

中华人民共和国水利行业标准

**SL 197—2013**

替代 SL 197—97

# 水利水电工程测量规范

Code for surveying of water resources  
and hydropower engineering

2013-09-17 发布

2013-12-17 实施



中华人民共和国水利部 发布

中华人民共和国水利部  
水利部关于批准发布水利行业标准的公告  
(水利水电工程测量规范)

2013 年第 50 号

中华人民共和国水利部批准《水利水电工程测量规范》  
(SL 197—2013)为水利行业标准，现予以公布。

序号	标准名称	标准编号	替代标准号	发布日期	实施日期
1	水利水电工程 测量规范	SL 197—2013	SL 197—97	2013. 9. 17	2013. 12. 17

水利部  
2013 年 9 月 17 日

## 前 言

根据水利部水利行业标准制修订计划，按《水利技术标准编写规定》（SL 1—2002）的要求，对《水利水电工程测量规范（规划设计阶段）》（SL 197—97）进行修订，标准名称改为《水利水电工程测量规范》。

本标准共 14 章、7 个附录，主要技术内容有：总则、术语与符号、基本规定、平面控制测量、高程控制测量、数字地形测量、航空航天摄影测量、地面激光扫描与地面摄影测量、遥感解译、地图编制、专项工程测量、地理信息系统开发、空间数据编辑与入库、成果验收与质量检查评定等。

本次修订的主要内容有：

——增加术语与符号；

——删除了钢尺量距、视差法测距导线、传统手工制图方法等方面的规定；

——平面控制测量突出 GNSS 测量的内容，增加 RTK 的应用规定；

——增加 GNSS 高程测量的相关规定；

——增加使用全站仪、数字水准仪、地面激光扫描仪等作业的相关规定；

——增加数字测图的相关规定；

——增加堤防测量、岸线利用规划测量、输水线路测量、输电线路测量、水域测量、城市水务工程测量、流域基本控制测量和区域地表沉降监测等专项工程测量的相关规定；

——增加航天遥感应用的相关规定。

本标准为全文推荐。

本标准所替代标准的历次版本为：

——SL 197—97

本标准批准部门：中华人民共和国水利部  
本标准主持单位：水利部水利水电规划设计总院  
本标准解释单位：水利部水利水电规划设计总院  
本标准主编单位：长江勘测规划设计研究院  
长江空间信息技术工程有限公司（武汉）  
本标准参编单位：黄河勘测规划设计有限公司  
中水东北勘测设计研究有限责任公司  
河北省水利水电勘测设计研究院  
江苏省工程勘测研究院有限责任公司  
新疆水利水电勘测设计研究院  
广东省水利电力勘测设计研究院  
深圳市水务规划设计院  
本标准出版、发行单位：中国水利水电出版社  
本标准主要起草人：杨爱明 严建国 姜本海 丁万庆  
高志强 王海城 陈永勤 李玉平  
徐知秋 周传松 翟建军 陈雨常  
张 力 王喜春 郭祚界 叶 青  
许映林 熊寻安  
本标准审查会议技术负责人：张正禄  
本标准体例格式审查人：王庆明

## 目 次

1	总则 .....	1
2	术语与符号 .....	3
2.1	术语 .....	3
2.2	符号 .....	4
3	基本规定 .....	7
4	平面控制测量 .....	10
4.1	一般规定 .....	10
4.2	GNSS 测量 .....	11
4.3	三角形网测量 .....	17
4.4	导线测量 .....	23
4.5	资料整理 .....	26
5	高程控制测量 .....	28
5.1	一般规定 .....	28
5.2	选点与埋石 .....	29
5.3	水准测量 .....	30
5.4	光电测距三角高程测量 .....	34
5.5	GNSS 高程测量 .....	40
5.6	资料整理 .....	43
6	数字地形测量 .....	44
6.1	一般规定 .....	44
6.2	数字测图 .....	44
6.3	地形图数字化 .....	50
6.4	地形图修测 .....	51
6.5	地形图检查 .....	52
6.6	资料整理 .....	54
7	航空航天摄影测量 .....	55

7.1	一般规定	55
7.2	像片控制点设计	65
7.3	像片控制点测量	73
7.4	调绘	73
7.5	航片扫描	77
7.6	数字空中三角测量	79
7.7	数字线划图数据采集与编辑成图	84
7.8	数字高程模型数据采集与处理	90
7.9	数字正射影像图制作	92
7.10	机载激光扫描测量	95
7.11	无人机低空数字摄影测量	100
7.12	资料整理	106
8	地面激光扫描与地面摄影测量	108
8.1	一般规定	108
8.2	地面激光扫描测量	109
8.3	地面立体(多基线)摄影测量	112
8.4	资料整理	114
9	遥感解译	116
9.1	一般规定	116
9.2	准备工作	116
9.3	遥感图像处理	117
9.4	解译标志的建立	118
9.5	遥感图像解译	119
9.6	实地核查验证	119
9.7	解译信息后处理	120
9.8	专题图制作	120
9.9	资料整理	121
10	地图编制	122
10.1	一般规定	122
10.2	地形图编制	122

10.3	普通地图编制	123
10.4	专题地图编制	123
10.5	地图集编制	125
10.6	资料整理	125
11	专项工程测量	127
11.1	建设征地与移民工程测量	127
11.2	堤防工程测量	134
11.3	岸线利用规划测量	139
11.4	输水线路测量	141
11.5	输电线路测量	146
11.6	道路测量	151
11.7	地质勘察测量	156
11.8	水域测量	163
11.9	城市水务工程测量	175
11.10	流域基本控制测量	180
11.11	区域地表沉降监测	182
11.12	工程施工控制网测量	184
11.13	工程变形监测网测量	191
11.14	边坡与库岸稳定变形监测	196
12	地理信息系统开发	201
12.1	一般规定	201
12.2	需求分析	202
12.3	总体设计	204
12.4	详细设计	206
12.5	软件编码与测试	206
12.6	系统运行维护	208
12.7	资料整理	209
13	空间数据编辑与入库	210
13.1	一般规定	210
13.2	数字线划地形图	211

13.3	数字高程模型 .....	212
13.4	数字正射影像图 .....	212
13.5	数字栅格地图 .....	213
13.6	专题地图数据 .....	214
13.7	资料整理 .....	214
14	成果验收与质量检查评定 .....	215
14.1	成果验收 .....	215
14.2	质量评定 .....	217
14.3	质量检查 .....	219
附录 A	平面控制测量 .....	221
附录 B	高程控制测量 .....	225
附录 C	航空摄影测量 .....	229
附录 D	遥感解译 .....	237
附录 E	专项工程测量 .....	239
附录 F	地理信息系统开发 .....	246
附录 G	产品验收与质量检查评定 .....	255
	标准用词说明 .....	272
	条文说明 .....	273



# 1 总 则

1.0.1 为适应测绘技术发展水平，统一水利水电工程测量技术要求，保证测绘产品质量满足工程建设需要，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于水利水电工程项目的测绘工作，其中水利水电工程施工的测量工作尚应符合《水利水电工程施工测量规范》(SL 52)的规定。

1.0.3 作业前应收集资料，进行现场踏勘，编写技术设计书；作业过程中应进行质量控制；作业完成后应编写技术总结报告。重大项目的技术设计书应通过评审，技术总结成果应通过评审。

1.0.4 仪器和设备应检定合格，并定期进行维护、保养。

1.0.5 使用软件应通过鉴定或审查。

1.0.6 收集测绘成果资料，应进行验收。

1.0.7 本标准规定的中误差作为衡量精度标准，以2倍中误差作为极限误差。

1.0.8 测图比例尺应根据工程需要和专业设计规范的相关规定选择。不同设计阶段应选用本阶段相适应的地形图，如下阶段需使用上阶段地形图时，应进行修测或重测。

1.0.9 本标准的引用标准主要有以下：

《1:500 1:1000 1:2000 比例尺地形图航空摄影测量外业规范》(GB/T 7931)

《国家基本比例尺地图编绘规范》(GB/T 12343)

《国家一、二等水准测量规范》(GB/T 12897)

《国家三、四等水准测量规范》(GB/T 12898)

《基础地理信息要素分类与代码》(GB/T 13923)

《1:5000 1:10000 地形图航空摄影测量外业规范》(GB/T 13977)

《近景摄影测量规范》(GB/T 12979)

《国家基本比例尺地形图分幅和编号》(GB/T 13989)  
《地图印刷规范》(GB/T 14511)  
《1:500 1:1000 1:2000 外业数字测图技术规程》  
(GB/T 14912)  
《地理空间数据交换格式》(GB/T 17798)  
《国家三角测量规范》(GB/T 17942)  
《全球定位系统(GPS)测量规范》(GB/T 18314)  
《1:500 1:1000 1:2000 地形图图式》(GB/T 20257.1)  
《1:5000 1:10000 地形图图式》(GB/T 20257.2)  
《土地利用现状分类》(GB/T 21010)  
《测绘成果质量检查与验收》(GB/T 24356)  
《水位观测标准》(GB/T 50138)  
《水利水电施工测量规范》(SL 52)  
《混凝土大坝安全监测技术规范》(SDJ 336)  
《基础地理信息数字产品元数据》(CH/T 1007)  
《基础地理信息数字产品 1:10000 1:50000 生产技术规  
程 第4部分:数字栅格地图》(CH/T 1015.4)  
《全球导航卫星系统连续运行参考站网建设规范》(CH/T  
2008)  
《数字航摄仪检定规程》(CH/T 8021)  
《无人机航摄安全作业基本要求》(CH/Z 3001)  
《无人机航摄系统技术要求》(CH/Z 3002)  
《城市地下管线探测技术规程》(CJJ 61)

**1.0.10** 水利水电工程测量除应执行本标准规定外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

## 2 术语与符号

### 2.1 术语

#### 2.1.1 挂靠坐标系 related independent coordinate system

以测区内一点的国家坐标系或地方坐标系的坐标为起算点，该点至另一点的国家坐标系或地方坐标系方位角为起算方位，边长不进行高斯投影改正，选择测区或建筑物的平均高程面或指定高程面作为边长投影面所建立的独立坐标系统。

#### 2.1.2 界桩测量 boundary marker survey

移民迁移线、土地征收（建设征地）线、城市集镇和专业项目处理线、正常蓄水位线等界桩测设工作的总称。

#### 2.1.3 岸线利用规划测量 shoreline utilization planning survey

在内陆江、河、湖、出海口门等的临水控制岸线与外缘控制线间的区域，对规划设计部门拟规划保护和合理开发利用的岸线功能区所开展的专业测绘项目。

#### 2.1.4 城市水务工程测量 city-water Engineering survey

对城市引调水工程、城市水环境治理工程、在城市进行的与水务工程有关的建设项目的相关测量工作以及对埋设在水务工程建设场地地下的各类管道、各种电缆的调查和测绘工作。

#### 2.1.5 无人机 unmanned air vehicle

无人驾驶飞机的简称，它是一种由动力驱动、利用无线电遥控设备和自备程序控制装置进行操作、可重复使用的航空器。

#### 2.1.6 静吃水 static draft

水域测量时，测量船在漂泊或停泊的状态下，测深仪换能器底面距水面的垂直距离。

#### 2.1.7 动吃水 pneumatic draft

水域测量时，测量船以正常航速测深时，由于船舶航行引起的测深仪换能器下沉量。

## 2.2 符 号

- $a$ ——GNSS接收机和测距仪标称的固定误差；
- $B$ ——大地纬度；
- $b$ ——GNSS接收机和测距仪标称的比例误差系数、  
像片基线平均长度；
- $C$ ——测距仪加常数值；
- $D$ ——GNSS基线边长或平均边长、测量距离或  
边长；
- $D_0$ ——归算到测区平均高程面或规定的某一高程面  
的长度；
- $D_1$ ——归算到参考椭球面的长度；
- $D_2$ ——投影到参考平面上的长度；
- $D_{AB}$ ——平距；
- $\bar{D}$ ——测距边水平距离平均长度、测区水平距离；
- $d$ ——计算至同一高程面的往返水平距离之  
差；
- $d_i$ ——网间公共点上的较差；
- $F$ ——环线周长；
- $f$ ——地球曲率、大气折光对测距的修正值、航  
摄像机焦距；
- $f_{\beta}$ ——附和导线或闭合导线的方位角闭合差；
- $H$ ——相对航高、水深、大地高；
- $h$ ——基本等高距、测距边两端点的高差限值、高  
差、地下管线的中心埋深；
- $h_0$ ——已知高差；
- $H_m$ ——测距边两端点的平均高程、测区大地水准面  
高出参考椭球面的高差；
- $H_p$ ——测区的平均高程或规定的某一高程；
- $i_A$ 、 $i_B$ ——仪器高；

- $K$ 、 $K_{AB}$ 、 $K_{BA}$ ——大气折光系数；  
 $k$ ——像片比例尺分母与成图比例尺分母之比；  
 $L$ ——水准附和路线和环线的长度、两标石间的距离、大地经度；  
 $L_x$ ——数码影像的航向幅宽；  
 $l_A$ 、 $l_B$ ——视标高；  
 $M$ ——地形图比例尺分母、摄影比例尺分母；  
 $M_\Delta$ ——水准测量每千米高差中数偶然中误差；  
 $m_0$ ——距离一次测量的中误差；  
 $m_D$ ——测距精度；  
 $m_d$ ——距离对向观测平差中误差；  
 $m_\alpha$ ——固定角的角中误差；  
 $m_{\alpha_1}$ ——测角过程中测角中误差；  
 $m_H$ ——加密点高程中误差；  
 $m_x$ ——加密点平面位置中误差；  
 $m_{s1}$ 、 $m_{s2}$ ——加密点平面位置相对中误差；  
 $m_{a1}$ 、 $m_{a2}$ ——附和导线两端方位角的中误差；  
 $m_\beta$ ——测角中误差；  
 $m_{\text{控}}$ ——控制中误差；  
 $m_{\text{网}}$ ——公共点中误差；  
 $N$ ——附和导线或闭合导线的个数、闭合水准环数；  
 $n$ ——闭合环中的边数、导线转折角数、测站圆周角的个数、测站数、距离对向观测值的个数、高差不符值个数、三角形的个数、点数、基线数；  
 $P$ ——先验权；  
 $P_i$ ——像元大小或影像扫描分辨率；  
 $p_x$ ——数码影像的平均航向重叠度；  
 $R$ ——测距仪乘常数、地球曲率半径或平均曲率

半径、水准测段长度；

$R_A$ ——测距边所在法截线的曲率半径；

$R_m$ ——参考椭球面上测距边中点的平均曲率半径；

$R_{\text{像}}$ ——影像扫描分辨率；

$R_{\text{正}}$ ——正射影像分辨率；

$S$ ——斜距观测值，经气象、加常数、乘常数等修正后的斜距，水准跨河距离，测区面积，水平距离；

$S_1$ 、 $S_2$ ——起始边边长；

$S_{AB}$ ——A站至B站经修正后的斜距；

$T$ ——边长相对中误差分母；

$W$ ——GNSS环闭合差、三角形角度闭合差、水准环闭合差；

$W_r$ ——观测角与计算角的角值限差；

$W_s$ ——导线方位角闭合限差；

$W_x$ 、 $W_y$ 、 $W_z$ ——GNSS环线的坐标分量闭合差；

$y_m$ ——横坐标平均值；

$Z$ 、 $Z_{AB}$ 、 $Z_{BA}$ ——天顶距；

$\alpha$ ——地面倾斜角、三角形内角；

$\beta$ ——传距角、三角形内角；

$\Delta$ ——导线左右角闭合差、测站圆周角闭合差、测段往返测或左右路线高差不符值、两期平差值较差；

$\Delta D_k$ ——加、乘常数修正值；

$\Delta h$ ——要求达到的高程精度；

$\Delta i$ ——检查点野外实测值与解算值的较差；

$\Delta S$ ——平面位置限差；

$\Delta y$ ——测距边两 endpoint 横坐标之差；

$\mu$ ——单位权中误差。

### 3 基本规定

3.0.1 平面坐标系统应采用现行国家坐标系统或与其相联系的独立坐标系统，按测图比例尺要求作如下选择：

1 中、小比例尺地形测绘，应采用高斯正形投影 3°分带的国家坐标系统，高原地区可采用测区平均或指定高程投影面的独立坐标系统。

2 大比例尺地形测绘，长度投影变形值不应大于 5cm/km。

3 工程枢纽区以及重要工程建筑物区大比例尺地形测绘，宜采用挂靠在国家坐标系统下、测区或建筑物平均高程面上的独立坐标系。

3.0.2 高程系统应采用现行国家高程基准，流域重点防洪区域也可采用原有高程基准。

3.0.3 边远地区且与国家现行控制点联测困难时，可采用独立的平面和高程系统。在已有平面和高程控制的地区，可沿用已有的平面和高程系统，并提供该坐标系统与现行国家坐标系统的换算关系。

3.0.4 同一工程不同设计阶段的测量工作，宜采用同一平面坐标系统、高程系统。

3.0.5 地形分类及地形图各项规定应符合下列要求：

1 地形分类应符合表 3.0.5-1 的规定。

表 3.0.5-1 地形分类

地形类别	图幅内的大部分地区	
	地面倾斜角 (°)	地面高差 (m)
平地	≤2	≤20
丘陵地	2~6	20~150
山地	6~25	—
高山地	>25	—

2 地形图基本等高距应按表 3.0.5-2 的规定选用。

表 3.0.5-2 地形图基本等高距的选用

测图比例尺	基本等高距 (m)			
	平地	丘陵地	山地	高山地
1:500	0.5	0.5	1.0	1.0
1:1000	0.5 或 1.0	0.5 或 1.0	1.0	1.0 或 2.0
1:2000	0.5 或 1.0	1.0	1.0 或 2.0	2.0
1:5000	0.5 或 1.0	1.0 或 2.0	2.0 或 5.0	5.0
1:10000	0.5 或 1.0	1.0 或 2.0	2.0	5.0 或 10.0

3 1:5000 和 1:10000 比例尺地形图图幅和编号, 宜按 GB/T 13989 执行。1:5000 比例尺地形图图幅编号宜按 GB/T 20257.1 执行。水下地形图图幅编号宜按正方形或矩形分幅并按测区顺序编号。

4 地形图地形点平面位置允许中误差应按表 3.0.5-3 的规定执行。

表 3.0.5-3 地形点平面位置允许中误差

测图比例尺	丘陵地 (图上 mm)	高山地 (图上 mm)
1:5000~1:10000	±0.5	±0.75
1:500~1:2000	±0.6	±0.8

注 1: 水下地形点的平面位置测量允许中误差可为规定值的 2 倍。  
 注 2: 隐蔽困难地区地物点平面位置测量允许中误差可为规定值的 1.5 倍, 但山地、高山地允许中误差为图上 ±1.0mm。  
 注 3: 专业工程测量中的地形测量部分, 其地形点平面位置测量允许中误差应符合注 1 和注 2 的规定。

5 图幅等高线高程允许中误差应按表 3.0.5-4 的规定执行。

6 高程注记点对邻近图根高程控制点的高程允许中误差应按表 3.0.5-5 的规定执行。



表 3.0.5-4 地形图图幅等高线高程允许中误差

地形类别	平地	丘陵地	山地	高山地
图幅等高线 高程允许中误差	$\pm \frac{1}{3}h$	$\pm \frac{1}{2}h$	$\pm \frac{2}{3}h$	$\pm 1h$

注 1:  $h$  为基本等高距, m。  
 注 2: 图幅等高线高程允许中误差是依据图幅内均匀分布的检测点高程与相应图面等高线内插求得高程的差值算出的高程允许中误差。  
 注 3: 采用 10m 基本等高距时, 图幅等高线高程允许中误差为  $\pm 5\text{m}$ 。  
 注 4: 森林隐蔽困难地区图幅等高线高程允许中误差可为规定值的 1.5 倍。  
 注 5: 水下地形等高线高程允许中误差可为规定值的 1.5 倍。

表 3.0.6 地形图高程注记点密度

测图比例尺	平地、丘陵	山地、高山地
1:500~1:1000		$\pm \frac{1}{3}h$

注 1:  $h$  为基本等高距。  
 注 2: 山地、高山地注记精度按表 3.0.6 执行。

3.0.6 地形图高程注记点密度应符合下列规定:

- 1 平地和高丘陵地在图上每 100m 内应注记 10~20 个。
- 2 山地和高山地在图上每 100m 内应注记 8~15 个。
- 3 高程数字的注记精度: 基本等高线注记时注记至 0.01m

外, 其余均应注记至 0.1m。

3.0.7 数字地形图产品的数据分层及层名代码可参照 GB/T 14912 的规定执行。

3.0.8 外业观测记录宜采用电子手簿或数据终端。

## 4 平面控制测量

### 4.1 一般规定

4.1.1 平面控制可分为基本平面控制、图根平面控制和测站点平面控制等，可采用 GNSS 测量、三角形网测量和导线（网）测量等方法。

4.1.2 基本平面控制的等级可划分为二等、三等、四等、五等 4 个等级，各等级均可作为测区的首级控制，其布设层次和精度要求应符合表 4.1.2 的规定。

表 4.1.2 平面控制布设层次和精度要求

平面控制层次	测图比例尺					精度要求 (图上 mm)
	1:500	1:1000	1:2000	1:5000	1:10000	
基本平面控制	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">二等、三等、四等、五等</div>					基本平面控制最弱相邻点点位允许中误差为±0.05
图根(像控点)平面控制	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">一级</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">一级</div>			<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">二级</div>	最末级图根点对于邻近基本平面控制点的点位允许中误差为±0.1
测站点平面控制	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">测站</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">测站</div>			<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">测站</div>	测站点对于邻近图根点的点位允许中误差为±0.2
注1：当进行 1:500 比例尺测图时，其二等、三等、四等、五等基本平面控制最弱相邻点点位允许中误差为±5cm。 注2：条件有利时，可在基本平面控制的基础上直接加密测站点测图，较小测区，还可用图根控制作为首级控制。 注3：在满足本标准精度指标的前提下，可逐级或越级布网。						

4.1.3 基本平面控制点均应埋设标志并绘制点之记，尺寸规格与要求应符合附录 A 的规定。

4.1.4 全站仪测图图根控制点的密度，应满足测图需要，不宜小于表 4.1.4 的规定。

表 4.1.4 图根控制点密度

测图比例尺	1:500	1:1000	1:2000	1:5000	1:10000
图根点数 (每 km <sup>2</sup> )	32	12	4	2	1

4.1.5 平面控制测量内业计算中数字取位应符合表 4.1.5 的规定。

表 4.1.5 平面控制测量内业计算数字取位要求

等级	观测方向值及各项修正数 (")	边长观测值及各项修正数 (m)	边长与坐标 (m)	方位角 (")
二~四等	0.1	0.001	0.001	0.1
五等	1	0.001	0.001	1
图根	1	0.001	0.01	1

## 4.2 GNSS 测量

4.2.1 GNSS 测量控制网按精度可划分五个等级，各等级控制网的相邻点间距及精度要求应按表 4.2.1 的规定执行。

表 4.2.1 GNSS 测量控制网精度分级及相邻点间距规定

等级	相邻点平均间距 (km)	固定误差 $a$ (mm)	比例误差 $b$ (mm/km)	最弱相邻点边长相对中误差
二等	8~13	$\leq 10$	$\leq 2$	1/150000
三等	4~8	$\leq 10$	$\leq 5$	1/80000
四等	2~4	$\leq 10$	$\leq 10$	1/40000
五等	0.5~2	$\leq 10$	$\leq 20$	1/20000
图根	0.2~1	$\leq 10$	$\leq 20$	1/4000

**4.2.2 GNSS网的设计应满足下列要求：**

1 各等级 GNSS 网可布设成多边形或附和路线，其相邻点最小距离不宜小于平均间距的 1/3，最大距离不宜大于平均间距的 3 倍。

2 新建 GNSS 网与原有控制网联测时，其联测点数不宜少于 3 点，分布宜均匀。在需用常规测量方法加密控制网的地区，GNSS 网点应成对布设，对点间相互通视。

3 基线长度大于 20km 时，应采用 GB/T 18314 中 C 级 GPS 网的时段长度进行静态观测。

4 二等、三等 GNSS 控制网应采用网连式、边连式布网；五等、图根控制网可采用点连式布网。

5 GNSS 控制网由非同步基线组成的多边形闭合环或附和路线的边数应符合表 4.2.2 的规定。

**表 4.2.2 GNSS 控制网非同步观测闭合环或附和路线边数规定**

测量等级	二等	三等	四等	五等	图根
闭合环或附和路线的边数(条)	8	8	8	≤10	≤10

4.2.3 GNSS 点位的点位应顶空开阔，视线无障碍物的高度角不宜大于 15°，并应远离无线电发射台、大功率发射台或高压线，其距离不宜小于 50m。

4.2.4 各等级 GNSS 平面控制测量的主要技术要求应满足表 4.2.4-1~表 4.2.4-3 的规定。

**4.2.5 GNSS 测量作业时，应满足下列要求：**

1 GNSS 天线安置的对中允许误差为 2mm，天线高的量取应精确至 1mm。

2 观测中，应避免在天线周围使用无线电通信设备。

3 作业过程中，应正确记录点名及编号、接收设备型号及序号、天线高、观测时间等信息。

**4.2.6 GNSS 测量相对定位成果应符合下列要求：**

表 4.2.4-1 GNSS 静态测量的基本技术要求

等级	二等	三等	四等	五等	图根
接收机类型	双频	双频或单频	双频或单频	双频或单频	双频或单频
静态	卫星高度角	≥15	≥15	≥15	≥15
	观测时段数	≥2	≥1.6	≥1.4	≥1.2
	观测时段长度 (min)	≥90	≥60	≥45	≥30
	有效观测卫星数 (个)	≥5	≥4	≥4	≥4
	数据采样间隔 (s)	10~30	10~30	10~30	10~30
PDOP	≤6	≤6	≤6	≤8	≤10
注：观测时段数不满足 1.6 或 ≥1.4、≥1.2 指网络观测模式时，每站至少观测一时段；二次设站点数应不少于 GNSS 网总点数的 60% 或 40%、20%。					

表 4.2.4-2 五等 RTK 平面控制测量主要技术要求

等级	相邻点平均距离 (m)	点位中误差	边长相对误差	与基准站的距离 (km)	观测次数	起算点等级
五(一)	1000	≤5	1/20000	≤5	≥4	四等及以上
五(二)	500	≤5	1/10000	≤5	≥3	五等及以上
注 1：点位中误差指控制点相对于最近基准点的误差。 注 2：采用单基准站测量时，应至少更换一次基准站进行观测。 注 3：采用网络 RTK 控制测量可不受流动站到基准站距离的限制，但应在网络有效服务范围内。						

表 4.2.4-3 图根 RTK 控制点测量主要技术要求

与基准站的距离 (km)	观测次数	起算点等级
≤5	≥2	五等及以上
注：网络 RTK 控制测量可不受流动站到基准站距离的限制，但应在网络有效服务范围内。		

1 基线解算时，数据点最低高度角宜为 20°。

2 用于基线解算的起算点的单点定位观测时间不宜少于 30min。

3 处理过程应顾及天线相位中心相对于测站标志偏差的水平分量和垂直分量。

4 求解中被删除的相位同步观测值数不应大于 10%。

5 重复基线测量的差值，应满足式 (4.2.6-1) 的规定：

$$d_s \leq 2\sqrt{2}\sigma \quad (4.2.6-1)$$

$$\sigma = \sqrt{a^2 + (b \times D)^2} \quad (4.2.6-2)$$

式中  $d_s$ ——重复基线测量的差值，mm；

$\sigma$ ——相应基线长度中误差，mm；

$a$ ——相应等级控制网的固定误差，mm；

$b$ ——相应等级控制网的比例误差系数，mm/km；

$D$ ——平均边长，km。

6 异步环各坐标分量闭合差及环线全长闭合差应满足式 (4.2.6-3) 的规定：

$$\left. \begin{aligned} W_x &\leq 3\sqrt{n}\sigma \\ W_y &\leq 3\sqrt{n}\sigma \\ W_z &\leq 3\sqrt{n}\sigma \\ W &= \sqrt{W_x^2 + W_y^2 + W_z^2} \\ W &\leq 3\sqrt{3n}\sigma \end{aligned} \right\} \quad (4.2.6-3)$$

式中  $n$ ——闭合环中的边数；

$W$ ——环线全长闭合差，mm。

7 同步环各坐标分量闭合差的限差值为异步环闭合差限差值的 1/2。

4.2.7 观测数据不足或环闭合差不满足 4.2.6 条的规定，应重测有关基线或同步图形。

4.2.8 GNSS 网的无约束平差，应符合下列规定：

1 应在 WGS-84 坐标系中进行三维无约束平差，并提供各观测点在 WGS-84 坐标系中的三维坐标、各基线向量三个坐

标差观测值的改正数、基线长度、基线方位及相关的精度信息。

2 无约束平差的基线向量改正数的绝对值，不应超过相应等级的基线长度允许中误差的 3 倍。

**4.2.9** GNSS 网的约束平差，应符合下列规定：

1 应在国家坐标系或地方坐标系中进行二维或三维约束平差。

2 对于已知坐标、距离或方位，可强制约束，也可加权约束。

3 平差结果，应输出观测点在相应坐标系中的二维或三维坐标、基线向量的改正数、基线长度、基线方位角等，以及相关的精度信息。需要时，还应输出坐标转换参数及其精度信息。

4 控制网约束平差的最弱边相对中误差，应满足表 4.2.1 中相应等级的规定。

**4.2.10** 采用 RTK 方法进行平面控制测量时，应满足下列要求：

1 坐标转换参数可直接应用测区 GNSS 网约束平差的计算结果，也可在测区的周边和中部均匀选择 4 个以上重合点求定转换参数；当测区面积较大需要分区求解坐标转换参数时，相邻分区公共重合点不应少于 2 点。

2 基准站应符合下列规定：

1) 采用网络 RTK 时，基准站网点的设立应符合 CH/T 2008 的要求。

2) 自设基准站如需长期和经常使用，宜埋设有强制对中装置的观测墩。

3) 自设基准站应设置在高一级控制点上。

4) 用电台进行数据传输时，基准站宜选择在测区相对较高的位置；用移动通信进行数据传输时，基准站应选择在测区有移动通信接收信号的位置。

5) 选择无线电台通信方法时，应按约定的工作频率进行数据链设置。

- 6) 应设置与随机软件对应的仪器类型、电台类型、电台频率、天线类型、数据端口、蓝牙端口等。
  - 7) 应设置基准站坐标、数据单位、尺度因子、投影参数和接收机天线高等参数。
- 3 流动站应符合下列规定：
- 1) 网络 RTK 的流动站应获得系统服务的授权，并在有效服务区域内，保持与服务控制中心的数据通信畅通。
  - 2) 用数据采集器设置流动站的坐标系统转换参数，设置与基准站的通信。
  - 3) RTK 流动站不宜在隐蔽地带、高压水域或强光电干扰源附近观测。
  - 4) 观测开始前应对仪器进行初始化，并得到固定解，当长时间中断通信链路，再次进行初始化操作。
  - 5) 各次观测之间流动站应重新初始化。
  - 6) 五等图根控制 RTK 流动站观测时采用三脚架对中、整平，每次观测历元数不小于 20 个，采样间隔 2~5s，每次观测的平面坐标允许较差：五等为 4cm，图根为图上 0.1mm。
  - 7) 作业过程中如出现无信号现象，应重新初始化，并经重合点测量合格后方可继续作业。
  - 8) 每次作业开始前或重新架设基准站后，均应进行至少一个同等级或高等级已知点的检核，其平面坐标允许较差为 7cm。
  - 9) 五等 RTK 测量平面坐标转换允许残差为 2cm；图根 RTK 测量平面坐标转换允许残差为图上 0.07mm。
  - 10) 数据采集器设置控制点的单次观测的平面允许收敛精度为 2cm。
  - 11) 进行后处理动态测量时，流动站应先在静止状态下观测 10~15min 获得固定解，然后在不丢失初始化状



态的前提下进行动态测量。

4 RTK 测量外业采集的数据应及时进行备份和内外业检查。

### 4.3 三角形网测量

4.3.1 三角形网测量按精度可划分为四个等级，各等级的主要技术要求应满足表 4.3.1 的规定。

表 4.3.1 三角形网测量的主要技术要求

等级	测角中误差 (")	三角形最大闭合差 (")	边长		测距精度 (mm)	测距相对中误差	最弱边边长相对中误差
			(km)	DJ1			
二等	±1.0	±1.5	8~13	9	±1.5	1/300000	1/150000
三等	±1.8	±2.5	4~8	6	±2.5	1/60000	1/80000
四等	±2.5	±3.5	2~4	4	±3.5	1/120000	1/40000
五等	±5.0	±7.0	1~2	3	±7.0	1/60000	1/20000
	±10.0	±14.0	0.5~1	1	±14.0	1/30000	1/10000

4.3.2 三角形网的布网应符合下列要求：

1 相邻点间应通视良好，其视线距障碍物的距离，二等不宜小于 2m，三等、四等不宜小于 1.2m，五等以下宜保证便于观测、以不受旁折光的影响为原则。

2 测距边宜选在地面覆盖物相同的地段，不宜选在烟囱、散热塔、散热池等发热体的上空。测线上不应有树枝、电线等障碍物。测线应离开障碍物 1.3m 以上并避开高压线等强电磁场的干扰，避开视线后方反射物体。

3 测距边的测线倾角不宜过大。采用对向三角高程测定高差时，高差应小于按式 (4.3.2) 计算的限值。

$$h \leq \frac{20D}{T} \times 10^3 \quad (4.3.2)$$

式中  $h$ ——测距边两端点间的高差，m；

$D$ ——实测边长，m；

$T$ ——测距边要求的相对中误差分母值。

#### 4.3.3 三角形网外业观测应符合下列规定：

1 宜采用全站仪进行三角形网的水平方向、距离、天顶距观测。

2 距离测量时使用的棱镜应与全站仪相配套，且与仪器检定时保持一致。

3 观测开始前，仪器温度应与外界环境相一致；观测过程中，气泡中心位置不应偏离补偿器补偿范围，当气泡位置接近偏离限值时，在观测测回间应重新整平仪器。

#### 4.3.4 三角形网水平角观测应符合下列规定：

1 水平方向观测宜采用方向观测法，一测回操作程序、分组观测按 GB/T 17942 的有关规定执行。

2 方向观测法的技术要求应符合表 4.3.4 的要求。

表 4.3.4 水平角方向观测法的技术要求 单位：(″)

等级	仪器类型	两次读数差	半测回归零差	同一测回中 2C 互差	同一方向值各测回较差
四等及以上	DJ1	1	6	9	6
	DJ2	3	9	13	9
五等及以下	DJ2	3	12	18	12
	DJ6	—	24	—	24

注：当观测方向的垂直角超过 $\pm 3^\circ$ 范围时，该方向 2C 互差可按同方向相邻测回进行比较。

#### 3 在下列情况下应进行水平角观测的补测或重测：

1) 当半测回归零差超限或起始方向 2C 互差超限时，该测回应重测。

2) 2C 互差或同一方向值各测回较差超限时，可只重测超

限方向。

3) 一测回中重测方向数超过总方向数的 1/3 时, 该测回应全部重测。重测测回数超过全部测回总数的 1/3 时, 该点应全部重测。

#### 4.3.5 测距仪的分类和精度等级划分应按下列规定执行:

1 按测距仪出厂标称精度, 分为四级, 见表 4.3.5。

表 4.3.5 测距仪分级技术要求

精度等级	每千米测距标称精度绝对值 (mm)
I	$ m_D  \leq 2$
II	$2 <  m_D  \leq 5$
III	$5 <  m_D  \leq 10$
IV (等外级)	$ m_D  > 10$

2 测距仪器的标称精度, 按式 (4.3.5) 表示。

$$m_D = \pm (a + bD) \quad (4.3.5)$$

式中  $a$ ——标称精度固定误差, mm;

$b$ ——标称精度比例误差系数, mm/km;

$D$ ——测量距离, km, 以 1km 计。

#### 4.3.6 三角形网距离测量应符合下列规定:

1 测站对中允许误差和镜站对中允许误差为 2mm。

2 测距作业前, 应正确安置仪器, 量取仪器高和棱镜高至毫米。四等及以上等级的三角形网边长测量时, 应在测距前后各量取仪器高和棱镜高一次, 取平均值。

3 测距宜选择最佳时间段观测, 晴天作业时应给仪器和气象仪表打伞遮阳。

4 气象数据的观测应满足表 4.3.6 的规定。

4.3.7 三角形网距离测量的主要技术要求应满足表 4.3.7 的规定。

#### 4.3.8 测距成果的重测和取舍应符合下列规定:

1 凡超出表 4.3.7 限差的观测成果, 均应进行重测。

表 4.3.6 气象数据的观测要求

等级	最小读数		测定的时间间隔	气象数据的取用
	温度(°C)	气压(Pa)		
四等及以上	0.2	50	每边观测始末各测定一次	每边两端的平均值
五等及以下	0.5	100	每边测定一次	测站端的数据

表 4.3.7 测距的主要技术要求

等级	测距仪等级	每边测回数	测回读数较差限值 (mm)	测回间较差限值 (mm)	往返测较差限值
二等	I	往返各 4 测回	5	7	2(a+bD)
	II	往返各 4 测回	5	7	
三等	II	往返各 4 测回	10	10	
	III	往返各 4 测回	10	10	
四等	II	往返各 3 测回	5	7	
	III	往返各 3 测回	5	7	
五等	III	单向 2 测回	10	15	—
	IV	单向 2 测回	10	30	
图根	IV	单向 2 测回	20	30	

注 1: 一测回是指仪器照准目标一次, 读数 4 次。  
 注 2: 往返测也可用不同时间段观测代替。  
 注 3: 往返测较差应将斜距化算到同一水平面上, 方可进行比较。

2 当一测回中读数较差超限时, 可重测 1 个读数。重测超限时, 整测回应重新观测。

3 测回间较差超限时, 可重测 2 个测回, 去掉大小孤立值, 合格后取平均值。重测超限时, 整测回应重新观测。

4 往、返测或不同时间段较差超限时, 应分析原因, 重测

单方向的距离，若重测超限，应重测往、返两个方向的距离。

**4.3.9** 测距边的倾斜改正值，可采用水准高差或光电测距三角高程测量计算。当采用光电测距三角高程测量确定高差时，应进行对向观测。其往返测高差之差  $\delta_h$  应满足式 (4.3.9) 的要求。

$$\delta_h \leq 0.1S \times 10^{-3} \quad (4.3.9)$$

式中  $\delta_h$ ——往返测观测的高差之差，m；

$S$ ——实测边长，m。

**4.3.10** 对向观测天顶距测量的观测技术要求按 5.4 节的相关规定执行。对向观测天顶距测量中误差应符合式 (4.3.10) 式的要求。

$$m_z \leq \frac{\sqrt{Z}}{5T\rho} \quad (4.3.10)$$

式中  $m_z$ ——天顶距观测中误差，(″)；

$T$ ——测距边要求的相对中误差，(%)；

$Z$ ——测距边长度，(m)；

$\rho$ ——常数，取值为 206265，(″)。

**4.3.11** 测距边加、乘常数修正及归算应符合下列规定：

1 测距边观测值应加乘常数修正后的斜距，才能化算为水平距离。当对斜距加精确率修正值，则应在计算加常数和乘常数之前进行乘常数修正。

2 测距边的气象修正按全站仪或测距仪说明书给出的公式计算。

3 测距边的加、乘常数修正值按式 (4.3.11-1) 计算。

$$\Delta D_k = RS + C \quad (4.3.11-1)$$

式中  $\Delta D_k$ ——加、乘常数修正值，mm；

$R$ ——由测距仪检定求得的乘常数值，mm/km；

$C$ ——由测距仪检定求得的加常数值，mm；

$S$ ——斜距观测值，km。

4 测距边改算为水平距离的计算应按下列要求执行：

1) 采用三角高程测量时，天顶距按式 (4.3.11-2)

计算。

$$D = S \sin(Z - f) \quad (4.3.11-2)$$

$$f = (1 - K) \frac{S}{2R} \rho \quad (4.3.11-3)$$

式中  $D$ ——测距边水平距离, m;  
 $S$ ——经气象、加常数、乘常数等修正后的斜距, m;  
 $Z$ ——天顶距观测值, ( $^{\circ}$ );  
 $f$ ——地球曲率和大气折光对天顶距的修正值, ( $''$ );  
 $K$ ——当地大气折光系数;  
 $R$ ——测区地球曲率半径, m。

2) 采用高差时, 按式 (4.3.11-4) 计算。

$$D = \sqrt{S^2 - h^2} \quad (4.3.11-4)$$

式中  $h$ ——测距边两端点之间的高差, m。

5 测距边水平距离归算到测区平均高程面或规定的某一高程面上的长度按式 (4.3.11-5) 计算。

$$D_0 = D \left( 1 + \frac{H_p - H_m}{R_A} \right) \quad (4.3.11-5)$$

式中  $D_0$ ——归算到测区平均高程面或规定的某一高程面上的长度, m;

$H_p$ ——测区的平均高程或规定的某一高程, m;

$H_m$ ——测距边两端点的平均高程, m;

$R_A$ ——测距边所在法截线的曲率半径, m。

6 测距边水平距离归算到参考椭球面上的长度按式 (4.3.11-6) 计算。

$$D_1 = D \left( 1 - \frac{H_m + h_m}{R_A + H_m + h_m} \right) \quad (4.3.11-6)$$

式中  $D_1$ ——归算到参考椭球面上的长度, m;

$h_m$ ——测区大地水准面高出参考椭球面的高差, m。

7 参考椭球面上的长度投影到高斯平面上的长度按式 (4.3.11-7) 计算。

$$D_2 = D_1 \left( 1 + \frac{y_m^2}{2R_m^2} + \frac{\Delta y^2}{24R_m^2} \right) \quad (4.3.11-7)$$

式中  $D_2$ ——高斯平面上的边长, m;  
 $y_m$ ——测距边两端点横坐标平均值, m;  
 $\Delta y$ ——测距边两端点横坐标之差, m;  
 $R_m$ ——参考椭球面上测距边中点的平均曲率半径, m。

**4.3.12** 三角形网的测角中误差应按式 (4.3.12) 计算。

$$m_\beta = \pm \sqrt{\frac{[WW]}{3n}} \quad (4.3.12)$$

式中  $W$ ——三角形闭合差, (");  
 $n$ ——三角形的个数。

**4.3.13** 三角形网平差时, 观测角或观测方向、观测边均应视为观测值参与平差, 平差计算应采用严密平差法。平差后的精度评定, 应包括测角中误差、边长相对中误差、点位中误差或点位误差椭圆参数。

## 4.4 导线测量

**4.4.1** 导线测量的主要技术要求应符合下列规定:

1 三等、四等、五等导线测量的主要技术要求, 应满足表 4.4.1-1 的规定。

2 图根导线测量的主要技术要求, 应满足表 4.4.1-2 的规定。

3 导线网中, 高级点与节点、节点与节点之间的导线长度, 不应大于表 4.4.1-1 和表 4.4.1-2 中相应等级规定长度的 0.7 倍; 高级点间的长度不应大于表 4.4.1-1 和表 4.4.1-2 规定的导线长度的 1.5 倍。

**4.4.2** 导线的布设应符合下列要求:

1 各级导线宜布设成直伸形状。

2 导线控制用作加密网时可采用单一附和导线, 附和导线布设宜为等边直伸。

表 4.4.1-1 各等级导线测量的主要技术要求

等级	导线长度 (m)	测距中误差 (mm)	最多转折角数			水平角观测测回数			测角中误差 (")	方位角闭合差 (")	导线全长相对闭合差	最弱边边长相对中误差
			1:500 1:1000	1:2000	1:5000	1:10000	DJ1	DJ2				
三等	15.0×M	±15	15	15	25	6	9	—	±1.8	±3.6√n	1/60000	1/80000
四等	10.0×M	±20	10	20	—	—	—	—	±2.5	±5√n	1/40000	1/40000
五等	4.0×M	±30	10	20	40	—	—	—	±5.0	±10√n	1/20000	1/20000
	2.5×M	±30	6	15	25	—	—	—	±10.0	±20√n	1/10000	1/10000

注 1: M 为测图比例尺分母; n 为导线转折角数。  
 注 2: 当测区测图比例尺大于 1:1000 时, 导线长度可适当加长, 但转折角数不得少于表中所列。  
 注 3: 五等导线在狭长困难地区长度可适当加长, 但导线闭合差不宜大于图上 0.3mm。

表 4.4.1-2 各等级导线测量的主要技术要求

发展级数	等级	导线长度 (m)	最多转折角数			测角中误差 (")			坐标闭合差 (图上: mm)
			1:1000 1:2000	1:5000	1:10000	1:1000 1:2000	1:5000 1:10000	1:1000 1:2000	
仅发展一级	一级	2.0×M	15	30	—	±30	±20	0.40	
	二级	1.5×M	15	30	±60√n	±40√n	±30	0.30	
共发展二级	一级	1.0×M	10	20	—	±30	±20	0.26	
	二级	1.0×M	10	20	—	±30	±20	0.26	

注 1: M 为测图比例尺分母; n 为导线转折角数。  
 注 2: 导线长度在困难地区可适当加长, 最后一次图根点对于邻近基本平面控制点的点位允许中误差为图上 0.1mm。



3 图根单定向角光电测距导线的长度应为同级附和导线长度的 0.8 倍；图根无定向角光电测距导线的长度应为同级附和导线长度的 0.6 倍。

4 图根无定向角光电测距导线宜组成导线网；当为单一无定向角导线时应有已知点检查；当已知点为高级点时，点位较差或横向位移不应大于图上 0.2mm；当已知点为同级点时，点位较差或横向位移不应大于图上 0.3mm。

4.4.3 导线网的选点可按 4.3.2 条执行。

4.4.4 导线测量外业观测时，除应符合 4.3.3 条的规定外，还应符合下列规定：

1 仪器光学对中器应随时校正和检查。导线的水平角在短边观测时，仪器照准标志应安置在短边。四等导线宜采用三联脚架法或强制对中法。

2 如受外界因素影响，补偿器无法正常工作或超出补偿范围，应停止观测。

4.4.5 导线测量水平角观测的技术要求应按 4.3.4 条执行。

4.4.6 三等、四等导线宜有测回。当有测回时，应以奇数测回和偶数测回分别沿导线前进方向观测左角、右角，左、右角分别取中数后，按式 (4.4.6) 计算闭合差，其绝对值不应大于表 4.4.1-1 中相应等级测角中误差。

$$\Delta = [\text{左角}]_{\text{中}} + [\text{右角}]_{\text{中}} - 360^\circ \quad (4.4.6)$$

4.4.7 图根导线水平角观测，采用 DJ2 型仪器时可观测一个“半测回”；采用 DJ6 型仪器观测时可两个“半测回”，“半测回”差不应大于 24”。

4.4.8 导线距离测量技术要求应按 4.3.6~4.3.9 条执行。

4.4.9 导线天顶距测量技术要求应按 4.3.10 条执行。

4.4.10 导线测量测距边的修正及归算，应符合 4.3.11 条的规定。

4.4.11 导线测角中误差的计算可按左右角闭合差和导线方位角闭合差两种方式进行。

1 利用左右角闭合差时,按式(4.4.11-1)计算。

$$m_{\beta} = \pm \sqrt{\frac{[\Delta\Delta]}{2n}} \quad (4.4.11-1)$$

式中  $m_{\beta}$ ——测角中误差, (");  
 $\Delta$ ——测站圆周角闭合差, (");  
 $n$ ——测站圆周角闭合差的个数。

2 利用导线方位角闭合差时,按式(4.4.11-2)计算。

$$m_{\beta} = \pm \sqrt{\frac{1}{N} \left[ \frac{f_{\beta} f_{\beta}}{n} \right]} \quad (4.4.11-2)$$

式中  $f_{\beta}$ ——附和导线(或闭合导线)的方位角闭合差, (");  
 $n$ ——计算  $f_{\beta}$  时的测站数;  
 $N$ ——附和导线或闭合导线的个数。

**4.4.12** 导线距离测量的精度评定应符合下列要求:

1 一次测量距离的中误差按式(4.4.12-1)计算。

$$m_0 = \pm \sqrt{\frac{[dd]}{2n}} \quad (4.4.12-1)$$

式中  $d$ ——化算至同一高程面的各边往、返水平距离之差, mm;  
 $n$ ——对向观测值的个数。

2 对向观测的平均值中误差按式(4.4.12-2)计算。

$$m_d = \pm \frac{m_0}{\sqrt{2}} \quad (4.4.12-2)$$

式中  $m_d$ ——对向观测一次测量的中误差, mm。

**4.4.13** 各等级导线及导线网计算宜采用严密平差法,精度评定应包含单位权中误差、点位误差椭圆参数、相对点位误差椭圆参数等精度信息。

## 4.5 资料整理

**4.5.1** 平面控制测量工作完成后,应对下列资料进行整理:

- 1 技术设计书。
- 2 埋石点点之记。

- 3 控制网展点图。
  - 4 原始记录资料。
  - 5 平面控制计算资料和控制成果表。
  - 6 各种测量仪器和工具的检验资料。
  - 7 技术总结报告。
  - 8 其他有关的资料。
- 4.5.2 项目完成后，应提交下列资料：
- 1 技术设计书。
  - 2 埋石点点之记。
  - 3 控制网展点图。
  - 4 控制点成果表。
  - 5 技术总结报告。

## 5 高程控制测量

### 5.1 一般规定

5.1.1 高程控制可分为基本高程控制、图根高程控制和测站点高程控制，可采用水准测量、光电测距三角高程测量、GNSS 高程测量，其布设层次及精度要求应符合表 5.1.1 的规定。

表 5.1.1 高程控制网的布设层次、施测方法和精度要求

高程控制等级		精度要求	
		$h=0.5$	$h=1.0$
基本 高程 控制	一等	一等水准	最弱点高程允许中误差为 $\pm h/20$ 。当 $h$ 为 1.0m 时，允许中误差为 $\pm 0.05$ m
	二等	二等水准	
	三等	三等、四等、五等水准	
	四等	四等水准	
	五等	五等水准及以上等级 GNSS 高程	
图根高程控制		一级	最后一次加密的高程控制点对邻近基本高程控制点的高程允许中误差为 $\pm h/10$ ，且最大不应大于 $\pm 0.5$ m
测站点高程控制		测站	测站点高程对邻近图根高程控制点的高程允许中误差为 $\pm h/6$

注： $h$  为地形图的基本等高距，m。

5.1.2 首级高程控制网的等级，应在已有高程控制网基础上，根据工程规模、控制网用途和精度要求合理选择。首级网宜布设成附合路线、闭合环、结点网。

5.1.3 高程控制路线应选择已有的高等级水准点作为起算点。

5.1.4 自国家水准点上支测高程作为水利水电枢纽地区高程控制的起算数据时，若支测路线长度大于 80km，应采用不低于三等水准测量精度施测；小于 80km 可采用四等水准精度施测。支测应进行往返观测。

5.1.5 高程控制测量计算小数位的取位应符合表 5.1.5 的规定。

表 5.1.5 高程控制测量计算小数位的取位

等级	往返测距离总和 (km)	往返测距离中数 (km)	光电测距边长 (mm)	天顶距 (")	各测站	往(返)测高差总和 (mm)	往返测高差中数 (mm)	高程 (mm)
一等	0.01	0	—	—	0.1	0.01	0.1	0.1
二等	0.01	—	—	—	0.1	0.01	0.1	0.1
三等	0.01	—	—	—	0.1	0.1	1	1
四等	0.01	0.1	1	0.1	—	1	1	1
五等	0.01	—	—	—	—	—	1	1
图根	0.01	0.1	1	1	—	—	1	1

## 5.2 选点

5.2.1 各等级高程控制线应沿地形平坦、土质坚实、施测方便的道路或河流布设。

5.2.2 基本高程控制点均应埋设永久性标石，在基岩或坚固的永久性建筑物上也可凿埋永久性标志。水库区内埋石，应在水库回水尖灭点附近和水库正常蓄水位线以上的居民点、矿山、重要文化古迹、公路交叉点附近，埋设永久性标石。加密高程控制点的埋石数量应视需要而定，可利用测区已有平面控制点的标石和固定标志。

5.2.3 高程控制点标石应选埋在土质坚硬、稳定、安全、僻静、利于长期保存、便于观测的地方。高程控制点标石或标志的埋设规格见附录 B。

5.2.4 高程控制点标石埋设后，应现场绘制点之记、采集概略坐标。

5.2.5 四等及以上的水准路线，每隔4~8km宜埋设一座水准标石，在工程枢纽区可缩短至2~4km；荒漠地区及水准支线可放宽至10km。五等水准埋石间距可视需要确定，但不宜大于4km。

5.2.6 水准标石埋设应经一段时间的稳定期后方可进行高程控制测量外业观测。一等、二等水准标志的稳定期，混凝土标石为一个雨季或冻解期；岩石标为一个月。三~五等标石埋设后，观测的开始时间应由作业单位根据路线土质和作业季节自行决定。

### 5.3 水准测量

5.3.1 一~五等水准测量路线长度，不应超过表5.3.1的规定。

表 5.3.1 水准测量路线长度要求 单位：km

等级	二等		三等		四等		五等	
	一等	二等	$h \geq 1.0\text{m}$	$h = 0.5\text{m}$	$h \geq 1.0\text{m}$	$h = 0.5\text{m}$	$h \geq 1.0\text{m}$	$h = 0.5\text{m}$
测区情况	—	—	$h \geq 1.0\text{m}$	$h = 0.5\text{m}$	$h \geq 1.0\text{m}$	$h = 0.5\text{m}$	$h \geq 1.0\text{m}$	$h = 0.5\text{m}$
环线周长	1500	750	200	50	100	20	45	16
附合路线长度	—	450	150	50	80	20	45	16
支线长度	—	150	50	15	20	10	15	6
同级网中节点间距	—	—	70	15	30	6	15	5

注1：当路线组成节点时，起始点至起始点的路线长度不应大于表中规定的1.5倍；起始点至节点和节点至节点的路线长度不应大于表中规定的0.7倍。  
 注2：困难地区和山区，一等、二等水准路线长度可按具体情况酌情放宽。  
 注3：当减少布设层次越级加密时，路线长度可适当放宽，但由此推算的高程精度应满足表5.1.1的规定。  
 注4： $h$ 为基本等高距，m。

5.3.2 各等级水准测量的主要技术要求不应超过表5.3.2的

规定。

表 5.3.2 各等级水准测量的主要技术要求 单位: mm

等级	每千米高差中数中误差		检测已测测段高差之差	路线、区段、测段往返测高差不符值	左右路线高差不符值	附和路线或环线闭合差	山区水准路线区段、测段往返测高差不符值
	$M_{\Delta}$	$M_w$					
一等	$\pm 0.45$	$\pm 1.0$	$3\sqrt{R}$	$1.8\sqrt{K}$	—	$2\sqrt{L}$	—
二等	$\pm 1.0$	$\pm 2.0$	$6\sqrt{R}$	$4\sqrt{K}$	—	$4\sqrt{L}$	—
三等	$\pm 3.0$	$\pm 6.0$	$20\sqrt{R}$	$12\sqrt{K}$	$8\sqrt{K}$	$12\sqrt{L}$	$4\sqrt{n}$ 或 $15\sqrt{L}$
四等	$\pm 5.0$	$\pm 10.0$	$30\sqrt{R}$	$20\sqrt{K}$	$14\sqrt{K}$	$20\sqrt{L}$	$6\sqrt{n}$ 或 $25\sqrt{L}$
五等	$\pm 7.5$	$\pm 15.0$	$40\sqrt{R}$	$30\sqrt{K}$	$20\sqrt{K}$	$30\sqrt{L}$	$10\sqrt{n}$ 或 $40\sqrt{L}$

注 1:  $M_{\Delta}$ 、 $M_w$  分别为每千米高差中数偶然中误差和每千米高差中数全中误差, mm。

注 2:  $R$  为检测测段的长度, km;  $K$  为路线、区段或测段长度, km;  $L$  为附和路线或环线长度, km;  $n$  为测站数。  $R < 1\text{km}$  时按 1km 计,  $K < 100\text{m}$  时按 100m 计。

注 3: “检测已测测段高差之差”的限差对单程检测和双程检测均适用。

注 4: 当每千米水准测量单程测站数  $n > 16$  站, 可按  $n$  计算高差不符值。

注 5: 水准环线由不同等级路线构成时, 环线闭合差的限差应按各等级路线长度分别计算, 然后取其平方和的平方根为限差。

5.3.3 图根水准路线应起闭于基本高程控制点, 布设成附和路线、闭合环或节点网。图根水准视需要可用同等精度再发展一次, 两次路线长度及其高差闭合差应小于表 5.3.3 的规定。

5.3.4 一等、二等、三等、四等水准测量的仪器设备及检校要求、观测方法、观测限差、数据处理等按 GB/T 12897、GB/T 12898 的相关规定执行。

5.3.5 五等水准测量, 观测顺序应为后—后—前—前。采用光学水准仪中丝法观测时, 可直读距离。五等水准附和或闭合路线可采用单程观测, 支线可采用往返观测或单程双转点观测。

5.3.6 五等水准观测的视线长度、前后视距差、视线高度要求

应符合表 5.3.6 的规定。

表 5.3.3 图根水准路线长度及精度要求

基本等高距 (m)	每千米高差中数全中误差 (mm)	附合路线或闭合环线长度 (km)		高程闭合差 (mm)	
		一级图根水准	二级图根水准	平地、丘陵地	山地
0.5	±20	12	12	$\pm 40\sqrt{L}$	$\pm 12\sqrt{n}$
1.0 及以上	±20	30	30	$\pm 40\sqrt{L}$	$\pm 12\sqrt{n}$

注 1:  $L$  为附合路线、环线的长度, km;  $n$  为测站数。  
注 2: 当路线组成节点时, 起始点至第一个节点的路线长度不应大于表中规定值的 1.5 倍, 起始点至最后一个节点至终点的路线长度不应大于表中规定值的 0.7 倍。

表 5.3.6 五等水准观测时前后视距差及视线高度的要求

仪器类型	最大视距 长度	前后视距差	前后视距 比	视线高度	重复测量 次数
光学水准仪 (DS3)		$\leq 20.0$	$\leq 100.0$	不低于读数	—
数字水准仪 (DSZ3)	100	$\leq 20.0$	$\leq 100.0$	不低于读数	$\geq 2$

5.3.7 五等水准测量的每站观测限差不应超过表 5.3.7 的规定。

表 5.3.7 五等水准测量的测站限差 单位: mm

等级	观测方法	黑红面或两次 读数之差	黑红面或两次 读数所测高差 之差	左右路线 转点差	检测间歇点 高差之差
五等	中丝读数法	4	6	6	6

5.3.8 五等水准按一般观测方法跨越江河时, 最大视距长度不应大于 250m, 变换仪器高度观测两次, 所测高差互差不应大于 14mm。



5.3.9 当五等水准路线跨河视线长度超过一般观测方法的最大视线长度时，其水准测量方法及适用的距离和观测测回数、限差应符合表 5.3.9 的规定。

表 5.3.9 五等水准路线跨河测量方法、适用范围和观测测回数、限差的规定

方 法	最大视线长度 S (km)	单测回数	半测回观测 组数	测回高差互差 (mm)
直接读尺法	0.4	2	—	$\leq 24$
微动觇板法	1	4	—	$\leq 60S$
经纬仪倾角法或测距 三角高程法			3	$\leq 60\sqrt{S}$

5.3.10 当五等水准路线跨越宽度大于 300m 的水流平缓河段、静水湖泊、池塘滞水区和水库等水面时，可采用静水面传递高程法，并应符合下列规定。

1 水准路线跨越河流时，应在两岸选择顺直河段并与河流保持垂直，视线不应跨越主流道（多汊河的河段）。

2 水准测量应在静水或微风时进行，宜选择在跨度小，受外界干扰少的地方。

3 利用静水面传递高程作业时，应选择平静无风时刻，并在同一时间量出两岸水面至觇标面的高差。

4 整个作业应进行两次，两次测量结果的允许不符值为  $30\sqrt{L}$ ，其中  $L$  为两标石间的距离，km。

5.3.11 图根水准测量应使用精度不低于 DS10 型水准仪和附有圆水准器的双面标尺作业，按中丝读数法单程观测，估读至毫米，测站观测的限差按表 5.3.11 的规定执行。

5.3.12 除四等、五等单程水准路线及图根水准路线外，每完成一条水准路线的测量，应进行往返测或左右路线的高差不符值及每千米水准测量的偶然中误差  $M_{\Delta}$  的计算并应符合表 5.3.2 的规定，小于 100km 或测段数不足 20 个的路线，可纳入相邻路线一

并计算。每千米水准测量的偶然中误差  $M_{\Delta}$  可按式 (5.3.12) 计算:

$$M_{\Delta} = \pm \sqrt{\frac{1}{4n} \left[ \frac{\Delta\Delta}{R} \right]} \quad (5.3.12)$$

式中  $\Delta$ ——测段往返测 (或左右路线) 高差不符值, mm;  
 $R$ ——测段长度, km;  
 $n$ ——测段数。

表 5.3.11 图根水准观测技术要求

i 角 (")	视距长度 (m)			前后 视距差 (m)	前后视距 累积差 (m)	黑红面读数差 与常数之差 (mm)	黑红面所 测高差之差 (mm)
	呈像 一般	呈像 清晰	跨越 河流				
30	100	150	200	20	100	4	6

**5.3.13** 每完成一条附合路线或闭合环线的测量, 应对观测高差进行水准标尺长度误差和正常水准面不平行改正, 然后计算附合路线或环线闭合差, 并应符合 5.3.2 条和 5.3.3 条的规定。

**5.3.14** 当构成水准网的水准环超过 20 个时, 应按环线闭合差  $W$  计算每千米高差中数的全中误差  $M_w$ , 并应符合表 5.3.2 和表 5.3.3 的规定。每千米高差中数的全中误差  $M_w$  可按式 (5.3.14) 计算。

$$M_w = \pm \sqrt{\frac{1}{N} \left[ \frac{WW}{F} \right]} \quad (5.3.14)$$

式中  $W$ ——经各项改正后的水准环闭合差, mm;  
 $F$ ——水准环线周长, km;  
 $N$ ——水准环数。

**5.3.15** 水准网应进行严密平差并评定精度。

## 5.4 光电测距三角高程测量

**5.4.1** 三等、四等、五等及图根光电测距三角高程测量宜与平面控制测量结合布设和同时施测; 也可单独布设成附 (闭) 合高

程导线或高程导线网。

5.4.2 各等级光电测距三角高程路线应起止于高一级的水准点或光电测距三角高程点。

5.4.3 各等级光电测距三角高程测量的每一条边的长度及路线全长，不应超过表 5.4.3 的规定。

表 5.4.3 三等、四等、五等光电测距三角高程测量的边长及路线长度的要求

等级	每条边的长度 (m)	路线长度 (km)	
	对向观测	$h=0.5m$	$h \geq 1m$
三等	700	40	120
四等	1500	20	60
五等	2000	15	40
图根	1300	7	30

注 1:  $h$  为基本等高距, m。  
注 2: 当路线组成节点时, 线路长度要求按表 5.3.1 的“注 1”执行。

5.4.4 各等级光电测距三角高程测量的作业方法应按表 5.4.4 规定执行, 气象数据的观测按 4.3.6 条执行。

表 5.4.4 光电测距三角高程测量的作业方法

等级	测量方法	路线	气象数据		边长			天顶距		
			测定的时间间隔	数据的取用	测距仪的等级	测回数		测角仪器等级	测回数	
						往测	返测		中丝法	三丝法
三等	对向观测	单程 双测	每边观测的始末	每边两端的平均值	I	2	2	DJ1 DJ2	2	1
					II	4	4		4	2
四等	对向观测	单程	每边观测的始末	每边两端的平均值	II	2	2	DJ1 DJ2	2	1
					III	4	4		4	2
五等	对向观测	单程	每边测定一次	测站端的数据	II	2	—	DJ2	2	1
					III IV	2 4				

表 5.4.4 (续)

等级	测量方法	路线	气象数据		边长			天顶距		
			测定的时间间隔	数据的取用	测距仪的等级	测回数		测角仪器等级	测回数	
						往测	返测		中丝法	三丝法
图根	对向观测	单程	每边测定一次	测站端的数据	II III IV	2 2 4	—	DJ2 DJ6	2 4	1 2

注 1: 边长测量一测回指照准一次读数 4 次。  
注 2: 单程双测指每站变换仪器高度作往返观测。

5.4.5 天顶距应采用全站仪或电子经纬仪、经纬仪，以中丝法或三丝法进行观测。照准同一目标时，应精确照准同一目标读数为一次测回，用水准仪照准目标时应精确照准两次，各读数两次，两次读数允许较差为 1'。

5.4.6 斜距应采用全站仪或测距仪进行观测，采用全站仪观测时，应预置仪器常数。测距时，应精确照准同一目标，观测步骤应符合下列规定：

1 晾晒仪器、棱镜、气压计、温度计于 15min，温度计应悬挂在阴凉处并宜用遮光罩罩住，气压计应置平，指针不应滞阻。

2 整平仪器和棱镜，量取并记录仪器高和棱镜高。

3 照准棱镜，测斜距 4 次，记录斜距、温度和气压值。

5.4.7 各等级光电测距三角高程测量的观测限差应符合表 5.4.7 的规定。

5.4.8 各等级光电测距三角高程测量还应符合下列规定：

1 光电测距应按 4.3 节中的有关测边的规定进行距离测量。

2 对向观测应在短时间内完成。

3 在沙漠、水网地区和天气炎热、气温变化剧烈地区，天顶距宜进行同时对向观测。

表 5.4.7 光电测距三角高程测量观测限差

等级	边长测定 (mm)			天顶距观测 (")		高差 (mm)			
	测回数 测回较差	测回数 往返测 较差	指标差 较差	指标差 较差	指标差 较差	往返测 较差	单程双测 高差较差	附 (闭) 合路线闭 合差	检测已测 测段高差 之差
三等	5	7	5	±6	±35D	±8√[D]	±12√[D]	±20√[D]	±20√[D]
四等	10	15	8	±10	±14√[D]	±20√[D]	±30√[D]	±30√[D]	±30√[D]
五等	10	15	15	±15	±20√[D]	±25√[D]	±40√[D]	±40√[D]	±40√[D]
图根	20	30	15	±20	70D	±25√[D]	±40√[D]	±50√[D]	±50√[D]

注 1: 边长往返较差应将斜距化算到同一水平面上方可进行比较。

注 2: (a+bD) 为测距仪标称精度。

注 3: D 为测站间水平距离, km。

4 路线中各边的天顶距不宜小于  $75^\circ$  和大于  $105^\circ$ 。

5 宜采用三联脚架法作业。

5.4.9 当测区中某些对向观测高差较差呈一定规律性，且大多数接近限差或超限时，可按式 (5.4.11-1) 及式 (5.4.11-2) 计算  $K$  值，并重新计算往、返测高差较差。

5.4.10 光电测距三角高程测量成果的重测和取舍应符合下列规定：

1 凡超出 5.4.7 条规定限差的观测成果均应进行重测。

2 天顶距以三丝法观测时，若一水平丝所测某一方向的天顶距或指标差互差超限，则该方向应用中丝法重测一测回；若在同方向一测回中有二根水平丝所测结果超限，则该方向应用三丝法重测一测回，或用中丝法重测二测回。

3 光电测距成果的重测和取舍按 4.3.8 条的规定执行。

5.4.11 三等、四等、五等光电测距三角高程观测的斜距应经气象、加常数、乘常数修正后，方可进行下列项目的计算：

1 视需要按式 (5.4.11-1) 或式 (5.4.11-2) 计算测区大气垂直折光系数  $K$  值。

1) 利用对向观测高差：

$$K = 1 + \frac{R}{D_{AB}^2} [(S_{AB} \cos Z_{AB} + S_{BA} \cos Z_{BA}) + (i_A - l_B) + (i_B - l_A)] \quad (5.4.11-1)$$

