

UDC

中华人民共和国行业标准

GJJ

P

CJJ/T 8-2011

备案号 J 1330-2011

城市测量规范

Code for urban survey



2011-11-22 发布

2012-06-01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部 发布

中华人民共和国行业标准

城市测量规范

Code for urban survey

CJJ/T 8-2011

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2012年6月1日

中国建筑工业出版社

2011 北京

中华人民共和国行业标准
城市测量规范
Code for urban survey
CJJ/T 8 - 2011

*

中国建筑工业出版社出版、发行（北京西郊百万庄）
各地新华书店、建筑书店经销
北京红光制版公司制版
北京市密东印刷有限公司印刷

*

开本：850×1168毫米 1/32 印张：9 $\frac{1}{8}$ 字数：265千字
2012年5月第一版 2012年5月第一次印刷
定价：49.00元
统一书号：15112·21768
版权所有 翻印必究
如有印装质量问题，可寄本社退换
（邮政编码 100037）
本社网址：<http://www.cabp.com.cn>
网上书店：<http://www.china-building.com.cn>

中华人民共和国住房和城乡建设部 公 告

第 1178 号

关于发布行业标准 《城市测量规范》的公告

现批准《城市测量规范》为行业标准，编号为 CJJ/T 8-2011，自 2012 年 6 月 1 日起实施。原行业标准《城市测量规范》CJJ 8-99 同时废止。

本规范由我部标准定额研究所组织中国建筑工业出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

2011 年 11 月 22 日

前 言

根据原建设部《关于印发〈2006年工程建设标准规范制订、修订计划（第一批）〉的通知》（建标〔2006〕77号）的要求，规范编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考国内外有关先进标准，并在广泛征求意见的基础上，对原行业标准《城市测量规范》CJJ 8—99进行了修订。

本规范的主要技术内容是：1. 总则；2. 术语、符号和代号；3. 基本规定；4. 平面控制测量；5. 高程控制测量；6. 数字线划图测绘；7. 数字高程模型建立；8. 数字正射影像图制作；9. 工程测量；10. 地籍测绘；11. 房产测绘；12. 地图编制。

修订的主要技术内容是：1. 增加了“术语、符号和代号”、“基本规定”、“数字高程模型建立”、“房产测绘”四章；2. 修改了“平面控制测量”、“高程控制测量”部分内容，增加了RTK测量、卫星定位高程测量等技术内容；3. 将原第4、5、8章内容修改调整为目的的第6章；4. 将原第5章的部分内容修改调整为目的的第8章；5. 将原第7章的内容综合修改，并增加了规划监督测量、日照测量、土石方测量、竣工测量、城市管理部件测量和变形测量等内容，成为目前的第9章，并将地面沉降观测内容并入变形测量中；6. 将原第9和10章进行了综合修改后成为目前的第12章；7. 取消了原规范15个附录中的附录B、附录C、附录D、附录G、附录H、附录J、附录K、附录L、附录M、附录N、附录P等11个附录。

本规范由住房和城乡建设部负责管理，由北京市测绘设计研究院负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送北京市测绘设计研究院（北京市海淀区羊坊店路15号，邮政编码：100038）。

本规范主编单位：北京市测绘设计研究院

本规范参编单位：建设综合勘察研究设计院有限公司

天津市测绘院

上海市测绘院

重庆市勘测院

深圳市勘察测绘院有限公司

南京市测绘勘察研究院有限公司

国家测绘局测绘标准化研究所

国家测绘局第一大地测量队

广州市城市规划勘测设计研究院

宁波市测绘设计研究院

沈阳市勘察测绘研究院

武汉市测绘研究院

西安市勘察测绘院

武汉市国土资源和规划信息中心

成都市勘察测绘研究院

济南市勘察测绘研究院

昆明市测绘研究院

北京勤业测绘科技有限公司

本规范主要起草人员：陈 倬 王 丹 洪立波 于建成

郭容寰 谢征海 贾光军 李宗华

王双龙 李 勇 孙乐兵 金善焜

肖学年 方 锋 岳建利 黄 勇

施宝湘 刘 政 黄 河 陈声勇

高 磊 牛守明 侯至群 严小平

张周平 董 明 蔡振来 焦永达

储征伟

本规范主要审查人员：宁津生 严伯铎 张 远 过静珺

蒋景瞳 陈绍光 秦长利 张志华

程效军 李维功 许长胜

目 次

1	总则	1
2	术语、符号和代号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	3
2.3	代号	7
3	基本规定	9
3.1	空间和时间参照系	9
3.2	作业与成果管理要求	9
3.3	质量检验要求	10
4	平面控制测量	12
4.1	一般规定	12
4.2	选点与埋石	15
4.3	卫星定位平面控制测量	16
4.4	导线测量	20
4.5	边角组合测量	27
4.6	成果整理与提交	31
5	高程控制测量	37
5.1	一般规定	37
5.2	选点与埋石	39
5.3	水准测量	40
5.4	高程导线测量	45
5.5	卫星定位高程控制测量	48
5.6	成果整理与提交	49
6	数字线划图测绘	52
6.1	一般规定	52

6.2	测绘内容	54
6.3	全野外测量法	59
6.4	摄影测量法	66
6.5	模拟地形图数字化	84
6.6	数据编辑处理	85
6.7	数据更新与维护	92
7	数字高程模型建立	94
7.1	一般规定	94
7.2	航空摄影测量法	95
7.3	矢量数据生成法	96
7.4	机载激光雷达测量法	97
7.5	成果检验与提交	97
8	数字正射影像图制作	99
8.1	一般规定	99
8.2	航空摄影测量法	100
8.3	卫星遥感测量法	100
8.4	成果检验与提交	102
9	工程测量	103
9.1	一般规定	103
9.2	定线测量和拨地测量	103
9.3	规划监督测量	107
9.4	日照测量	115
9.5	工程图测绘	118
9.6	市政工程测量	125
9.7	地下空间设施现状测量	130
9.8	土石方测量	133
9.9	竣工测量	135
9.10	城市管理部件测量	138
9.11	变形测量	139
10	地籍测绘	143

10.1	一般规定	143
10.2	地籍平面控制测量	143
10.3	地籍要素测量	144
10.4	地籍图测绘	145
10.5	面积量算与汇总	147
10.6	地籍变更测量	149
10.7	成果整理与提交	151
11	房产测绘	152
11.1	一般规定	152
11.2	房产平面控制测量	153
11.3	房产要素测量	153
11.4	房产图绘制	154
11.5	房产面积测算	156
11.6	房产变更测量	161
11.7	成果检验与提交	162
12	地图编制	163
12.1	一般规定	163
12.2	地形图编绘	163
12.3	地理底图编绘	164
12.4	影像地图编绘	165
12.5	专题地图与地图集编绘	166
12.6	地图制版	167
附录 A	大地坐标系地球椭球基本参数	168
附录 B	方向观测法度盘位置表	169
附录 C	测距边边长的高程归化计算	171
附录 D	地下人防工程图图式	173
	本规范用词说明	174
	引用标准名录	175
	附：条文说明	177

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms, Symbols and Codes	2
2.1	Terms	2
2.2	Symbols	3
2.3	Codes	7
3	Basic Requirement	9
3.1	Reference Systems of Space and Time	9
3.2	Requirements for Operation and Results Management	9
3.3	Requirements for Quality Inspection	10
4	Horizontal Control Survey	12
4.1	General Requirement	12
4.2	Control Point Setting and Monumentation	15
4.3	Horizontal Control Survey with GNSS	16
4.4	Traverse Survey	20
4.5	Triangulation	27
4.6	Results Arrangement and Submitting	31
5	Vertical Control Survey	37
5.1	General Requirement	37
5.2	Control Point Setting and Monumentation	39
5.3	Leveling	40
5.4	Elevation Traverse Survey	45
5.5	Vertical Control Survey with GNSS	48
5.6	Results Arrangement and Submitting	49
6	Digital Line Graphic Survey	52
6.1	General Requirement	52

6.2	Survey Contents	54
6.3	Full Field Survey	59
6.4	Photogrammetry	66
6.5	Analog Topographic Map Digitizing	84
6.6	Data Editing and Processing	85
6.7	Data Updating and Maintenance	92
7	Digital Elevation Model Creation	94
7.1	General Requirement	94
7.2	Aerial Photogrammetry	95
7.3	Vector Data Creation	96
7.4	LIDAR Survey	97
7.5	Results Acceptance and Submitting	97
8	Digital Orthophoto Map Making	99
8.1	General Requirement	99
8.2	Aerial Photogrammetry	100
8.3	Satellite Remote Sensing Survey	100
8.4	Results Acceptance and Submitting	102
9	Engineering Survey	103
9.1	General Requirement	103
9.2	Alignment Survey and Allocation Survey	103
9.3	Planning Supervision Survey	107
9.4	Insolation Survey	115
9.5	Engineering Graphic Survey	118
9.6	Public Works Survey	125
9.7	Survey of Underground Space Facilities	130
9.8	Survey of Cubic Meter of Earth and Stone	133
9.9	Finished Construction Survey	135
9.10	Urban Management Components Survey	138
9.11	Deformation Survey	139
10	Cadastral Survey	143

10.1	General Requirement	143
10.2	Cadastral Horizontal Control Survey	143
10.3	Cadastral Elements Survey	144
10.4	Cadastral Map Survey	145
10.5	Area Survey and Summarization	147
10.6	Cadastral Conversion Survey	149
10.7	Results Arrangement and Submitting	151
11	House Property Survey	152
11.1	General Requirement	152
11.2	House Property Horizontal Control Survey	153
11.3	House Property Elements Survey	153
11.4	House Property Map Surveying and Mapping	154
11.5	House Area Measurement	156
11.6	House Conversion Survey	161
11.7	Results Acceptance and Submitting	162
12	Map Compilation	163
12.1	General Requirement	163
12.2	Compilation of Topographic Map	163
12.3	Compilation of Geographic Base Map	164
12.4	Compilation of Photographic Map	165
12.5	Compilation of Thematic Map and Atlas	166
12.6	Map Plate-making	167
Appendix A	Basic Parameters of Earth Ellipsoid in Geodetic Coordinate System	168
Appendix B	Dial Table for Direction Observation Method	169
Appendix C	Elevation Reduced Calculation of Side Length of Distance Measurement	171
Appendix D	Cartographic Symbols of Underground Civil Defense Works	173

Explanation of Wording in This Code	174
List of Quoted Standards	175
Addition; Explanation of Provisions	177

1 总 则

1.0.1 为统一城市测量的技术要求，为城乡经济建设和社会发展提供准确的测量成果，满足城市现代化建设发展、信息化管理和信息资源综合应用的需要，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于城市规划、建设、运行和管理中的平面控制测量、高程控制测量、数字线划图测绘、数字高程模型建立、数字正射影像图制作、工程测量、地籍测绘、房产测绘、地图编制等城市测量工作，也适用于镇、乡、村的测量工作。

1.0.3 城市测量使用的仪器设备应定期检验校正，并使其保持良好状态；使用的软件应通过测试。

1.0.4 城市测量应采用中误差作为测量精度的衡量标准，并应以二倍中误差作为极限误差。

1.0.5 在城市测量中，应鼓励采用新技术、新方法和新仪器设备。

1.0.6 城市测量除应符合本规范外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语、符号和代号

2.1 术 语

2.1.1 全数检验 total inspection

对批成果中全部单位成果逐一进行的质量检验。

2.1.2 抽样检验 sampling inspection

从批成果中随机抽取一定数量样本进行的质量检验。

2.1.3 首级网 primary control network

一个城市建立的最高等级的平面和高程控制网。

2.1.4 加密网 densified control network

在首级网基础上布设的低等级控制网。

2.1.5 卫星定位网 satellite positioning network

采用卫星定位测量方法布设的平面控制网。

2.1.6 网络 RTK 测量 network RTK surveying

基于连续运行基准站网，利用载波相位动态实时差分技术和网络通信技术进行定位测量。

2.1.7 单基站 RTK 测量 single base station RTK surveying

基于单一基准站，利用载波相位动态实时差分技术和网络通信技术进行定位测量。

2.1.8 高程导线测量 elevation traverse survey

利用三角高程测量按类似导线路线方式获取各点高程的测量方法。

2.1.9 真正射影像图 true digital ortho map

利用数字表面模型，采用数字微分纠正技术，改正原始影像的几何变形，经影像重采样后，使影像视角被纠正为垂直视角而形成的影像图。

2.1.10 双极坐标法 dual polar coordinate method

利用两个不同测站及不同起始方向，采用极坐标法测量同一点位坐标的方法。

2.1.11 定线测量 alignment survey

城市规划道路定线测量的简称，指确定城市规划道路的平面位置的测量工作。

2.1.12 拨地测量 allocation survey

建设用地钉桩测量的简称，指标定建设用地范围的测量工作。

2.1.13 条件点 qualification point

对实现规划条件有制约作用的点位。

2.1.14 规划监督测量 planning supervision survey

为验证建设工程平面位置、高度和建筑面积等指标是否符合规划审批要求而进行的测量工作。

2.1.15 城市管理部件 urban management component

城市市政管理公共区域内的各项设施，包括公用设施类、道路交通类、市容环境类、园林绿化类、房屋土地类等市政工程设施和市政公用设施。

2.1.16 沉降监测网 subsidence network

用于地面沉降观测的高程网。

2.2 符 号

a ——固定误差；仪器标称精度中的固定误差；

a_{ij} ——相对点位误差椭圆的长半轴；

a_v ——垂直角观测值；

a_w ——点位误差椭圆的长半轴；

b ——比例误差系数；平均航向重叠度的像片基线长度；

b_{ij} ——相对点位误差椭圆的短半轴；

b_w ——点位误差椭圆的短半轴；

- C ——视准轴误差；
 dH ——检测点检测高程与卫星定位高程的差值；
 d ——基线长度；
 D ——测距边长度；测距边两端点仪器与棱镜平均高程面上的水平距离；相邻界址点间的距离；房屋边长；
 f ——地球曲率与大气折光对垂直角的改正值；
 f_{β} ——附和导线或闭合导线环的方位角闭合差；
 h ——测距仪与棱镜之间的高差；高程导线边两端点的高差；
 h_c ——观测角顶点至对边的垂线长度；
 h_g ——测距边所在地区大地水准面对于参考椭球面的高度；
 h_u ——水深；
 H ——基本等高距；平均相对航高；等深距；
 H_m ——测距边高出大地水准面（黄海平均海面）的平均高程；
 i ——仪器高；界址点序号；
 k ——当地的大气折光系数；
 L ——附和路线或环线长度；水准环线周长；水准检测路线长度；
 L_s ——测段、区段或路线长度；
 L_i ——检测测段长度；
 m_{α_v} ——垂直角测角精度；
 m_D ——观测边的平均测距中误差；每千米测距中误差；
 m_{D_r} ——测距边实际测距中误差；
 m_j ——相应等级界址点规定的点位中误差；
 m_n ——新成果等级规定的测角中误差；
 m_o ——旧成果等级规定的测角中误差；
 m_p ——面积中误差；

- m_s ——边长误差；
 m_x 、 m_y ——点位在坐标轴方向的误差；
 m_a ——方向角误差；
 m_{a_1} 、 m_{a_2} ——起始方位角中误差，以秒（"）为单位；
 m_{β} ——相应等级边角组合网规定的测角中误差，以秒（"）为单位；
 $m_{\Delta x}$ 、 $m_{\Delta y}$ ——坐标增量的误差；
 M ——成图比例尺分母；地籍原图比例尺分母；
 M_H ——卫星定位高程控制测量高程中误差；
 M_{ij} ——四等网中最弱相邻点的相对点位中误差；
 M_w ——四等以下网中最弱点相对于起算点的点位中误差；每千米高差中数全中误差；
 M_s ——航摄比例尺分母；
 n ——测站数；宗地界址点个数；
 n' ——测段数；
 n_a ——每站全部方向测回总数；
 n_d ——该站方向总数；
 n_0 ——测回数；
 n_s ——测距边数；
 n_t ——三角形的个数；
 n_{Δ} —— Δ_c 的个数；
 N ——水准环数；检测点数；
 N' —— f_{β} 的个数；
 p_i ——距离测量的先验权；
 P ——面积；
 R_m ——参考椭球面在 1、2 两点中点的平均曲率半径；地球平均曲率半径；参考椭球面在测距边中点的平均曲率半径；
 R_n ——测距边方向参考椭球面法截弧的曲率半径；
 R_p ——影像扫描分辨率；

- R_z ——正射影像图分辨率；
 S ——边长；房产面积；经各项改正后的斜距；
 S_1 、 S_2 ——经过各项改正后的高程导线边的倾斜距离；
 S'_0 ——测距边水平距离归算到参考椭球面上的边长；
 S_0 —— S'_0 归算到高斯平面的测距边边长；
 T ——测距边要求的相对中误差的分母；
 v ——棱镜高；
 v_1 、 v_2 ——后视和前视的棱镜高；
 W ——经过各项改正后的水准环线闭合差；
 W_t ——三角形闭合差；
 x_1 、 x_2 、 y_1 、 y_2 ——1、2 两点的坐标值；
 X_i 、 Y_i ——宗地第 i 个界址点坐标；
 y_m ——1、2 两点的横坐标平均值；测距边两端点近似横坐标的平均值；
 α ——除观测角外的另两个角度；
 α_a ——圆周角条件或组合角条件方程式的系数；
 β ——传距角；
 β_l ——导线观测左角中数；
 β_r ——导线观测右角中数；
 $\delta_{1,2}$ ——测站点 1 向照准点 2 观测方向的方向改化值；
 $\delta_{2,1}$ ——测站点 2 向照准点 1 观测方向的方向改化值；
 Δ ——测段往返测高差的不符值；
 Δ_c ——测站圆周角闭合差；
 Δ_d ——往、返测距离的差数；
 Δ_D ——界址点坐标计算的边长与实量边长较差的限差；
 Δ_h ——要求达到的高程精度；年均沉降量；
 Δ_p ——两次量算面积较差；
 Δ_y ——测距边两端点近似横坐标的增量；
 μ ——单位权中误差；高程异常模型中误差；

ρ ——常数，为 206265"；

σ_{si} ——测距的先验中误差，可按测距仪的标称精度计算。

2.3 代 号

2.3.1 缩略词

CMYK——印刷彩色模式 cyan magenta yellow black；

CORS——连续运行参考站 continuously operating reference stations；

DEM——数字高程模型 digital elevation model；

DGPS——差分全球定位系统 difference global positioning system；

DLG——数字线划图 digital line graphic；

DOM——数字正射影像图 digital orthophoto map；

DRG——数字栅格地图 digital raster graphic；

IMU——惯性测量单元 inertial measurement unit；

PDOP——位置精度因子 position dilution of precision；

RTK——载波相位动态实时差分 real time kinematic；

TIFF——图像文件格式 tagged image file format；

TIN——不规则三角网 triangulated irregular network。

2.3.2 有关代号

DJ₁——室外条件下一测回水平方向中误差不超过 1" 的经纬仪或全站仪；

DJ₂——室外条件下一测回水平方向中误差不超过 2" 且大于 1" 的经纬仪或全站仪；

DJ₆——室外条件下一测回水平方向中误差不超过 6" 且大于 2" 的经纬仪或全站仪；

DS₀₅——每千米水准测量高差中数偶然中误差不超过 0.5mm 的光学水准仪；

DS₁——每千米水准测量高差中数偶然中误差不超过

- 1mm 且大于 0.5mm 的光学水准仪；
- DS₃——每千米水准测量高差中数偶然中误差不超过 3mm 且大于 1mm 的光学水准仪；
- DSZ₀₅——每千米水准测量高差中数偶然中误差不超过 0.5mm 的数字水准仪；
- DSZ₁——每千米水准测量高差中数偶然中误差不超过 1mm 且大于 0.5mm 的数字水准仪。

