cm
	b	48.00cm
	c	36.95cm
	d	60.53cm
平均子午线收敛角		-0°49′37″
磁偏角		+12°12′
等高距		10m
图幅内控制点总数		1
控制点点名（号）		**方山三角点**
控制点等级		**二等点**
控制点高斯坐标	X	3384361.2
	Y	20340071.0
控制点高程	Z	366.4
东邻图幅号		E009 007
接边情况		**已接边**
东南邻图幅号		E010 007
接边情况		**已接边**
南邻图幅号		E010 006
接边情况		**已接边**
西南邻图幅号		E010 005
接边情况		**已接边**
西邻图幅号		E009 005
接边情况		**未接边**
西北邻图幅号		E008 005
接边情况		**未接边**
北邻图幅号		E008 006
接边情况		**已接边**
东北邻图幅号		E008 007
接边情况		**已接边**
已修测次数		0
修测单位		—
修测日期		—
相机型号		—

航摄日期	—
航摄比例尺	—
MAP **文件结束**	—9999
E009 006 * POR	
航线号	I
像对号	5277 – 5278
参加像对定向的点数	4
标准位置 3 **点点号**	A20
3 **点的高斯坐标** X	3384873.1
Y	20349488.8
高程 Z	331.7
3 **点的定向残差** ΔX	+ 7.5
ΔY	– 10.2
ΔZ	+ 2.5
标准位置 4 **点点号**	A41
4 **点的高斯坐标** X	3372673.5
Y	20349475.1
高程 Z	317.8
4 **点的定向残差** ΔX	– 6.9
ΔY	+ 7.4
ΔZ	– 2.1
…	
本像对平面定向中误差	11.0
本像对高程定向中误差	3.2
…	
POR **文件结束**	—9999
E009006 * POI	
地形图要素记录号	1
像对号	5277 – 5278
要素分类项数	1
分类代码	3531
高斯坐标 X	3380987.9
Y	20339412.2
高程 Z	327.2
指向坐标 X	—
Y	—
地形图要素记录号	2

像对号　5277－5278
要素分类项数　2
分类代码 1　6430
分类代码 2　6410
高斯坐标 X　3384174.3
Y　20349238.1
高程　Z　323.7
指向坐标 X　3386281.1
Y　20349265.5
…
POI 文件结束　－9999

E009006＊LIN
地形图要素记录号　183
像对号　5277－5278
要素分类项数　1
分类代码　2210
是否封闭　是
一条线要素的长度　266.3
一条线要素中的点数　4
依序各点高斯坐标 X　3378113.9
Y　20340246.0
高程　Z　325.3
依序各点高斯坐标 X　3379038.1
Y　20340245.8
高程　Z　325.2
依序各点高斯坐标 X　3379030.4
Y　20340717.0
高程　Z　325.2
依序各点高斯坐标 X　3378113.7
Y　20348717.7
高程　Z　325.1
…
地形图要素记录号　187
像对号　5277－5278
要素分类项数　2
分类代码 1　4420
分类代码 2　9100

是否封闭		否
一条线要素的长度		135.3
一条线要素中的点数		3
依序各点高斯坐标	X	3379134.0
	Y	20348783.6
高程	Z	325.7
依序各点高斯坐标	X	3378019.1
	Y	20348010.2
高程	Z	341.6
依序各点高斯坐标	X	3377678.3
	Y	20340812.4
高程	Z	320.3
地形图要素记录号		188
像对号		5277 – 5278
要素分类项数		1
分类代码		4255
是否封闭		是
一条线要素的长度		563.1
一条线要素中的点数		3
依序各点高斯坐标	X	3377679.6
	Y	20340820.3
高程	Z	330.1
依序各点高斯坐标	X	3377682.7
	Y	20340907.7
高程	Z	332.7
依序各点高斯坐标	X	3377625.1
	Y	20340957.0
高程	Z	329.7
…		
LIN 文件结束		—9999

E009006 * CON

地形图要素记录号		931
像对号		5277 – 5278
等高线的高程		300
是否封闭		是
一条等高线的点数		763
依序各点高斯坐标	X_1	3377355.5

Y_1	20340227.5
依序各点高斯坐标 X_2	3377443.1
Y_2	20340207.1
依序各点高斯坐标 X_3	3377522.9
Y_3	20340186.6
…	
地形图要素记录号	932
像对号	5277 – 5278
等高线的高程	310
是否封闭	是
一条等高线的点数	638
依序各点高斯坐标 X_1	3378685.0
Y_1	20347783.7
依序各点高斯坐标 X_2	3378767.1
Y_2	20347769.9
依序各点高斯坐标 X_3	3378879.6
Y_3	20347757.1
…	
CON 文件结束	—9999

E009006 * ANN

地形图要素记录号	1533
像对号	5277 – 5278
第一个字符左下角坐标 X	3380784.7
Y	20339212.1
指向	0°00′00″
字体	DX
字高	2.0
间距	1.5
注记内容字符串	慈恩塔
地形图要素记录号	1534
像对号	5277 – 5278
第一个字符左下角坐标 X	3385974.4
Y	20349020.0
指向	0°00′00″
字体	DX
字高	2.0
间距	1.5

注记内容字符串　　滴翠泉

…

ANN 文件结束　　—9999

E009006 * DEM

模型起始点高斯坐标 X_0　　3276900

Y_0　　20331900

高程 Z_0　　321.7

模型内最大高程值　　366.4

模型内最小高程值　　302.3

扫描线方位　　东至西

扫描方式　　双向

起始点扫描走向　　东至西

扫描间距　　100

纵向列数　　186

横向行数　　242

依序格网点高程 Z0.0　　307.4

依序格网点高程 Z0.1　　319.6

依序格网点高程 Z0.2　　321.7

…

DEM 文件结束　　——9999

E009006 * EST

验收单位　　陕西省测绘局

验收者姓名　　黄宏一

验收日期　　1993.10

要素平面中误差　　11.5m

要素高程中误差　　3.2m

图幅接边中误差　　65.5m

质量等级　　优级

EST 文件结束　　—9999

近景摄影测量规范

GB/T 12979－91

1　主题内容与适用范围

本标准规定了近景摄影测量所需达到的精度要求和规格。提出了图像数据获取及处理的方法。

本标准适用于近景摄影测量技术在建筑物、构筑物形态测量中的应用。其他领域应用时，其原则也可参照。

2　引用标准

GB 7930 1∶500 1∶1000 1∶2000 地形图　航空摄影测量内业规范

3　总则

3.1　定义

近景摄影测量是摄影测量的一个分支，它不以测绘地形图为目的，而是利用对300m以内近距离目标摄影所获取的图像来确定其形态，几何位置和大小的技术。它所摄的目标可以是物体或生物、静态的或动态的；所获取的图像可以是影像的或数字的。它可提供平面图、立体图、剖面图、目标点的二维坐标、三维坐标和包括时间的四维参数，以至工程建设其他参数等多样化成果、数据。

3.2　内容分类

近景摄影测量包括古建筑摄影测量、工业摄影测量和生物医学摄影测量。

3.2.1　古建筑摄影测量

古建筑摄影测量，是指在文物考古中的摄影测量工作。包括文物（历史纪念物）测量、考古测量和古遗址测量。

古建筑摄影测量主要内容是古建筑和文物立面图、平面图、等值线图、影像图的测绘，以及古建筑物主要结构数据测定，资料具有档案价值。

3.2.2　工业摄影测量

工业摄影测量是指机械、汽车、造船、航空、土木和建筑工程等方面的摄影测量。是通过摄影测量提供目标物的坐标、长度、角度、形状、体积、位移、变形以至轨迹等。常用于产品质量控制，模型设计，交通事故记录，构筑物（如水坝、高层建筑物、桥梁）的变形测量。

从近影摄影测量角度分析，可按目标物尺寸分类为：

大型目标（20～300m）——包括冷却塔的外型测定，船体结合部的匹配测量，油轮

和油罐容积测定，高层建筑物及大型结构物变形测量等；

中型目标（2～20m）——包括飞机组装检查，船舶螺旋桨外型测定，大型通讯雷达天线的测试，汽车外壳的质量控制等；

小型目标（0.2～2m）——包括工程模型设计，体育运动空间分析，舰船模型测量等；

微型目标（0.2m 以下）——包括精密部件及样品测定。

多数情况下宜采用解析处理方法，其中包括惯用的脱机或联机的解析摄影测量系统，乃至实时摄影测量系统。

3.2.3　生物医学摄影测量

生物医学摄影测量是通过摄影测量手段，对医疗对象以及各类生物形态和功能进行空间的或时空的分析。例如人体外形或动物躯体测量，牙床模型测定，花粉形态测定等静态目标的测定，以及各种生物体的成长过程或运动轨迹等动态目标的测定。

根据生物医学摄影测量的特点，除常规模拟的或解析的处理方法外，还应用非常规摄影测量方法。

3.3　精度

精度要求常以摄影距离的相对中误差表示（m_y/y），一般为：1/1000～1/50 000；也可用点位中误差表示。

3.3.1　模拟法精度

点位中误差不大于 0.5mm×M（M 为成图比例尺分母）

相对中误差一般为 1/1000～1/5000。

3.3.2 解析法精度

按用途和被测目标的不同，点位中误差可分为：高精度、中精度、低精度。

低精度目标　　10mm 以内

中精度目标　　5mm 以内

高精度目标　　1mm 以内

相对中误差一般为　　1/500～1/50 000

3.4 近景摄影测量的优化设计

近影摄影测量网的优化设计，一般包括精度优化、可靠性优化、经济性优化和可检验性设计，从而给实际工作提出指导性建议，提高经济效益，满足用户要求。

多重摄影测量是近景摄影测量中为提高精度和可靠性指标所采取的重要措施。其广义含意涉及多摄站、多帧幅（同方位情况下的多次摄影）、多次量测（或选用精度高一档的摄影和量测设备）、多种控制方式以至多功能的程序。

各项近景摄影工作，除使用规范规定的方法外，还可采用经过实践验证，能满足本规范精度及用户要求的其他新技术和新方法。用户可以提出本规范未列入的其他技术要求。

4　物方控制

物方控制包括控制点和相对控制。

4.1　物方控制的精度要求

物方控制的精度一般小于总精度要求的 1/3。

4.2　坐标系与投影面

4.2.1　坐标系的选择

一般采用独立坐标系（图 1），需要时，也可以与其他坐标系联测。

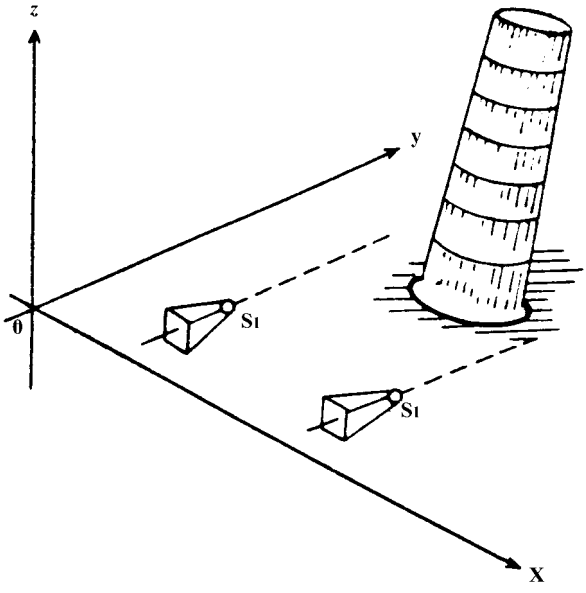


图 1

4.2.2　投影面的选择

选择投影面要遵循使投影的度量性好、直观性强及作图简便的原则，要减少投影变形和保证数学精度。

当建筑物只有一个立面时，应选定一个平行于该立面的坐标系平面作为投影面。

当建筑物外表面为曲面或不规则的多立面时，可视为由若干单个立面组成的建筑物，并选择多个相应的投影面。

4.2.3　坐标系的变换

当所选的坐标系与建筑物的投影面不平行时，必须进行坐标系的变换，即将控制点坐标改化到要测定的建筑物立面的投影面上。

4.3　物方控制布设

为将所建立的模型纳入统一的物方空间坐标系或加强模型的内在强度，应布设物方控制。

4.3.1　物方控制布设要求

4.3.1.1　模拟法测图时，在一个像对立体模型范围内，当没有采用相对控制情况时，最少要布设位于被摄目标四周的三个控制点。当目标景深较大时，点位应在前后景深中均匀分布。对复杂立面或建筑物弧度较大的部位，要增设控制点。多个像对时，相邻像对重叠范围内若无明显点，应布设作连结用的标志点。

4.3.1.2　解析法的物方控制宜根据不同的方法而定，参照 6.2.3 条中的要求执行。

4.3.2　平面型目标的物方控制可采用相对控制。相对控制包括物方的已知长度、角度等。

4.3.3　对小型目标，可用活动控制系统。

4.3.4　物方控制点应尽可能采用人工标志，在无法布设人工标志处，可采用明显点作为物方控制点。选用明显点作为控制点时，应在像片上标出点位，在像片反面绘出点位略图和简要文字说明。

4.4　控制测量方法

4.4.1　物方控制点三维坐标测定

物方控制测量一般是在被测物周围先施测导线点，高程用直接水准联测。或采用光电测距导线施测，或用间接高程联测，然后在导线点上用前方交会和三角高程方法测定物方控制点的三维坐标。

4.4.2　近距离的物方控制测量

在精度要求较高的近景摄影测量中，常采用近距离的物方控制测量方法。这种方法是借助于标准尺（如日内瓦尺、钢钢尺和高度卡尺）建立一假定的三维坐标系，把经纬仪测站纳入到此坐标系内，最后由测站测定各控制点的坐标。

a. 将标准尺用长水准器置平，以标准尺有刻划线的边缘为假定空间坐标系的 X 轴，Y 轴与 X 轴在同一水平面上，铅垂线为 Z 轴；

b. 取标准尺上一定数量的刻划线作为已知平面控制点，一般是在尺子的两端和中央各取数个；

c. 置两台经纬仪于标准尺一侧的适当部位，也可以按需要在标准尺的两侧各置两部经纬仪，放置时需要考虑前方交会，后方交会的角度；

d. 根据标准尺上的选定点位，实施后方交会；或采用前方交会法解已知长度两端点距离，逐渐改变两侧站间距离的方法，测定经纬仪竖轴的平面位置；

e. 经纬仪横竖轴交点的高程确定：以游标高度卡尺作为丈量工具，用经纬仪水准法测定两个经纬仪间的高差；

f. 物方控制点的平面坐标可用前方交会法进行确定；

g. 物方控制点的高程采用间接高程方法确定。

4.4.3　相对控制测量

使用相对控制是改善精度和提高强度的有效作业方法，常用的相对控制是应用被测物本身或摄影范围内含有的已知距离，如测量一系列人工标志点之间的距离、将标准尺的整数刻划部分贴上人工标志等，或规则几何图形，如长方形、立方体等，均可作为相

对控制。

4.5　人工标志

4.5.1　标志的形状

人工标志的形状，可根据实际需要进行设计。参见图 2、图 3、图 4、图 5。

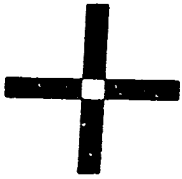


图 2

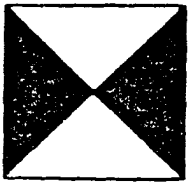


图 3



图 4

其圆形标志的中心圆直径 D 可按公式（1）计算：

$$D = \frac{5}{3} d \cdot \frac{y}{f} \quad \cdots\cdots (1)$$

式中：D——中心圆直径，m；

y——摄影距离，m；

d——摄影测量仪器的测标直径，mm；

f——摄影机主距，mm。

在大角度的交向摄影中，人工标志需做成立体形的，如塑料制作的球形标志和圆柱形标志。在特殊情况下，可采用发光标志。

4.5.2　标志的颜色

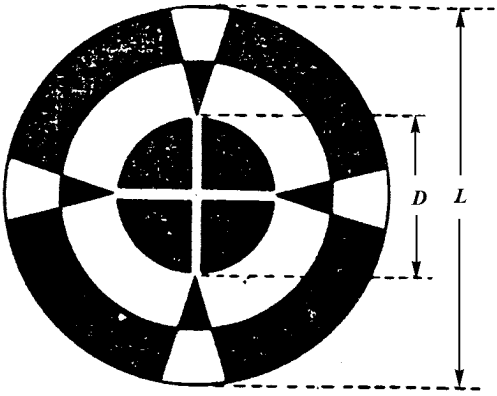


图 5

标志影像与其背景色调应有适当的反差，以便于判别和量测。背景为天空时，宜设立红、白两色相间的标志；背景为植被及暗色调的土壤、岩石时，采用白、黄两色相间的标志；以建筑物（灰、黄）为背景时，一般采用黑白或蓝白等两色相间的标志。

4.5.3　标志的材料

标志的材料可采用印像纸，即用摄影方法制作。也可用油漆将标志直接画在摄影目标上。对于永久性的人工测量标志，宜用金属材料制作。立体形人工标志可用塑料材料制作。特殊需要时，采用发光材料制作。

5　近景图像的获取

5.1　摄影机系统

在近景摄影测量中，可以利用量测、半量测、非量测摄影机以及固态摄影机（如 CCD 摄影机）来获取摄影图像。

5.1.1　量测摄影机

5.1.1.1　量测摄影机是专门为摄影测量目的而设计的摄影机，可分为单个量测摄影机和立体量测摄影机两类。

5.1.1.2　量测摄影机应具有以下基本条件：

a. 摄影机具有框标，摄影机内方位元素（x_0、y_0、f）已知，有定向与置平装置；

b. 物镜畸变差严格控制在允许范围之内（一般为微米级）。

5.1.1.3　在采用模拟法测图或高精度测量时，宜采用量测摄影机。在选择焦距时，应考虑目标的大小和物距远近。对远距离高精度的变形观测，应尽量选用长焦距、大像幅的摄影机；在石窟、洞穴、巷道内近距离摄影时，宜选用短焦距摄影机。

5.1.1.4　单个量测摄影机的特点：

a. 基线值或摄影物距可随意变动；

b. 可进行正直摄影、交向摄影、多摄站摄影等。

5.1.1.5　立体量测摄影机的特点：

a. 可用于固定基线的正直立体摄影，摄影距离一般较小；

b. 摄影测量处理较简单，速度较快。

5.1.2　半量测摄影机

5.1.2.1　半量测摄影机是在玻璃承片框上附有标准格网，以改正底片变形误差的摄影机。

5.1.2.2　半量测摄影机具有以下性能：

a. 摄影机玻璃承片框上刻有格网线；

b. 摄影机内方位元素（x_0、y_0、f）一般未知；

c. 没有水准器和定向装置，不能确定曝光瞬间的外方位元素。

5.1.3　非量测摄影机

5.1.3.1　非量测摄影机不是专门为摄影测量目的而设计的摄影机，包括各类普通照像机、电影摄影机和高速摄影机等。

5.1.3.2　非量测摄影机具有以下特点：

a. 摄影机没有框标；

b. 摄影机内方位元素（x_0、y_0、f）不稳定，无压平装置，且畸变差较大；

c. 没有水准器和定向装置，在曝光时不能确定方位；

d. 轻便，能随意调焦，有的可连续或同步摄影。

5.1.3.3　非量测摄影机适用于：

a. 中、低精度摄影测量任务；

b. 为细部测图提供辅助资料的摄影；

c 在特殊环境下，可完成不宜用量测摄影机开展的任务。

5.2　摄影机检校

摄影机检校是指那些与所建光束形状有关参数的检测，基本参数包括：主点坐标和主距（x_0、y_0、f）；物镜畸变差系数（k_1、k_2、k_3、p_1、p_3）；不正交系数 dβ 和比例尺不一系数 ds。对立体摄影机，还需包括某些外方位元素值的检测。

5.2.1　摄影机检校方法

摄影机的检校方法有摄影测量解析法和专用光学机械检校仪法等。其中摄影测量解析法可分为：

a. 实验室三维控制场法（单片空间后方交会法）；

b. 解析铅垂线法；

c. 各种解析自检校法；

d. 直接线性变换解法；

e. 结合任务检校。

单片空间后方交会检校法和直接线性变换检校法，可参照附录 C（参考件）执行。

5.2.2　摄影机内方位元素的检定精度要求

a. 主距为 ±0.02 ~ ±0.04mm；

b. 主点为 ±0.02mm。

5.2.3　物镜前节点偏心值的测定

在变形观测及其他高精度测量中，应测定摄影机物镜前节点相对于旋转中心的偏心值 EC。

5.2.3.1　对于垂直旋转轴与水平旋转轴交于一点的量测摄影机，投影中心（物镜前节点）S 坐标 X_s、Y_s、Z_s 与旋转中心 R 坐标 X_R、Y_R、Z_R 之间的关系按公式（2）计算：

$$\left.\begin{aligned} X_s &= X_R + EC\sin\psi\cos\omega \\ Y_s &= Y_R + EC\cos\psi\cos\omega \\ Z_s &= Z_R + EC\sin\omega \end{aligned}\right\} \quad \cdots\cdots (2)$$

式中：X_s、Y_s、Z_s——物镜前节点坐标，mm；

X_R、Y_R、Z_R——仪器旋转中心坐标，mm；

EC——物镜前节点与仪器旋转中心不重合而产生的偏心值，mm。

对于垂直和水平旋转轴不相交的摄影机，按公式（3）计算：

$$\left.\begin{aligned} X_s &= X_R + EC_h\sin\psi\cos\omega \\ Y_s &= Y_R + EC_h\cos\psi\cos\omega \\ Z_s &= Z_R + EC_v\sin\omega \end{aligned}\right\} \quad \cdots\cdots (3)$$

式中：EC_h、EC_v——分别为水平偏心值和垂直偏心值，mm。

5.2.3.2　物镜前节点偏心值的测定精度应与物方控制精度相应。精度要求不高的变形观测，可以在不同的已知距离上拍摄横基线尺，在算得摄影测量所得的距离后，两者之差即为 EC。

在高精度的变形观测中，应用一台外调焦的视准管直接测定偏心距（见图 6）。

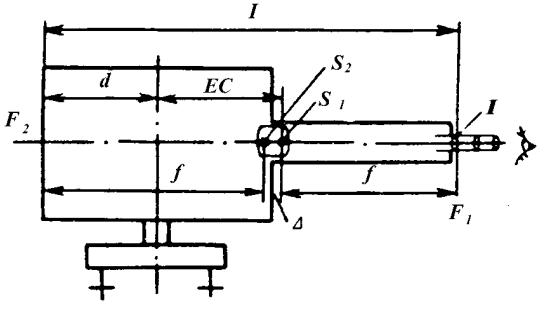


图 6

偏心距 EC 按公式（4）计算

$$EC = l - f - d \quad \cdots\cdots (4)$$

式中：f——用视准管的外调节螺旋，使观测者测到远方目标，S_1 至十字丝板 F_1 间的距离即为摄影机的主距，mm；

d——用卡尺量测承片框 F_2 至旋转中心的距离，mm；

l——用卡尺量测承片框 F_2 至十字丝板 F_1 间的距离，mm。

5.3　摄影站布设与摄影方式

5.3.1　摄影站布设原则

a. 摄影站的布设和摄影方式的选定，应以保证精度、可靠性以及获取最有效的摄影覆盖为原则。尽量避开屏障，防止出现摄影死角。

b. 摄影站可设在地面和建筑物上，或选用脚手架、升降车、系留气球和其他低空飞行器作为摄影平台。

5.3.2　摄影站布设方式

可分为单站布设、双站布设及多站布设等几种。

5.3.2.1　单站布设

从一摄影站上进行摄影，或对目标拍摄多次（如变形测量）。这种摄影称为零基线摄影；适用于测定物点二维坐标变化，也适用于平面型目标的两维测定。

5.3.2.2　双站布设

对形状复杂的目标或需测定物点空间三维坐标时，应从基线两端对被测物进行摄影，组成立体像对。

还可采用单个摄影机保持位置不动，在物体移动一段距离或旋转某一角度前后分别摄影，获取立体像对。

5.3.2.3　多摄站布设

对复杂立面，如对长条形目标、圆柱形目标、曲面目标的测绘，可采取多站的布设方式。

高精度变形观测，大都采用多摄站摄影测量；摄影站的布设一般是环绕被测物周围安排多个摄影站，自每个摄影站拍摄一张或数张像片；站与站方向的选择要使多重像片对被摄物体多次覆盖，而不一定要求各站间的等间隔以及摄影方向线的彼此平行。

5.3.3　摄影方式的确定

摄影方式的选择，应根据被测物的大小形状及其环境条件、采用摄影机的类别、内业测图仪器的性能，以及近景像片的摄影测量处理方法所决定。通常采用正直摄影，也可选用等倾摄影、交向摄影或其他摄影方式。

当采用模拟测图仪测图时，需以正直摄影方式摄影；当采用解析测图仪或解析法处理像片时，则不受此限制。变形观测采用多站交向摄影方式可提高精度。

5.3.4　最佳摄影参数的确定

5.3.4.1　摄影系数的选择范围

摄影系数 K（即摄影距离 y 与摄影基线 B 之比）值，一般在 4 ~ 15 的范围内选择。对于平面型目标，允许 K 值小于 4。

5.3.4.2　正直摄影基线 B 的确定

正直摄影基线 B 的最佳值按公式（5）计算：

$$B_{最佳} = \Delta x \sqrt{1 + a/\Delta x} \approx \Delta x \quad \cdots\cdots (5)$$

式中：$B_{最佳}$——摄影基线长度，m；

Δx——被摄物体沿 x 轴方向的待测宽度，m；

a——摄影机水平方向的像幅尺寸，m。

5.4　现场摄影要求与工作程序

5.4.1　摄影前的准备工作

a. 摄影前必须对摄影机、及有关仪器进行作业检校；

b. 布置野外暗室；

c. 检查暗盒是否漏光；

d. 应用曝光表，进行试拍以确定适宜的曝光量。

5.4.2　曝光注意事项

应注意影响被摄目标立面内的光线条件，最好是选择顺光，以避免阴影遮盖细部，尽量避免顶光和逆光。野外摄影须选择光照较好的时间进行；阴天摄影时，应注意大气清晰度及物方控制点标志的反差。在室内摄影，应在不同位置设置光源，使被摄目标照度均匀；进行彩色、彩红外摄影时，应注意光源的色温与感光材料型号是否匹配。

对动态目标摄影时，曝光时间的确定，应考虑使影像模糊圈的大小在允许的范围内。

5.4.3　目标的表面处理

可采用向目标投影格网、斑点或涂布花纹等办法，增强目标物表面的反差，以提高内业立体量测精度。

5.4.4　现场摄影工作程序

a. 选择合适的摄站位置和布设摄影基线；

b. 摄影前，应记录必要的摄影数据（如主距值、垫圈厚度、调焦距、干板或软片安置号码等等）；

c. 记录所有能够量测的外方位元素，包括 X_s、Y_s、Z_s、ϕ、ω、k 以及摄影基线 B；

d. 进行摄影；

e. 在野外简易暗室内进行现场摄影处理，并检查摄影质量；

f. 摄影底片质量合格后，晒印一套像片，供控制转点及现场记录时使用。

5.5　精度估算

作业前，应按所采用的摄影方式进行精度估算，以确保摄影的质量指标与经济指标。

5.5.1　正直摄影精度估算公式

$$m_x = \pm K_2 \sqrt{K_1^2 (X/f)^2 m_p^2 + m_x^2} \quad \cdots\cdots (6)$$

$$m_y = \pm K_1 K_2 m_p \quad \cdots\cdots (7)$$

$$m_z = \pm K_2 \sqrt{K_1^2 (Z/f)^2 m_p^2 + m_z^2} \quad \cdots\cdots (8)$$

$$K_2 = y/f$$

式中：$K_1 = y/B$

y——摄影距离，m；

B——摄影基线，m；

f——摄影机主距，m；

X、Z——像点坐标，m；

m_x、m_z、m_p——视差的观测中误差，mm。

5.5.2　交向摄影精度估算公式

交向摄影（见图 7）的被摄影区内任一点的精度估算可以对称摄影方向角 ϕ 和基线 B 为自变量，按公式（9）、（10）、（11）计算：

$$m_x = y/f \cdot (1 + \mathrm{tg}\alpha \cdot \mathrm{tg}\phi) / [1 - \mathrm{tg}(\alpha - \phi) \cdot \mathrm{tg}\phi] \cdot m_x \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (9)$$

$$m_y = \sqrt{2}y^2/Bf \cdot (1 + \mathrm{tg}\alpha \cdot \mathrm{tg}\phi) / [1 - \mathrm{tg}(\alpha - \phi)\ \mathrm{tg}\phi] \cdot m_x \quad \cdots\cdots (10)$$

$$m_z = y/f \cdot \sec\phi / [1 - \mathrm{tg}(\alpha - \phi)\ \mathrm{tg}\phi] \cdot m_z \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (11)$$

式中：α——形容点位的角度，$\mathrm{tg}\alpha = B/2y$，(°)；

B——基线长度，m；

y——摄影距离，m；

f——摄影机主距，m；

ϕ——摄影方向角，(°)。

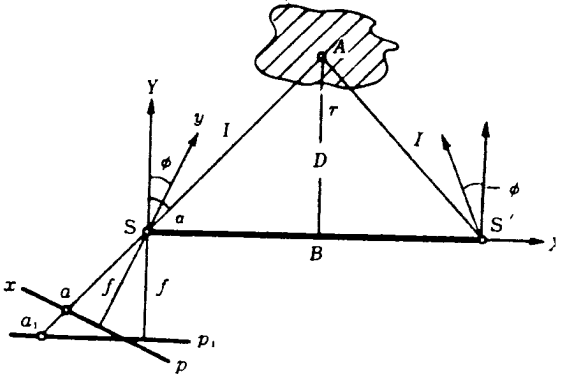


图 7

6　近景图像的处理

近景图像的处理方法有模拟法和解析法，需要时，也可模拟法和解析法综合使用。

6.1　模拟法处理

当近景像片由量测摄影机摄取，且输出成果以图解（线划图）形式表示时，一般采用模拟法处理。

6.1.1　比例尺系列

6.1.1.1　成图比例尺

根据目标的大小和设计的要求，成图比例尺系列一般为：1∶1、1∶2、1∶5、1∶10、1∶20、1∶50、1∶100、1∶200。

特殊需要时，还可增加其他比例尺，对微型目标，还应用放大比例尺测图。

6.1.1.2　像图比例尺的要求

测绘立面图及等值线图的像图比例尺之比，应根据成图精度要求及使用仪器的放大倍数而定，一般为 1∶3 ~ 1∶6。

6.1.1.3　幅面规格

图幅大小按表 1 规定选择，幅面规格和格式见图 8。

表 1

基本幅面代号	A0	0.625	0.75	A1	A2	A3	A4
b × L	841 × 1189	473 × 420	591 × 420 841 × 420	594 × 841	420 × 594	297 × 420	297 × 210
c	10					5	
a	25						

表 1 中 A0、A1、A2、A3、A4 幅面代号是国家规定的标准幅面，0.625，0.75 为设计图常规幅画的代号。

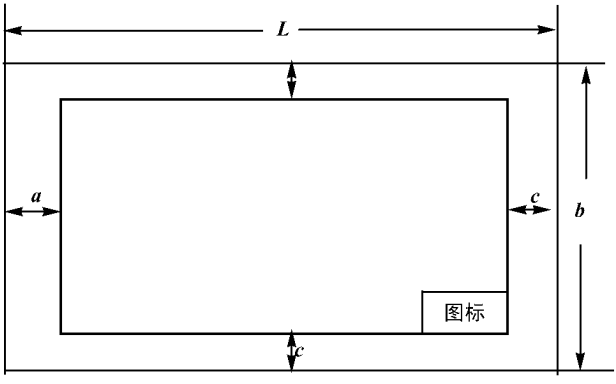


图 8

在特殊情况下，允许加长 A1 ~ A3 号图纸的长度和宽度，零号图纸只能加长，加长部分的尺寸应为边长的 1/8 及其倍数。

由于近景目标的多样性，必要时也可采用用户提出的幅面规格。

图标可安排在幅面四角任一合适的位置。图标内容包括：图名、摄影机类型、测图

仪类型、图种（如果是等值线图，应注等值距），施测单位、比例尺、作业日期等。

6.1.2　精密立体测图仪测图

6.1.2.1　作业准备

a. 收集外业资料：外业技术设计书，控制观测及计算手簿、外业控制片及调查说明资料，并对资料进行必要的分析；

b. 编写内业技术设计书：

c. 检查摄影底片或复制的透明正片。影像应清晰、层次丰富、反差适中，光学框标的影像清晰齐全；

d. 图板展点。图板应选用毛面聚脂薄膜或刻图膜，控制点不得漏展、误展，要有足够的定向点。根据成图比例尺及图形面积，确定图廓点坐标。图上一般要设置格网标志，每隔 10cm 展出格网点，以便与 10cm × 10cm 标准格网紧密套合。展点针孔及展点误差均应在 0.1mm 以内。

6.1.2.2　仪器检校与安置

a. 精密立体测图仪应保持良好的作业状态，仪器要经过检校，测定零位置，合格后方可进行作业。

b. 计算模型比例尺。

$$M_{模} = Y/z \quad \cdots\cdots (12)$$

式中：$M_{模}$——模型比例尺分母；

Y——平均摄影距离，m；

z——所用仪器的平均 Z 向距离，m。

c. 安放摄影底片或透明正片，应使框标严格对准承片盘的相应标志线。

d. 安置主距，左右投影器分别安置改正后的主距，安置值按公式（13）计算取至 0.01mm 或仪器最小刻划值。

$$\left.\begin{aligned} f'_x &= l_X/L_X \cdot f \\ f'_y &= l_Y/L_Y \cdot f \end{aligned}\right\} \quad \cdots\cdots (13)$$

式中：f'_x、f'_y——改正后的主距，mm；

l_X、l_Y——底片框标距，mm；

L_X、L_Y——摄影机框标距，mm；

f——摄影机主距，mm。

e. 安置概略模型基线 b_x，其安置值按公式（14）计算。

$$b_x = B/M_{模} \quad \cdots\cdots (14)$$

式中：b_x——模型基线，mm；

B——摄影基线，mm；

$M_{模}$——模型比例尺分母。

6.1.2.3　像片定向

a. 相对定向后各点的残余上下视差不得大于 0.02mm，残余视差配赋应合理。

b. 绝对定向的平面对点误差，一般不大于图上 0.5mm，高程定向误差一般不应大于等值距的二分之一。

6.1.2.4　等值距的选择

等值线必须能充分显示被摄物体的形态和特征。其等值距按公式（15）计算。

$$\Delta Y = Cyy/Bf \cdot m_p = Cm_y \quad \cdots\cdots (15)$$

式中：ΔY——等值距，mm；

y——摄影距离，m；

B——摄影基线，m；

f——摄影机主距，m；

m_p——仪器视差量测精度，mm；

m_y——测定点的摄影精度 mm；

C——常数，随被摄物体的坡度变化，一般为 2～4。

6.1.2.5　轮廓线和等值线的测绘，对石刻、雕塑等物体，根据用户要求，可测绘轮廓线和等值线。

a. 物体表面的结构复杂破碎，坡度变化大，应先勾绘轮廓线。

b. 测绘等值线前，应先在特征部位测注点的 Y 向量测数据。

c. 描绘等值线时，要用测标切准模型，等值线描绘误差不得超过二分之一等值距。

d. 物体边缘多数较“陡峭”，等值线有重叠现象，应在陡峭部位用合并曲线表示，并交待清楚。

e. 在平坦有特征起伏的部位，应加测二分之一等值距曲线或四分之一等值距曲线。

f. 在物体的破损断裂部位，按摄影时的形态如实描绘。

g. 同一张图上，等值线应与轮廓线配合自然、合理。若轮廓线较复杂，与等值线分版进行测绘时，必须用同一像对，其套合误差不得大于 0.2mm。

h. 等值线图见附录 B（参考件）。

6.1.2.6　古建筑立面图测绘表示方法及要求

a. 应在施测的古建筑范围内，选择有代表性的位置来确定建筑物的起始基准面，设高程为 ±0.00。并在最后成果资料说明书中附注基准面的绝对高程，即 ±0.00 等于海拔 × × ×。

b. 测绘时先绘主体轮廓以控制全局，然后再描绘细部。

c. 建筑物在图上表示的各部分名称应与专业的术语名称一致。

d. 为正确掌握建筑结构的表示方法和细部的合理取舍，要求测图人员掌握建筑结构的一般知识。

e. 图上点位精度要求应在 0.5mm 以内，对主要结构如立柱、木梁、檐、椽、主要门窗框架、斗拱等，其点位精度应在 0.3mm 以内。

f. 主要框架应注上尺寸，明显标志应提供标高。

g. 古建筑细部，如斗拱、门窗、花饰、砖雕、木刻、吻兽等部位，根据用图单位需要，可加测详图。测绘时应征求文博单位的意见，注意反映出不同历史年代的艺术风

格。

h. 描绘细部时，应晒印放大照片作为参考。

i. 古建筑立面图测绘具体要求见附录 A（补充件）。

6.1.2.7　原图修编

a. 铅稿原图完成后，一般应征求用图单位意见后进行修测与补测。

b. 编绘轮廓图及等值线图，应力求忠实于原稿，进行线条修饰及艺术加工。

c. 清绘原图时，控制点中心位置偏移不得大于 0.1mm，其他各特征要素偏移不得大于 0.2mm。

6.1.2.8　系列图件的测绘

建筑物图件包括：立面图、平面图、剖面图、结构图、透视图等。

a. 立面图的绘制。用近景摄影像片对，在测图仪上进行测绘。对古建筑用轮廓线表示，对石刻、雕塑等珍贵历史文物需测绘轮廓线及等值线。

b. 平面图的测绘。建筑物平面结构，可采用低空摄影测量或常规测量方法。

c. 剖面图的测绘。根据测绘立面图和平面图获得有关尺寸，特别是檐口与边缘细部的测绘尺寸，补充某些现场量测数据（与建筑专业人员配合），可绘制建筑物内部的剖面图。

测绘人员提供的系列图件，不仅要几何尺寸准确，还应反映出不同时期的艺术风格与特点，符合文物、考古及建筑设计部门的要求。

6.1.3　解析测图仪数字化测图

6.1.3.1　作业准备

资料准备工作执行 6.1.2.1 规定。

6.1.3.2　仪器检校与安置

a. 解析测图仪主机、电子计算机、数控绘图桌和其他外围设备，均应处在良好的作业状态下方可进行作业。作业室应具备计算机房应有的温度、湿度和洁净条件。

b. 作业时应遵守仪器操作规程并逐一输入有关参数。

6.1.3.3　像片定向

a. 内定向：安放底片或透明正片的 X 方向大致平行于仪器的 X 方向。调用相应程序将测标逐点严格对准框标，框标坐标测量误差不得大于 0.01mm。

b. 相对定向时，至少要使用 6～9 个在不同层次均匀分布的定向点定向，各点的残余上下视差不得大于 0.008mm。

c. 绝对定向平面坐标误差不得超过图上 0.4mm，高程定向误差一般不得大于二分之一等值距。

d. 定向结束，应打印及存储有关参数和成果。

e. 绘图桌定向，平面对点误差不应大于图上 0.4mm，误差经合理配赋后进行测图。

6.1.3.4　立体测图

测图方法有直接测图及存储测图

a. 直接测图执行 6.1.2.4～6.1.2.6 条的规定。

b. 存储测图除了利用功能键盘的相应键，还应按要求在绘图过程中生成一个成批点文件和一个绘图文件。

测标沿模型，按一定的时间或距离间隔，逐点将坐标数据信息记录在磁盘文件中。

对雕塑等文物，每采集完某个部分，应在终端显示图像的等值线，观察有无遗漏、不光滑等，加以修改后，存储于磁盘文件中，以便调用与放回。

c. 存储测图作业完成后，应一次回放输出绘图，并将磁盘或磁带存档。

其他测图有关规定，参照 6.1.2.5 及 6.1.2.6 执行。

6.1.3.5　原图修编按 6.1.2.7 执行。

6.1.3.6　提供成果形式

提供的成果形式有两种：

a. 可回放任意比例尺线划图的数字化磁带。

b. 回放线划图。

具体提供何种成果，与用户单位商定。

6.1.4　纠正仪成图

纠正仪成图适用于较平坦的平面型目标和壁画等，可提供影像平面图或线划图。

6.1.4.1　准备工作

a. 收集资料：外业设计书、外业观测及计算控制点手簿，近景摄影底片，外业控制刺点片，并对资料进行必要的分析。

b. 编写内业技术设计书。

c. 底图准备。在底图上按规定的比例尺展绘控制点及纠正点，展点针孔及展点误差不得大于 0.1mm。

d. 纠正点的投影差改正、按公式（16）计算。

$$\delta_y = \Delta y / (y - \Delta y) \cdot R \quad \cdots\cdots (16)$$

式中：δ_y——投影差改正数，mm；

Δy——纠正点对起始平面的高差，m；

y——起始平面的摄影距离，m；

R——图板上纠正点至主点的距离，mm。

计算应精确到 0.1mm，并在底图上进行改正。

e. 在纠正点控制的像片面积内，当高差符合公式（17）时，用一带纠正，否则，应进行分带纠正，一般不宜超过三带。用立体测图仪确定分带的边缘曲线，作业要求参照 GB7930 执行。

$$\Delta h < 0.001\ f_K / \gamma \cdot M \quad \cdots\cdots (17)$$

式中：f_K——摄影机焦距，mm；

γ——像片主点至纠正点的距离，mm；

M——成图比例尺分母。

f. 纠正仪要经过检校。

g. 纠正时要考虑纠正底图下加衬板，以抵消像纸的收缩。

6.1.4.2　纠正镶嵌作业参照 GB 7930 **执行。**

a. **摄影底片比例尺相对于成图比例尺的放大倍数，应在所使用纠正仪的最大放大倍数之内。**

b. **纠正时对点精度为** 0.3～0.4mm。

c. **纠正需要** 4 **个控制点，对具有规则性轮廓建筑物的近景摄影像片，可借用规则图形减少控制点。**

d. **像片与投影面的不平行角度值的限差由公式（**18**）确定。**

$$\alpha_{max} \leqslant \arcsin\left(f\sin\phi_{max}/F\right) \quad \cdots\cdots (18)$$

式中：α_{max}**——像片与投影面的最大不平行角，(°)；**

f**——摄影机主距，**mm**；**

F**——纠正仪物镜焦距，**mm**；**

ϕ**——承影面倾角，(°)。**

采用大角度倾斜摄影，其像片角度与投影面的不平行角度值超过上式的计算值时，应进行二次纠正。

e. **对大型建筑物或平面型的大幅壁画，可应用惯用的镶嵌技术，相邻片接边差一般为** 0.6～0.8mm**，切割线重叠或裂缝不得大于** 0.2mm**，切割线应通过接边误差较小、及色调大致相同处。**

6.1.5　微分纠正成图

制作正射影像图，一般采用微分纠正方法完成。

6.1.5.1　准备工作

a. **资料准备：收集透明正（负）片、控制像片、感光胶片、原始数据　外业控制片、外业控制点成果表等技术资料。**

b. **编写内业设计书。**

c. **框标影像应清晰、完整、齐全。在扫描范围内，除点位刺孔外，不得有注记或整饰符号。**

d. **作业仪器及其外围设备均应处于良好的作业状态下，方可进行作业。**

e. **装片（或归心）、输入已知数据和参数、装感光胶片。**

6.1.5.2　微分纠正扫描用的透明正片和正射影像负片的要求按表 2 **规定。**

表 2

	扫描用的透明正片	正射影像负片
灰雾度 D_0	≤0.1	≤0.2
密度值 D_{min}	0.2～0.3	0.2～0.3
密度值 D_{max}	1.0～1.2	0.8～1.1
影像反差 ΔD	0.8～0.9	0.6～0.8
反差系数 υ	0.6	0.65

6.1.5.3　采集断面数据

采集断面数据一般使用精密立体测图仪、立体坐标量测仪（及其外围设备）或解析测图仪获取。

a. 用精密立体测图仪、立体坐标量测仪（及其外围设备）采集断面数据时，相对定向、绝对定向等要求与 6.1.2.3 相同。

b. 用解析测图仪采集断面数据时，内定向、相对定向和绝对定向等要求与 6.1.3.3 相同。

c. 根据成图精度、高差及坡度综合考虑，正确选择模型断面的横向间隔 Δx 和纵向间隔 Δy。

d. 采集断面数据，测标一般应与模型表面相切。

6.1.5.4　正射投影仪纠正的一般要求按 GB 7930 **执行。**

a. 供扫描用的透明正片不得有划痕、斑点、指纹等。

b. 平面定向，平面控制点经定向配赋后，测标位置与点位不符值以像片比例尺计一般不大于 0.03mm，最大不得超过 0.05mm。

c. 选择缝隙长度和宽度。

d. 扫描和晒印正射正（负）片，必须晒满面积，不得遗漏。

6.1.5.5　接边规定

a. 扫描带间的接边误差一般不大于 0.3mm，最大不得大于 0.6mm。

b. 邻片接边差一般不大于 0.8mm，最大不得大于 1.0mm。

6.1.6　蒙（透）绘线划图

蒙（透）绘线划图，是为了勾绘平面型物体（如壁画、碑刻、瓷砖银嵌图案等）的细部图像。

6.1.6.1　蒙（透）绘铅笔稿图

a. 在晒印好的像片影像图或正射影像图上，用毛面聚脂薄膜蒙（透）绘线划图（铅笔稿）。

b. 影像不很清晰的像片图，可直接在像片影像图上着墨清绘，然后退掉影像，即成线划图。或经计算机图像增强处理后，再蒙绘线划图。

c. 蒙（透）绘时应注意突出重点，取舍合理，能反映出原貌。

6.1.6.2　清绘原图

a. 铅笔稿原图应征求用图单位意见后修改、着墨。

b. 清绘铅笔稿原图时，应力求忠实于原稿，做到线条流畅、均匀光滑、墨色饱满、形象逼真。

c. 图幅整饰按 6.1.1.3 条执行。

6.2　解析法处理

近景像片的解析法处理，应用于物方空间离散点的二维坐标和三维坐标的测定。

6.2.1　坐标量测精度

a. 对近景摄影像片上控制点及待定点（标志点），在解析测图仪，立体坐标量测仪

或单像坐标量测仪上进行量测，两人对测剔除粗差、取中数作为最后观测值。

b. 解析测图仪、立体坐标量测仪及单像坐标量测仪，像点坐标量测精度一般为 ±0.002 ~ ±0.015mm。

6.2.2　近景摄影测量的软件功能

6.2.2.1　一般要求

a. 数学模型的合理与严谨；

b. 程序解算稳定可靠；

c. 可在微机上解算、操作简便。

6.2.2.2　力求具备以下功能：

a. 有系统误差的补偿能力；

b. 具有像点坐标粗差的定位能力；

c. 各类未知数的理论精度的输出以至可靠性指标的输出；

d. 适应不同摄影方法（含多重摄影）、不同摄影机（含非量测摄影机）、不同控制方式和不同精度的要求；

e. 有对摄影测量观测值和非摄影测量观测值进行联合平差的能力。

6.2.3　解析处理方法

近景像片解析处理方法的选择，取决于实地控制条件、摄影机性能精度要求、像片质量、外方位元素是否提供及精度、摄影环境、标志点状态、以及软件所具备的功能等。

有下列几种解析处理方法可供选择。

6.2.3.1　单站时间视差法（又称伪视差法）

a. 时间视差法适用于量测物体二维运动或变形。

b. 摄影时，应使摄影底片面尽量平行于物体的运动或变形的所在平面，其不平行性的限差值按公式（19）计算。

$$\left.\begin{aligned}\Delta\phi_{限} &= f\cdot\delta_{(dx)}/(2x\cdot\Delta x)\cdot\rho\\ \Delta\omega_{限} &= f\cdot\delta_{(dx)}/(z\cdot\Delta x)\cdot\rho\end{aligned}\right\}\quad\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\quad(19)$$

式中：$\Delta\phi_{限}$、$\Delta\omega_{限}$——不平行性的限差值，(″)；

$\delta_{(dx)}$——像点的位移误差，mm；

Δx——像点最大位移值，mm；

f——摄影机焦距，mm；

x、z——目标物在像片上的横向、纵向距离，mm；

ρ——常数，为 206265′。

c. 在变形前拍摄一单张像片，称作零像片，记录物体的起始状态。在物体变形后，在同样内、外方位元素情况下再拍摄另一张像片，将前后两张像片组成像对，量测各特征点的视差值，然后按公式（20）计算位移量 Δx、Δz。

$$\left.\begin{aligned}\Delta x &= \Delta x_i\cdot y/f\\ \Delta z &= \Delta z_i\cdot y/f\end{aligned}\right\}\quad\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\quad(20)$$

式中：Δx、Δz——位移量，m；

Δx_i、Δz_i——像片上量测的位移值，即视差值，mm；

y——摄影距离，m；

f——主距，mm。

d. 摄影前应在物方设立至少三个以上固定点（或控制点），根据控制点在位移值中加入外方位元素变化的改正。改正值按公式（21）计算。

$$\left.\begin{aligned}\delta_x &= a_0 + a_1 x + a_2 y\\ \delta_y &= b_0 + b_1 x + b_2 y\end{aligned}\right\} \tag{21}$$

式中：δ_x、δ_y——位移值，mm；

a_i、b_i——变换系数（i = 0、1、2）；

x、y——量测的像点坐标，mm。

6.2.3.2　多片空间后方交会和空间前方交会解法

a. 适用于像片外方位元素未知，而内方位元素已知，且物方空间有足够控制点时解求物方空间未知点坐标。

b. 在共线条件方程式的基础上，已知物方控制点坐标 X、Y、Z 时，可以得到以控制点像点坐标为观测值，外方位元素 X_s、Y_s、Z_s、ϕ、ω、k 为未知数的误差方程式：

$$V = BX - L \cdots\cdots (22)$$

式中：V——像点坐标改正数矩阵；

B——系数矩阵；

X = 〔ΔX、ΔY、ΔZ、$\Delta\phi$、$\Delta\omega$、Δk〕^{T}；

L——常数项矩阵。

在每片有足够的物方控制点时（至少 3 个），可逐片解出各片的六个外方位元素，然后用两片或多片前方交会，求出各未知点的坐标。这时物方点坐标系未知数的误差方程式为：

$$V = AX - L \cdots\cdots (23)$$

式中：V——未知点的改正数矩阵；

A——系数矩阵；

X = 〔ΔX、ΔY、ΔZ〕^{T}；

L——常数项矩阵。

6.2.3.3　共面条件方程式解法

a. 适用于近景摄影测量网的加密工作，当每张像片不具备三个控制点而整个区域有足够的控制点（至少三个）时，可以完成未知点的加密计算工作。

b. 以共面条件方程式为基础，其解法的主要计算步骤包括相对定向、计算模型坐标以及模型的绝对定向。

相对定向是利用像片对的同名光线共面且对对相交的原理完成。

$$\begin{vmatrix} B_x & B_y & B_z \\ u & \upsilon & \omega \\ u' & \upsilon' & \omega' \end{vmatrix} = 0 \quad \cdots\cdots (24)$$

式中：B_x、B_y、B_z——摄影基线分量；

u、υ、ω、u'、υ'、ω'——分别为左右像点在摄影测量坐标系内的坐标。

公式（25）需进行线性化，组成误差方程式。

$$AV = BX - L \quad \cdots\cdots (25)$$

式中：V——像点坐标改正数矩阵；

X——相对定向元素 B_y、B_z、ϕ'、ω'、k' 的改正数矩阵；

A、B——系数矩阵；

L——常数项矩阵。

采用迭代法逐渐解求相对定向元素。

模型点的摄影测量坐标 X_p、Y_p、Z_p 是用摄影测量空间前方交会法按公式（26）计算。

$$\begin{bmatrix} X_p \\ Y_p \\ Z_p \end{bmatrix} = N_1 \begin{bmatrix} u \\ \upsilon \\ \omega \end{bmatrix} = N_1 R_1' \begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \\ -f \end{bmatrix} \quad \cdots\cdots (26)$$

式中：X_p、Y_p、Z_p——以左摄站为原点的摄影测量坐标；

u、υ、ω 和 x_1、y_1、$-f$——左像片上像点的摄测坐标和像空间坐标；

R_1——左像片在摄测坐标系内的旋转矩阵；

N_1——投影系数。

最后用绝对定向公式计算物方空间坐标 X、Y、Z，按公式（27）计算。

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \lambda R \begin{bmatrix} X_p \\ Y_p \\ Z_p \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} X_G \\ Y_G \\ Z_G \end{bmatrix} \quad \cdots\cdots (27)$$

式中：X_p、Y_p、Z_p——任意点的模型坐标；

X_G、Y_G、Z_G——坐标原点平移值；

λ——缩放系数；

R——摄测坐标系与物方空间坐标系间的旋转矩阵。

6.2.3.4　光线束解法

a. 适于控制点为人工标志点，高精度的摄影测量处理。

b. 以共线条件方程式为基础，依据少量控制点为已知值，又以控制点和大量未知点的像点坐标为观测值，以单张像片为处理单元，其误差方程式是：

$$\left.\begin{aligned} &\text{控制点：} V_1 = A_1 t - L_1 \\ &\text{未知点：} V_2 = A_2 t + BX - L_2 \end{aligned}\right\} \quad \cdots\cdots (28)$$

式中：t——像片外方位元素改正数矩阵；

X——未知数的物方空间坐标改正数矩阵；

A、B——相应的误差方程式系数矩阵；

L_1、L_2——常数项矩阵；

V——像点坐标改正数矩阵。

组成法方程式：经过约化和回代求出坐标改正数矩阵 X。法方程式的约化和回代可逐点进行。

c. 单模型也可用光线束解法。

6.2.3.5　直接线性变换解法

a. 直接线性变换解法适用于非量测摄影机所摄像片。

b. 在解算非量测摄影机所摄像片时，以布设 8～12 个控制点为宜，最少不少于 6 个物方控制点。

c. 算法的基本公式见公式（29）

$$\begin{bmatrix} V_x \\ V_y \end{bmatrix} = -\frac{1}{A}\begin{bmatrix} XYZ10000 - xX - xY - xZ - xr^2 \\ 0000XYZ1 - yX - yY - yZ - yr^2 \end{bmatrix} \cdot L - \frac{1}{A}\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} \quad \cdots\cdots (29)$$

式中：V_x、V_y——改正数；

$A = l_9X + l_{10}Y + l_{11}Z + 1$

$L = (l_1, l_2 \cdots l_{11}, k_1)^T$；

$r = \{(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2\}^{\frac{1}{2}}$；

k_1——物镜径向畸变差系数。

c. 解算的主要步骤：

取分布合理的 6 个点的 12 个线性方程求解 11 个系数 L 的近似值；由计算的 L_i 系数计算 A 的初始值；将新 A 值代入方程，再计算新的 L_t 系数，依次逐步迭代到满足限差为止。

迭代的完成，以内方位元素 x_0、y_0、f 值的计算为判据，即相邻两次迭代循环的内方位元素应满足公式（30）。

$$|\Delta_n - \Delta_{n-1}| \leqslant \delta \quad \cdots\cdots (30)$$

式中：Δ 代表 x_0、y_0、f；

n——为迭代次数；

δ——一般为 0.001 mm。

解算待定点改正了畸变差的坐标仪坐标，并逐步解算相应的 X、Y、Z。

6.2.3.6　二维线性变换解法

a. 适用于物体二维变形的测定，其投影变换公式为：

$$\left.\begin{aligned} x &= (L_1X + L_2Y + L_3) / (L_7X + L_8Y + 1) \\ y &= (L_4X + L_5Y + L_6) / (L_7X + L_8Y + 1) \end{aligned}\right\} \quad \cdots\cdots (31)$$

式中：L_i（$i = 1, 2 \cdots\cdots 8$）——投影系数。

b. 至少有 4 个物方控制点。

6.2.3.7　还可采用其他公认的解析处理方法（如角锥体空间后交－前交方法）。

7　成果精度评定方法

成果完成后，需对精度予以评定。其评定方法应根据实际作业情况选择下列方法中至少一种进行。

7.1　依据已知坐标之坐标精度评定

$$m_x = \sqrt{[\Delta_x\Delta_x] / n}$$

$$m_y = \sqrt{[\Delta_y\Delta_y] / n}$$

$$m_z = \sqrt{[\Delta_z\Delta_z] / n}$$

$$m_D = \sqrt{m_x^2 + m_y^2 + m_z^2} \quad \cdots\cdots (32)$$

式中：m_x、m_y、m_z——点位 $x.y.z$ 向中误差，m；

m_D——点位中误差 $.m$；

Δ_x，Δ_v，Δ_z——量测 $x.y.z$ 坐标与相应物方控制点坐标之差，m；

n——多余物方控制点的个数。

7.2　依据已知长度（面积、体积）之精度评定

依摄影测量长度（D_0）、面积（A_0）、体积（V_0），及被测目标相应之真长度（D）、面积（A）、体积（V），按下式计算相对误差：

$$1/m_D = |(D - D_0)/D| \quad \cdots\cdots (33)$$

$$1/m_A = |(A - A_0)/A| \quad \cdots\cdots (34)$$

$$1/m_V = |(V - V_0)/V| \quad \cdots\cdots (35)$$

式中：m_D、m_A、m_V——相对误差分母；

D_0、A_0、V_0——摄影测量长度、面积、体积；m，m^2，m^3；

D、A、V——被测目标相应部位真长度、真面积、真体积；m，m^2，m^3。

7.3　间接观测平差之精度评定

单位权方差　$\sigma_0 = \sqrt{V^TPV/(n-r)}$ ……（36）

式中：r——未知数个数；

n——观测值个数。

未知数精度：

$$m_{xi} = \hat{\sigma}_0\sqrt{Q_{ii}} \quad \cdots\cdots (37)$$

式中：Q_{ii}——第 i 点的协因数阵。

未知数函数的精度：

设 $Y = F^TX$

$$m_Y = \hat{\sigma}_0\sqrt{F^TQ_{XX}F} \quad (38)$$

式中：Q_{XX}——X 的协因数阵。

8　成果的质量检查验收

8.1　检查验收

检查验收的目的主要是保证测绘成果成图符合现行规范及技术设计书的要求，确保成果成图的质量，以满足用户单位需要。具体要求和作法参照国家测绘局关于检查验收有关规定。

8.2　成果成图资料整理及归档

归档的成果成图包括外业资料和内业资料。

8.2.1　外业资料目录：

a. 摄影底片；

b. 摄影像片覆盖示意图；

c. 摄影机的原始数据或检定数据（包括机型、主距及框标距）；

d. 控制点像片及控制点分布图；

e. 外业观测手簿；

f. 计算手簿及成果表；

g. 技术设计书；

h. 检查验收报告。

8.2.2　内业资料目录

a. 解析法观测成果及计算打印手簿；

b. 立体测图定向手簿；

c. 测绘原图（各种线划图或影像图等）；

d. 技术设计书；

e. 检查验收报告；

f. 蓝晒图或复印图、缩微片、照片、数字化磁带等，以及合同规定的其他资料。

附录 A　近景摄影测量测绘古建筑立面图的要求（补充件）

A1　测绘立面图（图 A1）包括下列各项：

A1.1　建筑物立面的外轮廓

A1.2　屋顶部分

应绘出屋脊和吻、兽及其交接的位置；瓦陇部分的当沟、勾头、滴水及钉帽的位置。

A1.3　屋檐及翼角部分

椽头及飞檐（正面仅看到椽头，翼角翘飞可见到椽的一个侧面）仔角梁、老角梁、连椽。

套兽（仔角梁头装饰物）。

A1.4　柱、枋、斗拱部分

柱子：（比例尺小于 1:50 时，金柱径虽大于檐柱径，可只画檐柱）

额枋、雀替、吊挂楣子、花牙子

平板枋

斗拱（比例尺小于 1:50 时、可只绘外轮廓）

挂落、坐凳、栏杆

A1.5　墙身部分

檐墙、山墙、槛墙（包括塌板、柱门、窗）墀头的砖雕部分（比例尺小于 1:25 时，可只绘外轮廓）。

A1.6　台明及台阶

压面石（阶条石）、柱顶鼓镜、垂带、踏跺、角柱石。

A2　提供下列各点标高：

a. **正脊两端的上表面和围脊的标高，挂落上皮标高，楼层标高；**

b. **正吻的最高点；**

c. **明间中央连檐下皮（飞檐头上皮）；**

d. **仔角梁梁头上皮中央；**

e. **明间中央阶条石边沿。**

A3　提供下列尺寸：

a. **上檐出尺寸：明间屋檐飞椽椽头与檐柱轴线的水平投影距离；**

b. **翼角冲出尺寸；**

c. **翼角上翘尺寸。**

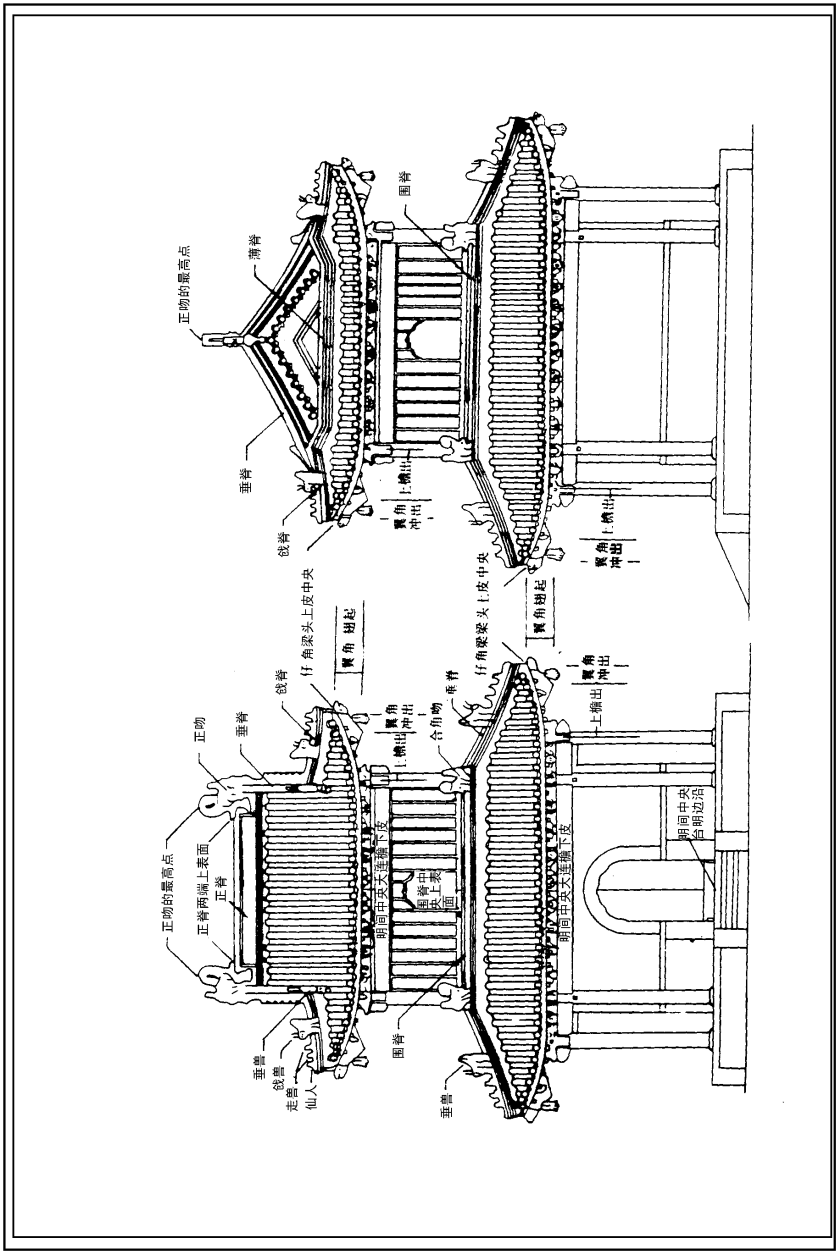
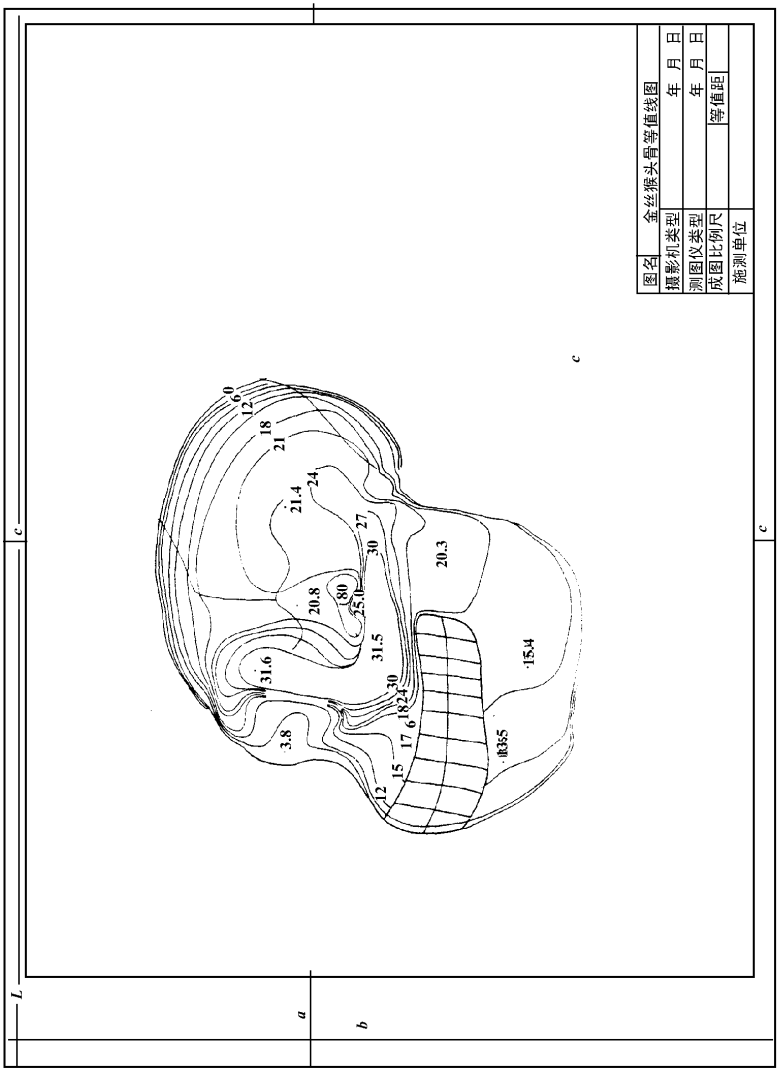

