

中华人民共和国国家标准

工程摄影测量规范

GB 50187-92

主管部门：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》GB50187-92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

主 要 符 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西安勘察院负责主编，会同煤田地质勘探公司、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所、冶金工业部宁波勘察研究所、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同行的大力支持和帮助，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

- B ——摄影基线长度 (m) ;
 b ——像片基线长度 (mm) ;
 D ——电磁波测距边长 (m) ;
 D_s ——格网边长 (m) ;
 ΔD ——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 ——灰板安置值 ;
 H ——摄影相对航高 (m) ;
 H_p ——平均相对航高 (m) ;
 H_s ——等高距 (m) ;
 ΔH ——等值距 (m) ;
 Δh ——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_s ——模型比例尺分母 ;
 m_s ——摄影像片比例尺分母 ;
 m_p ——公共点中误差 (m) ;
 m_{ps} ——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 ——辐射中心至最近纠正点或地物点至像底点、像主点的辐射距离 (mm) ;

第一章 总 则

- W ——扫描线间长度 (mm) ;
 Y ——摄影机距 (m) ;
 Z ——投影中心至像点的高度 (mm) ;
 δ_s ——投影差改正值 (mm) ;
 γ ——交角 ($^{\circ}$) ;
 ϕ ——摄影偏角 ($^{\circ}$) ;
 ω ——摄影倾角 ($^{\circ}$) ;
 Δ ——多余控制点不符值。

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、电性能必须进行检查。

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;
- 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,投影面可采用1985国家高程基准或测区平均高程;
- 三、小测区可采用任意方法定向的独立坐标系;
- 四、非地形摄影测量,平面坐标可采用独立坐标系;
- 五、高程系统可采用1985国家高程基准或假定高程。

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

等级	控制网形式	适用范围
一等	精度中误差 $\leq 1/250000$	首级控制网,城市及工程竣工控制网,变形监测网,特种工程工业、其他科学研究网
二等	$\leq 1/125000$	首级控制网,城市及工程竣工控制网,变形监测网,特种工程工业、其他科学研究网
三等	$\leq 1/75000$	控制网的加密,一般性的变形测量及精密工程网
四等	$\leq 1/45000$	控制网的加密,比例尺小于1:5000的精密工程网,比例尺大于1:5000的精密工程网,比例尺大于1:2000的精密工程网
一级	$\leq 1/20000$	控制网的加密,比例尺大于1:5000的精密工程网,比例尺大于1:2000的精密工程网
二级	$\leq 1/10000$	控制网的加密,比例尺大于1:5000的精密工程网,比例尺大于1:2000的精密工程网

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

等级	平均边长 (km)	仪器 型号	测回数	同一方向 观测次数 (n)	三角形 闭合差 (mm)	测角 中误差 (")
一等	12.5 交边长 ≤ 0.4	DJ ₁	12~18	6	2.5	0.7
二等	6.3 交边长 ≤ 0.4	DJ ₁	9~12	6	3.5	1
三等	4.5 交边长 ≤ 0.4	DJ ₁	6	6	7	1.8
四等	2.5 交边长 ≤ 0.4	DJ ₁	4	8	9	2.5

表 2.2.3-1

等级	平均边长 (km)	仪器 型号	测回数	同一方向 观测次数	三角形 闭合差 (mm)	测角中误差 (")
一 等	1	DJ ₂	2	12	15	5
		DJ ₆	4	24		
二 等	0.5	DJ ₂	1	12	30	10
		DJ ₆	3	24		

注: 1. 本表性能指标、公式、条文中的中误差、闭合差、限差或精度指标均有正、负号。

二、导线测量主要技术要求应符合表 2.2.3-2 的规定。

表 2.2.3-2

等级	平均 边长 (km)	仪器 型号	测站 数	同一方向 观测次数	测回数	测角中误差 (")	方位角 闭合差 (")	导线全长 相对中误差
三等	3	DJ ₂	6	6	≤1/150000	6~8	1	≤1/55000
		DJ ₆	10	9			2	
四等	1.5	DJ ₂	4	6	≤1/50000	4~8	1	≤1/35000
		DJ ₆	9	9			2	
一 等	0.5	DJ ₂	2	12	≤1/30000	2~4	1	≤1/15000
		DJ ₆	4	24				
二 等	0.25	DJ ₂	1	12	≤1/14000	3	1	≤1/10000
		DJ ₆	3	24				