3 基本规定

3.1 空间和时间参照系

3.1.1 城市测量应采用该城市统一的平面坐标系统，并应符合下列规定：

1 投影长度变形值不应大于 25mm/km；

2 当采用地方平面坐标系统时，应与国家平面坐标系统建立联系。

3.1.2 城市测量应采用高斯—克吕格投影。

3.1.3 城市测量应采用统一的高程基准。当采用地方高程基准时，应与国家高程基准建立联系。

3.1.4 城市测量的时间应采用公元纪年、北京时间。

3.2 作业与成果管理要求

3.2.1 测量作业前，应根据城市测量项目的技术难易程度和规模大小等，收集分析有关测量资料，进行必要的现场踏勘，制定经济合理的技术路线，编写项目设计或技术设计并进行技术交底。项目设计或技术设计的编写应符合现行行业标准《测绘技术设计规定》CH/T 1004 的规定。

3.2.2 作业人员应具有承担其工作的能力，并按国家现行有关标准、项目设计或技术设计作业。

3.2.3 作业人员应按现行行业标准《测绘作业人员安全规范》CH 1016 的规定进行测量作业。

3.2.4 作业期间，测量仪器设备应进行规定项目的检校，仪器参数设置应定期检查并记录。使用的软件宜定期升级维护。

3.2.5 测量作业过程中，应进行自检和互校，并应做好工程进度、技术问题等内部沟通及用户需求、意见反馈等外部沟通。

3.2.6 测量项目的技术总结或说明应根据技术难易程度和规模大小等确定、编写。技术总结的编写应符合现行行业标准《测绘技术总结编写规定》CH/T 1001 的规定。

3.2.7 测量成果验收后应根据档案管理的要求进行测量档案的整理、归档。

3.2.8 当工程测量成果有保密要求时，应按国家相关规定进行保密处理后再提供使用。

3.2.9 数字形式的测量成果宜采用不同存储介质进行双备份。有条件的城市宜实行异地备份，异地备份地点距本地宜大于500km。

3.2.10 测量成果宜按国家现行相关标准的规定采用数据库等技术进行管理，并确保测量成果的完整性、一致性和可追溯性。

3.2.11 DLG、DEM、DOM 元数据内容与格式应符合现行行业标准《基础地理信息数字产品元数据》CH/T 1007 的规定。

3.3 质量检验要求

3.3.1 测量成果应按现行国家标准《测绘成果质量检查与验收》GB/T 24356 和《数字测绘成果质量检查与验收》GB/T 18316 的规定进行检查验收，并按要求编写检查验收报告。

3.3.2 测量成果的验收宜由甲方组织实施，也可由甲方委托国家认可的检验机构实施。

3.3.3 测量成果质量检查与验收应实行过程检查与最终检查、验收的两级检查一级验收制度，并应保存相关记录。记录应完整、规范、清晰，签注应齐全，内容不得随意更改。

3.3.4 测量成果质量检查与验收应按顺序独立进行，测量成果未通过前一工序检查前，不应进行后一工序检查。

3.3.5 过程检查应采用全数检验方式；最终检查宜采用全数检验方式，也可采用抽样检验方式；验收宜采用抽样检验方式。

3.3.6 采用抽样检验方式时，抽样数量和样本的质量评定应符合现行国家标准《测绘成果质量检查与验收》GB/T 24356 和

《数字测绘成果质量检查与验收》GB/T 18316 的相关规定。

3.3.7 测量成果在检查验收时，应按现行国家标准《测绘成果质量检查与验收》GB/T 24356 和《数字测绘成果质量检查与验收》GB/T 18316 的规定进行质量评定。测量成果质量宜采用优、良、合格、不合格四级评定制。不合格的测量成果经整改后，应重新进行检查、验收。

4 平面控制测量

4.1 一般规定

4.1.1 城市平面控制网的布设应遵循“从整体到局部、分级布网”的原则。首级网宜一次全面布设；加密网可分期、越级布设。

4.1.2 城市平面控制网的等级宜划分为二、三、四等和一、二、三级。

4.1.3 城市平面控制测量可采用卫星定位测量、导线测量、边角组合测量等方法。

4.1.4 当需要建立城市地方平面坐标系时，应按下列规定选择平面直角坐标系：

1 当长度变形值不大于 $25\text{mm}/\text{km}$ 时，宜采用高斯-克吕格投影统一 3° 带的平面直角坐标系，也可采用高斯-克吕格投影任意带平面直角坐标系；

2 当长度变形值大于 $25\text{mm}/\text{km}$ 时，应依次采用下列平面直角坐标系：

- 1) 投影于抵偿高程面上的高斯-克吕格投影统一 3° 带的平面直角坐标系；
- 2) 高斯-克吕格投影任意带平面直角坐标系，投影面可采用黄海平均海面或城市平均高程面；
- 3) 当高斯-克吕格投影任意带平面直角坐标系不能满足要求时，应分带投影。

3 面积小于 25km^2 的城镇建立的地方平面坐标系，可不进行投影改正。

4.1.5 城市平面控制网的首级网应与国家控制网联测。联测时，应对拟利用的国家控制网点的精度进行分析。当精度满足城市测

量要求时，应直接利用；当精度不满足城市测量要求时，宜利用其点位，并选用一个国家控制网点的坐标与一条边的方位角作为城市平面控制网的起算数据。

4.1.6 四等平面控制网中最弱相邻点的相对点位中误差不应大于0.05m。四等以下网中最弱点相对于起算点的点位中误差不应大于0.05m。

4.1.7 二、三等平面控制网点宜逐点联测高程，联测精度不应低于三等高程控制测量精度要求；四等和一、二、三级平面控制网点可依据具体情况联测高程，联测精度不应低于四等高程控制测量精度要求。高程联测的方法和技术要求应符合本规范第5章的有关规定。

4.1.8 城市平面控制网的设计应符合下列规定：

1 应收集有关资料并进行现场踏勘。收集的资料宜包括：

- 1) 适当比例尺的地形图和交通图，以及有关气象、地质、通信等方面的资料；
- 2) 城市总体规划和近期建设开发方面的资料；
- 3) 城市已有控制测量资料，包括平面控制网图、水准路线图、点之记、成果表和技术总结等。

2 应对收集的资料进行分析研究，根据测区实际需要、预期精度、测量方法、观测方式、测区的自然地理条件与交通状况等进行城市平面控制网设计。

3 应设计城市平面控制点的概略位置，并拟定首级网与已有平面控制网或国家控制网的联测方案。

4 应判断和检查城市平面控制网各相邻控制点的通视情况。导线网、边角组合网中的各相邻控制点应通视；卫星定位网中的各相邻控制点可不要求全部通视。

5 当城市平面控制网存在多种布网方案时，应进行控制网最优化设计。

6 应拟定城市平面控制点的高程联测方案。

4.1.9 应根据平面控制网设计结果和测区实地调查情况，编写

技术设计,拟定作业计划。

4.1.10 各等级卫星定位网点与边角组合网点的点名,宜采用村名、山名、地名、单位名称,并应在调查后确定。同一测区有相同的点名时,应加以区别。新旧点重合时,宜采用旧点名。各等级导线点可按区域或线路命名编号。

4.1.11 卫星定位接收机的检定应符合现行行业标准《全球定位系统(GPS)接收机(测地形和导航型)校准规范》JJF 1118的规定;卫星定位接收机的维护应符合现行行业标准《卫星定位城市测量技术规范》CJJ/T 73的规定。

4.1.12 全站仪或电子经纬仪系列的分级、基本技术参数、检定要求应符合现行行业标准《全站型电子速测仪检定规程》JJG 100的规定;光学经纬仪系列的分级、基本技术参数应符合现行国家标准《光学经纬仪》GB/T 3161的规定,检定要求应符合现行行业标准《光学经纬仪检定规程》JJG 414的规定;测距仪的检定要求应符合现行国家标准《光电测距仪》GB/T 14267的规定。

4.1.13 城市平面控制测量的外业记录应符合下列规定:

1 卫星定位测量的外业记录应符合现行行业标准《卫星定位城市测量技术规范》CJJ/T 73的规定。

2 导线测量、边角组合测量的外业记录宜采用电子记录方式,也可采用纸质手簿记录。

3 采用电子记录方式时,外业记录宜符合现行行业标准《测量外业电子记录基本规定》CH/T 2004、《导线测量电子记录规定》CH/T 2002、《三角测量电子记录规定》CH/T 2005的规定。数据文件中的原始观测记录不得更改。

4 采用纸质手簿记录时,应符合下列规定:

1) 外业记录不得涂改、追记和转抄;

2) 水平角观测时,秒值读记错误应重新观测,度、分读记错误可在现场更正,但同一方向盘左、盘右不应连环更改;垂直角观测时,度、分的读数,在各测回中

不应连环更改；

- 3) 距离测量时，厘米及以下数值读记错误应重新观测，米、分米读记错误，在同一距离、同一高差的往、返测或两次测量的相关数字不应连环更改；
- 4) 对错误进行更正时，应将错误数字、文字整齐划去，在其上方另记正确数字、文字；划改的数字和超限划去的成果，均应注明原因和重测结果的所在页码。

4.1.14 应根据成果使用需要，选择采用国家统一坐标系统或城市地方坐标系统，并应对城市平面控制网观测成果进行归化计算。有关坐标系统对应的地球椭球基本参数应符合本规范附录 A 的规定。

4.2 选点与埋石

4.2.1 各等级平面控制点的点位应根据设计成果到实地选定，并应符合下列规定：

1 点位应选在坚固稳定的地点，且应便于埋石和观测，并能永久保存；

2 高等级点点位的选择，应便于低等级点的加密；平面控制网边缘的控制点点位的选择，应便于扩展应用；

3 宜利用城市区域内原有的平面控制点点位；

4 采用卫星定位测量方法时，选点要求应符合现行行业标准《卫星定位城市测量技术规范》CJJ/T 73 的规定；

5 采用导线测量和边角组合测量方法时，相邻控制点间视线超越障碍物的高度或旁离障碍物的距离应符合下列规定：

1) 二等边角组合测量时，不宜小于 1.5m；

2) 三、四等测量时，不宜小于 1.0m；

3) 一、二、三级导线测量时不宜小于 0.5m。

6 边长采用电磁波测距时，测距边的选择应符合下列规定：

1) 测距边的长度宜在相应等级控制网平均边长的 0.7 倍至 1.3 倍的范围内选择；

- 2) 测线宜高出地面和离开障碍物 1m 以上;
- 3) 测线不得通过散热塔、烟囱等发热体的上空及附近;
- 4) 安置测距仪的测站应避免受电磁场干扰的地方, 离开高压线距离宜大于 5m;
- 5) 应避免测距时的视线背景部分有反光物体。

4.2.2 点位选定后, 宜绘制选点图和点之记草图。

4.2.3 各等级平面控制点均应埋设永久性标石。平面控制点标志、标石及其造埋的规格应符合现行国家标准《国家三角测量规范》GB/T 17942 的规定。坑底填以砂石, 捣固夯实或浇灌混凝土底层。二、三等点宜埋设盘石和柱石, 两层标石中心的偏离值应小于 3mm; 其他平面控制点宜埋设柱石。各等级平面控制点的标石, 亦可兼做水准标石, 此时标志宜为半球状, 标石底层应浇灌混凝土。标志中心应具有明显、耐久的中心点。

4.2.4 各等级平面控制点埋石过程中应根据标石类型和埋设方式在标石坑挖设、标石安置、标石整饰等关键步骤中拍摄照片。

4.2.5 各等级控制點選点、埋石工作结束后, 应绘制点之记。二、三、四等控制点应办理标志委托保管手续, 其他埋石点可根据需要而定。应定期巡视检查和维修控制点标石。

4.3 卫星定位平面控制测量

4.3.1 卫星定位网可采用静态测量和动态测量方法施测。动态测量可采用网络 RTK 测量方式或单基站 RTK 测量方式; 在已建立 CORS 网的城市, 宜采用网络 RTK 测量方式。

4.3.2 静态测量可施测二、三、四等和一、二级平面控制网; 动态测量可施测一、二、三级平面控制网。

4.3.3 静态卫星定位网的主要技术指标应符合表 4.3.3 的规定。二、三、四等静态卫星定位网相邻点最小边长不宜小于平均边长的 1/2; 最大边长不宜大于平均边长的 2 倍。当边长小于 200m 时, 边长中误差应小于 0.02m。

表 4.3.3 静态卫星定位网的主要技术指标

等级	平均边长(km)	$a(\text{mm})$	$b(1 \times 10^{-6})$	最弱边相对中误差
二等	9	≤ 5	≤ 2	$\leq 1/120000$
三等	5	≤ 5	≤ 2	$\leq 1/80000$
四等	2	≤ 10	≤ 5	$\leq 1/45000$
一级	1	≤ 10	≤ 5	$\leq 1/20000$
二级	< 1	≤ 10	≤ 5	$\leq 1/10000$

注： a ——固定误差；

b ——比例误差系数。

4.3.4 动态卫星定位网的主要技术指标应符合表 4.3.4 的规定。困难地区相邻点间距离可缩短至表 4.3.4 规定长度的 2/3，边长较差不应大于 20mm。

表 4.3.4 动态卫星定位网的主要技术指标

等级	相邻点间距离(m)	点位中误差(mm)	相对中误差	方法	起算点等级	流动站到基准站距离(km)	测回数
一级	≥ 500	≤ 50	$\leq 1/20000$	网络 RTK	—	—	≥ 4
二级	≥ 300	≤ 50	$\leq 1/10000$	网络 RTK	—	—	≥ 3
				单基站 RTK	四等及以上	≤ 6	
三级	≥ 200	≤ 50	$\leq 1/6000$	网络 RTK	—	—	≥ 3
				单基站 RTK	四等及以上	≤ 6	
					二级及以上	≤ 3	

4.3.5 卫星定位接收机使用前应进行检验，检验项目、方法和要求应符合现行行业标准《卫星定位城市测量技术规范》CJJ/T 73 的规定。不同类型、不同品牌的接收机共同作业前，应在已知基线上进行比对测试，超过本规范表 4.3.3 相应等级限差时，不应使用。

4.3.6 静态测量卫星定位接收机的选用应符合表 4.3.6 的规定。

表 4.3.6 静态测量卫星定位接收机的选用

等级	接收机类型	标称精度	同步观测接收机数
二等	双频	$\leq 5\text{mm} + 2 \times 10^{-6}d$	≥ 4
三等	双频或单频	$\leq 5\text{mm} + 2 \times 10^{-6}d$	≥ 3
四等	双频或单频	$\leq 10\text{mm} + 5 \times 10^{-6}d$	≥ 3
一级	双频或单频	$\leq 10\text{mm} + 5 \times 10^{-6}d$	≥ 3
二级	双频或单频	$\leq 10\text{mm} + 5 \times 10^{-6}d$	≥ 3

注：d——基线长度。

4.3.7 静态测量的技术要求应符合表 4.3.7 的规定。

表 4.3.7 静态测量的技术要求

等级	卫星高度角 (°)	有效观测 卫星数	平均重复 设站数	时段长度 (min)	数据采 样间隔 (s)	PDOP 值
二等	≥ 15	≥ 4	≥ 2	≥ 90	10~30	< 6
三等	≥ 15	≥ 4	≥ 2	≥ 60	10~30	< 6
四等	≥ 15	≥ 4	≥ 1.6	≥ 45	10~30	< 6
一级	≥ 15	≥ 4	≥ 1.6	≥ 45	10~30	< 6
二级	≥ 15	≥ 4	≥ 1.6	≥ 45	10~30	< 6

4.3.8 静态卫星定位网宜由一个或若干个独立闭合环构成，也可采用附合线路形式构成。各等级静态卫星定位网独立闭合环边数或附合线路边数应符合表 4.3.8 的规定。

表 4.3.8 静态卫星定位网独立闭合环边数或附合线路边数

等级	独立闭合环边数或附合线路边数
二等	≤ 6
三等	≤ 8
四等	≤ 10
一级	≤ 10
二级	≤ 10

4.3.9 静态测量观测计划、准备工作、作业要求和数据处理应符合现行行业标准《卫星定位城市测量技术规范》CJJ/T 73 的规定。

4.3.10 动态测量卫星定位接收机的选用应符合表 4.3.10 的规定。

表 4.3.10 动态测量卫星定位接收机的选用

等级	接收机类型	标称精度
一级	双频	$\leq 10\text{mm} + 2 \times 10^{-6}d$
二级	双频	$\leq 10\text{mm} + 2 \times 10^{-6}d$
三级	双频	$\leq 10\text{mm} + 2 \times 10^{-6}d$

注：d——基线长度。

4.3.11 动态卫星定位网布设时，控制点总数不应少于 3 个，控制点中应保证至少有 3 个以上或 2 对以上相互通视的点位。

4.3.12 动态测量的准备工作、坐标系统转换工作应符合现行行业标准《卫星定位城市测量技术规范》CJJ/T 73 的规定。

4.3.13 单基站 RTK 测量基准站的设置应符合现行行业标准《卫星定位城市测量技术规范》CJJ/T 73 的规定。

4.3.14 动态测量作业应符合下列规定：

1 观测前，手簿中设置的平面收敛阈值不应超过 20mm，垂直收敛阈值不应超过 30mm；

2 观测时，卫星高度角 15° 以上的卫星颗数不应少于 5 颗，PDOP 值应小于 6；

3 天线应采用三角支架架设，仪器的圆气泡应稳定居中；

4 观测值应记录收敛、稳定的固定解。经、纬度应记录到 0.00001"，平面坐标和高程应记录到 0.001m；

5 基准站设置完成后，应至少采用一个不低于二级的已知控制点进行检核，平面位置较差不应大于 50mm；

6 一测回的自动观测值个数不应少于 10 个，定位结果应取平均值；

7 测回间应至少间隔 60s，下一测回测量开始前，应重新初始化；

8 测回间的平面坐标分量较差应小于 20mm 或经、纬度的分量较差应小于 $0.0007''$ ，垂直坐标分量较差应小于 30mm。最终观测成果应取各测回结果的平均值；

9 初始化时间超过 5min 仍不能获得固定解时，宜断开通信链路，重启卫星定位接收机，再次初始化。当重启 3 次仍不能获得固定解时，应选择其他位置进行测量。

4.3.15 动态卫星定位网点应进行边长、角度或导线联测检核，技术指标应符合表 4.3.15 的规定。

表 4.3.15 动态卫星定位网点检核的技术指标

等级	边长检核		角度检核		导线联测检核	
	测距中误差 (mm)	边长较差的 相对中误差	测角中误差 ($''$)	角度较 差限差 ($''$)	角度闭 合差 ($''$)	边长相对 闭合差
一级	≤ 15	$\leq 1/14000$	≤ 5	14	$\pm 16\sqrt{n}$	$\leq 1/10000$
二级	≤ 15	$\leq 1/7000$	≤ 8	20	$\pm 24\sqrt{n}$	$\leq 1/6000$
三级	≤ 15	$\leq 1/4000$	≤ 12	30	$\pm 40\sqrt{n}$	$\leq 1/4000$

注：n——测站数。

4.4 导线测量

4.4.1 采用导线测量方法时，可布设三、四等和一、二、三级平面控制网。

4.4.2 采用电磁波测距导线测量方法布设平面控制网的主要技术指标应符合表 4.4.2 的规定。

表 4.4.2 采用电磁波测距导线测量方法布设
平面控制网的主要技术指标

等级	闭合环或附合导线长度 (km)	平均边长 (m)	测距中误差 (mm)	测角中误差 (")	导线全长相对闭合差
三等	≤15	3000	≤18	≤1.5	≤1/60000
四等	≤10	1600	≤18	≤2.5	≤1/40000
一级	≤3.6	300	≤15	≤5	≤1/14000
二级	≤2.4	200	≤15	≤8	≤1/10000
三级	≤1.5	120	≤15	≤12	≤1/6000