正吻的最高点
脊兽
垂脊
戗脊
围脊
翼角翘起
翼角冲出
上檐出
仔角梁头上皮中央
正吻
合角吻
正脊两端上表面
正脊
明间中央天连椽下皮
围脊中央上表面
垂兽
戗兽
走兽
仙人
明间中央台明边沿

图 A1

附录 B　等值线图
（参考件）


图名 金丝猴头骨等值线图
摄影机类型
测图仪类型
成图比例尺
等值距
施测单位
年 月 日
年 月 日
0
6
12
18
21
24
21.4
27
30
20.8
25.1
31.5
31.6
20.3
15.44
30
24
18
17.6
15
12
3.8
0.365

附录 C　摄影机检校方法
（参考件）

使用单片空间后方交会解法或三维直接线性变换法检定摄影机，可在高精度而稳定的三维控制网内进行。

C1　单片空间后方交会检定摄影机程序

这类程序主要用来检定或测定各种摄影机（包括非量测用摄影机）的外方位元素、内方位元素和物镜畸变差系数等系统误差参数。

C1.1　数学模型

$$\left.\begin{aligned} x - x_0 + \Delta x &= f\{a_1(X-X_s) + b_1(Y-Y_s) + c_1(Z-Z_s)\} / \{a_2(X-X_s) + b_2(Y-Y_s) + c_2(Z-Z_s)\} \\ z - z_0 + \Delta z &= f\{a_3(X-X_s) + b_3(Y-Y_s) + c_3(Z-Z_s)\} / \{a_2(X-X_s) + b_2(Y-Y_s) + c_2(Z-Z_s)\} \end{aligned}\right\} \quad \cdots\cdots (C1)$$

按泰勒级数展开，可得线性化的误差方程式，在已知足够的物方三维控制点时，可解出各内外方位元素和系统误差参数。

一般应提供四个系统误差参数：

$$\left.\begin{aligned} \Delta x &= k_1(x - x_0)(r^2 - r_0^2) + k_2(x - x_0)(r^4 - r_0^4) + (z - z_0)(1 + ds)\sin d\beta \\ \Delta z &= k_1(z - z_0)(r^2 - r_0^2) + k_2(z - z_0)(r^4 - r_0^4) + (z - z_0)[(1 + ds)\cos d\beta - 1] \end{aligned}\right\} \quad \cdots\cdots (C2)$$

上式中 k_1、k_2 为径向畸变差系数，ds、dβ 为仿射变形误差参数，即比例尺不一致性误差和不正交性误差。

误差方程式：　$V = BX - l$

则　$X = (B^TPB)^{-1}B^TPl$ ……（C3）

$Q_{XX} = (B^TPB)^{-1}$ ……（C4）

这种解法是一种迭代解法，直到所求未知数的改正数满足了限差要求为止。

C1.2　基本功能和特点

C1.2.1　可以分别或整体地解求内、外方位元素、畸变差系数 k_1、k_2 和仿射误差系数 ds、dβ。

C1.2.2　可以提供各未知数的中误差及各像点残差。

C1.2.3　可以预先对像点坐标进行二维仿射变换或简单的比例变换（利用框标），亦可不考虑这种像点坐标预处理。基本式为：

a. 仿射变换：

$$\left.\begin{aligned} \bar{x} &= x + a_0 + a_1 x + a_2 z \\ \bar{z} &= z + b_0 + b_1 x + b_2 z \end{aligned}\right\} \quad \cdots\cdots (C5)$$

b. **比例变换：**

$$\left.\begin{aligned}\bar{x} &= \lambda_2 x\\ \bar{z} &= \lambda_2 z\end{aligned}\right\} \quad \cdots\cdots (C6)$$

上述两式中 x、z **为观测坐标，**$\bar{x}$、$\bar{z}$ **为变换后坐标，（改正了部分系统误差的影响）。**

C2　三维直接线性变换程序

这类程序主要用在像片内外方位元素均未知的情况下，借助于一定数量的物方控制点，进行物方未知点坐标的计算。

C2.1　数学模型

三维直接线性变换基本公式为：

$$\left.\begin{aligned}x + \Delta x &= \{l_1 X + l_2 Y + l_3 Z + l_4\} / \{l_9 X + l_{10} Y + l_{11} Z + 1\}\\ z + \Delta z &= \{l_5 X + l_6 Y + l_7 Z + l_8\} / \{l_9 X + l_{10} Y + l_{11} Z + 1\}\end{aligned}\right\} \quad \cdots\cdots (C7)$$

其中 Δx，Δz **为非线性系统误差对像点坐标的影响，一般情况下考虑对称性畸变差误差就可以了，故本程序中取** Δx，Δz **为：**

$$\left.\begin{aligned}\Delta x &= k_1 (x - x_0)(r^2 - r_0^2)\\ \Delta z &= k_1 (z - z_0)(r^2 - r_0^2)\end{aligned}\right\} \quad \cdots\cdots (C8)$$

由（$C7$**）式可得误差方程式为：**

$$\begin{bmatrix}V_x\\ V_y\end{bmatrix} = \frac{1}{A}\begin{bmatrix}X\ Y\ Z\ 1\ 0\ 0\ 0\ 0 - xX - xY - xZ - A(x - x_0)\ B\\ 0\ 0\ 0\ 0\ X\ Y\ Z\ 1 - zX - zY - zZ - A(z - z_0)\ B\end{bmatrix} X - \frac{1}{A}\begin{bmatrix}x\\ z\end{bmatrix} \quad \cdots (C9)$$

其中

$$A = l_9 X + l_{10} Y + l_{11} Z + 1$$

$$B = r^2 - r_0^2$$

$$X = \{l_1, l_2, \cdots\cdots, l_{11} k_1\}^T$$

将误差方程式（C9**）写成矩阵形式：**

$$V = AX - l \qquad \text{权 } p$$

解为：$X = (A^T P A)^{-1} A^T P l$ $\cdots\cdots (C10)$

求出 11 **个** l **系数后，可按下列各式求出内外方位元素和两个附加参数。**

由：

即

$$\left.\begin{aligned}l_1 X_s + l_2 Y_s + l_3 Z_s &= -l_4\\ l_5 X_s + l_6 Y_s + l_7 Z_s &= -l_8\\ l_9 X_s + l_{10} Y_s + l_{11} Z_s &= -1\end{aligned}\right\} \quad \cdots\cdots (C11)$$

求出 X_s、Y_s、Z_s。

而

$$\left.\begin{aligned}x_0 &= \{l_1 l_9 + l_2 l_{10} + l_3 l_{11}\} / \{l_9^2 + l_{10}^2 + l_{11}^2\}\\ z_0 &= \{l_5 l_9 + l_6 l_{10} + l_7 l_{11}\} / \{l_9^2 + l_{10}^2 + l_{11}^2\}\end{aligned}\right\} \quad \cdots\cdots (C12)$$

$$M = \left[l_5^2 + l_6^2 + l_7^2\right] / \left[l_9^2 + l_{10}^2 + l_{11}^2\right] - z_0^2$$
$$N = \left[l_1^2 + l_2^2 + l_3^2\right] / \left[l_9^2 + l_{10}^2 + l_{11}^2\right] - x_0^2$$

则有：

$$ds = \sqrt{N/M - 1}$$
$$d\beta = arcsin\left[\left[\left(x_0 z_0 - \left(l_1 l_5 + l_2 l_6 + l_3 l_7\right) / \left(l_9^2 + l_{10}^2 + l_{11}^2\right)\right)\right] / MN\right] \quad \cdots\cdots (C13)$$

$$f = \sqrt{N}\cos d\beta \qquad f_y = \sqrt{M}\cos d\beta \quad \cdots\cdots (C14)$$

又因

$$\left.\begin{aligned}
a_1 &= r_2\left[\left(l_9 x_0 - l_1\right) + \left(l_9 z_0 - l_5\right)\sin d\beta / f_y\right] = r_2 A_1\\
b_1 &= r_2\left[\left(l_{10} x_0 - l_2\right) + \left(l_{10} z_0 - l_6\right)\sin d\beta / f_y\right] = r_2 B_1\\
c_1 &= r_2\left[\left(l_{11} x_0 - l_3\right) + \left(l_{11} z_0 - l_7\right)\sin d\beta / f_y\right] = r_2 C_1\\
a_2 &= -r_2 l_9 = r_2 A_2\\
b_2 &= -r_2 l_{10} = r_2 B_2\\
c_2 &= -r_2 l_{11} = r_2 C_2\\
a_3 &= r_2\left(l_9 z_0 - l_5\right)\cos d\beta / f_y = r_2 A_3\\
b_3 &= r_2\left(l_{10} z_0 - l_6\right)\cos d\beta / f_y = r_2 B_3\\
c_3 &= r_2\left(l_{11} z_0 - l_7\right)\cos d\beta / f_y = r_2 C_3
\end{aligned}\right\} \quad \cdots\cdots (15)$$

其中 $|r_2| = 1/\left(l_9^2 + l_{10}^2 + l_{11}^2\right)$

而 r_2 的符号同行列式

$$\begin{vmatrix} A_1 & A_2 & A_3 \\ B_1 & B_2 & B_3 \\ C_1 & C_2 & C_3 \end{vmatrix}$$ 的符号。

故可求出 ϕ、ω、k：

$$tg\phi = a_2/b_2$$
$$tgk = c_1/c_2$$
$$tg\omega = c_2$$

求出所有像片的 11 个 l 系数后，利用这些 l 函数进行多片空间前方交会，以求出各物方点的坐标值。

C2.2　基本功能

a. 可以完成多张像片从像点坐标到物方点坐标的解算工作。

b. 能够提供各残差，以检查粗差和进行其他分析。

1:500、1:1000、1:2000 比例尺地形图航空摄影规范

GB 6962 – 86

1　总则

1.1　本规范以测制 1:500、1:1000、1:2000 比例尺地形图为目的，以国民经济建设和国防建设各部门的工程测绘为主要服务对象。航摄执行单位和多数测绘单位现有的技术条件和仪器装备是制定本规范的技术基础；相应比例尺测图规范对航摄资料所提出的各项具体要求，是制定本规范的基本依据；同时，适当考虑航空摄影受自然条件的制约因素。

1.2　本规范是测绘技术标准的一个组成部分。航摄资料的质量应满足本规范的要求。

1.3　本规范是全国各有关航摄单位组织和实施航摄工作的基本准则，是检验航摄资料质量的主要依据。

2　航摄的基本要求

2.1　航摄仪

2.1.1　对航摄仪基本性能的要求

2.1.1.1　象幅：18cm × 18cm

焦距（f_k）：宽角 $f_k = 115.0 \pm 3mm$

$100.0 \pm 3mm$ *

常角 $f_k = 210.0 \pm 5mm$

$200.0 \pm 3mm$ *

2.1.1.2　象幅：23cm × 23cm

焦距（f_k）：特宽角 $f_k = 87.5 \pm 3.5mm$

宽角 $f_k = 152.0 \pm 3mm$

中角 $f_k = 210.0 \pm 5mm$

常角 $f_k = 305 \pm 3mm$

2.1.1.3　物镜中心部分的分解力，18cm × 18cm 象幅应高于 40 线对/mm；23cm × 23cm 象幅应高于 50 线对/mm。位于象片有效使用面积边缘部分的物镜分解力不得低于

* 在选用 $f_k = 100.0mm$、$f_k = 200.0mm$ 航摄仪时，一般应满足 2.1.1 款的各项要求。如用户同意采用 АФА – 41 航摄仪时，可不按上述要求。

20 线对/mm。

2.1.1.4　物镜径向畸变差在象片有效使用面积范围内大部分应小于或等于 **0.015**mm，局部最大应不大于 0.02mm。焦距为 87.5 ± 3.5mm 的特宽角物镜和焦距为 115.0 ± 3mm 的宽角物镜最大畸变差应不大于 0.03mm。

2.1.1.5　航摄中经常使用的各色滤光镜齐全。

2.1.2　航摄仪的检定

2.1.2.1　根据每架航摄仪的稳定状况，每隔 1 ~ 2 年检定一次。检定数据按用户的需要提供。

2.1.2.2　必须检定的项目和对检定数据的精度要求：

a. 检定焦距（f_k）。精度：± 0.01mm。

b. 检定光学框标的坐标值（X，Y）及光学框标、机械框标之间的距离（L）。精度：± 0.01mm。

c. 检定最佳对称主点（S）在象片框标坐标系中的坐标值（X_0，Y_0）。精度：± 0.01mm。

d. 沿象幅周边 1 ~ 8 个辐射方向上每隔 10mm 间距测定对于最佳对称轴的物镜径向畸变差。测定精度：± 0.003mm（23cm 象幅）或 ± 0.005mm（18cm 象幅）。

e. 检定从物镜中心至视场边缘不同部位的物镜分解力。其值应满足本规范 2.1.1.3 的要求。

f. 检定航摄仪每个暗盒的压平质量。检定数据的量测精度应小于或等于 ± 0.01mm。

g. 测定快门的名义速度和有效速度。

h. 在进行光学系统的各项检定时，物镜应戴上黑白摄影时常用的滤光镜一起检校。

2.1.2.3　各项检定数据应准确无误地记入航摄仪履历簿。

2.1.2.4　每年正式飞行作业前，应对每架航摄仪先进行试照，通过试照成果资料的分析处理，确认符合正常工作状态后才能用于正式航摄。

2.1.2.5　航摄仪使用过程中，因偶然原因发生较大震动或发生较大故障后，应及时重新检定。如发现光学系统各元件间的位置有了异变，未经修复检定前，应停止使用。

2.1.2.6　各类航摄附属仪器、仪表应经常检查，及时校准，保持正常工作状态。

2.2　摄影材料

2.2.1　对航摄软片基本性能的要求

2.2.1.1　软片乳剂分解力不得低于 **85** 线对/mm。

2.2.1.2　软片出厂时测定的不均匀变形率应小于或等于 **3**/10000。

2.2.1.3　片基厚度不小于 **0.1**mm（涤纶）或 0.13mm（三醋酸）。片边应平整、光滑、无毛刺、无裂口。

2.2.2　软片感光特性的测定

2.2.2.1　掌握软片的感光特性，是正确选择软片、确定曝光时间和显影条件的必要依据。为此，在每年航摄任务开始前，应根据库存软片的具体情况抽样测定其感光特

性（软片在保存期内以出厂数据为准）。

2.2.3　软片的选择

应根据摄区的地理位置、摄影季节、地面照度、地物反差和景物的光谱特性等因素，正确地选择反差系数、感光度、曝光宽容度和色感性能合适的航摄软片。

2.2.4　印象纸及其它复制摄影材料的选择

航摄底片的层次和密度间距是正确选择印象纸及其它复制摄影材料的依据。密度间距大的底片应选择软性或中性复制摄影材料，反之则选择硬性复制摄影材料。复制摄影材料的不均匀变形率应不大于 1.5/10000。

2.3　航摄计划的制定

2.3.1　制定航摄计划的程序和要求

航摄任务由测图单位提出，并向有关单位申报。批准后，由测图单位和航摄执行单位共同商定有关具体事项，制定航摄计划，签定航摄合同。

航摄计划制定后，由航摄单位按国家规定向主管部门履行飞行申请手续，经批准后执行。

2.3.2　航摄合同的主要内容

2.3.2.1　航摄地区、摄影面积。摄区范围要以经纬度和图幅号用略图标明。

2.3.2.2　成图方法、成图比例尺和摄影比例尺。

2.3.2.3　航摄仪的类型、焦距和象幅，以及需要配备的航摄附属仪器。

2.3.2.4　特殊的技术要求，提供的成果资料名称和数量。

2.3.2.5　执行任务的季节和期限。

2.3.3　航摄的设计工作

2.3.3.1　关于设计用图的规定：

a. 航摄比例尺大于或等于 1:4000 时，一般应采用 1:10000 比例尺地形图。

b. 航摄比例尺小于 1:4000 大于 1:10000 时，一般应采用 1:25000 或 1:10000 比例尺地形图。

c. 航摄比例尺小于或等于 1:10000 时，一般应采用 1:50000 或 1:25000 比例尺地形图。

2.3.3.2　测图单位根据其具有的技术装备条件和测图精度要求选择与之相匹配的航摄仪。

2.3.3.3　一般应在下表所规定的范围内选择航摄比例尺。

成图比例尺 1:$M_{图}$	航摄比例尺 1:$M_{象}$
1:500	1:2000 ~ 1:3000
1:1000	1:4000 ~ 1:6000
1:2000	1:8000 ~ 1:12000

特殊情况下，经测图单位和航摄执行单位双方商定，可根据摄区的具体条件，适当

改变上表的航摄比例尺。

2.3.3.4　航摄分区的划分原则：

a. 航摄分区界线应与成图图廓线相一致。

b. 航摄分区内的地形高差不得超过如下规定：

当航摄比例尺小于 1:8000 时，不得大于四分之一相对航高。

当航摄比例尺大于或等于 1:8000 时，不得大于六分之一相对航高。

c. 在地形条件许可的情况下，航摄分区应尽量大些。

2.3.3.5　航摄分区的平均高度平面按分区的高点平均高度加低点平均高度的二分之一求得。即：

$$h_E = \frac{h_{高平均} + h_{低平均}}{2}$$

2.3.3.6　航线方向和航线敷设方法：

a. 航线飞行方向一般为东 – 西向，少数情况下根据地形走向和专业测绘的特定要求（如线路、河流、海岸、境界等等）亦可为南 – 北向或任意方向。

b. 根据大比例尺航测成图放大作业的特殊性，从航摄象片的最佳覆盖和简便测绘作业考虑，航线一般应按成图图幅中心线或相邻两排成图图幅的公共图廓线敷设。

c. 根据特殊的地形条件和专业测绘的特定要求敷设航线。

2.3.3.7　航摄季节和航摄时间的选定：

a. 选定航摄季节，要选择本摄区最有利的天气条件，并要尽量减少地表植被和其他覆盖物（如积雪、洪水等）对摄影和测图的不良影响。

b. 选择航摄时间，既要保证具有充足的光照度，又要避免过大的阴影。一般以摄区的太阳高度角和阴影倍数来确定。

平地：太阳高度角应大于 20°，阴影不大于 3 倍。

丘陵地：太阳高度角应大于 30°，阴影不大于 2 倍。

山地：太阳高度角应大于 45°，阴影不大于 1 倍。

高层建筑物密集的大、中城市，太阳高度角应大于 45°，阴影不大于 1 倍。

一般城镇地区太阳高度角应大于 30°，阴影不大于 2 倍。

高差特大的陡峭山区，摄影时间应限制在当地正午前后 1h 的时间内。

2.3.4　对铺设地面航摄标志的要求

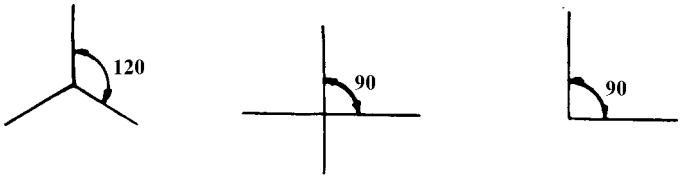
2.3.4.1　根据测图需要必须铺设地面航摄标志的摄区，在签订航摄合同时应予以注明。

2.3.4.2　地面标志必须在飞机进入摄区前铺设完毕。

2.3.4.3　地面标志的形态一般如下图。

2.3.4.4　标志的规格：中心标志一般不得大于 $0.04mm \times M_{象}$；标翼的长度一般为 $0.4mm \times M_{象}$；标翼宽度一般为 $0.04mm \times M_{象}$。

2.3.4.5　标志的颜色应根据摄区地形地物的光谱特性选定，要确保其与周围地面具有最良好的反差。为增强象片上标志的判读效果，标志应适当低于地面或高于地面。



3　对飞行质量和摄影质量的要求

3.1　对飞行质量的要求

3.1.1　对象片重叠的要求

3.1.1.1　立体象对的航向重叠一般应为 60%～65%，个别最大不得大于 75%，最小不得小于 56%。当个别象对的航向重叠小于 56%但大于 53%，且其相邻象对的航向重叠大于或等于 58%时，能确保测图定向点和测绘工作边距象片边缘不小于 1.0cm（18cm×18cm 象幅）或 1.5cm（23cm×23cm 象幅），可视为合格。

3.1.1.2　相邻航线的旁向重叠一般应为 30%～35%，最小不得小于 13%。按图幅中心线或公共图廓线敷设航线时，至少要保证图廓线距象片边缘不小于 1.0cm（18cm×18cm 象幅）或 1.5cm（23cm×23cm 象幅）。

3.1.2　象片倾斜角一般不大于 2°，个别最大不大于 4°。

3.1.3　旋偏角不得超过以下的规定

3.1.3.1　航摄比例尺小于或等于 1:8000，相对航高大于 1200m 时，旋偏角一般不大于 6°，最大不大于 8°。

3.1.3.2　航摄比例尺小于 1:4000、大于 1:8000，旋偏角一般不大于 8°，最大不大于 10°。

3.1.3.3　航摄比例尺大于或等于 1:4000，旋偏角一般不大于 10°，最大不大于 12°。

3.1.3.4　在摄区地形条件极为特殊，飞行特别困难的情况下，经测绘单位认可，个别象对的旋偏角可略大于 12°，但不应超过总数的 4%。

3.1.3.5　在航摄区内达到或接近最大旋偏角的象片不得连续超过三片。

3.1.4　航线的弯曲度不得大于 3%。

3.1.5　关于航高保持的规定

3.1.5.1　同一航线上相邻象片的航高差不得大于 20m。

3.1.5.2　同一航线上最大航高与最小航高之差不得大于 30m。

3.1.5.3　摄影分区内实际航高与设计航高之差不得大于 50m。当相对航高大于 1000m 时，分区内实际航高与设计航高之差不得大于设计航高的 5%。

3.1.6　关于保证图廓、分区、摄区界线覆盖的规定

3.1.6.1　图廓覆盖：航向覆盖应保证超出图廓线一条基线。旁向覆盖，常规飞行时超出图廓线一般不少于象幅的 50%，最少不得少于象幅的 30%；按图幅中心线或公共图廓线飞行时，旁向覆盖超出图廓线最少不得少于象幅的 12%。

3.1.6.2　分区覆盖：分区之间如航线方向相同，旁向正常接飞；航向各自超出分区界线一条基线。分区之间航线方向不同时，航向各自超出分区界线一条基线；旁向超出分区界线一般不少于象幅的 30%，最少不少于象幅的 15%。按图幅中心线或公共图廓线飞行时，最少不少于象幅的 12%。

3.1.6.3　摄区界线一般与图廓线和分区界线一致，其覆盖要求与“3.1.6.1”、“3.1.6.2”相同。

3.1.7　关于控制航线（构架航线）的规定

3.1.7.1　位于摄区四周的控制航线，要保证象主点落在摄区边线之外，两端应超出摄区边线四条基线。

3.1.7.2　位于摄区内的控制航线，要保证象主点落在所跨乘的图廓线两侧测图航线半条基线的范围内。控制航线交叉处应有不少于四条基线的相互重叠。

3.1.7.3　控制航线的象片比例尺应大于测图航线的象片比例尺，并具有大于或等于 80%的航向重叠，保证隔片能配成正常重叠的立体象对。

3.1.8　对按图幅中心线、公共图廓飞行的要求

3.1.8.1　覆盖要求：

a. **当编制影象地图或采用象片平面图测图时，航线按图幅中心线敷设，航向重叠 80% ~ 85% ~ 90%，$M_{象}/M_{图} \approx 4$（倍），要求达到一张象片覆盖一幅图。**

b. **精密立体测图仪测图时，航线按图幅中心线敷设，航向正常重叠，$M_{象}/M_{图} \approx 4$（倍），要求一条航线覆盖一排成图图幅，保证在平行于航线方向的图廓线满幅。**

3.1.8.2　实际航迹偏离图幅中心线一般不得大于五分之一图廓长度；偏离公共图线一般不得大于五分之一航线间隔（相当于五分之二图廓长度）。当实际航迹的偏离超过了上述规定，但旁向覆盖仍能保证图廓线距象片边缘不小于 1.0cm（18cm × 18cm 象幅）或 1.5cm（23cm × 23cm 象幅）时，可视为合格。

3.1.8.3　中心片的选择应保证图廓线距象片边缘一般不小于 2.0cm（18cm × 18cm 象幅）或 2.5cm（23cm × 23cm 象幅），最小亦不得小于 1.0cm 或 1.5cm。

3.1.8.4　航线两端过渡片的象主点应落在成图图幅的图廓线或测区的边界线之外，过渡片与中心片应具有正常的航向重叠。

3.1.8.5　加大航向重叠摄影（指 80%，85%，90%）其象片倾斜角和旋偏角的测定，以抽片后配成立体象对的过渡片和中心片为准，要求同“3.1.2”、“3.1.3”。

3.1.9　关于漏洞补摄的规定

3.1.9.1　应采用与原摄航线同类型的航摄仪及时补摄。

3.1.9.2　补摄时应按原设计要求进行。

3.1.9.3　补摄航线的长度，按成图图幅为单位补摄，并应超过漏洞外一条基线，也可在订立合同时与航摄执行单位商定。

3.1.9.4　在设置控制航线的情况下，补摄航线两端必须超过控制航线外一条基线。

3.1.9.5　不用于测图的控制航线如本身出现局部相对漏洞或有其它缺陷（如云、云影、脱胶等）但不影响整条航线的模型连接和正常的控制选点时，可不补摄。

3.2　对摄影质量的要求

3.2.1　用密度计抽样测定航摄底片的灰雾密度（D_0）、最小密度（$D_{最小}$）和最大密度（$D_{最大}$），应满足下列要求。

3.2.1.1　根据我国常用航摄软片的感光特性，底片的平均密度应控制在 0.7～1.0 范围内，其最佳平均密度值为 0.85。

3.2.1.2　要确保底片具有必要的透明度，底片的灰雾密度（D_0）不得大于 0.2。

3.2.1.3　为能够判别位于地面上最暗处景物的影象，底片的最小密度（$D_{最小}$）至少要比灰雾密度（D_0）大 0.2。

3.2.1.4　为在正常作业条件下能够判别地面上最亮景物的影象，底片的最大密度（$D_{最大}$）一般应为 1.4～1.8。对于极少数特别光亮的地物，其最大密度可以超过 1.8 但不得大于 2.0；而在地物亮度特小的地区（如草原、森林），其最大密度可以小于 1.4 但最小不得小于 1.0。

3.2.2　底片的密度差（ΔD）　（亦称反差），一般应为 1.0 左右。最大密度差（$\Delta D_{最大}$）不得大于 1.4。在地物亮度比特小的地区，最小密度差（$\Delta D_{最小}$）不得小于 0.6。

3.2.3　用目视法检查底片，应影象清晰、层次丰富、反差适中、色调柔和。能辨认与航摄比例尺相适应的细小地物的影象；能够建立清晰的立体模型，确保立体量测的精度。

3.2.4　光学框标的影象必须清晰、齐全。

3.2.5　最大曝光时间的选定，除保证航摄软片正常感光外，还应确保最高地形点因飞机地速的影响所造成的象点位移误差（$\delta_{最大}$）不超过 0.06mm。为此，正式航摄前应按下式计算出容许的最大曝光时间（$t_{最大}$）。

$$t_{最大} = \delta_{最大} \cdot \frac{M_{象}}{W\ (米/秒)} = 0.06\text{mm}\ \frac{M_{象}}{W\ (米/秒)}$$

式中：$M_{象}$——最高地形点的航摄比例尺分母；

W——飞机地速。

3.2.6　航摄软片在曝光时由于未能严格压平在航摄仪的焦面上而引起的象点位移误差不得超过以下的规定。

3.2.6.1　23cm×23cm 象幅，压平精度检查采用精密立体坐标量测仪测定标准配置点和若干检查点的坐标和视差，在电子计算机上按模型相对定向程序进行解析计算，输出结果，检查点上的剩余上下视差（Δq_{23}）应小于或等于 0.02mm。

3.2.6.2　18cm×18cm 象幅，用 1818 立体坐标量测仪测定标准配置点和若干检查点的坐标和视差与用图解计算法求得的同名点上下视差的较差（$\Delta q_{18} = q_{量} - q_{计}$）应小于或等于 0.04mm。

3.2.7　海域和水位变化大的河流、湖泊，最好选择低水位时进行航摄，要尽量减少象主点落水，摄区内所有岛屿和干出滩必须摄影完整并能组成立体象对。

3.2.8　底片上如有云、云影、划痕、静电斑痕、折伤、脱胶等缺陷，且其范围不

大，不影响立体模型的连接和测绘时，成果资料可以使用，否则应予补摄。用于编制象片平面图和正射影象图的底片，对于上述缺陷的处理应适当从严掌握。

3.2.9　底片定影和水洗必须充分，要用化学检验法进行检查。

3.2.10　象片、象片索引图等航摄复制品，必须影象清晰、确保质量。

3.2.11　有关各类附属仪器仪表的记录资料应满足测图单位提出的具体要求。

3.2.12　对彩色、彩色红外摄影的质量要求

3.2.12.1　彩色、彩色红外航空摄影必须正确选用滤光镜，确保曝光量正确、底片反差适中、影象清晰、颜色饱和。彩色红外底片的红外特征明显。

3.2.12.2　彩色、彩色红外象片应校色正确，色调均匀，象片间相同地物的彩色基调一致；能显示底片上的细部影纹，影象清晰、彩色鲜明。彩色红外象片应能显现摄区的特定景观。

3.2.12.3　在彩色、彩色红外底片和象片上，均不得有色斑、褪色、变色、污染等缺陷。

3.2.12.4　其它各项要求与黑白摄影相同。

4　成果整理、检查与验收

4.1　航摄底片的编号和注记

4.1.1　根据飞行报告表所列的航线数和每条航线的象片数划分航线；按照地物阴影的方向和象幅间各种记录仪表影象的相互关系确定底片编号的位置。

4.1.2　底片编号应以反体字在乳剂面上进行。要求字体端正，清晰易读，字大小为 4mm × 6mm。号码应包括摄区代号及底片片号，同一摄区内不得出现重号。

4.1.3　底片号码与航线前进方向一致。东西方向飞行时，片号应编在相应于实地的西北角上；南北方向飞行时，片号应编在相应于实地的东北角上。片号应尽量靠近象幅边缘，但又不得压盖框标。

4.1.4　每卷底片的两端分别作出如下内容相同的注记：

航摄日期、机组号、摄区代号、分区编号、底片卷号、所在图幅编号、航摄仪类型及号码、焦距、框标距、暗盒号、起止片号、总片数等。

航摄中如配有测高仪、高差仪之类的附属仪器，其记录底片和有关数据亦要作出相应的编号和说明注记。

4.2　成果的整理与包装

4.2.1　底片应先清洁整理而后装筒。每筒内装一卷或两卷，片子不宜卷得过紧，片卷中心直径不得小于 2cm。每卷底片应填写登记卡片一式两份，一份置于筒内，一份贴在筒外，卡片上注明筒号、图号、起止号码等。

4.2.2　象片应按分区或每张象片索引图所包括的图幅范围整理装盒，填写象片登记卡片一式两份，一份置于盒内，一份贴在盒上。卡片的内容应包括：摄区代号、分区号码、所在的图幅编号、航线序号和每条航线的起止片号、片数及总片数。

4.3　制作象片索引图

4.3.1　索引图可按航摄分区或加密区域网的范围分幅制作。

4.3.2　象片索引图应能如实反映所含范围内全部象片资料的情况。同一摄区内相邻索引图之间应保持一定的重叠。索引图的比例尺应尽量大些，要确保能够判读每条航线的象片号码。在设有控制航线的摄区，制作象片索引图时，应在相应位置标明控制航线的编号和其两端的起止片号。

象片索引图的幅画一般为 25cm × 30cm。图内应注出较大的城镇、河流等主要地物的名称；图外应标明所在的一万分之一或五千分之一图幅号、摄区代号、航摄年月、航摄比例尺和制作者、检查者等有关内容。

4.4　成果检查、验收的工作程序

4.4.1　航摄执行单位按本规范和摄区合同的规定对航摄底片、象片、象片索引图、各类记录数据和表格等全部成果资料，逐项进行认真的检查，并详细填写检查记录手簿。

4.4.2　航摄执行单位根据航摄资料移交和摄区合同规定，将全部成果资料整理齐全，移交测绘单位代表验收。

4.4.3　测绘单位代表以本规范和摄区合同为依据对全部成果资料进行验收。验收合格后，双方在移交书上签字，并办理移交手续。

4.4.4　双方代表协商处理检查验收工作中发现的问题，共同评价成果资料的质量。

4.5　检查验收的方法

4.5.1　数据测定法：凡是能够通过人工量测和仪器测定以数据表示的指标，都必须分项进行全面量测和分批进行抽样测定。使检查验收工作尽量做到科学化、数据化。

4.5.2　样片比较法：检查底片的摄影质量要在抽样测定数据基础上，根据本规范所规定的质量指标，制定不同地区和不同景物特征的标准样片（如：城市密集区、一般平地、丘陵地、山地、高山地等）。在实际检查验收工作中，要通过对照同类样片进行比较的方法，鉴别摄影质量的优劣。

样片的质量标准是：

优良品级：

a. 密度差 0.7，最大密度 1.2

b. 密度差 1.0，最大密度 1.5

合格品：

a. 密度差 0.6，最大密度 1.0

b. 密度差 0.6，最大密度 1.8

c. 密度差 1.4，最大密度 1.8

4.5.3　目视检查法：目视检查法是检查验收工作中经常采用的主要方法。对摄影与摄影测量的实践经验和对规范、合同条款的正确理解，是目视检查者必须具备的基本条件。

4.5.4　航摄底片压平质量的检查，航摄执行单位一般利用每年正式开飞前的试飞底片，由专门负责该项检查的单位进行检查。检查结果作为一项检定数据记入每架航摄

仪的履历簿中。在正式航摄过程中，除特殊情况外，一般可不再检查。如测绘单位在检查验收工作中，确认有必要重作此项检查时，必须满足下列条件：

a. 每个暗盒应检查两个连续的立体象对。

b. 标准配置点到方位线的距离不得小于 9.5cm（23cm×23cm 象幅）或 7.5cm（18cm×18cm 象幅）；检查点应均匀分布，每个象对不少于 10 点。

c. 用于量测的底片应影象质量优良，重叠正常，倾角和旋偏角小，框标清晰齐全。

d. 应尽量选择起伏小的平坦地区。

e. 量测的仪器经过严格检校，符合正常作业状态。

f. 作业人员的工作责任心和业务技术水平要能确保量测数据准确无误。

4.6　检查验收工作应注意的事项

4.6.1　凡规范和摄区合同中有明确质量指标的，应按规定执行。检查验收人员不得自行放宽限差，降低质量标准。

4.6.2　在执行规范和摄区合同各项规定的前提下，对航摄过程中确系难以预见的客观原因或某种特殊情况所造成的局部质量问题，应从综合经济效益考虑，充分协商，灵活处理。

4.6.3　在检查验收工作中，如双方代表对规范条款有不同的理解，经过协商又不能取得一致认识时，应及时报请主管上级处理。

5　航摄仪器、感光材料、航摄底片的保管

5.1　对航摄仪器的保管要求

为防止仪器部件的损坏和光学系统污染、发霉，航摄仪器的保管应满足以下条件。

5.1.1　航摄仪器应存放在专用库房内。室内要清洁、干燥，常年温度保持在 10～20℃之间，相对湿度不大于 65%。

5.1.2　航摄仪器平时应置于专用箱内搬运和保存。长期不用的仪器要按规定进行油封后入库。

5.1.3　仪器的快门露光速度应放在最低档位置上，将快门弹簧放松。操纵时间间隔放在最小位置，放松内部发条。

5.1.4　室内不能有酸类化学药品及易挥发性物质。

5.1.5　必须定期进行检查，发现问题及时处理并记入仪器的履历簿。

5.2　对感光材料的保管要求

为保持感光材料性能的稳定性，其保管必须满足以下条件。

5.2.1　感光材料（包括：航摄软片、象纸、复制软片等）应存放在专用的仓库内。库房要清洁、干燥、通风。常年温度保持在 5～20℃，相对湿度不大于 60%±5%（红外软片要求的条件更严些）。感光材料使用前，应先出库在常温下放置 8h 左右，以进行热平衡。

5.2.2　感光材料应尽量保持原封，装在筒内箱内进行保存。拆箱后的筒装软片和盒装象纸应垂直安放在距离地面 30cm 以上的架子上，离开热源 1m 以外的地方，并且

要避开阳光的直接照射。

5.2.3　库房内不能有酸类化学药品及易挥发性物质；不得受到硫化氢、二氧化硫、一氧化碳、氨等有害气体以及放射性物质的侵蚀。

5.2.4　已经航摄曝光待冲洗处理的软片，包括转运期在内的保存期，不得超过 15 天。

5.2.5　库房内外应严禁烟火，并且必须具有良好的消防设施。

5.3　对航摄底片的保管要求

航摄底片是测图的原始材料，底片的妥善保管对保证测图精度和延长底片的使用期限具有重要意义。为此，在底片保管过程中必须采取措施以防止底片发黄、发霉，影象褪色和消失、药膜面损伤、撕裂及片基不均匀变形等弊病的产生。

5.3.1　航摄底片的保管除应具备“5.2”的各项条件外，还需注意在使用底片时应特别注意保护好乳剂面，严禁汗渍、油渍污染底片。

5.3.2　测图任务完成后，暂时不用的底片，要经过清洁后，包装好密封于专用底片筒内保存。

5.3.3　底片宜整卷装筒直立存放，不得随意截断或裁成单片保存。

5.3.4　不同片基的航摄底片应分库或分仓保管。

附录 A　检查航摄底片压平质量的方法

A1　解析法

用解析法检查航摄底片的压平质量是一种比较严密的方法。它是应用解析空中三角测量的原理，将欲要检查的两个连续立体象对，在精密立体坐标量测仪上进行方位线定向后，测定每个象对的标准配置点及检查点的坐标和视差（点位分布如图 A1）。而后应用连续象对相对定向计算程序在电子计算机上进行解算。当相对定向元素解算完毕，则认为立体模型中所有点的同名光线均已对对相交。如果在航摄过程中，底片没有得到严格压平，则地物点的构象就会产生移位，也就满足不了相对定向的几何条件。因此，可在解算相对定向元素的逐渐趋近过程中，检查模型定向点及多余检查点上的剩余上下视差（Δq）是否为零或小于某一限定值作为评定底片压平质量的标准。根据本规范的要求，如 $\Delta q = 0$ 或 $\Delta q_{23} \leqslant 0.02\text{mm}$，$\Delta q_{18} \leqslant 0.04\text{mm}$，则表示底片的压平质量合格。

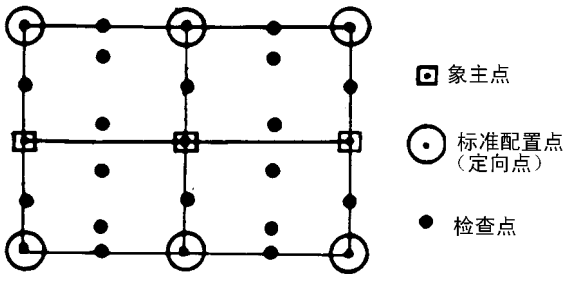


图 A1　标准配置点、检查点分布图

航摄过程中，由于航摄仪物镜径向畸变差、大气折光差、地球曲率差等因素的影响，都能使底片上的象点产生移位，破坏了象点、投影中心，物点三者严格的物理系统和共线共面条件。这些误差所造成的影响都与象点的辐射距有关，使得在标准配置点的 3 点和 5 点，4 点和 6 点上的上下视差产生大小相差、符号相反的误差。而对 1 点和 2 点的上下视差则没有影响。另外，航摄软片的不均匀变形也使象点坐标和视差的量测值产生误差。因此，为了尽可能的消除这些系统误差，确保底片压平检查数据的可靠性，最测时标准配置点的点位必须位于象片最大有效面积的边沿；在计算程序中必须包括对上述各项系统误差的改正。作为专门负责检定航摄仪底片压平质量的单位应按上述要求，根据本单位所具有的计算机型号，编写专用的检定计算程序。测绘单位若要进行这项检查，可利用解析空中三角测量计算程序中的相对定向程序段进行。

A2　图解内插计算法

A2.1　在精密立体坐标量测仪或 1818 立体坐标量测仪上将欲要检查的立体象对进行方位线定向后，量测模型内标准配置点及检查点的坐标和视差，记录干《底片压平质量检查手簿》内（手簿格式如附表）。

A2.2　计算 3、5、4、6 四个标准配置点的“ φ ”值。为了确保图解内插计算的数据能准确到小数点后两位，将计算的“ φ ”值乘以系数 1000。即：

$$\varphi_{(标)} = \frac{q}{y} \times 1000$$

A2.3　在方格纸上根据量测得的坐标展绘出标准配置点及检查点的点位。连续四个标准配置点构成一个矩形。根据四个标准配置点的 $\varphi_{(标)}$ 值，对矩形四边进行等分内插，连接 φ 值相等的点绘制成 φ 值图（如图 A2）。

A2.4　如绘制的 υ 值图中各差值线的间隔基本相等且互相平行，表示航摄时底片压平状况正常，则可根据各检查点在 φ 值图中的位置，读出每个点的 $\varphi_{(检)}$ 值。按下式计算各检查点上应有的上下视差 q' 和与其相应的量测值 q 的较差 Δq 。

$$q' = \frac{\varphi_{(检)} \cdot y}{1000}$$

$$\Delta q = q - q'$$

若 $\Delta q_{2\,3} \leqslant 0.02$ mm，$\Delta q_{18} \leqslant 0.04$mm，则底片压平质量合格。

A2.5　检查山区底片时，应考虑高差的影响。必须在计算标准配置点的 $\varphi_{(标)}$ 值时加一改正数 $\Delta\varphi$，而后按照以上相同的方法进行图解计算。

$$\Delta\varphi = \frac{\Delta p \cdot a_{x1}}{f_x \cdot \rho'}$$

由上式可知，为了求得 $\Delta\varphi$，山区底片检查时除量测每个点的坐标和上下视差外，还需同时量测各点的左右视差 p，并计算出各点相对于右片象主点（2 点）的左右视差较 Δp。式中 a_{x1} 为左片偏角，可根据 4 点和 6 点的上下视差量测值（q_4、q_6）用相互定向元素一次项公式计算得出：

底片压平质量检查手簿

点号		坐标				上下视差		$\varphi_{(标)}$	$\varphi_{(检)}$	q'	Δq	备注
		横		纵		仪器读数	q	$\varphi_{(标)}=\frac{q}{y}\times 1000$	从φ图上读取	$q'=\frac{\varphi_{检}\,y}{1000}$	$\Delta q=q-q'$	
		仪器读数	x	仪器读数	y							
标准配置点	1	100.00	0	100.00	0	10.00	0	0				$b=x_2-x_1$
	3	100.00	0	175.00	+75	10.56	+0.56	+7.5				$=61.79$
	5	100.00	0	25.00	−75	10.51	+0.51	−6.8				$x_0=100.00$
	2	161.79	61.79	100.00	0	10.00	0	0				$y_0=100.00$
	4	161.79	61.79	175.00	+75	10.53	+0.53	+7.1				航摄仪型号：
	6	161.79	61.79	25.00	−75	10.47	+0.47	−6.2				RC　8No 709
检查点	7	100.00	0	135.00	+35	10.14	+0.14		+3.75	+0.13	+0.01	暗盒号：
	8	135.00	35	170.00	+70	10.47	+0.47		+7.00	+0.49	−0.02	No　4
	9	115.00	15	150.00	+50	10.24	+0.24		+5.10	+0.26	−0.02	立体象对：
	10	130.00	30	150.00	+50	10.24	+0.24		+5.00	+0.25	−0.01	3654 − 53
	11	145.00	45	150.00	+50	10.24	+0.24		+5.00	+0.25	−0.01	
	12	120.00	20	130.00	+30	10.09	+0.09		+3.25	+0.10	−0.01	
	13	140.00	40	130.00	+30	10.09	+0.09		+3.20	+0.10	−0.01	
	14	161.79	61.79	135.00	+35	10.11	+0.11		+3.60	+0.12	−0.01	
	15	135.00	35	105.00	+5	10.00	0		+0.90	0	0	
	16	100.00	0	65.00	−35	10.11	+0.11		−3.00	+0.10	+0.01	
	17	115.00	15	50.00	−50	10.21	+0.21		−4.40	+0.22	−0.01	
	18	130.00	30	50.00	−50	10.22	+0.22		−4.20	+0.21	+0.01	
	19	145.00	45	50.00	−50	10.21	+0.21		−4.10	+0.20	+0.01	
	20	120.00	20	70.00	−30	10.08	+0.08		−2.40	+0.07	+0.01	
	21	140.00	40	70.00	−30	10.07	+0.07		−2.30	+0.07	0	
	22	161.79	61.79	65.00	−35	10.08	+0.08		−2.55	+0.09	−0.01	
	23	135.00	35	95.00	−5	10.00	0		0	0	0	
	24	135.00	35	30.00	−70	10.42	+0.42		−6.00	+0.42	0	

检查者：_____日期：_____

$$a_{x1}=\frac{f_x\cdot\rho'}{2by}\ (q_6-q_4)$$

将 a_{x1} 代入前式得：

$$\Delta\varphi=\frac{\Delta p}{2by}\ (q_6-q_4)$$

式中：b 为象片基线；

y 为标准配置点的纵坐标。

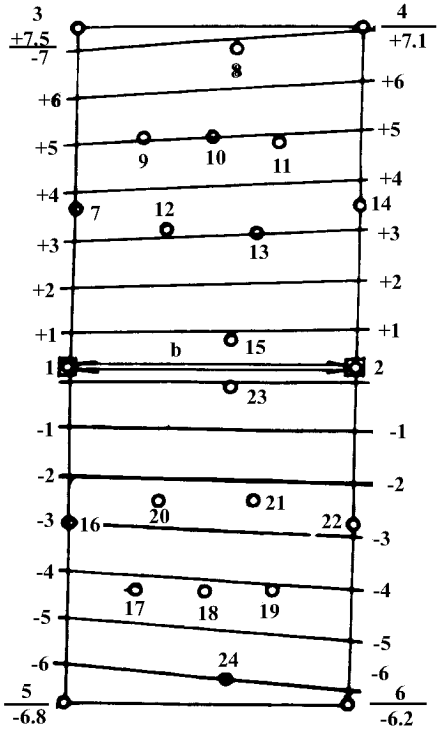


图 A2　φ 值图

附录 B　常用显影液、定影液配方

B1　常用显影液配方

药品 / 每公斤含量（克） / 配方	米吐尔 $C_6H_4OHNHCH_3\cdot\frac{1}{2}H_2SO_4$	无水亚硫酸钠 Na_2SO_3	几奴尼 $C_6H_4(OH)_2$	无水碳酸钠 Na_2CO_3	硼砂 $Na_2B_4O_7\cdot10H_20$	溴化钾 KBr
中性（HII）	1	26	5	20		1
中性快速（yII－2）	5	40	6	31		4
中硬性快速（D－72）	3	45	12	67.5		2
硬性（kII－1）	2	52	10	40		4
软性	3	30		30		1
软性缓慢（A－12）	8	125		6		2.5
微粒（D－76）	2	100	5		2	

B2　常用酸性快速定影液配方（每公升）

B2.1　第一配方：

硫代硫酸钠（$Na_2S_2O_3\cdot5H_2O$）	165g
氯化铵（NH_4Cl）	50g
亚硫酸氢钠（$NaHSO_3$）	17g

B2.2　第二配方：

硫代硫酸钠（$Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$）	250g
氯化铵（NH_4Cl）	50g
无水亚硫酸钠（Na_2SO_3）	35g
硫酸（H_2SO_4）	6m*l*

B3　酸性快速坚膜定影液配方（F－7 定影液）（每公升）

硫代硫酸钠（$Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$）	360g
氯化铵（NH_4Cl）	50g
无水亚硫酸钠（Na_2SO_3）	15g
醋酸（28%）（CH_3COOH）	48m*l*
硼酸（H_3BO_3）	7.5g
钾钒〔$KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$〕（另溶于水）	15g

附录 C　航摄底片（象片）水洗质量化学检查方法

C1　检查液的配方

蒸馏水	750m*l*
无水碳酸钠	10g
高锰酸钾	1g
加蒸馏水至	1000m*l*

C2　取检查液半试管，从水洗过的底片上（象片上）采 1～2 **滴水滴于试管中，若试管内的检查液在半分钟内没有变色，说明水洗质量合格。否则，应增长水洗时间重新水洗。**

附录 D　航空摄影常用基本公式

D1　摄影基线和航线间隔计算

$$b_x = L_x\ (1 - p_x)；\qquad B_x = b_x \cdot m_{航}$$

$$d_Y = L_Y\ (1 - q_Y)；\qquad D_Y = d_Y \cdot m_{航}$$

式中：b_x、B_x 为象片上和实地上的摄影基线长度；

d_Y、D_Y 为象片上和实地上的航线间隔宽度；

L_x、L_Y 为摄影象幅的长度和宽度；

p_x、q_Y 为航向和旁向重叠度；

$m_{航}$ 为航摄比例尺分母。

D2　航高计算

$$H = m_{航} \cdot f_k$$

$$H_0 = H + h_g$$

式中：H 为航摄分区平均高度平面上的航高（亦称相对航高）；

H_0 为航摄时飞机的海拔高度（亦称绝对航高）；

f_k 为航摄仪的物镜焦距；

h_g 为分区平均高度平面的高程。

D3　航向基线角和旁向照准角的计算

$$\mathrm{tg}\varphi_b = \frac{B_x}{H} = \frac{b_x}{f_k}$$

$$\mathrm{tg}\varphi_d = \frac{D_y}{H} = \frac{d_Y}{f_k}$$

D4　相邻象片曝光时间间隔计算

$$E = \frac{B_x}{W}$$

式中：W 为飞机地速。

D5　飞机空中转弯半径的计算

$$R = \frac{V^2}{9.81\mathrm{tg}\beta}$$

式中：V 为飞机真空速；

β 为飞机转弯坡度。

D6　计算摄影时间的参考公式

$$T_{\phi} = 12h_{\theta} - \frac{\sqrt{1 - \cos t_{\theta}}}{0.03}$$

$$\cos t_{\theta} = \frac{h_{\theta} - \delta_{\theta}}{90° - \varphi}$$

式中：T_{ϕ} **为摄影地方时；**

h_{θ} **为太阳高度角；**

δ_{θ} **为太阳赤纬；**

φ **为摄区的地理纬度；**

t_{θ} **为太阳时角。**

附录 E　航摄资料移交书

_____根据 19　　年　　月　　日

_____合同执行_____摄区航空摄影任务，计完成航摄面积及移交资料如下表：

E1　航摄面积

表 E1

地区类别	完成航摄面积 km^2	航摄比例尺	摄影种类	象幅	航向重叠	较常规增加曝光次数	备　注

E2　移交资料

表 E2

项　目	规　格	单　位	份　数	数　量	备　注
黑白航摄底片		卷			
彩红外航摄底片		卷			
多光谱航摄底片		卷			
彩色航摄底片		卷			

项　目	规　格	单　位	份　数	数　量	备　注
象片索引图底片		米			
象片索引图		张			
黑白航摄象片		张			
彩红外航摄象片		张			
合成航摄象片		张			
黑白多光谱象片		张			
彩色航摄象片		张			
象片略图		张			
航摄鉴定表		张			
航摄底片登记表		本			
其它					

以上经甲、乙双方代表确认，并核实清点无误。

接收单位（章）　　交出单位（章）

验收代表　　交出代表

接收代表　　摄影处理中心负责人

年　月　日　　年　月　日

附录 F　航摄鉴定表

F1　（格式一）

表 F1

摄区_____　　航摄比例尺_____

分区_____图幅名称_____　　绝 对 航 高_____

航摄仪：

类型_____

号码_____

焦距_____ mm

最大畸变差_____ mm

在_____方向

半径_____ mm 处

框标间距离：

x – x = _____ mm

y – y = _____ mm

2 – 4 = _____ mm

4 – 6 = _____ mm

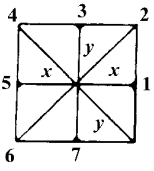
6 – 8 = _____ mm

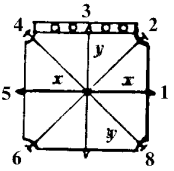
8 – 2 _____ mm

像主点坐标：

x_0 = _____ mm

y_0 = _____ mm





航线序号	航摄日期	航摄仪型号	航线两端号码	片数
合计				

说明_____

检查意见＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿车间主任＿＿＿＿＿＿日期＿＿＿＿＿＿

验收意见＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿验收代表＿＿＿＿＿＿日期＿＿＿＿＿＿

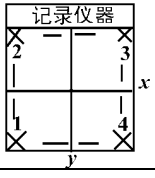
F2　（格式二）

表 F2

摄区＿＿＿＿＿＿　　**摄影比例尺**＿＿＿＿＿＿

分区＿＿＿＿＿＿　　**图幅名称**＿＿＿＿＿＿＿＿　　**绝 对 航 高**＿＿＿＿＿＿

航线序号	航摄日期	航摄仪镜筒号	航线两端号码	片数	像片索引图（中心片号）							
总片数												



左图：承片框平面上所见景象

航摄仪类型＿＿＿＿＿＿ No＿＿＿＿＿＿　**焦距**＿＿＿＿＿＿ mm

镜筒号码＿＿＿＿＿＿**最大畸变差**＿＿＿＿＿＿**纳米，以** F_0 **为中心在**＿＿＿＿＿＿**方向**

半径＿＿＿＿＿＿ mm **处**

点名	x(mm)	y(mm)	说　明
F_0 机械主点			
S 最佳对称点			
PP_A 自准直主点			
1 至			检查意见
2 至			
3 至			
4 至			车间主任　　日期

验收意见

验收代表　　日期

附录 G　航摄底片移交清单

序号	卷号	图幅号码	底片两端号码	片数	附属仪器记录底片（卷号） 高差仪测高仪	附　　注

附录 H　航摄象片、象片索引图移交清单

序号	分区	图幅号码	航摄象片				象片索引图				附　注
			镶嵌片		加晒片		图　板		底　片		
			份数	张数	份数	张数	份数	编号	张数	编号	

1∶500、1∶1 000、1∶2 000
地形图航空摄影测量数字化测图规范
GB　15967—1995

1　范围

本标准规定了用航空摄影测量方法进行1∶500、1∶1 000、1∶2 000地形图数字化测图作业的基本要求和精度。

本标准适用于航空摄影测量方法进行1∶500、1∶1 000、1∶2 000地形图数字化测图作业。

2　引用标准

下列标准所包含的条文，通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB 6962—86　1∶500　1∶1 000　1∶2 000比例尺地形图航空摄影规范

GB 7929—94　1∶500，1∶1 000，1∶2 000地形图图式

GB 7931—87　1∶500，1∶1 000，1∶2 000比例尺地形图航空摄影测量外业规范

GB 7930—87　1∶500，1∶1 000，1∶2 000比例尺地形图航空摄影测量内业规范

GB 14804—93 1∶500，1∶1 000，1∶2 000地形图要素分类与代码

CH/T 8015—94　HHS90－B/120－B数控绘图机

3　总则

3.1　数字化地形图的规格

3.1.1　平面坐标、高程系统和投影

3.1.1.1　平面坐标系统采用1980西安坐标系，亦可采用1954年北京坐标系或独立坐标系；高程系统采用1985国家高程基准，亦可采用1956年黄海高程系或独立高程系，当采用独立高程系时，应尽量与1985国家高程基准联测。

3.1.1.2　平面控制采用高斯－克吕格投影，按3°分带计算平面直角坐标。当对控制网有特殊要求时，可以采用任意经度作为中央子午线的独立坐标系统，投影面亦可采用当地高程参考面。

3.1.2　分幅及编号

3.1.2.1　数字化地形图的分幅图形应采用正方形或矩形，其规格一般可为50cm×50cm或40cm×50cm。

3.1.2.2　图幅的编号一般可按图廓西南角坐标公里数（小数点后两位）编号，X

在前，Y 在后，中间加半短线联接，亦可按当地习惯编号。

带状测区或小面积测区，可按测区统一顺序编号。

3.1.3　地形类别

平地：绝大部分地面坡度在 2°以下的地区；

丘陵地：绝大部分地面坡度在 2° ~ 6°之间的地区；

山地：绝大部分地面坡度在 6° ~ 25°之间的地区；

高山地：绝大部分地面坡度在 25°以上的地区。

3.1.4　基本等高距

等高距依据测区地形类别和用图的需要，按表 1 规定选用。一幅图内只采用一种基本等高距，当基本等高距不能显示地貌特征时，应加绘半距等高线。

平坦地区，根据用图需要，可不绘等高线，仅用高程注记点表示。

表 1　　m

基本等高距 / 地形类别 / 成图比例尺	平地、丘陵地	山地	高山地
1∶500	1.0（0.5）	1.0	1.0
1∶1 000	1.0	1.0	2.0
1∶2 000	1.0	2.0（2.5）	2.0（2.5）
注：括号内表示依用图需要选用的等高距（以下同）。			

3.1.5　高程注记点

高程注记点一般选在明显地物点和地形点上，依据地形类别及地物点和地形点的多少，其密度为图上每 100cm^2 内 5 ~ 20 个。

3.1.6　符号及注记

执行 GB 7929 的规定。

3.2　数字化地形图的精度

3.2.1　平面位置中误差

内业加密点和地物点，对最近野外控制点的图上点位中误差不得大于表 2 规定。

表 2　　mm

项目 / 中误差 / 地形类别	平地、丘陵地	山地、高山地
加密点	0.4	0.55

地形类别 中　误　差 项目	平地、丘陵地	山地、高山地
地物点	0.6	0.8

3.2.2　高程中误差

内业加密点、高程注记点和等高线对最近野外控制点的高程中误差不得大于表 3 规定。

表 3　　m

比例尺		1:500			1:1 000			1:2 000		
地形类别		平地、丘陵地	山地	高山地	平地、丘陵地	山地	高山地	平地、丘陵地	山地	高山地
基本等高距		1.0 (0.5)	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	1.0	2.0 (2.5)	2.0 (2.5)
中误差	加密点	–	0.35	0.5	0.35	0.5	1.0	0.35	0.8	1.2
	注记点	0.4 (0.2)	0.5	0.7	0.5	0.7	1.5	0.5	1.2	1.5
	等高线	0.5 (0.25)	0.7	1.0 地形变换点	0.7	1.0	2.0 地形变换点	0.7	1.5 地形变换点	2.0 地形变换点

1:500 地形图高山地地面坡度在 40°以上，1:1 000 地形图高山地，1:2 000 地形图山地、高山地在图上不能直接找到位置的地方，衡量等高线高程精度可以采用下式计算：

$$a + b \cdot \mathrm{tg}\alpha$$

式中：a——高程注记点的高程中误差，m；

b——地物点平面位置中误差，m；

α——检查点附近的地面坡度，(°)。

3.2.3　困难地区的精度要求

困难地区（如林区、阴影覆盖隐蔽区等）的平面和高程中误差可以按表 2、表 3 规定放宽 1/2。

3.2.4　最大误差的规定

中误差的两倍为最大误差。

3.3　成图方法

目前一般采用解析测图仪或带有模数转换器、数字化通讯接口、微型计算机以及相应软件的精密立体测图仪、立体坐标量测仪、亦可采用数字摄影测量系统。

3.4　对航摄资料的要求

应执行 GB 6962 的有关规定。

3.5　对航测外业成果的基本要求

航测外业成果应符合 GB 7931 及技术设计书的要求。

航测外业专业技术设计书、编辑指示书及检查验收报告，随同外业成果，成图资料送交下工序。

3.6　技术设计

3.6.1　搜集航空摄影资料（航摄鉴定表、验收报告及各种参数）；航空摄影测量外业资料（控制、调绘成果、各种计算手簿、计算机软盘及略图等）；上级业务部门编制的综合技术设计书；航空摄影测量外业专业技术设计书；已有地形图及地理资料等。必要时，设计、编辑人员应到实地进行踏勘。

3.6.2　分析外业提供的资料能否满足内业各工序的要求。估算成图预期精度及特殊问题处理的方法。

3.6.3　按有关规定编写技术设计书（包括编辑指示）。

4　摄影处理

供航测数字化测图用的航空像片复制片一般采用涤纶感光片，必须保证影像清晰、反差适中、色调正常、框标及其他显示数据清晰完整。在摄影处理过程中，涤纶感光片其不规则变形应小于 3/10 000。