式中  $K$ ——大气垂直折光系数；

$S_{AB}$ ——A 站至 B 站经修正后的斜距，m；

$D_{AB}$ ——A 站至 B 站的平距，m；

$Z_{AB}$ ——A 站至 B 站的天顶距， $(^\circ)$ ；

$i_A$ 、 $i_B$ ——A 站、B 站的仪器高，m；

$l_A$ 、 $l_B$ ——A 站、B 站的觇标高，m；

$R$ ——地球平均曲率半径，m。

2) 利用已知高差：

$$K = 1 + \frac{2R}{D_{AB}^2} [(S_{AB} \cos Z_{AB} + i_A - l_B) - h_0] \quad (5.4.11-2)$$

式中  $h_c$ ——A 点和 B 点间的已知高差，m。

2 单向观测高差按式 (5.4.11-3) 计算。

$$h = D_{AB} \cot Z_{AB} + i_A - l_B + \frac{1-K}{2R} D_{AB}^2 \quad (5.4.11-3)$$

3 对向观测高差按式 (5.4.11-4) 计算。

$$h = \frac{1}{2} [D_{AB} \cot Z_{AB} - D_{AB} \cot Z_{BA} + (i_A - l_B) - (i_B - l_A) - \frac{K_{AB} - K_{BA}}{2R} D_{AB}^2] \quad (5.4.11-4)$$

式中  $K_{AB}$ ——A 站至 B 站的大气垂直折光系数；

$K_{BA}$ ——B 站至 A 站的大气垂直折光系数。

4 利用各边双测高差不符值按式 (5.4.11-5) 计算每千米高差中数偶然中误差  $M_\Delta$ 。

$$\left. \begin{aligned} M_\Delta &= \sqrt{\frac{[Pdd]}{4n}} \\ P &= \frac{1}{S^2} \end{aligned} \right\} \quad (5.4.11-5)$$

式中  $d$ ——高差不符值，mm；

$n$ ——高差不符值个数；

$S$ ——斜距，km。

5 利用各闭合环线高差闭合差按式 (5.3.14) 计算每千米高差中数全中误差  $M_w$ 。

**5.4.12** 图根高程控制的光电测距三角高程测量，可按同等的精度连续发展两次，每次测量的路线长度不应超过表 5.4.3 的规定。

**5.4.13** 图根光电测距三角高程测量，可直接测量斜距、平距和高差。其测量技术要求按表 5.4.13 的要求执行。

**5.4.14** 由三等、四等、五等光电测距三角高程测定的水准点或其他固定点的高差，应加入正常水准面不平行改正，计算方法与水准测量相同。

**5.4.15** 当三等、四等、五等及图根光电测距三角高程路线组成

高程网时，应进行严密平差，并评定精度。

表 5.4.13 全站仪测量图根和测站级三角高程技术要求

等级	气象元素	仪器标称精度		斜距和高差的测回数	
		测距精度 (mm/km)	测角精度 (")	盘左	盘右
图根	观测前测定后输入仪器， 温度变化超过1℃时，测回 间重新输入	±5	2	2	2
		±10		4	4
测站	观测前测定后输入	±5		1	1
		±10		2	2

5.5.1 GNSS 高程测量可采用 GNSS 高程拟合、RTK 高程测量、基于大地水准面精化模型的 GNSS 高程测量、GNSS 跨河高程测量等方法，各方法的适用范围见表 5.5.2。

表 5.5.2 GNSS 高程测量方法适用范围

GNSS 高程测量方法	一等、二等、三等	四等	图根	测站
GNSS 高程拟合测量	—	—	可	可
RTK 高程测量	—	—	可	可
基于大地水准面精化模型的 GNSS 高程测量	—	可	可	可
GNSS 跨河高程测量	可	可	可	可

5.5.2 GNSS 拟合高程测量的主要技术要求应符合下列规定：

- 1 GNSS 拟合高程测量宜与 GNSS 平面控制测量同时进行，也可单独进行。
- 2 GNSS 网应与四等或四等以上的水准点联测。联测的



GNSS点,宜分布在测区的四周和中央。联测点数,宜大于选用计算模型中未知参数个数的1.5倍,点间距宜小于10km。

3 高差较大的地区,应按测区地形特征增加联测点数。

4 地形趋势变化明显的大面积测区,宜采取分区拟合的方法。各分区间应有2~3个重合点。

5 GNSS拟合高程测量宜选用固定误差不超过10mm、比例误差系数不超过2mm/km的双频接收机,观测技术应按第4.2节的相应等级执行,观测时段数不应少于1.6,时段长度根据测区实际情况适当延长;天线高应在观测前后各量测一次,较差小于3mm时取其平均值作为最终高度。

#### 5.5.3 GNSS拟合高程计算应符合下列规定:

1 充分利用测区的重力大地水准面模型或资料。

2 对联测的已知高程点进行精度评定,并剔除不合格点。

3 地形平坦的小测区可采用平面拟合模型;地形起伏较大的大面积测区,应采用曲面拟合模型。

4 对拟合模型的精度应进行评定。

5 拟合高程点不宜超出已知点所覆盖的范围。

6 对选择的拟合高程模型应进行模型内符合中误差计算,模型内符合允许中误差五等为 $\pm 2\text{cm}$ ,图根和测站级为 $\pm 3\text{cm}$ 。模型内符合中误差按式(5.5.3-1)计算:

$$m_b = \pm \sqrt{\frac{[d_h d_h]}{n-1}} \quad (5.5.3-1)$$

式中  $m_b$ ——高程异常模型内符合中误差,cm;

$d_h$ ——拟合点水准高程与模型计算高程的差值,cm;

$n$ ——参与拟合的点数。

7 对选择的拟合高程模型应进行模型外符合中误差计算,模型外符合允许中误差五等为 $\pm 3\text{cm}$ ,图根和测站级为 $\pm 5\text{cm}$ 。外符合高程中误差  $M_b$  按式(5.5.3-2)计算:

$$M_b = \pm \sqrt{\frac{[d_h d_h]}{n}} \quad (5.5.3-2)$$

式中  $M_h$ ——外符合高程中误差，cm；  
 $d_h$ ——检测点水准高程与模型计算高程的差值，cm；  
 $n$ ——检测点数。

**5.5.4** 对 GNSS 点的拟合高程成果应进行检测。检测点数不应小于全部拟合高程点的 10% 且不少于 3 个点；高差检验可采用相应等级的水准测量方法或光电测距三角高程测量方法进行，其高差允许较差五等为  $40\sqrt{D}$  mm，图根和测站级为  $50\sqrt{D}$  mm，其中  $D$  为检查路线的长度，单位 km。

**5.5.5** GNSS RTK 高程测量应符合下列规定：

1 RTK 高程控制点的埋设宜与 GNSS RTK 平面控制点同步进行，标石可重合，重合时应采用圆头带十字的标志。

2 RTK 高程控制点测量主要技术要求应符合表 5.5.5 的规定。

**表 5.5.5 RTK 高程控制点测量主要技术要求**

大地高中误差 (cm)	与基准站的距离 (km)	观测次数	起算点等级
$\leq \pm 3$	$\leq 5$	$\geq 2$	五等及以上水准点
注 1：大地高中误差指控制点大地高相对于最近基准站的误差。 注 2：网络 RTK 高程控制测量可不受流动站到基准站距离的限制，但应在网络有效服务范围内。			

3 RTK 高程控制点测量基准站和流动站的设置按 4.2.10 条执行。

4 每次作业开始前或重新架设基准站后，均应进行至少一个同等级或高等级已知点的检核，高程允许较差为 10cm。

5 RTK 高程控制点测量设置高程允许收敛精度为 3cm。

6 各次测量的高程允许较差为 1/10 基本等高距，取其中数作为最终结果。

7 RTK 高程控制点的测定，可通过流动站测得的大地高减去流动站的高程异常获得。

8 流动站的高程异常可采用数学拟合方法、似大地水准面精化模型的方法获取，拟合模型似大地水准的精度根据实际生产需要确定。图根 RTK 流动站的高程异常也可在测区现场通过点校正的方法获取。图根点的高程拟合允许残差为 1/10 基本等高距。

5.5.6 利用基于大地水准面精化模型的 GNSS 高程控制点测量，应求出控制点之间的相对高差，并从高一级控制点上起算，按附合水准路线进行计算，其路线闭合差应满足相应等级的精度要求。

5.5.7 采用 GNSS 进行跨河高程测量时，应按 GB/T 12897、GB/T 12898 的相关要求执行。

## 5.6 资料整理

5.6.1 高程控制测量工作完成后，应对下列资料进行整理：

- 1 技术设计书。
- 2 埋石点点之记。
- 3 高程控制网图。
- 4 原始记录资料。
- 5 高程控制计算资料和控制点成果表。
- 6 各种测量仪器和工具的检验资料。
- 7 技术总结报告。
- 8 其他有关的资料。

5.6.2 项目完成后，应提交下列资料：

- 1 技术设计书。
- 2 埋石点点之记。
- 3 高程控制网图。
- 4 控制点成果表。
- 5 技术总结报告。

## 6 数字地形测量

### 6.1 一般规定

6.1.1 数字地形测量可采用全站仪、RTK 等测图方法。外业数据采集可采用编码法、草图法或内外业一体化采集法等。

6.1.2 地形点的密度以反映地形变化为原则，地形点最大间距不应大于表 6.1.2 的规定。

比例尺	1:500	1:1000	1:2000	1:5000
点位间距 (m)	10	20	40	100

6.1.3 数字地形测量应对照实地测绘，遵循“看不清不绘”的原则。

### 6.2 数字测图

6.2.1 数字测图前应进行下列准备工作：

- 1 建立图幅号、图廓点坐标表等测图分幅信息。
- 2 对控制点成果进行检核。

6.2.2 数字测图的仪器设置及测站检查应符合下列规定：

- 1 全站仪测图的仪器设置及测站检核应符合下列要求：
  - 1) 仪器对中允许偏差为 5mm，仪器高和棱镜高应量至 1cm。
  - 2) 应选择较远的图根点作为定向点，并施测另一图根点的坐标和高程作为检核。检核点的平面位置允许较差为图上 0.2mm，高程允许较差为 1/5 基本等高距。
  - 3) 作业过程中和结束前，应对定向方位进行检查。

2 单基准站 RTK 测图时，流动站与基准站的距离不应大于 5km；网络 RTK 测量可不受流动站到基准站间距离的限制，

但应在网络覆盖的有效服务范围内。作业前，应检测不少于2个并不低于图根精度的已知点，检测结果的限差与全站仪测图要求相同。

**6.2.3 测站点测量应符合下列要求：**

1 当图根点密度不够时，可用支导线法、极坐标法、自由设站法增设测站点。测站点相对于邻近图根点的点位允许中误差为图上0.2mm，高程允许中误差为1/6基本等高距。

2 用全站仪直接测定测站点的坐标和高程时，应将上、下两半测回的观测值取平均值作为最终观测结果，边长不应大于表6.2.4中地形点的最大测距的规定。

3 采用自由设站法测定测站点的坐标和高程时，观测的已知点个数不应少于3个，观测两个已知点的高程允许较差为表4.1.2和表5.1.1中的精度要求的2倍。

4 采用布网布设测站点，应观测3个已知点，其平面位置允许较差为图上0.3mm，高程允许较差为基本等高距。

**6.2.4 利用全站仪测图时，应按下列要求作业：**

1 全站仪测图的测距不应大于表6.2.4的规定。

表6.2.4 全站仪测图的最大测距长度

比例尺	最大测距长度 (m)	
	地物点	地形点
1:500	160	300
1:1000	300	500
1:2000	450	700
1:5000	700	1000

注：对于1:2000、1:5000比例尺测图，当基本等高距为0.5m时，其最大测距长度不宜大于500m。

**2 全站仪测图应符合下列要求：**

1) 采用草图法作业时，应按测站绘制草图，并对测点逐一编号。测点编号应与仪器的记录点号相一致。草图

的绘制，宜简化标示地形要素的位置、属性和相互关系等。

- 2) 采用编码法作业时，宜采用通用编码格式，也可使用软件的自定义功能和扩展功能建立用户的编码系统进行作业。
- 3) 采用内外业一体化成图法作业时，应实时确立测点的属性、连接关系和逻辑关系等。
- 4) 采用无自动记录功能的仪器作业时，观测的水平角和垂直角应读记至秒，距离应读记至厘米，坐标和高程的计算应精确至厘米。
- 5) 按图幅施测时，每幅图应测出图廓线外 5mm；分区施测时，应测出区域界线外图上 5mm。
- 6) 对采集的数据应进行检查、处理，确认无误后及时存盘，并做好备份。

3 草图编制应符合下列规定：

- 1) 草图符号宜按现行国家地图图式执行；对于复杂的图式符号可简化和自行定义，数据采集时所使用的编码，应与草图绘制的符号一一对应。
- 2) 草图上的测点编号应与数据采集记录一致。
- 3) 草图上地形要素之间的相互位置关系应清楚正确。
- 4) 地形图上应注记的各种名称、地物属性等，草图上应标注清楚。

6.2.5 RTK 测图时，除按 6.2.4 条的有关要求作业外，还应符合下列要求：

- 1 参考站的有效作业半径不应超过 5km。
- 2 作业开始前和作业结束后均应进行已知点检查，检核点的平面位置较差不应大于图上 0.2mm，高程较差不应大于 1/5 等高距。
- 3 作业中，如出现卫星信号失锁，应重新初始化，并经重合点测量检查合格后，方能继续作业。

4 不同流动站分区作业时，应测出界线外图上 5mm。

5 不同参考站作业时，流动站应检测一定数量的地物重合点，点位平面和高程较差不应大于第 3.0.5 条 4 款和 5 款规定值的  $2\sqrt{2}$  倍。

6 每日观测结束，应及时转存测量数据至计算机并做好数据备份。

6.2.6 数字地形测量的地物测绘应符合下列规定：

1 地物测绘应包括下列内容：

- 1) 测量控制点。
- 2) 居民地。
- 3) 水系及其附属建筑物。
- 4) 道路和管道。
- 5) 送电线路和通信线路。
- 6) 独立地物。
- 7) 地质勘探点和水文气象设施。
- 8) 境界、地类界及垣栅。

2 测量依比例尺描绘的地物时，其主要轮廓应用仪器测绘，其余部分可用丈量方法确定，测量半依比例尺或不依比例尺描绘的地物时，应测绘其中心位置或定位点。

3 当测区地物复杂时，可进行适当取舍，应侧重保留与水利水电建设有关的地物和方位物，并能反映出该地区的地理特征。当地物符号密集以致不能全部容纳时，主要的符号不应改变其位置，次要的符号可略为移动或缩小，但应保持相应位置特征，个别的次要符号可省略不绘。

4 居民地、重要公共建筑物、河流、湖泊、山岭以及其他重要地物的名称应调查注记。注记应选择适当位置，不应覆盖重要的地物、地貌。

5 测绘居民地时，房屋的外轮廓应以墙基为准。

6 送电线路、通信线路和架设在地面上或其中一段埋在地下的管道，均应测绘入图。能判明方向的地下线路和管道应在图

上以虚线表示。临时性的线路和管道可不测绘。

7 钻孔、探槽、探井、平洞口等地质勘探点，除按技术设计书规定测绘外，也可按已有坐标展绘，并注记其高程。地质勘探点过密时，可择要测绘。

8 测绘水系时，对水深大于1m或水面宽度大于5m的河流，图上相距10~15cm应测绘水位点1个，并注明施测日期。水位点应测注在滩上、滩下、拦河坝等水位变化较大处，河流汇合处，城镇和居民地、桥梁、渡口附近及其他特征性地点。靠近图廓处也应测注水位点，小河、溪沟和渠道宜测注渠底、渠底高程。

6.2.7 地貌、土质和植被测绘应满足下列要求：

1 地貌应采用等高线配合地貌符号和高程注记点表示。

2 绘制等高线时，如首曲线不能表示山部、小丘、台阶地以及盆地等地貌时，应加绘间曲线。若首曲线、间曲线仍不能表达某些重要的地貌时，则应加绘辅助曲线。

3 在山顶、山脊、山脚、山沟等地形特征点，在不读图处，应绘制示坡线。

4 计曲线间隔小于图上0.5mm时，应加绘首曲线。

5 陡峭崖壁、陡坎或露岩等，当能以等高线方式表示时，宜以首曲线、计曲线表示为陡坎，两者结合表示。

6 除用等高线表示地形起伏外，在山脊、鞍部、台地、凹地、突出的土岗和独立的小丘、地面坡度变化处、岩溶溶洞口、泉源的露头等处，还应测注高程。

7 用符号表示的陡崖、独立石、冲沟、雨裂、土堆、坑穴、路堤、路堑以及梯田坎等地貌元素，其比高大于基本等高距时应测注。

8 露岩、独立石、梯田坎应测记比高，斜坡、陡坎比高小于1/2基本等高距或图上长度小于5mm可舍去。当坡、坎较密时，可适当取舍。

9 测区内有下列土质、植被要素时，在地形图上均应绘出：

1) 田地、果园和苗圃。



- 2) 草地、荒地和芦苇地。
- 3) 森林、灌木和竹林。
- 4) 沼泽地和盐碱地。
- 5) 岩石地、碎石地、沙地和砂砾地。

10 图上面积大于  $1\text{cm}^2$  且有经济价值的土质、植被应用地类界绘出范围。固定的农作物地、经济作物地以及水生植物地等，应用相应符号表示；轮换种植作物的地块应按水田和旱地区分表示。同一地块内种植多种植物时，图上包括土质符号的配置符号不应超过 3 种。

#### 6.2.8 地形图的编辑应符合下列要求：

1 对原始观测数据进行处理，包括数据分类、数据属性的编辑与修改等，应符合修改测量精度要求。

2 地形图要素应按 3.0.7 条的要求进行。分幅的方法和图层的命名按 3.0.7 条的要求执行，也可根据工程需要，对图层结构进行修改，同一图层的要素应符合逻辑性结构。

3 数字地形模型建立时，应根据工程设计的真实性要求，提出各种地性线、等高线和注记表示方法。

4 各种地形要素符号、注记的编制、编辑，按 6.2.6 条和 6.2.7 条的要求执行。当不同性质的要素重合时，可同时绘出，并采用不同的颜色。

5 地形图分幅时，除满足 3.0.5 条的要求外，还应满足下列要求：

- 1) 分区施测的地形图，应进行图幅裁剪，并对图幅边缘的数据进行检查、编辑。
- 2) 按图幅施测的地形图，应进行接图检查和图边数据编辑。图幅接边允许误差为 3.0.5 条 4 款、5 款中规定值的  $2\sqrt{2}$  倍，符合限差时按平均配赋，超过限差时应进行实地检查和修正。

6 地形图的编辑检查应包括下列内容：

- 1) 图形的连接关系是否正确，是否与草图一致、有无错漏等。

- 2) 各种注记的位置是否适当, 是否避开地物、符号等。
- 3) 各种线段的连接、相交或重叠是否恰当、准确。
- 4) 等高线的绘制是否与地性线协调、注记是否适宜、断开部分是否合理。
- 5) 对间距小于图上 0.2mm 的不同属性线段, 处理是否恰当。
- 6) 地物、地貌的相关属性信息赋值是否正确。

7 地形图编辑处理完成后, 应打印适当比例尺地形图样图, 根据样图进行内业检查、实地全面对照检查, 发现问题及时处理。

### 6.3 地形图数字化

6.3.1 用于地形图数字化的专业设备应满足下列要求:

1 图形扫描仪的扫描分辨率不宜低于 12 点/mm (300dpi); 有效扫描面积不宜小于 841mm×597mm (A1 幅面)。

2 用于检查图输出的绘图仪分辨率不宜低于 10 点/mm (254dpi); 有效绘图面积不宜小于 841mm×597mm。

3 扫描数字化软件应具备下列基本功能:

- 1) 图纸定向和校正。
- 2) 数据采集和编码输入。
- 3) 数据的计算、转(变)换和编辑。
- 4) 图形的实时显示、检查和修改。
- 5) 点、线、面状地形符号的绘制。
- 6) 地形图要素的分层管理。
- 7) 栅格数据的运算, 包括灰度值变换、栅格图像的平移和栅格图像的组合等。
- 8) 坐标转换。
- 9) 线状栅格数据的细化。
- 10) 栅格数据的自动跟踪矢量化。
- 11) 人机交互式矢量化。

6.3.2 扫描原图应符合下列要求:

- 1 原图的比例尺不应小于数字化地形图的比例尺。
- 2 原图宜采用聚酯薄膜底图；当无法获取聚酯薄膜底图时，在满足用户用图要求的前提下，也可选用其他纸质图。
- 3 图纸平整、无褶皱，图面清晰。
- 4 对原图纸或扫描图像的变形，应进行修正。

#### 6.3.3 扫描数字化应按下列要求执行：

- 1 图纸、图像的定向，应符合下列规定：
  - 1) 宜选用内图廓的四角坐标点或格网点作为定向点。
  - 2) 定向点不应少于4点，位置应分布均匀、合理。
  - 3) 当地形图变形较大时，应适当增加图纸定向点。
  - 4) 定向完成后，应进行格网检查；其坐标值与理论坐标值的允许较差为图上0.3mm。
- 2 地形图要素的数字化，应符合下列规定：
  - 1) 对图纸中有坐标数据的控制点和建（构）筑物的细部坐标点的绘制，应采用输入坐标的方式进行；无坐标数据的控制点可不绘制。
  - 2) 图廓及坐标格网的绘制，应采用输入坐标的方法由绘图软件按理论值自动生成。
  - 3) 原图中地形、地物符号与现行图式不符时，应采用现行图式规定的符号。
  - 4) 点状符号、线状符号和地貌、植被的填充符号的绘制，应采用绘图软件生成。
  - 5) 等高线、地物线等线条的数字化，应采用线跟踪。

3 每幅图数字化完成后，应进行图幅接边和图边数据编辑；接边完成后，应输出检查图。检查图与原图比较，点状符号及明显地物点的允许偏差宜为图上0.2mm，线状符号的允许偏差宜为图上0.3mm。

## 6.4 地形图修测

6.4.1 地形图修测前应进行实地踏勘，确定修测范围，并制定

修测方案。当修测面积大于 20%时应进行重测。

#### 6.4.2 地形图修测的测图控制应符合下列规定：

1 宜利用检查合格的原有控制点。

2 局部修测时，测站点坐标可利用原图已有坐标的地物点按内插法或交会法确定，检核允许较差为图上 0.2mm。

3 局部地区少量的高程补点，可利用 3 个固定的地物高程点作为依据进行补测，其高程较差不超过 1/5 基本等高距时取用平均值。

4 当地物变动面积较大、周围地物控制不足时，应增补图根控制。

#### 6.4.3 地形图的修测应符合下列规定：

1 新测地物与原有地物的间距中较差为图上 0.6mm。

2 地物修测应在上午 10 时前开始施测；地貌修测的衔接部分应施测一定数量的重合点。

3 除对已有的地形修测外，还应将原图上已有地物、地貌的明显错误进行修正；修测时发现数据中有地物、地貌、注记、分划有错误时，也应进行修正。

4 纸质地形图的修测，应符合下列规定，再进行修测。

5 修测完成后应按图幅记录修测情况，并绘制略图。

6 地形图修测的其他要求，应符合第 2 章的规定执行。

### 6.5 地形图检查

6.5.1 地形图检查内容包括图廓点、公里网交点、控制点等数学基础检查、平面和高程精度检查、接边精度检测、属性精度检测、逻辑一致性检测、整饰质量检查、附件质量检查。

6.5.2 地形图检查应按下列要求执行：

1 数学基础检查：将图廓点、坐标格网交点、控制点等的坐标按检索条件在屏幕上显示，并与理论值和控制点已知坐标值核对。

2 平面和高程精度检查应符合下列要求：

- 1) 选取检测点的一般规定：数字地形图检测点应均匀分布、随机选取明显地物点。总图幅数不超过 50 幅时，抽检的图幅数不应少于总图幅数的 10%；总图幅数多于 50 幅时，抽检的图幅数不应少于总图幅数的 5%。每幅抽检图检查点数为 20~50 点。
- 2) 检测方法：检测点的平面坐标和高程采用外业散点法施测。
- 3 接边精度的检测应通过量取两相邻图幅接边处要素端点的距离来检查接边精度，未连接的要素其偏离值，检查接边要素几何上自然连接情况。平面域属、线划属性的一致情况，记录属性不一致要素实体。
- 4 属性精度应符合下列要求：
  - 1) 检查各层要素是否准确，有无漏层。
  - 2) 逐层检查各属性表中的属性项是否准确、有无遗漏。
  - 3) 检查要素属性值分配是否正确。
  - 4) 检查共边属性值是否正确。
- 5 逻辑一致性检测应符合下列要求：
  - 1) 检查各要素是否有重复的。
  - 2) 检查有编号、有向线状要素的方向是否正确。
  - 3) 检查多边形闭合情况，编码是否正确。
  - 4) 检查线状要素的节点匹配情况。
  - 5) 检查各要素的关系表示是否合理，有无地理适应性矛盾，是否能正确反映各要素的分布特点和密度特征。
  - 6) 检查水系、道路等要素是否连续。
- 6 整饰质量检查应符合下列要求：
  - 1) 检查各要素是否正确，尺寸是否符合图式规定。
  - 2) 检查图形线划是否连续光滑、清晰，粗细是否符合规定。
  - 3) 检查要素关系是否合理、是否有重叠、压盖现象。
  - 4) 检查各名称注记是否正确、位置是否合理、字体、字

- 号、字向是否符合规定。
- 5) 检查注记是否压盖重要地物或点状符号。
  - 6) 检查图面配置、图廓内外整饰是否符合规定。
  - 7 附件质量检查包括检查文档资料填写是否正确、完整。

## 6.6 资料整理

- 6.6.1 数字地形测量工作完成后，应对下列资料进行整理：
  - 1 技术设计书。
  - 2 仪器检定资料。
  - 3 测量记录手簿。
  - 4 测量计算资料和成果表。
  - 5 数字化地形图及索引图。
  - 6 技术总结报告。
  - 7 其他有关资料。
- 6.6.2 项目完成后，应提交下列资料：
  - 1 技术设计书。
  - 2 数字化地形图及索引图。
  - 3 技术总结报告。

## 7 航空航天摄影测量

### 7.1 一般规定

7.1.1 本章适用于1:500~1:10000数字线划图(DLG)、数字高程模型(DEM)和数字正射影像图(DOM)等测绘产品的生产。

7.1.2 像片控制点相对于最近基本平面控制点的平面位置允许中误差和相对于最近基本高程控制点的高程允许中误差、内业空三加密点(连接点)相对于最近图根控制点的平面位置允许中误差和相对于最近图根控制点的高程允许中误差、DLG的地物点与高程注记点相对于最近图根控制点的平面位置允许中误差和相对于最近图根控制点的高程允许中误差、DLG图幅等高线高程允许中误差应按表7.1.2-1、表7.1.2-2的规定执行。

7.1.3 水利水电工程DEM数据应由规则格网点及特征点数据和边界数据组成。基本格网尺寸应为5m×5m。对于水利水电工程枢纽区以及重要工程建筑物区测图宜根据需要选择2.5m×2.5m、2m×2m或1m×1m的格网尺寸。格网点的高程中误差应按表7.1.3规定执行,高程数据取位0.1m。

7.1.4 DOM的平面位置中误差应按表7.1.2-1或表7.1.2-2的规定执行,影像地面分辨率、灰阶、波段和接边限差等技术指标应按表7.1.4规定执行。

7.1.5 内业空三加密点(连接点)的中误差宜采用检查点的较差进行计算,检查点的平面中误差、高程中误差应按式(7.1.5-1)计算;区域网之间公共点的平面中误差、高程中误差应按式(7.1.5-2)计算,其精度要求同连接点。

$$m_{\text{检}} = \pm \sqrt{\frac{[\Delta\Delta]}{n}} \quad (7.1.5-1)$$

$$m_{\text{网}} = \pm \sqrt{\frac{[dd]}{3n}} \quad (7.1.5-2)$$

式中  $m_{检}$ ——检查点中误差, m;  
 $m_{网}$ ——公共点中误差, m;  
 $\Delta$ ——检查点野外实测值与解算值的较差, m;  
 $d$ ——区域网间公共点上的较差, m;  
 $n$ ——参加评定精度的点数。

**7.1.6** 大片森林、沼泽和沙漠地区 DLG 的高程中误差可按表 7.1.2-1 或表 7.1.2-2 的规定值放宽至 1.5 倍; DEM 的高程中误差可按表 7.1.3 的规定值放宽至 1.5 倍; DEM 内插点的高程精度可按格网点高程精度值放宽至 1.2 倍; DLG、DOM 的平面位置中误差可放宽至 1.5 倍; 山地、丘陵地不应大于图上 1.0mm。其他特殊地区应在技术设计书中明确规定。

**7.1.7** 数字航测成图方法宜根据成图精度要求等选择采用表 7.1.7 所列各方法之一; 特殊情况下也可采用能满足表 7.1.2-1 或表 7.1.2-2 规定的精度要求的其他航测成图方法。

**7.1.8** 航空摄影资料应满足下列要求:

1 航空摄影应根据成图比例尺, 并结合现有的航空摄影装备和测区地形, 选择既能确保质量又经济合理的航摄比例尺和影像地面分辨率; 航摄仪的焦距和类型、GNSS 辅助航空摄影、GNSS 辅助航空摄影等, 选择航摄季节及提出特殊的技术要求等。

2 常规胶片航摄仪的航摄比例尺或数码航摄仪航摄的影像地面分辨率宜按表 7.1.8 所列范围内选择。选择时应根据测区的地形、成图精度要求以及航摄像机的性能、成像原理、基高比、畸变差、成像质量等技术指标和飞行条件等因素, 并对选定的航摄比例尺分母  $M$  和影像地面分辨率  $GSD$  按式 (7.1.8-1) 进行高程精度估算。对于成图精度要求高、采用的航摄像机的性能和技术指标较低的情况下, 应选择相应  $k$  值较小的  $M$  和  $GSD$ 。因受条件限制, 选择相应的  $k$  值较大的  $M$  和  $GSD$  时, 应采取全野外像片控制、布设地面标志等技术措施。



表 7.1.2-1 1 : 500、1 : 1000、1 : 2000 航测成图精度规定

测图比例尺		1 : 500					1 : 1000					1 : 2000														
数据代号		DLG500					DLG1000					DLG2000														
地形类别		平地	丘陵地	山地	高山地	平地	丘陵地	山地	高山地	平地	丘陵地	山地	高山地	平地	丘陵地	山地	高山地									
基本等高距 (m)		0.5	0.5	1.0	1.0	1.0	0.5	1.0	1.0	0.5	1.0	1.0	0.5	1.0	1.0	2.0	2.0									
平面位置中误差 (图上 mm)		0.10																								
高程中误差 (m)		0.05	0.05	0.10	0.10	0.10	0.05	0.10	0.10	0.05	0.10	0.10	0.05	0.10	0.10	0.20	0.20									
平面位置中误差 (图上 mm)		0.40					0.55					0.40					0.55									
高程中误差 (m)		—					0.30					0.45					0.65					1.30				
内业加密点		—					—					—					—					—				

表 7.1.2-1 (续)

测图比例尺	1 : 500										1 : 1000										1 : 2000																			
	DLG500										DLG1000										DLG2000																			
	平地	丘陵地	山地	高山地	平地	丘陵地	山地	高山地	平地	丘陵地	山地	高山地	平地	丘陵地	山地	高山地	平地	丘陵地	山地	高山地	平地	丘陵地	山地	高山地																
基本等高距 (m)	0.5	0.5	1.0	1.0	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	0.5	1.0	1.0	1.0	0.5	1.0	1.0	2.0																
地物平面位置中误差 (图上 mm)	0.6										0.6										0.8										0.8									
高程注记点的高程中误差 (m)	0.14 0.20 0.40 0.60										0.14 0.30 0.20 0.40 0.60 0.80										0.14 0.30 0.40 0.60 0.80										0.14 0.30 0.40 0.60 0.80									
图幅等高线高程中误差 (m)	0.17 0.25 0.50 0.70										0.17 0.35 0.25 0.50 0.70 1.00										0.17 0.35 0.50 0.70 1.00										2.0 地形变换点									
地形变换点	1.00 地形变换点										1.00 地形变换点										2.0 地形变换点										2.0 地形变换点									
地形变换点	1.40 地形变换点										1.40 地形变换点										1.40 地形变换点										1.40 地形变换点									

注: 1:500 成图时平地、丘陵地的内业加密点平面位置中误差、高程中误差, 及 1:1000、1:2000 成图时平地的内业加密点高程中误差不能满足表中规定的精度时, 应采用平高全野外控制布点。

表 7.1.2-2 1:5000、1:10000 航测成图精度规定

测图比例尺		1:5000										1:10000									
		DLG5000					DLG10000					DLG5000					DLG10000				
地形类别		平地		丘陵地		山地		高山地		平地		丘陵地		山地		高山地					
基本等高距 (m)	0.5	1.0	1.0	2.0	2.0	5.0	5.0	5.0	5.0	0.5	1.0	1.0	2.0	2.5	5.0	5.0	5.0				
	1.0	1.0	1.0	2.0	2.0	5.0	5.0	5.0	5.0	0.5	1.0	1.0	2.0	2.5	5.0	5.0	5.0				
像片控制点	0.10																				
平面位置中误差 (图上: mm)	0.10																				
高程中误差 (m)	0.05	0.10	0.10	0.20	0.20	0.50	0.50	0.50	0.50	0.05	0.10	0.10	0.20	0.25	0.50	0.50	0.50				
内业加密点	0.35																				
平面位置中误差 (图上: mm)	0.35																				
高程中误差 (m)	—	0.23	0.30	0.60	0.90	2.00	2.00	3.00	3.00	—	0.23	0.30	0.60	0.80	2.00	2.00	3.00				
地物平面位置中误差 (图上: mm)	0.50																				
高程注记点的高程中误差 (m)	0.75																				
高程注记点的高程中误差 (m)	0.14	0.30	0.40	0.80	1.20	2.50	2.50	4.00	4.00	0.14	0.30	0.40	0.80	1.00	2.50	2.50	4.00				
	0.17	0.35	0.5	1.0	1.40	3.00	3.00	5.00	5.00	0.17	0.35	0.5	1.0	1.25	3.00	3.00	5.00				
图幅等高线高程中误差 (m)			地形 变换点		地形 变换点		地形 变换点		地形 变换点		地形 变换点		地形 变换点		地形 变换点		地形 变换点				

注1: 平地的内业加密点高程中误差不能满足表中规定的精度时, 应采用平高全野外控制布点。  
 注2: 1:10000 高山地测图, 当图幅内大部分地面倾斜角大于 40° 时, 应采用 10m 等高距; 本大于 40° 时, 可按实际需要选用 5m 或 10m 等高距。  
 注3: 1:10000 测图, 0.5m 等高距应在地面倾斜角小于 1°, 并确有必要时, 才允许使用。

表 7.1.3 数字高程模型技术指标

数据代号	格网尺寸	精度等级	格网点高程中误差 (m)			
			平地	丘陵地	山地	高山地
DEM-SLA1	5m	一级	0.35	1.25	3.00	5.00
DEM-SLA2		二级	0.48	1.69	4.10	6.80
DEM-SLA3		三级	0.70	2.50	6.00	10.00
DEM-SLB1	2.5m/2m/1m	一级	0.17	0.50	1.40	2.00
DEM-SLB2		二级	0.23	0.68	1.90	2.70
DEM-SLB3		三级	0.35	1.00	2.80	4.00

表 7.1.4 数字正射影像图技术指标

比例尺	1:500	1:1000	1:2000	1:5000	1:10000
数据代号	DOM500	DOM1000	DOM2000	DOM5000	DOM10000
影像地面分辨率 (m)	0.5	1.0	2.0	5.0	10.0
灰阶 (辐射分辨率)	256				
波段	1个或多个, RGB				
接边限差 (m)	平地、丘陵	5			
	山地、高山	0.4	0.8	1.6	7.5

等高距	影像地面分辨率 (GSD)	成图方法
0.5m	(1) $GSD \leq$ 成图比例尺分母 (1:500) $\times 0.01\text{cm}$ ; (2) $GSD \leq$ 成图比例尺分母 (1:1000、1:2000) $\times 0.008\text{cm}$ ; (3) $GSD \leq$ 成图比例尺分母 (1:5000、1:10000) $\times 0.006\text{cm}$	1. 区域网布设像控点, 数字空三进行平面加密, 全数字测图工作站测地物 and 制作数字正射影像图, 野外测高程注记点、等高线。 2. 全野外布设平高像控点, 全数字测图工作站单模型定向进行全要素法测图和制作数字高程模型、数字正射影像图。 3. 区域网布设平面像控点, 全野外布设高程像控点, 数字空三进行平面加密, 全数字测图工作站全要素法测图和制作数字高程模型、数字正射影像图
	GSD 大于上面的要求	4. 采用 2 法, 每个像对布设 6 个像控点, 在每个像对的测绘范围四角和像主点各布设一个像控点。 5. 布设地面表标志, 并用 1、2、3 法

表 7.1.7 (续)

等高距	影像地面分辨率 (GSD)	成图方法
1m	(1) $GSD \leq$ 成图比例尺分母 (1:1000) $\times 0.01\text{cm}$ ; (2) $GSD \leq$ 成图比例尺分母 (1:2000) $\times 0.008\text{cm}$ ; (3) $GSD \leq$ 成图比例尺分母 (1:5000、1:10000) $\times 0.006\text{cm}$	6. 平高区域网布设像控点, 数字空三进行平高加密, 全数字测图工作站全要素法测图和制作数字高程模型、数字正射影像图。 7. 采用高精度 IMU/DGNSS 辅助航摄, 按区域网布设平高像控点, 数字空三进行平高加密, 全数字测图工作站全要素法测图和制作数字高程模型、数字正射影像图。 8. 采用非扫描式数码航摄仪航摄时, 外业布设平高像控点和检查点, 数字空三进行平高加密, 全数字测图工作站全要素法测图和制作数字高程模型、数字正射影像图。
G		9. 采用 1、2、3、4 法。 10. 布设地面标志, 并采用 6、7、8 法。
2~5 (10) m	(1) $GSD \leq$ 成图比例尺分母 (1:1000) $\times 0.012\text{cm}$ ; (2) $GSD \leq$ 成图比例尺分母 (1:2000) $\times 0.01\text{cm}$ ; (3) $GSD \leq$ 成图比例尺分母 (1:5000、1:10000) $\times 0.008\text{cm}$	11. 采用 1、2、3、4 法。 12. 采用高精度 IMU/DGNSS 辅助航摄, 按四边或四角两线的区域网布设平高像控点, 数字空三进行平高加密, 全数字测图工作站全要素法测图和制作数字高程模型、数字正射影像图。 13. 采用非扫描式数码航摄仪航摄时, 外业布设检查点, 数字空三进行平高加密, 全数字测图工作站全要素法测图和制作数字高程模型、数字正射影像图。
	GSD 大于上面的要求	14. 采用 1、2、3、4 法。 15. 布设地面标志, 并采用 6、7、8 法。

注: 对于常规胶片像机航摄,  $GSD =$  影像扫描分辨率  $\times$  航摄像片比例尺分母。

表 7.1.8 航摄比例尺或影像地面分辨率选用范围

成图比例尺	常规胶片航摄仪的摄影比例尺分母 $M$	数码航摄仪航摄的影像地面分辨率 $GSD$ (cm)	$k$
1 : 500	$2000 \leq M \leq 4000$	$4 \leq GSD \leq 8$	4.0~8.0
1 : 1000	$3000 \leq M \leq 7000$	$6 \leq GSD \leq 14$	3.0~7.0
1 : 2000	$4000 \leq M \leq 12000$	$8 \leq GSD \leq 24$	2.0~6.0
1 : 5000	$7000 \leq M \leq 25000$	$14 \leq GSD \leq 50$	1.4~5.0
1 : 10000	$10000 \leq M \leq 40000$	$20 \leq GSD \leq 80$	1.0~4.0

注 1: 对于常规胶片像机航摄,  $k$  为像片比例尺分母与成图比例尺分母之比; 对于数码像机航摄,  $k$  为等效常规胶片像机航摄像片比例尺分母 (按数码航摄比例尺分母  $\times$  像元大小/20 或  $GSD \times 10000/20$  计算) 与成图比例尺分母之比。

注 2: 对于常规胶片像机航摄选用的航摄比例尺, 宜根据地形按式  $M = H/f \times 1000$  确定平均相对航高 ( $H$ , 单位为 m) 和航摄像机的焦距 ( $f$ , 单位为 mm), 并按式 (7.5.1-1) 和式 (7.1.8-1) 估算航片扫描的分辨率和可达到的高程精度。

注 3: 对于数字航摄仪航摄选用的影像地面分辨率, 宜根据拟采用的数码像机的分辨率 ( $P_i$  为像元大小, 单位为  $\mu\text{m}$ ) 和焦距 ( $f$ , 单位为 mm), 按式  $M = GSD/P_i \times 10000$  和式  $H = Mf/1000$  计算确定航摄比例尺分母和平均相对航高 ( $H$ , 单位为 m), 并按式 (7.1.8-1) 估算出可达到的高程精度。

3 选用的航摄资料成图可达到的高程精度可按式 (7.1.8-1) 估算:

$$\Delta h = \frac{1.25R_{\text{像}} H}{1000b} \quad (7.1.8-1)$$

式中  $\Delta h$ ——要求达到的高程精度 (加密点高程中误差限值), m;  
 $H$ ——平均相对航高, m;  
 $b$ ——像片基线平均长度, mm; 对于数码航摄影像的平均基线长度, 按式 (7.2.3-3) 进行计算;  
 $R_{\text{像}}$ ——影像扫描分辨率,  $\mu\text{m}$ , 取整数; 对于数码航摄影像,  $R_{\text{像}} = P_i$ ;  
 $P_i$ ——像元大小,  $\mu\text{m}$ 。

4 航空摄影应符合下列要求:

- 1) 航摄计划设计用图：航摄比例尺不小于 1 : 3500 时，宜采用 1 : 10000 比例尺地形图；航摄比例尺小于 1 : 3500、大于 1 : 10000 时，宜采用 1 : 25000 或 1 : 10000 比例尺地形图；航摄比例尺不大于 1 : 10000 时，宜采用 1 : 50000 或 1 : 25000 比例尺地形图；或在三维建模系统中进行。
- 2) 航摄分区的划分应遵循的原则：航摄分区界线应与成图的图廓线相一致。当航摄比例尺小于 1 : 7000 时，分区内的地形高差不应大于 1/4 相对航高；当航摄比例尺不小于 1 : 7000 时，分区内的地形高差不应大于 1/6 相对航高；在地形条件许可的情况下，航摄分区宜划大。在地形高差符合要求且能够确保航线的直线性的情况下，分区的跨度宜划大。
- 3) 分区基准面高度应按式 (7.1.8-2) 计算：

$$h_{\text{基}} = \frac{1}{2}(h_{\text{高平均}} + h_{\text{低平均}}) \quad (7.1.8-2)$$

$$h_{\text{高平均}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n h_{i\text{高}} \quad (7.1.8-3)$$

$$h_{\text{低平均}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n h_{i\text{低}} \quad (7.1.8-4)$$

式中  $h_{i\text{高}}$ 、 $h_{i\text{低}}$ ——分区内具有代表性的高点高程和低点高程，m；  
 $n$ ——高点高程或低点高程的个数。

- 4) 航线敷设应遵循的原则：航线飞行方向宜为东西向直线飞行，特定条件下亦可为南北向或沿线路、河流、海岸、境界等任意方向直线飞行；曝光点宜采用数字高程模型按地形起伏逐点设计；进行水域、海区摄影时，像主点宜避免落水，应确保所有岛屿完整覆盖，并能构成正常重叠的立体像对。
- 5) 航摄季节和航摄时间的选择应遵循的原则：航摄季节应选择摄区最有利的气象条件，宜避免或减少地表植

被和其他覆盖物对摄影的不利影响，确保航摄影像能够真实地显现地面细部；航摄时，既要保证具备充足的光照度，又要避免过大的阴影。宜以摄区的太阳高度角和阴影倍数确定，平地地区的太阳高度角应大于 $20^{\circ}$ ，阴影应小于3倍；丘陵地和小城镇地区的太阳高度角应大于 $30^{\circ}$ ，阴影应小于2倍；山地和中等城市地区的太阳高度角应大于 $45^{\circ}$ ，阴影不大于1倍；高差特大的陡峭山区和高层建筑物密集的大城市地区，摄影时间应限制在当地正午前后1h时间内，阴影应小于1倍，条件允许时，可在正午前后2h内不重叠飞行；沙漠、戈壁、森林、草地、大面积的盐滩、碱滩等，应在当地正午前后各2h内不重叠飞行。

- 6) 飞行质量要求：航摄重叠度宜为50%~65%；个别最大不应小于75%，最小不应小于60%；旁向重叠度宜为30%~40%，特殊情况下可按国家规划适当放宽。像片倾角不大于 $2^{\circ}$ ，最大不大于 $4^{\circ}$ 。航摄比例尺小于1:10000时，相对航高大于1200m时，像片旋偏角不大于 $8^{\circ}$ ，最大不超过 $8^{\circ}$ ；航摄比例尺大于1:3500且小于等于1:7000时，像片旋偏角不大于 $10^{\circ}$ ，最大不超过 $10^{\circ}$ ；航摄比例尺不小于1:3500时，像片旋偏角不宜大于 $10^{\circ}$ ，最大不超过 $12^{\circ}$ ；特殊情况下并采用数字测图方法时，在确保像片航向和旁向重叠度满足要求的前提下，像片旋偏角可在相应规定上放宽 $2^{\circ}$ ；在同一条航线上旋偏角达到或接近最大旋偏角的像片数不应超过3片，在一个摄区内出现最大旋偏角的像片数不应超过摄区像片总数的4%。航线弯曲度不大于3%。同一航线上相邻像片的航高差不应大于20m，最大航高与最小航高之差不应大于30m；航摄分区内实际航高与设计航高之差不应大于50m；当相对航高大于1000m时，其实



际航高与设计航高之允许差为设计航高的 5%。

7) 摄区、分区覆盖要求：航向覆盖超出摄区边界线不应少于一条基线。旁向覆盖超出摄区边界线不应少于像幅的 50%，当不影响像片控制点施测和内业正常加密时，旁向覆盖超出摄区边界线可放宽至不少于像幅的 30%。

8) 漏洞补摄要求：航摄中出现的相对漏洞和绝对漏洞均应及时补摄，应采用前一次航摄飞行的数码相机补摄，补摄航线的两端应超出漏洞一条基线。

5 GNSS 或 IMU/DGNSS 辅助航摄时，应进行地面基准站布设和测量、检校、验证和测量，其布设、选定、观测和数据处理按现行国家相应规范执行。

6 航摄及航测的其它项目，应按现行国家相应成图比例尺的航空摄影规范执行。

### 7.1.9 航测资料应满足下列要求

1 卫星影像地面分辨率应按表 7.1.9 的规定选用。

7.1.9 卫星影像地面分辨率选用范围

成图比例尺	地面分辨率 (m)
1:5000	≤0.6
1:10000	≤1.0

2 卫星影像数据及相关资料收集应符合下列要求：

- 1) 选择时较新的全色和多光谱卫星立体影像，其影像获取时间宜一致或相近；同时收集与影像相关的星历、姿态角等精密参数。
- 2) 收集的资料应满足生产 DLG 的要求。

## 7.2 像片控制点设计

7.2.1 像片控制点点位应满足下列要求：

- 1 选用的像片控制点点位目标影像应清晰，易于判别和立体

量测。当目标与其他影像条件发生矛盾时，应着重考虑目标条件。

2 布设的像片控制点宜能公用。对于框幅式影像，宜布设在航向3片重叠范围内；若上下相邻航线公用，则还应布设在航向及旁向6片或5片重叠范围内。

3 像片控制点距像片边缘不应小于1.5cm（23cm×23cm像幅）或像幅宽的5%，距像片上各类标志不应小于0.1cm或50像素；对于数码航摄仪获取的影像，像片控制点距像片边缘不应小于0.1cm或50像素。

4 像片控制点应选在旁向重叠中线附近，离开方位线的距离应大于4cm（23cm×23cm像幅）或像幅宽的20%；当旁向重叠过大而不能满足离开方位线的距离要求时，应分别布点；因旁向重叠过小，上下相邻航线的像控点不能公用时，应分别布点，此时两点裂开的垂直距离不应大于1cm，最大不应超过2cm。

5 航天遥感影像的像控点点位应易于精确量测，距影像片边缘不受限制，以不影响观测为原则。

6 如按图廓线划分测区范围时，位于自由图边、待成图边以及其他方法成图的图边像控点应布设在图廓线以外；以用图需要划分测区范围时，像控点应分布在用图范围线以外。

#### 7.2.2 全野外像控点的布设应按下列要求执行：

1 单片数字纠正制作影像图的全野外布设时，若成图比例尺不大于航摄比例尺4倍，应在每隔号像片测绘区域的四个角上各布设一个平高点，在像主点附近布设一个平高检查点；若成图比例尺大于航摄比例尺4倍时，应加布控制点。

2 立体全要素法成图要求每一个立体像对的测绘区域四角应各布设一个平高点。当成图比例尺大于航摄比例尺4倍时，应在像主点附近再各布设一个平高点。

3 全野外布设的像控点点位在像片上的位置除满足7.2.1条规定外，点位宜离开像主点且垂直于方位线的直线距离不宜大于像幅宽度的5%，困难时个别点不应大于像幅宽度的8%。

#### 7.2.3 区域网像控点的布设应按下列要求执行：

1 区域网的划分应根据航摄分区、航线以及图幅分布、地形情况等，网的图形宜为矩形。区域网的大小和像片控制点间跨度应依据成图精度、航摄资料条件以及系统误差的处理等因素确定。区域网的划分应符合下列要求：

1) 划分区域网时宜避免在区域网的首末航线上存在航线接合的情形。

2) 区域网内不应包括有像片重叠不符合要求的航线和像对，不应包括大片云影、阴影等影响内业加密建网连接的像对。

3) 不同精度的图幅划在同一区域网内时，布点应满足精度高的要求。

4) 同一摄影比例尺、不同航摄仪所摄像片若划在同一个区域网内，应在航向衔接处每一条航线加布 1 个平高控制点和 1 个高程控制点。

5) 区域网中心部位应布 1 个检查用的平高控制点。

2 区域网的两相邻平面点间的航线数，按表 7.2.3-1 所列规定值进行布设。

表 7.2.3-1 按  $k$  值规定的间隔航线数

$k$ 值	$k < 2$	$2 \leq k < 4$	$k \geq 4$
应间隔航线数 (条)	$\leq 8$	$\leq 6$	$\leq 4$

3 区域网沿航向相邻平面点间、高程点间的基线数  $n$ ，分别不应大于按式 (7.2.3-1) 和式 (7.2.3-2) 进行计算的  $n$  值，当平面和高程允许的基线数发生矛盾时，应以高程为准。无 GNSS 辅助航空摄影和惯导与差分定位技术 (IMU/DGNSS) 辅助航空摄影时， $n$  不应大于 12。

$$m_s = \pm 0.28 \times \frac{H}{f} \times \frac{1}{M} \times m_a \times \sqrt{n^3 + 2n + 46} \quad (7.2.3-1)$$

$$m_h = \pm 0.088 \times \frac{H}{b} \times m_a \times \sqrt{n^3 + 23n + 100} \quad (7.2.3-2)$$

$$b = L_x \times (1 - P_x) \times P_i / 1000 \quad (7.2.3-3)$$

- 式中  $m_s$ ——加密点平面位置中误差，图上 mm；  
 $m_h$ ——加密点高程中误差，m；  
 $M$ ——成图比例尺分母；  
 $m_q$ ——视差量测的单位权中误差，mm；  
 $n$ ——相邻像控点间的基线数；  
 $H$ ——相对航高，m；  
 $f$ ——航摄像机焦距，m；  
 $b$ ——像片基线平均长度，mm，对于数字航摄影像的平均基线长度按式(7.2.3-1)进行计算；  
 $L_x$ ——数码影像的航向幅宽，m；  
 $P_x$ ——数码影像的平均航向重叠率，%；  
 $P_i$ ——像元大小或分辨率， $\mu\text{m}$ 。

4 计算平面位置、高程点间的  $n$  或估算加密点平面位置中误差  $m_s$ 、高程中误差  $m_h$  时，应采用表 7.2.3-3 所列的  $m_q$  值。

表 7.2.3-3 计算高程点间基线数  $n$  或估算加密点高程中误差  $m_h$  应采用的  $m_q$

项 目	$n \leq 4b$		$n > 4b$		
	未布设地面标志	布设地面标志	未布设地面标志	布设地面标志	
$m_q$	平地、丘陵地	$1.5P_i/1000$	$P_i/1000$	$1.1P_i/1000$	$0.75P_i/1000$
	山地、高山地	$1.75P_i/1000$	$1.25P_i/1000$	$1.35P_i/1000$	$P_i/1000$

表 7.2.3-3 计算高程点间基线数  $n$  或估算加密点高程中误差  $m_h$  应采用的  $m_q$

项 目	未布设地面标志	布设地面标志	
$m_q$	平地、丘陵地	$1.1P_i/1000$	$0.86P_i/1000$
	山地、高山地	$1.35P_i/1000$	$1.1P_i/1000$

5 区域网布点方案可按下列要求执行，也可按 GB/T 7931 和 GB/T 13977 执行。

1) 根据航摄分区、航线以及图幅分布、地形情况、精度要求等因素确定区域网航线数、两相邻平面点间的航线数和沿航向相邻平面点间、高程点间的基线数后，选取如图 7.2.3-1、图 7.2.3-2 和图 7.2.3-3 所示的方案之一进行区域网布点，图中：⊙为平高点、·为高程点。

2) 当区域网边界不规则时，可采用不规则区域网布点：在凸出处布设高程点，凹进处布设平高点，当凹角点与凸角点之间的距离超过两条航线时，应在凹角处布设平高点，如图 7.2.3-4。

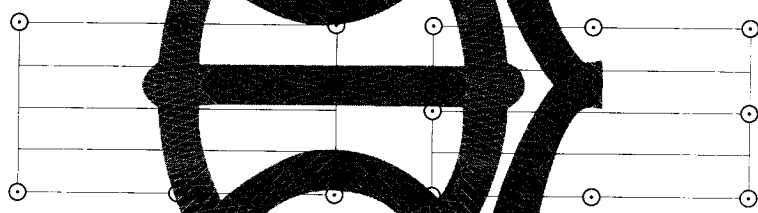


图 7.2.3-1 区域网布点方法 1

图 7.2.3-2 区域网布点方法 2

6 区域网内部应布设高程控制点。

7 自由图边处像控点应布于图边外，像控点之间允许基线跨度为正常跨度的 0.7 倍，除航线首末点外，测区周边像控点宜选在三片重叠处。

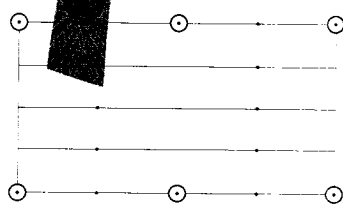


图 7.2.3-3 区域网布点方法 3

8 单航线加密时，航线首末端上下两控制点宜布设在通过像主点且垂直于方位线的直线上，困难时互相偏离不大于半条基线；上下对点应布在同一立体像对内。航线中间两控制点宜布设在首末控制点间的中线上；困

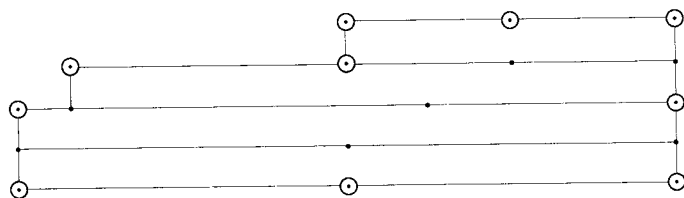


图 7.2.3-4 区域网布点方法 4

难时可向两侧偏离一条基线，其中一个宜在中线上；避免向中线同侧偏离，出现同侧偏离时，最大不应超过一条基线。

**7.2.4 GNSS 辅助航摄影像的区域网像控点布点应符合下列要求：**

**1** 在一个规则区域网内布设像控点可使用四角两边法或四角两线法，如图 7.2.4-1 和图 7.2.4-2 所示。区域网大小以能满足加密精度要求为原则，航向跨度基线数宜按式 (7.2.3-1) 计算的  $n$  值的 $\sqrt{3}$ 倍确定， $n$  不应大于 18，旁向跨度按表 7.2.3-1 的规定执行；平坦地区，根据高程精要求每隔 6~8 条基线加 1 排高程控制点，或按式 (7.2.3-2) 计算的  $n$  值的 $\sqrt{3}$ 倍确定的基线数加 1 排高程控制点；在区域网中间布设 1 个以上平高检查点。

**2** 不规则区域网应在其周边增设像控点，宜在凸角转折处布设平高控制点，凹角转折处 1 条基线时布设高程控制点，1 条以上基线时布设平高控制点，见图 7.2.4-3。

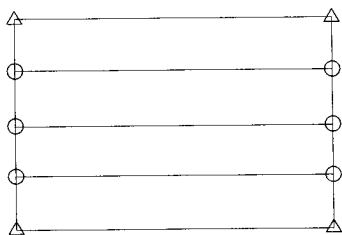


图 7.2.4-1 四角两边法

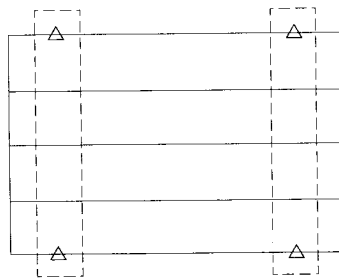


图 7.2.4-2 四角两线法

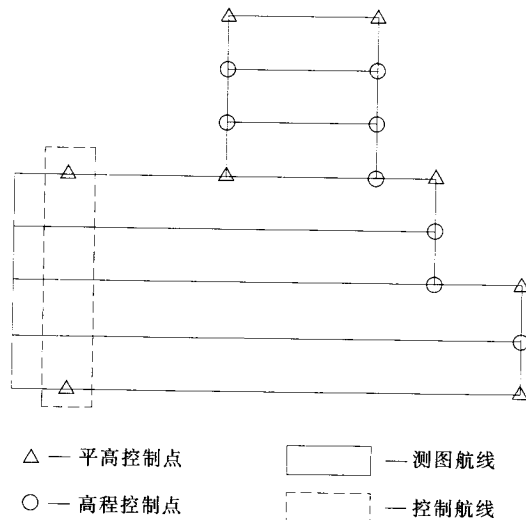


图 7.2.4-3 不规则加密分区布点法

7.2.5 惯导与差分定位技术 (IMU/DGNSS) 辅助航摄影像的区域网像控点布点应符合下列规定:

1 在一个规则区域网内布设像控点可使用四角法。在区域网的 4 角各布设 1 个平高控制点, 并在区域网中间布设 1 个以上平高检查点。4 个角的控制点宜布设于摄区范围内的边缘处及两条航线重叠区域, 中心点应尽量布设于区域网中心。

2 区域网大小以能满足加密精度要求为原则。对于框幅式影像, 航向跨度按式 (7.2.3-1) 计算的  $n$  值的 2 倍确定, 最大不应超过 20 条基线; 旁向跨度按表 7.2.3-1 的规定执行; 平坦地区, 根据需要每隔 6~10 条基线加 1 排高程控制点, 或按式 (7.2.3-2) 进行计算的  $n$  值的 2 倍确定的基线数加 1 排高程控制点。对于推扫式数字影像只需考虑旁向跨度。

3 不规则区域网应于其周边增设像控点, 宜在凸角转折处布设平高控制点。

4 对于推扫式数字影像, 可在区域四角各布设 1 个像控点;

在具有大地水准面精化成果的条件下，可不布设像片控制点，采用无约束区域网平差，但应在区域网内布设 2 个以上平高检查点。

#### 7.2.6 特殊情况的像控点布点应符合下列规定：

1 航区或航摄分区接合处，控制点应布设在航线重叠接合处，邻区宜公用。如不能满足公用要求，则应分别布点。

2 航向重叠度小于 53%，存在航摄漏洞时，应分别布点，漏洞处采用外业测图方法补测。

3 当旁向重叠部分小于 15% 的重叠度时，应分别布点。若重叠部分大于 1cm，影像清晰，且范围内无重要地物，则可在重叠部分内加测 2~3 个检查点；若重叠部分小于 1cm 或影像清晰，则重叠不足部分应采用外业测图方法补测。

4 像主点或标定点落于水上，或因水影、阴影、雪影等覆盖，或无明显地物时，均视为点位落水。落水范围的大小和位置不影响立体模型连接时，可按正常像片布点。当离像主点 2cm 范围内选不出明显目标，或航向三片重合范围内不能选出连接点时，落水像对应全野外布点。定向点的位置附近为落水区，若在离开 23cm (23° 像幅角) 以外，且距像幅宽的 15% 以外的航向三片重合范围内不能选出连接点时，落水像对应全野外布点。

5 水滨和岛屿地区，宜按全野外布点。应能最大限度控制测绘面积为原则。超过控制点连线 1cm 以外的陆地部分应加测平高点，困难时可改为高程点。如航测方法难以保证精度时，可采用外业测图方法补测。

#### 7.2.7 航天遥感影像的像控点布设应符合下列规定：

1 提供有理多项式模型 (RPC) 参数的航天遥感立体影像进行测图时，每个像对至少还应布设 3 个平高点作为像控点。像控点不应沿直线布设，且点间应相隔有一定的距离。当控制点数量大于 3 个时，像控点应均匀分布在影像范围内，且选择适当数量的点作为检查点。



2 一个测区有多个像对进行测图时，且像对之间有一定的重叠，其像控点采用区域网布点方案，在分区的四角各布设 1 个平高点作为像控点，并在区域网中间布设适当数量的检查点。如区域较大，除四角布点外，在区域的中部应增加像控点，且宜分布在重叠区域内。在布点有困难时，点位布设可调整，但像片控制点构成的四边形或多边形应满足覆盖测图范围的要求。

3 单景航天遥感影像制作正射影像图时，若采用多项式纠正，像片控制点不应少于 9 点，且在影像范围内均匀分布。

### 7.3 像片控制点

7.3.1 像片控制点的布设应按表 7.1.2-1 或表 7.1.2-2 中相应的规定执行，像片控制点测量按图 7.1.2-3 的要求执行，像片控制点应实地打桩。

7.3.2 像片控制点的判刺应符合下列规定：

1 像片控制点的判刺按 GB/T 7931—2008 和 GB 13977 的相关要求执行。

2 像控点判刺宜用数码相机拍下现场照片。

3 对于数字影像，宜在影像上标注像控点的位置并附相应的说明。

7.3.3 外业像片控制点整饰应符合下列要求：

1 像片控制点可采用纸质像片进行整饰或采用电子表格和数字航摄影像进行刺点整饰。

2 控制像片刺点整饰均应规格、整洁、清晰，说明文字应简练、准确，点位图、说明、刺孔三者应一致。像片整饰纸质像片刺点片的正反面整饰要求与样式见附录 C 中 C.2；数字影像刺点的整饰要求与格式见附录 C 中 C.3。

3 像控点在同一测区内应按统一规格编号，并不应重号。

### 7.4 调 绘

7.4.1 调绘应符合下列规定：

1 调绘可采用先外后内法、先内后外法、内外业一体化法等方法。对像片上各种明显的、依比例尺表示的地物，可只作性质、数量说明，其位置、形状以内业立体模型为准，调绘片应分色清绘。内、外业判绘与采集应有效衔接。

2 按 GB/T 7931 或 GB/T 13977 规定的调绘要求以及 GB/T 20257.1 或 GB/T 20257.2 规定的图式符号进行调绘。调绘内容应包括下列各项：

- 1) 测量控制点。
- 2) 居民地。
- 3) 水系及其附属建筑物。
- 4) 道路和管道。
- 5) 送电线路和通信线路。
- 6) 独立地物。
- 7) 地质勘探点和水文、气象设施。
- 8) 境界、地类界及垣栅。
- 9) 防洪堤、防潮堤、进水闸、分水闸、节制闸、排洪闸、拦潮闸、船闸和水利枢纽的坝库区的植被、土质等水利专业要素。

3 调绘像片或影像图等调绘工作底图比例尺的选择应以准确判读和方便清绘为原则，调绘像片的比例尺不宜小于成图比例尺的 1.5 倍。

4 对需要实地调绘的地形要素，应跑到、看到、问到、绘准；做到判读准确、描绘清楚、图式符号运用恰当、各种注记正确无误。定位要素的调绘应基于影像位置，允许的最大偏差为调绘像片或影像图上 0.2mm。

5 航摄后已不存在的地物应在原影像上用红色绘“×”；对航摄后的新增地物可不补测，如需补测应在技术设计书中明确。

#### 7.4.2 调绘作业应按下列要求执行：

1 调绘前应在调绘像片或调绘影像图上描绘调绘范围线并接边，做到满幅，无漏洞、无重叠。

2 调绘依比例尺表示的地物，其位置应与影像一致，应准确绘出其外轮廓线；调绘半依比例尺表示的地物，应准确绘出其定位线；调绘不依比例尺表示的地物，应使影像与符号的定位点准确重合，其符号中心应与影像中心一致。

3 路堤、路堑、陡坎、斜坡、陡崖和梯田坎等地物、地貌，当其图上长度大于 10mm 和采用 0.5m、1m 等高距时比高大于 0.5m 或采用 2m 及以上等高距时比高大于 1m 时应表示。当比高大于 1 个等高距时宜适当量注比高，当采用立体测图时，可由内业测注，但在阴影遮盖的沟谷和隐蔽地区，则仍应由外业量注，比高量注至 0.1m。

4 调绘河流、水库、堰塘水边线应以摄时为准。

5 河流、沟渠、湖泊、池塘和井等的调绘应符合下列要求：

1) 河流宽度在图上大于等于 0.5mm 的依比例尺用双线表示，小于 0.5mm 的用单线表示。

2) 沟渠宽度在图上大于等于 0.5mm 的依比例尺用双线表示，小于 0.5mm 且不小于 0.3mm 的用 0.5mm 的单线表示，小于 0.3mm 的用 0.2mm 的单线表示。

3) 干沟宽度在图上大于等于 0.5mm 的，依比例尺用双线表示，小于 0.5mm 的用单线表示。干沟深度小于 1m 或长度在图上小于 10mm 的可不表示。深度大于 2m 的应测注沟深。

4) 湖泊、池塘的水涯线按影像沿池塘的边缘调绘。当池塘在图上面积小于  $4\text{mm}^2$  时可不表示。池塘宜只取舍，不综合，但在大面积的池塘区或只有土埂相隔的池塘，可适当综合。

5) 有固定流向的江、河、运河和较大的沟渠，应表示流向。通航河段应测绘出起止点。高于地面的水渠及渠头应表示。

6) 居民地外的水井应表示，在水井较多的地区可适当进行取舍。井口直径在图上大于 2.6mm 的按实际形状

测绘井口并以依比例尺的大口井的符号表示。

6 堤、闸的调绘应符合下列要求：

- 1) 防洪堤、防潮堤应准确调绘。图上可表示高 1m 以上的堤，但有方位意义的 1m 以下的堤也应表示。有重要防洪、防潮作用或堤顶宽度在图上大于 0.5mm 或实地基底大于 10m 或堤高大于 3m 的用干堤符号表示，其他为一般堤。重要的防洪堤、防潮堤应加注名称注记。
- 2) 防洪堤和防潮堤上的地物应调绘并按相应符号表示。连接双线表示的道路，不作为道路表示；连接单线表示的道路，不表示道路符号，表示至堤端。
- 3) 进水闸、分水闸、节制闸、拦潮闸等水闸应调绘并根据其功能分别用能通车和不能通车的符号表示。孔径大于 1m 的分水闸，备用此符号表示。图上道路符号依比例尺双线表示。
- 4) 船闸应调绘。图上清晰情况分能通车的闸门和不能通车的闸门的符号表示。长度大于 1.9mm 的，用闸门符号加依比例尺双线表示。两闸间距在图上小于 3mm 的，按一闸表示。

7 双线表示的道路在堤上通过时，按路堤表示。单线表示的道路在一般堤或主要堤上通过时，道路绘至堤头。

8 有影像的地物及地貌元素，应按影像准确绘出；影像模糊、被影像或阴影覆盖的地物，可采用以明显地物点为起点的交会法或截距法，补调的地物应在调绘像片上标明与明显地物点的相关的距离。