4.4.3 导线网的布设应符合下列规定：

1 一、二、三级导线的布设可根据测区实际情况选用两个级别；

2 导线网中，结点与高级点间或结点与结点间的导线长度不应大于附合导线规定长度的 0.7 倍；

3 当附合导线长度短于规定长度的 1/3 时，导线的全长闭合差不应大于 0.13m；

4 特殊情况下，导线的总长和平均边长可放长至本规范表 4.4.2 规定长度的 1.5 倍，但其全长闭合差不应大于 0.26m；

5 导线网用作首级网时，应布设成多边形格网，加密网可布设成单线、单结点或多结点导线网；

6 四等及以下各级导线网可布设成多结点无定向导线网，起算点不应少于 3 个，且应均匀分布；

7 导线相邻边长之比不宜大于 1:3；

8 当附合导线的边数大于 12 条时，其测角精度应提高一个等级。

4.4.4 一测区开始作业前，应对使用的全站仪、电子经纬仪、光学经纬仪、测距仪进行检验并记录，检验资料应装订成册。检验项目、方法和要求应符合现行国家标准《国家三角测量规范》GB/T 17942 和现行行业标准《三、四等导线测量规范》CH/T

2007 中的规定。

4.4.5 各等级导线测量水平角观测技术指标应符合表 4.4.5 的规定。

表 4.4.5 导线测量水平角观测技术指标

等级	测回数			方位角闭合差 (")
	DJ ₁	DJ ₂	DJ _s	
三等	8	12	—	$\pm 3\sqrt{n}$
四等	4	6	—	$\pm 5\sqrt{n}$
一级	—	2	4	$\pm 10\sqrt{n}$
二级	—	1	3	$\pm 16\sqrt{n}$
三级	—	1	2	$\pm 24\sqrt{n}$

注：n——测站数。

4.4.6 水平角观测可采用方向观测法。方向观测法一测回的操作程序应符合下列规定：

1 照准零方向标的，应按度盘位置表配置度盘；

2 顺时针旋转照准部（1~2）周后照准零方向标的，应读取水平度盘的度、分数值；当采用全站仪或电子经纬仪时，应同时读取秒的数值；当采用光学经纬仪时，应重合对径分划线两次并读取光学测微器读数；

3 顺时针旋转照准部，精确照准 2 方向标的，应按本条第 2 款的规定读数，并应顺时针方向旋转照准部依次进行 3、4、……、n 方向的观测，最后闭合至零方向；

4 纵转望远镜，逆时针旋转照准部（1~2）周后照准零方向标的，应按本条第 2 款的规定读数；

5 逆时针旋转照准部，应按与上半测回相反的观测次序依次观测至零方向。

4.4.7 方向观测法各项限差应符合表 4.4.7 的规定。当照准点方向的垂直角不在 $\pm 3^\circ$ 范围内时，该方向的 2C 较差可按同一观测时间段内的相邻测回进行比较，但应在手簿中注明。

表 4.4.7 方向观测法各项限差 (")

经纬仪型号	光学测微器两次 重合读数差	半测回归零差	一测回内 2C 较差	同一方向值 各测回较差
DJ ₁	1	6	9	6
DJ ₂	3	8	13	9
DJ ₆	—	18	—	24

4.4.8 水平角观测前的准备工作应包括下列内容:

- 1 检查并确认平面控制点标石是稳固的;
- 2 整置仪器, 并检查视线超越或旁离障碍物的距离, 应符合本规范第 4.2.1 条第 5 款的规定;

3 水平角观测采用方向观测法时, 选择一个距离适中、通视良好、成像清晰的观测方向作为零方向;

4 水平角观测采用方向观测法时, 按本规范附录 B 的规定编制方向观测法度盘位置表。

4.4.9 水平角观测应符合下列规定:

- 1 水平角观测应在通视良好、成像清晰稳定的情况下进行。
- 2 水平角观测过程中, 仪器不应受日光直射, 气泡中心偏离整置中心不应超过 1 格。气泡偏离接近 1 格时, 应在测回间重新整置仪器。

3 水平角观测采用方向观测法时, 方向数不多于 3 个的, 可不归零。

4 在三、四等导线点上, 多于两个方向时, 应采用方向观测法观测; 只有两个方向时, 宜以奇数测回和偶数测回分别观测导线前进方向的左角和右角。观测右角时, 应以观测左角的起始方向为准变换度盘位置。测站圆周角闭合差应按公式 (4.4.9) 计算, 且三等导线测站圆周角闭合差应在 $\pm 3.0''$ 之内, 四等导线测站圆周角闭合差应在 $\pm 5.0''$ 之内。

$$\Delta_c = \beta_1 + \beta_2 - 360^\circ \quad (4.4.9)$$

式中: Δ_c ——测站圆周角闭合差 (");

β_l ——导线观测左角中数；

β_r ——导线观测右角中数。

5 各等级导线观测时，脚架的安置宜采用三联脚架法。

4.4.10 水平角观测成果的重测和取舍应符合本规范第 4.5.10 条的规定。

4.4.11 距离测量采用的测距仪等级应符合表 4.4.11 的规定。每千米测距中误差 (m_D) 应按公式 (4.4.11) 计算。

$$m_D = a + b \times D \quad (4.4.11)$$

式中： a ——仪器标称精度中的固定误差 (mm)；

b ——仪器标称精度中的比例误差系数 (mm/km)；

D ——测距边长度 (km)，取值为 1。

表 4.4.11 测距仪等级

仪器等级	每千米测距中误差 (mm)
I 级	$m_D \leq 5$
II 级	$5 < m_D \leq 10$

4.4.12 各等级导线的边长，应按本规范表 4.4.2 的测距中误差要求，选用相应精度指标的测距仪测定。

4.4.13 各等级平面控制网测距的主要技术指标应符合表 4.4.13 的规定。

表 4.4.13 各等级平面控制网测距的主要技术指标

等级	仪器等级	观测次数		总测回数
		往	返	
二等	I 级	1	1	6
三等	I 级	1	1	4
	II 级			6
四等	I 级	1	1	2
	II 级			4

续表 4.4.13

等级	仪器等级	观测次数		总测回数
		往	返	
一级	II级	1	—	2
二、三级	II级	1	—	1

注：1 一测回是指照准目标一次，一般读数4次，可根据仪器出现的离散程度和大气透明度作适当增减。往返测回数各占总测回数的一半。

2 根据具体情况，可采用不同时段观测代替往返观测，不同时段是指上午、下午或不同的白天。

4.4.14 各级测距仪观测结果各项较差的限差应符合表 4.4.14 的规定。往返较差应将斜距化算到同一水平面进行比较。

表 4.4.14 各级测距仪观测结果各项较差的限差

仪器等级	一测回读数较差 (mm)	单测回间较差 (mm)	往返或不同时段的较差
I级	5	7	$2(a+b \times D)$
II级	10	15	

注：a——固定误差；

b——比例误差系数；

D——测距边长度 (km)。

4.4.15 电磁波测距时，气象数据的测定应符合下列规定：

1 气象仪表宜选用通风干湿温度表和空盒气压表。测距时使用的温度表及气压表宜和测距仪检定时一致。

2 到达测站后，应立刻打开装气压表的盒子，置平气压表，并应避免受日光曝晒。温度表应悬挂在与测距视线同高、不受日光辐射影响和通风良好的地方，并应在气压表和温度表与周围温度一致后，再测记气象数据。

3 气象数据的测定要求应符合表 4.4.15 的规定。

表 4.4.15 气象数据的测定要求

测距边	最小读数		测定的时间间隔	气象数据的取用
	温度 (°C)	气压 (Pa)		
二、三、四等网	0.2	50	一测站同时段 观测始末	测距边两端的平均值
一级网	0.5	100	每边测定一次	观测一端的数据
二、三级网	0.5	100	一时段始末各测定一次	取平均值作为各边 测量的气象数据

4.4.16 电磁波测距观测时间的选择应符合下列规定：

1 应在大气稳定和成像清晰的气象条件下进行观测，晴天日出后与日落前半小时内不宜观测，中午可根据地区、季节和气象情况留有适当的间歇时间。阴天有微风时，可全天观测。

2 在雷雨前后、大雾、大风、雨、雪天气及大气透明度很差的情况下，不应观测。

4.4.17 电磁波测距的作业要求应符合下列规定：

1 应执行仪器说明书中规定的操作程序；

2 在晴天作业时，应给仪器遮阳，不应将镜头对向太阳，也不宜顺光、逆光观测；

3 作业中使用的棱镜应与检验时使用的棱镜一致；

4 测线或测线延长线上不应存在其他棱镜。对讲机亦应暂时停止通话。

4.4.18 测距边的倾斜改正可采用垂直角或两端点的高差计算。两端点的高差可采用水准测量或三角高程测量方法测定。

4.4.19 采用垂直角直接计算平距时，垂直角测角精度应按公式(4.4.19)计算。以垂直角测角精度为引数，垂直角的观测方法及测回数应符合表 4.4.19 的规定。

$$m_{\alpha_v} = \frac{\sqrt{2}\rho}{5T\sin\alpha_v} \quad (4.4.19)$$

式中： m_{α_v} ——垂直角测角精度（″）；
 α_v ——垂直角观测值；
 ρ ——常数，为 206265″；
 T ——测距边要求的相对中误差的分母。

表 4.4.19 垂直角的观测方法及测回数

方 法	测 回 数			
	精度：5″~10″	精度：10″~30″		精度：30″以上
	DJ ₂	DJ ₂	DJ ₆	DJ ₆
对向观测，中丝法	2	1	2	1
单向观测，中丝法	3	2	3	2

4.5 边角组合测量

4.5.1 采用边角组合测量方法可布设二、三、四等和一、二级平面控制网。

4.5.2 边角组合网点位中误差应符合下列规定：

1 四等网中最弱相邻点的相对点位中误差 (M_{ij}) 应按下列公式计算：

$$M_{ij} = \sqrt{a_{ij}^2 + b_{ij}^2} \quad (4.5.2-1)$$

$$M_{ij} = \sqrt{m_{\Delta x}^2 + m_{\Delta y}^2} \quad (4.5.2-2)$$

$$M_{ij} = \sqrt{m_s^2 + \left(\frac{m_a S}{\rho}\right)^2} \quad (4.5.2-3)$$

式中： a_{ij} ——相对点位误差椭圆的长半轴；

b_{ij} ——相对点位误差椭圆的短半轴；

$m_{\Delta x}$ 、 $m_{\Delta y}$ ——坐标增量的误差；

m_s ——边长误差；

m_a ——方向角误差；

ρ ——常数，为 206265″；

S ——边长。

2 四等以下网中最弱点相对于起算点的点位中误差 (M_w)

应按下列公式计算：

$$M_w = \sqrt{a_w^2 + b_w^2} \quad (4.5.2-4)$$

$$M_w = \sqrt{m_x^2 + m_y^2} \quad (4.5.2-5)$$

式中： a_w ——点位误差椭圆的长半轴；

b_w ——点位误差椭圆的短半轴；

m_x 、 m_y ——点位在坐标轴方向的误差。

4.5.3 边角组合网的主要技术指标应符合表 4.5.3 的规定。

表 4.5.3 边角组合网的主要技术指标

等级	平均边长 (km)	测角中误差 ($''$)	测距中误差 (mm)	起始边边长 相对中误差	测距相对 中误差	最弱边边长 相对中误差
二等	9.0	≤ 1.0	≤ 30	$\leq 1/300000$	$\leq 1/300000$	$\leq 1/120000$
三等	5.0	≤ 1.8	≤ 30	$\leq 1/200000$ (首级) $\leq 1/120000$ (加密)	$\leq 1/160000$	$\leq 1/80000$
四等	2.0	≤ 2.5	≤ 16	$\leq 1/120000$ (首级) $\leq 1/80000$ (加密)	$\leq 1/120000$	$\leq 1/45000$
一级	1.0	≤ 5.0	≤ 16	$\leq 1/40000$	$\leq 1/60000$	$\leq 1/20000$
二级	0.5	≤ 10.0	≤ 16	$\leq 1/20000$	$\leq 1/30000$	$\leq 1/10000$

4.5.4 边角组合网的布设应符合下列规定：

1 边角组合网应重视图形结构，各边边长宜近似相等，各三角形的内角不应大于 100° 且不宜小于 30° ，当受地形限制时，也不应小于 25° 。

2 当边角组合网估算精度偏低时，宜适当加测对角线或增设测距边。

3 加密网可采用插网（锁）或插点的方法，一、二级可布设成线形锁。采用插网或插点方法且未作联测的相邻点的距离，三等网不应小于 3.5km，四等网不应小于 1.5km，不满足要求的，应改变设计方案。

4 各等级交会插点点位应在高等三角形的中心附近，同一

插点各方向距离之比不应大于 1:3。对于单插点,三等点应具有 6 个内外交会方向测定,其中至少应有两个交角为 $60^{\circ}\sim 120^{\circ}$ 的外方向;四等点应有 5 个交会方向,图形欠佳时应有外方向。对于双插点,交会方向数应增加 1 倍,其中应包括两待定点间的对向观测方向。

4.5.5 边角组合网水平角观测技术指标应符合表 4.5.5 的规定。

表 4.5.5 边角组合网水平角观测技术指标

等级	测角中误差 ($''$)	三角形最大闭合差 ($''$)	平均边长 (km)	方向观测测回数		
				DJ ₁	DJ ₂	DJ ₆
二等	≤ 1.0	± 3.5	> 9	15	—	—
			≤ 9	12	—	—
三等	≤ 1.8	± 7.0	> 5	9	12	—
			≤ 5	6	9	—
四等	≤ 2.5	± 9.0	> 2	6	9	—
			≤ 2	4	6	—
一级	≤ 5.0	± 15.0	—	—	2	6
二级	≤ 10.0	± 30.0	—	—	1	2

4.5.6 一测区开始作业前,全站仪、电子经纬仪、光学经纬仪、测距仪的检验应符合本规范第 4.4.4 条的规定。

4.5.7 方向观测法各项限差应符合本规范第 4.4.7 条的规定。

4.5.8 水平角观测前的准备工作应符合本规范第 4.4.8 条的规定。

4.5.9 水平角观测除应符合本规范第 4.4.9 条第 1、2、3 款的规定外,还应符合下列规定:

1 二等控制点上水平角观测的全部测回,应在两个以上时间段完成,上午、下午、夜间应各为一个时间段。每个时间段观测的测回数不应多于全部测回数的 $2/3$;按全组合测角法观测时,同一角度各测回不应连续观测。

2 二等以下各等级控制点上水平角观测的全部测回,可在

一个时间段内完成。

3 当方向总数超过 6 个时，可分两组观测，且每组至少应包括两个共同方向，其中一个应为共同零方向，两组共同方向角值之差，不应大于本等级测角中误差的 2 倍。分组观测最后结果，应按等权分组观测进行测站平差。

4 在观测过程中，当遇某些方向目标暂不清晰时，可先放弃，待清晰时补测。一测回中放弃的方向数不应超过方向总数的 1/3，放弃方向补测时，可只联测零方向。当全部测回已测完，某些方向尚未观测过时，对这些方向的观测应按分组观测处理。

5 在高等级控制点上设站观测低等级方向时，应联测与低等级方向构成图形的两个高等级方向。高等级方向间夹角的观测值和原观测值之差不应大于 Δ_m ， Δ_m 应按下式计算：

$$\Delta_m = \pm 2\sqrt{m_n^2 + m_0^2} \quad (4.5.9)$$

式中： m_n ——新成果等级规定的测角中误差；

m_0 ——旧成果等级规定的测角中误差。

4.5.10 水平角观测成果的重测和取舍应符合下列规定：

1 超出本规范规定限差的结果，应进行重测。重测应在基本测回完成并对成果综合分析后进行。

2 2C 较差或各测回较差超限时，应重测超限方向并联测零方向。因测回较差超限重测时，除明显孤值外，应对观测结果中出现最大值和最小值的测回进行重测。

3 零方向的 2C 较差或下半测回的归零差超限时，该测回应重测。方向观测法一测回中，重测方向数大于等于所测方向总数的 1/3 时，该测回应重测。

4 采用方向观测法时，每站基本测回重测的方向测回数，不应超过全部方向测回总数的 1/3，大于 1/3 的，应整站重测。方向观测法重测数的计算，在基本测回观测结果中，重测一个方向应算作一个方向测回；因零方向超限而重测的整个测回应算作 $(n_d - 1)$ 个方向测回。每站全部方向测回总数 n_a 应按下式计算：

$$n_a = (n_d - 1) \times n_0 \quad (4.5.10)$$

式中： n_a ——每站全部方向测回总数；

n_d ——该站方向总数；

n_0 ——测回数。

5 基本测回结果和重测结果应记入手簿。基本测回与重测结果不应取中数，每一测回应只取一个符合限差的结果。

6 因三角形闭合差、极条件、基线条件、方位角条件自由项超限而重测时，应进行分析，并择取有关测站整站重测。

4.5.11 各等级边角组合网的边长，应按本规范表 4.5.3 的测距中误差要求，选用相应精度指标的测距仪测定，边长测量的方法和技术要求应符合本规范第 4.4.13 条~第 4.4.19 条的规定。

4.6 成果整理与提交

4.6.1 观测工作结束后，应及时整理和检查外业观测手簿，并在确认观测成果全部符合本规范规定后，再进行计算。

4.6.2 静态卫星定位网的基线解算、检验及平差应符合现行行业标准《卫星定位城市测量技术规范》CJJ/T 73 的规定。

4.6.3 二、三、四等导线网和边角组合网点的方向观测值应进行高斯投影方向改化。二、三等控制点的方向观测值的高斯投影方向改化应按公式 (4.6.3-1) 计算，四等控制点的方向观测值的高斯投影方向改化可按公式 (4.6.3-2) 计算：

$$\left. \begin{aligned} \delta_{1,2} &= \frac{\rho}{6R_m^2} (x_1 - x_2)(2y_1 + y_2) \\ \delta_{2,1} &= \frac{\rho}{6R_m^2} (x_2 - x_1)(y_1 + 2y_2) \end{aligned} \right\} \quad (4.6.3-1)$$

$$\delta_{1,2} = -\delta_{2,1} = \frac{\rho}{2R_m^2} (x_1 - x_2)y_m \quad (4.6.3-2)$$

式中： $\delta_{1,2}$ ——测站点 1 向照准点 2 观测方向的方向改化值 (");

$\delta_{2,1}$ ——测站点 2 向照准点 1 观测方向的方向改化值 (");

x_1, x_2, y_1, y_2 ——1、2 两点的坐标值 (m);

R_m ——参考椭球面在 1、2 两点中点的平均曲率半径 (m);

y_m ——1、2 两点的横坐标平均值 (m)。

4.6.4 导线网和边角组合网的测距边水平距离的计算应符合下列规定:

1 采用两点间的高差时,应按下式计算:

$$D = \sqrt{S^2 - h^2} \quad (4.6.4-1)$$

2 采用垂直角时,应按下列公式计算:

$$\left. \begin{aligned} D &= S \cos(\alpha_v + f) \\ f &= (1-k)\rho \frac{S \cos \alpha_v}{2R_m} \end{aligned} \right\} \quad (4.6.4-2)$$

式中: D ——测距边两端点仪器与棱镜平均高程面上的水平距离 (m);

S ——经气象、加乘数与乘常数等改正后的斜距 (m);

h ——测距仪与棱镜之间的高差 (m);

α_v ——垂直角观测值;

f ——地球曲率与大气折光对垂直角的改正值 (");

k ——当地的大气折光系数;

R_m ——地球平均曲率半径 (m)。

4.6.5 导线网和边角组合网的测距边水平距离的高程归化和投影改化应符合下列规定:

1 测距边水平距离 (D) 归算到参考椭球面上的边长 (S'_0) 应按下式计算:

$$S'_0 = D \left\{ 1 - \frac{H_m + h_g}{R_n} + \frac{(H_m + h_g)^2}{R_n^2} \right\} \quad (4.6.5-1)$$

式中: S'_0 ——测距边水平距离归算到参考椭球面上的边长 (m);

H_m ——测距边高出大地水准面 (黄海平均海面) 的平均高程 (m);

h_g ——测距边所在地区大地水准面对于参考椭球面的高度 (m);

