ICS 07.040
A 77

中华人民共和国国家标准

GB/T 15661—2008
代替 GB/T 15661—1995

1∶5 000　1∶10 000　1∶25 000　1∶50 000　1∶100 000 地形图航空摄影规范

Specifications for aerial photography of 1∶5 000　1∶10 000　1∶25 000　1∶50 000　1∶100 000 topographic maps

2008-06-20 发布　　2008-12-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会　发布

目　　次

前言 …… Ⅰ
1　范围 …… 1
2　规范性引用文件 …… 1
3　航摄计划与航摄设计 …… 1
3.1　航摄计划的程序及要求 …… 1
3.2　航摄设计 …… 2
4　飞行质量和摄影质量要求 …… 5
4.1　飞行质量 …… 5
4.2　摄影质量 …… 6
5　成果质量检查 …… 6
5.1　检查范围 …… 6
5.2　检查项目和方法 …… 7
6　成果整理和验收 …… 8
6.1　整理 …… 8
6.2　验收 …… 8
6.3　航摄成果的包装 …… 9
7　航摄器材和航摄成果的保管 …… 9
7.1　航摄仪器 …… 9
7.2　感光材料 …… 9
7.3　航摄底片 …… 9
附录 A(资料性附录)　航摄鉴定表 …… 10
附录 B(资料性附录)　航空摄影常用计算公式 …… 11
附录 C(规范性附录)　航摄底片压平质量检查方法 …… 14
附录 D(资料性附录)　航摄底片移交清单 …… 15
附录 E(资料性附录)　航摄像片、像片索引图或像片中心点结合图移交清单 …… 16
附录 F(资料性附录)　航摄资料移交书 …… 17

前　言

本标准代替 GB/T 15661—1995《1∶5 000,1∶10 000,1∶25 000,1∶50 000,1∶100 000 地形图航空摄影规范》。

本标准与 GB/T 15661—1995 相比主要变化如下：

——按照 GB/T 1.1—2000《标准化工作导则　第 1 部分：标准的结构和编写规则》的要求对标准进行了修改。

——修改了标准的英文名称。

——原引用标准有六项，其中三项有版本的变化，它们是：

HG/T 3009《胶片及片基机械扫描法　厚度的测定》(ISO 4593:1993,MOD)代替 GB 6845《片基厚度测定方法》；

GB/T 12938《已加工的摄影材料中硫代硫酸盐及其他相关化学残留物的测定方法　碘-直链淀粉法、亚甲蓝法和硫化银密度法》(neq ISO 417:1977)代替 GB/T 7519《冲洗后的缩微胶片中硫代硫酸盐残留量的测定》；

GB/T 9045《摄影　照相材料　ISO 分辨力的测定》(ISO 6328:2000,IDT)代替 GB/T 9045《感光材料分辨率的测定》。

——删去原引用标准 ZB N35 003《分辨力板》。

——增加了五项引用标准，它们是：

GB/T 16176《航空摄影产品的注记与包装》；

GB/T 19294《航空摄影技术设计规范》；

MH/T 1004《彩色红外航空摄影影像质量控制》；

MH/T 1005《摄影测量航空摄影仪技术要求》；

MH/T 1006《航空摄影仪检测规范》。

——3.2.2 的表 2 中 1∶10 000、1∶50 000 的航摄比例尺范围缩小了。

——3.2.4 的 b)中 M 像/M 图由原来的 3.3 倍改为 3.2 倍。

——3.2.7.1 增加了对航摄仪主距的要求。

——3.2.7.2 航摄仪检定精度要求提高了。

——4.1.3 放宽了个别情况下对旋偏角的要求。

——增加了 4.1.9 中漏洞补摄条件。

——增加了 4.2.8 采用彩色、彩色红外航空胶片进行摄影时飞行质量及摄影质量的要求。

——第 6 章中删去原 6.1.2.1 和 6.1.2.2，原 6.1.2 底片编号和注记调整为现 6.1.1，底片编号和注记按 GB/T 16176—1996 的有关规定执行。

——删去原 6.1.1.4，原 6.1.1.3 内容改为现 6.1.2.1.3 索引图幅面规格、注记内容和要求，按 GB/T 16176—1996 的有关规定执行。原 6.1.1 调整为现 6.1.2。