5　解析空中三角测量

应执行 GB 7930—87 第 3 章的有关规定。

6　联机数据采集

对联机数据采集系统基本的计算机硬软件配置、数据格式、作业规程作如下规定，当使用的采集系统和本规定不一致时，应有相应的替补办法，以保证功能的完备性。

6.1　系统的硬件配置

航测数字化测图联机数据采集系统的硬件应由以下两部分组成：

6.1.1　像片量测仪器

应符合 GB 7930—87 所规定的作业要求和仪器检校要求。

6.1.2　微型计算机

应尽可能地采用当前的主流机型，其处理速度及内外存贮器容量应保证仪器系统能进行实时数据采集、实时图形显示、在线编辑、数据贮存和输出。

6.2　系统的软件配置

航测数字化测图联机数据采集系统的软件应由以下几个部分组成：

6.2.1　像片对定向软件

根据像片量测坐标和控制点的地面坐标，确定像片对的定向元素，实时地求得任一

像片点的地面坐标，并建立起仪器上的测标点和计算机屏幕上的光标之间的对应关系，最后打印出定向精度。

6.2.2　联机数据采集软件和符号库

根据测图需要，选择点模式或流模式对地物地貌进行数据采集、要素的属性编码、按用户要求进行目标编码，自动地从符号库中提取相应要素的符号，并且在屏幕上进行实时图形显示。此外，为了提高作业效率还可以配备如自动高程注记、绘制平行线等功能。

6.2.3　在线编辑软件

按作业中的需要，设置逐点地或逐个元素地进行删除或修改、对图形进行移动及缩放，完成像片对间和图幅间的接边等功能。

6.2.4　生成图形文件软件

可以按照所采用的图形编辑软件包的要求，以规定的文件格式生成图形文件。

6.3　数字化测图的数据格式

为了便于不同系统之间的数据共享和交流，规定以下的数据交换格式。

6.3.1　数据格式的技术规定

6.3.1.1　将地形图数字信息分为以下五个文件记录：

——图幅基本信息文件：＊MAP

——点文件：　　＊POI

——弧段文件：　　＊LIN

——圆文件：　　＊CIR

——注记文件：　　＊ANN

附录 A（提示的附录）为文件记录的一个例子。

6.3.1.2　数据中的坐标、长度均用米表示，小数点后有效数字取 3 位，角度用 60 进制度表示。

6.3.1.3　数据文件采用 ASCII 文本文件记录。

6.3.1.4　格式中的属性编码执行 GB 14804 的规定。

6.3.2　数据格式

6.3.2.1　图幅基本信息文件（＊MAP）

表 4

项　　目	说　　明
Name	测制单位名称
Ins－mode	仪器型号
Map－name	图名
Map－No	图号
P－name	平面坐标系统的名称

项　　目	说　　明
H – name	高程系统的名称
Code – name	地形要素分类编码系统的名称
A – Scale	航摄比例尺
A – Date	航摄日期
M – Scale	地图比例尺
M – Date	现势资料截止日期
Zone	坐标带号，无带号为 0
X0	X 坐标首数
Y0	Y 坐标首数
X1、Y1	左下角图廓点坐标
X2、Y2	左上角图廓点坐标
X3、Y3	右上角图廓点坐标
X4、Y4	右下角图廓点坐标

6.3.2.2　点文件（* POJ）

表 5

数据元	格　式	说　明	
No num	I10　I1	序号、坐标点数	一个点 无方向性
Node code 1 code 2…	I2　I8　I8…	实体属性项个数　分类编码 1 分类编码 2…	
x　y　z	F10.3　F10.3　F10.3	坐标	
No num	I10　I1	序号…	一个点 有方向性
Node code 1 code 2…	I2　I8　I8		
x　y　z	F10.3　F10.3　F10.3		
x　y　z	F10.3　F10.3　F10.3		
:	:		
– 9999	I5	文件结束标志	
注：对于有方向性的点状地物符号，在点文件中记录两点坐标，第一点为点的基准位置，第二点为计算旋角的方向点。			

6.3.2.3　弧段文件（* LJN）

表 6

数据元	格　式	说　明	
No num	I10 I6	序号、坐标点数	一个弧段
Node code 1 code 2…	I2　I8　I8…	实体属性项个数　分类编码 1 分类编码 2…	
x　y　z	F10.3　F10.3　F10.3	坐标	
:	:		
x　y　z	F10.3　F10.3　F10.3		
No num	I10　I6	序号…	一个弧段
Node code 1 code 2…	I2　I8　I8		
x　y　z	F10.3　F10.3　F10.3		
:	:		
x　y　z	F10.3　F10.3　F10.3		
– 9999	I5	文件结束标志	

6.3.2.4　圆文件（*CJR）

表 7

数据元	格　式	说　明	
No	I10	序号	一个园
Node code 1 code 2…	I2　I8　I8…	实体属性项个数　分类编码 1 分类编码 2…	
x　y　z	F10.3　F10.3　F10.3	决定圆的三点坐标	
x　y　z	F10.3　F10.3　F10.3		
x　y　z	F10.3　F10.3　F10.3		
-9999	I5	文件结束标志	

6.3.2.5　注记文件（*ANN）

表 8

数据元	格　式	说　明	
No XYZ Angle Size	I10　F10.3　F10.3　F10.3 F5.1　F5.1　S4　F5.1	序号、坐标、角度、字高、字体、间距	一个注记
TEXT	S80	字符串	
:	:		
-9999	I5	文件结束标志	
注：注记坐标为第一个字的左下角坐标。			

根据表 4～表 8 记录的地形图数据记录文件实例如附录 A（提示的附录）所示。

6.4　作业规程

6.4.1　作业准备

联机数据采集的作业准备工作包括传统的摄影测量作业准备和计算机硬软件系统进入正常作业状态两部分内容，前者应执行 GB 7930—87 的 5.1 及 6.1 的有关规定，后者可以根据不同的系统构成和不同的应用软件自行确定。

6.4.2　像片定向

不论采用何种像片量测仪器，不论是否使用计算机辅助定向程序，其相对定向和绝对定向的步骤和各项精度要求均应执行 GB 7930—87 的 5.2 及 6.2 的有关规定。

6.4.3　数据采集作业

联机数据采集与传统的精密立体测图仪测图过程基本一致。应注意要保持原始记录的完整性、正确性，不应有断缺、遗漏、移位、并对每一要素须给予正确的属性编码和目标编码。在采集、接边、收尾等项工作中的技术处理原则、各项限差均应执行 GB 7930—87 的 5.3 及 7.2 的有关规定。

6.4.4　生成图形文件和绘图文件

在联机数据采集后需要对所贮存的数据进行查错，最后生成正确的图形文件和绘图文件。这部分工作可根据所采用的图形编辑软件包和数控绘图机的要求进行。

7　图形编辑和绘图输出

7.1　数字化地形图的编辑步骤

数字化地形图的编辑，可在专用图形编辑系统上通过显示屏幕边审视边进行，也可先将图形回放在图纸上拟订好编辑内容后再通过显示屏幕进行。根据技术设计书以及外业调绘片和调绘结果，按照 GB 7929 的规定和本规范 7.2 所确定的编辑原则，对所采集的数据进行修改、增删和编排。完成后回放出编辑检查图，找出存在的问题，继续上机进行编辑直至符合质量要求。也可将编辑检查图拿到野外去进行实地施测和修改，再上机进行数据插入后进行编辑。

7.2　数字化地形图的编辑原则

7.2.1　居民地

a）道路与街区的衔接处，应留 0.2mm 间隔；

b）建筑在陡坎和斜坡上的建筑物，按实际位置绘出，陡坎无法准确绘出时，可移位表示，并留 0.2mm 的间隔；

c）悬空建筑在水上的房屋与水涯线重合时，房屋照常表示，间断水涯线。

7.2.2　点状地物

a）两个点状地物相距很近，同时绘出有困难时，可将高大突出的准确表示，另一个移位 0.2mm 表示，但应保持相互的位置关系；

b）点状地物与房屋、道路、水系等其他地物重合时，可中断其他地物符号，间隔 0.2mm，以保持独立符号的完整性。

7.2.3　交通

a）双线道路与房屋、围墙等高出地面的建筑物边线重合时，可以建筑物边线代替道路边线，道路边线与建筑物的接头处，应间隔 0.2mm；

b）铁路与道路水平相交时，铁路符号不中断，将道路符号中断；不在同一水平相交时，道路的交叉处，应绘以相应的桥梁符号；

c）公路路堤（堑）应分别绘出路边线与堤（堑）边线，两者重合时，可将其中之一移动 0.2mm。

7.2.4　管线

a）城市建筑区内电力线，通信线可不连接，但应绘出连线方向；

b）同一杆架上有多种线路时，表示其中主要的线路，但各种线路走向应连贯，线类要分明。

7.2.5　水系

a）河流遇桥梁、水坝、水闸等应中断；

b）水涯线与陡坎重合时，可用陡坎边线代替水涯线，水涯线与斜坡脚重合时，仍应在坡脚将水涯线绘出。

7.2.6　境界

a）凡绘制有国界线的图，必须按国家有关规定执行；

b）境界线的转角处不得有间断，应在转角上绘出点或曲、直线；

c）境界线以线状地物一侧为界时，应离线状地物 0.2mm 按图式绘制；如以线状地物中心为界，不能在线状符号中心绘出时，可沿两侧每隔 3～5cm 交错绘出 3～4 节符号，但在境界相交或明显拐弯及图廓处，境界符号不应省略，以明确走向和位置。

7.2.7　等高线

a）等高线遇到房屋及其他建筑物、双线道路、路堤、路堑、坑穴、陡坎、斜坡、湖泊、双线河、双线渠、水库、池塘以及注记等均应中断；

b）当等高线的坡向不能判别时，应加绘示坡线。

7.2.8　植被

a）同一地类界范围内的植被，其符号可均匀配置，同一地类界范围内有二种以上植被时，其符号可按实际情况配置；

b）地类界与地面上有实物的线状符号重合时，可省略不绘；与地面无实物的线状符号重合时，将地类界移位 0.2mm 绘出。

7.2.9　注记

a）文字注记要使所表示的地物能明确判读，字头朝北；对于道路河流名称，可随线状弯曲的方向排列，名字侧边或底边，应垂直或平行于线状物体；

b）文字之间最小间隔应为 0.5mm 最大间隔不宜超过字大的 9 倍。高程注记一般注于点的右方，离点位间隔 0.5mm。注记时应避免压盖遮断主要地物和地形特征部分；

c）等高线注记字头应指向山顶或高地，但字头不应指向图纸的下方，地貌复杂的地方，应注意配置，保持地貌的完整；

d）图廓整饰注记按 GB 7929 的有关规定执行。

7.2.10　接边

图幅间的接边应保证线状要素合理、完整、无缝地连接。

7.3　数控绘图机和绘图输出

图形编辑后的图形文件如果要将输出图形直接作为符合规范要求的地形图使用，则数控绘图机应符合 GB/T 8015 的要求。

8　成图质量检查及上交资料

如果要将输出图形直接作为符合规范要求的地形图使用，则其成图质量检查及上交

资料应符合本规定要求。

8.1　成图图面检查

8.1.1　制图载体的要求

绘图和刻图的载体一般采用聚脂薄膜和刻图膜，其变形率应不超过 0.2%。当要求原图质量不高时，可选用纸基作载体。

8.1.2　成图数字基础的检查

成图的图廓尺寸、公里网、控制点和比例尺等数学基础应符合本标准和 GB 7929 的要求。

8.1.3　线划符号质量要求

a）按要素逐项检查，杜绝错漏；

b）检查符号、线划的规格和完整性。

8.1.4　文字注记的质量要求

a）文字注记准确无误；字迹清晰，不能有虚断、发糊现象；

b）所属关系明确，位置恰当，接边关系处理良好。

8.1.5　整饰质量要求

a）应符号 GB 7929 中有关图廓整饰的规定；

b）内容完整，不能有遗漏、差错。

8.1.6　各要素相互关系的检查

图上内容显示是否清楚；各要素符号相切、相接、相交、相离关系的处理，是否符合本标准和 GB 7929 的要求。

8.2　绘图精度要求

a）基本线划尺寸墨绘线粗度 0.2mm，点直径为 0.3mm；刻绘线粗度 0.1mm；

b）符号点位误差不超过 ± 0.2mm；

c）图廓边长误差不超过 ± 0.2mm，对角线误差不超过 ± 0.3mm；

d）图幅接边误差不超过 ± 0.2mm。

8.3　上交资料

a）图历表；

b）磁介质（或光盘）记录的原始数据文件和编辑图形文件；

c）输出地形原图（可以是纸质原图或薄膜原图等）；

d）技术设计书及编辑指示书；

e）外业控制点及内业加密点布点图；

f）加密工序质量控制及成果打印文本；

g）数据采集工序质量控制打印文本；

h）图幅接合表；

i）检查验收报告。

附录 A　地形图数据文件记录实例
（提示的附录）

测制 1:500 地形图记录文件名为本图图号或缩写，属性编码执行 GB 14804。

设：本例记录的文件名为 10.25—22.50

实际记录格式：	说　　明
10.25—22.50 * MAP	图幅基本信息文件名
西安市测绘大队	测制单位名称
JX – 3	仪器型号
和平街	图名
10.25—22.50	图号
西安市独立坐标系	平面坐标系统的名称
1985 国家高程基准	高程系统的名称
1:500、1:1 000、1:2 000 地形图要素分类与代码	地形要素编码系统的名称
1:4 000	航摄比例尺
1990.4	航摄日期
1:500	地图比例尺
1992.12	现势资料截止日期
0	无坐标带号
0	X 坐标首数
0	Y 坐标首数
0	Z 坐标首数
10250.000 22500.000 10500.000 22500.000 10500.000 22750.000 10250.000 22750.000	四个图廓点坐标
– 9999	图幅基本信息文件结束标志
10.25 – 22.50 * POI	点文件名
:	
2	点序号

1	一个坐标点（无方向性）
1	属性项个数
357	分类编码（塔）
10334.023	坐标
22613.157	
327.238	
:	
4	点序号
2	二个坐标点（有方向性）
1	属性项个数
653	分类编码（泉）
10343.171	坐标
22601.292	
323.774	
10345.001	
22602.390	
323.774	
:	
-9999	点文件结束标志
10.25-22.50*LIN	弧段文件名
:	
7	弧段序号
4	四个坐标点
1	属性项个数
211	分类编码（一般房屋）
10300.013	房屋四角的坐标
22510.236	
325.371	
10320.007	
22510.202	
325.362	
1032.011	
22560.127	
325.351	
10300.004	
22560.090	
325.347	

:	
9	弧段序号
3	三个坐标点
2	属性项个数
243	分类编码 1（围墙）
961	分类编码 2（地类界）
10300.023	围墙两端及折角的坐标
22560.127	
325.351	
10308.142	
22613.039	
326.000	
10348.391	
22610.336	
326.011	
:	
-9999	弧段文件结束标志
10.25-22.50*CIP	圆文件名
:	
11	圆序号
1	属性项个数
3262	分类编码（水塔）
10403.486	决定圆的三点坐标
22667.594	
330.123	
10400.343	
22665.537	
330.129	
10408.311	
22661.124	
330.123	
:	
-9999	圆文件结束标志
10.25-22.50*ANN	注记文件名
:	
15	注记序号

10290.000	第一个字的左下角坐标
22522.500	
000.000	
002.000	注记角度
002.500	字高
XIDA	细等线体
005.000	字间距
宋家宅	注记内容
:	
-9999	注记文件结束标志
*	

1:25 000、1:50 000、1:100 000
地形图航空摄影测量数字化测图规范
GB/T　17157—1997

1　范围

本标准规定了用航空摄影测量方法进行 1:25 000、1:50 000、1:100 000 地形图数字化测图作业的基本要求、规格和精度。

本标准适用于航空摄影测量方法进行 1:25 000、1:50 000、1:100 000 地形图数字化测图作业。

2　引用标准

下列标准所包含的条文，通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB 12340—90　1:25000、1:50000、1:100000 地形图航空摄影测量内业规范

GB 12341—90　1:25000、1:50000、1:100000 地形图航空摄影测量外业规范

GB 12342—90　1:25000 1:50000 1:100000 地形图图式

GB/T 13989—92　国家基本比例尺地形图分幅与编号

GB/T 15660—1995　1:50001:100001:250001:500001:100000 地形图要素分类与代码

GB/T 15661—1995　1:5000、1:10000、1:25000、1:50000、1:100000 地形图航空摄影规范

GB/T 17158—1997　摄影测量数字测图记录格式

ZB A75 001—89　测绘技术设计规定

CH/T 8015—94　HHS90 – B/120 – B 数控绘图机

3　总则

3.1　地形图的规格

3.1.1　投影、坐标和高程系统

1:25 000、1:50 000、1:100 000 地形图采用高斯 – 克吕格投影，按 6°分带。平面坐标系统采用 1980 西安坐标系；高程系统采用 1985 国家高程基准。

3.1.2　分幅和编号

应执行 GB/T 13989—92 的规定。

3.1.3　地形类别

地形类别按图幅范围内大部分地面坡度和高差划分，其规定见表 1。

表 1　　m

地形类别	地面坡度	高　差
平　地	2°以下	< 80
丘陵地	2° ~ 6°	80 ~ 300
山　地	6° ~ 25°	300 ~ 600
高山地	25°以上	> 600

当高差与地面坡度矛盾时，以地面坡度为准。

3.1.4　基本等高距

基本等高距依测区地形类别不同而有所不同，其规定见表 2。

表 2　　m

地形类别	基　本　等　高　距		
	1∶25 000	1∶50 000	1∶100 000
平　地	5（2.5）	10（5）	20（10）
丘陵地	5	10	20
山地	10	20	40
高山地	10	20	40

一幅图内一般只采用一种基本等高距，当基本等高距不能显示地貌特征时，应加测间曲线，必要时可再加测助曲线。

当地势十分平坦或用图需要时，基本等高距可选用括号内的数值，其高程精度与括号外基本等高距的精度要求相同。

3.1.5　高程注记点

高程注记点应选在明显地物点和地形特征点上，其密度是图上每 100cm^2 内，平地、丘陵地为 10 ~ 20 个，山地、高山地为 8 ~ 15 个。

高程注记以 m 为单位，1∶25 000 成图注至小数点后一位，1∶50 000、1∶100 000 成图注至整米。

3.1.6　符号、注记和整饰

按 GB 12342 – 90 的规定执行。

3.2　地形图的精度

3.2.1　内业加密点和地物点，对于附近野外控制点的图上平面位置中误差不得大于表 3 的规定。

表 3　　mm

项目 \ 地形类别	平地、丘陵地	山地、高山地
内业加密点	0.35	0.50
地物点	0.50	0.75

3.2.2　内业加密点、高程注记点和等高线对于附近野外控制点的高程中误差不得大于表 4 的规定。

表 4　　m

成图比例尺		1:25 000				1:50 000				1:100 000			
地形类别		平地	丘陵地	山地	高山地	平地	丘陵地	山地	高山地	平地	丘陵地	山地	高山地
高程中误差	内业加密点	1.0	1.5	2.0	3.5	2.0	3.0	4.0	7.0	4.0	6.0	8.0	14.0
	高程注记点	1.2	2.0	3.0	5.0	2.5	4.0	6.0	10.0	5.0	8.0	12.0	20.0
	等高线	1.5	2.5	4.0	7.0	3.0	5.0	8.0	14.0	6.0	10.0	16.0	28.0
				地形变换点	地形变换点			地形变换点	地形变换点			地形变换点	地形变换点

山地、高山地在图上不能直接找到衡量等高线高程精度的位置时，其高程精度可按公式（1）计算：

$$M_k = \pm \sqrt{a^2 + b^2 \cdot tg^2\alpha} \quad \cdots\cdots (1)$$

式中：M_k——等高线高程中误差，m；

a——高程注记点高程中误差，m；

b——地物点平面位置中误差，m；

α——检查点附近的地面倾斜角，(°)。

3.2.3　特殊困难地区（大面积的森林、沙漠、戈壁、沼泽等）地物点平面位置中误差不得大于图上 ±0.75mm，高程中误差按表 4 中相应地形类别放宽 0.5 倍，高山地一般不再放宽。

3.2.4　本规范取两倍中误差值为最大误差。

3.3　成图方法

可采用解析测图仪、联机精密立体测图仪、联机精密立体坐标量测仪、全数字摄影测量系统进行加密和测图。对 1:50 000 的高山地和 1:100 000 可采用 GPS 数据进行无外业成果加密。

3.4　对航摄资料的要求

航摄资料必须符合 GB 15661—1995 的要求。对采用 GPS 数据进行无外业成果作业的航摄像片，其旁向重叠应不小于 30%。

3.5　对航测外业成果的要求

航测外业成果必须符合 GB 12341—90 的要求。

3.6　技术设计

按 ZB A75001—89 的规定执行。

3.7　对仪器的要求

内业务种作业仪器，应按仪器检校标准进行检校，仪器必须处于良好的工作状态方可生产，按照仪器操作规程使用仪器并注意维护。

4　摄影处理

供航测数字化测图用的航空像片复制片一般采用涤纶感光片，其乳剂分解力不低于 120 线对/mm，反差一般为 0.8～1.2，灰雾度不大于 0.2，最大密度不超过 1.5，最小密度不小于 0.3，色调正常，影像清晰，框标及其他记录数据显示完整。在摄影处理过程中，涤纶感光片其不规则变形应小于 3/10 000。

5　空中三角测量

按 GB 12340—90 第 5 章的有关规定执行。

6　数字化测图的数据获取系统

对数据获取系统中所采用的解析测图仪、联机精密立体测图仪、联机精密立体坐标量测仪和全数字摄影测量系统其基本的计算机硬软件配置作如下规定，当使用的系统达不到本规定的要求时，应有相应的替补办法，以保证功能的完备性。

6.1　系统的硬件配置

系统的硬件应包括以下几部分：

6.1.1　像片量测仪器

所采用的解析测图仪、联机精密立体测图仪、联机精密立体坐标量测仪必须符合 GB 12340—90 所规定的仪器的作业性能、精度检校要求。

6.1.2　微型计算机

应尽可能地采用当前的主流机型，其处理速度及内外存贮器容量应保证仪器系统能进行实时数据采集、实时图形显示、在线编辑、数据存贮和输出。

6.1.3　像片扫描仪

如果采用事先将像片扫描数字化输入计算机后，通过屏幕进行人工或自动数据采集方式，所使用的扫描仪其幅面应不小于像片幅面，像素最高分辨率不低于 25μm。

6.2　系统的软件配置

系统的软件应包括以下几部分：

6.2.1　像片定向软件

根据像片量测坐标和控制点的地面坐标进行内定向、相对定向、绝对定向，建立像片影像上的测标点和计算机屏幕上的光标之间的对应关系，最后输出定向精度。

6.2.2　数据获取软件

可以根据测图需要，选择点方式或流方式对在单张像片或像片对上的地物地貌或所设计的数字高程模型进行人工或自动数据采集，并按 GB/T 17158—1997（摄影测量数字测图记录格式）中的规定输入格式内容信息。

6.2.3　图形编辑软件

可以按作业中的需要，逐点地或逐个元素地进行删除或修改，对图形进行移动及缩放，完成像片对间和图幅间的接边等。

6.2.4　注记符号库

可以自动地从注记符号库中，提取相应要素的注记和符号在屏幕上进行实时地显示、移动和定位。

6.2.5　图形输出软件

可以按照所采用的图形编辑软件包的要求，以规定的文件格式生成图形文件、绘图文件进行绘图输出。

7　数字化测图的数据记录格式

数字化测图的数据记录格式按 GB/T 17158—1997《摄影测量数字测图记录格式》的规定执行。

8　数字化测图的作业规程

8.1　作业准备

数据采集的作业准备工作包括传统的摄影测量作业准备和计算机硬软件系统进入正常作业状态两部分内容，前者按 GB 12340—90 第 7 章的有关规定执行，后者可以根据不同的系统构成和不同的应用软件自行确定。

8.2　像片定向

不论采用何种像片量测仪器和量测方式，其内定向相对定向和绝对定向的步骤和各项精度要求均按 GB 12340—90 第 7 章的有关规定执行。

8.3　数据采集作业

数据采集作业与传统的立体测图仪测图过程基本一致，但应注意以下几点：

a）对线状要素的数据采集密度应根据不同的地形类别，不同的成图比例尺，不同的成图精度要求在技术设计书中作出适当的规定。

b）不同的地形要素根据使用要求进行分层分色采集。

c）要注意保持原始记录的完整性、正确性；不应有断缺、遗漏和移位。

d）同层或不同层上二条以上线状要素的相交，应注意实交和连续；对封闭线状要素要注意闭合，不出现悬空点和重复点。

e）同层或不同层上的各要素要注意相互间的相关性和协调性。

采集、接边、收尾等项工作中的技术处理原则、各项限差均按 GB 12340—90 第 7 章的有关规定执行。采集作业中使用的地形图要素分类与代码应按 GB/T 15660—1995 的规定执行。

8.4　生成图形文件和绘图文件

在数据采集后要对所贮存的数据按 8.3 规定的内容进行检查，并检查格式内容信息的正确性，最后生成正确的图形文件和绘图文件。这部分工作可根据所采用的图形编辑软件包和数控绘图机的要求进行。

8.5　图形编辑

数字化地形图的编辑，可在专用图形编辑系统上通过显示屏幕边审视边进行，也可先将图形回放在图纸上拟订好编辑内容后再通过显示屏幕对照进行。根据技术设计书以及外业调绘片和调绘结果，按照 GB 12342—90 和本规范第 9 章编辑的规定，对所采集的数据进行修改、增删和编排。完成后回放出编辑检查图，找出存在的问题，继续上机进行编辑直至符合质量要求。也可将编辑检查图拿到野外去进行实地补测和修改，再上机数据插入后进行编辑。

8.6　图形输出

图形编辑后的图形文件，如果要将输出图形直接作为符合规范要求的地形图使用或作为地图制印胶片，则数控绘图机必须符合 CH/T 8015—94 的要求，如果有其他形式的输出设备，其输出精度也应参照执行。

9　数字化地形图编辑的一般规定

9.1　居民地

a）居民地与公路衔接处保留 0.3mm 间隔，与公路连接的街道按主要街道表示。

b）成排分布的窑洞，应保持两端窑洞位置准确中间内插表示；多层分布的窑洞应保持上下层位置准确，中间层内插表示。

c）房屋在堤上，应间断堤的符号，房屋按真实位置绘出。房屋在堤脚，则堤按真实位置绘出，房屋可移位表示，移位间隔为 0.3mm。

d）高架在水面上的房屋按真实位置表示，伸入水面的房屋，水涯线至房屋的边缘应间断，当房屋紧靠湖等岸边时，其间隔小于图上 0.3mm 时，房屋边缘可代替水涯线。

9.2　管线和垣栅

a）居民地内电力线、通讯线不表示，有方位作用的转折点、分岔点应表示，且位置应准确。沿铁路、公路两侧图上 3mm 以内的电力线、通讯线不表示，分岔、转折处应绘出连接方向。

b）管道架空跨越河流、冲沟、道路等地物时，符号不中断。地下管道只绘出出入口。

c）围墙、栏栅与双线表示的道路重合时，可断开道路一条边线表示；与单线道路重合时移位单线道路距离垣栅 0.3mm 表示。

9.3　道路

a）双线表示的道路并行不能同时绘出各自符号时，以高一级道路为主按真实位置绘出，为次的可省略一条边线。同一等级的并行两条道路，两符号的相邻边线可公用，其另一边线稍加移位表示。

b）双线表示的道路两旁紧靠的独立房屋，房屋可移位表示与道路不必保留间隔；单线表示的道路旁的房屋按真实位置绘出，道路移位保留 0.3mm 间隔。

c）铁路、公路与双线或单线表示的河渠两种符号不能同时按真实位置绘出时，河渠适当移位表示。

d）双线表示的道路在堤上通过时，按路堤表示。单线表示的道路在一般堤或主要堤上通过时，道路绘至堤头。

e）道路与双线表示的冲沟、干河床重合时，道路按真实位置绘出，冲沟、干河床可适当放宽符号，或以陡崖符号表示。

9.4　水系

a）河流过桥、水坝、水闸等应中断。

b）大江、大河、大湖、海岸边的主要堤坡与岸坡衔接，其间无通行地段，以主要堤符号表示，水涯线可不绘出。

9.5　地貌与土质

a）等高线遇到等级公路以上的道路、陡坎、路堤、路堑、湖泊、双线河渠等时应中断。

b）等高线与水涯线、高水界、干河、陡岸等地物平行时应保持 0.3mm 的间隔，小于 0.3mm 时可移动等高线。

c）凹凸不易辨认坡向的曲线，加绘示坡线。

d）用符号表示的各种地貌元素如冲沟、陡石山、陡崖、沙丘、水塔、堤、坎等在图上的位置、形状、方向、大小要准确，等高线与要素符号的配置要合理。

e）对典型的地貌如雪山地貌、黄土地貌、沙丘地貌、喀斯特地貌、海岸地貌等要突出表示其地貌特征。

f）为了显现地貌特征，对少量不合理，不协调的等高线，平地在 1/6 等高距、丘陵地在 1/4 等高距、山地、高山地在 1/2 等高距范围内可以进行修改，当基本等高距小于 0.5mm 及密林地区，可在一个基本等高距范围内进行修改，但不得将整组等高线移位、变形。

9.6　植被

a）地类界与地面上线状地物重合时可省略不绘，但与境界及架空的、地下的管线重合时移位地类界 0.3mm 表示。

b）同一地段生长多种植物时，大面积的其种类表示不超过三种（包括土质），小面积的只表示一种主要的。

9.7　境界

a）国界应根据国家正式签定的边界条约或边界议定书及附图按实地位置在图上准确绘出。国界符号应连续绘出，各种注记不得压盖国界符号。

b）各级行政区境界，只表示县级以上各级行政区境界，两级以上境界重合时只绘出高一级境界符号，但要注出各级名称。飞地的界线用隶属的行政单位的境界符号表示。

9.8　注记

a）名称注记、说明注记、数字注记其字体规格尺寸大小，字体类型号，字体排列及朝向等应执行 GB 12342—90 的规定。

b）名称注记和说明注记所使用的简化字一律按国务院颁布的规定执行。

c）图廓整饰注记应执行 GB 12342—90 的规定。

9.9　接边

图幅间的接边应保证线状要素合理、完整、协调地连接。

10　成图质量检查及上交资料

成图质量检查及上交资料应符合以下规定要求。

10.1　存盘数据质量检查

应将存盘数据直接显示在屏幕上进行以下各项检查：

a）分层正确性检查；

b）格式内容信息正确性检查；

c）数据采集质量检查；

d）多余噪声数据和重复数据检查。

10.2　成图图面检查

10.2.1　制图载体的要求

绘图和刻图的载体一般采用聚脂薄膜和刻图膜，其变形率应不超过 0.2‰。当要求原图质量不高时，可选用纸基作载体。

10.2.2　成图数学基础的检查

成图的图廓尺寸、公里网、控制点和比例尺等数学基础必须符合本标准和 GB 12342—90 的要求。

10.2.3　线划符号质量要求

按要素逐项检查符号、线划的规格、完整性、清晰性。

10.2.4　文字注记的质量要求

a）文字注记准确无误；字迹完整清晰。

b）所属关系明确，位置恰当，接边关系处理良好。

10.2.5　整饰质量要求

a）必须符合 GB 12342—90 有关图廓整饰的要求；

b）内容完整，不能有遗漏、差错。

10.2.6　各要素相互关系的检查

图上内容显示应清楚；各要素符号相切、相接、相交、相离关系的处理必须符合本标准和 GB 12342—90 的要求。

10.3　绘图精度要求

a）基本线划尺寸墨绘线粗度 0.2mm，点直径为 0.3mm；刻绘线精度 0.1mm；

b）符号点位误差不超过 ±0.2mm；

c）图廓边长误差不超过 ±0.2mm，对角线误差不超过 ±0.3mm；

d）图幅接边误差不超过 ±0.2mm。

10.4　上交资料

a）图历表；

b）磁介质（或光盘）记录的原始数据文件和编辑图形文件；

c）根据需要可输出地形原图（可以纸质原图、薄膜原图或分板胶片等）；

d）技术设计书及编辑指示书；

e）外业控制点及内业加密点布点图；

f）加密工序质量控制及成果打印文本；

g）数据采集工序质量控制打印文本；

h）图幅接合表；

i）检查验收报告；

j）本数字化地形图的应用方法指导（包括计算机软硬件资料）。

1:500、1:1 000、1:2 000 地形图航空摄影测量外业规范

GB　7931—87

本规范是采用航空摄影测量方法测绘 1:500、1:1 000、1:2 000 地形图外业作业的依据。按本规范测制的地形图，可供国民经济各部门进行勘察、规划、设计等使用。

1　总则

1.1　地形图的规格

1.1.1　坐标、高程系统和投影

1.1.1.1　坐标系统暂用 1954 年北京坐标系，亦可采用独立坐标系，高程系统采用 1985 国家高程基准；当采用独立高程系统时，尽量与 1985 国家高程基准联测。

1.1.1.2　平面控制采用高斯－克吕格投影，按 3°分带计算平面直角坐标。当对控制网有特殊要求时，可以采用任意经度作为中央子午线的独立坐标系统，投影面亦可采用当地平均高程面。

1.1.2　地形图的分幅及编号

1.1.2.1　地形图分幅采用正方形或矩形，其规格为 50cm × 50cm 或 40cm × 50cm。

1.1.2.2　图幅的编号方法：图号一律按图廓西南角坐标公里数编号，x 在前，y 在后，中间加短线连接。

带状测区或小面积测区，可按测区统一顺序进行编号。

1.1.3　地形类别划分

平地：绝大部分地面坡度在 2°以下的地区；

丘陵地：绝大部分地面坡度在 2° ~ 6°之间的地区；

山地：绝大部分地面坡度在 6° ~ 25°之间的地区；

高山地：绝大部分地面坡度在 25°以上的地区。

1.1.4　基本等高距

等高距根据地形类别和用图的需要，按表 1 规定选用。

表 1　　m

基本等高距 / 地形类别 / 比例尺	平地	丘陵地	山地	高山地
1:500	0.5	1.0（0.5）	1.0	1.0

基本等高距 / 地形类别 / 比例尺	平地	丘陵地	山地	高山地
1:1 000	0.5（1.0）	1.0	1.0	2.0
1:2 000	1.0（0.5）	1.0	2.0（2.5）	2.0（2.5）

注：括号内的等高距依用图需要选用（以下同）。

一幅图内只采用一种基本等高距，当基本等高距不能显示地貌特征时，应加绘半距等高线。

平坦地区，根据用图需要，也可以不绘等高线，只用高程点注记表示。

1.1.5　高程注记点的密度

高程注记点一般选在明显地物点或地形点上，依据地形类别及地物点和地形点的多少，其密度为图上每 $100cm^2$ 内 5～20 个。

1.1.6　地形图符号及注记

执行 GB 7929—87《1:500，1:1 000，1:2 000 地形图图式》的规定。

1.2　地形图的精度

1.2.1　地物点的平面位置中误差

图上地物点对最近野外平面控制点或平高控制点的平面位置中误差不得大于表 2 规定。

表 2　　mm

中误差 / 地形类别 / 项目	平地　丘陵地	山地　高山地
地物点	0.6	0.8

1.2.2　高程注记点和等高线的高程中误差

地形图上高程注记点和等高线对最近高程控制点的高程中误差不得大于表 3 规定。

表 3　　m

比例尺	1:500				1:1 000				1:2 000			
地形类别	平地	丘陵地	山地	高山地	平地	丘陵地	山地	高山地	平地	丘陵地	山地	高山地
注记点中误差	0.2	0.4（0.2）	0.5	0.7	0.2（0.4）	0.5	0.7	1.5	0.4（0.2）	0.5	1.2	1.5

比例尺	1:500				1:1 000				1:2 000			
等高线中误差	0.25	0.5 (0.25)	0.7	1.0	0.25 (0.5)	0.7	1.0	2.0	0.5 (0.25)	0.7	1.5	2.0

1:500 地形图高山地的地面坡度在 40°以上，1:1 000 地形图高山地、1:2 000 地形图山地、高山地在图上不能直接找到位置的地方，衡量等高线高程精度可采用公式（1）计算：

$$a + b\mathrm{tg}\alpha \quad \cdots\cdots (1)$$

式中：a——高程注记点的高程中误差，m；

b——地物点平面位置中误差，m；

α——检查点附近的地面坡度，(°)。

1.2.3　困难地区的精度要求

困难地区（如林区、阴影覆盖隐蔽区等）的平面和高程中误差可按表 2 和表 3 放宽 1/2。

1.2.4　最大误差的规定

中误差的两倍值为最大误差。

1.2.5　在满足本规范成图精度的前提下，经上级主管部门批准，可采用本规范未列入的作业方法。

1.3　基础控制点的密度要求

1.3.1　可作首级像片控制测量起闭点的控制点，称为基础控制点。平面基础控制点包括国家等级三角点、精密导线点、5 秒级的小三角点和导线点；高程基础控制点包括国家等级水准点和等外水准点。

1.3.2　测区内平面基础控制点密度应满足每四幅图面积至少有一个点；高程基础控制密度应满足 2～4km 至少有一个点。

1.4　对航摄资料的要求

执行 GB 6962—86《1:500、1:1 000、1:2 000 比例尺地形图航空摄影规范》的规定。

航摄比例尺应根据仪器装备、成图方法、成图精度要求等情况合理选择，一般平地、丘陵地象片比例尺分母与成图比例尺分母之比值 k 以 4 倍为宜，山地、高山地 k 值以 5～6 倍为宜。当急需用图，k 值大于 6 倍以上，直至 8 倍时，要采取必要的技术措施，确保成图精度符合本规范的要求。

1.5　准备工作

作业前需进行一系列的准备工作，以确保正常的工作程序。

1.5.1　做好各种资料收集工作，主要有以下内容：

a. 航摄资料；

b. 基础控制点成果；

c. 各种地图资料，如各种旧地形图、交通图、水利图、行政区划图、地名录等。

1.5.2　对不熟悉情况的地区，应进行测区踏勘，了解测区内与生产和生活有关的各方面情况，以保证工作顺利进行。

1.5.3　按有关规定编写测区技术设计书（包括编辑指示）。

1.5.4　作业使用的各种仪器、器材均须进行检查校正。

2　控制点的布设

2.1　一般规定

2.1.1　野外控制点是航测内业加密控制点和测图的依据，分为平面控制点、高程控制点、平高控制点三种。

平面控制点仅测定该点的平面坐标。

高程控制点仅测定该点的高程。

平高控制点须测定该点的平面坐标及高程。

2.1.2　布设的控制点应满足下列像片条件：

a. 一般应布设在航向及旁向六片或五片重叠范围内，使布设的控制点能尽量公用。

b. 控制点距像片边缘不小于 1cm（18cm × 18cm 像幅）或 1.5cm（23cm × 23cm 像幅）。综合法成图的控制点距航向边缘不小于上述规定的 1/2。

c. 控制点距象片的各类标志不小于 1mm。

d. 控制点应选在旁向重叠中线附近，离开方位线的距离应大于 3cm（18cm × 18cm 像幅）或 4.5cm（23cm × 23cm 像幅）。当旁向重叠过大而不能满足要求时，应分别布点。因旁向重叠较小使相邻航线的点不能公用时，可分别布点，此时控制范围所裂开的垂直距离应小于 1cm，困难时应不大于 2cm。

2.1.3　若按图廓线划分测区范围，位于自由图边、待成图边、以及其他方法成图的图边控制点，一律布设在图廓线外，确保成图满幅。若按需要的范围划分测区，则以保证用图范围为准。

2.2　全野外布点

2.2.1　综合法成图的全野外布点

当成图比例尺不大于航摄比例尺四倍时，每隔号像片测绘面积的四个角上各布设一个平高点，并在主点附近布设一个平高点作检查（图 1）。若成图比例尺大于航摄比例尺四倍时，应加布控制点。

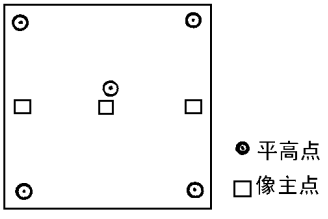


图 1

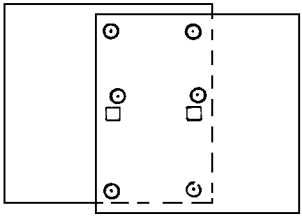


图 2

2.2.2　全能法成图的全野外布点

a. 立体测图或微分纠正时，每一个立体像对布设四个平高点。当成图比例尺大于航摄比例尺四倍时，应在主点附近加一个平高点（图 2）。

b. 如果控制点的平面位置由内业加密完成，仅高程部分由全野外施测，则图 2 中的平高控制点改为高程控制点。

2.2.3　点位在象片上的位置，除满足一般规定以外，还必须满足下列要求：点位离开通过像主点且垂直于方位线的直线不大于 1cm，困难时个别点可不大于 1.5cm。若一张像片（两个立体象对）覆盖一幅图，四个基本纠正点，或定向点，应选在尽量靠近图廓点与图廓线的位置上，一般离图廓点与图廓线在 1cm 以内。

2.3　航线网布点

2.3.1　航线网布点应按航线每分段布设六个平高点（图 3）。

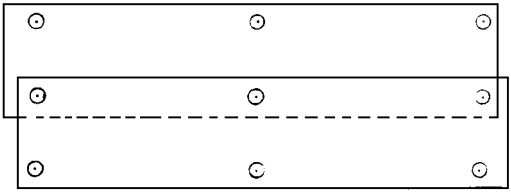


图 3

2.3.2　首末端点间的间隔基线数可参照附录 A 执行。

2.3.3　航线首末端上下两控制点尽量位于通过像主点且垂直于方位线的直线上，困难时互相偏离一般不得大于半条基线。上下对点应布在同一立体像对内。

2.3.4　航线中间两控制点一般应布设在首末控制点的中线上。困难时可向两侧偏离 1 条基线左右，并力求其中一个在中线上。应尽量避免两控制点同时向中线同侧偏离，若出现同侧偏离时，最大不得超过 1 条基线。

2.4　区域网布点

2.4.1　区域网内不应包括有像片重叠不合要求的航线和像对，并且不应包括有大片云影、阴影等影响内业加密建网连接的像对。

2.4.2　不论是平面网或平高网，其航线跨度，控制点间基线数一般不超过表 4 规定。

表 4

比例尺	1∶500	1∶1 000	1∶2 000
航线数，条	4～5	4～5	5～6
平高控制点间基线数，条	4～6	6～7	6～10
高程控制点间基线数，条	2～4	2～4	4～6

1∶500 地形图平地、丘陵地采用平高全野外布点，1∶1 000、1∶2 000 地形图平地采用高程全野外布点。

2.4.3　区域网的控制点可根据具体情况布设：

a. 当区域网用于加密平面控制点时，可沿周边布设 6 个或 8 个平高点（图 4，图 5）。

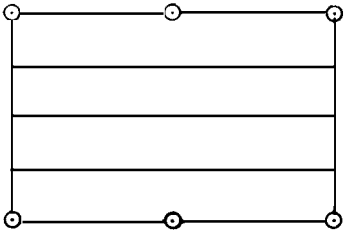


图 4

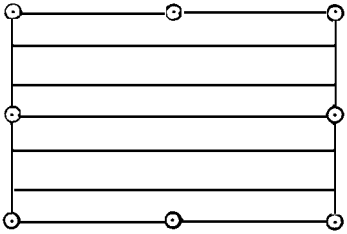


图 5

b. 当区域网用于加密平高控制点时，沿周边布设 6 个或 8 个平高点。高程控制点的跨度：1∶2 000 成图时，航线方向间隔 4～6 条基线（图 6）；1∶500、1∶1 000 成图的定向点高程最好采用全野外布点，若采用内业加密时，其跨度为 2～4 条基线。

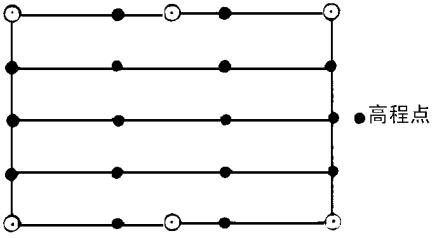


图 6

c. 因受地形等条件限制，也可采用不规则区域网布点。一般在凸出处布平高点，凹进处布高程点。当凹角点与凸角点之间距离超过两条基线时，在凹角处也应布设平高点（图 7）。

2.4.4　区域网布点，其控制点在像片上和航线内的具体点位要求应与航线网布点的要求相同。

2.5　特殊情况的布点

2.5.1　航摄区域接合处的布点

航区或航摄分区接合处，控制点应布设在航线重叠接合处，邻区尽量公用。如不能满足公用要求，则应分别布点。

2.5.2　航向重叠不够的布点

当航向重叠部分小于 53%的重叠度时，视为航摄漏洞，须分别布点，漏洞处采用

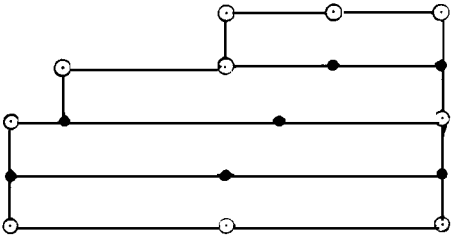


图 7

平板仪测图方法补测。

2.5.3　旁向重叠不够的布点

当旁向重叠部分小于 15% 的重叠度时，须分别布点。若重叠部分大于 1cm，影像清晰，且范围内无重要地物，可在重叠部分内加测 2～3 个高程点，否则重叠不足部分应采用平板仪测图方法补测。

2.5.4　像主点和标准点位落水的布点

a. 像主点或标准点位处于水域内，或被云影、阴影、雪影等覆盖，或无明显地物时，均视为点位落水。当落水范围的大小和位置尚不影响立体模型连接时，可按正常航线布点。

b. 当像主点 2cm 范围内选不出明显目标，或航向三片重叠范围内选不出连接点时，落水象对应全野外布点。

c. 定向点的标准位置附近为落水区，这时如果在离开方位线 4cm（23cm × 23cm 像幅）或 2.5cm（18cm × 18cm 像幅）以外的航向三片重叠范围内选不出连接点，则落水像对应全野外布点。

2.5.5　水滨和岛屿的布点

水滨和岛屿地区，一般按全野外布点，以能最大限度控制测绘面积为原则。超过控制点连线 1cm 以外的陆地部分应加测平高点，困难时可改为高程点。如若用航测方法难以保证精度时，可采用平板仪测图方法进行补测。

3　基础控制测量

除了用国家等级点外，还可根据测区的实际情况和具体要求，合理地布设测角中误差为 5″的小三角点和导线点，以及施测等外水准作为象片控制测量的基础。对于采用独立坐标系的小测区，也可布设 5 秒级小三角网和导线网作为像片平面控制测量的基础。

3.1　5 秒级平面控制测量

3.1.1　小三角测量

3.1.1.1　小三角点的布设形式

小三角点布设是以国家等级点为基础，采用插网（锁）、插点等方法实施的。小三角点亦可作为独立坐标系中的基础控制，独立地构成线形锁、三角网等。网中的量边工

作均可采用相应精度的光电测距仪完成。

3.1.1.2　小三角点的测量精度及规格应符合表 5 的规定。

表 5

测角中误差	起始边边长相对中误差	最弱边边长相对中误差	水平角测回数	
			DJ_2	DJ_6
5″	1/40 000	1/20 000	2	6

3.1.1.3　插网及插点

插网力求布设均匀，各三角形内角一般不小于 30°，在全面网的中部个别内角可不小于 20°。插点的交会角应不小于 30°，交会的平均边长 1∶1 000 测图一般为 1.5km，最大不超过 2 km，1∶2 000 测图一般为 3 km，最大不超过 4 km。插网及插点各边应尽量对向观测。

3.1.1.4　线形锁

线形锁要求尽可能地布设成近直伸状，锁内各三角形尽量等边。锁的求距角一般不小于 40°，图形强度系数总和值应小于 85。三角形平均边长，1∶500 测图为 0.5km，1∶1 000 测图为 1km，1∶2 000 测图为 2km。

3.1.2　光电测距导线测量

3.1.2.1　光电测距导线点的布设形式，可布设成附合导线、结点导线或导线网。导线之路线在等级点之间、等级点与结点之间、结点与结点之间应尽量布设成直伸状。导线相邻边应尽量相等。

3.1.2.2　光电测距导线测量的主要技术要求如表 6 规定。

表 6

测角中误差	平均边长图上 mm	边数	方位角闭合差	导线全长相对闭合差	水平角测回数	
					DJ_2	DJ_6
5″	1 000 500 300	8 12 18	$10''\sqrt{n}$	1/20 000 1/15000 1/14 000	2	6

注：n 为转折角个数。

3.1.2.3　结点至起始点之间的允许边数为表 6 中规定边数的 0.7 倍；结点与结点之间的允许边数为表 6 中规定边数的 1/2。

3.1.2.4　在每次使用以前，应根据需要及仪器的实际情况，对光电测距仪及其主要附件进行检验。

3.1.2.5　光电测距导线的作业要求：

a. 要求所用光电测距仪的标称精度为 1km 的测距中误差不大于 10mm；

b. 测距工作要求在大气稳定和成像清晰的条件下进行；

c. 在测距过程中，如遇到大气湍流影响严重时，应停止观测；

d. 斜距测回数应不少于二测回，一测回至少应读两次数，两次读数较差小于 1cm 时，取平均作为该测回值；

e. 斜距单程测回间较差一般不大于 15mm；

f. 每边测定一次气象数据，温度读数读至 1℃，气压读数读至 1mm 汞高；

g. 一般用三联脚架法施测。

3.1.3　选点与埋石

5 秒级基础控制点的点位选定应按照技术设计书所规定的具体布设方案进行。点位确定以后可根据需要埋石，一般不造标。点名可按测区排列顺序编号，也可采用附近的地理名称。

5 秒级基础控制点的标石埋设规格见附录 B。

3.1.4　水平角观测

3.1.4.1　水平角观测一般采用全圆方向观测法。方向数多于三个时须归零，多于七个时须分组；每组方向数应尽量相同，并采用同一起始方向。观测各测回之间度盘应变换位置 180°/n（n 为测回数）。

3.1.4.2　水平角的观测限差应不超过表 7 的规定。

表 7

仪器等级 / 限差类别	DJ_2	DJ_6
半测回归零差	12″	24″
2C 的变动范围	18″	36″
各测回同一方向的较差	12″	24″
三角形闭合差	15″	15″

3.1.4.3　观测结果中 2C 的变动范围或测回差超限时，允许重测超限方向，重测时应联测同一起始方向。归零差、起始方向的 2C 变动范围超限或测回中重测方向数超过总方向数的 1/3 时，该测回重测。重测测回数超过总测回数 1/2 或因闭合差超限而重测时，该测站应全部重测。

3.1.4.4　测站点、照准点的偏心距大于测站至最近观测点距离的 1/80 000 时，应在水平方向内进行归心改正。测定归心元素时，偏心距应量至毫米，偏心角量至 15′。三个方向投影的示误三角形边长或两个方向两次投影示误四边形的对角线长度应不大于 5mm。

3.1.4.5　平差计算取位按表 8 的规定执行。

表 8

观测方向值	各项改正数	对数或函数	坐标计算 m	最后坐标 m	坐标方位角
1″	1″	6 位	0.001	0.01	1″

3.1.4.6　对外业的观测资料应进行下列限差的检验计算：

a. **小三角测量的测角中误差** m_β **依下式计算：**

$$m_\beta = \pm \sqrt{[WW] \ /3n} \quad \cdots\cdots (2)$$

b. **导线（网）测量的测角中误差** m_β **依下式计算：**

$$m_\beta = \pm \sqrt{[\frac{f_\beta f_\beta}{N_\beta}] \ \frac{1}{N}} \quad \cdots\cdots (3)$$

c. **计算方位角条件闭合差** $W_{方}$**、极条件闭合差** $W_{极}$ **的公式：**

$$W_{方} \leqslant 10''\sqrt{n} \quad \cdots\cdots (4)$$

$$W_{极} \leqslant 10'' \sqrt{[\delta\delta]} \quad \cdots\cdots (5)$$

式中：W**——三角形闭合差，(″)；**

n**——三角形个数或传递方位角个数；**

f_β**——附合导线或闭合环的方位角闭合差，(″)；**

N_β**——计算** f_β **的测站数；**

N**——附合导线和闭合环的个数；**

δ**——求距角正弦对数秒差（以对数第 6 位为单位）。**

3.2　高程控制测量

3.2.1　等外水准测量

作为基础控制测量的等外水准路线，应起闭于国家等级水准点。

3.2.1.1　等外水准测量一般采用单程观测法。支线水准应采用往返观测或单程双测的方法施测。

3.2.1.2　等外水准测量的施测精度及规格应按表 9 的规定执行。当平地、丘陵地采用 1m **以上等高距测图时，路线总长可适当放长。**

表 9

地形类别	路线全长，km			附合路线或闭合路线高程闭合差 mm	仪器至标尺距离 m
	附合	单结点	支线		
平地丘陵地	12	9	3	$30\sqrt{L}$	100
山地	20	15	6	$45\sqrt{L}$	

注：L **为路线长，**km**；小于** 1km **按** 1km **计。**

3.2.1.3　等外水准测量的观测工作一般应间歇在固定的标志上。如不可能时，应间歇在打入地下的三个木桩上。两间歇点间歇前后的高差之差不大于 6mm 时，可以继续往前观测。

3.2.1.4　等外水准测量的观测限差应小于表 10 的规定。

表 10

同一标尺黑红面高差之差 mm	同一站两高差之差 mm	一站之前后视距差 m	前后视距差总和 m	视线离开障碍物 m
4	6	20	100	0.2

3.2.2　三角高程路线测量

根据实际情况，在丘陵地、山地可以采用三角高程测量的方法确定 5 秒级基础控制点高程。三角高程路线的起闭点应为不低于等外水准联测的高程点。

3.2.2.1　三角高程路线测量的精度及规格应按照表 11 的规定执行。

表 11

项目 / 平均边长 km	边数，条		路线全长高程闭合差 m	往返测高差较差 m	垂直角测回数（中丝法）		各测回垂直角较差及同一测站指标差较差	
	等高距 m	等高距 m						
	1.0	2.0			DJ_2	DJ_6	DJ_2	DJ_6
0.5	30	40	$0.05\sqrt{[SS]}$	0.1S	2	4	15″	25″
1.0	15	30						
2.0	4	15						

注：S 为路线长，km；小于 1km 按 1km 计。

3.2.2.2　若以结点形式敷设路线时，要求同 3.1.2.3 的要求。

3.2.2.3　各方向观测时的照准位置均应记在手簿中。由不同方向观测同一点时应照准同一位置，如遇到特殊情况，可另选择照准位置，但必须在手簿中图示说明。

3.2.2.4　觇标高和仪器高均用钢尺量测二次，读至 5mm，较差不大于 1cm，高标时较差不得大于 2cm。

3.2.2.5　垂直角的观测一般宜在目标清晰、大气稳定时进行。当方向数较多时可分组进行观测。当通视条件较差时，也可分别对每一方向进行连续观测。

3.2.3　光电测距高程导线测量

光电测距高程导线可以代替等外水准测量。

3.2.3.1　光电测距高程导线的布设形式：

光电测距高程导线可以布设成附合导线、结点导线或导线网等形式。光电测距高程

导线可以单独施测，也可以与光电测距平面导线同时施测。

3.2.3.2　光电测距高程导线的测量精度及规格应遵守表 12 的规定。

表 12

项目 / 平均边长 m	边数，条			路线全长高程闭合差 mm	往返测高差较差 m	垂直角测回数（中丝法）		各测回垂直角较差及同一方向指标差较差	
	等高距 0.5m	等高距 1.0m	等高距 2.0m			DJ_2	DJ_6	DJ_2	DJ_6
300	18	40	60	$24\sqrt{n}$	0.2S	2	4	15″	25″
500	12	20	30	$30\sqrt{n}$					
1 000		8	20	$70\sqrt{n}$					

注：①S 为边长，km。

②n 为边数。

3.2.3.3　光电测距高程导线测量的作业要求：

除了要按 3.1.2.5 的要求完成测距工作以外，在施测光电测距高程导线时，还应按以下规定执行：

a. 垂直角必须直返觇；

b. 视线最好选在地面覆盖物相同的地段，避免通过热体上空，且应离开地面或障碍物 1.3m 以上；

c. 仪器高和觇标高量至毫米；

d. 若使用 DJ_6 仪器测定天顶距（或垂直角）时，应首先测定垂直度盘偏心，并在观测结果中加以改正。

4　像片控制测量

4.1　一般规定

平面控制点和平高控制点对最近基础控制点的平面位置中误差不应超过地物点平面位置中误差的 1/5。

高程控制点和平高控制点对最近基础控制点的高程中误差不应超过基本等高距的 1/10。

4.2　像片控制点的判刺和整饰

4.2.1　像片控制点的判刺

a. 野外控制点以判点为主，刺点为辅。

b. 平面控制点的实地判点精度为图上 0.1mm，点位目标应选在影像清晰的明显地物上，一般可选在交角良好的细小线状地物交点、明显地物折角顶点、影像小于 0.2mm 的点状地物中心。弧形地物及阴影等均不应选作点位目标。

高程控制点的点位目标应选在高程变化较小的地方。

平高控制点的点位目标应同时满足平面和高程控制点对点位目标的要求。

c. 在点位目标难以保证室内判点精度的地区，航摄前应铺设地面标志，并及时联测。铺设地面标志的要求见附录 D。

d. 控制点与基准面不同平面时，须量注比高，量注至 0.1m；当点位周围不等高时，须标注比高量注的位置。

4.2.2　像片控制点的整饰

a. 三角点、埋石点、平高点或平面点的刺点片，在像片正面用红色以边长或直径为 7mm 的三角形、正方形或圆形整饰；水准点或高程点的刺点片用绿色以直径 7mm 的圆形整饰、水准点在圆内加绘不相交的斜十字形。点名、点号及高程均用红色以分式注记，分子为点名或点号，分母为高程。像片正面整饰格式见附录 E。

像片的反面用铅笔以相应的符号标出点位，注上点名或点号，简要说明刺点位置和比高、刺点者、检查者或对刺者，签名及日期，绘局部放大的详细点位略图。文字要简练，说明要确切，点位图、说明、刺孔三者须一致。像片反面整饰格式见附录 F。

b. 控制像片仅整饰刺点片；航线间公用的点仅在邻航线的主片上转标，并注上点号和说明刺在哪一片上。当借用相邻测区的像片控制点时，必须转刺并按前述规定式样整饰，转刺的点应加注邻幅图幅号及原刺点片号。

4.2.3　控制点的编号

a. 基础控制点仍用原来编号。

b. 像片控制点应统一编号，同一测区内不得重号。

4.3　像片控制点的平面测量

4.3.1　测定像片控制点的平面坐标，通常采用下列方法：

a. 导线；

b. 线形锁；

c. 交会法；

d. 引点。

4.3.2　导线

a. 光电测距附合导线和支导线的技术要求不应超过表 13 的规定。

表 13

导线类别	地形类别	路线全长图上 mm	边数 条	水平角测回数		方位角闭合差	导线闭合差图上，mm	距离往返测较差
				DJ_2	DJ_6			
附合导线	平地、丘陵地	3 500	12	1	2	$24''\sqrt{n}$	0.5	
	山地、高山地	4 500	15	1	2	$24''\sqrt{n}$	0.7	
支导线		900	3	1	2			3（a + bl）

注：n——转折角个数；

a——测距仪标称精度中的固定误差，mm；

b——测距仪标称精度中的比例误差，mm/km；

D——测距边长度，km。

b. 钢尺量距附合导线和支导线的技术要求不应超过表 14 的规定。

表 14

导线类别	导线全长图上 mm	边数 条	水平角测回数		方位角闭合差	导线闭合差图上，mm	两次量距较差
			DJ_2	DJ_6			
附合导线	1 500	10	1	2	$30''\sqrt{n}$	0.5	1/1 000
支导线	400	3	1	2			1/1 000

c. 导线不得超过三次附合。

4.3.3　线形锁

线形锁的传距角一般不应小于 30°。平地、丘陵地锁长不应超过图上 1 300mm，三角形个数不应超过 9 个；山地、高山地锁长不应超过图上 1 500mm，三角形个数不应超过 12 个。线形锁不得超过二次附合。

4.3.4　交会法

交会法包括前方交会、侧方交会、后方交会和单三角形。

交会角应在 30°～150°之间。后方交会（$\alpha+\beta+C$）不应在 160°～200°之间，折叠图形（$\gamma-\delta$）不应小于 20°。交会边长：平地、丘陵地一般不大于图上 600mm，山地、高山地不大于图上 800mm。前方、侧方、后方交会须采用二组图形计算。二组坐标之差：平地、丘陵地不得超过图上 0.2mm，山地、高山地不得超过图上 0.3mm。

当交会点为从一级导线或一级锁点发展时，可以再发展一次交会点；当交会点的起算点全为基础控制点时，交会边长可放长至图上 1 000mm，山地、高山地可以再发展一次。

4.3.5　引点

本点至引点的距离一般用钢尺丈量，不得用视距法测定，其长度不得超过图上 100 mm，距离须往返丈量，两次丈量较差不得超过距离的 1/1 000；当距离用光电测距仪测定时，可以放长至图上 500 mm，必须进行二次独立观测，两次观测距离较差不得超过 3（$a+b\cdot D$）。引点应在本点观测两个连接角，水平角观测一测回。高差测定中直返觇或两次观测高差较差不得大于基本等高距的 1/10。

4.4　像片控制点的高程测量

4.4.1　高程控制点和平高控制点的高程测定应根据地形条件采用下列方法：

a. 测图水准；

b. 光电测距高程导线；

c. 三角高程导线；

d. 独立交会高程点。

高程路线一般不用闭合环。必须用闭合环时，起算点高程需确保无误，且不得环套环。

4.4.2　测图水准，主要用于高差不大的地区，起闭于水准点、经水准连测的三角点或等外水准点。采用水准标尺单面一次读数，读记至厘米。水准仪的 i 角应不大于 20″；观测时仪器应尽量安置在前后标尺的中央；仪器至标尺的距离不超过 200m。路线全长和闭合差应不超过表 15 的规定。

4.4.3　光电测距高程导线，垂直角必须对向观测，直返觇高差较差应不大于 0.04Sm（S 以百米为单位，300m 以内按 300m 计算）；路线全长和闭合差应不超过表 15 的规定。

4.4.4　三角高程导线，一般用于山地和高山地，垂直角必须对向观测，直返觇高差较差应不大于 0.04Sm（S 以百米为单位，300m 以内按 300m 计算）；路线全长和闭合差应不超过表 15 的规定。

表 15

等高距 m	附合路线全长，km			高程闭合差 m	独立交会高程点	
	测图水准	光电测距高程导线	三角高程导线		边长 km	高程较差 m
0.5	5	5		0.2		
1.0	20	20	8	0.4	2	0.3
2.0 (2.5)		30	20	0.8	2	0.5