R_n ——测距边方向参考椭球面法截弧的曲率半径 (m)。

2 由 S'_0 再归算到高斯平面的测距边边长 S_0 应按下列式计算:

$$S_0 = S'_0 \left\{ 1 + \frac{y_m^2}{2R_m^2} + \frac{(\Delta y)^2}{24R_m^2} \right\} \quad (4.6.5-2)$$

式中: S_0 —— S'_0 归算到高斯平面的测距边边长 (m);

y_m ——测距边两端点近似横坐标的平均值 (m);

Δy ——测距边两端点近似横坐标的增量 (m);

R_m ——参考椭球面在测距边中点的平均曲率半径 (m)。

3 测距边边长的高程归化计算应符合本规范附录 C 的规定。

4.6.6 导线网的测角中误差应符合本规范表 4.4.2 的规定, 并可分下列两种情况计算测角中误差:

1 按左、右角观测的三、四等导线(网)的测角中误差, 应按下列式计算:

$$m_\beta = \sqrt{\frac{\Delta_c \Delta_c}{2n_\Delta}} \quad (4.6.6-1)$$

式中: Δ_c ——测站圆周角闭合差 (");

n_Δ —— Δ_c 的个数。

2 按导线方位角闭合差计算的测角中误差, 应按下列式计算:

$$m_\beta = \sqrt{\frac{1}{N'} \left[\frac{f_\beta f_\beta}{n} \right]} \quad (4.6.6-2)$$

式中: f_β ——附和导线或闭合导线环的方位角闭合差 (");

n ——计算时的测站数;

N' —— f_β 的个数。

4.6.7 边角组合网的检核项目和限差应符合下列规定:

1 边长用电磁波测距仪进行往返观测时, 应按公式 (4.6.7-1) 评定距离测量的单位权中误差 (μ) 和距离测量的先验权 (p_i), 并应根据 μ 及 p_i 按公式 (4.6.7-2) 估算任一边的实际测距中误差 (m_{D_i});

$$\left. \begin{aligned} \mu &= \sqrt{\frac{P\Delta_d\Delta_d}{2n_s}} \\ p_i &= \frac{1}{\sigma_i^2} \end{aligned} \right\} \quad (4.6.7-1)$$

$$m_{D_i} = \mu \sqrt{\frac{1}{p_i}} \quad (4.6.7-2)$$

式中： Δ_d ——往、返测距离的差数 (mm)；

n_s ——测距边数；

p_i ——距离测量的先验权；

σ_i ——测距的先验中误差，可按测距仪的标称精度计算。

2 由测边组成的三角形中观测了一个角度与计算值的限差，应根据各边平均测距中误差按公式 (4.6.7-3) 进行检核，或根据各边的平均测距相对中误差按公式 (4.6.7-4) 进行检核；

$$W_\gamma = \pm 2 \sqrt{\left(\frac{m_D}{h_c} \rho\right)^2 (\cos^2 \alpha + \cos^2 \beta + 1) + m_\beta^2} \quad (4.6.7-3)$$

$$W_\gamma = \pm 2 \sqrt{2 \left(\frac{m_D}{D} \rho\right)^2 (\cot^2 \alpha + \cot^2 \beta + \cot \alpha \cdot \cot \beta) + m_\beta^2} \quad (4.6.7-4)$$

式中： m_D ——观测边的平均测距中误差 (mm)；

h_c ——观测角顶点至对边的垂线长度 (mm)；

α 、 β ——除观测角外的另两个角度；

m_β ——相应等级边角组合网规定的测角中误差 (")；

$\frac{m_D}{D}$ ——各边的平均测距相对中误差。

3 以测边为主的边角组合网角条件，包括圆周条件与组合角条件的自由项的限差，应按式 (4.6.7-5) 计算：

$$W_a = \pm 2m_D \sqrt{[\alpha_a \alpha_a]} \quad (4.6.7-5)$$

式中： m_D ——观测边的平均测距中误差 (mm)；

α_a ——圆周角条件或组合角条件方程式的系数。

4 以测角为主的边角组合网，还应按下列规定进行检核：

- 1) 三角形闭合差、测角中误差应符合本规范第 4.5.5 条的规定。测角中误差宜由 20 个以上三角形闭合差计算。测角中误差 (m_{β}) 应按下式计算：

$$m_{\beta} = \sqrt{\frac{[W_i W_i]}{3n_t}} \quad (4.6.7-6)$$

式中： W_i ——三角形闭合差 (")；

n_t ——三角形的个数。

- 2) 三角网条件方程式极条件自由项的限差，应按公式 (4.6.7-7) 计算；起始边（基线）条件自由项的限差应按公式 (4.6.7-8) 计算；方位角条件自由项的限差应按公式 (4.6.7-9) 计算。

$$W_{sc} = \pm 2 \frac{m_{\beta}}{\rho} \sqrt{\sum \cot^2 \beta} \quad (4.6.7-7)$$

$$W_{ic} = \pm 2 \sqrt{\frac{m_{\beta}^2}{\rho^2} \sum \cot^2 \beta + \left(\frac{m_{S_1}}{S_1}\right)^2 + \left(\frac{m_{S_2}}{S_2}\right)^2} \quad (4.6.7-8)$$

$$W_{ac} = \pm 2 \sqrt{n \cdot m_{\beta}^2 + m_{a_1}^2 + m_{a_2}^2} \quad (4.6.7-9)$$

式中： m_{β} ——相应等级规定的测角中误差 (")；

β ——传距角；

$\frac{m_{S_1}}{S_1}$ 、 $\frac{m_{S_2}}{S_2}$ ——起始边边长相对中误差；

m_{a_1} 、 m_{a_2} ——起始方位角中误差 (")；

n ——推算路线所经过的测站数。

4.6.8 导线网、边角组合网的平差应符合下列规定：

1 二、三、四等网的平差应采用严密平差法，并应进行精度评定。精度评定内容应包括单位权中误差、最弱点点位中误差（点位误差椭圆参数）、最弱相邻点点位中误差（相对点位误差椭圆参数）、最弱边的边长相对中误差及方位角中误差等。

2 一、二、三级网的平差可采用近似平差法和接近似方法评定其精度。

4.6.9 平面控制测量的内业计算数字取位要求应符合表 4.6.9 的规定。

表 4.6.9 平面控制测量的内业计算数字取位要求

等级	方向观测值及各项改正数 ($''$)	边长观测值及各项改正数 (m)	边长与坐标 (m)	方位角 ($''$)
二等	0.01	0.0001	0.001	0.01
三等	0.1	0.001	0.001	0.1
四等	0.1	0.001	0.001	0.1
一级	1	0.001	0.001	1
二级	1	0.001	0.001	1
三级	1	0.001	0.001	1

4.6.10 城市平面控制测量成果验收后，应提交下列资料：

- 1 技术设计；
- 2 按适当比例绘制的平面控制网图、点之记及平面控制点标志委托保管书；
- 3 测量仪器、气象及其他仪器的检验资料；
- 4 全部外业观测记录、测量手簿、外业概算与验算资料；
- 5 全部内业计算资料、数据加工处理中生成的文件、资料及成果表；
- 6 技术总结或技术报告；
- 7 质量检查验收报告。

5 高程控制测量

5.1 一般规定

5.1.1 一个城市应采用统一的高程基准，宜采用 1985 国家高程基准或沿用 1956 年黄海高程系，也可采用地方高程系。

5.1.2 城市高程控制网的等级宜划分为一、二、三、四等，并宜采用水准测量方法施测。水准测量确有困难的山岳地带及沼泽、水网地区的四等高程控制测量，也可采用高程导线测量方法；平原和丘陵地区的四等高程控制测量，可采用卫星定位测量方法。一等网的布设应另行设计。

5.1.3 城市高程控制网的布设范围应与城市平面控制网相适应。较大规模或存在地面沉降的城市应建立基岩水准点作为城市高程控制网的起算点，一般城市可选择—个较为稳固并便于长期保存的国家高程控制点作为起算点。与国家高程控制点的联测精度不应低于城市首级高程控制网的精度。

5.1.4 城市首级高程控制网应布设成闭合环线。加密网可布设成附合路线、结点网或闭合环，并应充分利用已有高程控制点标石；特殊情况下，可布设成水准支线。

5.1.5 城市首级高程控制网的等级不应低于三等，并应根据城市的面积大小、远景规划和路线的长短确定。各等高程控制网中相对于起算点的最弱点高程中误差不应大于 0.02m。对高程精度有特殊要求时，可另行设计。

5.1.6 城市高程控制网设计前，应收集有关资料并进行现场踏勘。收集的资料宜包括下列内容：

- 1 城市的 1:10000~1:100000 地形图和交通图；
- 2 城市规划、地质、地震、气象、地下水位及冻土深度等资料；

3 城市已有的水准测量资料,包括各等水准网图、水准点点之记、成果表和技术总结等。

5.1.7 各等城市高程控制网设计要求应符合表 5.1.7 的规定,高程控制点结点间或结点与高等级点间附和路线长度不应大于表 5.1.7 规定的 0.7 倍。

表 5.1.7 各等城市高程控制网设计要求 (km)

高程控制点间距离 (测段长度)	建筑区	1~2
	其他地区	2~4
环线或附和于高级点间 路线最大长度	二 等	400
	三 等	45
	四 等	15

5.1.8 高程控制点宜采用“等级”+“线名”+“顺序号”的方式命名。等级宜采用罗马数字。附和路线的线名宜采用路线起止地点的地名简称,并按“起西止东”或“起北止南”的顺序命名;环线的线名宜采用环线内具代表性的地名并加“环”字命名。顺序号宜采用阿拉伯数字;附和路线的顺序号应自路线起点顺序编号;环线应自起点按顺时针方向顺序编号。

5.1.9 水准仪系列的分级及基本技术参数应符合现行国家标准《水准仪》GB/T 10156 的规定。用于高程控制测量的卫星定位接收机的选用与检验维护、布网要求、观测的作业要求应符合本规范第 4 章的相关规定。

5.1.10 城市高程控制网的外业观测记录应符合下列规定:

1 水准测量、高程导线测量的外业观测记录宜采用电子记录方式,也可采用规定的纸质手簿记录。电子记录的技术要求应符合现行行业标准《测量外业电子记录基本规定》CH/T 2004 和《水准测量电子记录规定》CH/T 2006 的规定。

2 卫星定位高程控制测量的外业观测记录应符合现行行业

标准《卫星定位城市测量技术规范》CJJ/T 73 的规定。

3 采用电子记录方式时，数据文件中的原始观测记录不得进行任何更改；采用纸质手簿记录时，观测记录不得涂改、追记和转抄。

5.2 选点与埋石

5.2.1 水准路线应沿坡度较小、土质坚实、施测方便的道路布设，并宜避免通过大河、湖泊、沼泽与峡谷等障碍物。采用数字水准仪施测的线路还应避免穿越电磁辐射强烈地区。

5.2.2 地面高程控制点点位应选设在坚实稳固与安全僻静之处，墙脚高程控制点点位应选设在永久性或半永久性的建（构）筑物上。点位应便于长期保存、寻找和引测。高程控制点不应选设在下列地点：

- 1 待施工场所或拟拆修建筑物；
- 2 低湿、易于淹没之处；
- 3 土崩、滑坡等地质条件不良处及地下管线之上；
- 4 有剧烈振动的地点；
- 5 地势隐蔽不便于观测之处。

5.2.3 高程控制点类型可分为基岩水准点、基本水准点和普通水准点。高程控制点标志、标石及其造埋的规格应符合现行国家标准《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 的规定。首级水准路线的结点，应为基本水准点。

5.2.4 高程控制点均应埋设永久性标石或标志。标石或标志埋设应符合下列规定：

- 1 应稳固耐久，便于使用；
- 2 标石的底部应埋设在冻土层以下，并应浇灌混凝土基础；
- 3 高程控制点标志可在基岩或坚固永久的建筑物上埋设。

5.2.5 二、三等高程控制点埋石过程中，应拍摄反映标石坑挖

设、标石安置、标石整饰等主要过程情况及标石埋设位置远景的照片。

5.2.6 观测应在埋设的标石稳定后进行。对于二等水准观测，高程控制点标石埋设后，应至少经过一个雨季，冻土深度大于0.8m的地区还应经过一个冻解期，基岩水准标石应至少经过一个月。

5.2.7 二、三等高程控制点埋石结束后，应提交下列资料：

- 1 测量标志委托保管书；
- 2 高程控制点点之记及路线图、标石建造情况照片或数据文件；
- 3 埋石工作技术总结，并应说明埋石工作情况、埋石中的特殊问题处理及对观测工作的建议等。

5.2.8 高程控制点的检查和维护周期不应超过5年，地面沉降量较大的地区不宜超过3年。高程控制网复测前，应对高程控制点进行检查和维护，并应符合下列规定：

- 1 应进行实地检查并逐点记录标石现状；
- 2 高程控制点附近地貌、地物有显著变化时，应重绘点之记、修改路线图并拍摄照片；
- 3 标石及附属物损毁的，应进行修补或重新建造；
- 4 对补埋的标石，应进行高程联测，对怀疑高程有突变的标石应进行检测；
- 5 应查明标石的损毁原因，并应与接管单位协商，提出处置意见。

5.3 水准测量

5.3.1 各等水准测量的主要技术指标应符合表5.3.1的规定。水准环线由不同等级水准路线构成时，闭合差的限差应先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；检测已测测段高差之差的限差，可适用于对单程及往返检测；检测测段长度小于1km时，应按1km计算。

表 5.3.1 各等水准测量的主要技术指标 (mm)

等级	每千米高差中数中误差		测段、区段、 路线的往 返测高差 不符值	测段、路 线的左右 路线高差 不符值	附合路线或 环线闭合差		检测已测 测段高 差之差
	偶然中误差 M_{Δ}	全中误差 M_w			平原、 丘陵	山区	
二等	≤ 1	≤ 2	$\pm 4 \sqrt{L_s}$	—	$\pm 4 \sqrt{L}$		$\pm 6 \sqrt{L_i}$
三等	≤ 3	≤ 6	$\pm 12 \sqrt{L_s}$	$\pm 8 \sqrt{L_s}$	$\pm 12 \sqrt{L}$	$\pm 15 \sqrt{L}$	$\pm 20 \sqrt{L_i}$
四等	≤ 5	≤ 10	$\pm 20 \sqrt{L_s}$	$\pm 14 \sqrt{L_s}$	$\pm 20 \sqrt{L}$	$\pm 25 \sqrt{L}$	$\pm 30 \sqrt{L_i}$

注：1 L_s ——测段、区段或路线长度 (km)；

L ——附合路线或环线长度 (km)；

L_i ——检测测段长度 (km)。

2 山区指路线中最大高差大于 400m 的地区。

5.3.2 新购置的水准仪及标尺应进行检验；作业前或跨河水准测量前，也应对水准仪及标尺进行检验。检验项目、方法和要求应符合现行国家标准《国家一、二等水准测量规范》GB/T 12897 与《国家三、四等水准测量规范》GB/T 12898 的规定。数字水准仪的检验应符合现行行业标准《数字水准仪检定规程》CH/T 8019 的规定，因瓦条码水准标尺的检验应符合现行行业标准《因瓦条码水准标尺检定规程》CH/T 8020 的规定。作业期间，应按下列规定对水准仪进行检校：

1 自动安平光学水准仪 i 角应每天检校一次；气泡式水准仪 i 角应每天上、下午各检校一次；在作业开始后的 7 个工作日内，若 i 角较为稳定，以后可每隔 15d 检校 i 角一次。

2 数字水准仪 i 角应在每天开测前进行测定。若开测为未结束测段，应在新测段开始前进行测定。

5.3.3 水准测量的转点尺承可采用尺桩或尺台，用于二等水准测量的尺台重量不应小于 5kg。

5.3.4 水准观测应在标尺分划线成像清晰稳定时进行。下列情况下，不应进行二等水准观测：

1 日出后与日落前 30min 内；

2 太阳中天前后各 2h 内, 可根据地区、季节和气象情况, 适当增减中午间歇时间;

3 标尺分划线的影像跳动而难以照准时;

4 气温突变时;

5 标尺与仪器不稳定时。

5.3.5 二等水准测量的观测应符合下列规定:

1 采用光学水准仪光学测微法时, 往返测应按下列观测顺序进行:

1) 往测, 奇数站为后—前—前—后; 偶数站为前—后—后—前;

2) 返测, 奇数站为前—后—后—前; 偶数站为后—前—前—后。

2 采用数字水准仪时, 往返测观测顺序, 奇数站应为后—前—前—后, 偶数站应为前—后—后—前。

3 两个基本水准标石之间的区段可划分成长度为 20km~30km 的多个分段, 并应在每一分段内, 先连续进行所有测段的往测或返测, 然后连续进行该分段的返测或往测。该分段中每一测段的往测或返测的观测时间, 宜分别安排在上午与下午, 同时段的测站数不应大于该分段总测站数的 30%。

4 一测站的操作程序、间歇及其检测、其他固定点的观测和跨河水准测量、观测读数和计算的数字取位应符合现行国家标准《国家一、二等水准测量规范》GB/T 12897 的规定。

5.3.6 三、四等水准测量的观测应符合下列规定:

1 采用光学水准仪进行三等水准测量时, 可采用中丝读数法进行往返观测。当使用 DS₃ 级仪器和因瓦标尺进行观测时, 可采用光学测微法进行单程双转点观测。两种方法的每站观测顺序应为后—前—前—后。采用数字水准仪进行三等水准测量往返测时, 每站的观测顺序应与光学水准仪的观测顺序相同。

2 采用光学水准仪进行四等水准测量, 当采用中丝读数法时, 可直读距离, 观测顺序应为后—后—前—前。当水准路线为

附和路线或闭合环时,可采用单程测量;当采用单面标尺时,应变动仪器高度,并观测两次。水准支线应进行往返观测或单程双转点观测。采用数字水准仪进行四等水准测量往返测,每站的观测顺序应为后—后—前—前。

3 一测站的操作程序、间歇及其检测、其他固定点的观测和跨河水准测量、观测读数和计算的数字取位,应符合现行国家标准《国家三、四等水准测量规范》GB/T 12898 的规定。

5.3.7 观测过程应符合下列规定:

1 观测前,应使仪器与外界气温趋于一致。观测时,应使用白色测伞遮蔽阳光。迁站时,宜罩以白色仪器罩。使用数字水准仪前,应进行预热。

2 采用气泡式水准仪观测前,应测出倾斜螺旋的置平零点,并做标记,且应根据气温变化随时调整零点位置;采用补偿式自动安平水准仪观测时,圆水准器应置平。

3 在连续各测站上安置三脚架时,应使其中两脚与水准路线的方向平行,第三脚应轮换置于路线方向的左侧与右侧。

4 除路线转弯处外,在每一测站上,仪器与前后标尺应接近一条直线。

5 同一测站上观测时,不应两次调焦。

6 仪器的倾斜螺旋和测微鼓的最后旋转方向均应为旋进。

7 不应为了增加标尺读数而把尺桩(台)安置在沟边或壕坑中。

8 每测段往测和返测的测站数应为偶数。往测转为返测时,两根标尺应互换位置,并应重新整置仪器。

9 采用数字水准仪时,应避免镜头直接对着太阳;尺面视线遮挡不应超过标尺在望远镜中截长的 20%。

5.3.8 采用光学水准仪时的视线长度、前后视距差、视线高度的要求应符合表 5.3.8-1 的规定。采用数字水准仪时的视线长度、前后视距差、视线高度的要求应符合表 5.3.8-2 的规定;几何法数字水准仪视线高度的高端限差,二等不应大于 2.85m;相位法数字水准仪重复测量的次数可按表 5.3.8-2 的数值减少一次。

表 5.3.8-1 采用光学水准仪时的视线长度、
前后视距差、视线高度的要求 (m)

等级	仪器类型	视线长度	前后视距差	任一测站上前后视距差累积	视线高度
二等	DS ₁	≤50	≤1	≤3	下丝读数≥0.3
	DS ₀₅	≤60			
三等	DS ₃	≤75	≤2	≤5	三丝能读数
	DS ₁ 、DS ₀₅	≤100			
四等	DS ₃	≤100	≤3	≤10	三丝能读数
	DS ₁ 、DS ₀₅	≤150			