——增加了 6.1.2.2 制作像片中心点结合图。

——增加了 6.1.3 填写资料移交清单。

——删去原 6.3.1 和 6.3.2 的内容，改为现 6.3 航摄成果包装按 GB/T 16176—1996 的有关规定执行。

——删去原资料性附录 A 航空摄影仪部分参数的测定方法。

——资料性附录 F 航摄资料移交书中表 F.2 航摄资料统计表增加了一些航摄资料内容统计。

本标准的附录 C 为规范性附录。

本标准的附录 A、附录 B、附录 D、附录 E、附录 F 为资料性附录。

本标准由国家测绘局提出。

本标准由全国地理信息标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：国家测绘局测绘标准化研究所。

本标准主要起草人：段怡红、宋耀东、成燕辉、史连华、陈继良、薛恒福、吴顺鱼、惠安邦。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

——GB/T 15661—1995。

1∶5 000　1∶10 000
1∶25 000　1∶50 000　1∶100 000
地形图航空摄影规范

1　范围

本标准规定了1∶5 000、1∶10 000、1∶25 000、1∶50 000、1∶100 000地形图胶片航空摄影的技术要求、成果质量的检查方法及航摄器材和航摄成果的保管要求。

本标准适用于测制1∶5 000、1∶10 000、1∶25 000、1∶50 000、1∶100 000地形图和影像图的航空摄影工作。

2　规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 9045　摄影　照相材料ISO分辨力的测定

GB/T 9862　黑白航空照相胶片感光度和平均斜率测定方法

GB/T 12938　已加工的摄影材料中硫代硫酸盐及其他相关化学残留物的测定方法　碘-直链淀粉法、亚甲蓝法和硫化银密度法

GB/T 16176　航空摄影产品的注记与包装

GB/T 19294　航空摄影技术设计规范

GJB 647　航空摄影胶片变形率的测定方法

HG/T 3009　胶片及片基机械扫描法　厚度的测定

MH/T 1004　彩色红外航空摄影影像质量控制

MH/T 1005　摄影测量航空摄影仪技术要求

MH/T 1006　航空摄影仪检测规范

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　航摄合同的签定

根据测图需要，拟定航摄任务，由航摄委托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，签订航摄合同。

3.1.2　航摄合同的主要技术内容

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，摄区略图的编绘格式及要求按GB/T 16176执行)；

b)　测图方法、测图比例尺和摄影比例尺；

c)　航线敷设方法、像片航向和旁向重叠度；

d)　航摄仪类型、技术参数和航摄附属仪器参数；

e)　航摄胶片型号及对其他感光材料性能的要求；

f) 需提供的航摄成果的名称和数量；

g) 执行航摄任务的季节和期限；

h) 特殊的技术要求等。

3.2 航摄设计

3.2.1 设计用图的选择

应选择摄区新近出版的基本比例尺地形图。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∶5 000	1∶25 000　1∶50 000
1∶10 000	
1∶25 000	1∶100 000　1∶250 000
1∶50 000	
1∶100 000	

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∶5 000	1∶10 000～1∶20 000
1∶10 000	1∶20 000、1∶25 000、1∶32 000
1∶25 000	1∶25 000～1∶60 000
1∶50 000	1∶50 000
1∶100 000	1∶60 000～1∶100 000

3.2.3 航摄分区的划分

划分航摄分区应遵循以下原则：

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∶5 000 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

航线敷设应遵循以下原则：

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∶5 000、1∶10 000 测图，当 $M_{像}/M_{图}$ 大于 3.2 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，可以敷设构架航线。构架航线根

据测图控制布点设计的要求设置。

3.2.5 航摄因子、航摄时间计算、航摄材料消耗规定

航摄因子、航摄时间计算和航摄材料消耗等，按照 GB/T 19294 执行。

3.2.6 航摄季节和航摄时间选择

航摄季节和航摄时间选择应遵循以下原则：

a) 航摄季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	≤3
丘陵地	>30	≤2
山地	>45	≤1
大、中城市(摄影比例尺≥1/20 000)	>45	≤1
一般城镇(摄影比例尺≥1/20 000)	>30	≤2
陡峭山区	当地正午前后 1h 内	

3.2.7 航摄仪的选择和检定

3.2.7.1 航摄仪的选择

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	230 mm×230 mm
焦距	85 mm～310 mm
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 90 mm 时，不大于 0.015 mm，焦距小于或等于 90 mm 时，不大于 0.02 mm
曝光时间	1/100 s～1/1 000 s
色差校正范围(波长)	400 nm～900 nm