4.4.5　独立交会高程点，一般用于 1m 或 2m 等高距的地区，采用三个单觇高程平均值，交会边长和高程较差应不超过表 15 的规定。

4.4.6　按结点布设高程路线时，结点与起闭点间路线长可为表 15 附合路线全长的 3/4。

4.4.7　测图水准、光电测距高程导线、三角高程导线可交替使用。

4.5　像片控制点的观测、记簿与计算

4.5.1　水平角观测

a. 导线、线形锁、各种交会法的水平角按方向观测法观测，采用 DJ_6 型经纬仪观测二测回，DJ_2 型经纬仪观测一测回，一次读数。

b. 三个方向观测时可不归零。方向多于 10 个时应分组观测，并采用同一起始方向。重测方向数超过总方向数的 1/3 时，则该测回应全部重测。

c. 应注意仪器对中和觇标竖直。观测时尽量照准根部。当照准点偏心距大于测站至照准点距离的 1/20 000 时，应进行归心改正。光电测距导线尽量采用三联脚架法。

4.5.2　垂直角观测

a. 光电测距高程导线、三角高程导线、独立交会高程点和引点的垂直角观测用中丝法二测回，或三丝法一测回，一次读数。

b. 垂直角观测应在目标清晰、成象稳定时进行，须在手簿中注明照准位置。仪器高和觇标高量记至厘米。

4.5.3　水平角及垂直角观测限差应不超过表 16 的规定。

表 16

类　别	限差名称	限　差	
		DJ_2	DJ_6
水平角观测	半测回归零差	15″	24″
	两个半测回同一方向较差	20″	36″
	各测回同一方向较差	–	24″
	三角形闭合差	50″	50″
垂直角观测	测回垂直角较差	24″	
	同一测站指标差较差	24″	

4.5.4　记簿

a. 一切原始观测值和记事项目必须在现场用钢笔或铅笔记录在规定格式的外业手簿中，字迹要清晰、整齐、美观，不得擦改或涂改，不准转抄复制。

b. 手簿各记事项目，每一测站或每一工作时间段的首末页须填写齐全。

c. 原始观测数据以不改为原则，如有读错或记错，应在现场更正。但同一测站不得有两个相关数字连环更改；同一距离、同一高差的往、返测或两次测量的相关数字不得连环更改。

d. 凡更正错误，均应将错误数字整齐划去，另记正确数字。凡划去的数字或划去的成果，均应注明原因和重测结果所在的页数。废站也应划去并注明原因。

e. 补测和重测不得记在测错的手簿之前面。

f. 引点距离和归心元素的测定，记于手簿中距离记录表或记事用纸上。

4.5.5　平面坐标和高程的计算

a. 计算前应全面、认真地检查观测手簿，仔细校对起算成果，保证没有差错。

b. 平面坐标计算取至 0.01m，高程计算取至 0.01m，距离取至 0.01m，角度取至 1″；采用近似平差，闭合差以边长、转折角或测站数按比例进行配赋。

c. 计算采用固定表格、电子计算器或计算机计算。采用电子计算机计算时，对数据及输入 纸带，应仔细核对。计算结束后，应对打印成果进行校验。

d. 使用单指标读值经纬仪，垂直度盘存在偏心差时，应进行偏心差的测定，并在

成果中加入改正数。

5　固定比例尺像片图测图

平坦地区通常采用固定比例尺像片图测图。

5.1　对像片图质量的要求

a. 图面影像清晰，色调均匀，反差适中，无伤痕和污迹；象纸粘贴牢固，底板平整。

b. 图廓大小与理论尺寸之差，边长不大于 0.2mm，对角线不大于 0.3mm。

c. 展绘的三角点、控制点之间的距离与理论长度的较差不大于图上 0.2mm；控制点至图廓点的距离与理论长度的较差不大于图上 0.2mm。

d. 图廓边像片影象的接边差不大于 1.2mm，个别最大处也不得大于 1.5mm。

e. 像片图应注明图号、像片号、纠正起始面的高程和相对航高，并刺出像底点的位置。

5.2　测站点的布设要求

测站点的布设位置应满足测绘等高线、高程注记点和补测地物的要求，设站的密度视实际作业需要和最大视距而定。

5.3　测站点的平面精度和确定方法

5.3.1　测站点平面位置中误差，对最近野外平面控制点不得大于图上 0.45mm。

5.3.2　测站点平面位置可用下列方法确定：

a. 利用像片图上的各类控制点。

b. 利用像片图上的明显地物点。当明显地物点的投影差值大于图上 0.2mm 时，应先改正投影差。

c. 以控制点为起始点的图解交会。交会边长不得大于图上 150mm，交会角应在 30°～150°之间；示误三角形的边长不大于 0.5mm，检查点至检查方向的垂距不大于 0.3mm。1∶500、1∶1 000 比例尺测图，不能使用图解后方交会。

d. 以控制点为起始点的图解支导线。支导线允许边数为 1 条，支导线点应尽量用其他控制点作检查，其技术要求应符合表 17 的规定。

表 17

测图比例尺	等高距 m	最大边长 m	边长测量方法	往返测平距较差	往返测高差较差
1∶500	0.5	50	往返量距	1/300	1/5 基本等高距
1∶1 000	0.5	100	往返量距	1/300	1/3 基本等高距
1∶2 000	1	150	往返视距	1/100	1/3 基本等高距

5.4　测站点的高程精度和测定方法

5.4.1　测站点对于最近高程控制点的高程中误差不得超过 1/3 基本等高距。

5.4.2　测站点的高程可用下列方法测定：

a. 测图水准。其技术要求按 4.4.2 中的规定执行。

b. 光电测距高程导线。其技术要求按 4.4.3 中的规定执行。

c. 图解交会三角高程。起算点应为测图水准以上的高程控制点，交会边长不得大于图上 150mm，垂直角观测一测回，由两个方向推算的高程较差或一个方向往返测的高差较差，按表 17 中的有关规定执行。

d. 图解支导线三角高程。起算点应为测图水准以上的高程控制点，垂直角观测一测回，高差须往返测定。其技术要求应符合表 17 的规定。

5.5　碎部测图

5.5.1　测站点对中偏差不大于图上 0.05mm。

5.5.2　依据图上相距 100mm 以上的控制点或经投影差改正后的明显地物点标定图板方向，标板后必须用其他方向检查，测站点离检查方向的垂距不大于图上 0.4mm。

5.5.3　垂直度盘指标差每天作业前应进行测定，1′以内可不改正。

5.5.4　地物点和地形点视距（量距）最大长度应符合表 18 的规定。

表 18　　m

测图比例尺	等高距	地物点		地形点
		视距	量距	视距
1:500	0.5	40	50	70
1:1 000	0.5	80	100	150
1:2 000	1	150	–	250

5.5.5　标尺应具有厘米分划，地物点视距须全丝读数，读记至 0.1m。

5.5.6　碎部点高程可用水准仪施测，点位依据像片影像刺定。当影像的投影差值大于图上 0.2mm 时，应改正投影差。

5.5.7　碎部点可作高程注记点。高程点的注记，当基本等高距为 0.5m 时注至厘米，基本等高距为 1m 时注至分米。图上允许少数地物点的高程与等高线的高程相矛盾。

5.6　投影差改正和屋檐宽度的改正

5.6.1　投影差改正

a. 高山或低于纠正起始面的物体，当投影差值大于图上 0.2mm 时，必须进行投影差改正。

b. 供投影差改正用的高差，其量测误差不得大于 0.5m。

c. 改正投影差应以象底点为辐射中心。

投影差改正方法见附录 H。

5.6.2　屋檐宽度改正

a. 图上房层轮廓线以墙基为准，当屋檐宽度大于图上 0.2mm 时应加屋檐宽度改正。

b. 屋檐宽度量测至厘米。

5.7　像片图测图应补测的内容

a. 影像模糊地物。

b. 被影像或阴影遮盖的地物。

c. 航摄时的水淹、云影地段。

d. 不满幅的自由图边。

e. 新增地物。

6　像片调绘

6.1　一般规定

6.1.1　调绘必须判读准确，描绘清楚，图式符号运用恰当，各种注记准确无误。

6.1.2　一般采用放大片调绘，放大倍数视地物复杂程度而定。调绘像片的比例尺，一般不小于成图比例尺的 1.5 倍。

6.1.3　调绘像片通常采用隔号像片，为使调绘面积界线避开复杂地形，个别可以出现连号。调绘面积界线，全野外布点应是像片控制点的连线；非全野外布点应是像片重叠部分的中线。如果偏离，均不应大于控制像片上 1cm。界线不宜分割重要工业设施和密集居民地，也不宜顺沿线状地物和压盖点状地物。界线统一规定右、下为直线，左、上为曲线，调绘面积不得产生漏洞。自由图边应调绘出图外 6mm。调绘面积的划分及整饰要求见附录 G。

6.1.4　像片调绘可以采取先野外判读调查，后室内清绘的方法；也可采取先室内判读、清绘，后野外检核和调查，再室内修改和补充清绘的方法。不论采取哪种方法，对像片上各种明显的、依比例尺表示的地物，可只作性质、数量说明，其位置、形状以内业立体模型为准，调绘片应分色清绘。

6.1.5　影像模糊地物、被影像或阴影遮盖的地物，可在调绘像片上进行补调，补调方法可采用以明显地物点为起始点的交会法或截距法，补调的地物应在调绘像片上标明与明显地物点相关的距离。需补的地物较多时，应把范围圈出并加注说明，待内业成图后再用平板仪补测。

航摄后拆除的建筑物，应在像片上用红色“×”划去，范围较大时应加说明。

6.1.6　建筑物的投影差改正，当采用全能法成图时一般由内业处理。

6.1.7　路堤、路堑、陡坎、斜坡、陡岸和梯田坎等，当其图上长度大于 10mm 和比高大于 0.5m（2m 等高距图幅大于 1m）时须表示；当比高大于 1 个等高距时须适当量注比高。比高小于 3m 时量注至 0.1m，大于 3m 时量注至整米。

全能法成图图上需要注记的比高，当大于 1m 时可由内业测注，但在阴影遮盖的沟谷和隐蔽地区仍由外业量注。

6.2　测量控制点

6.2.1　三角点和埋石点不论目标明显与否，调绘片上一律不表示，由内业展绘。当三角点和埋石点设在不依比例尺表示的土堆上时，调绘片上仍应表示。

6.2.2　国家等级水准点须准确调注。

6.3　居民地

6.3.1　描绘房屋以墙基为准。当屋檐宽度大于图上 0.2mm 时，应在像片的相应处注明其实量宽度（量注至厘米），供内业进行屋檐宽度改正。

6.3.2　1:500、1:1 000 比例尺地形图，房屋一般应注建筑材料和层数。房屋一般不综合，应逐个调绘，临时性的建筑物可舍去。

1:2 000 比例尺地形图，房屋一般不注建筑材料和层数。房屋可适当综合取舍，宽度在 1m 以下的次要巷道可不表示。图上 6mm^2 以下的天井、庭院可进行综合。

6.3.3　房屋轮廓凸凹在图上小于 0.4mm，简单房屋小于 0.6mm 时，可用直线连接。

6.4　独立地物

6.4.1　独立地物是定位的主要依据，能依比例尺表示的应绘外轮廓，填绘符号；不能依比例尺表示的，应准确表示其定位点和定位线。

6.4.2　地下建筑物一般不表示，但其出入口和天窗均应表示。

6.4.3　对实地有些建筑物、构筑物，图式中无相应规定符号，也不便归类表示，可实绘该物体的地面几何图形，并加注专名。

6.5　道路及附属设施

6.5.1　调绘道路要求位置准确，等级分明，线段曲直和交叉位置的形式反映真实，与其他地形要素的关系明确，注记齐全。

6.5.2　道路通过居民地不宜中断，应按真实位置绘出。公路进入城区时，公路符号以街道线代替。城区街道应将固定性的安全岛、人行道、绿化带和街心花园绘出。

6.5.3　铁路、公路、简易公路、大车路和城区主要街道的中心，在图上每隔 10～15cm 应测注高程注记点，主要道路交叉口及转折处也应测注高程（全能法成图由内业测注）。

6.5.4　以双线表示的道路，当其边线不明显时，须调注路宽和路的一条边至明显地物点的距离，量至分米，并注记在相应位置处。

6.6　管线和垣栅

6.6.1　永久性的电力线、通讯线均需表示。电杆、铁塔均按实际位置绘出。同一杆上架有多种线路时，表示其中主要的线路。

6.6.2　电力线分为输电线和配电线。输电线路均为高压线，配电线路一般为低压线。

6.6.3　地面及架空管线均需表示，并注记输送物质，地下管线不表示，但其入口处和检修井一般需表示。

6.6.4　围墙宽度在 1:500、1:1 000 图上依比例尺表示，若图上宽度小于 0.5mm 时，用 0.5mm 的单线绘出。1:2 000 图上的围墙宽度，一般用不依比例尺符号表示。

6.7　水系及附属设施

6.7.1　河流、湖泊、水库的水涯线一般绘在摄影时的水位处，若摄影时间为枯水期，可在实地刺出一常水位点，由内业描绘水涯线；若摄影时间为洪水期，则应提供常水位高程，并由外业实测水涯线及被淹地段的地物地貌。

池塘的水涯线一般也以摄影时的水位为准，当水位线与岸边线在图上的距离小于1mm时，水涯线绘在岸边线位置上。

水渠、贮水池的水涯线符号以坎沿为准。

海岸线是平均大潮高潮的痕迹所形成的水陆分界线。海岸线一般按摄影时的影像描绘。

高水界是河流及湖泊历年最高水位的平均水位线，按用图部门的需要表示。

潮汐川受潮流影响地段的水涯线按海岸线符号表示。

6.7.2　沟渠宽度在图上大于1mm（1∶2 000地形图上大于0.5mm）的用双线依比例尺表示，小于1mm（1∶2 000地形图上小于0.5mm）的用单线表示。

河流图上宽度大于0.5mm的用双线依比例尺表示，小于0.5mm的用单线表示。

6.7.3　水渠测注渠边和渠底高程。堤坝测注顶部和坡脚高程。时令河测注河床高程。泉、井测注出水口或井台高程，并根据需要注记井台至水面的深度。河流、湖泊水位点高程视用图需要测定。以上高程当由全能法成图时，由内业测注。

6.7.4　陡岸是指岸坡比较陡峻、坡度在70°以上的地段。陡岸需区分石质与土质。陡岸下缘与水涯线间的河滩宽度大于图上2mm时，应测绘等高线并绘出相应的土质、植被符号。

6.7.5　干出滩又称海滩，是海岸线与低潮界之间的潮浸地带，高潮时被海水淹没，低潮时露出。调绘时应按图式规定符号表示，当干出滩的宽度在图上小于3mm时可不表示。

水深注记是海岸线以下的高程注记，通常称为水深。

等深线是海岸线以下深度相等各点的连线。

干出滩及浅海部分应测注水深和等深线。全能法成图时，浅海部分的水深由外业施测，也可根据海图由内业编绘。浅海部分应测范围以海岸带地形图满幅为准。

当地平均海水面可根据用图需要表示，并加注“平均海水面”。

6.8　境界

6.8.1　县（区）以上境界应绘出，乡（镇）界、国营农（林、牧）场界按用图需要调绘。

6.8.2　两级以上境界重合时，只绘高级境界符号，但须同时注出各级名称。

6.8.3　自然保护区界是指政府部门已认定的保护自然生态平衡、珍稀动物、珍稀植物和历史遗迹的界线，调绘时应调查核实，准确描绘。

6.8.4　山区沿自然地形分界时，应将境界准确绘于地性线上。

6.9　地貌和土质

6.9.1　不能用等高线反映的天然或人工地貌元素，应按图式规定调绘于像片上。

6.9.2　密集的居民地内一般不绘等高线，以高程注记点表示地势，当高程注记与

比高注记不易区分时，应在比高数字前加“ + ”号。

6.9.3　各种天然形成和人工修筑的坡、坎，其坡度在 70°以上时表示为陡坎，70°以下时表示为斜坡。斜坡在图上投影宽度小于 2mm 时以陡坎表示。

6.9.4　梯田坎坡顶与坡脚间的投影宽度在图上大于 2mm 时，宽度依比例尺表示。1∶2 000 比例尺测图梯田坎过密，两坎间距在图上小于 8mm 时，可适当取舍。

6.9.5　地裂缝按实地情况分别用不依比例尺和依比例尺符号表示，并适当量注裂缝深度。不依比例尺表示的地裂缝还应适当量注裂缝宽度。

6.10　植被

6.10.1　对于大面积的成片分布的植被，调绘时可在像片内用红色文字作简注说明；整张调绘片如为同一类别的植被（或土质），也可在片边加注统一说明。

6.10.2　地类界与地面上有实物的线状符号（如道路、陡坎等）重合，或接近平行且间隔小于图上 2mm 时，地类界省略不绘。当与境界、管线符号重合时，地类界符号移位 0.2mm 绘出。

6.10.3　树林、竹林、灌木林须量注摄影时的平均高度，以供内业立体测图改正树高测绘等高线。当不同地段具有不同的平均树高时，应分别量注。密集的高草地段也须调注平均草高。以上高度量注至分米。

6.11　地理名称调查和注记

6.11.1　地理名称注记是地形图的主要内容之一，是判读地形图的直接依据。调绘时应对居民地、市镇街巷、工矿企业、机关学校、医院、农（林）场、大型文化体育建筑、名胜古迹以及山岭、沟谷、河流、湖泊、海港等名称，调查核实，正确注记。

6.11.2　居民地应注出当地常用的自然名称。较大的居民地，应根据实地情况调注总名和分名，并以不同的字级注于像片上。水系、山脉等地理名称，只调注远近知名的统一固定名称，当称呼不统一时，一般不注记。

地理注记名称如与三角点、埋石点名称不一致时，应以实际调查的名称为准注记。

6.11.3　书写字体要求笔划规整、清晰易认。同等级的名称，字体大小应一致；同一名称的字隔应等距，相间最大不超过两个字隔；不同名称的字组间隔应区分明确，不得相连和相交；同一名称不应被双线线状地物分割。

当用同一名称不能概括大面积或延伸较长的地物地貌时，应以同一名称分多组注记。

6.11.4　图幅名称应选择该图幅内著名的地理名称。同一测区内不得有相同的图名。如图幅内确无名称时，可只注图幅编号。

7　图边拼接、成果上交和检查验收

7.1　图边拼接

图边拼接一般只在相同比例尺的相邻图幅间进行。欲拼接的图边应在离开测区前严密接好，并须经检查。自由图边除应保证成图满幅外，还应测绘出图廓线外 6mm，并须经第二人实地检查。

7.1.1　地形图图边拼接的接合差不应大于本规范表 2、表 3 规定的平面、高程中误差的 $2\sqrt{2}$ 倍。小于限差时应平均配赋，但应保持地物、地貌相互位置和走向的正确性。超过限差时，应到实地检查纠正。

7.1.2　与已出版图接边

当接边较差小于 7.1.1 的规定时，只改新图，如大于上述限差时，应认真检查，确认新图无误，则以新图为准，对不接合部分在两幅图的图历表内和原图上分别注明。

7.1.3　各类地物的拼接，不得改变其真实形状及相关位置，直线地物应从离图廓线最近的转折点处进行拼接。地貌拼接不得产生变形。

7.2　成果上交

7.2.1　上交的成果须经上级业务主管部门进行检查验收后，方能供下一工序使用。上交的成果必须准确、清楚、齐全。

7.2.2　上交成果资料的项目

7.2.2.1　立测法成图时，上交资料应包括以下各项：

a. 控制像片；

b. 调绘像片，像片图；

c. 图历表；

d. 观测手簿；

e. 计算手簿；

f. 检查验收意见书。

7.2.2.2　电算加密的成果应以每一个布点区域为单位整理，随该区域左上角的图幅上交。上交项目包括：控制像片、观测手簿、计算手簿。控制点成果及控制点分布略图等，均填在每个布点区域的左上角图幅的图历表内。其他图幅只填写本图幅的控制点成果及控制点连测略图。

7.2.3　计算手簿装订顺序

a. 封面（电算加密图幅以每一布点区域为单位整理）；

b. 目录；

c. 控制点点位连测略图；

d. 起始点成果；

e. 坐标换带计算；

f. 归心计算；

g. 控制点成果；

h. 方位角边长反算；

i. 锁网形计算；

j. 单三角形计算；

k. 光电测距导线计算；

l. 前方交会计算；

m. 侧方交会计算；

n. 后方交会计算；

o. 引点计算；

p. 间接高程计算（包括独立交会高程点计算）；

q. 高程平差计算；

r. 封底。

5 秒级基础控制点及等外水准成果单独整理上交。

7.3　检查验收

检查验收的目的主要是保证测绘成果成图符合现行规范、图式和技术设计书的要求，确保成果成图质量，满足用图单位需要。具体要求和作法按有关规定执行。

附录 A　航线网布点首末端点间的间隔基线数
（参考件）

表 A1

航摄比例尺分母	像控点	基线数 \ 地形类别	1:500				1:1 000				1:2 000			
			平地	丘陵地	山地	高山地	平地	丘陵地	山地	高山地	平地	丘陵地	山地	高山地
2 000	平面 高程		全野外	全野外	14/10	14/12								
2 500	平面 高程		全野外	全野外	12/6	12/8								
3 000	平面 高程		全野外	全野外	10/全野外	10/8								
4 000	平面 高程						10/全野外	10/8	14/12	14/20				
6 000	平面 高程						6/全野外	6/全野外	10/8	10/8				
8 000	平面 高程										10/全野外	10/全野外	14/10	14/16
10 000	平面 高程										8/全野外	8/全野外	12/6	12/12
12 000	平面 高程										6/全野外	6/全野外	10/全野外	10/10

本表基线 b 取 65cm 计算。

本表 1:500 焦距取 304mm、1:1 000 焦距取 210mm（航摄比例尺 1:3 000 以上）和 153mm（航摄比例尺 1:3 000 以下）、1:2 000 焦距取 153mm 进行计算。

附录 B　5 秒级基础控制点标石埋设图（补充件）

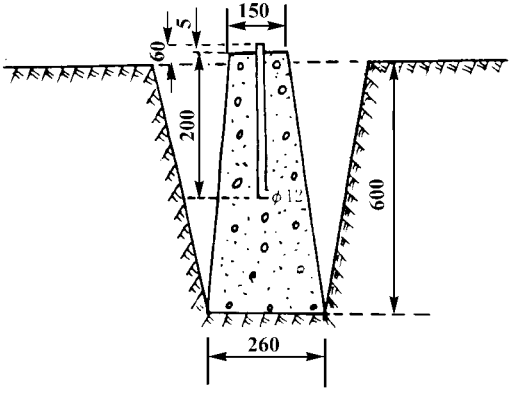


图 B1

附录 C　R（$=\delta_A^2+\delta_B^2+\delta_A\delta_B$）值表
（补充件）

（以对数第六为单位）

R / A / B	30°	31°	32°	33°	34°	35°	36°	37°	38°	39°	40°	41°	42°	43°	44°	45°	46°	47°	48°	49°	50°	52°	54°	56°	58°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°
30°	39	38	37	35	34	33	32	31	30	29	28	27	27	27	26	25	24	24	23	23	23	21	21	20	19	19	18	16	15	15	14	13
35°	33	32	31	29	28	27	26	25	24	24	23	22	21	21	20	20	19	19	18	18	18	16	16	15	15	14	13	12	11	10	10	9
40°	28	27	26	24	24	23	22	21	20	20	19	18	17	17	17	16	15	15	15	14	14	13	12	12	11	11	10	9	8	7	7	6
45°	25	24	23	21	20	20	19	18	17	17	16	15	15	15	14	13	13	13	12	11	11	10	10	9	9	8	8	7	6	5	5	4
50°	23	22	21	19	18	18	17	16	15	15	14	13	13	13	12	11	11	11	10	10	10	9	8	8	7	7	6	5	5	4	4	3
55°	21	20	19	17	17	16	15	14	14	13	12	12	11	11	10	10	9	9	9	8	8	7	7	6	6	5	5	4	4	3	3	2
60°	19	18	17	16	15	14	13	13	12	11	11	10	9	9	9	8	8	8	7	7	7	6	5	5	5	4	4	3	3	2	2	1
65°	18	17	16	14	14	13	12	12	11	10	10	9	9	9	8	8	7	7	7	6	6	6	5	4	4	4	3	2	2	2	1	1
70°	16	16	15	13	13	12	11	11	10	9	9	8	8	8	7	7	6	6	6	5	5	4	4	4	3	3	2	2	1	1	1	1
75°	15	15	14	13	12	11	11	10	9	9	8	8	7	7	7	6	6	6	5	5	5	4	4	3	3	3	2	1	1	1	1	
80°	15	14	13	12	11	10	10	9	9	8	7	7	6	6	6	5	5	5	5	4	4	3	3	3	2	2	2	1	1			
85°	14	13	12	11	10	10	9	8	8	7	7	6	6	6	5	5	4	4	4	4	4	3	3	2	2	2	1	1	1			
90°	13	12	12	10	10	9	8	8	7	7	6	6	5	5	5	4	4	4	4	3	3	3	2	2	2	1	1	1				
95°	12	12	11	10	9	8	8	7	7	6	6	5	5	5	4	4	4	4	3	3	3	2	2	2	1	1						
100°	12	11	10	9	8	8	7	7	6	6	5	5	5	5	4	4	3	3	3	3	3	2	2	2								
105°	11	11	10	9	8	8	7	7	6	6	5	5	4	4	4	4	3	3	3	3	3	2										
110°	11	10	9	8	8	7	7	6	6	5	5	4	4	4	4	3	3	3	3	2	2											
115°	10	10	9	8	8	7	7	6	6	5	5	4	4	4	4	3																
120°	10	9	9	8	7	7	6	6	5	5	5	4	4	4	4	3																

附录 D　铺设地面标志的要求
（补充件）

D1　须铺设地面标志的摄区，在签订航摄合同时应予以注明。

D2　地面标志必须在飞机进入摄区前铺设完毕。

D3　地面标志一般可采用下列形状和尺寸：

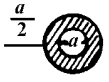


图 D1

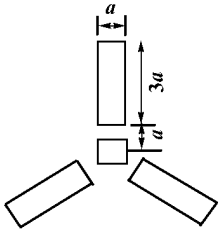


图 D2

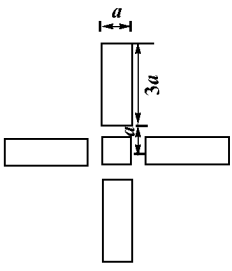


图 D3

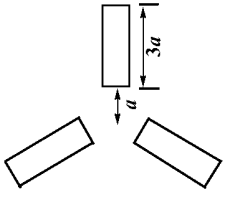


图 D4

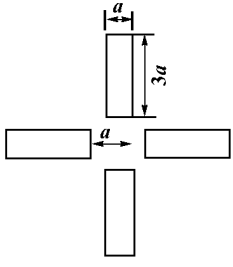


图 D5

图中 $a = 0.04\text{mm} \times M_{像}$，$M_{像}$ **为像片比例尺分母。**

中心标志不得大于 a，**标翼的宽度及标翼至标志中心一般为** a，**标翼的长度一般为** $3a$。

D4　**标志的颜色和材料**

在暗色衬景上布设白色标志；在绿色植被上最好采用白色标志，也可采用黄色；在水泥屋顶上、打谷场上、土路上和没有植被的土地上宜采用加黑边的白色标志。

选择标志材料时，应考虑材料的色调和携带、敷设的方便，标志的安全，材料的价

格等方面因素。如在水泥地和沥青路面，可采用油漆，一般地面上的标志可采用乳白塑料布，涂上油漆的苇席或竹席，以及石灰、煤渣等材料。

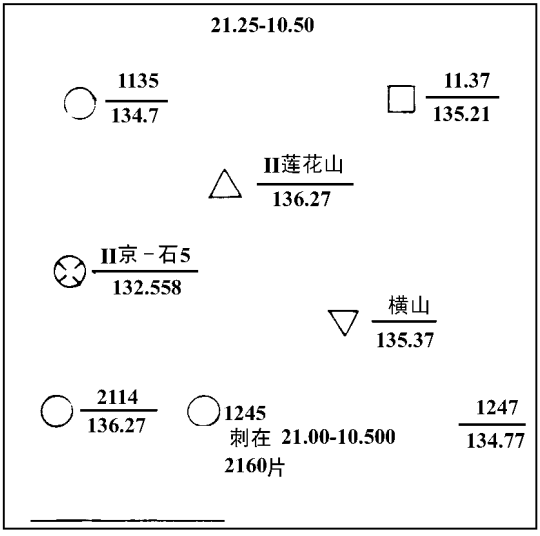
D5　标志的布设

标志的点位布在明显目标上，如道路交叉口、打谷场、水坝和大桥的一端等，可采用加黑边的白色圆形标志。点位布在不易寻找的地面上，则宜采用带标翼的标志，一般以三翼标为好。在有觇标的控制点上布标，应采用十字形标志。

铺设标志时，应使翼片中线交点或圆形标志中心与实地选定点位（或已有控制点）的中心重合，各翼片大致水平。

在城市和阴蔽地区布标要注意标位的对空视角。

附录 E　控制像片正面整饰格式
（补充件）



说明：1. **图号为黑色；**

2. **符号的边长或直径均为** 7mm**；**

3. **水准点、高程点的符号用绿色，其余均用红色。**

附录 F　控制像片反面整饰格式
（补充件）



1003

刺在黑色地块东角顶

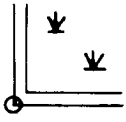
刺点者：李大有　1984.7.21

检查者：王三　1984.7.21



Ⅰ独岛10

刺于方框影像之中心



上标志在地面下0.85米

刺点者：王小北　1984.9.7

检查者：张大千　1984.9.12

1010

刺在花坛西南角顶

点位高出街道面 0.3 米

刺点者：李大有

84.7.21

检查者：王三

84.7.21

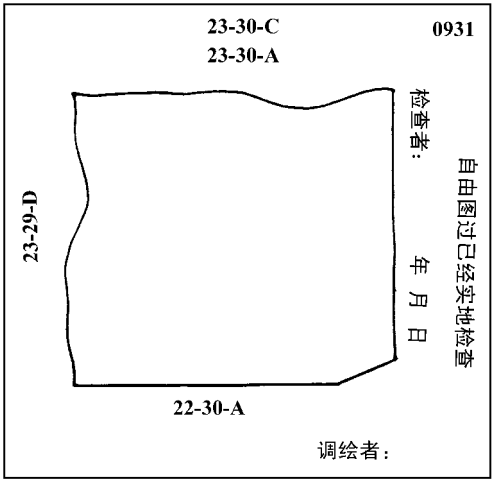
刺在平顶楼顶边缘水泥栏杆之东北角顶　1011

点位高出平顶1.3米

刺点者：王小北　84.9.7

检查者：张大千　84.9.12

附录 G　调绘像片整饰格式
（补充件）



调绘像片的整饰，应按下列规定执行：

G1　图幅编号注于调绘片正上方，像片号注于调绘片右上角。

G2　调绘面积界线用蓝色，自由图边、与已成图接边界线用红色。

G3　接边线右、下边为直线，左、上边为曲线。线外须注明接边图号。

G4　调绘内容整饰按图式符号规定执行，但须分色清绘：地物要素及注记用黑色，地貌要素及注记用棕色，水系要素及注记用绿色，地类界和屋檐宽度注记用红色。

G5　调绘者、检查者均须签名。

附录 H　投影差的改正方法
（参考件）

像片图上地物投影差改正值 δ_h 的计算公式：

$$\delta_h = \frac{\Delta h}{H} \cdot R$$

式中：H——像片纠正起始面的相对航高，m；

Δh——地物点相对于纠正起始面的高差，m；

R——图上地物点到象底点的向径，mm。

按公式计算每一建筑物顶部角点的投影差改正值，沿该点向径方向逐点进行改正。建筑物高度数据由外业量测，并首先测定建筑物底部的高程，从而求算其与纠正起始面的高差。也可以应用立体量测仪在室内量测。经过投影差改正的角点连接成相应的建筑物边线后，还应根据外业量测的屋檐宽度分别改正至建筑物底部的轮廓线。

内业应提供：象底点位置，纠正起始面的高程和纠正起始面的相对航高。

1∶500、1∶1 000、1∶2 000
地形图航空摄影测量内业规范
GB 7930－87

本规范是用航空摄影测量方法测绘 1∶500、1∶1 000、1∶2 000 地形图内业作业的依据。按本规范测制的地形图，可供国民经济各部门进行勘察、规划、设计等使用。

1　总则

1.1　地形图的规格

1.1.1　坐标、高程系统和投影

1.1.1.1　坐标系统暂用 1954 年北京坐标系，亦可采用独立坐标系；高程系统采用 1985 国家高程基准，当采用独立高程系统时，应尽量与 1985 国家高程基准联测。

1.1.1.2　平面控制采用高斯－克吕格投影，按 3°分带计算平面直角坐标。当对控制网有特殊要求时，可以采用任意经度作为中央子午线的独立坐标系统，投影面亦可采用当地平均高程面。

1.1.2　地形图的分幅及编号

1.1.2.1　地形图的分幅图形采用正方形或矩形，其规格为 50cm × 50cm 或 40cm × 50cm。

1.1.2.2　图幅的编号是按图廓西南角坐标公里数编号，x 在前，y 在后，中间加半短线联接。

带状测区或小面积测区，亦可按测区统一顺序编号。

1.1.3　地形类别

平地：绝大部分地面坡度在 2°以下的地区；

丘陵地：绝大部分地面坡度在 2°～6°之间的地区；

山地：绝大部分地面坡度在 6°～25°之间的地区；

高山地：绝大部分地面坡度在 25°以上的地区。

1.1.4　基本等高距

等高距依据测区地形类别和用图需要，按表 1 规定选用。一幅图内只采用一种基本等高距，当基本等高距不能显示地貌特征时，应加绘半距等高线。

平坦的地区，根据用图需要，也可不绘等高线，仅用高程注记点表示。

表 1　　m

基本等高距 / 地形类别 / 成图比例尺	平地	丘陵地	山地	高山地
1∶500	0.5	1.0（0.5）	1.0	1.0
1∶1 000	0.5（1.0）	1.0	1.0	2.0
1∶2 000	1.0（0.5）	1.0	2.0（2.5）	2.0（2.5）

注：括号内表示依用图需要选用的等高距（以下同）。

1.1.5　高程注记点

高程注记点一般选在明显地物点和地形点上，依据地形类别及地物点和地形点的多少，其密度为图上每 100cm^{2}5 ~ 20 个。

1.1.6　地形图符号及注记

执行 GB 7929—87《1∶500、1∶1 000、1∶2 000 地形图图式》的规定。

1.2　地形图的精度

1.2.1　平面位置中误差

内业加密点和地物点，对最近野外控制点的图上点位中误差不得大于表 2 规定。

表 2　　mm

中误差 / 地形类别 / 项　目	平地、丘陵地	山地、高山地
加密点	0.4	0.55
地物点	0.6	0.8

1.2.2　高程中误差

内业加密点、高程注记点和等高线对最近野外控制点的高程中误差不得大于表 3 规定。

1∶500 地形图高山地地面坡度在 40°以上，1∶1 000 地形图高山地，1∶2 000 地形图山地、高山地在图上不能直接找到位置的地方，衡量等高线高程精度可采用下式计算

$$a + b \cdot tg\alpha \quad \cdots\cdots (1)$$

式中：a——高程注记点的高程中误差，m；

b——地物点平面位置中误差，m；

α——检查点附近的地面坡度，(°)。

表 3　　m

比例尺		1:500				1:1 000				1:2 000			
地形类别		平地	丘陵地	山地	高山地	平地	丘陵地	山地	高山地	平地	丘陵地	山地	高山地
基本等高距		0.5	1.0 (0.5)	1.0	1.0	0.5 (1.0)	1.0	1.0	2.0	1.0 (0.5)	1.0	2.0 (2.5)	2.0 (2.5)
中误差	加密点	–	–	0.35	0.5	–	0.35	0.5	1.0	–	0.35	0.8	1.2
	注记点	0.2	0.4 (0.2)	0.5	0.7	0.2 (0.4)	0.5	0.7	1.5	0.4 (0.2)	0.5	1.2	1.5
	等高线	0.25	0.5 (0.25)	0.7	1.0 地形 变换点	0.25 (0.5)	0.7	1.0	2.0 地形 变换点	0.5 (0.25)	0.7	1.5 地形 变换点	2.0 地形 变换点

注：1:500 地形图平地、丘陵地采用平高全野外控制布点；1:1 000、1:2 000 地形图平地采用高程全野外控制布点。

1.2.3　困难地区的精度要求

困难地区（如林区、阴影覆盖隐蔽区等）的平面和高程中误差可按表 2、表 3 规定放宽 1/2。

1.2.4　最大误差的规定

中误差的两倍值为最大误差。

1.2.5　图廓尺寸与理论尺寸之差不得大于表 4 规定。

表 4　　mm

项　　目	边　　长	对角线
展点图	0.15	0.20
镶嵌图 清绘图 复照底图	0.20	0.30

1.3　成图方法

航测成图目前一般采用精密立体测图仪、解析测图仪测图。平坦地区内业测图高程精度不能满足要求时，可用综合法测图，或者外业施测高程注记点和一定数量的碎部点，由内业测绘地物和等高线，亦可采用航测桩点法测图。

在满足本规范成图精度的前提下，经上级主管部门批准，允许采用本规范未列入的作业方法。

1.4　对航摄资料的要求

执行 GB 6962—86《1∶500、1∶1 000、1∶2 000 比例尺地形图航空摄影规范》。

航摄比例尺应根据仪器装备、成图方法、成图精度要求和航摄质量等情况合理选择，一般平地、丘陵地像片比例尺分母与成图比例尺分母之比值 K 以 4 倍为宜，山地、高山地 K 值以 5～6 倍为宜。当用图急需，K 值大于 6 倍以上直至 8 倍时，要采取必要的技术措施，确保成图精度符合本规范的要求。

1.5　对航测外业成果的基本要求

航测外业成果必须符合 GB 7931—87《1∶500、1∶1 000、1∶2 000 地形图航空摄影测量外业规范》及技术设计书的要求。

航测外业专业技术设计书、编辑指示书及检查验收报告，随同外业成果、成图资料送交下工序。

1.6　技术设计

1.6.1　搜集航空摄影资料（航摄鉴定表、验收报告及各种参数）；航空摄影测量外业资料（控制、调绘成果、各种计算手簿及略图）；上级业务部门编制的综合技术设计书；航空摄影测量外业专业技术设计书；已有地形图及地理资料等。必要时，设计、编辑人员应到实地进行踏勘。

1.6.2　分析外业提供的资料能否满足内业各工序作业要求。估算成图预期精度及特殊问题处理的方法。

1.6.3　按有关规定编写技术设计书（包括编辑指示）。

2　摄影处理

晒像、复照应采取必要的技术措施，保证影像清晰、反差适中、色调正常；并应在摄影处理过程中，力求消除影像的伸缩变形，以确保影像的几何精度。

2.1　晒印像片

2.1.1　供控制加密、立体测图和断面扫描用的晒印像片，一般采用涤纶感光片或玻璃干版。涤纶感光片经摄影处理后，其不规则变形应小于 3/10 000。玻璃干版的玻璃表面不平度小于 0.02mm。

2.1.2　根据航摄底片的反差，正确选择晒像材料和药液。显影液的温度宜在 18～22℃之间，定影液与显影液的温差一般不超过 ±5℃。

2.1.3　晒印像片前应做正确露光时间的试验。晒像材料的机械方向应与航摄底片的机械方向垂直。

2.1.4　定影和水洗时间要适当，以防止感光药膜变软产生影像漂移。涤纶软片晒干时应注意放置方式，防止局部变形。

涤纶感光片晒印时，要确保压平良好，有条件时应使用电子印像机晒像。

2.1.5　微分纠正扫描用的透明正片密度范围（脱机）：

灰雾度　$D_0 \leqslant 0.1$

密度值　$D_{最小}$ 在 0.2～0.3

密度值　$D_{最大}$在 1.0～1.2

影像反差　$\triangle D$ 为 0.8～0.9

反差系数　$\gamma = 0.6$

2.1.6　正射影像负片密度范围：

$D_0 \leqslant 0.2$

$D_{最小}$在 0.2～0.3

$D_{最大}$在 0.8～1.1

$\triangle D$ 为 0.6～0.8

$\gamma = 0.65$

2.1.7　框标影像应清晰、完整、齐全。

2.1.8　外业调绘片放大一般应整张放大，如放大倍数较大，一张像片可分成四片放大，邻片之间的影像应有适当重叠。

2.2　复照

2.2.1　复照仪应定期检校，保证光屏、镜头和承影板三平面严格平行。

2.2.2　复照时应将图版、像片等严格压平。

2.2.3　复照原图的图廓边长、对角线长与理论值之差不得超过表 4 的规定。

2.2.4　复照图边的宽度不得小于 1.5cm，放大后边长与理论边长之差不得大于 0.3mm。

2.2.5　认真检影和正确选择晒像材料的型号及药液配方。

2.3　植字

2.3.1　字体规格必须符合图式和技术设计书的规定，并要求字间隔均匀、排列整齐。

2.3.2　对不同的字体规格应调整电压，以保证露光正确。

2.3.3　显影、定影和水洗要充分，字的笔划要完整、清晰、实在。

2.3.4　薄膜植字要求灰雾度 D_0 小于 0.1，黑度 D 大于 2.5。

3　解析空中三角测量

解析空中三角测量（电算加密），其任务是为纠正和测图提供定向点或注记点（碎部点），以及提供作业时所需要的仪器安置元素数据。

3.1　准备工作

3.1.1　电算加密前需取得以下各种资料：航摄质量鉴定书，涤纶片（透明正片），图历表（卡），野外控制、调绘像片，布点略图，各种观测计算手簿，前一工序的技术设计书等。测区中如有大的江河湖泊水网地段，还需搜集水文资料。

3.1.2　根据规范、图式和技术设计书的精度要求，分析所搜集的资料，确认其是否能满足内业作业要求，再依据航空摄影资料和外业布点情况，合理选用量测仪器和平差计算程序，编制电算加密计划。

3.2　转点和选点

3.2.1 一般要求

使用立体转点仪转点、选刺点。刺孔的大小和误差均不得大于 0.06mm。野外控制点一般不转刺，但要转标，需要转刺时，必须依据野外控制片上的刺孔、点位略图及点位说明综合判断进行准确转刺。内业加密点应选刺在本片和相邻像片影像都清晰、明显、易转刺和量测的目标点上。

3.2.2　各种成图方法对加密点数量和位置的要求

精密立体测图仪测图、解析测图仪测图、微分纠正的定向点布点，如图 1 所示；纠正仪隔片纠正点的布点如图 2 所示；纠正仪每片纠正点布点如图 3 所示。测图用的定向点、纠正点均为平高点。

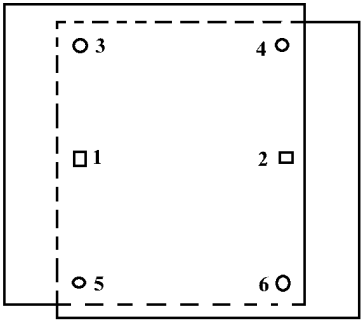


图 1

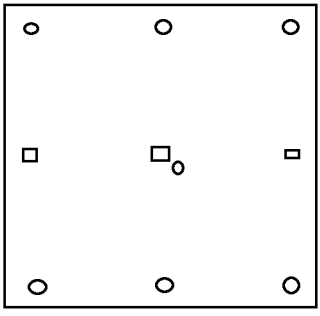


图 2

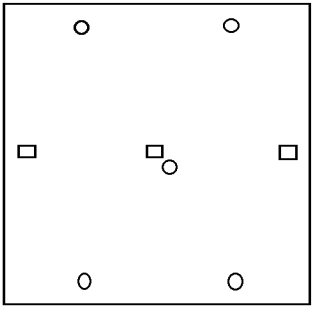


图 3

不同成图方法、不同像片比例尺、不同航区测图接边处的点位和点数均应满足各自的要求，并相互转刺。

在重叠正常情况下，图1、图2中的平高定向点、纠正点应在过主点且垂直于方位线的直线与旁向重叠中线的交点1cm范围内选取；图3中的平高纠正点应在过两主点的中点且垂直于方位线的直线与旁向重叠中线的交点1cm范围内选取；主点附近的纠正点（中心点）要在距离主点1cm范围内选取，困难时可放宽至1.5cm。

3.2.3　内业选点的要求

a. 加密本身需要的连接点，选刺在位于图1所示的1，3，5，2，4，6六个标准点位附近。1，2点选在距离像主点1cm范围内的明显点上，个别选点困难时，亦应在1.5cm的范围内选点。3，4，5，6点一般情况下应与测图定向点、隔片纠正点一致，其离方位线的距离应大致相等且大于3.5cm（像幅为18cm×18cm）和5cm（像幅为23cm×23cm）。当有特殊需要增加连接强度时，可增选连接点的数量。

当旁向重叠过大，连接点距离方位线小于上述规定时，应分别选点；当旁向重叠过小，在重叠中线处选点难以保证量测精度时，亦可分别选点，但其两点至旁向重叠中线垂足之和不得大于1.5cm。

所选点位构成的图形以大致成矩形为宜，点位高差相差不宜过大，同时要照顾调绘面积。

b. 两个立体像对（中间一张像片）覆盖一幅图时，测图或纠正用的定向点选在像片上距离图廓点或图廓线1cm范围内，偏离通过主点且垂直于方位线的直线一般不大于1cm，最大可到1.5cm。当一张像片覆盖多于一个图幅面时，应在图幅的图廓点附近增选加密点。

c. 点位离各类标志要大于1mm，点位距离像片边缘不得小于1cm（像幅为18cm×18cm）和1.5cm（像幅为23cm×23cm）。

d. 平地纠正点避免选在土堤、洼地、房顶等不能代表一般地面高程的目标上。

e. 林区应尽量选在林间空地的明显点上，如选不出时，可选在相邻航线、左右立体像对都清晰的树顶上。

f. 沿河道、山谷布设的航线应注意标准点之间的高差，以免出现相对定向的不定性。在平坦地急剧转为山地、高山地处，在地形变换线处，每像对中增选1～2点。在较大的江河、湖泊、水库地段，图板上每隔10～15cm要选刺水位点，备水系平差使用。

g. 为便于航测原图的室内抽样检验，各测图单位可依据抽样检验的方法，自行规定选刺备查点的数量及要求。

h. 自由图边处应照顾像对测绘面积把点选在图廓线外。

3.2.4　为了便于立体观测，像对内点位刺孔只准刺一次，2、4、6点刺在右像片上，其余均刺在左像片上。

3.2.5　像片上点的整饰应以能准确表示点位和有利于立体观测为原则，整饰的颜色、几何图形及大小由各作业单位自行规定。

3.2.6　按航线、像对顺序编写观测手簿，要求点序及点号不颠倒、不遗漏、不重

号。

3.2.7　为了方便电算成果的分析和整理，根据像片上点的相对位置标绘出航线略图和区域网略图。

3.3　坐标量测

3.3.1　量测像点坐标所使用的精密坐标量测仪、解析测图仪、精密立体测图仪、立体坐标量测仪，应处于良好工作状态；各种仪器要定期进行检校，鉴定合格后方可用于作业。

3.3.2　像点坐标的最测一般采用精密坐标量测仪，但亦可采用解析测图仪、某些精密立体测图仪（如 A10、F2 等）及立体坐标量测仪进行量测。

3.3.3　像片定向

依据航摄资料情况和仪器设备，像点坐标量测的定向方法可采用解析框标定向、半解析框标定向、辅助点（近似框标）定向或方位线定向。

需要像片归心时，首先要准确刺出主点。当采用辅助点定向时还要在坐标轴线的 y 方向（或 x 方向）上，距离像片边沿 1～1.5cm 处刺出辅助点。刺孔不大于 0.06mm。

3.3.4　像点的量测

采用一人单测，切读两次的办法量测。当采用辅助点、方位线定向及人工记录时，两次读数较差：像点坐标 x、y 不大于 0.05mm；左右视差 p、上下视差 q 不大于 0.03mm，然后取中数记入手簿。解析框标定向和有自动记录装置时，两次读数较差在 0.01mm 以内，采用最后一次读数。

立体观测照准时，对外业控制点以注记说明和点位略图为主，参照刺孔综合判定点位；对内业选刺的点应以影像为主，如发现刺点有偏差，测标可直接照准影像，并在观测手簿中注记说明或绘出测点点位略图，同时校核邻航线同名点刺点目标，以判断其可靠性；观测疑难点时，在观测手簿中应有简要的点位注记说明。

3.3.5　沿航线方向的自由图边必须对测。当采用辅助点、方位线定向时，两人对测较差：x、y 不应大于 0.06mm；p、q 不大于 0.04mm，在限差内采用中数或主测数据计算均可。用解析框标定向，对测后的对算较差不超过加密点中误差时，可用主测成果。

如坐标量测仪与计算机联机作业，自由图边可测一次。

3.4　平差计算和成果整理

3.4.1　上机前的准备工作

按使用程序要求正确编写信息、数据和标志，并要认真校对，做到准确无误；依据外业布点和内业仪器装备、技术条件选择计算方案。

计算程序应能对像点坐标进行系统误差改正，当计算程序需要填写改正后的航摄仪焦距 f'_x、f'_y 时，其计算公式为：

$$\left.\begin{aligned} f'_x &= \frac{l_x}{L_x}\cdot f \\ f'_y &= \frac{l_y}{L_y}\cdot f \end{aligned}\right\} \quad (2)$$

式中：f——航摄仪焦距，mm；

L_x、L_y——分别为航摄仪 x 方向和 y 方向框标距离，mm；

l_x、l_y——分别为量测像片上 x 方向和 y 方向框标间距离，mm。

要求利用坐标量测仪量测每片框标距，其量测精度为 ±0.1mm。片片改正焦距。

3.4.2　计算各项限差的要求

a. 相对定向

利用精密坐标量测仪、精密立体测图仪和立体坐标量测仪量测时，平地、丘陵地标准点残余上下视差△q 不应大于 0.02mm，检查点残余上下视差△q 不应大于 0.03mm；山地、高山地标准点残余上下视差△q 不应大于 0.03mm，检查点残余上下视差△q 不应大于 0.04mm。如果采用解析测图仪联机空中三角测量加密，平地、丘陵地残余上下视差△q 不应大于 0.005mm，山地、高山地残余上下视差△q 不应大于 0.008mm。

b. 模型连接较差计算公式

$$\triangle S \leqslant 0.08 \cdot m \cdot 10^{-3} \quad \cdots\cdots (3)$$

$$\triangle Z \leqslant 0.05 \frac{m \cdot f}{b} \cdot 10^{-3} \quad \cdots\cdots (4)$$

式中：△S——平面位置较差，m；

△Z——高程较差，m；

m——像片比例尺分母；

f——航摄仪焦距，mm；

b——像片基线长度，mm。

如采用解析测图仪联机空中三角测量加密，模型连接较差：

$$\triangle S \leqslant 0.06 \cdot m \cdot 10^{-3} \quad \cdots\cdots (5)$$

$$\triangle Z \leqslant 0.04 \frac{m \cdot f}{b} \cdot 10^{-3} \quad \cdots\cdots (6)$$

c. 绝对（大地）定向后，基本定向点残差、多余控制点的不符值及公共点的较差不得大于表 5 的规定。

表 5

地形类别	限差 / 比例尺 / 点别	平面位置限差 mm			高程限差 m		
		1:500	1:1 000	1:2 000	1:500	1:1 000	1:2 000
平地	基本定向点	–	0.3	0.3	–	–	–
	多余控制点	–	0.5	0.5	–	–	–
	公共点较差	–	0.8	0.8	–	–	–

地形类别	限差 / 比例尺 / 点别	平面位置限差 mm			高程限差 m		
		1:500	1:1 000	1:2 000	1:500	1:1 000	1:2 000
丘陵地	基本定向点	–	0.3	0.3	–	0.26	0.26
	多余控制点	–	0.5	0.5	–	0.4	0.4
	公共点较差	–	0.8	0.8	–	0.7	0.7
山地	基本定向点	0.4	0.4	0.4	0.26	0.4	0.6
	多余控制点	0.7	0.7	0.7	0.4	0.6	1.0
	公共点较差	1.1	1.1	1.1	0.7	1.0	1.6
高山地	基本定向点	0.4	0.4	0.4	0.4	0.75	0.9
	多余控制点	0.7	0.7	0.7	0.6	1.2	1.5
	公共点较差	1.1	1.1	1.1	1.0	2.0	2.4

注：①基本定向点残差为加密点中误差的 0.75 倍。

②多余控制点的不符值为加密点中误差的 1.25 倍。

③公共点的较差为加密点中误差的 2.0 倍。

公共点较差确有系统误差且小于加密点规定中误差时，可不进行配赋改正。

3.4.3　计算过程中出现的超限和错误，应认真分析、正确处理。处理意见在图历表（卡）相应栏内注记说明，并签名。

3.4.4　下机后，经分析各项限差均符合要求，根据成图方法和下工序的要求，整理下列各项成果：加密点的平面坐标和高程、底点（主点）坐标、航高及各种定向元素。

3.4.4.1　较大的江河湖泊水网地段，宜按摄影时期水文资料直接参与平差，或者在全区平差计算后，在立体观测下加减配赋改正，其改正数不大于 1/2 加密点高程中误差。在像片和成果表上要注记水系平差后的高程值。

3.4.4.2　测制 1:500 地形图时，平面坐标和高程取至 0.01m；比例尺为 1:1 000、1:2 000 时平面坐标和高程取至 0.1m。

3.4.4.3　打印成果要清晰、齐全，装订裁切要整齐。加密像片上需填写高程，并做到认真校对，防止抄错和遗漏。

3.4.4.4　加密点的中误差按航线网或区域网进行估算，其估算公式：

$$m_{控} = \pm\sqrt{\frac{[\triangle\triangle]}{N}} \quad \cdots\cdots (7)$$

$$m_{公} = \pm\sqrt{\frac{[dd]}{N}} \quad \cdots\cdots (8)$$

式中：$m_{控}$——控制点中误差，m；

$m_{公}$——公共点中误差，m；

△——多余野外控制点的不符值，m；

d——相邻航线或相邻区域网之间公共点的较差，m；

n——评定精度的点数。

3.4.4.5　填写图历表（卡）：内容有原始数据、作业方法、精度统计、作业过程中重大技术处理情况等，必须按项目认真填写，填写者和检查者签名。最后上交资料。

3.5　航测桩点法加密

用航测桩点法加密，以单模型为单元进行平差计算为宜。

绝对（大地）定向后，定向点平面位置限差不大于0.3mm（图板上），高程限差不大于0.2m；多余控制点的不符值不大于加密点的中误差；公共点的较差在加密点中误差两倍以内。

刺点、量测和计算同3.2、3.3、3.4条规定

3.6　加密接边规定

3.6.1　加密接边仅限于本规范比例尺系列范围之内的图幅，隔比例尺的图幅不接边。

3.6.2　同比例尺、同地形类别的相邻图幅、航线、区域网之间公共点接边，平面和高程较差均不得大于表5的规定，取中数作为最后值。与已成图或出版图接边，当较差小于规定限差1/2时，以已成图和出版图为准；当较差大于规定限差的1/2、且小于规定限差时，应取中数作为最后值。超过限差时，要认真检查原因，确系已成图或出版图错误，可使用正确的单值，并在图历表内注明备案。

3.6.3　同比例尺，不同地形类别接边时，平面位置较差不得大于图上1.4mm，最大不超过图上1.75mm。高程较差不得大于两种地形类别加密中误差之和，最大不超过和的1.25倍。然后将实际较差按中误差的比例进行配赋作为使用成果。

3.6.4　不同比例尺接边，平面的较差不得大于表2规定的加密点中误差化为实地长度之和的1.25倍，然后将实际较差按中误差的实地值的比例进行配赋作为最后值。高程的较差规定与3.6.3条同。

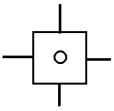
3.7　展点

3.7.1　要求直角坐标展点仪x、y导轨要水平且相互垂直；刺针无偏心差，刺孔要圆，刺孔不大于0.1mm；各种机械传动无隙动差。

3.7.2　原图板可选用裱糊图板、聚脂薄膜或刻图膜。图板必须平整无折痕。

3.7.3　展点误差不应大于0.1mm；图廓边长（包括公里网点间距离）及对角线长与理论值之差不应大于表4的规定；恢复图板二次定向对点误差不大于0.15mm。展点要认真，校对要细致，防止错漏出现。

3.7.4　展点图板用浅蓝色墨水或铅笔进行点的整饰和注记，各类点的整饰规格如下：

——图廓点。边长 7mm，内圈直径 1mm。

——三角点。边长 7mm，内圈直径 1mm。

——埋石点。边长 5mm，内圈直径 1mm。

◎——平高控制点。外圈直径 3mm，内圈直径 1mm。

○——公里网点直径 2mm。

●——内业加密点直径 1mm。

图板上应注记图幅号、比例尺、图廓理论尺寸、略图、控制点号、像片号及公里网坐标。

4　像片平面图和正射影像图

平坦地区可采用纠正仪纠正，镶嵌编制像片平面图；丘陵地、山地适宜采用正射投影仪编制正射影像图。

4.1　纠正镶嵌

4.1.1　纠正镶嵌的一般要求

4.1.1.1　纠正仪要经过检校，使仪器设备处于良好的作业状态；承影平面上要光照均匀，成像清晰。

4.1.1.2　各项限差不超过表 6 的规定。

表 6　　mm

项　　目	限　差　规　定
透点图	应严格重合
底片刺点误差	一般 0.06，最大 0.08
纠正对点	一般 0.5，最大 0.6
镶嵌、切割线重叠、裂缝	0.2
片与片、带与带接边差	一般 1.0，最大 1.2
相邻图幅接边差	一般 1.2，最大 1.5

4.1.1.3　像片平面图上的三角点、埋石点、野外控制点均应有刺孔，精度必须符合展点要求。公里网点、图廓点要完整。晒像的边线、镶嵌切割线不得超过像片上纠正点连线外 1cm，离像片边缘不得小于 1.0cm（像幅为 23cm × 23cm）或 0.8cm（像幅为 18cm × 18cm）。

像片图整饰，各作业单位自行规定，但要标出像底点位置，内业向外业提供的纠正

起始面相对航高和高程。

图历表（卡）填写要认真、完整、齐全。

4.1.2　像片纠正

4.1.2.1　准备工作：邻取航空摄影底片；内、外业控制像片；控制手簿；图历表（卡）；展点图板和技术设计书等。并对资料进行必要的分析。

4.1.2.2　像片平面图通常宜采用固定比例尺编制像片图。

在纠正点控制的像片应用面积内，当高差

$$\triangle h \leqslant 0.001 \frac{f_k}{r} \cdot M \quad \cdots\cdots (9)$$

时，不分带纠正。

式中：f_k——航摄仪焦距，mm；

r——幅射中心至最远纠正点的距离，mm；

M——成图比例尺分母。

一带纠正的高差限制参见表 7 规定。

表 7

比例尺	像　幅 cm × cm	焦距 mm	每片纠正	隔片纠正	应用公式 m
1∶500	18 × 18	210	1.8	1.3	$\triangle h = 0.5 \frac{f_k}{r}$
	23 × 23	152	1.0	0.9	
		210	1.3	1.0	
		305	1.9	1.5	
1∶1 000	18 × 18	210	3.5	2.6	$\triangle h = 1.0 \frac{f_k}{r}$
	23 × 23	152	1.9	1.5	
		210	2.6	2.1	
		305	3.8	3.0	
1∶2 000	18 × 18	115	3.8	2.9	$\triangle h = 2.0 \frac{f_k}{r}$
		210	7.0	5.2	
	23 × 23	152	3.8	3.0	
		210	5.2	4.2	
		305	7.6	6.1	

注：计算本表时，像幅为 $18cm \times 18cm$，每片纠正的 r 取 $60mm$，隔片纠正的 r 取 $80mm$；像幅为 $23cm \times 23cm$，每片纠正的 r 取 $80mm$，隔片纠正的 r 取 $100mm$。

4.1.2.3　根据航摄资料和地面高差情况，可以采用每片纠正或隔片纠正。纠正晒

印的要求如下：

a. 纠正片的片号和范围，可根据像片在图板上的位置来决定，像片图应晒出图廓线外 1*cm*。

b. 底片刺点　中心点、底点（或主点）、纠正点、野外控制点都应按像片上的影像准确转刺在底片上，转刺误差按表 6 规定。

c. 改投影差　应以底点为辐射中心，图板上应展绘底点位置。底点坐标由电算加密提供；如为全野外布点，底点用光学法求解。

d. 制作透点图　点位应严格重合，透点图应注明图号、纠正片号和点号。

e. 纠正点和中心点的对点误差应符合表 6 的规定，对点误差要合理配赋。

f. 根据底片影像的反差，正确选择相纸型号和选配药液。显影液的温度一般应在 18～22℃之间。如部分色调不匀，可进行局部减薄处理。

4.1.3　分带纠正

4.1.3.1　在纠正点控制的像片面积内，高差 $\triangle h > 0.001 \frac{f_k}{r} \cdot M$ 时，应进行分带纠正，分带纠正一般不宜超过三带。用立体测图仪确定带的边缘曲线，高程量测的误差不超过表 7 所列带距的 1/5，或者用旧地形图确定分带线。

4.1.3.2　按式（10）计算各纠正点对起始带中间平面的投影差改正数 δ_h（计算至 0.1mm），并在图板上进行改正。

$$\delta_h = \frac{\triangle h}{H_1 - \triangle h} \cdot R \qquad \cdots\cdots (10)$$

式中：R——图板上纠正点至底点的距离，mm；

H_1——起始带中间平面的航高，m；

$\triangle h$——纠正点对起始带中间平面的高差，m。

4.1.3.3　有关纠正对点和晒像的要求与 4.1.2 条相同。但第二带晒像前，必须改变纠正仪镜头的高度。纠正仪镜头变化值 $\triangle d$ 按下式计算：

$$\triangle d = \frac{Q \cdot F}{f_k \cdot M} \qquad \cdots\cdots (11)$$

式中：f_k——航摄仪焦距，mm；

F——纠正仪主距，mm；；

Q——带距，m；

M——成图比例尺分母。

$\triangle d$ 值算出后即可在仪器上安置，并使底点与图板上的相应位置重合，使其可以进行第二带的晒像。

4.1.3.4　航高可使用电算成果或按图解法计算。图解法计算航高时，量测图板、像片上两控制点间距离，要求准确到 0.1mm。

同一片两组线段求得的航高较差不得大于 $H/300$（H 为本片平均相对航高），在限差内取中数作为最后值。

4.1.4　光学镶嵌

4.1.4.1　光学镶嵌是在纠正对点后，直接将影像晒印在有感光材料的图板上的。所以事先要切割好分带或分片界线，贴好镶嵌纸条，不能出现重叠和裂缝。

4.1.4.2　控制点、纠正点、底点、图廓点等在暗室安全灯下展绘；若采用透点法，像片图上刺孔位置应达到展点精度。

4.1.4.3　光学镶嵌（包括纠正对点）的误差不得大于表 6 的规定，摄影处理的要求与纠正晒印相同。

4.1.5　切割镶嵌

4.1.5.1　切割镶嵌适用多片覆盖一幅图及分带纠正晒印后编制像片平面图。各项限差要求不得大于表 6 的规定。镶嵌对点误差与纠正对点误差相同。

4.1.5.2　片与片之间的镶嵌切割线，应选在像片上纠正点连线附近，偏离不得大于 1cm；带与带之间切割线应以分带线为依据。切割线应通过接边误差小，色调大致相同的地方，尽量避免通过重要地物；切割线与线状地物交角要尽量大，一般不允许沿河流、道路等处切割。