9 采用先内后外法调绘法时，影像上清晰的地物、地貌可由内业成图时测绘，野外调绘只调绘影像不清晰和不能看到的地物、地貌。应重点调绘独立地物、岸上的航标灯、水井、水窖、窑、管线、境界、道路、水系、植被、注记及新增居民地、建筑

物等，电力线和主要通信线转折点处应准确判读绘出；外业调绘应检查原图上表示的各种地物、地貌的准确性、完整性及合理性，对其错误应逐个剔除和更正，不完整的应补测完整，不合理的应修改合理；调绘时已不存在的地物应在原图上用红色绘“×”。各类注记、影像未显示的地物、性质难以判明的地貌元素应在野外补调。

10 当所调绘要素没有合适的符号时，可用类似的符号代替，或增设符号并加注说明。

#### 7.4.3 调绘整饰应按下列要求执行：

1 无论采用纸质图还是数字影像，都将调绘成果用符号、文字、数字予以标绘，要求分布清晰，符号、注记清楚易读。

2 纸质像片或影像调绘整饰采用彩色清绘，表示各元素的色彩按 GB/T 20257.1 或 GB/T 20257.2 的规定选用。宜采用黑色描绘地物轮廓、注记；用绿色描绘水系；用蓝色描绘双线河流、运河、沟渠以及湖泊、水库；用红色注记特殊情况说明。简化图除水系仍按绿色外，可按简化图的要求与规范一致。具体要求可在技术设计书中规定，必要时采用图例说明。影像片整饰格式见附录 C 中 C.4。

3 数字影像采用矢量数据采集软件进行标绘。

4 外业调绘完成后，应进行自查，并按要求进行接边。调绘片间接边，不应改变其实际形状及相关位置，接边外的房屋轮廓、道路、河流、植被、地貌等的性质、等级、大小和符号以及各项注记均应符合一致。

### 7.5 航片扫描

7.5.1 航片扫描分辨率应根据影像的用途确定。若有多种应用，应选择最高要求的分辨率进行扫描，并符合下列规定：

1 用于数字线划图测图、数字高程模型数据采集，应满足

高程量测精度的要求，按式 (7.5.1-1) 进行影像分辨率估算：

$$R_{\text{像}} = 0.8\Delta hb/H \quad (7.5.1-1)$$

式中  $R_{\text{像}}$ ——影像扫描分辨率， $\mu\text{m}$ ，取整数；

$\Delta h$ ——加密点高程中误差限值， $\text{m}$ ；

$b$ ——平均航向重叠度的像片基线长度， $\mu\text{m}$ ；

$H$ ——平均相对航高， $\text{m}$ 。

2 用于数字正射影像图制作，应满足正射影像分辨率的要求，按式 (7.5.1-2) 进行影像分辨率估算：

$$R_{\text{像}} = R_{\text{正}} M_{\text{正}} / M_{\text{像}} \quad (7.5.1-2)$$

式中  $R_{\text{像}}$ ——影像扫描分辨率， $\mu\text{m}$ ；

$R_{\text{正}}$ ——正射影像分辨率， $\mu\text{m}$ ；

$M_{\text{正}}$ ——成图比例尺分母；

$M_{\text{像}}$ ——航摄比例尺分母。

7.5.2 扫描影像应清晰，相邻像片影像色调一致；灰度直方图在 0~255 级之间应基本呈正态分布；框标应完整、清晰。

7.5.3 影像扫描作业应按下列要求执行：

1 采用摄影测量专用的影像扫描仪进行扫描，用于扫描航片的扫描仪应满足下列条件：

- 1) 几何精度为  $\pm 2\mu\text{m}$ 。
- 2) 最小光学分辨率为  $7\mu\text{m}$ 。
- 3) 辐射分辨率不小于 8bit。
- 4) 光学密度为  $0.1D \sim 3.0D$ 。
- 5) 动态范围不小于  $2.5D$ 。
- 6) 最小输出像素大小为  $7\mu\text{m}$ 。
- 7) 最小有效扫描面积为  $235\text{mm} \times 235\text{mm}$ 。

2 针对不同卷和不同时段摄影的航片应做好预扫和参数设置工作。通过预扫，确定扫描的亮度、对比度、色彩饱和度以及扫描范围等参数。

3 根据预扫确定的参数，采用自动控制装置实现整卷或整段胶片的分片扫描。

4 根据扫描影像的效果,必要时对影像进行增强、拉伸等处理。

5 可根据实际情况在框标处加滤色片进行调整。

## 7.6 数字空中三角测量

7.6.1 数字空中三角测量加密开始前,应收集和分析下列资料,确定资料符合要求和可供使用的程度。

1 收集基础控制测量及像片控制测量的全部成果资料。

2 航摄底片、像片或数码航摄仪获取的影像数据:测区航摄略图,包括航摄分区划分、航线分布、图幅分幅;测区像片或影像索引图,中心点接合图;航摄鉴定表;辅助航摄资料,包括摄站点坐标(GNSS数据)、像片姿态参数(IMU数据)等数据或纸质资料;航摄质量验收报告;其他相关资料。

7.6.2 内定向应按下列要求执行:

1 内定向框标坐标残差绝对值不宜大于0.010mm,最大不超过0.015mm。

2 内定向应采用仿射变换进行框标坐标计算。

3 像点量测时,宜采用自检校平差消除像点量测坐标的系统误差影响,如消除像主点位置、航摄仪物镜畸变、大气折光、地球曲率等系统误差。

7.6.3 相对定向应按下列要求执行:

1 相对定向精度不宜大于表7.6.3的规定,特别困难资料或地区可放宽0.5倍。

2 模型比例尺归化到实地后的连接差的限差 $\Delta S$ 、 $\Delta Z$ 不应大于式(7.6.3-1)、式(7.6.3-2)的规定。

平面位置连接差的限差:

$$\Delta S = 0.06 \times M_{\text{像}} \times 10^{-3} \quad (7.6.3-1)$$

高程连接差的限差:

$$\Delta Z = 0.04 \times \frac{M_{\text{像}} f}{b} \times 10^{-3} \quad (7.6.3-2)$$

式中  $M_{\text{像}}$ ——像片比例尺分母；  
 $f$ ——航摄影仪焦距，mm；  
 $b$ ——像片基线，mm。

表 7.6.3 相对定向精度要求

影像类型	上下视差中误差		上下视差最大残差	
	平地、丘陵地	山地、高山地	平地、丘陵地	山地、高山地
胶片航摄像片 扫描数字化获取 的影像	0.005mm	0.010mm (影像扫描 分辨率的 0.5 倍)	0.008mm	0.020mm (影像扫描 分辨率的 1 倍)
数码航摄影 仪获取的影像	像元大小的 1/3		像元大小的 2/3	

3 每个像对连接点应分布均匀，连接点部位应有连接点。自动相对定向时，每个像对连接点数量应不少于 30 个。连接点上下视差中误差应不大于表 7.6.3 的规定，特别困难地区可放宽 0.5 倍。

4 标准点、加密点或连接点选择应满足下列点位分布要求，同时应尽量选择清晰、反差大的点，有利于准确量测。

- 1) 标准加密点、连接点应分布在图 7.6.3 中 1、2、3、4、5、6 的 6 个点位上。1、2 点宜选布在距像主点 1cm 范围内、影像清晰明显的地物上，选点困难时，不应大于 1.5cm；3、4、5、6 点偏离通过主点且垂直于方位线的直线距离不宜大于 1cm，困难时不应大于 1.5cm；且 3、4、5、6 点离方位线的距离应基本相等，对于 23cm×23cm 像幅应大于 4.5cm 或像幅宽的 20%。当特殊需要增加连接强度时，可增选连点的数量。
- 2) 胶片扫描数字化的影像，标准加密点或连接点点位离像片边缘不应小于 1cm；数码航摄影仪获取的影像，在精确



改正畸变差的基础上，标准加密点或连接点点位离像片边缘不应小于 0.1cm；离各类标志应大于 1mm 或 50 个像素。

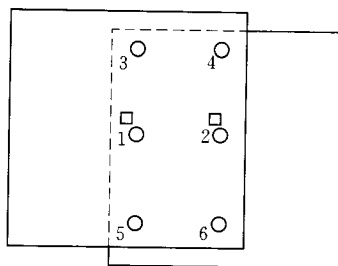


图 加密点（连接点）标准点位分布

- 3) 加密点或连接点 3、4、5、6 的点位，均应布设在旁向重叠中线附近，并大致形成矩形。当旁向重叠过小，在中线处选点，为保证量测精度时，可分别选点，其点至重叠中线的距离不应大于像片上 2cm，并应在重叠处选点。
- 4) 当旁向重叠过大而不能布设航线的标准加密点时，每幅像幅应距方位线 10cm 或像幅宽的 30% 处分别选点；并相互转点。
- 5) 森林区标准加密点应选在林间空地的明显标志处，如选不出，亦可选在树顶上，但相邻航线和左右影像应清晰，易于准确确定其点位。
- 6) 沿河流、山谷布设的航线选点时，标准点之间的相对位置应避开产生相对定向不定性的危险圆，平坦地急剧转为山地、高山地时，宜在地形变换线处，每像对增选 1~2 个地形特征点。
- 7) 自由图边在图廓线以外应有加密点或连接点。
- 8) 不同测图方法、不同像片比例尺、不同航摄区测图接边处的点位和点数均应满足各自的要求，并相互转点。
- 9) 标准点位区落水时，应沿水涯线均匀选择连接点。
- 10) 航向连接点宜 3 度重叠，旁向连接点宜 6 度重叠。

5 人工选择用于航线初始连接的连接点时，应满足下列要求：

- 1) 普通航线：航线与航线之间连接点不少于 2 个，宜选择在头尾；航带间航偏角变化较大的航带，应增加航线连接点数量。
- 2) 较长航线：在中间均匀加选 1 个或多个连接点，宜每隔 10~12 张像片选 1 点。
- 3) 交叉航线，在两个航线组的公共区域内，人工转刺至少 3 个同名点，且不应分布在一条直线上。

6 利用 GNSS 辅助空中三角测量，可不进行人工选测航线间的连接点，但应注意外方位元素等辅助参数的使用方法。

7.6.4 控制点和加密点测量应按下列要求执行：

1 对外业提交的像控点和外业检查点进行辨认和量测，根据刺孔、点位略图与说明，进行综合判点后，准确确定其点位。

2 采用替换、反复平差计算的方法，对连接点、像控点进行粗差检测，确定可靠的外业像控点，剔除粗差点。

3 从符合标准加密点位分布要求的连接点中挑选出精度最高的点作为加密点，按规则自动编排或人工编排加密点的点号。

4 根据需要选定、量测保密检查点，保密检查点数量和编号规则在技术设计书中确定。

7.6.5 绝对定向与区域网平差计算应按下列要求执行：

1 区域网平差计算结束后，基本定向点残差限值为表 7.1.2-1 或表 7.1.2-2 中规定的加密点中误差限值的 0.75 倍，检查点误差限值为加密点中误差限值的 1.0 倍，区域网间公共点较差限值为加密点中误差限值的 2.0 倍。

2 对于框幅式航摄影像应采用光束法区域网平差软件进行空中三角测量平差计算，对于推扫式航摄影像和航天遥感影像应采用基于有理多项式模型（RPC）的区域网平差软件进行区域网平差计算。

3 对于 GNSS、IMU/GNSS 辅助空中三角测量，应导入摄

站坐标、像片外方位元素进行联合平差。

**7.6.6** 相邻区域应进行加密点接边，接边按下列规定执行：

1 同比例尺、同地形类别像片、航线、区域网之间接边，平面和高程允许较差为表 7.1.2-1 和表 7.1.2-2 中规定的加密点中误差的 2.0 倍，在限差以内取中数作为最后使用值。

2 同比例尺不同地形类别接边，平面位置允许较差为表 7.1.2-1 和表 7.1.2-2 中规定的两种地形类别相应加密点平面位置中误差之和，高程允许较差为表 7.1.2-1 或表 7.1.2-2 中规定的两种地形类别相应加密点高程中误差之和，在限差以内按中误差的比例进行配赋作为平面和高程的最后使用值。

3 不同比例尺接边，平面位置实地允许较差为表 7.1.2-1 和表 7.1.2-2 中规定的两种比例尺相应加密点中误差化为实地长度之和，在限差以内则将实际较差按中误差的比值进行配赋作为平面的最后使用值；高程允许较差为表 7.1.2-1 和表 7.1.2-2 中规定的两种比例尺相应加密点高程中误差之和，在限差以内则按中误差的比例进行配赋作为高程的最后使用值。

4 与已成图或出版图接边，当较差小于本条 1~3 款规定限差的 1/2 时，以已成图或出版图为准；当较差规定限差的 1/2，但小于规定限差时，应取中数作为最后使用值；超限时，应认真检查原因，若确系已成图或出版图错误，直接采用当前成果。

5 不同投影带之间公共点平面坐标接边，应先换算成同一带坐标值，在规定限差内取中数后将中数值换算成邻带坐标值。

6 输出最后加密成果：按下工序所需格式输出加密数据文件并对加密成果进行整理。

**7.6.7** 加密成果整理应按下列规定执行：

1 区域网点位略图，加密手簿及自动空中三角测量加密成果，应按统一规格整饰和整理。

2 外业控制点检查和使用发现有错时，应予以作废和做好记录说明，并签注处理者姓名、日期。

3 对外业不能准确刺出的国家等级控制点、反求时经几次

判点加密，其不符值仍超限时，应查明原因作出处理。

4 当河流水位点高程与水流流向发生矛盾时，宜按河流水面坡降比率进行改正，但其改正值不应大于加密点高程中误差值。

## 7.7 数字线划图数据采集与编辑成图

7.7.1 定向建模应按下列要求执行：

1 若有空中三角测量加密成果宜选择空三导入建模；若已知左、右像片内外方位元素宜选择安置内方位元素直接自动完成像对定向建模；全野外布点宜选择单模型定向进行建模。

2 内定向框标残差绝对值宜不大于 $0.010\text{mm}$ ，最大不超过 $0.015\text{mm}$ 。

3 相对定向标准点宜不少于30个；在特殊地区采用人工方式，应在6个标准点位置上下部中心位置选点。

4 相对定向残余的上下视差不应大于表7.1.2-3的规定。

5 绝对定向平面坐标误差在平地、丘陵地不宜大于图上 $0.2\text{mm}$ ，个别不应大于 $0.3\text{mm}$ ；山地不宜大于图上 $0.3\text{mm}$ ，个别不应大于 $0.4\text{mm}$ ；高程定向误差，平地、丘陵地全野外布点不应大于表7.1.2-1或表7.1.2-2中规定的高程注记点高程中误差的0.6倍，其余不应大于表7.1.2-1或表7.1.2-2中规定的加密点高程中误差的0.75倍。

6 绝对定向时应对外业提交的像控点和外业检查点进行辨认和量测，根据刺孔、点位略图与说明，进行综合判点后确定其点位。

7 推扫式航摄影像和航天遥感影像的空中三角测量加密成果进行导入定向建模时，宜对较大的区域划分成较小模块。

8 建模后，应检查单模型的上下视差、像控点的平面坐标与高程残差，以及与相邻模型的同名点高程较差。

9 相邻模型的作业区边界应无缝拼接。

10 裁切的核线影像与相对定向、核线重采样、绝对定向成果应一致、配套。

### 7.7.2 数字线划图 (DLG) 数据采集应按下列要求执行:

1 DLG 的地物点平面位置中误差、高程注记点高程中误差和图幅等高线的高程中误差,应符合表 7.1.2-1 或表 7.1.2-2 的规定。

2 DLG 的要素内容及其分类代码应按 GB/T 13923 的规定,对要素实体以点、线、面以及注记方式进行分类采集,并根据专业设计的要求分层存放。

3 立体采集时,等高线高程注记的立体切绘中误差不应大于  $0.04H/b$ ,地物轮廓中误差不应大于图幅  $0.2\text{mm}$ 。

4 立体采集时,对测绘范围外的像片上定向点连线外  $1\text{cm}$ ,距像片边缘不小于  $1\text{cm}$  的像片上定向点连线外  $3\text{cm}$ 。

5 点状要素按立体采集,线状要素应再采集第二点确定其方位角。公路、铁路等线状要素按中心线采集,对依比例尺表示的线状要素同时应采集其边缘线要素。曲线要素应按前进方向符号右置的曲线采集,线状要素采集时应不间断连续采集。

6 采集依比例尺表示的地物时,测标应立体切准地物的轮廓线;采集不依比例尺、半依比例尺表示的地物时,测标应立体切准其定位点和定位线。

7 沟渠、河道宽度应按图式要求分清单线或双线。较大河流、湖泊、水库,宜按摄影时水位测定水位线,在图上相距  $10\sim 15\text{cm}$  测注一个水位点。

8 防洪堤、防潮堤应准确测绘。干堤应测注堤顶高程,宜每隔  $10\sim 15\text{cm}$  注一点。堤的比高大于  $1\text{m}$  时,应测注比高。防洪堤和防潮堤上的地物应测绘,并按相应符号表示。

9 管线应按调绘成果在立体影像上确认起止点、转折点,线路应清晰。

**10** 植被与土质应根据影像采集图斑轮廓线，轮廓线应封闭。

**11** 采集等高线时应采用测标准确实测，不应随手勾绘；在等倾斜地段，计曲线间距在图上小于 5mm 时，可内插首曲线；在山头、山麓、坡折地、台阶地等倾斜变换处，首曲线不能显示地貌特征和形态时，应加测间曲线，测绘等高线拐点应与地貌的合、分水线相套合一致；图上首曲线间距大于 5cm 的平坦地区应插绘间曲线；凹地及凹凸难辨的地形，应加绘示坡线。

**12** 森林覆盖区能见到的地表部分，应照准地表切绘；当见不到地表，只能沿树冠切绘等高线时，应加树高改正。

**13** 立体难以观测到地表的密集森林、阴影云影部分等区域，图上面积大于 2cm<sup>2</sup> 应用草绘等高线表示。

**14** 辨绘调绘片上各类地貌元素符号时，应与立体模型相应部分准确套合，如不套合，应对其大小、形状、方向作出修改使符合一致；当具有坡度的地貌符号与图式规定的坡度局部或全部不相一致时，应局部或全部改用等高线或再配置适当地貌符号表示。

**15** 自由图边地物、地貌应测出图廓外 4mm。

**16** 像对之间 DLG 数据应在测图过程中进行连接与接边。像对间地物接边的平面和高程允许较差为表 7.1.2-1 或表 7.1.2-2 中规定的加密点中误差限值的 2.0 倍；等高线接边允许差宜为 1 个基本等高距，山地、高山地可适当放宽，但不应大于等高线高程中误差的 2 倍，当基本等高距在图上间距小于 1mm，等高线接边允许差按地物接边允许差规定执行。

**7.7.3** DLG 数据编辑应按下列要求执行：

**1** 数据编辑应在专用图形编辑系统上，依据相应比例尺图式的要求以及外业调绘片和调绘结果，按综合取舍的原则进行数据编辑，做到不失真、不遗漏，主次有别、层次分明。

**2** 数据编辑过程中，应消除定位错误、图层错误、属性错误、图形遗漏、属性遗漏、注记遗漏等错漏，消除要素间相互矛

盾、线条不平滑等不合理现象。

3 有建库要求的数据编辑过程中，应消除拓扑错误等。同层要素之间应构建正确的拓扑关系；线要素实交处不应出现悬挂点，同一条线不应重复采集或打折；面状要素应封闭构面，与内图廓线相交闭合时应拷贝形成闭合多边形的那一段内图廓线。

4 数字线划图产品的分发格式按 GB/T 17798 的规定执行。

5 数字线划图产品要素的图形表达包括符号、线型、色彩、注记以及图面整饰等；根据成图比例尺按 GB/T 20257.1 或 GB/T 20257.2 的规定执行。

6 编辑后的图形文件绘图输出时，应符合 GB/T 20257.1 或 GB/T 20257.2 的要求。

7 居民地、点状地物、交通、管线、水系、境界、等高线、植被及注记的 DLG 数据编辑应符合下列要求：

- 1) 居民地编辑要求：道路与街区的衔接处，应留 0.2mm 间隔；建筑在陡坎和斜坡上的建筑物，按实际位置绘出，陡坎无法准确绘出时，可移位表示，并留 0.2mm 的间隔；悬空建筑在水上的房屋与水涯线重合时，房屋照常表示，间断水涯线。
- 2) 点状地物的编辑要求：两个点状地物相距很近，同时绘出有困难时，可将高大突出的准确表示，另一个移位 0.2mm 表示，但应保持相互的位置关系；点状地物与房屋、道路、水系等其他地物重合时，可中断其他地物符号，间隔 0.2mm，并保持独立符号的完整性。
- 3) 交通的编辑要求：双线道路与房屋、围墙等高出地面的建筑物边线重合时，可以建筑物边线代替道路边线，道路边线与建筑物的接头处，应间隔 0.2mm；铁路与道路水平相交时，铁路符号不中断，将道路符号中断；不在同一水平相交时，道路的交叉处，应绘以相应的

- 桥梁符号；公路路堤（堑）应分别绘出路边线与堤（堑）边线，两者重合时，可将其中之一移动 0.2mm。
- 4) 管线的编辑要求：城市建筑区内电力线、通信线可不连接，但应绘出连线方向；同一杆架上有多种线路时，表示其中主要的线路，但各种线路走向应连贯，线类应分明。
- 5) 水系的编辑要求：河流遇桥梁、水坝、水闸等应中断；水涯线与陡坎重合时，可用陡坎边线代替水涯线，水涯线与斜坡脚重合时，仍应在原位置将水涯线绘出。
- 6) 境界的编辑要求：凡有国家统一规定的图例，应按国家有关规定执行；境界线的转折处如有间断，应在转角上绘出折角符号；曲线、直线状地物一侧为界时，曲线状地物应绘出 2mm 折角符号；如以线状地物中心为界，不能在线状符号中心绘出时，可沿两侧每隔 2mm 绘出折角符号；境界线在境界相交或明显转弯及图廓处，境界符号应省略，以明确走向和位置。
- 7) 等高线的编辑要求：等高线遇房屋及其他建筑物、双线道路、路堤、路堑、沟穴、陡坎、斜坡、湖泊、双线河、双线沟、池塘、注记等均应中断；当等高线的坡向不能判别时，应绘示坡线。
- 8) 植被的编辑要求：同一地类界范围内的植被，其符号可均匀配置，同一地类界范围内有两种以上植被时，其符号可按实际情况配置；地类界与地面上有实物的线状符号重合时，可省略不绘；与地面无实物的线状符号重合时，将地类界移位 0.2mm 绘出。
- 9) 注记的编辑要求：文字注记应使所表示的地物能明确判读，字头朝北；对于道路河流名称，可随线状弯曲的方向排列，名字侧边或底边，应垂直或平行于线状物体。文字之间最小间隔应为 0.5mm，最大间隔不宜



超过字大的8倍。高程注记宜注于点的右方，距离点位0.5mm。注记时应避免压盖遮断主要地物和地形特征部分。等高线注记字头应指向山顶或高地，字头不宜指向图纸的下方，地貌复杂的地方，应注意配置，保持地貌的完整。图廓整饰注记按GB/T 20257.1或GB/T 20257.2的规定执行。

#### 7.7.4 图幅接边应按下列要求执行：

1 同比例尺同精度图幅接边，地物平面位置允许较差或等高线的高程允许较差为表7.1.2-1或表7.1.2-2中相应的地物平面位置中误差或图幅等高线高程中误差的2倍，在限差以内则取中数接边。

2 同比例尺不同精度的图幅接边，地物平面位置允许较差或等高线的高程允许较差为表7.1.2-1或表7.1.2-2中相应的地物平面位置中误差之和或图幅等高线高程中误差之和的2倍，在限差以内按精度低的图幅接边。

3 不同比例尺的图幅接边，平面位置与实地允许较差为表7.1.2-1和表7.1.2-2中相应的两种比例尺相应地物平面位置中误差化为同一精度之和，在限差以内则将实际较差按中误差的比值进行配赋，作为平面的最小使用精度；等高线的高程允许较差为表7.1.2-1和表7.1.2-2中相应的两种比例尺图幅等高线高程中误差之和，在限差以内按中误差的比例进行配赋接边。

4 与已成图或出版图接边时，如接边差不大于本条1~3款的限差规定时，只改新图；如大于限差规定时，应认真检查，如确认新图无误，以新图为准。

5 不同比例尺图幅接边可只接相邻比例尺的地形图。

6 当基本等高线在图上间距小于1mm时，等高线的接边限差可按地物接边限差规定执行。

7 各类地物的拼接，不应改变其实际形状及相关位置；地貌接边不应产生变形。

## 7.8 数字高程模型数据采集与处理

7.8.1 土方 DEM 格网点高程应贴近影像立体模型地表，最大不超过表 7.1.3 规定的高程中误差的 2 倍。

7.8.2 相邻单模型 DEM 之间接边，至少应有 2 个格网的重叠带，DEM 同名格网点的高程允许较差为 DEM 高程中误差的 2 倍。

7.8.3 静止水域内的 DEM 格网点高程应一致，流动水域的上下游 DEM 格网点高程应呈梯度下降，关系合理。

7.8.4 DEM 规则格网点的延伸范围应通过界线限定，并应符合下列要求：

1 DEM 数据应只出现在外边界线以内，外边界的相应标识符应为 0。

2 DEM 数据应在内边界线构成的区域内中断，或与该区域外的数据不连续。内边界线的标识符应为 1。封闭的道路边界线、水域边界线、地形突变线、断裂线都可作为内边界线，可从 DLG 数据中提取。

3 边界线应为封闭多边形，一个 DEM 数据集应只有一个外边界线，但可有多个内边界线，不同的内边界线可相邻，但不应相交。

7.8.5 数字高程模型应在标准图幅内图廓线范围基础上，向四边扩展 10mm，以矩形覆盖范围为存储单元生成成果数据。

7.8.6 DEM 数据文件的存储应符合下列规定：

1 规则格网点数据可使用下列 2 种方式存储：

1) 存储所有格网点的三维坐标  $(X, Y, Z)$ 。

2) 只存储所有格网点的高程  $(Z)$  以及存储单元的左下角、右上角平面坐标  $(X, Y)$  和格网尺寸等说明参数。所有格网点的高程存储顺序应由西向东、由北向南。

2 特征点数据应存储各点的三维坐标  $(X, Y, Z)$ 。

3 边界线数据文件可包括多个边界线数据，不同边界线数

据之间以分割符分开。数据文件的首行应包含边界线总数。每一边界线数据的首行应包含该边界线的点数及边界线标识符，随后按顺序存储各边界线点的平面坐标 (X, Y)，一个点占据文件的一行，同一边界线的首尾点应重合。

**7.8.7** 应与相邻数字高程模型接边。接边后不应出现裂隙现象，重叠部分的高程值应一致；相邻存储单元的 DEM 数据应平滑衔接。

**7.8.8** 数字高程模型数据采集的作业应按下列要求执行：

1 定向建模要求按 7.7.1 条规定执行。

2 特征点、线量测时，应采用放大观测，测标精确切准地面，对特征点或特征线进行三维坐标量测。除地形特征线外，还应量测下列与高程有关的要素：

1) 水岸线：对于静止水面，应精确量测水位高程并按此高程采集水岸线，整个水域范围按此高程构建平三角形，并按此高程对 DEM 格网点赋值。双线河流水岸线的高程应依据上下游水位点高程进行分段内插赋值。

2) 森林区域线：在林区，像方 DEM 相关时量测的是树顶表面，应采用在生成物方 DEM 时自动减去平均树高方式获取地面高程。

3) 非相关区域线：当某区域影像相关效果不好时，应精确量测边界点及内部桩点高程，内插得到格网点高程。

3 DEM 采集和编辑可采用像方和物方的采集和编辑方式，对立体匹配生成 DEM 进行观测、检查、修改；在编辑过程中，应根据需要可加测特征点线，使物方 DEM 更好贴近地面；等高程的范围所有格网点应设置为同一高程；有地物覆盖的区域应减去一个高差。

4 对制作 DEM 应进行单模型接边，检查接边重叠带内同名格网点的高程，若其高程较差大于 2 倍 DEM 高程中误差，则视为超限，应记录形成粗差点文件，分别返回各自像对的 DEM，显示所有粗差点，并进行接边修测；按以上方法依次完成图幅范

围内所有单模型 DEM 之间的接边。

5 图幅 DEM 镶嵌与裁切应按下列要求执行：

- 1) 应在图幅范围内所有像对 DEM 的接边较差都符合规定要求后进行图幅 DEM 镶嵌；镶嵌时，对参与接边的所有同名格网点高程取其均值作为各格网点高程，同时形成各条边的接边精度报告；
- 2) DEM 镶嵌完成后，按 7.8.6 条规定的存储单元起止格网点坐标进行矩形裁切。

6 DEM 数据检查应按下列要求执行：

- 1) 物方 DEM 的检查：在立体模型重建后像控点的高程残差，应符合规定要求。在像立体模型上，检查物方 DEM 格网点高程与像立体模型近地表，重点检查有无异常点。
- 2) 利用左、右正射影像进行零立体检查。如果是采用数字摄影测量法采集 DEM 数据，则应利用 DEM 所制作的左、右正射影像的零立体效应检验其 DEM 质量。如果左、右正射影像构成的零立体影像出现起伏，则说明 DEM 有误差；如果发现影像模糊，则应检查影像是否有粗差；对出现粗差及影像起伏的地方做标记，返回重新建模，检查原因，进行修测编辑。
- 3) 像对 DEM 接边的检查：检查单幅 DEM 各条边的接边精度是否都在要求范围之内。
- 4) 图幅 DEM 的精度检查：利用野外实测或空三加密得到的高程检查点，通过 DEM 内插得到相应点位上的高程，统计计算两者的高程较差，检查高程中误差是否达到规定要求。

## 7.9 数字正射影像图制作

7.9.1 制作正射影像图的影像资料质量应满足下列要求：

1 DOM 影像灰阶及其分布：黑白影像灰阶不低于 8bit，彩色影像灰阶不低于 24bit；灰度直方图基本呈正态分布。

2 DOM 影像应清晰易读、反差适中、色调均衡，无明显像片拼接痕迹。

3 DOM 影像不应有重影、模糊或纹理断裂等现象，影像应连续完整，灰度无明显不同。对于彩色影像色彩应均衡一致。

4 DOM 上的地物地貌应真实，无扭曲变形，无噪声、云影等缺陷。

5 DOM 的整体外观应整洁、美观。

7.9.2 DOM 数据应由影像数据、地理定位信息和相应元数据组成。根据需要，DOM 还可包含地名、高程注记点及相关信息，并进行图廓整饰。

7.9.3 影像数据作为数据主体时，应以配有地理定位信息的 TIFF 格式或 GeoTIFF 格式存储。

7.9.4 DOM 数据除影像数据外，还可采用 TIFF 格式或 GeoTIFF 格式存储，也可用地理定位数据文件来描述。当采用地理定位信息定位数据文件时，文件应包含下列内容：

- 1 影像数据的平面分辨率。
- 2 影像数据西南角地理坐标。
- 3 影像数据的行列方向的像素数。

7.9.5 DOM 图廓整饰内容应符合 GB/T 20257.1 或 GB/T 20257.2 的规定。图廓整饰与图内文字注记部分应以常用的矢量数据格式存储，并应使用与 DOM 一致的空间坐标系。

7.9.6 DOM 数据应以图幅作为存储单元。DOM 数据分幅及编号应按 GB/T 20257.1 或 GB/T 20257.2 的规定执行，DOM 影像数据宜在内图廓最小外接矩形范围外扩 10mm。

7.9.7 DOM 数据采集可采用立体建模微分纠正方法或单景微分纠正方法进行。数字正射影像图数据采集的作业应按下列要求执行：

- 1 定向建模要求按 7.7.1 条的规定执行。

2 设置影像地面分辨率、成图比例尺等正射影像参数，选择影像重采样方法，宜采用双三次卷积内插法。

3 利用像片内外方位元素定向参数以及 DEM，对数字航空影像或核线影像进行微分纠正重采样；宜在建模后对左片、右片同时进行正射纠正，特殊情况下也可单独对左片或右片进行正射纠正。

4 纠正完后，应对左、右正射影像进行零立体观测检查，不应出现明显的地形起伏。

5 正射影像镶嵌应符合下列要求：

- 1) 按图幅范围选取所有需要进行镶嵌的正射影像。
- 2) 在相邻影像之间，可人工选择镶嵌线，也可采用控制点连线作为镶嵌线以便自动进行批处理，但不论采用何种方法都应保证所镶嵌的地物影像完整；相邻 DOM 影像镶嵌处的接边差不应大于两个像元。

6 按内图廓线最小外接矩形范围外扩 10mm 影像进行裁切；裁切后生成 GeoTiff 格式栅格影像文件，或按 GB/T 17798 要求制作图幅正射数据文件及其附加信息文件。

7 纠正后的单模型结果应进行匀色。匀色时，在作业区内挑选一块有房屋、道路、水系、植被等信息色彩丰富的影像，在影像处理软件中调整色彩饱和度、亮度、对比度等色彩信息，调整后得到符合要求的影像作为整个项目影像样图；依据影像样图，在匀光软件中批量进行匀色。

8 DOM 数据检查应符合下列要求：

- 1) 检查 DOM 数学基础是否正确，数据覆盖范围是否符合要求。
- 2) 检查 DOM 影像之间接边差是否在限差范围之内。
- 3) 如生产中采用左片、右片同时正射纠正，则应对左、右正射影像进行零立体观测检查，不应出现明显的地形起伏。
- 4) 检查整幅影像是否清晰，色调或色彩是否均衡一致，

无明显的像片拼接痕迹。

- 5) 在 DOM 上对范围内所有平面检测点进行量测, 统计其平面位置中误差, 形成精度检测报告, 检查是否达到规定要求。

## 7.10 机载激光扫描测量

7.10.1 机载激光扫描航飞应根据所使用的机载激光雷达 (Li-DAR) 和数码相机的技术参数以及采集数据的精度要求进行设计, 并应符合下列要求:

- 1 激光数据航线旁向重叠不小于 20%, 最低不应小于 13%。
- 2 航线数据文件应包括航线号、航带顺序及系统工作参数等信息。
- 3 设计用图比例尺选择按表 7.10.1-1 的规定选用。

表 7.10.1-1 设计用图比例尺选择

测图比例尺	设计用图比例尺
1:500	1:10000~1:25000
1:1000	
1:2000	
1:5000	1:25000~1:50000
1:10000	

4 根据测图比例尺按表 7.1.8 中的规定选择影像地面分辨率  $GSD$ , 结合航照相机的分辨率或像元大小  $P_i$  和焦距  $f$  按式 (7.10.1-1) 和式 (7.10.1-2) 计算确定航摄比例尺分母  $M$  和平均相对航高  $H$ 。

$$M = \frac{GSD}{P_i} \times 10000 \quad (7.10.1-1)$$

$$H = Mf/1000 \quad (7.10.1-2)$$

式中  $H$ ——平均相对航高, m;

$GSD$ ——航摄影像地面分辨率分辨率, cm;

$P_i$ ——数码相机像元大小,  $\mu\text{m}$ ;

$f$ ——数码相机焦距,  $\text{mm}$ 。

5 根据测图比例尺及航高按表 7.10.1-2 的规定选择激光扫描点密度, 或根据成果精度要求确定激光扫描点密度。

表 7.10.1-2 激光扫描点密度

测图比例尺	航高 (m)	激光扫描点密度 (点间距, m)
1:500	500	0.5
1:1000	1000	1.0
1:2000	2000	1.5
1:5000		2.5
1:10000	3000	4.0

注: 航高选择应注意  $\tan(\alpha) < \frac{L}{H}$  的要求, 其中  $H$  为航高,  $\alpha$  为扫描半角,  $L$  为扫描仪有效量程。

6 激光点云数据应满足一定的地物平面位置精度、高程精度和点云高程精度的要求; 在被茂密或低反射率地区, 激光点云平面精度可适当放宽。

#### 7.10.2 地面基站控制联测应按下述要求执行:

1 激光雷达测量作业时, 应在测区布设 2~3 个 GNSS 基站, 其间距宜为 30~50 km, 在全测区中同步接收 GNSS 信号。GNSS 基站应满足 GB/T 18314 规定的要求。

2 地面基站进行 GNSS 数据采集时, 要求卫星截止高度角  $15^\circ$ , 同时段观测有效卫星数不少于 4 个, 有效卫星总数不少于 9 个, 观测时段数不少于 2 个, 时段长度不少于 240min, 静态采样间隔 30s, 时段中任一卫星有效观测时间不少于 15min。

3 地面基站可就近联测已知国家坐标的高等级已知点。

4 地面基站的绝对位置允许中误差为 0.1m, 高程允许中误差为 0.1m。边长允许相对中误差为 1/500000。

#### 7.10.3 检校场选定与测量应按下列要求执行:

1 检校场宜选择平坦的硬质表面, 如机场跑道或尺寸不小



于 20m×80m 的大型平顶房。在飞行任务开始前或飞行任务结束后，应对仪器设备进行检校飞行。飞行方式宜为分别垂直和沿着跑道轴线或平顶房屋在若干高度对飞，每架次均宜进行检校飞行，但可根据情况在测区选择一条航线对飞。

2 检校场应与 GNSS 基站联测，检校场控制点相对于邻近 GNSS 基站的平面位置允许中误差为图上 0.1mm，高程允许中误差为基本等高距的 1/10。

3 检校场坐标系宜采用现行国家坐标系，避免因系统转换误差而降低设备检校精度。

7.10.4 成图坐标转换控制点和检查点的布设和测量应按下列要求执行：

1 用于成图坐标转换的控制点应分布于测区四周及测区中部，测区高程控制点应不少于 4 个。平面坐标转换控制点数不少于 4 个，高程转换控制点数按表 7.10.4 选定。

测图比例尺	转换点数 (方块状测区)	转换点数 (条带状测区)	宽度
1:500	5	5	宽度 ≤ 1km
1:1000	5+S/4	5	宽度 ≤ 1km
1:2000	5+S/16	5	宽度 ≤ 2km
1:5000	5	5	宽度 ≤ 5km
1:10000	5+S/400	5	宽度 ≤ 10km

注：S 为测区面积，km<sup>2</sup>；L 为测区长度，km。

2 成图坐标转换控制点和检查点点位应满足下列条件：

- 1) 满足 GB/T 18314 规定的点位条件。
- 2) 充分利用符合要求的原有控制点。
- 3) 检查点的点位均匀分布于测区，不同高程面、不同反射面都应有检查点。

3 成图坐标转换控制点和检查点的测量应按下列要求执行：

- 1) 成图坐标转换控制点应与 GNSS 基站联测，其相对于

邻近 GNSS 基站的平面位置允许中误差为图上 0.1mm，高程允许中误差为基本等高距的 1/10。

- 2) 成图坐标转换控制点解算以基站的现行国家坐标系大地坐标  $(B, L, H)$  为固定数据解算求出各控制点的现行国家坐标系大地坐标  $(B, L, H)$ 。
- 3) 成图坐标转换控制点应有成图坐标系的成果。若新作控制点，除应解算现行国家坐标系成果外，还应解算成图坐标系成果。
- 4) 检查点相对于邻近基本控制点的平面位置允许中误差为图上 0.1mm，高程允许中误差为基本等高距的 1/10。每幅图不少于 2 个检查点，总点数不少于 50 个。

#### 7.10.5 坐标转换参数确定应按下列要求执行：

- 1 机载激光点云数据应转换为成图坐标系和成图高程系。
- 2 检查点转换值与实测值较差满足不大于图上 0.2mm 的条件下，平面坐标转换可采用布尔莎七参数法和赫尔默特四参数法。
- 3 检查点转换值与实测值较差满足不大于 1/5 基本等高距的条件下，高程转换可采用平面拟合法和多项式曲面拟合法。
- 4 当测区有似大地水准面精化成果时，可直接收集利用。

#### 7.10.6 机载激光扫描应按下列要求执行：

- 1 激光扫描测量前应对飞行控制系统、激光扫描仪和数码相机、GNSS 天线及惯性导航仪 (IMU) 进行检查，确认各部件均能正常工作时方可航飞扫描。
- 2 当飞机进入预设航线时，激光雷达飞行控制系统根据预先设置好的扫描镜摆动角度、扫描频率和脉冲等激光设备工作参数，控制红外激光发生器向扫描镜连续发射激光，通过飞机的运动和扫描镜的运动，使激光束扫描地面并覆盖整个测区。
- 3 当飞机进入预设航线时，激光雷达飞行控制系统根据预先设置好的相机的曝光度、快门速度、ISO 值等数码相机工作参数，自动获取影像参数。通过显示屏观测的影像质量可随时调整

相机参数。

**7.10.7 POS 数据解算应按下列要求执行：**

1 根据机载 GNSS 数据和地面基站 GNSS 数据采用 DGNSS 双差分定位技术确定机载 GNSS 接收装置处的现行国家坐标系大地坐标，再与 IMU 数据联合解算飞机的航迹线，每一步解算成果程序都应有质量检验报告。根据扫描仪偏心分量和相机偏心分量解算激光航迹数据和相机航迹数据。

2 当测区处于已建导航卫星连续运行参考站（CORS）的区域，宜利用其成果；当测区地面有 4 个及以上基站且分布适宜时，可组成虚拟参考站（VRS），提高解算精度。

**7.10.8** 应利用检校场飞行数据和偏心测量数据，计算侧滚角（Roll）、俯仰角（Pitch）和航偏角（Heading）的偏心角分量，以此为依据导出激光点的地面坐标。

**7.10.9 数据预处理应满足下列要求：**

1 对同一架次的 POS 数据、地面基站观测数据、飞行记录数据、基站控制点数据等进行整理，生成满足要求的激光点云数据。

2 选择该架次扫描区域最近的一个或多个 GNSS 基站数据进行解算，剔除不合规定的卫星数据，将差分 GNSS 结果与 IMU 数据进行 POS 数据联合处理，解算飞行过程中各个时刻的位置，导出航迹文件成果。

3 联合 POS 数据、激光点云数据和系统检校的数据进行点云数据解算，生成三维点云；根据 POS 数据和对应的影像数据，进行影像外方位数据的解算。

4 将经过系统误差改正后的激光数据从现行国家坐标系转换为测图坐标系和测图高程系。可利用航带旁向重叠区域提供的检核条件，对航带之间的系统性误差进行配赋。

**7.10.10** 在进行数字产品制作前，应先经过数据分类，将建筑物、植被等非地表数据放在其他层里面，把纯地表数据分离出来。纯地表数据可生成 TIN 或 GRID 形式的 DEM 和等高线，数

码影像经正射纠正后可生成 DOM，等高线与正射影像套合生成影像地形图，用地表数据生成的等高线与正射影像上判测和激光数据分类获取的地物一起可生成 DLG。

**7.10.11** 应利用外业实测的检查点对数字产品进行精度检查。若检查精度不符合要求，应分析原因，提出整改措施。

### 7.11 无人机低空数字摄影测量

**7.11.1** 无人机低空数字摄影测量应根据测区地形、气象、飞行等条件及飞行平台、数码相机的性能等因素选择能满足精度要求的成图比例尺。

**7.11.2** 飞行平台应按下列要求进行选择：

- 1 飞行平台续航能力应大于满足飞行所需的时间要求。
- 2 航摄时巡航速度应满足曝光点间隔的要求，不宜大于 120km/h，最快不大于 160km/h。
- 3 自动驾驶应按曝光点间隔量的存储要求。
- 4 导航定位精度应满足下列要求：
  - 1) 数据输出频率不小于 4Hz。
  - 2) 可使用双频 GPS 导航和自动修正航角。
  - 3) 可使用双频 GPS 差分或精密单点定位来解算实际曝光点坐标。
- 5 采用 IMU/DGNSS 数据直接定向法测图时，IMU 的精度应满足侧滚角和俯仰角不大于  $0.01^\circ$ 、航偏角不大于  $0.02^\circ$ 。
- 6 其他要求可按 CH/Z 3002 的相关规定执行。

**7.11.3** 数码相机应按下列要求进行选择和检校：

- 1 数码相机应满足下列基本要求：
  - 1) 相机镜头应为定焦距镜头，且对焦无限远，具有良好的稳定性。
  - 2) 镜头与相机机身，以及相机机身与成像探测器稳固连接。

- 3) 成像探测器面阵不应小于 2000 万像素。
- 4) 最高快门速度不应低于 1/1000s。
- 5) 影像每通道的数据动态范围不应小于 8bit, 可采用压缩格式, 压缩倍率不应大于 10 倍。
- 6) 相机存储器可容纳影像的数量不应少于 500 张。
- 7) 相机电池连续工作不应少于 2h。

2 数码相机检校应满足下列要求:

- 1) 相机检校参数应包括主点坐标、主距和畸变差方程系数。
- 2) 相机检校时, 应在空中三角测量校场进行多基线、多角度摄影, 通过摄影测量平差方法得到相机参数最终解, 并编制精度报告。
- 3) 检校精度应满足: 主点坐标中误差为  $10\mu\text{m}$ , 主距允许中误差为  $5\mu\text{m}$ , 经过畸变差方程式及测定的系数值中误差应不大于  $3\mu\text{m}$ 。
- 4) 其他检校要求按 CH/T 8021 的规定执行。

7.11.4 航摄设计宜采用 1:500 或更大比例尺地形图或影像图进行, 或在三维地理信息系统中进行。设计应明确范围、精度、用途等基本内容, 制定详细的实施计划。

7.11.5 航摄设计应符合下列规定:

1 各摄影分区基准面的地面分辨率应根据不同比例尺航摄影成图的要求, 结合分区的地形条件、测图等高距、航摄基高比及影像用途等确定, 地面分辨率选择应符合表 7.11.5-1 的规定。

表 7.11.5-1 地面分辨率选择

测图比例尺	地面分辨率值 (cm)
1:500	$\leq 5$
1:1000	8~10
1:2000	15~20

2 航摄分区的划分应符合下列要求:

- 1) 分区界线宜与图廓线相一致。
- 2) 飞区内的地形高差不应大于 1/6 摄影航高。
- 3) 能够确保航线的直线性的情况下, 分区的跨度宜完整覆盖整个摄区。
- 4) 当地面高差突变, 地形特征差别显著或有特殊要求时, 可破图廓划分航摄分区。

3 分区基准面高度依据分区地形起伏、飞行安全条件等确定。可按式 (7.11.5-1) ~ 式 (7.11.5-3) 计算:

$$h_{\text{基}} = \frac{h_{\text{高平均}} + h_{\text{低平均}}}{2} \quad (7.11.5-1)$$

$$h_{\text{高平均}} = \sum_{i=1}^n h_{\text{高}i} \quad (7.11.5-2)$$

$$h_{\text{低平均}} = \sum_{i=1}^n h_{\text{低}i} \quad (7.11.5-3)$$

式中  $h_{\text{高}}$ 、 $h_{\text{低}}$ ——分区内具有代表性的高点高程和低点高程。

4 航线敷设宜符合下列要求:

- 1) 航线宜按东西向平行飞行, 特定条件下可作南北向飞行或沿线路、河流、海岸、境界等方向飞行。
- 2) 曝光点宜采用数字高程模型依地形起伏逐点设计。
- 3) 进行水域、海区摄影时, 宜避免像主点落水, 所有岛屿完整覆盖, 并能构成立体像对。

5 航摄季节和航摄时间的选择应符合下列规定:

- 1) 航摄季节应选择摄区最有利的气象条件, 避免或减少地表植被和积雪、洪水、扬沙等其他覆盖物对摄影和测图的不利影响, 航摄影像应真实地反映地面细部。
- 2) 航摄时间宜根据摄区太阳高度角和阴影倍数按表 7.11.5-2 的规定执行。
- 3) 沙漠、戈壁、森林、草地、大面积的盐滩、盐碱地, 当地正午前后各 2h 内不应摄影。

表 7.11.5-2 摄区太阳高度角和阴影倍数

地形类别	太阳高度角 (°)	阴影倍数
平地	>20	<3
丘陵地和一般城镇	>25	<2.1
山地和大、中城市	≥40	≤1.2

4) 陡峭山区和高层建筑物密集的大城市应在当地正午前后各 1h 内摄影, 条件允许时可实施云下摄影。

6 对于设计好的曝光点坐标序列, 按每架次飞行需要, 增加必要的航路点, 检查无误后导入航摄系统。

7.11.6 航摄实施应满足下列要求:

1 根据飞行器的性能要求选择起降场地和备用场地。

2 航摄实施前应制定详细的飞行计划, 且应针对可能出现的紧急情况制定应急预案。

3 可在保证飞行安全的前提下实施云下摄影。

4 实施航摄时风力不应大于 4 级。

5 其他要求按 CH/Z 3001 的规定执行。

6 需进行差分 GNSS 测量计算实际曝光点坐标的情况下, 可就近布设 GNSS 地面基站点。

7.11.7 飞行质量应符合下列规定:

1 像片航向重叠度宜为 60%~80%, 最小不应小于 53%; 旁向重叠度宜为 15%~60%, 最小不应小于 8%。

2 像片倾角不宜大于 5°, 最大不大于 12°, 出现大于 8° 的片数不大于总数的 10%; 特别困难地区不宜大于 8°, 最大不大于 15°, 出现大于 10° 的片数不大于总数的 10%。

3 像片旋角不宜大于 15°, 在确保像片航向和旁向重叠度满足要求的前提下, 个别最大旋角不应大于 30°, 在同一条航线上旋角大于 20° 像片数不应大于 3 片, 大于 15° 旋角的像片数不应大于分区像片总数的 10%; 像片倾角和像片旋角不应同时达到最大值。

4 航向覆盖超出摄区边界线不应少于两条基线。旁向覆盖超出摄区边界线不应少于像幅的 50%，当不影响像片控制点施测和内业正常加密时，旁向覆盖超出摄区边界线可放宽至不少于像幅的 30%。

5 同一航线上相邻像片的航高差不应大于 30m，最大航高与最小航高之差不应大于 50m，实际航高与设计航高之差不应大于 50m。

6 航摄中出现的相对漏洞和绝对漏洞均应及时补摄，应采用前一次航摄飞行的数码相机补摄，补摄航片的两端应超出漏洞之外两条基线。

7 每次飞行结束后应及时填写航摄记录簿，格式见附录 C 中 C.5。

#### 7.11.8 影像质量

1 影像应清晰，层次丰富，反差适中，色调柔和；应能辨认出与地面分辨率相当或更高的清晰、完整的立体模型。

2 影像上不应有云、雾、烟、大面积反光、污点等缺陷。虽存在少量缺陷，但不影响立体模型制作和测绘，可用于测制线划图。

3 在曝光瞬间，因飞机飞行引起的像片位移不应大于 1 个像素，最大不应大于 1.5 个像素。

4 拼接影像应无明显模糊、重影和错位现象。

#### 7.11.9 像片控制点的布设和测量应按下列要求执行：

1 像片控制点点位应符合下列要求：

- 1) 像片控制点的目标影像应清晰，易于判读和立体量测，如选在交角良好（ $30^{\circ}\sim 150^{\circ}$ ）的细小线状地物交点、明显地物拐角点、原始影像中不大于  $3\times 3$  像素的点状地物中心，同时应是高程起伏较小、常年相对固定且易于准确定位和量测的地方；弧形地物及阴影等不应选作控制点目标。



- 2) 高程控制点点位应选在 高程起伏小的地方，宜为线状地物的交点和平山头；狭沟、尖锐山顶和高程起伏较大的斜坡等均不宜选作高程控制点目标。
- 3) 像片控制点点位距像片边缘不应小于 150 像素。
- 4) 当 1 项、2 项与 3 项矛盾时宜按第 1 项、2 项要求执行。

2 像片控制点设计和测量按 7.2 节、7.3 节的相关要求执行。

7.11.10 像片的调绘按 7.4 节的相关要求执行。

7.11.11 空中三角测量像片连接点布设应符合下列要求：

1 相对定向应符合下列要求：

- 1) 连接点平面位置中误差为 1 像素，最大残差 4/3 个像素，高程中误差为 1 像素，最大残差 4/3 个像素。在沙漠、戈壁、沼泽、森林等区域可放宽 0.5 倍。
- 2) 模型连接点布设应符合下列要求：
  - a) 模型连接点布设应符合下列要求：(7.11.11-2)
  - b) 计算

$$\Delta S = \frac{\Delta Z}{f} \times M_{\text{像}} \times \frac{b}{2} \quad (7.11.11-1)$$

$$\Delta Z = 0.02 \times \frac{f}{M_{\text{像}}} \times \frac{2}{b} \quad (7.11.11-2)$$

式中  $\Delta S$ ——平面位置较差，mm；

$\Delta Z$ ——高程较差，mm；

$M_{\text{像}}$ ——像片比例尺分母；

$f$ ——相机焦距，mm；

$b$ ——像片基线长度，mm。

- 3) 每个像对连接点应分布均匀，自动相对定向时，每个像对连接点数不宜少于 30 个，人工相对定向时，每个像对连接点数不宜少于 9 个。
- 4) 在精确改正畸变差的基础上，连接点距影像边缘不应小于 100 个像素。
- 5) 其他要求按 7.6 节的相关要求执行。

2 绝对定向应符合下列要求:

- 1) 可采用带附加参数的自检校区域网平差以消除系统误差。
- 2) 其他要求按 7.6 节的相关要求执行。

7.11.12 数字线划图数据采集与编辑、数字高程模型数据采集与编辑、数字正射影像图数据采集与编辑应按 7.7~7.9 节的要求执行。

## 7.12 资料整理

7.12.1 航空航天摄影测量结束后应整理下列成果:

- 1 航空航天摄影影像及其相关技术参数资料。
- 2 像控点、检查点的成图坐标系统成果及成果说明。
- 3 像控点、检查点的原始观测数据以及观测手簿、计算手簿。
- 4 控制像片或用电子表格和数字影像制作的点之记文件。
- 5 像片控制点布点图。
- 6 以模拟(纸质)的或数字的影像为载体的调绘像片或调绘图。
- 7 外业补测成果。
- 8 空三加密观测资料及计算成果(包括内定向、相对定向、区域网平差及接边等成果)。
- 9 空三加密分区接合图,包括航线、像主点、像控点、检查点和加密点的点位和编号等内容。
- 10 定向建模资料 and 检查记录手簿。
- 11 数据采集、编辑资料 and 检查记录手簿。
- 12 打印输出图。
- 13 技术设计书、技术总结报告及检查报告。
- 14 其他有关资料。

7.12.2 数字产品及有关文档资料应按下列内容进行整理,并逐项登记,形成成果清单,检查无误后正式上交。

1 数据文件见表 7.12.2。

表 7.12.2 数据文件

内 容	数据格式	存储介质
DLG、DEM、DOM 数据	按 GB/T 17798 规定的格式或指定的通用数据格式	磁带/光盘/硬盘
DLG、DEM、DOM 元数据	按第 13 章或 CH/T 1007 规定的格式	磁带/光盘/硬盘

2 图文件可包括下列内容：

- 1) 地形图。
- 2) 航空影像。
- 3) DOM 成果输出图。
- 4) DLG 成果输出图。

3 文档资料应包含下列内容：

- 1) 成果清单。
- 2) 技术设计书、技术总结报告。
- 3) 图历表。
- 4) 检查报告与验收报告。

7.12.3 数字成果宜以光盘为主要存储介质，也可使用磁带、磁盘或硬盘等。外包装上应标示产品标记、生产单位、生产时间等内容。

7.12.4 项目完成后，应提交下列资料：

- 1 技术设计书。
- 2 DLG、DEM、DOM 及索引图。
- 3 技术总结报告。

## 8 地面激光扫描与地面摄影测量

### 8.1 一般规定

8.1.1 测绘 1:200~1:5000 比例尺地形图、1:50~1:1000 比例尺立面图和建立相应比例尺地面、地面建筑工程立体模型、工程量计量测量、变形监测可采用地面激光扫描和地面摄影测量。

8.1.2 地面激光扫描和地面摄影测量的精度要求应符合表 8.1.2 的规定。

表 8.1.2 地面激光扫描和地面摄影测量精度要求

误差类别	平面位置中误差 (图上 mm)			高程中误差 (m)	
	1:200	1:500~1:2000	1:5000	山地	高山地
像片控制点	±0.1	±0.1	±0.1	± $\frac{1}{10}h$	
地物点	±0.7	±0.7	±0.7	—	
高程注记点	—	—	—	± $\frac{1}{2}h$	
等高线	—	—	—	± $\frac{2}{3}h$	± $1h$
	—	—	—	—	—

注 1:  $h$  为基本等高距, m。  
注 2: 作业困难地区的高程中误差, 可放宽 0.5 倍。

8.1.3 高程注记点应选在明显地物点和地形特征点上, 其密度应视图上负载量的大小而定, 图上每 100cm<sup>2</sup> 内测注 8~15 个。

8.1.4 作业前准备及仪器检校工作应符合下列规定:

1 收集测区原有地形图、测区内及附近的平面和高程控制点成果。

2 了解用户要求、测区范围、成图比例尺、技术和精度要求。

- 3 作业前应对仪器进行检校。
- 4 非量测相机应事先对相机进行检校，按量测相机进行处理；给定相机的焦距  $f$ 、主点坐标、畸变差初值。

## 8.2 地面激光扫描测量

### 8.2.1 扫描基站的布设应满足下列要求：

- 1 根据现场地形情况，选取扫描基站点，各点的扫描视角宜能涵盖所有地形、地貌特征点。
- 2 扫描基站应视野开阔，地面稳定，不宜选在有大型机械附近。
- 3 现场区域较大时，应分区扫描，扫描片应进行拼接，不同位置、不同视角的扫描区域的重叠度不宜小于 10%。
- 4 在扫描距离不远的情况下，扫描基站宜布设在高处，使扫描光线与地面的交角尽可能大，提高扫描能力，减少扫描漏洞。

### 8.2.2 控制点的布设与联测应按下列要求执行：

- 1 控制点布设应均匀分布在被扫描对象上。小区域扫描控制点数量不应少于 3 个；大区域扫描每 400~600m 应布设一个控制点。若扫描对象一侧难以满足控制点的布设要求，或扫描基站一侧有条件时，可布设高精度控制点，控制点可只布设在扫描基站附近。但这类控制点应易于测量，测量精度应提高，保证其误差按到扫描仪的距离比例放大到扫描对象附近时，精度满足图根点的要求。

- 2 除非扫描对象具有众多高反射率的规则目标，否则应在选定的控制点位置安置觇标。最佳觇标应为规则的球状目标。球体直径应大于该处预计扫描点间距的 3~5 倍。当觇标布设在扫描对象一侧时，如果直径较大不便携带，可做成半球面；若扫描仪具有分区域定义扫描分辨率的功能，可在扫描对象一侧使用较小直径的觇标并专门对其定义较小的扫描间隔，扫描间隔宜控制在 1~2cm 内；觇标应架设在空旷突出位置，保障其附近没有容

易遮挡或混淆的物体，提高其在点云中的空间分辨效果。

3 控制点联测应在激光扫描的最接近时间，或同步进行。

4 在扫描基站有精度适当的已知坐标的情况下，可把仪器架设在已知点上并严格整平对中，在后续定向处理时可将已知基站作为控制点使用。若在同一次扫描中单独定义扫描控制点区域时，扫描间隔应尽量保证标上可获得至少 9 个激光点。

**8.2.3 现场扫描应满足下列要求：**

1 扫描基站远离振动源。

2 扫描仪在烈日下工作时应撑伞遮挡阳光，以避免仪器温度过高。如仪器温度已高于正常工作温度，应及时采取降温措施。

3 野外扫描宜在扫描对象表面是干燥时进行。

4 影像资料应在激光扫描的同期获取；如使用外置相机，且不要求固定安装的系统，可在气象条件良好时在各扫描基站位置一次性获取全部影像，以减少影像的色调差异。

**8.2.4 点云数据的拼接应按下列要求执行：**

1 对于能设置基站坐标和扫描仪视准轴方向的激光扫描仪，不同基站的扫描成果按统一的坐标系统直接拼接。

2 对于以扫描仪当时的位置和轴向为参考的独立坐标系统的激光扫描仪，多个这类相邻的扫描区域以至少 10% 的重叠部分拼接成一个大区域，然后以每个大区域为单位来布设控制点。这类控制点的布设方法参见 8.2.2 条 1 款的要求。

3 进行点云数据拼接时，选取相邻两块点云数据的 3 处或 3 处以上公共点，由软件自动计算相关参数，将两块点云数据拼接在一起。拼接计算出的参数 Conv 值，高山地区应小于  $1.0 \times 10^{-7}$ ，平坦地区应小于  $1.0 \times 10^{-12}$ 。

**8.2.5 坐标转换应按下列要求执行：**

1 拼接好后的整片点云坐标以第一块导入的点云坐标为基准的相对坐标系统，如需要纳入某一坐标系统，应进行坐标转换。

2 坐标转换时，导入已知控制点，并与点云上的对应位置相关联，将整个点云转换到统一的坐标系中。

3 坐标转换过程中，检查点的残余误差平面浅丘地带坐标误差不宜大于图上 0.2mm，最大不超过 0.3mm；山地、高山地不宜大于图上 0.3mm，最大不超过 0.4mm；高程不大于 0.3 倍基本等高距。

**8.2.6** 在进行激光扫描时有些区域可能会被扫描基站前面的物体遮挡，导致后面区域没有激光点云数据，应在现场选取另一处可通视位置作为附加扫描基站，对没有点云数据区域进行补充。特殊情况下，可用免棱镜全站仪获取漏洞区的密集碎部点，作为点云的补充。

**8.2.7** 扫描区域调绘应按下列要求执行：

1 调绘宜按 7.4 节先外后内法要求执行。

2 调绘以扫描基站为单位，以草图形式注记相应区域的要素信息。

3 按相应比例尺的成图要求，调绘扫描区域内的地物、地貌及其相应的属性信息。

4 对于深丘及高山区的植被，应调绘植被种类及高度。

**8.2.8** 数据处理应按下列要求执行：

1 利用专业软件对点云数据进行自动分类和手工编辑，并将激光点分为地面点和非地面点两大类。

2 对利用分好类的地面点进行抽稀后生成等高线，抽稀的限差按控制点量测高程精度的 1/3 进行控制。

3 将地面点导入三维建模软件构建地面三维格网。由于存在局部低反射区域，或者植被或障碍的遮挡，点云局部可能存在漏洞，在建模过程中应进行修补和编辑。

4 对于非地形测绘用途的三维激光扫描，构建 TIN 时宜采用三维德拉诺夫三角形，以求更准确地反映物体的空间形态。

5 模型贴图应按下列步骤进行作业：

1) 若模型数据量大，应将大区域分为若干小块区域，分

别贴图。

2) 在获取小区域影像时, 应对影像进行匀色处理。

3) 将贴好影像的小区域模型合并拼接为总体模型。

6 影像内参数检校过程中, 计算出的焦距  $f$  和真实焦距的允许误差为  $\pm 2\text{mm}$ 。

### 8.3 地面立体 (多基线) 摄影测量

8.3.1 本节内容适用于多基线地面立体摄影测量, 单基线摄影测量可按 GB/T 12979 的要求进行作业。

8.3.2 摄影站的选定应符合下列要求:

1 摄影站应选择视野开阔处, 最少摄影站, 摄取最大的面积。

2 摄影站应在测区边缘附近, 对正测区, 根据地形情况采用平行或交向摄影。

3 选择摄影站时, 应使测区边缘距摄影站 (按 8.3.2) 的计算值。

$$Y_{\text{像}} = (M \times 20) / f \quad (8.3.2)$$

式中  $M$ ——成像比例尺分母;

$f$ ——摄影机焦距, m;

$R_{\text{像}}$ ——相机影像半径。

8.3.3 地面立体摄影应按下列要求执行:

1 平行摄影时在每个摄影站上平行被摄物连续进行拍摄, 前后影像重叠度在 80% 左右; 旋转摄影时, 平行被摄物, 分若干摄影站, 在每个摄影站上以旋转的方式拍摄, 覆盖被摄物, 不同摄影站的影像重叠度在 80% 以上。

2 影像应清晰、层次丰富、反差适中、色调柔和。

8.3.4 摄影站布设前应进行实地踏勘, 完成下列工作:

1 确定采用平行摄影模式或交向摄影模式。

2 确定测区范围。

3 查找外业控制点。



- 4 了解地表植被覆盖情况、光照条件、地面坡度和交通情况。
  - 5 初步选定摄影基线位置。
  - 6 确定可能产生的摄影漏洞。
- 8.3.5 拟定外业技术计划，应包含下列工作：**
- 1 根据实地踏勘情况，在地形图上初步选定摄影站并标出。
  - 2 在地形图上选定的摄影站上标出摄影范围和立体测图范围，检查重叠度是否满足要求。
  - 3 根据地形图上标出的摄影范围和摄影站所在的位置判定摄影纵距是否符合要求。
  - 4 根据立体测图范围及像片重叠情况，初步选定像片控制点并在地图上标出。
  - 5 在地形图上设计像片间的连接航线。
  - 6 对可能产生的摄影漏洞，拟定补测方案，其中包括采用辅助像对补测。
  - 7 选择最适宜的摄影时间及最佳的摄影航线。
- 8.3.6 像片控制点的布设应符合下列要求执行：**
- 1 像片控制点布设与联测应符合 7.3 节的要求执行。
  - 2 像片控制点标志按附录 C 的要求的规格制作。
  - 3 像片控制点按附录 C 的要求施测，个别点可放宽到测站点精度要求。
- 8.3.7 应根据已有摄影设备选定摄影方案，并进行相应的仪器设备检查准备工作。**
- 8.3.8 摄影时应严格按设计的摄影计划进行，保证影像有足够的重叠度。摄影手簿记录应包括摄影站号、像片号、日期、时间。**
- 8.3.9 像片调绘及隐蔽区域补测应按下列要求执行：**
- 1 像片调绘的一般要求按 7.4 节先后后内法要求执行。
  - 2 像片调绘宜在该片的摄影站上进行。地物、地貌的轮廓在像片上能清晰辨认的，可不调绘，但应在像片背面加注记

说明。

3 根据隐蔽区域的大小确定补测方案，隐蔽区域小可外业实地采集补测。

**8.3.10 内业数据处理应按下列要求执行：**

1 内业准备工作应包括下列内容：

- 1) 收集全部外业资料。
- 2) 了解任务要求，对资料进行分析。
- 3) 拟定内业技术设计书或内业设计大纲。
- 4) 对内业仪器进行检校。
- 5) 明确内业需要加密的个别像片控制点，在像片上标出点位。
- 6) 安排内业作业计划。

2 定向建模与测图应按相应的多基线成图软件要求的步骤作业，并符合下列要求：

- 1) 相对定向时，至少应使用 6~9 个在不同层次均匀分布的定向点，各点的残余、上下视差不应大于 0.008mm。
- 2) 绝对定向平面坐标允许误差为图上 0.4mm，高程定向误差不宜大于 1/2 等高距。
- 3) DLG、DEM、DOM 数据采集与制作按 7.7 节~7.9 节的规定执行。

## 8.4 资料整理

**8.4.1 地面激光扫描测量和地面摄影测量工作完成后应整理如下资料：**

- 1 仪器检定资料。
- 2 控制测量记录手簿。
- 3 控制测量计算资料和成果表。
- 4 激光扫描数据和影像资料。
- 5 地面摄影影像和调绘片。
- 6 地面摄影漏洞补测数据。

- 7 加密控制点成果表。
- 8 内业定向手簿。
- 9 技术设计书。
- 10 技术总结报告。
- 11 地形图、数字高程模型等数据文件。
- 12 其他资料。

