

UDC

中华人民共和国国家标准

GB

P

GB 50167—92

工程摄影测量规范

Code for engineering photogrammetry

1992—11—05 发布

1993—05—01 实施

国家技术监督局
中华人民共和国建设部

联合发布

中华人民共和国国家标准

工程摄影测量规范

GB 50167-92

主编部门：中国有色金属工业总公司

批准部门：中华人民共和国建设部

施行日期：1993年5月1日



关于发布国家标准 《工程摄影测量规范》的通知

建标〔1992〕808号

根据国家计委计综〔1986〕2630号文的要求，由中国有色金属工业总公司会同有关部门共同制订的《工程摄影测量规范》，已经有关部门会审，现批准《工程摄影测量规范》GB50167-92为强制性国家标准，自1993年5月1日起施行。

本标准由中国有色金属工业总公司负责管理，具体解释等工作由中国有色金属工业总公司西安勘察院负责，出版发行由建设部标准定额研究所负责组织。

中华人民共和国建设部

1992年11月5日

编 制 说 明

根据国家计委计综〔1986〕2630号文的要求，由中国有色金属工业总公司西安勘察院负责主编，会同煤田航测遥感公司、国家地震局武汉地震研究所、中国有色金属工业总公司昆明勘察院、冶金工业部勘察研究总院、冶金工业部宁波勘察研究院、铁道部专业设计院、能源部西北电力设计院等单位共同组成《工程摄影测量规范》编制组。编制组经过两年多的调研和必要的科学试验，在总结实践经验、吸收国内外工程摄影测量科研成果和先进技术的基础上，并广泛地征求了全国勘察、设计、生产、科研和教学等单位的意见，制订了本规范，最后经审查定稿。

本规范共分七章十一个附录。结合我国国情，本着实用可行、技术先进、经济合理、安全适用、确保质量的原则，凡可能在全国统一的工程摄影测量的共性内容，规范均作了相应规定。

在编制本规范过程中，曾得到全国各有关单位和同行的大力支持、合作，在此谨表诚挚的感谢！并请各有关单位在执行本规范过程中，注意总结经验，如发现需要修改和补充之处，请将意见及有关资料寄交中国有色金属工业总公司西安勘察院，以便今后修订时参考。

中国有色金属工业总公司

1992年10月

目 录

主要符号	(1)
第一章 总 则	(3)
第二章 控制测量	(4)
第一节 一般规定	(4)
第二节 平面控制测量	(4)
第三节 高程控制测量	(8)
第三章 航空摄影测量	(11)
第一节 一般规定	(11)
第二节 地面标志的布设与航空摄影的要求	(13)
第三节 像控点的布设与施测	(15)
(I) 像控点的布设	(15)
(II) 像控点的选刺和控制片的整饰	(21)
(III) 像控点的联测	(22)
第四节 像片调绘	(25)
第五节 综合法测图	(25)
第六节 摄影处理	(27)
(I) 晒 印	(27)
(II) 复 照	(28)
(III) 植 字	(28)
第七节 解析空中三角测量	(28)
(I) 密点的精度	(28)
(II) 转点、选点与量测	(29)
(III) 加密点计算与成果分析	(32)
(IV) 联机解析空中三角测量	(35)
第八节 像片平面图	(37)
(I) 一般规定	(37)

(Ⅱ)	纠正像片图的制作	(37)
(Ⅲ)	正射影像图的制作	(38)
第九节	立体测图	(41)
(Ⅰ)	模拟测图仪测图	(41)
(Ⅱ)	解析测图仪测图	(42)
(Ⅲ)	数字化测图及数控绘图	(43)
第十节	资料提交与检查验收	(44)
(Ⅰ)	资料提交	(44)
(Ⅱ)	检查验收	(45)
第四章	地面摄影测量	(47)
第一节	一般规定	(47)
第二节	摄影站及像控点的布设	(47)
第三节	地面摄影及摄影处理	(49)
第四节	调 绘	(49)
第五节	测 图	(50)
第五章	数字地面模型	(52)
第一节	一般规定	(52)
第二节	数据获取	(52)
第三节	数据编辑	(53)
第四节	数据处理	(54)
第六章	非地形摄影测量	(57)
第一节	一般规定	(57)
第二节	物方控制	(58)
第三节	摄影机检校及其物镜前节点坐标的计算	(60)
第四节	数据获取	(61)
第五节	数据处理	(62)
(Ⅰ)	模拟法	(62)
(Ⅱ)	解析法	(64)
(Ⅲ)	模拟解析法	(66)
(Ⅳ)	纠正法	(66)
第六节	特殊摄影测量	(67)

第七章 工程遥感	(69)
第一节 一般规定	(69)
第二节 航空遥感飞行与地物波谱测量	(70)
第三节 工程遥感的图像处理	(72)
(I) 光学图像处理	(72)
(II) 计算机数字图像处理	(72)
第四节 遥感图像的解译	(75)
第五节 遥感制图、工程信息系统和数据库	(76)
附录一 地面标志的形状和尺寸	(77)
附录二 航线网布点航线段端点间的基线数	(78)
附录三 控制片的整饰格式	(80)
附录四 像片调绘	(82)
附录五 数字地面模型数据点格网管理模式	(85)
附录六 非地形摄影测量人工标志的形状	(87)
附录七 非地形摄影测量的精度估算	(88)
附录八 数据处理解法	(89)
附录九 样品发射率野外简易测定方法	(92)
附录十 陆地卫星各传感器的波段性能简表	(93)
附录十一 本规范用词说明	(94)
附加说明	(95)

主 要 符 号

- B ——投影基线长度 (m);
- b ——像片基线长度 (mm);
- D ——电磁波测距边长度 (m);
- D_x ——格网边长 (m);
- $\triangle D$ ——断面间隔、采样间隔 (m);
- E ——曝光量显示值;
- f ——摄影机焦距或主距 (mm);
- G_w ——灰楔安置值;
- H ——摄影相对航高 (m);
- H_p ——平均相对航高 (m);
- H_d ——等高距 (m);
- $\triangle H$ ——等值距 (m);
- $\triangle h$ ——高差闭合差、距纠正面的高差 (m);
- K ——经验常数、测图放大系数;
- L ——水准线路长度 (m);
- M ——测图比例尺分母;
- M_m ——模型比例尺分母;
- m_k ——摄影像片比例尺分母;
- m_g ——公共点中误差 (m);
- m_{ko} ——控制点中误差 (m);
- n ——测站数、测距边数、地形检查点数;
- R ——底图上纠正点至图上底点的辐射距离 (mm);
- r ——辐射中心至最远纠正点或地物点至像底点、像主点的辐射距离 (mm);

- W ——扫描缝隙长度 (mm);
 Y ——摄影纵距 (m);
 Z ——投影中心至模型点的高度 (mm);
 δ_h ——投影差改正值 (mm);
——交向角 ($^{\circ}$);
 \varnothing ——摄影偏角 ($^{\circ}$);
 ω ——摄影倾角 ($^{\circ}$);
 \triangle ——多余控制点不符值。

第一章 总 则

第1·0·1条 为了统一工程摄影测量的技术要求,及时准确地为工程建设提供正确的摄影测量资料,保证成果、成图的质量符合各个测绘阶段的要求,以适应工程建设发展的需要,制订本规范。

第1·0·2条 本规范适用于城镇、工矿企业、交通运输、能源等各类工程建设的勘察、设计和施工,以及生产(运营)阶段通用性摄影测量。其内容包括:控制测量、1:500~1:5000比例尺地形图的航空和地面摄影测量、数字地面模型、非地形摄影测量和工程遥感。

第1·0·3条 工程摄影测量作业前,应了解工程的要求,进行现场踏勘,并应收集、分析和利用已有合格资料,制定经济合理的测量方案,编写技术设计书或纲要;作业中应加强工序质量检查;作业后应进行检查验收,编写技术报告或说明书。

第1·0·4条 摄影测量内、外业仪器的光、机、电性能必须进行检校。

第1·0·5条 工程摄影测量作业除应按本规范执行外,尚应符合国家现行有关标准规范的规定。

第二章 控制测量

第一节 一般规定

第 2.1.1 条 平面控制网和高程控制网布设的等级和精度，应根据测量的用途、目的和服务对象确定。

第 2.1.2 条 一个测区或一种摄影目标，应采用同一平面坐标系统和高程系统。其系统的选择应符合下列规定：

一、当投影长度变形小于 2.5cm/km 时，应采用国家统一的高斯正形投影 3° 带平面直角坐标系统；

二、当投影长度变形大于 2.5cm/km 时，应采用高斯正形投影任意带平面直角坐标系统，投影面可采用 1985 国家高程基准或测区平均高程；

三、小测区可采用简易方法定向的独立坐标系统；

四、非地形摄影测量，平面坐标可采用独立坐标系统；

五、高程系统可采用 1985 国家高程基准或假设高程。

第 2.1.3 条 控制测量标志、标石的埋设规格，应按现行国家标准《工程测量规范》的规定执行。

第二节 平面控制测量

第 2.2.1 条 平面控制测量可采用三角测量、导线测量、三边测量、全球卫星定位系统 (GPS) 等方法；对某些特殊工程，可采用边角网测量的方法。

第 2.2.2 条 平面控制测量等级的划分及适用范围，应符合表 2.2.2 的规定。

平面控制测量等级的划分及适用范围

表 2·2·2

项 目 等 级	相邻控制点间 相对中误差	适 用 范 围
一 等	$\leq 1/250000$	首级控制网；城市及工测基本控制网；变形监测网；特种精密工程；其他科学研究
二 等	$\leq 1/120000$	首级控制网的加密；城市及工测基本控制网；变形监测网；重要建筑场地的滑坡监测网
三 等	$\leq 1/70000$	控制网的加密；比例尺小于 1 : 5000 航测成图的基础控制；一般性的变形测量及滑坡监测网
四 等	$\leq 1/40000$	控制网的加密；比例尺大于 1 : 5000 航测成图的基础控制；精度要求较低的变形测量及滑坡监测网
一 级	$\leq 1/20000$	一般控制网的加密；地区性独立控制；比例尺大于 1 : 2000 航测成图的基础控制
二 级	$\leq 1/10000$	一般控制网的加密；地区性独立控制

第 2·2·3 条 平面控制测量主要技术要求应符合下列规定：

一、三角测量主要技术要求应符合表 2·2·3-1 的规定。

三角测量主要技术要求

表 2·2·3-1

项 目 等 级	平 均 边 长 (km)	仪 器 型 号	测 回 数	同 一 方 向 各 测 回 较 差 (")	三 角 形 最 大 闭 合 差 (")	测 角 中 误 差 (")
一 等	25; 变形监测网 ≤ 0.4	DJ ₁	12~16	6	2.5	0.7
二 等	9; 变形监测网 ≤ 0.4	DJ ₁	9~12	6	3.5	1
三 等	4.5; 变形监测网 ≤ 0.4	DJ ₁	6	6	7	1.8
		DJ ₂	9	9		
四 等	2; 变形监测网 ≤ 0.4	DJ ₁	4	6	9	2.5
		DJ ₂	6	9		

续表 2·2·3-1

项 等 级	平均边长 (km)	仪器 型号	测回数	同一方向 各测回较 差 (")	三角形 最大闭合差 (")	测 角 中误差 (")
一 级	1	DJ ₂	2	12	15	5
		DJ ₆	4	24		
二 级	0.5	DJ ₂	1	12	30	10
		DJ ₆	2	24		

注：本规范表格、公式、条文中的中误差、闭合差、限差及较差前均有正、负号。

二、导线测量主要技术要求应符合表 2·2·3-2 的规定。

导线测量主要技术要求

表 2·2·3-2

项 等 级	平均 边长 (km)	仪器 型号	测 回 数	同一方 向各测 回较差 (")	测距相对 中误差	测距的总 测回数		方位角 闭合差 (")	导线相对 中 误 差
							往返观测 不同时间 段观测		
三等	3	DJ ₁	6	6	$\leq 1/150000$	6~8	1	$3.6 \sqrt{n}$	$\leq 1/55000$
		DJ ₂	10	9			2		
四等	1.5	DJ ₁	4	6	$\leq 1/80000$	4~8	1	$5 \sqrt{n}$	$\leq 1/35000$
		DJ ₂	6	9			2		
一级	0.5	DJ ₂	2	12	$\leq 1/30000$	2~4		$10 \sqrt{n}$	$\leq 1/15000$
		DJ ₆	4	24			1		
二级	0.25	DJ ₂	1	12	$\leq 1/14000$	2		$16 \sqrt{n}$	$\leq 1/10000$
		DJ ₆	3	24			1		

注：①往返观测和不同时间段观测形式，可采用任一种；

② n 为测站数。

三、三边测量主要技术要求应符合表 2·2·3-3 的规定。

三边测量主要技术要求

表 2·2·3-3

项 等 级	平 均 边 长 (km)	三角形内 最小角度 (°)	测距相对 中 误差	测距的 总 测 回 数	往 返 观 测	不 同 时 间 段 观 测	相 邻 点 间 相 对 中 误 差
二 等	9; 变形监测 网 ≤ 0.4	25	$\leq 1/250000$	6~8	1	2	$\leq 1/120000$
三 等	5; 变形监测 网 ≤ 0.4	25	$\leq 1/150000$	6~8	1	2	$\leq 1/70000$
四 等	2; 变形监测 网 ≤ 0.4	25	$\leq 1/100000$	4~6	1	2	$\leq 1/40000$
一 级	1	25	$\leq 1/40000$	2~4		1	$\leq 1/20000$
二 级	0.5	25	$\leq 1/20000$	2~4		1	$\leq 1/10000$

四、平面控制测量采用全球卫星定位系统 (GPS) 时, 其相邻点间相对中误差不应低于同等级三边测量的精度要求。

第 2·2·4 条 当符合下列条件之一时, 平面控制点应进行强制归心, 控制点应采用混凝土观测墩; 照准目标应采用上下同心的金属觇标。

一、二等以上的边长小于 3km;

二、三等边长小于 2km;

三、四等边长小于 1km。

第 2·2·5 条 航测成图时, 1 : 5000 测图的平面控制点, 宜按三等或四等布设; 1 : 500、1 : 1000、1 : 2000 测图的平面控制点, 宜按一级三角或一级导线布设。

第 2·2·6 条 非地形摄影测量的物方控制精度要求和适用范围, 应按本规范表 2·2·2 的规定执行。

第 2.2.7 条 摄影测量的数据处理宜与非摄影测量数据进行联合平差。

第三节 高程控制测量

第 2.3.1 条 高程控制测量可采用水准测量和电磁波测距三角高程测量。

第 2.3.2 条 水准测量等级的划分及适用范围，应符合表 2.3.2 的规定。

水准测量等级的划分及适用范围		表 2.3.2
项 目 等 级	每千米的高 差全中误 差 (mm)	适 用 范 围
一 等	1.0	首级高程控制网；大型工程勘察、施工；特 种精密工程
二 等	2.0	高程控制的加密；大型工程勘察、施工；非 地形摄影的变形测量；场地滑坡监测
三 等	6.0	高程控制的加密；中型工程勘察、施工；摄 影测量的基础控制
四 等	10.0	高程控制的加密；小型工程勘察、施工；摄 影测量的基础控制

第 2.3.3 条 水准测量的主要技术要求，应符合表 2.3.3 的规定。

水准测量的主要技术要求

项 目 等 级	线路长度 (km)		沿 线 水 准点间距 (km)	仪 器 工 具	观 测 次 数	视 线 最 大 长 度 (m)	
	航 空 摄 影 测 量	非地形 摄影 测 量					
一 等	>400	≤0.5	—	S ₀₅ 型 因瓦水准尺	往返各 一次	30	
二 等	≤400	≤0.5	1~3	S ₁ 型 因瓦水准尺	往返各 一次	50	
三 等	≤50	≤0.5	≤3	S ₁ 型 因瓦水准尺	往一次	75	
			≤3	S ₃ 型 双面水准尺	往返各一次	100	
四 等	≤16		≤3	S ₂ 型 双面水准尺	往一次	100	

注：①城镇、工矿区三、四等水准，其沿线的水准点间距应小于 1km；

②L 为线路长度 (km)

第2.3.4条 电磁波测距三角高程测量应符合下列规定：

一、相当于四等水准测量的电磁波测距三角高程的边数不应超过6条，每条边长不应超过1km；

二、垂直角观测采用DJ₁型仪器中丝法3测回测定，较差不应超过7″；

三、对向观测的高差较差不应超过 $40\sqrt{D}$ (mm)；附和或环形闭合差不应超过 $20\sqrt{\sum D}$ (mm)。

注：D为测距边的长度(m)。

第2.3.5条 航测成图时像控点的点位联测和高程联测，可按本规范第三章第三节的规定执行。

第2.3.6条 平面控制测量和高程控制测量的各项限差检核与精度评定，可按国家现行标准《工程测量规范》的规定执行。

第三章 航空摄影测量

第一节 一般规定

第 3.1.1 条 航测地形图地形类别的划分应根据地面倾角 (α) 确定, 并应符合下列规定:

平 地	$\alpha < 3^\circ$
丘陵地	$3^\circ \leq \alpha < 10^\circ$
山 地	$10^\circ \leq \alpha < 25^\circ$
高山地	$\alpha \geq 25^\circ$

第 3.1.2 条 航测地形图的基本等高距应符合表 3.1.2 的规定。

地形图的基本等高距(m)

表 3.1.2

地 形 类 别 \ 比 例 尺	1 : 500	1 : 1000	1 : 2000	1 : 5000
平 地	0.5	0.5	1.0	2.0
丘 陵 地	0.5	1.0	2.0	5.0
山 地	1.0	1.0	2.0	5.0
高 山 地	1.0	2.0	2.0	5.0