4.1.5.3　切割线要光滑、粘贴要牢固。

4.1.5.4　镶嵌图上的三角点、埋石点、野外控制点、图廓点等按展点位置整饰。

4.2　微分纠正

4.2.1　准备工作

a. 作业仪器及其外围设备均应处于良好的作业状态下，方可进行作业。

b. 资料准备：包括透明正（负）片、控制像片、感光胶片以及原始数据等。

c. 装片（或归心）、输入已知数据和参数、装感光胶片等。

4.2.2　采集断面数据

采集断面数据一般使用精密立体测图仪、立体坐标量测仪加其外围设备或解析测图仪获取；断面数据还可以从任何一种数字高程模型获取。

a. 用精密立体测图仪、立体坐标量测仪加外围设备采集断面数据时，相对定向、绝对定向等要求与第 5 章精密立体测图仪测图相同。

b. 用解析测图仪采集断面数据时，内定向、相对定向和绝对定向（外定向）等要求与第 6 章解析测图仪联机测图相同。

c. 根据成图精度、高差及坡度综合考虑，正确选择模型断面的横向间隔$\triangle_x$和纵向间隔$\triangle_y$。

d. 计算模型的断面数 N。当单模型采集或单程采集时，N 为奇、偶数均可；双模型采集时，第一个模型的 N 一定要为偶数。

e. 采集断面数据，测标一般应与模型表面相切，照准误差不大于 $H/1\ 750$（H 为平均相对航高）。

4.2.3　正射投影仪纠正的一般要求

a. 供扫描用的透明正片要求同 2.1.5 条，不得有划伤、斑点、指纹等。

b. 以采用一张像片覆盖一幅图或一张像片覆盖四幅图为宜。

c. 平面定向，平面控制点经定向配赋后，测标位置与点位不符值以像片比例尺计一般不大于 0.03mm，最大不得超过 0.05mm。

d. 根据不同类型仪器，地面坡度大小选择缝隙长度 W。

零级正射投影仪参照公式

$$W = \frac{2Zdx}{X \cdot tg\theta_x} \quad \cdots\cdots (12)$$

一级正射投影像参照公式

$$W = \frac{4Zdx}{X \cdot tg\theta_x} \quad \cdots\cdots (13)$$

式中：W——缝隙长度，mm；

dx——图上影像 x 方向位移，mm；

Z——模型点投影高度，mm；

X——图上扫描点 x 方向的最大坐标，mm；

θ_x——地面坡度 x 方向分量，(°)。

这时平地、丘陵地影像位移不大于图上 0.2mm；山地、高山地不大于图上 0.4mm。长度 W 数值参见附录 B 中表 B1、B2、B3、B4（零级）和 B5、B6、B7、B8（一级）。

e. 缝隙宽度 D，根据各类正射投影仪的特点，参照公式

$$D = \frac{1 - tg\beta \cdot tg\theta_y}{2R_y \cdot tg\beta \cdot tg\theta_y} \quad \cdots\cdots (14)$$

选择，这时正射底片的分辨率需不少于 9 线对/mm。宽度 D 数值参见附录 B 中表 B9。

式中：D——缝隙宽度，mm；

R_y——正射底片因地形坡度 θ_y 影响后的分辨率，线对/mm；

β——投影光线在 YZ 平面的投影和 Z 轴的夹角，(°)；

θ_y——地面坡度角 Y 方向分量，(°)。

f. 测定并安置灰楔。量测扫描片上最大和最小密度值，并按式（15）计算出平均密度值 $D_{平均}$，继而计算灰楔值。

$$\left.\begin{aligned} D_{平均} &= \frac{D_{最大} + D_{最小}}{2} \\ 灰楔值 &= D_{平均} - K \end{aligned}\right\} \quad \cdots\cdots (15)$$

式中：$D_{最大}$——最大密度值；

$D_{最小}$——最小密度值；

K——根据作业情况试验测定的密度常数。

g. 扫描和晒印正射负（正）片，应晒出图廓线外 8mm。每个立体像对一次晒印完毕。

h. 正射像片的摄影处理作业要求与第 2 章同。

i. 正射影像图的整饰，依据用图需要，由各作业单位自行规定。

4.2.4　接边要求

a. 双模型仪器上的连接误差，以模型比例尺计一般不大于0.005mm，最大不得大于0.001mm。

b. 带与带接边差：

平地、丘陵地：一般0.3mm，最大0.6mm，

山地、高山地：一般0.5mm，最大1.0mm。

c. 幅与幅接边差：

平地、丘陵地：一般1.2mm，最大1.5mm，

山地、高山地：一般1.6mm，最大2.0mm。

5　精密立体测图仪测图

精密立体测图仪适用于各种成图比例尺及各种地形类别的测图。由于仪器类型甚多，本规范只规定作业中必须遵守的共同要求。

5.1　准备工作

5.1.1　精密立体测图仪应保持良好的作业状态，仪器要定期检校，鉴定合格后方可进行作业。

5.1.2　测绘面积不得超过像片上控制点连线外1cm，且离像片边缘不得小于1cm（像幅为18cm×18cm）、1.5cm（像幅为23cm×23cm）。

5.1.3　模型比例尺计算公式

$$M_{模} = H/Z \qquad (16)$$

式中：H——相对航高，m；

Z——仪器上的相应航高，mm；

$M_{模}$——模型比例尺分母。

作业时应根据 H 和 Z 的最大值与最小值分别计算最小及最大的模型比例尺，在此范围内，应尽可能选择最大模型比例尺，且应考虑便于直接读出高程和仪器与绘图桌的传动比。

5.1.4　装片　不论采用透明正片或负片都应通过放大镜仔细观察，使框标标志严格对准像片盘的相应标志，其对准误差不得大于0.05mm。

5.1.5　安置焦距　左右投影器应分别安置改正后的焦虎 f'_k，安置值取至0.01mm（或仪器最小刻划值）。

5.1.6　计算概略模型基线 b_x

$$b_x = m_{像} / M_{模} \cdot b \qquad (17)$$

式中：b——像片基线长度，mm。

b_x 值也可根据电算加密提供的数据进行安置。

5.2　定向

5.2.1　如利用电算加密提供的外方位元素成果时，要将成果化算为适应测图仪坐标轴系及分划尺的安置值，并在安置基线与绝对倾斜角的基础上进行相对定向与绝对定向。

5.2.2　相对定向后，各点的残余上下视差不得大于0.02mm，主点附近不应有残余上下视差。残余视差配赋应合理。

5.2.3　绝对定向

5.2.3.1　绝对定向的平面对点误差，平地、丘陵地一般不大于图上0.4mm，最大不得大于0.5mm；山地、高山地一般不大于0.5mm，最大不得大于0.6mm。高程定向误差不大于加密点的高程中误差；平地、丘陵地全野外布点时，高程误差不得大于0.3m。

5.2.3.2　高程误差经配赋后，应使3，6，4，5点误差值大致相等，3与6点，4与5点符号相同，而3，6点与4，5点的符号则要相反。

平面对点误差经配赋后，应使3，4，5，6点误差大致相等，而误差方向大致成对相反。

5.3　测绘地物、地貌

5.3.1　立体测图可采用在全野外调绘后测图的方法，亦可采用室内在精密立体测图仪上根据模型判读测图后，再进行外业对照、补测和补调的方法。

5.3.2　如采用全野外调绘方式测图，参照调绘片在仪器上要认真仔细地辨认、测绘。原则是外业定性，内业定位。当外业调绘确有错误时，内业可根据立体模型影像改正，并在调绘片背后加以说明。测绘地物、地貌元素要做到无错漏、不变形、不移位。在测绘依比例尺表示的符号时，应以测标中心切准轮廓线或拐角打点连线；测绘不依比例尺表示的符号时，以其定位点或定位线确定。

5.3.3　如采用内判测图后外业对照、补测和补调方法时，应注意下列几点：

a. 航摄像片的现势性要好。

b. 作业人员要具备一定的外业调绘工作经验。

c. 必要时需编制测区室内判读样片。

d. 对有把握判准的地物、地貌元素，按图式要求直接测绘在图板上，其要求同5.3.2条；对无把握判准的地物、地貌元素，内业只测绘外轮廓作为疑点留给外业处理。

e. 外业进行检查、核对、补测和补调工作。对内业测绘有把握的部分要作抽查，对内业标明的疑点要作核对、补测，对内业无法判绘的地形元素如新增（或减少）的重要地物，隐蔽地区地物、地貌元素及影像上未显示出来的地物元素和各种注记等要进行补调。

5.3.4　测绘等高线时要用测标切准模型描绘。在等倾斜地段，相邻两计曲线间距离在图上小于5mm时，可只测绘计曲线，首曲线可以插绘。

有植被覆盖的地表，当只能沿植被表面描绘时，应加植被高度改正。在树林密集隐蔽地区，应依据野外高程点和立体模型进行测绘。

5.3.5　高程注记点应切读两次，读数较差一般不大于0.3m，取中数注至0.1m。

5.3.6　图上需要注记的比高大于 1m 时，可由内业量注。

5.3.7　接边和结尾工作

a. 测绘地物、地貌时，应在仪器上与已描图边进行接边（并经检查员检查）。在限差以内时，各改一半，可绘在差值的 1/2 处，超限时应查明原因，作出处理。图边上应注明“已接边、接边者姓名和日期”。接边误差应作记录。

b. 像对间的地物接边差最大不得大于地物点中误差的两倍，等高线接边差不应大于一个基本等高距。

c. 每像对测完后，必须经检查才能从仪器上取下。

d. 每幅图测完后，应认真进行自校和资料整理。图历表（卡）、量测计算手簿要齐全，并填写完整。

5.4　航测桩点法测图

5.4.1　航测桩点法测图适宜平坦地区，以便根据桩点在精密立体测图仪上测图或者在其他立体测图仪上测图。

5.4.2　依据桩点在精密立体测图仪上测绘地物、地貌时，其仪器的相对定向、绝对定向和测绘地物、地貌的要求同 5.2 和 5.3 条。绝对定向完成后，首先在立体观察下检查桩点是否正确、合理，对明显不合理，有错误的点要认真检查原因，作出处理，然后依据桩点测绘地物、地貌。

5.4.3　少数不能代表地形特征的地物点、控制点（如量注比高——即标志至地表面高差）允许点线矛盾，一般情况下高程注记点不应与等高线有矛盾，若有矛盾时可以加、减 1/4 等高距之值作适当调整，使其合理，否则要检查原因作出处理。

6　解析测图仪联机测图

解析测图仪是一种全能摄影测量仪器。它不受摄影焦距、像片倾斜角、像片重叠度、基线长度、高差、摄影比例尺与成图比例尺之间比例等方面的机械限制。适用于各种摄影资料的测图。

6.1　准备工作

6.1.1　解析测图仪主机、电子计算机和数控绘图桌等均应处在良好的作业状态下，方可进行作业。

6.1.2　资料准备：包括透明正片、控制像片、调绘片以及原始数据等。

6.1.3　装片。透明正片的 X 方向大致平行于仪器的 X 方向。

6.1.4　输入参数，如仪器类型、作业姓名、作业日期、像片号、基线、焦距、框标数据、定向点数据、模型号等软件所需要的各种参数。

6.2　定向和测图

6.2.1　内定向时测标严格对准框标，框标坐标量测误差不得大于 0.02mm。

6.2.2　相对定向各点的残余上下视差不得大于 **0.008**mm。

6.2.3　绝对定向平面坐标误差（*DXG*、*DYG*），平地、丘陵地一般为 $0.000\,2M_{图}$ m，（$M_{图}$ 为图板比例尺分母）最大不得大于 $0.000\,3M_{图}$ m；山地、高山地一般为 $0.000\,3M_{图}$

m，最大不得大于 0.000 4$M_{图}$ m。高程定向误差（*DZG*），平地、丘陵地全野外布点不得大于 0.2m，其余不得超过加密点高程中误差的 0.75 倍。

6.2.4　绘图桌定向平面误差同 **6.2.3** 条。

6.2.5　测图、接边和结尾工作要求与精密立体测图仪测图 5.3 条相同。

7　原图清绘

原图清绘的主要任务是在铅笔稿原图上进行清理着色（或刻绘），或在仪器上直接绘制。清绘后的原图应准确、清晰、易读，符合现行图式的规格，满足晒图、复照及制版印刷的要求。

7.1　原图清绘的要求

7.1.1　图廓线、公里网线应严格通过展点针孔，连线偏差不大于 0.1mm。

7.1.2　各类控制点中心位置偏移不得大于 **0.1**mm。

7.1.3　各类地物元素的线划、符号中心位置偏移不得大于 0.2mm。图上各符号间间隔除必须实交的元素外，其他各符号间间隔不得小于 0.3mm。

7.1.4　各种线划、符号规格应符合图式要求，线条应均匀光滑，墨色饱满，刻绘线划透亮，不得划破和烫伤片基。

7.1.5　原图着色法清绘一般采用单色，刻绘法清绘可采用一版刻绘（全要素刻绘）或分版刻绘，当采用分版刻绘时，其套合差不得大于 0.2mm。

7.1.6　各种注记宜采用植字或膜片刻绘。注记位置恰当，不压盖重要地物地貌，粘贴要牢固平整。

7.2　原图接边规定

1∶500、1∶1 000、1∶2 000 地形图，除本系列相邻比例尺之间和同比例尺接边外，一般不与其他比例尺图接边。

7.2.1　同比例尺图幅接边

地物平面位置和等高线接边较差一般不得大于表 2、表 3 所列中误差的 2 倍，最大不得大于 2.5 倍。

7.2.2　同比例尺不同精度图幅接边

地物平面位置和等高线接边较差一般不得大于表 2、表 3 相应中误差之和，最大不得大于其和的 1.5 倍，然后按中误差值的比例进行配赋接边。

7.2.3　不同比例尺图幅接边

不同比例尺图接边，可将小比例尺图边放大成等比例尺后进行接边。其地物平面位置和等高线接边较差一般不大于表 2、表 3 相应中误差（地物平面中误差应化为同一比例尺）之和，最大不得大于其和的 1.5 倍。然后按中误差值比例化在同比例尺的图上进行配赋接边。

7.2.4　与已成图、出版图接边

接边较差不大于 7.2.1、7.2.2、7.2.3 条的规定，只改新图，如大于上述限差时，应认真检查，确认新图无误，则以新图为准，不接部分在两幅图的图历表（卡）内和原

图上分别注明。

7.2.5　各类地物的拼接，不得改变其真实形状及相关位置，直线地物应从离图廓线最近的转折点处进行拼接。地貌拼接不得产生变形。

7.2.6　自由图边地物、地貌必须测出图廓外 1cm。图廓外的地物、地貌和各种名称数字注记用铅稿线整饰。

8　检查验收和资料上交

8.1　检查验收

检查验收的目的主要是保证测绘成果成图符合现行规范、图式及技术设计书的要求，确保成果成图质量，以满足用图单位需要。具体要求和作法按有关规定进行检查验收。

8.2　资料上交

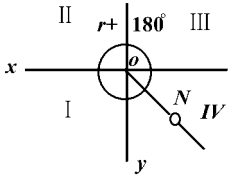
上交的各项成果成图资料应整理装订齐全，数据准确、字迹端正清楚，保证下工序和用图单位能顺利进行工作。

附录 A　WILD　E_4 纠正仪上作业求底点的方法（参考件）

纠正前在航摄底片上用格网模片刺出像主点，对点完成后，在控制图版上刺出主点投影位置。将承影桌纵横坐标转绘到控制图板上，记录承影桌左、右手轮倾斜角的正切函数值 $tg\beta_x \cdot tg\beta_y$ 及放大倍率 K。

表 A1　　WILD　E_4 纠正仪上作业求底点的手簿

像片编号 8654	图幅编号 23－30	
(0098)	(9902)	K = 5.245
$tg\beta_x = +0.009\ 8$	$tg\beta_y = 0.990\ 2 - 1.000 = -0.009\ 8$	
$tg^2\beta_x = 0.000\ 096\ 04$ $+ tg^2\beta_y = 0.000\ 096\ 04$	$tg\beta = 0.013\ 8$ $\beta = 0°47'26''$	$tg\gamma = tg\beta_x / tg\beta_y = -1.000\ 0$ $\gamma = 135°$
$tg^2\beta = 0.000\ 192\ 08$	$\sin\beta = 0.013\ 8$	$\gamma + 180° = 315°$

(1) $K = 5.245$ (2) $f_k^2/F = 294.000$ (3) $tg\beta = 0.013\ 8$ (1) × (2) × (3) = ON = 21.30*mm*		$f_k = 210mm$ $F = 150mm$ $\beta < 3°$ $tg\beta = sin\beta$

备注	f_k 为摄影机焦距；F 为纠正仪主距； K 为放大倍率：ON 为图上偏心距；$ON = K \cdot \frac{f_k^2}{F} \cdot tg\beta$

作业员	许广珍	检查员	张书玲

纠正像片图摄影处理完毕后，将控制图板蒙在像片图上，使仪器坐标轴线原点与象主点投影点重合。然后按计算得的极坐标值（ON、$180° + \gamma$）展出底点 N 位置（由承影面上主点为中心，以主纵线向承影面抬高方向截取 ON），并透刺在像片图上。

附录 B　缝隙长度 W、宽度 D 表
（参考件）

表 B1　　mm

θ_x（度） / dx / W	18cm × 18cm				f = 115mm			X/Z = 0.70			零级		
	2°	3°	6°	10°	15°	20°	25°	27°	31°	35°	39°	42°	45°
2	0.02	0.04	0.07	0.12	0.19	0.25	0.33	0.36	0.42	0.49	0.57	0.63	0.70
3	0.04	0.06	0.11	0.18	0.28	0.38	0.49	0.54	0.63	0.74	0.85		
4	0.05	0.07	0.15	0.25	0.38	0.51	0.65	0.71					
5	0.06	0.09	0.18	0.31	0.47	0.64							
8	0.10	0.15	0.29	0.49	0.75								
16	0.20	0.29	0.59	0.99									

表 B2　　mm

θ_x（度） / dx / W	18cm × 18cm				f = 210mm			X/Z = 0.38			零级		
	2°	3°	6°	10°	15°	20°	25°	27°	31°	35°	39°	42°	45°
2	0.01	0.02	0.04	0.07	0.10	0.14	0.18	0.19	0.23	0.27	0.31	0.34	0.38
3	0.02	0.03	0.06	0.10	0.15	0.21	0.26	0.29	0.34	0.40	0.46	0.51	0.57
4	0.03	0.04	0.08	0.13	0.20	0.28	0.35	0.38	0.46	0.53	0.62	0.68	
5	0.03	0.05	0.10	0.17	0.25	0.34	0.44	0.48	0.57	0.66			
8	0.05	0.08	0.16	0.27	0.41	0.55	0.71	0.77					
16	0.11	0.16	0.32	0.54	0.81	1.11							

表 B3　　mm

θ_x（度） / dx / W	23cm × 23cm				f = 153mm			X/Z = 0.65			零级		
	2°	3°	6°	10°	15°	20°	25°	27°	31°	35°	39°	42°	45°
2	0.02	0.03	0.07	0.11	0.17	0.24	0.30	0.33	0.39	0.45	0.52	0.58	0.65

dx / θ_x(度) / W	23cm × 23cm				f = 153mm			X/Z = 0.65					零级
	2°	3°	6°	10°	15°	20°	25°	27°	31°	35°	39°	42°	45°
3	0.03	0.05	0.10	0.17	0.26	0.35	0.45	0.50	0.58	0.68	0.79	0.88	
4	0.04	0.07	0.14	0.23	0.35	0.47	0.61	0.66	0.78				
5	0.06	0.08	0.17	0.29	0.44	0.59	0.76						
8	0.09	0.14	0.27	0.46	0.70	0.95							
16	0.18	0.27	0.55	0.92	1.39	1.89							

表 B4　　mm

dx / θ_x(度) / W	23cm × 23cm				f = 210mm			X/Z = 0.48					零级
	2°	3°	6°	10°	15°	20°	25°	27°	31°	35°	39°	42°	45°
2	0.02	0.02	0.05	0.08	0.13	0.17	0.22	0.24	0.29	0.34	0.39	0.43	0.48
3	0.02	0.04	0.08	0.13	0.19	0.26	0.34	0.37	0.43	0.50	0.58	0.65	0.72
4	0.03	0.05	0.10	0.17	0.26	0.35	0.45	0.49	0.58	0.67	0.78		
5	0.04	0.06	0.13	0.21	0.32	0.44	0.56	0.61	0.72				
8	0.07	0.10	0.20	0.34	0.51	0.70	0.89						
16	0.13	0.20	0.40	0.68	1.03								

表 B5　　mm

dx / θ_x(度) / W	18cm × 18cm				f = 210mm			X/Z = 0.38					一级
	2°	3°	6°	10°	15°	20°	25°	27°	31°	35°	39°	42°	45°
2	0.01	0.01	0.02	0.03	0.05	0.07	0.09	0.10	0.11	0.13	0.15	0.17	0.19
4	0.01	0.02	0.04	0.07	0.10	0.14	0.18	0.19	0.23	0.27	0.31	0.34	0.38
5	0.02	0.02	0.05	0.08	0.13	0.17	0.22	0.24	0.28	0.33	0.38	0.43	0.48
6	0.02	0.03	0.06	0.10	0.15	0.21	0.26	0.29	0.34	0.40	0.46	0.51	0.57
8	0.03	0.04	0.08	0.13	0.20	0.28	0.35	0.39	0.46	0.53	0.61	0.68	
12	0.04	0.06	0.12	0.20	0.30	0.41	0.53	0.58	0.68	0.80			
16	0.05	0.08	0.16	0.27	0.41	0.55	0.71						

表 B6　　mm

θ_x(度) / dx / W	18cm × 18cm				f = 115mm			X/Z = 0.70					**一级**
	2°	3°	6°	10°	15°	20°	25°	27°	31°	35°	39°	42°	45°
2	0.01	0.02	0.04	0.06	0.09	0.13	0.16	0.18	0.21	0.24	0.28	0.32	0.35
4	0.02	0.04	0.07	0.12	0.19	0.25	0.33	0.36	0.42	0.49	0.57	0.63	0.70
5	0.03	0.04	0.09	0.15	0.23	0.32	0.41	0.44	0.52	0.61	0.71		
6	0.04	0.06	0.11	0.18	0.28	0.38	0.49	0.54	0.63				
8	0.05	0.07	0.15	0.25	0.38	0.51	0.65	0.71					
12	0.07	0.11	0.22	0.37	0.56	0.76							
16	0.10	0.15	0.29	0.49	0.75								

表 B7　　mm

θ_x(度) / dx / W	23cm × 23cm				f = 153mm			X/Z = 0.65					**一级**
	2°	3°	6°	10°	15°	20°	25°	27°	31°	35°	39°	42°	45°
2	0.01	0.02	0.03	0.06	0.09	0.12	0.15	0.16	0.20	0.23	0.26	0.29	0.32
4	0.02	0.03	0.07	0.11	0.17	0.24	0.30	0.33	0.39	0.46	0.53	0.58	0.65
5	0.03	0.04	0.08	0.14	0.22	0.30	0.38	0.41	0.49	0.57	0.66	0.73	
6	0.03	0.05	0.10	0.17	0.26	0.35	0.45	0.50	0.58	0.68			
8	0.04	0.07	0.14	0.23	0.35	0.47	0.61	0.66	0.78				
12	0.07	0.10	0.20	0.34	0.52	0.71							
16	0.09	0.14	0.27	0.46	0.70								

表 B8　　mm

θ_x(度) / dx / W	23cm × 23cm				f = 210mm			X/Z = 0.48					**一级**
	2°	3°	6°	10°	15°	20°	25°	27°	31°	35°	39°	42°	45°
2	0.01	0.01	0.02	0.04	0.06	0.09	0.11	0.12	0.14	0.17	0.19	0.22	0.24
4	0.02	0.02	0.05	0.08	0.13	0.18	0.22	0.24	0.29	0.34	0.39	0.43	0.48
5	0.02	0.03	0.06	0.10	0.16	0.22	0.28	0.30	0.36	0.42	0.48	0.54	0.60
6	0.02	0.04	0.08	0.13	0.19	0.26	0.34	0.37	0.43	0.50	0.58	0.65	

θ_x（度） dx W	23cm × 23cm				f = 210mm			X/Z = 0.48					一级
	2°	3°	6°	10°	15°	20°	25°	27°	31°	35°	39°	42°	45°
8	0.03	0.05	0.10	0.17	0.26	0.35	0.45	0.49	0.58	0.67			
12	0.05	0.08	0.15	0.25	0.38	0.52	0.67	0.73	0.86				
16	0.07	0.10	0.20	0.34	0.51	0.70							

表 B9

焦距，mm 像幅，cm	R_y，线对/mm　θ_x（度） D，mm	2°	6°	15°	25°	30°
153 23 × 23 β = 31°	0.1	233	74	26	13	9
	0.2	117	37	13	6	5
	0.3	78	24	9	4	3
	0.6	39	12	4	2	2
	1.0	23	7	3	1	1
210 23 × 23 β = 23°	0.1	332	107	39	20	15
	0.2	166	54	19	10	8
	0.3	110	36	13	7	5
	0.6	55	18	6	3	3
	1.0	33	11	4	2	2
115 18 × 18 β = 32°	0.1	224	71	25	12	9
	0.2	112	36	12	6	4
	0.3	74	24	8	4	3
	0.6	37	12	4	2	1
	1.0	22	7	2	1	1
210 18 × 18 β = 19°	0.1	410	133	49	26	20
	0.2	205	67	25	13	10
	0.3	137	44	16	9	7
	0.6	68	22	8	4	3
	1.0	41	13	5	3	2

1:5000、1:10000 地形图航空摄影测量外业规范

GB/T 13977—92

1　主题内容与适用范围

本标准规定了用航空摄影测量方法测绘 1:5000、1:10000 地形图的规格、精度及外业作业的基本要求。

本标准适用于 1:5000、1:10000 地形图的航空摄影测量外业作业。

按本标准测制的地形图主要供国民经济各部门进行勘察、规划、设计和科研等使用，以及可作为编制更小比例尺地形图或专制地图的基础资料。

2　引用标准

GB 5791　1:5000、1:10000 地形图图式

GB/T 13989　国家基本比例尺地形图分幅和编号

ZB A76 003　测量外业电子记录基本规定

ZB A75 001　测绘技术设计规定

ZB A75 002　测绘产品检查验收规定

ZB CH 102　1:5000、1:10000 比例尺地形图航摄像片室内外综合判调法作业规程

3　总则

3.1　地形图的规格

3.1.1　投影、坐标系统和高程基准

1:5000、1:10000 地形图采用高斯-克吕格投影，按 3°分带。平面坐标系统采用 1980 西安坐标系；高程采用 1985 国家高程基准。

3.1.2　地形图的分幅和编号

地形图的分幅和编号按 GB/T 13989 执行。

在特殊情况下，如临近国境线或广阔水域地区，图幅内只有少部分陆地，可并入邻幅作破图廓处理。破图幅的图幅编号写在主图幅编号之后，中间用逗号分开。

3.1.3　地形类别

地形类别按图幅范围内大部分的地面倾斜角和高差划分，规定见表 1。当高差与地面倾斜角矛盾时，以地面倾斜角为准。

表 1

地形类别	地面倾斜角(°)	高　差，m	
		1:5000	1:10000
平地	< 2	< 20	< 20
丘陵地	2 ~ 6	20 ~ 150	20 ~ 150
山　地	6 ~ 25	150 ~ 300	150 ~ 500
高山地	> 25	> 300	> 500

3.1.4　基本等高距

基本等高距依据地形类别划分，规定见表 2。一幅图内一般采用一种基本等高距。当基本等高线不能显示地貌特征时，应加测间曲线，必要时可再加测助曲线。

表 2

地形类别	基　本　等　高　距	
	1:5000	1:10000
平地	1.0	1.0
丘陵地	2.5	2.5
山　地	5.0	5.0
高山地	5.0	10.0

3.1.5　高程注记密度

高程注记点应选在明显地物点和地形特征点上，其密度为图上每 100cm^2 内，平地、丘陵地 10 ~ 20 个；山地、高山地及地形特征点稀少地区 8 ~ 15 个。等高线注记图上每 100cm^2 内 1 ~ 3 个。

3.1.6　地形图的符号及注记

地形图的符号和注记规格按 GB 5791 执行。

3.2　地形图的精度

3.2.1　图上地物点对附近野外控制点的平面位置中误差，平地、丘陵地不超过 ± 0.50mm；山地、高山地不超过 ± 0.75mm。

3.2.2　高程注记点和等高线对附近野外控制点的高程中误差，不得大于表 3 的规定。

表 3　　m

成图比例尺		1:5000				1:10000			
地形类别		平　地	丘陵地	山　地	高山地	平　地	丘陵地	山　地	高山地
高程中误差	高程注记点	0.35	1.2	2.5	3.0	0.35	1.2	2.5	4.0
	等高线	0.5	1.5	3.0（地形变换点）	4.0（地形变换点）	0.5	1.5	3.0（地形变换点）	6.0（地形变换点）

地图上山地、高山地的等高线在实地不能直接找到衡量其高程精度的相应位置时，等高线的高程中误差可按式（1）计算，当计算值小于表 3 规定时，则按表 3 规定。

$$m_n = \pm (a + b \cdot tg\alpha) \quad \cdots\cdots (1)$$

式中：m_n——等高线高程中误差，m；

a——高程注记点的高程中误差，m；

b——地物点的平面位置中误差，m；

α——检查点附近的地面倾斜角，(°)。

3.2.3　特殊困难地区（大面积的森林、沙漠、戈壁、沼泽等）地物点的平面位置中误差按 3.2.1 条放宽 0.5 倍，高程中误差按表 3 相应放宽 0.5 倍。

3.2.4　高级地形控制点对于附近国家等级三角点的平面位置中误差不超过图上 ±0.05mm。像片平面和平高控制点对于附近国家等级三角点或高级地形控制点的平面位置中误差不超过图上 ±0.1mm。

高级地形控制点、像片高程控制点对于附近水准点或三角点的高程中误差，平地、丘陵地、山地均不超过十分之一基本等高距（高山地按山地要求）。

3.2.5　本规范取两倍中误差为最大误差。

3.3　对航摄资料的要求

执行国家测绘总局 1980 年制定的《1:5000、1:10000、1:25000、1:50000、1:100000 比例尺地形图航空摄影规范》。

3.4　对其他作业方法的要求

在满足本规范成图精度的前提下，可采用本规范未列入的新技术和新方法，但应在项目设计书中明确规定。

3.5　技术设计

执行 ZB A75001 的有关规定。

4　像片控制点的布设

4.1　像片控制点的分类和像片控制点在像片上位置条件要求

4.1.1　像片控制点的分类

像片控制点分为平面控制点（简称平面点）、高程控制点（简称高程点）、平高控制

点（简称平高点）三类。

平面点仅测定该点的平面坐标，高程点仅测定该点的高程，平高点须测定该点的平面坐标及高程。插图中以○表示平面点，⊙表示平高点，●表示高程点，□表示像主点。

4.1.2　像片控制点在像片上位置条件要求

a．选用的像片控制点点位目标影像应清晰，易于判刺和立体量测。当目标与其他像片条件发生矛盾时，应着重考虑目标条件；

b．像片控制点距离像片上各类标志应大于 1mm，距像片边缘不得小于 1cm（18cm × 18cm 像幅）或 1.5cm（23cm × 23cm 像幅）；

c．像片控制点应选在旁向重叠中线附近，离开方位线的距离大于 3cm（18cm × 18cm 像幅）或 4.5cm（23cm × 23cm 像幅）。当旁向重叠过大时，离开方位线的距离应大于 2cm（18cm × 18cm 像幅）或 3cm（23cm × 23cm 像幅）。否则应分别布点。因旁向重叠较小，需分别布点时，控制范围所裂开的垂直距离不得大于 2cm。

4.2　区域网布点

4.2.1　区域网的划分

网的划分一般按图廓线整齐划分，亦可根据航摄分区、地形条件等情况划分，力求网的图形呈方形或矩形。

区域网的大小和像片控制点间的跨度主要依据成图精度、航摄资料条件以及对系统误差的处理等因素确定。

4.2.2　平高控制点的布设

4.2.2.1　区域网平高点按周边 6 点法、周边 8 点法、或周边多点法布设，如图 1、图 2、图 3、图 4。

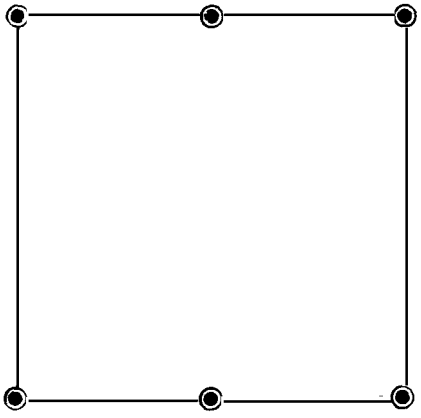


图 1

4.2.2.2　当采用一张中心像片覆盖一幅图的方法作业时，区域网范围在 16 幅图以内采用周边 6 点法；在 16 幅图以上（含 16 幅），48 幅图以内，采用周边 8 点法；在 48

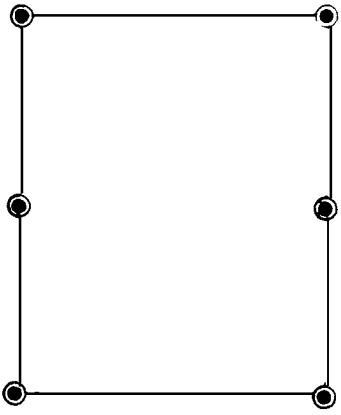


图 2

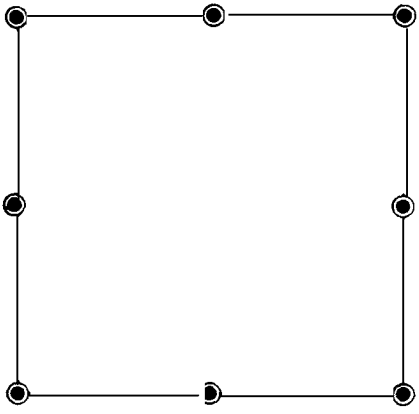


图 3

幅图以上（含 48 幅），采用周边多点法布设平高点。旁向控制点间的跨度：平地、丘陵地不大于 2 条航线，山地、高山地不大于 3 条航线，航向两相邻控制点间的跨度参考附录 G 中航线网精度估算公式（G1）进行估算。

4.2.2.3　当一幅图有 2 条以上航线覆盖时，平地、丘陵地以 4 幅图为一个区域，采用周边 6 点法布设平高点，区域网在 4 幅图以上的采用周边 8 点法布设平高点；山地、高山地以 6 幅图为一个区域的，采用周边 6 点法布设平高点，区域网在 6 幅图以上的，采用周边 8 点法布设平高点。旁向控制点间的跨度，平地、丘陵地不大于 3 条航线，山地、高山地不大于 4 条航线，航向相邻控制点间的跨度参考附录 G 中航线网精度估算公式（G1）进行估算。

4.2.3　高程控制点的布设

4.2.3.1　高程点采用网状布点，在 4.2.2 条布设平高点的基础上，于区域网中垂直航向布设 3 排、4 排、最多不超过 5 排高程控制点，如图 5、图 6、图 7。航线两端上下

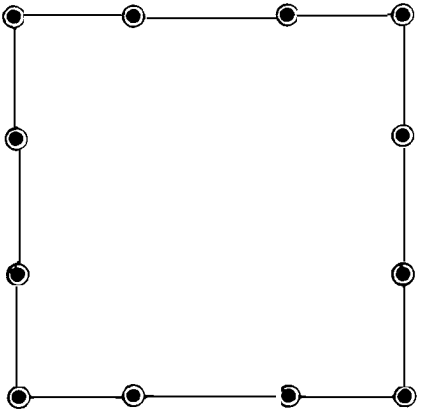


图 4

应有一对高程点，航向方相邻两排高程控制点间的跨度参考附录 G 中航线网精度估算公式（G2）估算。

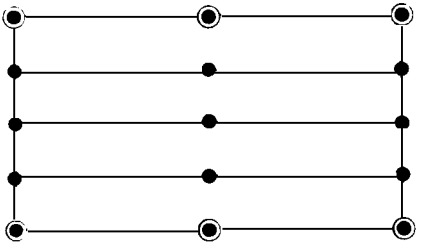


图 5

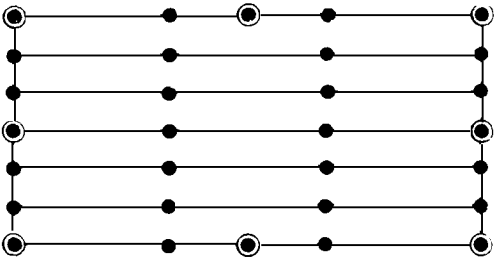


图 6

4.2.3.2　依据平高控制点确定区域网的大小后，按公式（G2）估算高程控制点的排数，当估值大于 3 排而不足 4 排时，可按 3 排布设高程控制点，并在网的上下边相邻两排高程控制点中部附近加布高程点如图 8，当估值大于 4 排而不足 5 排时，可按 4 排布设高程点，并在网的上下边相邻两排高程控制点中部加布高程点。

当相邻两排高程点间的跨度估值小于 4 条基线时，按 4 条基线布设一排高程点，并

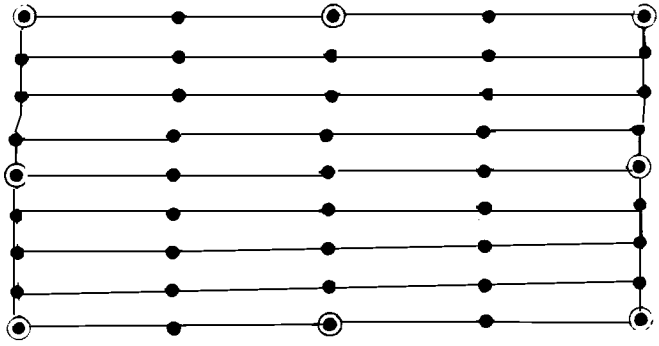


图 7

在网的上下边加布高程点，如图 9。

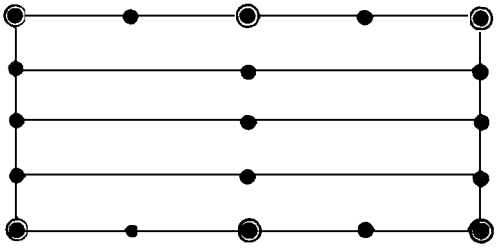


图 8

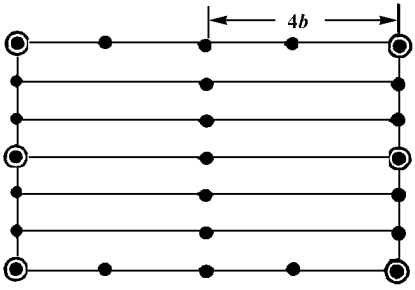


图 9

4.2.3.3　高山地、特殊困难地区，每航线两端上下应有一对高程点，网的中部可采用均匀布设高程点，航线相邻两高程点间的跨度应不大于按（G2）式估算值。

4.2.3.4　不规则区域网布点，一般在凸转折处布设平高点，凹转折处一条基线时布高程点，二条以上基线时布平高点，如图 10。补飞航线应在航线三度重叠处布设平高控制点，如图 11。

4.2.3.5　区域网布点时，点位除应满足 4.1.2 条像片条件要求外，还应满足：

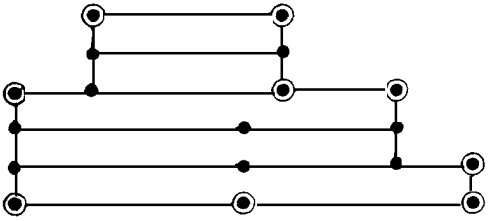


图 10

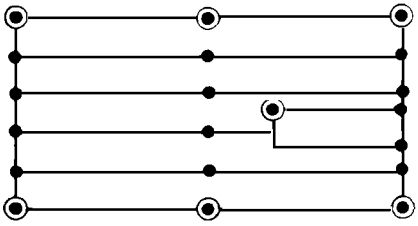


图 11

a．区域网四周控制点要能控制测绘面积，自由图边，应布设在图廓线以外；

b．航线两端的控制点左右偏离不大于 1 条基线（18cm × 18cm 像幅）或半条基线（23cm × 23cm 像幅）。

4.3　全野外布点

4.3.1　供纠正仪像片纠正作业时，在有效面积的四个角上各布一个平面点，图 12 是隔片纠正，图 13 是片片纠正。若需要进行分带纠正时，图 12、图 13 中的平面点均改为平高点。

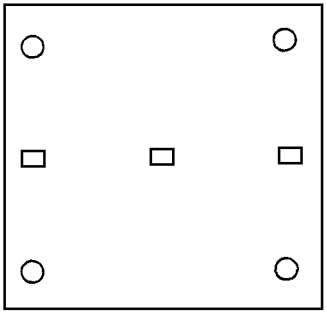


图 12

4.3.2　视差测图仪测图，在每个像对测绘面积四个角隔处布设四个平高点和一个高程点，如图 14。

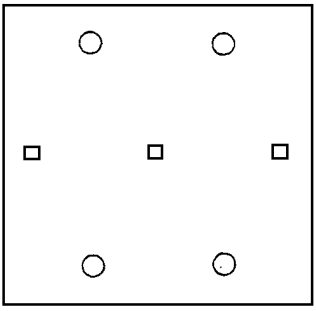


图 13

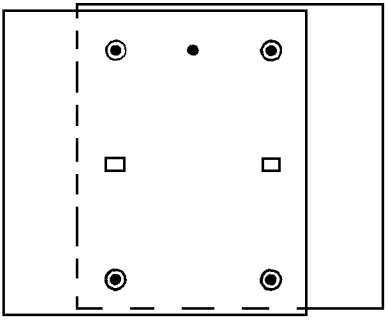


图 14

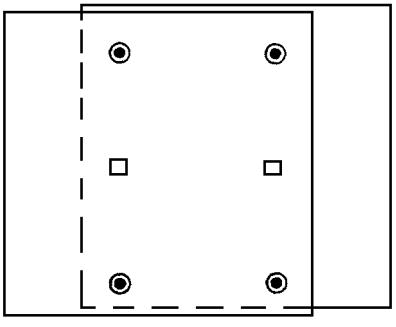


图 15

4.3.3　正射投影作业和全能法测图，每个立体像对测绘面积的四个角上各布一个平高点，如图 15。

4.3.4　高程全野外布点把 4.3.2 **条、**4.3.3 **条中的平高点改为高程点。内业控制加密求解高程点的平面坐标所要的平高控制点，执行** 4.2.2 **条规定。**

4.3.5　全野外布点像片条件除满足 4.1.2 **条和** 4.2.3.5 **条要求外还应满足：**

a　用于立体测图的四个定向点点位偏离通过像主点且垂直于方位线的直线不大于 1cm**，最大不得大于** 1.5cm**，构成的图形尽量成矩形；**

b　视差测图仪测图的高程点，应位于两定向点中部，距离两个定向点和方位线要大于 1.5cm**，离两定向点连线以外不大于** 1cm**；**

c　当采用一张中心像片覆盖一幅图的方法作业时，像片控制点距离图廓点、图廓线不大于 1cm**，最大不得大于** 1.25cm**（图板上不大于** 5cm**）。**

4.4　单航线布点

4.4.1　每条航线按六点法或五点法布设平高点如图16**、图** 17**。**

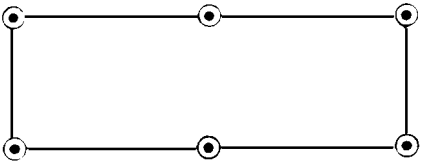


图 16

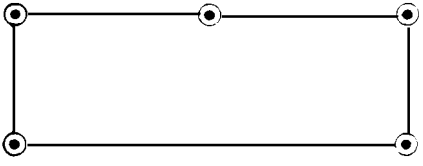


图 17

4.4.2　控制点间的跨度按附录 G 中航线网精度估算公式（G1**）、（**G2**）计算后乘以** $\sqrt{2}$**估算。**

4.5　特殊情况布点

当遇到像主点、标准点位落水、海湾岛屿地区，航摄漏洞等特殊情况，不能按正常情况布设像片控制点时，视具体情况以满足内业控制加密和立体测图要求为原则布设控制点，点位在像片上的条件可适当放宽。

5　高级地形控制测量

除了国家等级点外，还可根据测区的实际情况和具体要求，合理地布设测角中误差为 5″**的小三角点和电磁波测距导线点，以及施测等外水准、经纬仪三角高程路线和电磁波测距高程导线，作为像片控制测量的基础。**

5.1　**5″级平面控制测量**

5.1.1　电磁波测距导线

电磁波测距导线是以国家等级点为基础，布设成单一附合导线或有结点的导线网。仪器应采用每公里测距中误差（标称精度）不大于 10mm 的Ⅱ级电磁波测距仪。

5.1.1.1　电磁波测距附合导线的主要技术要求不大于表 4 的规定。

表 4

成图比例尺	导线全长 km	边数 条	导线全长相对闭合差	方位角闭合差（″）	测角中误差（″）	水平角测回数		单程测边测回数
						DJ2	DJ6	
1∶5000	25	20	1/14000	$10\sqrt{n}$	5	3	6	2
1∶10000	45	30	1/12000					

注：表中 n 为转折角个数。

5.1.1.2　结点导线

结点至起闭点之间的长度和边数可为表 4 中的 0.7 倍；结点与结点之间的长度和边数可为表 4 中的 0.5 倍。

5.1.1.3　电磁波测距导线的布设要求

a. 附合导线或有结点的导线网，在等级点间、等级点与结点间、结点与结点间，应尽量布设成等边直伸形式，其转折角与 180°之差一般不大于 45°。

b. 导线边两端点的高差应符合按式（2）计算的值。

$$h \leqslant 250 \cdot S \quad \cdots\cdots (2)$$

式中：h——导线边两端高差，m；

S——导线边长，km。

c. 导线边长一般为 500～2000m。

5.1.1.4　电磁波测距导线的测距要求

a. 作业前应对所使用的电磁波测距仪进行检验；

b. 测距工作应在大气稳定和成像清晰的条件下进行，在测距过程中如遇到大气湍流影响严重时，应停止观测；

c. 导线边长单程测定二测回，照准一次读四次数为一测回。同一测回读数间较差应小于 10mm，测回间较差应小于 15mm；

d. 每边测定一次气象数据，温度读至 0.5℃，气压读至 133.322Pa（1mmHg）。

5.1.2　小三角测量

小三角测量是在国家等级点基础上加密小三角点，通常采用线形锁、插网、插点等方法进行布测。

5.1.2.1　小三角点的测量精度及规格不大于表 5 的规定。

表 5

测角中误差（″）	起始边的边长相对中误差	最弱边的边长相对中误差	水平角测回数	
			DJ2	DJ6
5	1/40000	1/20000	3	6

5.1.2.2　线形锁

线形锁宜近于直伸，锁内各三角形力求等边。求距角一般不小于 40°，困难时不应小于 30°。锁的图形强度系数总和应不大于 85（线形双锁不大于 100）。在有条件时，线形锁须加测检查角。线形锁的三角形个数、边长及全长应不超过表 6 的规定。

表 6

成图比例尺	三角形个数	三角形边长 km	线形锁全长 km
1∶5000	9	2～5	14
1∶10000	9	3～8	25

两端或一端有起始边的三角锁要求与线形锁同，但不须加测检查角。

5.1.2.3　插网

插网力求布置均匀，各三角形内角一般不小于 30°，在网的中部个别内角可不小于 20°。

插网的三角形各边应对向观测，困难地区个别边可单向观测。

5.1.2.4　插点

插点的交角应不小于 30°，交会边长 1∶5000 测图不超过 6km；1∶10000 测图不超过 12km。

插点与国家等级点或两插点间的距离短于平均边长时，应尽量组成联测图形。

插点的三角形各边应对向观测，困难地区个别边可单向观测。

5.1.3　选点和埋石

a．选点工作应在充分调查测区已有控制点的基础上，根据任务要求和已知成果资料及测区自然地理特点等情况，拟定最合理的布设方案。选定的点位应保证通视良好，便于观测和扩展；

b．在测区内，凡导线、锁网所经过的图幅，若无国家等级点时，高级地形控制点应进行埋石（每幅图一个）。点位说明记于图历簿中；

c．高级地形控制点标石规格及埋设要求见附录 E；

d．点名一般采用附近地理名称。

5.1.4　水平角观测

5.1.4.1　水平角观测采用方向观测法。观测 7 个以上方向时，应分组观测，并采用同一零方向。观测 3 个方向时可不归零。各测回度盘位置变换度数值为 180°除以规定的测回数。

5.1.4.2　当测站点或照准点的偏心距大于测站至最近观测点的距离的八万分之一时，应进行归心改正。

5.1.4.3　水平角观测限差应不超过表 7 的规定。

表 7

项　　目	DJ2（″）	DJ6（″）
半测回归零差	12	24
2c 互差	18	36
各测回同一方向较差	12	24
三角形闭合差	15	15

5.1.4.4　观测结果出现超限时，应按下列规定进行重测：

a.　2c 互差或测回差超限，允许重测超限方向。重测时应联测同一起始方向；

b.　一测回中重测方向数超过所测方向数的三分之一时，该测回应重测。归零差或起始方向的 2c 互差超限时，该测回也应重测；

c.　因超限而重测的完整测回称重测测回。一个测站上重测测回数超过总测回的三分之一或因闭合差超限而重测时，该测站应全部重测。

5.1.5　对外业观测资料应进行下列限差的检验：

a.　小三角测量的测角中误差 m_β 依式（3）计算：

$$m_\beta = \pm\sqrt{[WW]/3n} \qquad \cdots\cdots (3)$$

式中：W——三角形闭合差，（″）；

n——三角形个数。

b.　导线测量的测角中误差 m_β 依式（4）计算：

$$m_\beta = \pm\sqrt{\frac{1}{N}\left(\frac{f_\beta \cdot f_\beta}{N_\beta}\right)} \qquad \cdots\cdots (4)$$

式中：f_β——附合导线或闭合环的方位角闭合差；

N_β——计算 f_β 时的测站数；

N——附合导线或闭合环的个数。

c.　方位角条件闭合差 $W_{方}$ 和极条件闭合差 $W_{极}$ 的限差依式（5）、（6）计算：

$$W_{方} \leqslant 10''\sqrt{n} \qquad \cdots\cdots (5)$$

$$W_{极} \leqslant 10''\sqrt{[\delta\delta]} \qquad \cdots\cdots (6)$$

式中：δ——求距角正弦对数秒差（以对数第 6 位为单位）；

n——传递方位角个数。

5.1.6　平面坐标计算

a. 小三角测量的平差计算，采用简化的平差方法在高斯平面上进行，方向改化值大于 1″时应进行方向改化；

b. 线形锁（网）和三角锁的平差可不包括坐标条件，但应包括极条件和圆周条件，在两端有起始边的三角锁中应包括边条件；

c. 插网平差尽量采用严密平差，在急需坐标时，可分区或分割成线形锁进行计算，重合点的坐标较差不大于图上 0.1mm；

d. 插点可采用各种典型图形平差计算；

e. 导线点的平差按路线或组成有结点的导线网，采用简化方法进行。导线边长应进行化算至平均海水面和高斯投影面上的长度改正；

f. 平差计算取位按表 8 的规定。

表 8

观测方向值（″）	各项改正数（″）	对数或涵数位	边　长 m	坐标计算 m	最　后坐　标 m	坐　标方位角（″）
1	1	6	0.01	0.01	0.1	1

5.2　高程控制测量

5.2.1　等外水准

等外水准测量一般适用于平坦地区。等外水准路线应起闭于国家四等以上的水准点或四等水准联测过的三角点或高级地形控制点。平差后的等外水准点可再发展一次等外水准。

5.2.1.1　等外水准附合路线采用单程测定，支线采用往返观测或单程双测。观测时使用双面标尺黑红面读数或单面标尺两次读数，读至毫米。同一标尺黑红面读数差或两次读数差不大于 4mm。前后尺黑红面高差之差不大于 6mm。

5.2.1.2　仪器至标尺的距离一般不得超过 100m，成像特别清晰稳定时，可放宽至 150m；如遇跨越沟渠或河流时，可放宽至 200～250m。前后尺距不等差不超过 20m；前后尺距不等差累积不超过 100m。

5.2.1.3　工作间歇时，一般应在固定点上结束观测；也可用打入地下的三个木桩作为转进点。间歇后，检测两个转进点高差之差在 6mm 以内时，可继续向前观测。

5.2.1.4　等外水准路线全长和闭合差不得超过表 9 的规定。

表 9

附合路线全长 km	支线全长 km	路线闭合差，往返测 或单程双测较差，mm
40	12	$40\sqrt{L}$ （当 L 小于 1km 时，按 1km 计算）

注：L 为路线全长，km。

5.2.2　经纬仪三角高程路线

经纬仪三角高程路线测量适用丘陵地、山地和高山地。路线的起闭点应为等外水准以上水准联测过的三角点或高级地形控制点。困难地区，若国家等级三角点的高程中误差在丘陵地不超过 ±0.25m，山地、高山地不超过 ±0.5m，也可作为路线的起闭点，但路线全长应不超过表 11 规定全长的 0.7 倍。

5.2.2.1　经纬仪三角高程路线的垂直角应往返观测。

5.2.2.2　经纬仪三角高程路线的垂直角观测记录取位至秒，仪器高和觇标高量记至厘米。

5.2.2.3　垂直角观测测回数及限差按表 10 的规定。

表 10

项目 \ 仪器		DJ2	DJ6
测回数	中丝法	2	4
	三丝法	1	2
垂直角测回较差及指标差之差（″）		15	24

5.2.2.4　经纬仪三角高程路线的各项限差不超过表 11 的规定。

表 11

地形类别	全长，km	全长高程闭合差，m	往返测高差较差，m
丘陵地	40	$0.05\sqrt{[S^2]}$	0.1S
山地、高山地	60		

注：S 为边长，km。

5.2.2.5　按结点布设经纬仪三角高程路线时，结点与起闭点间最大距离为路线全

长的 0.7 倍。

5.2.3　电磁波测距高程导线

电磁波测距高程导线的起闭点应为等外水准以上水准联测过的三角点或高级地形控制点。困难地区高程导线起闭于符号 5.2.2 条规定高程精度的国家等级三角点时，路线全长应不超过表 12 规定全长的 0.7 倍。

5.2.2.1　电磁波测距高程导线可以单独施测，也可与电磁波测距导线同时施测。

5.2.2.2　电磁波测距高程导线的垂直角应往返观测。测回数及限差按 5.2.2.3 的规定执行。

5.2.2.3　电磁波测距高程导线的各项限差不超过表 12 的规定。

表 12

地形类别	全　长 km	最大边长 km	全长高程闭合差 m	往返测高差较差 m
平地	40	2	$0.05\sqrt{[S^2]}$	0.2S
丘陵地	60			0.1S
山地、高山地	80			0.1S

注：S 为边长，km。

5.2.2.4　按结点布设电磁波测距高程导线网时，结点与起闭点间最大距离为路线全长的 0.7 倍。

5.2.2.5　电磁波测距高程导线测量可以代替等外水准测量，并可与等外水准交替使用。导线的起闭点和发展次数与等外水准相同。各项限差不超过表 12 的规定。

5.3　记簿

水平角、垂直角、距离测定等的记录要求，均按 6.7.5 的规定执行。

6　像片控制测量

6.1　像片控制点刺点的精度和要求

6.1.1　平面控制点和平高控制点的刺点误差，不得大于像片上 0.1mm。高程控制点也应准确刺出。

6.1.2　应在点位影像最清晰的控制像片上刺点。刺孔直径不得大于 0.1mm，并要刺透。刺偏时应换片重刺，不允许有双孔。

6.1.3　国家等级三角点、水准点，埋石的高级地形控制点，应在控制像片上按平面控制点的刺点精度刺出；当不能准确刺出时，水准点可按测定碎部点的方法刺出，三角点、埋石点在像片正反面的相应位置上用虚线表示，并说明点的位置和绘点位略图。

6.1.4　像片控制点刺点应经第二人在实地检查。

6.2　像片控制点的刺点目标

6.2.1　平面控制点应选在能准确判点的位置上，如线状地物的交角或地物拐角上，交角必须良好（30°～150°）。在地物稀少地区，也可选在线状地物的端点、稍尖的山顶或影像小于0.3mm的点状地物中心。森林地区可选刺在能准确判别的树根或树冠上。

6.2.2　高程控制点的刺点目标应选在高程变化不大的地方，以线状地物的交点和平山头为宜。狭沟、尖山顶和高程变化急剧的斜坡等，均不宜选作刺点目标。

6.2.3　平高控制点刺点目标，应同时满足平面控制点和高程控制点的要求。

6.2.4　当控制点刺在树冠上或刺点位置上有植被覆盖，且像片上看不清地面影像时，应量注刺点处的植被高度至0.1m。若植被比航摄时增长较大，应注出摄影时的植被高度。当点位刺在高于地面的地物顶部时，应量注顶部与地面的比高至0.1m，量注的数值应在像片的反面注明。点位刺在陡坎等地物边缘时，应在像片反面注明刺在坎上或坎下，并注出坎的比高。

6.2.5　像片控制点均须实地打桩或作出固定标志。

6.3　像片控制点的整饰

6.3.1　控制像片的正面，三角点用正三角形表示，埋石点用正方形表示，像片控制点用圆圈表示，水准点用⊗符号表示。不能准确刺出的点位，用相应虚线符号整饰，但水准点一律用实线符号整饰。符号的边长或直径为7mm。水准点、高程控制点的符号用绿色，其他符号及注记均用红色。

在控制像片的反面，实地绘制点位略图，说明刺点位置。略图大小为2cm×2cm。刺点目标明显的高程控制点，可不绘略图，只加说明。像片反面整饰一律用铅笔，符号的形状及大小与正面相同。

其他控制像片上，只在其正面以直径或边长为1cm的相应符号转标控制点点位，在相邻航线一片上注记点名（或点号）及刺点片号。

6.3.2　相邻区域的控制点公用时，邻区的控制像片应作转标，并加注实刺片的图幅编号和像片编号。

6.3.3　刺点者、转刺者、检查者均应在像片反面签名。

6.3.4　控制像片的整饰格式见附录C。

6.4　像片控制点的编号

像片控制点的编号由技术设计书作出具体规定。

6.5　像片控制点的平面测量

6.5.1　一般规定

6.5.1.1　测定像片控制点的平面坐标，通常采用电磁波测距附合导线、支导线、三角锁（线形锁）、交会及引点等方法，其测量精度应符合3.2.4条的规定。

6.5.1.2　电磁波测距附合导线、三角锁（线形锁）和交会法的发展次数，自三角点或高级地形控制点起，不超过三次；连续配合三角点或高级地形控制点发展时，不超过四次。最末一次的控制点不得发展引点。

6.5.1.3　三角锁（线形锁）和电磁波测距附合导线上的点能相互发展，并可发展

交会点，但交会点不能作为三角锁（线形锁）和导线的起闭点。

6.5.1.4　困难时可采用回归导线，但起算点必须经过检核，证实无误，且待定点上应加测检查角。回归导线不能再发展。

6.5.1.5　按结点布设附合导线时，结点与起算点间路线长度和边数可为表 13 中的 0.7 倍。

6.5.1.6　单定向附合导线、无定向附合导线、支导线及引点，应增加检查条件。检查条件及方法由技术设计书作出规定。

6.5.2　电磁波测距附合导线

导线的技术要求不超过表 13 的规定。

表 13

成图比例尺	导线全长，km	边条，条	方　位　角 闭合差，(″)	导线全长 相对闭合差
1∶5000	15	15	$20\sqrt{n}$	1/7000
1∶10000	25	25		1/6000

注：表中 n 为转折角个数。

6.5.3　三角锁（线形锁）

6.5.3.1　三角锁（线形锁）的内角应大于 30°。在有条件时，线形锁须加测检查角。

6.5.3.2　三角锁（线形锁）的技术要求不超过表 14 的规定。

表 14

成图比例尺	全长，km	三角形个数	坐标闭合差，m	方位角闭合差，(″)
1∶5000	8	10	$\sqrt{N/2}$	$20\sqrt{n}$
1∶10000	15	10	$2\sqrt{N/2}$	$20\sqrt{n}$

注：表中 n 为推算方位角传递边数。N 为三角形个数。

6.5.3.3　坐标闭合差，在 1∶5000 测图中，最大不得超过 2m；在 1∶10000 测图中，最大不得超过 4m。

6.5.4　支导线

支导线可从一、二次附合导线或锁网形点上发展，起始点上应观测两个连接角，距离应往返测定。支导线只允许在作业条件困难时使用，且支导线不得再发展。支导线分电磁波测距支导线和视距支导线。

6.5.4.1　电磁波测距支导线的技术要求不超过表 15 的规定。

表 15

成图比例尺	支导线全长，km	边数，条	距离往返测较差，mm
1∶5000	3	3	$2(a+b\cdot D)$
1∶10000	5	3	

表中：a——测距仪标称精度中的固定误差，mm；

b——测距仪标称精度中的比例误差，mm/km；

D——测距边长度，km。

6.5.4.2　视距支导线的技术要求不超过表 16 的规定。

表 16

成图比例尺	支导线全长，m	边数，条	距离往返测较差，m
1∶5000	150	3	0.5
1∶10000	300	3	1

6.5.5　交会法

交会法通常采用前方交会、侧方交会、后方交会和单三角形。

6.5.5.1　各种交会点的交会角不应小于 30°或大于 150°。后方交会的所求点，不得位于三个已知点构成的圆周附近，即两个交会角 α、β 与所对已知角 c 之和不得在 160～200°之间；折叠图形中辅助角 γ 与 δ 之差不得小于 20°。

6.5.5.2　交会边长：1∶5000 测图不超过 4km，1∶10000 测图不超过 8km。横向移位所相应的检查角允许误差△ε（″）见附录 B。检查方向的等级不影响所求点的等级，检查边长不限。由前方交会两组图形计算的点位较差不得大于图上 0.2mm。

6.5.5.3　特殊困难地区，个别交会边长可放长二分之一，但交会点应按两组图形计算坐标。点位较差不得大于图上 0.2mm，最后坐标取用两组坐标的中数。

6.5.6　引点

6.5.6.1　以电磁波测距附合导线、三角锁（线形锁）和交会法施测的像片控制点，除最末一次控制点外，其他各次控制点均可作为引点的起始点。

6.5.6.2　引点须在本点上观测两个连接角。

6.5.6.3　测定引点的距离可采用电磁波测距和视距法，其技术要求不超过表 17 的规定。

表 17

成图比例尺	种类	边长	距离测定方法	测定距离的较差
1∶5000	电磁波测距	2km	往返测或二次测定	2（a + b·D）mm
	视距	150m	往返测定，全丝读数，不能分段	0.5m
1∶10000	电磁波测距	4km	往返测或二次测定	2（a + b·D）mm
	视距	3000m	往返测定，全丝读数，不能分段	1m

表中：a——测距仪标称精度中的固定误差，mm；

b——测距仪标称精度中的比例误差，mm/km；

D——测距边长度，km。

6.6　像片控制点的高程测量

6.6.1　一般测定

6.6.1.1　测定像片控制点的高程，通常采用测图水准、视距高程导线、电磁波测距高程导线、支导线、经纬仪三角高程路线、独立交会高程和引点等方法，其测定精度应符合 3.2.4 的规定。