注: ①在测角精度不同测站观测形式, 可采用任一种。

②n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。

表 2.2.3-3

等级	平均 边长 (km)	三角测角 最小边长 (")	测角中误差 (")	测角中误差 (")	测角中误差 (")	测角中误差 (")
二 等	3	25	≤1/250000	6~8	1	≤1/150000
三 等	1.5	25	≤1/150000	6~8	1	≤1/75000
四 等	0.75	25	≤1/100000	4~6	1	≤1/40000
一 等	0.3	25	≤1/60000	2~4	1	≤1/25000
二 等	0.15	25	≤1/20000	2~4	1	≤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金属指标。

- 一、二等级以上的边长小于 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通用规范, 应按本规范表 2.2.2 的规定执行。

第2.3.1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。

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。

水准测量等级的划分及适用范围

表2.3.2

项目	每千米的高差中误差 (mm)	适用范围
一等	1.0	国家高程控制网, 大型工程控制网, 施工、特殊建设工程
二等	3.0	国家控制网的加密, 大型工程控制网, 施工、特殊工程测量的变形测量, 城市内业控制
三等	6.0	国家控制网的加密, 中型工程控制网, 施工、摄影测量的平面控制
四等	10.0	国家控制网的加密, 小型工程控制网, 施工、摄影测量的平面控制

水准测量的主要技术要求

表2.3.3

等级	视线长度 (km)		视线与水准面的夹角 (°)	仪器工具	观测次数	视线长度 (m)	前后视较差 (mm)	前后视累积较差 (mm)	附合或环线闭合差 (mm)
	站间距	非站间距							
一等	>100	<0.5	—	S ₁₁ 型 固定水准尺	往返各一次	30	0.5	1.5	1.0√L
二等	<400	<0.5	1~3	S ₁₁ 型 固定水准尺	往返各一次	50	1	5	4√L
三等	<60	<0.5	<3	S ₁₁ 型 固定水准尺	往返各一次	75	3	6	12√L
四等	<16	<3	<3	S ₁₁ 型 固定水准尺	往返各一次	100	5	10	20√L

注: ①水准, 工程区三、四等水准, 其相邻的水准点间距应小于1km;

②L为水准路线长度 (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8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), 附合或环阳闭合差不应超过 $20\sqrt{2D}$ (mm)。

注: D为测边长度(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按核与精度评定,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	$3^\circ < \alpha < 10^\circ$
山地	$10^\circ < \alpha < 25^\circ$
高山地	$\alpha > 25^\circ$

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
平地		0.5	0.5	1.0
丘陵地		0.5	1.0	2.0
山地		1.0	1.0	2.0
高山地		1.0	2.0	2.0

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3m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 图廓线绘制和控制点的展点误差,不应大于表3.1.4的规定。

图廓线绘制和控制点的展点误差

第3.1.4

项 目	展 (mm)
图廓线内图廓线之差	0.15
图廓线内图廓线之差	0.20
控制点的展点误差	0.15
图上控制点的长度与实地展点长度之差	0.20

第3.1.5条 绘图材料应进行预处理,其伸缩率应小于2/10000。

第3.1.6条 绘制成图时,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

第3.1.6

地物类别	图上地物点的点位中误差 (mm)	等高线的高程中误差 (mm)
平地、丘陵地	0.3	$\frac{1}{2}H_0$
山地、高山地	0.4	$1/3 H_0$