注: 根据工程需要, 丘陵地 1 : 5000 比例尺的航测地形图亦可采用 2m 的基本等高距。

第 3.1.3 条 地形图的分幅宜采用正方形或矩形; 图幅的内图廓尺寸: 对于 1 : 500、1 : 1000、1 : 2000 宜为 50cm×50cm 或 40cm×50cm; 对于 1 : 5000 宜为 40cm×40cm。

图幅编号宜采用图幅西南角坐标的千米数表示。小测区亦可采用顺序编号。

第 3.1.4 条 图廓格网线绘制和控制点的展点限差,不应大于表 3.1.4 的规定。

图廓格网线绘制和控制点的展点限差 表 3.1.4

项 目	限 差 (mm)
方格网与理论长度之差	0.15
图廓格网的对角线与理论长度之差	0.20
控制点的展点误差	0.15
图上控制点间的长度与坐标反算长度之差	0.20

第 3.1.5 条 绘图材料应进行预热处理,其伸缩率应小于 2/10000。

第 3.1.6 条 航测成图时,图上地物点的点位中误差和等高线的高程中误差,不应大于表 3.1.6 的规定。

图上地物点的点位中误差和等高线的高程中误差 表 3.1.6

地形类别	图上地物点的点位中误差 (mm)	等高线的高程中误差 (m)
平地、丘陵地	0.6	$\frac{1}{2}H_d$
山地、高山地	0.8	$1H_d$

- 注: ① H_d 为等高距 (m);
- ②当立体测图时,平地、丘陵地 1:500、1:1000 地形图等高线的高程中误差,可按表中规定放宽为 $2/3H_d$;
- ③森林、植被覆盖的隐蔽地区,沙漠、沼泽等困难地区,可按摄影测量要求另行规定。

第 3.1.7 条 航测成图的方法宜采用模拟测图仪测图、解析测图仪测图以及数字化测图;平地可采用像片平面图测图。

第 3.1.8 条 航空摄影像片比例尺和摄影相对航高的选择,应符合表 3.1.8 的规定。

航空摄影像片比例尺和摄影相对航高

表 3.1.8

地形类别 选择 测图 比例 尺 内 容	平地、丘陵地		山地、高山地	
	摄影像片 比例尺	摄影相对航高 (m)	摄影像片 比例尺	摄影相对航高 (m)
1 : 500	1 : 3000~1 : 4000	<700	1 : 4000~1 : 5000	<800
1 : 1000	1 : 4000~1 : 6000	<800	1 : 4000~1 : 8000	<900
1 : 2000	1 : 6000~1 : 10000	<1200	1 : 8000~1 : 12000	<1500
1 : 5000	1 : 10000~1 : 20000	<2000	1 : 15000~1 : 30000	<3000

第 3.1.9 条 地形图图式，应按现行国家标准《1 : 500、1 : 1000、1 : 2000 地形图图式》和《1 : 5000、1 : 10000 地形图图式》的规定执行。

第 3.1.10 条 对航测的成果、成图均应进行检查。城镇区、工矿区的成图应采用外业方法检测；一般地区的成图，宜进行外业对照或检测。

第二节 地面标志的布设与航空摄影的要求

第 3.2.1 条 航空摄影前应根据工程需要做好航摄技术方案设片，选好航摄季节。

第 3.2.2 条 地面标志的布设应符合下列规定：

一、地面标志的位置，应按飞行航线和像控点的布设方案确定，地面标志点宜利用已有的三角点；

二、地面目标较多的地区，宜采用圆型标志，标志点的布置应便于联测，易于判读；

三、地物目标不易寻找的地区，宜采用三翼标志或十字形标志；

四、城镇、工矿区和隐蔽区地面标志的对空视角不应小于 45°；

五、地面标志的形状和尺寸可按本规范附录一选用。

第 3·2·3 条 地面标志的颜色和材料应符合下列规定：

- 一、标志的颜色应使其与周围地面的反差为最大；
- 二、标志的材料应因地制宜，并根据色调、价格、携带方便、附着力强等因素确定。

第 3·2·4 条 航摄飞行质量应符合下列规定：

- 一、航摄像片的倾角不宜大于 2° ，个别像片最大不应大于 4° 。
- 二、航摄的旋偏角不应大于表 3·2·4 的规定。

航摄的旋偏角

表 3·2·4

摄影像片比例尺	$>1:4000$	$1:4000\sim 1:8000$	$<1:8000$
航摄的旋偏角	12°	10°	8°

注：摄影相对航高小于 700m 时，个别像片的旋偏角可稍放大。

三、航线弯曲不应大于其航线长度的 3%。

四、同一航线上相邻像片的航高差不应大于 20m，同一航线上像片的最大航高与最小航高之差不应大于 30m。摄影分区内实际航高与设计航高之差不应大于 50m；当航高大于 1000m 时，实际航高与设计航高之差不应大于设计航高的 5%。

五、像片航向重叠宜为 60%，并不应小于 53%；像片的旁向重叠宜为 30%，并不应小于 15%；摄影区内不应有绝对漏洞。

第 3·2·5 条 摄影质量应符合下列规定：

一、用目视法检查底片时，应影像清晰，层次丰富，反差适中，色调正常；能辨认与摄影比例尺相适应的细小地物的影像。

二、光学框标影像必须清晰、齐全；其密度应与像幅内地面上大部分明亮地物影像的密度一致。

三、航摄底片不应有明显的阴影、云影、划痕、静电斑痕、折伤、脱胶、砂粒等缺陷。

四、航摄底片的不均匀变形不应大于 3/10000。

五、航摄底片的压平误差应采用立体坐标量测仪检查。检查时应测定标准配置点和至少 9 个检查点的坐标和视差，并应按 6 点法相对定向进行解析计算，输出的结果中检查点的上下视差残差不应大于 0.02mm。

六、底片的蒙翳值不应大于 0.2；对光亮较小的地物最大密度宜为 1.4；对光亮较大的地物最大密度宜为 1.8；地物最大密度之差不应大于 1.4；最小密度之差不应小于 0.6。

第 3.2.6 条 航摄成果的检查验收应符合下列规定：

一、航摄单位应对摄区的航摄底片、像片、像片索引图、各类记录数据及表格、成果资料，逐项进行检查并填写记录；

二、测绘单位应查阅有关摄区的飞行设计表、报告表、摄影机鉴定资料、冲洗记录表和检查记录手簿，并对全部成果资料进行验收；

三、检查验收可采用目视检查法、数据测定法和样片比较法相结合进行。

第三节 像控点的布设与施测

(I) 像控点的布设

第 3.3.1 条 像控点在像片上的位置应符合下列规定：

一、像控点应布设在航向 3 片重叠范围内，当相邻航线公用时，应布设在航向及旁向 6 片或 5 片重叠范围内。

二、像控点应选在旁向重叠中线附近，离开方位线的距离，当像幅为 18cm×18cm 时，不应小于 3cm；当像幅为 23cm×23cm 时，不应小于 4.5cm。当旁向重叠过大，不能满足上述要求时，上下航线应分别布点。

三、当旁向重叠过小，像控点在相邻航线不能公用时，应分别布点，此时控制范围在像片上所裂开的垂直距离不应大于 1cm，当条件受限制时不应大于 2cm。

四、像控点距像片边缘的距离：当像幅为 18cm×18cm 时，

应大于 1cm；当像幅为 23cm×23cm 时，应大于 1.5cm。点位距像片上各类标志的距离应大于 1cm。

第 3.3.2 条 位于自由图边、待成图边接边处的像控点，应布设在图廓线外或确保测图不受影响。

第 3.3.3 条 像控点全野外布点应符合下列规定：

一、采用综合法全野外布点时，每隔号像片测绘面积的四个角上应各布设 1 个平高点，像主点附近增设 1 个平高检查点（见图 3.3.3-1）；

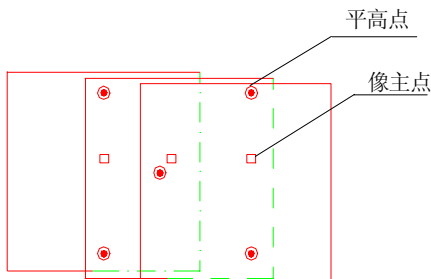


图 3.3.3-1 综合法全野外布点

二、采用全能法全野外布点时，每个立体像对测绘面积的四角，应各布设 1 个平高点（见图 3.3.3-2）；

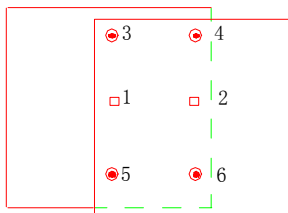


图 3.3.3-2 全能法全野外布点

1、2——像主点；3、4、5、6——平高点

当测图放大系数大于 4 倍时，应根据具体情况，增设图幅平面定向点。

第 3.3.4 条 航线网布点应符合下列规定：

一、航线每分段布设 6 个平高点 (见图 3.3.4), 当航线段不超过规定长度的 $\frac{2}{3}$ 时, 中间一个点可为高程点, 自由图边一侧应为平高点。

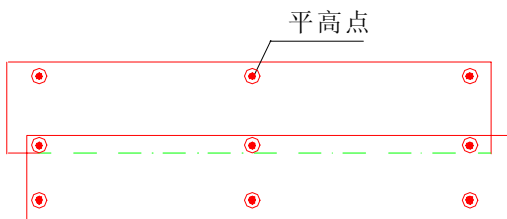


图 3.3.4 航线网布点

二、航线网布点航线段端点间的基线数, 应按本规范附录二选定。两端的上下两点宜选在通过像主点且垂直于方位线的直线上, 相互偏离不应超过 $\frac{1}{2}$ 条基线; 中央 1 对点宜选在两端控制点的中间, 左右偏离不应超过 1 条基线, 并避免上下两点同时往一侧偏离。

第 3.3.5 条 区域网布点应符合下列规定:

一、区域网内不应包括旋偏角过大、航摄比例尺相差过大和像片重叠不合要求的航线和像对; 并不应包括有大片云影、阴影、落水等影响内业加密构网连接的像对。

二、区域网内的航线数, 不宜多于 6 条; 其航线段端点间的基线数, 应与航线网布点相同。

三、平面区域网的布点应在区域的四周均匀布设 8 个平高点; 中央布设一个平高检查点 (见图 3.3.5-1)。

四、平高区域网布点, 除按平面区域网布设平高点外, 应在区域的两端和中间均匀布设 3 排高程点 (见图 3.3.5-2)。

当航线段端点间的基线数超出航线网布点的规定时, 可根据资料情况和精度要求, 在区域的周边布设 10 个平高点, 并在区域两端和中间布设 4 排或 5 排高程点 (见图 3.3.5-3)。

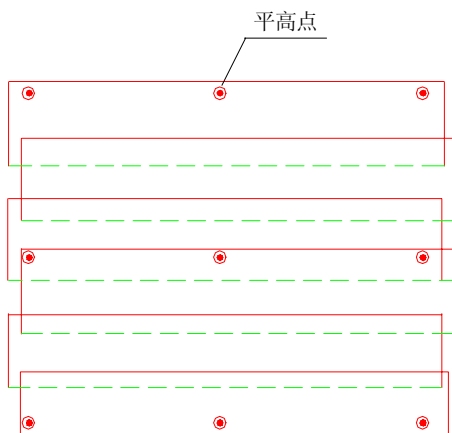


图 3.3.5-1 平面区域网布点

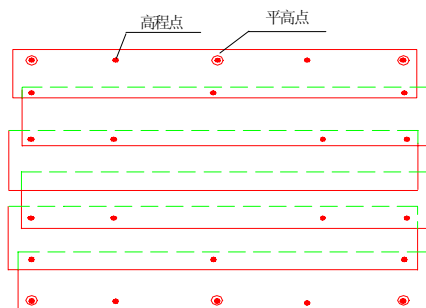


图 3.3.5-2 平高区域网布点之一

五、当区域网内航线数为奇数时，平面区域网或平高区域网中间航线的 3 个平高点应按品字形布点（见图 3.3.5-4）。

六、不规则区域网布点应在凸角处布平高点，凹角处布高程点。当凹凸角间超过 3 条基线时，凹角处也应布平高点（见图 3.3.5-5）。

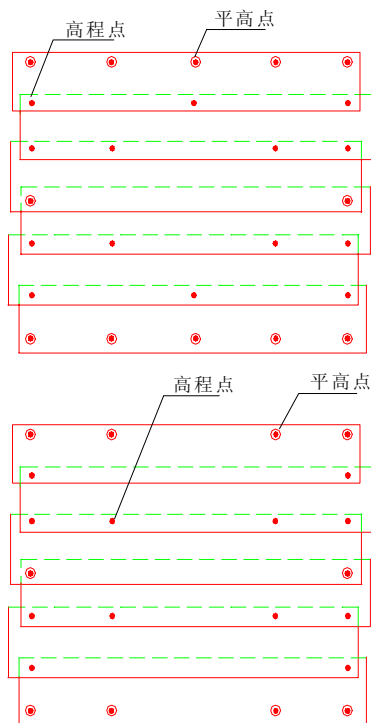


图 3.3.5-3 平高区域网布点之二

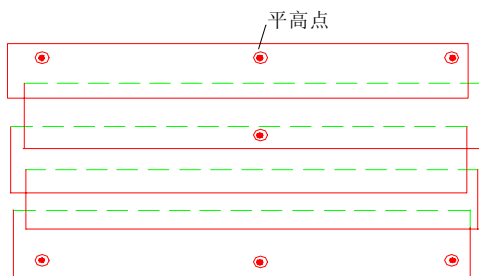


图 3.3.5-4 品字形布点

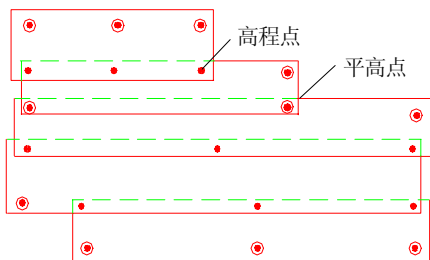


图 3.3.5-5 不规则区域网布点

七、区域网内出现个别补飞航线时，除按正常布点外，在补飞航线两端应各布 1 对平高点；当长度大于 $1/2$ 区域网航线段时，中间应加设 1 个高程点（见图 3.3.5-6）。

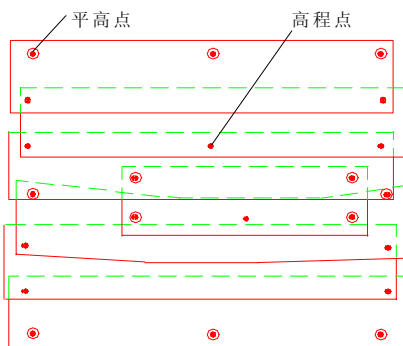


图 3.3.5-6 补航线布点

八、当区域网内航线数不超过 3 条时，可按半网布设 6 个平高点。

九、区域网布点，像控点的点位要求应与航线网布点相同，区域网内部相邻航线公用的控制点，离开方位线的距离可放宽。

第 3·3·6 条 特殊情况的布点应符合下列规定：

一、航区或摄影分区接合处的布点：航区或分区接合处像控点的布设应选在接合处两侧的航线的重叠范围内，邻区像控点宜公用；当不能公用时，应分别布点，控制范围在像片上裂开的垂直距离应小于 1.5cm ，困难时不应大于 2cm 。

二、像片重叠不够时的布点：航向重叠小于 53% 的像对，应以漏洞为界分别布点；漏洞部分宜采用单张像片测图或野外补测。

像幅为 $18\text{cm} \times 18\text{cm}$ ，旁向重叠小于 12% 航线间的像片，或像幅为 $23\text{cm} \times 23\text{cm}$ ，旁向重叠小于 13% 航线间的像片，应分别布点；当重叠部分在 $1 \sim 2\text{cm}$ 之间，压平质量好，影像清晰，其范围内无重要地物时，除应分别布点外，在重叠部分还应加测 $2 \sim 3$ 个高程点；当上述条件不满足时，裂开部分需野外补测。

三、点位落水时的布点：当像幅为 $18\text{cm} \times 18\text{cm}$ ，像主点附近 2cm 或像幅为 $23\text{cm} \times 23\text{cm}$ ，像主点附近 3cm 内选不出明显目标或航向 3 片重叠范围内选不出连接点时，落水像对应采用全野外布设像控点。

当旁向标准点位落水，像幅为 $18\text{cm} \times 18\text{cm}$ ，离像主点 3cm 或像幅为 $23\text{cm} \times 23\text{cm}$ 离像主点 4cm 以外的航向 3 片重叠范围内选不出连接点时，落水像对应采用全野外布设像控点。

(Ⅱ) 像控点的选刺和控制片的整饰

第 3·3·7 条 像控点的选刺应符合下列要求：

一、像控点应选刺在 60° 至 90° 相交的固定地物交角、点状地物中心和高程不易变化的地面且各相邻像片上影像清晰，点位便于联测的目标点上；点位实地的辨认精度，对于 $1:500$ 、 $1:1000$ 比例尺成图，不应大于图上 0.2mm ；对于 $1:2000$ 、 $1:5000$ 比例尺成图，不应大于 0.15mm ；当刺点目标与位置不能兼顾时，应以目标为主。

