

中华人民共和国广播电影电视工程建设行业标准

GY5013-2014

备案号：J1915-2014

---

---

## 广播电视工程测量规范

Code for radio television engineering survey

2014-10-31 发布

2014-12-30 实施

---

国家新闻出版广电总局发布

# 国家新闻出版广电总局文件

新广电发〔2014〕256号

## 国家新闻出版广电总局关于发布

### 行业标准《广播电视工程测量规范》的通知

各省、自治区、直辖市新闻出版广电局，新疆生产建设兵团新闻出版广电局，总局直属各单位：

由总局财务司组织、中广电广播电影电视设计研究院主编的《广播电视工程测量规范》已经通过审查，现批准为广播电影电视行业标准，予以发布。标准编号为GY5013-2014，自2014年12月30日起实施。其中，第1.0.3、7.1.2条为强制性条文，必须严格执行。原《广播电视工程测量规范》（GY5013-2005）于同日废止。

《广播电视工程测量规范》的管理、解释和发行工作由广电总局工程建设标准定额管理中心负责。

国家新闻出版广电总局

2014年10月31日

## 住房城乡建设部公文

建标标备〔2014〕225号

### 关于同意行业标准《广播电视工程测量规范》备案的函

国家新闻出版广电总局财务司：

你司《关于申请行业标准〈广播电视工程测量规范〉备案的函》（财建字〔2014〕612号）收悉。经研究，同意该标准作为“中华人民共和国工程建设行业标准”备案，其备案号为：J1915-2014。

该项标准的备案号，将刊登在国家工程建设标准化信息网和近期出版的《工程建设标准化》刊物上。

中华人民共和国住房和城乡建设部标准定额司

2014年11月18日

## 前 言

根据原国家广播电影电视总局文件（财建字[2011]320号）的要求，标准编制组在调查研究，认真总结实践经验和广泛征求意见的基础上对《广播电视工程测量规范》GY5013-2005进行了修订。

本规范的主要内容是：1 总则；2 术语和符号；3 天文测量；4 平面控制测量；5 高程控制测量；6 地形图测量；7 定位测量；8 广播电视线路测量；9 工程竣工综合图的编绘与实测；10 广播电视设施变形测量等。

修订的主要内容包括：增加了第2章术语和符号；第3章天文测量操作程序内容作了删减；第4~9章增加了GNSS测量和资料整理等相关内容，其中第6章增加了无人机低空摄影测量和地面激光扫描测量的内容；第10章依据现有仪器设备精度和实际作业情况，删除了四等平面监测网内容，以测距中误差代替最弱边边长中误差，增加了水平角观测测回数要求；增加了条文说明等相关内容。

规范中以黑体字标志的条文为强制性条文，必须严格执行。

经授权负责本规范具体解释的单位：国家广播电影电视总局工程建设标准定额管理中心。执行过程中如发现需要修改或补充之处，请将意见和有关资料寄送国家广播电影电视总局工程建设标准定额管理中心。

地址：北京市西城区南礼士路13号

邮编：100045

电话：（010）68020046

传真：（010）68020046

邮箱：bz@drft.com.cn

**主编单位：**中广电广播电影电视设计研究院

**参编单位：**国家新闻出版广电总局无线电台管理局

**主要起草人：**穆清海 刘东庆 张一平 方欣 丁力强 黄立武 丁武 李德有

**主要审查人：**林长海 陈德泽 高南军 侯庆明 黄润升 马家骏 毛旭辉 潘哲昕 陶亚东  
万学哲 徐忠 姚培军 翟明成

# 目 次

1	总则	1
2	术语和符号	1
2.1	术语	1
2.2	符号	2
3	天文测量	2
3.1	一般规定	2
3.2	天文点经纬度测量	3
3.3	天文方位角测量	3
3.4	资料整理	4
4	平面控制测量	4
4.1	一般规定	4
4.2	GNSS 平面控制测量	5
4.3	三角形网测量	7
4.4	导线测量	10
4.5	资料整理	11
5	高程控制测量	12
5.1	一般规定	12
5.2	水准测量	12
5.3	电磁波测距三角高程测量	13
5.4	GNSS 高程控制测量	14
5.5	资料整理	15
6	地形图测量	15
6.1	一般规定	15
6.2	图根控制测量	17
6.3	常规数字地形图测量	19
6.4	无人机低空摄影测量	21
6.5	地面激光扫描测量	23
6.6	资料整理	24
7	定位测量	25
7.1	一般规定	25
7.2	天线、馈线定位测量	25
7.3	建筑物定位测量	26
7.4	资料整理	26

8	广播电视线路测量.....	27
8.1	一般规定.....	27
8.2	光纤、电缆线路测量.....	27
8.3	微波线路测量.....	27
8.4	资料整理.....	28
9	工程竣工综合图的编绘与实测.....	28
9.1	一般规定.....	28
9.2	工程竣工综合图编绘.....	28
9.3	工程竣工综合图实测.....	30
9.4	资料整理.....	30
10	广播电视设施变形测量.....	30
10.1	一般规定.....	30
10.2	水平位移监测网.....	31
10.3	垂直位移监测网.....	33
10.4	水平位移测量.....	33
10.5	垂直位移测量.....	34
10.6	成果检查及内业计算.....	34
10.7	资料整理.....	35
附录 A	平面控制测量.....	36
附录 B	高程控制测量.....	39
附录 C	地形图测量.....	42
附录 D	各类塔形施工控制桩布设要求.....	44
	本规范用词说明.....	45
	引用标准名录.....	45
	条文说明.....	46

## Contents

1	General provisions.....	1
2	Terms and symbols.....	1
2.1	Terms.....	1
2.2	Symbols.....	2
3	Astronomical survey.....	2
3.1	General rules.....	2
3.2	Latitude and longitude of astronomical points survey.....	3
3.3	Astronomical azimuth survey.....	3
3.4	Data arrangement.....	4
4	Horizontal control survey.....	4
4.1	General rules.....	4
4.2	Horizontal control survey with GNSS.....	5
4.3	Triangulation network survey.....	7
4.4	Traverse survey.....	10
4.5	Data arrangement.....	11
5	Vertical control survey.....	12
5.1	General rules.....	12
5.2	Leveling.....	12
5.3	EDM-trigonometric vertical survey.....	13
5.4	Vertical control survey with GNSS.....	14
5.5	Data arrangement.....	15
6	Topographic survey.....	15
6.1	General rules.....	15
6.2	Mapping control survey.....	17
6.3	Conventional digital topographic survey.....	19
6.4	UAV low-altitude photogrammetry.....	21
6.5	Terrestrial laser scanning survey.....	23
6.6	Data arrangement.....	24
7	Positioning survey.....	25
7.1	General rules.....	25
7.2	Antenna, feeder positioning survey.....	25
7.3	Building positioning survey.....	26
7.4	Data arrangement.....	26

8	Radio and television route survey.....	27
8.1	General rules.....	27
8.2	Optical and electric cable route survey.....	27
8.3	Microwave route survey.....	27
8.4	Data arrangement.....	28
9	Compilation and survey of comprehensive as-built drawings.....	28
9.1	General rules.....	28
9.2	Compilation of comprehensive as-built drawings.....	28
9.3	Survey of comprehensive as-built drawings.....	30
9.4	Data arrangement.....	30
10	Radio and television facilities deformation survey.....	30
10.1	General rules.....	30
10.2	Horizontal displacement monitoring network.....	31
10.3	Vertical displacement monitoring network.....	33
10.4	Horizontal displacement survey.....	33
10.5	Vertical displacement survey.....	34
10.6	Results inspection and office calculation.....	34
10.7	Data arrangement.....	35
Appendix A	Horizontal control survey.....	36
Appendix B	Vertical control survey.....	39
Appendix C	Topographic survey.....	42
Appendix D	Disposing demands for construction control piles of various types of towers.....	44
	Explanation of wording in this code.....	45
	Normative standard list.....	45
	Explanation of provisions.....	46

# 1 总则

- 1.0.1 为适应测绘技术发展，统一广播电视工程测量技术要求，确保测绘产品质量满足广播电视工程建设需要，特制定本规范。
- 1.0.2 本规范适用于新建、改建和扩建广播电视工程的勘测设计、工程施工、竣工验收和维护管理等阶段的测绘工作。
- 1.0.3 新建测区平面坐标系统和高程系统必须满足下列要求：
- 1 平面坐标系统采用独立直角坐标系，以真北方向作为起算方位；
  - 2 高程采用正常高系统，以独立高程基准起算。
- 1.0.4 本规范应以中误差作为衡量测绘精度的标准，以两倍中误差作为极限误差。
- 1.0.5 作业前应根据项目要求搜集、整理、分析并利用测区内已有资料，合理制定技术方案；在作业过程中应加强质量控制，并保留具有可追溯性的过程数据；工作结束后应进行资料整理，编写技术总结报告，完成测绘产品交付和成果资料归档。
- 1.0.6 作业的仪器设备应通过计量检测，并在有效期内使用；应用的专业软件应通过鉴定或审查。
- 1.0.7 广播电视工程测量除执行本规范外，尚应符合国家现行的有关标准的规定。

# 2 术语和符号

## 2.1 术语

### 2.1.1 天文方位角 astronomical azimuth

过某点的重力线在大地水准面上交点的天球子午面和过另一点的重力线在大地水准面上的交点所组成平面的夹角。

### 2.1.2 首级控制网 primary control network

满足测区测绘需要所建立的最高等级的平面和高程控制网。

### 2.1.3 GNSS global navigation satellite system

GNSS 是全球卫星导航定位系统的简称。

### 2.1.4 GNSS 控制网 GNSS control network

采用卫星定位技术建设的测量控制网。

### 2.1.5 RTK (实时动态相对定位) real time kinematic relative positioning

基于载波相位观测值的实时动态定位技术，可实时地提供测站点在指定坐标系中能够达到厘米级精度三维定位结果的测量方法。

### 2.1.6 天线、馈线定位 antenna or feeder positioning

将设计图纸上设计的天线或馈线位置测设到实地的过程。



### 2.1.7 定向天线 directional antenna

能将输入功率集中至某一方向辐射无线电波的一种天线。此处特指中、短波发射天线。

### 2.1.8 转动天线 rotatable antenna

通过机械转动装置改变发射和接收无线电波方向的天线。

## 2.2 符号

- 2.2.1  $A$  —— GNSS 接收机标称的固定误差；
- 2.2.2  $a$  —— 测距仪标称精度固定误差；
- 2.2.3  $B$  —— GNSS 接收机标称的比例误差系数；
- 2.2.4  $b$  —— 测距仪标称精度比例误差系数；
- 2.2.5  $D$  —— 控制网平均边长、测量距离、测距边边长；
- 2.2.6  $d$  —— 化算至同一高程面的各边往、返水平距离之差；
- 2.2.7  $d_h$  —— 拟合点水准高程与模型计算高程的差值；
- 2.2.8  $d_s$  —— 重复基线测量的长度较差；
- 2.2.9  $h$  —— 高差、基本等高距；
- 2.2.10  $L$  —— 水准路线长度或路线区段、测段长度；
- 2.2.11  $m_D$  —— 测距标称精度；
- 2.2.12  $m_h$  —— 水准高差测量中误差、高程异常模型内符合中误差；
- 2.2.13  $m_s$  —— 相应等级控制网测距中误差；
- 2.2.14  $m_z$  —— 天顶距测量中误差；
- 2.2.15  $m_\beta$  —— 测角中误差；
- 2.2.16  $m_0$  —— 一次测量的中误差；
- 2.2.17  $n$  —— 测站数、边数、基线数、测回数、三角形个数、区段或测段数、导线转折角数、对向观测个数、参与拟合的点数；
- 2.2.18  $W$  —— 环线全长闭合差、三角形闭合差；
- 2.2.19  $Z$  —— 天顶距；
- 2.2.20  $\sigma$  —— 基线长度中误差；
- 2.2.21  $\Delta$  —— 高差不符值。

## 3 天文测量

### 3.1 一般规定

- 3.1.1 天文测量包括天文点的大地经纬度测量和天文点至方位标的天文方位角测定。
- 3.1.2 天文点和方位标应埋设永久标石，其标石规格及埋设要求应符合附录 A 的规定。
- 3.1.3 测定的大地经纬度和天文方位角中误差应满足表 3.1.3 的规定。

表 3.1.3 大地经纬度和天文方位角中误差

大地经度 (")	大地纬度 (")	天文方位角 (")
2	2	10

3.1.4 天文测量应采用测角精度不低于 2" 的经纬仪或全站仪，并配有精确计时设备、时号接收设备及 GNSS 接收设备。

3.1.5 观测的水平方向和天顶距读数应读至 1"，计算取位应计算至 0.1"；计时设备读取的表面时应读至 1"，计算取位应计算至 0.1"。

### 3.2 天文点经纬度测量

3.2.1 经纬仪或全站仪测定天文点的经度宜采用恒星高度法，观测应满足下列要求：

1 结合星图选择天顶距小于 75°、亮度不弱于四等，且位于卯酉圈两侧 30° 范围内的 4 颗恒星组成两组星对，每组星对应包含东西各一颗星；

2 星对中各星的天顶距采用四测回观测，可不进行人仪差改正。天顶距每测回观测前后，应同时记录表面时，观测的天顶距和表差应取中数计算；

3 每观测一颗星应记录气温、气压；

4 计算前应检查外业成果。

3.2.2 经纬仪或全站仪测定天文点的纬度宜采用北极星高度法，观测应满足下列要求：

1 北极星天顶距采用四测回观测，可不进行人仪差改正。天顶距每测回观测前后，应同时记录表面时，观测的天顶距和表差应取中数计算；

2 每测回应记录气温、气压；

3 检查外业成果，可利用相应公式计算天文点纬度；

4 亦可采用从《天文年历》表中查取天文点的纬度。

3.2.3 采用 GNSS 接收设备测定天文点的经纬度时，应满足下列要求：

1 GNSS 接收设备应选取并设置用于天文方位角解算的坐标系统；

2 GNSS 接收设备的经、纬度显示读数应精确至 0.1"；

3 GNSS 接收设备应在天文点上连续观测 15 分钟以上。

### 3.3 天文方位角测量

3.3.1 经纬仪或全站仪测定天文方位角宜采用北极星任意时角法，并应满足下列要求：

1 各观测量、观测测回数不应少于 4 个；

2 观测前、后应收录时号；

3 观测地面方位标，读取水平方向读数，一测回四次照准北极星（半测回两次照准），读取水平方向读数和天顶距，同时应记录表面时；

4 每一测回，应记录气温、气压；

5 采用全站仪观测时水平度盘无需配置，当采用光学经纬仪观测时，各测回应按  $180^\circ/n$  ( $n$  为测回数) 进行水平度盘配置；

- 6 一测回水平方向观测的 2C 互差不应超过 13" ；
  - 7 天文点与方位标之间的距离不应小于 200m；
  - 8 当仪器照准部水准管气泡偏离补偿范围时，观测测回间应重新整平仪器。
- 3.3.2 应取各测回观测结果的算术平均值作为天文方位角最或是值。
- 3.3.3 特殊情况下，可采用太阳高度法或太阳时角法求解天文方位角，观测时应配备滤光镜和防护镜片，作业成果应满足工程对起算方位的精度要求，具体作业方法和观测要求应在技术文件中予以说明。

### 3.4 资料整理

3.4.1 天文测量工作完成后应对以下资料进行整理：

- 1 技术设计书；
- 2 天文点点之记；
- 3 天文点布置图；
- 4 原始记录资料；
- 5 天文测量计算资料和天文点成果表；
- 6 各种测量仪器和工具的检验资料；
- 7 检查报告和技术总结报告。

3.4.2 项目完成后宜提交下列资料：

- 1 技术设计书；
- 2 天文点布置图；
- 3 天文点成果表；
- 4 检查报告和技术总结报告。

## 4 平面控制测量

### 4.1 一般规定

4.1.1 平面控制网可采用 GNSS 测量、三角形网测量和导线测量等方法建立。

4.1.2 平面控制网精度等级，GNSS 网分为三、四等和一、二级，三角形网与导线网分为四等和一、二级。测区首级平面控制点均应埋设标石并绘制点之记，标石制作规格及埋设要求应符合附录 A 的规定。

4.1.3 平面和高程控制点宜采用同一桩点，且标志共用。

4.1.4 平面控制网布设应遵循以下原则：

- 1 首级控制网施测等级，应根据工程规模、控制网用途和精度要求确定；
- 2 首级控制网点点位宜均匀分布，设置数量应满足工程需要，且不少于 3 个；
- 3 加密控制可在首级控制网基础上越级布设或同等级扩展。

4.1.5 内业计算数字取位应符合表 4.1.5 的规定。

表 4.1.5 内业计算数字取位

等级	观测方向值 (")	边长观测值 (m)	平面坐标 (m)	方位角 (")
三等、四等	0.1	0.001	0.001	0.1
一级、二级	1	0.001	0.001	1

## 4.2 GNSS 平面控制测量

4.2.1 GNSS 控制网精度要求及相邻点平均间距应符合表 4.2.1 的规定。

表 4.2.1 GNSS 控制网精度要求及相邻点平均间距

等级	相邻点平均间距 (km)	固定误差 A (mm)	比例误差 B (mm/km)	最弱边边长相对中误差
三等	4	≤10	≤5	1/80000
四等	2	≤10	≤10	1/40000
一级	1	≤10	≤20	1/20000
二级	0.5	≤10	≤40	1/10000

4.2.2 GNSS 控制网设计应满足下列要求：

- 1 三、四等 GNSS 控制网应采用网连式、边连式布网；一、二级控制网可采用点连式布网。各等级控制网中不应出现自由基线；
- 2 各级 GNSS 控制网的相邻点间距离最短不宜小于平均距离的 1/3；最长不宜大于平均距离的 3 倍；
- 3 在需要用常规测量方法加密平面控制的区域，GNSS 网点布设应保证有一个或一个以上通视方向；
- 4 控制网最简异步观测环或附和路线的边数应符合表 4.2.2 的规定。