表 5.3.8-2 采用数字水准仪时的视线长度、前后视
距差、视线高度的要求 (m)

等级	仪器类别	视线长度	前后视距差	任一测站上前后视距差累积	视线高度	重复测量次数
二等	DSZ ₁ 、DSZ ₀₅	≥3 且 ≤50	≤1.5	≤3	≥0.55 且 ≤2.8	≥2 次
三等	DSZ ₁ 、DSZ ₀₅	≤100	≤2	≤5	三丝能读数	≥2 次
四等	DSZ ₁ 、DSZ ₀₅	≤150	≤3	≤10	三丝能读数	≥2 次

5.3.9 水准测量的测站观测限差应符合表 5.3.9 的规定。采用双摆位自动安平水准仪时，可不计算基辅分划读数的差。采用数字水准仪时，同一标尺两次读数差可不设限差，两次读数所测高差的差应符合表 5.3.9 对基辅分划所测高差的差的规定。

表 5.3.9 水准测量的测站观测限差 (mm)

等级	上下丝读数平均值 与中丝读数差		基辅分划 或黑红面 读数的差	基辅分划或 黑红面所 测高差的差	单程双转 点法观测 左右路线 转点差	检测间 歇点高 差的差
	5mm 刻划标尺	10mm 刻划标尺				
二等	1.5	3.0	0.4	0.6	—	1.0
三等	光学测微法	—		1.0	1.5	1.5
	中丝读数法	—		2.0	3.0	—
四等	—		3.0	5.0	4.0	5.0

5.3.10 水准测量成果的重测和取舍应符合下列规定：

1 超出本规范第 5.3.1、5.3.8 和 5.3.9 条规定限差的观测结果，应进行重测；

2 因测站观测限差超限，在本站观测时发现的，应立即重测；迁站后发现的，应从经检测符合限差的水准点或间歇点开始重测；

3 测段往返测高差不符值超限时，应先对可靠性较小的往测或返测进行整测段重测，并应符合下列规定：

1) 当重测的高差与同方向原测高差的不符值大于往返测高差不符值的限差，但与另一单程的高差不符值未超出限差时，可取用重测结果；

2) 当同方向两高差的不符值未超出限差，且其中数与另一单程原测高差的不符值亦不超出限差时，可取同方向两高差中数作为该单程的高差；

3) 当重测高差或同方向两高差中数与另一单程高差的不符值超出限差时，应重测另一单程；

4) 当出现同向不超限，而异向超限的分群现象时，如果同方向高差不符值小于限差之半，可取原测的往返高差中数作往测结果，取重测的往返高差中数作为返测结果。

4 单程双转点观测中，当测段的左右路线高差不符值超限时，可只重测一个单线，并与原测结果中符合限差的一个单线取用中数；当重测结果与原测结果均符合限差时，可取三个单线的中数；当重测结果与原测两个单线结果均超限时，应再重测一个单线；

5 当每千米高差中数偶然中误差、每千米高差中数全中误差、往返测高差不符值、附和路线或环线闭合差超限时，应对路线上可靠性较小的一些测段进行重测。

5.4 高程导线测量

5.4.1 采用高程导线测量方法进行四等高程控制测量时，高程

导线应起闭于不低于三等的水准点，边长不应大于 1km；路线长度不应大于四等水准路线的最大长度。布设高程导线时，宜与平面控制网相结合。

5.4.2 高程导线可采用每点设站或隔点设站的方法施测。隔点设站时，每站应变换仪器高度并观测两次，前后视线长度之差不应大于 100m。

5.4.3 高程导线的边长和垂直角观测应符合下列规定：

1 观测应在目标成像清晰稳定时进行。

2 边长的测定应采用不低于 II 级精度的测距仪观测两测回。采用每点设站法时，往返测可各测一测回。测距的各项限差和要求应符合本规范表 4.4.14 和表 4.4.15 的规定，每站应读取气温、气压值。

3 垂直角观测应采用 DJ₂ 级经纬仪按中丝法观测四个测回，测回间较差和指标差较差均不应大于 5"。

4 仪器高、棱镜高应在观测前后各量测一次，两次互差不应大于 2mm，结果应取用中数。

5.4.4 测站高差的计算应符合下列规定：

1 观测的斜距应进行加常数、乘常数和气象改正；

2 每点设站时，相邻测站间单向观测高差应按公式 (5.4.4-1) 计算；相邻测站间对向观测的高差中数 h_{12} 应按公式 (5.4.4-2) 计算；

$$h = S \sin \alpha_v + (1 - k) \frac{S^2 \cos^2 \alpha_v}{2R_m} + i - v \quad (5.4.4-1)$$

式中： h ——高程导线边两端点的高差 (m)；

S ——经过各项改正后的高程导线边的斜距 (m)；

α_v ——垂直角观测值；

k ——当地的大气折光系数；

R_m ——地球平均曲率半径 (m)；

i ——仪器高 (m)；

v ——棱镜高 (m)。

$$h_{12} = (h_1 - h_2)/2 \quad (5.4.4-2)$$

式中：脚标 1、2 分别为相邻测站的序号。

3 隔点设站时，相邻照准点间的高差 h_{12} 应按下式计算：

$$h_{12} = S_2 \sin \alpha_{v_2} - S_1 \sin \alpha_{v_1} + v_1 - v_2 \\ + \frac{(1-k)}{2R_m} [(S_2 \cos \alpha_{v_2})^2 - (S_1 \cos \alpha_{v_1})^2] \quad (5.4.4-3)$$

式中：脚标 1、2——后视和前视标号；

S_1 、 S_2 ——经过各项改正后的高程导线边的倾斜距离 (m)；

α_v ——垂直角观测值；

k ——当地的大气折光系数；

R_m ——地球平均曲率半径 (m)；

v_1 、 v_2 ——后视和前视的棱镜高 (m)。

5.4.5 采用高程导线测定的高程控制点或其他固定点的高差，应进行正常水准面不平行改正，计算方法应符合现行国家标准《国家三、四等水准测量规范》GB/T 12898 的规定。

5.4.6 高程导线观测读数和计算的数字取位要求应符合表 5.4.6 的规定。

表 5.4.6 高程导线观测读数和计算的数字取位要求

项目	斜距 (mm)	垂直角 (")	仪器高、 棱镜高 (mm)	气温 (℃)	气压 (Pa)	测站高差 (mm)	测段高差 (mm)
观测值	1	1	1	0.1	100	—	—
计算值	1	0.1	0.1	—	—	0.1	1

5.4.7 高程导线测量的限差应符合表 5.4.7 的规定，当测量结果超出本规范表 5.4.7 规定时，应按本规范第 5.3.10 条的规定进行重测和取舍。

表 5.4.7 高程导线测量的限差 (mm)

观测方法	两测站对 向观测高 差不符值	两照准点间 两次观测高 差不符值	附和路线或环线闭合差		检测已测测 段高差之差
			平原、丘陵	山区	
每点设站	$\pm 45 \sqrt{D}$	—	$\pm 20 \sqrt{L}$	$\pm 25 \sqrt{L}$	$\pm 30 \sqrt{L_i}$
隔点设站	—	$\pm 14 \sqrt{D}$			

注: D ——测距边长度 (km);

L ——附和路线或环线长度 (km);

L_i ——检测测段长度 (km)。

5.5 卫星定位高程控制测量

5.5.1 采用卫星定位测量方法建立四等高程控制网时,应包括高程异常模型建立、卫星定位测量、高程计算与检查等过程。

5.5.2 用于建立四等高程控制网的高程异常模型,其高程异常模型内符合中误差不应大于 20mm,高程异常模型高程中误差不应大于 30mm。

5.5.3 高程异常模型建立的方法和技术要求应符合现行行业标准《卫星定位城市测量技术规范》CJJ/T 73 的规定。

5.5.4 新建的高程异常模型应采用不低于三等水准测量的方法进行模型高程中误差外业检测。检测点应均匀分布于拟合点间的中部并能反映地形特征。检测点数不应少于拟合点总数的 15%且不应少于 5 个点。

5.5.5 卫星定位高程控制测量应采用静态观测方法,按四等平面控制测量的要求施测,并宜与卫星定位平面测量同时进行。

5.5.6 卫星定位静态观测数据应在地心坐标系下进行三维约束平差。观测数据的预处理和网平差的要求应按本规范第 4 章的相应规定执行。

5.5.7 卫星定位高程控制测量应在高程异常模型覆盖区域内进行。

5.5.8 进行卫星定位高程控制测量时,应联测一个以上的已知高程控制点进行检核,检核高程较差不应大于 0.06m。

5.5.9 高程计算时,应采用卫星定位网三维约束平差成果和符合本规范第 5.5.2 条规定的高程异常模型进行计算。

5.5.10 卫星定位高程控制测量工作完成后,应进行 100%的内业检查和 10%的外业检测,并应符合下列规定:

1 内业检查应包括下列内容:

- 1) 外业观测数据记录的齐全性;
- 2) 观测成果的精度指标;
- 3) 输出成果内容的完整性;
- 4) 校核点的较差计算及检核结果。

2 卫星定位高程控制测量成果的外业检测技术要求应符合表 5.5.10 的规定。检测时,应至少联测一个已知高程控制点。

表 5.5.10 卫星定位高程控制测量成果的外业检测技术要求

检测方法	采用等级	检测较差 (mm)
水准测量	四等及四等以上	$\leq 30\sqrt{L}$

注: L ——水准检测线路长度,以“km”为单位;小于 0.5km 的,按 0.5km 计。

5.6 成果整理与提交

5.6.1 每一水准路线应在观测结束并经全面检查确认无误后,再进行下一步计算。计算水准点概略高程时,所用的高差应加入下列改正:

- 1 水准标尺长度误差改正数;
- 2 正常位水准面不平行的改正数;
- 3 水准路线或环线闭合差的改正数。

5.6.2 水准测量作业结束后,除四等单程外的每条水准路线应按测段往返高差不符值计算每千米水准测量偶然中误差 (M_{Δ});当水准网的环数大于 20 个时,还应按环线闭合差计算每千米水准测量全中误差 (M_w)。 M_{Δ} 和 M_w 应符合本规范表 5.3.1 的规定,超限时,应对闭合差较大的路线进行重测。 M_{Δ} 和 M_w 应按下列公式计算:

$$M_{\Delta} = \sqrt{\frac{1}{4n'} \left[\frac{\Delta\Delta}{L_s} \right]} \quad (5.6.2-1)$$

$$M_w = \sqrt{\frac{1}{N} \left[\frac{WW}{L} \right]} \quad (5.6.2-2)$$

式中： Δ ——测段往返测高差的不符值 (mm)；

L_s ——测段长 (km)；

n' ——测段数；

W ——经过各项改正后的水准环线闭合差 (mm)；

N ——水准环数；

L ——水准环线周长 (km)。

5.6.3 水准测量计算的数字取位要求应符合表 5.6.3 的规定。

表 5.6.3 水准测量计算的数字取位要求

等级	往(返)测 距离总和 (km)	往返测距 离中数 (km)	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)
二等	0.01	0.1	0.01	0.01	0.1	0.1
三等	0.01	0.1	0.1	1.0	1.0	1.0
四等	0.01	0.1	0.1	1.0	1.0	1.0

5.6.4 高程导线的观测工作结束后，应及时整理和检查外业观测手簿所有计算，并应在确认观测成果全部符合本规范规定后，再进行计算。

5.6.5 水准网与高程导线的平差应采用条件平差或间接平差，并应评定网中最弱点相对于起算点的高程中误差。

5.6.6 卫星定位高程控制测量完成后应将检测点的卫星定位高程计算结果和外业检测结果整理并计算两次结果的较差。卫星定位高程控制测量的高程中误差应按下式计算：

$$M_H = \sqrt{\frac{dHdH}{2N}} \quad (5.6.6)$$

式中： M_H ——卫星定位高程控制测量高程中误差 (mm)；

dH ——检测点检测高程与卫星定位高程的差值 (mm)；

N ——检测点数。

5.6.7 城市高程控制测量成果验收后，应提交下列资料：

- 1 技术设计；
- 2 高程控制网网图，高程控制点点之记，二、三等高程控制点标志委托保管书；
- 3 经纬仪、测距仪、卫星定位接收设备、水准仪与水准标尺、气象仪器等的检验资料；
- 4 全部外业观测记录；
- 5 全部内业计算资料；
- 6 技术总结；
- 7 质量检查验收报告。

6 数字线划图测绘

6.1 一般规定

6.1.1 DLG 数据可采用全野外数字测图方法、摄影测量方法获取,也可采用模拟地形图数字化的方法获取。

6.1.2 DLG 的比例尺可根据不同用途按表 6.1.2 选用。

表 6.1.2 DLG 的比例尺选用

比例尺	用 途
1:500	城市详细规划和管理、地下管线和地下普通建(构)筑工程的现状图、工程项目的施工图设计等
1:1000	
1:2000	城市详细规划和工程项目的初步设计等
1:5000	城市规划设计
1:10000	

6.1.3 1:500、1:1000、1:2000DLG 的分幅和编号宜符合现行国家标准《国家基本比例尺地图图式 第 1 部分:1:500、1:1000、1:2000 地形图图式》GB/T 20257.1 的有关规定,1:5000、1:10000DLG 的分幅和编号宜符合现行国家标准《国家基本比例尺地形图分幅和编号》GB/T 13989 的有关规定,也可沿用原有的分幅和编号方法。

6.1.4 地形类别的划分应符合表 6.1.4 的规定。

表 6.1.4 地形类别的划分

地形类别	划分原则
平地	大部分地面坡度在 2°以下地区
丘陵地	大部分地面坡度在 2°~6°的地区
山地	大部分地面坡度在 6°~25°的地区
高山地	大部分地面坡度在 25°以上的地区

6.1.5 DLG的基本等高距应符合表 6.1.5 的规定。同一幅图应采用一种基本等高距。

表 6.1.5 DLG的基本等高距 (m)

地形类别	比例尺			
	1:500	1:1000	1:2000	1:5000、1:10000
平地	0.5	0.5	0.5(1)	1
丘陵地	0.5	0.5(1)	1	2.5
山地	1(0.5)	1	2	5
高山地	1	1(2)	2	5

注：表中括号内的数值可根据地形类别和用途选用。

6.1.6 地物点相对于邻近平面控制点的点位中误差和地物点相对于邻近地物点的间距中误差应符合表 6.1.6 的规定。森林、隐蔽等特殊困难地区，可按表 6.1.6 规定值放宽 0.5 倍。

表 6.1.6 地物点相对于邻近平面控制点的点位中误差和地物点相对于邻近地物点的间距中误差

地形类别	地物点相对于邻近平面控制点的点位中误差 (图上 mm)	地物点相对于邻近地物点的间距中误差 (图上 mm)
平地、丘陵地	≤0.5	≤0.4
山地、高山地	≤0.75	≤0.6

6.1.7 DLG 高程精度应符合下列规定：

1 城市建筑区和基本等高距为 0.5m 的平坦地区，1:500、1:1000、1:2000DLG 的高程注记点相对于邻近图根点的高程中误差不应大于 0.15m。

2 其他地区高程精度应以等高线插求点的高程中误差来衡量。等高线插求点相对于邻近图根点的高程中误差应符合表 6.1.7 的规定，困难地区可按表 6.1.7 的规定值放宽 0.5 倍。

表 6.1.7 等高线插求点的高程中误差

地形类别	平地	丘陵地	山地	高山地
高程中误差 (m)	$\leq 1/3 \times H$	$\leq 1/2 \times H$	$\leq 2/3 \times H$	$\leq 1 \times H$

注: H ——基本等高距。

6.1.8 DLG 测绘可采用全野外测量方法或摄影测量方法,也可采用同一区域更大比例尺的、现势的、符合本规范第 6 章规定的 DLG 进行缩编。缩编的基本要求宜符合本规范第 12.2.6 条的规定。

6.1.9 要素的分类与代码宜符合现行国家标准《基础地理信息要素分类与代码》GB/T 13923 的规定,并应按设计要求分层存放。

6.1.10 要素的定义和描述宜符合现行国家标准《基础地理要素数据字典 第 1 部分: 1:500、1:1000、1:2000 基础地理要素数据字典》GB/T 20258.1 和《基础地理要素数据字典 第 2 部分: 1:5000、1:10000 基础地理要素数据字典》GB/T 20258.2 的规定。

6.1.11 要素的图式表达宜符合现行国家标准《国家基本比例尺地图图式 第 1 部分: 1:500、1:1000、1:2000 地形图图式》GB/T 20257.1 和《国家基本比例尺地图图式 第 2 部分: 1:5000、1:10000 地形图图式》GB/T 20257.2 的规定。

6.1.12 DLG 的数据格式宜符合现行国家标准《地理空间数据交换格式》GB/T 17798 的规定。

6.2 测绘内容

(I) 1:500、1:1000、1:2000DLG

6.2.1 1:500、1:1000、1:2000DLG 测绘内容应包括测量控制点、水系、居民地及设施、交通、管线、境界与政区、地貌、植被与土质等要素,并应着重表示与城市规划、建设有关的各项

要素。

6.2.2 各等级测量控制点应测绘其平面的几何中心位置，并表示类型、等级和点名。

6.2.3 水系要素的测绘及表示应符合下列规定：

1 江、河、湖、海、水库、池塘、沟渠、泉、井及其他水利设施，应测绘及表示，有名称的应注记名称，并可根据需要测注水深，也可用等深线或水下等高线表示。

2 河流、溪流、湖泊、水库等水涯线，宜按测绘时的水位测定。当水涯线与陡坎线在图上投影距离小于1mm时，水涯线可不表示。图上宽度小于0.5mm的河流、图上宽度小于1mm或1:2000图上宽度小于0.5mm的沟渠，宜用单线表示。

3 海岸线应以平均大潮高潮的痕迹所形成的水陆分界线为准。各种干出滩应在图上用相应的符号或注记表示，并应适当测注高程。

4 应根据需求测注水位高程及施测日期；水渠应测注渠顶边和渠底高程；时令河应测注河床高程；堤、坝应测注顶部及坡脚高程；池塘应测注塘顶边及塘底高程；泉、井应测注泉的出水口与井台高程，并应根据需求测注井台至水面的深度。

6.2.4 居民地及设施要素的测绘及表示应符合下列规定：

1 居民地的各类建（构）筑物及主要附属设施应准确测绘外围轮廓和如实反映建筑结构特征。

2 房屋的轮廓应以墙基外角为准，并按建筑材料和性质分类并注记层数。1:500、1:1000DLG，房屋应逐个表示，临时性房屋可舍去；1:2000DLG可适当综合取舍，图上宽度小于0.5mm的小巷可不表示。

3 建筑物和围墙轮廓凸凹在图上小于0.4mm、简单房屋小于0.6mm时，可舍去。

4 对于1:500DLG，房屋内部天井宜区分表示；对于1:1000DLG，图上面积 6mm^2 以下的天井可不表示。

5 工矿及设施应在图上准确表示其位置、形状和性质特征；

依比例尺表示的，应测定其外部轮廓，并按图式配置符号或注记；不依比例尺表示的，应测定其定位点或定位线，并用不依比例尺符号表示。

6 垣栅的测绘应类别清楚，取舍得当。城墙按城基轮廓依比例尺表示时，城楼、城门、豁口均应测定；围墙、栅栏、栏杆等，可根据其永久性、规整性、重要性等综合取舍。

6.2.5 交通要素的测绘及表示应符合下列规定：

1 应反映道路的种类和等级，附属设施的结构和关系；应正确处理道路的相交关系及与其他要素的关系；并应正确表示水运和海运的航行标志，河流的通航情况及各级道路的通过关系。

2 铁路轨顶、公路路中、道路交叉处、桥面等，应测注高程，曲线段的铁路，应测量内侧轨顶高程；隧道、涵洞应测注底面高程。

3 公路与其他双线道路在图上均应按实宽依比例尺表示，并应在图上每隔 150mm~200mm 注出公路技术等级代码及其行政等级代码和编号，且有名称的，应加注名称。公路、街道宜按其铺面材料分别以砣、沥、砾、石、砖、渣、土等注记于图中路面上，铺面材料改变处，应用地类界符号分开。