二、刺点时必须刺透，刺点孔径与目标偏差均不应大于像片上

0.1mm；一人刺孔，应经另一人实地检查，并不得出现双孔；当摄影像片比例尺较小时，宜局部放大像片选刺像控点，点位选刺后应实地打桩，并在桩上标出点位中心。

三、当点位选在高出或低于地面的目标时，必须量注其比高，其值精确至 **0.1m**；在林区当点位刺在树冠上时，应调注摄影时的树高，其值精确至 **0.1m**。

四、区域网四角处的像控点，宜选刺点组。

五、所有等级三角点、水准点、导线点及其他埋石点宜刺出，并量注标志与地面的比高，其值应精确至 **1cm**；水准点的坐标联测精度应与像控点的联测精度相同。

第3.3.8条 控制片的整饰应符合下列规定：

一、控制片的刺点应在正面整饰，航线间公用像控点应在相邻航线基本片上转标，并应注出刺点航线号和像片号，当非同一摄影分区时，前面应加分区号；

二、控制片反面整饰必须在选点现场完成，刺点片的反面需加注简要的点位说明，并加绘点位略图或剖面图；当精度要求较高时，可对点位拍摄；点位说明和点位略图指示方位时，宜以像片号字头标定上、下、左、右，并使孔位、桩位、说明、略图相一致。

第3.3.9条 控制片的整饰格式应按本规范附录三执行。

(Ⅲ) 像控点的联测

第3.3.10条 航测成图时像控点相对于邻近等级控制点的点位中误差，平地、丘陵地不应大于图上 **0.1mm**；山地、高山地不应大于图上 **0.15mm**；像控点相对于邻近等级控制点的高程中误差不应大于等高距的 **1/10**。

第3.3.11条 像控点平面位置的联测应符合下列规定：

一、像控点的点位坐标可采用图根三角锁（网）、图根导线、交会、引点等方法确定；等级控制点按逐级扩展时，不宜超过两次附合。

二、像控点当采用图根三角测量和图根导线测量时，其主要技术要求应分别符合表 3.3.11-1 和表 3.3.11-2 的规定。

图根三角测量的主要技术要求					表 3.3.11-1
仪器 型号	测 角 中 误 差 ($''$)	锁 的 三 角 形 个 数	三 角 形 最 大 闭 合 差 ($''$)	测 回 数	方 位 角 闭 合 差 ($''$)
DJ ₆	≤20	≤13	≤60	1	≤40√ <i>n</i>

图根导线测量的主要技术要求						表 3.3-11-2		
附合导线 长 (m)	导线相对 闭 合 差	平 均 边 长 (m)				测角 中误差 ($''$)	测回数	方位角 闭合差 ($''$)
		1 : 500	1 : 1000	1 : 2000	1 : 5000			
1.0 <i>M</i>	≤1/2000	150	200	350	400	≤20	1	≤40 \sqrt{n}

注：①*M* 为测图比例尺分母。
 ②当 1 : 500、1 : 1000 比例尺测图或采用电磁波测距仪测距时，附合导线长度可按上表增长 1/2。

三、三角锁(网)各内角宜大于 30°；交会点的交会角宜为 30°~150°之间；交会边长不应大于图根导线平均边长，交会点的点位按两组图形计算取平均值，两组成果的较差不应大于图上 0.2mm。

四、当采用引点法或支导线法单独观测水平角时，测站点应联测 2 个已知方向，并宜在引点或支导线点上观测 1 个检查方向或采用两个起算点作测站点，其两组成果的点位较差不应大于图上 0.2mm。

引点或支导线点不应再扩展新点。
第 3.3.12 条 像控点的高程联测，平地可采用图根水准测量的方法，丘陵地、山地可采用图根三角高程的方法测量。

图根水准测量宜采用 *S*₁₀型仪器一次测定，视线长度不应大于 100m；附和路线长度不应超过 5km，附和或环形闭合差不应大

于 $40\sqrt{L}\text{mm}$ 。

图根三角高程测量应起迄于图根水准点以上；边数不应大于 15 条；边长应小于 0.5km。垂直角的观测采用 DJ₆ 型仪器中丝法 1 测回测定，对向观测的高差较差每百米不应大于 0.4m；附和或环线高差闭合差应符合下列关系式：

$$\Delta h \leq 0.1H_d \sqrt{n} \quad (3.3.12)$$

式中 Δh —附和或环线高差闭合差 (m)；

n —测距边数 (条)。

第 3.3.13 条 独立交会的高程点，可由 3 个已知高程点测定或由两个已知点直反觇测定，其交会边长与交会点位的联测相同；往返测高差较差每百米不应大于 0.4m；分组计算的高程较差不应大于等高距的 1/5；引点的高程宜往返观测，其高差较差：距离在 250m 以内不应大于 0.1m，250m 以上不应大于 0.4m。

第 3.3.14 条 原始记录均应在现场完成；外业记录手簿应按规定填写。

第 3.3.15 条 点位坐标和高程的计算，应按现行国家标准《工程测量规范》的规定执行。

第 3.3.16 条 像控点的资料整理应符合下列规定：

一、观测手簿和计算手簿应统一编号。

二、应绘制控制点扩展图和成果计算索引表。

三、控制片宜按航线装袋，袋上应注明片号、航摄分区号和航线号、像片数量、像片起止片号。

四、绘制测区像控点展点图，应按相关位置标绘像主点；片号可隔一定距离注出，调绘片像主点用实心方块表示，其除用空心块表示；像控点与刺点片号之间应连线，并绘出图廓线，注明图号和图名；测区四周的接边情况应标注清楚。

第四节 像片调绘

第 3·4·1 条 像片上地物、地貌的类别和性质应由调绘确定，位置及尺寸应由立体模型测定。

第 3·4·2 条 像片调绘的方法应符合下列规定：

一、山地、高山地及 1 : 5000 比例尺的丘陵地测图可采用先外业调绘，后内业测图；

二、丘陵地及 1 : 2000、1 : 5000 比例尺的建筑物稀少地区测图可采用先内业测图，后外业对照、补漏改错；

三、城市、工业建筑区及郊区的 1 : 500、1 : 1000 测图，可先采用外业重点调绘，再室内测图，最后外业补调、补漏改错。

第 3·4·3 条 像片调绘可按本规范附录四执行，并应符合下列规定：

一、调绘片宜采用放大像片进行，放大系数应能清晰判读、注记并绘示符号；

二、调绘的范围应与控制片范围一致，方便接边；

三、调绘片应按现行地形图图式表示，常用的、重复次数频繁的符号可简化，大面积的植被可用文字注记；

四、1 : 2000、1 : 5000 比例尺成图的调绘，可综合取舍，对地物取主舍次，保持景观特征，图面清晰易读；

五、调绘建筑物时应以建筑物影像为准，当工程设计有要求时可改正房檐；

六、调绘片应接边和检查。

第五节 综合法测图

第 3·5·1 条 综合法测图适用于建筑物比较稀疏的平地，测图放大系数不宜大于 4。

第 3·5·2 条 外业测图前，应按本规范第 3·1·4 条的规定检查图廓格网线，并检查纠正点、像底点和控制点所展绘的点位，其

限差不应大于 0.4mm。

第 3.5.3 条 像片图测图宜采用小平板与水准仪联合测量；对影像不清的隐蔽地物或新增地物，应实地补测。

第 3.5.4 条 测站点的布设应满足测绘等高线、高程注记点和补测地物的要求；测量的方法和精度要求与图根控制测量相同；像片图上各级控制点或明显地物点，均可作为测站点；个别测站点的点位可用下列方法确定：

一、利用 3 个明显地物点交会确定，用另 1 个方向检查；

二、采用截距法确定，用其他明显地物点作距离和方向检查。

图根点的高程应采用图根水准测量的方法测定。

第 3.5.5 条 地物位置的投影差改正值可按下式计算：

$$\delta_h = \frac{\Delta h}{H} r \quad (3.5.3)$$

式中 δ_h ——投影差改正值 (mm)；

Δh ——地物点距纠正起始面的高差 (m)，量取至 0.5m；

H ——相对于纠正面的相对航高 (m)；

r ——像片上地物点至像底点的辐射距离 (mm)。

当计算结果 δ_h 为正值时，应由地物点方向改正，为负值时，其改正方向应相反；当改正值小于 0.3mm 时，可不予改正。

第 3.5.6 条 影像清晰可辨的建筑物、构筑物的底部轮廓位置可按影像确定；新增地物和隐蔽地物的位置可采用支距法确定。

第 3.5.7 条 像片图测图的要求应符合下列规定：

一、标定平板时对点误差不应大于 3cm，测站点间距不应小于图上 8cm；并应采用 2 个以上方向检查，其偏差不应大于图上 0.3mm。

二、高程注记点测绘时应满足下列要求：

1. 当水准点不足时，可在图根水准点下布设水准转点，并附合到另一水准点上，其线路长不应大于 1km，水准闭合差不应大

于 $40\sqrt{L}$ mm;

2. 后视点必须是已知水准点, 读数与注记应精确至 1cm;
3. 水准仪迁站前应检查仪器的视线高, 其误差不应超过 3cm;
4. 地物位置和高程注记, 应当天清绘。

第六节 摄影处理

(I) 晒 印

第 3·6·1 条 晒印宜采用电子印像机晒像, 使整张片感光均匀, 层次丰富。

第 3·6·2 条 晒印透明正片用的涤纶片或玻璃干板, 经摄影处理后, 药膜表面不平度应小于 0.02mm, 不规则变形应小于 3/10000。

第 3·6·3 条 晒印前应作曝光试验, 晒印时应压平; 晒像材料的机械方向应与底片的机械方向垂直; 供调绘用的放大片, 其邻片间的影像应有适当重叠。

第 3·6·4 条 感光材料的型号应根据摄影底片的反差选择; 显影剂宜采用微粒显影; 显影液温度宜为 18~22℃; 定影液与显影液温差不宜超过 5℃。

第 3·6·5 条 水洗必须充分, 掌握温度和时间, 防止药膜变软、影像漂移; 晒印片应单张放入池中, 并经常搅动, 流动水洗时间宜为 30min。

第 3·6·6 条 涤纶软片晾干时, 宜将水吸干平放或夹住一边两角平挂; 干版应擦净水珠放在晾片架上晾干, 保持空气流通, 湿度宜为 60%~70%。温度宜在 28℃以下。

第 3·6·7 条 晒印片不宜过黑; 影像蒙翳值应小于 0.2; 反差应为 0.9 ± 0.3 。

第 3·6·8 条 框标的影像应清晰、完整、齐全。

(II) 复 照

第 3·6·9 条 复照仪镜头的焦距值不宜小于被照幅面对角线的长度。

第 3·6·10 条 图版和底版在复照时必须压平。

第 3·6·11 条 图廓和对角线在检影面上量取的长度与理论值之差, 分别不应大于 0.2mm 和 0.3mm。

复照仪检影时应采用最大光圈, 检影调焦应使影像的四周与中心显示清晰。

第 3·6·12 条 曝光时间应根据原图的黑白程度、缩放倍率、光圈、灯距和感光片的感光度、药液配方等因素确定。

第 3·6·13 条 复照的底版不透明部分的密度应大于 3.0, 透明部分的蒙翳值应小于 0.2。

(III) 植 字

第 3·6·14 条 植字的密度应大于 0.8, 字隔应均匀, 排列应整齐。

第 3·6·15 条 植字的显影、定影和水洗应充分, 反差要大, 字迹应完整、清晰。

第 3·6·16 条 薄膜植字, 要求片基透明度好, 蒙翳值应小于 0.1, 密度应大于 2.5; 摄影处理时应防止药膜脱落。

第七节 解析空中三角测量

(I) 加密点的精度

第 3·7·1 条 内业加密点的精度应符合下列要求:

一、内业加密点相对邻近野外控制点的平面点位中误差: 平地、丘陵地不应大于图上 0.35mm; 山地、高山地不应大于图上 0.5mm;

二、加密点相对于邻近野外控制点的高程中误差, 不应大于表 3·7·1 的规定。

三、在选点、刺点困难地区, 一、二项中加密点的平面点位中

误差和高程中误差允许放宽至 1.5 倍。

加密点的高程中误差(m) 表 3·7·1

比 例 尺	地 形 类 别	中 误 差
1 : 500	平 地	—
	丘陵地	—
	山 地	0.4
	高山地	0.6
1 : 1000	平 地	—
	丘陵地	0.4
	山 地	0.6
	高山地	0.7
1 : 2000	平 地	—
	丘陵地	0.6
	山 地	1.2
	高山地	1.4
1 : 5000	平 地	0.6
	丘陵地	1.5
	山 地	2.0
	高山地	2.5

注：1 : 5000 比例尺丘陵地的测图，等高距采用 2m 时，其高程中误差应为 0.6m。

(Ⅱ) 转点、选点与量测

第 3·7·2 条 加密點選点前应准备好涤纶片、测区的航摄资料及前期的接边成果。

第 3·7·3 条 转刺点、选刺点应符合下列要求：

一、采用辅助点定向时，像主点应精确刺出，并在通过像主点的 x 轴或 y 轴上距像片边缘 1cm 处刺出辅助点，其孔径和刺点误

差不应大于 0.1mm。

二、野外控制点在作业片上宜转标，不转刺；当需要刺出时，宜采用立体转点仪转刺。

三、内业加密点应选刺在本片和邻片影像清晰、明显、易于转刺和量测的目标点上，并应符合本规范第 3.3.1 条、第 3.3.3 条的规定。

四、内业加密点宜采用立体转点仪选刺，孔径和刺孔误差不得大于 0.06mm；亦可采用在控制片上选刺，在作业片上判识的方法。一个点在同一航线内应只刺一孔。

五、航区或分区接合处的各级控制点、外控点、加密点应相互转刺；与已成图接边处的前期点均应转至本期中，并应检核和接边。

第 3.7.4 条 内业选点应符合下列规定：

一、立体像对内基本定向点，应位于通过像主点且垂直于方位线的直线上，左右偏离不应超过 1.5cm，离方位线的距离宜相等，点与点之间的高差不宜过大；航线沿河道或山谷布设的定向点，不应选在危险圆面上；平地的纠正点不应选在土堆、房顶、洼坑处的非地面高程的目标上，当旁向重叠过大时，上下航线应分别选点。

二、一张像片覆盖一幅图时，加密点宜选在像片上距图廓点或图廓线 1cm 范围内；当 1 个像对覆盖多幅图时，应在图廓点附近加选图幅定向点。

三、森林区的加密点宜选在林间空地且相邻像对内不被树影遮盖的明显目标上，困难时亦可选在相邻航线均清晰、易于转刺和量测的树顶上。

四、自由图边的加密点宜选在像控点连线附近，个别点向外偏离不应大于像片上 1cm。

第 3.7.5 条 模型连接点不能与加密点公用时，应另选标准点，其点位要求应符合下列规定：

一、像主点附近的连接点，应离像主点不大于 2cm 的范围内选取；当像主点影像清晰易于量测时，可用像主点代替；

二、当旁向重叠过大，上下连接点至方位线的距离，像幅为 18cm×18cm 小于 3.5cm；像幅为 23cm×23cm 小于 5.0cm 时，宜分别在离方位线 5~8cm 或 7~10cm 和距离通过像主点且垂直于方位线的直线不大于 1cm 的范围内另选标准点。

第 3.7.6 条 像片上点的整饰、编号、绘制点位略图和编写观测手簿，应符合下列规定：

一、像片上点的整饰应能表示点位和有利于立体观测，点号应注在测绘面积外并与点位对齐；点的编号应顺序编排，不应有重号。

二、航线网或区域网点位略图应根据像片上点的相关位置标绘出。各类控制点、加密点、像主点应以不同符号表示。

三、观测手簿应按航线、像对顺序编写，点序及点号不得颠倒、错漏和重号，手簿内应注明点位目标的类别和性质。

第 3.7.7 条 像点坐标的量测应符合下列要求：

一、像片应压平，量测系统调焦应清晰，并调整到零位置；精密立体坐标量测仪应选择合适的目镜和测标。

二、归心定向应严格，当测标切准点位时，手轮或脚盘应向同一方向旋转；点位切准后，测标中心与目标中心应重合；相邻模型的同名点切准位置应一致。

三、像点坐标量测宜采用单人观测，每个点切读两次，读数较差：当采用立体坐标量测仪时， x 、 y 不应超过 0.05mm， p 、 q 不应超过 0.04mm；当采用精密立体坐标量测仪时， x 、 y 不应超过 0.04mm， p 、 q 不应超过 0.03mm。

四、采用像主点归心辅助点定向时，前后像对应进行同一个坐标检核，其较差不得大于 0.05mm。

五、沿航线方向的自由图边、待成图边的像点坐标必须对测；按像主点归心辅助点定向时，其对测较差 x 、 y 不应超过

0.05mm, p 、 q 不应超过 0.04mm, 在限差内取其平均值或采用主测数据计算; 解析框标定向或联机解析空中三角测量 (简称“联机空三”) 作业, 对算成果的较差在加密点中误差的 2 倍以内时, 应取平均值。

当使用有转影棱镜的精密立体坐标量测仪时, 正反像对连接点的坐标较差不应大于 0.04mm。

六、框标距宜采用航线的首、中、末三片量测或片片量测。

(Ⅲ) 加密点计算和成果分析

第 3·7·8 条 加密点计算应符合下列规定:

一、计算程序应经过专业技术鉴定, 合格后方可用于生产; 打印成果中, 应列有起始数据、观测数据和供检查分析用的中间结果;

二、按使用程序的要求, 正确编写信息标志, 对起算数据应认真校对;

三、变形改正可采用焦距改正或逐点改正; 当采用焦距改正时, 摄影机的焦距改正宜采用下式计算:

$$f'_x = \frac{l_x}{L_x} f \quad (3\cdot7\cdot8-1)$$

$$f'_y = \frac{l_y}{L_y} f$$

式中 f'_x 、 f'_y ——摄影机改正焦距 (mm), 精度取至 0.01mm;

f ——摄影机焦距 (mm), 精度取至 0.01mm;

l_x 、 l_y ——量测片上 x 方向和 y 方向框标距 (mm), 精度取至 0.01mm;