注: ① H_0 为等高距 (m)。

② 当立样测图时,平地、丘陵地1:500、1:1000地形图等等高线的高程中误差,可按表中规定放宽为2/3 H_0 。

③ 森林、被冰雪覆盖的隐蔽地区、沙漠、沼泽等困难地区,可按摄影的要求另行规定。

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。平地可采用象片平面图测图。

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

航空摄影像片比例尺和摄影相对高度

表3.1.8

地形类别	平地、丘陵地		山地、高山地	
	摄影像片比例尺	摄影相对高度 (m)	摄影像片比例尺	摄影相对高度 (m)
1:500	1:5000~1:6000	<70	1:4000~1:6000	<200
1:1000	1:4000~1:6000	<50	1:4000~1:8000	<300
1:2000	1:4000~1:10000	<30	1:6000~1:12000	<500
1:5000	1:10000~1:20000	<200	1:15000~1:25000	<600

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,宜进行外业对照或校测。

第二节 地面标志的布设与航空摄影的要求

第3.2.1条 航空摄影测图应根据工程需要做好测图技术方案设计,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辨认,易于判读;

三、地物目标不易寻找的地区,宜采用三角标志或十字形标志;

四、城镇、工矿区和隐蔽地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、航摄像片的倾斜角不宜大于 2° ，个别像片最大不应大于 4° 。

二、航摄的俯角角不应大于表3-2-4的规定。

表3-2-4 航摄的俯角角

航摄像片比例尺	$>1:4000$	$1:4000 \sim 1:8000$	$<1:8000$
航摄的俯角角	12°	10°	8°

注：摄影倾斜角小于 700mm 时，个别像片的俯角角可稍加大。

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、像片航向重叠率为60%，并应小于53%，像片的旁向重叠率为30%，并应小于15%；摄影区内不应有绝对障碍。

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微小地物的影像。

二、光学照相影像必须清晰、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，并按6成法相对定向进行解算计算，输出的结果中检查点的上下视差残差不应大于 0.02mm 。

六、底片的模糊值不应大于 0.2 ，对光亮较小的地物量密度宜为 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 航摄成果的验收应符合下列规定：

一、航摄单位应对航摄区的航摄底片、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、测验单位应查阅有关航摄区的飞行设计表、报告表、摄影机鉴定资料、冲洗记录表 and 检查记录手册，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 像控点的布设与测定

(1) 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片重叠区内，当相邻航线公用时，应布设在航向及旁向0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 $18\text{cm} \times 18\text{cm}$ 时，不应小于 3cm ，当像幅为 $23\text{cm} \times 23\text{cm}$ 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 $18\text{cm} \times 18\text{cm}$ 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1mm。

第3.3.2条 位于自由图边、待成图边接近处的像控点,应布设在距像线外或像框内不受影响。

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,每幅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)。

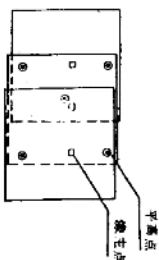


图3.3-3-1 综合法全野外布点

二、采用综合法全野外布点时,每个立体像对测绘面积的四个角,应各布设1个平高点(见图3.3-3-2)。

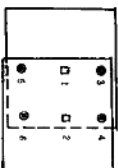


图3.3-3-2 综合法全野外布点

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,增设图幅平高点。

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2/3时,中间一个点可为高视点,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,应按本规范附录二规定。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,并避免上下两点间同时往一侧偏离。

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,并不应包含有大片云影、阴影、落水等影响内业加密测网连接的像对。

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6个平高点,中央布设一个平高检查点(见图3.3-5-1)。

四、平面区域网布点,除按平面区域网布设平高点外,应在区域的四角和中间均匀布设3排高视点(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,并在区域四角和中间布设4排或5排高视点(见图3.3-5-3)。

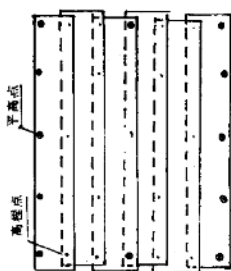


图3.3.5-1 平面区域网布点

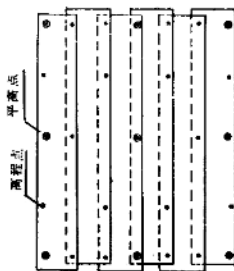


图3.3.5-2 平面区域网布点之一

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条航线时，凹角处也应布平高点（见图3.3.5-6）。

图3.3.5-3 平面区域网布点之二

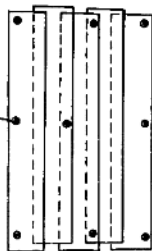


图3.3.5-4 品种布布点

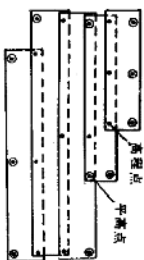


图3-3-5-5 不规则区域布点

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个平高点。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）。