表 4.2.2 控制网最简异步观测环或附和路线的边数

测量等级	三等	四等	一、二级
最简异步观测环或附和路线的边(条)数	≤8	≤8	≤10

4.2.3 GNSS 控制网的点位选择满足下列要求：

- 1 宜选在基础稳定、交通便利、利于保存的地方；
- 2 顶空开阔，视场内障碍物的高度角不宜超过 15°；
- 3 离大面积水域及具有强烈反射卫星信号的物体距离不宜小于 100m；
- 4 距大功率无线电发射源的距离不宜小于 200m，距高压线不宜小于 50m。

4.2.4 GNSS 控制网测量主要技术要求应符合表 4.2.4 的规定。

表 4.2.4 GNSS 控制网测量主要技术要求

等级		三等	四等	一级、二级
接收机类型		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
	观测时段数	≥1.6	>1.3	>1
	观测时段长度 (min)	≥60	≥45	≥30
	同时观测有效卫星数	≥4	≥4	≥4
	数据采样间隔 (s)	10~30	5~15	5~15
PDOP	点位几何图形强度因子	≤6	≤6	≤8

注：当四等和一级、二级独立网作为测区首级控制时，观测时段数不应少于 1.5，即重复设站的点数不应少于总点数的 50%。

4.2.5 GNSS 控制网测量作业应满足下列要求：

- 1 天线安置的对中误差不应大于 2mm，天线高的量取应精确至 1mm；
- 2 观测过程中应避免在天线 10m 范围内使用无线电通讯设备；
- 3 作业时应记录点名、设备型号及序列号、天线高、观测图形、观测日期、开（关）机时间、时段号等测站信息。

4.2.6 GNSS 控制网测量相对定位成果应符合以下要求：

- 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其单点定位观测时间不应少于 30min；
- 3 数据处理应顾及天线相位中心相对于测站标志偏差的水平和垂直分量；
- 4 求解中同一时段观测值的数据剔除率不宜大于 10%；
- 5 重复基线测量的长度较差，应满足下式的要求：

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

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

式中： $d_s$  —— 重复基线测量的长度较差（mm）；

$\sigma$  —— 平均基线长度中误差（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）；

$D$  —— 控制网平均边长（km）。

- 6 异步环各坐标分量闭合差及环线全长闭合差应符合下式的规定：

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

式中： $W_x, W_y, W_z$  —— 坐标分量闭合差（mm）；

$n$  —— 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一半。

4.2.7 当观测数据不足、环闭合差及各项限差不符合本规范 4.2.6 条的规定时，应对观测资料进行具体分析，重测相关基线或同步图形。

4.2.8 GNSS 控制网无约束平差，应符合下列规定：

1 基线向量检验合格后，应在 WGS-84 坐标系下进行三维无约束平差，提供各点在 WGS-84 坐标系中的三维坐标、基线长度、基线分量改正数以及各种精度信息；

2 无约束平差中，基线分量的改正数绝对值 ( $V_{\Delta X}$ 、 $V_{\Delta Y}$ 、 $V_{\Delta Z}$ ) 应满足下式的要求：

$$\left. \begin{aligned} V_{\Delta X} &\leq 3 \times \sigma \\ V_{\Delta Y} &\leq 3 \times \sigma \\ V_{\Delta Z} &\leq 3 \times \sigma \end{aligned} \right\} \quad (4.2.8)$$

4.2.9 控制网无约束平差后的最弱边边长相对中误差，应满足本规范表 4.2.1 相应等级的规定。

### 4.3 三角形网测量

4.3.1 三角形网测量的主要技术要求应符合表 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 (")	平均边长 (km)	水平角观测测回数			边长相对中误差	最弱边边长相对中误差
				1"级 仪器	2"级 仪器	6"级 仪器		
四等	2.5	9	2	4	6	—	1/100000	1/40000
一级	5.0	15	1	1	2	4	1/40000	1/20000
二级	10.0	30	0.5	—	1	2	1/20000	1/10000

4.3.2 三角形网设计应符合下列要求：

1 应在已有地形图上进行平面控制网图形设计；

2 宜布设为边角网，以大地四边形、中心多边形或扇形组成图形，控制网布设图形中不宜出现单三角形；

3 应对设计的控制网图形进行精度估计，在满足精度要求的前提下，通过优化设计合理确定控制网施测等级和观测方案。

4.3.3 三角形网的选点应符合下列规定：

1 依据技术设计拟定的图形方案进行实地选点。点位应选择在视野开阔、基础稳定和利于保存的地方，且方便标点的埋设与观测以及控制网的扩展与加密；

2 相邻点间视线距障碍物和地面的距离不宜小于 1.2m；

3 视线应避开烟囱、散热塔、散热池等发热体，避开高压线等强电磁场的干扰，测线上不应有树枝、电线等遮挡物；

4 测距边两端的视线倾角对边长化平影响不应大于测距中误差的一半。

4.3.4 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、距离和天顶距观测；
- 2 距离测量时使用的棱镜应与全站仪相配套，并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，气泡中心位置偏离不应超出补偿器的补偿范围，当气泡位置接近偏离限值时，应在观测测回间重新整平仪器。

4.3.5 三角形网水平方向观测采用方向观测法，并符合以下规定：

- 1 水平角方向观测法的技术要求应符合表 4.3.5 的规定；

表 4.3.5 水平角方向观测法的技术要求

仪器	两次读数差 (")	半测回归零差 (")	一测回内 2C 互差 (")	同一方向值各测回互差 (")
1"级	≤1	≤6	≤9	≤6
2"级	≤3	≤8	≤13	≤9
6"级	—	≤18	—	≤24

- 2 各测回间可不配置度盘，但各测回间度盘数不应相同；
- 3 当方向数不大于 4 个时，可不闭合至零方向。若测站观测方向数超过 6 个时，应分组进行观测；分组观测应包括 2 个共同方向（其中一个为零方向），两组共同方向观测角之差，不应大于同等测角精度的 2 倍；

4 水平角观测误差超限时，应在原来的度盘位置上进行重测，并符合下列规定：

- 1) 同测回 2C 互差或各测回同一方向值较差超限时，应重测超限方向，并测零方向；一测回中重测方向数超过测站 1/3 时，该测回重测；
- 2) 半测回归零差或零方向的 2C 互差超限时，应重测该测回，但不计重测测回数；
- 3) 因测错方向、读错、记错或个别方向临时遮挡时，均可随时进行重测；
- 4) 重测应在全部测回数测完后进行。当重测的测回数超过总测回数的 1/3 时，该站应全部重测。

4.3.6 全站仪测距精度等级按下列规定划分：

- 1 按全站仪测距标称精度分为 I 级和 II 级，并符合表 4.3.6 的规定；

表 4.3.6 全站仪测距标称精度

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

2 全站仪测距标称精度，按下式表示：

$$m_D = \pm(a + b \times D) \quad (4.3.6)$$

式中： $m_D$  —— 测距标称精度 (mm)；

$a$  —— 测距仪标称精度固定误差 (mm)；

$b$  —— 测距仪标称精度比例误差系数 (mm/km)；

$D$  —— 测量距离 (km)。

4.3.7 三角形网距离测量应符合下列规定：

- 1 测站和镜站的对中误差不应大于 2mm；
- 2 测距作业前，应正确安置仪器，量取仪器高和棱镜高精确至 1mm。四等三角形网边长测量时，应在测距前后分别量取仪器高和棱镜高各一次，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、气象仪表打伞遮阳；
- 4 气象数据的观测要求应符合表 4.3.7 的规定。

表 4.3.7 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	0.2	50	每边观测始末各测定一次	每边两端的平均值
一级、二级	0.5	100	每边测定一次	测站端的数据

4.3.8 三角形网距离观测测回数及各项限差应符合表 4.3.8 的规定。

表 4.3.8 三角形网距离观测测回数及各项限差

等级	仪器等级	每边测回数	一测回读数较差限值 (mm)	测回间较差限值 (mm)	往返测较差限值 (mm)
四等	I	往、返各 3 测回	5	7	$2(a+b \times D)$
	II	往、返各 4 测回	10	15	
一级	II	单向 2 测回	10	15	—
二级	II	单向 1 测回	10	15	

注：1 一测回是指仪器照准目标一次，读数 4 次；

2 往、返测较差应将斜距化算到同一水平面上，方可进行比较。

4.3.9 测距成果的重测和取舍应符合以下规定：

- 1 凡超出表 4.3.8 限差的观测成果，均应进行重测；
- 2 当一测回读数较差超限时，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，然后去掉大、小孤立值，合格后再取平均值。重测超限时，整测回应重新观测；
- 4 往、返测较差超限时，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。

4.3.10 测距边的倾斜改正应符合下列规定：

- 1 经过气象、加常数、乘常数改正后的斜距，才能进行测距边的倾斜改正；测距边的气象改正按仪器说明书的公式计算；测距边的加、乘常数改正应根据仪器鉴定结果计算；
- 2 利用水准高差进行改正时，水准高差测量中误差应满足下式的要求：

$$m_h \leq \frac{D}{2h} m_s \quad (4.3.10-1)$$

式中：  $m_h$  —— 水准高差测量中误差 (mm)；

$D$  —— 测距边边长 (m)；

$m_s$  —— 相应等级控制网测距中误差 (mm)；



$h$  —— 测距边两端水准高差 (m)。

3 利用天顶距进行改正时, 天顶距应对向观测, 天顶距测量中误差应满足下式的要求:

$$m_z \leq \frac{\sqrt{2\rho}}{2D \times \cos Z} m_s \quad (4.3.10-2)$$

式中:  $m_z$  —— 天顶距测量中误差 (");

$D$  —— 测距边边长 (mm);

$m_s$  —— 相应等级控制网测距中误差 (mm);

$Z$  —— 天顶距 ( $^\circ$ );

$\rho$  —— 206265 (")。

4.3.11 三角形网的测角中误差按下式计算:

$$m_\beta = \sqrt{\frac{[WW]}{3n}} \quad (4.3.11)$$

式中:  $W$  —— 三角形闭合差 (");

$n$  —— 三角形的个数。

4.3.12 三角形网平差计算应采用严密平差法, 精度评定应包括单位权中误差、边长相对中误差、点位中误差或点位误差椭圆参数等。其测量成果应满足表 4.3.1 相应等级的规定。

#### 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 四等和一级、二级导线测量的主要技术要求, 应符合表 4.4.1 的规定;

表 4.4.1 导线测量的主要技术要求

等级	导线长度 (km)	平均边长 (km)	测角中误差 (")	测距中误差 (mm)	测距相对中误差	测回数			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"级仪器	2"级仪器	6"级仪器			
四等	9.0	1.5	2.5	20	1/80000	4	6	—	$5\sqrt{n}$	$\leq 1/35000$	$\leq 1/40000$
一级	4.0	1.0	5	30	1/40000	—	2	4	$10\sqrt{n}$	$\leq 1/15000$	$\leq 1/20000$
二级	2.0	0.5	10	30	1/20000	—	1	2	$16\sqrt{n}$	$\leq 1/10000$	$\leq 1/10000$

注: 表中  $n$  为导线转折角数。

2 导线网中, 高级点与结点、结点与结点之间的导线段长度, 不应大于表 4.4.1 相应等级规定长度的 0.7 倍。

4.4.2 导线测量的布设应满足下列要求:

1 当测区首级控制采用导线网测量时, 导线网应布设成环形网或结点网;

2 各级导线宜布设成直伸形状, 相邻点间边长相差不宜过大, 应避免长短边的突然过渡;

3 导线测量用于控制加密时可采用单一附和导线或结点导线的布设形式。

4.4.3 导线测量选点可按本章 4.3.3 条执行。

4.4.4 导线外业观测除执行本章 4.3.4 条规定外，还应符合下列要求：

- 1 应检验和校正仪器的光学对中器；
- 2 四等导线短边观测时，宜采用三联脚架法。

4.4.5 导线测量水平方向观测的技术要求，可按本章 4.3.5 条执行。

4.4.6 导线边长测量技术要求，可按本章 4.3.7 条~4.3.9 条执行。

4.4.7 导线天顶距测量精度应满足本章 4.3.10 条第 3 款的要求。

4.4.8 导线测量测距边水平距离计算应符合本章 4.3.10 条的规定。

4.4.9 导线测量测距边的精度评定：

- 1 一次测量距离的中误差按下式计算：

$$m_0 = \sqrt{\frac{[dd]}{2n}} \quad (4.4.9-1)$$

式中： $m_0$ ——一次测量的中误差（mm）；

$d$ ——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下式计算：

$$m_d = \frac{m_0}{\sqrt{2}} \quad (4.4.9-2)$$

4.4.10 导线及导线网的精度评定应包含单位权中误差、点位中误差或点位误差椭圆参数等精度信息等，测量成果应满足表 4.4.1 相应等级的规定。

## 4.5 资料整理

4.5.1 平面控制测量工作完成后应对以下资料进行整理：

- 1 技术设计书；
- 2 等级平面控制点点之记；
- 3 平面控制网点图；
- 4 原始记录资料；
- 5 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 检查报告和技术总结报告。

4.5.2 项目完成后宜提交下列资料：

- 1 技术设计书；
- 2 平面控制网点图；
- 3 平面控制点成果表；
- 4 检查报告和技术总结报告。

## 5 高程控制测量

### 5.1 一般规定

- 5.1.1 高程控制网精度等级按四、五等两级划分,可采用几何水准或电磁波测距三角高程方法施测,五等亦可采用 GNSS 高程拟合方法测量。
- 5.1.2 依据工程规模、控制用途和高程精度要求建立的四、五等高程控制,均可作为测区首级高程控制。
- 5.1.3 测区首级高程控制应以独立高程基准起算,其布设形式宜采用闭合环或结点网。
- 5.1.4 当测区高程需要和现行国家高程基准建立联系时,应按四等精度联测。
- 5.1.5 高程控制点应选埋在土质坚硬、可长期保存且方便使用的位置,也可选设于结构稳定的建筑物上。高程控制点间的距离不宜大于 1km,测区内至少应有 3 个高程控制点。
- 5.1.6 测区首级高程控制点应埋设水准标石,并绘制点之记。标志及标石的埋设规格,标石规格及埋设要求应符合附录 B 的规定。
- 5.1.7 高程控制测量内业计算小数位的取位要求应符合表 5.1.7 的规定。

表 5.1.7 高程控制测量内业计算小数位的取位要求

等级	往(返)测距离总和(km)	往(返)测距离中数(km)	电磁波测距边长(mm)	天顶距(")	各测站高差(mm)	往(返)测高差总和(mm)	往(返)测高差中数(mm)	高程(mm)
四等	0.01	0.1	1	0.1	0.1	0.1	1	1
五等	0.1	0.1	1	1	0.1	0.1	1	1

### 5.2 水准测量

- 5.2.1 水准测量的主要技术要求应符合表 5.2.1 的规定。

表 5.2.1 水准测量的主要技术要求

等级	每千米高差中数偶然中误差(mm)	路线长度(km)	水准仪		水准尺		环线观测次数	往返较差、环线闭合差	
			光学	数字	光学	数字		平地(mm)	山地(mm)
四等	5	15	≤3mm/km		双面	条码	往一次	$20\sqrt{L}$	$6\sqrt{n}$
五等	7.5	—	≤3mm/km		单面	条码	往一次	$30\sqrt{L}$	$10\sqrt{n}$

注:1 水准路线长度为  $L$  (km);

2 相应的测站数为  $n$ ;

3 当采用数字水准仪时,四等水准测量应独立进行两次观测分别读数,五等水准测量一次观测读数;

4 与现行国家高程基准联测的四等水准,可采用水准支测形式,支测应进行往返测,其长度放宽至 80 km。

- 5.2.2 水准观测的主要技术要求应符合表 5.2.2 的规定。

表 5.2.2 水准观测的主要技术要求

等级	水准仪	视线长度 (m)	前后 视距差 (m)	前后视 距累积差 (m)	视线高度	黑、红面或两 次读数较差 (mm)	黑、红面或两次 观测所测高差较差 (mm)
四等	光学 (DS3)	100	≤5.0	≤10.0	0.2m	≤3.0	≤5.0
	数字 (DSZ3)						
五等	光学 (DS3)	150	≤20.0	≤100.0	三丝能读数	≤4.0	≤6.0
	数字 (DSZ3)	100	≤20.0	≤100.0	能读数		

5.2.3 四等水准测量的仪器检校、观测方法、外业成果改正按《国家三、四等水准测量规范》GB/T12898 执行；五等水准测量附和或闭合水准线路可采用单程观测，支测线路应采用往返观测或单程双测，观测方法按后—后—前—前执行。

5.2.4 水准观测重测应符合下列要求：

- 1 因测站观测限差超限，在迁站前发现应立即重测，若迁站后发现，则应从高程点重新起测；
- 2 当水准测量成果不满足表 5.2.1、表 5.2.2 限差时应重测。

5.2.5 水准测量完成后（单程水准测量除外），宜进行往、返测高差不符值和每千米高差中数偶然中误差  $M_{\Delta}$  的计算（测段数小于 20 个时，其计算结果仅作参考），计算公式按下式， $M_{\Delta}$  应满足本规范表 5.2.1 相应等级的规定。

$$M_{\Delta} = \sqrt{\frac{1}{4n} \left[ \frac{\Delta\Delta}{L} \right]} \quad (5.2.5)$$