4 铁路与公路或其他道路平面相交时，不应中断铁路符号，而应将另一道路符号中断；城市道路为立体交叉或高架道路时，应测绘桥位、匝道与绿地等；多层交叉重叠，下层被上层遮住的部分可不绘，桥墩或立柱应根据用图需求表示。

5 路堤、路堑应按实地宽度绘出边界，并应在其坡顶、坡脚适当测注高程。

6 道路通过居民地应按真实位置绘出且不宜中断；高速公路、铁路、轨道交通应绘出两侧围建的栅栏、墙和出入口，并注明名称，中央分隔带可根据用图需求表示；市区街道应将车行道、过街天桥、过街地道的出入口、分隔带、环岛、街心花园、人行道与绿化带等绘出。

7 跨河或谷地等的桥梁，应测定桥头、桥身和桥墩位置，

并应注明建筑结构；码头应测定轮廓线，并应注明其名称，无专有名称时，应注记“码头”；码头上的建筑应测定并以相应符号表示。

6.2.6 管线要素的测绘及表示应符合下列规定：

1 永久性的电力线、电信线均应准确表示，电杆、铁塔位置应测定。当多种线路在同一杆架上时，可仅表示主要的。各种线路应做到线类分明，走向连贯。

2 架空的、地面上的、有管堤的管道均应测定，并应分别用相应符号表示，注记传输物质的名称。当架空管道直线部分的支架密集时，可适当取舍。地下管线检修井宜测绘表示。

6.2.7 境界与政区要素的测绘及表示应符合下列规定：

1 DLG上应正确反映境界的类别、等级、位置以及与其他要素的关系。

2 县（区、旗）和县以上境界应根据勘界协议、有关文件准确绘出，界桩、界标应精确表示几何位置。乡、镇和乡级以上国营农、林、牧场以及自然保护区界线可按需要测绘。

3 两级以上境界重合时，应以较高一级境界符号表示。

6.2.8 地貌要素的测绘及表示应符合下列规定：

1 应正确表示地貌的形态、类别和分布特征。

2 自然形态的地貌宜用等高线表示，崩塌残蚀地貌、坡、坎和其他特殊地貌应用相应符号或用等高线配合符号表示。城市建筑区和不便于绘等高线的地方，可不绘等高线。

3 各种自然形成和人工修筑的坡、坎，其坡度在 70° 以上时应以陡坎符号表示， 70° 以下时应以斜坡符号表示；在图上投影宽度小于2mm的斜坡，应以陡坎符号表示；当坡、坎比高小于 $1/2$ 基本等高距或在图上长度小于5mm时，可不表示；坡、坎密集时，可适当取舍。

4 梯田坎坡顶及坡脚宽度在图上大于2mm时，应测定坡脚；测制1:2000DLG时，若两坎间距在图上小于5mm，可适当取舍；梯田坎比较缓且范围较大时，也可用等高线表示。

5 坡度在 70° 以下的石山和天然斜坡，可用等高线或用等高线配合符号表示；独立石、土堆、坑穴、陡坎、斜坡、梯田坎、露岩地等应测注上下方高程，也可测注上方或下方高程并量注比高。

6 各种土质应按图式规定的相应符号表示，大面积沙地应采用等高线加注记表示。

7 高程注记点的分布应符合下列规定：

- 1) 图上高程注记点应分布均匀，丘陵地区高程注记点间距宜符合表 6.2.8 的规定；平坦及地形简单地区可放宽至 1.5 倍，地貌变化较大的丘陵地、山地与高山地应适当加密；

表 6.2.8 丘陵地区高程注记点间距 (m)

比例尺	1 : 500	1 : 1000	1 : 2000
高程注记点间距	15	30	50

- 2) 山顶、鞍部、山脊、山脚、谷底、谷口、沟底、沟口、凹地、台地、河川湖池岸旁、水涯线上以及其他地面倾斜变换处，均应测高程注记点；

- 3) 城市建筑区高程注记点应测设在街道中心线、街道交叉中心、建筑物墙基脚和相应的地面、管道检查井井口、桥面、广场、较大的庭院内或空地上以及其他地面倾斜变换处；

- 4) 基本等高距为 0.5m 时，高程注记点应注至厘米；基本等高距大于 0.5m 时可注至分米。

8 计曲线上的高程注记，字头应朝向高处，且不应在图内倒置；山顶、鞍部、凹地等不明显处等高线应加绘示坡线；当首曲线不能显示地貌特征时，可测绘二分之一基本等高距的间曲线。

6.2.9 植被与土质要素的测绘及表示应符合下列规定：

- 1 DLG 上应正确反映植被的类别特征和范围分布；对耕

地、园地应测定范围，并应配置相应的符号。大面积分布的植被在能表达清楚的情况下，可采用注记说明；同一地段生长有多种植物时，可按经济价值和数量适当取舍，符号配置连同土质符号不应超过三种。

2 种植小麦、杂粮、棉花、烟草、大豆、花生和油菜等的田地应配置旱地符号，有节水灌溉设备的旱地应加注“喷灌”、“滴灌”等；经济作物、油料作物应加注品种名称；一年分几季种植不同作物的耕地，应以夏季主要作物为准配置符号表示。

3 在图上宽度大于1mm的田埂应用双线表示，小于1mm的应用单线表示；田块内应测注高程。

6.2.10 各种名称、说明注记和数字注记应准确注出；图上所有居民地、道路（包括市镇的街、巷）、山岭、沟谷、河流等自然地理名称，以及主要单位等名称，均应进行调查核实，有法定名称的应以法定名称为准，并应正确注记。

(II) 1:5000、1:10000DLG

6.2.11 1:5000、1:10000DLG 测绘内容及表示应符合现行国家标准《1:5000、1:10000 地形图航空摄影测量外业规范》GB/T 13977 的规定，要素取舍还应符合下列规定：

1 独立树、岩峰、山洞和空旷区域低矮的独立房、小棚房等明显、突出、具有判定方位作用的地物，应测绘并表示；

2 居民地内部、街巷等图上不能详细表示的地物，应保持其特征，综合取舍；

3 在图上不能同时按真实位置表示两个以上地物符号时，应分主次取舍或移位表示，移位后的要素不应改变其相对位置。

6.3 全野外测量法

(I) 图根控制测量

6.3.1 图根控制测量宜在城市各等级控制点下进行，可采用卫

星定位测量、导线测量和电磁波测距极坐标法等方法。

6.3.2 图根点点位中误差和高程中误差应符合表 6.3.2 的规定。

表 6.3.2 图根点点位中误差和高程中误差

中误差	相对于图根起算点	相对于邻近图根点	
点位中误差	\leq 图上 0.1mm	\leq 图上 0.3mm	
高程中误差 (m)	$\leq 1/10 \times H$	平地	$\leq 1/10 \times H$
		丘陵地	$\leq 1/8 \times H$
		山地、高山地	$\leq 1/6 \times H$

注：H——基本等高距。

6.3.3 图根点密度应根据测图比例尺和地形条件确定，平坦开阔地区图根点密度应符合表 6.3.3 的规定。地形复杂、隐蔽及城市建筑区，图根点密度应满足测图需要，并宜结合具体情况加密。

表 6.3.3 平坦开阔地区图根点的密度 (点/km²)

测图比例尺	1 : 500	1 : 1000	1 : 2000
模拟测图法图根点密度	≥ 150	≥ 50	≥ 15
数字测图法图根点密度	≥ 64	≥ 16	≥ 4

6.3.4 采用卫星定位测量方法布设图根点时，应符合现行行业标准《卫星定位城市测量技术规范》CJJ/T 73 的有关规定。

6.3.5 图根电磁波测距导线测量的技术指标应符合表 6.3.5 的规定。

表 6.3.5 图根电磁波测距导线测量的技术指标

比例尺	附合导线长度 (m)	平均边长 (m)	导线相对闭合差	测回数 DJ ₆	方位角闭合差 (")	仪器类别	方法与测回数
1 : 500	900	80	$\leq 1/4000$	1	$\pm 40\sqrt{n}$	II 级	单程观测 1
1 : 1000	1800	150					
1 : 2000	3000	250					

注：n——测站数。

6.3.6 图根导线的附合不宜超过两次，在个别极困难地区，可附合三次。因地形限制，图根导线无法附合时，可布设支导线，但不应多于四条边，长度不应超过本规范表 6.3.5 中规定长度的 1/2，最大边长不应超过本规范表 6.3.5 中平均边长的 2 倍。支导线边长采用电磁波测距仪测距时，可单程观测一测回。水平角观测的首站应联测两个已知方向，采用 DJ₆ 光学经纬仪观测一测回，其他站应分别测左、右角各一测回，其固定角不符值与测站圆周角闭合差均不应超过 $\pm 40''$ ，采用全站仪时，其他站可观测一测回。

6.3.7 当局部地区图根点密度不足时，可在等级控制点或一次附合图根点上，采用电磁波测距极坐标法布点加密，平面位置测量的技术指标应符合表 6.3.7 的规定；边长不宜超过定向边长的 3 倍；采用双极坐标法测量时，每测站可只联测一个已知方向，测角、测距应均为一测回，两组坐标较差不超限时，应取中数。采用电磁波测距极坐标法所测的图根点，不应再行发展，且一幅图内用此法布设的点不应超过图根点总数的 30%。条件许可时，宜采用双极坐标测量，或适当检测各点的间距；当坐标、高程同时测定时，可变动棱镜高度测量两次。两组坐标较差、坐标反算间距与实测间距较差均不应大于图上 0.2mm。

表 6.3.7 电磁波测距极坐标法测量技术指标

项目	仪器类别	方法	测回数	最大边长 (m)			固定角不符值 (")
				1:500	1:1000	1:2000	
测距	II 级	单程观测	1	200	400	800	—
测角	DJ ₆	方向法、联测两个已知方向	1	—	—	—	± 40

6.3.8 图根导线平差可采用近似平差。计算时，角值应取至秒，边长和坐标应取至厘米。

6.3.9 图根点宜采用临时标志，当测区内高级控制点稀少时，

应适当埋设标石或测定永久性地物点坐标，埋石点应选在第一次附合的图根点上，并应做到至少能与其他埋石点或坐标地物点通视。

6.3.10 测定永久性地物点坐标时，可不设置标志。房屋等多边形轮廓地物，宜以其棱角与地面交界点为准；地下管线检修井等圆形轮廓地物，宜以圆心为准。永久性地物点坐标的施测方法与技术要求，应符合本规范第 6.3.6 条和第 6.3.7 条的规定。

6.3.11 图根点的高程测量应符合下列规定：

1 当基本等高距为 0.5m 时，应采用图根水准、图根电磁波测距三角高程或卫星定位测量方法测定；

2 当基本等高距大于 0.5m 时，也可采用经纬仪三角高程测量。

6.3.12 图根水准测量应起闭于不低于市政工程线路水准测量精度要求的高程控制点上，可沿图根点布设为附合路线、闭合环或结点网。对起闭于一个水准点的闭合环，应先行检测该点高程的正确性。高级点间附合路线或闭合环线长度不应大于 8km，结点间路线长度不应大于 6km，支线长度不应大于 4km。应使用不低于 DS₁₀ 级的水准仪（*i* 角应小于 30"），并按中丝读数法单程观测，支线应往返测，并应估读至毫米。仪器至标尺的距离不宜超过 100m，前后视距离宜相等；路线闭合差应在 $\pm 40\sqrt{L}$ mm 之内（*L* 为路线长度，km）；在山地每千米超过 16 站时，路线闭合差应在 $\pm 12\sqrt{n}$ mm 之内（*n* 为测站数）。图根水准计算可简单配赋，高程应取至厘米。

6.3.13 图根高程导线测量应起闭于高等级高程控制点上，其边数不宜超过 12 条，边数超过 12 条时，应布设成结点网。图根高程导线测量时，垂直角应对向观测；电磁波测距极坐标法测量时，图根点垂直角可单向观测一测回，变动棱镜高度后再测一次；独立交会点亦可用不少于三个方向（对向为两个方向）单向观测的三角高程推算，其中测距要求应与图根导线测距要求相同。图根三角高程测量的技术指标应符合表 6.3.13 的规定。仪

器高和棱镜高应量至毫米，高差较差或高程较差在限差内时，应取其中数。当边长大于 400m 时，应考虑地球曲率和折光差的影响。计算三角高程时，角度应取至秒，高差应取至厘米。

表 6.3.13 图根三角高程测量的技术指标

仪器类型	中丝法测回数		垂直角较差、指标差较差 (")	对向观测高差、单向两次高差较差 (m)	各方向推算的高程较差 (m)	附和路线或环线闭合差	
	经纬仪三角高程测量	高程导线				经纬仪三角高程测量 (m)	高程导线 (mm)
DJ ₆	1	对向 1 单向 2	≤25	≤0.4×S	≤0.2H	±0.1H√n _s	±40√[D]

注：S 为边长 (km)；H 为基本等高距 (m)；n_s 为边数；D 为测距边边长 (km)。

6.3.14 测站点的增补应符合下列规定：

1 应充分利用控制点和图根点。当图根点密度不足时，除应用内外分点法外，还可根据具体情况采用图解交会法或图解支点多方法增补测站点；当采用外分点法时，外分点的距离不应超过后视长度。

2 采用图解交会法增补测站点时，前、侧方交会均不应少于三个方向，1:2000 比例尺测图可采用后方交会，但不应少于四个方向。交会角应在 30°~150° 之间。前、侧方交会出现的示误三角形内切圆直径小于 0.4mm 时，可按交会边长配赋，刺出点位；后方交会利用三个方向精确交出点位后，第四个方向检查误差不应超过 0.3mm。

3 由图根点上可分支出图解支点多，支点多边长不宜超过用于图板定向的边长并应往返测定，视距往返较差不应大于 1/200。图解支点多最大边长及测量方法应符合表 6.3.14 的规定。

表 6.3.14 图解支点的最大边长及测量方法

比例尺	最大边长 (m)	测量方法
1:500	50	实量或测距
1:1000	100	实量或测距
	70	视距

续表 6.3.14

比例尺	最大边长 (m)	测量方法
1 : 2000	160	实量或测距
	120	视距

4 图解交会点的高程, 可用三角高程方法测定。由三个方向推算的高程较差, 在平地, 不应超过 $1/5$ 倍基本等高距, 在丘陵地、山地, 不应超过 $1/3$ 倍基本等高距。支点的高程可用测图仪器的水平视线或三角高程方法测定, 往返测高差的较差不应超过 $1/7$ 倍基本等高距。

(II) 要素采集

6.3.15 测图前, 应根据技术设计制定作业计划, 收集测区内已有测图成果, 抄录控制点成果并进行实地踏勘。

6.3.16 采用模拟测图方法时, 宜选用厚度为 $0.07\text{mm} \sim 0.10\text{mm}$ 、经过热定型处理、变形率小于 0.02% 的聚酯薄膜作为原图纸, 并应在原图纸上绘制方格网、图廓线及展绘控制点, 其限差应符合表 6.3.16 的规定。

表 6.3.16 绘制方格网、图廓线及展绘控制点的限差 (mm)

项 目	限 差
方格网实际长度与名义长度之差	0.20
图廓对角线长度与理论长度之差	0.30
控制点间的图上长度与坐标反算长度之差	0.30

6.3.17 测图所使用的仪器、软件和工具的性能和各项指标应满足 DLG 测绘的要求, 模拟测图使用的仪器和工具还应符合下列规定:

1 测量仪器视距乘常数应在 100 ± 0.1 之内。量距使用的皮尺在测图前应检验, 作业过程中也应检验。测图中, 量距误差大于图上 0.1mm 时, 应改正。

- 2 垂直度盘指标差应在 $\pm 1'$ 之内。
 - 3 比例尺尺长误差应在 $\pm 0.2\text{mm}$ 之内。
 - 4 量角器直径不宜小于 200mm ，偏心差应在 0.2mm 之内。
- 6.3.18 要素平面位置的采集可采用极坐标法、支距法或交会法，也可采用卫星定位测量。在街坊内部设站困难时，也可采用几何作图等综合方法。高程值可采用三角高程测量、水准测量或卫星定位测量等方法采集。

6.3.19 仪器设置及测站上的检查应符合下列规定：

- 1 仪器对中的偏差，不应大于图上 0.05mm 。
- 2 应以较远的一点标定方向，用其他点进行检核。采用平板仪测绘时，检核偏差不应大于图上 0.3mm ；采用经纬仪或全站仪测绘时，检核偏差不应大于图上 0.2mm 。每站测图过程中，应检查定向点方向，采用平板仪测绘时，偏差不应大于图上 0.3mm ；采用经纬仪或全站仪等测绘时，归零差不应大于 $4'$ 。
- 3 应检查另一测站高程，且其较差不应大于 $1/5$ 倍基本等高距。
- 4 采用量角器配合经纬仪测图，当定向边长在图上短于 100mm 时，应以正北或正南方向作起始方向。

6.3.20 地物点、地形点视距和测距的最大长度应符合表 6.3.20 的规定。测绘 $1:500$ 比例尺地形图，建成区、平坦地区及丘陵地的地物点距离采用皮尺测量时，最大长度应为 50m ，山地、高山地地物点视距的最大长度可按表 6.3.20 的地形点要求确定。采用数字测图或按坐标展点成图时，测距的最大长度可按表 6.3.20 的规定放宽 1 倍。

表 6.3.20 地物点、地形点视距和测距的最大长度 (m)

比例尺	视距最大长度		测距最大长度	
	地物点	地形点	地物点	地形点
1:500	—	70	80	150
1:1000	80	120	160	250
1:2000	150	200	300	400

6.3.21 当采用方向交会法测定地物点时，交会方向线宜为三个，其长度不宜大于测板定向距离。当采用全站仪测图时，角度应读记至秒，距离应读记至毫米，仪器高、棱镜高应量记至毫米。

6.3.22 采用数字测图方法时，点状要素应按定位点采集，有向点应确定其方位角；线状要素应按其规则采集，当线状要素遇河流、桥梁等其他不同类要素时，应不间断采集；面状要素应封闭构面，同一类面状要素不应重叠。

6.3.23 数字测图采用测记法时，应现场绘制测站草图。

6.3.24 采用卫星定位测量方法采集要素时，重复抽样检核不应低于10%，检核偏差不应大于图上0.2mm。

6.4 摄影测量法

(I) 基本要求

6.4.1 采用摄影测量法测绘DLG时宜包括影像获取、像控点布设、像控点测量、野外调绘、空中三角测量、定向建模、数据采集等过程。

6.4.2 地物点的平面位置宜采用数字摄影测量工作站测图、解析测图仪测图、综合法测图等方法进行测定。

6.4.3 像控点和纠正点的平面位置，可采用全野外测绘、平高区域网加密或平面区域网加密等方法。

6.4.4 1:500、1:1000、1:2000 DLG城市建筑区和基本等高距为0.5m的平坦地区，高程注记点和等高线宜由外业测绘；其余地区高程注记点和等高线可采用平高区域网加密，在数字摄影测量工作站、解析测图仪上测绘。

6.4.5 像控点和内业加密点的精度要求应符合下列规定：

1 像控点的精度指标不应小于图根点的精度；

2 内业加密点相对于邻近平面控制点的点位中误差应符合表6.4.5-1的规定；

3 内业加密点相对于邻近高程控制点的高程中误差应符合表 6.4.5-2 的规定；

4 阴影、投影死角、森林、隐蔽等困难地区的内业加密点点位中误差和高程中误差可分别按表 6.4.5-1、表 6.4.5-2 的规定值放宽 0.5 倍。

表 6.4.5-1 内业加密点相对于邻近平面控制点的点位中误差

地形类别	成图比例尺	加密点点位中误差 (图上 mm)
城市建筑区、平地、丘陵地	1:500~1:10000	≤0.35
山地、高山地	1:500~1:10000	≤0.50