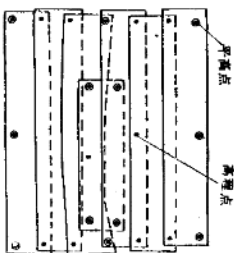


图3-3-5-6 补航线布点

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择在接合处两侧航线的重叠范围内，邻区像控点宜公用，当不能公用时，应分别布点，控制范围在像片上展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50%的像对，应以画面为界分别布点，倾斜部分宜采用单张像片测图或野外补测。

像幅为18cm×18cm，旁向重叠小于12%航线间的像片，或像幅为23cm×23cm，旁向重叠小于13%航线间的像片，应分别布点，当重叠部分在1~2cm之间，在平面上，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2~3个高程点，当上述条件不满足时，视开部分需野外补测。

三、点位落水时的布点，当像幅为18cm×18cm，像主点附近2cm或像幅为23cm×23cm，像主点附近3cm内选不出明显目标或纵向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18cm×18cm，离像主点3cm或像幅为23cm×23cm离像主点4cm以外的斜向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。

（1）像控点的选测和控制片的布设

第3-3-7条 像控点的选测应符合下列要求：

一、像控点应选测在 60° 至 80° 相交的固定地物角、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，点位实地测定的精度，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，刺点孔径与目标像差均不应大于像

片上0.1mm;一人两孔,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,宜局部放大像片选测像控点,点位选测后应实地打桩,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;在林区当点位在树冠上时,应量注摄影时的树高,其值精确至0.1m。

四、区域网四面处的像控点,宜选刺点组。

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

第3.3.3条 控制片的整饰应符合下列规定:

一、控制片的测点应在正面整饰,航测间公用像控点应在相邻摄影分区时,前面应加区分号;

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,宜以像片号字母标头上、下、左、右,并便孔位、桩位、说明、略图相一致。

第3.3.4条 控制片的整饰格式应符合本规范附录三执行。

(Ⅱ) 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位置中误差,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网(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,不宜超过两次联合。

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

像控点组别	测角精度 (α)	测边精度 (m)	三角高程 闭合差 (m)	测回数	方位角 (α)
D/L	≤ 20	≤ 15	≤ 10	1	$\leq 10\sqrt{n}$

图根导线测量的主要技术要求

闭合导线 (m)	导线长度 (m)	边长 (m)	测回数	方位角 (α)	测站数
1-0.5	$\leq 1/2000$	150	200	350	400
1-0.5	$\leq 1/2000$	150	200	350	400

注:①M为测图比例尺分母。

②当1:600、1:1000比例尺测图采用电磁波测距仪测距时,测站导线长度可按下表增加1/2。

三、三角锁(网)各内角宜大于 30° ;交会点的交会角宜为 $30^\circ \sim 150^\circ$ 之间;交会边长不应大于图根导线平均边长,交会点的点位应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、当采用引点法或导线法单独观测水平角时,测站应联测2个已知方向,并宜在引点或导线点上观测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定。

图根水准测量宜采用S₁型仪器一次测定,视线长度不应大于100m,附合路线长度不应超过5km,附合或环形闭合差不应大

于 $40\sqrt{L}$ mm。

因根三角高程测量应起于图根本水准点以上，边数不应大于15条，边长应小于0.5km。垂直角的测高采用DJ₂型仪器中经纬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：

$$\Delta h \leq 0.17 \sqrt{n} \quad (3.3.12)$$

式中 Δh —附和或环线高差闭合差 (m)；

n —测站边数 (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往返测测定，其交会边长与交会点位的距离相同，往返测高差较差每百米不应大于0.4m，分组计算的高差较差，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、控制点宜投测线投投，投上应注明片号、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，应按相关位置标注像点，片号可随一定距离注出，测绘片号主点用空心方块表示，其除用空心块表示，像控点与测点片号之间应连线，并给出照像线、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，后内业调绘；
- 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调绘，后外业对照、补测改错；
- 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，最后外业补测、补测改错。