除表 4 列出的 6 项基本性能要求外，对航摄仪其他性能的要求，参照 MH/T 1005 的相关规定执行。

同一摄区内各航摄分区应尽量选择同一主距的航摄仪。对于面积较大的摄区，最多可采用三个不同主距的航摄仪，但在同条航线上只能采用同一主距的航摄仪。

3.2.7.2 航摄仪的检定

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 20 000 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

单位为毫米

项　　目	检定精度
检定主距	±0.005
框标坐标	±0.005
框标距离	±0.003
径向畸变差	±0.005
最佳对称主点坐标	±0.005
自准直主点坐标	±0.005
镜头分辨率	每毫米内不少于25线对
快门速度	1/100 s～1/1 000 s

检定方法按MH/T 1006执行。

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A规定的航摄鉴定表中。

3.2.8　航空胶片的选择和测定

3.2.8.1　航空胶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。所选胶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
胶片分辨率	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0.07 mm

3.2.8.2　胶片边缘应平整、光滑、无毛刺和裂口。

3.2.8.3　每年航摄任务开始前，应测定胶片感光特性。

3.2.8.4　测定项目应包括：

a)　胶片分辨率、不规则变形率、片基厚度；

b)　感光度、反差系数、曝光宽容度、灰雾密度、最大密度、最小密度，并绘出其感光特性曲线。

3.2.8.5　测定方法：

a)　胶片分辨率的测定，按GB/T 9045执行；

b)　不规则变形率的测定，按GJB 647执行；

c)　胶片片基厚度的测定，按HG/T 3009规定的方法进行；

d)　本标准3.2.8.4b)中列出的几项感光特性的测定，按GB/T 9862规定的方法进行。

3.2.9　航摄附属仪器

3.2.9.1　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。

3.2.9.2　所用附属仪器的检定项目和检定方法，除另有专项规定外，可按生产厂方提供的使用规定执行。

3.2.10　试飞、试摄

在正式作业前，以下情况应进行试飞或试摄：

a)　新改装的航摄飞机，应进行试飞；

b)　新购进、检修后和油封后重新启用的航摄仪，应进行试摄；

c) 新编成的航摄机组，应组织试飞和试摄；

d) 地形或气象条件复杂的摄区，应组织视察飞行。

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1.5 cm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1.5 cm。

4.1.2 像片倾斜角

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

像片旋偏角一般不大于6°，最大不超过8°(且不得连续3片)。

个别情况下，当像片旋偏角大于9°但不超过12°，且航向、旁向重叠仍能保持正常时，可视为合格。

4.1.4 航线弯曲度

航线弯曲度不大于3%。

4.1.5 航高差

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50 m。

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1.5 cm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2.5 cm，最小不小于1.5 cm。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。

4.1.8 构架航线

4.1.8.1 构架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 位于测区周边的构架航线，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 位于测区内部的构架航线，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 构架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应及时补摄。

4.1.9.2 漏洞的补摄应按原设计要求进行。1∶5 000、1∶10 000 成图时，补摄航线的两端一般需超出 1∶50 000 地形图图廓线外一条基线；1∶25 000、1∶50 000 成图时，补摄航线的两端一般需超出 1∶100 000 地形图图廓线外一条基线。

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，否则按整条航线补摄。

4.1.9.4 在敷设构架航线的测区，补摄航线两端必须超出构架航线外一条基线。

4.1.9.5 不用于测图的构架航线，如果本身出现局部相对漏洞或有云影、脱胶等其他情形，在不影响外业布点及内业加密模型连接的情况下，可不补摄；否则按整条航线补摄。

4.1.10 记录资料填写

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 航摄底片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∶50 000 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；而在地物亮度特小的地区(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(对于沙漠、森林等地密度反差最小为 0.5)，其最佳值为1.0；1∶50 000、1∶100 000 摄影时为 0.7～1.5。

4.2.2 最大曝光时间的限定，除保证航摄胶片正常感光外，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 0.04 mm。

4.2.3 航摄胶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：

a) 采用数字摄影测量方式进行自动相对定向，同名点的剩余上下视差应不大于 0.02 mm，个别点最大不大于 0.03 mm。

b) 采用解析摄影测量方式测定标准配置点和若干检查点的坐标，按模型相对定向，同名点的剩余上下视差应不大于 0.02 mm，个别点最大不大于 0.03 mm。

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；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。