6.6.1.2　测图水准、视距高程导线、电磁波测距高程导线、经纬仪三角高程路线和独立交会高程的发展次数，自三角点或高级地形控制点起，不超过三次；连续配合三角点或高级地形控制点发展时，不超过四次。最末一次的控制点不得发展引点。

6.6.1.3　测图水准、视距高程导线、电磁波测距高程导线、经纬仪三角高程路线可交替使用。测图水准点、视距高程导线点、电磁波测距高程导线点、经纬仪三角高程路线点可发展独立交会高程点，但独立交会高程点不能作为导线的起闭点。

6.6.1.4　困难时可采用回归导线，但起算点高程必须经过检核，证实无误，且应在待定点上观测其他点进行检查。回归导线不能再发展。

6.6.1.5　按结点布设高程路线时，结点与起算点间路线长度和边数可为附合路线的 0.7 倍。

6.6.2　测图水准

测图水准主要在平坦地区使用，第一次测图水准应起闭于等外水准以上联测过的三角点、高级地形控制点或像片控制点。

6.6.2.1　测图水准采用水准标尺单面一次读数，读记至厘米，不读距离。水准仪的 i 角应不大于 20″。观测时仪器应尽量安置在前后标尺的中间。

6.6.2.2　测图水准路线全长及高程闭合差不超过表 18 的规定。

表 18

路线全长，km	高程闭合差，m
20	0.4

当水准路线的测站数较少时，应注意防止粗差。

6.6.3　视距高程导线

第一次导线应起闭于高程精度符合 5.2.2 条规定的国家等级三角点。导线每边的高差采用单觇法测定。

6.6.3.1　距离须用盘左、盘右并照准标尺不同位置进行两次读数，估读至 0.1cm。两次视距读数的较差不超过距离的二百分之一。视距应采用上下丝读数。视距的倾角，丘陵地不超过 6°，山地不超过 10°，高山地不超过 15°。仪器至标尺的距离不大于 150m，当通视特别有利时，可放长至 200m。仪器高量至 0.01m。垂直角用盘左、盘右观测一测回。

6.6.3.2　导线全长及高程闭合差不超过表 19 的规定。

表 19

地形类别	导线全长，km	高程闭合差，m
丘陵地	12	0.7
山地、高山地	20	1.0

6.6.4　电磁波测距高程导线

6.6.4.1　第一次导线应起闭于高程精度符合 5.2.2 条规定的国家等级三角点。

6.6.4.2　导线每边的高差应往返观测。

6.6.4.3　导线的技术要求不超过表 20 的规定。

表 20

地形类别	导线全长 km	最大边长 km	边数 条	高程闭合差 m	往返测或单程双测高差较差，m
平地	14	1.5	14	0.4	0.2S（当 S < 1km 时，按 1km 计算）
丘陵地	25	2	25	0.7	
山地、高山地	40	3	30	1.0	

注：S 为边长，km。

6.6.4.4　电磁波测距高程导线也可布设为隔点设站的路线，但视线长度不得大于1km，视线的垂直角不超过15°。垂直角采用单程双测法，即每站变换仪器高度或位置作两次观测。

6.6.5　经纬仪三角高程路线

第一次三角高程路线应起闭于高程精度符合5.2.2条规定的国家等级三角点。路线每边的高差应往返测定。

路线的技术要求不超过表21的规定。

表21

地形类别	路线全长，km	高程闭合差，m	往返测高差较差，m
丘陵地	15	0.7	0.2S（当S < 1km时，按1km计算）
山地、高山地	20	1.0	

注：S为边长，km。

6.6.6　独立交会高程

第一次独立交会高程的起始点，其高程精度应符合5.2.2条的规定。

独立交会高程的技术要求不超过表22的规定。

表22

地形类别	允许边长，km	高程较差，m	往返测高差较差，m
丘陵地	5	0.7	0.2S（当S < 1km时，按1km计算）
山地、高山地	8	1.0	

注：S为边长，km。

困难地区，独立交会高程点的个别边长可放宽0.5倍，但不得再发展。

6.6.7　支导线

支导线可从第一或第二次附合电磁波测距高程导线、视距高程导线、经纬仪三角高程路线和测图水准点上发展，高差往返测定。支导线只允许在作业条件困难时使用，且支导线高程点不得再发展。支导线分电磁波测距支导线和视距支导线，其允许的路线长度和边数，分别不得超过表15或表16的规定；往返测高差较差按表23的规定执行。

6.6.8　引点

测图水准、视距高程导线、电磁波测距高程导线、经纬仪三角高程路线和独立交会

高程，除最末一次控制点外，其他各次控制点均可作为引点的高程起始点。

测定引点的高程，可用电磁波测距或视距法，其允许边长按表 17 的规定执行，往返测高差较差不大于表 23 的规定。

表 23

种　　类	往 返 测 高 差 较 差
电磁波测距	0.2S（当 S < 1km 时，按 1km 计算）
视 距 法	0.2m

注：S 为边长，km。

6.7　像片控制点的观测与记簿

6.7.1　电磁波测距

a. 导线的边长可用标称精度为Ⅲ级的测距仪施测。导线边长单程测定二测回，照准一次读两次数为一测回。同一测回两次读数之差应小于 20mm。测回间较差应小于 30mm；

b. 每边测定一端气象数据，温度读至 1℃，气压读至 133.32Pa（1mmHg）。

6.7.2　水平角观测

a. 水平角测回数：DJ2 型经纬仪为一测回，DJ6 型经纬仪为二测回。观测引点的水平角，不论何种仪器，可为一测回；

b. 导线、锁网形、各种交会法的水平角按方向观测法观测，一次读数，读记至秒；

c. 零方向应选择边长适中、目标清晰的方向。观测应在目标成像清晰、稳定的时间内进行；

d. 观测 3 个方向时可不归零，当方向多于 10 个时，应分组观测，并采用同一零方向。补测或重测方向数超过总方向数的三分之一时，则该测回全部重测；

e. 应注意仪器对中和觇标竖直。当测站点或照准点的偏心距大于测站至最近观测点的距离的四万分之一时，应进行归心改正。

6.7.3　垂直角观测

a. 垂直角观测测回数；中丝法二测回，三丝法一测回。视距高程导线可用中丝法一测回；

b. 每次照准目标，一次读数、读记至秒；

c. 垂直角观测须在手簿中注明照准位置。仪器高和觇标高量记至厘米。

6.7.4　水平角和垂直角观测限差不大于表 24 的规定。

表 24

类　别	限　差　名　称	限差值，(″)	
		DJ2	DJ6
水平角观测	半测回归零差	12	24
	两人半测回同一方向较差	18	36
	二测回同一方向较差	—	24
	三角形闭合差	35	35
垂直角观测	垂直角测回较差	15	24
	同一测站指标差较差	15	24

视距高程导线，同一测站指标差较差，当采用 DJ2 型仪器时，不大于 30″；采用 DJ6 型仪器时，不大于 60″。

6.7.5　记簿

a. 手簿的记载必须字体正规、字迹清晰、内容齐全。如果读错、量错、记错，应在实地立即改正。错字应正规划去，在其旁边重记，并在附注栏中注明原因；

b. 观测手簿不准连环涂改，不准就字改字和擦刮。观测成果一律保持原始记载，不准重抄。零方向的水平角读数不准改动；

c. 观测手簿记载不应空页，垂直角记载不应空格，作废的观测数据和空页应正规划去并说明原因。补测数据不允许记在原观测数据之前；

d. 引点距离和归心元素的测定，记于手簿中距离记录表或记事用纸上；

e. 应尽量采用电子记录，其有关规定按 ZB A7003 的要求执行。

6.7.6　像片控制点平面坐标和高程的计算

a. 平面坐标计算取至 0.1m，高程计算取至 0.01m。电磁波测距高程导线、经纬仪三角高程路线和独立交会高程点的高程计算，垂直角取至秒，边长取至 0.1m。计算中闭合差以坐标增量、边长、转折角或测站数按比例进行配赋；

b. 各种计算必须按各自规定的检核条件和检核方法进行检查验算，并应保证上交成果符合各项限差的要求。计算成果须经第二人检查；

c. 位于 3°投影带分界线附近的公用平面控制点或平高控制点，应计算两投影带坐标。

7　固定比例尺像片图测图

像片图测图一般用于平坦地区，在外业测绘等高线、调绘地物地貌。

7.1　一般规定

a. 在像片图测图范围内的三角点、高级地形控制点的高程，应以等外水准联测；

b. 沿图边应布设高程公用点；

c. 高程注记点应测注在地貌特征点及容易识别的地物点上。图上地貌高程注记点的高程，不应与等高线有矛盾。但测注的地物点高程不是地面高程时，可不与等高线高程相吻合；

d. 描绘等高线时应正确显示出地貌的特征与走向。当地貌测绘精度不能满足 3.2.2 条规定时，可用草绘等高线表示，但应在技术设计书中明确规定。

7.2　对影像平面图质量的要求

a. 图面影像清晰，色调均匀，反差适中，无伤痕和污迹；像纸粘贴牢固，底板平整；

b. 图廓大小与理论尺寸之差，边长不大于 0.2mm，对角线不大于 0.3mm；

c. 展绘的三角点、控制点之间的距离与理论长度的较差不大于图上 0.2mm；控制点至图廓点的距离与理论长度的较差不大于图上 0.2mm；

d. 像片拼接线上的地物移位差不超过 1mm。拼接线尽量不要通过居民地；

e. 相邻图幅间地物接边差不超过 1mm，个别最大处也不得超过 1.2mm。

7.3　测站点的布设要求

测站点的布设位置应满足测绘等高线、高程注记点和补测地物的要求，设站的密度视实际作业需要和最大视距而定。

7.4　测站点平面位置的确定

a. 利用像片图上的各类控制点；

b. 利用像片图上的明显地物点；

c. 在像片图的直线地物上设站，用视距读出测站至地物端点的距离，并在图上截取测站位置。测站至标尺距离 1∶5000 测图不大于 200m；1∶10000 测图不大于 300m。距离用全丝读数，正倒镜各读一次，其较差不大于边长的 1/150；

d. 利用平面控制点或明显地物点图解交会测站时，交会角应在 30°～150°之间，示误三角形的边长不大于 0.5mm，并需用另一方向检查，检查点至检查方向的垂距不大于 0.5mm；

e. 施测测图导线。测图导线可起闭于明显地物点。1∶5000 测图边长不超过 200m，全长不超过 1km；1∶10000 测图边长不超过 300m，全长不超过 2km。导线边用全丝正倒镜测定，其较差不大于边长的 1/150。导线全长闭合差不大于图上 $0.4\sqrt{n}$mm（n 为转折点数），闭合差配赋于最后三个导线点上；

f. 施测测图支导线。在困难地段上，可以敷设不多于三条边的复觇支导线。1∶5000 测图全长不超过 300m；1∶10000 测图全长不超过 600m。往返测距离较差不超过边长的 1/150。

7.5　测站点高程的测定

a. 测图水准：其有关技术要求及发展次数，分别按 6.6.2 条及 6.6.1.2 条的规定执行；

b. 电磁波测距高程导线：其有关技术要求及发展次数分别按 6.6.4 条及 6.6.1.2 条的规定执行；

c. 独立交会高程：起算点应为测图水准以上的高程控制点，应有三个方向或一个方向单向、另一个方向对向测定的观测值，这种点不得再发展测站高程。交会允许边长及各方向间的高程较差，不超过表 25 的规定；

表 25

成图比例尺	视距，m	图上量距，m	高程较差，m
1∶5000	300	500	0.4
1∶10000	400	1000	

d. 测图导线：起算点应为测图水准以上的高程控制点。全长及边长按 7.4e 条执行。垂直角观测一测回，高程闭合差不大于 0.4m，并配赋于最后三个导线点上；

e. 测图支导线：起算点应为测图水准以上的高程控制点。全长及边数按 7.4f 条执行。垂直角观测一测回，往返测高差较差不大于 0.2m。

7.6　碎部测图

a. 设站时，仪器应概略对中，1∶5000 测图偏心距不大于 0.25m；

b. 垂直度盘指标差每天作业前应进行测定，1′以内可不改正；

c. 测站点至碎部点的距离，一般不超过表 26 的规定；

表 26

成图比例尺	测绘等高线		补测地物，m
	视距，m	图上量距，m	
1∶5000	300	450	250
1∶10000	400	600	300

注：用水准法施测碎部点时，其视距边长按表中“图上量距”的规定执行。

d. 碎部点的数量，视地形的具体情况和高程注记点的要求而定。碎部点可作高程注记点。

8　特殊情况测图

8.1　立测法成图中，如云影、阴影、雪影等，覆盖面积在像片上小于 $4m^2$，且位于地形简单的等倾斜面上时，除补测地物外，可在实地将影像不明显的地貌用任意等高线描绘，以供内业修改。如覆盖面积大于 $4cm^2$，或面积虽小于 $4cm^2$，但遮盖特征地貌或明显地物时，则应按视测漏洞的方法进行补测。

8.2　航摄相对漏洞和绝对漏洞，应用平板仪测图方法补测。首先判定补测范围，在其范围周边测出 4mm，并在漏洞边缘的立体测图区域内选刺四个以上明显地物点，测

注高程，以供内业接边。

8.3　补测像片上无影像的地物及地貌元素时，对附近明显地物相关位置的移位差不大于图上 0.75mm，困难地区不大于 1.0mm。

8.4　在等高距为 1m 的平坦地区，如采用立测法成图，除高程控制点用全野外布设外，还应于野外实测足够的高程注记点和碎部点，并注记于控制像片上。等高线由内业描绘。当内业加密能保证高程注记点的精度要求时，高程注记点和碎部点可不在野外测定而由内业加密。具体要求应在项目设计书中规定。

9　像片调绘

9.1　一般规定

9.1.1　像片调绘可采用全野外调绘法或室内外综合判调法。采用综合判调法时，应严格执行 ZB CH102。

9.1.2　调绘像片的比例尺，一般不小于成图比例尺的 1.5 倍，地物复杂地区还应适当放大。

9.1.3　调绘应判读准确，描绘清楚，图式符号运用恰当，各种注记准确无误。对地物地貌的取舍，以图面允许载负量和保持实地特征为原则。

9.1.4　像片上有影像的地形元素应按影像准确绘出，其最大移位差不得大于像片上 0.2mm。

9.1.5　调绘面积一般应在具有 20% 重迭的像片上划出，并不得产生漏洞或重迭。调绘面积线离开控制点连线不得大于 1cm；非全野外布点时，调绘面积线绘在调绘像片间重迭的中部。调绘面积线距像片边缘应大于 1cm，避免与线状地物重合或分割居民地。调绘像片整饰格式见附录 D。

9.1.6　调绘像片清绘颜色：地物及注记用黑色，地貌用棕色，水系用绿色，水域面积普染用兰色。使用简化图式符号时，其有关要求按 GB 5791 附录 B 的规定执行。像片平面图测图可采用单色清绘。

9.1.7　当地物、地貌比高或深度大于 2m 时，需适当测注。3m 以下的注至 0.1m，3m 以上的注至整米。立测法成图时，一般由内业测注；但立体影像不清时，仍由外业量注。像片平面图测图时，全部比高由外业量注。

9.1.8　对航摄后的重要新增地物，在作业队离开测区前应进行调绘或补测。对航摄后拆除的地物，应在原影像上用红色绘“ × ”。

9.1.9　地形图上军事设施和国家保密单位的表示，按附录 F 的规定执行。

9.1.10　对新增的图式符号，应在东图廓外（或像片边缘）及图历簿中加以说明，并在内业成图前报国家测绘局审批。

9.2　测量控制点

标石完整的三角点、天文点、水准点及埋石的高级地形控制点都应以相应符号精确表示，并以分子注点名，分母注高程。凡经等外水准以上精度联测的高程注至 0.01m，其他注至 0.1m。

居民地内的测量控制点，如影响居民地或街区形状时，其点名、高程可省略。用古塔、烟囱等地物作控制点时，以相应的地物符号绘出，并按图式规定注记。

9.3　居民地

居民地的表示，要求在图上能准确反映居民地特征，外围轮廓的平面位置要准确。分清主次街道，正确显示出各种类型居民地的特点。

居民地类型按建筑形式和分布状况可分为四类：街区式居民地、散列式居民地、窑洞式居民地以及其他类型居民地。

9.3.1　街区式居民地

房屋毗连成片，按一定街道（通道）形式排列的居住区称为街区。

9.3.1.1　街区的外轮廓，按像片影像描绘。其凸凹部分一般在图上小于 1mm 时，可综合表示。当外轮廓是土堤、围墙等地物时，用相应符号绘出，不再另绘轮廓线。

9.3.1.2　街区内部可进行较大的综合。房屋间距在图上大于 1.5mm 的应分开表示；次要街巷也可适当取舍；街区内的较大空地应表示，可根据南北方居民地特征，取舍指标一般为图上 4～9mm^2。

9.3.1.3　街区内的街道接其通行条件分为主次两级。图上宽度小于 0.5mm 的，按 0.5mm 街道表示；大于 0.5mm 不超过 0.8mm 的，按 0.8mm 街道表示；大于 0.8mm 的依比例尺表示。街区内街道宽度均小于图上 0.5mm 时，也要分出主要街道，并用 0.8mm 街道表示。

9.3.1.4　在居民地内，凡是高度与周围房屋有明显区别并有方位作用的房屋列为突出房屋，图上只表示依比例尺的。十层以上的高层房屋用相应符号表示。

9.3.2　散列式居民地

分为分散式及行列式两种。分散式居民地一般未形成街区，房屋常依天然地势建筑，无分布规律。行列式居民地一般沿河渠、道路、山谷等线状地物有规律地分布，大部分未形成街区。二者的共同点是房屋分布稀疏、到处可以通行。

9.3.2.1　正确表示居民地与道路、水系及其他地物、地貌的关系。道路可以直接通过此类居民地。以保持散列式居民地的特征。

9.3.2.2　要真实反映出房屋的疏密程序，并使居民地保持内外特征。当实地房屋分布密集成团，图上不能逐个表示时，其外围的房屋按真实位置绘出，内部可适当取舍。取舍时，要注意表示分散的房屋和着重选择有方位作用的单独房屋。

当实地房屋呈均匀而稀疏分布时，应在保持分布特征的前提下进行取舍，取舍时要总体衡量，着重选择道路和河流两旁，及有明显方位作用的房屋予以表示。

当实地房屋排列整齐（如工人新村及规划的新农村），应注意保持外围特征，内部的排数可适当取舍。

9.3.3　窑洞式居民地

窑洞式居民地是黄土高原地区的一种房屋建筑形式，有分散的、成排的、单层的、多层的、地面上的和地面下的，还有和房屋配合成集团式居民地的，调绘时应根据其分布特征用相应符号按真方向表示。

9.3.3.1　成排窑洞不能逐个表示时，应保持两端特征，中间可以插绘符号；成排多层分布的窑洞不能逐层表示时，要保持首末两层的真实位置，中间各层可适当取舍；散列分布的窑洞，在其分布范围内择要表示；无方位作用的零散窑洞一般不表示。

9.3.3.2　应形象地反映出窑洞与冲沟、道路、陡崖、房屋等的相关位置。

9.3.3.3　石窟是在岩石陡壁上人工凿成的石洞，应择要以窑洞符号表示，并加注“石”字，著名的应加注名称。

9.3.4　其他类型居民地是指牧区比较固定和季节性的蒙古包、帐蓬、南方的棚房及沿海渔村等。这类居民地多在人烟稀少地区，或多分布在水草茂盛的湖泊周围、河流两岸及沿海地带，具有一定的方位作用，一般应表示。由于它不是固定性的，只能根据调绘时分布的多少而适当配置符号。

9.3.5　具有方位作用的破坏房屋、废墟，当其图上面积大于 $1mm^2$ 时应表示；小于 $1mm^2$ 的只在地物稀少地区才表示。有名称的应加注名称。正在建筑中的房屋按相应房屋符号表示。

9.3.6　居民地与其他地物关系的一般处理原则：

9.3.6.1　高架在水面上的房屋应按真实位置表示。伸入水面的房屋，水涯线至房屋符号的边缘应间断。当房屋紧靠河湖等岸边时，其间隔小于图上 0.2mm 且无主要通道，则房屋边缘可代替水涯线，否则房屋可移位表示，与水涯线应保留 0.2mm 的间隔。房屋与干沟、水渠等的关系也按上述原则处理。

9.3.6.2　房屋在堤上，堤面不能依比例尺表示时，应间断堤的符号，房屋按真实位置绘出；若房屋在坡时，主要堤可间断房屋所在一边的符号，房屋按真实位置绘出，一般堤可省去房屋所在一边的短线，房屋略可移位，符号之间保留 0.2mm 间隔；房屋在堤脚，则堤按真实位置绘出，房屋可略移位表示。

9.3.6.3　各类道路（除铁路外）通过城市、集镇或其他街区式居民地的路段，均以街道符号表示。

9.3.6.4　居民地外围的树林和竹林一般应表示。居民地内、外的零星树木可不表示。当居民地内、外水塘较多时，图上小于 $2\sim4mm^2$ 的水塘一般不表示。

9.3.7　像片图测图时，居民地外围、较大居民地内，应适当测注高程注记点。在城市及街区式居民地的街区内可不描绘等高线。

9.3.8　乡、镇政府所在居民地，需调注行政区内总人口数，一般注在乡镇名称下方。其他各级居民地不调注人口数。当乡、镇政府同驻一居民地并只注其中一级名称时，则只注出该级行政区人口数。

9.4　工矿建筑物、公共设施和独立地物

工矿建筑物、公共设施和独立地物（以下简称独立地物）在图上表示时，位置应准确，并能反映地区的经济文化特征或有利于判定方位。

9.4.1　独立地物的取舍，要从测区的实际情况出发，在地物密集地区，要选择其中特别突出的加以表示，其余的可以综合或舍去。地物稀少地区要特别重视此类地物的表示，有的地物即使是低矮的，如小土堆、独立树、小棚房、敖包、经堆等，在实地仍

显得很突出时，也应表示。

9.4.2　独立地物与其他地物不能同时按真实位置表示时，一般情况下应以独立地物为主，其他地物次之。可视具体情况移位、舍去或间断其他地物符号。

9.4.3　对于能反映地区经济文化特征的科学观测站、电视发射塔、卫星地面接收站、游乐场、体育馆、汽车站（乡镇和乡镇以上的客运站）、加油站、大型停车场、飞机场、纪念像、艺术塑像、古遗址及文物碑石应表示。

9.4.4　居民地外独立的且不能依比例尺表示的医院、学校应适当选取用符号表示；凡能依比例尺表示的应适当注记名称或在其范围内加绘医院、学校符号。

9.5　管线和垣栅

9.5.1　电力线、通讯线的表示

a. 电力线一般只表示 6.6kV 以上且固定在高压电线，当电压在 35kV 以上时，应加注电压数（以 kV 为单位）；

通讯线在一般地区不表示。在地物稀少地区，凡是较固定的或有方位作用的线路应表示；

b. 沿公路、铁路两侧的电力线、通讯线，离开道路中心线不超过图上 5mm 时可不表示。主要堤上的电力线、通讯线也按此情况处理。但在分岔、转折处应绘一段符号以示走向；

c. 电力线、通讯线除遇街区式居民地间断外，其他情况均不间断；

d. 电力线、通讯线的转折点、分岔点应准确测绘。

9.5.2　管道的表示

a. 居民地内管道不表示。图上长度小于 1cm 的管道不表示；

b. 当管道架空跨越河流、冲沟、道路时，符号不中断。否则管道符号绘至上述地物符号边缘保留 0.2mm 间隔断开。管道与沟渠相互接替，用相应符号表示；

c. 能判别走向的地下管道应表示，并绘出其入口。

9.5.3　垣栅的表示

a. 城墙上的城楼、城门、豁口、独立房屋要准确表示。城楼、钟楼、鼓楼、古关塞等均用城楼符号表示；

b. 居民地外围和院落外围高 1.5m 以上且图上长度大于 5mm 的土墙、砖石墙、土围、垒石围应表示。高度不足 1.5m 但具有方位意义的土围等亦应表示；

c. 栅栏、铁丝网、篱笆只表示高 1m 以上且图上长度大于 5mm 的。通电的铁丝网加注“电网”两字；

d. 堤分主要堤和一般堤两种。有重要防洪、防潮作用，基底宽大于 10m 或堤高在 3m 以上的，用主要堤符号表示，其他为一般堤。图上一般只表示高 1m 以上的堤，但有方位作用的虽低于 1m 也应表示。主要堤应由内业测注堤顶高程，一般在图上每隔 10～15cm 测注一点。一般堤的比高在 2m 以上时应量注比高。

9.6　境界

9.6.1　国界的调绘

国界是表示国家领土归属的界线。测绘国界应根据国家正式签定的边界条约或边界议定书及附图，会同边防人员一起经实地踏勘后，按实地位置精确绘出。

9.6.1.1　国界应依实地位置不间断地精确绘出。界桩、界碑等应准确判出并注出编号。

9.6.1.2　同号双立或三立的界桩、界碑同时表示有困难时，可以用空心小圆圈按实地位置关系绘出，并注出各自的编号。

9.6.1.3　国界线上的各种注记不得压盖国界符号，并均应注在本国界内。

9.6.1.4　国界经过地带的所有地物、地貌均应详细表示，对有特征意义的细貌部分更要详细表示。

9.6.1.5　国界通过河流、湖泊、海域时，应明确表示出水域和岛屿、沙滩、礁石的归属。国界为河流主航道时，河流内能绘出国界符号的，国界符号不间断绘出，并分明岛屿、沙州、水中滩等的归属。河流内不能绘出国界或以共有河流为国界时，国界符号在河流两侧不间断地交错绘出，岛屿等用附注表明归属。

9.6.2　国内各种境界的调绘

9.6.2.1　国内各种境界包括：省界、自治区界、直辖市界；自治州、地区、盟、地级市界；县、自治县、旗、县级市界；乡、镇、国营农场、林场、牧场界以及自然保护区界和特殊地区界。

9.6.2.2　自然保护区界是指政府部门已认定的保护自然生态平衡，珍稀动物、珍稀植物和自然历史遗迹的界线。特殊地区界是指我国的经济特区界、一国两制地区界等。以上两种界线应在其范围内注记名称。

9.6.2.3　国内政区境界与线状地物重合时（电力线、通讯线、地类界等除外），可沿地物两侧每隔 3～5cm 交错绘出 3～4 节符号；以线状地物一侧为界时，可沿一侧每隔 3～5cm 绘出 3～4 节符号；在转折点、交接点和图边处必须绘出符号以示走向；不与明显地物重合的境界，其界桩、界标、界线应以相应符号准确绘出。

9.6.2.4　国内政区境界通过河流、湖泊、海洋时，所绘符号应明确表示出其中的岛屿、沙洲、沙滩等的隶属关系。境界通往湖泊、海峡时应在岸边水部绘出一段符号。湖泊、海峡为三个省、市、县所共有时，应在境界交会处各绘一段符号。

9.6.2.5　两级以上境界重合时，只绘高一级境界符号，但在图上同时注出两级名称，如××省、××县。

9.6.2.6　飞地是指一省、市、县、乡所辖范围内，又有另一省、市、县、乡管辖的地区。飞地的界线按相应行政区划界线符号表示。

9.6.2.7　因行政区域界线不明确而发生边界争议的地段，可在其相应的部分加注“待定界”，或按政府部门公布的权宜画法表示。调绘无明显界线的境界时，其走向可根据当地政府和群众介绍的情况描绘，但需明确表示出居民地的隶属关系。

9.7　道路

描绘道路要求位置准确、等级分明、取舍恰当、注记正确，并与其他地形要素的关系明确，能反映出道路网的运行能力。

9.7.1　道路的分类和表示

9.7.1.1　单线铁路是在路基上铺设一条标准轨（轨距为 1.435m）线路的铁路。

9.7.1.2　复线铁路是在一条路基上铺设两条标准轨线路的铁路。当复线铁路不在一条路基上又能以真实位置描绘符号时，应用单线铁路符号表示；不能按真实位置描绘时，则以两条标准轨的几何中心为准用复线铁路符号表示。

9.7.1.3　电气化铁路在相应的铁路符号上加注“电”字。

9.7.1.4　窄轨铁路是轨距小于标准轨距的铁路。临时性的不表示。

9.7.1.5　轻便轨道是指在工矿区供机动牵引车、手压机式手推车行驶的小型铁路。临时性的不表示。

9.7.1.6　架空索道是指山区利用装置在高架上的钢缆运输矿产和木材等物质的一种线路。临时性的不表示。

9.7.1.7　公路按交通部门划分的技术等级分别用高速公路、等级公路（指公路技术等级为一级至四级的公路）和等外公路符号表示。各级公路在图上每隔 15 ~ 20cm 注记一个公路技术等级代码。对于国家干线公路（简称国道）尚需注出国道路线编号。

公路技术等级的划分如表 27 所示。

表 27

代　码	公路技术等级
0	高速公路
1	一级公路
2	二级公路
3	三级公路
4	四级公路
9	等外公路

9.7.1.8　机耕路是指路面经过简易修筑，但没有路基，一般为通行拖拉机、大车等的道路，某些地区也可通行汽车。

9.7.1.9　乡村路是乡村中不能通行大车、拖拉机的道路。路面不宽，有的地区用石块或石板铺成。

9.7.1.10　小路是供单人单骑行走的道路。

9.7.1.11　内部道路是指公园、工矿、机关、学校等内部有铺装材料的道路。宽度在图上小于 1mm 的可择要表示，但应注意反映出道路的构成特征。

9.7.2　调绘道路的注意事项

9.7.2.1　道路符号之间配合关系的处理

9.7.2.1.1　双线表示的道路并行不能同时绘出各自符号时，以高一级道路为主按

真实位置绘出，为次的可省略一条边线。如属同一级道路可各自稍加移位，两符号的相邻边线可公用。不在同一水平面的平行道路，铁路在上时，铁路按真实位置并加路堤符号绘出，公路可省略一条边线；公路在上时，公路移位加路堤符号绘出。

9.7.2.1.2　道路等级要分明。公路、机耕路在中途变换等级，可按实际情况处理。虚线表示的道路不得中途变换等级。

9.7.2.1.3　与铁路并行的道路除小路外，一般均应表示。

9.7.2.2　道路与居民地及独立地物之间关系的处理

9.7.2.2.1　铁路一般不得移位表示，通过居民地不得缩小符号尺寸。当遇到突出的独立地物紧靠铁路时（如信号灯），独立地物按真实位置表示，铁路符号可断开。

两条铁路接近会合部分，可缩小符号尺寸，但应保持两路中心位置不变。

9.7.2.2.2　铁路两旁的附属建筑物、道路交叉口、拐弯点按实际情况准确表示。

9.7.2.2.3　双线表示的道路两旁紧靠的独立房屋，在描绘时可稍移位但不必保留间隔。单线表示的道路旁的房屋按真实位置绘出，道路可略移位，保留 0.2mm 间隔。

9.7.2.2.4　公路两旁的路标，有方位作用的才表示。里程碑一般不表示，但在地物稀少地区可选择表示，并注公里数。

9.7.2.3　道路与水系关系的处理

铁路、公路与单线或双线表示的河渠并行，两种符号不能同时按真实位置绘出时，一般以铁路、公路为主，按真实位置绘出，河渠为次可适当移位绘出。

9.7.2.4　道路与堤关系的处理

9.7.2.4.1　双线表示的道路在堤上通过时，按路堤表示。单线表示的道路在一般堤或主要堤上通过时，道路绘至堤头。

9.7.2.4.2　道路、水系和堤三者在一起不能同时按真实位置绘出时，主要的按真实位置表示，次要的移位或舍去。

9.7.2.5　道路与地貌关系的处理

9.7.2.5.1　道路与双线表示的冲沟、干河床重合时，如不能同时按真实位置绘出符号，冲沟、干河床可适当放宽符号，或以陡崖符号表示。

道路与单线表示的冲沟、干河床重合时，后者可视情况舍去或适当表示两岸陡崖。

9.7.2.5.2　山区道路与地貌的关系要表示合理。描绘时可配合立体镜进行，以免发生道路不合理翻山现象。

9.7.2.6　路基已基本形成的铁路、高速公路、等级公路，分别用相应建筑中道路符号表示。

9.7.3　桥梁与道路附属建筑物

9.7.3.1　桥梁分车行桥、人行桥、双层桥和立交桥等，一般应表示。等级公路上的桥梁应加注载重吨数。著名的桥梁应加注名称。

9.7.3.2　水网地区单线表示的河渠上的人行桥、车行桥可适当取舍，允许道路通过单线表示的河渠。

9.7.3.3　铁路、公路应择要表示涵洞。隧道（包括过江隧道）图上长度大于 1mm

的用依比例尺符号表示，小于 1mm 的用不依比例尺符号表示。路堤、路堑比高 1m 以上，且图上长度大于 5mm 时才表示，比高大于 2m 时需测注比高。

9.8　水系

9.8.1　水涯线调绘

a. 河流、湖泊、水库的水准线一般按摄影时期的水位描绘，若摄影时期为枯水期或洪水湖，水位变化很大时，需按常年达到的水位调绘；

b. 高水界系常年雨季的高水位形成的岸线。高水界与水涯线之间的距离在图上大于 3mm 的才表示，并加绘相应的土质和植被符号。池塘、水库、以单线表示的河流及实地界线不明显的高水界不表示；

c. 池塘的水涯线按影像沿池塘的边缘绘出。一般地区，当池塘的图上面积在 2 ~ 4mm^2（根据地区特点选用）以下时可不表示。

9.8.2　河流、水渠等级的划分

a. 河流宽度在图上大于 0.5mm 的依比例尺用双线表示，图上宽度小于 0.5mm 的用单线表示。时令河以单线或双线表示的标号与常年河同，时令河需加注有水月份；

b. 水渠分级及表示标准如表 28 所示：

表 28

图上宽 / 实地宽 / 成图比例尺	用单线表示		用双线依比例尺表示
	0.2mm	0.5mm	
1∶5000	1m 以内	1 ~ 3m	3m 以上
1∶10000	3m 以内	3 ~ 5m	5m 以上

9.8.3　河流、水库、水井及其它的调绘

a. 有固定流向的江、河、运河和较大的沟渠，须表示流向。通航河段须绘出起止点并表示流速，图上每隔 15 ~ 20cm 测注一个。高于地面的水渠及其相应的渠头应表示；

b. 容量一千万立方米以上的水库或重要的小型水库，应加注正常水位的水库容量（以万立方米为单位）；

c. 汽车渡口应加注载重吨数；

d. 水库及以双线表示的河流上的拦水坝，实地坝长大于 50m 或坝高大于 15m 的，须加注坝长、坝顶高程和建筑材料；

e. 居民地外的水井一般均应表示，在水井很多的地区可适当进行取舍。缺水地区居民地内的水井也应表示。每幅图应均匀测注 3 ~ 5 个水井的地面高程，并量注地面至水面的深度；

f. 在富集有大量天然水蒸气或热水的地热异常地区，已开采利用地热资源的地热井、地热池、地热田和地热泉，在其范围内用地类界符号配合地热 # 符号表示；

g. 陡岸是指岸坡比较陡峻、坡度在 50°以上的地段。它分为有滩陡岸和无滩陡岸，

并区分石质的和土质的。当陡岸的比高大于 1m 且图上长度大于 5mm 时应表示，比高大于 2m 的需量注比高；

h. 岸垄是由于各种自然原因形成的垄状地貌，其高、宽和坡度均不规则。开挖沟渠、疏通河道堆积而成的狭长土堆，也用岸垄符号表示。

9.8.4　新增沟渠的调绘

调绘航摄后新增的较大人工沟渠，在平地可利用四周明显地物精确判读沟渠的转折点，然后连接各转折点，并检查补绘的沟渠与周围地物、地貌的关系位置是否符合实地情况。

丘陵地、山地调绘新增沟渠比较困难，常易描绘不准，造成内业测图时与等高线发生矛盾。因此要注意以下几点：

a. 描绘沟渠时要进行立体观察，使沟渠走向与实地一致，为保证精度，要求沿新增沟渠在像片上每隔 3 ~ 5cm 刺准一个点，供内业测图时检查较正，刺孔在像片反面用直径 5mm 的红色圆圈进行整饰，并在像片边缘加以说明；

b. 补绘的新增沟渠，经过调绘的其他地物、地貌时，它们的相互位置关系，须符号实地情况；

c. 沟渠经过山洞或以输水槽跨过谷地，以及深挖地段，要以相应符号表示，其位置要准确，或刺出点位。

9.8.5　新增水库的调绘

调绘航摄后新增的较大水库，为了保持岸线与实地一致，应在水库周围选刺 3 个以上的常水位点，然后在立体镜下根据这些点描绘岸线。如不能刺准常水位点，则在附近刺出明显地物点并量取其至常水位线的比高。刺孔的整饰与第 9.8.4 条相同。

9.8.6　海岸带的调绘

9.8.6.1　海洋与陆地的接壤部分称为海岸带。海岸带由沿岸地带、潮浸地带及浅海地带所组成。沿岸地带重点表示海岸线，要求正确表示岸线的轮廓和位置；潮浸地带（又称海涂地带）重点表示干出滩的性质及分布范围；浅海地带重点表示浅海地形和岛礁。

9.8.6.2　水深注记也采用1985国家高程基准。水深注记又称为深度注记，通常称为水深，是海岸线以下的高程注记。零米等高线以下的水深注记，应在其注记前加“ - ”号。浅海地形只表示到水深 15m 以内。

9.8.6.3　各类型干出滩应绘出范围并配置相应的土质和植被符号。干出滩的宽度在图上小于 3mm 时可不表示。面积较大和较固定的水产养殖滩，可用贝类养殖滩符号表示。海水中的水产养殖场，以地类界符号绘出范围，并注产品名称。

9.8.6.4　干出滩上的各种管线和工业设施（如海中管道、海底电缆等）用相应图式符号表示。干出滩上的潮水沟，图上只表示固定的和较大的。

9.8.6.5　海岸边的盐田、盐场以相应符号表示。有名称的应加注名称。

9.8.6.6　沿海地带的岛屿，一般应全部准确表示。岛屿面积很小时可适当扩大表示。当小岛密集图上无法全部表示时，可进行取舍，不得综合。

9.8.6.7　图上一般表示有方位及障碍作用的明礁和对航行安全有危害的干出礁及暗礁，礁石可参考海图等有关资料转绘。

9.8.6.8　港口内规模较大或较固定的直升飞机机场，用飞机场符号，加注“直”字表示。集装箱货场等应绘出范围加注“货”字。

9.8.6.9　图幅内浅海的石油、天然气钻井平台，可根据有关资料或像片影像，用石油井符号表示，有名称的应加注名称。

9.8.6.10　港湾附属设施如防波堤、制水坝、码头、停泊场、干船坞等，均以相应符号表示。港口内的库房、办公室及生活区等均用相应房屋符号描绘。

9.8.7　沼泽地的调绘

9.8.7.1　沼泽地是经常湿润、泥泞或有积水的地段（包括季节性的湿草地）。凡人通过时没有特别困难的沼泽称能通行的沼泽，否则称不能通行的沼泽。

9.8.7.2　沼泽地面的植被用相应符号表示，但不得超过两种。沼泽地内的河流、湖泊的水涯线，明显的用实线表示，不明显的用时令河、湖的水涯线符号表示。沼泽地内固定的季节性道路，按时令路符号表示，加注通行月份。

9.9　地貌和土质

9.9.1　地貌形态用等高线配以地貌符号、高程注记、比高注记表示之。

9.9.2　用地貌符号表示的地貌是指岩峰、残丘地、陡崖、岩墙、崩崖、滑坡、冲沟、干河床、石灰岸溶斗、山洞、陡石山、梯田坎、石块地、泥石流、火山口、雪原、冰川和各类沙地等。

9.9.3　岩峰是高耸于山岭、山坡或平地上的塔柱状岩石。孤立的用孤峰符号表示，并测注比高；成群的用峰丛符号表示，比高选择最高的量取。黄土柱用孤峰符号表示，加注“土”字。

9.9.4　残丘地是由风蚀或其他原因形成的成群土质（或石质）小丘。其图上面积大于 $4cm^2$ 且平均比高大于 2m 的，须适当测注平均比高。

9.9.5　陡崖是难于攀登的陡峭崖壁，坡度在 70°以上。分为土质和石质两种。图上长度大于 5mm、比高 1m 以上的一般均需表示，凡比高大于 2m 的需测注比高。

9.9.6　岸墙是地壳裂隙被岩浆充填，冷却后成板状岩体，经长期剥蚀而露出地面的墙状物体。比高在 2m 以上的要测注比高。

9.9.7　崩崖是沙土或石质的山坡受风化作用、碎屑向山坡下崩落的地段。崩崖图上面积小于 $25mm^2$ 的可不表示。

9.9.8　滑坡是斜坡表层由于地下水和地表水的影响，在重力作用下向下滑动的地段。滑坡图上面积小于 $25mm^2$ 的可不表示。

9.9.9　冲沟是地面受雨水急流冲蚀而成的大小沟壑。冲沟深度大于 2m 的需测注比高。调绘时应显示出该地区冲沟的特征，按像片影像准确描绘沟壁上边缘线，并在立体镜下检查沟头、沟口及与其他地貌的相关位置。

9.9.10　干河床是下雨或融雪后短暂时间内有水的河床或河流改道后遗留的故道。它分河道干河和漫流干河两类。河道干河有明显的河床岸线，漫流干河则没有。干河床

描绘宽度的划分与河流相同。干河床很多时，可选择主要的表示。戈壁滩上无一定规律的干河床，可根据实地情况描绘，不要硬性连成“干河系”。干河系的河岸，依流水侧蚀的情况可与冲沟符号配合表示。

9.9.11　露岩地是指岩石露出地面且分布较集中的地段。陡石山是指全部或大部分岩石裸露且坡度大于70°的陡峻山岭。分别以相应图式符号表示。大面积的露岩地、陡石山可用简化符号描绘并加注“露岩地”、“陡石山”。

9.9.12　梯田坎的比高大于1m时应表示，比高大于2m的应择要测注比高。比高小于1m的大面积梯田坎可择要表示。

9.9.13　雪山是常年积雪的粒雪原、冰川等分布区的总称。应根据当地雪源溶化情况确定粒雪原及冰川的范围，以相应符号表示之。冰裂隙、冰陡崖、冰碛、冰塔要注意表示。冰塔高10m以上的才表示，冰塔丛立地区可进行取舍。冰斗湖图上面积大于25mm^{2}时才表示。

9.9.14　沙地地貌有固定的和不固定的。固定的沙地地貌用等高线加绘平沙地符号或用等高线加注沙地类型名称表示。当等高线不能反映沙地地貌时，应加绘相应的沙地型符号，并适当测注比高。不固定的沙地地貌用草绘等高线表示总的起伏和走向，并在其范围内绘出相应的沙地类型符号并适当测注比高。

9.10　植被

9.10.1　调绘植被的一般要求

9.10.1.1　植被的表示，要从各地区的不同情况出发，着重考虑其面积的大小、经济价值高低或所起方位作用的大小。在植被较多的地区，应着重表示大面积的或取材价值较大的植被等。在植物稀少地区，凡有方位作用的植被都应尽量予以表示，零星树木可选择表示。

9.10.1.2　同一地段生长多种植物时，小面积的只表示主要的植被；大面积的，图上所配置的符号不得超过三种（连同土质符号）。一般舍去经济价值不高或数量较少的。但符号的配置应与实地植被的主次和疏密相适应。

9.10.1.3　成林、幼林、苗圃、竹林、灌木林、经济林、经济作物地、菜地、水稻田、旱地等用地类界描绘。大面积植被被线状地物分割时，在各分隔部分内，至少要绘一个符号。

9.10.1.4　描绘植被符号时，不得截断或接触地类界和其他地物符号。当图上植被面积较大时，符号间隔可放大1～3倍。

9.10.1.5　地类界与地面上有实物的线状符号（如道路、陡崖、林带等）重合时，可省略不绘；但与境界、通讯线、电力线、等高线等重合时，地类界移位绘出。地类界弯曲很多时，图上小于2mm的弯曲部可综合取舍。

9.10.1.6　在大面积的森林地区应量测摄影时的平均树高，并注记于控制像片上，以供内业测绘地貌时进行植被改正。

9.10.2　森林、灌木林、经济林等木本植物的表示

9.10.2.1　森林分成林和幼林

a. 成林在图上面积为 25mm² ~ 4cm² 的绘出相应符号；图上面积大于 4cm² 时，还应配置针叶林或阔叶林符号，如实地为针叶和阔叶混交林时，则两种符号同时绘出；图上面积小于 25mm² 的林地用小面积树林符号表示；

b. 森林中杂有竹林、灌木林等，可用相应小面积符号按实地分布情况配置。

c. 图上面积小于 25mm² 的幼林用小面积树林符号表示；图上面积大于 25mm² 时用幼林符号表示；图上面积大于 25mm² 的固定苗圃应加注“苗”字。

9.10.2.2　疏林不绘地类界，按实地树木稀疏情况配置符号，并与其底层的土质、植被配合表示。

9.10.2.3　图上面积小于 25mm² 或有方位作用的灌木丛用小面积灌木林符号表示；大于 25mm² 时用大面积灌木林符号表示（分密集的和稀疏的）。稀疏灌木丛杂生在疏林、竹林、草地、荒草地、沼泽地、盐碱地中，用小面积灌木林符号配合表示。

9.10.2.4　覆盖度在 40% 以下，图上面积大于 25mm² 的灌木林，用稀疏灌木林符号，根据实地情况配置符号表示。

9.10.2.5　图上面积大于 25mm² 的经济林，用经济林符号表示；大于 50mm² 时，加注相应名称；小于 25mm² 时，用小面积经济林符号表示；图上宽度小于 2mm 时，用经济林符号以狭长林带表示，不绘地类界。

9.10.3　狭长林带是指图上宽度小于 2mm 的各种乔木林带，其长度按比例绘出。图上长度小于 10mm 的不表示。田间密集整齐的单行树木也用狭长林带符号表示。

9.10.4　图上面积大于 25mm² 的竹林，用大面积竹林符号表示；小于 25mm² 的竹林，用独立竹丛符号表示；图上宽度小于 2mm 的狭长的竹林，用狭长竹林符号表示。

9.10.5　草地指草类生长旺盛，覆盖度在 50% 以上的地区，干旱地区的草原，山地、丘陵地区的草地，沼泽、湖滨地区的草甸、湿草地等均用草地符号表示；半荒草地是指草类生长比较稀疏，覆盖度在 20% ~ 50% 的地区；荒草地是指覆盖度在 20% 以下的植物稀少地区，荒草地一般位于气候特别干旱和土壤贫脊的地区。各类草地中如生长着其他植物，可配合相应符号表示。

9.10.6　农作物地等的表示。

9.10.6.1　耕地分为水稻田及旱地。水稻田不分常年积水和季节性积水均用水稻田符号表示，水旱轮作地按水稻田符号绘出。旱地是指除水稻田以外的农作物耕种地，包括撩荒未满三年的轮歇地。

9.10.6.2　菜地是指常年种植蔬菜的场地。图上面积小于 25mm² 或居民地内的零星菜地均不表示。粮菜轮种的耕地按旱地表示。

9.10.6.3　图上面积大于 25mm² 的经济作物地用相应符号表示，大于 50mm² 的要加注作物名称。经济作物与其他作物轮种，不按经济作物地表示。

9.10.6.4　河、湖、池塘中，图上面积大于 25mm² 的水生作物地，如菱角、茭白等用水生作物地符号表示；图上面积大于 2cm² 的，需加注品种名称。非常年积水的水生作物地（如藕田），在图上用地类界加符号、注记表示。

9.11　地理名称调查和注记

地理名称的调查和注记要真实、准确、无错、无漏。

9.11.1　地理名称调查和注记的项目

a. 居民地：包括城市、集镇、村庄以及远离居民地的机关、学校、企业、事业、工矿和大城市中主要街道等；

b. 山地：包括山脉、山岭、山峰、山隘、山口、山谷、山坡、独立山、山洞、高地等名称；

c. 水系：包括江河、滩、沱、沙洲、岸滩、运河、渠道、湖泊、水库、池塘、海洋、海角、海峡、泉、井等名称；

d. 其他：包括森林、沙漠、草原、戈壁、沼泽、半岛、岛屿、礁石、堤围、道路、桥梁、码头、渡口、名胜古迹、行政区划、著名独立地物以及其他专有名称等。

9.11.2　地理名称的确定原则

9.11.2.1　居民地名称

a. 居民地的名称，以地名办公室确认的为准；

b. 乡、镇所在地的名称与自然名称相同时，只注乡、镇名称。如不相同时，以乡、镇名称为主，自然名称作副名注记；

c. 居民地有两个以上通用名称时，镇以上以地名办公室确认的名称为主名，群众通用名称作为副名注出，村庄一般只注主名；

d. 居民地是两个以上政府驻地时，只注高一级的名称。居民地的总名、分名一般均须取注，但居民地内部的相关位置的名称（如前街、后街），不能作为分名注出。总名称的位置在图上比分名应醒目些，而且字体更大些；

e. 名称注记中的简化字，应以国务院颁布的为准。对地方沿用的方言和罕见字，应在调绘片外和图历簿中加注读音和拼音。

9.11.2.2　山地名称

应注意调绘山脉、山谷、山岭等的名称。比较著名的地貌特征点也应调注名称。已有三角点、小三角点的点名与实地名称不一致时，仍应注记实地名称。

9.11.2.3　水系名称

a. 河流（水渠）凡有固定名称的一般均应注出，如当地的习惯称呼与水利航运部门使用的名称不一致时，习惯名称作副名注出或舍去；

b. 同一条河流不同河段的不同名称，按实际情况注出，当不能一一注出时，应优先取下游名称，其次按上、中游顺序选注；

c. 湖泊、水库有名称的一般应注记，缺水地区和山区的湖泊均应注记名称；一个湖泊不同地段有不同名称时，若不能全部注出，应选取主要部分和著名的名称注记；

d. 著名的泉和井的名称一般应注记。

9.11.2.4　其他地理名称

如沙漠、戈壁、草原、岛屿、名胜古迹、冰川、重要和著名的独立地物的名称均应注出。

9.11.2.5　少数民族地区的地理名称，翻译成汉字注记时，应按照《少数民族语地

名调查和翻译通则（草案）》以及按民族语言分别制定的各种地名译音规则，如《维吾尔族语地名译音规则》的要求执行。

9.11.2.6　大面积的无人烟地区，应特别注意调查地理名称，不得遗漏。确无地理名称时，是否命名，应上报有关主管部门，并按其指示办理。

9.11.3　地理名称的取舍原则

在人烟稠密、地物众多地区，地理名称过密时，一般按下列原则适当取舍：

a. 取总名，适当舍去分名、副名；

b. 取靠近主要交通线的名称，舍去离的较远的名称；

c. 取房屋较多而连成一片的，舍房屋较少且分散的地名；

d. 取远近著名而固定的名称，舍一般的和临时性的名称。

9.11.4　地理名称注记的要求

a. 各种注记的字体应正规清晰、字隔分明、同一名称的字体、大小和字隔要一致；

b. 名称注记排列一般以水平字列和垂直字列为主，使用雁行排列时，应注意字隔要均匀，倾斜角度要一致。除线状地物和山脉名称外，不可使用屈曲字列；

c. 名称注记必须指向明确，以免内业注记及用图时产生误解和错误；

d. 独立高地、独立山、山隘等名称按山体大小和著名程度分级注出。外业调绘时应在比较著名的名称下划一红线，以供内业区别。

9.11.5　图幅名称的确定

a. 图幅名称应选择图幅内最大居民地的名称，在没有居民地时，可选注其他地理名称；

b. 同一测区内，不得有相同的图名；

c. 如果图幅内确无名称时，可只注图幅编号，或以图幅内最高高地及其高程做为图名，如 556.8 高地；

d. 如该图幅已有解放后的出版图，则图名一般应与其一致。当发生重大变动须更改图名时，应报有关主管部门批准。

10　图边拼接、成果上交和检查验收

10.1　图边拼接

图边拼接一般只在相同比例尺的相邻图幅间进行。

10.1.1　同期作业的图边应在实地严密接好，并应由第二人检查、签名；自由图边除应保持成图满幅外，还应测绘出图廓线外 4mm，并须经第二人实地检查和签名。

10.1.2　拼接后的地物地貌，不得改变其真实形状及相关位置。跨越两个图幅的线状地物和面状地物，如河流、道路、大居民地、植被、土质等，要注意两方名称、等级、注记等的一致性。

10.1.3　固定比例尺像片图图边的接合差，不得大于地物点平面位置中误差和等高线高程中误差的 2.5 倍。小于限差时可平均配赋。超过限差时，应查明原因妥善处理。

10.1.4　与已出版图拼接，如接合差不大于上述限差时，仅在新测图幅上进行改

正。如果因地物、地貌变化较大或已出版图质量差，使接边困难时，可按自由图边处理，并在图历簿中说明。

10.2　成果上交

成果上交前要进行认真的检查，并在自我检查的基础上，由上级业务主管部门进行检查验收后，才能供下一工序使用。上交的成果资料必须准确无误、清楚、齐全。

10.2.1　上交成果资料的项目

a. 控制像片；

b. 调绘像片（或像片图）；

c. 观测手簿；

d. 计算手簿；

e. 图历簿（少数民族地区作业，应附少数民族语地理名称调查表）。

10.2.2　计算手簿装订顺序

a. 封面；

b. 目次；

c. 控制点点位联测略图（应表示出控制点的概略位置、平面测定方法和高程联测路线）；

d. 起始点成果表；

e. 坐标换带计算；

f. 控制点成果表；

g. 归心计算；

h. 方位角及边长反算；

i. 锁网形计算；

j. 电磁波测距导线计算；

k. 单三角形计算；

l. 前方交会计算；

m. 测方交会计算；

n. 后方交会计算；

o. 引点和支导线计算；

p. 间接高程计算；

q. 高程平差计算；

r. 封底。

高级地形控制点成果单独整理装订。

10.2.3　成果整理

10.2.3.1　调绘成果分幅上交。

10.2.3.2　全野外布点和单航线布点的控制成果分幅上交。

10.2.3.3　区域网布点的控制成果，以每个布点区域为单位整理，随该区域左上角的图幅上交，其中包括控制像片、观测手簿、计算手簿。全区域网的控制点成果及控制

点分布略图，填写在每个布点区域左上角图幅的图历簿内，其他图幅只标出本幅在区域中的位置。

10.2.4　图历簿的填写

图历簿是反映成图过程的主要资料，是随地形原图长期保存的地图档案。在成图过程中是供内业查取数据，了解质量情况和处理问题的依据。成图后是地形图编绘、修测、再版和查考问题的重要参考资料。因此图历簿各项内容的填写应做到：项目齐全、数据准确、字迹清楚、简明扼要、确保无误。

10.3　检查验收

检查验收按照 ZB A75002 的规定执行。

附录 A　R（$=\delta_A^2+\delta_B^2+\delta_A\delta_B$）值表（补充件）

表 A1　　（以对数第六位为单位）

R / A \ B	30°	31°	32°	33°	34°	35°	36°	37°	38°	39°	40°	41°	42°	43°	44°	45°	46°	47°	48°	49°	50°	52°	54°	56°	58°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°
30°	39	38	37	35	34	33	32	31	30	29	28	27	27	27	26	25	24	24	23	23	23	21	21	20	19	19	18	16	15	15	14	13
35°	33	32	31	29	28	27	26	25	24	24	23	22	21	21	20	20	19	19	18	18	18	16	16	15	15	14	13	12	11	10	10	9
40°	28	27	26	24	24	23	22	21	20	20	19	18	17	17	17	16	15	15	15	14	14	13	12	12	11	11	10	9	8	7	7	6
45°	25	24	23	21	20	20	19	18	17	17	16	15	15	15	14	13	13	13	12	11	11	10	10	9	9	8	8	7	6	5	5	4
50°	23	22	21	19	18	18	17	16	15	15	14	13	13	13	12	11	11	11	10	10	10	9	8	8	7	7	6	5	5	4	4	3
55°	21	20	19	17	17	16	15	14	14	13	12	12	11	11	10	10	9	9	9	8	8	7	7	6	6	5	5	4	4	3	3	2
60°	19	18	17	16	15	14	13	13	12	11	11	10	9	9	9	8	8	8	7	7	7	6	5	5	5	4	4	3	3	2	2	1
65°	18	17	16	14	14	13	12	12	11	10	10	9	9	9	8	8	7	7	7	6	6	6	5	4	4	4	3	2	2	2	1	1
70°	16	16	15	13	13	12	11	11	10	9	9	8	8	8	7	7	6	6	6	5	5	4	4	4	3	3	2	2	1	1	1	1
75°	15	15	14	13	12	11	11	10	9	9	8	8	7	7	7	6	6	6	5	5	5	4	4	3	3	3	2	1	1	1	1	
80°	15	14	13	12	11	10	10	9	9	8	7	7	6	6	6	5	5	5	5	4	4	3	3	3	2	2	2	1	1			
85°	14	13	12	11	10	10	9	8	8	7	7	6	6	6	5	5	4	4	4	4	4	3	3	2	2	2	1	1	1			
90°	13	12	12	10	10	9	8	8	7	7	6	6	5	5	5	4	4	4	4	3	3	3	2	2	2	1	1	1				
95°	12	12	11	10	9	8	8	7	7	6	6	5	5	5	4	4	4	4	3	3	3	2	2	2	1	1						
100°	12	11	10	9	8	8	7	7	6	6	5	5	5	5	4	4	3	3	3	3	3	2	2	2								
105°	11	11	10	9	8	8	7	7	6	6	5	5	4	4	4	4	3	3	3	3	3	2										
110°	11	10	9	8	8	7	7	6	6	5	5	4	4	4	4	3	3	3	3	2	2											
115°	10	10	9	8	8	7	7	6	6	5	5	4	4	4	4	3																
120°	10	9	9	8	7	7	6	6	5	5	5	4	4	4	4	3																

附录 B　检查角允许误差△ε（″）限差表（补充件）

检查角的允许误差根据式（B1）计算：

$$\triangle\varepsilon = \frac{e \cdot \rho''}{D} \qquad \cdots\cdots\cdots\

附录 C　控制像片整饰格式
（补充件）

C1　正面

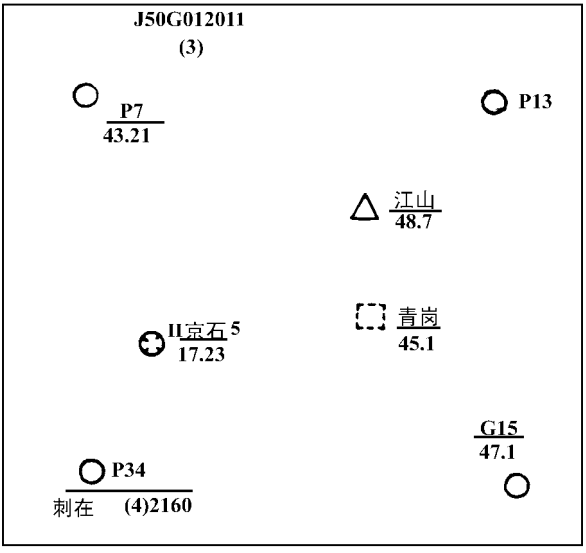


图 C1

C2　反面

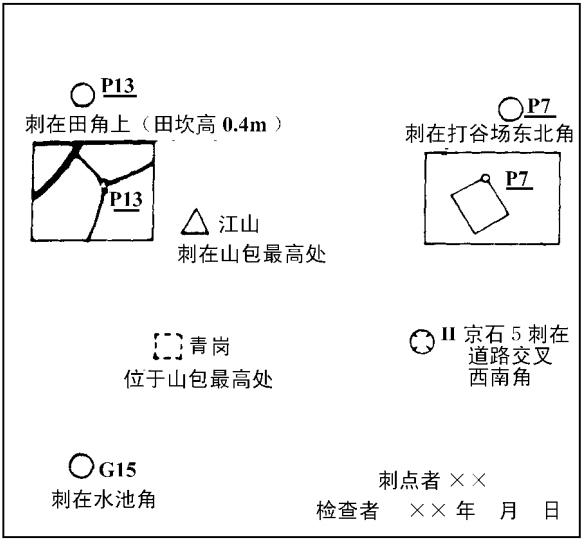


图 C2

附录 D　调绘像片整饰格式
（补充件）

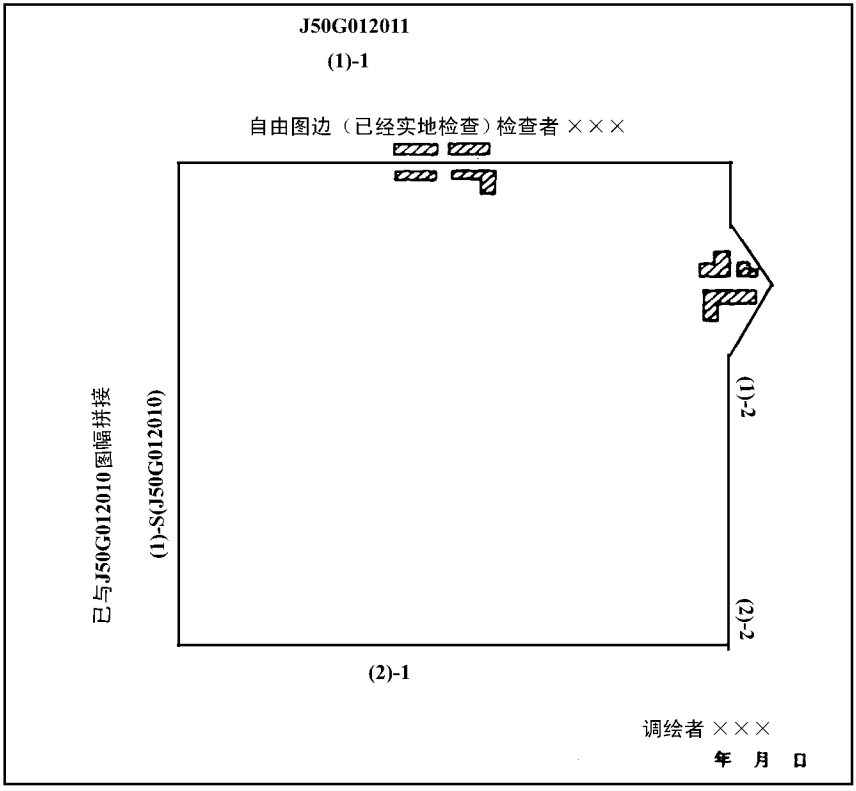


图 D1

注：①航线编号用带括号的数字编写，如（1）、（2）、（3）……；像片编号以数字 1、2、3…… 写出。

②调绘面积线，东、南边用直线，西、北边用曲线。

③调绘接边线，本幅内用蓝色绘出；图廓线用红色绘出。图幅编号、航线编号、像片编号及调绘者等字均用黑色写出。

附录 E　高级地形控制点标石规格及埋设图
（补充件）

E1　小三角点和导线点的标石规格及埋设按图 E1 执行。

E2　在岩石地区埋设标石有困难时，可设置岩石标志，但应在标石面上刻十字。

E3　在冻土层较深或沼泽等地区，可埋设钢管代替标石。

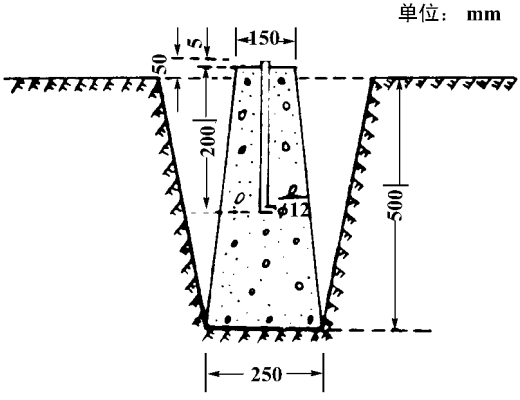


图 E1

附录 F　地形图上军事设施和国家保密单位的表示规定（补充件）

F1　总的表示原则

F1.1　军事设施和国家保密单位的调绘工作，应事先与有关单位联系，经同意后方可进入内部进行实地调绘；如若不同意进入内部进行实地调绘，则作业人员可采用航摄像片内判技术在室内直接判调的方法解决。