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，方便换边；
- 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，对地物主次合次，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 外业测图时，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、高程法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:

$$\delta_s = \frac{\Delta h}{H} r \quad (3.5.5)$$

式中 δ_s ——投影差改正值 (mm);

Δh ——地物点距到正起始面的高差 (m),量取至 0.5m;

H ——相对于到正面的相对航高 (m);

r ——像片上地物点至像底点的辐射距离 (mm)。

当计算结果 δ_s 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、构筑物的底面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、标定平板时测点误差不应大于 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、高程法记点测图时应满足下列要求:

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,其误差不超过 3cm;

4. 地物位置和高程注记,应当清晰。

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印,使整张片感光均匀,层次丰富。

第3.6.2条 晒印透明正片用的赛纶片或玻璃干板,经摄影处理后,药膜表面不平度应小于 0.02mm,不致变形应小于 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;供晒用的放大片,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,显影剂宜采用赛纶显影,显影液温度宜为 18~22°C,定影液与显影液温度不宜超过 5°C。

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 赛纶软片晾干时,应将水吸干平整或夹住一边两端平挂;干版应漂净水珠放在晾干架上晾干,保持空气流通,温度宜为 60%~70%。湿度宜在 28°C 以下。

第3.6.7条 晒印片不宜过黑,影像反差值应小于 0.2;反差应为 0.9±0.3。

第3.6.8条 晒印的影像应清晰、完整、齐全。

(I) 复 照

第3-6-8条 复照镜头的焦距不宜小于被照画面对角线的长度。

第3-6-10条 图版和底版在复照时必须压平。

第3-6-11条 图版和对角线在投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。

复照仪投影时应采用最大光圈, 投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、放大倍率、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, 透明部分的曝光值应小于0.2。

(II) 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 植字的墨影、定影和水洗应充分, 反差要大, 字迹应完整、清晰。

第3-6-18条 薄膜植字, 要求片基透明度高, 模糊值应小于0.1, 密度应大于2.5, 摄影处理时应防止药膜脱落。

第七节 摄影空中三角测量

(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、测点困难地区, 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	0.8
	平地	—
1:1000	丘陵地	0.4
	山地	0.8
	高山地	0.7
	平地	—
	丘陵地	0.8
1:2000	山地	1.2
	高山地	1.4
	平地	0.6
	丘陵地	1.5
	山地	2.0
1:5000	高山地	2.5
	平地	—

注: 1:5000比例尺丘陵地的测区, 等高线间隔5m时, 其高程中误差应为0.6m。

(II) 特 点、选点与量测

第3-7-2条 加密点选点前应准备好标头片、测区的航摄资料及前视的接边成果。

第3-7-3条 特测点、选测点应符合下列要求:

一、采用辅助点定向时, 像主点应精确测出, 并在通过像主点的x轴或y轴上距像片边缘1cm处测出辅助点, 其孔径和测点误

差不应大于0.1mm。

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

三、内业加密点应选在本片和邻片影像清晰、明显、易于转制和量测的目标点上，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制，孔径和制孔误差不得大于0.08mm，亦可采用在控制片上选制，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、加密点应相互转制，与已成图接合处的前期点均应转至本期中，并应检查和接边。

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，左右像内不应超过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，不应选在危险面上，平地的纠正点不应选在土堆、房顶、洼坎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廓定向点。

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、易于转制和量测的树顶上。

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 航线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，点号应注在测线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标和测标。

二、归心定向应严格，当测标切准点位时，手轮或跨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，每个点切准两次，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，在像主点归心辅助点定向时，其对应较差 x 、 y 不应超过