8.4.2 地面激光扫描测量和地面摄影测量项目完成后应提交如下资料：

- 1 技术设计书。
- 2 控制点成果表。
- 3 地形图、数字高程模型等数据文件。
- 4 技术总结报告。

## 9 遥感解译

### 9.1 一般规定

9.1.1 本章适用于水利水电工程建设的资源与环境调查、移民实物指标调查、土地利用调查、水土流失监测、河道变迁或岸线监测、地质灾害监测等项目的遥感解译工作。

9.1.2 航空、航天遥感资料的空间分辨率应与时相应与专业需求相适应。除特殊要求外，航空遥感资料宜选用彩色、彩红外或多光谱影像，航天遥感资料宜选用多光谱影像。

9.1.3 遥感解译结果可用定性、定量等方式的正确程度表示，并应符合下列规定：

1 定性应通过影像判定地物类别，其解译准确率应大于85%。

2 定位应使解译的图形与影像数据一致。解译的图形与DOM上明显的同名地物的位移为图幅0.5mm；解译的图形与DOM上不明显同名地物的位移为图幅±1.0mm。

3 定量应对不同专业或不同解译对象有不同的概念与要求，可用面积、数量表示。

9.1.4 应根据不同专题解译内容与精度要求，确定遥感信息获取、处理、解译及制图等技术方法。

### 9.2 准备工作

9.2.1 遥感解译前，应根据不同专业需求进行专题遥感解译技术设计，编制技术设计书。

9.2.2 根据项目具体需求，宜选择性地收集下列相关资料：

1 接近基本解译图成图比例尺的最新地形图、DEM和各等级测量控制点等基础地理资料。

2 时相、云量、范围等均符合要求的航天、航空遥感资料。

- 3 行政界线资料及水利水电工程相应专业所需界线资料。
- 4 下列其他资料：
  - 1) 工作区域内已有土地调查与规划资料、植被类型、覆盖度以及分布等相关资料。
  - 2) 区域地质图、地质灾害分布等资料。
  - 3) 工作区域地质灾害形成条件与诱发因素资料，包括：气象、水文、地形地貌、地层与构造、地震、水文地质、工程地质和人类工程经济活动等。
  - 4) 工作区域地质灾害现状与防治资料，包括：历史上所发生的各类地质灾害的时间、类型、规模、灾情和其调查、勘察、监测、治理与抢救救灾等工作的资料。
  - 5) 区域人口、环境、地理、交通等相关资料。
  - 6) 其他专题相关资料。

### 9.3 遥感图像处理

- 9.3.1 航空影像的处理应按第7章的相关规定执行。
- 9.3.2 卫星遥感影像处理应符合下列要求：
  - 1 根据接收任务信息，按任务要求选择最佳波段组合。
  - 2 利用不同增强方法如对比度增强、边缘增强、滤波变换等，有目的地增强影像中需要的信息，突出专题地物信息，优化影像质量，以利于影像识别。
  - 3 平面控制可采用 GNSS 等方法获取，或从不小于 DOM 比例尺的现有 DOM、地形图上采集。
  - 4 利用现有相应比例尺 DEM 作为高程控制。不同比例尺 DOM 与 DEM 比例尺对应关系见表 9.3.2-1。
  - 5 正射校正应符合下列规定：
    - 1) 立体影像的正射校正参照 7.9 节的相关规定执行。
    - 2) 单景影像采用物理模型或有理函数模型以平面控制点与 DEM 进行正射校正，每景影像控制点不少于 9 个且应均匀分布。纠正控制点残差中误差不应大于表

9.3.2-2 的规定。

表 9.3.2-1 不同比例尺 DOM 与 DEM 比例尺对应关系

DOM 比例尺	DEM 比例尺
1:5000	1:10000
1:10000	1:10000 或 1:50000
1:50000	1:50000

表 9.3.2-2 纠正控制点残差中误差要求

地形类别	平地、丘陵地 (像素)	山地、高山地 (像素)
残差中误差	1.0	2.0

6 影像融合时多光谱影像分辨率不宜超过全色影像分辨率的 4 倍。融合影像要求纹理清晰、光谱信息畸变小,无重影、模糊等现象,重叠区的影像纹理应一致。当影像时相相同或相近时,色彩应趋于一致。

7 涉及一景卫星遥感影像以上的区域,应采用彩色数字图像无缝镶嵌技术进行图像拼接。时相相同或相近的镶嵌影像纹理、色彩应自然过渡;时相差距较大、地物特征差异明显的镶嵌影像,允许存在光谱差异,但同一地块内光谱特征宜一致。

## 9.4 解译标志的建立

9.4.1 遥感图像解译前,应根据影像特征的差异建立解译标志。

9.4.2 解译标志的建立应符合下列要求:

1 通过室内初步解译,结合相关资料分析主要解译地物的特征及分布,掌握解译区域特点,确立典型解译样区,建立影像解译标准。

2 选择地物种类丰富且相对集中的区域或复杂地物、疑难地物解译区域作为典型解译样区。

3 进行野外踏勘调查。野外调查之前,应制定野外调查方案,选择合适的调查路线。

4 野外调查时,应对整个调查区域内的地形地貌、地物现状、地物变化情况、标志性地物以及采样时间、地点等登记记录,作为建立地区性的解译标志的依据。

5 根据目标地物与影像特征之间的关系,通过影像反复判读和野外对比检验,建立完整的遥感影像解译标志。

## 9.5 遥感图像解译

9.5.1 遥感图像解译可采用人工目视解译与计算机自动分类解译。解译时结合不同专业的需求,选择相应的解译方法。

9.5.2 目视解译应把握目标地物的综合特征,运用一切直接的和间接的解译标志进行综合分析,提高解译质量与解译精度,并应符合下列规定:

1 以全数字摄影测量方法,构建三维立体模型,在三维立体环境下通过目视解译提取所需信息。

2 利用 GIS 软件,在经过正射纠正的航空或卫星数字正射影像上直接解译提取所需信息。

9.5.3 计算机自动分类解译应采用相关遥感影像处理软件,采用监督分类或非监督分类,通过建立典型地物模板进行地物自动分类提取。

## 9.6 实地核查验证

9.6.1 遥感图像解译的核查验证应包括下列内容:

1 核实解译中的地物类型是否正确。

2 验证图斑界线定位是否准确,并根据野外实际核查情况修正目标地物的分布界线。

9.6.2 外业核查前,应以遥感数字正射影像为背景,叠加解译地物内容,制作不同专题所需比例尺的外业核查工作底图。

9.6.3 核查验证宜采取抽样检验的方法,并应按下列要求执行:

1 重点核查内业解译疑难地物和无法解译的地物。

2 根据影像的特征选择光谱特征丰富的地区对其进行核查,

保证抽样地物类型的多样性和典型性。

3 根据地形条件设计核查路线，平坦地区宜沿居民点外围和主要道路核查；丘陵山区可沿居民点之间道路或山谷、河流核查。

4 核查验证按设计的核查路线，向两侧铺开，尽量扩大核查范围，并做到走到、看到、问到、画到。

9.6.4 野外地物核查记录应详细、规范，不应遗漏主要调查要素。目标地物解译界线与实地不一致时，应将正确的界线位置详细标记在工作底图上。

## 9.7 解译信息后处理

9.7.1 根据解译信息的实地核查情况，结合辅助资料，应对提取的专题信息进行后处理，包括解译图斑的地理位置、范围和变化类型等。

9.7.2 修正后处理专题图斑数据文件，进行数据拓扑编辑处理。

9.7.3 量算统计应按下列要求进行：

1 根据不同专题图设计具体要求，对解译获取的地物图斑面积、地物长度等参数进行统计。

2 量算统计单位应符合专业要求。长度单位宜采用米，面积计算单位宜采用平方米，面积统计汇总单位宜采用公顷或亩。

## 9.8 专题图制作

9.8.1 专题图内容应包括专题解译信息、行政界线、地理名称、行政区划名称等各种注记及背景影像，也可根据专业需求进行添加与取舍。

9.8.2 专题图成图比例尺应根据不同专业需求，或成图区域面积、形状以及成图大小确定。

9.8.3 专题图的编制应满足下列要求：



1 图件内容的选取和表示应层次分明,符号、注记等正确,图面清晰、美观。

2 图件无背景影像时,不同地物图斑应赋予不同颜色表示;图件有影像为背景时,图中的不同地物图斑应以分类编码表示。

3 图中的点、线地物可根据不同比例尺按现行国家地图图式表示;图式中无符号表示的特殊地物可根据专业要求设计合适的符号表示,并制作相应的图例。

#### 9.8.4 图幅分幅与图廓整饰应符合下列要求:

1 标准分幅的基本解译图的分幅编号按 GB/T 13989 的规定执行。

2 标准分幅的图廓整饰样式见附录 D 中图 D.0.1。

3 非标准分幅的其他解译图的分幅编号及图廓整饰样式见附录 D 中图 D.0.2。

#### 9.9.1 遥感解译项目完成后,应对下列资料进行整理:

- 1 技术设计书。
- 2 影像资料。
- 3 地形图、专题图。
- 4 量算统计资料。
- 5 解译过程检查资料。
- 6 技术总结报告。

#### 9.9.2 项目完成后,应提交下列资料:

- 1 技术设计书。
- 2 专题图。
- 3 量算统计资料。
- 4 技术总结报告。

## 10 地图编制

### 10.1 一般规定

**10.1.1** 本章适用于水利水电专业使用的地形图和各种专题地图的编制。

**10.1.2** 地图编制的设计应包括下列内容：

- 1 根据编图目的和用途，收集和分析评价有关制图资料。
- 2 确定地图投影方式和比例尺。
- 3 研究制图区域地理特征。
- 4 确定地图内容和表示方法。
- 5 选择或设计地图符号。
- 6 确定制图综合原则和编图方法。
- 7 进行编图试验。
- 8 编写技术设计书。

**10.1.3** 地图印刷应按 GB/T 14511 的规定执行。

### 10.2 地形图编制

**10.2.1** 地形图编绘除实测地形图应按第 6 章、第 7 章要求进行编辑外，其他地形图宜采用缩编的方法。

**10.2.2** 地形图的编制应选取大于成图比例尺地形图数据和更新资料，进行拼接与坐标转换、内容取舍与更新、制图综合与编辑。

**10.2.3** 地形图各要素发生显著变化时，应在编制时实时更新。

**10.2.4** 地形图在编绘过程中，除应按 GB/T 12343 的规定执行外，还应符合下列规定：

- 1 原有数据的坐标、高程系统应转换成编绘地形图所采用的系统。
- 2 将原有数据按成图比例尺的图幅范围进行转换、数据拼

接；纸质地形图资料，应预先进行扫描矢量化，再进行坐标转换和拼接处理，并统一数据格式。

3 采用国家现行地形图图式。

### 10.3 普通地理图编制

10.3.1 应选用现势性强、内容丰富、与成图比例尺接近的、处理工作较少的资料。

10.3.2 普通地理图的表现方法应与不同的任务要求和用途相适应，图面整饰应清晰、美观。

10.3.3 地图内容应主要反映地表上的各种自然要素和人文要素，包括水系（海洋）、地貌、土质植被、居民点、交通网和行政区划界线等。当地貌采用分层设色法表现时，植被分布可不表示。

10.3.4 制图综合应根据地理图的用途、比例尺、制图区域地理特点等因素确定，宜以选取要素为主，着重反映制图物体大的类型方面的特征。

### 10.4 专题地图编制

10.4.1 专题地图包含专题内容与地理底图两大部分。专题地图编制应突出表现专题内容，地理底图内容则应根据专题地图的类型、制图区域特征、地图比例尺，有选择性地表示底图要素。

10.4.2 地理底图的编制可选取地形图、普通地理图、地势图或影像地图等作为原始资料。底图内容的综合取舍应根据主题内容、比例尺、区域特点确定。

10.4.3 编制专题地图时，应根据专题要素的空间分布特点、数量及质量特征以及动态发展情况等，设计合适的表示方法和符号系统。

10.4.4 制图资料的收集与分析宜按下列要求执行：

1 制图区域所收集的资料宜包括下列资料：

- 1) 地图资料：较小比例尺的地图、大比例尺地形图、各种专题地图、全国性的各种指标图。
- 2) 影像资料：各种比例尺的航空影像、卫星影像等。
- 3) 文字资料：包括各种地理文献、地貌、水资源、气候、土壤及各种经济区划资料，统计部门和各种专业部门的统计资料以及有关的专著等。

2 对于确定为编图所需使用的资料，应从实际需要出发，进行分析，并做出简明评价，确定基本资料、补充资料、参考资料的使用程度及方法。评价内容宜包括下列内容：

- 1) 测制单位、数学基础、成图年代。
- 2) 地图的政治倾向、地图内容的精度、现势性、可靠性、完备性、图例内容与客观实际的一致性。
- 3) 各地物类、行业国家、图例符号分类分级的符合程度、转换原则。

**10.4.5 专题图编制前应对制图区域内的制图对象进行分析和研究：**

- 1 区域自然地理条件和社会经济状况应作下列主要内容：
  - 1) 地形、气候、水文、土壤、生物、矿产等。
  - 2) 人口数量、性别、年龄、文化程度、劳动力结构、交通条件等。
  - 3) 工、农业生产状况及发展的不均衡性等。

2 地图表达的对象分为物体和现象两大类，对制图物体的研究可沿用普通地图上的内容，如土壤的分类、分布、性质及与其他要素的关系等，对制图现象的研究应认识现象的性质、形成和发展的规律等。

3 为使地图更能适合客观情况和用户需要，应对相关专业部门对于专业对象的习惯标准、认识尺度，以及传统的表达符号等进行相应的研究，并以此作为专题图要素设计的依据。

**10.4.6 数据资料的预处理应包括下列内容：**

- 1 纸质地图资料应扫描数字化；数字地图应进行数据格式

转换，以便于数据的编辑和处理。

2 数据处理主要包括地图数据纠正、坐标投影转换、数据拼接处理、不同地图资料的数据合并归类、比例尺变换等。

**10.4.7** 专题内容的表示应围绕地图的主题。根据专题内容分类、分级原则，选取指标和表示精度；根据地图内容和用途选择图型和表示方法。

**10.4.8** 地理底图的符号系统宜使用惯用符号；专题内容的符号应根据不同专业要求，选用专业已有符号或设计不同的图形符号。

## 10.5 地图集编制

**10.5.1** 地图集应保持政治思想内容的全面性与完整性、内部的统一协调以及编排艺术。

**10.5.2** 收集的资料应具有现势性和准确性。

**10.5.3** 各图幅采用的地图投影、图例、表示方法、文字说明、地名索引、图幅大小、比例尺以及资料来源的截止日期等方面都应具有统一的标准。

**10.5.4** 对于不同比例尺的地理底图，可根据图幅的大小与不同制图区域的特点，设计简单、易于识别的比例尺系统。同一系统中应采用一种底图作为基本底图，其他图幅由此派生，随主题和比例尺不同，地理内容也应作不同的取舍。不同系统的底图应保证各相应内容的一致性和连贯性。

## 10.6 资料整理

**10.6.1** 地图编制项目完成后，应对下列资料进行整理：

- 1 技术设计书。
- 2 制图资料。
- 3 地形图、普通地理图、专题地图或地图集的数据和印刷成果。
- 4 技术总结报告。

**10.6.2** 项目完成后，应提交下列资料：

- 1 技术设计书。
- 2 地形图、普通地理图、专题地图或地图集印刷成果。
- 3 技术总结报告。

## 11 专项工程测量

### 11.1 建设征地与移民工程测量

11.1.1 建设征地与移民工程测量的范围应包括水库淹没影响区、工程建设区和移民安置区。

11.1.2 移民工程测量应包括下列工作内容：

- 1 平面和高程控制测量。
- 2 地形图测绘。
- 3 移民实物指标遥感解译。
- 4 测设各类移民迁移线、土地征收（建设征地）线、城市集镇和专业项目处理线等，并测设各类永久界桩和临时界桩。
- 5 权属界限调查及土地利用现状图测绘。
- 6 移民调查配合测量。
- 7 移民安置区供水项目、道路工程和输电线路等配套工程测量。
- 8 检核平面和高程控制点的稳定性，移测或补测将被淹没或被破坏的控制点。

11.1.3 地形图及土地利用现状图的测图比例尺可按表 11.1.3 进行选择。

表 11.1.3 地形图及土地利用现状图测图比例尺

部 位	阶 段	比例尺
水库淹没影响区	可行性研究阶段	1 : 2000~1 : 10000
	初步设计阶段	1 : 1000~1 : 2000
工程建设区	可行性研究阶段	1 : 2000~1 : 5000
	初步设计阶段	1 : 500~1 : 2000
移民安置点	初步设计和移民安置实施	1 : 500~1 : 1000
移民安置成片生产开发区	初步设计和移民安置实施	1 : 500~1 : 2000

11.1.4 外业测量前，应做好下列准备工作：

1 了解测区位置、测量范围、施测对象、使用仪器设备和工作的起止时间。

2 确定淹没线的征收性质、测设范围、高程和水库回水末端的位置，及工程建设征区的范围。

3 收集测区已有的控制测量和地形图资料。

4 确定平面和高程控制网的布设方案、等级和标石类型。如测区已有控制点，则应确定检测和补测技术方案。

5 与测量范围所属行政区的地方政府联系，商定协作计划。

11.1.5 控制测量应符合下列规定：

1 可行性研究阶段，应在水库淹没影响区和工程建设区进行平面和高程控制测量。已有控制点符合精度要求时应充分利用，密度不足的区域应适当加密。

2 在淹没线测量之前，应对水库区内已有的基本平面和高程控制点用相同的精度进行检测。

3 在水库淹没影响区，移测或新测基本平面和高程控制点，除应按规定要求埋设标石外，还应按下列规定设置标石：

- 1) 已建或拟建的居民点、城市、工业企业企业的附近。
- 2) 大片农田、牧场、果园和重要经济作物区。
- 3) 较大支流入口处。
- 4) 水工建筑物附近或矿藏地区。
- 5) 文物、古迹、桥梁、隧洞的附近。
- 6) 滑坡监测区和拟建水文站址。
- 7) 堤防、护岸和风景区。
- 8) 铁路、公路、输电线路附近。

4 首级平面、高程控制测量等级均不应低于四等。

5 水库区的平面控制点宜布设在淹没线以上，其高程联测精度不宜低于五等。

11.1.6 建设征地与移民工程所需的地形图，其测量方法、技术要求、精度指标应按第6章的规定执行。



11.1.7 建设征地移民界线测量应符合下列规定：

1 视工程需要测设下列全部或部分界线：

- 1) 移民迁移线。
- 2) 土地征收线。
- 3) 城市集镇和专业项目处理线。

2 界桩应在实地布设，但水库淹没影响区通过沼泽地、水洼地、沙漠、陡崖、永久冻土等地区时，可不埋设。

3 同类界线通过平水段时，其界桩应布设在同一高程线上；在回水曲线段，可用河道中心线距离法求出中间各界桩的高程。

4 在干流、支流、支沟和...的末端应测设水位封闭界桩。

5 水库淹没界桩布设密度应按... 7-1 的规定执行。

序号	界线名称	布设密度	
		永久桩	临时桩
1	平地和有丘陵地区内大片的农田耕地、经济作物、林区	间距 50m	间距 50m
2	城镇、居民点、企事业单位、名胜古迹	按各... 部按其... 形布设	每隔 50m 设 1 个桩，主要街道口处，应在建筑物上作明显标志
3	面积不大的山区耕地、稀疏的独立房屋、林地、荒地、草地	200~300m 设 1 个桩	每处不少于 2 个桩
4	崩岸、防护地区、浸没区、风景区	相邻界桩互相通视，每处不少于 2 个桩	每隔 50m 设 1 个桩

注：权属界线与淹没线交叉处应布设界桩。

6 工程建设区征地范围各转折点应埋设界桩；两相邻转

折桩之间不通视或距离超过 100m 时，应加密界桩。

7 水库库岸不稳定区警示界桩应设置在不稳定区周边，相邻桩位间宜通视。

8 界桩或标志应设置在各类界线通过的地面、建筑物基部、大树的下部。

9 永久界桩包括钢筋混凝土界桩、雕刻界桩、钢管界桩和水位标志牌四类。临时界桩可采用木桩，或在树干、岩石、墙壁上作标志。永久界桩和临时界桩应按附录 E 中 E.1 节的规定设置。

10 一般地段宜采用钢筋混凝土界桩或雕刻界桩，城市、集镇和重要的专业项目等敏感地段应增设水位标志牌。

11 界桩测设可采用 RTK 测量、全站仪极坐标测量、水准仪间视法测量或支距测量等方法。

12 各类界桩对邻近控制点的测量精度按表 11.1.7-2 的规定执行。

表 11.1.7-2 界桩测量精度

界桩类别	界桩测设的地区	平面位置中误差	高程中误差 (m)
I 类	城镇、居民地、工矿企业、名胜古迹、风景区、铁路、重要建筑物、公路和地面倾斜角小于 2° 的耕地	±0.2mm (图上)	±0.1
	枢纽工程建设区	±0.1m	±0.3
II 类	地面倾斜角为 2°~6° 的耕地和经济价值较大的地区，如森林保护区、种植场、养殖场等	±0.2mm (图上)	±0.2
III 类	地面倾斜角大于 6° 的耕地和其他具有一定经济价值的地区，如一般树林、竹林地、荒坡等	±0.2mm (图上)	±0.3

13 界桩埋设后应测定其平面位置和高程，并标绘在地形图上。水库淹没界桩的实测高程与设计高程的允许差值为 0.05m，

工程建设区征地界桩平面位置与设计位置的允许差值为 0.05m。

**11.1.8 土地权属界线调查测量应符合下列规定：**

**1 土地权属界线调查测量之前，应作好下列准备工作：**

- 1) 由项目建设单位向调查区域所在的县级人民政府主管部门提出申请，地方人民政府根据调查要求对土地权属界线调查工作做出安排。
- 2) 调查区域的工作底图，应利用满足本阶段设计要求的地形图或土地利用现状图或同等精度的航片、卫片等解译成果。
- 3) 各类土地权属界线调绘前，应通知所在县市土地主管部门和乡政府或村民委，以及涉及的土地所有权或土地使用权单位共同参与。

**2 土地权属界线经过明显地物、地貌边线或中心线的，并在地形图或影像图上可清晰判别的，在土地权属各方的共同确认下，可直接标绘在地形图上。**

**3 土地权属界线无明显特征的，在土地权属各方的共同确认下，通过实地测量确定权属界线。**

**4 当一条权属界线的双方行政主体对界线位置没有异议时，应签署土地权属界线认定书，否则签署土地权属争议原由书。当一块区域由几个单位共同拥有时，应在认定书中说明。现场指认各类土地权属界线的人员的姓名、年龄、职务、单位应在认定书中说明。**

**5 每幅图应标出县、乡（镇）、村组界线和名称，国有土地划分到所属单位，集体土地划分到村民委员会（村民小组）。**

**6 对于飞地应标注所属的行政区划，争议地标注争议各方行政区划，插花地标注插花各行政区划。**

**11.1.9 移民实物指标遥感解译应符合下列规定：**

**1 解译内容主要包括：城市集镇与农村土地、零星树木、房屋及附属建筑物、主要专项设施等。**

**2 移民实物指标遥感解译宜采用三维立体解译（人工目视**

解译)的方法。

3 可行性研究阶段移民实物指标遥感解译应满足 1:2000 地形图的精度。

4 移民实物指标遥感解译其他相关要求参照第 9 章的规定执行。

#### 11.1.10 土地利用现状图测量应符合下列规定:

1 可采用人工数字化测图、航空航天摄影测量。

2 充分利用已有相同比例尺地形图、大比例精度航片、卫片,但应在实地调绘土地权属界线,并核查地形、地类的准确性。

3 土地利用现状图图幅宜采用 50cm×50cm 正方形分幅,图幅的编号采取自上到下从左到右的顺序编号。对于已施测过地形图的地区,宜用原有分幅。

4 土地利用现状类别应按 GB/T 21010 的规定执行。

5 水库淹没区应测绘高程,包括测绘高程以上的全部面积。

6 集镇和居民点的房屋、围墙及其交叉口、广场地面、村庄居民点的独立的房屋、工程构筑物,应标记地面高程。

7 水库或坝塘、引水工程、地表输水工程、抽水站、水电站等水利水电工程设施主要特征点均应测定高程。

8 各种道路、桥涵、渡口或码头、便桥的路面应测定高程。

9 输电线路、通信线路、广播电视专业线路等,应注明光缆线或挂线条数和特征点高程。

10 耕地中同时种植两种以上农作物的间作地,以其中主要农作物为主进行标绘,其他地类按百分比注记在图斑上。

11 自然村和居民点占地范围,可测绘出村庄房屋外围边界构成的范围,以晕线绘出,并标出各居民点的最低和最高高程。

12 当地类界线与线状地物或权属界线重合时,可省略不绘,但面状地类界应移位 0.2mm 表示地类界线。

13 图幅中有大于 25°坡度的旱地，应用地类界将此区域图斑画出，并标注耕地级别。

14 所利用的基础地形图或航片、卫片资料地貌有变化时，应进行现场修测，修测技术要求除应满足第 6 章的要求外，还应符合本条第 4~13 款的要求。

11.1.11 测量控制点移测应符合下列规定：

1 按工程移民专业项目复建的原则和要求进行测量控制点移测，并在点位、精度、密度、关联性、安全性等方面全面恢复原有控制网点的整体功能。

2 应综合考虑控制点、控制网、控制路线以及工程应用的情况进行技术方案设计。

3 下列范围的基本控制点应进行移测：

- 1) 建设征地区域范围内。
- 2) 建设征地区域及影响区附近因工程建设运行其稳定性将受影响。
- 3) 原有测量控制点丧失部分功能。
- 4) 为满足移测精度或路网完整性需要增补。
- 5) 为服务工程建设运行增加。

4 控制点移测的精度及作业要求按第 4 章、第 5 章的规定执行。

11.1.12 移民安置区配套工程中的供水工程、道路工程和输电线路等测量工程，有关要求应按本标准相关章节的规定执行。

11.1.13 建设征地与移民工程测量项目应整理和提交下列资料：

- 1 技术设计书。
- 2 外业观测手簿。
- 3 平面、高程控制测量计算资料与成果表。
- 4 界桩成果表。
- 5 界桩委托保管书和权属认定书。
- 6 界桩展绘图。
- 7 平面控制网和高程控制网布置略图。

- 8 土地利用现状图及结合表。
- 9 技术总结报告。

## 11.2 堤防工程测量

11.2.1 堤防工程测量包括对各类新建、加固、扩建、改建的堤防工程所进行的测量工作。

11.2.2 堤防工程测量项目中的控制测量应符合下列规定：

1 平面、高程控制测量宜在流域基本控制测量或国家基本控制测量基础上加密布设。

2 控制测量应满足不同设计阶段地形测图或断面比例尺以及中心线测设精度的需要，平面控制测量等级不应低于五等，高程控制测量等级不应低于四等。

3 平面、高程控制测量的其他技术要求按第4章、第5章的规定执行。

11.2.3 堤防工程测量项目中的地形测量应符合下列规定：

1 规划阶段可利用堤防建设区现有的1:10000、1:25000或1:50000地形图进行图上选线。

2 根据设计阶段、工程性质及地形、地貌等因素，测图比例尺及测绘范围应符合表11.2.3的规定。

3 地形图基本等高距的选用应符合表3.0.5-2的规定。

4 地形测量可采用航空航天摄影测量、数字地形测量。采用航测方法测图，应符合第7章的相关规定；采用数字地形测量，应符合第6章的相关规定；水域测量，应符合第11.8节的相关规定。

11.2.4 中心线中桩测量应符合下列规定：

1 堤防中心线中桩间距不应大于表11.2.4-1的规定。

2 堤防中心线的起点桩、终点桩、圆曲线要素桩、交点桩均应测设，必要时宜埋设标石。

3 堤防中心线上，除应按表11.2.4-1的规定测设固定间距中桩外，还应在下列地点增设加桩：

表 11.2.3 地形图测绘比例尺及测绘范围

建筑物类别	工作阶段	比例尺	测绘范围	备注
堤防及护岸	规划	1:10000~1:50000	横向自堤中心线向两侧带状展开 100~300m, 当考虑筑堤料场时测量范围可适当向外延伸; 纵向应闭合至自然高地	砂基及双层地基背水侧测绘范围应适当扩宽, 应覆、压盖重点范围。如临水侧为侵蚀性滩岸, 应扩至深泓或侵蚀线外
	可行研究	1:2000~1:10000		
	初步设计	1:1000~1:2000		
	施工图设计	1:500~1:1000		
交叉建筑物	规划	1:5000~1:10000	建筑物进出口及两岸连接范围	初步设计阶段比例尺宜取下限
	可行研究	1:1000~1:5000		
	初步设计	1:500~1:1000		
	施工图设计	1:200~1:500		
注 1: 1:200 比例尺地形图可按 1:500 比例尺地形测图的精度要求测绘。 注 2: 城市地方堤防及护岸测绘可选 1:500 比例尺。				

表 11.2.4-1 堤防中心线中桩间距 单位: m

阶段	直 线			曲 线
	平原	丘陵、山地	平原	丘陵、山地
初步设计与施工图设计阶段	100	50	50	25
注: 可行性研究阶段中桩设置间距由项目任务书明确。				

- 1) 中心线与横断面的交点。
- 2) 中心线上地形有明显变化的地点。
- 3) 圆曲线桩。
- 4) 拟建的建筑物中心位置。
- 5) 中心线与河、渠、堤、沟的交点。
- 6) 中心线穿过已建闸、坝、桥、涵处。

- 7) 中心线与道路的交点。
- 8) 中心线上及其两侧或施工范围内的居民地、工矿企业建筑物处。
- 9) 开阔平地与山地或峡谷分界处。
- 10) 设计断面变化的过渡段两端。

4 中桩平面位置精度应符合表 11.2.4-2 的规定，高程测量精度应符合表 11.2.4-3 的规定。

表 11.2.4-2 中桩平面位置精度 单位：m

堤防等级	中桩位置中误差		桩位检测之差	
	平原、丘陵	山地	平原、丘陵	山地
一级、二级	$\leq 1.0$	$\leq \pm 1.0$	$\leq 1.0$	$\leq \pm 2.0$
三级及以下	$\leq 1.0$	$\leq \pm 1.0$	$\leq 1.0$	$\leq \pm 3.0$

表 11.2.4-3 中桩高程测量精度

堤防等级	中桩高程中误差	相邻两次测量之差 (mm)
一级、二级	$\leq \pm 30 \sqrt{L}$	$\leq 50$
三级及以下	$\leq \pm 40 \sqrt{L}$	$\leq 100$

注：L 为高程测量的距离，km。

5 堤防中心线平面位置测设可采用交会法、极坐标法、偏角法、支距法、自由设站法等。

6 采用极坐标法、RTK 法敷设中桩时，应满足下列要求：

- 1) 中桩坐标测量值与设计值的差值应小于中桩测量的桩位误差。
- 2) 可不设置交点桩而一次放样整桩与加桩，亦可只放样直、曲线上的控制桩，其余桩可用支距法测定。
- 3) 采用极坐标法时，测站转移后，应对前一测站所放样的桩位检测 1~2 点，桩位精度应满足表 11.2.4-2 的规定。采用支导线测定少量中桩时，支导线的边数不



应超过 3 条，并应与控制点闭合，其坐标闭合差应小于 10cm。

- 4) 采用单基站 RTK 方法时，求取转换参数采用的控制点应涵盖整个放线区段，采用的控制点不应少于 4 个，流动站至基准站的距离应小于 5km，并应利用另外一个控制点进行检查，检查点的观测坐标与理论值之差应小于桩位检测之差的 0.7 倍。放样桩点不宜外推。采用网络 RTK 方法时，应在其有效覆盖范围内作业。

7 采用偏角法、支距法、自由设站等方法测设堤线中桩，其实距离偏角测量闭合差应小于表 11.2.5 的规定。

表 11.2.5 距离、偏角测量闭合差

堤防等级	向				角度闭合差 (")
	平原	丘陵	平原	山区	
一级、二级	1/1000	1/1000	0.7	0.7	60
三级及以下					120

8 堤防中桩高程测量可采用水准测量、三角高程测量或 RTK 测量，并应在堤防中桩高程点上。除施测标顶或桩顶高程外，还应测地表高程。

9 采用水准观测中桩高程应符合第 5 章的相关规定。采用三角高程测定中桩高程时，每次距离应测一个测回 2 个读数，垂直角应观测一测回。采用 RTK 测定高程，与中桩平面位置测量要求相同。

10 沿线中遇有建筑物、管线、铁路等，应按规定测出其高程，两次测量之差应小于 2cm。

11.2.5 断面测量应符合下列规定：

- 1 纵、横断面测量比例尺可在 1:200~1:2000 间选用。
- 2 横断面测量应逐桩施测。横断面方向，直线段应与中心线垂直、圆曲线段应与其切线方向垂直。
- 3 堤防中心线与河流、沟渠、道路相交时，应测出其交角，

并按下列规定施测横断面：

1) 交角为  $85^{\circ} \sim 95^{\circ}$  时，可只沿中心线施测一条所交河、渠的横断面。

2) 交角小于  $85^{\circ}$  或大于  $95^{\circ}$  时，应通过河、渠中心点垂直于所交河、渠和沿中心线方向各测一条横断面。

4 横断面测量的宽度应满足堤防工程设计的需要，宜为中心线两侧各  $100 \sim 300\text{m}$ 。

5 横断面测量应反映地形、地物情况；平坦地区，最大点距不应大于  $30\text{m}$ 。

6 横断面中的距离、高差的读数取位至  $0.1\text{m}$ ，其检测互差的限差应符合表 11.2.5-1 的规定。

表 11.2.5-1 横断面检测互差限差

堤防等级	距离 (m)	高差 (m)
一级、二级	$D/100+0.1$	$h/100+D/200+0.1$
三级及以下	$D/50+0.1$	$h/50+D/100+0.1$

注：D 为测点至中桩的水平距离，m；h 为测点至中桩的高差，m。

7 横断面测量可选择采用 RTK 测量法、全站仪极坐标法、数字地面模型法等。采用数字地面模型获取横断面数据时，其航空摄影成图及数字地面模型建立，除应满足第 7 章的要求外，在像片控制测量时应应对植被茂密的地段适当加密像控点，在像片调绘时应加强对沿线陡坎、植被、建筑物等地物地貌的调查，并对地形复杂地段进行横断面抽查，抽查比例应大于  $5\%$ 。

8 横断面点以面向中心线前进方向或面向下游划分左、右，调制断面成果表。

9 纵、横断面制图比例尺应符合表 11.2.5-2 的规定。

10 调制中心线桩成果表，经检查无误后，按项目规定的制图比例尺绘制纵断面图。

11 绘制横断面图时，应符合下列要求：

1) 根据横断面的长度和比高，合理选择制图比例尺。

表 11.2.5-2 纵、横断面制图比例尺

图别	建筑物类别	比例尺	备注
纵断面图	堤防	竖向 1:100~1:200 横向 1:1000~1:10000	初步设计阶段比例尺宜取下限。 堤线长度超过 100km 时，横向比例尺可采用 1:25000~1:50000
横断面图	堤防及护岸	竖向 1:100~1:200 横向 1:100~1:1000	横断面宽度超过 500m 时，横向比例尺可采用 1:2000。老堤加固横向比例尺亦可采用 1:2000

- 2) 一张图上绘制多条横断面时，应按里程的先后顺序，由左至右，由上往下排列。
- 3) 同一列中各条断面的中心线桩，宜位于同一垂线上，中心线桩的位置应用醒目的粗线条标出，或用“▽”标示。
- 4) 制图时应预留套绘设计断面线的位置和注记中心线桩填、挖数值的位置。

11.2.6 堤防工程测量项目应整理和提交下列资料：

- 1 技术设计书。
- 2 控制测量资料。
- 3 堤防测量资料。
- 4 堤防纵、横断面图与堤防平面图。
- 5 技术总结报告。

### 11.3 岸线利用规划测量

11.3.1 岸线利用规划测量主要内容包括基本控制测量、岸线利用范围及水下地形测量、岸线利用现状调查、各功能区的利用现状统计。

11.3.2 平面、高程基本控制测量等级均不应低于四等，其技术要求应按第 4 章、第 5 章的规定执行。

11.3.3 根据规划功能的重要性及保护范围的大小，地形图比例

尺宜在 1:1000~1:5000 内选用,地形图测量应按第 6 章、第 7 章的要求执行。

**11.3.4** 岸线特征数据应实地调查采集,调查测量精度不应低于图根精度。

**11.3.5** 岸线利用规划专项测量及调查应符合下列规定:

- 1 现状河段堤防长度测量及现状调查应包括下列内容:
  - 1) 测量堤防长度和里程、测绘加固护坡的现状。
  - 2) 调查堤防所属单位、穿堤建筑物位置、堤防路面铺装材料及堤防的使用状况。
  - 3) 堤防起止点、应测量泥桩或大木桩。
- 2 现状河段岸线长度测量及现状调查应包括下列内容:
  - 1) 测量岸线控制线、岸线长度及起止点坐标测量。
  - 2) 调查岸线所属单位和治理状况、险工、崩岸段的长度及。
- 3 岸线现状地形测绘及调查应满足下列要求:
  - 1) 应反映岸线控制线、滩涂、根据需要进行统计出不同类别的面积。
  - 2) 应反映堤防里程、权属单位等信息。
  - 3) 应按堤防里程、范围,统计围垦用地类型,统计不同类型围垦面积。
  - 4) 应按堤防里程、行政地区县(市、区)分别调查岸线范围内人口状况。
- 4 进出支流及水利设施测绘与调查应包括下列内容:
  - 1) 测绘进出支流占用河段及岸线长度、支流的特征断面。
  - 2) 调查进出支流、堤防及其建筑物的现状。
  - 3) 闸、涵、坝等水工建筑物,应测量其顶、底高程和宽度等信息,并根据需要编制调查表。
- 5 非水利工程设施测绘及调查应包括下列内容:
  - 1) 桥梁、码头、避风港、管道、缆线等非水利工程设施,

应测绘其位置、占用河段及岸线的长度并量算占用面积；有明确保护管理范围的，还应测出其范围边界。

- 2) 架空管线应实测高度，桥梁应注明净高和净宽；管道、缆线的出地口与入地口应测注。
- 3) 设施的相关技术参数应现场采集，并根据工程建筑的特点编制调查表。
- 6 岸线功能区利用现状统计应包括下列内容：
  - 1) 将规划设计单位划定的岸线保护区、岸线保留区、岸线控制利用区和岸线开发利用区套合到地形图上进行编辑形成岸线功能区划图。
  - 2) 在岸线功能区划图上量测各功能区岸线控制线（临水控制线、外缘控制线）位置、占用河道长度、岸线宽度及各功能区面积，编制统计表。
  - 3) 根据岸线功能区范围、岸线范围内调查结果进行各功能区现状统计。

**11.3.6 岸线利用规划测量项目应整理下列资料：**

- 1 技术设计书。
- 2 控制测量成果。
- 3 地形图及宗地图、岸线功能区划图。
- 4 现状调查表（防洪调查表、岸线现状调查表、滩地现状调查表、支流调查表、水利及水电设施工程现状调查表、功能区土地利用现状表等）、岸线范围利用现状表。
- 5 技术总结报告。

## 11.4 输水线路测量

**11.4.1 输水线路测量应按规划或选线和设计或定线两个阶段进行。**

**11.4.2 控制测量应符合下列规定：**

- 1 平面控制和高程控制宜在国家基本控制基础上布设。
- 2 根据工程规模大小，控制测量可分为基本控制测量与加

密控制测量两个层次。控制测量等级及精度要求应符合表 11.4.2-1 的规定。

表 11.4.2-1 控制测量基本规定

控制层次	平面控制测量		高程控制测量	
	最弱相邻点边长相对中误差限值	测量等级	每千米高差中数偶然中误差限值	测量等级
基本控制测量	1/40000	不低于四等	±3mm	不低于三等
加密控制测量	1/20000	不低于五等	±5mm	不低于四等

3 为便于恢复已测量过的路线和施工放样的需要，应在路线上及其附近埋设一定数量的标石，标石规格可按附录 A 的相关规定进行。

4 平面和高程控制的埋石点宜共用，并利用路线的转折点和公里桩。埋石点的间距可在表 11.4.2-2 中选择。线路上未埋石的转折点应埋设大木桩。

表 11.4.2-2 平高控制埋石点的间距

阶段		平面控制点	高程控制点
规划阶段		每隔 3~5km 范围埋设 2 座标石	连测平面控制点的高程点
设计阶段	线路附近	每隔 5km 范围埋设 3 座标石	每隔 1~3km 埋设 1 座标石
	主要建筑物处	每处埋设 2 座标石	每处埋设 1 座标石

5 平面控制宜采用 GNSS 测量方式，也可采用其他测量方式。测量技术要求应符合第 4 章的有关规定。

6 高程控制宜采用水准测量方式，四等也可采用光电测距三角高程测量。测量技术要求应符合第 5 章的有关规定。

#### 11.4.3 地形测量应符合下列规定：

1 规划阶段应测绘 1:2000~1:10000 比例尺的带状地形图；设计阶段应测绘 1:1000 或 1:2000 比例尺的带状地形图，建筑物区施测 1:500 或 1:1000 比例尺地形图。

2 地形图基本等高距的选用应符合表 3.0.5-2 的规定。

3 地形测量可采用数字地形测量、航空航天摄影测量方法成图。采用数字地形测量时应符合第 6 章的相关规定；采用航空航天摄影测量方法测图，应符合第 7 章的相关规定。

#### 11.4.4 选线、定线测量应符合下列规定：

1 外业选线在实地用木桩标定路线的转折点和水闸、涵洞等路线建筑物的中心位置。

2 设计阶段，在测设圆曲线时应测定曲线的起点、中点、终点，在施工区外应适当设置高程控制点。

3 输水线路的中心导线点、中心线桩及横断面点的测量精度，应符合表 11.4.4 的规定。

表 11.4.4 中心导线点、中心线桩及横断面点的测量精度

单位：m

点的类别	中心导线点或中心线桩		横断面点	
	平地、丘陵地	山地、高山地	平地、丘陵地	山地、高山地
对邻近基本平面控制点的点位中误差	2.0	2.0	--	--
对中心线桩平面位置中误差	--	--	1.5	2.0
对邻近基本高程控制点的高程中误差	0.1		0.3	

注：仅考虑规划阶段的需要时，高程测量精度可放宽 0.5 倍。

4 选线、定线测量宜采用 RTK 测量或中心导线测量方法。

#### 11.4.5 中心导线测量应按下列规定执行：

1 中心导线点的点位中误差和高程中误差执行表 11.4.4 的规定。中心导线的起闭点相对于邻近基本或加密平面控制点的点位允许中误差为 1m，相对于邻近基本或加密高程控制点的高程允许中误差为 0.05m。

2 中心导线点的平面位置和高程以及纵断面里程的施测可

一次完成。附合于两高级点间的中心导线和高程路线的长度均不应超过表 11.4.5 的规定。

表 11.4.5 中心导线和高程路线的长度 单位: km

附合中心导线	高程路线	
	四等	五等
50 (或 50 个转折角)	80	30

3 中心导线点除施测标顶或桩顶高程外, 还应施测地表高程或量测桩高。

4 输水线路上, 在地面沿置五十米、一百米桩、公里桩以外, 还应在 11.2.4 条规定的加桩处增设加桩。加桩应一律按里程编号, 各点均应测出里程、桩顶和桩高。

5 圆曲线上, 除用 RTK 测设外, 还可用长弦偏角法、切线支距法、极坐标法和弦线偏距法测设。圆曲线测设应符合下列要求:

- 1) 沿圆曲线桩测量的线路距离与理论计算距离比较, 其不符值不应大于曲线长度的 1/100。
- 2) 测设曲线的地面桩除加桩外, 还应按下列规定设置。

11.4.6 纵、横断面测量应符合下列规定:

1 输水线路纵断面点和横断面点间距应按表 11.4.6-1 确定。

表 11.4.6-1 输水线路纵、横断面测量间距表 单位: m

阶段	横断面间距		纵断面点间距	
	平地	丘陵地、山地	平地	丘陵地、山地
规划	200~1000	100~500	基本点距同横断面间距, 特殊部位应加测点	
设计	100~200	50~100		

2 横断面间距除满足表 11.4.6-1 的规定外, 还应在 11.4.5 条 4 款的加桩处加测横断面。

3 输水线路的中心线与河流、沟渠、道路相交时, 按



11.2.5 条 3 款的要求执行。

4 横断面点的密度，应以能充分反映地形变化为原则。在平坦地区，最大点距不应大于 30m。地形变换转折点均应实测。

5 横断面点的距离以中心线桩为零点起算，面向中心线前进方向划分左、右，调制横断面成果表。

6 纵、横断面图的制图比例尺可在表 11.4.6-2 和表 11.4.6-3 中选定。

表 11.4.6-2 纵断面图制图比例尺

阶段	纵断面图制图比例尺	
	水平比例尺	垂直比例尺
规划	1:10000~1:25000	丘陵地、山地 1:100~1:500
设计	1:5000~1:25000	1:100~1:500

横断面长度 (m)	横断面图制图比例尺	
	水平比例尺	垂直比例尺
<100	1:500	丘陵地、山地 1:100~1:200
100~200	1:500~1:1000	1:50~1:100
200~500	1:1000~1:2000	1:50~1:200
>500	<1:2000	1:100~1:500

7 纵、横断面图绘制，应符合 11.2.5 条 10 款、11 款的规定。

8 路线平面图可利用已有地形图作底图，将路线的起点、终点、转折点、曲线的起点、曲线的终点、公里桩和沿线的补测地物，逐一标绘在底图上。在转折点附近，应注明圆曲线的转折角  $I$ 、曲线半径  $R$ 、曲线长度  $L$ 、切线长度  $T$ 。

11.4.7 征地与移民测量按 11.1 节的规定执行。

**11.4.8** 输水线路测量项目应整理和提交下列资料：

- 1 技术设计书。
- 2 控制测量资料。
- 3 线路测量资料。
- 4 路线纵、横断面图与路线平面图。
- 5 技术总结报告。

## **11.5 输电线路测量**

**11.5.1** 本节适用于水利水电工程施工阶段电网变电站或电源电站至施工区之间的输电线路测量；其工作内容主要是线路选线与定线，包括线路控制测量、带状地形图测绘、断面测量、杆（塔）位测绘、线路交叉跨越测量等。

**11.5.2** 输电线路测量应符合下列一般规定：

- 1 线路控制测量的平面坐标与高程系统，按 3.0.1~3.0.4 条的规定选用。
- 2 线路的测图比例尺可按下列要求选用：
  - 1) 工点地形图的比例尺为 1:200 或 1:500。1:200 比例尺地形图可按 1:500 比例尺地形测图的精度要求测绘。
  - 2) 架空送电线路通过市区的协议区或规划区时，应根据当地规划部门的要求，施测 1:1000~1:2000 比例尺的带状地形图。
  - 3) 当架空送电线路应施测横断面图时，比例尺宜选用 1:200 或 1:500。
- 3 当线路与已有的道路、管道、送电线路等交叉时，应根据需要测量交叉角、交叉点的平面位置和高程及净空高或负高。
- 4 纵断面图中平面图栏内的地物，可根据需要实测位置、高程及必要的高度。
- 5 线路的坐标和高程联测应按下列要求执行：
  - 1) 线路接近或经过规划区、工矿区、军事设施区、收发

信号台及文物保护区等地段时，应根据需要进行平面坐标联测，其精度为图上 0.6mm。

2) 线路通过河流、湖泊、水库、河网、水淹区域，通过规划或正在施工的铁路、公路、架空管道等建筑物时，可根据需要按图根等级联测高程。

6 线路的起点、终点、转角点均应埋设固定桩。

7 线路施工前，应对其定测线路进行检测，满足要求后方可放样施工。

#### 11.5.3 输电线路选线应符合下列规定：

1 收集沿线供室内选择路径的 1:10000~1:50000 地形图及航片、卫片等资料，平面和高程控制点资料，以及规划区、拥挤地段、地形复杂区域、大跨越等特殊地段的大比例尺地形图。

2 协助设计人员将室内选择路径方案进行现场踏勘比较。对影响路径方案成立的有关协议区、拥挤地段、大跨越、重要交叉跨越及地形、地质、水文、气象条件复杂的地段应重点踏勘，必要时用仪器测定。

3 根据批准的路径方案，配合设计实地选定。当线路通过城镇、协议区和相关地物比较密集的地段，以及线路采用的坐标、高程系统与当地坐标、高程系统不一致时，应进行坐标、高程系统联测并取得转换关系式和进行相关地物、地貌测量。

#### 11.5.4 控制测量应符合下列规定：

1 平面和高程控制点的精度指标，宜按图根点精度测量，也可根据设计需要确定。

2 线路的平面控制测量宜采用 GNSS 测量或导线测量，并靠近线路贯通布设。高程控制测量宜采用水准测量或光电测距三角高程测量，并靠近线路布设。

3 平面和高程控制点的点位，可根据需要埋设标石。

#### 11.5.5 定线测量应按下列规定执行：

1 定线方式可采用直接定线或间接定线。直接定线可采用 RTK 法、正倒镜分中法；间接定线可采用矩形法、等腰三角形

法。方向偏离直线应在  $180^\circ \pm 1'$  以内。

2 定线测量的主要技术要求，应符合表 11.5.5 的规定。

表 11.5.5 定线测量的主要技术要求

定线方式	仪器精度等级	仪器对中误差	水平气泡偏移	正倒镜定点差	距离相对误差
直接定线	6"级	$\leq 3\text{mm}$	$\leq 1$ 格	每 100m, $\leq 60\text{mm}$	1/5000
间接定线	6"级	$\leq 3\text{mm}$	$\leq 1$ 格	每 10m, $\leq 3\text{mm}$	1/2000

注：采用 RTK 定线不应低于测站点精度。

3 转角桩水平角测量可采用 2" 或 6" 仪器观测一测回，其 2C 互差限差为 60"。

4 定线桩之间的距离测量的允许误差，同向观测不为 1/200，对向观测为 1/300。大跨越档距宜采用光电测距，测距允许相对误差为 1/档距，档距单位为 m。

5 定线桩间对向观测的高差允许误差为  $\pm 0.05S$ ，其中 S 为定线桩间的距离，单位为 100m；大跨越档距高差测量，宜采用光电测距图根三角高程。

#### 11.5.6 平面及断面测量应符合下列规定：

1 根据设计需要，搜集或测定线路起止点和变电站相对位置的平面图。

2 线路中心线两侧各 50m 范围内有影响的建（构）筑物、道路、管线、河流、库塘、沟渠、梯田、地下电缆，均应实测其平面位置。

3 线路通过森林、果园、苗圃、农作物及经济作物区，应实测其边界，注明作物名称、树种及高度。

4 纵断面测量可采用 RTK 法或极坐标法、光电测距法。

5 断面点的间距不宜大于 50m，地形变化处应适当增加测点；独立山头不应少于 3 个断面点。

6 在输电电线的对地距离可能有危险影响的地段，宜加密断面点。

7 在线路经过山谷、深沟等不影响输电电线对地距离安全之处，纵断面线可中断。

8 输电电线排列较宽的线路，当边线的地面高出实测中心线地面 0.5m 时，应施测边线纵断面。

9 纵断面图中平面图栏内的地物测量，除按 11.5.2 条 4 款的规定执行外，还应测量线路走廊内的植被。

#### 11.5.7 杆（塔）位测绘应符合下列要求：

1 杆（塔）位桩宜用邻近的控制点进行定位，其测量精度应满足 11.5.5 条 1 款、4 款、5 款的要求。

2 在杆（塔）定位过程中，还应进行下列测量：

- 1) 有危险影响的中心线、边线点。
- 2) 有危险影响的被交叉跨越物的位置和高程。
- 3) 当输电线路跨越或接近山坡、陡坡、高大建（构）筑物时，应按设计需要施测风偏危险点或风偏危险点。
- 4) 线路直线偏离度和转角。
- 5) 当设计需要时，应施测杆（塔）基平面图和地形图。

3 杆（塔）施工前，应对杆（塔）位桩直线桩进行复测，并满足下列要求：

- 1) 桩间距允许相对误差为 1/1000。
- 2) 复测高差成果允许误差为 ±5mm。
- 3) 直线偏离度、线路转角的复测结果与原成果的允许较差为 1'30"。

4 10kV 以下架空输电线路测量，其主要技术要求可适当放宽；500kV 及以上等级的架空输电线路测量，宜采用摄影测量和 GNSS 测量方法。

#### 11.5.8 交叉跨越测量应符合下列规定：

1 线路交叉跨越通信线时，应测量中线交叉点的上线高，注明交叉角、两侧杆号、杆型及材料。中线或边线跨越电杆时，应施测杆顶高程。当左、右杆不等高时，还应测量有影响侧边线和风偏点线高。

2 线路与电力线交叉跨越或穿过时，应测定中线交叉点最高或最低线的线高，注明交叉角、杆塔型及电压等级。中线或边线跨越杆塔顶部时，应施测杆塔顶部高程。当左、右杆塔不等高时，还应测量有影响侧边线交叉点最高或最低线的线高及风偏点线高。

3 线路跨越铁路和公路时，应测定交叉点的轨顶及路面高程、道路走向、里程，当跨越电气化铁路时，还应测定交叉点线高及交叉角。

4 线路跨越或接近房屋时，应测定交叉点屋顶高或测量接近房屋的距离和屋顶高。

5 线路交叉跨越河流、水库和水淹没区时，应根据设计需要测定洪水位及水位高程。

6 线路交叉跨越索道、特殊管道、渡槽时，应测量中线交叉点顶部高程，注记跨越物的名称及材料。

**11.5.9 输电线路测量项目应整理和提交下列资料：**

1 初步设计阶段应整理和提交下列资料：

- 1) 路径方案图。
- 2) 重要交叉跨越平断面分图。
- 3) 变电站进出线平面图。
- 4) 拥挤地段平面图。
- 5) 输电线危险影响相对位置图。
- 6) 技术总结报告。

2 施工图设计阶段应整理和提交下列资料：

- 1) 线路路径图。
- 2) 线路平断面图。
- 3) 重要交叉跨越平断面分图。
- 4) 变电站进出线平面图。
- 5) 拥挤地段平面图。
- 6) 输电线危险影响相对位置图。
- 7) 塔基断面图。

- 8) 直线桩间距离和高程成果。
- 9) 技术总结报告。

## 11.6 道路测量

**11.6.1** 本节适用于水利水电工程建设专用公路和铁路的测量。道路测量应按初测和定测两阶段进行。

**11.6.2** 初测阶段应进行路线控制测量、带状或区域地形图测绘、定线放样，并应符合下列规定：

1 控制测量应按下列要求执行：

- 1) 道路测量控制网宜统一布设，在大型或复杂交叉处、桥梁两岸、隧洞进出口应各布设 2 个以上平面控制点及 2~3 个高程控制点，小于 100m 的桥梁可只在一岸设置 1 个高程控制点。
- 2) 平面与高程控制测量各等级技术要求按第 4 章、第 5 章的规定执行。

2 地形图测绘应按下列要求执行：

- 1) 地形图测绘范围应根据公路等级、地形条件及设计需要综合确定。二级及以上等级公路中线两侧不宜小于 300m。采用现场定线法时，每侧不宜小于 150m。高速公路和一级公路采用分离式路基时，地形图应覆盖中间带；当两条路线相距很远或中间带为大河、高山时，中间带的地形图可不测绘。测图比例尺为 1 : 1000~1 : 5000。
- 2) 桥位地形图测绘范围：上游为桥长的 2~3 倍，下游为桥长的 1~2 倍，沿桥轴线方向应测至两岸历史最高洪水位或设计水位以上 2m 或洪水泛线以外 50m。桥位地形图比例尺宜为 1 : 500。
- 3) 隧道地形图测绘范围：横向为中线两侧各 200m，当辅助工程需要或地质情况复杂时，可适当加宽；纵向为估计挖方零点以外不小于 200m，分离式隧道应测至整

体式路基汇合点以外 100m。测图比例尺宜为 1:2000，洞口地形图比例尺宜为 1:500。

- 4) 对地质条件特别复杂、防护工程规模较大的工点以及重要的设施场地，应测绘 1:500~1:2000 地形图。
  - 5) 互通式立交地形图测绘范围应满足互通式立交布置的需要。测图比例尺宜采用 1:2000，有特殊需要时可采用 1:500；地形简单、地物较少、互通立交区范围较大时，也可采用 1:5000 比例尺。
  - 6) 大型自采料场应测绘 1:1000 或 1:5000 地形图。
- 3 路线测量应符合下列规定：
- 1) 二级及以上等级公路应在地形测量之后进行图上定线；三级及以下等级公路可在实地定线。
  - 2) 图上定线纵横断面应在图上标定，高程要求较严格的路基和地点、高填深挖地段、大桥、桥梁、隧道、立体交叉等工程应实地放样测量。
  - 3) 现场定线可采用直接定交点或长直线定设转点（或交点的中点和端点）标示。当交点或转点作为测量控制点使用时应进行加固，并按五等平面控制测量的精度测定选定的控制点间的角度和长度。
  - 4) 路线实地放样可采用三角网法、坐标法、自由设站法、支距法和偏角法等方法。
  - 5) 采用自由设站法、支距法和偏角法放样路线时，应符合表 11.6.2 的规定。

表 11.6.2 中线放样闭合差

项 目	高速、一级和二级公路	三级及以下公路
角度闭合差 (")	$30\sqrt{n}$	$60\sqrt{n}$
长度相对闭合差	1/2000	1/1000
注：n 为折角数。		

6) 定线放样桩的密度应满足勘测和调查的需要。放样桩



位置、中桩高程及横断面测量精度要求按定测阶段中线测设的要求执行。

- 7) 大、中桥位应实地放样桥轴线和引道，并进行纵、横断面测量。
- 8) 隧道定线时，应实地放样出隧道洞口附近的中线，并现场核查和测绘洞口纵、横断面。
- 9) 小桥、漫水桥以及复杂涵洞、改沟工程、人工排灌渠测量，宜实地放桩并测定其高程与断面。
- 10) 互通式立体交叉、分离式立交交叉、复杂的平面交叉应实地放样，并根据需要进行高程和断面测量。
- 11) 公路与铁路交叉，应测定铁路平面高程及交叉角度；公路与公路交叉，应测定交叉位置、长度、交叉角度、悬空高度或埋置深度、埋置深度以及受影响的长

**11.6.3** 定测阶段应包括路线控制测量、桥位控制测量、地形图修测与补测、中线测量、横断面测量，并应符合下列规定：

- 1) 控制测量应符合下列要求：
  - 1) 对初步设计阶段布设的路线平面、高程控制测量进行检查复核，当复核结果与设计方案不符而不能满足要求时应进行补测；当检测成果与初步设计成果较差超限时，应对整个控制网进行复测或重测。
  - 2) 当路线控制测量的精度、控制点分布及标志规格不能满足桥梁、隧道建设需要时，应布设桥梁和隧道控制网，其坐标系统宜与路线控制测量一致；当路线坐标系的长度投影变形对桥梁和隧洞控制测量的精度产生影响时，应采用独立坐标系。在桥轴线方向上，每岸设置2个及以上桥位控制桩；隧道洞口附近应设置2个以上相互通视的控制点。特大型桥梁控制点宜采用具有强制对中装置的观测墩。桥梁控制网测量的主要

技术指标应按表 11.6.3-1 的规定执行。隧道控制网的精度按隧道贯通长度确定。

表 11.6.3-1 桥梁控制网主要技术指标

道路等级	桥轴线相对中误差	平面等级	高程等级
高速公路、一级公路	1/40000	四等	四等
二级及以下公路	1/20000	五等	五等
注：特大型桥梁控制网测量应作专项设计。			

2 中线测设应符合下列规定：

1) 路线中桩间距不应大于表 11.6.3-2 的规定。起终点桩、曲线要素桩均应准确测设。

表 11.6.3-2 中桩间距规定 单位：m

直 线		曲 线			
平原、丘陵	山地	不设超高的曲线	$R > 60$	$30 < R < 60$	$R < 30$
50	25	25	20	10	5
注：R 为曲线半径，m。					

- 2) 在特殊地点应设加桩，加桩的位置和数量应满足路线、构筑物、沿线设施等勘测调查的需要。
- 3) 断链桩宜设于直线段，不宜设在桥梁、隧道、立交等构造物范围内。断链桩处应标明换算里程及增减长度。
- 4) 中桩桩位精度应符合表 11.6.3-3 的规定。

表 11.6.3-3 中桩桩位平面精度指标 单位：mm

公路等级	中桩位置中误差		桩位检测之差	
	平原、丘陵区	山区	平原、丘陵区	山区
高速公路、一级和二级公路	$\leq \pm 50$	$\leq \pm 100$	$\leq 100$	$\leq 200$
三级及以下公路	$\leq \pm 100$	$\leq \pm 150$	$\leq 200$	$\leq 300$

5) 采用 RTK 法和极坐标法测设中线时，可按第 4 章中

五等平面控制测量要求执行。

- 6) 采用自由设站法、偏角法、支距法等方法测定路线中桩，其闭合差应小于表 11.6.3-4 的规定。

表 11.6.3-4 距离偏角测量闭合差

公路等级	纵向相对闭合差		横向闭合差 (mm)		角度闭合差 (")
	平原、丘陵区	山地	平原、丘陵区	山地	
高速公路、一级和二级公路	1/2000	1/1000	100	100	60
三级及以下公路	1/1000	1/500	100	150	120

3 中桩高程测量应符合下列规定：

- 1) 高程测量应起闭于路线高程控制点，高程应测至地表，读数取位至毫米，其测量精度指标应符合表 11.6.3-5 的规定。

表 11.6.3-5 中桩高程测量精度

公路等级	闭合差	两次测量之差 (mm)
高速公路、一级和二级公路	$\leq 30\sqrt{L}$	$\leq 50$
三级及以下公路	$\leq 50\sqrt{L}$	$\leq 100$

注：L 为高程测量的路线长度，km。

- 2) 沿线需要特殊控制的建筑物、管线、铁路轨顶等，应按规定测出其高程，两次测量之差应小于 20mm。

4 横断面测量应符合下列规定：

- 1) 横断面测量的宽度应满足路基及排水设计、附属物设置等需要。

- 2) 横断面测量应逐桩施测，其方向应与路线中线切线垂直。横断面中的距离、高差的读数取位至 0.1m，检测互差应符合表 11.6.3-6 的规定。

5 地形图测绘应符合下列规定：

- 1) 定测时应对地形图进行现场核对。地形、地物发生变化的路段应予修测；地形图范围不能满足设计要求时，应进行补测；现场变化较大时应予重测。

表 11.6.3-6 横断面检测互差限差

路 线	距 离	高 差
高速公路、一级和二级公路	$S/100+0.1$	$h/100+S/200+0.1$
三级及以下公路	$S/50+0.1$	$h/50+S/100+0.1$

注：S 为测点至中桩的水平距离，m；h 为测点至中桩的高差，m。

- 2) 修测或补测地形图的要求应符合第 6 章的规定。

#### 11.6.4 道路测量项目的整理和提交资料

- 1 技术设计书。
- 2 控制测量资料。
- 3 断面测量资料。
- 4 纵、横断面图。
- 5 技术总结报告。

#### 11.7.1 地质勘察测量（含物探测量）应进行下列工作：

- 1 将包括主要物探点在内的地质勘察点的图上设计位置实地放样。
- 2 测量已施工的钻孔、竖井、平洞、探槽、探坑、地质点和物探点的坐标和高程。
- 3 将已连测的地质勘察点，展绘在较大比例尺地形图上，编制地质勘察点分布图。
- 4 分析整理测量成果。

#### 11.7.2 各类地质勘察点的连测精度应符合表 11.7.2 的规定。

#### 11.7.3 地质测绘、使用底图、放样连测三者的比例尺应符合下列规定：

- 1 进行 1:1000~1:10000 比例尺地质测绘时，可用相同

比例尺地形图作底图，按相同比例尺地形图的精度进行放样与连测。

2 进行 1:500 比例尺地质测绘时，可用 1:1000 比例尺地形图放大 1 倍作底图，按 1:1000 比例尺地形图的精度进行放样与连测。

3 在同一地区内进行两种不同比例尺地质测绘时，可按其中较大比例尺测绘精度进行各类地质勘察点连测。

11.7.4 地质勘察工作如在摄影测量之前进行时，可先在地质勘察点上竖立明显标志，然后摄影。也可利用已有航摄像片，在野外调绘时将地质勘察点标绘在像片上。编绘成图时，在地形图上测绘出地质勘察点。必要时，可用摄影测量方法在像片上量测出地质勘察点的平面和高程。

11.7.5 钻孔、竖井、平洞等重要物标放样前，应根据其坐标，计算出至已知控制点的方位角和距离等放样参数。

11.7.6 地质勘察点高程测定应符合下列规定：

1 I、II 类点的高程用图根水准测量测定。有困难时，亦可用交会法测定。高程中误差测定应小于 1 个方向交会或两次 GNSS 测量的精度，不应大于 1/1000。

2 III 类点的高程按地形测图普通水准测量的方法用两个测站测定。

11.7.7 各类地质勘察点坐标、高程测定应符合表 11.7.7 的规定。

11.7.8 地质勘察测量时，如测区内尚无控制网或原有控制点密度不能满足需要时，应按第 4 章、第 5 章中的规定布设基本控制。

11.7.9 平洞、竖井附近，应有不少于 2 个以上互相通视的固定图根点和 1 个以上的五等高程点。

11.7.10 钻孔的放样应符合下列规定：

- 1 钻孔应按图上的设计孔位或地质人员的要求放样。
- 2 地面钻孔以孔口中心为放样目标，水上钻孔以钻机立轴

表 11.7.2 地质勘察点的连测精度表

地质勘察点类别	内 容 说 明	对邻近图根点的点位中误差 (图上 mm)		对邻近基本高程控制点的高程中误差 (m)	
		平地 丘陵地	山地 高山地	平地 丘陵地	山地 高山地
I	1. 水工建筑物地区的钻孔; 2. 竖井、平洞起点	±0.3		±0.06	
II	1. 用于测绘地下水等水位线的钻孔、水井、泉眼和江河水位点; 2. 用于地下水动态观测的钻孔	±0.75	±1.0	±0.06	
III	1. 坑、槽点和地质点; 2. 物探点; 3. 剖面点; 4. 料场和一般地区的钻孔	±0.75	±1.0	对邻近测站点的高程中误差 (m) ± $\frac{1}{3}h$	

注 1:  $h$  为基本等高距, m。

注 2: 个别地质勘察点需要改变上述连测精度时, 应在任务书中明确。

注 3: 钻孔或其他地质勘察点的放样误差, 可按表中规定放宽 1 倍, 水上钻孔的放样误差可放宽 1~2 倍。

注 4: 剖面图的水平比例尺大于 1:1000 时, 仍按 1:1000 比例尺的精度施测。

注 5: 相向贯通平洞的放样精度应在任务书中规定。

或钻塔顶尖为放样目标。

3 钻孔放样后，应在机台范围外设置孔位指示桩，并在测量手簿上绘出略图，加注指示桩至钻孔的距离和方位角。

表 11.7.7 地质勘察点坐标、高程取位 单位：m

地质勘测点类别	地质勘察点的具体内容	坐标		高程	
		测量与计算	最后结果	测量与计算	最后结果
I	水工建筑物地区的钻孔； 竖井、平洞起点	0.001	0.01	0.001	0.01
II	用于测绘地下水等水位线的钻孔、 水井、泉眼和江河水位点； 用于地下水动态观测的钻孔	0.01	0.1	0.01	0.01
III	坑槽点； 地质点； 物探点； 剖面点； 料场和一般地区的钻孔	0.01	0.1	0.01	0.01

11.7.11 钻孔的连测应符合下列规定：

1 地面钻孔，应测定地面上实际孔口中心位置的坐标及其地面高程和管口高程。

2 水上钻孔，应测定管口中心位置的坐标、高程和孔口处的河底高程。

3 用于观测地下水动态的钻孔或水井附近，应埋设五等水准标石。

11.7.12 井、洞测量应进行竖井、单向平洞和单向竖井平洞的测量，并按下列要求执行：

1 井、洞的放样与连测，应符合下列规定：

1) 竖井的井口放样应在实地标出其几何中心。连测时，对于较大的非圆形竖井，应测井口一条长对角线或其长边两端的平面位置与高程；对于较小的非圆形竖井，

可只测出井口一个角的平面位置与高程。手簿中应注明井口各边的长度和连测位置。对于圆形竖井则可连测井口直径两端的位置与高程。

- 2) 单向平洞洞口放样应在实地标出洞口底部中心位置、高程与掘进方向线。连测时，应测出洞口底部中心位置、高程，并量出洞高、洞宽、洞长及洞轴线方位角。
- 3) 单向竖井平洞的井口放样应在实地标出井口几何中心，应使井口的一条长对角线与地平面洞的方向线一致。竖井内相邻两井筒应测绘竖井中线位置，并每隔5~10m测度标出相应高程。竖井挖至平洞底板高程时，应测出平洞方向线，并沿洞壁由地面传递到洞内。地下平洞中线应将其在洞顶或洞底投影于洞顶，并将该投影点的标志布设在能长期保存之处；还应将腰线、腰线点的标志布设在能长期保存之处为宜。连测时，除测井口位置和高程外，还应测出地下平洞的折点、变点的位置和高程，并量取平洞的宽度、高度等数据。
- 4) 在手簿和测量表上，应绘出竖井平洞的平面图和剖面图，加注施测日期、测程以及图中各几何图形中的有关尺寸。