F1.2　作业人员在工作过程中所看到的军事禁区和国家保密单位的情况，不得转告无关人员，严防口头泄密。

F1.3　图上不表示的军事设施，须用与周围地形、地物相适应的符号进行伪装（如：稻田、旱地、房屋、森林、沙漠等），不能看出破绽。

F1.4　除本规定中对某些具体地物提出的表示方法以外，其他均应如实反映地面的地物状况。

F1.5　凡属保密单位，图上一般不注记真实名称。

F1.6　利用自然地形作掩体的洞库（如：武器库、弹药库、飞机库等）以及地下的设施，图上均不表示。

F2　各种试验基地

导弹发射基地、原子弹氢弹试验基地、火箭发射基地、卫星发射基地、炮兵基地、坦克基地等，均按以下规定表示。

F2.1　具体的发射、试验位置图上均不表示，用周围的相应植被进行伪装。

F2.2　通往基地的专用道路：单线道路可如实表示。双线道路绘至最近的较大村庄，从村庄至基地的双线道路均降为机耕路表示。铁路绘至最近的城镇为止。

F2.3　如若双线道路和铁路并非专用道路，而是经过各种试验基地又通往其他城镇时，则道路在图上应如实表示。

F2.4　试验基地内的地面观测站、办公室、生活区等用普通房屋符号表示。

F2.5　试验基地内的油库、仓库（包括洞内的油库、仓库进出口）气象站、雷达天线、指示灯塔等，有房屋的用普通房屋符号表示，否则一律不表示。

F2.6　图上名称可用公开名称进行注记。

F3　飞机场

F3.1　飞机场均需表示。在总范围内绘一飞机符号。

F3.2　通往飞机场的道路均如实表示，内部道路择要表示。

F3.3　显示机场总范围的铁丝网、围墙等垣栅，图上如实表示。

F3.4　机场内的生活区以及其他类似的房屋，均用一般居民地符号描绘。

F3.5　机场内的机窝（机库）、油库、气象站、管线、指示灯、雷达天线、指挥塔以及其他反映机场性质的设施，有房屋的用普通房屋符号表示，没有房屋的一律不表示。

F3.6　民用飞机场的名称均以真实名称注记。军用和军民合用的飞机场不注真名称，可用附近较大城镇名称作为机场名称进行注记。

F4　港口

F4.1　军港不表示码头。

F4.2　通往港口的道路如实表示，内部道路择要表示。

F4.3　港口内的办公区、生活区均用一般民民地符号描绘。

F4.4　军港内的船坞、油库、气象站、雷达天线以及其他反映港口性质的设施，图上均不用符号表示，有房屋的用普通房屋符号表示，没有房屋的一律不表示。

F4.5　图上港口名称，商港均用真名称注记；军港用自然名称注记。

F5　军队营房、兵工厂、对外保密的国家机关

F5.1　位于城镇居民地内部或周围时，图上用一般居民地符号表示。远离城镇单独构成一个建筑群时，图上可表示出其范围，内部建筑进行较大综合，外围的铁丝网、围墙等均用相应符号表示。

F5.2　外部道路如实表示，内部道路择要表示。

F5.3　图上名称，位于城镇内部或周围的，一般可不注记；远离城镇的可用公开名称注记。

F6　军用仓库

武器库、弹药库、用品仓库、油库等均按此规定执行。

F6.1　洞库、地下库（包括洞库地下库的进出口），图上均不表示。

F6.2　地面上的武器库、弹药库、油库等，有房屋的用普通房屋符号表示，没有房屋的一律不表示。仓库周围的围墙等垣栅用相应符号表示。

F6.3　通往仓库的道路如实表示。

F6.4　图上不注记任何名称。

F7　靶场

F7.1　靶道、炮位、掩体等图上不表示。

F7.2　图上用公开名称注记。

F7.3　靶场内其他地物均如实表示。

F8　监狱、劳改机构

F8.1　位于城镇内部或周围的监狱、劳改机构，用一般居民地符号表示。远离城镇单独构成建筑群的，一般也应如实表示，内部进行较大综合。

F8.2　外部道路如实表示，内部道路择要表示。

F8.3　图上采用公开名称进行注记。

F9　军用通讯设备

F9.1　军事专用的通讯线和通讯电缆，图上均不表示。

F9.2　军事专用的微波通讯站只表示普通房屋。天线位置在图上不表示。

F9.3　军事专用的无线电发射天线，图上不表示。

F10　稀有金属矿

地壳中贮藏量少、矿体分散或提炼较难的金属，如铌、钒、钛、锂、镓、铟等，为稀有金属矿。

F10.1　图上不表示矿井出入口。

F10.2　露天采掘的矿场用乱掘地符号表示。

F10.3　图上不注任何名称。

F10.4　其他地物均可如实表示。

F11　兵要地志

F11.1　地图上一般不表示直接与军队行动有关的兵要地志内容。

F11.2　取消“制高点”名称，改为“地形特征点”，主要指山顶、鞍部等位置。

F11.3　岗楼、旧碉堡，图上如实表示。基地或阵地的岗楼、碉堡、地堡等，图上不表示。

附录 G　航线网解析空中三角测量的精度估算（参考件）

G1　航线网解析空中三角测量的平面和高程的精度估算公式：

$$M_s = \pm 0.28K \cdot m_q \sqrt{n^3 + 2n + 46} \quad \cdots\cdots (G1)$$

$$M_h = \pm 0.088H/b_{mq} \sqrt{n^3 + 23n + 100} \quad \cdots\cdots (G2)$$

式中：M_s——加密点的平面中误差，mm；

M_h——加密点的高程中误差，m；

K——像片放大成图倍数；

H——相对航高，m；

b——像片基线长度，mm；

m_q——视差量测的单位权中误差，mm；

n——相邻控制点间的像片基线数。

G2　航线网平面加密精度估算见表 G1；航线网高程加密精度估算见表 G2。

表 G1　　航线网平面加密精度计算　　mm

基线数 n	2	4	6	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
$\sqrt{n^3+2n+46}$	7.6	10.9	16.5	23.9	28.2	32.6	37.4	42.4	47.6	53.0	58.7	64.6	70.7
m_s (K = 1)	0.04	0.06	0.09	0.13	0.16	0.18	0.21	0.24	0.27	0.30	0.33	0.36	0.40
m_s (K = 1.5)	0.06	0.09	0.14	0.20	0.24	0.27	0.32	0.36	0.40	0.45	0.50	0.54	0.60
m_s (K = 3.5)	0.14	0.21	0.32	0.46	0.56	0.63	0.74	0.84	0.94	1.05	1.16	1.26	1.40
基线数 n	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
$\sqrt{n^3+2n+46}$	76.9	83.3	89.9	96.7	103.6	110.7	118.0	125.4	132.9	140.7	146.5	156.5	164.6
m_s (K = 1)	0.43	0.47	0.50	0.54	0.58	0.62	0.67	0.70	0.74	0.79	0.83	0.88	0.92
m_s (K = 1.5)	0.64	0.70	0.75	0.80	0.87	0.93	1.00	1.05	1.11	1.18	1.24	1.32	1.38
m_s (K = 3.5)	1.50	1.64	1.75	1.89	2.03								

注：①本表按公式（G1）计算，式中 $m_q = 0.020$mm

②估算精度为相邻航线加密结果取中数后的精度。当采用单航线加密时，须将估算值乘以$\sqrt{2}$倍。

表 G2　　航线网高程加密精度估算表　　m

像片比例尺	航高 H	焦距 f_k	像片基线数 n											
	m	mm	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
1:8000	920	115（小）	0.30	0.40	0.53	0.71	0.91	1.15	1.41	1.69	1.99	2.30	2.64	2.98
	1216	152（大）	0.31	0.40	0.53	0.72	0.92	1.16	1.42	1.71	2.01	2.33	2.67	3.03
	704	88（大）	0.18	0.23	0.31	0.41	0.53	0.67	0.82	0.98	1.16	1.35	1.55	1.75
	1680	210（大）	0.56	0.73	0.97	1.28	1.66	2.09	2.56	3.07				
	2432	304（大）	0.62	0.80	1.07	1.42	1.84	2.31	2.83					
1:10000	1150	115（小）	0.39	0.50	0.66	0.88	1.14	1.43	1.75	2.10	2.48	2.88		
	1520	152（大）	0.39	0.50	0.67	0.89	1.15	1.44	1.77	2.13	2.51	2.91		
	880	88（大）	0.23	0.29	0.39	0.51	0.66	0.84	1.02	1.23	1.45	1.68	1.93	2.19
	2100	210（小）	0.70	0.90	1.21	1.60	2.07	2.61	3.20					
	3040	304（大）	0.78	1.01	1.34	1.78	2.30	2.89						
1:15000	1725	115（小）	0.58	0.75	0.99	1.32	1.70	2.14	2.63	3.16				
	2280	152（大）	0.58	0.76	1.00	1.33	1.72	2.16	2.66	3.19				
	1320	88（大）	0.34	0.44	0.58	0.77	1.00	1.25	1.54	1.85	2.18	2.53	2.90	
	3150	210（大）	0.81	1.04	1.39	1.84	2.38	2.99						
	4560	304（大）	1.17	1.51	2.01	2.66								
1:20000	2300	115（小）	0.77	1.00	1.33	1.76	2.27	2.86						
	3040	152（大）	0.78	1.01	1.34	1.78	2.30	2.89						
	1760	88（大）	0.45	0.58	0.78	1.03	1.33	1.67	2.05	2.46	2.90			
	4200	210（大）	1.08	1.39	1.85	2.45	3.17							
	6080	304（大）	1.56	2.01	2.68									
1:30000	3450	115（小）	1.16	1.49	1.99	2.30	2.63	3.00						
	4560	152（大）	1.17	1.51	2.01	2.32	2.66	3.04						
	2640	88（大）	0.68	0.87	1.16	1.34	1.54	1.75	1.99	2.24	2.51	2.78	3.08	
	6500	210（大）	1.61	2.09	2.78	3.21								
1:35000	4025	115（小）	1.35	1.74	2.32	2.68	3.07							
	5320	152（大）	1.37	1.76	2.35	2.71	3.11							
	3080	88（大）	0.79	1.02	1.36	1.56	1.80	2.05	2.32	2.62	2.92	3.25		
	7350	210（大）	1.89	2.43	3.24									

注：①本表按公式（G2）估算，式中 $m_q = 0.020$mm；（小）$b = 65$mm；（大）$b = 85$mm。

②估算精度为相邻航线加密结果取中数后的精度。当用单航线加密时，须将估值乘以$\sqrt{2}$倍。

1∶5000、1∶10000 地形图航空摄影测量内业规范

GB/T 13990—92

1　主题内容与适用范围

本标准规定了用航空摄影测量方法测绘 1∶5000、1∶10000 地形图的规格、精度及内业作业的基本要求。

本标准适用于 1∶5000、1∶10000 地形图的航空摄影测量内业作业。

按本标准测制的地形图主要供国民经济各部门进行勘察、规划、设计、科研等使用，并可作为编制更小比例尺地形图或专题地图的基础资料。

2　引用标准

GB/T 13977　1∶5000、1∶10000 地形图航空摄影测量外业规范

GB/T 13989　国家基本比例尺地形图分幅和编号

GB/ 5791　1∶5000、1∶10000 地形图图式

ZB A75 001　测绘技术设计规定

ZB A75 002　测绘产品检查验收规定

3　总则

3.1　地形图的规格

3.1.1　投影、坐标系统和高程基准

1∶5000、1∶10000 地形图采用高斯－克吕格投影，按 3°分带。平面坐标系统采用 1980 西安坐标系；高程采用 1985 国家高程基准。

3.1.2　地形图的分幅和编号

地形图的分幅和编号按 GB/T 13989 执行。

在特殊情况下，如临近国境线或广阔水域地区，图幅内只有少部分陆地，并入邻幅作破图廓处理。破图幅的图幅编号写在主图幅编号之后，中间用逗号分开。

3.1.3　地形类别

地形类别按图幅范围内大部分的地面倾斜角和高差划分，规定见表 1。

当高差与地面倾斜角矛盾时，以地面倾斜角为准。

表 1

地形类别	地面倾斜角	高　差，m	
		1∶5000	1∶10000
平　地	< 2°	< 20	< 20
丘陵地	2 ~ 6°	20 ~ 150	20 ~ 150
山　地	6 ~ 25°	150 ~ 300	150 ~ 500
高山地	> 25°	> 300	> 500

3.1.4　基本等高距

基本等高距依据地形类别划分，规定见表 2，一幅图内一般采用一种基本等高距。当基本等高线不能显示地貌特征时，应加测间曲线，必要时可再加测助曲线。

表 2　　m

地　形　类　别	基　本　等　高　距	
	1∶5000	1∶10000
平　地	1.0	1.0
丘陵地	2.5	2.5
山　地	5.0	5.0
高山地	5.0	10.0

3.1.5　高程注记密度

高程注记点应选在明显地物点和地形特征点上，其密度为图上每 100cm^2 内，平地、丘陵地 10 ~ 20 个；山地、高山地及地形特征点稀少地区 8 ~ 15 个。等高线注记图上每 100cm^2 内 1 ~ 3 个。

3.1.6　地形图的符号和注记

地形图的符号和注记规格按 GB 5791 执行。

3.2　地形图的精度

3.2.1　内业加密点和地物点对附近野外控制点的平面位置中误差以图比例尺计不得大于表 3 规定。

表 3　　mm

项目 \ 地形类别 / 中误差	平地、丘陵地	山地、高山地
加密点	0.35	0.50
地物点	0.50	0.75

3.2.2　内业加密点、高程注记点和等高线对附近野外控制点的高程中误差不大于表 4 规定。

表 4　　m

成图比例尺		1∶5000				1∶10000			
地形类别		平地	丘陵地	山地	高山地	平地	丘陵地	山地	高山地
高程中误差	内业加密点	—	1.0	2.0	2.5	—	1.0	2.0	3.0
	高程注记点	0.35	1.2	2.5	3.0	0.35	1.2	2.5	4.0
	等高线	0.5	1.5	3.0 地形变换点	4.0 地形变换点	0.5	1.5	3.0 地形变换点	6.0 地形变换点

山地、高山地地图上的等高线，在实地不能直接找到衡量其高程精度的相应位置时，等高线的高程中误差可按式（1）计算，当计算值小于表 4 规定时，则按表 4 规定。

$$m_n = \pm (a + b \cdot tg\alpha) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

式中：m_n**——等高线的高程中误差，**m**；**

a**——高程注记点的高程中误差，**m**；**

b**——地物点的平面位置中误差，**m**；**

α**——检查点附近的地面倾斜角，(°)。**

3.2.3　特殊困难地区（大面积的森林、沙漠、戈壁、沼泽等）地物点的平面位置中误差按表 3 相应地形类别放宽 0.5 倍，高程中误差按表 4 相应放宽 0.5 倍。

3.2.4　本规范取两倍中误差为最大误差。

3.2.5　图廓尺寸与理论尺寸之差不得大于表 5 规定。

表 5　　mm

项　目	边　长	对角线
展点图	0.15	0.20

项　　目	边　　长	对　角　线
镶嵌图 清（刻）绘图 复照图	0.20	0.30

3.2.6　在满足本规范成图精度的前提下，可采用本规范未列入的新技术和新方法，但应在项目设计书中明确规定。

3.3　对航摄资料的要求

执行国家测绘总局制定的《1∶5000、1∶10000、1∶25000、1∶50000、1∶100000 比例尺地形图航空摄影规范》。

3.4　对航测外业成果的要求

航测外业成果必须符合 GB/T 13977 的有关规定及项目设计书的要求。

3.5　技术设计

执行 ZB A75 001 的有关规定。

3.6　对仪器的要求

内业各种作业仪器，必须按照仪器检校标准进行检校，检校合格后方可生产。

4　摄影处理

摄影处理包括晒印像片、复照、透光缩小和植字。摄影处理成品应保证影像清晰、反差适中、色调正常。

4.1　晒像

4.1.1　片基的选择和要求

4.1.1.1　供内业加密和测图用的复制片及供正射影像图用的扫描片，采用涤纶软片，供外业调绘用的一般采用纸基像片，装片法用的调绘片，应采用裱板像片或白底涤纶软片。

4.1.1.2　涤纶软片和像纸的乳剂分解力不应低于 80 线对/mm，涤纶软片经摄影处理后的不规则变形应小于 3/10 000。

4.1.2　摄影处理的要求

4.1.2.1　根据航摄底片的反差，正确选择感光材料的型号，选配药液，显影液的温度宜在 18～22℃之间。

4.1.2.2　当晒印加密和测图用的复制片时，反差（△D）宜稍大，一般为 0.8～1.2，最大密度（$D_{最大}$）不大于 1.5，最小密度（$D_{最小}$）不小于 0.4，灰雾度（D_0）不大于 0.2；供扫描用的透明涤纶软片，反差应适中，△D 一般为 0.7～1.0，平均密度（$D_{平均}$）为 0.8～0.9，$D_{最大}$不大于 1.2，$D_{最小}$不小于 0.4，D_0 不大于 0.2，片表面要清洁，无指纹和擦痕等缺陷。

4.1.2.3　定影和水洗要充分，温度和时间要适当，防止感光药膜变软产生影像漂

移。涤纶软片晾干时，应注意放置方式，防止局部变形。

4.1.2.4　晒印像片片基的机械方向应与航摄底片的机械方向垂直，晒印时需采取必要的压平措施。

4.1.2.5　框标影像应清晰、完整、齐全。

4.1.3　放大和缩小晒像

4.1.3.1　用纠正仪放大晒印像片时，应保证纠正仪的底片平面、镜头平面和承影平面的平行性。

4.1.3.2　复制装片法的调绘片时，应使地物片的框标距离与相应地貌片的框标距离一致，其差不大于 0.2mm。

4.1.3.3　如需放大像片调绘，且放大倍数较大时，可将一张像片分四片放大，相邻片之间的影像保证有适当的重叠，不产生漏洞。

4.1.3.4　摄影处理的要求同 4.1.2。

4.1.4　彩色摄影处理

4.1.4.1　晒印彩色透明软片和像片，应使用色温稳定的曝光光源，曝光定时器，光谱带窄的钠光灯和稳压电源。

4.1.4.2　彩色像片的冲洗要求：显影的温度和时间按配方要求控制，显影液温度与配方所要求的温度之差不超过 ±0.5℃，漂定液温差不超过 ±1℃，中间水洗温差不超过 ±3℃。且应及时添加补充液，保证液体成分和 pH 值不变。

4.1.4.3　彩色像片校色：晒印真彩色片应利用滤光片进行校色，以标准彩色样片为准，晒印假彩色像片，以正确表达光楔中性灰值或反映本地区特定景观的假彩色样片为准。

4.1.4.4　彩色感光材料的总感光度误差应小于 GB1°，各乳剂层灰雾度不大于 0.3，其他物理特性要求同黑白感光材料。

4.1.4.5　彩色透明软片和纸基像片应在 85～90℃的条件下进行快速干燥。

4.2　复照

4.2.1　复照仪的光屏、镜头和承影板三平面应严格平行。

4.2.2　被复照的图板、像片等图件要严格压平。

4.2.3　原图复照后，图廓边长、对角线长与理论值之差不得超过表 5 的规定，复制装片法用的调绘片，其框标距离的精度要求与 4.1.3.2 同。

4.2.4　复照图边的宽度不得小于 1.5cm，边长与理论值之差不超过 0.3mm。

4.2.5　摄影处理要求同 4.1.2 条规定。

4.3　透光缩小

4.3.1　供透光缩小的玻璃干板表面不平度应小于 0.02mm，乳剂分解力不低于 100 线对/mm。

4.3.2　进行航摄底片焦距改正时，框标距的量测同片两次读数较差不得大于 0.05mm。每隔 30 片量测一次，首末两片量测值之差应小于 0.2mm，取中数按式（2）计算改正焦距 f_k'，若由于底片变形超过 0.2mm 时，应在中间加测一片，分段计算改正焦

距。

$$\left.\begin{aligned} f_k' &= K \cdot f_K \\ K &= \frac{l_{中}}{L} \end{aligned}\right\} \quad \cdots\cdots (2)$$

式中：f_K——航摄仪焦距，mm；

K——伸缩系数；

$l_{中}$——底片上框标距离的平均值，mm；

L——航摄仪框标距离，mm。

4.3.3　缩小倍数 n 和垫板厚度△D，根据改正后的焦距按式（3）计算。

$$\left.\begin{aligned} n &= \frac{f_k'}{f_n} \\ D &= n \cdot d \\ \triangle D &= D - D_0 \end{aligned}\right\} \quad \cdots\cdots (3)$$

式中：f_k'——航摄仪改正后焦距，mm；

f_n——多倍仪投影器主距，mm；

D——缩小仪物距，mm；

D_0——缩小仪未加垫板时的固定物距，mm；

d——缩小仪像距，mm；

△D——垫板厚度，mm。

4.3.4　缩小时底片框标的对准误差应小于 0.05mm，误差应配赋合理。

4.3.5　根据底片反差选择缩小干版的型号和配制药液，如采用微粒显影，温度在 20℃以上应加坚膜剂。

4.3.6　摄影处理过程中，不允许用减薄的方法，当底片反差不正常时，应采用适当的补救措施，保证影像清晰。

4.3.7　缩小片的框标距离应作抽查，用立体坐标量测仪量测的框标距离与按式（4）计算的框标距离之差不得超过 0.05mm。

$$l_x = \frac{f_n}{f_k} \cdot L_x \quad \cdots\cdots (4)$$

式中：l_x、L_x——分别为缩小片和航摄仪 X 方向的框标距离，mm；

f_n——多倍仪投影器主距，mm；

f_k——航摄仪焦距，mm。

4.4　照像植字

4.4.1　照像植字的文字、数字和符号的规格必须符合国式和技术设计的要求。

4.4.2　文字、数字要求排列整齐、字隔均匀、字迹清楚、黑度和笔划粗细一致。

4.4.3　照像植字的片基厚度宜为 0.07mm，摄影处理后白部的密度应小于 0.2，黑部的密度应大于 2.0。

4.4.4　显影、定影和水洗要充分，摄影处理应防止药膜脱落。

5　解析法空中三角测量

5.1　转点和选点

5.1.1　野外控制点必须依据外业控制刺点片转刺或转标在内业加密像片上。当像片比例尺分母与成图比例尺分母之比（K 值）大于 2.5 时，应采用立体转点仪或立体坐标量测仪转刺点位，刺点误差和刺孔直径不大于 0.08mm，当 K 值小于 2.5 时，可在立体镜下转刺点位，其刺点误差和刺孔直径不大于 0.1mm。

5.1.2　内业加密点的选刺和转刺要求：当 K 值大于 2.5 时，刺点误差和刺孔直径不大于 0.08mm；当 K 值小于 2.5 时，刺点误差和刺孔直径不大于 0.1mm。

5.1.3　各种测图方法对加密点数量和点在像片上位置的要求：

a.　**精密立体测图仪测图、解析测图仪测图、多倍仪测图和微分纠正的定向点不少于四个，点的分布如图 1 所示；X－2、X－3 视差测图仪测图为四个定向点和两个检查点，其点位分布如图 2 所示；纠正仪每片纠正的纠正点点数和点位分布如图 3 所示，纠正仪隔片纠正的纠正点点数和点位分布如图 4 所示；测图定向点、纠正点为平高点（一带纠正时，可为平面点），检查点为高程点；**

b.　**图 1、图 2、图 4 中的定向点、纠正点应在过主点且垂直于方位线的直线与旁向重叠中线的交点附近，左右偏离过主点且垂直于方位线的直线不大于 1cm，选点困难时，不得大于 1.5cm，距离方位线应大于 3.5cm（18cm×18cm 像幅）或 5.0cm（23cm×23cm 像幅）；图 2 中的检查点（7、8 点）应在两定向点连线中点 1cm 范围内选取；图 3 中的纠正点应在过两主点连线中点且垂直于方位线的直线与旁向重叠中线的交点附近范围内选取；图 3、图 4 中主点附近的纠正点（中心点），要在距离主点 1cm 范围内选取，亦可用主点或底点代替；**

c.　**加密点距离各类标志要大于 1mm，距离像片边缘不得小于 1cm（18cm×18cm 像幅）或 1.5cm（23cm×23cm 像幅）；**

d.　**一张中心像片覆盖一幅图作业时，测图或纠正用的加密点距离图廓点或图廓线，在像片上不大于 1cm，偏离通过主点且垂直方位线的直线不大于 1cm，困难时，不得大于 1.5cm。当点位不能同时满足距离图廓点和左右偏离过主点垂直于方位线的直线条件时，应增选加密连接点。**

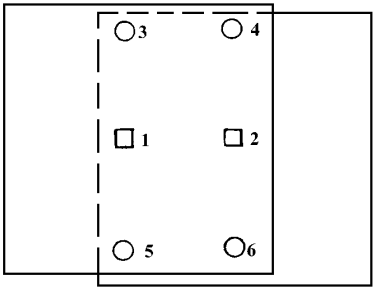


图 1

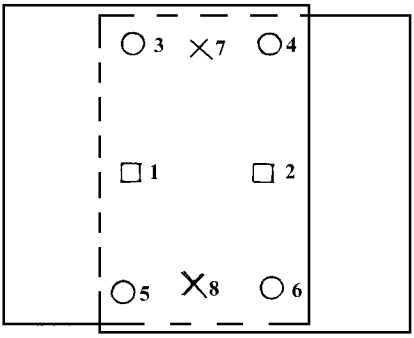


图 2

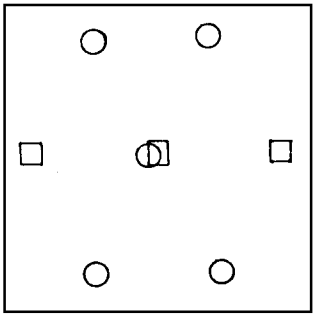


图 3

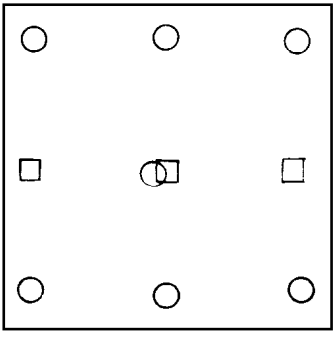


图 4

图例　□——像主点
○——平高点
×——高程点

5.1.4　选点注意事项

加密点的选刺除了要按 5.1.3 条规定执行外，还应该注意以下各点：

a.　加密本身所需要的 3、4、5、6 连接点，一般与测图定向和纠正用的加密点一

致，若需要增强模型及网的连接强度时可增加连接点的数量；

b. 当旁向重叠过大，点位距离方位线小于 3.5cm（18cm × 18cm 像幅）或 5cm（23cm × 23cm 像幅）时，应分别选点并互相转刺。当旁向重叠过小，在重叠中线处选点难以保证量测精度时，亦可分别选点，但点位距离旁向重叠中线不得大于 1cm，并要在非标准点位处加选航线间连接点，每片不少于 1～2 个；

c. 选点目标在本片和邻片上都应位于影像清晰、明显，易于转刺和量测的地形点上，所选点位构成的图形大致成矩形为宜，并要照顾调绘面积，加密点连线到调绘范围线的距离，不大于像片上 1cm；

d. 森林地区的点位应尽量选在林间空地的明显点上，如选不出时，可选在相邻航线和左右立体像对都清晰的树顶上，另外在林间空地处每像对加选 1～2 个点；

e. 沿河道、山谷布设的航线选点时应注意标准点之间的相对位置避免出现相对定向的不定性，在平坦地急剧转为山地、高山地时，宜在地形变换线处，每像对增选 1～2 个地形特征点；

f. 为便于航测原图的室内抽样检查，各测图单位可依据抽样检验的方法，自行规定选刺备查点的数量和要求；

g. 自由图边的加密点选在图廓线以外；

h. 不同测图方法、不同像片比例尺、不同航摄区测图接边处的点位和点数均应满足各自的要求，并互相转刺。

5.2 坐标量测

5.2.1 像点坐标采用立体坐标量测仪（蔡司 1818，HCZ－1）、精密坐标量测仪、精密立体测图仪、解析测图仪等仪器进行量测。

5.2.2 像片定向可采用解析框标定向、辅助点（近似框标）定向、方位线定向等方法。

5.2.3 像点坐标的量测采用一人单测切读两次取中数。在立体坐标最测仪上作业，两次读数之较差，坐标 x、y 不大于 0.05mm，左右视差 p，上下视差 q 不大于 0.03mm。在精密坐标仪和解析测图仪上量测两次读数之较差不大于 0.01mm。

5.2.4 平行航线方向的自由图边，若采用联机空中三角测量系统作业，可只观测一次，脱机作业则需对测对算，对测后的对算较差不超过加密点中误差时，用主测成果，大于中误差而在两倍中误差以内，取中数作为使用值。若采用辅助点或方位线定向可只对测，两人对测的 x、y、p、q 较差不得超过 0.06mm，用中数或主测数据计算皆可。

5.2.5 量测野外控制点，必须对照野外控制片上的刺孔位置、点位说明和点位略图。野外控制点和内业加密点的点位不明显或在树顶上、房顶上、塔顶等非地表位置时，应将观测位置记入手簿，或绘出点位略图。

5.3 平差计算和成果整理

5.3.1 计算程序应具有像点坐标系统误差改正的功能。加密片变形改正，当像片比例尺分母与成图比例尺分母之比（K 值）大于 2.5 时，需片片进行变形改正；当 K 值

小于 2.5 时，可量测航线首末两片（像片数超过 30 片中间加测一片）框标距离，相应两框标距离之差在 0.2mm 之内取平均值进行变形改正，两片相应框标距离的较差超过 0.2mm，其误差确系底片变形引起，该航线应片片进行变形改正。

5.3.2　定向限差

a.　相对定向，平地、丘陵地标准点上残余上下视差$\triangle_q$不大于 0.02mm，检查点上残余上下视差$\triangle_q$不大于 0.03mm。山地、高山地标准点上残余上下视差$\triangle_q$不大于 0.03mm，检查点上残余上下视差$\triangle_q$不大于 0.04mm。若采用解析测图仪联机空中三角测量加密，平地、丘陵地相对定向的残余上下视差$\triangle_q$不大于 0.005mm，山地、高山地的残余上下视差$\triangle_q$不大于 0.008mm。

b.　模型连接较差应满足式（5）、式（6）。

$$\triangle S \leqslant 0.10 \cdot m_{像} \cdot 10^{-3} \quad \cdots\cdots (5)$$

$$\triangle Z \leqslant 0.05 \cdot \frac{m_{像} \cdot f_k}{b} \cdot 10^{-3} \quad \cdots\cdots (6)$$

式中：$\triangle S$——平面位置较差，m；

$\triangle Z$——高程较差，m；

$m_{像}$——像片比例尺分母；

f_k——航摄仪焦距，mm；

b——像片基线长度，mm。

如采用解析测图仪联机空中三角测量加密，模型连接较差应满足式（7）和式（8）。

$$\triangle S \leqslant 0.06 \cdot m_{像} \cdot 10^{-3} \quad \cdots\cdots (7)$$

$$\triangle Z \leqslant 0.04 \cdot \frac{m_{像} \cdot f_k}{b} \cdot 10^{-3} \quad \cdots\cdots (8)$$

c.　绝对（大地）定向后，基本定向残差、多余控制点的不符值、区域网间公共点的较差不得大于表 6 的规定。

表 6

地形类别	限差 / 比例尺 / 点别	平面限差，mm		高程限差，m	
		1:5000	1:10000	1:5000	1:10000
平地	基本定向点	0.3	0.3	—	—
	多余控制点	0.35	0.35	—	—
	网间公共点较差	0.7	0.7	—	—
丘陵地	基本定向点	0.3	0.3	0.8	0.8
	多余控制点	0.35	0.35	1.0	1.0
	网间公共点较差	0.7	0.7	2.0	2.0

地形类别	限差 / 比例尺 / 点别	平面限差，mm		高程限差，m	
		1∶5000	1∶10000	1∶5000	1∶10000
山地	基本定向点	0.4	0.4	1.5	1.5
	多余控制点	0.5	0.5	2.0	2.0
	网间公共点较差	1.0	1.0	4.0	4.0
高山地	基本定向点	0.4	0.4	1.9	2.2
	多余控制点	0.5	0.5	2.5	3.0
	网间公共点较差	1.0	1.0	5.0	6.0

注：①基本定向点残差为加密点中误差的 0.75 倍。

②多余控制点的不符值为加密点中误差的 1.0 倍。

③区域网间公共点较差为加密点中误差的 2.0 倍。

④区域网内相邻航线间公共点较差为模型连接限差的$\sqrt{2}$倍。

5.3.3　高程全野外布点，内业只加密高程点的平面坐标时，平差计算经绝对定向后，平面限差按表 6 规定执行。高程限差：平地，基本定向点残差不大于 0.35m；多余控制点的不符值不大于 0.5；丘陵地，基本定向点残差不大于 1.0m，多余控制点的不符值不大于 1.5m。

5.3.4　加密点的中误差按式（9）和式（10）进行估算。

$$m_{控} = \pm\sqrt{\frac{[\triangle\triangle]}{n}} \qquad \cdots\cdots (9)$$

$$m_{公} = \pm\sqrt{\frac{[dd]}{3n}} \qquad \cdots\cdots (10)$$

式中：$m_{控}$——控制点中误差，m；

$m_{公}$——区域网间公共点中误差，m；

$\triangle$——多余控制点的不符值，m；

d——相邻区域网间公共点的较差，m；

n——评定精度的点数。

5.3.5　根据测图方法和下工序的要求，整理加密成果，认真填写按图历表（薄或卡）规定的各项内容。

5.4　加密接边规定

5.4.1　同比例尺、同地形类别区域网间公共点接边，平面和高程较差不得大于表 6 的规定，取中数作为最后使用值。

5.4.2　同比例尺不同地形类别加密接边时，平面位置较差不得大于图上 0.8mm，高程较差不得大于两类地形类别加密点中误差之和，取中数作为最后使用成果。

5.4.3　不同比例尺接边，平面位置较差不得大于表 3 规定的加密点中误差化为实地长度之和，然后将实际较差值按中误差的实地值的比例进行配赋作为最后使用值。高

程的较差规定与 5.4.2 条同。

5.4.4　与已成图或出版图接边，当较差小于上述规定限差的二分之一时以已成图或出版图为准；当较差大于上述规定限差二分之一，但小于规定限差时，应取中数作为最后使用值；超限时，要认真检查原因，确系已成图或出版图错误，可用单值，在图历表中注明。

5.4.5　不同投影带之间公共点平面坐标接边，首先换算成同一带坐标值，在规定限差内取中数，然后再将中数值换算成邻带坐标值。

5.5　展点

5.5.1　图廓点、公里网点、野外控制点（有平面坐标的各级野外控制点）、国界上的界桩和界碑、内业加密点、底点（或主点）均要准确展绘。

5.5.2　展点误差不得大于 0.1mm，展点刺孔直径不大于 0.1mm，图廓边长、对角线长与理论值之差不得大于表 5 的规定。恢复图板定向对点误差不大于 0.15mm。

5.5.3　图板上应注记图号、比例尺、图廓理论尺寸、控制点号、像片号及公里网坐标。各类点整饰符号和颜色由各单位自行规定。

6　影像平面图

纠正仪适宜于平坦地区编制影像平面图。零级正射投影仪适宜于平地、丘陵地，一级正射投影仪适宜于平地、丘陵地、山地编制影像平面图，高级正射投影仪不受地形类别的限制。

6.1　纠正仪编制影像平面图

6.1.1　像片纠正

6.1.1.1　在纠正点控制的像片应用面积内，当高差在式（11）规定限值内用一带纠正。

$$\triangle h \leqslant 0.0008 \frac{f_k}{r} \cdot M \qquad \cdots\cdots (11)$$

式中：$\triangle h$——高差限值（带距），m；

r——像低点（或像主点）至最远纠正点的距离，mm；

f_k——航摄仪焦距，mm；

M——成图比例尺分母。

6.1.1.2　在纠正点控制的像片应用面积内，当高差大于式（11）规定限值时，应进行分带纠正。带距按式（11）计算，带数一般不宜超过三带。分带纠正时，按式（12）计算各纠正点对起始带中间平面的投影差改正数（取至 0.1mm），并在图板上进行改正。

$$\triangle = \frac{\triangle h}{H_1 - \triangle h} \cdot R \qquad \cdots\cdots (12)$$

式中：$\triangle$——图板上投影差改正数，mm；

R——图板上底点至纠正点的距离，mm；

△h——纠正点对起始带中间平面的高差，m；

H_1——起始带中间平面的航高，m。

6.1.1.3　航高由解析空中三角测量提供。当纠正点是全野外布设的平高点，航高可用式（13）计算。

$$H_0 = h_a + \left(D + \frac{r_b}{f_K} \cdot \triangle h\right) \frac{f_K}{d} \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (13)$$

式中：H_0**——绝对航高，**m**；**

h_a——a **点的高程，**m**；**

△h——b **点对** a **点的高差，**m**；**

D——a、b **两点实地距离，**m**；**

d——**像片上** a、b **两点距离，**m**；**

r_b——**像片上** b **点至辐射中心（底点或主点）的距离，**mm**；**

f_K——**航摄仪焦距，**mm。

按式（13）计算航高时，同一片至少需利用成对角线分布的两组线段进行求算，求得航高较差不得大于 H/200**，取中数作为使用值。**

分带纠正的带距边缘线，可由立体测图仪测定或者根据老图等高线划定。其高程误差不大于四分之一带距。

6.1.1.4　作业限差不得超过表 7 **的规定。**

表 7　　mm

项　　目	限　　差
透点图	严格重合
刺点误差、刺孔大小	0.08（K≥2.5） 0.1（K＜2.5）
纠正、镶嵌对点	0.4，个别 0.5
镶嵌线重叠和裂缝	0.2
片与片、带与带接边差	0.8，个别 1.0
相邻图幅接边差	1.0，个别 1.2

注：K **为像片比例尺分母与成图比例尺分母之比。**

6.1.1.5　纠正像片的摄影处理要求同 4.1.2 **条。**

6.1.2　镶嵌

6.1.2.1　光学镶嵌

a.　**光学镶嵌是在纠正对点后，直接将影像晒印在裱有像纸的图板上；**

b.　**在暗室安全灯下展绘图廓点、公里网点、野外控制点、纠正点。若采用透点**

法，图上刺点位置应达到展点精度要求；

c. 事先切割好分带线和分片线。分片线应位于纠正点连线附近，偏离纠正点连线不得大于 1cm；

d. 光学镶嵌（包括纠正对点）的误差不得大于表 7 的规定。

6.1.2.2 切割镶嵌

a. 将纠正晒印后的多张像片或分带纠正晒印的像片镶嵌在展点图板上；

b. 切割镶嵌作业限差要求按表 7 规定执行；

c. 切割线应通过拼接误差小，色调基本一致的地方，避免通过重要地物，不允许沿线状地物切割；

d. 片与片的镶嵌边线不得超过像片上纠正点连线外 1cm。

6.2 正射投影仪编制影像平面图

6.2.1 采集断面数据

6.2.1.1 采集断面数据点的密度和断面带间距大小，应根据地面倾斜角和高差等因素确定。断面带的间距一般应与正射投影仪扫描缝隙长度相匹配。采集断面数据的范围必须覆盖正射投影仪扫描晒像的作业范围。

6.2.1.2 利用精密立体测图仪、解析测图仪采集断面数据时，立体模型定向限差与 7.2 条、7.4 条同类仪器测图定向要求相同。

6.2.1.3 断面扫描时，测标应与模型表面相切，其照准误差，按模型比例尺计不大于 0.1mm，破碎地形不大于 0.2mm。

6.2.2 正射投影仪作业要求

6.2.2.1 正射投影仪上扫描像片平面定向的定向点点数不少于四个，且具有最大控制面积。经定向配赋后，测标位置与点位不符值，以像片比例尺计不大于 0.03mm。

6.2.2.2 缝隙长度的选择依据正射投影仪仪器类型和地面倾斜角对正射影像图精度的影响等因素综合考虑，对于零级正射投影仪参考式（14）选择。

$$W = \frac{2 \cdot \triangle r \cdot f_K}{r \cdot tg\theta_x} \qquad \cdots\cdots (14)$$

式中：W——缝隙长度，mm；

f_K——航摄仪焦距，mm；

r——像片上中心点（底点）至纠正点最大距离，mm；

$\triangle r$——影像图上影像位移误差，mm；

θ_x——地面倾斜角 X 方向分量，(°)。

对于一级正射投影仪缝隙长度可按式（14）计算值再放宽 1 倍左右。

6.2.2.3 缝隙宽度 D，根据各类正射投影仪的结构特点，参考式（15）选择，这时正射底片的分辨力 R_Y 不少于 9 线对/mm。

$$D = \frac{1 - tg\beta \cdot tg\theta_Y}{2R_Y \cdot tg\beta \cdot tg\theta_Y} \qquad \cdots\cdots (15)$$

式中：D——缝隙宽度，mm；

R_Y——正射底片因地面倾斜角 θ_Y 影响后分辨率，线对/mm；

θ_Y——地面倾斜角 Y 方向分量，(°)；

β——投影光线在 YZ 平面上的投影和 Z 轴的夹角，(°)。

6.2.2.4　测定并安置灰楔，量测扫描片上最大和最小密度值，按式（16）计算平均密度和灰楔安置值。

$$D_{平均} = \frac{D_{最大} - D_{最小}}{2} \qquad \cdots\cdots (16)$$

灰楔安置值 $= D_{平均} - K$

式中：$D_{平均}$——平均密度值；

$D_{最大}$——最大密度值；

$D_{最小}$——最小密度值；

K——根据作业情况试验测定的密度常数。

6.2.2.5　影像平面图的扫描，应超出图廓线外 1.0cm。

6.2.2.6　正射影像图的摄影处理作业要求同 4.1.2 条。

6.2.3　接边限差按表 8 规定执行。

表 8　　mm

限差 地形类别 / 项目	平地、丘陵地	山　地	备　注
扫描带与带接边差	0.2，个别 0.4		适用于零级仪器
片与片接边差	0.8，个别 1.0	0.8，个别 1.2	
幅与幅接边差	1.0，个别 1.2	1.5，个别 1.2	

6.2.4　多张像片编制一幅影像平面图时，需要进行光学镶嵌或切割镶嵌，其限差要求按表 7、表 8 规定执行。

6.3　影像平面图的整饰

a.　图廓线、公里网线、图名、图号、比例尺、坐标系、航摄日期、作业单位等；

b.　影像平面图若仅供野外像片图测图用，按展点位置整饰外业控制点；

c.　作为专题用途的影像平面图根据专业用图的特殊需要，可增加影像平面图的表示内容，但要在专业设计书中明确规定。图内主要地理名称，如主要山脉、河流、湖泊名称以及重要居民地名称可参照已出版图调注。

7　立体测图

7.1　一般要求

本条只规定各类测图仪在测图作业中共同遵守的一般要求。

7.1.1　准备工作

a. 按任务要求领取测图所需的资料；

b. 熟悉规范、图式、测区专业设计书等有关的技术规定，了解内、外业成果及接边情况，填写、转抄、安置有关数据，选择尽可能大的模型比例尺确定缩放仪安置值，以及上仪器前的必要计算工作；

c. 测绘面积以定向点连线为准，最大不大于像片上连线外 1cm，且离像片边缘不小于 1cm（18cm×18cm 像幅）或 1.5cm（23cm×23cm 像幅）。

7.1.2 测绘地物

地物根据不同情况可采用判读测绘、装片测绘和内判外调相结合的测绘方法。

a. 地物一般宜采用判读法测绘，测绘依比例尺表示的地物时，测标应立体切准地物的轮廓线；测绘半依比例尺和不依比例尺表示的地物时，测标应立体切准其定位点或定位线；

b. 当地物复杂、新增地物较多，或者部分地物影像不清时，可采用装片法测绘地物。

装片法测绘地物时，一般先测绘地貌，并判读测绘影像清晰的和有定位意义的地物（如水系、道路等），然后再进行装片。装片测绘的地物和已判读测绘的地物，其套合误差不大于 0.5mm，局部不得大于 0.6mm，并将误差配赋合理；

c. 影像清晰，现势性强的像片，可采用先内判后外调的方法测绘地物。对影像清晰、易识别的地物直接判绘在原图上，对无把握判准的、新增的地物和各种注记由外业进行补测补调；

d. 仪器上测绘地物可以用统一简化符号及分项着色。

7.1.3 测绘地貌

a. 地貌表示以等高线为主，同时恰当配合各种地貌符号和高程注记。用符号表示的各种地貌元素，在图上的位置、形状、大小、方向等应符合实地真实情况。瀑布、跌水、堤坝、陡崖、陡坎、冲沟等，比高大于 2m 且模型影像清楚的应测注比高；

b. 等高线应在仪器上实测，当相邻两计曲线间距在图上小于 5mm 的等倾斜地段，只测绘计曲线，首曲线可以插绘；

c. 等高线应真实地反映各种地貌的形态及其特征。山头、鞍部、倾斜变换处、山脚等首曲线不能显示出地貌特征和地貌形态时，应加测间曲线，以至助曲线。凹地及凹凸难辨的地形应加绘示坡线；

d. 森林密集覆盖区，当只能沿树冠描绘等高线时，应加树高改正；

e. 立体观测难以照准的阴影云影部分，图上面积大于 $2cm^2$ 的用草绘曲线表示；

f. 典型地貌如沙丘地貌、黄土地貌、喀斯特地貌等，应在专业设计书中提出具体要求，必要时应制作典型地貌样片。

7.1.4 接边和结尾工作

a. 像对间的地物接边差不大于地物点平面位置中误差的两倍。等高线接边差不大于 1 个基本等高距；山地、高山地当相邻两个基本等高线间距在图上小于地物接边限差规定时，等高线接边限差按地物接边限差要求执行；

b. 每像对测完后，应经检查才能从仪器上取下。

c. 每幅图测完后，应认真进行自校和资料清理工作。图历表、手簿要齐全，并填写完整。

7.2 精密立体测图仪测图

7.2.1 恢复光束测图定向

a. 装片时，不论采用透明正片或负片，都应通过放大镜仔细观察，使框标标志对准像片盘的相应标志，其对准误差不大于 0.05mm；

b. 安置焦距时，应安置改正后的焦距 f_K'，当相邻片 f_K' 值之差大于 0.03mm（宽角、特宽角）或 0.06mm（常角）时，应分别安置；

c. 相对定向后，标准点位的残余上下视差以像片比例尺计不大于 0.03mm，高山地个别不得大于 0.04mm；

d. 绝对定向后的平面对点误差：平地、丘陵地不大于图上 0.4mm，个别不得大于 0.5mm；山地、高山地不大于 0.5mm，个别不得大于 0.6mm。高程定向误差平地不大于 0.3mm，丘陵地、山地、高山地不大于表 4 中相应地形类别加密点高程中误差。定向点的残余误差应合理配赋，不应出现系统性误差。

7.2.2 变换光束测图定向

投影仪主距与航摄仪焦距不相适应时，采用变换光束作业。

a. 装片、归心、近似相对定向和绝对定向，力求残余上下视差为最小，模型尽量置平。

b. 计算离心距的公式：

$$\left.\begin{aligned} e_X' &= \frac{f_K'}{\rho}\left(1-\frac{1}{K^2}\right)\varphi_X \\ e_Y' &= \frac{f_K'}{\rho}\left(1-\frac{1}{K^2}\right)\varphi_Y \\ K &= \frac{f_n}{f_K'} \end{aligned}\right\} \qquad \cdots\cdots (17)$$

式中：e_X'、e_Y'——底片上的横向、纵向离心值，mm；

φ_X、φ_Y——初步定向后的倾角值，(′)；

f_n——精密立体测图仪主距，mm；

f'_K——航摄仪改正后焦距，mm；

K——变换光束系数；

ρ——3438′（360°制）或 6366°（400^g 制）。

当利用电算加密成果 α_X、α_Y 时，离心距按式（18）计算：

$$\left.\begin{aligned} e_X' &= \frac{f_K'}{\rho}\left(K^2-1\right)\alpha_X \\ e_Y' &= \frac{f_K'}{\rho}\left(K^2-1\right)\alpha_Y \end{aligned}\right\} \qquad \cdots\cdots (18)$$

式中：α_X、α_Y——像片横向、纵向倾斜角，(′)。

根据离心距进行偏心改正。

c. 高程比例尺按式（19）改算

$$M_{模高} = \frac{1}{K} \cdot M_{模平} \qquad \cdots\cdots (19)$$

式中：$M_{模高}$——模型垂直比例尺分母；

$M_{模平}$——模型水平比例尺分母；

K——变换光束系数。

d. 相邻两片离心后应重新进行相对定向和绝对定向，直至两次离心距之差不大于0.2mm，标准点位残余上下视差以像片比例尺计不大于0.04mm，定向即告完成。其他要求同7.2.1条。

7.2.3 测绘地物地貌

a. 采用装片法测绘地物时，相对定向、绝对定向的平面限差要求同7.2.1条，高程定向误差平地不大于0.4m，丘陵地、山地、高山地不大于表4中相应地形类别加密点高程中误差的1.25倍；

b. 高程注记点应切读两次，读数较差不大于表4相应地形类别注记点中误差的$1/\sqrt{2}$倍时，注至分米。

7.3 多倍仪测图

7.3.1 装片、定向

a. 归心误差不得大于0.2mm，若用归心器归心时，归心器要保持同一方位；

b. 相邻投影器主距的较差，宽角、特宽角不得大于0.03mm，常角不得大于0.05mm；

c. 相对定向，标准点位残余上下视差不大于0.2mm，高山地个别不得大于0.3mm。

双模型作业时，连接点在主点上下距离方位线不小于像片上6cm，连接点在相邻模型内读数差不大于0.3mm，当高差大时，不得大于0.5mm。连接差应合理配赋；

d. 缩放仪安置值按式（20）计算：

$$L = 960 \cdot \frac{M_{模平}}{M} \qquad \cdots\cdots (20)$$

式中：L——缩放仪安置值，mm；

$M_{模平}$——模型水平比例尺分母；

M——成图比例尺分母；

960——仪器常数，mm。

上式适应缩放仪的极点在一边的情况。缩放仪杠杆夹角不得小于35°大于145°；

e. 绝对定向，单、双模型绝对定向后的平面对点误差和高程定向误差要求同7.2.1d条。

7.3.2 测绘地物地貌

多倍仪测绘地物地貌，除执行 7.1 条外，还应符合以下要求：

高程注记点要切读两次，较差不大于 $0.2mm \times M_{模高}$（$M_{模高}$——模型垂直比例尺分母）时，取中数，注记至分米。

7.4　解析测图仪测图

7.4.1　内定向，测标严格对准框标，框标坐标量测误差不得大于 0.01mm。

7.4.2　相对定向，标准点位残余上下视差以像片比例尺计不大于 0.005mm，个别不得大于 0.008mm。

7.4.3　绝对定向，平面坐标误差（DXG、DYG）平地、丘陵地不大于 0.0002Mm（M——成图比例尺分母），个别不得大于 0.0003Mm；山地、高山地不大于 0.0003Mm，个别不得大于 0.0004Mm。高程定向误差平地不大于 0.3m，丘陵地、山地、高山地不大于表 4 中相应地形类别加密点高程中误差的 0.75 倍。

7.4.4　绘图桌定向宜采用像片控制点或四个图廓点坐标或两者结合的方法进行，平面坐标误差同 7.4.3 条。关机或因故停机后再开机时应重作绘图桌定向。

7.4.5　测绘地物地貌按 7.1 条执行。

7.5　X－2、X－3 视差测图仪测图

7.5.1　高程定向

a.　高程定向：若 r_1、r_2 由电算加密供给可直接安置，定向时只需用 δ_F、δ_r、θ 改除剩余的不符值；

b.　高程定向后，定向点和检查点误差平地不大于 0.3m，丘陵地、山地不大于表 4 中相应地形类别加密点高程中误差，高差和 β 角值较大时，检查点误差可放宽至加密点高程中误差的 1.2 倍。

7.5.2　平面定向

a.　按像对内左右视差的大致范围选择和安置联系齿轮，联系齿轮的选择应满足式（21）的要求：

$$\left.\begin{aligned} &X-2\text{ 型}\quad P_{最大} < \frac{185z_1}{3z_2},\ P_{最小} > \frac{125z_1}{3z_2} \\ &X-3\text{ 型}\quad P_{最大} < \frac{230z_1}{3z_2},\ P_{最小} > \frac{160z_1}{3z_2} \end{aligned}\right\} \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (21)$$

式中：$P_{最大}$、$P_{最小}$——像对内最高点、最低点的左右视差，mm；

185、125
230、160 }——仪器常数，为空间导杆上中间关节 m_p 的变化范围；

z_1——联结在垂直丝杆上的齿轮齿数；

z_2——联结在左右视差螺旋上的齿轮齿数。

安置联系齿轮时必须使中间关节的 m_p 值调整到与左右视差值相应的位置。

b.　确定和安置缩放仪安置数 L 值，L 值按式（22）计算：

$$\left.\begin{array}{ll} \text{X-2 型} & L = 552/\left(\dfrac{C}{B}+1\right) \\ \text{X-3 型} & L = 762/\left(\dfrac{C}{B}+1\right) \end{array}\right\} \quad \cdots\cdots (22)$$

式中：B——空间其线，m；

$\dfrac{552}{762}$——缩放仪杠杆全长，mm；

$C = \dfrac{nb_0}{K}M$，m；

式中：K——联系齿轮齿数比值，为 $3z_2/z_1$；

M——成图比例尺分母；

nb_0——仪器常数，X-2 型为 195～215mm；X-3 型为 253～277mm。

缩放仪安置数可凑至整毫米。安置缩放仪极点时，应避免测绘面积内出现缩放仪杠杆的夹角小于 35°大于 145°的情况。

c. 初步定向。

d. 偏心值按式（23）计算：

$$\left.\begin{array}{ll} \text{X-2 型} & X_n = \dfrac{f_K^2}{nb_0}\cdot\dfrac{d_x}{80},\ Y_n = \dfrac{f_K^2}{nb_0}\cdot\dfrac{d_Y}{80} \\ \text{X-3 型} & X_n = \dfrac{f_K^2}{nb_0}\cdot\dfrac{d_x}{100},\ Y_n = \dfrac{f_K^2}{nb_0}\cdot\dfrac{d_Y}{100} \end{array}\right\} \quad \cdots\cdots (23)$$

式中：X_n、Y_n——偏心值，mm；

d_X、d_Y——D_X、D_Y 螺旋上的读数，mm；

f_K——航摄仪焦距，mm。

e. 定向点平面误差，平地、丘陵地不大于图上 0.4mm，山地、高山地不大于图上 0.5mm；检查点误差分别不大于图上 0.5mm 和 0.6mm。

7.5.3 测绘地物地貌按 **7.1** 条执行。

8 原图清绘

原图清绘可采用着色法或刻绘法，清绘后的原图应清晰、准确易读，符合现行图式的规格，满足晒图、复照和制版的要求。

8.1 原图清绘的要求

8.1.1 图廓线、公里网线应严格通过展点针孔，连线偏差不大于 0.1mm。

8.1.2 各类控制点符号的中心位置，偏移展点针孔不大于 0.1mm。

8.1.3 各要素必须按测绘位置，并对照调绘片进行整饰，符号中心位置偏移一般不大于 0.1mm，个别不大于 0.2mm，要正确显示地物地貌的特征。

8.1.4 对铅稿原图上少量不清楚、不合理的地物、地貌可作适当修改，地物可在 0.2～0.3mm 范围内进行修改；地貌可在平地 1/6，丘陵地 1/4，山地、高山地 1/2 等高距范围内进行修改，当基本等高线间间隔小于图上 0.5mm 及密林地区，可在一根等高

距范围内进行修改，但不得整组等高线移位和变形。

8.1.5　各种线划和符号应准确、统一、清晰，着色线条应光滑、均匀、墨色饱满，刻绘线划应边缘光滑，光洁透亮。图上各种符号间间隔不小于0.2mm。两计曲线间间隔小于图上2.5mm的，可不插绘首曲线。

8.1.6　各种注记宜采用植字或膜片刻绘，注记位置恰当，正确无误，不压盖重要地物、地貌，粘贴牢固平整。未经国家正式公布的简化字不能使用。

8.1.7　着色法清绘根据需要可采用单色、双色或三色；刻绘法清绘根据地物复杂程度或印刷方案，可采用一版刻绘（全要素刻绘）或分版刻绘。当采用分版刻绘时，其套版差不大于0.1mm，各有关要素的相关位置必须正确、配置合理。

8.2　编绘影像地图

在影像平面图上加绘等高线、制图符号和注记，编绘成影像地图原图。

8.2.1　影像地图上加绘制图符号和注记的原则

a.　影像能清楚显示，易识别的要素，不绘符号，如居民地、河流等；

b.　影像虽能清楚显示，但性质识别困难或易混淆的要素，如亭、塔、路、堤等，用符号或说明注记表示；

c.　影像难以识别的要素，如电力线、控制点，用符号表示；

d.　无影像的要素，如等高线、名称注记等用符号和注记表示；

e.　影像色调已显示出地面各土壤、植被的分布范围，图上不再绘地类界，只在影像上加绘少量相应的符号和说明注记。

8.2.2　地貌采用立体测图仪测绘在影像平面图上，也可测绘在刻图膜或薄膜上清绘后进行套合。根据等高线在图上的密度，等高距可按表2规定放大一至四倍。

8.2.3　影像地图的编绘可在影像平面图上直接着色清绘，也可采用分版清绘，分版清绘各版套版差不得大于0.1mm，各要素的相关位置应正确合理。

8.2.4　符号的尺寸，线划的粗细和注记字大，可按现行相应比例尺图式符号尺寸作适当的放大。各类线划和符号规格必须按统一放大后规定的尺寸整饰，墨色饱满，光滑均匀。

8.2.5　各种注记宜采用植字方法，粘贴牢固、平整、清洁、正确、注记位置恰当，不盖压重要地物、地貌的影像。

8.2.6　等高线清绘应顾及与相应影像的套合，个别明显不套合的部分，可在测图定向平面限差以内作适当的修改，注记点点位必须在相应影像上。

8.2.7　影像地图上显示的要素以摄影时间为准，摄影后新增的地物，图上一般不表示。

8.3　原图接边

不同比例尺的图幅接边，一般只限接1∶5000、1∶10000之间的地形图。

8.3.1　同比例尺同精度图幅接边，地物平面位置的接边较差和等高线高程接边较差，不大于表3、表4地物点平面位置中误差和等高线高程中误差的2倍，个别不大于2.5倍。

8.3.2　同比例尺不同精度的图幅接边，地物平面位置接边较差和等高线高程接边较差不大于表3、表4中相应中误差之和，个别不大于其和的1.25倍，然后按中误差的比例进行配赋接边。

8.3.3　不同比例尺的图幅接边，须将小比例尺图放大成等比例尺后进行接边，平面位置接边较差和等高线高程接边较差不大于表3、表4中相应中误差（地物点平面位置中误差化为同一比例尺）之和，个别不大于其和的1.25倍，然后按中误差之比例化在同比例尺图上进行配赋接边。

8.3.4　与已成图、出版图接边的接边较差不大于8.3.1、8.3.2、8.3.3条规定的限差时，只改新图，如大于上述限差规定时，应认真检查，确认新图无误，则以新图为准，不接部分在两幅图的图历表内和原图边上分别注明。

8.3.5　不同单位同期成图的图幅接边，先成图单位负责抄边，后成图单位负责接边，接边发生问题时，应认真检查，确认本图无误后，通知先成图单位进行检查，并拼接完善。

8.3.6　影像地图间接边和影像地图与线划图接边，影像的接边要求按表7、表8规定，影像地图上以线划符号表示的地物、地貌按8.3.1～8.3.5条的限差要求和配赋方法拼接，影像地图上以影像表示的地物地貌与线划图上的地物地貌不接边。

8.3.7　当基本等高线在图上间隔小于地物接边限差时，其接边限差按地物接边限差规定执行。

8.3.8　各类地物的拼接，不得改变其形状和相关位置，直线地物应从离图边最近的转折点进行拼接，地貌拼接不得产生变形。

8.3.9　自由图边地物、地貌必须测出图廓外4mm。

9　检查验收

9.1　航测内业测绘产品验收项目按ZB 75002测绘产品检查验收规定执行，产品最终检查项目和过程检查项目，各生产单位在不少于验收项目和确保产品质量的前提下，自行规定检查项目、比例和要求。

9.2　检测要求：

内业重上仪器检查和利用备查点检查测图的平面位置和高程精度时，其较差一般不大于表3、表4规定的相应平面和高程中误差，最大不大于中误差的两倍。

1:5000、1:10000、1:25000、1:50000、1:100000 地形图航空摄影规范

GB/T15661－1995

1　主题内容与适用范围

本标准规定了1:5000、1:10000、1:25000、1:50000、1:100000地形图航空摄影的技术要求、成果质量的检查方法以及航摄器材和航摄成果的保管要求。

本标准适用于测制1:5000、1:10000、1:25000、1:50000、1:100000地形图和影像图的航空摄影工作。

2　引用标准

GJ　B647　航空摄影胶片变形率的测定方法

GB　6845　片基厚度测定方法

GB　9862　黑白航空照像胶片感光度和平均斜率测定方法

GB　7519　冲洗后的缩微胶片中硫代硫酸盐残留量的测定

ZB　N35　003　分辨力板

JB　9045　感光材料分辨率的测定

3　航摄计划与航摄设计

3.1　航摄计划的程序及要求

3.1.1　根据测图需要，拟定航摄任务，由测图单位和航摄执行单位共同商定有关具体事项，制定航摄计划，签定航摄合同。

3.1.2　航摄合同的主要技术内容应包括：

a.　航摄地区和摄影面积，(摄区范围应以经纬度和图幅号用略图标明)；

b.　测图方法、测图比例尺和摄影比例尺；

c.　航摄仪类型、技术参数和航摄附属仪器参数；

d.　需提供的航摄资料的名称和数量；

e.　执行航摄任务的季节和期限；

f.　特殊的技术要求等。

3.2　航摄设计

3.2.1　设计用图的选择

应选择可靠、出版时间较近的地形图作为航摄设计用图。设计用图比例尺一般应根

据测图比例尺按表 1 规定选用。

表 1

测图比例尺	设计用图比例尺
1∶5000	1∶25000 或 1∶50000
1∶10000	
1∶25000	1∶100000 或 1∶250000
1∶50000	
1∶100000	