4.2.8 彩色、彩色红外摄影应正确选择滤光镜，确保曝光量正常，底片密度和反差适中、影像清晰、色彩丰富、颜色饱和、色彩平衡良好。彩色红外摄影红外特征明显，相邻底片上相同地物的彩色基调基本一致。有关彩色红外摄影影像质量控制的方法和标准按照 MH/T 1004 执行。

5 成果质量检查

5.1 检查范围

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 2 cm 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 1 cm 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圆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 航线弯曲度

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 B 中(B.10)公式计算。

5.2.5 航高差

5.2.5.1 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。

5.2.5.2 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 构架航线

5.2.8.1 位置移动，按本标准 5.2.5 规定的方法检查构架航线上所摄像片的比例尺。

5.2.8.2 按本标准 5.2.1 规定的方法检查构架航线的像片重叠度。

5.2.8.3 将构架航线像片按重叠镶辑后，按照本标准 5.2.6 规定的方法检查构架航线的覆盖情况。

5.2.9 漏洞

5.2.9.1 按本标准 5.2.1、5.2.6 规定的方法检查绝对漏洞。

5.2.9.2 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 1.0 mm，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 B 中公式(B.7)进行计算。

5.2.12 压平误差

按附录C规定的方法检查。

5.2.13 底片框标、其他记录影像及表观质量检查

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 底片水洗质量检查

按GB/T 12938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 底片编号和注记

底片编号和注记按GB/T 16176执行。

6.1.2 制作像片索引图或像片中心点结合图

6.1.2.1 制作像片索引图

6.1.2.1.1 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。

6.1.2.1.2 索引图上,要确保能够辨认出每条航线的像片号码。

6.1.2.1.3 索引图幅面规格、注记内容和要求,按GB/T 16176执行。

6.1.2.2 制作像片中心点结合图

6.1.2.2.1 按照摄区、分区和图幅划分,与像片盒注记、航摄鉴定表和航线像片结合图相对应一致。

6.1.2.2.2 对于中小比例尺航摄,将像片中心点标在1∶100万数字全要素地形图或者1∶25万数字栅格图(DRG)上;对于大比例尺航摄,将像片中心点标在1∶10万(或1∶5万)数字栅格图(DRG)上。

6.1.2.2.3 像片中心点的实际点位由像片中心点坐标确定。

6.1.2.2.4 标注像片号,对于补飞像片用不同的颜色加以区分。

6.1.2.2.5 对不同航摄仪或不同镜头的像片号用不同的点样式加以区分。

6.1.3 填写资料移交清单

航摄底片移交清单格式见附录D。航摄像片、像片索引图或像片中心点结合图移交清单格式见附录E。航摄资料移交书格式见附录F。

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,移交给航摄委托单位代表验收。

6.2.1.3 航摄委托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,双方在移交书上签字,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、像片索引图或像片中心点结合图、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) 其他有关资料。

6.2.3 **验收报告**

报告的主要内容应包括：

a) 航摄的依据——航摄合同和技术设计；

b) 航摄仪检定数据；

c) 完成的航摄图幅数和面积；

d) 对成果资料质量的基本评价；

e) 存在的问题及处理意见等。

6.3 航摄成果的包装

航摄成果包装按 GB/T 16176 执行。

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位，并将操纵的各类仪表安置在最小位置。

7.1.4 应定期进行检查，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，不能受到硫化氢、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 8 h 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。拆箱后的简装软片和盒装像纸应垂直安放在距离地面 30 cm 以上的架子上，离开热源 1 m 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，不应超过 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 底片保存过程中应采取措施以防底片发黄、发霉、影像褪色和消失、药膜面损失、撕裂及片基不均匀变形等弊病的产生。