式中： $\Delta$ ——测段往返测（或左右路线）高差不符值（mm）；

$L$ ——路线区段或测段长度（km）；

$n$ ——区段或测段数。

5.2.6 水准网应进行平差，计算各点最或是高程并进行精度评定。

### 5.3 电磁波测距三角高程测量

5.3.1 电磁波测距三角高程测量宜与平面控制结合布设同时施测，也可单独布设三角高程网或附（闭）合三角高程导线。

5.3.2 用于控制加密与扩展的三角高程测量应起闭于不低于四等精度的水准点或三角高程点。

5.3.3 电磁波测距三角高程测量的作业方法应符合表 5.3.3 的规定。

表 5.3.3 电磁波测距三角高程测量的作业方法

等级	测量方法	路线	气象元素	边长			天顶距		
				测距仪等级	测回数		仪器等级	测回数	
					往测	返测		中丝法	三丝法
四等	对向观测	单程	观测始末两端均值	I	2	2	1"级	2	1
				II	4	4	2"级	4	2
五等	对向观测	单程	—	I	2	—	1"级	1	—
				II	2	—	2"级	2	1

注：边长测量一测回，指照准一次读数 4 次。

5.3.4 电磁波测距三角高程测量观测的主要技术要求应符合表 5.3.4 的规定。

表 5.3.4 电磁波测距三角高程测量观测的主要技术要求

等级	边长测定			天顶距观测		高差		
	一测回读数间较差 (mm)	测回间较差 (mm)	往返测较差 (mm)	指标较差 (")	测回间较差 (")	每千米高差中数偶然中误差 (mm)	对向高差较差 (mm)	附(闭)合路线闭合差 (mm)
四等	10	15	$2(a+b \times D)$	$\leq 7$	$\leq 7$	5	$\leq 40\sqrt{D}$	$20\sqrt{\sum D}$
五等	10	15	—	$\leq 10$	$\leq 10$	7.5	$\leq 60\sqrt{D}$	$30\sqrt{\sum D}$

注：D 为电磁波测距边长度 (km)。

5.3.5 四等三角高程测量对向观测，宜在较短时间内完成观测。边长应加入相应改正，高程计算时，应考虑地球曲率和折光差的影响。

5.3.6 三角高程测量的仪器高度和觇标高应分别进行两次独立量测，量测应精确至 1mm，量测较差四等不应大于 2mm、五等不应大于 4mm，符合要求时取平均值作为仪器高度和觇标高。

5.3.7 当四等、五等电磁波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。

## 5.4 GNSS 高程控制测量

5.4.1 GNSS 高程控制测量可采用 GNSS 高程拟合测量的方法，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 网宜与四等高程控制点联测。联测点宜分布在测区的四周和中央，数量不宜少于 4 个；
- 3 地形起伏较大测区，应依据测区地形特征增加联测点数量；
- 4 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。

按平面四等 GNSS 测量观测技术要求执行，天线高应独立量测两次，较差小于 2mm 时取其平均值作为天线高。

5.4.2 GNSS 拟合高程计算应符合下列规定：

- 1 应对联测的已知高程点进行可靠性检验，并剔除不合格点；
- 2 采用平面拟合模型，拟合高程点不宜超出已知点所覆盖的范围；

3 对选择的拟合高程模型应进行模型内符合中误差计算，模型内符合中误差应小于 2cm。模型内符合中误差  $m_h$  应按式按下式计算：

$$m_h = \sqrt{\frac{[d_h d_h]}{n-1}} \quad (5.4.2)$$

式中： $m_h$  —— 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。

5.4.3 GNSS 点的拟合高程成果应进行检验。检测点数不应少于 3 个；高差检验可采用相应等级的水准测量方法或电磁波测距三角高程测量方法进行，其高差较差不应大于  $40\sqrt{D}$  mm， $D$  为检查路线的长度，单位以千米计。

## 5.5 资料整理

5.5.1 高程控制测量工作完成后,应对以下资料进行整理：

- 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 计算资料和高程控制点成果表；
- 6 各种测量仪器的检验资料；
- 7 检查报告和技术总结报告。

5.5.2 项目完成后，宜提交下列资料：

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

## 6 地形图测量

### 6.1 一般规定

6.1.1 根据工程性质、规模大小和设计阶段，地形图测图比例尺选用按表 6.1.1 执行。

表 6.1.1 测图比例尺的选用

比例尺	用 途
1:5000	可行性研究、台址选择、规划设计等
1:2000	可行性研究、初步设计、天（馈）线施工图设计和竣工验收等
1:1000	初步设计、施工图设计、竣工验收等
1:500	

注：对于精度要求较低的专用地形图，可按小一级比例尺地形图的精度要求进行测绘或利用小一级比例尺地形图放大成图。

6.1.2 地形图应采用矩形或正方形自由分幅，依测量范围按从左至右、由上到下的顺序进行编号。

6.1.3 地形分类应符合表 6.1.3 的规定。

表 6.1.3 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	—

6.1.4 地形图的基本等高距应按表 6.1.4 的规定选用。

表 6.1.4 地形图的基本等高距

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 或 1.0	1.0	1.0
1:1000	0.5 或 1.0	1.0	1.0	1.0 或 2.0
1:2000	1.0	1.0	2.0	2.0
1:5000	1.0	2.0	2.0 或 5.0	5.0

注：同一幅图不得采用两种或两种以上基本等高距。

6.1.5 地形图上地物点相对邻近图根点的平面位置中误差不应超过表6.1.5的规定。

表 6.1.5 地形图地物点平面位置中误差

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

6.1.6 地形图图幅等高线及注记点的高程中误差不应超过表6.1.6的规定。

表 6.1.6 地形图图幅等高线及注记点高程中误差

地形类别	平地	丘陵地	山地	高山地
图幅等高线高程中误差	$h/3$	$h/2$	$2h/3$	$1h$
地形图高程注记点中误差	$h/4$	$h/4$	$h/3$	$h/3$

注： $h$ 为基本等高距（m）。

6.1.7 地形点采集数量应准确反映地形变化，地形点最大间距应满足表 6.1.7 的规定。

表 6.1.7 地形点最大间距

比例尺	1:500	1:1000	1:2000	1:5000
点位间距（m）	15	30	50	100

6.1.8 应选择明显地点或地形特征点作为高程注记点；图上  $100\text{cm}^2$  注记点数量：平地与丘陵地 10 点~20 点，山地与高山地 8 点~15 点；图面注记点宜分布均匀。

6.1.9 图上高程点注记取位：当基本等高距为 0.5m 时，应精确至 0.01m；当基本等高距大于 0.5m 时，应精确至 0.1m。

6.1.10 地形图图式执行《1:500 1:1000 1:2000 地形图图式》GB/T20257.1 和《1:5000 1:10000 地形图图式》GB/T20257.2。图式中没有规定的地物、地貌符号，可在技术设计书或相关技术文件中作补充规定。

## 6.2 图根控制测量

6.2.1 图根控制测量应满足下列要求：

1 依据测区基本控制情况、测图比例尺和测图方法，应按控制层次少、点位布设均匀、满足测图要求等原则制定测量方案；

2 图根控制点平面、高程精度相对于邻近控制点的点位中误差和高程中误差，应分别满足不大于图上 0.1mm 和 1/10 基本等高距；

3 依据测图比例尺精度要求，确定图根控制点发展层次；

4 图根控制点（包括高级控制点）密度应满足表 6.2.1 的要求；

表 6.2.1 图根控制点（包括高级控制点）密度

测图比例尺		1:500	1:1000	1:2000	1:5000
密度（点 / $\text{km}^2$ ）	全站仪测图	32	12	4	2
	RTK 测图	16	4~8	2	1

5 图根控制点位置的选择应便于仪器架设、方便测站点加密和地形点数据采集。当测区范围较小、图根控制作为首级控制时，应选埋 2 个以上永久性标石。图根控制点的埋石类型和要求详见附录 C。

6.2.2 图根平面控制测量应符合下列规定：

1 图根控制点平面坐标可采用 RTK、极坐标和交会法等方法测量；

2 采用 RTK 方法进行测量时，应满足下列要求：



- 1) 作业半径不宜超过 5km, 对每个图根控制点均应选择同一基准站或不同基准站进行两次独立测量, 其坐标较差不应大于图根点平面精度的  $2\sqrt{2}$  倍;
  - 2) 基准站应设置在高一级控制点上。宜选择在测区地势较高, 周围无高度角超过  $15^\circ$  的障碍物和强烈干扰接收卫星信号或反射卫星信号物体的位置;
  - 3) 可在测区的周边和中部均匀选择两个以上高程精度不低于五等的等级平面控制点作为重合点求定坐标转换参数;
  - 4) 正确选择仪器类型、天线类型, 设置和选择测量模式、基准参数、转换参数和数据链的通讯频率等, 并确保基准站与流动站设置参数相一致;
  - 5) 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一级已知点的检核, 其平面坐标较差不应大于图根点平面精度的 2 倍;
  - 6) RTK 流动站观测时宜采用三脚架对中、整平, 接收有效卫星数不宜少于 5 个, PDOP 值应小于 6, 每次观测历元数不应少于 20 个, 采样间隔为 5s, 坐标解算要求采用固定解成果;
  - 7) RTK 流动站作业宜在比较开阔的地点, 宜避开成片水域、建构物等易受多路径影响及靠近强电磁波干扰源的位置;
  - 8) 作业过程中, 如出现卫星信号失锁, 应重新初始化, 并经重合点测量检测合格后, 方能继续作业;
  - 9) 对采用 RTK 技术实测的控制点成果应进行 100%的内业检查, 外业抽查不应少于总点数的 10%且不少于 3 个点。
- 3 当采用极坐标法测量图根控制点时, 应满足下列要求:
- 1) 应在等级控制点或一、二级控制点上进行设站, 且应联测两个已知方向;
  - 2) 宜采用全站仪观测, 水平角和天顶距观测: 2"级 1 测回、6"级 2 测回, 距离观测 1 测回;
  - 3) 极坐标法图根点观测限差和最大边长不应超过表 6.2.2-1 和表 6.2.2-2 的规定。

表 6.2.2-1 极坐标法图根点观测限差

6" 级仪器同一方向值测回较差 (")	测距读数较差 (mm)
≤24	≤20

表 6.2.2-2 极坐标法图根点最大边长

比 例 尺	1:500	1:1000	1:2000	1:5000
最大边长 (m)	300	500	700	1000

- 4 交会法测量的技术要求应符合下列规定:
- 1) 可采用具有校核条件的测边交会、测角交会或边角交会等方法;
  - 2) 当采用测边交会或测角交会时, 其交会角应在  $30^\circ \sim 150^\circ$  之间, 交会边长不得超过表 6.2.2-2 最大边长的 1.5 倍, 水平角、距离、天顶距观测一测回, 测距读数较差应满足表 6.2.2-1 的要求。

6.2.3 图根高程控制测量应符合下列规定:

- 1 图根控制点高程测量可采用电磁波测距三角高程、RTK 高程测量方法;
- 2 图根电磁波测距三角高程测量应符合下列要求:

- 1) 图根电磁波测距三角高程路线应起闭于高程控制点，宜布设成三角高程附和路线或高程网。可与平面控制同时布设，允许同等精度再发展一次；
- 2) 图根电磁波测距三角高程测量观测的主要技术要求，应符合表 6.2.3 的规定；

表 6.2.3 图根电磁波测距三角高程测量观测的主要技术要求

仪器类型		边长 测回数	一测回读数间 较差 (mm)	角度中丝法 测回数	指标差较差 (")	垂直角较差 (")	对向观测高差 较差 (mm)
测角	测距						
2" 级	II 级	1	20	2	15	15	$80\sqrt{D}$
6" 级	II 级	1	20	4	25	25	$80\sqrt{D}$

注：1  $D$  为电磁波测距边的长度，单位以千米计；

2 边长一测回的含义是照准目标一次，读数 4 次。

- 3) 仪器高和觇标高每站均应量测精确至 1mm，测距边宜加入气象、加乘常数改正。

### 3 RTK 图根高程控制测量，应满足下列要求：

- 1) 施测方法及技术要求应符合本规范 6.2.2 条第 2 款有关规定；
- 2) 独立两次测量的点位高程较差不应大于图根点高程精度的  $2\sqrt{2}$  倍；
- 3) 开始测量前，应对高程转换参数的精度、可靠性进行分析和实测检查。检查的控制点应分布在测区的中部和边缘。检测高程较差不应大于图根点高程精度的  $2\sqrt{2}$  倍，超限时，应分析原因并利用控制重合点重新建立高程转换关系。

### 6.2.4 图根控制测量平差计算可采用近似平差方法。

### 6.2.5 图根控制测量内业计算及成果的取位，应符合表 6.2.5 的规定。

表 6.2.5 图根控制测量内业计算及成果的取位

各项计算修正值	角度计算值 (")	边长及坐标计算值 (m)	高程计算值 (m)	坐标成果 (m)	高程成果 (m)
1"或 1mm	1	0.001	0.001	0.01	0.01

## 6.3 常规数字地形图测量

6.3.1 常规数字地形图测量宜采用全站仪、RTK 等测量方法。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方式。

### 6.3.2 测站点测量应满足下列要求：

- 1 当图根控制点密度不够时，可用极坐标、自由设站、RTK 等方法增设测站点。测站点相对于邻近图根点的平面中误差不应大于图上 0.2mm，高程中误差不应大于 1/6 基本等高距；
- 2 当采用全站仪直接测定测站点的坐标和高程时，应半测回独立观测两次，观测成果取均值；
- 3 当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 2 个，观测两组，坐标和高程较差不应大于测站点精度要求的  $2\sqrt{2}$  倍；
- 4 当采用 RTK 进行测站点测量时，其作业要求按本规范第 6.2.2 条第 2 款相关内容执行，进行两次独立观测，坐标和高程较差不应大于测站点精度要求的  $2\sqrt{2}$  倍。

6.3.3 仪器设置及测站检查应满足下列要求:

- 1 仪器对中偏差不大于 5mm, 仪器高、棱镜高以及 RTK 流动站高度量测精确至 1mm;
- 2 全站仪作业应选择较远的控制点作为测站定向点, 并检测另一已知点的坐标、高程; RTK 作业前, 宜检测一个以上的已知点。作业过程中和作业结束前, 应对定向方位以及已知点进行检查, 被检测的已知点不应低于图根点精度。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 基本等高距。

6.3.4 全站仪测图应满足下列要求:

- 1 全站仪测图的最大测距长度, 应符合表 6.3.4 的规定;

表 6.3.4 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

2 当采用草图法作业时, 应按测站绘制草图, 并对测点进行编号。测点编号应与仪器的记录点号相一致。草图的绘制宜采用简化方式标示地形要素的位置、属性和相互关系;

- 3 当采用编码法作业时, 宜采用通用编码格式进行作业;
- 4 当采用内外业一体化的实时成图法作业时, 应实时确立测点的属性、连接关系和逻辑关系;
- 5 按图幅施测时应测出图廓线外 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, 对检查修改后的数据, 应及时存盘, 生成原始数据文件, 做好备份。

6.3.5 RTK 测图除满足本规范第 6.2.2 条第 2 款相关要求外, 还应符合下列规定:

- 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;
- 4 不同流动站采集的外业数据应测出界线外图上 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本规范表 6.1.4 和表 6.1.5 规定值的  $2\sqrt{2}$  倍;
- 6 观测结束后, 应及时转存测量数据至计算机并做好数据备份。

6.3.6 草图编制应符合下列要求:

- 1 绘制草图时, 宜遵照《1:500 1:1000 1:2000 地形图图式》GB/T20257.1 和《1:5000 1:10000 地形图图式》GB/T20257.2 的规定绘制, 对于复杂的图式符号可简化和自行定义, 但数据采集时所使用的编码应与草图绘制的符号对应;
- 2 草图应标注测点编号, 标注的测点编号应与数据采集记录中测点编号保持一致;

- 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，在草图上应标注清楚。
- 6.3.7 地物测绘应满足下列要求：
- 1 测量依比例尺描绘的地物时，其主要轮廓应使用仪器测绘，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；
  - 2 当测区地物过于复杂时，测绘过程中可对地物进行适当取舍。当地物符号密集以致不能全部容纳时，主要符号不应改变其位置，次要符号可略有移动或缩小，个别的次要符号可省略；
  - 3 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。注记选择适当位置，不应覆盖重要的地物、地貌；
  - 4 建筑区或居民地测绘应以房屋外轮廓墙基为准，不便绘制等高线的地方，可不绘等高线；
  - 5 送配电线路、通讯线路和架设在地面上或其中一段埋在地下的管道，应测绘入图。能判明方向的地下线路和管道在图上以虚线表示。临时性的线路和管道可不测绘；
  - 6 绘制等高线时，如首曲线不能完整表示碎部地形特征时，应加绘间曲线；
  - 7 在山顶、鞍部、洼地、坡向不够明显处或图廓附近的等高线上，应描绘示坡线以表示斜坡方向，示坡线应垂直于等高线；
  - 8 高程点测设范围应包括电力线、馈线、拉线塔、自立塔、转动天线、塔基和地锚等内容的细部位置，具体内容和细部位置应按本规范附录 C 的要求施测。
- 6.3.8 数字地形图的编辑处理应符合下列要求：
- 1 要素应分层表示。分层的方法和图层的命名可参照《1:500 1:1000 1:2000 外业数字测图技术规程》GB/T14912 执行。当工程需要对图层结构进行修改时，同一图层的实体应具有相同的颜色和相同的属性结构；
  - 2 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。
  - 3 编辑处理完成后，应打印比例尺地形图样图，依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。

## 6.4 无人机低空摄影测量

- 6.4.1 无人机低空摄影测量适用于测绘1:500~1:2000比例尺地形图、DLG（数字线划图）、DEM（数字高程模型）、DOM（数字正射影像图）数据采集与制作、地面立体模型建立等。
- 6.4.2 无人机低空摄影测量地形图成图精度要求，应符合表6.4.2的规定。

表 6.4.2 地形图成图精度要求

误差类别	平面位置中误差(图上mm)	高程中误差(m)			
像控点	0.1	$h/10$			
地物点	1:500~1:2000	—			
	0.8	—			
高程注记点	—	平地	丘陵地	山地	高山地
	—	$h/4$		$h/3$	
等高线	—	$h/3$	$h/2$	$2h/3$	$1h$

注: 1  $h$  为基本等高距(m);