L_x 、 L_y ——摄影机 x 方向和 y 方向的检定框标距 (mm), 精度取至 0.01mm。

当采用程序逐点改正时, 宜采用下式计算:

$$\begin{aligned}x' &= x + a_1 + a_2x + a_3y \\ y' &= y + b_1 + b_2x + b_3y\end{aligned}\quad (3.7.8-2)$$

式中 x' 、 y' ——摄影机框标坐标理论值；
 x 、 y ——作业片上框标坐标量测值；
 a_1 、 a_2 、 a_3 、 b_1 、 b_2 、 b_3 ——变换参数。

第 3.7.9 条 加密点计算的限差要求应符合下列规定：

一、相对定向残余上下视差残差的限差不应大于表 3.7.9 的规定；

相对定向上下视差残差的限差(mm) 表 3.7.9

点 别 仪 器 类 别	1818 立体坐标量测仪	精密立体坐标量测仪
定 向 点	0.02	0.02
检 查 点	0.04	0.03

注：高山地可按表中规定放宽至 1.3 倍。

二、模型连接的较差应符合下列关系式：

1. 平地、丘陵地、山地：

$$\begin{aligned}\Delta S &\leq 0.08m_k \\ \Delta Z &\leq 0.05 \frac{f}{b} m_k\end{aligned}\quad (3.7.9-1)$$

2. 高山地：

$$\begin{aligned}\Delta S &\leq 0.10m_k \\ \Delta Z &\leq 0.06 \frac{f}{b} m_k\end{aligned}\quad (3.7.9-2)$$

式中 ΔS ——平面位置较差 (mm)；
 ΔZ ——高程较差 (mm)。

三、绝对定向后，其定向点的平面和高程残余误差不应大于加密点中误差的 0.7 倍；多余野外控制点不符值不应大于加密点中

误差的 1.2 倍；航线网中相邻航线或区域网间公共点的较差不应大于加密点中误差的 2 倍；区域网内公共点的较差应小于加密点中误差的 $\sqrt{2}$ 倍；多余控制点不符值、公共点的较差出现系统误差时，其值应小于本规范第 3.7.1 条的规定。

第 3.7.10 条 加密计算成果的分析应符合下列规定：

- 一、观测或刺点错误，必须重新用仪器量测；
- 二、像控点外业刺错，应根据点位说明与略图结合像片上目标影像进行改刺，并应重新量测计算；像控点计算错或成果转抄错的应改算和更正。

第 3.7.11 条 加密点中误差的精度统计公式可按下式计算：

$$\begin{aligned} m_{ko} &= \pm \sqrt{\frac{[\triangle\triangle]}{n}} \\ m_g &= \pm \sqrt{\frac{[dd]}{3n}} \end{aligned} \tag{3.7.11}$$

式中 m_{ko} ——控制点中误差 (m)；
 m_g ——公共点中误差 (m)；
 \triangle ——多余控制点不符值 (m)；
 d ——相邻航线或相邻区域网之间公共点的较差 (m)；
 n ——参加评定精度的地形检查点数。

第 3.7.12 条 作业接边的要求应符合下列规定：

- 一、当平地、丘陵地分别与山地、高山地的同比例尺成图接边时，加密点的平面点位较差和高程较差不应大于两种精度规定的加密点中误差之和，在限差以内，按规定中误差的比值分别配赋；
- 二、不同比例尺成图的接边，平面点位较差不应大于本规范第 3.7.1 条一款规定的加密点中误差化为实地之和的 1.2 倍，若在限差以内，按规定中误差的实地比值分别配赋；高程较差的规定与本条一款相同；

三、同比例尺、同地形类别成图与前期加密点接边，当平面点位较差和高程较差小于加密点规定的中误差时，应以前期成果为准；当较差大于中误差而小于 2 倍中误差时，应取平均值；较差超限应查找原因，并加以处理。

(IV) 联机解析空中三角测量

第 3.7.13 条 联机解析空中三角测量应符合下列规定：

一、联机空三的软件应包括数据管理、航带构网、区域网预处理和整体平差，并具有粗差检验和系统误差的改正功能；

二、文件的建立应便于内容的修改或补充，如自动编排模型和加密点的点号，自动统计像对数和点数、公共点自动接边、定向点，检查点和公共点中误差的自动统计；

三、数据的输入、输出应便于操作，屏幕显示应清晰易于识别；打印成果时，应列有起始数据、观测数据、平差成果及供查阅分析用的中间结果；

四、作业人员必须按操作程序上机；中间结果应实时显示或打印；不符合要求的计算结果应及时修改；

五、计算机文件建立时，记录的文件内容必须齐全可靠，并妥善保管，输入的摄影机参数和其他起始数据应准确无误。

第 3.7.14 条 立体坐标量测仪联机空三作业应符合下列规定：

一、作业方案可视计算机容量而定；当计算机容量较小时，应先联机获取数据，并构网计算，然后脱机进行整体平差；当计算机容量较大时，数据的获取、中间的计算及整体平差，均可在联机作业中完成；

二、作业片上转点、选点应符合本规范第 3.7.3 条、第 3.7.4 条的规定；

三、量测数据获取前，应先格式化软盘，并在该软盘上建立航带信息文件；

四、像片量测时可采用解析框标定向或方位线定向，内定向

的残差不应大于 0.05mm，测点要求应符合本规范第 3.7.7 条的规定；

五、相对定向上下视差残差和模型连接差，应分别不大于本规范表 3.7.9 的规定和符合式 (3.7.9-1)、式 (3.7.9-2) 的要求；

六、整体平差后，定向点的残差，多余野外控制点不符值，公共点较差应符合本规范第 3.7.9 条加密点计算限差第 3 款的规定。

第 3.7.15 条 采用解析测图仪空三加密时，操作者应通过人机对话进行实时质量控制；当数据文件建立之后，可随时调用；像控点的布设及点位要求应符合本规范第三章第三节的规定。

第 3.7.16 条 解析测图仪联机空三作业应符合下列规定：

一、解析测图仪的主机、电子计算机、数控绘图桌和其他外围设备，应在良好的状态下作业；

二、装片时主机宜使横框标连线与仪器主导轨大致平行，内定向的残差不应大于 0.02mm；

三、相对定向的定向点宜采用 6~9 个，并沿立体模型的周边和中间均匀布设，其上下视差残差不得超过 0.005mm；

四、模型连接点的限差：平面的纵横坐标差 (ΔX 、 ΔY) 不应大于 $0.05m_k$ (mm)，高程差 (ΔZ) 不应大于 $0.04 \frac{f}{b} m_k$ (mm)；绝对定向，当模型连接点的较差超限时，可采用逐点操作程序重新量测或检测前一个模型；

五、启动平差程序进行概算及整体平差；

六、供模拟测图仪测图的加密成果，应有加密点的点位说明像片和成果表：供解析测图仪测图的加密成果，应将定向参数存放于计算机文件内。

第 3.7.17 条 解析测图仪联机空三作业接边的要求应符合本规范第 3.7.12 条的规定。

第八节 像片平面图

(I) 一般规定

第3·8·1条 像片平面图应分为纠正像片图和正射影像图。像片平面图的影像必须层次丰富,色调均匀,其测图放大系数不宜大于4。

第3·8·2条 像片平面图的调绘应符合本规范第三章第四节的规定。

(II) 纠正像片图的制作

第3·8·3条 像片图测绘面积内的地形高差应符合下列关系式:

$$\Delta h \leqslant 0.001 \frac{f}{r} M \quad (3.8.3)$$

式中 Δh —测绘面积内的地形高差 (m);

r —辐射中心至最近纠正点的距离 (mm)。

第3·8·4条 测绘面积内的航高可采用加密成果或采用图解计算成果。当采用图解计算时,同一片两组的航高较差,不应大于 $H/200$,并取其平均值。

第3·8·5条 底图上各纠正点对纠正面的投影差改正值应按下式计算:

$$\delta_h = \frac{\Delta h}{H - \Delta h} R \quad (3.8.5)$$

式中 δ_h ——投影差改正值 (mm);

Δh ——纠正点对纠正平面的高差 (m);

R ——底图上纠正点至图上底点的辐射距离 (mm);

H ——相对于纠正面的相对航高 (m)。

δ_h 计算精确取至 0.1mm,其值应在图板上进行改正;当 δ_h 为正值时,由纠正点背向底点方向改正,为负值时由纠正点向底点方向改正。

第 3·8·6 条 纠正点转刺到像片上,刺孔直径和刺点误差不应大于 0.1mm。

第 3·8·7 条 像片纠正时,纠正点的对点误差不应大于 0.4mm,最大不应大于 0.5mm;像片倾角大或等倾斜地形的像片纠正时,离心改正值最大不应超过 10mm。

第 3·8·8 条 纠正像片图应晒印在白底涤纶感光材料上,并应晒、绘 0.1mm 粗的坐标格网线。

第 3·8·9 条 纠正像片图的镶嵌、切割线处的影像重叠或裂缝,不应大于 0.2mm,影像错开不应大于 1.0mm,刺点的控制点和纠正点的套合误差,不应大于 0.5mm,邻片接边差不宜大于 0.8mm,最大不应大于 1.0mm。

(Ⅲ) 正射影像图的制作

第 3·8·10 条 供正射影像图扫描用的透明正片应符合下列规定:

一、底片蒙翳值宜小于或等于 0.1,最大密度宜为 0.9~1.1,最小密度宜为 0.2~0.3,密度差宜为 0.7~0.8,反差系数宜为 0.7。

二、透明正片应影像清晰,无指纹、擦(折)痕及虚影;供晒印底片图用的片基,应符合本规范第 3·8·8 条的规定,展点、图廓尺寸的限差要求应符合本规范第 3·1·4 条的规定。

第 3·8·11 条 正射影像图图幅内的最大高差应小于表 3·8·11 的规定。

第 3·8·12 条 制作正射影像图应获取断面数据;当测区的高差小于 500m 时,宜在立体模型上直接采集断面数据;当测区的高差大于 500m 时,宜沿等高线采集数据后再转换为断面数据。

第 3·8·13 条 断面数据的采集,可采用模拟测图仪,解析测图仪或其他方法进行。

第 3·8·14 条 断面数据在立体模型上的横向间隔 ΔX 和纵向间隔 ΔY 应根据成图精度、作业效率、地形坡度确定。

正射影像图图幅内的最大高差(m)

表 3·8·11

测 图 比 例 尺 \ 地 形 类 别	平 地	丘陵地	山 地	高山地
1 : 500	10	40	100	200
1 : 1000	20	80	200	400
1 : 2000	50	160	420	800
1 : 5000	120	420	1000	1500

注：山地、高山地应按 $\Delta h=2fM$ 式计算，其值 Δh 小于表中规定值时，应取计算值作为图幅内的最大高差；当 Δh 大于表中规定值时，取表中最大高差。

第 3·8·15 条 断面数据采集时，仪器的测标应与模型表面相切，高程的照准误差不得超过 $H/2500$ 。

第 3·8·16 条 扫描缝隙长度应根据不同的仪器类型、成图精度、地形坡度及生产效率确定，其计算应满足下列关系式：

$$W = \frac{2d_s f}{\text{tg} Q_x r} \quad (3\cdot8\cdot16)$$

式中 W ——扫描缝隙长度 (mm)；

d_s ——图上地物点的位移误差 (mm)；

r ——像片上地物点至像主点的辐射距离 (mm)；

Q_x ——缝隙内地形横向坡度角 (°)。

零级正射仪器和一级正射仪器，其扫描缝隙长度应符合表 3·8·16 的规定。

第 3·8·17 条 正射影像扫描的缝隙宽度应根据正射投影仪的特点，底片影像分辨力、地形坡度而定；对于黑白像片宜选 0.1mm 或 0.2mm；彩色像片宜选 0.3mm。

第 3·8·18 条 正射影像扫描曝光量的灰楔安置值应按下式计算：

扫描缝隙长度(mm)

表 3·8·16

地形类别	仪器类型	零级正射仪器	一级正射仪器
平地		12	16
丘陵地		8	12
山地		4	8
高山地		2	4

$$G_w = \frac{E_{\max} + E_{\min}}{2} - K \quad (3 \cdot 8 \cdot 18)$$

式中 G_w ——灰楔安置值；

E_{\max} ——所测曝光量的最大显示值；

E_{\min} ——所测曝光量的最小显示值；

K ——经验常数。

扫描速度与灰楔安置值的关系，应符合表 3·8·18 的规定。

扫描速度与灰楔安置值的关系

表 3·8·18

灰楔安置值	30	28	26	24	20
扫描速度 (mm/s)	30	25	20	15	10

第 3·8·19 条 正射影像图扫描制作前，应作局部扫描晒印试验。作业时应调试和安置扫描缝隙长度和宽度、曝光量灰楔、照明亮度、影像图放大系数及各类技术参数。

第 3·8·20 条 正射影像图脱机作业时，像片的对点误差不应大于 0.3mm；检查点的限差不应大于 0.4mm。

第 3·8·21 条 扫描带间的接边误差，平地、丘陵地不应大于 0.4mm，山地不应大于 0.6mm，最大不应大于 0.8mm；邻片接边差不应大于 0.8mm，最大不应大于 1.0mm。

第 3·8·22 条 正射影像图的高程点和等高线的测绘，可采用外业或立体测图及数字化测图的方法施测。

第九节 立体测图

(I) 模拟测图仪测图

第3·9·1条 模拟测图仪的格网检定：点位误差不应大于0.01mm，高程误差不应大于 $H/12000$ 。

第3·9·2条 模型比例尺的选择应满足下列要求：

一、模型比例尺分母的确定可按下式计算：

$$M_m = \frac{H_P}{Z_P} \quad (3\cdot9\cdot2-1)$$

式中 M_m ——模型比例尺分母；

H_P ——平均相对航高 (m)；

Z_P ——仪器投影中心至模型点的平均投影高度 (m)。

二、在平均投影高度 Z_P 以上和以下可测绘的高差范围应按下列公式确定。

1. 平均投影高度 Z_P 以上可测绘的高差范围可按下式计算：

$$h_s = \Delta Z_s \cdot M_m \quad (3\cdot9\cdot2-2)$$

$$\Delta Z_s = Z_P - Z_{\min}$$

式中 h_s ——平均投影高度 Z_P 以上可测绘的高差范围 (m)。

2. 平均投影高度 Z_P 以下可测绘的高差范围可按下式计算：

$$h_x = \Delta Z_x \cdot M_m \quad (3\cdot9\cdot2-3)$$

$$\Delta Z_x = Z_{\max} - Z_P$$

式中 h_x ——平均投影高度 Z_P 以下可测绘的高差范围 (m)。

三、模型比例尺的选择应为仪器 Z 方向的最大移动范围，并与高程计数器及绘图桌传动比相适应。

第3·9·3条 仪器主距应依像片改正焦距值安置，其值精确取至0.01mm或取仪器主距分划尺的最小读数。

透明正片或负片安置时，应使框标对准承片盘的相应标志，对准误差不应大于0.05mm。

第3.9.4条 相对定向可采用安置法或经验方法,定向点应选在标准点位上,定向点的上下视差残差不应大于0.02mm,并进行配赋,使主点处的上下视差残差为最小,3、5点与4、6点的上下视差应大致相等,方向相反。

第3.9.5条 绝对定向的平面对点误差:平地、丘陵地不应大于图上0.4mm,山地、高山地不应大于0.6mm。

绝对定向的高程误差,不应大于表3.1.6规定的等高线高程中误差的3/5。

第3.9.6条 当采用变换光束方法作业时,不应降低相对定向和绝对定向的精度,像片偏心安置误差不应大于0.2mm。

第3.9.7条 测绘地物和地貌应满足下列规定:

一、测图时地物的类别、数量应以调绘片为准,位置、形状以模型为准;地物描绘误差不应大于图上0.2mm。

二、测绘地貌时宜先测注高程点;对地形特征点应测注高程;图上每方格内的高程注记点数不应少于10点;高程点应切读两次,读数较差应小于 $H/5000$,并取其平均值精确至0.1m;堤、坎、坑可测注比高或高程;等高线应在仪器上实测,描绘误差不应大于 $H/3000$;当等倾斜地段计曲线的间距小于图上6mm时,仪器上实测计曲线,修图时插绘首曲线。

植被覆盖区宜切准地面描绘曲线,当只能沿植被表面描绘时应加植被高度改正。

三、每个像对的测图范围不应超出图上定向点连线外4cm,距离像片边缘不应小于1cm。

四、测绘地物地貌时,应在仪器上与已描图边进行图幅接边;相邻像对间的地物和等高线接边,不应大于本规范第3.1.6条规定的2倍;接边时应避免发生局部变形。

(II) 解析测图仪测图

第3.9.8条 作业前应准备下列资料:控制片、调绘片、透明正片、原始数据和仪器的主距、框标距、镜头畸变参数、模型

比例尺。

第3.9.9条 作业时应按操作程序键入有关参数,并调用测图的专用程序,填写作业记录和仪器工作状态记录。

第3.9.10条 测图作业应符合下列规定:

一、内定向时,测标应逐一对准框标,其对准误差不应大于0.02mm;

二、相对定向时,标准点宜采用6~9个,其上下视差残差不应大于0.005mm;

三、绝对定向的平面对点误差;平地、丘陵地不宜大于图上0.2mm,最大不应大于图上0.3mm;山地、高山地不宜大于图上0.3mm,最大不应大于图上0.4mm;高程误差不应大于等高线高程中误差的3/5;定向结束后,应打印、存贮成果和备用参数;