7.3.2 保存底片的库房应具备 7.2 规定的条件。在使用底片时应特别注意保护好药膜面，汗渍、油污不应污染底片。

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，不应随意截断或裁成单片保存。

7.3.5 不同片基的底片应分库或分仓保管。

附　录　A
（资料性附录）
航摄鉴定表

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	图幅在测区（分区）的位置示意图
总片数					

1	航摄仪类型		航摄仪编号		镜筒号码	航摄仪类型
2	航摄仪类型		航摄仪编号		镜筒号码	航摄仪类型
3	航摄仪类型		航摄仪编号		镜筒号码	航摄仪类型

说明：具体参数见航摄仪技术参数检定报告

检查说明：

检察意见：

检查者：　　日期：

验收意见：

验收代表：　　验收日期：

附　录　B
（资料性附录）
航空摄影常用计算公式

B.1　摄影基线和航线间隔

$$\left.\begin{aligned} b_x &= L_x(1-p_x) \\ B_x &= b_x \cdot m \\ d_y &= L_y(1-q_y) \\ D_y &= d_y \cdot m \end{aligned}\right\} \qquad \cdots\cdots(\text{B.1})$$

式中：

b_x、d_y——像片上的摄影基线长度、航线间隔宽度，单位为毫米(mm)；

B_x、D_y——实地上的摄影基线长度、航线间隔宽度，单位为米(m)；

L_x、L_y——像幅长度和宽度，单位为毫米(mm)；

p_x、q_y——像片航向和旁向重叠度，%；

m——航摄比例尺分母。

B.2　航摄分区平均高度平面(基准面)的高度

$$h_{基} = \frac{h_{高} + h_{低}}{2} \qquad \cdots\cdots(\text{B.2})$$

式中：

$h_{基}$——平均高度平面的高度，单位为米(m)；

$h_{高}$——分区内高点平均高程，单位为米(m)；

$h_{低}$——分区内低点平均高程，单位为米(m)。

B.3　航高

$$\left.\begin{aligned} H &= m \cdot f_k \\ H_0 &= H + h_{基} \end{aligned}\right\} \qquad \cdots\cdots(\text{B.3})$$

式中：

H——摄影时飞机相对于基准面的航高，单位为米(m)；

H_0——摄影时飞机的海拔高度，单位为米(m)；

f_k——航摄仪焦距，单位为毫米(mm)。

B.4　航向基线角和旁向照准角

$$\left.\begin{aligned} \mathrm{tg}\phi_b &= \frac{B_x}{H} = \frac{b_x}{f_k} \\ \mathrm{tg}\phi_d &= \frac{D_y}{H} = \frac{d_y}{f_k} \end{aligned}\right\} \qquad \cdots\cdots(\text{B.4})$$

式中：

ϕ_b——航向基线角，单位为度(°)；

ϕ_d——旁向照准角，单位为度(°)。

B.5 基准面上像片重叠率

$$\left.\begin{aligned} p_x &= p'_x + (1 - p'_x)\Delta h / H \\ q_y &= q'_y + (1 - p'_y)\Delta h / H \end{aligned}\right\} \qquad \cdots\cdots (B.5)$$

式中：

p'_x、q'_y——航摄像片的航向、旁向标准重叠度，%；

Δh ——相对于摄影基准面的高差，单位为米(m)。

B.6 相邻像片曝光时间间隔

$$\Delta t = \frac{B_x}{W} \qquad \cdots\cdots (B.6)$$

式中：

Δt——相邻像片曝光时间间隔，单位为秒(s)；

W——飞机飞行时的地速，单位为米每秒(m/s)。

B.7 最大曝光时间

$$t_{\max} = \frac{\delta_{\max} \cdot m_{最高点}}{W} \qquad \cdots\cdots (B.7)$$

式中：

$\delta_{\max}$——飞行运动产生的影像最大位移值，单位为毫米(mm)；

$t_{\max}$——最长曝光时间，单位为秒(s)；

$m_{最高点}$——分区内最高点上的像片比例尺分母。

B.8 飞机空中转弯半径

$$R = \frac{v^2}{9.81 \times \mathrm{tg}\beta} \qquad \cdots\cdots (B.8)$$

式中：

R——转弯半径，单位为米(m)；

v——飞机的真空速率，单位为米每秒(m/s)；

β——飞机转弯坡度角，单位为度(°)。

B.9 按照太阳高度角推算的测区摄影时间(参考公式)

$$\left.\begin{aligned} \cos t_\theta &= \frac{h_\theta - \delta_\theta}{90° - \varphi} \\ T_\phi &= 12 h_\theta - \frac{1 - \cos t_\theta}{0.03} \end{aligned}\right\} \qquad \cdots\cdots (B.9)$$