2 作业困难地区的高程中误差, 按上表规定放宽半倍。

6.4.3 无人机低空摄影飞行质量应符合下列要求:

- 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  $5^\circ$ ，最大不应大于  $12^\circ$ ，且出现大于  $8^\circ$  的片数不大于总数的 10%；
- 3 像片旋角不宜大于  $15^\circ$ ，最大不应大于  $30^\circ$ ，在同一条航线上旋角大于  $20^\circ$  的像片数不应大于 3 片，大于  $15^\circ$  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%；
- 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 对航摄中出现的漏洞应及时补摄，补摄应采用相同的数码相机，补摄航线的两端应超出漏洞之外两条基线。

6.4.4 无人机摄影的影像质量应符合下列要求:

- 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适应的细小地物影像，能够建立清晰的立体模型；
- 2 影像上不应有云、云影、烟、大面积反光和污点等缺陷，有少量缺陷但不影响立体模型连接和测绘的影像，可用于线划图的测制；
- 3 在曝光瞬间，因飞机飞行造成的像点位移不宜大于 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、重影和错位等现象。

6.4.5 像控点的点位选择应符合下列要求:

- 1 像控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像控点目标；
- 2 高程控制点点位应选在高程起伏小的地方，以线状地物的交点和平山头为宜；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 像控点点位距像片边缘不应小于 150 个像素；
- 4 当第 1 款、第 2 款与第 3 款矛盾时，应着重考虑第 1 款、第 2 款要求。

6.4.6 像控点布设和测量、像片外业调绘按《1:500 1:1000 1:2000 地形图航空摄影测量外业规范》GB/T7931 和本规范相关规定执行；空中三角测量以及航测内业成图可参照《1:500 1:1000 1:2000 地形图航空摄影测量内业规范》GB/T7930 执行；DEM、DOM 数据采集与制作，可参照《基础地理信息数字成果 1:500、1:1000、1:2000 数字高程模型》CH/T9008.2 和《基础地理信息数字成果 1:500、1:1000、1:2000 数字正射影像》CH/T9008.3 执行；地面立体模型建立，可参照《城市三维建模技术规范》CJJ/T157 执行。

## 6.5 地面激光扫描测量

6.5.1 地面激光扫描测量适用于测绘1:500~1:2000比例尺地形图、DLG（数字线划图）、DEM（数字高程模型）、DOM（数字正射影像图）数据采集与制作、地面立体模型建立等。

6.5.2 地面激光扫描测量地形图的成图精度要求，应符合表6.4.2的相关规定。

6.5.3 地面激光扫描基站的布设应符合下列要求：

- 1 根据现场地形条件，选取扫描基站点；
- 2 扫描基站应选在视野开阔，地面稳定的地方；
- 3 扫描区域较大时，应分区域扫描，不同基站扫描区域重叠度不宜小于 10%。

6.5.4 扫描控制点的布设与联测应符合下列要求：

- 1 控制点布设应均匀分布在被扫描对象区域范围内。小区域扫描控制点数量不应少于 4 个；大区域扫描时，每间隔 400m~600m 应布设一个控制点；
- 2 当扫描对象具有高反射率的规则目标数量不满足要求时，应在选定的控制点位置安置觇标。觇标宜为有规则的球状目标，直径应大于该处预计扫描点间距的 3~5 倍，并架设在空旷突出位置；
- 3 控制点联测宜与激光扫描同步进行，控制点联测精度应满足图根点的要求，位于扫描基站附近的控制点其联测精度宜提高一个等级；
- 4 可利用图根以上精度的已知点作为扫描基站，仪器应整平对中后进行扫描，后续定向处理时基站点作为控制点使用。

6.5.5 现场扫描应符合下列要求：

- 1 扫描基站应不受振动源影响；
- 2 扫描仪在烈日下工作时要撑伞遮挡阳光，避免仪器温度过高；
- 3 野外扫描宜在扫描对象表面干燥时进行；
- 4 影像资料应在激光扫描的同期获取。

6.5.6 点云数据的拼接应符合下列要求：

- 1 对于能够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照统一的坐标直接拼接；
- 2 对于以扫描基站为独立坐标系统的激光扫描仪，相邻扫描区域采用不少于 10%的重叠部分拼接成一个大区域。以每个大区域为单位来布设控制点，然后对该大区域进行整体坐标转换；相邻扫描区域进行点云数据拼接时，重叠区域内应选取不少于三处的公共点云数据，由软件自动计算出相关参数，然后将两区域的点云数据拼接在一起。拼接计算得出的参数 Conv 值，高山地区宜小于  $1.0 \times 10^{-7}$ ，平坦地区宜小于  $1.0 \times 10^{-12}$ 。

### 6.5.7 坐标转换应按下列要求执行：

- 1 拼接好的整片点云坐标是以第一块导入的点云坐标为基准的相对坐标系统，如需纳入某一坐标系统，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，检查点的残余误差应满足表 6.5.7 的规定。

表 6.5.7 检查点的残余误差表

地类 \ 中误差	相对图上平面坐标中误差 (mm)		高程中误差 (mm)
	一般	极限值	
浅丘地带	≤0.2	≤0.3	≤ $h/3$
山地高山	≤0.3	≤0.4	

6.5.8 激光扫描受物体遮挡，部分区域没有激光点云数据时，可在现场选取辅助扫描基站补充扫描；也可用其他方法进行点云的补充。

6.5.9 扫描区域调绘应遵循先外后内的原则，以扫描基站为调绘单位，以草图形式注记相应区域的要素信息；按照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。

### 6.5.10 数据处理应按下列要求进行：

- 1 利用专业软件对点云数据进行自动分类和手工编辑，将点云数据分为地面点和非地面点两大类；
- 2 利用分好类的地面点进行抽稀后生成等高线，抽稀数量按 1/3 地面点进行控制；
- 3 将地面点导入三维建模软件构建地面三维格网。对低反射区、植被或障碍遮挡区点云漏洞，应在建模过程中进行修补和编辑；
- 4 对于非地形测绘用途的三维激光扫描，为了准确地反映物体的空间形态，构建 TIN 时，宜采用三维德拉诺夫三角形法进行；
- 5 模型贴图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) 应将贴好影像的小区域模型合并拼接为整体模型。
- 6 影像内参数检校计算出的主距  $f$  和真实主距较差不应超过 2mm。

## 6.6 资料整理

### 6.6.1 数字地形测量作业完成后，应对以下资料进行整理：

- 1 仪器检定资料；
- 2 测量记录手簿；
- 3 测量计算资料和成果表；
- 4 数字化地形图及索引图；
- 5 技术设计书（有项目设计书的也应包括项目设计书）；

- 6 检查报告和技术总结报告；
  - 7 地形图数据文件、元数据文件、相片资料、点云数据等各种数据及影像资料；
  - 8 任务书要求的其他资料。
- 6.6.2 项目完成后，宜提交以下资料：
- 1 技术设计书；
  - 2 控制测量成果表；
  - 3 数字化地形图及索引图；
  - 4 检查报告和技术总结报告。

## 7 定位测量

### 7.1 一般规定

- 7.1.1 定位测量分为设计定位和施工定位两部分。
- 7.1.2 定位测量必须利用定位区域内符合要求的原有平面与高程控制网点。当控制点位的数量不足时，应予以补充；控制点精度不能满足定位测量要求时，应重新施测。
- 7.1.3 设计定位和施工定位的控制测量应符合下列要求：
- 1 设计定位的控制测量可按测图图根控制精度进行；
  - 2 施工定位的控制测量施测等级：平面测量不低于四等、高程测量不低于五等；
  - 3 定位测量所建立的平面、高程控制应与上一阶段的控制进行联测。
- 7.1.4 定位区域内无地形图时，应进行地形图的补测；原有地形图不能满足设计要求时应进行修测或重测。
- 7.1.5 现场确定的各类定向天线和非定向天线的基础中心轴线，应进行方位角闭合检查。
- 7.1.6 天、馈线定位测量完成后应绘制定位图，详细标定各定位点高程、定位点之间的距离和形成的角度关系，并作必要说明。

### 7.2 天线、馈线定位测量

- 7.2.1 天线、馈线定位可采用常规测量和 GNSS 测量等方法。
- 7.2.2 定向天线施工定位测量应按本规范一级导线的精度要求执行，非定向天线施工定位测量应按本规范二级导线的精度要求执行。
- 7.2.3 天线拉锚、馈线、中波地网线和天线场强测量点等，可按本规范图根点的精度要求测设。
- 7.2.4 天线基础之间或天线基础与地锚基础之间相对高差的定位测量，应按本规范图根高程控制点要求执行。
- 7.2.5 RTK、极坐标、前方交会等测量的技术要求，应按本规范第 6 章相关内容执行，前方交会法定位测量还应符合下列规定：
- 1 起始边宜直接利用控制网的边长；



2 设站点应能直接观测到交会点桩顶，设站点与观测点距离不宜超过 70m，观测应独立照准两次取平均值，交会定位点的技术要求应符合表 7.2.5 的规定。

表 7.2.5 交会定位点的技术要求

点位中误差 (mm)	使用仪器	交会图形	照准次数	交会角
20	2"级	近似对称	2	60° ~120°

7.2.6 卫星天线、转动天线、天线基础、钢筋混凝土或钢结构电视塔，其基础中心和施工控制桩的定位测量，应符合下列要求：

- 1 基础中心桩和施工控制桩的定位测量精度应保持一致；
- 2 各相邻塔的基础中心应直接测定，且相对位置偏差不应超过±5mm；
- 3 卫星天线和转动天线在进行定位测量时，在通过基础中心点的地面上，应设置和标定正北方向的控制桩；
- 4 各类塔形基础中心施工控制桩的布设应按本规范附录 D 进行。

### 7.3 建筑物定位测量

7.3.1 建筑物定位测量轴线宜与主要建筑物轴线平行。依据主建筑物形状，定位测量轴线可布设为“一”、“L”或“十”字形。

7.3.2 建筑物定位轴线应埋设三个以上稳固的控制桩，控制桩周围应建有保护设施。

7.3.3 建筑物定位主轴线的控制桩宜纳入首级平面、高程控制网中，或与首级控制网以同等精度进行联测。

7.3.4 附属建筑物定位轴线(含发射机房)的控制桩，平面坐标可按本规范二级导线精度施测，高程可按本规范五等水准技术要求执行。

### 7.4 资料整理

7.4.1 定位测量工作完成后，应对以下资料进行整理：

- 1 技术设计书；
- 2 埋石点点之记；
- 3 控制网图；
- 4 原始记录资料；
- 5 计算资料和控制点成果表；
- 6 各种测量仪器的检验资料；
- 7 技术总结报告。

7.4.2 项目完成后，宜提交下列资料：

- 1 技术设计书；
- 2 埋石点点之记；
- 3 控制网图；
- 4 控制点成果表；

- 5 定位测量成果图；
- 6 技术总结报告。

## 8 广播电视线路测量

### 8.1 一般规定

- 8.1.1 广播电视线路测量的测绘工作，包括光纤、电缆线路和微波传输线路，通常分为线路选线和定测两个阶段。
- 8.1.2 广播电视线路测量中补充或加密的等级控制测量可按本规范第4、5章相关内容执行，图根控制点测量按本规范6.2节技术要求执行。
- 8.1.3 光纤、电缆线路测量主要内容包括控制测量、线路带状地形图测量和线路交叉跨越测量等。地形图及断面的测量比例尺应依据设计要求确定。
- 8.1.4 微波线路测量的主要内容包括控制测量、微波站地形图测量、微波站之间的纵剖面图测量、线路方位角及微波站高程测量等。

### 8.2 光纤、电缆线路测量

- 8.2.1 带状地形图测量宽度宜为120米，即线路中心线两侧各测60米，测量方法及要求执行本规范第6章的相关规定。
- 8.2.2 光纤、电缆线路的起点、终点和线路转点均应设置控制桩并在实地标定。

### 8.3 微波线路测量

- 8.3.1 微波站地形图和微波站之间纵剖面图的测量比例尺可根据设计要求确定，测量方法和作业技术要求可参照本规范6.3节的相关规定执行。
- 8.3.2 微波站之间纵剖面测量应符合下列规定：
  - 1 应进行微波站之间的纵剖面测量，并绘制纵剖面图；
  - 2 用于纵剖面测量的测站点应为图根点或图根级以上控制点；
  - 3 可采用全站仪、RTK等方法施测，剖面点的平面精度不应大于图上0.5mm，高程精度不应大于1/6基本等高距；
  - 4 剖面点应为正确反映地形和地物变化的特征点，依剖面测量比例尺分母M，宜每隔 $0.01 \times M$ 米 $\sim 0.03 \times M$ 米施测一点，且每一剖面施测的剖面点数量不得少于3点；
  - 5 纵剖面图累计距离应以微波站起始站为零点，向终止站端累计；纵剖面图中应注明微波站的起始站与终止站名称、坐标和高程，并标注纵剖面最高点、最低点的坐标和高程。
- 8.3.3 微波线路方位角测量中误差应小于 $1'$ ，相邻微波站之间高差测量中误差应小于25cm。

## 8.4 资料整理

8.4.1 线路测量工作完成后，应对以下资料进行整理：

- 1 技术设计书；
- 2 埋石点点之记；
- 3 原始记录资料；
- 4 计算资料和控制点成果表；
- 5 地形图、剖面图；
- 6 各种测量仪器的检验资料；
- 7 技术总结报告。

8.4.2 项目完成后，宜提交下列资料：

- 1 技术设计书；
- 2 埋石点点之记；
- 3 控制点成果表；
- 4 地形图、剖面图；
- 5 技术总结报告。

## 9 工程竣工综合图的编绘与实测

### 9.1 一般规定

9.1.1 广播电视工程建设施工完成后，应编绘或实测工程竣工综合图。

9.1.2 工程竣工综合图宜采用数字图形方式表达，按工程建设内容的功能或属性进行分类，并以图面清晰、简洁实用为原则将工程竣工综合图的各分类内容表达完整。

9.1.3 工程竣工综合图比例尺，技术区、行政区宜采用 1:500；天线场区及其他区域宜采用 1:1000 或 1:2000。工程竣工综合图的坐标系统、高程起算基准和图面要素，应与原设计图或测量定位图保持一致。

9.1.4 工程竣工综合图可根据设计、施工资料和竣工测量资料编绘完成，也可通过实测完成。

### 9.2 工程竣工综合图编绘

9.2.1 工程竣工综合图编绘应搜集以下资料：

- 1 总平面布置图；
- 2 施工设计图；
- 3 设计变更文件；
- 4 施工检测记录；

- 5 测量定位资料;
  - 6 竣工测量资料;
  - 7 其他相关资料。
- 9.2.2 编绘前应对搜集的资料进行实地检查、校对,对不符之处应作出相应修改。
- 9.2.3 工程竣工综合图的编制应符合下列规定:
- 1 地上建(构)筑物应按实际竣工位置和形状进行编制;
  - 2 地下管线及隐蔽工程,应根据回填前的实测坐标和高程成果进行编制;
  - 3 施工中变更部分,应根据设计变更文件和实测资料编制。
- 9.2.4 工程竣工综合图编绘应满足下列要求:
- 1 应绘出地面上的天线、馈线、机房及附属建(构)筑物、道路、地面排水沟渠、树木绿化、人孔等设施;
  - 2 建(构)筑物主要外墙交点宜注明坐标;
  - 3 建(构)筑物应注明室内地坪( $\pm 0$ )高程;
  - 4 道路中心的起终点、交叉点,宜注明坐标及高程,路面应注明材料;
  - 5 地物、地形和地貌应注明相关属性信息。
- 9.2.5 当工程竣工综合图表达内容多、图面负载较大或工程需要时,应绘制专项竣工图,绘制要求按照本章9.2.6条~9.2.9条执行。
- 9.2.6 给、排水管道竣工图编绘应满足下列要求:
- 1 给水管道应绘出地面给水建(构)筑物及各种水处理设施。在管道的结点处,当图上按比例绘制有困难时,可用放大详图表示。管道的起终点、交叉点、分叉点,应注明坐标、管顶高程及管径;变坡处应注明管顶高程;变径处应注明管径及材料;不同型号的检查井应绘制详图;
  - 2 排水管道应绘出污水处理构筑物、水泵站(房)、检查井、跌水井、水封井、各种排水管道、雨水口、排水口、化粪池以及明渠、暗渠等。检查井应注明中心坐标、出入口管底标高、井底标高、井台标高。管道应注明管径、材料、坡度。对不同类型的检查井应绘出详图。此外,还应绘出相关建(构)筑物及道路。
- 9.2.7 动力、工艺管道竣工图编绘应满足下列要求:
- 1 应绘出管道的起终点、交叉点,应注明坐标、管顶高程、管径及材质;
  - 2 对于地沟埋设的管道,应在适当地方绘出地沟断面,表示出沟的尺寸及沟内各种管道的位置;
  - 3 应绘出相关的建(构)筑物及道路。
- 9.2.8 输电及传输线路竣工图编绘应满足下列要求:
- 1 应绘出变配电站、机房变电室、室外变电装置、柱上变压器、电杆、地下电缆检查井和电缆入地等;
  - 2 通讯线路应绘出中继站、交接箱、分线盒(箱)、电杆和地下通讯电缆人孔等;
  - 3 输电及通讯线路的起终点、分叉点、交叉点的电杆应注明坐标;线路与道路交叉处应注明净空高;
  - 4 地下电缆应注明埋设深度或电缆沟的沟底高程;
  - 5 输电及通讯线路应注明线径、导线数和电压数等数据,各种输变电设备应注明型号及容量;

- 6 应绘出相关的建（构）筑物及道路。
- 9.2.9 综合管线竣工图编绘应满足下列要求：
- 1 应绘出所有地上、地下管线，主要建（构）筑物及道路；
  - 2 在管线密集处及交叉处，可通过绘制剖面图表示其相互关系。