四、图幅定向,可用控制点和图廓的四角坐标进行;当用四角坐标定向时,对点误差不应大于图上0.3mm;当用控制点定向时,对点误差不应大于图上0.5mm;误差配赋后即可测图;关闭或因故停机后再开机时应作定向检查;

五、测图、接边和检查应符合本规范第3.9.7条和本章第十节(Ⅱ)的规定。

(Ⅲ) 数字化测图及数控绘图

第3.9.11条 数字化测图应具有图形显示终端、磁介质记录装置及数控绘图机;航摄资料的采样应实时控制;数据文件应采用磁介质。

第3.9.12条 等高线采样应按本规范第五章第二节执行。封闭地物的模型坐标闭合差应小于0.4mm;地物及线性地物编码宜按现行国家标准《国土基础信息数据编码规范》执行。

第3.9.13条 数据采样结束后应绘制供编辑用的草图;编辑时应先修改草图,再对照草图编辑图形;编辑后的图形应存入磁介质中形成新文件。

第 3·9·14 条 编辑后的新文件，应重新显示图形，对照检查无误后，原文件及其拷贝应分别两处保存。

第 3·9·15 条 数控绘图的绘图机应符合下列规定：

- 一、分辨力应小于 0.1mm；
- 二、相对精度应小于 0.1%；
- 三、重复精度应小于 0.1mm；
- 四、线条粗细应小于 0.3mm。

第 3·9·16 条 绘图时应检查计算机与绘图机的接口插头；绘图的波特率、绘图速度应根据所使用的计算机和绘图机确定，不宜过高、过快。

第 3·9·17 条 绘图前应绘制格网，其精度应满足本规范第 3·1·4 条的要求；当绘图机的误差超限时应通过软件分别对纵向和横向进行改正。

第 3·9·18 条 对各种地形、地物、注记应有优先级排列。

第 3·9·19 条 工程断面图，可根据工程的特点和需要绘制；当采用计算机辅助设计（CAD）时，断面图与工程设计图可同时绘制。

第十节 资料提交与检查验收

（I） 资料提交

第 3·10·1 条 工程结束后的航测内外业资料应整理并上交归档。

第 3·10·2 条 提交资料的项目要求应符合下列规定：

- 一、综合法测图：
 1. 控制像片；
 2. 像控点测量手簿与计算资料；
 3. 控制点、像控点的展点与分幅图；
 4. 纠正作业手簿；
 5. 野外清绘后的像片图。

二、立体测图：

1. 控制像片、透明正片；
2. 调绘像片；
3. 像控点测量手簿与计算资料；
4. 控制点、像控点的展点与分幅图；
5. 内业测图定向手簿；
6. 解析测图仪测图时，存贮的内、外方位元素和定向数据文件；
7. 地形原图。

三、正射影像图：

1. 控制像片、透明正片；
2. 控制测量手簿及计算资料；
3. 控制点、像控点的展点与分幅图；
4. 作业手簿；
5. 高程数据文件；
6. 正射影像底图。

(Ⅱ) 检查验收

第 3·10·3 条 工程摄影测量应加强质量管理，做好检查验收。

各工序自检和队级检查验收应做到 100%；代表上级的检查验收应重点抽查，其工作量不应少于 10%。

第 3·10·4 条 检查验收应符合规范、图式和测量技术方案的规定。

第 3·10·5 条 检查验收的重点应符合下列规定：

- 一、像控点刺点应准确；点位略图、说明与点位应一致；
- 二、像控点的联测必须有校核条件；起算数据正确，成果齐全无误；
- 三、调绘片应表示准确，重点检查接边无误，地理名称的调注和居民地、道路网、水系、微型地物无错漏；

四、加密应着重检查选点、起算数据和测区边界是否正确；加密点应检查平差计算是否正确，检查点是否超限；

五、测图过程应检查绝对定向精度并抽查一定数量的平高点。地形图应检查图廓格网、各级控制点的展绘；地形图的地物地貌及相应图式符号的表示；高程点、等高线与地形的测绘精度；相邻图幅的接边，地形显示特征以及错漏情况；必要时应到实地对照检查。

第 3·10·6 条 各级检查验收所发现的问题应逐一登记卡片，退回原作业者处理改正。

第 3·10·7 条 地形图的实地检测工作量可根据工程大小确定，设站不应少于 10 站，测点数不应少于 200 点。

第 3·10·8 条 地形图检测的统计精度应符合下列规定：

- 一、小于 2 倍中误差值的点数不应少于总检测点数的 90%；
- 二、大于 3 倍中误差值的点数不应多于总检测点数的 5%。

注：本条的中误差值是指本规范表 3·1·6 的规定。

第四章 地面摄影测量

第一节 一般规定

第4.1.1条 地面摄影测量适用于测绘高山地、山地、丘陵地的地形图、工点图和航空摄影测量漏洞的补测。

第4.1.2条 摄影经纬仪作业检校项目应符合下列规定：

- 一、 k 、 ω 水准气泡应调整水平；
- 二、摄影镜箱主光轴与望远镜视准轴及水平度盘零位应一致；
- 三、压片机构应可靠；
- 四、摄影机标准框距应准确测定；
- 五、摄影镜箱和暗盒应不漏光；
- 六、摄影镜箱的内方位元素应定期作出鉴定。

第4.1.3条 作业前测图仪的检校应符合下列规定：

- 一、基线分量 b_x 、 b_y 、 b_z 应置于零位置；
- 二、主距应准确安置；
- 三、格网检核的左右视差不应大于 0.02mm。

第二节 摄影站及像控点的布设

第4.2.1条 摄影纵距的最大值应符合表4.2.1的规定。

第4.2.2条 摄影基线与摄影纵距应符合下列要求：

一、摄影基线长度与最大摄影纵距和最小摄影纵距应符合下列关系式：

$$\frac{Y_{\max}}{15} \leq \frac{B}{\cos \varphi} \leq \frac{Y_{\min}}{4} \quad (4.2.2-1)$$

式中 B ——摄影基线长度 (m)；

摄影纵距的最大值(m)

表 4.2.1

测图尺比例 \ 摄影焦距(mm)	300	200	160	100	60
1 : 500	750	500	400	250	150
1 : 1000	1500	1000	800	500	300
1 : 2000	3000	2000	1600	1000	600
1 : 5000	6000	4000	3000	2000	1000

Y_{\max} ——最大摄影纵距 (m);

Y_{\min} ——最小摄影纵距 (m)。

二、对于 1 : 2000 和 1 : 5000 比例尺测图时, 摄影基线长度应符合下列关系式:

$$\frac{B}{\cos \varphi} \geq \frac{Y_{\max}}{20} \quad (4.2.2-2)$$

式中 φ ——等偏摄影的偏角 ($^{\circ}$)。

第 4.2.3 条 摄影站和摄影基线选择应符合下列规定:

一、摄影基线端点间应通视良好, 摄影方向附近应无摄影障碍;

二、相邻摄影像对间应避免近景处的衔接漏洞;

三、基线端点间的高差, 不应大于基线长度的 1/5;

四、基线长度应符合本规范第 4.2.2 条的规定; 等偏摄影时等偏角 φ 不应超过 40° ;

五、基线长度测定的相对中误差, 不应大于 1/2000; 基线端点间的高差中误差, 不应大于 0.04M (mm), 仪器高应精确量至 1cm;

六、联测基线或主光轴方位时, 测角中误差不应大于 $20''$ 。

第 4.2.4 条 像控点的布设与测定应符合下列规定:

一、每一像对的重叠范围内, 至少应有 3 个像控点; 其中 1

个近点，2个远点，远点应位于像对的左右边缘；

二、已知摄影站的坐标和主光轴的方位角时，近点可省掉；

三、像控点的标志，可采用人工标志或天然标志；标志中心的大小在像片上宜为 0.05mm；标志的颜色可视背景的情况而定，背景为天空，宜用红白相间；背景灰暗时，宜用黄白相间的颜色；

四、像控点的测定精度，应符合本规范第 3.3.10 条的规定。摄影时的隐蔽地区，应现场补测。

第三节 地面摄影及摄影处理

第 4.3.1 条 地面摄影作业前，应进行试拍和冲洗试验。

第 4.3.2 条 地面摄影时，应先概略置平摄影机并检影，抽出暗盒盖板后，应精确定向曝光，并记录有关数据。

第 4.3.3 条 摄影曝光瞬间， κ 和 ω 水准管气泡偏离值最大不应大于 1/2 格；摄影时严禁阳光照射镜头；不宜逆光摄影。

第 4.3.4 条 摄影后的底片应及时冲洗，当质量不符合要求时，应重新补摄 1 个像对。

第 4.3.5 条 合格像对应装入底片袋，袋面应填写像对号、摄影方式、基线分量、模型比例尺和成图比例尺。

第 4.3.6 条 地面摄影结束后，应绘制像对分布图和地形分幅图。

第四节 调 绘

第 4.4.1 条 像片调绘应符合下列规定：

一、像片远景处的隐蔽地物、坑穴或低凹地应仔细辨认；

二、像片上的线状地物应相互连续；

三、控制点或重要地物的底部被遮判别不准时，宜实量其高度并在像片背面说明实量时的特征位置；

四、调绘中应绘示略图和说明；

五、除以上规定外，尚应符合本规范第三章第四节的规定。

第五节 测 图

第 4·5·1 条 测图准备工作应符合下列规定：

一、像控点及外业补测的漏洞应展绘在图纸上；

二、采用解析法加密像控点时，加密的像控点对于邻近图根点的平面点位中误差不应大于图上 **0.4mm**，高程中误差不应大于本规范表 **3·1·6** 规定的中误差的 **3/5** 倍；

三、当精度要求较高时应量测底片的框标距与标准框距，并计算主距安置值。

第 4·5·2 条 测图时安置与定向应符合下列规定：

一、底片框标的归心误差不应大于 **0.05mm**；镜位的安置误差
不宜大于 **0.1mm**。

二、主距安置的误差不应大于 **0.01mm**。

三、旋角 κ 和交角 τ 应安置到零位置；基线分量 b_x 、 b_y 、 b_z 的安置误差，不应大于 **0.01mm**。

四、等倾摄影采用附有倾斜计算装置的测图仪成图时，其基线分量应安置在摄影的倾斜坐标系中，基线分量按下式计算：

$$b_{xw} = B \cos \varphi$$

$$b_{yw} = B \sin \varphi \cos \omega + B_z \sin \omega \quad (4.5.2)$$

$$b_{zw} = -B \sin \varphi \sin \omega + B_z \cos \omega$$

式中 b_{xw} 、 b_{yw} 、 b_{zw} ——摄影倾斜坐标系中的基线分量值 (m)；

B ——摄影基线长度 (m)；

b_z ——右方摄影镜头相对于左方镜头的高度 (m)；

φ ——等偏角 (°)；

ω ——等斜摄影的等倾角 (°)。

五、绝对定向时，定向误差应配赋，平面对点误差不宜大于图上 **0.5mm**，最大不应大于图上 **0.6mm**；高程误差不应大于本规

范表 3.1.6 规定的中误差的 $3/5$ 倍。定向完毕后应记录各分划读数和残差。

第 4.5.3 条 等高线绘制应符合本规范第 3.9.7 条第二款的规定。

第 4.5.4 条 相邻像对或图幅间的接边差,应符合本规范第 3.9.7 条第四款的规定。

第 4.5.5 条 测图完毕后,应到实地检查并补测漏洞。

第 4.5.6 条 地面摄影测量的资料提交与检查验收,应符合本规范第三章第十节的规定。

第五章 数字地面模型

第一节 一般规定

第 5·1·1 条 数字地面模型应包括地形点的平面坐标和高程数据的获取，建立数据库，并能根据要求进行长度、坡度、断面、面积、体积的计算及工程设计。

第 5·1·2 条 数字地面模型获取数据，宜采用摄影资料，原有地形图、地面实测和原有数据库。

第 5·1·3 条 摄影资料获取数据，可采用带有数字化记录装置的模拟测图仪或解析测图仪；原有地形图获取数据，可用数字化仪。

第 5·1·4 条 作业前可按工程要求确定数据获取手段、方式、采样间隔、内插测点的间隔、内插圆半径及参加内插数据点的个数。

第二节 数据获取

第 5·2·1 条 数据获取宜采用下列形式：

一、采集正方形、矩形、正六边形、正三角形的格网交点的高程 (**Z**)；

二、采集任意三角形网格交点的平面坐标 (**X**、**Y**) 及高程 (**Z**)；

三、采集断面形式离散点的平面坐标 (**Y**、**Z**) 或 (**X**、**Z**)；

四、沿等高线采集离散点的平面坐标 (**X**、**Y**) 及高程 (**Z**)；

五、平面坐标精确取至 0.01mm，高程精确取至 0.1m。

第 5.2.2 条 摄影测量方法采集数据点时,宜按距离或时间间隔,用动态连续的方式;对于精度要求较高的数据点采集,宜按静态单点的方式。

第 5.2.3 条 采样间隔或格网间隔应根据地形类别、测图比例尺按表 5.2.3 确定。

采样间隔或格网间隔(m)						表 5.2.3
比例尺 地形类别	1 : 500	1 : 1000	1 : 2000	1 : 5000	1 : 10000	1 : 50000
平地	5	10	20	50	100	120
丘陵地						
山地	2	5	10	30	50	60
高山地						

第 5.2.4 条 数据获取时应采集地形特征点及地性线;沿地性线获取数据时,宜调整采样间隔。

第 5.2.5 条 数据点采集应均匀取点;对于不同地形交界处的数据点,其采样间隔应由稀到密或由密到稀。

第 5.2.6 条 用摄影资料沿等高线采集数据时,应绘制采样导引图;用原有地形图采集数据时,应作分区标记。

第 5.2.7 条 数据获取时,应进行打印记录;打印的记录应完整、清晰。每一个数据文件宜由 1000 个左右的数据量组成。

第 5.2.8 条 数据编码宜按现行国家标准《国土基础信息数据编码规范》执行。

第三节 数据编辑

第 5.3.1 条 数据点的输入方式应采用下列方式:

一、人工键入;

- 二、磁带输入；
- 三、软盘读入；
- 四、联机实时控制输入。

第5.3.2条 输入计算机的数据应与打印记录作校核；及时改正错码、误码，补入遗漏数据。

第5.3.3条 数据文件编辑时宜按 3000 个的数据量分割或合并，删去数据中的非数字符号，并加上分段标记。

第5.3.4条 精度要求较高的数字地面模型，应将地面实测的数据加入到摄影资料或原有地形图所获取的数据中，约定其数据点的信息，并作为一个单独的数据处理文件。

第5.3.5条 原始数据文件，应录入磁介质上，并另作备用文件分开保存。

第四节 数据处理

第5.4.1条 当建立数字地面模型数据库时，应能进行数据点的自动计数挑错、控制点的挑错和大地坐标归算。

第5.4.2条 数据点可采用人工挑错和软件程序自动挑错。

第5.4.3条 数据点平面坐标归算时，其定向点的点位限差：当采用摄影资料获取数据点时，不宜大于 $0.00012m_k(m)$ ；当采用原有地形图获取数据点时，不宜大于 $0.0004M(m)$ 。

第5.4.4条 数据点按统一格网管理时，格网边长 (D_x) 应满足下式要求：

$$D_x = 1.6\Delta D \quad (5.4.4)$$

式中 D_x ——格网边长 (m)；

ΔD ——采样间隔 (m)。

数据点格网管理模式可按本规范附录五执行。

第5.4.5条 数字地面模型的内插宜采用下列二次多项式计算：

$$Z = [1 \ X \ X^2] \begin{bmatrix} F & E & C \\ D & B & O \\ A & O & O \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ Y \\ Y^2 \end{bmatrix} \quad (5.4.5)$$

式中 X 、 Y ——以待定点为原点的平面坐标 (m);

Z ——数据点的高程 (m);

$A \sim F$ ——内插曲面参数。

第 5.4.6 条 内插选取已知点方式应符合下列规定:

一、以待定点为圆心, $0.8D_x$ 为半径的内插圆选取 9~14 个点;

二、已知点应均匀布设在以待定点为原点的平面直角坐标四个象限中, 每个象限宜为 2~3 个点;

三、当所选取的已知点数少于 6 个时, 内插应采用下列公式计算:

$$Z_i = [1x] \begin{bmatrix} F & E \\ D & O \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ Y \end{bmatrix} \quad (5.4.6)$$

第 5.4.7 条 内插误差方程式的权 (P_i) 应按下列式计算:

$$P_i = 1/D_i^2 \quad (5.4.7)$$

式中 D_i ——待定点至已知点的距离 (m)。

地面实测的数据点的权以 P_i 为宜。

第 5.4.8 条 待定点的计算速度不宜少于每秒 10 个点; 待定点的高程精度宜小于等高距的 1/4。

第 5.4.9 条 数字地面模型用于自动绘制等高线时, 判别等高线的格网宜按表 5.2.3 规定的间隔值的一半取用。

第 5.4.10 条 沿等高线采样确定正射影像图的断面间隔, 可按下列式计算:

$$\Delta D = WM \quad (5.4.10)$$

式中 ΔD ——断面间隔 (m);

W ——制作正射影像图所确定的扫描缝隙长度 (mm);