式中：

t_θ——太阳时角，单位为度(°)；

h_θ——太阳高度角，单位为度(°)；

δ_θ—— 摄影日期的太阳赤纬，单位为度(°)；

ϕ——测区的平均地理纬度，单位为度(°)；

T_ϕ——摄影地方时，单位为时(h)。

B.10 航线弯曲度

$$\varepsilon = \frac{\delta}{L} \times 100\% \qquad \cdots\cdots (B.10)$$

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，单位为毫米(mm)；

L——航线两端像主点连线的长度，单位为毫米(mm)。

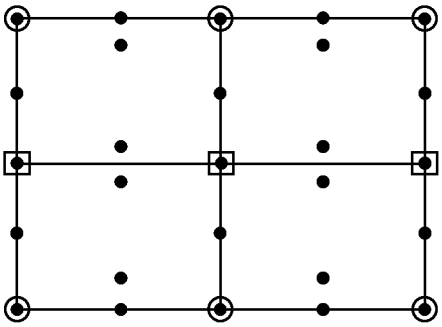
附　录　C
（规范性附录）
航摄底片压平质量检查方法

C.1　检查时应满足的条件

检查时应满足以下条件：

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 9.5 cm，检查点应分布均匀，如图 C.1 所示，每个像对不少于 10 个点；



像主点

定向点（标准配置点）

检查点

图 C.1

c）　用于检查的底片应影像质量优良、重叠正常、倾角和旋偏角小、框标影像清晰齐全；

d）　尽可能选择平坦或起伏不大的丘陵地区的底片。

C.2　检查方法

采用解析法对压平质量进行检查。

C.2.1　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。

C.2.2　量测时，定向点的点位应位于像片最大有效面积的边缘。计算时，程序中应包括对物镜径向畸变差、大气折光差、地球曲率差及片基变形引起的误差进行改正。

附　录　D
（资料性附录）
航摄底片移交清单

序号	卷号	图幅号码	底片卷两端号码	片数	附注

附　录　E
（资料性附录）
航摄像片、像片索引图或像片中心点结合图移交清单

表 E.1　航摄像片、像片索引图移交清单

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	张数	编号	

表 E.2　航摄像片、像片中心点结合图移交清单

序号	分区	图幅号码	航摄像片				像片中心点结合图		附　注
			检查片		加晒片		份数	张数	
			份数	张数	份数	张数			

附　录　F
（资料性附录）
航摄资料移交书

根据 20　　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 F.1　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	航向重叠	较常规增加曝光次数	备注

表 F.2　航摄资料

项　　目	规格/mm×mm	单位	份数	数量	备　注
黑白航摄底片	230×230	卷			
彩红外航摄底片		卷			
多光谱航摄底片		卷/套			
彩色航摄底片		卷			
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			
接触晒印彩色航摄像片		张			
放大像片		张			
拷贝正/负片(航摄底片扫描数据)		张			
航摄鉴定表		张			附电子文档
航摄底片登记表		张			附电子文档
航摄仪技术参数检定报告原件		张			附电子文档
航摄底片密度检测报告原件		张			附电子文档
航摄底片压平质检报告原件		张			附电子文档

表 F.2（续）

项　　目	规格/mm×mm	单位	份数	数量	备　注
航摄底片感光测定报告		张			附电子文档
底片摄影处理冲洗报告		张			附电子文档
摄区范围完成情况图		张			附电子文档
摄区分区图		张			附电子文档
航空摄影航线、像片结合图		张			附电子文档
航空摄影像片中心点结合图		张			附电子文档
航空摄影技术设计书		本			附电子文档
航空摄影资料移交书		本			附电子文档
航空摄影飞行记录		本			附电子文档
航摄像片中心点坐标数据					电子文档
附属仪器记录数据					
甲方提供的执行任务用地形图		张			
其他资料 1:航摄资料 CD 光盘 2 套		张			
其他资料 2:					

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

GB/T 15661—2008

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
1∶5 000 1∶10 000
1∶25 000 1∶50 000 1∶100 000
地形图航空摄影规范
GB/T 15661—2008
*
中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街16号
邮政编码:100045
网址 www.spc.net.cn
电话:68523946 68517548
中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销
*
开本 880×1230 1/16 印张 1.5 字数 39 千字
2008年9月第一版 2008年9月第一次印刷
*
书号:155066·1-33765

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68533533

GB/T 15661-2008