### 9.3 工程竣工综合图实测

- 9.3.1 工程竣工综合图的实测，应在原有的施工控制点上进行。当控制点不足时，应进行恢复或重新布设。恢复或重新布设的控制点坐标、高程系统应与原有控制系统相一致，施测等级应能满足竣工综合图实测时对控制的精度要求。
- 9.3.2 工程竣工综合图细部点的实测方法，应按本规范 6.3 节数字地形测量中有关技术要求执行。
- 9.3.3 工程竣工综合图实测内容及编绘要求，应按本规范 9.2 节有关技术要求执行。

### 9.4 资料整理

- 9.4.1 工程竣工综合图编绘与实测工作完成后，应对以下资料进行整理：
- 1 技术设计书；
  - 2 埋石点点之记；
  - 3 原始记录资料；
  - 4 计算资料和控制点成果表；
  - 5 工程竣工综合图；
  - 6 各种测量仪器的检验资料；
  - 7 技术总结报告。
- 9.4.2 项目完成后，宜提交下列资料：
- 1 技术设计书；
  - 2 埋石点点之记；
  - 3 控制点成果表；
  - 4 工程竣工综合图；
  - 5 技术总结报告。

## 10 广播电视设施变形测量

### 10.1 一般规定

10.1.1 广播电视设施变形测量包含水平位移和垂直位移测量两项内容。根据工程及安全需要，应对变形测量工作作出统筹安排，制定的实施方案应能切实反映广播电视设施的实际变形程度和变形趋势。

10.1.2 变形测量系统由基准点、工作基点和监测点三部分标点组成，各类标点的点位设计布设应符合下列要求：

- 1 工程变形测量系统的基准点数量不应少于 3 个，其布置位置应远离被监测对象，且不受工程影响的稳固可靠区域；
- 2 工作基点宜选在邻近被监测对象、方便变形测量实施、且相对稳定的位置。对于变形测量项目简单的工程，可不设立工作基点而由基准点代替；
- 3 监测点应设置在被监测对象的主体结构及关键部位，且能代表被监测对象的变形特征。

10.1.3 变形测量的等级划分及精度要求，应符合表 10.1.3 的规定。

表 10.1.3 变形测量的等级划分及精度要求

变形测量等级	垂直位移测量		水平位移测量	适用范围
	变形监测点的高程中误差 (mm)	相邻监测点高差中误差 (mm)	变形监测点的点位中误差 (mm)	
二等	0.5	0.3	3.0	钢筋混凝土发射塔、钢结构发射塔等
三等	1.0	0.5	6.0	广播电视中心、钢结构发射塔等
四等	2.0	1.0	12.0	观测精度要求较低的建（构）筑物

注：1 监测点的高程中误差和点位中误差，是相对于邻近基准点而言；

2 当水平位移变形测量用坐标向量表示时，坐标分量中误差为表中相应等级点位中误差的 $1/\sqrt{2}$ ；

3 垂直位移的测量，可视需要按监测点的高程中误差或相邻监测点的高差中误差确定测量等级。

10.1.4 变形测量的观测周期按设计要求进行，观测过程中可依据变形量、变形速率等因素的变化情况，对观测周期作相应调整。

10.1.5 变形测量作业应符合下列要求：

- 1 采用相同的观测图形(观测路线)和观测方法；
- 2 使用同一仪器设备；
- 3 固定观测人员；
- 4 作业时的基本环境条件宜趋于一致。

10.1.6 首期变形测量应连续观测两次，当两次观测成果差值满足限差要求时，取平均值作为初始值。

10.1.7 平面和高程监测网，应定期检测。在建网初期宜 1 月~2 月检测一次；点位稳定后，检测周期宜延长至每半年检测一次；如遇地震及其他自然灾害、点位存在显著变动、重大环境变化等特殊状况时，应及时增加检测频率。

10.1.8 每期观测结束，应及时处理监测数据，当出现监测点的变形量异常、变形量接近或超出预警值、其他环境观测量快速变化时，均应及时向有关单位反馈监测信息，以便采取相应措施，保障工程安全。

## 10.2 水平位移监测网

10.2.1 水平位移监测网，可采用三角形网、导线网和视准线等布置形式。

10.2.2 水平位移监测网宜采用独立坐标系统，并一次布网完成。

10.2.3 宜拟定多种图形布置方案，通过精度、可靠性、灵敏度及建网费用指标分析，进行设计优化，确定最佳布网方案。完成设计后应编写水平位移监测网技术设计书，制定观测纲要。

10.2.4 水平位移监测网的主要技术要求，应符合表 10.2.4 的规定。

表 10.2.4 水平位移监测网的主要技术要求

等级	最弱点点位中误差 (mm)	平均边长 (m)	测角中误差 (")	测距中误差 (mm)	水平角观测测回数	
					1"级仪器	2"级仪器
二等	3.0	≤300	1.0	$1+1\times 10^{-6}D$	9	—
		≤150	1.8	$1+1\times 10^{-6}D$	6	9
三等	6.0	≤350	1.8	$2+2\times 10^{-6}D$	6	9
		≤200	2.5	$2+3\times 10^{-6}D$	4	6

注：1 表中最弱点点位中误差是相对于平面监测网基准点而言；  
2  $D$  为实测边长值。

10.2.5 水平位移监测网水平方向观测应符合以下规定：

- 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、方向观测补测和超限观测值重测按《国家三角测量规范》GB/T17942 的有关规定执行；
- 2 方向观测法的技术要求应符合表 10.2.5 的规定。

表 10.2.5 方向观测法的技术要求

等级	仪器等级	两次照准读数差 (")	半测回归零差 (")	同一测回中 2C 互差 (")	同一方向值各测回 较差 (")
二等、三等	1"级仪器	2	6	9	6
	2"级仪器	3	8	13	9

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

10.2.6 监测网边长宜采用全站仪观测，边长观测技术要求应符合表 10.2.6 的规定。

表 10.2.6 边长观测技术要求

等级	仪器精度 (mm)	观测 测回数		一测回读数 较差 (mm)	单程各测回 较差 (mm)	气象数据最小读数		往返测较差 (mm)
		往测	返测			温度 (°C)	气压 (Pa)	
二等	$1+1\times 10^{-6}D$ 级	3	3	3	4	0.2	50	$\leq 2(a+b\times D)$
三等	$2+3\times 10^{-6}D$ 级	2	2	5	7			

注：1 测回是指照准目标一次，读数 4 次的过程；  
2 边长观测可采用不同时段的观测代替往返测；  
3 测量的斜距应经过气象改正和加常数、乘常数改正后方能计算水平距离；  
4 计算往返测边长较差时， $a, b$  分别为相应仪器等级的固定误差和比例误差， $D$  为实测边长值。

10.2.7 采用视准线法进行水平位移监测的广播电视工程，可不建立水平位移监测网，但应在视准线两端布置工作基点，并应在其连线外侧的稳定位置设置校核基点。

10.2.8 水平位移监测网及视准线的控制标点应建立带有强制对中装置的混凝土观测墩，标石埋设规格与要求执行《建筑变形测量规范》JGJ8 附录 B 的规定。

### 10.3 垂直位移监测网

10.3.1 垂直位移的监测网，可布设成闭合环或附合水准路线等形式。

10.3.2 水准基点应埋设在变形区以外的基岩或原状土层上，亦可利用稳固的建（构）筑物，设立墙上水准基点。

10.3.3 水准工作基点宜设置在垂直位移监测点附近，水准基点和水准工作基点的标石类型可根据现场条件和设计要求确定，具体埋设规格与要求参照《建筑变形测量规范》JGJ8 附录 A 执行。

10.3.4 垂直位移监测网的主要技术要求，应符合表 10.3.4 的规定。

表 10.3.4 垂直位移监测网的主要技术要求

等级	最弱点高程中误差 (mm)	每站高差中误差 (mm)	往返较差、附合或环线闭合差 (mm)	检测已测高差较差 (mm)	使用仪器、观测方法及要求
二等	0.5	0.15	$0.3\sqrt{n}$	$\leq 0.5\sqrt{n}$	DS0.5、DSZ0.5 型仪器，宜按国家一等水准测量的技术要求施测
三等	1.0	0.30	$0.6\sqrt{n}$	$\leq 0.8\sqrt{n}$	DS1、DSZ1 以上型仪器，宜按国家二等水准测量的技术要求施测
四等	2.0	0.70	$1.4\sqrt{n}$	$\leq 2.0\sqrt{n}$	DS3、DSZ3 以上型仪器，宜按国家三等水准测量的技术要求施测

注：1 表中最弱点高程中误差是相对于垂直监测网起算点（或水准基点）而言；

2  $n$  为测段的测站数。

10.3.5 垂直位移监测网的高程系统宜采用测区原有高程系统，也可采用独立高程系统。

10.3.6 应依据水准基点、水准工作基点位置拟定观测路线，通过设计优化，确定垂直位移网布置方案，编写技术设计书，确定使用仪器及水准施测等级。

### 10.4 水平位移测量

10.4.1 水平位移的测量，可采用测角前方交会法、边角交会法、导线测量法、极坐标法、小角法、经纬仪投点法和视准线法等，并应符合下列规定：

1 采用前方交会法时，宜采用 3 点交会法，测角交会法的交会角应在  $60^\circ \sim 120^\circ$  之间，测边交会法的交会角宜在  $30^\circ \sim 150^\circ$  之间；

2 采用经纬仪投点法和小角法时，对经纬仪的垂直轴倾斜误差，应进行检验，当垂直角超出  $\pm 3^\circ$  范围时，应进行垂直轴倾斜修正；

3 采用极坐标法时，观测距离不宜超过 150m，并采用对应等级的全站仪测定；

4 采用视准线法时，其主要技术要求按《工程测量规范》GB50026 的相关内容执行。

10.4.2 水平位移监测点的施测精度，应按本规范表 10.1.3 中相应等级及要求的規定执行。

10.4.3 建（构）筑物主体的倾斜观测，应测定顶部及其相应底部监测点的偏移值。对整体刚度较好的建筑物的倾斜观测，可采用基础差异沉降推算主体倾斜值。



10.4.4 建（构）筑物的裂缝观测，宜在裂缝两侧设置观测标志；对于较大的裂缝，至少应在其最宽处及裂缝末端各布设一对观测标志；裂缝可直接量取或间接测定，分别测定其位置、走向、长度和宽度的变化。

## 10.5 垂直位移测量

10.5.1 建（构）筑物的沉降观测，宜采用几何水准测量方法。

10.5.2 沉降监测点的布设，应符合下列规定：

- 1 反映建（构）筑物变形特征和变形明显的部位；
- 2 标志应稳固、明显、结构合理，不影响建（构）筑物的美观和使用；
- 3 点位应避免障碍物，便于观测使用；
- 4 建（构）筑物的基础沉降监测点，宜埋设于基础底板上。

10.5.3 沉降监测点宜采用几何水准方法观测，其精度要求应符合本规范表 10.1.3 的规定。

10.5.4 沉降观测的各项记录，应注明观测时的气象情况和荷载变化。

10.5.5 建（构）筑物的沉降监测点应按设计图纸要求埋设，并符合下列规定：

- 1 建筑物四角或沿外墙每 10m~15m 处或每隔 2~3 根柱基上；
- 2 裂缝或沉降缝或伸缩缝的两侧；新旧建筑物或高低建筑物以及纵横墙的交接处两侧；
- 3 人工地基和天然地基的接壤处；建筑物不同结构的分界处；
- 4 广播电视各类型塔等高耸构筑物的基础轴线的对称部位，每一构筑物不应少于 4 个点。

10.5.6 施工期间，对于建筑物沉降观测的周期，高层建筑物每增加 1~2 层应观测 1 次；其他建筑的观测总次数不应少于 5 次。竣工后的观测周期，可根据建筑物的稳定情况确定。

## 10.6 成果检查及内业计算

10.6.1 变形测量工作结束后，应及时整理和检查外业观测手簿。

10.6.2 水平位移监测网和垂直位移监测网的数据处理应符合以下要求：

- 1 应依据工程监测的实际变形情况合理选择平差基准，按最小二乘法进行平差计算；
- 2 平差计算宜采用具有方差分量估计修正定权功能的软件，使各类监测量的先验权与验后权相一致；
- 3 平差结束后，输出平差计算成果，并评定精度。要求计算内容完整、报表清晰，便于审查，各项技术指标应满足本规范规定；

- 4 相邻期监测网观测的数据处理宜采用相同的起算基准，并对网点的稳定性予以正确评价。

10.6.3 各类监测点的观测成果计算、分析应符合下列要求：

- 1 观测值中不应含有粗差或超限误差及系统误差；
- 2 监测点数据处理宜采用严密平差方法，且数据处理的平差模型应保持一致；
- 3 计算成果应包含监测点精度、原始观测数据、坐标成果以及重要的过程计算资料；
- 4 应采用统一的监测基准对监测点多期观测成果进行归算、整编，确保监测成果的有序衔接，形成监测信息，并及时反馈。

10.6.4 内业计算取位的要求，应符合表 10.6.4 的规定。

表 10.6.4 内业计算取位的要求

监测网等级	方向值 (")	边长 (mm)	坐标 (mm)	高程 (mm)	水平位移量 (mm)	垂直位移量 (mm)
二等	0.01	0.1	0.1	0.01	0.1	0.01
三、四等	0.1	1	1	0.1	1	0.1

## 10.7 资料整理

10.7.1 变形测量工作结束后，应根据工程需要整理下列有关资料：

- 1 变形测量技术设计书；
- 2 水平位移、垂直位移监测控制网以及监测点点位布置图；
- 3 原始观测资料和平差计算成果；
- 4 水平位移、垂直位移监测网成果表；
- 5 各种测量仪器的检验资料；
- 6 监测点变形测量成果统计表；
- 7 监测点水平位移和垂直位移的时间—位移量曲线图；
- 8 变形测量报告。

10.7.2 项目完成后，宜提交下列资料：

- 1 变形测量技术设计书；
- 2 水平位移、垂直位移监测网以及监测点点位布置图；
- 3 水平位移、垂直位移监测网成果表；
- 4 监测点变形测量成果统计表；
- 5 监测点水平位移和垂直位移时间—位移量曲线图；
- 6 变形测量报告。

## 附录 A 平面控制测量

### A.1 平面控制点点之记格式

表 A.1.1 平面点之记

点名: KJSXX

年 月 日

位置略图		标石略图	
所在图幅		标石类型	
经纬度		标志中心	
所在地		土地使用者	
特别土质		开挖情况	
交通路线			
点位 详细说明			
接管单位		保管人	
选点单位		埋石单位	
选点者		埋石者	
选点日期		埋石日期	
备注			

## A.2 GNSS 点点之记格式

表 A.2.1 GNSS 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：		通讯设施：	
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：

### A.3 平面控制点标石制作规格及埋设

#### A.3.1 三、四等平面控制点制作规格及埋设:

1 三、四等平面控制点标志采用金属等材料制作, 其规格见图 A.3.1-1;

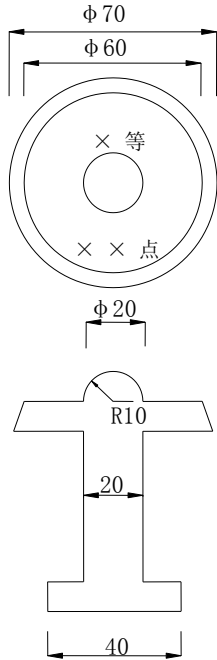
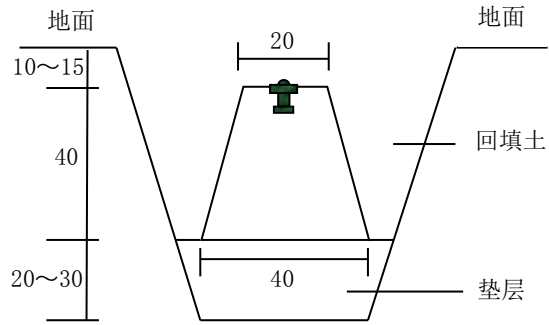


图 A.3.1-1 金属标志(单位: mm)



图A.3.1-2 混凝土普通标石(单位: cm)

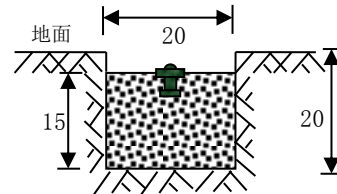


图 A.3.1-3 岩石标志(单位: cm)

2 三、四等平面控制点可采用混凝土普通标石和岩石标石, 其制作规格及埋设见图 A.3.1-2 和图 A.3.1-3。

#### A.3.2 一、二级控制点制作规格及埋设见图 A.3.2。

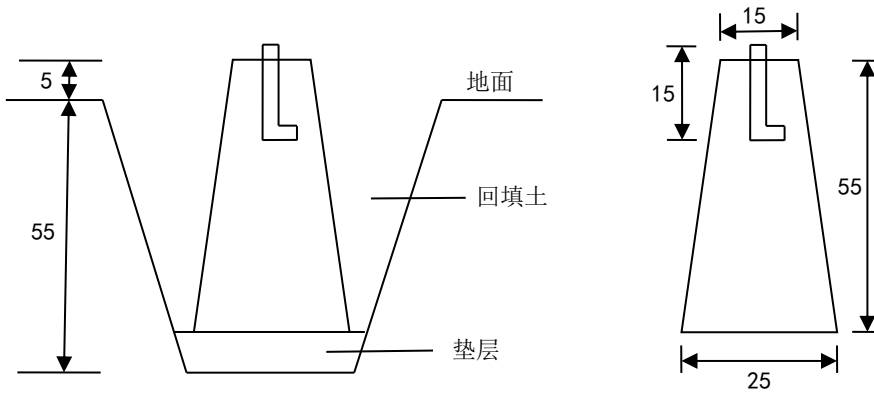


图 A.3.2 一、二级控制点(单位: cm)