3.2.2　航摄比例尺的选择

航摄比例尺应根据不同摄区的地形特点，在确保测图精度的前提下，本着有利于缩短成图周期、降低成本、提高测绘综合效益的原则在表 2 的范围内选择。

表 2

测图比例尺	航摄比例尺
1∶5000	1∶10000 ~ 1∶20000
1∶10000	1∶20000 ~ 1∶40000
1∶25000	1∶25000 ~ 1∶60000
1∶50000	1∶35000 ~ 1∶80000
1∶100000	1∶60000 ~ 1∶100000

3.2.3　航摄分区的划分

a. 分区界线应与图廓线相一致；

b. 分区内的地形高差不得大于四分之一相对航高（以分区的平均高度平面为基准面的航高）；

c. 在地形高差符合 b 条规定，且能够确保航线的直线性的前提下，分区应尽量划大。分区的最小范围除 1∶5000 测图不得小于二个图幅外，其余不得小于一个图幅；

d. 当地面高差突变，地形特征差别显著或有特殊要求时，可以破图廓划分航摄分区。

3.2.4　航线方向和航线敷设方法

a.　航线按东西向直线飞行。特定条件下亦可按照地形走向作南北向飞行或沿线路、河流、海岸、境界等任意方向飞行；

b.　常规摄影航线应与图廓线平行敷设。对于 1∶5000、1∶10000 测图，当 $M_{像}/M_{图}$ 大于 3.3 倍时，航线应沿图幅中心线敷设；

c.　水域、海区航摄时，航线敷设要尽可能避免像主点落水；要确保所有岛屿达到完整覆盖，并能构成立体像对；

d.　荒漠、高山区荫蔽地区等和测图控制作业特别困难的地区，可以敷设控制航线。控制航线根据测图控制布点设计的要求设置。

3.2.5　航摄季节和航摄时间选择

a.　航摄报节应选择摄区最有利的气象条件；应尽量避免或减少地表植被和其他覆盖物（如积雪、洪水、扬沙等）对摄影和测图的不利影响，确保航摄像片能够真实地显现地面细部；

b.　选择航摄时间，既要确保具有足够的光照度，又要避免过大的阴影。一般根据摄区的太阳高度角和阴影倍数按表 3 确定。

表 3

地形类别	太阳高度角（°）或阴影倍数（倍）	
平地	> 20	≤2
丘陵地	> 30	≤2
山地	> 45	≤1
大、中城市（摄影比例尺≥1/20000）	> 45	≤1
一般城镇（摄影比例尺≥1/20000）	> 30	≤2
陡峭山区	当地正午前后 1h 内	

3.2.6　航摄仪选择和检定

3.2.6.1　航摄仪的选择主要根据测图精度要求、测图的仪器设备、测图比例尺、测图方法以及现有航摄设备等综合考虑确定，但所选航摄仪的基本性能不应低于表 4 的要求。

表 4

项　　目	要　　求
像幅	230mm × 230mm
焦矩	85mm ~ 310mm
有效使用面积内镜头分辨率	每毫米内不少于 25 线对
径向畸变差	焦距大于 90mm 时，不大于 0.015mm，焦距小于或等于 90mm 时，不大于 0.02mm
曝光时间	1/100s ~ 1/1000s
色差校正范围（波长）	400mm ~ 900mm

3.2.6.2　航摄仪检定

根据每台航摄仪的稳定状况进行检定。在下列之一情况下须进行检定。

a.　距前次检定的时间超过 2 年；

b.　快门曝光次数超过 20000 次时；

c.　航摄仪经过大修或主要部件更换以后；

d.　航摄仪产生剧烈震动以后。

检定的项目和检定精度要求按表 5 规定执行。

表 5　　mm

项　　目	检　定　精　度
检定主距	± 0.01
框标坐标	± 0.01
框标距离	± 0.01
径向畸变差	± .0003
最佳对称主点坐标	± 0.01
自准直主点坐标	± 0.01
镜头分辨率	
快门速度	

检定方法按附录 A 有关规定进行。

检定时，航摄仪物镜应戴上黑白摄影时常用的滤光镜。

各项检定数据应准确地记入航摄仪履历簿和附录 D 规定的航摄鉴定表中。

3.2.7　航摄软片选择和测定

3.2.7.1　航摄软片的选择应根据摄区的地理位置、摄影季节、地面照度、地物反差和光谱特性等因素确定。所选软片的几何性能不应低于表 6 的要求。

表 6

项　　目	几何性能要求
软片分辨率	每毫米内不少于 85 线对
不规则变形率（处理后）	不大于 0.03%
片基厚度	不小于 0.07mm

3.2.7.2　软片片边应平整、光滑、无毛刺和裂口。

3.2.7.3　每年航摄任务开始前，应测定软片感光特性。

3.2.7.4　测定项目应包括：

a.　软片分辨率、不规则变形率、片基厚度；

b.　软片感光度、反差系数、曝光宽容度、灰雾密度、最大密度、最小密度。

3.2.7.5　测定方法

a.　软片分辨率的测定，按 JB　9045 规定执行；

b.　不规则变形率的测定，按 GJB　647 规定的方法进行；

c.　软片片基厚度的测定，按 GB　6845 规定的方法进行；

d.　本标准 3.2.7.4 条列出的几项感光特性的测定，按 GB　9862 规定的方法进行。

3.2.8　航摄附属仪器

3.2.8.1　如果测图单位需要，可使用必要的航摄附属仪器。其性能应满足测图单位提出的技术要求。

3.2.8.2　所用附属仪器的检定项目和检定方法按生产厂方提供的使用规定执行。

3.2.9　试飞

3.2.9.1 下列情况之一应组织进行试飞或试摄；

a.　航摄飞机为新近改装；

b.　新编成的航摄机组；

c.　航摄机组为了解测区情况而组织的测区视察；

d.　航摄仪每年正式作业前，或检修后、新购进、油封后重新启封使用等。

3.2.9.2　通过对试飞、试摄成果资料进行分析处理，确认工作状态正常后才能用于正式航摄。

4　飞行质量和摄影质量要求

4.1　飞行质量

4.1.1　像片重叠

4.1.1.1　航向重叠度一般应为60% ~ 65%；个别最大不得大于 75%，最小不得小

于56%。当个别像对的航向重叠度虽小于56%，但大于53%，且其相邻像对的航向重叠度不小于58%，能确保测图定向点和测绘工作边距像片边缘不小于1.5cm时，可视为合格。

沿图幅中心线敷设航线，实现一张像片覆盖一幅图时，航向重叠度可加大到80%～90%。

4.1.1.2　相邻航线的像片旁向重叠度一般应为**30**%～35%，个别最小不得小于13%。按图幅中心线敷设航线时，至少要保证图廓线距像片边缘大于1.5cm。

4.1.2　像片倾斜角一般不大于**2**°，最大不超过3°。

4.1.3　像片旋偏角一般不大于**6**°，最大不超过8°（且不得连续3片）。

4.1.4　航线变曲度不大于**3**%。

4.1.5　航高保持

4.1.5.1　同一航线上相邻像片的航高差不得大于**30**m；最大航高与最小航高之差不得大于50m。

4.1.5.2　摄影分区内实际航高与设计航高之差不得大于设计航高的**5**%。

4.1.6　测区、分区、图廓覆盖保证

4.1.6.1　测区边界覆盖保证：航向覆盖超出测区边界线不少于一条基线。旁向覆盖超出测区边界线一般不少于像幅的50%，最少不少于像幅的30%；按图幅中心线敷设航线时，旁向覆盖超出测区边界线（图廓线）最少不少于像幅的12%。

4.1.6.2　分区边界线覆盖保证：分区之间如果航线方向相同，旁向正常接飞，航向各自超出分区界线一条基线。分区之间航向方向不同时，航向各自超出分区界线一条基线，旁向超出分区界线一般不少于像幅的30%，最少不少于像幅的15%。按成图图幅中心线敷设航线时，旁向最少不少于像幅的12%。

4.1.6.3　测区、分区的边界线一般为图廓线，对图廓覆盖的要求与4.1.6.1和4.1.6.2相同。

4.1.7　按图幅中心线敷设航线时的飞行质量

4.1.7.1　实际航迹偏离图幅中心线不得大于图廓边长的**1**/5（东－西向飞行为图廓南北向长度的1/5）。当实际航迹偏离超过上述规定，但其旁向覆盖仍能保证图廓线距像片边缘大于1.5cm时，可视为合格。

4.1.7.2　要求一张像片覆盖一幅图时，中心片的选择要保证图廓线距像片边缘一般不小于2.5cm，最小不小于1.5cm。航线两端过渡片的像主点应落在图廓线或测区边界线之外，过渡片与中心片应能构成正常重叠的立体像对。

4.1.7.3　加大航向重叠摄影（指80%～90%），其像片倾斜角和旋偏角的测定，以抽片后配成立体像对的中心片和过渡片为准，要求同4.1.2和4.1.3条。

4.1.8　控制航线

4.1.8.1　控制航线的摄影比例尺应比测图航线的摄影比例尺大25%左右；航向重叠度应不小于80%，应保证隔号像片能构成正常重叠的立体像对。

4.1.8.2　位于测区周边的控制航线，要保证其像主点落在测区边界线之外，两端

要超出测区边界线四条基线。

4.1.8.3　位于测区内部的控制航线，应保证其像主点落在所跨乘的图廓线两侧测图航线的半条基线范围内。

4.1.8.4　控制航线间交叉和衔接之处，要保证有不少于四条基线的相互重叠。

4.1.9　漏洞补摄

4.1.9.1　航摄中出现的相对漏洞和绝对漏洞均需及时补摄。

4.1.9.2　漏洞的补摄应按原设计要求进行。

4.1.9.3　对不影响内业加密模型连接的相对漏洞，只在漏洞处补摄。补摄航线的长度应超出漏洞长度外一条基线。

4.1.9.4　在敷设控制航线的测区，补摄航线两端必须超出控制航线外一条基线。

4.1.9.5　不用于测图的控制航线，如果本身出现局部相对漏洞或有其它缺陷（如云影、脱胶等），在不影响整条航线内业加密模型连接和选点的情况下，可不补摄。

4.1.10　每次飞行结束，应认真填写航摄飞行报告表并随所摄胶片送交摄影处理工序存查。

4.2　摄影质量

4.2.1　航摄软片经处理后的构像质量应满足下列要求：

a.　灰雾密度（D_0）不大于 0.2；摄影比例尺小于 1∶50000 时不大于 0.3；

b.　最小密度（D_{min}）不小于 $D_0 + 0.2$；

c.　最大密度（D_{max}）为 1.2～1.6；对于极少数特别亮的地物，最大密度可超过 1.6 但不得大于 2.0；而在地物高度特小的地区（如草原、森林），最大密度可小于 1.2 但不得小于 1.0；

d.　反差（ΔD）为 0.6～1.4，其最佳值为 1.0；1∶50000、1∶100000 摄影时为 0.7～1.5。

4.2.2　最大曝光时间的限定，除保证航摄软片正常感光外，还应确保因飞机地速的影响，在曝光瞬间造成的像点最大位移不得超过 0.04mm。

4.2.3　航摄软片在曝光瞬间由于未能严格压平而在像平面上引起的像点位移误差应满足以下要求：

采用精密立体坐标量测仪测定标准配置点和若干检查点的坐标和视差，并按模型相对定向程序进行解算时，检查点上的剩余上下视差应不大于 0.02mm，个别点最大不大于 0.03mm。

4.2.4　用目视直接观察底片时，应影像清晰、层次丰富、反差适中、色调柔和；应能辨认出与摄影比例尺相适应的细小地物影像；应能建立清晰的立体模型。

4.2.5　底片上不应有云、云影、划痕、静电斑、折伤、脱胶等缺陷。除用于编制影像平面图、影像图和数字摄影测量以外，虽然存在少量缺陷，但不影响立体模型的连接和测绘时，则认为可以用于测制线划图。

4.2.6　底片定影和水洗必须充分。水洗后底片的硫代硫酸盐残留量必须小于 $2\mu g/cm^2$。

4.2.7　框标影像和其他记录影像必须清晰、齐全、各类附属仪器仪表记录资料应满足测图单位提出的具体要求。

5　成果质量检查

5.1　航摄执行单位应按本标准对飞行质量和摄影质量进行检查。

5.2　检查项目和方法

5.2.1　像片重叠度

将相邻两张像片按中心附近不超过 2cm 远的地物点重叠后，将重叠百分尺的末端置于第二张像片边缘，读取第一张像片边缘在重叠百分尺上的分划值，此值即为重叠度。如果航摄区为山区，则按相邻像片主点连线附近不超过 1cm 远的地物重叠，再将一张像片边缘的直线影像转绘到相邻片上，所成曲线至像片边缘的最小分划值为最小重叠度。

5.2.2　像片倾斜角

一般应根据像片边角上园水准气泡影像偏离中心的程度检查；无水准气泡记录的像片，可在旧图上选择若干明显地物点作为控制点，用摄影测量方法进行检查。

5.2.3　像片旋偏角

首先在两相邻像片上标出两主点位置，然后按主点附近地物将两张像片重合，并将两主点分别标刺在相邻片上，再用量角器分别量测出两张像片上的二主点连线与沿航线方向框标连线的二个夹角，以其中较大一个夹角为旋偏角。

5.2.4　航线变曲度

在平坦地区按像片索引图检查，起伏地区按每条航线分别镶辑检查。用直尺量测出航线两端像主点间直线的长度和偏离直线最远的像主点与该直线间的距离，按附录 G 中 G10 公式计算。

5.2.5　航高保持

a.　在已有图及其相应于立体像对的相邻像片重叠中线附近，分别量取相应地物点之间长度，求得相邻像片之间的比例尺差，再算得相邻像片的航高差；

b.　将像片按航线和分区镶辑，在旧图上和像片上分别量取相应地物点之间长度。按地面最高和最低处求得各像片的最大和最小比例尺，然后取中数得到相对于平均基准面的实际摄影比例尺。根据比例尺按航线和分区分别算出同航线最大航高与最小航高之差和分区实际航高与设计航高之差。

5.2.6　测区、分区和图廓覆盖

将像片按重叠镶辑，对照收集到的地形图上所标出的图幅、分区和摄区的边界及其附近的同名地物，确定所摄像片的覆盖情况。

5.2.7　按图幅中心线敷设航线

将像片分航线按重叠镶辑，对照航线设计图上标出的图幅中心线，再把每张像片的主点转绘到图上相应的位置，量测出实际航线相对中心线的偏离值。

5.2.8　控制航线

a.　位置移动，按本标准 5.2.5 规定的方法检查控制航线上所摄像片的比例尺；

b·　按本标准 5.2.1 规定的方法检查控制航线的像片重叠度；

c.　将控制航线像片按重叠镶辑后，按照本标准 5.2.6 规定的方法检查控制航线的覆盖情况。

5.2.9　漏洞

a.　按本标准 5.2.6 规定的方法检查绝对漏洞；

b.　按本标准 5.2.1 规定的方法检查相对漏洞。

5.2.10　影像质量

一般在每条航线上抽取 3～4 张底片，用密度计直接量测底片的密度值，获取一系列灰雾、最小和最大密度值，然后取平均值得到 D_0、D_{min}、D_{max}、ΔD。密度计的量测孔径为 1.0mm，且注意不要选择个别的或特殊的反光点进行量测。

5.2.11　像点位移

根据航摄比例尺以及飞行作业的原始记录所载的飞机地速、曝光时间按附录 G 中 G7 公式进行计算。

5.2.12　压平误差

按附录 B 规定的方法检查。

5.2.13　目视检查底片的框标和其他记录影像以及表观质量。

5.2.14　按 GB　7519 规定的方法检查底片水洗情况。

6　成果整理和验收

6.1　整理

6.1.1　制作像片索引图

6.1.1.1　索引图应能反映摄区内全部有用的摄片资料情况。索引图可以按分区或加密区域网的范围分幅制作，同一摄区内相邻索引图之间应保持一定的重叠。

6.1.1.2　索引图上，要确保能够辨认出每条航线的像片号码。

6.1.1.3　索引图的幅面一般为25cm × 30cm。

6.1.1.4　索引图内应注出较大的城镇、河流等主要地物的名称；图外应标明所在的图幅号、摄区代号、航摄年月、摄影比例尺和制作者、检查者等内容。在设有控制航线的摄区，制作像片索引图时，应在相应位置标明控制航线的位置、编号和两端的起止片号。

6.1.2　底片的编号和注记

6.1.2.1　底片编号应包括摄区代号和底片片号，以反体字写在乳剂面上，字体端正，清晰易读。字体大小为 4mm × 6mm。

底片号码方向与航线前进方向一致。东西方向飞行时，片号写在相应于实地的西北角位置；南北方向飞行时，则写在相应于实地的东北角上。片号应尽量靠近像片边缘，但不得压盖框标。

6.1.2.2　每卷底片的两端应分别作出内容相同的注记，包括：航摄日期、飞机号码、摄区代号、分区编号、底片卷号、所在图幅编号、航摄仪类型及号码、焦距、框标

距、暗盒号、起止片号、总片数等。

若配有附属仪器，其记录影像和数据亦应作出相应的编号和注记。

6.2　验收

6.2.1　程序

6.2.1.1　航摄执行单位按本规范和摄区合同的规定对全部航摄成果资料逐项进行认真的检查，并详细填写检查记录手薄。

6.2.1.2　航摄执行单位根据航摄资料移交书和摄区合同规定，将全部成果资料整理齐全后，移交给测图单位代表验收。

6.2.1.3　测图单位代表依据本规范和摄区合同规定对全部成果资料验收合格后，双方在移交书上签定，并办理移交手续。

6.2.1.4　双方代表协商处理检查验收工作中发现的问题，共同评价成果资料的质量。

6.2.2　移交的资料

主要应包括：

a.　航摄底片、晒印的像片、像片索引图底片和像片（份数按合同规定提供）；

b.　航摄仪检定记录和数据；

c.　附属仪器记录数据和资料；

d.　成果质量检查记录、航摄鉴定表；

e.　各种登记表和移交清单；

f.　其它有关资料。

6.2.3　验收报告。

测绘单位代表完成验收后，应尽快写出验收报告。报告的主要内容应包括：航摄的依据——航摄合同或技术规范、航摄仪有关数据、完成的航摄图幅数和面积，对成果资料质量的基本评价、存在的问题及处理意见等。

6.3　航摄成果的包装

6.3.1　航摄底片应先清洁整理后再装筒。每筒内装一卷或二卷，片子不宜卷得过紧，片卷中心直径不得小于 2cm。每卷底片应填写登记卡片一式二份，一份置于筒内，另一份贴于筒外。卡片上应注明筒号、图幅号、底片起止号码等内容。

6.3.2　晒印的像片应按分区或每张像片索引图所包括的图幅范围整理装盒。填写像片登记卡一式二份，一份置于盒内，另一份贴于盒外。卡片内容包括：摄区代号、分区号码、所在图幅号、航线序号和每条航线的起止片号、片数及总片数。

7　航摄器材和航摄成果的保管

7.1　航摄仪器

7.1.1　航摄仪应存放在专用库房内。室内要清洁、干燥，常年温度保持在 10～20℃之间，相对湿度不大于 65%。室内不能有酸性化学药品及易挥发物质。

7.1.2　航摄仪平时应置于专用箱内搬运和保存。较长期不用时应按规定进行油封

后入库。

7.1.3　快门速度应安置在最低档上，将快门弹簧放松。操纵时间间隔应设在最小位置，放松内部发条。

7.1.4　必须定期进行检查，发现问题应及时处理并记入仪器的履历簿。

7.2　感光材料

7.2.1　各种感光材料（包括航摄软片、像纸、复制软片等）应存放在专用的仓库内。库内应清洁、干燥、通风，常年温度保持在 5～20℃之间，相对湿度 60% ± 5%，不能有酸性化学药品及易挥发物质，不得受到硫化氢、二氧化硫、一氧化碳、氨等有害气体以及放射性物质的侵蚀。感光材料在使用前，应先出库在常温下放置 8h 左右进行热平衡。

7.2.2　应尽量保持原封，装在筒内箱内保存。拆箱后的筒装软片和盒装像纸应垂直安放在距离地面 30cm 以上的架子上，离开热源 1m 以外，并且要避开阳光的直接照射。

7.2.3　已经航摄曝光待冲洗处理的软片，包括转运期在内的保存期，不得超过 15 天。

7.2.4　库房内外应严禁烟火，并且必须具有良好的消防设施。

7.3　航摄底片

7.3.1　必须采取措施以防底片发黄、发霉、影像褪色和消失、药膜面损伤、撕裂及片基不均匀变形等弊病的产生。

7.3.2　除应具备本标准7.2条有关条件外，在使用底片时应特别注意保护好药膜面，严禁汗渍、油污污染底片。

7.3.3　暂时不用的底片，要经过清洁后，包装好密封于专用底片筒内保存。

7.3.4　底片宜整卷装筒直立存放，不得随意截断或裁成单片保存。

7.3.5　不同片基的底片应分库保管。

附录 A　航空摄影仪部分参数的测定方法
（参考件）

A1　内方位元素及畸变差

A1.1　采用室内静态光学测角法进行测定。

A1.2　测定环境

温度 20 ± 2℃，相对湿度小于 70%，具备防尘、防震设施。

A1.3　测定设备

a.　带有能够安放航摄仪的平台的光学测角装置，测角仪测角误差不大于 1.5″；

b.　测角望远镜，放大倍率不小于 10 倍；

c.　带自准直目镜的平行光管，焦距不小于 550mm；

d.　玻璃格网板（如图 A1 所示），尺寸与框标平面大小相应，表面平行度小于 5″，刻线间隔 10mm，间隔实际测量误差小于 1.5μm。

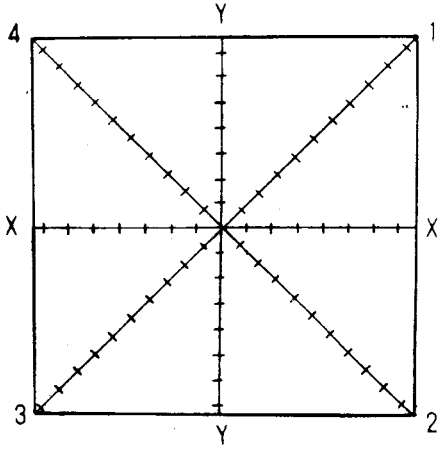


图 A1

A1.4　测定方法

A1.4.1　测定前将航摄仪和测定设备置于室内进行温度平衡，时间不少于 24h。

A1.4.2　按图 A2 所示，将各测试设备安置好后进行调整。

A1.4.3　通过调整，将望远镜的十字丝交点影像与平行光管十字丝交点影像重合，同时使度盘读数调整至 100°00′0′。

A1.4.4　将格网板安装在航摄仪的框标平面上，使格网中心与 FC 点重合（网线与

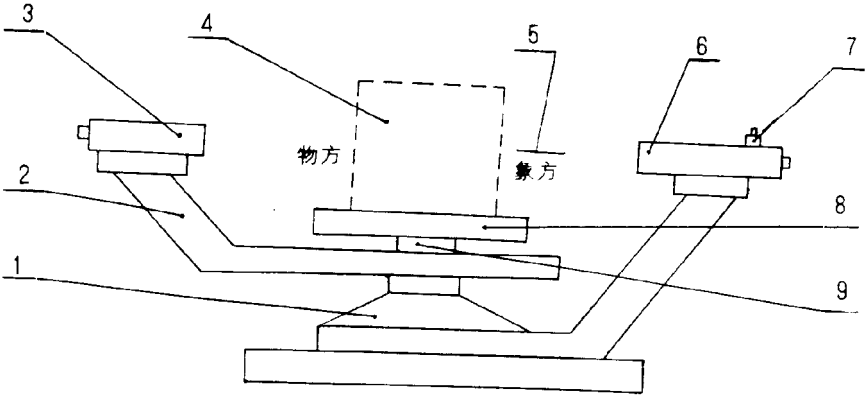


图 A2

1 – 测角度盘；2 – 旋转支架；3 – 测角望远镜；4 – 航摄仪；5 – 视准轴（光轴）；
6 – 平行光管；7 – 自准直目镜；8 – 安置平台；9 – 旋转轴

各框标严格重合）。

A1.4.5　将航摄仪物镜面向望远镜安置于平台上，戴上滤光镜，打开快门光栏到最大，利用望远镜观察并调整航摄仪，使相应于 xx 方向的框标连线处于水平，同时前后移动航摄仪，使物镜的前节点位于旋转轴上。

A1.4.6　利用平行光管准直目镜观察，通过调整，使平行光管十字丝对准格网线中心，且与其反射影像完全重合。

A1.4.7　重复上述各项调整，确认无疑后，将航摄仪固紧。用望远镜瞄准 FC 点影像，记下此时得到的水平角（γ）。再以 FC 点为中点，依次向右和向左瞄准各格网点，读取相应的水平角度 a_{xi}和 β_{xi}（见图 A3）。在 xx 方向测定后，将航摄仪绕光轴旋转 90°，重复前述调整后，在 yy 方向上进行观测读数，读取相应水平角度 a_{yi}和 β_{yi}。

A1.5　内方位元素和畸变差按以下公式组计算：

$$\theta_{xi} = (\mathrm{ctg}\beta_{xi} - \mathrm{ctg}\alpha_{xi}) / 2$$

$$\theta_{yi} = (\mathrm{ctg}\beta_{yi} - \mathrm{ctg}\alpha_{yi}) / 2$$

$$\theta_{x平} = \frac{\sum_{i=1}^{n}\theta_{xi}\cdot\sin^4\alpha_{xi}}{\sum_{i=1}^{n}\sin^4\alpha_{xi}}$$

$$\theta_{y平} = \frac{\sum_{i=1}^{n}\theta_{yi}\cdot\sin^4\alpha_{yi}}{\sum_{i=1}^{n}\sin^4\alpha_{yi}}$$

$$f_{kx} = \frac{\sum_{i=1}^{n}R_{xri} + \sum_{i=1}^{n}R_{xli}}{\sum_{i=1}^{n}\mathrm{tg}\alpha_{xi} + \sum_{i=1}^{n}\mathrm{tg}\beta_{xi}}$$

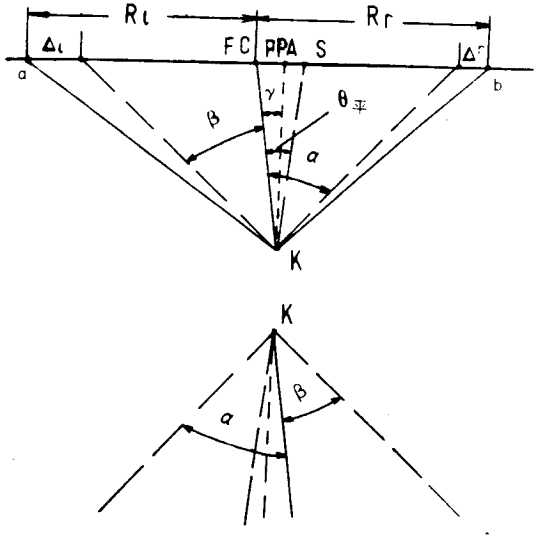


图 A3

$$f_{ky}=\frac{\sum_{i=1}^{n}R_{yri}+\sum_{i=1}^{n}R_{yli}}{\sum_{i=1}^{n}tg\alpha_{yi}+\sum_{i=1}^{n}tg\beta_{yi}}$$

$$f_k=\left(f_{kx}+f_{ky}\right)/2$$

$$x_\alpha=f_k\cdot tg\gamma_x$$

$$y_\alpha=f_k\cdot tg\gamma_y$$

$$x_{oi}=\frac{f_k\left(tg\alpha_{xi}-tg\beta_{xi}\right)}{2tg^2\alpha_{xi}}$$

$$y_{oi}=\frac{f_k\left(tg\alpha_{yi}-tg\beta_{yi}\right)}{2tg^2\alpha_{yi}}$$

$$x_o=\frac{\sum_{i=1}^{n}x_{oi}\cdot tg^4\alpha_{xi}}{\sum_{i=1}^{n}tg^4a_{xi}}$$

$$y_o=\frac{\sum_{i=1}^{n}y_{oi}\cdot tg^4\alpha_{yi}}{\sum_{i=1}^{n}tg^4\alpha_{yi}}$$

$$\Delta_{xri}=R_{xri}-x_o-f_k\cdot tg\left(\alpha_{xi}-\theta_{x平}\right)$$

$$\Delta_{xli}=R_{xli}+x_o-f_k\cdot tg\left(\beta_{xi}+\theta_{x平}\right)$$

$$\Delta_{yri}=R_{yri}-y_o-f_k\cdot tg\left(\alpha_{yi}-\theta_{y平}\right)$$

$$\Delta_{yli}=R_{yli}+y_o-f_k\cdot tg\left(\beta_{yi}-\theta_{y平}\right)$$

式中：α_{xi}、β_{xi}（i = 1，2，…，n，下同）——望远镜在 xx 方向以 FC 为中点向右和向左瞄准各格网交点影像时的水平角，(°)(′)(″)；

α_{yi}、β_{yi}——望远镜在 yy 方向以 FC 为中点向右和向左瞄准各格网交点影像时的水平角，(°)(′)(″)；

θ_{xi}——像主点与 FC 点间在 xx 方向上的夹角，弧度；

θ_{yi}——像主点与 FC 点间在 yy 方向上的夹角，弧度；

$\theta_{xi平}$——各 θ_{xi} 经平差后得到的最或然值，弧度；

$\theta_{yi平}$——各 θ_{yi} 经平差后得到的最或然值，弧度；

R_{xri}、R_{xli}——分别为 FC 点在 xx 方向上向右和向左至相同距离格网交点的距离，mm；

R_{yri}、R_{yli}——分别为 FC 点在 yy 方向上向右和向左至相同距离格网交点的距离，mm；

f_{kx}、f_{ky}——分别为 xx 方向和 yy 方向上的主距值，mm；

f_k——航摄仪检定主距，mm；

γ_x、γ_y——分别为自准直主点与 FC 点之间在 xx 方向和 yy 方向上的夹角，(°)(′)(″)；

x_a、x_a——自准直主点坐标值，mm；

x_{oi}、y_{oi}——每测一组 α_{xi}、β_{xi}、α_{yi}、β_{yi} 所对应的主点坐标 mm；

x_o、y_o——经平差后得到的最佳对称主点坐标，mm；

Δ_{xri}、Δ_{xli}、Δ_{yri}、Δ_{yli}——分别为经平差计算后求得的在 xx 方向和 yy 方向上的畸变差，mm。

A2　航摄仪镜头静态分辨率

A2.1　采用室内静态目视法或照相法进行测定。

A2.2　测定环境与 A1.1 相同。

A2.3　测定设备

a.　平行光管，焦距不小于 1m，照明光源波长 54nm；

b.　分辨力板，按 ZB N 35003 规定的要求，反差为 1.6∶1；

c.　显微镜，放大倍率不低于 20 倍。

A2.4　测定方法

A2.4.1　目视法

仪器经温度平衡后，按图 A4 所示安置好后进行调整。

A2.4.1.1　将分辨力板安置于平行光管焦平面上。面对平行光管，把航摄仪安放在检测平台上，并将物镜后节点调整到升降转轴上。

A2.4.1.2　在航摄仪物镜焦平面处（框标平面）安放一平板玻璃。

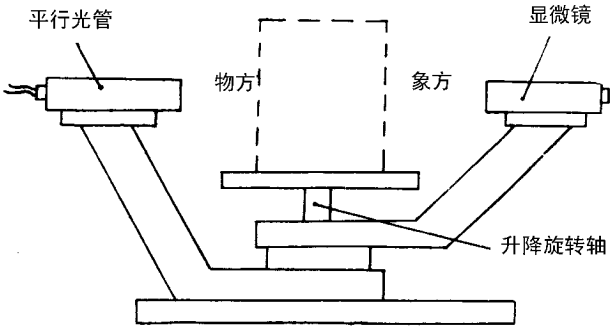


图　A4

A2.4.1.3　待平行光管内分辨力板在平板玻璃上成像后，由中心向二边绕升降转轴旋转，每转 7.5°时，用显微镜观察并记下恰能在各方向分辨出条纹的条纹号，根据条纹号查出相应的条纹在分辨力板上的宽度，按式（A1）计算镜头分辨率：

$$R_s = \frac{1}{2b} \cdot \frac{f_{平}}{f_k} \quad \cdots\cdots\cdots\

A3.3　测试方法

A3.3.1　直读法

用测定板直接在航摄仪框标平面量测对应框标之间的距离，大数在板上读出，小于1mm的数在读数显微镜中读出。

A3.3.2　照相法

将摄影干板安置在航摄仪框标平面上后，曝光晒像，经处理后获得框标影像，在坐标量测仪上量测出对应框标之间的距离。

A4　框标坐标

按A3.3.2照相法获得框标影像并量测对应机械框标之间距离后，仍用坐标量测仪定出对应机械框标连线的交点（FC），以此为原点确定各框标的坐标。

A5　快门速度

利用快门速度测定仪直接测定航摄仪快门的各档速度。

附录 B　航摄底片压平质量检查方法（补充件）

B1　检查时应满足的条件

a.　每个暗匣应检查两个或四个连续立体像对；

b.　定向点（标准配置点）至方位线的距离应不小于 9.5cm，检查点应分布均匀，如图 B1 所示，每个像对不少于 10 个点；

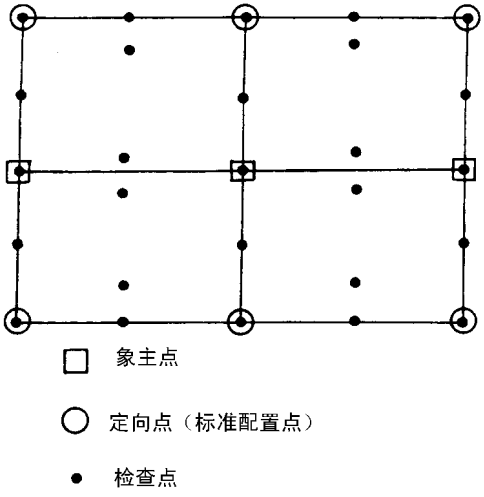


图　B1

c.　用于检查的负片影像质量优良、重叠正常、倾角和旋偏角小、框标影像清晰齐全；

d.　尽可能为平坦地区像片。

B2　检查方法

采用解析法对压平质量进行检查。

B2.1　按照摄影测量原理，将欲检查的两个或四个连续立体像对，在精密立体坐标量测仪上进行方位线定向后，测定每个像对中定向点和检查点的坐标与视差，然后用计算机进行连续像对相对定向解算。在解算相对定向元素的同时，检查模型定向点和检查点的剩余上下视差（Δq）的大小，以确定压平情况。

B2.2　量测时，定向点的点位应位于像片最大有较面积的边缘。计算时，程序中必须包括对物镜径向畸变差、天气折光差、地球曲率差及软片变形引起的误差进行改正。

附录 C　航摄资料移交书
（参考件）

根据 19　　年　　月　　日
合同执行　　摄区航空摄影任务，计完成航摄面积及移交资料如下表：

表 C1　　航摄面积统计

地区类别	完成航摄面积（km^2）	航摄比例尺	摄影种类	像幅	航向重迭	较常规增加曝光次数	备注

表 C2　　航摄资料

项　　目	规　　格	单　　位	份　　数	数　　量	备　　注
黑白航摄底片		卷			
像片索引图底片		张			
像片索引图		张			
接触晒印黑白航摄像片		张			
接触晒印彩红外航摄像片		张			
合成航摄像片		张			
接触晒印黑白多光谱像片		张/套			
接触晒印彩色航摄像片		张			
放大像片		张			
拷贝正负片		张			
航摄鉴定表		张			

项　　目	规　　格	单　　位	份　　数	数　　量	备　　注
航摄底片登记表		本			
其他					

以上经甲、乙双方代表确认，并核实清点无误。

接收单位（章）　　交出单位（章）

验收代表　　交出代表

接收代表　　负责人

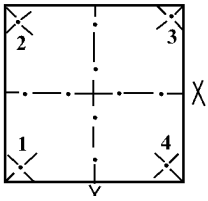
年　月　日　　年　月　日

附录 D　航摄鉴定表
（参考件）

摄区_____　　摄影比例尺_____

分区_____　　图幅名称（编号）_____　　绝对航高_____ m

航线序号	航摄日期	航摄仪镜筒号	航线两端号码	片数	像片索引图（中心片号）
总片数					



航摄仪类型_____号码_____主距_____ mm

镜筒号码_____最大畸变差_____ mm，以 FC 为中心在_____方向

半径_____ mm 处。

点名	X（mm）	Y（mm）	说　明
FC 机械主点			
S 最佳对称点			
PPA 自准直主点			
1			
2			检查意见
3			
4			检查者　　日期

验收意见_____

验收单位：　　验收代表：　　日　　期

附录 E　航摄底片移交清单
（参考件）

序号	卷号	图幅号码	底片两端号码	片数	附注

附录 F　航摄像片、像片索引图移交清单
（参考件）

序号	分区	图幅号码	航摄像片				像片索引图				附注
			镶辑片		加晒片		图板		底片		
			份数	张数	份数	张数	份数	编号	份数	编号	

附录 G　航空摄影常用计算公式
（参考件）

G1　摄影基线和航线间隔

$$b_x = L_x（1 - p_x）\qquad B_x = b_x \cdot m$$

$$d_y = L_y（1 - q_y）\qquad D_y = d_y \cdot m$$

式中：b_x、B_x——像片上和实地上的摄影基线长度，mm（b_x）、m（B_x）；

d_y、D_y——像片上和实地上的航线间隔宽度，mm（d_y）、m（D_y）；

L_x、L_y——像幅长度和宽度，mm；

p_x、q_y——航向和旁向重叠度，%；

m——像片比例尺分母。

G2　航摄分区平均高度平面（基准面）高度

$$h_{基} = \frac{h_{高} + h_{低}}{2}$$

式中：$h_{基}$——平均高度平面的高度，m；

$h_{高}$——分区内高点平均高程；m

$h_{低}$——分区内低点平均高程，m。

G3　航高

$$H = m \cdot f_k$$

$$H_o = H + h_{基}$$

式中：H——飞机摄影时相对于基准面的航高，m；

H_o——飞机摄影时的海拔高度，m；

f_k——航摄仪焦距，mm。

G4　航向基线角和旁向照准角

$$tg\phi_b = \frac{B_x}{H} = \frac{b_x}{f_k}$$

$$tg\phi_d = \frac{D_y}{H} = \frac{d_y}{f_k}$$

式中：ϕ_b——航向基准角，（°）；

ϕ_d——旁向照准角，(°)。

G5　基准面上像片重叠率

$$p_x = p'_x + (1 - p'_x)\ \Delta h/H$$

$$q_y = q'_y + (1 - p'_y)\ \Delta h/H$$

式中：p'_x、q'_y——航摄像片的航向，旁向标准重叠率，%；

Δh——相对于基准面的高差，m。

G6　相邻像片曝光时间间隔

$$\Delta t = \frac{B_x}{W}$$

式中：Δt——相邻像片曝光时间间隔，s；

W——飞机飞行时的地速，m/s。

G7　最大曝光时间

$$t_{max} = \frac{\delta_{max} \cdot m_{最高点}}{W}$$

式中：δ_{max}——飞行运动产生的影像最大位移值，mm，

t_{max}——最长曝光时间，s；

$m_{最高点}$——分区内最高点上的像片比例尺分母。

GB8　飞机空中转弯半径

$$R = \frac{v^2}{9.81 \cdot tg\beta}$$

式中：R——转弯半径，m；

v——飞机的真空速，m/s；

β——飞机转弯坡度角，(°)。

G9　按照太阳高度角推算的测区摄影时间（参考公式）

$$cost_\theta = \frac{h_\theta - \delta_\theta}{90° - \phi}$$

$$T_\phi = 12h_\theta - \frac{1 - cost_\theta}{0.03}$$

式中：t_θ——太阳时角，(°)；

h_θ——太阳高度角，(°)；

δ_θ——摄影日期的太阳赤纬，(°)；

ϕ——测区的平均地理纬度，(°)；

T_{ϕ}——摄影地方时。

G10　航线弯曲度

$$\varepsilon = \frac{\delta}{L} \cdot 100\%$$

式中：ε——航线弯曲度；

δ——像主点偏离航线首末主点连线的最大距离，mm；

L——航线两端像主点连线的长度，mm。

航空摄影产品的注记与包装

GB/T 16176——1996

1　主题内容与适用范围

本标准规定了航空摄影产品的注记内容、格式和包装要求。

本标准适用于航空摄影产品的注记、包装。

2　术语

2.1　航空摄影　aerophotography

亦称空中摄影。系指在航空器（飞机、直升机、飞艇、气球等）上安装航空摄影仪，从空中对地球表面进行的摄影。

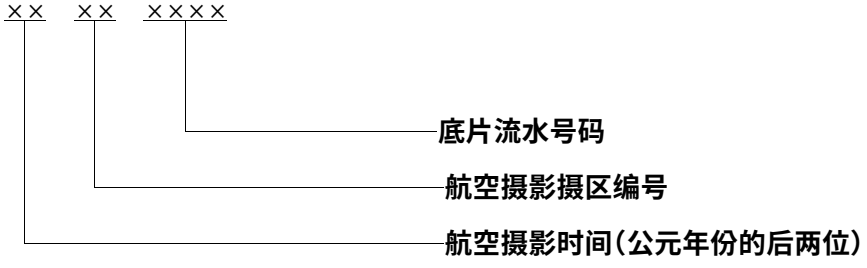
2.2　航空摄影产品　aerophotographic products

航空摄影获得的影像信息载体经专门的处理、加工后的成果。一般包括航空摄影底片、像片、像片索引图及索引图底片等。

3　航空摄影产品的注记

3.1　航空摄影底片的注记

3.1.1　底片号码构成格式



前四位号码构成摄区代号，后五位号码为底片流水号。

3.1.2　航空摄影底片编号工具

一般采用九位正等线体金属号码机；使用黑色绘图墨汁。

3.1.3　底片编号的原则及要求

3.1.3.1　航空摄影底片号码均为阿拉伯数字，字体大小为 4mm × 6mm，字列平行于底片边缘。

3.1.3.2　航空摄影底片号码同一摄区内不得出现重号。

3.1.3.3　航空摄影底片（含航线中的废片）号码应注每张底片的乳剂面上。

3.1.3.4　航空摄影底片号码的位置。当航线飞行方向为东（E）西（W）向时，号

码注在底片相应于实地的西北角上；当航线飞行方向为南（S）北（N）向时，号码注在底片相应于实地的东北角上；当航线飞行方向为其他方向时，号码应注在底片相应于实地近北或近东方向。

3.1.4　航空摄影底片卷注记的方法

一般采用在每卷航空摄影底片两端余片中注记。

3.1.5　航空摄影底片卷注记的内容

a. 底片卷号；

b. 航空摄影日期；

c. 航空摄影单位名称；

d. 摄区代号、分区编号；

e. 所在图幅图号；

f. 两端底片流水号码；

g. 底片总片数；

h. 底片密度：D_0（灰雾密度）、D_{max}（最大密度）、△D（密度差）、γ（反差系数）；

i. 检定后航空摄影仪主距 f_k'。

3.2　航空摄影底片卷卡片的注记

3.2.1　每卷航空摄影底片均应附有底片卷卡片，一式两份，一份放在底片内包装中，一份粘贴在底片包装筒上。

3.2.2　底片卷卡片的注记内容

a. 底片卷号；

b. 航空摄影日期；

c. 摄区代号；

d. 分区编号；

e. 两端底片流水号码；

f. 底片总片数。

3.3　航空摄影像片袋（盒）卡片的注记

3.3.1　按摄区、分区或图幅分别包装的航空摄影像片均应在袋（盒）内外附有相同注记内容的卡片。

3.3.2　像片袋（盒）卡片注记内容

a. 摄区代号；

b. 分区编号；

c. 图幅名称；

d. 航线条数及两端底片流水号码；

e. 总片数；

f. 航空摄影单位名称。

3.4　航空摄影像片索引图的注记

3.4.1　航空摄影像片索引图系指按摄区、分区或图幅范围来编缩的摄影航线图。

3.4.2　像片索引图注记内容

a.　图幅名称或摄区代号、分区编号、航段编号；

b.　航空摄影单位；

c.　航空摄影年份；

d.　航空摄影比例尺；

e.　河流、湖泊名称；

f.　主要城镇名称。

3.4.3　像片索引图注记格式和要求见附录 A（补充件）。

3.5　航空摄影摄区略图的注记

3.5.1　航空摄影摄区略图系指在航空摄影实施前编绘的航空摄影要素图。一般供航空摄影任务申请、组织实施过程和成果资料验收时使用。

3.5.2　摄区略图注记内容

a.　摄区代号；

b.　分区编号；

c.　摄区经纬度；

d.　重要城镇；

e.　国界及禁飞范围；

f.　面积；

g.　绝对航高；

h.　说明。

3.5.3　摄区略图编绘格式及要求见附录 B（补充件）。

4　航空摄影产品的包装

4.1　航空摄影底片的包装

4.1.1　内包装。以底片乳剂面向内卷成一卷，松紧适度（底片卷中心孔直径不小于 30mm），然后在外边用白色防潮纸包卷，将底片卷卡片附内。

4.1.2　中包装。将包卷好的底片卷装在金属（或硬塑料）筒内，以防挤压和隔湿防潮。筒外壁贴上卡片，内容同内包装底卷片卷卡片。

4.1.3　外包装。航空摄影单位应提供可运输用的木箱或硬纸箱，一般以六筒（或四筒）底片装一箱为宜。装中包装好的底片依次放入箱内，间隙部位用干燥、清洁的充填物塞满。箱体外部注明“小心轻放”、“防潮防晒”等标志。注明发运地点、收货地址及单位名称等内容。包装箱规格及式样如图 1、图 2 所示。

4.2　航空摄影像片的包装

4.2.1　内包装。一般采用航空摄影像片袋包装，可按测区、分区或图幅分开包装。航摄影片袋式样如图 3 所示。

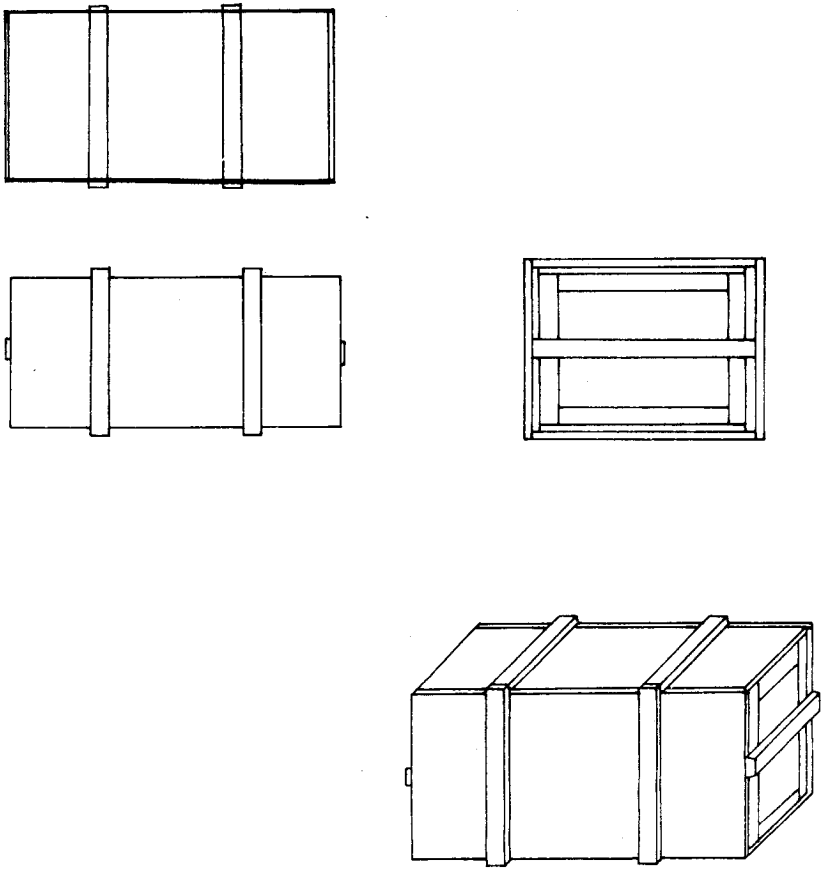
4.2.2　外包装。将航空摄影像片袋依次装入像片包装箱内。箱外应有“防潮防晒”

标志，注明发运地点、收货地址及单位名称等内容。包装箱式样如图 4 所示。

4.3　航空摄影像片索引图及索引图底片的包装

4.3.1　一般可采用像册式包装方法。每幅像片索引图应装入套塑硬夹内，按摄区或分区装订成册；像片索引图底片应装入套塑硬夹内，按摄区或分区装订成册。封面插卡片，在卡片上注明航空摄影地区名称、摄区代号、分区编号、航空摄影年份、航空摄影单位名称及像片索引图数量。

4.3.2　像片索引图及底片包装式样如图 5。

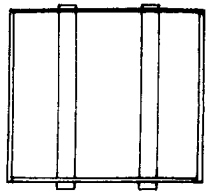


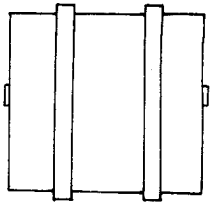
制作材料：厚 15mm 的木板、长 70mm 的铁钉

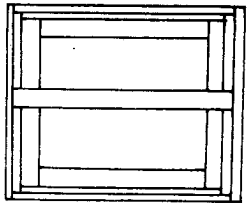
航空摄影底片包装箱规格　单位：mm

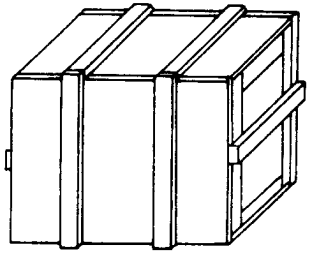
	内径	外径	提手把
长	520 ± 10	580 ± 10	390 ± 10
宽	360 ± 10	390 ± 10	50 ± 10
高	300 ± 10	345 ± 10	

图 1　六筒装航空摄影底片包装箱示意图







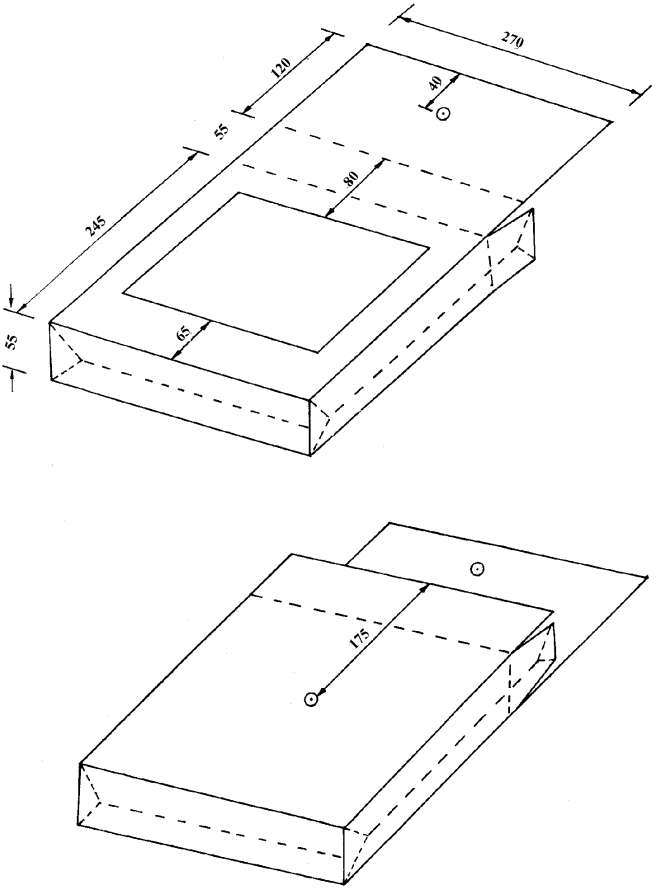


制作材料：厚 15mm 的木板、长 70mm 的铁钉

航空摄影底片包装箱规格　单位：mm

	内径	外径	提手把
长	390 ± 10	420 ± 10	390 ± 10
宽	360 ± 10	390 ± 10	50 ± 10
高	300 ± 10	345 ± 10	

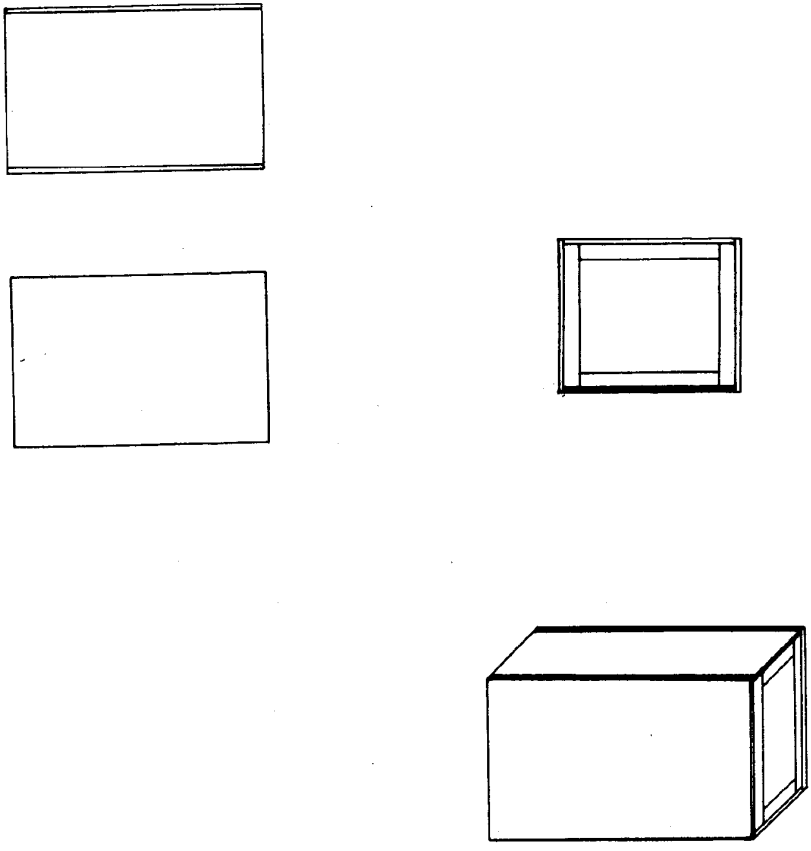
图 2　四筒装航空摄影底片包装箱示意图



制作材料：厚牛皮纸

航空摄影像片包装袋规格如图　单位：mm

图 3　航空摄影像片包装袋示意图

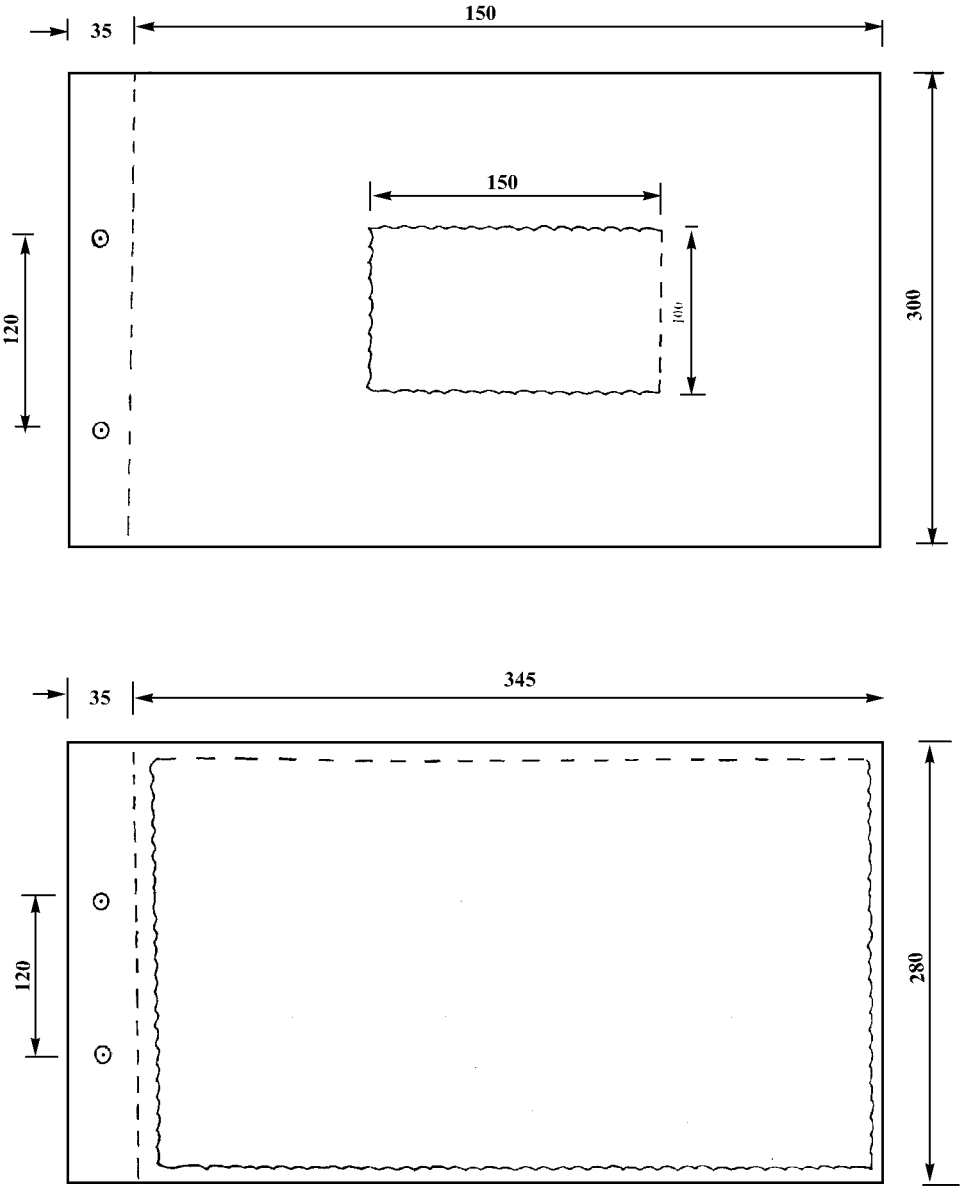


制作材料：厚 15mm 的木板、长 70mm 的铁钉

航空摄影像片包装箱规格　单位：mm

	内径	外径
长	520 ± 10	580 ± 10
宽	320 ± 10	350 ± 10
高	315 ± 10	345 ± 10

图 4　航空摄影像片包装箱示意图



制作材料：套塑硬夹、厚塑料薄膜

航空摄影像片索引图及底片包装规格　单位：mm

图 5　航空摄影像片索引图及底片包装示意图

附录 A　航空摄影像片索引图注记格式和要求（补充件）

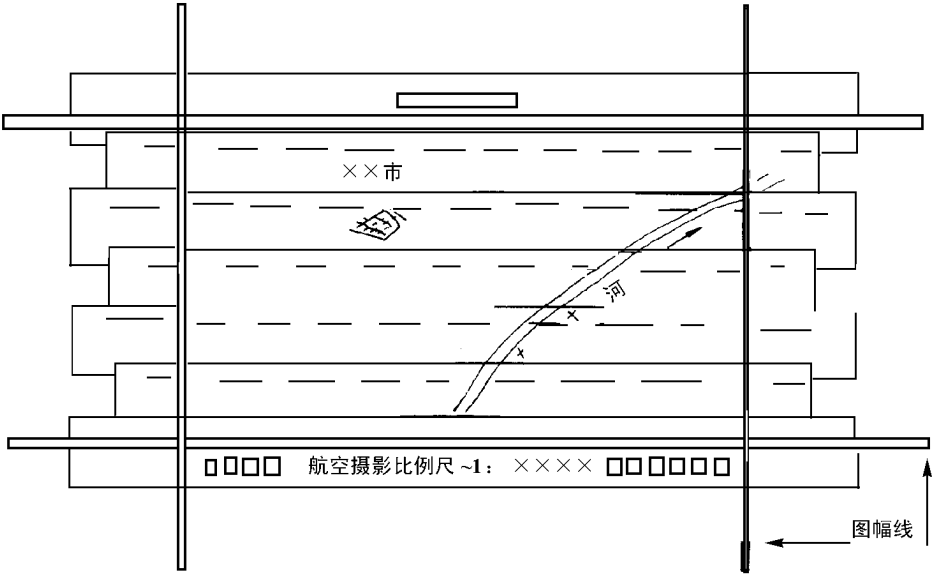


图 A1

A1　航空摄影像片索引图注记格式（如图 A1 所示）

A2　航空摄影像片索引图注记要求

A2.1　图幅名称大小一般为 20mm（宽）× 100mm（长），字体大小为 10mm × 10mm 采用等线体，注记在上图幅线的中央部位。

A2.2　航空摄影年份、航空摄影比例尺、制作单位分别注记在下图幅线的左下角、中部、右下角，字体大小为 8mm × 8mm，采用等线体。

A2.3　城镇名称注记在图上城镇的上部，字大小、字体同 A2.2 规定。

A2.4　河流名称注记沿河流中部，注明流向，字体及大小同 A2.2 规定；湖泊名称注记在图上湖泊的中部，字体及大小同 A2.2 规定。

附录 B　航空摄影摄区略图编绘格式及要求（补充件）

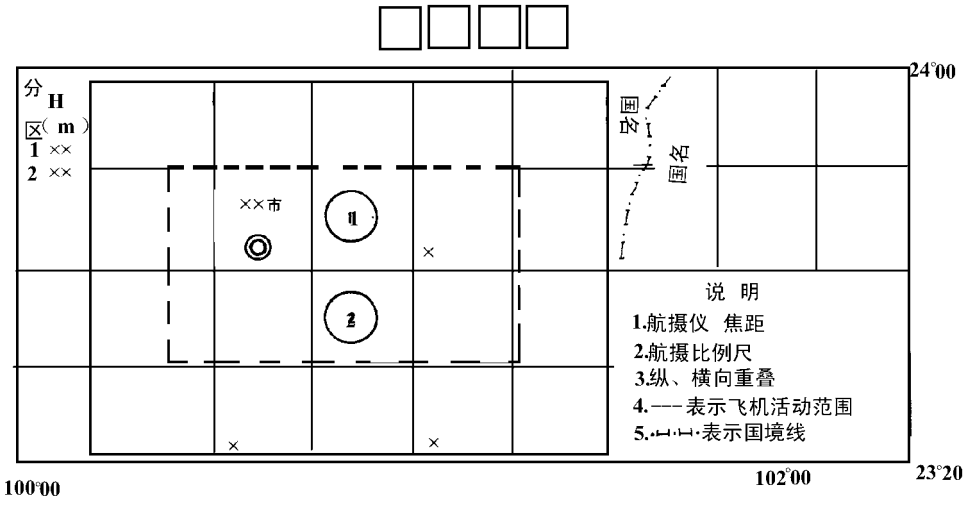


图 B1

B1　航空摄影摄区略图编绘格式（如图 B1 所示）

B2　航空摄影摄区略图注记要求

B2.1　国内注记文字一般为等线体，字体大小可根据需要定。

B2.2　经纬度数字分别注记在图的下部和右边，逐图幅和隔图幅注记均可。用等线体阿拉伯数字表明。

B2.3　城镇名称注在相应图幅内，省会用◎双圆表示，其他城市用○单圆圈表示。

B2.4　国界两侧分别注记相应国家名称。

B2.5　国内分区号码注在分区的中央。

B2.6　面积表填写相应纬度上的成图图幅面积，不需要时可以不表示出来。

B2.7　航空摄影摄区略图内一般应有“说明”部分。在“说明”中可根据需要表示出航空摄影仪类型及焦距、航线敷设方法等。