2 地面的平面控制点与平洞内的平面控制点，应通过竖井投点进行连接。投点可采用重锤投点法或激光投点仪进行。

**11.7.13 井、洞连接测量**应测定地面控制点与井、洞内控制点平面坐标和高程之间的联系，并应符合下列规定：

1 地面平面控制点与洞内平面控制点的连接，可采用连接三角形法或连接方向线法。

2 单向竖井平洞的洞内定向，可用一次测量中误差小于±60"的陀螺经纬仪按逆转点法或中天法进行。

3 进行定向和连接测量时，仪器及觇标应对中，允许偏心



差为 1mm。地面及地下观测时，仪器均应直接照准悬锤线，并在其静止稳定时进行。

4 投点、定向和连接测量应独立进行两次，应由不同人员采用不同方法、不同图形、不同路线分别进行；两次所测洞内导线第一条边的方位角允许较差为 5'。

5 地面高程通过竖井传递到洞内时，可选用下列传递方法：

- 1) 用长钢尺一次直接导入高程。
- 2) 用短钢尺分段连续导入高程。
- 3) 用长钢丝一次直接导入高程。
- 4) 用光电测距仪导入高程。

6 地下平洞定向时，可采用全站仪或经纬仪导向。当平洞较长时，宜采用激光导向仪或激光经纬仪进行导向。

#### 11.7.14 坑、槽、探槽测量应符合下列规定：

1 试坑应测定一条对角线或较长边两端点的地表高程和平面位置，并在记录簿中给出其平面位置及边长。

2 探槽应沿一侧测定其端点、折角的平面位置与地表、槽底高程，并在记录簿中给出其平面位置及宽度。

3 在图件中应绘出较大的坑、槽，并用用地类界符号绘出其边界，并加注名称。

11.7.15 地质点测量应符合下列规定：地质点应测绘于地形图上，并符合下列规定：

1 不大于 1:10000 比例尺地质填图，普通的地质点可目测、罗盘交会法或手持型 GNSS 仪器测绘于图上，对于精度要求较高的地质点，宜使用仪器测量。

2 1:1000~1:5000 比例尺地质填图，宜使用仪器测量。

3 地质点测量可用 RTK 测量法、全站仪极坐标法等。

11.7.16 物探点连测应按表 11.7.16 的规定进行。

11.7.17 主要物探测线和主要测点，应按设计位置实地放样，并用木桩标识。物探人员现场作业后，还应进行连测。

11.7.18 剖面测量的精度和制图比例尺应符合下列规定：

1 水工建筑物地区的地质剖面或物探剖面测量比例尺可采用 1:1000 或 1:2000。其他地区的剖面测量比例尺按项目要求执行。

表 11.7.16 物探点连测和应提出成果

物探项目	应连测物探点名称	应提出的成果
电法勘探	电测深点、剖面端点及转折点、地面坡度转折点、基点充电点、主要异常点	坐标和高程
地震勘探	低速带电中心点、剖面端点和转折点、炮点激发点	坐标和高程
微重力勘探	测点	高程
放射性勘探	测点	高程
水声勘探	两岸断面端点	坐标、高程和距离
弹性波测试	激震点	坐标和高程

2 地质剖面或物探剖面的水平与垂直制图比例尺可根据剖面的长短、比高的大小而定。同一条剖面不宜绘在两张图纸上。

11.7.19 剖面位置与埋石应符合下列规定：

1 应先在地形图上标出待测剖面线位置，然后由地质或物探、测量人员共同在现场标定端点、折点和剖面交点。

2 水工建筑物地区的重要剖面的端点、折点，应埋设固定标石。标石规格可按图根点埋石要求执行。

11.7.20 剖面基点与转站点应符合下列规定：

1 平面基点的点位允许中误差，为剖面实际精度水平比例尺图上 0.2mm；高程基点的高程允许中误差为 1/10 基本等高距。

2 平面基点和高程基点，宜为同一点并设在剖面的端点上。

3 转站点的平面位置允许中误差为剖面实际精度水平比例尺图上 0.3mm，高程允许中误差为 1/6 基本等高距。折线剖面的转折点，应按转站点的精度测定。

4 一条剖面上至少设置 1 个基点；剖面长度大于 1000m 时，宜在两端各设置 1 个基点。

5 转站点的高程测量应起闭于高程基点或水准点。

**11.7.21** 剖面点的采集可选用下列方法：

- 1 全站仪测量法。
- 2 GNSS 测量法。
- 3 用摄影测量方法在像片上量测剖面。
- 4 利用大比例尺地形图截切剖面。

**11.7.22** 剖面点的密度为图上每隔 1~3cm 测设 1 点，地形变换点、地物点、地质勘察点和不同剖面的交点、水边点等，均应测定其平面位置和高程。

**11.7.23** 地质勘察测量项目应整理和提交下列资料：

- 1 测量记录手簿、计算资料。
- 2 平面、高程控制点成果表和剖面成果表。
- 3 地质勘察点成果表。
- 4 地质勘察点分布图。
- 5 剖面图。
- 6 技术总结报告（必要时）。

## 11.8 水域测量

**11.8.1** 水域测量的一般规定应按下列要求执行：

1 水利水电工程勘测设计各阶段水下地形图比例尺按表 11.8.1-1 的规定选用。

2 作业前，应收集测区的有关资料，必要时还应进行现场踏勘。

3 水下地形测量应根据水深、流速、流态、河宽、河床、潮汐、海面等水下地形状况和拟采用的仪器设备制定方案，安排在适宜的季节进行。

4 水深测量可采用常规模式和自动化模式：

1) 常规模式可采用交会法、极坐标法、断面索法等进行平面定位，采用测深杆、测深锤、模拟测深仪进行水深测量。

2) 自动化模式可采用 GNSS 方法进行平面定位，采用数

数字化单波束测深仪或多波束测深仪进行水深测量，并同步采集。

表 11.8.1-1 水下地形图测图比例尺的选用

阶段	测区	测图比例尺	备注
规划	河流、海域	1:2000~1:10000	5年一次
可行性研究	水库、水电站、拦河闸坝工程	1:1000~1:2000	枢纽区
		1:1000~1:5000	非枢纽区
	引调水工程	1:1000~1:5000	
	河道治理工程	1:1000~1:5000	
初步设计	水库、水电站、拦河闸坝工程	1:1000~1:2000	枢纽区
		1:1000~1:5000	非枢纽区
	引调水工程	1:1000~1:5000	
	河道治理工程	1:1000~1:5000	
施工设计	重要建筑物区	1:200~1:500	重要建筑物区
		1:500~1:1000	
	引调水工程	1:500~1:1000	
	河道治理工程	1:500~1:1000	
运营管理	水库、水电站、拦河闸坝工程	1:500~1:2000	2~3年1次
	引调水工程	1:500~1:2000	2~3年1次
	河道治理工程	1:500~1:2000	2~3年1次

注：引调水工程包括：渠道、运河、管线；河道治理工程包括：河堤、海堤。

5 水位（水面高）采用水位站（水尺）进行观测，局部工程可采用直接测定法。长期水位站的固定水尺应符合 GB/T 50138 的要求，水尺高程可选用五等以上水准接测。

6 当河流两岸水位差大于 0.1m 时，应进行横比降改正。当河心水面变化异常，影响水深精度时，应加测河心比降。

7 测区离海岸的距离较远，测区与岸边水位差大于水位允许控制范围时，可在海上增设临时水位站。

8 测深定位点点位中误差限值应按表 11.8.1-2 的要求执行。

9 测深点的深度中误差限值应按表 11.8.1-3 的要求执行。

表 11.8.1-2 测深定位点点位中误差限值

测图比例尺	点位中误差限值 (图上 mm)
1:500~1:2000	1.5
1:5000~1:10000	1.0

表 11.8.1-3 测深点深度中误差限值

水深范围 (m)	测深方法	流速 (m/s)	测深中误差 (m)
0~3	测深杆		±0.10
0~10	测深锤		±0.15
1~10			±0.15
10~20	测深仪或测深锤	≤5	±0.20
>20			±0.015H

注 1: H 为水深, m。  
注 2: 当精度要求不高或作业困难时, 测点深度中误差限值可放宽 1 倍。

10 水域测量宜选择在波浪较小的天气进行。当海域测量波浪高超过 0.6m、内河湖泊测量波浪高超过 0.4m 时, 应停止作业。

11 作业模式与测图比例尺的选择应按表 11.8.1-4 的规定执行。

表 11.8.1-4 作业模式与测图比例尺的选择

作业模式	定位方法	测图比例尺	备注
常规模式	常规方法	≤1:2000	局部
自动化模式	RBN GNSS SBAS GNSS	≤1:2000	
	GNSS RTD	≤1:1000	
	GNSS RTK	≤1:200	可无验潮

12 固定横断面宜按 2~5km 布设 1 个，重要河段可适当加密，每年应进行 1 次以上测量。

13 横断面间距应符合表 11.8.1-5 的规定。纵断面水位点的间距参照横断面间距执行。

表 11.8.1-5 横断面间距

阶段	测区	测区条件	横断面间距 (km)
规划	河流	山区段	2~3
		平原段	2~5
可行性研究	水库、水电站、拦河闸坝工程	回水段	1~3
		平水段	2~5
	引调水工程	山区段	0.2~0.5
		平原段	0.2~1
	河道治理工程	山区段	0.2~0.3
		平原段	0.2~0.5
初步设计	水库、水电站、拦河闸坝工程	回水段	0.5~2
		平水段	1.00~2.00
	引调水工程	山区段	0.05~0.10
		平原段	0.05~0.20
	河道治理工程	山区段	0.05~0.10
		平原段	0.05~0.20
施工设计	水工建筑物区		0.01~0.03
	引调水工程		0.02~0.05
	河道治理工程		0.02~0.05
运营管理	水库、水电站、拦河闸坝工程	坝区	0.01~0.03
		库区	0.20~1.00
	引调水工程	建筑物段	0.02~0.05
		普通段	0.05~0.10
	河道治理工程	险段	0.02~0.05
		普通段	0.05~0.10

14 专项研究断面宜按 0.2~1km 布置 1 个横断面。

15 纵、横断面测量与制图比例尺，应根据绘制的内容、断面的长短、测点密度及断面的用途确定，其选用范围按表 11.8.1-6 的规定执行。

表 11.8.1-6 纵、横断面测量与制图比例尺

类别	阶段	图别	水平比例尺	竖直比例尺
固定断面		纵断面	1:50000~1:200000	1:100~1000
		横断面	1:500~1:5000	1:100~200
勘测设计断面	规划、可行性研究	纵断面	1:25000~1:200000	1:100~1000
		横断面	1:200~1:2000	1:100~200
	初步设计	纵断面	1:10000~1:100000	1:100~500
		横断面	1:200~1:2000	1:100~200
	施工设计、运营管理	纵断面	1:2000~1:25000	1:100~200
		横断面	1:100~1:500	1:100~200
专项研究断面		纵断面	1:10000~1:100000	1:100~500
		横断面	1:200~1:2000	1:100~200

注：纵断面图水平比例尺，以  $1/M \times \text{横断面间距} \approx \text{图上 } 1\text{cm}$  为宜。

16 陆地断面测量平面位置允许中误差为图上 0.8mm，水下断面测量不应低于 1:2000 测图的位置精度。

17 横断面点测量精度应符合 3.0.5 条 4 款、5 款中地形点的相关规定。

11.8.2 水域测量平面、高程控制应根据测区大小、任务特性、测图比例尺和作业模式等条件进行方案设计。平面、高程控制网测量按第 4 章、第 5 章的有关要求执行。

11.8.3 进行水域测量时，应进行水位或水面高测量，并按下列要求执行：

1 水位站或水尺的布设应符合下列规定：

1) 水位站的布设数量根据测量作业模式确定。水位站应避免回流、壅水、风浪、急流冲击的影响，尺面应顺

流向岸，能充分反映测区的水位变化。

- 2) 潮汐水域可利用测区附近水文站或设立水尺，水尺最大间距不宜大于 20km，潮流区河段不宜大于 10km。
- 3) 湖泊或水库应在四周（两岸）设立水尺。
- 4) 一般河段应在 2km 左右设置一把水尺，山区峡谷、河床复杂、急流滩险河段，应增设水尺。
- 5) 河流两岸水位差大于 0.1m 时，应在两岸设置水尺。
- 6) 当测区距离岸边较远且岸边水位观测数据不足以反映测区水位时，应增设水尺。

2 水位或水面高观测

- 1) 水面高直接测定法可用水尺或测深仪测定，等级不低于五等。
- 2) 水尺零点高程精度应不低于五等水准。水尺零点应经常校核。水尺倾斜时，应立即校正，并校核水尺零点高程。
- 3) 水位观测应采用北京时，同步观测水位。水位观测值应精确到 10mm。上下游比测的水位差小于 0.2m 时，水位应精确到 1mm。水位观测频次应符合表 11.8.3 的规定。入海、出海海域应加密至每 10min 观测 1 次。

表 11.8.3 水位观测频次

区域	水位变化特征	观测频次	加密频次
海域	潮汐影响	1 次/10~30min	1 次/10min
内陆水域	$\Delta H < 0.1\text{m}$	测深开始及结束时各 1 次	
	$0.1\text{m} \leq \Delta H \leq 0.3\text{m}$	测深开始、中间、结束各 1 次	
	$\Delta H > 0.3\text{m}$	每小时 1 次	

注： $\Delta H$  为日水位变化值，m。

- 4) 水库、湖泊水位，可使用当地水利管理部门的水位自动化记录数据，但应进行检核。



- 5) 非潮汐河段, 当上、下游两水尺的水位改正数差值小于 0.1m 时, 取平均值作为水位改正数; 当差值不小于 0.1m 时, 应按线性内插法分段求取改正数。海域应根据水位变化情况采用线性内插或时差法内插、回归内插、分带内插等方法进行水位改正计算。

**11.8.4 水下地形测量应包括定位测量和水深测量, 并按下列要求执行:**

**1 测深线布设应满足下列要求:**

- 1) 测深计划线宜垂直于河道中心线或海岸线, 平行于水库或湖泊主坝轴。测深计划线布设成一簇平行线, 也可是螺旋线或 45°斜线。
- 2) 测深计划线间距应符合表 8.1.1 的规定。

表 8.1.1 测深线间距

作业区	一般水域 (图上 mm)	重点水域 (图上 mm)
河流、湖泊	15~25	10~20
人工运河、渠道	15~25	8~15
入海口、海岸线		8~15

- 3) 测深检查线宜垂直于测深线, 其长度不宜小于测深线总长度的 5%。相邻测深段应布设一条重合测深线, 不同时期的相邻测深段应布设两条重合测深线。
- 2 定位测量应满足下列要求:**
- 1) 测深定位点间距为图上 10~30mm, 水下地形变化复杂或重点水域地区, 测点适当加密。
  - 2) 定位中心应与测深中心一致, 其偏差宜大于图上 0.3mm, 超限时应进行偏心改正。
  - 3) 交会法、极坐标法定位, 在作业中和结束前, 均应对起始方向进行检查, 其限差为 1'; 交会法定位的交会角宜控制在 30°~150°之间。
  - 4) 断面索法定位, 索长的相对误差应小于 1/200。

- 5) GNSS 定位时, 流动站的天线, 应牢固地安置在船侧较高处并与金属物体绝缘, 天线位置宜与测深仪换能器处于同一垂线上, 其偏差大于图上 0.3mm 时, 应进行偏心改正。GNSS 定位的有关规定见附录 E 中 E. 2. 1 条。
- 6) 定位数据与测深数据应同步, 否则应进行延时改正。
- 3 水深测量应满足下列要求:
- 1) 测前测量船、水位站及定位站应校对时间, 水位观测应在测前 10min 开始, 测后 10min 结束。
  - 2) 水深测量宜采用具有模拟记录的数字测深仪作业, 测深仪检验应符合附录 E 中 E. 2. 2 条的要求; 测深仪换能器宜安装在距船头  $1/3 \sim 1/2$  船长处, 静吃水深度以 0.3~0.8m 为宜, 安装精确度为 1cm; 当使用机动船测深时, 应根据需要测定测深仪换能器动吃水改正数, 其测定方法见附录 E 中 E. 2. 3 条; 海域测量时测深应进行声速改正, 20m 内的浅水区, 可利用已知水深或测深检查板进行声速改正; 此外, 利用声速仪, 测定水深测区的声速, 根据测区平均声速, 进行测深仪声速设定, 并与检查板深度比对, 确保测深的准确性。
  - 3) 水深变化快的水域测深与检测宜安排在同一天内进行, 检查线与测深线相交处, 图上 1mm 范围内水深点的深度比对较差应符合表 11. 8. 4 - 2 的规定。

表 11. 8. 4 - 2 深度检查较差限差表 单位: m

水 深	较差的限差
$H \leq 20$	$\leq 0.4$
$H > 20$	$\leq 0.02H$

- 4) 采用传统测深工具测深, 0.1m 分划的测深杆适用于流速小于 1m/s、水深小于 5m 的测区; 手投测深锤适用于流速小于 1m/s、水深小于 10m 的测区。测深绳

宜选用伸缩性比较小、抗拉强度较好的绳子，其允许误差为测深绳的 1/100；采用铅鱼或其他重锤测深，其重量宜为 15~50kg。

4 波浪改正应符合下列规定：

- 1) 当采用 RTK 定位时，深测结果可不进行波浪改正。
- 2) 当水深测量采用多波束测深系统时，深测结果在测量后处理过程中自动进行姿态改正。
- 3) 单波束测深，利用波浪补偿器进行波浪改正时，要求波浪补偿器宜靠近测深仪换能器；测深仪或数据采集软件同时记录原始测深数据、波浪数据和水深改正数据；测量过程中不应搬动波浪补偿器。

5 水深测量的补测和重测应按下列规定执行：

- 1) 当出现测深线间距超过表 11.8.4-1 规定间距的 1/2 时、测深仪零信号不正常、回波信号中断或模糊不清、连续漏测 2 个以上定位点、测线的起点与终点及转折点未定位、测深点号与定位点号不符且无法纠正等任一种情况时，均应进行补测。
- 2) 当出现测深设备不正常、绘制的水下地形不合理、GNSS 定位不正常、GNSS 精度自检不合格、定位中误差超限、深度中误差超限或深度比对超限点数超过比对总点数的 20% 等任一种情况时，均应重测。

6 采用多波束测深系统水域扫测时，应满足下列要求：

- 1) 多波束全覆盖扫测比例尺，河流、水库或湖泊水域宜采用 1 : 1000 ~ 1 : 2000，海域宜采用 1 : 1000 ~ 1 : 5000。
- 2) 扫测测线之间的覆盖面应有重叠；若采用分区扫测，相邻子区应有 5% 以上的重叠。
- 3) 多波束测深系统扫测面宽为水深的 3~8 倍，河流、水库或湖泊水域宜在丰水期使用，水深小于 3m 的水域不宜使用。

4) 多波束测深系统扫测作业要求见附录 E 中 E.2.4 条。

7 对河道险段、水库淤积区及重点水利区域应每年定期扫测 1 次以上。

#### 11.8.5 水深测量应进行下列内业工作：

1 应用水深测量软件输入水位观测数据和其他改正数后，自动进行水位、动吃水及波浪等各项改正。采用常规模式测深的，用人工计算方法改正。

2 进行水深测量结果的合理性检查，剔除错误的水深点。当采用 RTK 定位时应注意跳点的检查，有跳点可修正，无法修正应剔除。剔除数据不得超过 10%。

3 根据航迹图制定测深线的布设方案，并输入计算机。

4 制定补测、复测方案。

5 各项外业数据应及时整理并输入计算机。

#### 11.8.6 水下等高线或等深线的生成应符合下列规定：

1 应用水深测量软件对测深数据进行合理性检查，对检查结果进行改算，改算到成图高程基准，保存水下测点的高程数据。

2 将岸线测量数据和水下高程数据输入地形成图软件系统，利用地形成图软件生成水下地形图。

3 应用地形成图软件自动生成水下等高线，通过编辑、修改、圆滑等工序完成水下地形图的制作。

4 根据不同的要求，水深测量结果应改算到深度基准面、平均海面或航行基准面，水下测点以深度值为最终成果。以测点深度作为数据，绘制等深线。

#### 11.8.7 水陆地形的合并、处理及成图应符合下列要求：

1 水下地形与陆地地形合并于同一图块内，水下地形岸线部分与陆地地形接合处应有 4mm 的重叠；接合处的地物允许误差为地物允许中误差的  $2\sqrt{2}$  倍；接合处等高线允许误差为高程允许误差的  $2\sqrt{2}$  倍；接合处现状物不应改变其真实形状，地貌的拼接不应产生变形。

2 陆地等高线、水边线用实线表示，水下等高线用蓝色实

线表示。

3 水下高程注记点的间距规定：中小比例尺成图为图上 1~2cm，大比例尺成图为图上 1~3cm，重要地方可加密水下高程注记点。

4 水下地形图的分幅参见陆地地形图分幅方法；宜先进行分图块编辑、整饰，合并整图块后再分幅，以幅为单位输出图纸。

#### 11.8.8 横断面测量应按下列规定执行：

1 规划、可行性研究阶段及专项研究的固定横断面位置的选择，应符合下列要求：

- 1) 在中小比例尺地形图上布设横断面，实地查勘选定。
- 2) 横断面应在断面形态、长度显著变化、支流入口、河道急弯处、比降明显处、重要工程、工矿企业、文化古迹等位置布设。
- 3) 横断面应避免开险滩、急流和淤积等位置。
- 4) 河流、湖泊、水库横断面应在水库中心线。
- 5) 坝址、闸址横断面端点应埋设永久标志。

2 初步设计、施工图设计、施工及运营管养阶段的横断面位置先在大中比例尺地形图上布设，使用 GPS、全站仪、量距工具等定位测量，到实地概略定位，确定河道、渠道、大堤的弯位及桥梁、闸坝、堤防、水工建筑物等处应布设横断面。

3 横断面桩分为永久、普通和临时标志。永久标志采用等级控制点标石埋设，普通标志采用图根控制点标石埋设，临时标志采用木桩或凿石。

4 横断面桩高程采用五等及以上等级水准测量，困难地区可采用 GNSS 高程或测距三角高程，但不应低于图根水准精度。

5 各类横断面桩埋设与测量要求应符合表 11.8.8 的规定。

6 横断面可采用 GNSS 测量系统、全站仪等与测深仪、测深工具配合进行测量，按常规模式或自动化模式作业。

7 横断面测量的实测线偏离断面线的允许距离，水域 1:200~1:1000 比例尺成图为图上 5mm、1:2000~1:5000 比例

尺成图为图上 3mm，陆地为图上 2mm。

8 横断面点间距，陆地部分为图上 1~3cm，水下部分为图上 0.5~1.5cm。河道较窄时，所测水深点不应少于 3 点。

表 11.8.8 横断面桩埋设及测量要求

类别	阶段	断面桩标志	断面桩数量	平面控制精度
固定断面		永久	两端各 1 个	五等
勘测设计断面	规划	永久	两端各 1 个	五等
	可行性研究	永久或普通	两端各 1 个	五等或图根
	初步设计	普通或临时	两端各 1 个 或 1 桩 1 方位角	图根
	施工设计	普通或临时	两端各 1 个 或 1 桩 1 方位角	图根
	运营管理	永久	两端各 1 个	五等
专项研究断面		普通	两端各 1 个	图根

注：两端断面桩的埋设应选择河道两岸。当前、后桩设在同一岸时，两桩间距不应小于断面长度的 1/10；当只埋设 1 个断面桩时，应测定断面线的方位角。

9 地物轮廓的两端、坡度变换处、水边和水下深泓点均应测量。需要研究过水面积的糙率时，还应测出陆地植被和土质的分界点，并注明其属性。

10 固定断面、水库及河道险段监测断面的水域部分应往返测量，往测、返测的过水面积较差应小于 2%。合格后取均值或以最靠近断面线的一条走线为主绘制断面图。

11 采用 RTK 和数字化测深仪组成的自动化测量方式作业时，可不进行水面高程测量，直接采集断面点三维数据 (X、Y、H)。

12 水面高程可采用水准测量或测距三角高程测量方法测定。当水位涨落变化较大时，左、右岸应同时观测水位，并在断面测量开始、中间和结束时各测量一次，取其均值作为断面的测时水位。

13 横断面陆地部分采用 RTK 或全站仪测量时,可直接采集断面点三维数据 ( $X$ 、 $Y$ 、 $H$ )。

14 横断面测量完成后,应将水域和陆地测量成果换算成统一的起点距或统一测量基准的三维数据,水、陆部分应有 1~2 个重合点。

11.8.9 纵断面测量应按下列规定执行:

1 纵断面点及深泓点可实测或利用现测的横断面图取点,河床变化处应实测加密。规划、可研阶段的纵断面可利用现测的水下地形图资料取点。纵断面里程可利用横断面坐标资料获取,也可在地形图上量取,用于量取的地形图比例尺不应小于 1:10000。

2 包括深泓点的纵断面水位点应选取在下列部位:

- 1) 瀑布、跌水和险滩的上下游。
- 2) 横断面处、水尺处和支流汇合处。
- 3) 隧洞进出口、坝址、闸址和桥梁处。

3 河流长、比降小、测量期限长的纵断面图,应采用同时水位线。水面比降大、水位变化小、里程不长、测量期限短的纵断面图,可直接采用工作水位线代替同时水位线。

4 已查明的历史洪水痕迹高程采用不低于图根水准精度连测,痕迹点的坐标可采用手持 GNSS 测定或利用地形图量取。河道枯水位、常年洪水位可利用水文资料推算得到。

11.8.10 水域测量项目应整理和提交下列资料:

- 1 技术设计书。
- 2 地形图和索引图。
- 3 各项测量记录、计算手簿和控制测量、断面测量成果表。
- 4 断面位置图、纵断面图、横断面图。
- 5 技术总结报告。

## 11.9 城市水务工程测量

11.9.1 城市水务工程测量应包括控制测量、地形测量、水务工程要素调查、地下管线探测等内容,应按不同设计阶段对测量工

作的具体要求进行。

**11.9.2** 城市水务工程测量应充分利用城市现有测量资料，分析现有平面坐标系统、高程系统、控制资料和地形资料的情况，制定相应的测量方案。

**11.9.3** 控制测量应符合下列规定：

1 控制测量宜采用当地城市测量的坐标与高程系统。

2 平面控制网可参照当地城市平面控制网的现有等级划分，相关精度指标应满足本标准相应规定。

3 在项目建议书和可行性研究阶段，宜充分利用已有控制资料进行局部控制点加密。在初步设计阶段和施工图设计阶段，应根据工程需要，在初步设计阶段和施工图设计阶段可根据工程需要、已有测量控制资料的情况布设全面加密网。

4 平面与高程控制网的技术要求应符合第4章、第5章的基本规定。

**11.9.4** 地形

1 城市水务工程地形测量应充分利用现有地形图资料，根据不同设计阶段的地形图，制定合理的测量方案，确定地形测量的范围、比例尺、方法和补测方法。

2 结合工程设计阶段和城市已有基础资料，进行综合考虑，应按表11.9.4的要求选择测图比例尺。

表 11.9.4 城市水务工程地形测图比例尺选择

工程项目	设计阶段	测图比例尺
引调水工程	项目建议书、可行性研究	1:1000~1:10000
	初步设计、施工图设计	1:500~1:1000 局部 1:200
水环境治理	项目建议书、可行性研究	1:1000~1:2000
	初步设计、施工图设计	1:500~1:1000 局部 1:200
其他水务工程		1:500~1:2000



3 地形图的分幅可采用当地城市的地形图分幅方法，也可采用国家标准分幅或自由分幅。

4 项目可行性研究阶段，应尽量利用现有地形资料进行修测，对缺乏地形资料的地区进行补测。在初步设计和施工图设计阶段，宜对施工区域的地形全部重测。

5 水务工程地形测量的要素应根据项目设计的内容区分重点地形要素和一般地形要素，河道排放口、河道桥梁、道路排水设施等重点地形要素应在测量工作方案中明确其具体的测量方法、精度指标及表示方法；一般地形要素按第6章规定的方法和精度进行测量。

#### 11.9.5 水务工程调查应符合下列规定

1 应结合水务工程规划设计各阶段设计阶段进行调查，主要包括：河道排放口污染源调查、工程建设范围内城市拆迁实物调查以及设计部门要求进行的其他调查工作。

2 河道排放口调查应包括平面位置、高程、断面尺寸、排放污水种类、排污形式、实测污水量测量、排放水质、水深等。

3 污染源调查应包括相关工业、生活区、养（种）殖区的污染物调查。污染源分为点源污染和面源污染；调查内容根据工程项目的需要进行，重点为沿排水管道上溯查找相关污染源；调查结束后应绘制污染源分类及分布图斑图。

4 应对水务工程建设永久征收或临时征用工程范围内的建（构）筑物、植被和其他实物的数量、面积进行拆迁实物调查，并按下列要求执行：

- 1) 调查方法可采用现场清点、现场量测、图上量算等。
- 2) 实物分类及标准应结合国家和当地政府有关征地拆迁补偿文件进行。
- 3) 建（构）筑物的调查应实地量测相关数据。
- 4) 对树木或其他经济林应结合设计阶段视具体情况确定，可逐棵测量也可按自然地块测量其占地面积。按地块

测量时，可采用抽样调查的方法推算树木的数量。

5 其他要素的调查可根据设计单位的具体要求进行。

**11.9.6** 埋设在水务工程建设场地的给水、雨水、污水、燃气、电力、电信、工业管道等地下管线的调查和测量应符合下列规定：

1 地下管线探测的工作内容包括各地下管线的位置、数量、高程、埋深、管径、材质等。

2 水务工程地下管线探测的精度应满足 CJJ 61 的要求。隐蔽管线点探查的水平位置偏差  $\Delta S$  和埋深较差  $\Delta H$ ，应分别满足下列要求：

1) 平面位置限差按式 (11.9.6-1) 计算：

$$\Delta S \leq 0.10 \times h \quad (11.9.6-1)$$

2) 埋深限差按式 (11.9.6-2) 计算：

$$\Delta H \leq 0.15 \times h \quad (11.9.6-2)$$

式中  $h$ ——地下管线的中心埋深，cm，当  $h \leq 100\text{cm}$  时，取  $h = 100\text{cm}$  代入计算。

3) 深埋管线或不良导体管线的探测宜根据工程现场条件编制专项探测技术设计书，管线探测单位应采取多种探测方法查清其平面位置和埋深，提供推测值，必要时应在施工前或施工过程中开挖验证。

3 地下管线测量成图比例尺，宜选用 1:500 或 1:1000，管线较稀疏的地区也可采用 1:2000。

4 地下管线探测的深度可根据规划设计各阶段的不同要求确定。可行性研究阶段以收集现有资料、现场调查绘制示意图为主，初步设计阶段应进行详细探测，施工图设计阶段应检查核对重要部位的管线成果并制作管线与设计线路相交的断面图。

5 作业前，应充分收集测区原有的地下管线施工图、竣工图、现状图和管理维修资料等。在施工图阶段管线探测结束后，应将相关资料发送各管线权属单位征求意见。

6 管线点宜设置在管线的起止点、转折点、分支点、变径

处、变坡处、交叉点、变材点、出（入）地口、附属设施中心点等特征点上；管线直线段的采点间距，宜为图上 10~30cm；隐蔽管线点，应明显标识。

7 地下管线的调查项目和取舍标准，宜根据委托方要求确定，也可按管线疏密程度、管径大小和重要性按表 11.9.6 确定。

表 11.9.6 地下管线调查取舍标准

管线类别	应探测的管线
给水	管径 $\geq 50\text{mm}$ 或管径 $\geq 100\text{mm}$
排水	管径 $\geq 200\text{mm}$ 或方沟 $\geq 400\text{mm} \times 400\text{mm}$
燃气	管径 $\geq 50\text{mm}$ 或管径 $\geq 75\text{mm}$
工业	全测
热力	全测
电力	全测
电信	全测

8 地下管线调查，可采用对明显管线点的实地调查、隐蔽管线点的探查、疑难点位开挖等方法确定管线的测量点位以及调查管线的属性。

9 隐蔽的金属管道宜采用直接法、夹钳法及电磁感应法进行探测，隐蔽的非金属管道宜采用光电法或地震波法进行探测。

10 管线点平面位置测量相对于邻近控制点的允许中误差为 $\pm 5\text{cm}$ ，高程测量的允许中误差为 $\pm 2\text{cm}$ 。地下管线图的测绘精度，应满足实际地下管线的线位与邻近地上建（构）筑物、道路中心线或相邻管线的间距允许中误差为图上 $\pm 0.6\text{mm}$ 。

11 地下管线的开挖、调查，应在安全的情况下进行。电缆和燃气管道的开挖，应有专业人员的配合。下井调查，应确保作业人员的安全，且应采取相应的防护措施。

#### 11.9.7 地下管线竣工测量应按下列规定执行：

1 新建地下管线竣工测量应在覆土前进行。当不能在覆土前施测时，应在覆土前设置管线待测点并将设置的位置准确引到

地面上，绘制点之记。

2 进行地下管线竣工测量后，形成竣工测量数据文件和管线工程竣工测量图。必要时编制竣工管线横断面图。

3 竣工测量采集的数据应符合当地数据入库的要求。

**11.9.8** 项目完成后，应整理和提交下列资料：

- 1 技术设计书。
- 2 外业测量记录。
- 3 管线调查记录。
- 4 测量计算资料。
- 5 地形图和综合管线图。
- 6 控制点成果表、调查成果表、管线测量成果表。
- 7 技术总结、检查报告。

## **11.10 流域基本控制测量**

**11.10.1** 流域基本控制测量应包括平面控制测量和基本高程控制测量。

**11.10.2** 流域基本控制测量前应收集下列资料：

- 1 流域范围内的国家平面控制网控制资料。
- 2 流域范围内的地形图及其他有关资料。
- 3 流域规划资料。

**11.10.3** 流域基本控制的布设，应满足下列要求：

- 1 在国家大地控制网的基础上进行布设。
- 2 统一设计、分级布设、整体实施，按精度、可靠性、经济性等选择最优设计方案。
- 3 根据流域规模、国家大地控制网的情况、流域规划需要等合理确定控制网的等级。

4 覆盖干流和主要支流，满足流域内水利水电工程建设的需要。

**11.10.4** 平面控制测量技术设计应按下列规定执行：

- 1 建立平面控制网，可采用 GNSS 测量、地面边角测量等

方法。

2 平面控制测量可分为 B 级、C 级或二等、三等，应根据流域干流、支流长度从表 11.10.4 的规定中选用。

表 11.10.4 平面控制网等级选用

流域长度	测量方法		
	卫星定位测量	三角形网测量	导线测量
干流长度大于等于 500km 且小于 1000km	B 级、C 级	二等、三等	—
干流小于 500km，支流长度大于等于 100km	C 级	三等	三等
支流长度小于 100km	C 级	三等	三等

注：卫星定位测量的 B、C 级控制网宜按《GB/T 18314-2009》标准执行。

3 对于干流长度大于 500km 的流域，平面控制，应进行专门设计。

4 测区内原有控制点，应进行联测，经检验成果可靠，可作为已知点。

#### 11.10.5 高程控制测量设计应符合下列规定：

1 高程控制网等级可划分为二等、四等，应根据路线长度和水面比降按表 11.10.5 的规定中选用。各等级高程控制宜采用水准测量，三等、四等水准可用光电测距三角高程测量。

表 11.10.5 高程控制网等级选用

路线长度 (km)	水面比降		
	>1/5000	1/5000~1/16000	<1/16000
>200	二等	二等	二等
80~200	三等	三等	二等
<80	四等	三等	二等

2 水准路线附近的原有高程控制点应予以连测。

3 距水准路线 1km 范围内的水文站、水位站观测基点应纳入线路进行观测，5km 范围内可进行同等级支测。

**11.10.6** 流域基本控制点应埋设固定的标志，其结构和埋设方法应以稳固和适于永久保存为原则。较大城镇、支流入口、规划工程区等地段应设置基本控制点。

**11.10.7** 流域基本控制测量的观测、数据处理及其他要求应按第4章、第5章的相关规定执行。

**11.10.8** 数据处理时，应计算流域内原有旧高程系统（或基准）与现行高程系统的转换关系。

**11.10.9** 流域基本控制网建立后应定期维护，并根据需要进行复测，复测周期最长不应超过10年。

**11.10.10** 流域基本控制测量项目应整理和提交下列资料：

- 1 技术设计书。
- 2 控制点点之记。
- 3 平面控制点展点图、水准路线图。
- 4 平面、高程计算资料。
- 5 控制点成果表。
- 6 技术总结报告。

### **11.11 区域地表沉降监测**

**11.11.1** 沉降监测开始前，应充分收集区域已有的1:10000或1:5000比例尺地形图、控制点、地质、水文、土壤冻结度等资料，并进行现场查勘，统一规划、统一设计。

**11.11.2** 应根据各地区的水文、地质情况及年均沉降量，考虑地区社会发展状况等因素，将整个沉降区域划分为各个不同沉降量的沉降区。其沉降区的划分、沉降点间距、复测周期与测量等级选用可按表11.11.2的规定执行。

**11.11.3** 区域沉降监测网由基准点、工作基点、沉降监测点及水准观测路线组成。基准点应布置于沉降区域以外的稳定地带，其数量不应少于3点或组；工作基点布设于相对稳定处，其数量根据现场条件和监测需要确定；沉降点应覆盖整个沉降区域，宜按断面布设，点位应选择能反映沉降特征的位置。

表 11.11.2 沉降点间距、复测周期与测量等级选用要求

年均沉降量 (cm)	沉降点间距 (m)	复测周期	测量等级选用
1~3	1000~2000	3~5 年	一等
3~5	700~1000	1~3 年	一等、二等
5~10	500~700	0.5~1 年	二等
10~15	250~500	3~6 月	二等、三等
>15	<250	1~3 月	三等

注 1: 沉降点间距在较大水域地区不受本表限制。  
注 2: 三等水准测量宜采用因瓦水准标尺。

**11.11.4** 基准点、工作基点应选用岩石标、钢管标或双金属标；沉降监测点可根据区域地质情况，选用混凝土标石、岩石标、深埋钢管标等标型，也可利用稳固的建筑物设立墙上标志。标志标石埋设完成后应经过稳定期方可实施观测。

**11.11.5** 沉降监测网宜采用现行国家高程基准，当与国家基准点连测困难时亦可布设为独立高程系统。

**11.11.6** 沉降监测网监测初期可全区等精度施测；当对沉降区沉降变形情况有了一定的了解后，可根据年均沉降量的大小、沉降区的面积与实际需要，采取分区等精度或不等精度施测。

**11.11.7** 沉降水准监测网观测使用的仪器、技术要求等应按 GB/T 12897、GB/T 12898 的有关规定执行。

**11.11.8** 为消除或削弱沉降过程中沉降监测点或水准点之间的不均匀沉降所产生的影响，沉降观测时应采取下列措施：

1 宜缩短水准观测环线或附合路线的长度，亦可采用两台或多台同级的仪器分区观测同时进行，以缩短观测时间。

2 沉降观测的路线、观测的季节以及所使用的观测仪器和标尺应相对地固定。

3 沉降观测作业应从沉降量较大的地区开始，依次向沉降量较小的地区推进。当高等级水准路线与低等级水准路线在同一

年(月)施测时宜同期进行。

4 在沉降量较大的地区,应在短时间内完成一个闭合环的观测;沉降监测网中的节点由几个小组协同作业时,应同时接测。

11.11.9 沉降监测平差计算前,应进行基准点、工作基点的稳定性检验。

11.11.10 区域地表沉降监测资料整理等除应符合 5.6 节的有关规定外,还应进行下列计算和编制下列资料:

1 计算每个沉降监测点的本次沉降量、累计沉降量和沉降速率或年均沉降量。

2 计算各沉降监测点和本区整个沉降监测网的平均沉降量、累计平均沉降量和平均沉降速率。

3 绘制有沉降监测点沉降量、沉降速率或逐月的沉降一时间曲线。

4 根据沉降速率和沉降量编制等沉线图;等沉距按沉降量大小或需要而定。

5 编写区域地表沉降监测报告。

### 11.12 工程施工控制网测量

11.12.1 本节适用于水利水电工程施工阶段的控制网测量工作。小型水利水电工程的施工控制网测量工作可参照执行。

11.12.2 平面控制网的一般规定应按下列要求执行:

1 平面控制网可布设成三角形网、GNSS 测量网、导线网及其组合类型。三角形网、GNSS 测量网的等级划分为二等、三等、四等,导线网划分为三等、四等。各类型、各等级的平面控制网均可选为首级网,其适用范围见表 11.12.2。

2 平面控制网布设的层次,可根据工程规模、地形条件及放样需要决定,以 1~2 级为宜。首级网点位允许中误差,大型水利水电工程为 $\pm(5\sim7)$  mm,中型水利水电工程为 $\pm(7\sim$



10) mm。最末级平面控制网相对于首级网的点位允许中误差为±10mm。

表 11.12.2 各工程类型首级平面控制网等级选择

工程类型	首级平面控制网等级	
	混凝土建筑物	土石建筑物
大型水利水电工程	二等、三等	三等、四等
中型水利水电工程	三等、四等	四等
注：有特殊要求的水利水电工程混凝土建筑物控制网也可选用一等，但应进行专门技术设计。		

3 平面控制网的起始点应在坝轴线或主要建筑物附近。对于长隧洞引水水利水电工程，除首级控制网，也可在首级控制网的统一控制系统中，在厂房部分设立起始点，保证在同一的控制系统中各区的相对严密性。

4 首级平面控制网起算数据，应利用规划设计阶段提供的测图控制点；在条件许可时，可与邻近的国家等级点进行联测，其精度不应低于四等网的要求。

5 平面控制网观测数据应进行大气折射改正和方向变化，仅将边长归算至工程选定的高程面，采用平面直角坐标系，在平面上直接进行计算。

11.12.3 平面控制网选点、埋设及标志应符合下列要求：

1 平面控制网点应选在通视良好、交通方便、地基稳定且能长期保存的地方。对于采用 GNSS 的控制网点，还应满足卫星信号接收的相关要求。

2 对于能够长期保存、离施工作业区较远的首级控制网点，应便于加密；靠近施工区的控制点，应方便放样。

3 首级平面控制网点和主要建筑物的主轴线控制点应埋设具有强制归心装置的混凝土观测墩。加密网点中，不便埋设具有强制归心装置的混凝土标墩时，可埋设钢架标、地面标。

4 强制归心装置的顶面应埋设水平，其不平度应小于 4'。

观测仪器和照准设备强制归心允许偏差为 1mm。

5 视现场条件需要，控制点周围应有醒目的保护装置或标识。

**11.12.4** 平面控制网观测应符合下列要求：

1 各等级边角网、测边网的主要技术要求应符合表 11.12.4-1 的规定。

2 三等、四等导线网的主要技术要求应符合表 11.12.4-2 的规定。

3 水平角观测的主要技术要求应符合表 11.12.4-3 的规定。

4 光电测距的主要技术要求应符合表 11.12.4-4 的规定。

5 GNSS 测量的主要技术要求应符合表 11.12.4-5 的规定。

6 方向（角度）观测、光电测距外业观测记录，宜采用电子手簿或数据终端进行。

**11.12.5** 高程控制网的一般规定应按下列要求执行：

1 高程控制网的等级划分为二等、三等、四等。各等级高程控制网均可选为首级网。选择时应根据工程规模、范围大小和高程放样精度高低确定，其使用范围见表 11.12.5。

2 建立高程控制网，根据测区地形和交通条件，可采用水准测量、跨河水准测量、三角高程测量、精密钢尺竖向传递测量等一种或几种方式的组合测量类型。

3 高程控制网的精度要求：最末级高程控制点相对于首级高程控制点的高程允许中误差，混凝土建筑物为  $\pm 10\text{mm}$ ，土石建筑物为  $\pm 20\text{mm}$ ，对于水工隧洞宜执行 SL 52 的相关规定。

4 首级高程网和加密高程网，应布设成闭合环线、附和路线或节点网，不应布设水准支线。

5 首级高程网，宜与邻近国家水准点连测，其连测精度不应低于四等水准测量的要求。

**11.12.6** 高程控制网选点、埋石，应遵守下列规定：

表 11.12.4-1 边角组合网、测边网技术要求

等级	边长 (m)	测角 中误差 ( $''$ )	三角形最大 闭合差 ( $''$ )	平均边长 相对中 误差	测距仪 标称精度 (mm/km)	测回数			
						边长		天顶距	
						DJ1	DJ2	DJ1	DJ2
二等	500~1500	$\pm 1.0$	$\pm 3.5$	1/250000	$\pm 2$	9	4	4	
三等	300~1000	$\pm 1.8$	$\pm 7.0$	1/150000	$\pm 3$	6	9	3	4
四等	200~800	$\pm 2.5$	$\pm 9.0$	1/100000	$\pm 5$	4	6	2	3

注 1: 光电测距仪一测回的定义为照准 1 次, 测读距离 4 次。  
注 2: 个别特殊地形条件, 其边长限制可适当放宽, 最弱边相对中误差仅作参考。

表 11.12.4-2 光电测距附合(闭合)导线技术要求

等级	附合或闭合 导线总长 (km)	平均 边长 (m)	测角 中误差 ( $''$ )	测距 中误差 (mm)	全长相对 闭合差	方位角 闭合差	测距仪标 称精度 (mm/km)	测回数			
								边长		天顶距	
								DJ1	DJ2	DJ1	DJ2
三等	3.2	400		$\pm 5$	1/55000						
	3.5	600	$\pm 1.8$	$\pm 5$	1/60000	$\pm 3.6\sqrt{n}$	$\pm 3$	6	9	3	4
		800		$\pm 2$	1/70000						
四等	1.8	300		$\pm 7$	1/35000						
	3.0	500	$\pm 2.5$	$\pm 5$	1/45000	$\pm 5\sqrt{n}$	$\pm 5$	4	6	2	3
		700		$\pm 5$	1/50000						

注: 表中数据是按首仰附合导线中点的点位允许中误差为 $\pm 10\text{mm}$ 的要求计算的。

表 11.12.4-3 水平角方向观测法技术要求

单位: (")

等级	仪器型号	光学测微器两次重合读数差	两次照准读数差	半测回归零差	一测回中 2C 较差	同方向各测回互差
二等、三等、四等	DJ07、DJ1	1	4	6	9	6
三等、四等	DJ2	3	6	8	13	9

注: 当两观测方向的垂直角差值超过  $\pm 3^\circ$  时, 测角方向 2C 只按同方向、相邻测回进行比较, 其差值仍应符合本表规定。

11.12.4 光电测距技术要求

等级	测距仪标称精度 (mm/km)	测距		往返测较差	测回间较差 (mm)	一测回读数较差 (mm)	测距精度 (mm/km)	测距仪标称精度 (mm/km)	气象数据		数据取用
		测回间较差 (mm)	一测回读数较差 (mm)						测定时间间隔	每边观测始末	
二等	$\pm 2$	3	2	3	3	2	1.0	1.0	每边观测始末	每边观测始末	每边两端平均值
三等	$\pm 3$	5	3	5	5	3	0.2	0.2	每边观测始末	每边观测始末	每边两端平均值
四等	$\pm 5$	7	5	7	7	5	1.0	1.0	每边测定一次	每边测定一次	测站端观测值

注 1: 光电测距一测回的定义为照准 1 次, 测距距离 4 次;  
注 2: 往返较差应将斜距化算到同一高程面上后方可进行比较。

表 11.12.4-5 各等级 GNSS 测量控制网的主要技术要求

等级	边长 (m)	仪器标称精度		平均边长 相对中误差	闭合环或附合 路线的边数(条)
		a (mm)	b (mm/km)		
二等	500~2000	≤5	≤1	1/250000	≤6
三等	300~1500	≤5	≤2	1/150000	≤8
四等	200~1000	≤10	≤2	1/100000	≤10

注 1: GNSS 控制网测量, 采用静态作业模式, 二等、三等应采用双频接收机。  
注 2: 各等级 GNSS 测量静态作业的基本要求按 4.1 节执行。

表 11.12.5 工程首级高程控制网等级选择

工程类型	首级高程控制网等级	
	混凝土水准标石	土石建筑物
大型水利水电工程	二等	三等
中型水利水电工程	三等	四等

1 高程控制点应布设于不受施工影响、便于长期保存和使用方便的地点。对于大型工程应均匀分布于线路上下游的左、右岸且不受洪水淹没。对于水利工程应布设在隧洞进出口、支洞或竖井的洞口附近, 其高程宜与开挖透洞洞板高程接近。

2 每一个单项工程部位, 每个施工洞口附近应至少布设 2 个高程点。

3 高程控制点可埋设基岩水准标石或混凝土水准标石, 也可设置在平面控制点标志上。

#### 11.12.7 高程控制网观测应符合下列规定:

1 二等、三等、四等水准测量与跨河水准测量以及四等三角高程测量的主要技术要求, 按第 5 章的相关规定执行。

2 利用精密钢尺竖向传递高程时, 应保证钢尺拉力与检定时一致, 并要求上、下两端同步观测, 并读记温度。

3 外业观测记录宜采用电子手簿或数据终端进行。

#### 11.12.8 施工控制网测量成果的验算和平差计算应符合下列

规定：

1 平差计算前，应对外业观测记录手簿、平差计算起算数据进行全面检查核对。

2 施工控制网各项观测结束后，应根据控制网测量类型进行各项限差的验算并通过。

3 各等级施工控制网均应进行严密平差。

**11.12.9** 施工控制网建成后，应加强维护管理，包括下列两个方面的工作：

1 对控制网进行复测，发现和及时改正可能发生的位移。

2 随着工程的进展及时扩展、加密网点，以满足放样的需要。

**11.12.10** 施工控制网建成后，在下列情况应进行复测：

1 控制网建成1年以后。

2 工程开挖基本结束、进入混凝土工程和金属结构、机电工程安装开始之时。

3 发现控制网点有被碰撞的迹象，或在其周围有裂缝或有新的工程活动时。

4 遇明显有感地震。

5 利用控制点作为起算数据布设局部专用控制网时。

6 处于高边坡部位或距离开挖区较近的控制点，宜适当增加复测次数。

**11.12.11** 施工控制网复测应符合下列规定：

1 施工控制网复测，可根据情况采用全网或局部网点复测方式，复测的精度不宜低于建网时的精度。

2 复测时采用的固定点或拟稳点，应根据点位的可靠性及在网中的位置决定；复测网平差时可多选几个固定点或拟稳点，通过观察改正数的大小及分布逐步淘汰位移点或增加稳固点，正确鉴别网点的位移情况。

**11.12.12** 施工控制网测量项目应整理和提交下列资料：

1 技术设计书。

- 2 施工控制网图。
- 3 控制点点之记。
- 4 测量仪器、量具检验资料。
- 5 原始观测记录手簿及概算资料。
- 6 平差计算成果资料。
- 7 技术总结报告。

### 11.13 工程变形监测网测量

11.13.1 针对水工建筑物、邻近工程区岩体与高边坡、水库库岸与边坡不稳定体、库区移民城镇建设高切坡的变形监测以及库区地壳形变定点监测等，应建立变形监测网。

11.13.2 变形监测的等级划分及精度要求，应符合表 11.13.2 的规定。

表 11.13.2 变形监测的等级划分及精度要求

等级	垂直位移监测	水平位移监测	适用范围
	位移量允许中误差 (mm)	位移量允许中误差 (mm)	
一等	±1.0	±2.0	大型混凝土水工建筑物、大型岩质高边坡、大型库坝区地壳形变等
二等	±2.0	±3.0	变形比较敏感的大中型水工建筑物、大型高边坡与高切坡、大型岸坡崩塌滑坡体等
三等	±3.0	±5.0	土石坝工程、一般性边坡与岸坡崩滑体等

注：变形监测位移量中误差，通常是指单次测量中误差的 $\sqrt{2}$ 倍。

11.13.3 变形监测网的一般规定应按下列要求执行：

1 建立变形监测网，应设置基准点；当基准点距离监测对象较远致使变形测量精度不够或者作业不方便时，还应设置工作基点。

2 变形监测网由基准点、工作基点、变形监测点组成，可分监测基准网和监测工作网两个层次布设，并应符合下列规定：

- 1) 监测基准网由基准点、工作基点组成，用以检测基准点、工作基点的稳定性。
- 2) 监测工作网由部分基准点、工作基点、变形监测点组成，用以观测监测点的位移量。
- 3) 监测基准网和监测工作网可分层不分级布设，按同等精度观测。
- 4) 监测网方案设计应因地制宜，根据工程规模及监测精度等要求确定观测网等级，并兼顾网的可靠性和灵敏度等指标。

3 水平位移监测网观测，可采用交会法、边长测量、边角组合测量、GNSS测量。

4 垂直位移监测网观测，宜采用水准测量法布设成附合路线或闭合环线，也可采用三角高程测量、三角高程测量等。

11.13.4 监测基准点、工作基点、监测点与观测点应符合下列要求执行：

- 1 水平或垂直位移监测基准点应设置于稳定点。
- 2 基准点应建于变形区外稳固地基或坚实的土基上，若基准点基础不满足稳定性要求，应进行基础加固处理。工作基点宜设置在靠近观测区的相对稳定区域，其他点的选择应注意使其与监测点构成对观测精度有利的观测图形，且方便观测。

3 水平位移监测基准点、工作基点应建造具有强制归心装置的混凝土标墩。

4 垂直位移监测基准点，优先考虑埋设基岩标石或混凝土标石；条件受限时，在变形区内应埋设双金属标或深层钢管标；条件许可时，可采用平洞标。

5 垂直位移监测工作基点，宜采用岩石标、混凝土标石、双金属标、钢管标；也可利用稳固的建筑物，设立墙上水准点。

11.13.5 水平位移监测网的观测应按下列要求执行：



1 水平位移监测网的主要技术要求，应符合表 11.13.5-1 的规定。

表 11.13.5-1 水平位移监测网的主要技术要求

等级	点位中误差 (mm)	平均边长 (m)	测距中误差 (mm)	测边相对中误差	测角中误差 (")	水平角观测回数	
						DJ1	DJ2
一等	±1.5	300~700	$1+1\text{ppm}\times D$	$\leq 1/300000$	±0.7	12	-
二等	±2.0	400~1000	$1+1\text{ppm}\times D$	$\leq 1/300000$	±1.0	9	-
三等	±3.5	800~1800	$1+1\text{ppm}\times D$	$\leq 1/300000$	±1.8	6	9
		300~700	$1+2\text{ppm}\times D$	$\leq 1/300000$			

注 1:  $D$  为测距边长, km;  
注 2: 网点点位中误差是指相对于相邻点的中误差。

2 水平位移观测宜采用方向观测法。观测应按 SDJ 336 的相关规定执行。11.13.5-3 的规定执行。

3 监测网边长宜采用光电测距。主要技术要求应符合表 11.13.5-2 的规定。

表 11.13.5-2 光电测距的主要技术要求

等级	测距仪精度 (mm/km)	测回数		往返较差 (mm)	测程各回较差 (mm)	气象数据的最小读数		往返测距离较差 (mm)
		往测	返测			温度 (°)	气压 (Pa)	
一等	$\leq 2$	3	3	2.0	2.0	0.2	50	$\leq 2(a+bD)$
二等	$\leq 2$	3	3	2.0	3.0			
三等	$\leq 2$	2	2	3.0	4.0			
	$\leq 4$	3	3	4.0	6.0			

注 1: 测回是指照准目标 1 次, 测读距离 4 次。  
注 2: 根据具体情况, 测边可采用不同时间段观测代替往返观测。  
注 3: 每边观测始末读记气象数据, 取两端平均值用作气象改正计算。  
注 4: 测量斜距, 应经气象改正和仪器加、乘常数改正后才能进行水平距离计算。

4 采用 GNSS 方法施测监测网，应进行专门设计，其点位中误差应满足表 11.13.5-1 的要求。

**11.13.6 垂直位移监测网的观测应按下列要求执行：**

1 一等、二等垂直位移监测网观测，应采用直接水准测量方法，按 GB/T 12897 的规定执行。

2 三等垂直位移监测网观测，应按 GB/T 12898 的规定执行，但测量仪器应采用 DS05 或 DS1 级水准仪及其配套水准标尺。

3 少数水准测量施测困难的监测网点，可采用三角高程测量。垂直角观测应采用两台精度不低于 DJ1 型的仪器同时对向观测 12 测回，分两个时段往、返各观测 6 测回；测回间，垂直角指标差不应超过 7"，垂直角互差不应超过 5"。

4 垂直位移监测网观测的其他要求应符合第 5 章的相关规定。

**11.13.7 变形监测网的首次值观测与复测应符合下列规定：**

1 对于变形监测网，应随工程进展及时埋设安装，并在大坝首次蓄水前完成首次值观测，通常取首次值作为基准值。首次观测至少连续、独立观测两次，合格后取其平均值作为首次观测值。

2 变形监测网的观测周期，应根据监测体的变形特征、变形速率、观测精度和工程地质条件、运营管理条件等因素综合确定。监测期间，应根据变形量的变化情况适当调整。

3 变形监测基准网，应 1 年复测一次。变形监测工作网，宜为 1~3 个月复测一次。遇水库蓄水、明显有感地震或变形速率加快等特殊情形下，应加密测次。

**11.13.8 各期的变形监测网观测，应满足下列要求：**

- 1 在较短的时间内完成。
- 2 采用相同的图形（观测路线）和观测方法。
- 3 使用同一类型的仪器和设备。
- 4 观测人员相对固定。

5 记录相关的施工与环境因素，如荷载、温度、降水、水位等。

6 采用统一基准处理数据。

**11.13.9** 变形监测网数据处理与稳定性分析应按下列要求执行：

1 对变形监测网的各项原始记录，应及时整理、检查。

2 观测数据的改正计算、校核计算和数据处理方法按第4章、第5章执行，本标准未作明确规定的，按相关国家或行业标准执行。

3 变形监测网的平差计算，监测基准网与工作网宜先、后分别进行。

4 监测基准网平差的起算点，应经过稳定性检验合格的点或点组。基准网点位稳定性的检验，可采用下列方法进行：

1) 采用观测量比较检验法。比较分析两点间复测值与首次值的较差（变化量），当较差小于其最大测量误差（取两倍中误差）时，可认为两点相对稳定或变动不显著。

2) 采用最小二乘测量平差的检验方法。复测的平差值与首次观测的平差值较差 $\Delta$ ，在满足式（11.13.9）要求时，可认为点位稳定。

$$\Delta < 2\mu \sqrt{2Q} \quad (11.13.9)$$

式中  $\Delta$ ——两期平差值较差，mm；

$\mu$ ——单位权中误差，可取两期观测单位权中误差的平均值；

$Q$ ——观测点变形量的权系数。

3) 采用数理统计检验方法。

4) 前三种方法相结合。

**11.13.10** 工程变形监测网测量项目应整理和提交下列资料：

1 技术设计书。

2 变形监测网图。

3 变形监测网点之记及标石埋设图。

- 4 测量仪器、设备检验资料。
- 5 原始观测记录手簿及概算资料。
- 6 平差计算成果资料。
- 7 技术总结报告。

### 11.14 边坡与库岸稳定变形监测

11.14.1 威胁水利水电工程安全和人民生命财产安全的边坡与库岸不稳定区（滑坡、崩塌、浸没等），应当进行监测。

11.14.2 边坡与库岸不稳定区变形监测的精度规定应按下列要求执行：

- 1 变形监测的主要内容应包括：视检、水平位移监测、垂直位移监测、裂缝监测等，并收集相关的测量资料。
- 2 变形监测精度应符合表 11.14.2 的规定。

表 11.14.2 边坡与库岸不稳定区变形监测精度 单位：mm

类 型	监测项目	精度要求	中误差
边坡	水平位移	±5 (岩体)、±5 (土质)	±5 (岩体)、±5 (土质)
	裂缝		±1
库岸不稳定区 (滑坡、崩塌、浸没等)	水平位移		±5
	垂直位移		±3
	裂缝		±1

注 1：特大边坡或滑坡等特殊情况的监测精度要求可根据实际情况，在设计中确定。  
注 2：近坝区岩体和高边坡监测精度参照 SDJ 336 执行。

3 变形监测作业前，应收集相关水文地质、岩土工程资料和设计图纸，并根据岩土工程地质条件、工程类型、施工方法等因素，进行变形监测方案设计。

4 变形观测期间，应对所使用的仪器设备进行定期检查、校正和检定，并做好记录。

5 变形监测工作应遵守下列规定：

- 1) 变形监测基准点应建在稳定区域，其数量不少于 3 个。
- 2) 监测点的设置应能代表该处岩土体的变形特征。
- 3) 监测设备应有必要的保护措施。
- 4) 各变形监测所用仪器设备应与表 11.14.2 的精度要求相适应，同一工程宜选用相同仪器设备进行监测。
- 5) 相关的监测项目，选择在有利的时段，宜同时观测。
- 6) 各种基准值至少应连续独立观测两次，合格后采用均值。
- 7) 监测资料应及时整编和分析。

#### 11.14.3 变形监测设计应符合下列规定：

1 监测点宜沿剖面进行布置，应符合地形、地质勘察资料，选择有地形、地质特征的断面作为监测断面。

2 表层垂直位移监测点与水平位移监测点同点布置。测斜仪、多点位移计等深层监测点与表层水平、垂直位移监测点应结合布置。

3 表层水平位移可采用交会法、测角法、视准线法、极坐标差分法、GNSS 测量、激光扫描等方法进行监测；深部位移可采用测斜仪、多点位移计等监测。

4 垂直位移应选择水准测量、测距三角高程法、极坐标差分法、GNSS 等方法进行监测。

5 水平和垂直位移监测基准点及工作基点的设计、埋设、观测和数据处理应符合 11.13 节的规定。

6 视准线观测可采用小角度法或活动觇牌法；视距长度对岩质边坡不宜超过 300m、对土质边坡不宜超过 800m。

7 采用交会法进行水平位移监测时，可选择角度（方向）交会法、边交会法、边角交会法等。角度（方向）交会法的交会角宜在  $60^{\circ}\sim 120^{\circ}$  之间，边交会法的交会角宜在  $30^{\circ}\sim 150^{\circ}$  之间。

8 极坐标差分法测站点和后视点的选择应符合下列规定：

- 1) 测站点和后视点宜选择在靠近边坡或滑坡体范围以外

的稳定地方。

- 2) 测站点和视点高差不宜超过 100m, 边长不宜超过 1000m; 有条件时, 可在监测区域两侧各选择一个视点。

9 GNSS 方法监测应采用相对定位静态观测方式, 可进行定期监测或实时监测。GNSS 测量网形设计应符合下列规定:

- 1) GNSS 测量布网方式宜采用网连式、边连式或混合式。
- 2) 独立闭合环的边数不宜大于 4 条, 网中与各监测点相连的独立基线数不应小于 2 条。
- 3) GNSS 监测网应联测 2 个或 2 个以上稳定的基准点或工作基点。
- 4) 有条件时, 可适当加测部分高精度的测距边长。

10 各种监测方法应根据实际情况、监测对象的特殊要求和具体条件做好优化设计工作, 并按最小二乘法进行精度预估, 保证监测点的位移量中误差不大于表 11.14.2 的规定。

11 当采用 GNSS 监测垂直位移时, 可采用大地高计算垂直位移量。采用 GNSS 拟合高程时, 应有不少于 4 个已有高精度水准高程成果且分布均匀的监测网点。

12 测斜孔、多点位移计应穿过可能的滑移或错动带(层)至相对稳定区域, 钻孔及安装要求应符合 SDJ 336 的规定。

**11.14.4 监测点观测应满足下列要求:**

1 采用交会法、边角网法测量时, 其观测技术要求可按 11.12.4 条的相关规定执行。

2 采用视准线法测量, 应使用精度不低于 1" 的测角仪器。选用活动觇牌法, 观测不应少于 2 个测回, 测回互差应小于 3mm; 选用小角度测量法, 观测不少于 4 个测回, 各测回小角值较差不应超过 2"。

3 采用极坐标差分法测量时, 应符合下列规定:

- 1) 极坐标差分法宜采用 DJ1 型以上(含 DJ1) 经纬仪和 I 级测距仪进行观测, 其主要技术要求应符合表

11.14.4 的规定。

表 11.14.4 极坐标差分法观测技术要求

等级	仪器标称精度		位移量中 误差限值 (mm)	最大 边长 (m)	水平角 测回数	边长 测回数	垂直角 测回数
	测距精度 (mm/km)	测角精度 (")					
一级	±2	±0.5	±3	500	12	4	6
			±5	1000			
二级	±2	±1	±3	300	9	2	4
			±5	500			

2) 仪器高和觇标高量取误差应小于 ±1mm, 估读至 0.1mm。

3) 采用极坐标差分法进行水平位移和垂直位移监测时, 一个测站或一个时段的观测, 应选择在气象条件稳定并在尽可能短的时间内完成。

4 采用 GNSS 测量时, 其观测技术要求应符合 4.2 节的相关规定。

5 光电测距三角高程测量进行垂直位移监测时, 宜采用两方向或三方向交会测量, 其观测技术要求应符合 5.4 节的相关规定。

6 库岸不稳定区的监测周期, 宜每月观测一次, 并可根据旱、雨季或变形速率等进行适当调整。

7 边坡监测周期, 施工期宜每周观测一次, 运行期宜每季观测一次, 并可根据变形速率等进行适当调整。

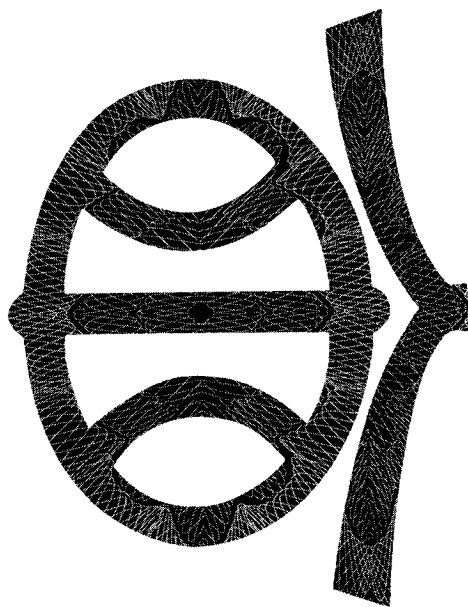
11.14.5 边坡与库岸稳定变形监测项目应整理和提交下列资料:

- 1 技术设计书。
- 2 观测成果与位移量。
- 3 监测点位置分布图, 基准网布置图和观测方向图, 水准路线图。
- 4 水平位移量曲线图, 沉降曲线图。

5 有关开挖与水平位移量相关曲线图、开挖与沉降量相关曲线图、位移（水平和垂直）速率与时间曲线图。

6 深部位移曲线图。

7 监测报告。





## 12 地理信息系统开发

### 12.1 一般规定

**12.1.1** 按地理信息系统建设的方法原则及地理信息系统的特点，地理信息系统的开发可分为需求分析、总体设计、详细设计、软件编码与测试、系统运行维护等阶段。各阶段的主要工作内容应按下列要求执行：

1 需求分析阶段应明确地理信息系统中应完成的内容，由系统分析人员通过和用户密切配合与充分交流，应得到用户确认的系统逻辑模型，明确系统的各项性能需求、设计约束和系统的验收标准，并编制需求分析报告。

2 总体设计阶段应根据系统需求分析的结果确定地理信息系统的总体结构。设计人员在反复理解系统需求的基础上，从系统结构、软硬件配置、系统功能模块划分、数据库、系统接口、可靠性处理等方面进行设计，并编制总体设计报告。