M ——制作正射影像图成图比例尺分母。

第 5·4·11 条 在工程设计中纵横断面的内插测点间隔宜为 10m；施工设计阶段宜为 1~5m；方案比较阶段宜为 50m。

第 5·4·12 条 体积的计算可采用辛普生法，收敛的标准以最小步长小于 $1/5\Delta D$ 或相邻两次数值差小于 $1/7\Delta D$ 为宜。

第 5·4·13 条 地形透视图或鸟瞰图，其内插点的间隔宜为 10~15m；其前后景隐藏线的判别栅的栅距宜为图上 2mm。

第六章 非地形摄影测量

第一节 一般规定

第6.1.1条 非地形摄影测量适用于建筑、工程及工业摄影测量，为其提供平面图、立面图、剖面图、面积、体积、三维坐标及多时相、多影像的多维参数。

第6.1.2条 非地形摄影测量的成图比例尺应符合下列规定：

一、成图比例尺宜选用1:50、1:100、1:200；特殊工程可选用1:20、1:10、1:5、1:1，或放大的比例尺；

二、测图放大系数不应大于8，最大不应大于10。

第6.1.3条 非地形摄影测量成图的图幅尺寸，可按表6.1.3的规定选用。

非地形摄影测量成图的图幅尺寸(mm)

表6.1.3

图幅代号 图幅尺寸	A ₀	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄
图幅 (宽×长)	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
内图廓 (宽×长)	800×1100	500×700	300×500	200×300	200×200

第6.1.4条 非地形摄影测量的精度划分及适用范围应符合下列规定：

一、分米级适用于大型工程摄影的目标以及小面积的低空摄影的目标；

二、厘米级适用于工业工程、建筑工程、矿山采掘、冰川移

位以及环保研究；

三、毫米级适用于工业容器、体积测算、建筑物变形、沉降、滑坡、岩石位移及科学模型的试验研究；

四、当用模拟测图仪绘制轮廓图、等值线图时，点位中误差宜为 10~20mm，相对中误差宜为 1/1000~1/2000；

五、工程和工业摄影测量，宜采用模拟解析法或解析法，点位中误差宜为 5~10mm，相对中误差宜为 1/2000~1/5000；

六、变形观测或特种精密工程测量，宜用解析法，点位中误差宜为 1~5mm，相对中误差宜为 1/5000~1/20000。

第 6.1.5 条 非地形摄影测量的精度要求较高时，可采用多标志、多摄站、多像片及多量测的方法进行。

第 6.1.6 条 仪器设备的要求应符合下列规定：

一、非地形摄影测量可采用量测摄影机及非量测摄影机；

二、数据处理当采用解析方法作业时，应以坐标量测仪和解析测图仪为主；当采用模拟测图时，应以模拟测图仪为主。

第二节 物方控制

第 6.2.1 条 物方控制的坐标系统可采用独立坐标系，亦可与国家统一的大地坐标系联测。

第 6.2.2 条 控制网的形式可采用短边高精度的控制网；亦可利用距离、角度和几何图形建立相对控制；要求精度高或条件受限制时两者可联合使用。

近距离摄影中，控制网可采用活动控制架代替。

第 6.2.3 条 控制测量的点位精度不宜大于摄影测量测定点位精度的 1/3。

第 6.2.4 条 物方控制点应布设在被摄目标的四周；当目标景深较大时，应在景深范围内均匀布设。

当采用模拟法成图时，1 个像对的控制点宜布设 4 个以上；当采用直接线性变换法解算待定点时，1 个像对的控制点宜布设

6~9 个,其分布不应接近于一个平面;当采用时间基线视差法时,1 个像对宜布设 4 个以上控制点。

第 6·2·5 条 近距离控制测量的点位误差为 0.1mm 时,测站点应采用 DJ_2 型经纬仪,在物方设置因瓦尺后方交会 6 测回测定;控制点应采用 DJ_2 型经纬仪,前方交会法 4 测回测定。

第 6·2·6 条 人工标志的形状可按本规范附录六选用;其标志的尺寸和颜色应符合下列规定:

一、标志的形式可采用十字形或同心圆,标志的线条宽度在像片上应为 0.03~0.05mm,长度应为 0.1~0.2mm。

1. 标志的尺寸可按下式计算:

$$L = \frac{Y}{f}l \quad (6\cdot2\cdot6-1)$$

式中 L ——标志尺寸 (m);

Y ——摄影纵距 (m);

l ——标志在像片上的相应尺寸 (mm)。

2. 高精度的非地形摄影测量,摄影点的圆形标志直径可按下式计算:

$$D = \frac{5}{3} \frac{Y}{f}d \quad (6\cdot2\cdot6-2)$$

式中 D ——标志直径 (m);

d ——坐标量测仪的测标直径 (mm)。

3. 当与各方向的像对连接时,标志的形式宜用圆柱形或球形。

二、标志的颜色,应使影像与标志背景色调有明显的反差,可采用黑、白、黄色或两色相间。

三、当拍摄表面光滑的目标或金属目标时,摄影前应在目标上涂以适当条纹或投射格网。

第三节 摄影机检校及其物镜前节点坐标的计算

第6.3.1条 摄影机的检校应符合下列规定：

一、摄影前应对摄影机进行检校；

二、检校可在试验场或作业中进行；当在试验场检校时，控制点的点位中误差宜小于0.1mm，摄影机至少应清晰地对焦两个平面；

三、完全检校的基本参数应包括主点坐标和主距（ x_0 、 z_0 、 f_0 ），物镜畸变差参数（ K_1 、 K_2 、 K_3 、 P_1 、 P_2 ）和仿射变形系数（ $d\beta$ 、 ds ）；检定主距和主点的精度不应大于0.02mm。

第6.3.2条 物镜前节点坐标计算应符合下列规定：

一、对于垂直和水平旋转轴交于一点的量测摄影机，物镜前节点坐标可按下列公式计算：

$$\begin{aligned}X_S &= X_R + EC \cos \varphi \cos \omega \\Y_S &= Y_R + EC \sin \varphi \cos \omega \\Z_S &= Z_R + EC \sin \omega\end{aligned}\quad (6.3.2-1)$$

式中 X_S 、 Y_S 、 Z_S ——物镜前节点坐标（m）；

X_R 、 Y_R 、 Z_R ——仪器旋转中心坐标（m）；

EC ——垂直旋转轴至物镜前节点的距离（m）；

φ 、 ω ——摄影光轴的偏角和倾角（°）。

二、对于垂直和水平旋转轴不相交的摄影机，物镜前节点坐标可按下列公式计算：

$$\begin{aligned}X_S &= X_R + (EC \cos \omega + \delta_{EC}) \cos \varphi \\Y_S &= Y_R + (EC \cos \omega + \delta_{EC}) \sin \varphi \\Z_S &= Z_R + EC \sin \omega\end{aligned}\quad (6.3.2-2)$$

式中 δ_{EC} ——垂直旋转轴相对于水平旋转轴前移或后移（取负值）的水平偏心距（m）。

三、偏心值可采用摄影测量的方法测定，摄影目标可采用已知距离或横基尺；偏心值的测定精度不应大于物方控制测量的精

度。

第四节 数据获取

第 6·4·1 条 摄影机的选择应符合下列规定：

- 一、较大面积和较高精度的摄影，可选用单量测摄影机；
- 二、小面积、近距离摄影或局部摄影，可选用立体量测的摄影机；
- 三、低精度的摄影，可选用非量测摄影机。

第 6·4·2 条 摄影站的布设应符合下列规定：

一、对于长形物体，摄影站宜布置在与物体长轴相平行的一条直线上，并使摄影主光轴垂直于被摄物体的主立面；对于圆柱形物体外表的摄影，摄影站可均匀布设在与物体中轴线等距的四周；

二、多像对摄影时，应布设像对间作连接用的标志点；对变形测量多时相摄影时，应设置固定观测墩；

三、特殊摄影站可设在升降机、系留气球、航模机或直升飞机的摄影平台上。

第 6·4·3 条 摄影方式和摄影基线应符合下列规定：

一、摄影方式可采用正直摄影、等倾摄影或交向摄影；摄影基线可为水平基线或垂直基线。

二、正直摄影时，最大摄影纵距与基线长度应符合下列关系式：

$$Y_{\max} = KB \quad (6\cdot4\cdot3-1)$$

式中 Y_{\max} ——最大摄影纵距 (m)；

B ——基线长度 (m)；

K ——常数，其值取 3~10，当目标景深不大时， K 可取为 3。

正直摄影时的最佳基线长度，为摄影目标沿 X 方向的待测宽度 (\bar{X})，可按下式计算：

$$B = \frac{Y_{\max}}{f} x_{\max} = \overline{X} \quad (6.4.3-2)$$

式中 \overline{X} ——摄影目标沿 x 方向的待测宽度 (m);

x_{\max} ——相应于像片上的最大横距 (mm)。

在任何情况下, 摄影纵距与基线长应符合下式:

$$\frac{Y}{B} \geq \frac{1}{2} \operatorname{ctg} \frac{\beta}{2} \quad (6.4.3-3)$$

式中 β ——像场角 ($^{\circ}$)。

三、交向摄影物体中心处的最佳交会角, 当保持摄影比例尺不变时, 应近于 90° , 基线长度与摄影纵距之比 (B/Y) 应近于 0.8, 当采用多站交会时, 摄影机主光轴在所摄物体上相交的交会角, 宜在 $60^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 之间。

第 6.4.4 条 摄影材料应符合下列规定:

一、摄影底片和干版, 应影像清晰, 黑度适中, 反差正常; 底片分解力不应小于 50 条线/mm; 不平度不应大于 0.04mm, 个别最大不应大于 0.08mm。

二、静态摄影的摄影材料可选用低感光片; 动态摄影可选用高感光片; 高原、雪山地区的摄影可选用国产紫外 II 型或 I 型光谱干版; 植被覆盖山丘的摄影, 可选用分色感光片; 沙漠、露岩和建筑物较密地区的摄影, 可选用全色感光片; 建筑摄影, 亦可选用彩色片或红外片。

第 6.4.5 条 非摄影测量作业前应进行精度估算, 其估算公式可按本规范附录七执行。

第五节 数据处理

(I) 模拟法

第 6.5.1 条 模拟法适用于模拟测图仪测图, 模拟测图仪的选用应符合下列规定:

一、立体摄影机或单量测摄影机按正直摄影方式摄影的像对，可选用正直立体测图仪；

二、正直或近似正直摄影的像对以及等倾摄影的像对，可选用工程测图仪；

三、像片主距和基线相应条件下，具有一定的倾角 (ψ 、 ω) 和一定景深的像对，可选用全能立体测图仪；

四、输出形式多样性的非地形摄影的像对，可选用解析测图仪。

第 6.5.2 条 模拟法的作业过程应符合下列规定：

一、准备工作应包括仪器检校，底图准备，像片收集及安置值的计算。

二、像片在像盘框内的归心精度应根据量测误差 (δ_x 、 z) 和景深与物距比 ($\Delta Y/Y$) 的不同，按表 6.5.2 选用。

像片的归心精度(mm)		表 6.5.2	
景深与物距比 量测 误差 (mm)	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{3}$
0.02	0.2	0.1	0.06
0.005	0.1	0.05	0.025

三、等值距可按下式计算：

$$\Delta H = C m_y \quad (6.5.2-1)$$

式中 ΔH ——等值距 (m)；

C ——常数，可取 2~4，依被摄目标有效面积内的坡度不同选用；

m_y ——测定物点纵坐标中误差 (m)。

四、概略模型基线可按下式计算：

$$b_x = \frac{B}{M_m} \quad (6.5.2-2)$$

式中 b_x ——模型基线 (mm)。

五、相对定向和绝对定向应符合下列规定：

1. 相对定向可在非标准点上进行，各点的上下视差的残差不应大于 0.02mm ，配赋时主点附近不应有上下视差残余；

2. 绝对定向的平面点位误差不应大于 0.5mm ；高程误差不应大于等值距的 $1/2$ ；

3. 模拟测图仪的定向，可采用像片相对定向和模型置平同时进行，定向后检查模型比例尺，完成比例尺的最后安置；

4. 非量测像片可采用承片框架模拟四角框标测出主距和主点，并试验这些数据的稳定程度。

六、原图测绘时应符合下列规定：

1. 原图测绘时应以摄影目标表面形态为准，先描绘轮廓线，后描绘等值线。

2. 特征部位应加测注记点；计曲线和首曲线均应立体实测；等值线的描绘误差应小于等值距的 $1/2$ 。

3. 建筑物立面图测绘的结构尺寸应注记精确至 1cm 。

4. 非量测像片用于模拟法测绘时，宜将像片放大。

(II) 解析法

第 6.5.3 条 解析法适用于量测像点坐标，量测可采用立体坐标量测仪或单像坐标量测仪，其量测的精度宜为 $0.002\sim 0.01\text{mm}$ 。

第 6.5.4 条 当数据处理采用共线条件方程式、共面条件方程式和直接线性变换解法时，可按本规范附录八的规定执行。

第 6.5.5 条 时间基线视差法的作业应符合下列规定：

一、时间基线视差法适用于变形测量中的两维坐标的测定。

二、摄影时的像平面宜平行于被摄物体运动或变形的主立面，其不平行的限差可按下列公式计算：

$$\Delta\varphi_z = \frac{f\delta_x}{2x\Delta x} \quad (6.5.5-1)$$

$$\Delta w_x = \frac{f\delta_x}{z\Delta x}$$

式中 $\Delta\varphi_z$ ——倾角在 **XZ** 平面上的分量 (°);

Δw_x ——倾角在 **ZY** 平面上的分量 (°);

δ_x ——像点的位移误差值宜精确至 0.005~0.01mm;

Δx ——像点的最大位移量 (mm)。

三、物体运动或变形前后应各拍摄一张像片，以组成时差的立体像对，内业量测出各特征点的视差值；被摄物体的位移值可按下列公式计算：

$$\Delta X = \frac{Y}{f} \Delta z_t \quad (6.5.5-2)$$

$$\Delta Z = \frac{Y}{f} \Delta z_t$$

式中 Y ——物距 (m);

ΔX 、 ΔZ ——位移值 (m);

Δx_t 、 Δz_t ——像片上量测的位移视差值 (mm)。

四、不同摄影期间像片内、外方位发生变化，当有 5 个物方控制点时，位移值的位移改正数可按下列公式计算：

$$\delta_{(\Delta x)} = a_0 + a_1 x^2 + a_2 xz + a_3 z + a_4 x \quad (6.5.5-3)$$

$$\delta_{(\Delta z)} = c_0 + c_1 z^2 + c_2 xz + c_3 x + c_4 z$$

式中 a_i ($i=0\sim4$)， c_i ($i=0\sim4$) ——改正系数；

x ， z ——控制点或待完点的坐标量测值 (mm)。

第 6.5.6 条 相对控制条件方程与共线条件方程的联合平差，

适用于精密工程的摄影测量。

联合平差应符合下列规定：

一、观测数据应视为观测值，列出条件方程式与共线条件方程式构成误差方程式一并解算；

二、建立制约条件，不构成误差方程式，应按附加条件的间接平差法计算。

(Ⅲ) 模拟解析法

第 6.5.7 条 模拟解析法作业时，应先相对定向，模型连接，量测模型坐标，然后用解析法绝对定向或整体平差，解算空间坐标。

(Ⅳ) 纠正法

第 6.5.8 条 纠正法适用于平面型的工程建筑物或构件。

第 6.5.9 条 纠正作业应符合下列规定：

一、纠正仪宜采用格网进行检校；

二、控制点、纠正点应按规定的比例尺展绘于底图上，当控制点不在纠正平面上时，应在底图上加入投影差改正；

三、像片变形应使用垫板改正。

第 6.5.10 条 纠正的要求应符合下列规定：

一、纠正对点误差宜为 0.3mm，最大不应大于 0.4mm。

二、纠正点不应少于 4 个，具有几何形状的摄影目标像片，可用 2~3 个纠正点。

三、像片与投影面不平行性的限差应符合下列关系式：

$$\alpha_{\max} \leq \arcsin\left(\frac{f}{F} \sin \varnothing_{\max}\right) \quad (6.5.10)$$

式中 α_{\max} ——允许不平行性的最大夹角 (°)；

F ——纠正仪物镜焦距 (mm)；

\varnothing_{\max} ——承影面最大倾角 (°)。

四、摄影经纬仪移动物镜位置拍摄的像片，应在重合 xx 框标

后加入纵向偏心改正。

五、对于 ω 不等于零的像片，应根据4个点进行纠正，其纠正方法与纠正航片相同。

六、除制作像片图外，还需绘制线划图时，在像片平面图上直接清绘轮廓线，应按(3·5·5)式略作位移。

七、曲面的纠正，宜采用微分纠正法。

第六节 特殊摄影测量

第6·6·1条 对工业部件采用X射线拍摄立体像对时，其技术要求应符合下列规定：

一、摄影前，应对X光机进行检定，使X光管参考平面与像片平面平行；采用两次曝光时应移动X光管或移动、转动被摄物体；物方应布设一定数量的控制点；当精度要求较高时，应用解析法解算定向元素。