表 6.4.5-2 内业加密点相对于邻近高程控制点的高程中误差

比例尺	地形类别	基本等高距	加密点高程中误差 (m)
1:500	平地	0.5	—
	丘陵地	0.5	≤0.18
	山地	0.5	≤0.24
		1.0	≤0.50
	高山地	1.0	≤0.60
1:1000	平地	0.5	—
	丘陵地	0.5	≤0.18
		1.0	≤0.35
	山地	1.0	≤0.50
	高山地	1.0	≤0.60
2.0		≤1.00	
1:2000	平地	0.5	—
		1.0	≤0.24
	丘陵地	1.0	≤0.35
	山地	2.0	≤0.80
	高山地	2.0	≤1.20

续表 6.4.5-2

比例尺	地形类别	基本等高距	加密点高程中误差 (m)
1:5000	平地	1.0	—
	丘陵地	2.5	≤1.00
	山地	5.0	≤2.00
	高山地	5.0	≤2.50
1:10000	平地	1.0	—
	丘陵地	2.5	≤1.00
	山地	5.0	≤2.00
	高山地	5.0	≤3.00

(II) 影像获取

6.4.6 航摄方案应依据城市规划、设计等的需要和实际的成图能力制定，并应符合下列规定：

1 航摄比例尺应根据成图比例尺、航高、像幅大小、图幅大小、布点方案、测区地形、仪器装备和加密、成图技术水平等情况，按表 6.4.6-1 进行选择，同时应注意航高与焦距的选择。

表 6.4.6-1 航摄比例尺的选择

成图比例尺	航摄比例尺分母			
	平地、丘陵地		山地、高山地	
	光学摄影	数字摄影	光学摄影	数字摄影
1:500	2000~3000	3000~4000	3000~3500	3500~4000
1:1000	3500~4000	4500~6000	5000~6000	6000~8000
1:2000	6000~8000	8000~10000	7000~12000	9000~16000
1:5000	10000~20000	12000~25000	10000~20000	12000~25000
1:10000	20000~32000	25000~40000	20000~32000	25000~40000

2 光学摄影航摄影焦距的选择应符合表 6.4.6-2 的规定。平地综合法成图时，根据需要可采用焦距大于 210mm 的航摄影仪。采用数字摄影方式成图时，应根据航摄影仪的实际情况、成图比例尺及地形类别，选择航摄影仪焦距。

表 6.4.6-2 光学摄影航摄影焦距的选择

成图比例尺	地形类别	航摄影仪焦距 (mm)
1 : 500	各种地形类别	150~305
1 : 1000	各种地形类别	150~210
1 : 2000	平地、丘陵地	150~210
	山地、高山地	150
1 : 5000	平地、丘陵地	150~210
	山地、高山地	150

3 应选择适当的摄影季节和时间进行航空摄影。用于 DOM 制作时，宜沿图幅中心飞行，一张像片宜覆盖一幅图或四幅图；解析测图仪测图、数字摄影测量工作站测图时，摄影航线可按一定旁向重叠敷设，也可采用沿图幅中心飞行，东西向飞行时应保证南北满幅，南北向飞行时应保证东西满幅。

6.4.7 飞行质量应符合下列规定：

1 航向重叠不宜小于 60%，最小不应小于 53%；旁向重叠不宜小于 30%，最小不应小于 15%。采用一张像片覆盖一幅图时，航向重叠宜为 85%；航线偏离图幅中心线不应大于像片上 30mm (23×23 像幅)。航线间不应有相对漏洞和绝对漏洞。

2 航摄影像倾角不宜大于 2°，个别最大不应大于 4°；旋偏角应符合表 6.4.7 的规定，在同一航线上达到或接近最大旋偏角的像片不应连续超过三片；航线弯曲度不应大于 3%；当采用数字摄影测量工作站进行数据处理时，其旋偏角要求可适当放宽，但不影响立体观测效果、旁向重叠度、航向重叠度。

表 6.4.7 航摄影像旋偏角的要求

航摄比例尺		>1:4000	1:4000~1:8000	<1:8000
相对航高 (m)		—	—	>1200
旋偏角 (°)	一般	≤10	≤8	≤6
	最大	≤12	≤10	≤8

3 一条航线最大和最小航高之差不应超过 30m, 分区实际航高与预定航高之差应小于航高的 5%。

6.4.8 摄影质量应符合下列规定:

1 航摄像片不均匀变形不应大于 3/10000; 底片压平误差应采用精密立体坐标量测仪或解析测图仪检查。检查时, 应测定标准配置点和至少 9 个检查点的坐标和视差, 并按六点法相对定向进行解析计算。检查点的上下视差残差, 采用精密立体坐标量测仪测定的, 不应大于 0.02mm; 采用解析测图仪测定的, 不应大于 0.005mm。最高地形点影像移位不应超过 0.03mm; 灰雾密度应小于 0.2; 反差宜为 1.1~1.4。

2 航摄像片影像应清晰, 框标应齐全; 像片局部有云影、划痕、静电痕迹、药膜损伤而影响模型连接和测图时, 应进行补摄。

3 采用数码航摄时, 影像应反差适中、色调饱满、灰度直方图在 0~255 级呈正态分布。

6.4.9 卫星遥感影像的基本要求应符合下列规定:

1 影像应选择层次丰富、清晰易读、色调均匀、反差适中、现势性好、倾角小的全色影像或多光谱影像。当采用多帧卫星影像成图时, 其获取的时态宜保持一致, 并应收集影像相应的星历和姿态参数。

2 应依据成图的比例尺选择一定分辨率的卫星遥感影像, 影像地面分辨率不宜大于所成图的图上 0.1mm。

3 卫星遥感影像相邻各景之间的重叠不应小于图像宽度的 4%。

4 影像中云层覆盖应少于5%，且不应覆盖重要地物。

6.4.10 航摄像片扫描应符合下列规定：

1 航摄像片扫描仪的最低几何分辨率应大于 $25\mu\text{m}$ （原始负片上），且在使用前应经过严格检校。使用 25 点网格鉴定时，其几何检校的中误差宜不大于 $3\mu\text{m}$ ，使用其他方法时，其几何位置坐标限差不应大于 $5\mu\text{m}$ 。辐射检校应定期进行，辐射分辨率应达到 8Bit（256 级），辐射误差不应大于 2DN，扫描仪模数转换器的选用不宜低于 10Bit。

2 应收集扫描像片的信息，包括灰度、真彩、彩红外等色彩种类，正片、负片等成像性质，像幅规格，航摄影信息等。

3 应根据影像的用途确定扫描分辨率，并应符合下列规定：

1) 用于 DLG 测图、DEM 数据采集的，分辨率应满足高程测量精度的要求，并按式 (6.4.10-1) 进行估算：

$$R_p = \Delta_h \times b / H \quad (6.4.10-1)$$

式中： R_p ——影像扫描分辨率 (μm)；

Δ_h ——要求达到的高程精度 (m)；

b ——平均航向重叠度的像片基线长度 (μm)；

H ——平均相对航高 (m)。

2) 用于 DOM 制作的，分辨率应满足影像分辨率的要求，并按公式 (6.4.10-2) 进行估算：

$$R_p = R_z \times M / M_s \quad (6.4.10-2)$$

式中： R_p ——影像扫描分辨率 (μm)；

R_z ——正射影像图分辨率 (μm)，一般取 $100\mu\text{m}$ ；

M ——成图比例尺分母；

M_s ——航摄比例尺分母。

3) 当航摄像片影像综合分辨率为 20LP/mm 时， R_p 可确定为 $25\mu\text{m}$ ；当有多种用途时，应选择最高要求的分辨率进行扫描。

4 影像原始信息不应损失，并应保留航摄像片原有影像分辨率。

5 扫描影像应反差适中、色调饱满、框标清晰，灰度直方图在 0~255 级呈正态分布。质量较差的，应进行灰度拉伸处理、反差与亮度处理、边缘信息增强处理等影像增强处理。

6 应根据扫描像片的特征和测区地形特征，选择有代表性的像片进行预扫以确定扫描参数。

7 扫描的质量检查应符合下列规定：

- 1) 数据文件名应与像片号对应一致；
- 2) 扫描影像的灰度直方图宜为 0~255 灰阶；
- 3) 扫描分辨率应达到设计要求；
- 4) 扫描影像应反差适中、层次丰富、色彩饱满；
- 5) 影像应完整满幅、框标清晰齐全；
- 6) 相邻影像之间不应有明显色差。

(III) 像控点布设

6.4.11 利用航摄像片成图时，像控点的布设应符合下列规定：

- 1 像控点应布设在航向及旁向六片（或五片）重叠范围内；
- 2 像控点距像片边缘的距离不应小于 15mm（23×23）或 5mm（数码像片）；

3 旁向重叠过小、相邻航线的点不能公用时，可分别布点，但两点裂开的垂直距离应小于 10mm；

4 位于自由图边的像控点，应布设在离图廓线 4mm 以外；

5 生产 DLG、DOM 时，四个基本纠正点宜选在像片的四角附近。

6.4.12 全野外布点应符合下列规定：

1 采用综合法生产 DLG 并采用平高全野外布点时，像控点距像片边缘的距离可按本规范第 6.4.11 条第 2 款的规定减半；

2 采用综合法生产 DLG 时，应选刺四个基本平高纠正点，并应在选定像片的主点附近选刺一个平高检查点；

3 采用全能法生产 DLG 时，每个立体像对内应布设四个平高控制点（图 6.4.12）。

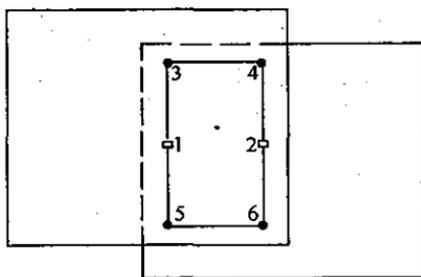


图 6.4.12 全能法成图立体像对布点图

□—像主点；●—像控点

6.4.13 区域网布点应符合下列规定：

1 对平高区域网或平面区域网，采用光学摄影资料时，区域的航线数不宜超过 6 条。基线数不宜超过 16 条；采用数字摄影资料时，区域的航线数不宜超过 12 条，基线数不宜超过 32 条；当联合 DGPS/IMU 数据进行区域网平差时，航线数和基线数可适当放宽。

2 平高控制点宜采用区域周边布点，内部可加布适当点数的平高控制点。控制点跨度应符合表 6.4.13 的规定。

表 6.4.13 控制点跨度

控制点		采用光学 摄影资料	采用数字 摄影资料
平高控制点	航向跨度（基线）	≤4	≤8
	旁向跨度（航线）	≤4	≤6
高程控制点 航向跨度	平地、丘陵地（基线）	≤4	≤8
	山地、高山地（基线）	≤5	≤10

3 在符合本规范第 6.4.11 条规定情况下，采用航摄像片、区域由 5~6 条航线组成时，应在区域周边和中央布设平高控制点，在区域两端和中间布设 3~5 排高程控制点[图 6.4.13-1 的(a)(航线为偶数)和(b)(航线为奇数)]。当区域网航线数不超过四条时，可沿周边布设 8 个平高控制点[图 6.4.13-1 的(c)(航线

较长时)或(d)(航线较短时)];当采用航带法区域网平差时,可采用标准航带法区域网布点方案[图 6.4.13-1的(e)]。

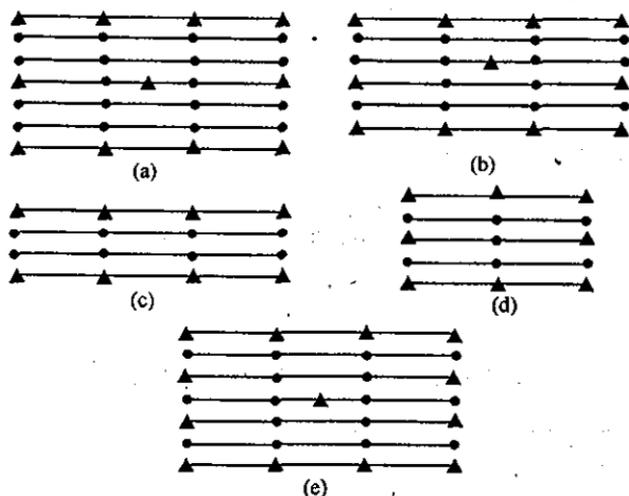


图 6.4.13-1 区域网布点略图

▲—平高控制点; ●—高程控制点

4 平面区域网应布设平高控制点,其布点和加密方法与平高区域网相同。

5 对于不规则区域网,除按间隔要求布点外,区域凸角点处应加布平高控制点,凹角点处应加布高程控制点[图 6.4.13-2(a)]。当凹角点与凸角点之间的距离超过两条基线时,凹角点处应布设平高控制点[图 6.4.13-2(b)]。

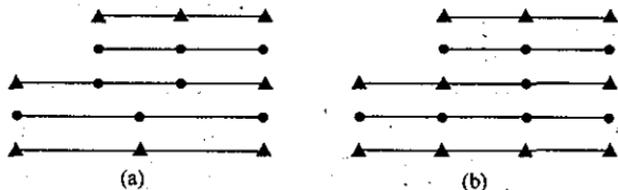


图 6.4.13-2 不规则区域网布点略图

▲—平高控制点; ●—高程控制点

6 像控点在像片上的位置除应符合本规范第 6.4.11 条的规定外,还应符合下列规定:

- 1) 像控点应选在旁向重叠中线附近,离开方位线不应小于 50mm (23×23) 或 30mm (9.5×16.8);旁向重叠过大不能满足该要求时,应分别布点;
- 2) 航线两端上下像控点在同一像对内相互偏离不应超过半条基线,规则区域网中间的像控点左右偏离不应超过一条基线。

6.4.14 特殊情况下,布点应符合下列规定:

1 对于航摄分区分界处的布点,当相邻航摄分区满足下述条件时,位于两分区的相邻航线可按同一航线处理,否则应分别布点:

- 1) 两相邻分区使用同一航摄仪于同期航摄;
- 2) 航线旁向衔接错开小于 10%;
- 3) 衔接后航线弯曲度在 3%之内;
- 4) 航高差在相对航高的 2%之内;
- 5) 航向重叠正常。

2 对于像片重叠不够时的布点,当航向重叠小于 53%产生航摄漏洞时,应按断开的不同航线处理,并应分别布点,漏洞处外业补测。当旁向重叠小于 15%,重叠部分在 10mm~20mm 之间时,若像片清晰,重叠部分可在内业测绘,但应分别布点,并应在重叠部分补测 1~2 个高程点。当不能满足该条件时,重叠或裂开部分应在外业进行补测。

3 对于主点落水时的布点,当因大面积水域、云影、阴影及其他原因使影像不清,离像主点 20mm 之内选不出明显目标,或航向三片重叠范围内选不出连接点时,落水像对应全野外布点,区域网内不应包括影响内业加密构网连接的像对。

4 水滨和岛屿地区的布点宜按全野外布点,超出控制点连线 10mm 以外的陆地部分应加测平高点,困难时可改为高程点。当难以用航测方法保证精度时,应采用外业补测。

6.4.15 卫星定位辅助光束法区域网平差像控点布设方案应符合

下列规定：

- 1 规则区域网可采用四角两边或四角两线法；
- 2 采用四角两边法时，应在区域网的四角各布设一个平高控制点，并应在区域网两端垂直于航线方向的旁向重叠中线附近各布设一个高程控制点（图 6.4.15）；
- 3 采用四角两线法时，应在区域网四角各布设一个平高控制点，并应在区域网两端垂直于航线方向敷设两条构架航线（图 6.4.15）；
- 4 不规则区域网像控点布设应在区域网周边增设像控点，并宜在凸角转折处布设平高控制点，当凹角转折处为一条基线时，应布设高程控制点，当凹角转折处为一条以上基线时，应布设平高控制点（图 6.4.15）。

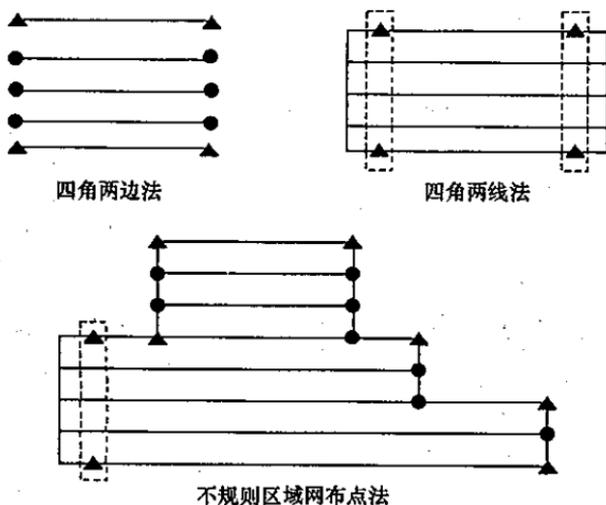


图 6.4.15 采用卫星定位辅助光束法区域网布点略图

- ▲—平高控制点；
- 高程控制点；
- ▭—测图航线；
- ▭—构架航线

(IV) 像控点测量

6.4.16 航摄前宜布设地面标志，并应及时联测。铺设地面标志

的要求宜符合现行国家标准《1:500 1:1000 1:2000 地形图航空摄影测量外业规范》GB/T 7931 的相关规定。

6.4.17 平面控制点应选刺在影像清晰的明显地物点、接近正交的线状地物交点、地物拐角点或固定的点状地物上，实地辨认误差应小于图上 0.1mm。弧形地物与阴影处不应作为刺点目标。

6.4.18 高程控制点应选刺在局部高程变化很小的地方，狭沟、尖山顶和高程变化大的斜坡等不应选作刺点目标；当点位选在高于地面的地物上时，应量出其与地面的比高，注至厘米，并应详细绘出点位略图和断面图。

6.4.19 平高控制点的选刺应同时满足平面和高程控制点对点位目标的要求。

6.4.20 像控点在各张相邻像片上均应清晰可见，并应选择影像最清晰的一张像片作为刺点片，刺点误差和刺孔直径不应大于 0.1mm，且应刺透，不应有双孔，刺偏时应换片重刺。

6.4.21 选刺目标时，应以满足刺点目标要求为主，同时满足像控点布设的点位要求和兼顾联测的方便，选定后应打桩或埋石，并应立即进行统一编号和实地绘制略图。桩位、说明、略图和刺孔位置应一致和确切无误，并应由两人分别在不同像片上独立进行对刺或第二人 100% 检查。控制像片整饰格式宜符合现行国家标准《1:500 1:1000 1:2000 地形图航空摄影测量外业规范》GB/T 7931 的规定。

6.4.22 平面控制点可采用图根导线、卫星定位、测角交会点和引点等方法测定，平高像控点相对于附近各等级控制点的平面位置中误差不超过图上 0.1mm。测角交会点不宜作为下次发展图形（不包括引点）的起算点，联测像控点的电磁波测距导线主要技术指标应符合表 6.4.22-1 的规定，当电磁波测距导线短于表 6.4.22-1 规定的 1/3 时，其绝对闭合差不应大于图上 0.3mm。测角交会点的主要技术指标应符合表 6.4.22-2 的规定。

表 6.4.22-1 联测像控点的电磁波测距导线的主要技术指标

成图比例尺	附和导线长度 (km)	平均边长 (km)	边数	测距要求	测角中误差 (")	方位角闭合差 (")	导线相对闭合差
1:500	2	0.3	7	Ⅱ级单程 1测回	≤15	±30√n	≤1/8000
1:1000	4	0.5	8				
1:2000	7	0.8	9				

注: n——测站数。

表 6.4.22-2 测角交会的主要技术指标

交会边长 (m)	测角中误差 (")	测回数 DJ ₆	交会点两组计算坐标较差 (图上 mm)
≤1.0M	≤15	2	≤0.2

注: M——成图比例尺分母。

6.4.23 当像控点不能组成扩展图形、像控点位不适宜设站或距已知控制点很近时,可采用引点。引点应算作一次发展次数。该像控点应联测两个已知方向,采用方向观测法观测两测回;该像控点至引点采用钢尺量距时,不宜大于图根导线平均边长的规定,且应往返丈量,较差相对误差不应大于 1/30000;采用电磁波测距时,距离全长不应大于本规范表 6.4.22-1 的平均边长规定,且应按本规范表 6.4.22-1 的测距要求观测;并宜增加检核条件。检查坐标较差不应大于图上 0.2mm。