## 附录 B 高程控制测量

### B.1 水准点点之记格式

表 B.1.1 水准点之记

点名：JBM XX

年 月 日

位置略图		标石略图	
所在图幅		标石类型	
经纬度		标志中心	
所在地		土地使用者	
特别土质		开挖情况	
交通路线			
点 位 详细说明			
接管单位		保 管 人	
选点单位		埋石单位	
选 点 者		埋 石 者	
选点日期		埋石日期	
备 注			

## B.2 水准点标志图

B.2.1 水准点标志采用金属、岩石等材料制作，其规格见图 B.2.1-1 和图 B.2.1-2。

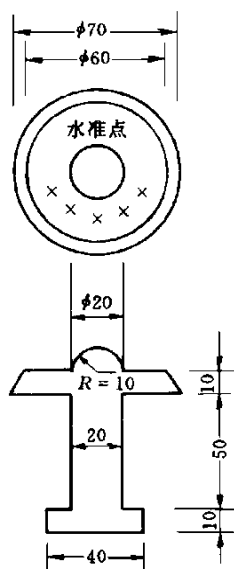


图 B.2.1-1 金属标志(单位: mm)

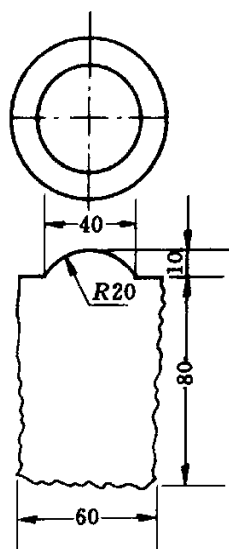


图 B.2.1-2 岩石标志(单位: mm)

- 注: 1 金属水准标志的圆球部应采用铜或不锈钢材料制作, 圆盘和根络可用普通钢材;  
 2 图 B.2.1-1 为安置在混凝土标石上的水准标志; 图 B.2.1-2 为安置在岩石上的水准标志;  
 3 图中“×××××”处为测量单位名称。

## B.3 水准点标石制作规格及埋设

B.3.1 混凝土基本水准标石制作规格及埋设见图 B.3.1。

B.3.2 混凝土普通水准标石制作规格及埋设见图 B.3.2。

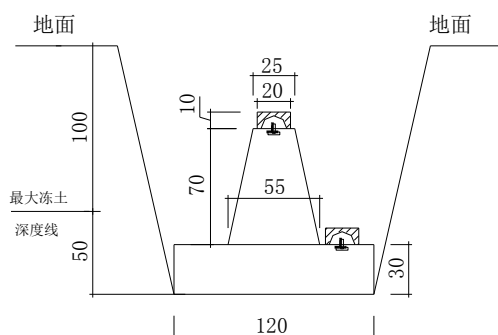


图 B.3.1 混凝土基本水准标石  
断面图(单位: cm)

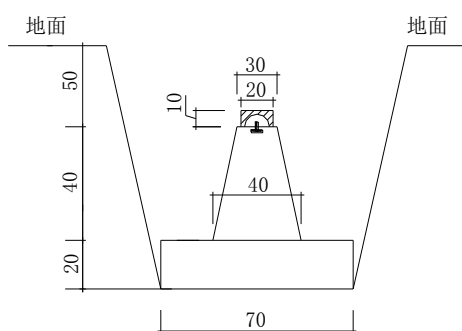


图 B.3.2 混凝土普通水准标石  
断面图(单位: cm)

B.3.3 岩层普通水准点标石制作规格及埋设见图 B.3.3。

当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, 高差相差 0.1m 坚硬的岩石层上。

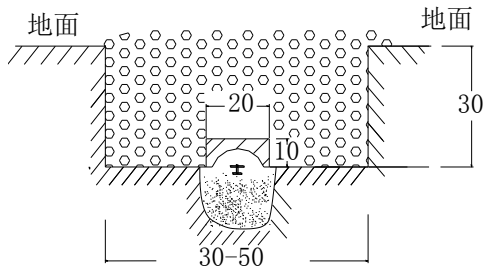


图 B.3.3 岩层普通水准标石断面图(单位: cm)

B.3.4 冻土地区应埋设钢筋混凝土柱普通水准标石, 见图 B.3.4-1。在通行困难的冻土地区, 也可以钢管普通水准标石代替, 见图 B.3.4-2。

标石埋设深度应依地下水位的高低按表 B.3.4 决定。

表 B.3.4 冻土地区标石埋设深度表

地下水位距地面深度(m)	标石底盘底部位于最大冻土深度线下(m)	标志距地面距离(m)
< 6	> 0.5	0.3~0.5
6~10	> 0.2	0.3~0.5
> 10	按一般地区埋设混凝土普通水准标石	

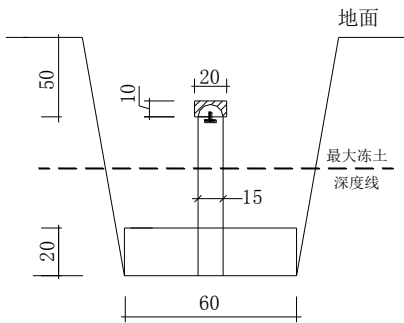


图 B.3.4-1 钢筋混凝土柱普通水准标石  
断面图(单位: cm)

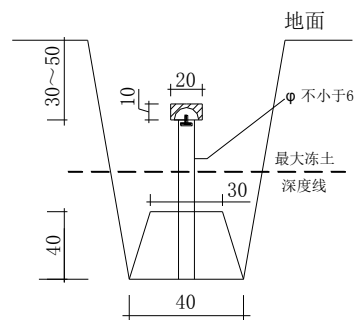


图 B.3.4-2 钢管普通水准标石  
断面图(单位: cm)

B.3.5 混凝土水准标石顶面示意图见图 B.3.5。

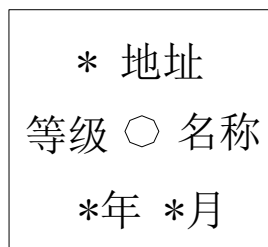


图 B.3.5 混凝土水准标石顶面示意图



## 附录 C 地形图测量

### C.1 图根点的埋石类型和要求

#### C.1.1 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  $5\text{cm}$ ，以红油漆书写点号。如点位在固定岩石上，则刻  $5\text{cm} \times 5\text{cm}$  的十字线并涂油漆写上点号。

#### C.1.2 图根点永久性标石

分为混凝土及柱石埋石点和天然岩石点。

混凝土标石及柱石标石的埋设：混凝土标石应埋入地下  $40\text{cm}$ ，露在地面  $10\text{cm}$ ；柱石标石埋入地下  $45\text{cm}$ ，露在地面  $10\text{cm}$ ，四周要夯实捣紧。标石规格见图 C.1.2-1。

天然岩石点标石规格见图 C.1.2-2。可分为两种形式：一种在岩石上刻凿  $15\text{cm} \times 15\text{cm} \times 20\text{cm}$  的方洞，用混凝土浇灌中间的铁标心，标面嵌印点号；另一种遇见坚硬岩石，点位中心刻十字线（线长  $5\text{cm}$ ，宽  $0.3\text{cm}$ ，线槽深  $0.3\text{cm}$ ），标面刻凿  $15\text{cm} \times 15\text{cm}$  见方的框线，线槽深  $0.5\text{cm} \sim 1\text{cm}$ 。

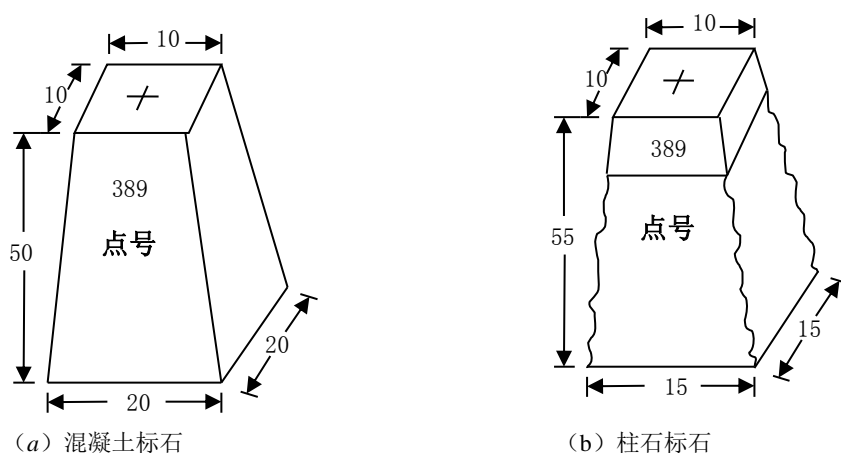


图 C.1.2-1 固定埋石点标石规格(单位: cm)

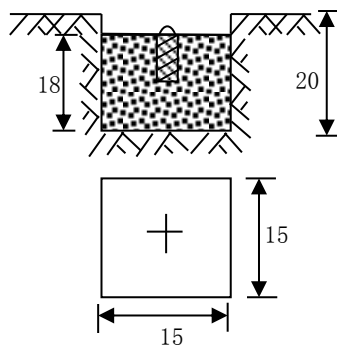


图 C.1.2-2 天然岩石点标石规格(单位: cm)

## C.2 细部坐标观测要求

C.2.1 常规数字地形图测量细部坐标观测要求见表 C.2.1。

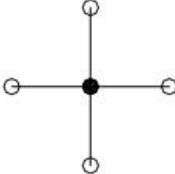
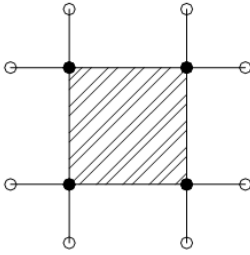
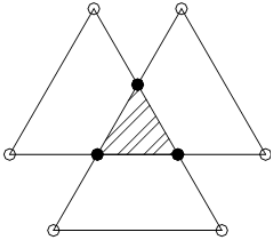
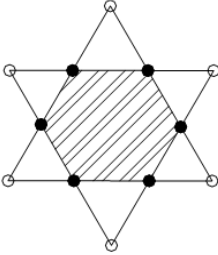
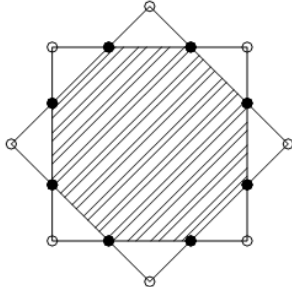
表 C.2.1 常规数字地形图测量细部坐标观测要求

类别		细部位置	细部高程	备注
建筑物及构筑物	矩形	主要角	主要房墙角和室内地面	注出主要尺寸
	圆形	中心	基础面或地面	注明接地处半径
地下管线		起、终、转、交叉点(应测管中心或管沟中心), 主要部位中心	地面、井台、上水管顶、下水管底、地沟底或地沟盖	—
架空电缆		起、终、转、交叉点的支架中心	主要支架的基础面或地面	—
地下电缆(高压或传音)		起、终、转、交叉点的中心、地面标志	注出埋深尺寸	—
电力线		铁塔中心、杆位的起、终、转点	铁塔基础面或地面、杆位地面	—
馈线		起、中、终、转角杆位中心	杆基础面或杆位地面	—
拉线塔		塔位中心	塔基础面	—
自立塔		塔基础	任意一个塔基础面	—
转动天线塔		塔基础中心、轨道基础	轨道顶部任意一个点	—
地锚		拉杆与地面交点地锚基础	各基础面	—
防空洞		洞轴线、出入洞口	注出洞顶到地面的深度	—
道路		路面中心线	变坡处、直线每 50 米测一点	—
冷却水池		中心和形状	池底测一点	—
冷却塔		中心和形状	基础面	—
木杆天线		杆位中心	—	—

## 附录 D 各类塔形施工控制桩布设要求

D.0.1 各类塔形基础中心施工控制桩的布设要求见表 D.0.1。

表 D.0.1 各类塔形基础中心施工控制桩布设要求

塔形种类	控制桩布设图形	内容要求
单塔		等距正交四个桩
正方形塔		正交双十字八个桩
正三边形塔		三个正三角形部分 对称重叠六个桩
正六边形塔		正六角星形六个桩
正八边形塔		正八角星形八个桩

注：图表中实心圆表示塔基础中心，空心圆表示控制桩。

## 本规范用词说明

- 1 为便于在执行本规范条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词，说明如下：
  - 1) 表示很严格，非这样做不可的：  
正面词采用“必须”；反面词采用“严禁”；
  - 2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：  
正面词采用“应”；反面词采用“不应”或“不得”；
  - 3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：  
正面词采用“宜”；反面词采用“不宜”；
  - 4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。
- 2 条文中指明应按其他有关标准、规范执行的写法为“应符合……要求或规定”或“应按……执行”。

## 引用标准名录

- 1 《工程测量规范》GB50026
- 2 《1:500 1:1000 1:2000 外业数字测图技术规程》GB/T14912
- 3 《国家三角测量规范》GB/T17942
- 4 《国家三、四等水准测量规范》GB/T12898
- 5 《1:500 1:1000 1:2000 地形图图式》GB/T20257.1
- 6 《1:5000 1:10000 地形图图式》GB/T20257.2
- 7 《1:500 1:1000 1:2000 地形图航空摄影测量外业规范》GB/T7931
- 8 《1:500 1:1000 1:2000 地形图航空摄影测量内业规范》GB/T7930
- 9 《基础地理信息数字成果 1:500、1:1000、1:2000 数字高程模型》CH/T9008.2
- 10 《基础地理信息数字成果 1:500、1:1000、1:2000 数字正射影像》CH/T9008.3
- 11 《城市三维建模技术规范》CJJ/T157
- 12 《建筑变形测量规范》JGJ8

中华人民共和国广播电影电视工程建设行业标准

# 广播电视工程测量规范

GY5013-2014

条文说明

## 目 次

1	总则 .....	49
2	术语和符号.....	50
2.1	术语 .....	50
2.2	符号 .....	50
3	天文测量.....	50
3.1	一般规定.....	50
3.2	天文点经纬度测量.....	50
3.3	天文方位角测量.....	51
3.4	资料整理.....	51
4	平面控制测量.....	51
4.1	一般规定.....	51
4.2	GNSS 平面控制测量 .....	51
4.3	三角形网测量.....	53
4.4	导线测量.....	53
4.5	资料整理.....	54
5	高程控制测量.....	54
5.1	一般规定.....	54
5.2	水准测量.....	54
5.3	电磁波测距三角高程测量.....	54
5.4	GNSS 高程控制测量 .....	55
5.5	资料整理.....	55
6	地形图测量.....	55
6.1	一般规定.....	55
6.2	图根控制测量.....	56
6.3	常规数字地形图测量.....	57
6.4	无人机低空摄影测量.....	58
6.5	地面激光扫描测量.....	58
6.6	资料整理.....	59
7	定位测量.....	59
7.1	一般规定.....	59
7.2	天线、馈线定位测量.....	59
7.3	建筑物定位测量.....	60
7.4	资料整理.....	60

8	广播电视线路测量.....	60
8.1	一般规定.....	60
8.2	光纤、电缆线路测量.....	60
8.3	微波线路测量.....	60
8.4	资料整理.....	61
9	工程竣工综合图的编绘与实测.....	61
9.1	一般规定.....	61
9.2	工程竣工综合图编绘.....	61
9.3	工程竣工综合图实测.....	62
9.4	资料整理.....	62
10	广播电视设施变形测量.....	62
10.1	一般规定.....	62
10.2	水平位移监测网.....	63
10.3	垂直位移监测网.....	64
10.6	成果检查及内业计算.....	64
10.7	资料整理.....	64

# 1 总则

1.0.1 《广播电视工程测量规范》GY5013-2005 由原广电总局于 2005 年 8 月 26 日发布，自 2005 年 11 月 1 日起执行。该规范基本总结和涵盖了 2005 年以前广播电视工程勘测设计、工程施工、竣工验收和维护管理等各阶段的测绘内容，按当时的技术水平和工程建设需要，统一规范了广播电视工程测量的各项技术要求，对指导广播电视工程建设的测绘工作，保证工程建设质量起到了至关重要的作用。近年来随着社会经济的不断发展和科学技术水平的不断提高，测绘技术取得了长足进步，一大批新型测绘仪器相继投入市场，新兴测绘技术及作业方法在测绘生产中得到越来越广泛的应用，为保持广播电视行业工程测量规范与目前测绘技术发展水平和国家相关测绘规范的适应性，持续满足广播电视工程建设对测绘内容、测绘质量等方面的要求，充分体现我国广播电视工程测绘生产中新技术、新工艺、新设备应用所取得的实践经验和研究成果，结合生产实际，在《广播电视工程测量规范》GY5013-2005 的基础上进行本规范的修订工作。

1.0.2 本条说明了本规范的适用范围。

1.0.3 广播电视工程是国家重要基础设施之一，从确保其安全考虑并满足工程需要而建立的平面坐标系统和高程系统均采用独立系统；为保障广播电视各种设施的设计、施工、安装和调试，充分发挥各类设施的使用效能，所建立的独立平面坐标系统其起算方位采用真北方向；为避免广播电视工程受到洪灾、水害等不利自然因素影响，对于处于地势低洼、距江河湖泊等较近的工程其高程尽量与就近的国家高程控制进行联测，以便确定两高程系统间的换算关系；为保持同一工程不同阶段采用平面坐标系统和高程系统的一致性，对已经建有平面、高程系统的工程，并符合本标准要求时，可沿用原控制系统。

1.0.4 测绘精度直接关系到广播电视工程设施建设的质量，根据偶然误差出现的规律，以二倍中误差作为极限误差时，其误差出现的或然率不大于 5%，本条是特别对中误差和极限误差作出的规定。

1.0.5 依据测绘任务要求，作业前须搜集、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，发现问题应及时处理；作业结束后，对汇总的各项测绘资料进行计算、编辑整理，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和可靠性指标等情况作出相应总结说明，并按任务和归档要求提交相应测绘成果及资料归档工作。