二、摄影时宜采用4根与x像片正交的直线，并根据x像片上所得到的线段确定其主点或底点。

三、x像片的量测宜采用单像坐标仪或立体坐标量测仪，量测时读数精确至0.1~0.01mm；目标的点位误差不得大于0.5mm。

第6·6·2条 当采用高速摄影机、摄像机拍摄工程爆破的动态目标时，其技术要求应符合下列规定：

一、摄影系统应由2台高速摄影机、频闪装置或转动标号及已知物方空间坐标组成；摄影方式宜采用交向摄影。

二、像点坐标的量测可采用坐标仪或数字化仪；数据处理可采用直接线性变换解法解求目标点的三维坐标(X、Y、Z)，并求出有关几何量或统计量。

三、目标点的误差宜为1~10mm。

第6·6·3条 密封玻璃容器内或水下目标物的双介质摄影，其技术要求应符合下列规定：

一、摄影系统应装入密封盒内；摄影机应具备遥控曝光、连续拍摄、监测和测深系统，并应能实现 κ 、 ψ 、 ω 的转动。

二、像片处理时宜采用改变摄影机主距的办法，将双介质摄影归算为单介质，然后数据处理采用解析法。

第6·6·4条 城市建设中审议未来工程景观布局的逆反摄影测量，其像片处理应符合下列规定：

一、像片内、外方位元素应根据设计建筑物的实地坐标给定；

二、建筑物的像片坐标应采用共线条件方程式解算，并将其描绘在像片上。

第6·6·5条 建筑工程中的红外摄影，可采用热像仪，所传感的各种形式的变化信息，可在电视屏上监视或在像片上记录。

第6·6·6条 工程和工业生产中的产品质量控制和生产程序控制，进行数字和实时摄影测量时，宜采用固态摄像机获取目标数字图像，通过计算机进行图像处理和摄影测量处理。

第七章 工程遥感

第一节 一般规定

第7·1·1条 工程遥感中的小比例尺航空遥感资料和航天遥感资料可用于总体规划；大比例尺航空遥感资料和地面遥感资料可用于初步设计、工程稳定性评价和环境勘测。

第7·1·2条 工程遥感的精度应包括图像位置精度和性状参数的解译精度及成图的精度。

图像上解译划分工程单元体的最小尺寸，宜为 2mm^2 ；对于与工程无重大关系的且性状相似的工程单元体，可根据其影像特征综合解译；对于与工程有关系的工程单元体，经图像增强处理后仍无法按比例尺表示时，可通过现场勘测放大比例尺或专用符号表示。

第7·1·3条 影像比例尺应以最小工程单元体影像信息的可解译性和准确定位来确定，测图放大系数宜为 $2\sim 4$ 。

第7·1·4条 工程遥感的作业程序应符合下列规定：

- 一、收集已有的工程遥感资料；
- 二、现场踏勘；
- 三、根据工程项目的要求，制订地面遥感、航空遥感计划；
- 四、飞行前、飞行中与飞行后应对典型目标作地物波谱测量；
- 五、遥感图像处理；
- 六、建立解译标志，进行室内解译和野外验证，并修改和补充；
- 七、提交工程报告书，解译图及专题图。

第二节 航空遥感飞行与地物波谱测量

第7·2·1条 传感器的选择应符合下列规定：

一、大像幅多光谱摄影与彩红外摄影适用于工程区域及环境的勘测；

二、热红外扫描或成像适用于探测目标温度和热参数；

三、定期飞行和实时遥感适用于动态变化监测和灾害监测。

第7·2·2条 飞行方案的制定除应按现行国家标准《航空摄影规范》执行外，还应符合下列规定：

一、最佳波段、温度上、下限值和最佳飞行时间诸传感器参数，应根据波谱成果选择。

二、飞行的成像比例尺应根据最小目标物的解译区分程度确定。

三、飞行季节与时间的选择应与传感器的性能指标相匹配，并能形成目标性状的最佳对比。

四、飞行方向在扫描成像时，应取垂直或斜交区域内的主要线性目标的方向；摄影时应取平行或斜交区域内 D—要线性目标的方向。

五、热红外扫描时，传感器的温度记录范围应能显示目标最大温差。

第7·2·3条 地物波谱测量应符合下列规定：

一、地物波谱测量仪器与飞行所用的传感器的性能指标应相匹配。

二、波谱仪器使用前应进行标定：地物光谱仪应采用标准谱线光源标定；红外幅射测温仪应用标准定温源标定；反射参考板应定期测定参数。

三、测量地段应具有代表性，无遮蔽或其他干扰。

四、测量宜在晴天、少云及无风（对红外测温）时日进行，测量时的太阳高度角宜大于 45° ，并同时测定气温、湿度、风向、

风速、气压与海拔高度。

第7·2·4条 地物波谱测量的内容应符合下列规定：

一、区域内的工程建筑物、地质体、水体、土壤、植被的光谱反射率或红外辐射温度，应根据需要测量。

二、测量的布局应分定点测量、定时测量及剖面测量；剖面测量时，各点的目标或成分、结构和含水情况的地面物理状态应与景观背景、日照条件相一致；定点测量时，应在全区内选择不同类型的目标物作为单独的观测点。

三、同一点必须测量2次。

四、进行室内光谱测定和物理分析时，应采集足够的典型目标样品。

五、在太阳反射角、视距、照度相同时测定目标与参考板的数据，应使目标物充满仪器视场。

第7·2·5条 热红外辐射测温的附加要求应符合下列规定：

一、应收集了解或采集样品测定地物目标的热导率、密度、比热与热惯量物理热学性质参数，样品发射率可在野外简易测定，并按本规范附录九的规定执行；

二、对有代表性的目标应每隔1h或2h测定其在昼夜连续24h内的温度变化；

三、飞行前、飞行中与飞行后测量的地面目标必须一致；

四、对每一个点的重复观测必须做到观测距离和时间间隔近似相等；

五、雨后地面潮湿不应观测，昼夜连续24h的测温，遇雨时应停止，观测数据作废；

六、物理热学性质的分析研究与测温数据资料的整理，应按剖面、季节绘出图谱。

第三节 工程遥感的图像处理

(I) 光学图像处理

第7.3.1条 光学图像处理方法可采用假彩色合成、假彩色密度分割及假彩色编码；图像处理可进行晒印或拍摄，也可直接在承影面或屏幕上作解译。

光学假彩色合成应在合成仪或放大机上进行；在合成仪上作业时，宜由多通道投影一次配准合成，以获得假彩色影像；在放大机上作业时，应分次配准曝光，其作业应符合下列规定：

- 一、成像应清晰，投影屏上的照度不均匀性不应超过 15%；
- 二、各像片重合标志的配准误差，不应超过 0.1mm；
- 三、选择滤光片和调整各通道的灯光强度，应达到工作区信息的最佳显示。

第7.3.2条 假彩色密度分割作业应符合下列规定：

- 一、屏幕彩色条带显示不应少于 16 条线/mm，彩色对比应分明；
- 二、图像显示应清晰；
- 三、调节物镜光圈和信号电平时，应使信息的彩色分割丰富。

第7.3.3条 遥感图像的位相调制密度假彩色编码处理程序应符合下列规定：

- 一、抽样调制应采用高分辨率的干版，罗奇光栅数不宜小于 20 条线/mm；
- 二、漂白程度适中的位相片密度应为 0.1~0.3；
- 三、应选择频谱面上的衍射级谱进行。

(II) 计算机数字图像处理

第7.3.4条 计算机数字图像处理应包括图像恢复、图像几何校正、配准、图像增强、图像统计分析、图像分类和多源数据信息提取与复合处理。

图像处理的磁带应包括卫星数字兼容磁带或航空扫描数字磁带；地表浅层的隐伏信息图像处理宜采用冬季磁带；几何精度要求不高的图像处理宜采用信息丰富未经去斜处理的磁带；信息要求丰富的图像处理，宜优先采用原始图像的数据磁带。原始图像输入应采用连续采样，输出采用扫描方式。对于多源数据信息复合处理，应几何配准各种数据、图形及图像。

非数字形式的图像处理，应先扫描数字化，然后进行数字图像处理。

第7.3.5条 波段图像宜根据工程遥感解译目的、要求和地物波谱测量及本规范附录十的波段性能来选择；标准的假彩色合成图像，宜为波段 **MSS7.5.4** 或波段 **TM4.5.3** 以及其他波段合成方案。

第7.3.6条 数字图像处理可分显示功能和中央处理机功能，其要求应符合下列规定：

一、当解译精度要求不高的图像，可采用计算速度快的显示功能采样处理，并应实时评估屏幕上显示的结果；

二、利用相机拍摄图像时，应随时调整屏幕显示的对比度和亮度；

三、高精度的扫描图像必须采用加工范围不限的中央处理机功能，其处理程序应符合下列规定：

1. 对加工的图像应采用显示功能采样处理，在多种功能的试算中，应按显示的结果挑选最适宜的功能；

2. 利用中央处理机作相应的功能处理。

第7.3.7条 图像处理时应熟悉各种图像处理功能的特性及使用范围，并根据解译内容要求选择功能。

第7.3.8条 图像处理方案应具备下列内容：

一、欲进行扫描数字化的图像产品，加工地段的卫星轨道号或近似经纬度，所处的省名、附近重要地名及采样大小；

二、绘有加工范围、欲显示的地物及概略位置的图像样片；

三、参与运算的波段、多种试用功能的运算次序，多功能的综合运算程序、功能处理时的参数。

第7·3·9条 功能的选择除应考虑解译内容、功能特性外，还需对图像所处场景预分析，其内容应符合下列规定：

一、对基岩裸露，几何信息丰富，植被或第四纪覆盖范围小的山区，应以辐射变换各种功能的应用为主；

二、对沙漠、雪山区，应部分兼用各类功能；

三、对黄土覆盖的山区和丘陵，或是信息离散，植被或第四纪地层覆盖范围大的平原地区，应兼顾各类功能。

第7·3·10条 多功能综合处理图像时，应按预处理、主处理、后处理作业，其程序应符合下列规定：

一、预处理应对原图像按比例扩张或直方图正态化功能进行，或将四个波段图像实行卡洛（KL）变换或哈达姆变换，将其有效分量与部分波段图像组合成予处理图像；

二、主处理应根据解译要求、功能特性，图像场景分析的因素选择功能，并对预处理图像进行处理；

三、后处理应对经主处理的图像，试用比例扩张，直方图正态化、跟踪球线性变换、矩阵变换、假彩色功能进行处理。

第7·3·11条 多种单功能或综合功能应根据图像场景及解译内容的不同进行运算，其运算次序应符合下列规定：

一、辐射变换及算术运算类功能；

二、多波段频谱变换及空间变换类功能；

三、多功能综合运算及集群分类功能。

处理结果应以解译为准；山区的处理成果应以“形”为主，何形态应丰富，以明显、清晰的对比色调显示；平原应以“色”为主，色彩应多样、丰富，以较明显的或较阴暗的对比色调显示；多种功能试算中，对部分运算功能得到满意结果后，即可停止其后的拟定功能的试算。

第四节 遥感图像的解译

第7·4·1条 遥感图像的解译应收集单波段黑白图像、假彩色合成图像、影像图、地形图与专业解译有关的专题图件，及各种图像处理成果及文字资料；并应制订解译计划。

第7·4·2条 解译要求应符合下列规定：

一、解译标志应以工程目标物的形状、大小、结构、纹理、分布格局、阴影和色调特征为直接标志；以目标共生、派生的微地貌、水系分布、植被品种为间接标志。

二、解译应以影像特征为基础，利用直接标志与间接解译标志和相关分析进行；解译时应利用多时相、多波段的图像反复比较，细致区分，勾划界线应准确无误；航片的解译应采用立体像对观察。

三、判读与解译不清的重要的目标物，宜采用现场勘测方法解决。

第7·4·3条 解译方法应符合下列规定：

一、航片解译，应以几何形态特征信息为主，色调特征信息为辅，结合间接标志和相关分析进行解译；卫星照片解译应以色调特征信息为主，几何形态特征信息为辅。

二、解译应先卫片后航片，先整体后局部，先易后难，先已知后未知，先直接后间接，先山区后平原，先宏观后微观，再宏观。

第7·4·4条 解译成果的检验应符合下列程序：

一、先应室内核对，然后野外验证，再回室内修改和补充；

二、野外检查应以检查解译标志为主，外推其结果，验证量不应小于30%，重点工程的标志应全面验证；

三、解译图的检查可采用测绘、地面调查和航空调查的方法；

四、隐伏地质构造应全面验证，并有钻孔控制。

第五节 遥感制图、工程信息系统和数据库

第7.5.1条 各类专业工程系列图件，应在遥感影像、解译图和地形图的基础上结合工程专业的内容和要求编制。

第7.5.2条 编制、转绘方法和要求应符合下列规定：

一、小于或等于1 : 25000 比例尺工程解译草图，可采用手工将像片上的解译成果转绘到地形图上，转绘误差不应大于1 mm；

二、1 : 2000、1 : 5000、1 : 10000 比例尺工程解译草图，必须用投影转绘法或立体测图法进行内业成图，转绘误差不应大于0.6mm；

三、宜优先采用计算机成图。

第7.5.3条 各种工程专题信息系统和数据库，应以工程测量资料、遥感数字信息、像片数字化数据、数字地面模型以及其他数据，结合工程地质、水文、水利、水电、线路、市政建设的各种专业信息为基础建立。

第7.5.4条 数据库的建库应符合下列原则：

一、建库应以共享为原则，对不同工程专业建库的数据或图形，应规格化、标准化和统一化；

二、工程专题数据分库宜优先建立；

三、已建立的各类工程专题数据分库，宜进行联网；

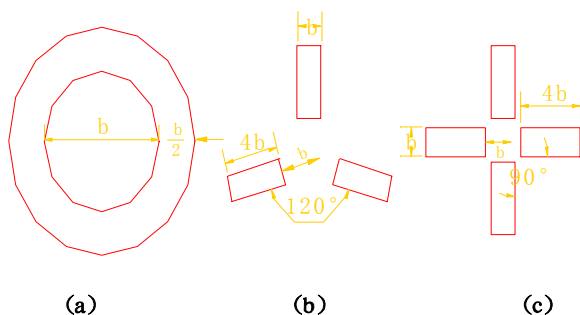
四、对具有动态变化的专题信息，宜按专业特点的不同，规定更新的工程专题信息内容及变换的时间间隔；

五、工程管理使用的程序，应便于调用和传递工程信息。

附录一 地面标志的形状和尺寸

一、地面标志的形状可按附图 1•1 选取；

二、标志的大小可根据摄影像片比例尺 ($\frac{1}{m_k}$) 确定，其尺寸 $b=0.05m_k$ (mm) 或 $b=0.04m_k$ (mm)。



附图 1•1 地面标志的形状

附录二 航线网布点航线段端点间的基线数

航线网布点航线段端点间的基线数(条)

附表 2.1

成图比例尺	焦 距 (mm)	摄影比例尺 分 母	布设平高点的基线数 布设高程点的方法或基线数			
			平 地	丘陵地	山 地	高山地
1 : 500	305	2000	$\frac{10}{\text{全野外}}$	$\frac{10}{\text{全野外}}$	—	—
		2500	$\frac{8}{\text{全野外}}$	$\frac{8}{\text{全野外}}$	$\frac{12}{10}$	$\frac{12}{16}$
		3000	$\frac{6}{\text{全野外}}$	$\frac{6}{\text{全野外}}$	$\frac{10}{8}$	$\frac{10}{12}$
1 : 1000	210	4000	$\frac{10}{\text{全野外}}$	$\frac{10}{10}$	$\frac{14}{16}$	$\frac{14}{16}$
		5000	$\frac{8}{\text{全野外}}$	$\frac{8}{6}$	$\frac{12}{12}$	$\frac{12}{14}$
		6000	$\frac{6}{\text{全野外}}$	$\frac{6}{4}$	$\frac{10}{10}$	$\frac{10}{10}$
	152	4000	$\frac{10}{\text{全野外}}$	$\frac{10}{10}$	$\frac{14}{16}$	$\frac{14}{16}$
		5000	$\frac{6}{\text{全野外}}$	$\frac{6}{8}$	$\frac{10}{14}$	$\frac{10}{16}$
		6000	$\frac{4}{\text{全野外}}$	$\frac{4}{6}$	$\frac{8}{12}$	$\frac{8}{12}$
1 : 2000	152	8000	$\frac{8}{\text{全野外}}$	$\frac{8}{6}$	$\frac{12}{18}$	$\frac{12}{18}$
		10000	$\frac{6}{\text{全野外}}$	$\frac{6}{6}$	$\frac{10}{14}$	$\frac{10}{16}$
		12000	$\frac{4}{\text{全野外}}$	$\frac{4}{\text{全野外}}$	$\frac{8}{12}$	$\frac{8}{12}$

续附表 2·1

成图比例尺	焦 距 (mm)	摄影比例尺 分 母	布设平高点的基线数 布设高程点的方法或基线数			
			平 地	丘陵地	山 地	高山地
1 : 5000	152	15000	$\frac{10}{\text{全野外}}$	$\frac{10}{12}$	$\frac{14}{16}$	$\frac{14}{18}$
		20000	$\frac{8}{\text{全野外}}$	$\frac{8}{8}$	$\frac{12}{12}$	$\frac{12}{14}$
		25000	$\frac{6}{\text{全野外}}$	$\frac{6}{4}$	$\frac{10}{10}$	$\frac{10}{10}$
		30000	$\frac{4}{\text{全野外}}$	$\frac{4}{\text{全野外}}$	$\frac{8}{6}$	$\frac{8}{8}$

注：①表中像幅为 $23\text{cm} \times 23\text{cm}$ ；

②表中 1 : 5000 比例尺成图时丘陵地端点间的基线数是按 5m 等高距计算而得。

附录三 控制片的整饰格式

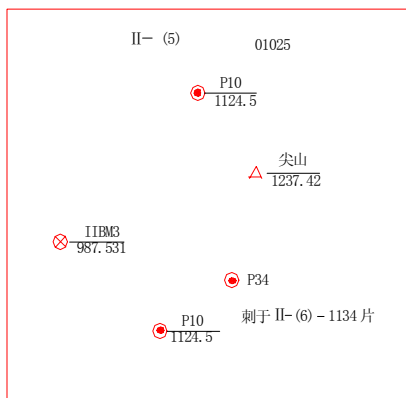
一、控制片正面整饰编号和注记宜按下列方法进行：

1. 航线编号应由上向下用阿拉伯数字注于像片北部中央，如(1)、(2)……，像片编号使用航摄时的编号；当为多个航摄分区，航线编号前应加分区号，如Ⅱ—(5)。

2. 三角点、水准点、像控点、其他埋石点的符号可用边长或直径为7mm的三角形、正方形或圆圈表示，水准点圆圈内加×；转标点用直径为10mm圆圈表示；水准点、高程点用绿色整饰外，其余点名、点号、高程等注记一律用红色。