3 详细设计阶段，程序设计人员应根据总体设计的要求，进行各模块的详细功能设计、数据设计、输入输出设计等工作，并编制详细设计报告。

4 软件编码与测试阶段完成软件代码编写和软件测试，并编制用户操作手册、测试报告等文档。

5 在系统运行维护阶段，根据用户的意见修改系统的功能结构，改善系统的品质，使系统更稳定，更符合实际需求。

**12.1.2** 系统设计宜采用原型法；需求分析明确时，系统设计也可使用生命周期法或模块结构法。

**12.1.3** 地理信息系统设计应遵循下列原则：

1 面向用户原则应符合下列要求：

1) 实用性：系统设计应考虑技术方法与实现手段、大数

据量的存储、维护与更新。

- 2) 可扩充性：数据编码和系统功能、数据结构、应用领域和硬件配置应可扩充。
  - 3) 安全性：系统应具有必要的安全保护和保密措施，有很强的应对计算机犯罪和病毒的防范能力。
  - 4) 先进性：系统选用的硬件设备及操作系统、数据库管理系统及地理信息系统软件等均具有先进性及成熟的技术。
- 2 标准化、规范化原则应符合下列要求：
- 1) 系统内容、数据分类与编码、数据精度、作业规程等宜采用有关国家标准、行业标准和地方标准。
  - 2) 对国家标准、行业标准和地方标准中没有包括但需要规范化的内容，可补充制定临时规定。
- 3 成本效益优化原则应符合下列要求：
- 1) 数据精度应满足应用需求。
  - 2) 优选性价比最优的系统配置方案。
  - 3) 合理安排工作的优先顺序。
  - 4) 先试点后大规模实施。

## 12.2 需求分析

**12.2.1** 需求分析应通过对用户的业务流程、工作任务、组织方式、现有系统的调查，明确用户的具体业务需求，明确地理信息系统的功能需求、性能需求及其他需求，并明确系统边界及同其他系统的接口细节，提供用户需求分析报告。

**12.2.2** 需求分析应包括下列内容：

- 1 系统需求分析应符合下列要求：
  - 1) 现状描述与业务需求：明确用户的业务现状及具体业务需求。
  - 2) 功能需求：明确系统应实现的各种功能，包括数据输入、数据查询、数据统计分析、数据输出等。

3) 性能需求：明确系统的各项性能技术指标，包括响应时间限制、数据精度要求、存储容量限制等。

4) 其他需求：明确系统安全的保密性与可靠性需求、与用户运行的其他信息系统的关系。

2 数据需求分析应确定实现系统功能所需要的数据以及系统需要处理的数据类型。进行数据现状需求调查；确定空间数据比例尺、数据规模以及增长量、数据的输出内容、方式与格式、空间数据与非空间数据的接口。

3 系统开发需求分析应明确系统开发时所需的人员、软件、硬件、开发进度、用户界面、系统环境等需求。

12.2.3 需求分析应按下列要求执行：

1 需求调查内容应符合下列要求：

1) 对用户的组织机构、日常业务和应用系统的现状与改进要求等进行调查。

2) 对现有地理信息系统进行调查，初步界定出地理信息系统可实现的功能、业务内容以及实现这些功能所需要的数据。

3) 对用户使用的系统软件、硬件、网络状况等资源进行调查。

2 需求调查方式可通过专人会谈、电话访谈、问卷调查、查阅资料等方式获取用户的需求信息。

3 需求分析过程应符合下列要求：

1) 调查准备：在进行需求调查之前，制定调查计划，明确调查内容、调查方式，并进行任务分工。

2) 需求调查：根据调查内容开展用户需求调查。

3) 编制需求分析报告：根据需求调查的结果，确定地理信息系统要处理的业务流程数据流和数据结构，细化系统功能，找出系统各元素之间的关系、接口特性和系统边界，并依据功能需求、性能需求和运行环境需求等，剔除需求调查结果中的不合理部分，形成需求

分析报告。编制内容见附录 F 中表 F.0.1。

- 4) 评审需求分析报告：对需求分析报告确定的需求的正确性、完整性和描述的清晰程度进行评审，以确保在需求分析报告中规定的各项需求和描述内容的适用性。需求分析评审完毕，在经过用户和开发者双方认可后，作为系统建设中进行开发设计和验收的依据。

## 12.3 总体设计

12.3.1 总体设计应根据系统需求分析报告确定的总体目标、系统的规模，确定系统总体结构、划分功能模块并确定模块间的关系，确定系统的软硬件配置，设计数据库结构，规定系统采用的技术规范和标准。

12.3.2 地理信息系统设计应包括以下内容：

- 1 总体结构设计应按下列要求执行：
  - 1) 总体结构设计应划分不同子系统，每个子系统包含不同的功能模块。系统应具有数据输入模块、数据查询模块、空间分析模块以及数据输出模块等。
  - 2) 功能设计：设计系统模块的基本功能，数据输入模块应具有图形输入、数据输入、数据导入等功能；数据查询模块应具有按空间范围检索、按图形查属性和按属性查图形等功能；空间分析模块应具有叠置分析、缓冲区分析等功能；数据输出模块应具有矢量绘图、栅格绘图、报表输出、数据导出等功能。
- 2 软硬件配置应按下列要求执行：
  - 1) 硬件平台：硬件平台设计应包括计算机、输入设备、输出设备、数据存储设备、数据备份设备及网络和不间断电源等硬件设备，对各类硬件，应标明其型号、台套数、性能指标、技术优势和特殊约定等。
  - 2) 软件平台：软件平台设计应包括操作系统、地理信息

系统基础软件和网络软件，对各类软件，应说明其技术特点、与国内外同类产品比较，明确阐述选择的理由，并指明所选软件的名称、生产厂家、版本号和技术要求。

3) 网络体系结构：网络体系结构设计应包括网络设计原则、技术要求、产品选型、拓扑结构、传输介质、接口、通信协议等；说明拟采用的网络安全保护技术。

3 数据库设计应按下列要求执行：

1) 数据内容：应完整说明数据库所包含的各类数据，主要包括空间数据、属性数据以及元数据等内容。

2) 数据库管理系统的选择：应根据系统功能要求和地理信息系统基础软件的技术要求选择数据库管理系统，并对数据库管理系统的性能、兼容性、安全性、可扩展性等进行论证。

3) 数据库设计原则：应遵循数据库设计原则，包括数据的分类与编号、数据分层原则，图层命名、属性命名原则。

4) 空间数据模型选择：根据用户需求选择合适的空间数据模型和数据格式。

5) 数据安全设计：包括数据备份、安全、用户管理设计等。

6) 编制数据库设计。

4 接口设计应按下列要求执行：

1) 用户界面：包括屏幕、菜单、提示信息设计等。界面应风格统一、简洁和针对性强。

2) 内部接口：对系统内部各模块之间的接口方式进行设计。

3) 软硬件接口：对系统所涉及的软硬件的接口方式进行设计。

5 可靠性处理应按下列要求执行：

1) 出错信息：说明在系统整个运行过程中可能的出错或

故障情况，包括系统输出信息的方式、含义及处理方法。

- 2) 补救措施：设计并说明系统运行过程中出现故障的补救措施或解决办法。

**12.3.3** 总体设计及数据库设计的编制内容见附录 F 中表 F.0.2 和表 F.0.3。应按设计的先进性、完整性、可靠性、可扩展性以及合理性对报告进行论证。

## 12.4 详细设计

**12.4.1** 详细设计应对总体设计中已划分的子系统或各大模块的进一步深入细化设计。应按内聚度和耦合度、功能完整性、可修改性进一步划分模块，形成功能独立、规模适当的模块，各模块应高内聚低耦合，对各模块进行设计，画出各模块结构组成图，详细描述各模块的内容和功能。

**12.4.2** 地理信息系统详细设计应按下列要求执行：

- 1 模块设计应进行逐个模块的程序描述，主要包括算法和程序流程、输入输出项、与外部的接口等。

- 2 地理信息系统界面应简单易学、灵活方便，要对界面布局形式、色调搭配、菜单形式、菜单布局、对话作业方式等进行说明。

- 3 输入输出设计应在总体设计的基础上，对输入输出的内容、形式、种类、格式、介质、精度做出明确的规定。

**12.4.3** 详细设计的编制内容见附录 F 中表 F.0.4。详细设计可单独论证，也可与总体设计一起论证。

## 12.5 软件编码与测试

**12.5.1** 地理信息系统的软件编码应按下列要求执行：

- 1 在编码工作开始之前，应针对所用程序语言的特点编制程序员应严格遵守的编程规范。

- 2 编码应遵循下列特殊要求：

- 1) 系统涉及海量数据的处理、显示和读写，对系统硬件和网络等设备要求较高，且系统的算法、程序流程对系统的运行效率影响很大，在程序编写时应充分考虑系统配置，宜采用高效率的算法和数据结构。
- 2) 系统处理对象较多，为了保证程序的可读性和稳定性，程序应具有良好的设计风格，即源程序文档化、数据说明合理、结构清晰规范、模块接口清晰等。
- 3) 系统在运行过程中，可能面临许多不规范甚至非法操作，为了避免系统陷入瘫痪，程序应具有很强的容错性。

**12.5.2** 地理信息系统软件编码完成后，系统测试应按下列要求执行：

**1** 系统测试内容应符合下列规定：

- 1) 单元测试或模块测试：对软件设计的最小单元或程序模块进行正确性检验。
- 2) 集成测试：在单元测试的基础上，将所有模块按总体设计要求组装成为系统，并进行联合调试，发现并排除在模块组合中出现的问题，最终构成符合总体设计要求的系统。
- 3) 验收测试：对系统的功能和性能是否满足需求分析报告中用户的需求进行测试。验收测试应有用户参加设计测试用例，由用户界面输入测试数据，并分析测试的输出结果。除对系统的功能测试外，还应对系统的可移植性、兼容性、可维护性、容错性等性能进行测试，同时对整个系统的软件、硬件、网络等集成环境进行检验，以检验是否存在与总体设计不符合的地方，并可用来发现系统分析和设计中的错误。

**2** 为了测试不同的功能，测试用例应满足多方面的要求；并含有一定的错误数据；数据之间的关系应符合程序要求。

**3** 测试方法的步骤应按下列要求执行：

- 1) 测试计划：在进行测试之前应制定完整的测试计划，包括测试系统的功能、测试内容、各项测试的进度安排、资源要求、测试资料、测试工具、测试用例的选择、测试控制方式和过程、系统组装方式以及评价标准等。
- 2) 测试组织：组织测试工作时，应保证测试人员的组成要广泛；严格执行测试计划；选择合理的测试用例。
- 3) 测试实施：测试人员应进行测试结果的记录，便于对测试结果进行分析。
- 4) 验收测试结束后，测试组应对测试的各项指标进行分析，编制测试分析报告，作为系统验收和评价的依据。测试计划及测试分析报告编制内容分别见附录 F.0.5 和表 F.0.6。

## 12.6 系统运行与维护

**12.6.1 系统维护** 系统运行过程中，由于外部环境的变化，修改系统的功能结构，改善系统的品质，使系统更稳定，并应符合下列要求：

- 1) 纠错性维护应明确规定故障报告制度和故障排除时间。对规定时间内无法排除的故障应提出应急处理方案。
- 2) 完善和适应性维护应制定维护原则、维护的过程和维护实施的条件和步骤。
- 3) 硬件设备的维护应包括机器设备的日常管理和维护工作，相应配套的管理和维护方案。

**12.6.2 数据的更新、维护与备份** 应按下列要求执行：

- 1) 数据更新应对包括地形图、各类专题图等空间数据和属性数据进行及时更新，保证地理信息系统中数据的现势性。
- 2) 数据维护应对数据进行实时维护。逐步建立严格的信息收集、录入、审查程序，实现数据维护的规范化和制度化。
- 3) 数据备份除备份操作系统，数据库管理系统，应用软件等基本文件外，还应备份其他数据文件，以保证数据的可靠



恢复。

## 12.7 资料整理

12.7.1 项目完成后，应整理下列资料：

- 1 需求分析报告。
- 2 总体设计。
- 3 数据库设计。
- 4 详细设计。
- 5 测试计划、测试分析报告。
- 6 项目总结报告。内容及格式见附录 F 中表 F.0.7。
- 7 软件系统及数据库。

12.7.2 项目完成后，应提交下列

- 1 需求分析报告。
- 2 总体设计。
- 3 数据库设计。
- 4 详细设计。
- 5 测试计划、测试分析报告。
- 6 项目总结报告。
- 7 软件系统及数据库。

## 13 空间数据编辑与入库

### 13.1 一般规定

**13.1.1** 空间数据包括数字线划地形图、数字高程模型、数字正射影像图、数字栅格地图以及专题地图数据等。

**13.1.2** 空间数据的比例尺系列宜为 1:500、1:1000、1:2000、1:5000、1:10000、1:25000 等。

**13.1.3** 空间数据编辑与入库前应根据项目任务要求,收集已有的目标数据库相关设计资料,或按第 12 章及附录 F 中 F.3 规定进行的空间数据库设计资料,作为数据入库技术设计的主要依据。

**13.1.4** 原始数据应按相关规范完成生产并通过数据生产质量检验。

**13.1.5** 入库数据检查主要针对空间数据库建库要求进行。对于不满足空间数据库建库要求的原始数据,应进行相应的编辑、处理和转换。入库数据的检查应包括下列内容:

- 1 数据文件的完整性。
- 2 数据的空间参考系统。
- 3 数据文件格式。
- 4 空间数据的几何精度。
- 5 要素分层与代码,要素几何特征,栅格大小等数据规格。
- 6 空间数据的完整性,是否有遗漏或重复。
- 7 数据组织的分幅、分块或分区。
- 8 图形及属性接边检查,必要时进行不同时期不同类型数据接边检查。

**13.1.6** 入库数据的空间参考系,宜与数据库采用的空间参考系一致。如不一致,应对原始数据进行空间参考系变换。

**13.1.7** 原始数据格式与数据库数据格式不一致时,应进行格式

转换，满足数据库建库要求。

**13.1.8** 空间数据入库时应按建库要求编制元数据文件。元数据文件应为文本文件，每行记录按“〈元数据项〉，〈元数据值〉”结构排列。元数据文件应记录空间数据的数据源、数据规格、生产流程、产品归属、空间参考系、数据质量、接边等方面的说明信息。入库空间数据根据需要，可选择以图幅、要素类型或者数据集为单位编制元数据文件。

## 13.2 数字线划地形图

**13.2.1** 除 GIS 格式空间数据外，其他格式地形图数据在进行入库处理前，应进行空间数据编辑，并应符合下列规定：

1 数据应分类分层存放，不同的要素应赋有相应的分类代码，要素分类分层与代码按数据库建库设计要求执行。

2 对各层要素进行拓扑关系处理，所有数据层在完成编辑后的数据结构应符合建立拓扑关系的要求。

3 按数据库建库设计要求建立要素属性表并赋属性值。

4 数据编辑时应处理好各要素间的关系，各层要素叠加后其关系应保持协调一致。

5 要素图形应完整。多边形要素应封闭、无悬挂点，有向点、有向线方向正确。

6 质量控制的重点是位置精度、属性精度、逻辑一致性和完整性。

**13.2.2** 数字线划地形图入库应按技术准备、数据入库检查、数据处理转换、数据入库、入库后检查的流程进行，应按下列要求执行：

1 技术准备时应确定数据库与数据参数，确定导入的数据类型。

2 数据入库检查应按 13.1.5 条的要求执行，必要时还应进行下列检查：

1) 空间特征表达的完整性检查。

- 2) 类型一致性检查：分类、分层，线状地物是否连续，代码的一致性，矢量几何精度一致性等。
- 3) 拓扑一致性检查：拓扑关系、多边形闭合关系等。
- 3 对不满足数据库设计要求的原始数据数据进行转换。
- 4 按分图幅或分区域入库，批量转入数字线划图数据。
- 5 数据入库后，对数据库进行运行测试，并进行入库后数据质量检查。

### 13.3 数字高程模型

13.3.1 技术准备应明确数据库设计要求的原点、比例尺、投影、格网大小、坐标类型和数据库设计要求，准备数字高程模型数据和相关的元数据。

13.3.2 数据入库前应检查数据的空间参考系，数据格式、完整性、精度、分辨率、分割与接边等，并记录检查结果。对质量检查不合格的数据方可入库。

13.3.3 高程模型数据和地形数据不一致时，应对不满足建库要求的数据进行处理和转换。

13.3.4 数字高程模型数据应按分图幅或分区域入库，批量转入数据。

13.3.5 数据入库后，应对数据库进行运行测试，并对数据进行入库后质量检查。

### 13.4 数字正射影像图

13.4.1 技术准备应明确影像库设计要求，准备数字正射影像图数据和相关的元数据。

13.4.2 数据入库检查的重点为空间参考系、数据格式、完整性、精度、影像色调、镶嵌精度、像元大小、分割等。

13.4.3 应对不满足建库要求的数据进行处理和转换。

13.4.4 应根据图像工程信息进行基础图像入库或国家标准交换

格式将图像入库。对于国家标准的影像，应自动得到其坐标和分辨率；非国家标准的影像，应输入影像左下角坐标和分辨率。

**13.4.5** 应抽取图像金字塔，进行数据库运行测试，并对数据进行入库后质量检查。

### 13.5 数字栅格地图

**13.5.1** 数字栅格地图可采用地形图扫描数字化法或数字线划图矢栅变换法制作，并应符合下列规定：

**1** 数字栅格地图采用地形图扫描数字化法制作时应按下列要求执行：

- 1) 技术准备：资料收集与分析，编制技术方案。
- 2) 作业方法：地形图扫描数字化，图像处理与相关文件制作。
- 3) 质量控制：通过编辑工作，消除可能存在的错漏。

**2** 数字栅格地图采用数字线划图矢栅变换法制作时应按下列要求执行：

- 1) 技术准备：资料分析，编制技术方案。
- 2) 作业方法：DLG数据输入，数据编辑处理，数据矢栅变换和文件制作。
- 3) 质量控制：数据检查，消除可能存在的错漏。

**3** 数字栅格地图的其他制作要求可参照H/T 1015.4的规定和建库设计要求执行。

**13.5.2** 数字栅格地图入库应按技术准备、数据入库检查、数据处理转换、数据入库、入库后检查的流程进行，应按下列要求执行：

- 1 技术准备应确定数据库与数据参数，进行技术设计。
- 2 数据入库检查重点检查空间参考系，数据格式、完整性、精度、栅格大小、分幅、数据质量等。对质量检查不合格的数据应予以返工，质量检查合格的数据方可入库。
- 3 对不满足数据库设计要求的数据应进行处理转换。

4 数字栅格地图数据按分图幅或分区域入库，批量转入数据。

5 数据入库后应进行数据库的安全设置、运行测试，并对数据进行入库后质量检查。

### 13.6 专题地图数据

13.6.1 专题地图应在地理底图基础上着重表示某类自然、人文现象，如工程环境、工程环境、水土流失、土地利用、工程移民信息、河道变迁等专题的地图，可采用矢量和栅格两种形式。

13.6.2 矢量专题地图数据中专题要素的几何特征、分类与代码，应符合专业标准规范和专题数据库的规定。

13.6.3 入库专题地图数据的精度，应满足同比例尺地形图精度以及专题地图的专业标准规范的要求。

13.6.4 矢量专题地图数据的入库，可按 13.2 节的规定执行。

13.6.5 栅格专题地图数据的入库，可按 13.5 节的规定执行。

### 13.7 资料整理

13.7.1 项目完成后，应对下列资料进行整理：

- 1 技术设计书，空间数据库设计资料。
- 2 原始数据。
- 3 入库数据。
- 4 元数据文件。
- 5 技术总结报告。

13.7.2 项目完成后，应提交下列资料：

- 1 技术设计书。
- 2 入库数据。
- 3 元数据文件。
- 4 技术总结报告。

## 14 成果验收与质量检查评定

### 14.1 成果验收

14.1.1 本章适用于下列类型的测绘项目验收：

- 1 规模较大的专项委托测绘项目。
- 2 流域或区域水利前期规划测绘项目。
- 3 大中型水利水电工程综合勘察项目合同中有专项验收要求的测绘项目。

14.1.2 项目验收应以合同或任务书、技术设计书和有关的法律法规、规程规范等文件为主要依据。

14.1.3 项目验收前，应满足下列条件：

- 1 项目合同或任务书范围内的工作内容已按合同或任务书的约定完成。
- 2 项目质量经评定全部合格，有关质量错漏已按要求处理完毕或有批准的处理意见。
- 3 项目资料已按要求整理完毕。
- 4 合同或任务书约定的其他条件。

14.1.4 项目验收应由项目委托方组织。根据项目规模大小，成立相应的验收组，验收组宜由项目委托方、监理等单位人员和专家组成，其中技术专家不应少于3人。专家应具有高级及其以上技术职称或相应执业资格。

14.1.5 项目验收宜按下列程序进行：

- 1 项目承担单位向委托方提出验收申请报告。
- 2 委托方批复验收申请报告并确定验收时间、地点、验收会议议程等内容。
- 3 召开验收会议；需要时，可先组织现场抽样检查和技术预验收。
- 4 出具验收报告。





格的成果，承担单位应根据验收意见进行处理至满足要求。

## 14.2 质量评定

14.2.1 项目成果质量等级应按优、良、合格、不合格四个级次评定，分级标准见表 14.2.1。

表 14.2.1 质量等级标准

序号	等级	分值范围	质量单元比率(%)		
			优	合格及以上	不合格
1	优	得分 $\geq 90$	$\geq 50$	100	0
2	良	90 $>$ 得分 $\geq 75$		100	0
3	合格	$>$ 得分 $\geq 60$		100	0
4	不合格	得分 $< 60$		$< 100$	$> 0$

14.2.2 单一项目按赋分方式进行质量评定时，应按附录 G 中表格进行，表格中未涉及的项目可按以赋分表执行。

14.2.3 成果生产单位采取将测绘成果划分为若干个单元质量评价项目成果质量的方式时，应按单元优良率进行项目质量评定。单元划分宜结合项目特点、可操作性等按下述方式进行划分：

- 1 控制测量成果中各级 GNSS 三角点、导线点和水准测段等以“点”或“测段”为单元。
- 2 像片控制测量、空中三角测量、像片调绘成果以“区域网”、“景”为单元。
- 3 数字地形地类图测绘、断面图测绘等各种比例尺地形图、影像平面图成果以“幅”为单元、断面以“条”为单元。
- 4 变形监测以“点次”或周期为单元。
- 5 其他项目质量单元可参照上述方式划分。

14.2.4 综合测绘项目的质量评定应按下列要求执行：

- 1 将综合测绘项目划分为项目技术设计、专业测绘分项目

和成果资料整理三大项目分项。

2 对综合测绘项目质量评定前，应完成各分项成果的质量评定。

3 分项成果质量有不合格项时项目质量应综合评判为不合格，分项成果的质量评定单元有不合格项时分项成果质量应综合评判为不合格。

4 项目成果质量得分、分项成果质量得分及质量评定单元的赋分应按下列要求执行：

1) 综合项目按表 14.2.4 计算得分。

表 14.2.4 综合测绘项目成果质量评分表

项目分项成果		权 (P)	赋分 [百分制]	备注
项目技术设计		$P_1$		
专业测绘分 项目	平面控制测量	$P_2$		
	高程控制测量			
	数字地形测图			
	断面测量			
	.....			
成果资料整理		$P_3$		
项目质量总分 (S)		1.00		

2) 项目分项测绘成果应按 4.2.2 条的单项项目的赋分要求执行。

3) 综合项目的项目分项成果或质量评定单元无不合格项时，项目成果或项目分项成果质量得分 S 采用加权平均法按式 (14.2.4) 计算：

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n (S_i P_i)}{\sum_{i=1}^n P_i} \quad (14.2.4)$$

式中 S——项目成果或分项成果质量得分；

$S_i$ ——分项成果或质量评定单元质量得分；

$P_i$ ——相应分项成果或质量评定单元的权；

$n$ ——项目分项成果或质量评定单元的个数。

- 4) 测绘项目成果质量评分表中的各大项、专业测绘大项中的各分项的权重，可按其在项目中的重要性、所占工程量的比例确定；专业测绘分项目的权  $P_2$  参考值总数宜为 0.7，具体数据可根据专业测绘大项中分项目数量、重要性进行调整。

### 14.3 质量检查

**14.3.1** 测绘成果质量检查包括过程检查和最终检查，过程检查应由测绘专业队室或项目部完成，最终检查应由作业单位质量管理部门实施。

**14.3.2** 测绘成果质量检查方法按检查样本数量分为全数检查、抽样检查方式，应按测绘成果的内容和特性分为详查和概查方式：

1 抽样检查对样本内单位成果进行逐一详查，必要时可对样本以外单位成果的重要检查项进行概查。抽样检查应按样本量从批成果中提取样本成果的全部有关资料，同时对项目设计书、专业设计书、生产过程中的补充规定，技术总结报告、检查报告、检查记录，仪器检定证书、检验资料复印件和其他需要的文档资料等项目资料按 100% 提取样品原件或复印件。

2 成果详查应根据各分项测绘成果的质量评定单元及检查项，按有关的规范、技术标准和技术设计书的要求逐个检验质量评定单元成果并统计存在的各类差错数量，按 14.2 节有关要求评定分项测绘成果质量合格与否。

3 成果概查主要对影响成果质量重要的、特别关注的质量要求或指标，或系统性的偏差、错误，或带倾向性问题进行检查，宜只记录极重要检查项的错漏、极严重检查项的错漏和普遍性问题。若概查中未发现极重要检查项的错漏，应判定成果概查合格，否则应判定成果概查不合格。

**14.3.3** 测绘成果过程检查应采用全数检查，最终检查宜采用全数检查，涉及野外检查项的可采用抽样检查，抽样样本比率宜不小于总样本的5%，样本以外的成果应实施内业全数检查。

**14.3.4** 测绘成果过程检查前，应满足下列条件：

- 1 完成提交过程检查部分的全部工作内容。
- 2 作业组自检互校过程中发现的错漏问题已按要求进行处理。
- 3 测绘过程资料按要求整理完毕。
- 4 其他约定条件。

**14.3.5** 测绘成果最终检查前，应满足下列条件：

- 1 完成项目规定的全部工作内容。
- 2 过程检查中发现的错漏问题已按要求进行处理。
- 3 技术总结报告编制、项目资料整理完毕。
- 4 合同约定的其他条件。

**14.3.6** 测绘成果质量检查中过程检查的分项检查应在过程检查的基础上进行，在测绘成果过程检查表中详细、完整、规范、清晰记录检查出的错漏问题和复查结果；检查人员、处理人员、复核人员签名齐全；修改、增加、删除内容应标注清楚。

**14.3.7** 最终检查应在过程检查的基础上进行，审核过程检查记录，发现问题应作为成果错漏处理；应及时、完整地在测绘成果最终检查表或成果校审卡中记录检查出的错漏问题和复查结果；最终检查不合格的成果应退回作业部门处理，处理后再进行最终检查，直至检查合格为止；最终检查出的错漏问题修正后应经复查无误方可提交验收；最终检查完成后应编写测绘成果检查报告。

**14.3.8** 测绘成果质量检查中测绘成果过程检查表和测绘成果检查报告格式见附录 G 中 G.3 节。

# 附录 A 平面控制测量

## A.1 平面控制点点之记绘制

A.1.1 每个平面控制点绘制一页点之记，点之记格式示例如图 A.1.1 所示。

平面控制点点之记

测区	大山		所在地	省 (自治区、直辖市) 县 (市、区、旗) 乡 村		
点名 点号	至山城		位置 略图	等级	距离 (km)	磁方位角 (°)
	大山			一等	4.5	35
	至张村			二等	5.0	47
	至张村			三等	7.0	120
	至张村			四等	7.5	180
	至张村			五等	7.3	263
标石 类型	五等混凝土 标石		近水源	王庄村有水		
	石子		本点西 20m 中有砂	本点东南 矿洞口旁有碎石		
实埋 标石 断面 图			选点	姓名	李××	
			时间			
			埋标	姓名	张××	
			时间			
附注	说明是否选在旧标点上，原点为何机关所设，是否需要重新埋石					

单位:cm

图 A.1.1 平面控制点点之记格式

A. 1. 2 测区宜填写工程名称，标石断面图应按埋设的实际尺寸填绘。

## A. 2 GNSS 控制点点之记绘制

A. 2. 1 每个 GNSS 控制点绘制一页点之记，GNSS 控制点点之记格式如图 A. 2. 1 所示。

### GNSS 控制点点之记

网名： \_\_\_\_\_ 填表日期： \_\_\_\_\_ 年 月 日

点名：	点号：	等级：	图幅号：
概略位置：B=		L=	H=
所在地区：	委托保管人：		
最近住所：	通信设施：		
最近水源：	电源情况：		
地类：	石子来源：		
交通线路图	本点交通情况		
点位略图	点位说明		
埋石断面图	接收机天线计划安排位置		
选埋单位：	选点者：	埋石者：	

图 A. 2. 1 平面控制点点之记格式

A.2.2 网名宜填写工程名称, 标石断面图应按埋设的实际尺寸填绘。

### A.3 控制点标石规格

A.3.1 二等、三等、四等平面控制点埋设应按下列要求执行:

1 二等、三等、四等平面控制点标志采用金属等材料制作, 其规格如图 A.3.1-1 所示。

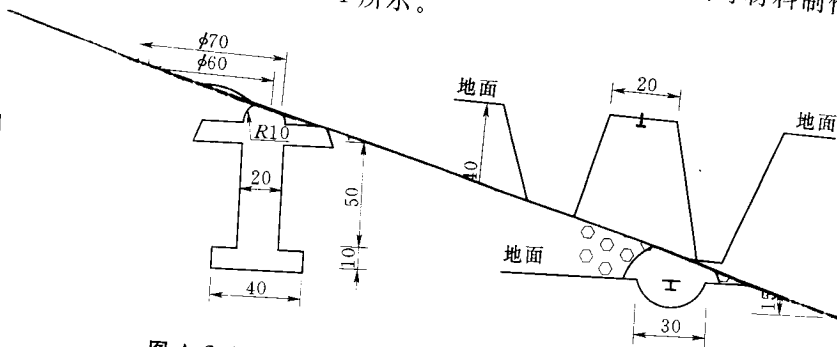


图 A.3.1-1 金属标志  
(单位: mm)

图 A.3.1-3 岩石标志  
(单位: cm)

2 二等、三等、四等平面控制点可采用混凝土普通标石和岩石标石, 其埋设规格如图 A.3.1-2 和图 A.3.1-3 所示。

A.3.2 五等控制点埋设规格如图 A.3.2 所示。

A.3.3 图根点的埋石类型和要求应按下列要求执行:

1 一般图根点用  $5\text{cm} \times 5\text{cm} \times 50\text{cm}$  的木桩打入土中, 桩顶露出地面  $5\text{cm}$ , 桩顶中心钉入铁钉作为标志中心, 以红油漆书写点号。如点位在固定岩石上, 则刻纵横各  $5\text{cm}$  长的十字线并涂红油漆写明点号。

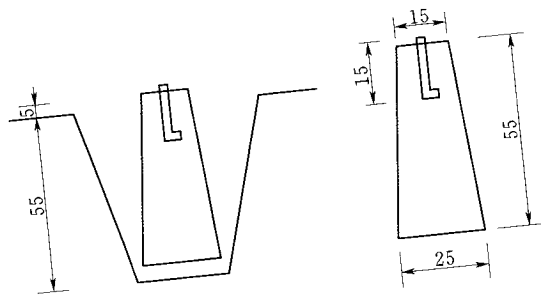


图 A. 3. 2 五等控制点 (单位: cm)

2 固定图根点可为埋石点或天然岩石, 埋石点应符合下列要求:

- 1) 埋石点标志应埋入地内 10 cm, 四周夯实捣固, 标志类型如图 A. 3. 3 所示。标志高度为 15 cm。
- 2) 天然岩石标志应选在稳固的岩石上, 标志高度为 15 cm。

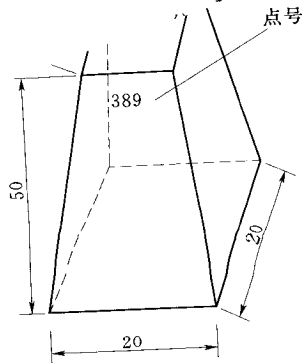


图 A. 3. 3-1 混凝土标石  
(单位: cm)

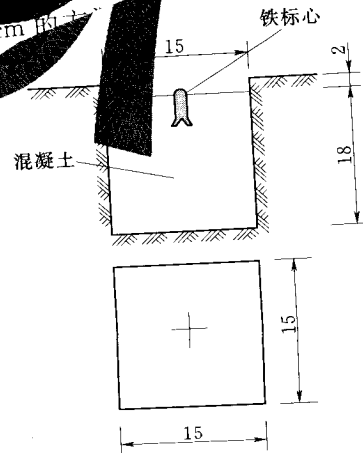


图 A. 3. 3-2 天然岩石标石  
(单位: cm)



## 附录 B 高程控制测量

### B.1 水准点标志图

B.1.1 水准点标志可分为金属标志和岩石标志。

B.1.2 金属标志样式及规格如图 B.1.2-1 所示，岩石标志的样式及规格如图 B.1.2-2 所示。

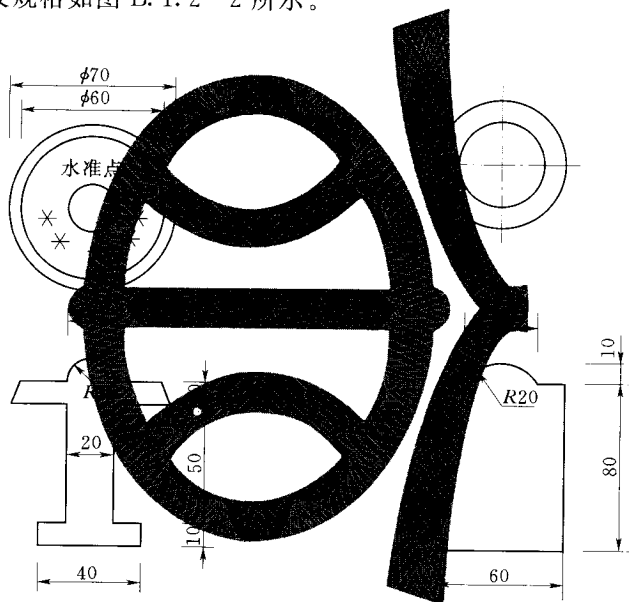


图 B.1.2-1 金属标志  
(单位: mm)

图 B.1.2-2 岩石标志  
(单位: mm)

- 注 1: 金属标志的圆球部采用铜或不锈钢材料制作, 圆盘和根络可用普通钢材。  
注 2: 图 B.1.2-1、图 B.1.2-2 为安置在混凝土标石上的水准标志; 图 B.1.2-1 为安置在混凝土标石、岩石标石上的水准标志。钢管标石水准标志的圆盘直径, 按采用的钢管直径和壁厚决定, 确保镶接牢固。  
注 3: 图中“×××××”处为测量单位名称。

## B. 2 水准点标石规格

B. 2. 1 混凝土基本水准标石埋设规格如图 B. 2. 1 所示。

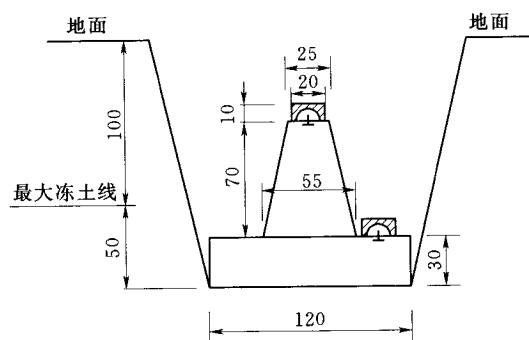


图 B. 2. 1 混凝土基本水准标石埋设图 (单位: cm)

B. 2. 2 混凝土普通水准标石埋设规格如图 B. 2. 2 所示。

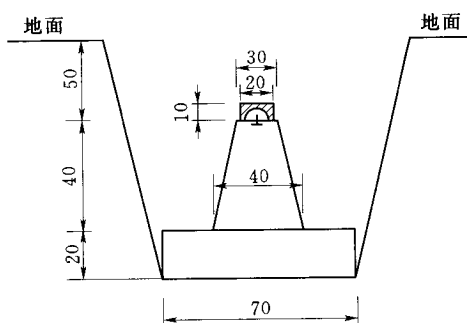


图 B. 2. 2 混凝土普通水准标石埋设图 (单位: cm)

B. 2. 3 岩层普通水准标石埋设规格如图 B. 2. 3 所示。埋设基本岩层水准标石时, 应埋设上、下两个标志, 上下两标志可埋设在相距 0. 5m、高差 0. 1m 的坚硬岩石上。

B. 2. 4 墙脚水准标志埋设规格如图 B. 2. 4 所示。

B. 2. 5 冻土地区应埋设钢筋混凝土柱普通水准标石, 如图 B. 2. 5 - 1 所示。在通行困难的冻土地区, 也可用钢管普通水准

标石代替，如图 B. 2. 5 - 2 所示。

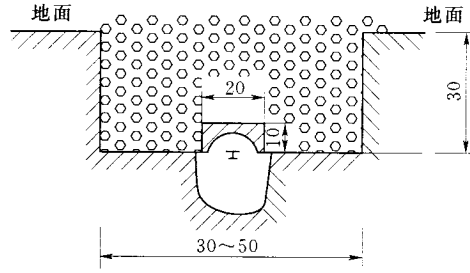


图 B. 2. 3 岩层普通水准标石埋设图 (单位: cm)

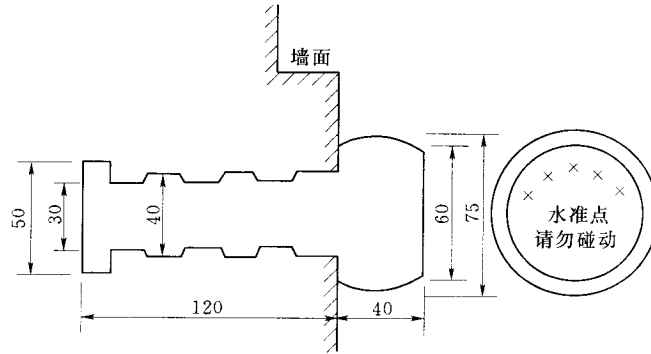


图 B. 2. 4 墙脚水准标志埋设图 (单位: mm)

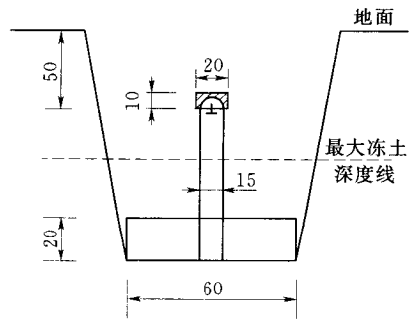


图 B. 2. 5 - 1 钢筋混凝土柱普通水准标石埋设图 (单位: cm)

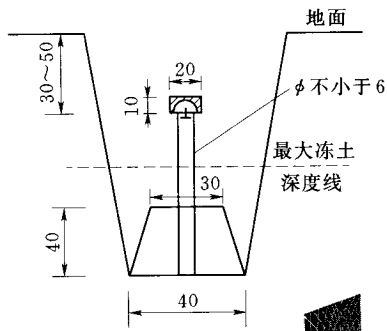


图 B.2.5 普通水准标石  
建设图 (单位: m)

B.2.6 标石埋设深度应根据地下水位埋深按表 B.2.6 决定。

表 B.2.6 水准标石埋设深度 (单位: m)

地下水位距地面距离	标石底座底部位于最大冻土深度线距地面距离	标石埋设深度
<6	>0.5	0.3~0.5
6~10	2	0.3~0.5
>10	按一般地埋设	普通水准标石

B.2.7 水准标石顶面标志应符合图 B.2.7 所示。

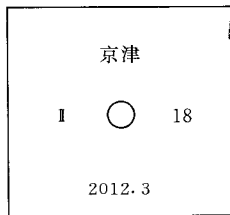


图 B.2.7 水准标石顶面示意图

## 附录 C 航空摄影测量

### C.1 布设地面标志点的要求

C.1.1 铺设地面标志的摄区，在签订航摄合同时应予以说明。

C.1.2 地面标志应在飞机进入摄区前铺设完毕。

C.1.3 地面标志宜采用如图 C.1.3 所示的形状和尺寸。图中， $a=0.04M_{\text{像}}$ ，单位为 mm， $M_{\text{像}}$  为像比例尺分母，中心标志不应大于  $a$ ，标翼宽度宜为  $a$ ，标翼的长度宜为  $3a$ 。

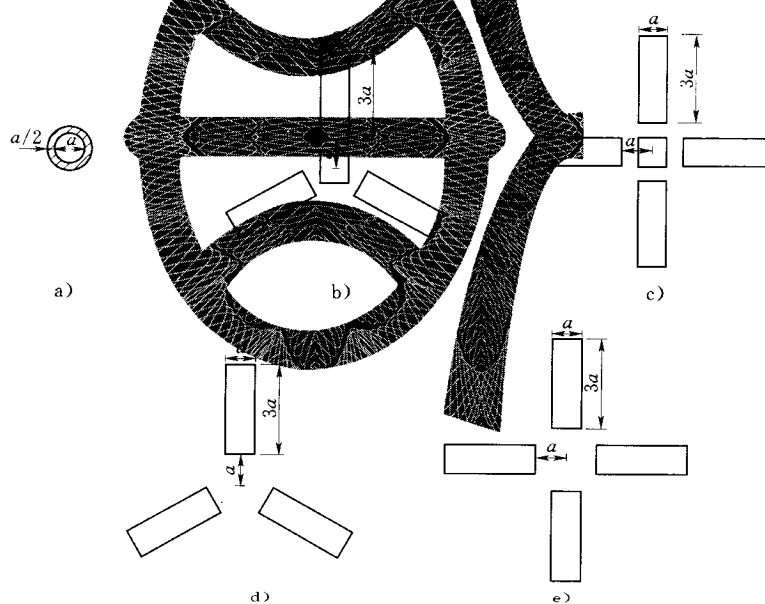


图 C.1.3 地面标识示意图

C.1.4 标志的颜色和材料应按下列要求执行：

- 1 标志的颜色应与周围的地面反差最大。在暗色衬景上布

设白色标志；在绿色植被上宜采用白色标志，也可采用黄色；在水泥屋顶上、打谷场上、土路上和没有植被的土地上宜采用加黑边的白色标志。圆形标志的颜色除应与周围地面反差最大外，还应使内、外圈的颜色反差最大。

2 选择标志材料时，应考虑材料的色调、携带和敷设的方便、易于制作、标志的安全、材料的价格等方面因素。如在水泥地和沥青路面，可采用油漆，一般地面上的标志可采用乳白塑料布，涂上油漆的苇席或竹席，以及石灰、黑煤渣等材料。

**C.1.5** 标志的布设应按下列要求执行：

1 标志的点位应选在易于寻找的明显目标上，如道路交叉口、打谷场、水坝和大桥的一端等，这种点位可采用加黑边的白色圆形标志。若标志的点位选在不易寻找的地面上时，则宜采用带标翼的标志，宜为三翼标。在有觇标的控制点上布标，应采用十字形标志。

2 铺设标志时，应使翼片中线交点或圆形标志中心与实地选定点位或已有控制点的中心重合，各翼片大致水平。

3 在城市、工矿建筑区和阴蔽地区，布标时应注意标位的对空视角，防止标志落入摄影死角。

## **C.2 纸质控制像片整饰格式**

**C.2.1** 在纸质像片刺点片上，点名、点号及高程应用红色分子式注记，分子为点名或点号，分母为高程，纸质像片刺点片正面的整饰样式如图 C.2.1-1 所示；像片的反面应以相应的符号标出点位，注上点名或点号，应绘制局部放大的详细点位略图，简要说明刺点位置和比高、刺点者、检查者，签名及日期。说明文字应简练、确切，点位图、说明、刺孔三者应一致。纸质像片刺点片反面的整饰样式如图 C.2.1-2 所示。

**C.2.2** 控制像片只整饰刺点片，正反面整饰均应规格、整洁、清晰；航线间公用的点应在邻航线的主片上转标，并应注上点号和说明刺在哪一片上。当借用相邻测区的像片控制点时，应转刺

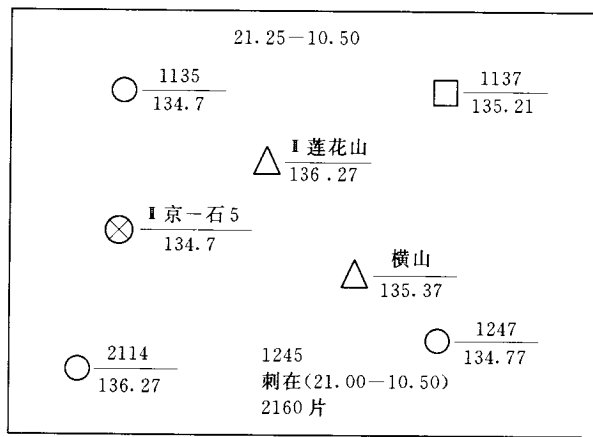


图 C. 2. 1 - 1 纸质像片刺点片正面的整饰样式图

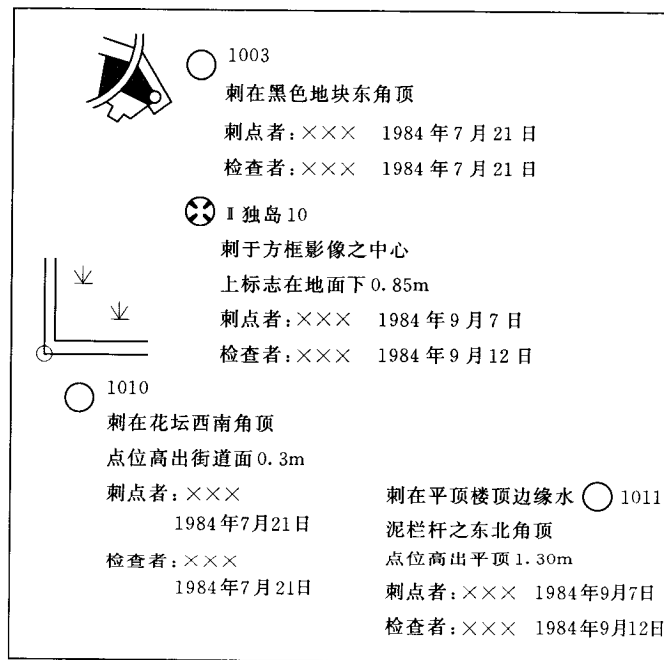


图 C. 2. 1 - 2 纸质像片刺点片反面的整饰样式图

并按规定整饰，转刺的点应加注邻幅图及原刺点片号。

### C.3 数字影像刺点的整饰格式

**C.3.1** 在数字影像刺点上，应制作全图、100%和300%放大倍率的影像，点位图分别放在相应的概略点位、点位略图和点位详图单元格中，在点名或点号、坐标、高程、刺点者、检查者、签名及日期等单元格中应填入相应的内容；在备注栏中应简要说明刺点位置和比高，说明文字应简练、确切，三个点位图和说明均应一致。

**C.3.2** 胶片航摄影像像控点之记的整饰格式如图 C.3.2 所示。

像控点点之记					
点号	P1293	摄影比例	1:30000	日期	2003年3月
刺点者	×××	检查者	×××	时间	2006年9月1日
坐标	X			高程	(m)
	337564.2	531356.108		23.04114	
概略图 (1:1)					
点位略图 (100%)			点位略图 (300%)		
备注					
P1293 刺泵房的东南角，高程测至房角顶部。					

绘制者：

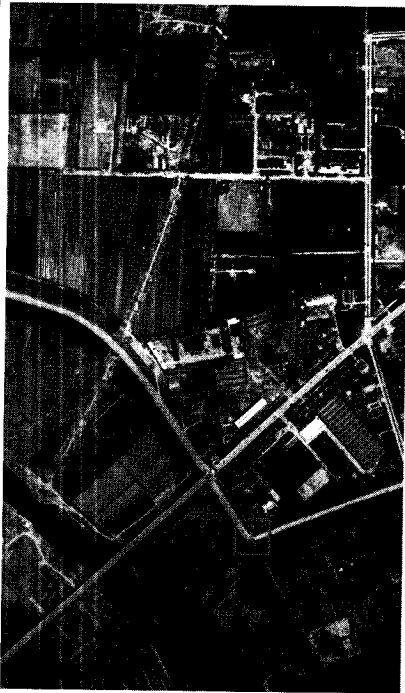


检查者：

图 C.3.2 胶片航摄影像像控点之记的整饰格式



C.3.3 DMC、UCD等数码航摄影像像控点点之记的整饰格式如图 C.3.3 所示。

像控点点之记

点号	P1293	航摄比例尺	1/8000	航摄时间	2007年5月
刺点者	×××	检查者	×××	刺点时间	2007年9月1日
坐标	X (m)		Y (m)		H (m)
	3375122.05		531226.108		28.0414
概略点位 (片号: 101293)			点位略图 (100%)		
					
			点位详图 (300%)		
					
备注	P1293 刺在大车路边与路堤斜坡边交叉点上，与路同高。				

绘制者:

检查者:

图 C.3.3 DMC、UCD等数码航摄影像像控点点之记的整饰格式

## C.4 调绘像片整饰格式

C.4.1 调绘像片的整饰应按下列要求执行：

- 1 图幅编号注于调绘片正上方，像片号注于调绘片右上角。
- 2 调绘面积界线用蓝色，自由图边、与已成图接边界线用红色。
- 3 接边线右、下边为直线，左、上边为曲线。线外应注明接边图号。
- 4 调绘内容整饰按图式符号规定执行，分色清绘：地物要素及注记用黑色，地貌要素及注记用棕色，水系要素及注记用绿色，地类界和屋檐宽度注记用红色。
- 5 调绘者、检查者应签名。

C.4.2 调绘像片的整饰样式如图 C.4.2 所示。

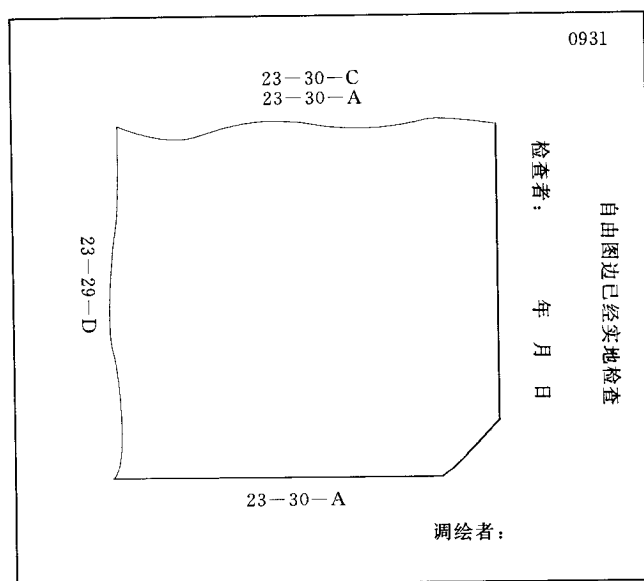


图 C.4.2 调绘像片整饰样式图

## C.5 无人机航摄飞行记录

C.5.1 无人机航摄每次飞行，应填写航摄飞行记录。

C.5.2 航摄飞行记录应按表 C.5.2 的格式要求填写。

表 C.5.2 航摄飞行记录表

机组\_\_\_\_\_ 日期\_\_\_\_\_ 从\_\_\_\_\_时\_\_\_\_\_分到\_\_\_\_\_时\_\_\_\_\_分

摄区	摄区名称		摄区代号		航摄分区		地面分辨率	
	绝对航高		摄影方向		航线条数		地形地貌	
飞机	飞机型号		飞机编号		导航仪			
航摄仪	航摄仪型号		航摄仪编号		镜头号码		焦距	
	滤光镜		光圈		曝光时间		感光度	
影像	盘号				摄影时间			
	摄影前试片				摄影后试片			
天气	天气状况		水平能见度		垂直能见度			
机组	操控手		地面站人员		摄影测量员		机械师	
航线飞行示意图								
备注:								

填表人\_\_\_\_\_ 送片人\_\_\_\_\_ 接片人\_\_\_\_\_

## C.6 地面摄影像片控制点 标志制作的要求

C.6.1 在所选定的像片控制点上应竖立觇牌标志。标志设在花杆或竹杆上，杆应立直竖牢，并丈量标志中心的标高至毫米。标志的颜色应与背景有较大的反差。

C.6.2 觇牌标志的形状、种类见图 C.6.2 中图 a)、b)、c) 三

种标志，可用红、白漆画在石壁或墙上，图 d)、e)、f)、g) 四种可用木板或油毛毡涂红、白漆而成。所设标志正面应对准摄影站。

**C. 6.3 视牌标志的大小：**标志在像片上的影像应大于 10 像素  $\times$  10 像素，显示清晰。也可用明显地物作为标志，但应在像片背面画图说明。

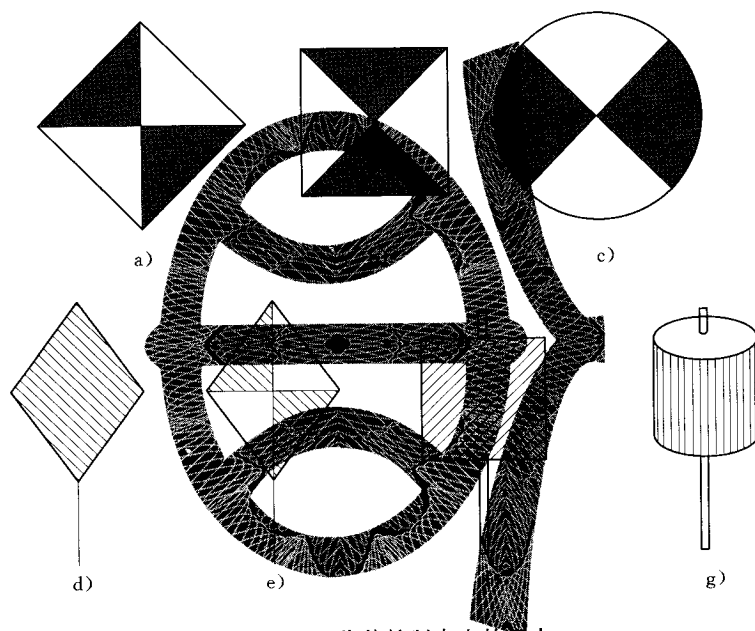
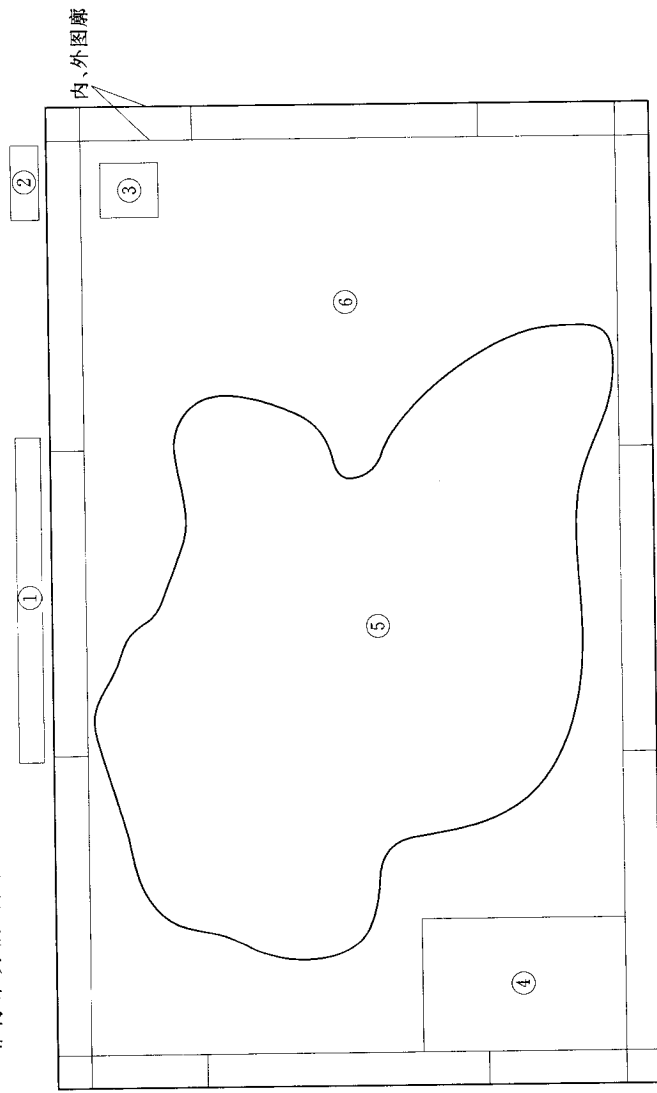


图 C. 6.2 像片控制点上的标志



D.0.2 非标准分幅的其他解译图件图廓整饰如图 D.0.2 所示。



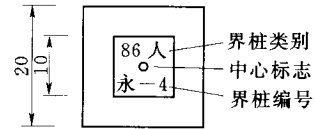
①—图名；②—密级；③—指北针；④—比例尺、比例尺、××××年××××月影像获取、××××年××××月解译、××××坐标系、××××高程基准、出版单位等；⑤—控制范围内，表示内容；⑥—控制范围外，只表示主要道路、河流、居民点。

图 D.0.2 其他解译图件图廓整饰样式

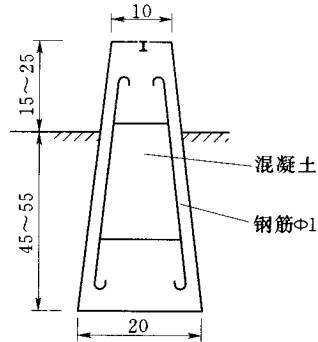
## 附录 E 专项工程测量

### E.1 淹没线界桩

E.1.1 淹没线永久界桩和临时界桩的类别，如图 E.1.1-1 ~ 图 E.1.1-6 所示，尺寸单位均为 cm。

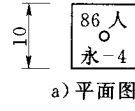


a) 平面图

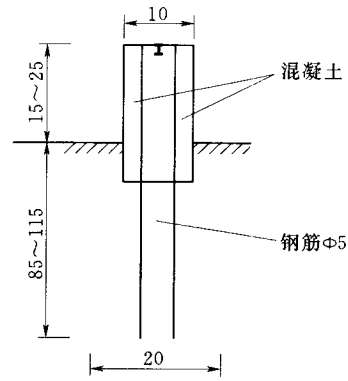


b) 断面图

图 E.1.1-1 钢筋混凝土桩



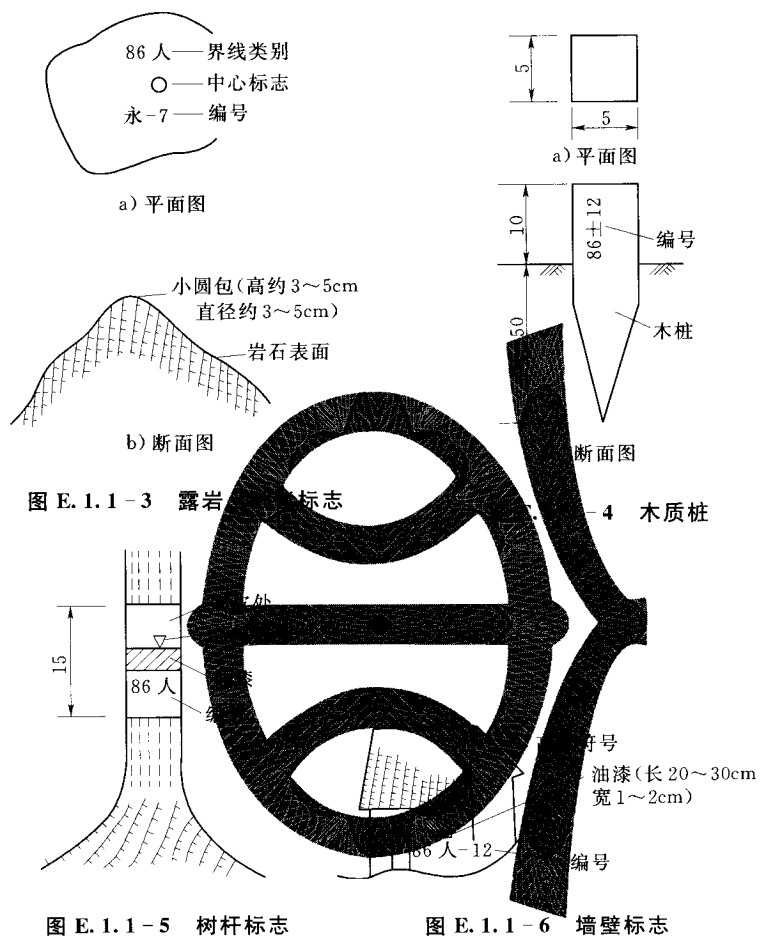
a) 平面图



b) 断面图

图 E.1.1-2 钢管桩

E.1.2 为辨别界桩的测设时间和类别，编号可由测设年度、界桩类别及界桩编号组成。如 1986 年测设的移民线、土地征收线及土地利用线等，其组成编号分别为 86 人-12、86 土-12 及 86 用-19 等；如为永久桩则应加注“永”字，如 86 人-永 7 等。编号方法应在编制作业计划时规定，所有各类编号应按顺序编列并避免重号，如为分组作业，可分数段起号。



## E. 2 水域测量

### E. 2. 1 GNSS 定位应符合下列规定：

- 1 实时差分定位时，参考站位置的选择应满足下列要求：
  - 1) 选在视野开阔的控制点上，视场内障碍物的仰角小于 $10^{\circ}$ 。
  - 2) 避开强磁或电信号干扰；岸台与高压线、变电站、无



线信号发射设备的距离不小于 100m, 与强辐射电台、电视台、微波中转站的距离不小于 500m。

3) 避开对光电有强烈反射影响的物体。

2 参考站天线的对中误差不应超过 3mm。

3 流动站的天线, 应牢固地安置在船侧较高处并与金属物体绝缘, 天线位置宜与测深仪换能器处以同一垂线上, 其偏差大于图上 0.3mm 时, 应进行偏心改正。

4 定位所用卫星的仰角应大于  $10^\circ$ 。流动接收机作业的有效卫星数不宜少于 5 个。

5 流动接收机的基准站、转换参数和数据链的通信频率等, 应与参考站一致, 应输入固定解成果。

6 每日水声作业前, 应将流动 GNSS 接收机安置在控制点进行定位作业。发现问题应及时进行检验和比对。

7 定位精度应满足要求, 否则应延时改正。

#### E. 2. 2 测深仪检验应符合下列规定:

1 测深仪应定期检验。检查测深仪转速的稳定性, 检查测深仪零信号变化情况, 以检查测深仪和回波信号是否正常; 检查增益旋钮调整变化时测深仪数据; 检查仪器各部件的运转是否正常。当测深仪进行大修或更换测深仪的主要部件时, 应重新检验。

2 工作电压与额定电压之差, 直流电源不应超过 10%, 交流电源不应超过 5%。实时转速与额定转速之差不应大于 1%; 超出时应加修正。

3 电压与转速调整后, 应在深、浅水处作停泊与航行检查, 当有误差时, 应绘制误差曲线图予以修正。

4 每次测深前、后应在测区对测深仪进行现场比对。当水深小于 20m 时, 可用声速仪、水听器或检查板对测深仪进行校正, 直接求测深仪的总改正数。当水深为 20~200m 时, 可采用水文资料计算深度改正数, 并应测定因换挡引起的误差。

5 检查深度绳应使用伸缩性小的材料制成,并应用钢卷尺校准。当用检查板校准测深仪时,测深仪应处于正常工作状态,水面平静流速较小,检验深度宜接近当日测量的最大水深。

6 当对既有模拟记录又兼有数字记录的测深仪检验时,应同时校对模拟信号及数字信号,检验结果应以模拟信号为准。

**E.2.3** 测深仪换能器动吃水改正数测定可采用水准测量法和GNSS RTK测高法,并按下列规定执行:

1 水准测量法应符合下列要求:

- 1) 选定合适的观测水域,其水深近似于测区水深。在水面设立观测点位浮标,在岸上选择高度适当的位置设置水准仪。
- 2) 水准尺竖立在换能器安装处的适当位置。
- 3) 相对静止状态下,用水准仪连续读取标尺读数5次,取其平均值作为静态观测值 $h_1$ 。
- 4) 以测深时的航速连续通过观测点5次,用水准仪分别读取各次标尺读数,取其平均值作为动态观测值 $h_0$ 。按本款3)项的方法,再求取一次静态观测值 $h_2$ 。
- 5) 动吃水改正数应按式(E.2.3-1)计算:

$$\Delta h = h_0 - \frac{(h_1 + h_2)}{2} \quad (\text{E.2.3-1})$$

式中  $\Delta h$ ——动吃水改正数, m, 当改正数小于0.05m时,可不改正。

2 GNSS RTK测高法应符合下列要求:

- 1) 相对静止状态下,应用GNSS RTK定位技术,读取流动站天线高程5次,取其平均值作为静态观测值 $H_1$ 。
- 2) 以测深时的航速连续通过观测点5次,分别读取各次流动站天线高程,取其平均值作为动态观测值 $H_0$ 。
- 3) 动吃水改正数应按式(E.2.3-2)计算:

$$\Delta h = H_1 - H_0 \quad (\text{E.2.3-2})$$

**E. 2. 4 多波束测深系统扫测作业时，作业条件、设备安装与校准、水深测量、数据处理与成图应按下列规定执行：**

**1 作业条件应满足系列要求：**

- 1) 使用 GNSS 动态实时定位系统定位，定位精度优于  $\pm 1\text{m}$ 。
- 2) 作业时天气应优于（含）海况 2 级（风 4 级，浪高 1m）。当姿态传感器（波浪补偿器）测出的横摇超过  $8^\circ$ ，或纵倾超过  $8^\circ$  时应停止作业。当多波束仅用于障碍物的探测，可不提供正式水深图时，在确保安全的前提下，可不受海况限制。
- 3) 在确保回波信号质量和各种噪声水平较低的前提下，最大船速不应大于式（E. 2. 4）计算限值：

$$V = \tan\left(\frac{\theta}{2}\right) H_m n \times 3600 \quad (\text{E. 2. 4})$$

式中  $\theta$ ——交叉接收的沿测船行进方向的底点覆盖角度；

$H_m$ ——测区某一测段的最浅水深；一般调查作业，且水深变化较小时可使用测区平均水深，mm；

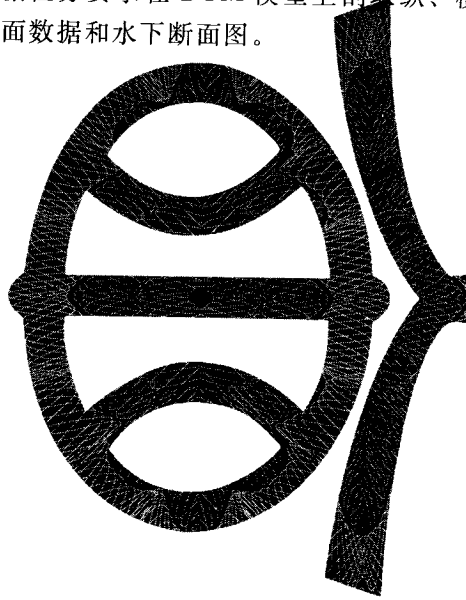
$n$ ——多波束每秒钟的采样数。

- 4) 主测线宜平行于等深线总方向。检查线垂直于主测线方向均匀布设。检查线可使用单波束或多波束测深仪。
  - 5) 多波束覆盖宽度与换能器以下部分水深的比值称为宽深比。测线间距应视测量船只、水底地形、作业目的及仪器标称指标等多种因素综合考虑。
  - 6) 多波束测深应利用声速仪进行声速改正。声速（或声速剖面）应在水深测量前、后各测定一次，有迹象表明声速剖面发生显著变化时，应增加声速剖面的测定次数。
- 2 设备安装与校准应满足下列要求：**
- 1) 系统安装布局应使综合噪声水平降到最低水平，优先考虑船底安装。