1.0.6 用于测绘作业的仪器设备及其附件，其性能状态情况直接关系到测绘成果质量，为此必须加强仪器设备的鉴定、检校以及保养等工作，保证作业过程中的仪器在计量检验有效期内，确保各类观测数据的真实性与可靠性，仪器的检验项目及要求的，参照国家相关规范执行。现阶段的测绘活动已离不开各类软件的应用，应用软件已成为广播电视工程测绘活动中必备的生产工具，为保障所用软件在编辑、处理测绘成果的正确性，无论是自编软件、商用软件还是随机软件，均应通过必要的审查或鉴定。



1.0.7 一是由于测绘新技术、新方法种类繁多，难以逐一规范全面概括；二是测绘技术日新月异发展迅速，有必要保持本标准在一定时期内的持续有效性和适应性。在满足本规范基本精度指标的前提下，鼓励和推动测绘高新技术和先进方法在广播电视工程建设中的应用，以便取得相关经验，丰富完善本标准。

## 2 术语和符号

### 2.1 术语

本规范给出了广播电视工程测量所涉及的术语，以上术语都是从广播电视工程测量的角度赋予其涵义的。

### 2.2 符号

本规范所涉及广播电视工程测量的符号，其定义、引用和注释在各章节都已详尽表示。

## 3 天文测量

### 3.1 一般规定

3.1.1 本条是对广播电视工程建设中天文测量的内容进行规定和说明。

3.1.2 本条是对天文点和方位标埋设要求的规定。

3.1.3 本条是对测定大地经、纬度和天文方位角中误差的规定。

3.1.4 用于天文测量作业的仪器设备及其附件，其性能、指标状态情况直接关系到成果质量，为此应对作业的仪器设备及其附件进行必要的规定，确保各观测数据的真实、可靠。

3.1.5 本条是对天文测量的观测、计算取位进行的规定。

### 3.2 天文点经纬度测量

3.2.1 天文测量时，对设站天文点经度的测量方法、观测的星体以及观测时应注意的事项等进行必要的规定，以保证设站天文点经度测量的外业成果和计算成果的质量。

3.2.2 天文测量时，对设站天文点纬度的测量方法、观测的星体以及观测时应注意的事项等进行必要的规定，以保证设站天文点纬度测量的外业成果和计算成果的质量。

3.2.3 天文测量时，对设站天文点的经、纬度，采用 GNSS 接收设备测定时，应选取、设置适于天文测量的坐标体系，为保证天文点的点位精度的正确和可靠，对 GNSS 接收设备读数取位和连续观测时间进行必要的规定。

### 3.3 天文方位角测量

3.3.1 为保证广播电视工程控制网起算方位正确、可靠并满足四等天文测量精度，对天文方位角测量的测回数、时号收录、星体的照准次数以及表面时、气温、气压的记录进行必要的规定。在采用光学经纬仪进行观测时，应进行必要的水平度盘配置。同时规定了一测回水平角观测的 2C 互差、天文点与方位标的最短视距以及观测测回之间重新整平仪器的内容。

3.3.2 本条是对天文方位角计算公式和计算结果的规定。

3.3.3 在广播电视工程对起算方位精度要求较低以及工程所在区域纬度较低等特殊情况下，求解方位角可采用太阳高度法或太阳时角法，观测时应应对观测人员和仪器进行必要的防护；同时满足工程对起算方位的精度要求，并在技术文件中予以必要的说明。

### 3.4 资料整理

3.4.1~3.4.2 该条是对天文测量资料整理及提交成果的要求。

## 4 平面控制测量

### 4.1 一般规定

4.1.1 本条明确了广播电视工程平面控制网建立的测量方法。随着 GNSS 测量技术的发展，该技术手段在测绘工程中得到了较为广泛的普及与应用，本次修订增加了 GNSS 方面的内容，并结合国家规范和其他行业标准以及在广播电视工程实际应用中取得的实践经验，对其应用规格、作业要求、技术指标等作出相应规定。

4.1.2 本条规定了 GNSS 网、三角形网与导线网的测量等级，为方便测绘工作使用，要求各等级平面控制点均应埋设永久标石，并绘制点之记。

4.1.4 本条明确了平面控制网布设的基本原则。依不同测量方法建立的三、四等和一、二级平面控制均可作为测区的首级平面控制，具体可依据广播电视工程的整体规模、控制网用途和精度要求确定；为便于平面控制的恢复与检核，测区内首级平面控制点数量不应少于 3 个。

4.1.5 本条规定了平面控制测量内业计算的数字取位要求。

### 4.2 GNSS 平面控制测量

4.2.1 本条是对不同等级 GNSS 控制网应用的仪器设备、相邻点平均间距以及测量精度作出的规定。

4.2.2 本条是对 GNSS 网设计的规定：网连式或边连式布网均具有良好的图形强度，不仅有利于保证成果的测量精度，同时也提高了成果的可靠性。点连式布网图形强度虽然不高，但可大幅度提高作业效率，因此可应用于低等级 GNSS 控制网测量；为使 GNSS 控制网具有合理的网形结构，避免长短基线边组网造成的精度反差，有必要对最长、最短边进行控制。

#### 4.2.3 关于 GNSS 网的点位选择的要求:

2 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,随着卫星高度的降低,对流层影响愈加显著,测量误差随之增大,因此规定卫星高度角应大于  $15^\circ$ ,在这一范围内测站周边不应有影响接收卫星信号的遮挡物体;

3 为了保证 GNSS 接收机能够正常工作及观测成果的可靠性,GNSS 控制网点位选择应避开具有强反射的大面积水域或物体以及发射台站、高压线等电磁波干扰源。

#### 4.2.4 关于 GNSS 测量的主要技术要求:

GNSS 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 和 L2 载波的接收机称为双频接收机。双频接收机能很好地消除或减弱电离层折射对观测的影响,获得很高的相对定位精度。对广播电视工程而言,其平面控制网覆盖范围不大,单频接收机同样能满足测量精度要求。

对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 GNSS 观测数据量。

GNSS 定位的精度因子通常包括平面位置精度因子 HDOP、高程位置精度因子 VDOP、空间位置精度因子 PDOP、接收机钟差精度因子 TDOP 和几何精度因子 GDOP 等。

用户接收机普遍采用空间位置精度因子(又称图形强度因子)PDOP 值,来直观地计算并显示所观测卫星的几何分布状况。其值的大小与观测卫星在空间的几何分布变化有关。所测卫星高度角越小,分布范围越大,PDOP 值越小。实际观测中,为了减弱大气折射的影响,卫星高度角不能过低。在满足  $15^\circ$  高度角的前提下,PDOP 值越小越好。

为了保证观测精度,四等及四等以上限定为  $PDOP \leq 6$ ,一、二级限定为  $PDOP \leq 8$ 。

广播电视工程 GNSS 控制网边长相对较短,卫星信号在传播中所经过的大气状况基本相似,即同步观测中,经电离层折射改正后的基线向量长度的残差很小。而在测站上所测定的气象数据又存在局限性。因此,控制网观测作业时可不进行气象数据记录及相应修正。

#### 4.2.5 关于 GNSS 测量作业时的要求:

1 关于天线安置对中误差和天线高量取的规定,主要是为了减少人为误差对测量精度的影响;

3 由于 GNSS 接收机数据采集的高度自动化,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,导致返工。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,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以用式 4-1 表示:

$$\delta_s = 0.60 \times 10^{-4} \times D \times \delta X_1 \quad (4-1)$$

式中:  $\delta_s$  —— 对基线的影响 (mm);

$D$  —— 基线的长度 (km);

$\delta X_1$  —— 起算坐标的误差 (mm)。

实验表明，单点定位 30min 后的结果作为起算数据，可以满足基线解算的精度要求。

4.2.7 本条是对 GNSS 控制网重测的相关规定。

4.2.8 关于无约束平差的说明：

无约束平差的目的，是为了提供 GNSS 网平差后的 WGS-84 坐标系三维坐标，同时也是为了检验 GNSS 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。

1 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进行平差计算，实为单点位置约束平差或最小约束平差，它与完全无约束的亏秩自由网平差是等价的，因此称之为无约束平差。起算点坐标可选用控制点不少于 30min 的单点定位结果或已知控制点的 WGS-84 坐标系坐标；

2 基线向量改正数的绝对值限差的提出，是为了对基线观测量进行粗差检验。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，并符合本规范 4.2.7 条的规定。

### 4.3 三角形网测量

4.3.1 三角形网是对以往的测角网、测边网、边角网的总称，考虑目前三角形网在广播电视工程中的应用情况，本规范仅对四等及一、二级三角形网作出相应技术规定。

4.3.2~4.3.4 是对三角形网技术设计、标点选埋及外业观测作出的规定。其中对测距边的倾角（高差）的大小未作具体限定，只要求能满足化算平距的精度即可，也不规定化算平距的具体方式，这样就为技术设计提供了方便。

4.3.5 本条明确了水平方向的观测方法、技术要求以及水平角重测规定。

1 两次读数差的要求是顾及全站仪没有测微器，为保证观测结果的正确性作出的规定；

2 因为全站仪测角采用光电度盘，不存在度盘刻画不均匀的问题，故可不配置度盘。但为了防止出现系统误差，要求各测回间的度盘数不应相同。

4.3.6 随着测绘科学技术发展，目前普遍使用的全站仪是集测距功能、测角功能为一体的测量仪器，而测距仪已基本淘汰，因此将测距仪标称精度更名为全站仪测距标称精度。

### 4.4 导线测量

4.4.1 导线测量作为 GNSS 测量和三角形网测量两种方法的补充作业手段，常用于控制的加密。基于广播电视工程测量的特点，本条对导线测量的主要技术指标作出相应规定。

4.4.2 本条是对导线布设的要求，其目的是有效控制导线的测量精度及保证成果的可靠性。

4.4.4 本条是对导线外业观测的相关规定。

2 采用三联脚架法是为了保证导线测量对点的准确性，以避免仪器中对测角精度的影响。

4.4.10 本条是对导线及导线网平差计算的基本要求，对于四等导线宜采用严密平差法，其他等级导线可以采用简易平差法。

## 4.5 资料整理

4.5.1~4.5.2 平面控制测量资料整理及提交成果的要求。

# 5 高程控制测量

## 5.1 一般规定

5.1.1~5.1.7 广播电视工程高程控制测量一些基本的要求和规定。

## 5.2 水准测量

5.2.1 四等水准路线最大长度按《国家三、四等水准测量规范》GB/T12898的规定执行，五等水准路线最大长度根据四等水准路线长度比例，并考虑加密图根高程有足够的精度，推算而得45km。路线中最弱点相对于高等级水准点的高程中误差 $m_h$ 按式(5-1)计算：

$$m_h = \frac{1}{2} M_w \times \sqrt{L} \quad (5-1)$$

式中： $M_w$ ——高差全中误差（mm）。

根据实际工作需要，四、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5-1~表5-2。

表 5-1 各等级水准路线长度及相应的最弱点高程中误差

等级	$M_w$ (mm)	$L$ (km)	$m_h$ (mm)
四等	10.0	80	45.0
五等	15.0	45	50.3

表 5-2 四、五等水准路线长度及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)	$m_h$ (mm)	高程相对 中误差	路线长度 (km)	$m_h$ (mm)	高程相对 中误差	路线长度 (km)	$m_h$ (mm)	高程相对 中误差
四等	20	22	$h/22$	80	45	$h/22$	80	45	$h/44$
五等	16	30	$h/16$	45	50	$h/20$	45	50	$h/40$

注： $h$ ——基本等高距（m）。

5.2.2 本条是对四、五等水准测量的主要技术要求。

## 5.3 电磁波测距三角高程测量

5.3.1 四、五等电磁波测距三角高程路线布设的基本规定，为提高作业效率电磁波三角高程测量宜

与平面控制结合布设。

5.3.2 本条是对四、五等电磁波测距三角高程测量起闭高程点的要求。

5.3.3 本条是对四、五等电磁波测距三角高程测量作业方法的规定。

5.3.4 本条是对四、五等电磁波测距三角高程测量观测限差的要求。

5.3.5 电磁波测距三角高程测量的观测边长即斜距，应加入气象、加常数、乘常数的改正；为削弱测线受地球曲率和大气折射的影响，在计算高差时应该加入两差改正。

5.3.6 本条是对四、五等电磁波测距三角高程测量作业时仪器高和觇标高量测的基本要求。

5.3.7 本条是对四、五等电磁波测距三角高程测量数据处理的技术规定。

#### 5.4 GNSS 高程控制测量

5.4.1 本条规定了 GNSS 高程控制测量作业的基本要求，由于 GNSS 在大地高方向的测量精度只是其平面精度的 2 倍，因此在 GNSS 高程测量中应用的仪器精度高于同等级平面控制测量所使用的仪器精度，且在观测时间按四等进行要求，以保证 GNSS 在大地高的测量精度。

5.4.2 本条规定了 GNSS 拟合高程计算应符合的要求。

5.4.3 为保证 GNSS 高程成果的可靠性需对其观测成果进行必要的检核，检核方法可以采用水准测量或电磁波测距三角高程测量，采用同精度检测时其高差较差不应大于  $40\sqrt{D}$  mm， $D$  为检查路线的长度，单位以千米计。

#### 5.5 资料整理

5.5.1~5.5.2 本条是对高程控制测量资料整理及提交成果的要求。

## 6 地形图测量

#### 6.1 一般规定

6.1.1 本条是关于广播电视工程各阶段地形图用图比例尺的规定。

6.1.2 本条是数字地形测图分幅及编号的基本要求。

6.1.3 本条从地面倾斜角和地面高差两方面对地形进行了具体分类。

6.1.4 本条规定了不同比例尺数字地形图在各类地形条件下的基本等高距。

6.1.5~6.1.6 本条是对数字地形图平面位置中误差、地形图图幅等高线及注记点的高程中误差的规定。

6.1.7 为保证地形图能够切实反映地形、地貌变化，有必要对地形点的施测密度予以控制，因此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 6.1.7 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，地形点数据采集的间距依测图比例尺不应大于图上的 2cm~3cm。

6.1.8 本条明确了图上应保留的高程注记点的数量及注记的基本要求。

6.1.9 本条对高程注记点的取位进行了规定。

6.1.10 本条是对数字地形测图的图面要素应使用图式的规定。对于图示中不能涵盖的符号，可依据广播电视工程的设计习惯表示方式自行设定，并在相应技术文件中予以说明。

## 6.2 图根控制测量

6.2.1 本条是对数字地形图根控制测量的基本作业要求：

1 规定了图根控制技术设计的基本思路；

2 规定了图根控制点的平面、高程精度要求；

4 是对全站仪测图和 RTK 测图解析图根点的点数规定。全站仪测图为了保证在不同测站测图时以最大测距测得的地形点能够衔接，取最大测距长度的 0.7 倍作为半径求出单个图根点有效测图面积，再分别推算出各类比例尺地形图中每幅图最少图根点的个数，按两相邻困难类别梯度系数 0.75 换算出每平方公里点数。RTK 测图对解析图根点的要求，主要是用于对 RTK 测量精度和可靠性的检核或进行全站仪联合作业使用；

5 规定了图根控制点选点的原则，并对其标志类型进行了规定。

6.2.2 本条是对图根平面控制测量的技术要求：

1 列出了图根控制点平面坐标测量的几种测量方法；

2 规定了图根控制测量采用 RTK 方法进行测量的要求。RTK 图根控制测量，其作业半径为 5km，主要是出于精度和作业方便的考虑；对图根点的两次独立测量，主要是出于成果可靠性的考虑，因为该作业方法缺少必要的检核条件；

3 规定了图根点极坐标测量的技术要求：

关于极坐标测量最大边长长度的规定：随着电磁波测距仪和全站仪的普及，极坐标法布设图根点已被广泛采用。点位误差按图上 0.1mm，测角中误差 30"，测距中误差按取  $10\text{mm}+5\times 10^{-6}D$  计。则比例尺为 1:500 时，边长可达 350m；1:1000 时，边长可达 700m；1:2000 时，边长可达 1400m；1:5000 时，边长可达 3500m。考虑一定的精度储备和实用，故采用本规范表 6.2.2-2 所列数据；

4 规定了图根点边角交会测量的技术要求：用交会法进行图根解析补点时，根据理论计算分析，当交会角在  $30^\circ \sim 150^\circ$  之间，交会误差影响小，交会补点的精度质量高。

6.2.3 本条规定了图根高程控制测量应满足的要求：

1 列出了图根控制点高程测量的几种测量方法；

2 图根电磁波测距三角高程测量的技术要求，是根据每千米高差中误差为 20mm 进行设计，并参考历年来的实践经验而制定的。

图根电磁波测距三角高程测量中，最大允许路线的长度应符合以下规定：

$$L = \frac{4M_z^2}{m_h^2} D \quad (6-1)$$

式中： $L$  —— 图根电磁波测距三角高程附和路线、闭合路线的长度（km）；

$M_z$  —— 最弱点（中点）高程中误差（mm）；

$m_h$  —— 每边高差测量中误差（mm），取  $20\sqrt{D}$  mm；

$D$  —— 平均边长 (km), 取 1.3km。

当等高距为 0.5m 时, 取最弱点高程中误差 50mm, 两次发展计算得出图根电磁波测距三角高程路线允许长度为 16km, 规范取值为 12km。

当等高距为 1.0m 时, 取最弱点高程中误差为 100mm, 两次发展计算得出图根电磁波测距三角高程路线允许长度为 66.0km, 规范取值为 30.0km。

实际工作中, 图根高程路线平均边长远小于 1.3km, 一般 500m 左右, 按以上推算可以保证规范规定长度在精度上有足够的储备;

3 本条是对 RTK 图根高程控制测量的要求。

6.2.4 本条是对图根高程控制平差计算方法的要求。

6.2.5 本条主要是对图根控制内业计算取位的要求。

### 6.3 常规数字地形图测量

6.3.2 本条列出了测站点测量的方法和要求:

全站仪增设测站点, 主要是指采用支导线、极坐标法、自由设站法测设的坐标点。增设测站点的平面和高程精度, 应高于地物、地形测绘的精度, 且按图根点测量的有关要求进行观测。为避免出现粗差, 应增加对其他测站已测地物点的检测。为了使增设测站点可靠并满足精度要求, 故规定新增设的测站点应在图根点 (包括其他高级控制点) 上支点, 且不宜连续增设。

采用 RTK 布设测站点时, 规定应按图根测量要求进行。

6.3.3 本条对常规数字测图的测站仪器设置和定向检查要求进行了规定。

6.3.4 本条对全站仪测图进行了规定。关于全站仪测图的测距长度规定:

测点的观测中误差  $m_p$  可按式估算:

$$m_p = D \sqrt{\left(\frac{m_D}{D}\right)^2 + \left(\frac{m_\beta}{\rho}\right)^2} \quad (6-2)$$

式中:  $D$  —— 测点至测站的距离, 单位以千米计;

$\frac{m_D}{D}$  —— 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, 觇牌棱镜的 对中偏差、测站点误差以及实测时的客观条件限制等因素, 采用本规范表 6.3.4 的限值。

6.3.7 本条是对地物测绘的规定。用户需要的及特殊工程的其他要求, 可参照此规定执行。

6.3.8 本条是对地形图编辑处理的规定。

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, 本规范对地形要素的分层等属性不作统一规定。



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，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。

## 6.4 无人机低空摄影测量

6.4.1 本条是对无人机低空摄影测量适用范围的规定。

6.4.2 本条是对无人机低空摄影测量成图精度要求的规定。规范正文表6.4.2中列出了像控点和地物点的平面位置中误差和高程中误差限差以及困难地区的各项指标的规定。

6.4.3 本条是对飞行质量要求的规定。包括像片重叠度、相片倾角、像片旋角、覆盖度、航高保持、漏洞补摄等要求的规定。

6.4.4 本条是对影像质量要求的规定。包括影像清晰度、反差对比度、色彩柔和度、影像缺陷情况、像点位移大小等规定。

6.4.5 本条是对像控点的布设位置和目标选择要求的规定。

## 6.5 地面激光扫描测量

6.5.1 本条是对地面激光扫描测量适用范围的规定。

6.5.2 本条是对地面激光扫描测量地形图成图精度要求的规定。

6.5.3 本条是对扫描基站布设要求的规定。

6.5.4 本条是对控制点布设与联测要求的规定。包括控制点的位置、数量、控制点觇标大小、控制点扫描要求、控制点精度等要求。

6.5.5 本条是对现场扫描要求的规定。包括扫描基站设站的环境要求、设备应采取的防护措施、扫描对象、影像资料获取等方面的要求。

6.5.6 本条是对点云拼接方法和精度要求的规定。包括不同类型扫描仪数据的拼接规定和拼接精度指标的要求。

6.5.7 本条是对坐标转换方法和精度要求的规定。包括坐标转换方法、检查点的残余误差应满足的要求等内容。

6.5.8 本条是对激光扫描受物体遮挡时对隐蔽区域补测方法的规定。

6.5.9 本条是对扫描区域调绘要求的规定。

6.5.10 本条是对数据处理过程和产品精度要求的规定。包括数据处理方法、地面点抽稀的精度要求、小区域漏洞修补、TIN的构建方法、模型贴图要求和像机检校主距与真实主距较差方面的规定。

## 6.6 资料整理

6.6.1~6.6.2 本条是对数字地形测量完成后测绘资料整理及提交成果的要求。如采用无人机低空摄影测量及地面激光扫描测量技术进行数字地形测量，资料整理和成果提交还应参照国家现行的有关标准的规定执行。

# 7 定位测量

## 7.1 一般规定

7.1.1 根据广播电视工程所处阶段、服务主体和提供的测量依据，一般情况对定位测量有设计阶段和施工阶段两个部分的要求，即设计定位和施工定位两部分。当工程相对简单或有特殊要求时，设计定位和施工定位测量可合并、一次完成。

7.1.2 为保证广播电视工程建设整体的连续性，工程建设中必须采用统一的坐标系统。定位测量时，必须考虑规划与土地部门对工程建设的要求，并根据工程需要、设计文件及说明，在原有控制网基础上，在定位区域内建立相应等级的施工控制网，并保证施工控制点的数量、密度和精度满足工程施工图设计和施工的基本要求。当原有控制点的数量、密度和精度不满足施工控制网的要求时，为保障工程顺利进行，必须按照本条规定严格执行。

7.1.3 本条是对设计定位和施工定位时期的平面和高程控制网的等级及建立方法进行的一般规定。

7.1.4 定位区域的大比例尺地形图（1:500~1:2000、特殊情况 1:200）是施工图设计的基础依据，在定位区域地形图缺失或现势性不能满足设计要求时，需对定位区域的地形图进行补测、重测或修测。

7.1.5 将天线基础中心轴线纳入施工控制网中，对方位角闭合差进行的必要检核，保证了天线的发射方向的正确性和可靠性。

7.1.6 设计定位图主要为工程勘察和施工图设计提供依据，是定位测量的中间成果；施工定位图主要为工程施工提供依据及向设计人员提供信息反馈，是定位测量的最终主要成果。

天、馈线定位图是定位测量完成情况的高度汇总与表达，定位图中各定位点位置、高程、定位点之间的距离和角度均是施工图设计与工程施工的重要信息，因此在定位图中对天、馈线位置、高程、拉线间距、馈线间距和转角等重要信息进行详细的标定和作必要的说明。

## 7.2 天线、馈线定位测量

7.2.1 本条是对天线、馈线定位可采用测量方法的规定。

- 7.2.2 为保证天线发射方向、塔架安装和天线悬挂的正确性,定向天线施工定位测量应按本规范一级导线的精度要求执行,非定向天线施工定位测量应本规范二级导线的精度要求执行。
- 7.2.3 本条是对天线、馈线、中波地网线和天线场强测量点定位测量精度指标的规定。
- 7.2.4 本条是对天线基础之间或天线基础与地锚基础之间相对高差定位测量精度指标的规定。
- 7.2.5 本条特意强调采用前方交会法定位测量时的规定。
- 7.2.6 为保证卫星天线、转动天线等设施施工安装的正确性,同时提供基准方向的必要依据,对上述设施的基础中心和施工控制桩定位测量提出必要的精度及布设要求。

### 7.3 建筑物定位测量

7.3.1~7.3.4 依据建筑物总体分布和建筑物的附属关系,对建筑物定位测量轴线的确定、布设形式、控制标桩保护以及建筑物定位轴线标桩的施测方法和施测精度,进行必要的说明和规定。

### 7.4 资料整理

- 7.4.1 本条是对定位测量工作完成后,资料整理的规定。
- 7.4.2 本条是对项目完成后,提交资料的规定。

## 8 广播电视线路测量

### 8.1 一般规定

- 8.1.1 根据广播电视线路工程的具体内容、所处阶段和提供的测量依据,一般情况分为线路选线和定测两个部分要求。
- 8.1.2 本条是对广播电视线路测量中补充或加密等级控制测量的规定。
- 8.1.3 本条说明光纤、电缆线路测量的主要内容以及地形图及断面测量比例尺确定的要求。
- 8.1.4 本条说明微波线路测量的主要内容。

### 8.2 光纤、电缆线路测量

- 8.2.1 本条是对光纤、电缆线路带状地形图测量范围和测量方法以及技术要求的规定。
- 8.2.2 本条是对光纤、电缆线路的起点、终点和线路转点采用标桩实地标定的规定。

### 8.3 微波线路测量

- 8.3.1 本条说明微波站地形图和微波站之间纵剖面图测量的比例尺、测量方法和作业技术要求参照的依据。
- 8.3.2 本条是对微波站之间纵剖面测量的规定。

8.3.3 为保证微波链路贯通和微波天线的安装效果,对相邻微波站之间方位角测量中误差以及高差测量中误差的限差规定。

#### 8.4 资料整理

8.4.1 本条是对广播电视线路测量工作完成后,资料整理的规定。

8.4.2 本条是对项目完成后,提交资料的规定。

### 9 工程竣工综合图的编绘与实测

#### 9.1 一般规定

9.1.1 在广播电视施工过程中,竣工现状与施工图往往出现不符之处,为了便于检验施工与设计的一致性以及留存竣工现状档案,为将来的维护和改造提供依据,应对工程建设区域内进行工程建设工程竣工综合图的编绘与实测。

9.1.2 本条是对工程竣工综合图表达方式、分类和分层原则的规定。

9.1.3 本条是对工程竣工综合图不同区域比例尺的选取以及坐标系统、高程起算基准和图面要素要求的规定。

9.1.4 本条是对工程竣工综合图完成方法(编绘或实测)选择原则的规定。

#### 9.2 工程竣工综合图编绘

9.2.1 本条是对工程竣工综合图编绘应搜集资料的规定。

9.2.2 本条是说明对搜集的资料应进行检查、核实、比对与实测,并对与实际情况不符之处处理的方法。

9.2.3 本条是对工程竣工综合图编制原则的规定。

9.2.4 本条是对工程竣工综合图编绘内容的规定。

9.2.5 当工程竣工综合图能够承载综合管线和隐蔽工程的信息时,应将综合管线和隐蔽工程的平面位置、高程和走向等信息绘制在工程竣工综合图上,如果管线密集、图面负载较大或工程需要时,还应绘制专项竣工图,并对专项竣工图的绘制作出要求。

9.2.6 本条是对给、排水管道竣工图编绘的规定。

9.2.7 本条是对动力、工艺管道竣工图编绘的规定。

9.2.8 本条是对输电及通讯线路竣工图编绘的规定。

9.2.9 综合管线竣工图是对地上、地下各种管线在同一图中的综合表示。当管线密集处及交叉处在图上无法清楚地表示其相对关系时,可采用剖面图表示,以清晰表示为原则。

### 9.3 工程竣工综合图实测

9.3.1 为保证精度和检验施工与设计的一致性,工程竣工综合图的实测应在施工控制点上进行。在工程竣工综合图施测时,控制点分布不足以及施工和场地平整等因素造成施工控制点破坏与丢失,在保证测绘工程竣工综合图的精度前提下,施测控制网应按照施工控制网精度进行必要的恢复和重新布设。恢复和重新布设的控制点的坐标、高程系统应与施工控制系统一致。

9.3.2 本条是对工程竣工综合图细部点实测方法的要求。

9.3.3 本条是对工程竣工综合图实测内容及编绘的要求。

### 9.4 资料整理

9.4.1 本条是对工程竣工综合图编绘与实测工作完成后,资料整理的规定。

9.4.2 本条是对项目完成后,提交资料的规定。

## 10 广播电视设施变形测量

### 10.1 一般规定

10.1.1 变形测量是通过测绘仪器及量测方法对变形体进行重复性的周期观测,以确定各种荷载作用下变形体的形状、大小和空间位置在时空域中的变化特征和变形量。通过对观测数据的处理与分析,不仅能掌握建筑物的变形状况和变化规律,为工程建(构)筑物安全预报提供及时准确的监测信息,并且可通过建筑物实际变形量值与设计理论计算值的对比,来验证设计理论参数的合理性。广播电视设施的变形测量主要是对各类型广播电视发射塔、广播电视中心、机房等建(构)筑物进行的安全监测,监测内容主要包括水平位移和垂直位移测量。根据工程及安全需要,应对变形测量工作作出相应的规划安排,制定的实施方案应能切实反映广播电视设施的实际变形程度和变形趋势。

10.1.2 为保障建立的变形测量系统能长期有效地服务于工程监测,系统的外部监测设施通常分为基准点、工作基点和监测点三个组成部分,在确保设置的基准点稳定可靠的基础上,将基准点和工作基点通过监测网以图形形式建立联系,再将设站工作基点获取的监测点观测成果化算为相对基准点的空间位置变化量,从而得出工程各部位变形点相对于稳定的固定基准的变形值。为了能够正确评价基准点是否稳定,要求平面基准点和水准基点的设置数量不应少于3个。工作基点包括平面位移工作基点和水准工作基点,为便于日常监测时使用,其设置位置应靠近被监测对象,要求其既能与各监测点形成良好的观测图形,又可通过监测网确定自身的平面坐标和高程变化,当监测范围较小时,可不设置工作基点而由基准点代替。监测点除设置在被监测对象关键部位外,还应与被监测对象紧密结合,使其能够代表被监测对象的变形特征,从而能够通过安全监测掌握被监测对象的形态稳定情况。

10.1.3 本条规定了变形测量的等级及监测点监测精度要求,并给出了各等级变形测量的适用范围。

10.1.4 监测点的观测周期应按设计要求执行。当观测过程中出现诸如相邻观测期变形量较大、变形速率加快等异常情况时，应及时调整观测频次，保证监测能迅速跟踪并掌握工程建筑物的形态变化，提供有效的安全监测信息。

10.1.5 为避免观测图形、测量方法、仪器设备、作业人员及观测环境等因素对监测成果的影响，本条规定了变形测量作业的各项要求。

10.1.6 为准确确定平面、垂直位移监测网点和监测点的平面坐标及高程，要求监测网点和监测点首期观测应连续观测两次，当两次观测成果差值满足限差要求时，以均值作为初始值。

## 10.2 水平位移监测网

10.2.1 本条给出了水平位移监测网的建立方法。借鉴《工程测量规范》GB50026 术语将三角网、三边网和边角网统称为三角形网。

10.2.2 由于变形监测区域范围一般较小，采用一次布网形式其点位精度比较均匀，有利于保证监测网的布网精度。

10.2.3 监测网设计时应满足相应精度要求的基础上对图形布置方案进行设计优化，为保证监测网成果的可靠性，监测网的平均多余观测数不应小于 0.3。

10.2.4 本条是对水平位移监测网的最弱点点位误差、平均边长、测角中误差等主要技术指标作出规定。现以两点为固定点、按大地四边形布设(如图 10-1)，采用经典平差方法进行精度估计(见表 10-1)。

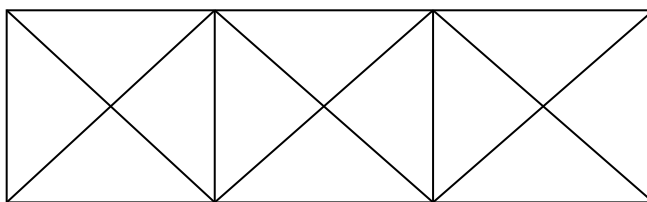


图 10-1 水平位移监测网按大地四边形布设

表 10-1 水平位移监测网的最弱点点位误差、平均边长、测角中误差等主要技术指标

等级	平均边长 (m)	四边形 数量	测角中误差 (")	测距中误差 (mm)	计算最弱点点位中误差			要求最弱点点 位中误差(mm)
					$m_x$ (mm)	$m_y$ (mm)	$m_p$ (mm)	
二等	300	3	1.0	$1+1 \times 10^{-6}D$	2.60	1.14	2.84	3.0
	300	2	1.0	$2+2 \times 10^{-6}D$	1.92	1.43	2.39	
二等	150	3	1.8	$1+1 \times 10^{-6}D$	2.39	1.06	2.62	3.0
	150	2	1.8	$2+2 \times 10^{-6}D$	1.74	1.33	2.19	
三等	350	3	1.8	$2+2 \times 10^{-6}D$	5.40	2.34	5.89	6.0
	350	2	1.8	$2+3 \times 10^{-6}D$	3.48	2.06	4.04	
三等	200	3	2.5	$2+3 \times 10^{-6}D$	4.57	2.12	5.04	6.0

依据现有仪器设备精度和实际作业情况，本次修编删除了四等平面监测网内容，以测距中误差代替最弱边边长中误差，增加了水平角观测测回数要求。在实际工作中应依据监测点的精度要求和

仪器设备的标称精度等综合确定平面监测网的最弱点点位中误差，相对监测点精度既可以采用等影响原则，也可采用忽略不计原则，设计时可灵活运用，但应满足本规范规定的精度指标。

### 10.3 垂直位移监测网

10.3.1 本条是对垂直位移监测网布设形式的规定。

10.3.3 水准基点和水准工作基点的标石类型及埋设可参照《建筑变形测量规范》JGJ8 附录 A 的规定执行。

### 10.6 成果检查及内业计算

10.6.1 变形测量工作结束后，应及时整理和检查外业各项观测记录，及时发现观测值中存在粗差或超限误差，进行必要的统计检验，以避免观测成果中包含系统误差。

10.6.2 水平位移监测网和垂直位移监测网数据处理的主要目的，一是确定监测网点平面坐标和高程，评定其精度；二是通过观测成果的对比分析，对监测网的稳定性作出评价。平差时各类监测量的先验权与验后权一致，说明平差模型的选择合理；对相邻期监测网观测采用统一的平差基准，意在消除模型误差对监测网平差成果的影响；为便于相邻期监测网点的稳定性分析，数据处理时，除采用相同的平差基准外，还应保持观测方法、观测等级及观测图形的统一。

10.6.3 工程变形测量是通过观测设置在工程建筑物各部位的监测点实现的，运用测量仪器和相应的测量方法按一定精度，周期性地对监测点进行观测，从中发现监测点与固定基准间的相对位置变化，进而掌握工程建筑物所处的空间形态，因此同一监测点不同期观测、同一期观测的不同监测点之间不仅是相互关联的整体，其对应的基准也应是固定相同的，且具有唯一性。故而监测点变形总量、相对变形量、变形速率等各种计算成果必须在统一的基准条件下进行归算，方能形成有效的监测信息，及时反馈工程建筑物的安全状况。

### 10.7 资料整理

10.7.1 本条是对变形测量工作完成后, 资料整理的规定。

10.7.2 本条是对项目完成后，提交资料的规定。

GY5013-2014

中华人民共和国  
广播电影电视工程建设行业标准  
广播电视工程测量规范

**GY5013-2014**

国家广播电影电视总局工程建设标准定额管理中心

地 址：北京市南礼士路十三号

联系电话：(010)68020046

邮政编码：100045

版权所有 不得翻印