3. 能准确刺出的三角点、其他埋石点的符号用实线表示，概刺点用虚线表示。

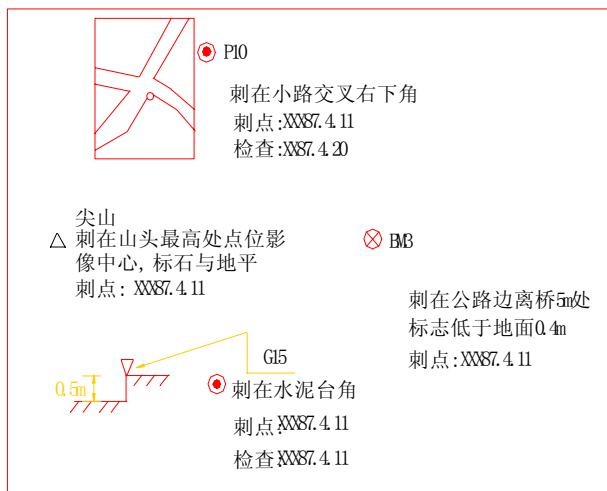
4. 正面的封饰格式如附图3·1。



附图 3·1 控制片正面的整饰格式

二、控制片反面的整饰宜按下列方法进行：

1. 像片反面整饰应采用黑色铅笔，符号和方位标定与正面相同，只整饰准确刺出的点位；
2. 在点位附近应注出点号或点名，并加文字说明，字迹应清晰、正规，说明准确；像控点号后按数字排列；
3. 当文字说明不能确切表达点位时，应加绘点位略图或剖面图；
4. 刺点者、检查者应签名并注明日期；
5. 采用地面标志时，应注明点名或点号及标志形式；
6. 概刺点与转标点，反面不应整饰；
7. 反面的整饰格式如附图 3·2。



附图 3·2 控制片反面的整饰格式

附录四 像片调绘

一、像片当天调绘应当天分色清绘，各色清绘的项目如下：

1. 黑色清绘的项目：

控制点符号及注记；

居民地建筑物的建筑材料、层数注记；

各类独立地物符号及注记；

各类管线垣栅符号及注记；

铁路、公路及附属构筑物，如电气化铁路之杆位、天桥、地道入口、涵洞、路堤（堑）、里程碑等符号及注记；

各类桥梁符号及注记；

与水系有关的水工构筑物，如闸、坝、堤等符号及注记；

各类航行标志、动力线和通讯线标志及注记；

田坎符号及注记；

各类植被，如水田、旱田、荒地、菜地、森林、经济林、独立树等符号及注记；

各级地理名称注记；

各类说明性注记，如厕所、牲口圈、球场、窄轨、水泥、沥青、水泵、机井、跌水、建筑中的铁（公）路；

大路：绘黑色实线，线粗 0.3mm；乡村路：绘黑色长虚线，线粗 0.2mm，虚线长 8mm，间隔 3mm；小路：绘黑色虚线，线粗 0.2mm，虚线长 4mm，间隔 1mm；内部道路：绘黑色虚线，线粗 0.2mm，虚线长 2mm，间隔 0.5mm，按实宽绘双线。

2. 红色清绘的项目：

各类地类界：绘红色实线，线粗 0.2mm；

各类铁路：绘红色虚线，线粗 0.5mm，虚线长 5mm，间隔 2mm；

各类公路：绘红色实线，线粗 0.5mm；

各种变化了的地物范围：绘红色实线，线粗 0.2mm；

各种拆除建筑物或其他不存在的地物：以红色“×”绘于地物影像上。

3. 绿色清绘的项目：

水系，如河、湖、水渠、水井、泉、坎儿井、沼泽应绘绿色符号，大面积水面加绘绿晕色，水涯线依摄影影像为准。

4. 棕色清绘的项目：

天然地貌，如石山、石滩、礁石、陡崖、河岸、冲沟、雨裂、干沟等符号应绘棕色。

二、像片上有影像而不能在室内直接判读的地物、地貌，均应到野外实地调绘，跑到、问准、看清、画实。

三、调绘工作应按现行国家标准《1：500、1：10001：2000 地形图图式》和《1：5000、1：10000 地形图图式》和本规范附录三的要求整饰。调绘中属于说明性质的注记应采用图式的“简注表”，不得任意命名。

当地物密集、注记拥挤时，可用 3mm 直径红色圆圈，以阿拉伯数字黑色编号，在调绘片范围外侧相应注记说明，并要求整齐、清晰。

四、对于航摄后的新增地物或隐蔽地物，应在成图前或成图后实地补测。

五、地理名称调注，应采用核准的标准地名，并一律使用国务院批准的简化字；注记排列要整齐，方向要一致，字隔要均匀。

地理名称注记时，镇以上居民地的总称、工矿企业全称，注记规格为 6mm；其余街道、车间、村庄、河流、山脉等名称，规格为 4mm。

当地理名称注记过密时，可适当取舍，其原则应取闻名舍一般，取固定舍易变，取总名舍分名，取较大的舍较小的。

六、调绘片应以航线顺序编号，如 (1)、(2) ……，像片编号使用航摄时的编号；当分区摄影时，可加分区号，如 II—(2)—2 即 II 分区 (2) 航线 2 片；如 1 张像片放大成 4 片时，在原片号后分别加 a、b、c、d 编号。

七、调绘像片的范围原则上与控制点连线一致，以兰色绘边线，接边后在边线外侧注记“已与×××片接边”，自由边则以红色线绘示，并于外侧红色注记“自由边”字样。

八、调绘的像片右下方，由调绘者及检查者签名并注记调绘年、月、日。

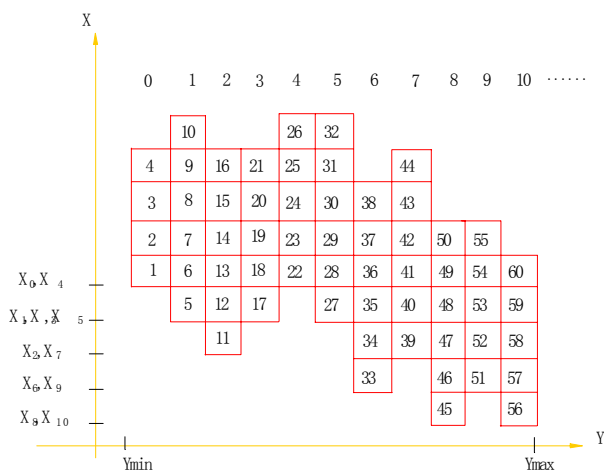
调绘片按航线装袋，封面写明：工程名称、航线号、像片原号、数量、作业队及作业组长及日期。

附录五 数字地面模型数据点 格网管理模式

一、数据点格网的排列程序如下：

1. 列序：从左至右计每列的序（例：0~10……）；
2. 格序：从左下至右上计每格的格序（例：1~60……）；
3. 格—列关系：记每列最下方格序（例：1, 5, 11, 17, 22, 27, ……）及该格左下角点的 X 值（例： $X_0 \sim X_{10}$ ……）；
4. 首点序：记每格第一点的点序（例：1, 7, 12……）；
注：第一格首点序为 1；其他格首点序为：本格首点序 $M_i =$ 前格首点序 $M_{i-1} + 1$ + 前格格内总点数 $N_{i-1} - 3$ 。
5. 总点数（例：307）；
6. 总格数（例：60）；
7. 总列数（例：11）；
8. 格边长（例：100m）；
9. 格网最左边 Y_{\min} 值（例：486700.00）；
10. 格网最右边 Y_{\max} 值（例：487800.00）。

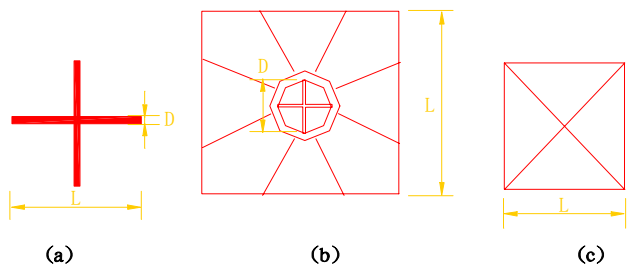
二、数据点格网管理模式如附图 5·1。



附图 5 • 1 数据点格网管理模式

附录六 非地形摄影测量 人工标志的形状

人工标志的形状如附图 6•1, L 为标志的尺寸 (m), D 为标志的最小宽度或圆形标志的直径 (m)。



附图 6•1 人工标志的形状

附录七 非地形摄影测量的精度估算

一、正直摄影测量时的精度，可按下式估算：

$$\left. \begin{aligned} m_x &= \frac{Y}{f} m_x \\ m_y &= K_1 K_2 m_p = \frac{Y^2}{Bf} m_p \\ m_z &= \frac{Y}{f} m_z \end{aligned} \right\} \quad (\text{附 } 7 \cdot 1)$$

式中 $K_1 = \frac{Y}{B}$; $K_2 = \frac{Y}{f}$;

m_x 、 m_y 、 m_z ——空间点的坐标误差 (m);

Y ——摄影站至被摄物体的距离 (m);

B ——摄影基线 (m);

m_x 、 m_z 、 m_p ——像点坐标和视差的量测误差 (mm)。

二、交向摄影测量时的精度，可按下式估算：

$$\left. \begin{aligned} m_x &= \frac{1}{f} \sec \varphi \cdot m_x \\ m_y &= \frac{\sqrt{2} l}{2f} \csc \varphi \cdot m_x \\ m_z &= \frac{l}{f} m_z \end{aligned} \right\} \quad (\text{附 } 7 \cdot 2)$$

式中 l ——物体中心点到摄站点的距离 (m);

φ ——偏角 ($^{\circ}$)。

附录八 数据处理解法

一、共线条件方程式解法：

共线条件方程式的解法，适用于高精度工程目标摄影测量的数据处理；在解求待定点物方空间坐标改正数的同时，一并解求摄影站的外方位元素改正数。

共线条件方程式线性化后按下列矩阵方程计算：

$$V = At + BX - L \quad (\text{附 } 8 \cdot 1)$$

$$\left. \begin{aligned} A &= \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} & a_{15} & a_{16} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} & a_{25} & a_{26} \end{bmatrix} \\ B &= \begin{bmatrix} -a_{11} & -a_{12} & -a_{13} \\ -a_{21} & -a_{22} & -a_{23} \end{bmatrix} \\ t &= [\Delta X_3 \ \Delta Y_3 \ \Delta Z_3 \ \Delta \varnothing \ \Delta \omega \ \Delta K]^T \\ X &= [\Delta X \ \Delta Y \ \Delta Z]^T \\ L &= [l_x \ l_y]^T \\ V &= [V_x \ V_y]^T \end{aligned} \right\} \quad (\text{附 } 8 \cdot 2)$$

式中 A 、 B ——系数矩阵；

V ——像点坐标改正数矩阵；

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；

L ——常数项矩阵。

在 2 张像片每观测一对同名点时，可组成 4 个误差方程式，从而计算出各系数的 A 值 a_{ij} ($i = 1 \sim 2, j = 1 \sim 6$)，在已知外方位元素的近似值条件下，采用逐次趋近法解求改正数。待定点未知数的最后值应是起始值与每次趋近时所求得改正数的

总和。

单模型的相对定向，应有 5 个定向点；模型的绝对定向，至少应有 3 个控制点。

二、共面条件方程式解法：

1. 共面条件方程式解法适应于大、中型工程目标的摄影测量数据处理；采用航线网或区域网进行加密时，应根据分布于区域的控制点，解算待定点的三维坐标。

2. 单个像对处理时，宜先进行像对的相对定向，接着计算模型坐标，最后完成模型的绝对定向。

3. 共面条件方程式解法可借助于现行的航线网程序稍加修改即可应用；修改时应使上下视差残差 (m_q) 不应大于 0.02mm；并根据精度要求确定各类限差及迭代的次数。

三、直接线性变换 (DLT) 解法：

直接线性变换 (DLT) 的解法适用于非量测像片，也适用于量测像片的处理。

直接线性变换可按下列基本公式进行：

$$\frac{1}{A} \begin{bmatrix} X & Y & Z & 1000 & -xX & -xY & -xZ & -r^2 \\ 0000 & X & Y & Z & 1 & -yX & -yY & -yZ & -yr^2 \end{bmatrix} - \frac{1}{A} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} vx \\ vy \end{bmatrix} \quad (\text{附 } 8 \cdot 3)$$

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

$$L = (l_1 l_2 \cdots l_{11} K_1) T \quad (\text{附 } 8 \cdot 4)$$

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

式中 $K_1 = AK$ ；

K ——物镜畸变差系数。

DLT 可按下列步骤解算：

1. $A=1$ ，由线性方程求解系数 L_i 和 K_1 的近似值。

2. 由计算的 L_1 、 K_1 系数计算新的 A 值。

3. 将新的 A 值代入方程中，再计算新的 L_1 、 K_1 系数，依次逐步迭代到满足限差为止。

迭代的完成可根据内方位元素 x_0 、 y_0 、 f 值的计算来判别，即两次迭代循环的内方位元素值应满足下列不等式：

$$|\Delta^n - \Delta^{n-1}| \leq \delta \quad (\text{附 } 8.5)$$

式中 Δ —— x_0 、 y_0 、 f ；

n ——迭代次数；

δ ——按要求可取不同值，宜为 $0.02 \sim 0.5\text{mm}$ 。

4. 改正了畸变差的坐标仪的坐标后，根据解算出的 L_1 系数逐点解算相应的各待定点空间坐标 X 、 Y 、 Z 。

附录九 样品发射率野外简易测定方法

在待测目标物上，如岩石样品表面的一半面积上，涂上无光泽的黑漆或黑墨，另一半保持原状，将测温计的发射率调到 1.0 指示处，读出涂黑表面与未涂黑表面的两个温度读数，如为 $T_{\text{黑}}$ 与 $T_{\text{光}}$ ，然后仍对准未涂黑表面部分，调节发射率指示，直到仪器读数等于 $T_{\text{黑}}$ 时为止，则此时发射率数值即为样品的发射率值。

同理，因为水的发射率视为 1.0，如能制备与样品同温度的纯净水体，则这二者在辐射测温计上的读数比值即为样品的发射率。

附录十 陆地卫星各传感器的波段性能简表

陆地卫星各传感器的波段性能简表

附表 10·1

波段名称	波段范围 (μm)	波段性质	效 用
RBV ₁	0.475~0.575	兰、绿光	对水体有透射能力（可透 10m 水深）
RBV ₂	0.58~0.68	黄、红光	对地形、海中的泥沙流、岩性、地层反映明显
RBV ₃	0.69~0.83	红光、近红外	对水体、地下水反映明显，对植被分辨力好
MSS ₄	0.5~0.6	兰、绿光	对水体具有透射力，能反映泥沙地到植被的过渡；对岩性、地层、水污染反映明显
MSS ₅	0.6~0.7	黄、红光	对陆地地貌、土壤类别和植被反映清楚，可划分地层、岩性、地质构造、断层等
MSS ₆	0.7~0.8	红光、近红外	对水体界线、水与植被的过渡，反映明显，可差别土壤湿度、作物病虫害
MSS ₇	0.9~1.1	近 红 外	对水体、水陆界线、地下水、地质构造（包括隐状构造）反映明显，可差别军事伪装、作物病虫害
MSS ₈	10.4~12.6	热 红 外	对地下水、岩石、矿产有明显反映，可用于测污、地热调查、监测预报、作物病虫害、火灾、火山、泥石流等
TM ₁	0.42~0.52	兰、绿光	对水体有透射力，可区别植被覆盖下的土壤及针叶林、阔叶林
TM ₂	0.52~0.60	绿 光	可用于测量绿光的反射率，估计城市绿化和植物的长势
TM ₃	0.63~0.69	红 光	为叶绿素吸收区，可用于植物分类
TM ₄	0.76~0.90	近 红 外	对水体和水中生物量反映明显
TM ₅	1.55~1.75	中 红 外	对地质、水文要素反射较好，可指示植被水份、土壤湿度，可把雪从云中区分出来
TM ₆	10.4~12.6	热 红 外	可作土壤湿度、作物病虫害监测，以及热辐射制图等
TM ₇	2.08~2.35	反射红外	对岩类、土壤化学、土壤生物的信息反映明显，可用于找矿、找油、找水、地热调查、土壤分类等

附录十一 本规范用词说明

一、为便于在执行本规范条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1. 表示很严格，非这样作不可的用词：

正面词采用“必须”；反面词采用“严禁”。

2. 表示严格，在正常情况下均应这样作的用词：

正面词采用“应”；

反面词采用“不应”或“不得”。

3. 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样作的用词：

正面词采用“宜”或“可”；

反面词采用“不宜”。

二、条文中指明必须按指定的标准、规范或其他有关规定执行的写法为“应按……执行”或“应符合……规定”。非必须按照所指的标准、规范或其他规定执行的写法为“可参照……的要求(或规定)”。

附加说明

本规范主编单位、参加单位和 主要起草人名单

主 编 单 位： 中国有色金属工业总公司西安勘察院

参 加 单 位： 煤田航测遥感公司
国家地震局武汉地震研究所
中国有色金属工业总公司昆明勘察院
冶金工业部勘察研究总院
冶金工业部宁波勘察研究院
铁道部专业设计院
能源部西北电力设计院

主要起草人： 孙觉民 赖昌意 赵培洲 王庆廷 翟为檀
丁伯皋 徐介民 胡庭辉 戴春彦 王 黎
沈祖敬 李志良 李笃行 张玉林 郭铁雄