- 2) 姿态传感器应安装在能准确反映测船或多波束换能器姿态的位置，其方向线平行于船的首尾线。作业前应测定定位天线与姿态传感器的相对关系。
  - 3) 电罗经应安装在测船的首尾线上，读数零点应指向船首。
  - 4) 校准区域的平均水深应不小于测区的最大水深，在有条件的情况下，应选择在实施过测量且数据可靠的水域。
  - 5) 校准项目的顺序为时延、纵摇倾角、横摇倾角、首摇。校准应选择一个水深上的平坦区域或礁石、沉船等独立特征地物。纵摇倾角校准应选择一处平坦地区；首摇校准应选择礁石、沉船等独立特征物。
  - 6) 根据测区水深及所用设备的实际情况设定多波束发射/接收单元的关键参数。
  - 7) 检查测区水深后，在测区使用多波束换能器时，应由两人分别测量，互差值不大于0.1m，取平均值作为最后结果。并测定从静止到最大航速时船体下沉量。
- 3 水深测量应符合下列要求：
- 1) 在测深过程中应实时监测多波束换能器、电罗经、定位及测深设备的工作状态，发生故障时应停止作业。
  - 2) 在线测量1min的稳定时间（在航线延长线上，按预定航向、航速行驶）。
  - 3) 外业测量结束后，应再次核对多波束系统的关键参数设置，及时将外业原始数据转换至内业数据处理软件包能使用的数据格式。
- 4 数据处理及成图应满足下列要求：
- 1) 数据处理主要内容有剔除导航、水深等数据的粗差和数据抽稀。
  - 2) 对经过数据处理后的数据进行检核，读取适量水深点的三维坐标值，以校验其正确性。统计测区水深的深、

浅区间分布情况，以便于经后续处理的水深的统计比较。

- 3) 应用系统软件生成水下 DTM 模型，DTM 模型应准确反映水底地貌总体趋势，不遗漏特征地形点。对于较大规模的测绘项目，可分区构建 DTM 模型。
- 4) 自动生成水下等高线或等深线，通过编辑和修改以获得最佳效果的水下地形图。
- 5) 根据任务要求在 DTM 模型上剖取纵、横断面，生成断面数据和水下断面图。



## 附录 F 地理信息系统开发

F.0.1 需求分析报告的编写格式见表 F.0.1。

表 F.0.1 需求分析报告的编写格式

<p>1 引言</p> <p>1.1 编写的目的：说明编写本需求分析报告的目的，指出预期的读者。</p> <p>1.2 背景：</p> <p>1.2.1 待开发的系统的名称。</p> <p>1.2.2 本项目的任务提出者、开发者、用户。</p> <p>1.2.3 该系统同其他系统或其他机构的基本的相互来往关系。</p> <p>1.3 定义：列出本文件中用到的专门术语的定义。</p> <p>1.4 参考资料：列出必要的参考资料。</p> <p>2 任务概述</p> <p>2.1 目标：说明该系统开发的意图、应用目标、作用范围以及其他应向读者说明的有关该系统开发的背景材料。解释被开发系统与其他有关系统之间的关系。</p> <p>2.2 用户业务描述：说明用户的组织结构、业务职责、业务名词解释以及用户业务流程，用户的具体业务需求。</p> <p>2.3 用户信息化现状：说明用户现有的信息系统，以及现有系统运行使用情况。</p> <p>2.4 最终用户特点：列出本系统的最终用户的特点，充分说明操作人员、维护人员的教育水平和技术专长，以及本系统的预期使用频度、本系统的预期最终用户数量。</p> <p>2.5 假定和约束：列出进行本系统开发工作的假定和约束，如合同金额、工期等。</p> <p>3 需求规定</p> <p>3.1 对功能的规定：用列表的方式，逐项定量和定性地叙述对系统所提出的功能要求。</p> <p>3.2 对数据的规定：分别说明对空间数据以及对非空间数据的规定。</p> <p>3.3 对性能的规定：</p> <p>3.3.1 精度：说明对系统的输入、输出数据精度的要求，可能包括传输过程中的精度。</p> <p>3.3.2 时间特性要求：说明对于系统的时间特性要求。</p> <p>3.3.3 灵活性：说明对系统的灵活性的要求，即当需求发生某些变化时，系统对这些变化的适应能力。</p>
--

表 F.0.1 (续)

<p>3.4 输入输出要求：解释各输入输出数据类型，并逐项说明其媒体、格式、数值范围、精度等。对系统的数据输出及应标明的控制输出量进行解释并举例。</p> <p>3.5 数据管理能力要求：说明应管理的文卷和记录的个数、表和文卷的大小规模，应按可预见的增长对数据及其分量的存储要求做出估算。</p> <p>3.6 故障处理要求：列出可能的软件、硬件故障以及对各项性能而言所产生的后果和对故障处理的要求。</p> <p>3.7 其他专门要求：例如用户单位对安全保密的要求，对使用方便的要求，对可维护性、可补充性、易读性、可靠性、运行环境可转换性的特殊要求等。</p> <p>4 运行环境规定</p> <p>4.1 设备：列出运行该软件所需要的硬设备。</p> <p>4.2 支持软件：列出支持软件，包括应用到的操作系统、编译程序、测试支持软件等。</p> <p>4.3 接口：说明该系统同其他系统之间的接口、数据通信协议等。</p>
--

F.0.2 总体设计报告的编写格式见表 F.0.2。

表 F.0.2 总体设计报告的编写格式

<p>1 引言</p> <p>1.1 编写目的：说明编写总体设计报告的目的，指明读者对象。</p> <p>1.2 项目背景：说明项目的委托单位、开发单位和主管部门以及该软件系统与其他系统的关系。</p> <p>1.3 定义：列出本文档中所用到的专门术语的定义。</p> <p>1.4 参考资料。</p> <p>2 任务概述</p> <p>2.1 目标：说明开发本系统的主要目标。</p> <p>2.2 运行环境：说明系统运行所需要的硬件环境和软件环境。</p> <p>2.3 需求概述：说明用户对系统的主要需求。</p> <p>2.4 条件与限制：</p> <p>2.4.1 开发的有利条件。</p> <p>2.4.2 开发的不利因素或限制。</p> <p>3 总体设计</p> <p>3.1 指导思想。</p> <p>3.2 主要技术路线。</p> <p>3.3 总体结构设计：根据具体需求，将系统划分成不同子系统，每个子系统包含不同的功能模块；设计系统的总体结构。</p> <p>3.4 功能设计：设计系统模块的基本功能。</p>
---

表 F.0.2 (续)

4 接口设计
4.1 外部接口：用户界面设计：包括屏幕设计、菜单设计、提示信息设计等。要求界面风格统一、界面简洁和界面针对性强。软硬件接口：对系统所涉及的软硬件的接口方式进行设计。
4.2 内部接口：对模块之间的接口方式设计。
5 出错处理设计
5.1 出错信息：说明在系统整个运行过程中可能的出错或故障情况，包括系统输出信息的方式、含义及处理方法。
5.2 补救措施：说明系统运行过程中出现故障时的补救措施或解决办法。

F.0.3 数据库设计报告编写格式见表 F.0.3。

表 F.0.3 数据库设计报告的格式

1 引言
1.1 编写目的：说明编写本数据库设计报告的目的，预期的读者。
1.2 背景：待建数据库的名称和使用此数据库的软件系统的名称；说明项目的委托单位、开发单位、系统名称。
1.3 数据库设计涉及的范围及内容：
1.3.1 本设计涉及的范围
1.3.2 本设计的内容
1.4 定义：列出设计中用到的专门术语。
1.5 参考资料：列出数据库设计过程中参考的系统数据库相关的国家标准、行业标准以及系统需求等资料，数据库设计的依据。
2 数据库环境说明
2.1 说明所采用的数据库管理系统，设计工具，开发工具等。
2.2 详细配置。
3 数据内容及数据量
3.1 数据内容：说明数据库中包含的各类数据：空间数据、属性数据、系统管理数据以及元数据等。确定各类数据的数据格式、平面坐标系及高程基准以及比例尺等信息。
3.2 数据量：对数据库中各类数据的数据量进行合理估算。
4 数据库逻辑及物理设计
4.1 空间数据模型选择：确定空间数据采用的空间数据模型。
4.2 逻辑设计：描述数据库所管理的各种数据实体类型、实体的属性和实体间的关系。描述属性数据概念模型、空间数据概念模型以及属性数据和空间数据之间的关联。确定数据库的逻辑层次结构。确定数据库的命名规则。按不同数据类



表 F.0.3 (续)

型划分子库(数据集)。基础地理信息数据库在逻辑上划分为:数字线划图数据集、数字高程模型数据集、数字正射影像数据集等。确定矢量数据及栅格数据的存储方式。确定属性数据的存储方式。基础地理信息数据库设计参照《基础地理信息数据库基本规定》(CH/T 9005)的规定执行。专题数据库设计应和现行的国家、地方标准或行业标准有关数据库体系兼容。

4.3 物理设计:确定数据库的物理结构,根据数据库的逻辑结构来选定数据库管理系统,并确定数据库的存储结构、存取方式等。

5 数据分层、分类与编码

5.1 数据分层原则,图层、文件命名原则:确定图形数据的图层名称、数据内容规则和文件命名方式。文件命名规则参照《基础地理信息数字产品数据文件命名规则》(CH/T 1005)的规定执行。

5.2 数据的分类与编码:确定地理信息要素及专题信息要素的类别。确定各信息要素的属性内容及属性项顺序、编码。地理信息要素的分类及编码参照《基础地理信息要素分类与代码》(CH/T 1005)的规定执行。专题信息要素的分类与编码参照《地图信息要素分类与代码》(GB/T 18317)的规定执行,同时应和现行的国家、地方标准或行业标准有关代码体系兼容,扩充代码应符合科学性、系统性、可扩展性、兼容性原则。

5.3 数据字典:对数据库中的数据要素进行详细的描述和定义。基础地理信息要素数据字典参照《基础地理信息要素数据字典》(GB/T 20258)的规定执行。专题信息要素的数据字典应和现行的国家、地方标准或行业标准有关数据字典体系兼容。

5.4 元数据:确定数据内容。专题信息要素元数据设计参照《地理信息元数据》(GB/T 18316)的规定执行。专题信息要素的元数据库设计应和现行的国家、地方标准或行业标准有关元数据体系兼容。

5.5 符号库设计:包括点状、线状、面状符号设计以及注记设计,地图符号库设计参照《地图符号库建立的基本规定》(CH/T 4015)的规定执行。

6 表汇总

表名	功能说明
表 A	
表 B	
.....	
表 N	

6.1 表 A~表 N。

表名			
字段名	数据类型(精度范围)	空/非空	说明
			字段含义,约束条件
补充说明			

表 F.0.3 (续)

7 安全性设计

7.1 防止用户直接操作数据库的方法：用户只能用账号登录到应用软件，通过应用软件访问数据库，而无其他途径操作数据库。

7.2 用户账号密码的加密方法：对用户账号的密码进行加密处理，确保在任何地方都不会出现密码的明文。

7.3 角色与权限：确定每个角色对数据库表的操作权限，如创建、检索、更新、删除等。每个角色拥有刚好能够完成任务的权限，不多也不少。在应用时再为用户分配角色，则每个用户的权限等于他所兼角色的权限之和。

角色	可以访问的表与列	操作权限
角色 A		
角色 B		

8 数据库管理与维护说明

在设计数据库的时候，及时给出管理与维护本数据库的方法，有助于将来撰写出正确完备的用户手册。

F.0.4 详细设计报告的编写格式见表 F.0.4。

表 F.0.4 详细设计报告的编写格式

1 引言

1.1 编写目的：说明编写本详细设计报告的目的，指出预期的读者。

1.2 背景：待开发系统的名称；列出本项目的任务提出者、开发者以及用户。

1.3 详细设计涉及的范围及内容：

1.3.1 本设计涉及的范围。

1.3.2 本设计的内容。

1.4 定义：列出本文件中用到的专门术语的定义。

1.5 参考资料：列出有关的参考资料。

2 系统结构说明

2.1 模块命名规则：确定本软件的模块命名规则，确保模块设计文档的风格与代码的风格保持一致。

2.2 模块汇总表。

子系统 A	
模块名称	功能简述
.....	
子系统 B	
模块名称	功能简述
.....	

表 F.0.4 (续)

3 模块 1 (标识符) 设计说明
3.1 模块描述: 给出对该模块的简要描述, 主要说明安排设计本模块的目的意义, 并且, 还要说明本模块的特点、功能及性能。
3.2 输入项: 分析并确定输入数据的逻辑结构, 用图表描绘这些数据结构, 并给出对每一个输入项的特性。
3.3 输出项: 分析并确定输出数据的逻辑结构, 用图表描绘这些数据结构, 并给出对每一个输出项的特性。
3.4 算法: 详细说明本程序所选取用的算法, 具体的计算公式及计算步骤。
3.5 逻辑流程: 用图表 (如流程图、判定表等) 辅以必要的说明来表示本模块的逻辑流程。
3.6 接口: 说明本模块与其他相关模块间的逻辑连接方式, 说明涉及的参数传递方式。
3.7 限制条件: 说明本模块运行中所受到的限制条件。
3.8 尚未解决的问题: 说明在本模块设计中尚未解决而设计者认为在软件完成之前应解决的问题。
4 模块 2 (标识符) 设计说明
用类似第 3 章的方式, 说明第 2 个模块乃至第 N 个模块的设计考虑。

F.0.5 测试计划报告的编写格式见表 F.0.5。

表 F.0.5 测试计划报告的编写格式

1 引言
1.1 编写目的: 说明编写本测试计划报告的目的, 指出预期的读者。
1.2 背景: 待开发系统的名称及简介; 列出本项目的任务提出者、开发者、用户。
1.3 定义: 列出本文件中用到的专门术语的定义。
1.4 参考资料: 列出有关的参考资料。
2 计划
2.1 软件说明: 提供一份图表, 并逐项说明被测软件的功能、输入和输出等质量指标, 作为叙述测试计划的提纲。
2.2 测试内容: 列出组装测试和确认测试中的每一项测试内容的名称标识符、测试进度安排以及测试的内容和目的, 例如模块功能、接口正确性、运行时间、设计约束和极限的测试等。
2.3 测试 1 (标识符): 给出测试内容的参与者及被测试的功能模块。
2.3.1 进度安排: 给出测试的进度安排, 包括测试的日期和工作内容。
2.3.2 条件: 陈述本项测试工作对资源的要求, 包括:

表 F.0.5 (续)

- 2.3.2.1 设备所用到的设备类型、数量和预定使用时间。
- 2.3.2.2 软件列出将被用来支持本项测试过程而本身又不是被测软件的组成部分的软件,如测试驱动程序、测试监控程序等。
- 2.3.2.3 列出在测试工作期间预期可由用户和开发任务组提供的工作人员的人数、技术水平及有关的预备知识。
- 2.3.3 测试资料:列出本项测试所需的资料,如:
  - 2.3.3.1 有关本项任务的文件。
  - 2.3.3.2 被测试程序。
  - 2.3.3.3 测试的输入和输出用例。
  - 2.3.3.4 有关控制此项测试的方法、过程的图表。
- 2.3.4 测试培训:说明或引用被测软件用户提供培训的计划。规定培训的内容、受训的人员、培训的目的。
- 2.4 测试2(标识符):用与2.3相类似的方式说明第一项及其后各项测试内容的测试工作计划。
- 3 测试设计说明
  - 3.1 测试1(标识符):说明对第一项测试内容的测试设计。
    - 3.1.1 控制:说明此项测试的控制方式,如输入人工或自动引入、控制操作的顺序。
    - 3.1.2 输入:说明本项测试中所使用的输入数据,选择这些输入数据的策略。
    - 3.1.3 输出:说明预期的输出结果,包括产生的中间结果或运行信息。
    - 3.1.4 过程:说明完成此项测试的每个步骤,包括测试的准备、初始化、中间步骤和运行结果。
  - 3.2 测试2(标识符):用与3.1类似的方式说明第二项及其后各项测试工作的设计考虑。
- 4 评价准则
  - 4.1 范围:说明所选择的测试用例能够检查的范围及其局限性。
  - 4.2 数据整理:说明为了把测试数据加工成便于评价的适当形式,使得测试结果可以同已知结果进行比较而要用到的转换处理技术,如手工方式或自动方式;如果是用自动方式整理数据,还要说明为进行处理而要用到的硬件、软件资源。
  - 4.3 尺度:说明用来判断测试工作是否能通过的评价尺度,如合理的输出结果的类型、测试输出结果与预期输出之间的容许偏离范围、允许中断或停机的最大次数。

F.0.6 测试分析报告的编写格式见表 F.0.6。

表 F.0.6 测试分析报告的编写格式

1 引言
1.1 编写目的：说明本测试分析报告的具体编写目的，指出预期的阅读范围。
1.2 背景：被测试系统的名称；该系统的任务提出者、开发者及用户，指出测试环境与实际运行环境之间可能存在的差异以及这些差异对测试结果的影响。
1.3 定义：列出本文件中用到的专业术语的定义。
1.4 参考资料：列出要用到的参考资料。
2 测试概要
用表格的形式列出每一项测试的标识符及其内容，并指明实际进行的测试工作内容与测试计划中预先设计的内容之间的差异，说明做出这种改变的原因。
3 测试结果及发现
3.1 测试1（标识符）：本项测试得到静态输出结果同对于动态输出的要求进行比较，其中的各项发现。
3.2 测试2（标识符）：用类似本报告4.1.1格式，本报告第2章及其后各章测试内容的测试结果和发现。
4 对软件功能的结论
4.1 功能1（标识符）
4.1.1 能力：经测试证实的、能而的软件能力以及经过一项或多项测试证实的能力。
4.1.2 缺陷和限制：说明测试数据的范围，列出在能力而言，测试期间在该软件中查出的缺陷和限制。
4.2 功能2（标识符）：用类似本报告4.1.1格式，本报告第2章及其后各章功能的测试结论。
5 分析摘要
5.1 能力：陈述经测试证实的软件的能力。如果所进行的测试是为了验证一项或几项特定性能要求的实现，应提供这方面测试结果与要求之间的比较，并确定测试环境与实际运行环境之间可能存在的差异对能力的测试所带来的影响。
5.2 缺陷和限制：陈述经测试证实的软件缺陷和限制，说明每项缺陷和限制对软件性能的影响，并说明全部测得的性能缺陷的累积影响和总影响。
5.3 建议：对每项缺陷提出改进建议，如各项修改可采用的修改方法；各项修改的紧迫程度；各项修改预计的工作量；各项修改的负责人。
5.4 评价：说明该项软件的开发是否已达到预定目标，能否交付使用。
6 测试资源消耗
总结测试工作的资源消耗数据，如工作人员的水平级别数量、机时消耗等。

F.0.7 项目总结报告的编写格式见表 F.0.7。

表 F.0.7 项目总结报告的编写格式

1 引言

1.1 编写目的：说明编写本项目总结报告的目的，指出预期的阅读范围。

1.2 背景：本项目的名称和所开发完成的系统名称；此系统的任务提出者、开发者以及用户。

1.3 定义：列出本文件中用到的专门术语的定义。

1.4 参考资料：列出要用到的参考资料。

2 实际开发结果

2.1 产品：说明最终开发完成的产品，包括：程序系统中各个程序的名字，它们之间的层次关系，以千字节为单位的各个程序的程序量、存储媒体的形式和数量；程序系统共有哪几个版本，各自的版本号及它们之间的区别；每个文件的名称；所建立的每个数据库。如果开发中制定过配置管理计划，要同这个计划相比较。

2.2 主要功能和性能：逐项列出本软件产品所实际具有的主要功能和性能，对照总体设计的有关内容，开发目标是否达到。

2.3 基本流程：用图表的形式描绘出系统实际的基本工作流程。

2.4 进度：列出原定计划进度与实际进度的对比，并分析差异的主要原因。

2.5 费用：列出原定计划费用与实际支出费用的对比，并分析差异的主要原因。

3 开发工作评价

3.1 对生产效率的评价：评价实际生产效率，并列原定计划数作为对比。

3.2 对产品质量的评价：说明在测试中检查出来的程序编制中的错误发生率，即每千条指令中的错误指令数。

3.3 对技术方法的评价：对在开发中所使用的技术、方法、工具、手段进行评价。

3.4 出错原因的分析：对在开发中出现的错误的原因进行分析。

4 经验与教训

列出从系统开发工作中所得到的最主要的成功经验与教训及对今后的系统开发工作的建议。

## 附录 G 产品验收与质量检查评定

### G.1 项目验收主要专业内容

**G.1.1** 平面控制测量、高程控制测量、数字地形测量、航空摄影测量、地面激光扫描与地面摄影测量、地图编制、专项工程之道路测量、输变电路测量、工程施工控制网测量、工程变形监测网测量、库岸边坡变形测量等项目的验收内容可按 GB/T 24356 的相应规定执行。

**G.1.2** 水域测量的纵、横断面测量、水下地形测量应对下列内容进行验收：

- 1 采用的坐标系统和高程系统。
- 2 平面和高程控制的布设、点位选定、密度、埋设、观测方案。
- 3 水下地形图测量方案，数字测绘成果精度。
- 4 纵、横断面测量的作业方法、断面布置、比例尺、精度。
- 5 纵、横断面图的绘制、展绘误差；纵横成图比例尺。
- 6 水位线、洪水水位线。
- 7 图上的数字及文字注记与观测手簿和成果表的一致性，内容完备性，图式符号运用的正确性。
- 8 仪器设备型号、等级、精度及检验、成图软件系统的鉴定情况。
- 9 是否按技术设计要求作业及技术变更。
- 10 资料整编是否完整、规范。

**G.1.3** 航空航天测量应对下列内容进行验收：

- 1 像片控制点的设计及测量方案。
- 2 控制测量各项限差及精度。
- 3 影像调绘的原则、方法、调绘作业要求和必要准备。
- 4 数字区域网平差精度、加密点点位、方案；数据准备、

相对定向与模型连接、粗差检验与自动选点、平差、相邻区域的加密点接边、模型输出等作业要求和技术指标。

5 定向建模的作业方法和技术指标。

6 各类数据采集基本要求、方法、质量控制措施与技术指标。

7 各种仪器，设备检查项目及其精度要求。

8 提交成果及资料要求。

9 是否按技术设计要求执行或技术变更。

10 仪器设备检验、软件鉴定情况。

11 成果满足技术设计书的要求情况。

12 资料整编是否规范完整。

G.1.4 专项工程测量之流域或区域控制测量应对下列内容进行验收：

1 控制网的等级、分层情况。

2 控制网的布网原则、布网密度。

3 其他内容同常规的“平面控制测量”和“高程控制测量”。

G.1.5 专项工程测量之输水线路测量及淤积工程测量应对下列内容进行验收：

1 平面、高程控制测量检查的项目和内容同“流域或区域或控制测量”。

2 输水线路带状地形、堤线带状地形、滩涂地形、蓄滞洪区地形的测量范围、方法、精度及成果等项内容同“数字地形测量”。

3 纵、横断面测量的作业方法、断面布置、比例尺、测量精度。

4 纵、横断面图的绘制、展绘误差。

5 仪器设备型号、等级、精度及检验、成图软件系统的鉴定情况。

6 新旧测量成果的相互关系是否交代清楚。

7 资料整编是否规范完整。



**G.1.6** 专项工程测量之建设征地与移民工程测量应对下列内容进行验收：

1 地形地类图测绘，其验收内容与其对应的作业方法对应，形成的成果的验收参照类似项目。

2 界桩测量验收内容包括：界桩布置的部位、密度、型式、测量精度；界桩测量的控制测量内容同“流域或区域或控制测量”；界桩的放样、埋设方法；各类界桩标石是否托管，重要界桩点位详细说明和点位详图，永久桩和临时桩的展绘与记录是否正确；界桩成果与库区设计阶段所用的地形图和河流纵、横断面资料高程系统的一致性和资料整编规范完整。

3 测量控制网测量内容同“流域或区域或控制测量”。

4 移民规划基点测量验收参照以上各章节同类产品要求。

**G.1.7** 地质工程测量应对下列内容进行验收：

1 基本控制网测量精度。

2 各类地质勘察点的测设方法、精度。

3 地质测量比例尺、成图要求。

4 其他专项工程如井、洞联测、工程探测测量等，其验收内容根据作业方法形成的测绘产品类型参照以上有关章节。

5 资料整编是否规范。

**G.1.8** 地理信息系统开发应对下列内容进行验收：

1 系统设计的基本结构。

2 系统的基本功能。

3 系统响应需求的情况。

4 系统的兼容性与扩展性。

5 系统的测试、运行稳定性与可维护性。

6 系统的鉴定意见。

**G.1.9** 数据成果编辑与入库应对下列内容进行验收：

1 数据精度质量要求和数据库的基本结构与规格，包括代码分类、数据属性、数据格式、数据字典、元数据等内容。

2 数字线划图 (DLG)、数字高程模型 (DEM)、数字正射影像图 (DOM)、专项数据等的编辑入库和栅格地图数据入库的有关内容, 主要包括入库数据检验、投影转换、数据处理、数据建库、检查、编写数据字典等内容。

G.1.10 项目验收还应包括委托方或技术设计书要求的其他内容。

## G.2 单项项目赋分

G.2.1 平高控制测量测绘成果单位质量评定赋分见表 G.2.1。

表 G.2.1 平高控制测量测绘成果单位质量评定赋分表

分部质量	分值	分项质量	分值	质量单元	分值			
					优	良	合格	不合格
标 点 埋 设	30	选 点	10	点位分布合理性	3.00~2.70	2.60~2.30	2.20~1.80	1.70~0
				观测条件	4.00~3.60	3.50~3.00	2.90~2.40	2.30~0
				点之记内容齐全、正确性	3.00~2.70	2.60~2.30	2.20~1.80	1.70~0
		造 埋	20	标志及浇筑材料	4.00~3.60	3.50~3.00	2.90~2.40	2.30~0
				标石型号、规格、尺寸 (包括基础处理)	5.00~4.50	4.40~3.80	3.70~3.00	2.90~0
				标石浇筑质量及稳定性	8.00~7.20	7.10~6.00	5.90~4.80	4.70~0
				外表装饰及警示	3.00~2.70	2.60~2.30	2.20~1.80	1.70~0
观 测 成 果 质 量	60	精 度	25	最弱点及点位中误差 (每公里全中误差)	12.50~11.30	11.20~9.40	9.30~7.50	7.40~0
				最弱边及边长相对中误差 (每公里偶然中误差)	12.50~11.30	11.20~9.40	9.30~7.50	7.40~0
		观 测 质 量	25	仪器设备检验	3.00~2.70	2.60~2.30	2.20~1.80	1.70~0
				观测方法的合理性	3.00~2.70	2.60~2.30	2.20~1.80	1.70~0
				观测的规范性	3.00~2.70	2.60~2.30	2.20~1.80	1.70~0
				观测值各项限差情况	6.00~5.40	5.30~4.50	4.40~3.60	3.50~0

表 G.2.1 (续)

分部质量	分值	分项质量	分值	质量单元	分值			
					优	良	合格	不合格
观测成果质量	60	观测质量	25	原始记录的规范性	4.00~3.60	3.50~3.00	2.90~2.40	2.30~0
				执行设计和规范要求情况	3.00~2.70	2.60~2.30	2.20~1.80	1.70~0
				成果重测与取舍的合理性	3.00~2.70	2.60~2.30	2.20~1.80	1.70~0
		平差计算	10	计算程序的先进性及合法性	3.00~2.70	2.60~2.30	2.20~1.80	1.70~0
				计算成果及采用系统的合理性	3.00~2.70	2.60~2.30	2.20~1.80	1.70~0
				计算方案、改正项目及采用数据的合理性和正确性	4.00~3.60	3.50~3.00	2.90~2.40	2.30~0
资料整编	10	资料的完整性	7	技术总结报告内容	4.00~3.60	3.50~3.00	2.90~2.40	2.30~0
				过程检查验收记录、资料	1.00~0.90	0.89~0.75	0.74~0.60	0.59~0
				按设计或合同应交验的资料	2.00~1.80	1.79~1.50	1.49~1.20	1.19~0
		资料的规范性	3	点之记、原始记录、计算成果等资料的规范性	1.00~0.90	0.89~0.75	0.74~0.60	0.59~0
				技术总结报告、检查报告等的规范性和印刷质量	1.00~0.90	0.89~0.75	0.74~0.60	0.59~0
				满足归档要求的程度	1.00~0.90	0.89~0.75	0.74~0.60	0.59~0
分项质量得分								
注：本表适用于 GNSS 测量、三角测量、导线测量、水准测量、光电测距、专项工程测量之流域（区域）控制测量等控制测量项目，当某项目内容只包含上表中部分内容时，仍采取 100 分制，分数按分项或单元所占分部权重进行赋分。								

G. 2.2 数字地形测绘成果单位质量评定赋分见表 G. 2. 2。

表 G. 2. 2 数字地形测绘成果单位质量评定赋分表

分部质量	分值	分项质量	分值	质量单元	分值			
					优	良	合格	不合格
控制测量	30	首级控制	20	点位分布合理性及利用条件	5.00~4.50	4.49~3.75	3.74~3.00	2.99~0
				标点造埋质量	5.00~4.50	4.49~3.75	3.74~3.00	2.99~0
				点位精度	10.00~9.00	8.99~7.50	7.49~6.00	5.99~0
		图根控制	10	图根控制测量精度	5.00~4.50	4.49~3.75	3.74~3.00	2.99~0
				图根控制精度	5.00~4.50	4.49~3.75	3.74~3.00	2.99~0
数字测绘成果质量	60	成图基础	5	坐标系、投影、参数使用正确	3.00~2.70	2.69~2.25	2.24~1.80	1.79~0
				投影、参数使用正确	3.00~2.70	2.69~2.25	2.24~1.80	1.79~0
		平面精度	15	平面绝对或相对中误差	12.00~10.80	10.79~9.00	8.99~7.20	7.19~0
				平面精度	12.00~10.80	10.79~9.00	8.99~7.20	7.19~0
		高程精度	15	高程注记点高程中误差	6.00~5.40	5.39~4.50	4.49~3.60	3.59~0
				高程精度	6.00~5.40	5.39~4.50	4.49~3.60	3.59~0
				高程精度	3.00~2.70	2.69~2.25	2.24~1.80	1.79~0
		地理精度	15	综合精度	3.00~2.70	2.69~2.25	2.24~1.80	1.79~0
				地理要素完整、正确与协调	5.00~4.50	4.49~3.75	3.74~3.00	2.99~0
				注记和符号的正确性	3.00~2.70	2.69~2.25	2.24~1.80	1.79~0
				地理要素接边的精度与合理性	3.00~2.70	2.69~2.25	2.24~1.80	1.79~0
		数据及结构正确性	7	文件命名和数据格式的合理性	2.00~1.80	1.79~1.50	1.49~1.20	1.19~0
				要素分层的正确性、规范性	2.00~1.80	1.79~1.50	1.49~1.20	1.19~0
属性代码的正确性和规范性	3.00~2.70			2.69~2.25	2.24~1.80	1.79~0		

表 G.2.2 (续)

分部质量	分值	分项质量	分值	质量单元	分 值			
					优	良	合格	不合格
数字测绘成果质量	60	图面整饰	3	符号、线划、色彩、 注记质量	1.00~0.90	0.89~0.75	0.74~0.60	0.59~0
				图面要素的协调性	1.00~0.90	0.89~0.75	0.74~0.60	0.59~0
				图面、图廓外整饰 及分幅	1.00~0.90	0.89~0.75	0.74~0.60	0.59~0
资料整编	10	资料的完整性	7	检查报告、技术总 结报告完整性	4.00~3.00	3.59~3.00	2.99~2.40	2.39~0
				过程资料	1.00~0.90	0.89~0.75	0.74~0.60	0.59~0
				各类报告、图 册等资料的完整性	1.00~0.90	0.89~0.75	0.74~0.60	0.59~0
		资料的规范性	3	计算书、原图等 资料的规范性	1.00~0.90	0.89~0.75	0.74~0.60	0.59~0
				规范性 和印刷质量	1.00~0.90	0.89~0.75	0.74~0.60	0.59~0
资料的规范性	1.00~0.90	0.89~0.75	0.74~0.60	0.59~0				
分项质量得分								
注：水下地形、专项工程、输水线工程测量项目可参照本表。								

G.2.3 水域测量(纵、横断面测量、水下地形测量)质量评定赋分见表 G.2.3。

表 G.2.3 水域测量(纵、横断面测量、水下地形测量)  
质量评定赋分表

分部质量	分值	分项质量	分值	质量单元	分 值			
					优	良	合格	不合格
控制测量	30	首级控制	20	点位分布合理性及 利用条件	5.00~4.50	4.49~3.75	3.74~3.00	2.99~0
				标点造埋质量	5.00~4.50	4.49~3.75	3.74~3.00	2.99~0
				点位精度	10.00~9.00	8.99~7.50	7.49~6.00	5.99~0

表 G. 2.3 (续)

分部质量	分值	分项质量	分值	质量单元	分值			
					优	良	合格	不合格
控制测量	30	图根控制	10	图根控制测量精度	5.00~4.50	4.49~3.75	3.74~3.00	2.99~0
				图根控制点的密度	5.00~4.50	4.49~3.75	3.74~3.00	2.99~0
断面测绘成果质量	60	成图基础	5	坐标、高程系统的正确性	3.00~2.70	2.69~2.25	2.24~1.80	1.79~0
				成图软件及方法使用正确性	2.00~1.80	1.79~1.50	1.49~1.20	1.19~0
		平面精度	15	中心桩平面绝对或相对中误差	12.00~10.80	10.79~9.00	8.99~7.20	7.19~0
				断面点偏移断面线距离限差	3.00~2.70	2.69~2.25	2.24~1.80	1.79~0
		高程精度	15	中心桩高程中误差	7.00~6.30	6.29~5.25	5.24~4.20	4.19~0
				断面点高程(高差)误差	8.00~7.20	7.19~6.00	5.99~4.80	4.79~0
		地理精度	15	断面取点的合理性、断面与真实地貌、地形的一致性	6.00~5.40	5.39~4.50	4.49~3.60	3.59~0
				内容齐全、综合取舍的合理性	6.00~5.40	5.39~4.50	4.49~3.60	3.59~0
				注记和符号的正确性	3.00~2.70	2.69~2.25	2.24~1.80	1.79~0
		数据及结构正确性	5	文件命名和数据组织正确性	2.00~1.80	1.79~1.50	1.49~1.20	1.19~0
				数据格式的正确性	2.00~1.80	1.79~1.50	1.49~1.20	1.19~0
				成图比例及方式的合理性	3.00~2.70	2.69~2.25	2.24~1.80	1.79~0
		图面整饰	5	符号、线划、色彩、注记质量	1.00~0.90	0.89~0.75	0.74~0.60	0.59~0
				图面要素的协调性	1.00~0.90	0.89~0.75	0.74~0.60	0.59~0
				图面、图廓外整饰及分幅	1.00~0.90	0.89~0.75	0.74~0.60	0.59~0

表 G.2.3 (续)

分部质量	分值	分项质量	分值	质量单元	分值			
					优	良	合格	不合格
资料整编	10	资料的完整性	7	检查报告、技术总结报告完整性	4.00~3.60	3.59~3.00	2.99~2.40	2.39~0
				过程资料	1.00~0.90	0.89~0.75	0.74~0.60	0.59~0
				按设计或合同应交验的各类报告、图表、图册等资料的完整性	2.00~1.80	1.79~1.50	1.49~1.20	1.19~0
	10	资料的规范性	3	点之记、原始记录、计算成果、断面图等资料的规范性	1.00~0.90	0.89~0.75	0.74~0.60	0.59~0
				各类资料整编的规范性和印刷质量	1.00~0.90	0.89~0.75	0.74~0.60	0.59~0
				满足归档要求的程度	1.00~0.90	0.89~0.75	0.74~0.60	0.59~0
分项质量得分								
注：专项工程测量之输水线路、堤防测量、地质勘察测量类似项目可参照本表。								

G.2.4 移民工程测量之界桩测设质量评定赋分见表 G.2.4。

表 G.2.4 移民工程测量之界桩测设质量评定赋分表

分部质量	分值	分项质量	分值	质量单元	分值			
					优	良	合格	不合格
控制测量	30	首级控制	20	点位分布合理性及利用条件	5.00~4.50	4.49~3.75	3.74~3.00	2.99~0
				标点造埋质量	5.00~4.50	4.49~3.75	3.74~3.00	2.99~0
				点位精度	10.00~9.00	8.99~7.50	7.49~6.00	5.99~0
	10	图根控制	10	图根控制测量精度	5.00~4.50	4.49~3.75	3.74~3.00	2.99~0
				图根控制点的密度	5.00~4.50	4.49~3.75	3.74~3.00	2.99~0
界桩成果质量	60	测设方法	10	施测方案的合理性	5.00~4.50	4.49~3.75	3.74~3.00	2.99~0
				精度等级确定的正确性	5.00~4.50	4.49~3.75	3.74~3.00	2.99~0

表 G.2.4 (续)

分部质量	分值	分项质量	分值	质量单元	分值			
					优	良	合格	不合格
界桩成果质量	60	平面精度	10	平面绝对或相对中误差	4.00~3.60	3.59~3.00	2.99~2.40	2.39~0
				与库区设计阶段所用测绘成果相符合	3.00~2.70	2.69~2.25	2.24~1.80	1.79~0
				竣工坐标与设计之差	3.00~2.70	2.69~2.25	2.24~1.80	1.79~0
		高程精度	20	高程中误差	5.40~5.00	4.59~4.00	3.49~3.60	3.59~0
				与库区设计阶段所用测绘成果相符合	4.00~3.60	3.59~3.00	2.99~2.40	2.39~0
				竣工高程	5.00~9.00	4.59~4.00	3.49~6.00	5.99~0
	界桩造埋质量	15	5	界桩埋设的稳定性	5.00~4.50	4.49~4.00	3.74~3.00	2.99~0
				埋设深度	5.00~4.50	4.49~4.00	3.74~3.00	2.99~0
				埋设面	5.00~4.50	4.49~4.00	3.74~3.00	2.99~0
	界桩点位及水位线的绘制	5	5	人口、移民征地的正确性	1.00~0.90	0.89~0.75	0.74~1.20	1.19~0
				淹没线的正确性	1.00~0.90	0.89~0.75	0.74~0.60	0.59~0
				符号、线划、色彩、注记质量	2.00~1.80	1.79~1.50	1.49~1.20	1.19~0
资料整编	10	资料的完整性	7	检查报告、技术总结报告完整性	4.00~3.60	3.59~3.00	2.99~2.40	2.39~0
				过程检查资料	1.00~0.90	0.89~0.75	0.74~0.60	0.59~0
				按设计或合同应交验的各类报告、图表、图册、托管书、成果表等资料的完整性	2.00~1.80	1.79~1.50	1.49~1.20	1.19~0



表 G.2.4 (续)

分部质量	分值	分项质量	分值	质量单元	分 值			
					优	良	合格	不合格
资料 整编	10	资料的 规范性	3	点之记、原始记录、 计算成果、托管书、 点位分布图、成果表 等资料的规范性	1.00~0.90	0.89~0.75	0.74~0.60	0.59~0
				各类资料整编的规 范性和印刷质量	1.00~0.90	0.89~0.75	0.74~0.60	0.59~0
				满足归档 程度	1.00~0.90	0.89~0.75	0.74~0.60	0.59~0
分项质量得分								
注：专项工程测量之...的控制...地...项...表 G.2.1~表 G.2.4 相 应标准执行。								

G.2.5 数据成果编辑与入库质量评分表

表 G.2.5 数据成果编辑与入库质量评分表

分部质量	分值	质量单元	分 值			
			优	良	合格	不合格
入库数据 质量	20	入库数据规范性	5.00~4.50	4.49~3.75	3.74~3.00	2.99~0
		数据的完整性	5.00~4.50	4.49~3.75	3.74~3.00	2.99~0
		数据格式及交换格式的 规范性	5.00~4.50	4.49~3.75	3.74~3.00	2.99~0
		满足数据库、规范和设 计技术要求	5.00~4.50	4.49~3.75	3.74~3.00	2.99~0
数据库 建立 质量	30	先进、开放与实用性	10.00~9.00	8.99~7.50	7.49~6.00	5.99~0
		标准化与规范性、通 用性	10.00~9.00	8.99~7.50	7.49~6.00	5.99~0
		网络化功能	10.00~9.00	8.99~7.50	7.49~6.00	5.99~0

表 G.2.5 (续)

分部质量	分值	质量单元	分 值			
			优	良	合格	不合格
坐标系统	10	空间参考坐标与数据库的一致性	2.00~1.80	1.79~1.50	1.49~1.20	1.19~0
		采用坐标系统的统一性	2.00~1.80	1.79~1.50	1.49~1.20	1.19~0
		平面高程系统与国家规范的符合性	3.00~2.70	2.69~2.25	2.24~1.80	1.79~0
		独立坐标系与国家统一系统的转换关系	2.00~1.80	1.79~1.50	1.49~1.20	1.19~0
数据字典	15	规范性	5.00~4.50	4.49~3.75	3.74~3.00	2.99~0
		适用性	5.00~4.50	4.49~3.75	3.74~3.00	2.99~0
		清晰及完整性	5.00~4.50	4.49~3.75	3.74~3.00	2.99~0
数据库的运行	25	安全性	5.00~4.50	4.49~3.75	3.74~3.00	2.99~0
		稳定性	5.00~4.50	4.49~3.75	3.74~3.00	2.99~0
		可操作性	5.00~4.50	4.49~3.75	3.74~3.00	2.99~0
		专业法定机构测试结果	10.00~9.00	8.99~7.50	7.49~6.00	5.99~0
分项质量得分						

### G.3 测绘产品检查报告编写

**G.3.1** 测绘产品过程检查不进行产品质量等级评定,可不编写测绘产品过程检查报告,但应填写测绘产品过程检查表。

**G.3.2** 测绘过程检查表格式见表 G.3.2。


表 G.3.2 测绘产品过程检查表格式

测绘产品过程检查表				
				编号：
工程名称		设计阶段		
产品名称		生产单位		
产品主要内容：				
序号	存在问题记载（不够可加页）	处理意见	处理情况	复查情况
过程检查意见（有无重大的或带倾向型的问题产生，相应的处理意见和质量综述等）：				
检查者：		处理者：		复查者：

G.3.3 测绘产品检查报告应符合下列规定：

- 1 测绘产品检查报告封面格式见表 G.3.3-1。

表 G.3.3-1 测绘产品检查报告封面格式

编号：
<b>测绘产品检查报告</b>

工程名称： _____
产品名称： _____
生产单位： _____
检查部门： _____
年 月 日

2 测绘产品检查报告正文格式见表 G.3.3-2。

表 G.3.3-2 测绘产品检查报告正文格式

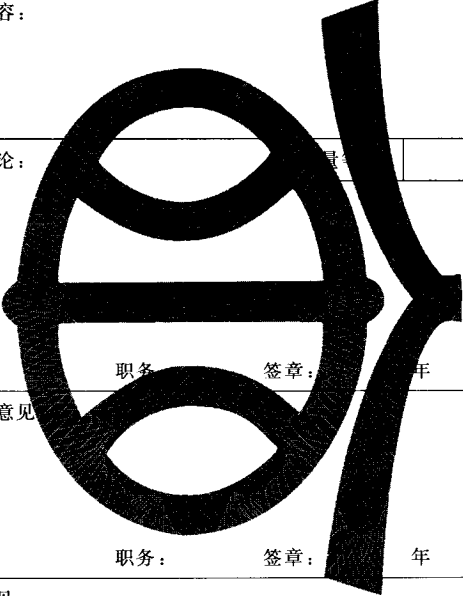
测绘产品检查报告			
			第 1 页 共 页
工程名称		设计阶段	
产品名称		生产单位	
报告撰写人 (签名):		年 月 日	
产品主要内容:			
			
检查部门结论:			
技术负责人意见		年 月 日	
		年 月 日	
行政领导意见:			
		年 月 日	
备注:			

表 G.3.3-2 (续)

第 2 页 共 页
1. 任务概要：
2. 检查工作情况（包括仪器和人员组成情况）：
3. 检查的技术依据：
4. 检查主要内容：
5. 主要质量问题和处理意见：
6. 对遗留问题的处理意见：
7. 检查结论：
报告撰写人（签名）： 年 月 日

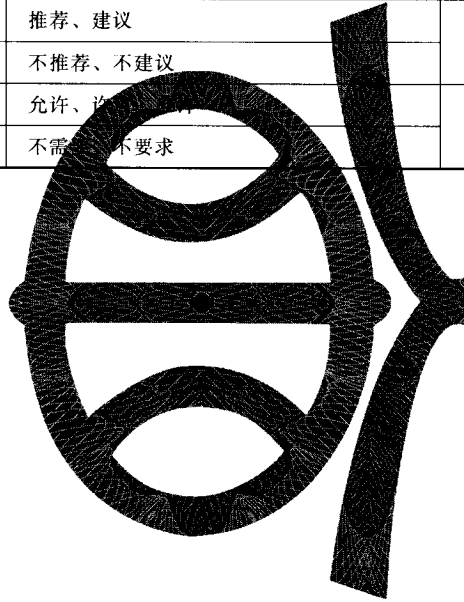
3 测绘产品检查报告附表格式见表 G. 3. 3 - 3。

表 G. 3. 3 - 3 测绘产品检查报告附表格式

检查报告意见记录表					
第 页 共 页					
工程名称		设计阶段			
产品名称		生产单位			
检验参数：项目策划（数据质量/点位质量/资料质量/……）					
序号	质量问题	处理 意见	修改 情况	复查 情况	差错 类别
备注：					
最终检查者：                      日期：                      复查者：                      日期：					

## 标准用词说明

标准用词	在特殊情况下的等效表述	要求严格程度
应	有必要、要求、要、只有……才允许	要 求
不应	不允许、不许可、不要	
宜	推荐、建议	推 荐
不宜	不推荐、不建议	
可	允许、许可	允 许
不必	不需要、不要求	



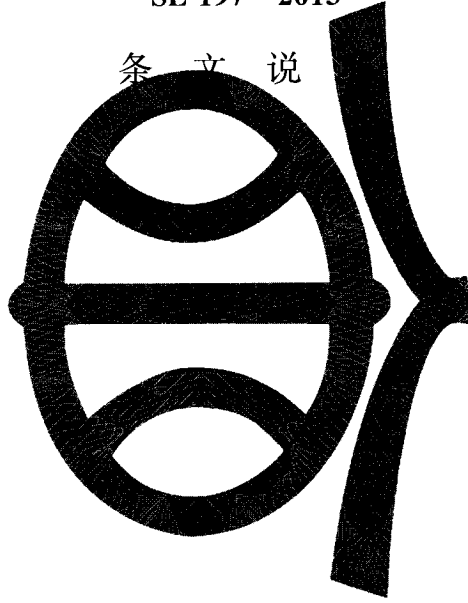


中华人民共和国水利行业标准

水利水电工程测量规范

SL 197—2013

条文说



## 目 次

1	总则 .....	275
3	基本规定 .....	277
4	平面控制测量 .....	279
5	高程控制测量 .....	284
6	数字地形测量 .....	289
7	航空航天摄影测量 .....	292
8	地面激光扫描与地面摄影测量 .....	297
9	遥感解译 .....	299
10	地图编制 .....	302
11	专项工程测量 .....	304
12	地理信息系统开发 .....	324
13	空间数据编辑与入库 .....	325
14	成果验收与质量检查评定 .....	327

# 1 总 则

**1.0.1** 《水利水电工程测量规范（规范设计阶段）》（SL 197—97）由水利部、电力工业部于1997年8月11日以水科技〔1997〕310号文发布，自1997年10月1日起执行。原规范基本总结和涵盖了1995年以前水利水电工程规划设计阶段的测绘内容，规定了各专业测量的技术要求，代表了当时的技术水平。原规范执行以来，对指导水利水电工程规范设计阶段的测绘工作，保证水利水电工程建设质量起到了至关重要的作用。随着测绘技术的飞速发展，测绘仪器的不断更新，新兴的测绘技术、新的测绘手段不断成熟完善和在生产中的广泛应用，使得现行规范部分内容已不适应生产的要求，因此根据近年来我国水利水电测绘生产中已应用的成熟的新技术、新工艺、新设备等方面的生产实践经验和研究成果，对原规范进行修订。

**1.0.2** 本条是对本标准适用范围的说明。

原规范的适用范围为“大、中型水利水电工程规划、设计阶段的测绘工作”，修编时一些章节内容已超出规划、设计阶段外，如“专项工程测量”章节中的水下地形测量内容除了规划阶段、设计阶段的测量工作外，还涵盖了施工设计和运营管理阶段；建设征地与移民工程测量、输电线路测量、道路测量等内容也在工程施工期。因此，水利部水利水电规划设计总院在对本标准修编大纲进行审查时，同意该规范修编时删除规划设计阶段的限制。但在水利水电工程施工期的测量工作，本标准未进行施工测量等内容的规定，应按《水利水电工程施工测量规范》（SL 52）的规定执行。

**1.0.3** 依据测绘任务要求，作业前应收集、整理、分析测区内已有测绘资料，进行必要的现场踏勘，在充分把握测区环境、原有资料可利用程度的基础上制订作业方案，明确技术要点，编写

技术设计书；为有效控制测绘工作质量，在作业过程中，应加强内、外业质量检查，发现问题及时处理；作业结束后，通过技术总结报告对技术设计方案的实施、变更以及测绘成果的数学精度与可靠性指标等情况做出相应说明；质量检查宜采取外业实地抽查和资料验算分析相结合方式，对成果质量做出评价，并针对测绘任务完成内容与工期、提交资料完整性、以及能否交付使用等提出检查结论。由于重大项目的测绘成果应用直接关系工程建设成败，涉及的技术内容往往超越规范限定，必要时对技术设计及测绘成果进行专家论证与审查。

**1.0.4** 用于测绘作业的仪器设备及其附件，其性能状态直接关系到测绘成果质量，因此应加强仪器设备的检定、检校以及保养等工作，确保各类数据资料的真实可靠。仪器的检验项目及要  
求，参照国家相关规定。

**1.0.5** 现阶段，与测绘活动有关的相关行业均离不开软件系统，软件已成为水利行业生产力的重要组成部分。为保障使用软件在编辑、处理测绘成果的正确性，无论自编软件、商用软件还是随机软件，均要经过严格的审查。

### 3 基本规定

**3.0.1** 关于平面坐标系统。平面坐标系统的确定主要遵循三个原则：一是保持水利水电工程的平面坐标系统与国家系统的统一性；二是保持工程各阶段坐标系统的一致性，同时测绘精度满足工程需要；三是以满足工程需要为前提，在特殊地区和特殊工程实现平面坐标系统建立的灵活性。

1 在遵循上述三个原则下，中小比例尺地形测绘，采用高斯正形投影带的国家坐标系统。但在如西藏、云南、青海、四川西部等地区，由于山高，边长的投影变形较大，可根据需要建立独立坐标系统，如椭球膨胀法、平均高程面投影法等；但所建立的独立坐标系统应与国家坐标系统建立转换关系。

关于大、中、小比例尺的地形图划分，标准的定义为：1:500~1:2000为大比例尺地形图；1:5000~1:10000为中比例尺地形图，1:10000为小比例尺地形图。这与相应的国家现行地形图图例规定一致。

2 大比例尺地形图投影长度变形值在5cm/km的范围内，可采用现行国家坐标系统的规定。测区投影长度变形值超过5cm/km的要求时，应根据实际情况选择合适的坐标系统及坐标投影方式。

3 在工程枢纽区以及重要工程建筑物区进行大比例尺地形测绘，本款推荐采用挂靠在国家坐标系统下的独立坐标系，即利用一点的国家坐标系的坐标及该点至另一点的国家坐标系方位角，并选择测区或建筑物的平均高程面作为边长投影面所建立的坐标系统。

**3.0.2** 关于高程系统。高程系统应采用现行国家高程基准。但在流域重点防洪区域，由于历史资料及防洪需要，可根据实际用

户的应用需求，选择原有高程基准。

**3.0.5** 关于地形分类及地形图各项规定，基本上是综合原规范 SL 197—97 中的相关内容合并而成。

平坦区 1:10000 比例尺测图的基本等高距，采用了 1.0m 和 0.5m 两种，这是由于我国有大量地势特别平坦的地区的缘故。如仅采用 1.0m 一种基本等高距，往往 3~4 幅图中也没有一根基本等高线，无法正确显示地貌，影响成图的地理精度，不利于水利水电建设对地形图的使用；同时，以往在平坦地区 1:10000 比例尺测图中，不少水利水电勘测设计单位已经选用了 0.5m 基本等高距，实践证明是可行的。规范规定丘陵地区 1:10000 比例尺测图可采用 1.0m、2.0m 基本等高距，由用图单位确定。

**3.0.6** 关于地形图高程点的注记密度基本沿用原规范 4.1.16 条和 5.1.10 条的规定。

## 4 平面控制测量

### 4.1 一般规定

**4.1.4** 本条是利用全站仪测图时对图根控制点密度的规定，应包含高等级控制点。当采用 RTK 进行地形测绘时，可不受此密度的限制。但当测区范围较小，图根控制首级控制时，应在测区范围内选埋 2~3 个永久性埋石点。

### 4.2 GNSS 测量

**4.2.1** GNSS 控制网主要技术要求的确定，是从水利水电工程对相应等级的工程控制网的基本技术要求出发，并以原规范三角形网的基本指标为依据制定的，也是为了使 GNSS 测量的应用具有良好的可操作性而提出的。由于测绘技术的迅猛发展，特别是 GNSS 技术的广泛应用，相邻点平均间距分为非水利枢纽地区和水利枢纽地区已无太大的意义，因此，本标准在控制网相邻点平均间距方面不再对非水利枢纽地区和水利枢纽地区的区分。

**4.2.2** 本条是对 GNSS 网的设计的规定。当基线长度大于 20km 时，按表 4.2.4-1 规定的观测时间不能保证基线精度，应按 GB/T 18314 中 C 级 GPS 网的观测要求进行 GNSS 数据采集，才能保证基线精度。

**4.2.3** 关于 GNSS 网的点位选择：

(1) 卫星高度角的限制主要是为了减弱对流层对定位精度的影响，由于随着卫星高度的降低，对流层影响愈显著，测量误差随之增大。因此，卫星高度角一般都规定大于  $15^\circ$ 。

(2) GNSS 卫星信号本身是很微弱的，为了保证接收机能够正常工作及观测成果的可靠性，故应注意避开周围的光电干扰源和具有强反射的大面积水域。

**4.2.4** 关于 GNSS 测量的基本技术要求：

(1) GPS 卫星有 L1 载波、L2 载波两种频率；只能接收 L1 载波的接收机称为单频接收机，能同时接收 L1 载波、L2 载波的接收机称为双频接收机。利用双频接收机可很好地消除或减弱电离层折射对观测量的影响，从而获得很高的精度。对一般的工程控制网，单频接收机便能满足精度要求。实验证明，当基线边超过 8km 时，双频接收机的精度尤为显著。故规定二等网采用双频接收机。

(2) 观测时段的长度和数据采样间隔的限制，是为了获得足够的的数据量。

(3) 由于工程控制网边长相对较短（二等网的平均边长不超过 13km），卫星信号在传播中所受到的电离层状况较为相似，即同步观测中，经电离层折射改正后的观测量长度的残差小于  $1 \times 10^{-6}$ 。若采用双频接收机，其残差会更小。加之在测站上所测定的气象数据，有一定局限性。因此作业时可不观测相关气象数据。

(4) RTK 控制测量的主要技术要求应符合《全球定位系统实时动态测量（RTK）技术规范》（CH/T 3098—2010）的相关规定。

#### 4.2.5 关于 GNSS 作业时的要求：

(1) 关于天线安置位置及天线高量测的规定，主要是为了减少人为误差对测量精度的影响。

(2) 由于 GNSS 接收机数据采集的自动化，其记录载体不同于常规测量，人们容易忽视数据采集过程的其他操作。如果不严格执行各项操作或人工记录有误，如点名、点号混淆将给数据处理造成麻烦，天线高量错也将影响成果质量，以致造成超限返工。因此，应认真做好测站记录。

#### 4.2.6 关于 GNSS 测量相对定位成果：

1 数据点最低高度角是指基线解算时，在计算软件中利用的 GNSS 卫星观测数据的最低高度角。高度角太低，由于卫星信号通过的电离层较厚，影响基线精度；高度角太高，则减少了



观测数据，综合考虑，以  $20^\circ$  为宜。

2 基线解算时，起算点在 WGS-84 坐标系中的坐标精度，将会影响基线解算的精度。起算点对基线解算的最大影响可用式 (1) 表示：

$$\delta_s = 0.60 \times 10^{-4} D \delta X_1 \quad (1)$$

式中  $\delta_s$ ——对基线的影响；

$D$ ——基线的长度；

$\delta X_1$ ——起算坐标的误差。

实验表明，单点定位 30min 后，结果可满足基线的精度要求。

4 被删除的同步观测值，包括受高度角和不同步观测影响的值。

#### 4.2.8 关于约束平差的说明：

(1) 无约束平差的目的，是为了提供 GPS 网平差后的 WGS-84 坐标系中 GPS 网本身的精度及基线向量之间有无明显的系统误差和粗差。

(2) 无约束平差在 WGS-84 坐标系中进行。通常以一个控制点的三维坐标作为起算数据。实际上，实为单点位置约束平差或最小约束平差，它与完全约束的秩自由网平差是等价的，因此称之为无约束平差。起算点数据可选用控制点 30min 的单点定位结果 (4.2.6 条) 或已知控制点的 WGS-84 坐标系坐标。

(3) 基线向量改正数的绝对值限差的提出，是为了对基线观测测量进行粗差检验。即基线向量各坐标分量改正数的绝对值，不应超过相应等级的基线长度中误差  $\sigma$  的 3 倍。超限时，认为该基线或邻近基线含有粗差，应采用软件提供的自动方法或人工方法剔除含有粗差的基线，并符合 4.2.6 条的规定。

#### 4.2.9 关于约束平差的说明：

(1) 约束平差的目的，是为了获取 GPS 网在国家或地方坐标系的控制点坐标数据；这里的地方坐标系是指除标准国家坐标

系统以外的其他坐标系统，即 3.0.1 条所采用的坐标系统。

(2) 约束平差是以国家或地方坐标系的某些控制点的坐标、边长和坐标方位角作为约束条件进行平差计算。必要时，还应顾及 GNSS 网与地面网之间的转换参数。

(3) 对已知条件的约束，可采用强制约束，也可采用加权约束。

强制约束是指所有已知条件均作为固定值参与平差计算，不需顾及起算数据的误差。它要求起算数据应有很好的精度且精度比较均匀。否则，将引起 GNSS 网发生扭曲变形，显著降低网的精度。

加权约束是指顾及所有或部分已知约束数据的起始误差，按其不同的精度加权约束，并在平差时进行适当的修正。定权时，应使权的大小与约束值精度相匹配。否则，也会引起 GNSS 网的变形，或失去约束的意义。

(4) 对已知条件的约束，有三维约束和二维约束两种模式。三维约束平差的约束条件是控制点的三维大地坐标或三维直角坐标、空间边长、大地方位角等约束；二维约束平差的约束条件是控制点的平面坐标、水平距离和坐标方位角等约束。

**4.2.10** 本条综合 CH/T 2009—2010 对 RTK 控制测量的规定。五等（一）对应 CH/T 2009—2010 中的一级，五等（二）对应其二级，图根对应其三级。

### 4.3 三角形网测量

**4.3.1** 三角形网是引用了《工程测量规范》(GB 50026—2007) 有关的概念。三角形网是对以往的测角网、测边网、边角网的总称，是将所有的角度、边长观测值均作为观测量看待。考虑目前水库区和坝址都有大比例尺测量的要求，把原非水利枢纽和水利枢纽合并统一考虑。

#### 4.3.4

2 由于全站仪没有测微器，因此取消了光学测微器两次重

合差。

3 因为全站仪测角时是对全度盘进行扫描后读数的,不存在度盘刻划不均匀的问题,故可不配置度盘。但为了防止出现系统误差,要求各测回间度盘数不应相同。

4.3.5 关于光电测距仪的精度分级与《中、短程光电测距规范》(GB/T 16818—2008)的规定一致。

#### 4.4 导线测量

4.4.1 关于导线测量的主要技术要求。基于水利水电测量的特点,测区一般是在某一局部地区,边长比国家规范规定的要短,测角精度较高。原规范的技术要求适合水利水电测量工作,因此,本标准沿用了原规范对光电测距导线的等级划分和主要技术要求,保证了规范的连续性。删除了二等导线技术规定,是因为在面积较大地区测图时,基本上都使用GNSS进行测量了。

由于现在非水利枢纽地区也经常施测大比例尺地形图,因此没有必要再分水利枢纽地区和非水利枢纽地区,统一采用水利枢纽地区的技术指标。

##### 4.4.4

1 主要是为了保证测角的精度。

2 补偿器对水平角观测进行自动改正,应注意补偿器处于开启状态。补偿器无法正常工作或超出补偿范围,观测结果将受到影响,因此应停止观测。

4.4.6 若导线点水平角观测总测回数为奇数时,为使左、右角观测精度一致,右角可增加一个偶数测回观测。

## 5 高程控制测量

### 5.1 一般规定

5.1.1 本条规定了高程控制等级的划分和各级精度梯度。

(1) 根据国家高程控制的要求,为适应各方面任务的需要,不但要具有一定精度,满足当前测图精度的要求和今后更大比例尺测图的需要,而且应有足够的密度,以符合国民经济建设的要求。在本标准中,高程控制等级布网按逐级加密的原则,基本高程控制等级的划分按水准测量 $M_{\Delta}$ 、 $M_w$ 值而定,以与现行的国家水准测量取得一致。

(2) 本标准高程控制等级划分,与现行平面控制层次相对应,其划分原则与原规范稍有不同:基本高程控制中增加五等 GNSS 高程测量,减少二等 GNSS 高程测量。五等 GNSS 高程测量采用 GNSS 拟合高程测量,基于大地水准面精细化模型的 GNSS 高程测量,RTK 方法取得。

高程控制层次分为:基本高程控制、根高程控制、测站点高程控制三级,各级布设层次即为标准文中的表 5.1.1。

一等、二等、三等、四等、五等控制按国家一等、二等、三等、四等水准测量的基本精度和梯度;五等高程控制的精度估算忽略起始数据误差。自四等高程控制发展五等高程控制,采用三等水准发展四等水准的精度梯度。各等级高程控制测量偶然中误差 $M_{\Delta}$ 和全中误差 $M_w$ 按表 1 的规定。

表 1 各等高程控制测量每千米偶然中误差和全中误差

等级	一等	二等	三等	四等	五等
$M_{\Delta}$ (mm)	$\leq 0.45$	$\leq 1.0$	$\leq 3.0$	$\leq 5.0$	$\leq 7.5$
$M_w$ (mm)	$\leq 1.0$	$\leq 2.0$	$\leq 6.0$	$\leq 10.0$	$\leq 15.0$

在五等高程控制基础上发展图根高程控制与测站点高程控制时,不再采用忽略起始数据误差的递推方式,而是考虑经济上的合理性,确定上下两级高程控制的精度梯度区间以 0.32~0.71 较为合适,这时上一级高程控制的误差影响下一级控制总误差变化不超过 10%,考虑到图根高程控制发展的层次较多,基本上采用  $1/\sqrt{2}$  作为精度梯度。

## 5.2 选点与埋石

5.2.2 本条是考虑到勘测设计阶段的测量任务,以及水库形成后高程控制点标石受淹,为正常测量工作的需要而规定的。

5.2.3~5.2.6 高程控制点标石埋设及稳定期的基本要求。高程控制点标石埋设后,必要时应拍摄背景远景照片。

5.3.1 一等、二等、三等、四等水准路线最大长度  $L$  按《国家一、二等水准测量规范》(GB 12897-1999) 及《国家三、四等水准测量规范》(GB 12898) 的规定。一等水准路线最大长度根据三等、四等水准路线精度比例,并考虑加测图根高程有足够的精度,推算而得 45km。路线中最弱点相对高等级水准点高差的中误差  $m_h$  按式 (2) 计算:

$$m_h = \pm \frac{1}{2} M_w \sqrt{L} \quad (2)$$

根据实际工作需要,三等、四等、五等水准路线长度及相应的最弱点高程中误差  $m_h$ , 对应于基本等高距的高程相对中误差见表 2 和表 3。

5.3.2 本条是对各等水准测量的主要技术要求。在山地进行水准测量,因受地形限制,视距较短,路线的测站数增多,往、返

表 2 各等水准路线长度及路线中最弱点高差全中误差

等级	$M_w$ (mm)	$L$ (km)	$m_h$ (mm)
一等	$\pm 1.0$	1500	$\pm 19.4$
二等	$\pm 2.0$	450	$\pm 21.2$
三等	$\pm 6.0$	200	$\pm 42.4$
四等	$\pm 10.0$	80	$\pm 45.0$
五等	$\pm 15.0$	45	$\pm 50.3$

表 3 三等, 四等, 五等水准路线长度相应的最弱点高程相对中误差

等级	$h=0.5m$			$h=1m$			$h \geq 2m$		
	路线长度 (km)	$m_h$ 弱 (mm)	高程相对中误差	路线长度 (km)	$m_h$ 弱 (mm)	高程相对中误差	路线长度 (km)	$m_h$ 弱 (mm)	高程相对中误差
三等	50	$\pm 21$	$\pm \frac{h}{24}$	200	$\pm 42$	$\pm \frac{h}{24}$	200	$\pm 42$	$\pm \frac{h}{48}$
四等	20	$\pm 22$	$\pm \frac{h}{22}$	80	$\pm 45$	$\pm \frac{h}{22}$	80	$\pm 45$	$\pm \frac{h}{44}$
五等	16	$\pm 30$	$\pm \frac{h}{16}$	45	$\pm 50$	$\pm \frac{h}{20}$	45	$\pm 50$	$\pm \frac{h}{40}$

测较差或附和路线、环线闭合差相应增大, 其限差可适当放宽, 三等水准测量为  $15\sqrt{L}$ mm; 四等水准测量为  $25\sqrt{L}$ mm; 五等水准测量为  $40\sqrt{L}$ mm, 并将以距离计算的限差化为以站数计算的限差, 设每千米测站数为 16 个站, 得往、返测较差, 附和、环形路线闭合差的限差为:

三等水准

$$\pm 15\sqrt{L} = \pm 15\sqrt{\frac{16L}{16}} \approx \pm 4\sqrt{n} \text{ (mm)}$$

四等水准

$$\pm 25\sqrt{L} = \pm 25\sqrt{\frac{16L}{16}} \approx \pm 6\sqrt{n} \text{ (mm)}$$

### 五等水准

$$\pm 40 \sqrt{L} = \pm 40 \sqrt{\frac{16L}{16}} \approx \pm 10 \sqrt{n} \text{ (mm)}$$

式中  $n$ ——测站数,  $n=16L$ ;

$L$ ——路线长度, km。

规定了当  $K$  小于 100m 是按 100m 计算往返测高差不符值。

#### 5.3.3 本条规定图根水准路线长度及精度要求。

1 图根水准可按同等精度及路线长度在五等的基础上发展两次, 路线长度仍按原规范规定。在推算其精度时考虑了起始数据误差的影响, 故路线上最弱点相对于五等以上水准点的高差中误差  $m_h$  可按式 (3) 计算:

$$m_h = \pm \sqrt{\frac{m_{h上}^2}{2} + \frac{m_{h测}^2}{4}} \quad (3)$$

式中  $m_{h上}$ ——起始点高程中误差, mm;

$m_{h测}$ ——本次图根水准测量中误差, mm。

两次图根水准路线长度和相应的最弱点高程中误差以及对应于基本等高距的高程相对中误差, 见表 4 和表 5。

表 4 图根水准路线长度及相应的最弱点高程中误差

水准等级	允许的每千米测段往、返测或路线不符值 (mm)	每千米高差中数全中误差 $M_w$ (mm)	水准路线长度 $L$ (km)		路线上最弱点高程中误差 $m_h$ (mm)	
			基本等高距 $h=0.5m$	基本等高距 $h \geq 1m$	基本等高距 $h=0.5m$	基本等高距 $h \geq 1m$
一级图根水准	40	$\pm 20$	12	30	$\pm 41$	$\pm 65$
二级图根水准	40	$\pm 20$	12	30	$\pm 45$	$\pm 73$

表 5 图根、测站点高程相对于基本等高距的精度

高程等级		各级高程对于基本等高距 ( $h$ ) 的相对中误差		
		$h=0.5\text{m}$	$h=1\text{m}$	$h\geq 2\text{m}$
图根高程控制	一级图根水准	$\pm \frac{h}{12}$	$\pm \frac{h}{15}$	$\pm \frac{h}{30}$
	二级图根水准	$\pm \frac{h}{11}$ 或 $\pm \frac{h}{9}$	$\pm \frac{h}{14}$ 或 $\pm \frac{h}{11}$	$\pm \frac{h}{27}$ 或 $\pm \frac{h}{21}$
测站点高程	—	$\pm \frac{h}{8} \sim \pm \frac{h}{6}$		

2 图根水准以下各级高程均自一级图根水准的基础上按  $1/\sqrt{2}$  精度梯度加密, 计算精度按表 5 执行。

当采用 0.5m 基本等高距测图时, 一级图根水准路线最弱点高程中误差  $m_h = \pm \frac{h}{11}$  或  $\pm \frac{h}{9}$  的要求, 所以图根、测站点高程控制上均按图根水准测定。

5.3.4 一等、二等、三等、四等水准测量, 按国家测量规范中均有具体要求, 参

### 5 GNSS 高程测

5.5.2~5.5.4 参照《城市定位城市测量技术规范》(CJJ/T 73—2010) 中关于高程异常改正的建立及模型精度的相关规定。

由于 GNSS 在大地高方向的精度是平面精度的 2 倍, 因此在 GNSS 高程测量中规定了仪器精度高于同等级平面控制测量所使用的仪器精度, 且观测时段数和观测时间均要求增加和延长, 以保证 GNSS 在大地高方向的精度要求。

5.5.6 由于各区域大地水准面精化模型的精度不一致, GNSS 高程测量能达到的精度等级也不一致, 因此, 本条只简单规定了基于大地水准面精化模型的 GNSS 高程测量的方法和精度。在使用大地水准面精化模型进行 GNSS 高程测量时, 应在已知高程控制点上利用 GNSS 进行高程测量, 检验精化模型的精度, 确定后续工作方案。



## 6 数字地形测量

### 6.1 一般规定

6.1.2 由于工程用图不但要使用等高线,而且还要使用施测的地形点,所以将地形测图地形点的最大点位间距作为地形图的基本指标之一。表 6.1.2 中规定的各种比例尺地形测图地形点的最大点位间距,是根据地面坡度、等高线曲率变化、等高线插求点的高程精度、测量误差综合确定的,其对应于图上 2~3cm 的间距。

### 6.2 数字测图

6.2.3 全站仪增设测站点,主要是指采用支导线、极坐标法、自由设站法测设的测站点。测站点的精度,应高于地物、地形测量的精度,且按图根点测量的有关要求进行观测。为避免出现误差,应增加其他测站观测地物点的检测。

为了使增设点满足精度要求,应在新增设的测站点应在图根点(包括高级控制点)设站,且不宜连续增设。

采用 GNSS RTK 测设测站点,应在图根级以上控制点上按图根测量要求进行。

6.2.4 测点的观测中误差可按式(4)估算。

$$m_p = D \sqrt{\left(\frac{m_D}{D}\right)^2 + \left(\frac{m_\beta''}{\rho}\right)^2} \quad (4)$$

式中  $D$ ——测点至测站的距离;

$\frac{m_D}{D}$ ——测距相对中误差,按 1/5000 综合考虑;

$m_\beta''$ ——测角中误差,按 45'' 计。

当测点距离为 100m,则可计算出每百米测点点位中误差为 3cm;考虑到数据采集时,视牌棱镜的对中偏差、测站点误差以

及实测时的客观条件限制等因素，故取用表 6.2.4 的限值。当平地施测 1:2000、1:5000 地形图采用 0.5m 等高距时，考虑高程注记点的精度要求，缩短了最大测距限值。

**6.2.6** 本条是对地物测绘的规定。根据用户需要对特殊工程测量提出的要求，可参照此规定执行。

**6.2.7** 本条是对地貌、土质和植被测绘的规定。

相对于平板仪测图，数字化测图的地形点密度更大，特别是对于特征点的测绘一定要准确，以保证编辑和构网的精度。

根据用户需要对特殊工程测量提出的要求，可参照此规定执行。

**6.2.8** 本条是对地形图的编辑处理的规定。

数字地形图编辑处理软件的功能应满足本标准要求才能投入使用。

观测数据的处理，是数字地形图绘制的重要环节。数据处理软件通常与成图软件为一体，组成数字地形图绘制系统。其基本功能是将采集的数据传输至计算机，并将不同记录格式的数据进行转换、分类、计算、编辑，为图形处理提供必要的绘图信息和数据源。

对地形图要素进行分层表示是十分必要的。基于目前的现状，本标准对地形要素的分层等属性不作统一规定，参照《1:500 1:1000 1:2000 外业数字测图技术规程》（GB/T 14912—2005）的规定执行。

受成图软件功能的限制，在批量生成图形时，会出现一些符号、文字注记、高程注记、线条相互交叉重叠等现象。曲线拟合时，如拟合参数选取不当，亦会使曲线失真。因此，对所生成的图形还应进行编辑处理。

数字地形图分幅裁剪时，可能出现点位（如控制点、地形点等）与注记分离、点状符号（如独立地物、控制点、管线等符号）被裁分、注记文字被裁分、图边线条（或文字）被意外删除等情况，因此应检查编辑每幅图的图边数据。

图廓及坐标格网应采用成图软件自动绘制。当个别格网需要编辑时，应采用坐标展绘。在计算机屏幕量取的图廓及格网坐标应和理论值一致。

数字地形图的编辑检查，类似于平板测图中的内业自检，是成图不可缺少的一个过程。

图形编辑完成后，应在绘图仪上按相应比例尺输出检查图，除对图面内容进行内外业检查外，还应检查绘制质量和精度。

### 6.3 地形图数字化

**6.3.3** 本条是对扫描数字化的作业过程的要求。

地形图数字化的定向点选择应是具有理论坐标值的点位，其数量应根据原图检查情况合理决定。定向误差来源主要是原图的综合误差（包括扫描图像的变形）和数字化综合误差。当定向检查点与理论值的差值较大时，应分析原因并适当增加图纸定向点，分区定向。

为保证地形图数字化的质量，本条给出了地形图要素数字化的具体规定。

图幅接边和图边数据编辑是地形图数字化作业的必要环节。对于数字化纸质地形图的检查方法，一般采用检查图与原图套合的方法进行。其误差来源考虑了图形输出误差 0.15mm，采点的点位误差 0.1mm，线状符号误差 0.2mm。故检查图与原图比较，数字化点状符号及明显地物点的平面位移中误差，线状符号的平面位移中误差分别规定为 $\pm 0.2\text{mm}$ 和 $\pm 0.3\text{mm}$ 。

### 6.4 地形图修测

**6.4.1** 地形图的修测，是为了满足用户对地形图现势性的需要，作业时，应根据地形（地物、地貌）的变化情况和用户的要求，确定测区范围、制定修测方案。

## 7 航空航天摄影测量

### 7.1 一般规定

**7.1.1** 本章适用范围的规定。根据航空航天遥感技术和摄影测量技术的发展情况，本章由原来的“航空摄影测量”改为“航空航天摄影测量”，并根据数字航测技术的发展情况和数字化、信息化测绘的要求。原规范中“精密立体测图测图”和“解析测图仪测图”的相关规定调整为“数字摄影测图工作站测图”和数字化、信息化测绘的相关规定，增加“数字航空摄影、GNSS或IMU/DGNSS辅助航空摄影、航空摄影激光扫描、无人机低空数字摄影等技术”的相关规定。

**7.1.2** 像片控制精度、空三加密和DLG产品精度指标要求的规定。

DLG的精度指标要求是在原规范中基本规定的编制，参照《数字地形图产品基本规定》(GB/T 17941—2009)中相关规定，增加了1:10000比例尺丘陵地、1:5000比例尺航测成图的各项精度指标要求，增加了1:1000、1:2000、1:5000、1:10000比例尺平地、丘陵地等高距1m的加密点精度要求。航测成图的像片控制精度、内业空三加密精度、DLG技术指标已在表7.1.2-1和表7.1.2-2中列出。

**7.1.3** DEM产品技术和精度指标要求的规定。

DEM产品技术和精度指标是参照《数字测绘成果质量要求》(GB/T 17941—2008)和《基础地理信息数字产品1:5000、1:10000数字高程模型》(CH/T 1008—2001)的格网尺寸(格网单元间距)和高程精度要求编制。GB/T 17941.1—2000“5.2.2 高程精度”中有关数字高程模型的要求为“用摄影测量方法和野外实测方法生成的数字高程模型，其格网点高程中误差不应大于相应比例尺地形图规范或编绘规范中规定的等高线中误

差”、CH/T 1008—2001 规范中对 DEM 格网点高程精度分为三个等级，一级 DEM 格网点高程中误差不大于图幅等高线中误差，一级、二级、三级高程精度要求之间的比例关系为 1:1.35:2。以此为原则，按水利水电工程规划设计对数字线划图的高程精度要求，确定本标准对 DEM 格网点高程精度要求为：一级 DEM 格网点高程中误差不大于图幅等高线中误差，二级 DEM 格网点高程中误差不大于图幅等高线中误差 1.35 倍，三级 DEM 格网点高程中误差不大于图幅等高线中误差 2 倍。DEM 产品的格网点尺寸和具体精度指标要求等已在表 7.1.3 中列出。实际工作中可根据水利水电工程规划设计的要求，结合 DLG、DOM 的生产选择。

#### 7.1.4 DOM 产品的技术和精度指标要求

DOM 的技术和精度指标要求原则上参照航空影像平面图测图要求的基础上，参照《基础地理信息数字产品》1:5000、1:10000 数字正射影像图（BMP）GB 17941—2008 等规范中的指标要求编制。数字正射影像图的地面位置中误差与相应比例尺地形图的地物平面位置中误差相同。DOM 产品的影像地面分辨率（辐射分辨率）和接边限差等其他技术指标已在表 7.1.4 中列出。

7.1.5 内业空三加密测图的中误差估算的规定，给出了精度估算公式（7.1.5-1）、式（7.1.5-2）。

7.1.8 较原规范增加了数码航摄仪及 GPS 或 IMU/DGNSS 辅助航空摄影、航片扫描数字化等要求的规定。在表 7.1.8 中列出了常规光学像机航摄的航摄比例尺分母  $M$  和数码像机航摄的影像地面分辨率  $GSD$  的选用范围；还给出了对选用航摄资料成图可达到的高程精度估算公式（7.1.8-1）。选择时应充分考虑测区的地形、成图精度要求，还应充分考虑航摄像机的性能、技术指标（如成像原理、基高比、畸变差、成像质量等）和飞行条件等因素。对于成图精度要求高、采用的航摄像机的性能和技术指标较差的情况下，应选择相应  $k$  值较小的  $M$  和  $GSD$ 。因受条件

限制,选择相应的 $k$ 值较大的 $M$ 和 $GSD$ 时,应采取必要的技术措施(如全野外像片控制、布设地面标志等),确保航测成图精度符合本标准要求。

根据实际情况参照《1:500 1:1000 1:2000 地形图航空摄影规范》(GB/T 6962—2005)、《1:5000 1:10000 1:25000 1:50000 1:100000 地形图航空摄影规范》(GB/T 15661—2008)的规定,取消了原规范中分常用和非常用航摄比例尺选择范围的规定方式。

高程精度估算公式(7.1.8-1)是根据《数字航空摄影测量空中三角测量规范》(GB/T 23236—2009)附录A公式(A.1)变换过来的。

## 7.2 像片控制点设计

**7.2.1** 删除了原规范中 $18\text{cm}\times 18\text{cm}$ 像幅的像控点点位要求,增加了数码航摄影像的像控点点位要求。

**7.2.3** 区域网控制点布设应综合考虑航摄分区、航线以及图幅分布、地形情况、成图精度等因素。区域网的两相邻平面点间的航线数可根据像片比例尺分母与成图比例尺分母之比 $k$ 值按规范正文中给出的表7.2.3-1进行选择,此表中的规定是考虑到航摄影像、空三加密、测图等技术和精度的提高,在原规范要求的基础上放宽了一倍;进行航线网和区域网控制点设计时,可通过空中三角测量加密点的平面和高程中误差估算确定相邻像控点间的基线数,规范正文中给出了估算式(7.2.3-1)和式(7.2.3-2)。进行估算,计算 $n$ 或 $m_s$ 和 $m_h$ 时,应采用表7.2.3-2及表7.2.3-3所列的 $m_q$ 值。这两个公式和两个表与原规范不同,公式只作了变换以满足常规胶片相机和数码相机的通用计算;两个表中 $m_q$ 值是在原规范的基础上按通常航片扫描影像分辨率是 $20\mu$ 作为基数,考虑了航片不同扫描结果的影像分辨率或不同数码相机的影像分辨率(像元大小)对视差量测精度的影响因素,以达到满足成图精度和控制点布设的最优化要求。

规定了3个区域网布点方案,也可按《1:500 1:1000 1:2000 地形图航空摄影测量外业规范》(GB/T 7931—2008)或《1:5000 1:100000 地形图航空摄影测量外业规范》(GB/T 13977—2012)的要求执行。

### 7.3 像片控制点测量

**7.3.2** 判刺按 GB/T 7931—2008 或 GB/T 13977—2012 的要求执行,增加了像控点判刺宜用数码像机拍下现场照片和数字航摄影像宜在影像上确切标明像控点的位置并附相应的说明的要求。

**7.3.3** 基于数字影像的条件,增加了电子刺点的规定,像片控制点的刺点整饰可采用纸质像片进行刺点整饰或电子表格和数字影像进行刺点整饰。在附录 C 中 C.2 节中给出了纸质控制像片的整饰格式,附录 C 中 C.3 节中给出了电子刺点片的整饰格式。

### 7.5 航片扫描

**7.5.1** 给出了满足高程量测精度要求的影像分辨率估算公式(7.5.1-1)和满足影像分辨率估算的公式(7.5.1-2)。

### 7.6 数字空中三角测量

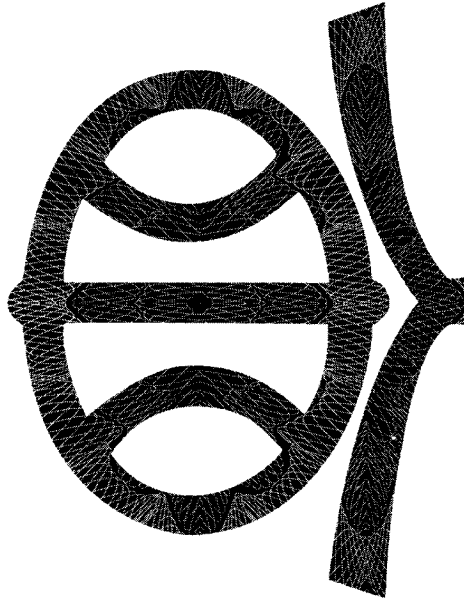
**7.6.3** 在表 7.6.3 中列出了相对定向的上下视差中误差和最大残差精度要求;给出了模型连接差限差计算公式(7.6.3-1)和式(7.6.3-2),这两个公式和两个表与原规范不同,考虑了航片不同扫描结果的影像分辨率或不同数码像机的影像分辨率(像元大小)的影响因素;规定了连接点的分布形态和数量要求以及不同测区状况下布设要求。

### 7.7 数字线划图数据采集与编辑成图

**7.7.2** 原规范中有关采用模拟测图仪和解析测图仪测图的有关内容规定,改为采用数字测图工作站进行数字化、信息化测图要求的规定。

## 7.10 机载激光扫描测量

7.10.4 成图坐标系指的是产品采用的最终坐标系，它可以是现行国家坐标系，也可以是工程坐标系，或假定坐标系。成图高程系指的是产品采用的最终高程系，它可以是现行国家高程系，也可以是工程高程系，或假定高程系。





## 8 地面激光扫描与地面摄影测量

### 8.1 一般规定

8.1.1 地面激光扫描与地面摄影测量适用范围的规定。随着三维地面激光扫描仪的出现,其在水利水电工程测绘中的应用已悄然兴起。其扫描技术在水利水电工程的峡谷地段、测量工作者难以达到区域、三维建模等方面具有较大优势。但由于目前该技术的应用还处于初级阶段,本章关于地面激光扫描测量的规定可能不尽完善,具体应用中可参照执行。

8.1.2 地面激光扫描和地面摄影测量的基本精度要求规定。表8.1.2中列出平面精度和地面高程精度中误差和高度中误差限差的规定。

8.1.3 高程控制点的布设和密度要求的规定。

8.1.4 作业准备及仪器检校工作的规定。

### 8.2 地面激光扫描测量

8.2.1 扫描基线布设要求的规定。

8.2.2 控制点布设精度要求的规定。

8.2.3 现场扫描要求的规定。

8.2.4 点云拼接方法和精度要求的规定。

8.2.5 坐标转换方法和精度要求的规定。

8.2.6 隐蔽区域补测方法的规定。

8.2.7 扫描区域调绘要求的规定。

8.2.8 数据处理过程和产品精度要求的规定。

### 8.3 地面立体(多基线)摄影测量

8.3.1 本节内容适用范围说明:适用于多基线地面摄影测量,单基线摄影测量参照《近景摄影测量规范》(GB/T 12979—

2008) 的要求进行作业。

**8.3.2** 摄影站选择要求的規定。

**8.3.3** 摄影要求的規定。規定了平行摄影和旋转摄影的影像重叠度及影像质量要求。

**8.3.4** 摄影站的布设要求的規定。

**8.3.5** 拟定外业技术计划内容要求的規定。

**8.3.6** 像片控制点的布设与联测要求的規定。規定了像片控制点的布设、像片控制点的标志制作规格和像片控制点的测定精度要求。

**8.3.7** 摄影准备工作要求的規定。

**8.3.8** 现场摄影工作程序要求的規定。

**8.3.9** 像片调绘及隐蔽区域补测要求的規定。

**8.3.10** 内业数据处理过程和产品精度要求的規定。

## 9 遥感解译

### 9.1 一般规定

**9.1.2** 随着 CCD 传感器技术的发展, 数字航空摄影已呈现明显的优势。航空数码相机相继出现, 主要以两种方式发展: 一种是基于线阵 (Linear Array) 的传感器方式, 代表产品为 ADS40; 另一种是基于面阵 (Plane Array) 的传感器方式, 代表产品有 DMC、UCD、SWDC 等。ADS40、DMC、UCD 均可提供全色波段与多光谱波段 (R、G、B、近红外波段) 数字影像; SWDC 可提供真彩色数字影像。

自 20 世纪 50 年代末起, 航天遥感技术经历了半个世纪的发展和应, 已在空间探测、资源调查、环境监测、通信导航、气象预报、测绘等领域得到了广泛的应用。目前应用较多的资源遥感卫星有 LandSat 卫星、SPOT 卫星、印度卫星 IRS - P5、IRS - P6、日本 ALOS 卫星、IKONOS 卫星、QuickBird 卫星、Worldview - 2 卫星等, 举例如下:

(1) LandSat TM 影像, 采用了 7 个波段来记录遥感器获取的目标地物信息: B1 (蓝色,  $0.45 \sim 0.52\mu\text{m}$ ), B2 (绿色,  $0.52 \sim 0.60\mu\text{m}$ ), B3 (红色,  $0.63 \sim 0.69\mu\text{m}$ ), B4 (近红外,  $0.76 \sim 0.90\mu\text{m}$ ), B5 (短波红外,  $1.55 \sim 1.75\mu\text{m}$ ), B6 (热红外,  $10.4 \sim 12.5\mu\text{m}$ ), B7 (短波红外,  $2.08 \sim 2.35\mu\text{m}$ ), 空间分辨率为 30m (第 6 波段 120m 除外); LandSat 7 ETM+ 比 TM 有一些改进, 在  $0.45 \sim 12.5\mu\text{m}$  的波谱范围内共有 8 个波段, 增加了空间分辨率为 15m 的全色波段, 可见光、近红外波段为 30m, 热红外波段为 60m。

(2) SPOT5 影像, 多光谱波段 B1 (绿色,  $0.5 \sim 0.59\mu\text{m}$ ), B2 (红色,  $0.61 \sim 0.68\mu\text{m}$ ), B3 (近红外,  $0.79 \sim 0.89\mu\text{m}$ ), 空间分辨率为 10m; 全色波段 ( $0.49 \sim 0.69\mu\text{m}$ ) 空间分辨率为

5m, 扫描时经错位处理和地面后处理可得到 2.5m 全色影像。

(3) IKONOS 影像, 多光谱波段蓝色  $0.45\sim 0.52\mu\text{m}$ , 绿色  $0.52\sim 0.60\mu\text{m}$ , 红色  $0.63\sim 0.70\mu\text{m}$ , 近红外  $0.76\sim 0.85\mu\text{m}$ , 空间分辨率为 4m; 全色波段  $0.45\sim 0.90\mu\text{m}$ , 空间分辨率为 1m。

(4) QuickBird 影像, 多光谱波段 B1 (蓝色  $0.45\sim 0.52\mu\text{m}$ ), B2 (绿色,  $0.52\sim 0.6\mu\text{m}$ ), B3 (红色  $0.63\sim 0.69\mu\text{m}$ ), B4 (近红外  $0.76\sim 0.90\mu\text{m}$ ), 空间分辨率为 2.44m; 全色波段 ( $0.445\sim 0.90\mu\text{m}$ ) 空间分辨率为 61m。

(5) Worldview-2 影像, 多光谱波段海岸波段 ( $400\sim 450\text{nm}$ )、蓝色波段 ( $450\sim 510\text{nm}$ )、绿色波段 ( $510\sim 580\text{nm}$ )、黄色波段 ( $585\sim 665\text{nm}$ )、红色波段 ( $665\sim 700\text{nm}$ )、红色边缘波段 ( $705\sim 745\text{nm}$ )、近红外 1 波段 ( $770\sim 860\text{nm}$ )、近红外 2 波段 ( $860\sim 1040\text{nm}$ )。空间分辨率为 1.8m。全色波段 ( $400\sim 745\text{nm}$ ), 空间分辨率为 3.7m。

## 9.4 解译标志的建立

9.4.1~9.4.2 根据影像特征的差异, 识别并区分不同的地物, 这些典型的影像特征称为影像解译标志。解译标志的建立是解译的前提。解译标志分为直接解译标志和间接解译标志。在影像上可直接看到其影像特征称为直接解译标志, 如影像的几何形状、大小、色彩、色调、阴影、反差、位置和相互关系等。在直接解译的基础上, 需经过分析和判别才能识别、推断其性质的影像特征的称为间接解译标志, 地貌、水系、植物、人类活动痕迹等均可作为间接解译标志。

## 9.5 遥感图像解译

9.5.1 遥感信息的提取主要有两个途径: 一是目视解译; 二是计算机自动分类解译。

对于目视解译, 解译者的知识和经验在识别解译中起主要作

用。解译者将自身的专业知识、区域知识、遥感知识及经验介入到图像分析中去，根据遥感图像上的目标及周围的影像特征——色调、形状、大小、纹理、图形等以及影像上目标的空间组合规律、地物间的相互关系，经推理、分析来识别目标。

对于计算机自动分类解译，尽管它的处理过程多以人机交互的方式进行，但各种处理算法的好与坏往往离不开人工解译或人的经验与知识的介入，同时它主要利用地物的光谱特征，多是通过训练区或以数据的统计分析为基础实现的，无法独立鉴别遥感信息所包含的地学内涵，因而对复杂的地理环境要素难以进行有效的综合分析，且对地物光谱特征的利用不够。

**9.5.3 计算机自动分类的主要依据是地物的光谱特征，即地物光电辐射的多波段亮度值，这些亮度值可作为遥感图像分类的原始特征变量。**

监督分类法首先需要从研究区域中选择有代表性的训练场地作为样本。根据训练场地的光谱特征参数（如像素亮度均值、方差等），建立判别函数，根据它对样本像元进行分类，依据样本像元的归属类别，非样本像元的归属类别。

非监督分类法在没有先验知识（训练场地）作为样本的条件下，即事先不知道类别特征，主要是根据像元间相似度的大小进行分类合并（将相似像元归为一类）。

计算机自动分类解译目前还处在推广应用的发展过程当中，还不能完全取代目视解译。地物的复杂性、多变性以及摄影环境的复杂多变性，导致任何一种计算机解译方法都有局限性，影像解译人员的经验、知识是计算机不能取代的。因此，目前计算机自动分类解译仅适用于对精度要求不高的宏观分析应用。

## 10 地图编制

### 10.2 地形图编制

**10.2.1~10.2.4** 地形图通常是指比例尺大于或等于 1:1000000,按统一的数学基础、图式图例,统一的测量和编绘规范要求,经过实地测绘、航空航天摄影测量或根据较大比例尺地形图并配合其他有关资料编绘而成的一种普通地图。

### 10.3 普通地理图编制

**10.3.1~10.3.4** 普通地理图指比例尺小于 1:1000000 的以概括的手法反映自然地理要素和社会经济特点的地图。它反映制图区域内的水系、土壤地貌、居民点、交通网、国家等内容,反映这些地理要素的总特征及分布规律。普通地理图没有规定的比例尺系列,没有统一的地图投影、分幅编号和图式系统,制图区域范围根据任务要求而定,幅面大小不一,常以单幅图、多幅图拼接图、大挂图、图集等形式出现。

普通地理图与地形图相比,主要是地图内容的详细性有了很明显的降低,只表示了要素中最主要的内容,分类分级概略,许多具体的地物均从图面上删除了。例如各种独立地物、各种管线、低级道路、小居民地等均随地图比例尺缩小而大量删减或不再表达了。

### 10.4 专题地图编制

**10.4.1~10.4.3** 专题地图中的地理底图要素起着控制骨架的作用,用以表明制图要素的空间位置和区域地理背景,内容包括境界、水系、地貌、交通、植被、居民地等,其底图要素的选择与表示主要受专题地图的类型、制图区域特征和地图比例尺的影响;专题要素是专题地图上突出表示的主题内容,它的表示与制

图主题、地图用途和用户需求等有着密切的关系。

**10.4.5** 由于专题地图的主题比较广泛多样,本标准只能说明编制专题地图时研究制图区域的一般规律,并不一定适合于所有的专题地图。

## 10.5 地图集编制

**10.5.2** 地图集的内容题材广泛多样,包括的制图区域比较大,涉及的部门也比较多,因此资料收集、分析和整理工作比较复杂。

由于地图集编制时间较长,资料的收集工作应一直持续到印前,对特别重要的变化(如重要的政区界线或地名),印前应修改。

**10.5.3** 地图集并不是各种单幅地图的机械组合,而是为特定的主题和用途,采用科学的结构体系,按一定的顺序,把各种地图有机结合起来。地图集中表现的地图内容应具有相互协调、彼此联系、互相补充和统一规格的特点。而统一协调是地图集编制工作中的一条基本原则,是保证图集科学性、实用性的关键。

**10.5.4** 由于制图区域的范围和各类地图的内容不同,对底图的地理基础内容有着不同的要求。为了保证地图集中地理底图的统一性,又要照顾一些特殊性,地理底图可分为若干个比例尺不同的系统。

地理内容的综合取舍应统一协调,主要反映在图例系统的统一分类分级和内容概括程度的相互协调上。整个图集从内容到形式是统一的,内容综合概括程度也应该是一致的。

## 11 专项工程测量

### 11.1 建设征地与移民工程测量

11.1.5 建设征地与移民工程测量的控制测量包括两个方面的内容，其一为在可行性研究阶段在水库淹没区和枢纽工程建设区布设基本控制；其二为初步设计阶段对水库淹没区和枢纽工程建设区可能被淹没或破坏的已有等级控制点移测至正常蓄水位以上或工程建设区外。

11.1.7 本条中的界桩测量、界桩精度要求基本沿用原规范 SL 197—97 的相关规定，在界桩测量中增加了全站仪测量及 RTK 测量方法。

11.1.8 本条规定了土地权属界限调查测量内容，属新增内容。

11.1.9 淹没区实物指标关系到移民切身利益，同时也制约着工程的进展。因此，移民实物指标应准确。随着遥感技术的迅猛发展，遥感技术对淹没区房屋及附属建筑物、经济林等的解译精度提高，与原有的工程调查均有极大的优势，并可大大降低劳动强度。

11.1.10 随着国家对土地管理的越来越规范和严格，本条规定了土地利用现状图测量的内容。

11.1.11 水利工程建设征地范围内的测量控制点是库区经济建设、工程建设及运行管理的基础性设施，在建设征地时应作为实物指标纳入规划范围，并进行移测。移测的控制点等级按国家控制等级确定，即平面和控制点为四等及以上等级控制点，GNSS 控制点为 E 级及 E 级以上等级控制点。

### 11.2 堤防工程测量

11.2.1 基本沿用原规范 SL 197—97 的规定，增加了加固、扩



建等堤防工程所进行的测量工作。

### 11.3 岸线利用规划测量

**11.3.1** 根据《全国河道（湖泊）岸线利用管理规划技术细则》规定：岸线控制线是指沿河流水流方向或湖泊沿岸周边为加强岸线资源的保护和合理开发而划定的管理控制线。岸线控制线分为临水控制线和外缘控制线。临水控制线是指为稳定河势、保障河道行洪安全和维护河流健康生命的基本要求，在河岸的临水一侧顺水流方向或湖泊沿岸周边临水一侧划定的管理控制线。外缘控制线是指岸线资源保护的外缘边界线，一般以河（湖）堤防工程背水侧管架范围的外边线为外缘控制线，对无堤段河道以设计洪水水位与岸线的交界线为外缘控制线。在外缘控制线和临水控制线之间的地带为岸线控制带。

本条说明岸线测量主要内容。

**11.3.2~11.3.7** 是岸线各功能区综合规划服务，应提取地表相关信息为工程规划控制网等级及地形图比例尺应根据工程重要性进行选择，基本规定按第4~7章相关要求。

(1) 基础层：测绘岸线规划用地形图为基础图层。

(2) 河段长度层：有堤防的堤防、无堤防段设计洪水水位线、河口线、水面线、加固岸线等。

(3) 滩地层：河道（湖泊）常水位线至大堤堤脚间或设计洪水水位线之间的土地。

(4) 围垦用地层：河道（湖泊）常水位线至大堤堤脚间或设计洪水水位线间围垦起来的土地。

(5) 水利设施层：各类闸、水利枢纽、涵洞、站等水利工程设施。

(6) 工程设施层：取水口、排水口、桥梁、码头、船坞、避风港、管道、缆线等非水利工程实施。

(7) 景观用地层：绿地、公园等。

(8) 工业用地层：厂矿企业、货物堆场等。

(9) 农业用地层：耕地、林地等经济作物，鱼塘、围网养殖等。

(10) 商业开发用地层：娱乐、餐饮、宾馆、疗养院、学校、住宅等。

(11) 湿地层。

(12) 岸线功能区层。

### 11.3.5 对岸线利用规划专项测量及调查的规定。

#### 1 现状河段堤防长度测量及现状调查

按现状河段采集堤防中心线折点数据，无堤防段以设计洪水位与岸边交界线采集，计算堤防长度和里程，同时应采集穿堤建筑物参数及加固护坡里程、护坡顶、底高程，调查堤防铺装材料、堤防使用状况、护坡形式及损毁情况。为便于规划管理，应在起点、终点埋设水泥桩或大木桩。

#### 2 现状河段岸线长度测量及现状调查

在岸线范围内进行外缘控制线、临水控制线长度及起止位置测量；陆上控制线宜采用全野外数字采集，落水部分可采用图解法求解。

采集控制线所属单位分界点数据，调查河段岸线治理状况如险工段、崩岸段的长度、里程、加固状况等。

#### 3 岸线现状地形测绘及调查

地形图测绘过程中应准确测绘堤防与临水控制线间滩地现状、权属界线。

按堤防里程、所属管理单位在地形图上提取滩涂特征高程、滩涂平均宽度，调查滩地内农用地、建设开发用地、其他用地现状，计算不同类别土地的面积。

围垦包括围垦养殖、造田、已建工矿企事业、公园等，应按堤防里程测定围垦的范围，调查围垦用地的类型，并从地形图上提取围垦长度、宽度等信息，计算统计不同类型的围垦面积等。

按堤防里程、权属界分别进行岸线范围内的人口调查、建筑

物状况调查等。

#### 4 进出支流及水利设施测绘与调查

采集进出支流占用河段及岸线长度、支流的特征断面数据（堤顶宽度及高程、河底宽度及高程等）。

测量进出支流上闸、涵、坝等控水建筑物顶高程、底高程、宽度或直径等信息，闸桥应采集桥面高程、宽度等信息，并在地形图上标注；调查建筑物工程类型、建成时间等相关信息；测量建筑物（含管理用地）占地面积。

泵站工程应调查其装机容量、孔径等参数信息。

#### 5 非水利设施测绘及调查

桥梁、码头、避风港、管道、缆线等非水利设施工程项目，应准确测绘位置及保护管理范围，占用河段及岸线的长度，统计占用岸线范围内面积，无保护管理范围的工程项目应准确测绘其相应位置。

架空管线应准确测注高度，桥梁应注明净高和净宽；管道、缆线的出地与入地口应准确测注。

以上第1~5款不同调查项目应根据现状调查工程项目管理单位或现状使用单位的要求进行。以上第1~5款不同调查项目应自行设计表格，表格中应反映测量及调查的内容。

#### 6 岸线功能区利用现状统计

统计方法：在岸线功能区划图上分别量算各功能区内不同用地的面积，形成分区统计表，汇总统计岸线范围内土地利用现状表。用地类别参照表6。

表6 岸线功能区利用现状统计表

河道	权属单位	岸线功能区	人口(人)	占地情况(亩)							备注
				农业用地	工业用地	水利设施用地	非水利设施	商业用地	景观用地	湿地	

利用现状分类：

- (1) 农业用地项目类别：耕地、林地等经济作物、鱼塘、围网养殖等。
- (2) 工业用地项目类别：厂矿企业、货物堆场等。
- (3) 商业开发用地项目类别：娱乐、餐饮、宾馆、疗养院、学校、住宅等。
- (4) 水利设施项目类别：堤防、水利枢纽、涵、闸等。
- (5) 非水利工程设施：取水口、排水口、桥梁、码头、船坞、避风港、管道、缆线等。
- (6) 景观占地项目类别：公园、绿地等。
- (7) 湿地。

**11.4.1~11.4.3** 输水线路测量的控制网等级、方法、控制点布设以及地形图测绘精度等规定增加了 GNSS 及 RTK 测量方法。

**11.4.4** 选线、定线测量精度规定增加了输水线路测量的基本精度沿用的原规范 SL 197—97 中的规定，对压力管线的测量精度适当放宽。

(2) 中心导线点对邻近控制点的点位中误差不应大于  $\pm 2.0\text{m}$ 。若按 1:10000 比例尺地形测图精度要求测设，即不大于图上  $\pm 0.2\text{mm}$ （不包括展点误差）。

(3) 中心导线点和中心线桩的高程测量：当五等水准的路线长度不大于 30km 且起始于四等水准点时，即使发展 3 次，其最弱点高程中误差亦不会大于  $\pm 73\text{mm}$ 。而本标准要求输水线路测量基本高程控制不低于四等，故完全能满足最弱点高程中误差不应大于 0.1m 的要求。

(4) 横断面点测量中误差的规定：

①横断面点的纵向平面位置中误差：可按式 (5) 估算：

$$m_{\text{点}} = \pm \sqrt{m_{\text{转}}^2 \times n + \left(\frac{m_D}{D} \times D\right)^2} \quad (5)$$

$$m_{\text{转}} = \pm \left(\frac{m_D}{D} \times \frac{1}{\sqrt{2}}\right) \times D \quad (6)$$

式中  $m_{\text{点}}$ ——横断面点相对于中心桩的纵向平面位置中误差, m;

$m_{\text{转}}$ ——每一个转站点的纵向平面位置中误差, m;

$D$ ——视距长度, 1:2000 比例尺最大视距为 200m;

$\frac{m_D}{D}$ ——视距测量的相对中误差, 200m 视距时, 取  $\frac{m_D}{D}$

$n$ ——转站点的点数;

将以上数值代入式 (5) 和式 (6) 得  $m_{\text{点}} = \pm 1.15\text{m}$  小于本标准正文中规定的  $\pm 1.5\text{m}$ 。

②横断面高程测量中误差:

$$m_{\text{h,点}} = \pm \sqrt{m_{\text{h,桩}}^2 + m_{\text{h,测}}^2} \quad (7)$$

式中  $m_{\text{h,点}}$ ——横断面点相对于基线水准点的高程中误差;

$m_{\text{h,桩}}$ ——中心桩的高程中误差, 已知图表为 0.1m;

$n$ ——转站点的点数, 分别设为 2、3、4;

$m_{\text{h}}$ ——一次视距测量的高差中误差, m。

$$m_{\text{h}} = \pm D \times \sqrt{\left(\frac{1}{2} \sin 2\alpha \times \frac{m_D}{D}\right)^2 + \cos^2 2\alpha \left(\frac{m_a}{\rho}\right)^2} \quad (8)$$

设  $\alpha = 4^\circ、10^\circ$ ,  $m_a = 1'$ ,  $\rho = 3438'$ ;

$$D = 200\text{m}, \frac{m_D}{D} = \frac{1}{300}$$

将有关数值代入式 (7), 后代入式 (8), 可得表 7。

为了避免出现粗差, 转站点高差测量的往返测允许较差分别取为: 平地、丘陵地不应大于 0.1m; 山地不应大于 0.2m。

表 7 横断面高程误差估算表

$\alpha$ ( $^{\circ}$ )	$m_{h\text{站}}$ (m)	$m_h$ (m)	$n$	估算的 $m_h$ 点 (m)	规范采用 $m_h$ 点 (m)
4	$\pm 0.1$	$\pm 0.07$	2	$\pm 0.14$	$\pm 0.3$
			3	$\pm 0.15$	
			4	$\pm 0.16$	
10	$\pm 0.1$	$\pm 0.13$	2	$\pm 0.21$	$\pm 0.3$
			3	$\pm 0.23$	
			4	$\pm 0.25$	

经过推导后可看出，不论平面位置或高程，当视距长度不大于 200m，转站点数不多于 4 个时，其精度都是可以满足要求的。鉴于输水线路的横断面一般均不长，实际作业中很少有连续测设 4 个转站点的情况，故本标准从严规定了转站点数不应超过 2 站，并限制山地路线横断面全长不应大于 400m。

### 11.5 输电线路测量

**11.5.3** 输电线路的选线，是根据不同的电压等级和不同的地段，在各种不同的比例尺地形图上进行方案设计（一般为 1:10000~1:50000），并经相关部门批准，才能进行实地选线。对线路通过协议区和相关地物比较密集的地段，为了保证线路的安全，要求进行必要的坐标和高程联测和相关地物、地貌测量。

**11.5.4** 输电线路平面和高程控制的精度指标，一般按图根点精度测量即可，也可按设计人员要求。由于线路是狭长的带状物，一般采用导线或 GNSS 技术测量。线路施工有一定的时间周期，对控制点标石埋设没有基本要求。

**11.5.5** 对于方向点偏离直线的精度，根据一般设计要求，杆塔偏离直线相差  $3' \sim 4'$  时，所引起的垂直于线路方向的水平负荷、放电间隙的改变及绝缘子串的歪斜程度是允许的。从施工工艺来看，当偏离  $1'$  时，相邻杆塔的绝缘子串的倾斜是用肉眼观察不

出来的。取其较高要求，方向点偏离直线不应超过  $1'$ 。

综合试验分析，正倒镜分中法延伸直线，其精度受仪器对中误差、置平误差、目标偏斜误差和照准误差等的影响。采用规范规定的指标，基本上能满足定线误差不超过  $180^\circ \pm 1'$  的精度要求。但在前视过长或后视过短时，则应从严掌握。

对于间接定线，根据间接定线的方向偏差不大于  $1'$  的要求，则有  $m_U = \frac{L60''}{2\rho}$ ，若取桩间距为 300m，有  $m_U = 0.043\text{m}$ 。根据电力部门的试验论证，当采用四边形时，量距精度估算公式为： $m_L = \frac{1}{2} \sqrt{m_U^2 + m_A^2}$  ( $m_A$  为量距边起始点的横向误差，取值为 0.016m)，可得  $m_L = 0.02\text{m}$ 。

当采用钢尺量距时，相对中误差大于  $1/4000$  时，就需采取必要的量距措施，才能达到精度要求。

根据试验证明，当丈量长度小于 20m 时，求得的延伸直线也很难满足精度要求。因此，规范规定丈量长度大于 80m 或丈量长度小于 20m 时，应适当提高测量精度。

定线桩之间距离测量的相对误差，是根据 500kV 架空送电线路确定的裕度值不大于 1m 的规定，并在各项误差概略分析的基础上推算的。对于大档距，要求采用光电测距，其测距精度为  $1/\text{档距}$  (档距单位：m)，即实地档距中误差为 1m。

**11.5.6** 根据设计需要应搜集或测定线路起迄点和变电站相对位置的平面图，以及平面图的测量范围和相关内容 (地物和植被)。

断面测量的精度要求是和定线桩之间的距离和高差测量精度相匹配的。断面点的选取，直接与设计排位有关。设计排位与送电导线弧垂变化的对地面安全距离、杆塔类型及地形、地物的变化特征等因素有关。

对于山区送电线路，杆塔位通常立在山头制高点或附近位置，要求不应少于 3 个断面点以反映地形变化；送电导线的最大弧垂处，如对应地形为深凹山谷，断面点可少测或不测。

在送电导线对地安全距离的危险地段或在离杆塔位 1/4 档距内地形高差变化较大的区段，由于送电导线轨迹对地切线变化较大，则要求加测断面点。

对于送电导线排列较宽的线路，边线断面施测的位置，由设计人员确定。通常，当送电线路与所通过的缓坡、梯田、沟渠、堤坝交叉角较小时，如边线对应中线高出 0.5m 以上的地形、地物，要求施测边线断面。

由于线路施工后，其走廊内植被将保持，因此应在断面测量的平面图上注明植被名称、高度及界限。线路交叉跨越的相对关系也应在图上绘出。

**11.5.7** 根据《110kV~500kV 架空送电线路施工及验收规范》(GB 50233—2005) 相关规定，以杆(塔)位桩为基准，其横线路方向偏差不得大于 50mm。若不能满足上述规定，按直线精度要求，满足不了上述规定者，可在本档距要求在就近桩位测定杆(塔)位桩。

在杆(塔)位桩确定后，对于送电导线排列较宽的线路，当对地构成危险时，不仅要测边线断面，还要测交叉跨越物的位置和高度，还要施测边线交叉跨(穿)越物的位置和高度。

由于送电导线的摆动，可能对地面安全构成威胁，故规范要求施测风偏横断面测量点。必要时，应施测杆(塔)基断面图和地形图。

杆(塔)施工前，应对杆(塔)位桩或直线桩进行复测，检查原成果可靠性。

10kV 以下的架空送电线路一般为单杆，距地面较近，送电导线横向跨度也较小。测量时，其技术要求可适当放宽。对于 500kV 及以上电压等级的架空送电线路，由于投资大，为了降低工程造价，选择最优路径方案，建设单位一般要求采用数字摄影及 GNSS 测量等技术。

**11.5.8** 本条是对线路交叉跨越各类地物时，应测量其特殊点高程、相对高差、交叉角的技术要求，以保证线路及建构筑物的



安全。

## 11.6 道路测量

### 11.6.3

2 中桩间距是指相邻中桩间的最大距离。整桩的采用，山区以 20m 为宜，平原、丘陵可采用 25m。当渠线桩或加桩距整桩较近时，整桩可省略不设，但百米桩不应省略。

特殊地点应设加桩，一般是指路线纵向横向地形变化处；路线与其他线状物交叉处；拆迁建筑物处；桥梁、涵洞、隧道等构筑物处；土质变化及障碍物起、终点处；省级、市级、县级行政区划分界处；改建、扩建公路的特约点、构造物和路面面层类型变化处；交叉中心；特殊工程通道的进出口处。

3 高速公路、一级公路高程测量一般采用四等水准测量。四等水准测量的闭合差限差为  $20\sqrt{L}$ mm，中桩水准测量闭合于四等水准控制点，其闭合差取四等水准测量闭合差的  $\sqrt{2}$  倍，约为  $28\sqrt{L}$ mm，取整为 100mm。根据工程测量统计，中桩高程的检测互差极差在 50mm 以内者约占 50%~100mm 约占 17%，100mm 以上者约占 3%，故一级、二级公路采用 100mm，高速公路，一级、二级公路，对高程的控制较严，规定为 50mm。

沿线需要特殊控制的建筑物、管线、铁路轨顶等，对高程的精度要求较高，因此要求较严，两次测量之差不应超过 20mm。

4 横断面测量是路基设计和计算土石方量数据的依据。目前公路施工中采用机械化作业，对土石方的精度要求可适当放宽，但随着经济的发展，土地征收、建筑物拆迁、工程改移等对横断面测量的精度要求越来越高，尤其是占用农田及经济作物、城镇拆迁处、跨越公路铁路等地段，应注意横断面征地边缘横断面测量的精度，采用由累计误差的横断面测量方法应当慎重。应根据所要达到的精度，选择适当的测量方法。

5 当地形、地物变化的范围超过  $1/5$  (即测图面积的 20%) 以上时,地形图应重测。地形补测在变化范围较小的情况下才进行,具体情况应具体分析。

补测时,应利用原有的图根点或具有坐标的地物点进行。局部地区地物变化不大时,可利用经过校核、位置准确的地物点进行。

## 11.7 地质勘察测量

11.7.1~11.7.8 由于测绘技术的发展,地质勘察点放样和连测中增加了全球导航卫星系统(GNSS)测量方法。

11.7.14~11.7.15 在地质点连测方法上,删去平板仪测绘法,增加全站仪极坐标法、GNSS RTK 测量法。

11.7.18~11.7.22 对剖面测量的技术要求。在剖面点测量方法上,删去平板仪视距法和微波测距、激光极坐标定位法,增加 GNSS 测量法。

## 11.8 水域测量

### 11.8.1

1 表 11.8.1-1 适用于水利水电工程建设各阶段对水下地形测量比例尺的选取,规划阶段的河流、海域水下地形测量属于水利基础测绘工作的重要内容,运营管理阶段的水利水电工程建筑物水下地形测量是建筑物监测的主要工作,该两项工作应形成复测机制。

2 根据需要,安排现场踏勘。

3 测深应针对实际情况制定适当的方法和安全措施,测深范围:测深杆 0~5m,测深锤 0~10m (作业特殊困难区域 0~20m),测深仪 1m 以上。水下地形复杂或流速较快的水域不宜选用测深杆、测深锤等传统测深设备。水下地形测量采用自动化模式作业(特别是多波束测深)宜安排在丰水季节进行,否则宜安排在枯水季节进行。

4 水深测量作业模式可根据实际情况选定,较大面积水域测量宜使用自动化模式。

10 水域测量具有一定的危险性,一般4级风以上应停测。

11 作业模式与测图比例尺的选择关系,常规模式:因定位、测深设备的局限,存在定位与测深不同步,测量精度不高,测量距离短等因素,因此适用于局部地区(比例尺 $\leq 1:2000$ )测图。自动化模式:RBN GNSS与SBAS GNSS定位精度为米级,单机作业,信号覆盖面广,适用于大面积水域(比例尺 $\leq 1:2000$ )测图;GNSS RTD定位精度为分米级,差分距离较远,适用于较大面积水域(比例尺 $\leq 1:1000$ )测图;GNSS RTK定位精度为厘米级,差分信号质量要求较高,易失锁,且GNSS RTK的差分距离易受到限制,因此适用于内陆水域及距岸线不远的海域地区(比例尺 $\leq 1:200$ )测图(可无验潮)。

12 固定横断面是为了研究河流、水库(湖泊)、入海口等水域的淤积延伸、滩槽冲刷等自然演变,为了监测沿岸滩涂围垦,河道采砂等人为作用引起的河床地形变化及频率,推算河流洪水水面线而布置的纵、横断面测量。应形成长期测量机制。

13 勘测设计断面是为水利水电工程勘测设计各个阶段布置的纵、横断面测量。表11.8.1-5适用于水利水电工程建设各阶段的横断面间距及纵断面水位点间距的选取。

14 专项研究断面是为整治清淤、防冲、防洪、泄洪;模型试验、水文计算、溃坝研究等布置的纵、横断面测量。

15 纵、横断面测量与制图比例尺宜基本一致,如需另选制图比例尺,应在图签栏中说明。

### 11.8.3

1 水位站或水尺的布设以能有效控制测区水位变化为原则,相邻水尺要有适当重叠,水位观测资料能充分反映测全区水位的变化。海域相邻水位站的距离应满足最大潮高差在1m范围内、最大潮时差在1h内及潮汐性质基本相同。内河、湖泊、水库等不受潮汐影响的水域,根据水位差逐级布设水位站。水位站距离

应符合本条文规定。

2 水面高如采用测距三角高程直接测定时，应作正倒镜观测，垂直角不宜大于 $5^{\circ}$ （山区可放宽到 $10^{\circ}$ ）。水尺零点高程接测、当地水利管理部门水位资料的校测，均不应低于五等水准。水位观测用时采用北京时，统一用时制度，保证水位资料的完整统一。水位改正的方法采用观测值内插获得，通常有线性内插、时差法内插、回归内插和分带内插等方法。目前，水位改正计算模型及改正数计算均可由水深测量软件系统完成。

#### 11.8.4

1 测深线可根据水域实际情况布设，应以能充分反映水域的深、浅点为宜。因水域地貌具有不可见点，所以测深线间距要求比陆地碎部间距小。测深线布设的规定是根据生产实践经验确定的，应定期检验。同一时期和不同时期的相邻测段应有重合测段。

2 本款规定了测深定位点间距和定位点距测深中心偏距，复杂或重点水域测区的测点加密至 $0.50\text{m}$ 为宜。无线电岸台后方交会定位法已被GNSS定位法所代替，故该定位方法不列入本标准。

#### 3

1) 为了正确绘制测深曲线，水位观测数据涵盖整个测深过程，本条文规定测船和水位站记时一致。水位观测应提前 $10\text{min}$ 开始和延迟 $10\text{min}$ 结束。

2) 为了推广水域测量自动化成图，宜使用具有模拟记录的数字测深仪。测深仪的数字信号要靠模拟信号来检验，通过两个信号的对比，确认数字信号的可靠性。距船头 $1/3\sim 1/2$ 船长处，受水流冲击较小，不易使换能器底部产生气泡，适宜安装换能器。

换能器的动态吃水根据需要测定，当改正数小于 $0.05\text{m}$ 时，可不改正。由于超声波在水中的传播速度受水的温度、含盐度和静压力等因素影响发生变化，当实际声速与测深仪设计声速不相

等时，测深仪测量的水深存在声速误差。在0~20m浅水区，在未实测声速剖面的情况下，可利用已知水深或测深检查板与测深仪测深比对，进行声速改正。此外，利用声速仪，可测定水深测区的声速，根据测量区域的平均声速在测深仪设定声速，以减少声速误差。测深仪设定声速后，也要进行测深检查板与测深仪测深比对，确保水深的准确性。

3) 水深测量过程属特殊过程，河道冲刷、采砂、施工等水域的水深变化非常快，因此该水域的测深线与检查线的测量宜安排在同一天内进行；其他水域的检查线可安排在测深完成后进行。

4) GNSS RTK三维定位精度均为厘米级，波浪对其高精度的高程定位结果影响有限，所以不需要进行波浪改正。多波束测深系统一般配置有姿态测量系统（陀螺罗经），姿态数据、水深数据、定位数据同步保存，在测量过程中自动进行改正。

对于单波束测深仪，其受风浪和船舶运动产生的波浪的影响，可根据测深记录进行人工干预改正。也可采用对应的二维（纵向、竖向）波浪补偿器进行改正。

船体在波浪中的姿态很复杂，每一点纵、横、竖向变化都不一样，因此波浪补偿器宜靠近测深中心。由于波浪补偿器信号比实际情况平滑延迟，因此要避免人为调整波浪补偿器，要注意因外界干扰不能及时反应的错误信号，防止出错。可根据风浪与水域地形来判别波浪数据的准确性。

6) 应对河道险段、水库淤积区进行定期扫测，形成复测更新机制。多波束测深系统作业要求见附录 E 中 E2.4，其中对作业条件、设备安装与校准、水深测量、数据处理及成图均作了规定。

**11.8.5~11.8.7** 水下地形测量内业数据处理按水深测量的内业，水下等高线的生成，水陆地形合并、处理及成图等三步骤来开展；水深测量的内业工作核心是对加入各项改正的测深数据进

行检查、剔除、完善，保证测深数据无粗差；水下等高线的生成需要把深度数据改算成水下点高程数据，并与岸线数据一起生成水下地面模型（DTM），绘制水下等高线；水陆地形合并、处理及成图应遵循水陆地形合并、处理的原则，水下等高线由原规范用“黑体虚线表示”更改为用“蓝体实线表示”，水下地形图的分幅成图与陆地地形图一致。

#### 11.8.8

1、2 初步设计及后阶段的横断面，因为密度大、间距小，且间距对工程量计算有密切关系，所以实地选点应使用测量设备概略定位。

3~5 河道横断面桩宜埋设在河道两岸，半江横断面桩可埋设在同一岸；水域断面的控制测量见 11.8.2 条，永久标志断面桩的平高控制测量等级不应低于五等精度，这样有利于水域测量逐级控制。

6、7 水域断面测量宜采用自动化作业模式，水深测量系统指挥测船沿横断面计划线测量，比较容易实现实测线的偏离值符合本条文规定，本条文的偏离值充分考虑了常规作业模式，对中比例尺成图留有一定的余地。

8 水下地形变化是看不见的，因此测量过程中，宜对水下断面点间距设定小一些，这样水下变化关键点就不会出现漏测。

10 本款规定往测、返测过水面积较差小于 2% 不难达到，计算公式：

$$\Delta S/S = |S_1 - S_2| / (S_1 + S_2) / 2 \times 100\%$$

式中  $S_1$ 、 $S_2$ ——往测、返测过水面积。

11~14 为保证水、陆交接部分顺利接合，要求要有一定数量的重合点。

15 横断面图绘制前，对断面测量成果表数据的检查非常重要，检核无误后才进行绘图。

11.8.9 纵断面深泓点、断面点（含地物点）利用现测的横断面图、水下地形图取点能够做到事半功倍，但所利用资料应具备现

势性，否则应实测。按要求可直接采用工作水位线代替同时水位线的河段，宜安排在水位相对稳定期内完成测量，局部范围可采用横断面图、地形图绘图的工作水位。

## 11.9 城市水务工程测量

**11.9.1、11.9.2** 这两条对城市水务工程测量的范围和主要内容作出了一般规定，鉴于城镇地区已有测量资料较多的特点，尽可能收集现有成果资料，并加以分析和充分利用，制定合理可行的测量方案。

**11.9.3** 制定控制测量方案应首先考虑能满足具体项目的技术要求，并兼顾经济、合理的原则。如项目所在区域已建立了完整的城市独立平面控制网和高程控制网，原则上应采用现有的城市坐标系统和高程系统。

水利水电工程测量的控制网等级划分与其他专业有所不同，因此本条只提出“参照当地城市平面控制网的现有等级划分”。在城市水务工程测量中，根据项目的具体情况，为便于测量工作的开展，在相关精度指标满足本标准相应基本规定的前提下，既可采用水利水电工程测量的控制网的等级划分，也可采用当地城市控制网的等级划分。

**11.9.4** 地形测量是城市水务工程测量的重要内容，大部分城市都有较完整的基础测绘资料，应在作业前进行收集与分析。对于采用平板测图方法施测的地形图，由于其精度较低，现势性差，不宜直接使用。利用现有地形图时应先到实地对变化情况进行巡视检查，划定修、补测的范围。按 6.4.1 条的规定，当变化面积大于 20% 时应进行整幅图重测。

由于城市相关建构筑物较多且密集分布，对于测图比例尺的要求较一般水利工程高。

由于收集到的地形资料来源及精度不一，为保证设计质量和防止施工期间由于地形图精度不够产生纠纷，在初步设计和施工图设计阶段对于工程建设区域的地形图应全部重测。

水务工程设计对部分地物测量精度要求较高，例如河道截污工程，对于河道排放口的测量精度要求则高于一般工程对地物测量的精度要求，其具体要求应由设计部门确定。

**11.9.5** 水务工程要素调查是由设计部门提出的专项调查内容，其中的一些要素并非地形图测量的内容，主要服务于水务工程中的专项设计，应充分了解设计部门的要求后确定需调查的内容。

河道排放口污水流量不是恒定的，不同季节差别很大，甚至同一天中不同时段亦不相同，不同的断面、不同的流量其量测方法亦有所不同。应根据工程要求，依据相关的水文测验规范选择合理的量测时间、适当的量测断面，确保“污水量测量”的成果满足工程要求。

**11.9.6、11.9.7** 水务工程地下工程存在大量的地下管线，相关地下管线探测精度决定了设计方案能否顺利实施或工程施工中是否安全（如电力、煤气、热力管线在工程施工时被破坏会引起相关安全事故），因此，城市水务工程建设中的一项重要工作，应引起工程建设各方的高度重视。

地下管线探测的精度应符合《城市工程管线探测技术规程》（CJJ 61—2003）中的相关精度要求。根据 CJJ 61—2003 的条文说明，该精度要求主要参照大城市工程管线普查成果，其参照工程实例的管线最大埋深在 2m 左右。

受目前国际国内的地下管线探测技术方法和仪器性能的限制，现有仪器和方法并不能完全准确地探测到深埋管线或不良导体管线。在近几年的工程实例中，埋深在 5m 以上的管线比例逐渐增加，个别管线埋深达 15m。此类工程地下管线探测隐蔽管线点探查的水平位置偏差  $\Delta S$  和埋深较差  $\Delta H$  则很难采用现有的指标体系来衡量，而应采用综合的方法与手段来解决深埋管线或不良导体管线的精度问题。目前有效的方法是：管线探测单位应采取多种探测方法查清其平面位置和埋深，提供推测值；设计单位在设计方案中尽可能避开此类管线；必要时施工单位应在施工前或施工过程中开挖验证。



## 11.10 流域基本控制测量

11.10.5~11.10.6 平面控制测量按流域干、支流长度（不超过1000km）可选用二等、三等、四等共三个基本测量等级，各等级相邻控制点间距与第4章的相应规定基本一致；对于河流长度超过1000km的流域基本平面控制，应根据实际需要专门设计。高程控制测量按河流水面比降可选用二等、三等、四等共三个基本测量等级，三等、四等水准路线长度（km）的规定与GB/T 12898保持一致。

## 11.11 地表沉降观测

11.11.1 区域地表沉降测量指在工程建设区域及其影响范围内建立统一的水准网，通过定期观测，定期观测，数据分析，确保区域安全、稳定。本节主要适用于水利工程建设安全需要编制，适用于施工期、运行期河道、堤防、土石坝等水利工程影响范围内的地表变形监测。

11.11.2 复测周期、等级应根据监测区域地表沉降速率、沉降影响因素、外界自然变化、工程地质等综合因素确定；当沉降达到预警值或在异动时，应适当调整观测频次，确保观测结果和沉降预测的准确性和精度。

11.11.6 在开始的一定时段内应对监测网按同精度联测2~3次，精确获取区域沉降的初始数据，参照11.11.2及沉降量大小等因素，分区、分层次进行等精度或分区等精度观测。

11.11.7 区域观测所使用的仪器、标尺应经法定计量检定单位检定和校准，并保证在有效期内使用。在观测过程中，对所使用设备做好自检。

11.11.8 为减小外界气候环境、地理条件对观测的影响，在观测开始前应对线路走向进行设计，设计应优先满足本条规定，当区域较大且沉降变化明显，应增加观测力量，按沉降量由大到小的顺序开展观测，以便准确获取同期数据。

**11.11.9** 基准点、工作基点是区域变形测量的基准体系，应具有很好的稳定性，且需设立在沉降区域以外，为保证基准体系的可靠性，应对基准网点稳定性进行复测，可靠性进行分析，复测间隔应根据点位稳定程度和自然条件的变化确定。

**11.11.10** 利用表格形式统计沉降变化量，包括本次沉降量、累计沉降量、平均沉降量。以折线图形式反映沉降观测点变化特征，利用回归分析、时间序列分析等理论建立沉降变化模型，通过多期观测数据预测点的变化趋势。利用区域内各观测点不同期的沉降量绘制沉降量等值线图，分析沉降程度，确定下期沉降观测的重点。利用累计沉降量绘制沉降过程线图，推断区域变化的总趋势。根据工程情况、观测结果等，编制区域沉降监测报告。

### **11.12 工程施工控制网测量**

**11.12.2~11.12.4** 本标准的二等、三等、四等平面控制网与 DL/T 5173—2003 规定保持一致。对于长距离输水工程，其首级平面控制网一般采用 GNSS 方法测量，其边长往往达到数公里直至上百公里。

**11.12.5~11.12.7** 本标准的二等、三等、四等高程控制网与 DL/T 5173—2003 规定保持一致。

### **11.13 工程变形监测网测量**

**11.13.2** 变形监测中，通常以位移量中误差作为精度的评价指标。各等级精度指标主要参考了《混凝土大坝安全监测技术规范》(SDJ 336—89)、《工程测量规范》(GB 50026—2007) 的相关要求。未考虑较低精度要求的四等监测网。

对于三维监测网，其平面位置与高程应分别符合水平位移监测与垂直位移监测的精度规定。

**11.13.3** 基准点、工作基点、变形监测点的划分主要是根据标点功能与位置的不同确定的。监测基准网和监测工作网的层次主要是根据网的作用不同来划分的。监测基准网和监测工作网可分

层不分级布设，按同等精度观测。

**11.13.4** 基准点、工作基点位置应根据工程条件选定，监测标志的选型与造埋一般由变形监测设计单位提出。

**11.13.5~11.13.8** 采用常规方式观测监测网的技术要求主要参考 SDJ 336—89、GB 50026—2007 的相关规定；采用 GNSS 实施监测网观测，其作业技术要求应进行专门设计。

#### **11.14 边坡与库岸稳定变形监测**

**11.14.2** 边坡与库岸不稳定区变形监测精度指标主要参考了 SDJ 336—89、GB 50026—2007 以及《土石坝安全监测技术规范》(SL 551—2012) 的相关要求。

## 12 地理信息系统开发

### 12.2 需求分析

**12.2.3** 规定了需求调查对象应包含的内容、可采取的多种需求调查方式以及进行需求分析的步骤。需求分析的编制内容的规定。需求分析评审论证应遵循的原则的规定。

### 12.5 软件编码与测试

**12.5.1** 规定编程规范应包含的内容。针对地理信息系统编码的特殊要求，增加配置、设计、程序容错性方面的规定。

## 13 空间数据编辑与入库

本章内容为此次修订新增，主要针对当前行业内已普遍开展的空间数据库建设中空间数据编辑与入库生产环节作出规定，包括数字线划地形图空间数据编辑，数字栅格地图处理编辑，以及数字线划地形图、数字高程模型、数字正射影像图、数字栅格地图、专题地图的入库处理作业。各种类型地图数据的采集和空间数据库设计的数据入库应章

### 13.1 一般规定

- 13.1.1 界定适用于本章规定的空间数据编辑的范围。
- 13.1.3 规定作业前应获取目标数据库设计资料作为技术设计依据。
- 13.1.4 本章规定的空间数据编辑与入库的规定不适用于前面数据采集作业工序。
- 13.1.5 规定各种类型空间数据编辑、检查和处理转换的主要内容。

### 13.2 数字线划地形图

- 13.2.1 数字线划地形图空间数据编辑的规定。
- 13.2.2 根据技术准备、数据入库检查、数据处理转换、数据入库、数据入库后检查的流程进行数字线划地形图的入库进行规定。

### 13.3 数字高程模型

根据技术准备、数据入库检查、数据处理、数据入库、数据入库后检查的流程对数字高程模型的入库进行规定。

### **13.4 数字正射影像图**

根据技术准备、数据入库检查、数据处理、数据入库、数据入库后检查的流程进行数字正射影像图的入库进行规定。

### **13.5 数字栅格地图**

**13.5.1** 数字栅格地图处理编辑的规定。

**13.5.2** 根据技术准备、数据入库检查、数据处理转换、数据入库、数据入库后检查的流程进行数字栅格地图的入库进行规定。

## 14 成果验收与质量检查评定

### 14.1 成果验收

**14.1.1** 本条规定了项目验收的类型，主要有三个方面：专项委托规模较大的测绘项目；流域（区域）或水利规划前期测绘项目；大中型水利水电工程综合勘察项目合同中有专项验收要求的测绘项目。其他中小型项目可参照本标准执行或按本单位内部的相关管理办法执行。

**14.1.6** 本条基本与原规范 SL 197—97 一致，增加了本标准新增的测量工作的验收内容。

### 14.2 质量评定

**14.2.1** 项目成果质量等级按优、良、合格、不合格四级次评定，其分级标准是参照《测绘成果质量检查与验收》（GB 24356—2009）的单位测绘成果质量等级评定标准确定下来的。

**14.2.2** 本条给出了平高控制测量测绘、数字地形测绘、水域测量、移民工程测量之界桩测设、数据成果编辑与入库等单项项目的赋分标准。其他类型的测绘工作可参照执行。

# 中国水利水电出版社

## 水利水电技术标准咨询服务中心简介

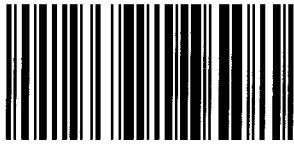
中国水利水电出版社，一个创新、进取、严谨、团结的文化团队，一家把握时代脉搏、紧跟科技步伐、关注社会热点、不断满足读者需求的出版机构。作为水利部直属的中央部委科技出版社，成立于1956年，1993年荣膺首批“中国出版集团”的光荣称号。经过多年努力，现已发展成为以水利电力为主，兼顾其他学科和门类，以纸质书刊为主，兼顾电子音像出版的综合性出版单位，迄今已经出版近三千种、盘、套出版物。

水利水电技术标准咨询服务中心（第三编辑室）主要负责水利水电技术标准、规程、规范、规程、规范的编辑出版工作，同时还负责水利水电类科技、工具书、文集及相关期刊、培训教材编辑出版工作。

感谢读者多年来对水利水电技术标准咨询服务中心的关注和垂爱，中心全体人员真诚地欢迎您继续对水利水电技术标准、水利水电图书出版及推广工作提出意见和建议，我们将秉承“服务水电，传播科技，弘扬文化”的宗旨为您提供个性化的图书出版咨询服务，进一步做好标准和水利水电图书出版工作。

联系电话：010-68317913（传真） [jwhc@waterpub.com.cn](mailto:jwhc@waterpub.com.cn)  
主 任：王德鸿 010-68545951 [wdh@waterpub.com.cn](mailto:wdh@waterpub.com.cn)  
主任助理：陈 昊 010-68545981 [hero@waterpub.com.cn](mailto:hero@waterpub.com.cn)  
首席编辑：林 京 010-68545948 [lj@waterpub.com.cn](mailto:lj@waterpub.com.cn)  
策划编辑：王 启 010-68545982 [wqi@waterpub.com.cn](mailto:wqi@waterpub.com.cn)  
杨露茜 010-68545995 [ylx@waterpub.com.cn](mailto:ylx@waterpub.com.cn)  
王丹阳 010-68545974 [wdy@waterpub.com.cn](mailto:wdy@waterpub.com.cn)  
章思洁 010-68545995 [zsj@waterpub.com.cn](mailto:zsj@waterpub.com.cn)





155170.93

SL 197—2013

水  
电

中华人民共和国水利行业标准

水利水电工程测量规范

SL 197—2013

\*

中国水利水电出版社出版发行  
(北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038)

网址: [www.waterpub.com.cn](http://www.waterpub.com.cn)

E-mail: [sales@waterpub.com.cn](mailto:sales@waterpub.com.cn)

电话: (010) 68367658 (发行部)

北京科水图书销售中心(零售)

电话: (010) 88383994、63202643、68545874

全国各地新华书店和相关出版物销售网点经售

北京瑞斯通印务发展有限公司印刷

\*

140mm×203mm 32开本 10.5印张 282千字

2013年11月第1版 2013年11月第1次印刷

\*

书号 155170·93

定价 98.00元

凡购买我社规程,如有缺页、倒页、脱页的,

本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究