6.4.24 平地 and 丘陵地的高程控制点的测定宜采用水准测量、高程导线测量或卫星定位测量等方法,附和路线长度不应大于 10km;山地、高山地可采用经纬仪三角高程测量、卫星定位测量等方法。

6.4.25 控制点计算手簿应附有成果索引表和选点联测略图,并应标绘出区域网范围、图幅编号、像控点位置及联测图形或导线与水准路线走向。

(V) 野外调绘

6.4.26 调绘应判读准确、描绘清楚、图式运用恰当、注记准确；调绘人员应坚持“走到、看到和问到”的原则；调绘前应收集和分析有关资料，根据测区情况宜采用先航测内业判读测图，然后到野外对航测内业所成线划图进行补测、调绘的方法；也可采用先全野外像片调绘或室内像片判读与野外像片调绘相结合，后航测内业成图的方法。当采用先内业判读测图后野外调绘的方法时，应在野外对航测内业成图进行全面实地检查、修测、补测、地理名称调查注记、屋檐改正等工作。

6.4.27 1:500、1:1000、1:2000DLG 野外调绘应符合下列规定：

1 像片调绘宜采用放大片进行，放大倍数应根据地物复杂程度而定，且应配备一套像片以供立体观察。调绘面积线的范围可根据像控点连线或图廓线位置确定，不按图廓布点时，应划在隔片的航向和旁向重叠的中线附近，并不应产生调绘漏洞。对于面积线，右、下边应绘直线，左、上边应绘曲线，且不应分割重要地物和街区，不宜顺沿线状地物或压盖点状地物。自由图边应调绘出图外10mm。

2 调绘内容应包括确定房屋类别、标注楼房层数、补测内业无法判测的地物、测注高程注记点和调查地理名称等。调绘应反映调绘时现状，对航摄后新增地物、影像模糊地物、被影像或阴影遮盖的地物，包括无明显影像的独立地物和水准点，应到实地补测，可采用交会法、支距法、全数字测图等方法；补测的地物应附有标明与明显影像相关尺寸的实测草图，面积较大时，应附有按成图比例尺测绘的原图；航摄后拆除的建筑物，或虽有影像但可不表示的地物，应在像片或图上用红色“×”划去，范围较大时应加说明。

3 水涯线的调绘宜以摄影时的影像为准，池塘、水渠等应以坎边为准。被阴影遮盖的及其他内业难以测绘的地物，应在外

业量注堤垄或陡坎的比高、道路铺装面宽度和路肩宽度、河沟宽度等有关数据。2m以下的比高应于外业量注；屋檐宽度应在实地量取房宽改正屋檐或直接量取，当屋檐宽度大于图上0.15mm时，应在相应处用红色数字注明其宽度。在1:500成图时，堤垄或陡坎的比高、道路铺装面宽度、路肩宽度、河沟宽度和屋檐宽度应量注至50mm；在1:1000和1:2000成图时，应量注至100mm。

4 调绘片间应接边，且接边处房屋轮廓、道路、管线、河流、植被等的性质、等级、宽度和符号，以及各项注记应一致。调绘像片整饰格式应符合现行国家标准《1:500 1:1000 1:2000地形图航空摄影测量外业规范》GB/T 7931的规定。

6.4.28 1:5000、1:10000DLG野外调绘应符合下列规定：

1 1:5000、1:10000DLG野外调绘应按现行国家标准《1:5000、1:10000地形图航空摄影测量外业规范》GB/T 13977执行；

2 调绘像片的比例尺不宜小于成图比例尺的1.5倍，地物复杂地区应适当放大；

3 调绘面积线应绘在隔片的航向和旁向重叠的中线附近，对于接边线，东、南边应画为直线，西、北边应画为曲线，距像片边缘应大于10mm，不应产生漏洞或重叠；自由图边应调绘出图外10mm；

4 调绘片应采用分色描绘，地物及注记宜用黑色，地貌宜用棕色，水系宜用绿色。调绘使用简化符号时，应在技术设计中简化符号及颜色予以描述；

5 航摄后拆除的建筑物，或虽有影像但可以不表示的地物，应在像片或图上用红色“×”划去，范围较大时应说明。

(VI) 空中三角测量

6.4.29 空中三角测量的精度指标应符合下列规定：

1 内定向限差不应大于0.01mm。采用数字摄影资料时，可不作内定向。

2 对于相对定向精度，采用航摄像片扫描成图的不应大于

0.008mm, 采用数字摄影资料的不应大于 0.005mm。

3 定向点残差、多余控制点不符值、区域网内公共点和区域网间公共点较差的限差应分别符合表 6.4.29-1、表 6.4.29-2 的规定, 并不应有系统误差。

表 6.4.29-1 1:500、1:1000、1:2000 定向点残差、多余控制点不符值、区域网内公共点和区域网间公共点较差的限差

地形类别			平地		丘陵地		山地			高山地	
等高距 (m)			0.5	1	0.5	1	0.5	1	2	1	2
定向点 残差	平面 (mm)	1:500	0.25		0.25		0.40			0.40	
		1:1000									
		1:2000									
	高程 (m)	1:500	—	0.14	—	0.18	0.40	—	0.45	—	
		1:1000	—	0.14	0.25	—	0.40	—	0.45	0.75	
		1:2000	—	0.18	—	0.25	—	—	0.60	—	0.90
多余 野外 控制点 不符值	平面 (mm)	1:500	0.44		0.44		0.60			0.60	
		1:1000									
		1:2000									
	高程 (m)	1:500	—	0.23	—	0.30	0.60	—	0.75	—	
		1:1000	—	0.23	0.44	—	0.60	—	0.75	1.25	
		1:2000	—	0.30	—	0.50	—	—	1.00	—	1.50
区域网 内公共 点较差	平面 (mm)	1:500	0.56		0.56		0.80			0.80	
		1:1000									
		1:2000									
	高程 (m)	1:500	—	0.29	—	0.38	0.80	—	0.96	—	
		1:1000	—	0.29	0.56	—	0.80	—	0.96	1.60	
		1:2000	—	0.38	—	0.60	—	—	1.28	—	1.92
区域网 间公共 点较差	平面 (mm)	1:500	0.70		0.70		1.00			1.00	
		1:1000									
		1:2000									
	高程 (m)	1:500	—	0.36	—	0.48	1.00	—	1.20	—	
		1:1000	—	0.36	0.70	—	1.00	—	1.20	2.00	
		1:2000	—	0.48	—	0.80	—	—	1.60	—	2.40

表 6.4.29-2 1:5000、1:10000 定向点残差、多余控制点不符值、
区域网内公共点和区域网间公共点较差的限差

地形类别			平地	丘陵地	山地	高山地
定向点残差	平面 (mm)	1:5000	0.30	0.30	0.40	0.40
		1:10000	0.30	0.30	0.40	0.40
	高程 (m)	1:5000	—	0.80	1.50	1.90
		1:10000	—	0.80	1.50	2.20
多余控制点 不符值	平面 (mm)	1:5000	0.35	0.35	0.50	0.50
		1:10000	0.35	0.35	0.50	0.50
	高程 (m)	1:5000	—	1.00	2.00	2.50
		1:10000	—	1.00	2.00	3.00
区域网内公 共点较差	平面 (mm)	1:5000	0.56	0.56	0.80	0.80
		1:10000	0.56	0.56	0.80	0.80
	高程 (m)	1:5000	—	1.60	3.20	4.00
		1:10000	—	1.60	3.20	4.80
区域网间公 共点较差	平面 (mm)	1:5000	0.70	0.70	1.00	1.00
		1:10000	0.70	0.70	1.00	1.00
	高程 (m)	1:5000	—	2.00	4.00	5.00
		1:10000	—	2.00	4.00	6.00

6.4.30 进行空中三角测量前,应准备测区影像数据文件、相机参数文件、控制点成果以及摄影比例尺、航高等航摄信息。

6.4.31 空三项目的建立应输入相机参数、航带信息、各项限差、控制点坐标等数据,且输入数据后应检查核对。

6.4.32 内定向时,应建立框标模板、自动量测框标,采用仿射变换进行内定向,并应检查内定向结果。精度较差时,应分析原因并作处理;精度超限时,应复核并重测。

6.4.33 内业加密点的选点应符合本规范第 6.4.11 条~第 6.4.14 条的有关规定。相对定向时,可采用自动匹配相对定向。相对定向计算时,应手工剔除粗差点,并确保相邻像对之间、

上下航带之间有足够的连接点，每个标准点位附近宜有 2 个以上可靠的连接点。

6.4.34 绝对定向时，应先根据控制点点位图及点位说明转刺控制点，然后进行绝对定向计算，并应确认控制点、检查点残差均在限差之内。当有超限或接近限差时，应分析原因确认控制点的准确性和转刺正确性。

6.4.35 加密点的三维大地坐标和像片的外方位元素，应采用光束法整体平差获得。

6.4.36 相邻区域网的接边，应比较相邻区域网的同名加密点坐标是否满足精度要求。

(VII) 定向建模

6.4.37 定向建模的内定向、相对定向、绝对定向的精度要求可按本规范第 6.4.29 条的规定执行。

6.4.38 有空三成果的定向建模，可通过空三成果的导入，自动完成内定向、相对定向和绝对定向。

6.4.39 没有像对内外方位元素的定向建模，应采用已有加密成果，完成内定向、相对定向和绝对定向。

(VIII) 数据采集

6.4.40 数据采集可采用先外业调绘、后内业测图，或先内业测图、后外业调绘再编绘成图的方式。

6.4.41 对要素实体进行图形采集的同时，应按照设定的属性表赋相应的要素代码及属性信息。

6.4.42 地物、地貌测绘应符合下列规定：

1 地物与地貌元素应参照调绘片，根据立体模型辨认和测绘，不应错漏、移位和变形。

2 描绘房屋和街区轮廓时，应先以测标中心切准房角或轮廓拐角，然后再打点连线。各种道路、管线、沟堤等应跟迹描绘，走向明确，衔接合理。用符号表示的各种地物，其定位点或

定位线应描绘准确。

3 补测地物时，新增的、无影像的或阴影遮盖的地物，应根据调绘时附有实测尺寸的草图或原图，按相对位置尺寸依比例尺进行编绘，不应按模型上相关影像判绘。

4 等高线宜采用测标切准模型描绘。宜先测注记点高程，0.5m 基本等高距测区应注至 0.01m，大于 0.5m 基本等高距测区可注至 0.1m。在等倾斜地段，当计曲线间距小于 5mm 时，可只测计曲线，并应插绘首曲线。等高线可通过相应格网间距的 DEM 内插生成；有植被覆盖的地表，宜切准地面描绘，当只能沿植被表面描绘，应加植被高度改正。在树林密集隐蔽地区，应按调绘时量注的平均树高进行改正；对于等高线描绘误差，平地、丘陵地不应大于 1/5 基本等高距，山地、高山地不应大于 1/3 基本等高距。

5 像片测图范围超出像片上定向点连线不应大于 10mm，超出部分离像片边缘不应小于 10mm。

6 数据采集应依据相应比例尺图式的要求进行，层次符号应正确。

6.4.43 像对之间的数据应在测图过程中进行连接与接边。像对间地物接边差应小于地物点平面位置中误差的 2 倍。等高线接边差宜小于 1 个基本等高距，山地、高山地可适当放宽，并按地物接边限差要求执行。

6.5 模拟地形图数字化

6.5.1 模拟地形图数字化，可使用数字化仪或扫描仪与计算机联机作业，将模拟地形图转化为数据文件。数字化仪或扫描仪的主要技术指标应满足成图的精度要求。

6.5.2 数字化软件应具有图纸定向、数据采集、实时显示等功能。

6.5.3 模拟地形图应清晰、平整、无褶皱，其图廓、方格网长度误差及图纸的变形应满足用户对用图的精度要求。

6.5.4 模拟地形图扫描分辨率不应低于 300dpi。

6.5.5 图纸定向点个数不应少于 4 个。定向点应分布均匀、合理，并宜选用图廓坐标或格网点作为定向点。经过定向与几何校正后，内图廓点、公里格网点的坐标与理论值之差不应大于图上 0.3mm。

6.5.6 数字化采集时，点状要素采集中误差不应大于图上 0.15mm，线状要素采集中误差不应大于图上 0.2mm。

6.6 数据编辑处理

(I) 数据处理一般要求

6.6.1 要素属性内容应完整、正确，并宜包括下列内容：

1 地理名称、单位名称、门牌号、建筑物的用途、建筑物层数、建筑物的结构、建筑物的高度、水系名称、道路名称和等级、桥名、道路性质等属性信息；

2 高程点、等高线相应的高程值；

3 各种点状要素、线状要素的注记文本属性信息。

6.6.2 要素的几何类型和空间拓扑关系应正确，并应符合下列规定：

1 房屋、道路、水系、植被等四类要素宜构面，且应分别放置在不同层中；

2 面状要素应严格封闭，不应有悬挂点；在一个面要素中宜有唯一标识点，标识点代码应正确，且应落在面内部，不应落在面边界线上或边界外；相邻面要素的边线应重合；同一层中的面状要素之间不应重叠；

3 同一层中的线状要素不应自重叠、自相交；构成几何网络的线状要素应保证结点的相交性、连通性；

4 多边形、线状要素的构成宜完整，不宜破碎。

6.6.3 各种名称注记、说明注记和图例应正确、齐全。注记不宜压盖地物，其字体、字大、字向、单位宜符合本规范第

6.1.11 条的规定。

(II) 1:500、1:1000、1:2000DLG 数据加工

6.6.4 建筑物数据加工应符合下列规定：

1 建筑物为面状要素，标识点应唯一；建筑物的层数等属性信息可赋在标识点上；

2 建筑物中的注记不宜作为面标识点。

6.6.5 道路面数据加工应符合下列规定：

1 房屋边线做胡同边线构面时，应沿胡同查看，并应连接房与房之间的断处；

2 路面性质属性可加赋在道路面标识点上，其代码应与相应的路中线代码一致；

3 道路构面时，应注意切除范围内的绿地或隔离带；

4 应注意公路桥、立交桥、高架路种类的区分。立交桥和高架路可不构面。

6.6.6 道路中线数据加工应符合下列规定：

1 高速公路、等级公路、大车路、土路、街道、胡同等，宜加绘路中线。

2 高速公路的主、辅路宜分别绘制中线，且主路宜绘制一条中线，两边辅路宜按车行方向各绘一条中线。主、辅路应合理连接。其他道路，每条可绘制一条道路中线。

3 道路中线上应赋道路名称属性。

4 道路中线在同一平面相交处应形成结点；当多条道路相交时，在交叉路口处宜形成唯一结点，相交路线宜保持平滑。

5 当道路遇到立交桥，且方向相同，但不在同一平面时，宜分别绘中线；主路和匝道宜分别绘中线，并应准确与桥下道路连接。

6 道路相交处不应有悬挂点。

6.6.7 铁路数据加工应符合下列规定：

1 铁路线要素定位线宜采用其中线，并确保图幅间铁路

线的接边；

- 2 铁路相交处应形成结点；
- 3 铁路遇隧道应保持铁路连贯，并按隧道走向连接；
- 4 铁路遇道路从上方通过，或遇天桥、附属设施时，宜保持铁路连贯。

6.6.8 水系数据加工应符合下列规定：

1 河、湖、水库、池塘、沟渠等水系宜构面，名称可加赋在面标识点的名称属性中；

2 水系构面时，有坡线或护岸的，应以第一道坡线或护岸为边界；有水涯线但无坡线或护岸的，应以水涯线为边界；

3 对于河流干枯地段，当有大片植被或有大车路或土路时，应归入水系面中，且植被部分、道路部分不应构植被面或道路面；当有房屋时，应将房屋构面。

6.6.9 高程点、等高线数据加工应符合下列规定：

1 所有高程点、等高线宜加赋高程值属性；

2 等高线的首曲线和计曲线应加以区分，且不应存在异常高程值。

6.6.10 植被面数据加工应符合下列规定：

1 不同种类植被的代码应加以区分，边界位置应合理、准确。

2 植被边缘有沟渠时，应以沟渠边线为界，将沟渠隔在植被面之外。植被面中临时性的沟渠可并入植被面。

3 大片苗圃或菜地内的温室、菜窖，应归入苗圃或菜地面内，但房屋应单独构面。

(Ⅲ) 1:5000、1:10000DLG 数据加工

6.6.11 居民地数据加工应符合下列规定：

1 街区应按面状要素采集；

2 街区外围轮廓线内的天井应按天井代码采集，可不加标识点，并可将该层构建面拓扑后批量删除；

- 3 依比例尺的棚房应按线状地物采集；
- 4 有特殊意义的建筑及古建筑应按依比例尺突出房屋采集；
- 5 普通房屋、街区的区分应满足图式要求。

6.6.12 道路及附属设施数据加工应符合下列规定：

- 1 有道路名称且有等级编号的，应按等级公路处理；
- 2 没有道路名称也没有等级编号的，应按公路处理；
- 3 有道路名称没有等级编号的，应按街道处理。

6.6.13 道路中线数据采集加工应符合下列规定：

1 街道、公路应采路中线，并应赋相应属性，中线与边线代码应配套。

2 胡同可不采集中线。

3 街道、公路应构成路网。不起连通作用的道路中线，不应采集。

4 立交桥处可只采集主路的中线，匝道中线可不采集。

5 两条不同街道、公路中线通过路口或立交桥时，应交于路口或立交桥中心点。

6 当一条道路与另一条被高架桥架起的道路相交时，不应打结点。

7 经过铁路、过街天桥、桥梁等附属设施时，路中线应连续。

8 中线路名应标赋正确。

6.6.14 街道边线数据采集加工应符合下列规定：

1 街道边线采集应以原图为准，原图上有边线的应采集。

2 经过铁路、过街天桥、桥梁等附属设施时，街道边线应连续；被注记分割开处应连接。街道边线代码的使用应与中线配套。

3 内部道路应按边线采集。

4 立交桥、路堤、路堑、道路边线、绿化隔离带的关系，应正确。

5 不规则过街天桥应按范围线采集。

6 被不规则过街天桥、桥梁、道路、隧洞所覆盖的铁路路段应分别采集。

7 铁路被规则过街天桥覆盖时，应连续。

8 铁路隧道线，公路隧道线应分属于铁路和道路层中。

9 等级公路中线应采集，技术等级标赋应正确；边线遇注记处应连续。

10 道路或铁路跨不同图幅时，应保证其贯通、编码一致。

6.6.15 管线与垣栅数据加工时，应采集电力线、通信线的线路折点所在位置。

6.6.16 水系及附属设施数据加工应符合下列规定：

1 单线河、双线河、湖泊等遇桥梁、涵洞、瀑布、水闸等，应直接数字化通过，并应保证水系贯通连成完整系统；

2 双线渠、运河等人工水域应按面状要素采集，有护岸的应以护岸边线构面，无护岸的应以水涯线构面；

3 双线河、水库等天然水域应构建面要素，有水涯线的应按水涯线采集构面，没有水涯线的应按坡坎、堤坝等边线采集构面；

4 水库应以水涯线或坝符号内边线为岸线，河心岛、湖心岛应采集。坝应采集中心线，水库下游的河流应与水库边线相接，并不应加辅助线；

5 当湖与水库区分不清时，对于有水库名称、库容、库坝的，可按水库处理，其他的可按湖泊处理；

6 面状水系要素应加辅助线。不同名称段的双线河，应在分界处加辅助线；

7 对于池塘、水塘、鱼塘，当图上面积大于 25mm^2 时，应构面；

8 同一水域被桥分割开时，应连续采集；被堤、坡、路等分割开时，应按多个多边形处理；

9 游泳池可与工矿建筑物放置在同一层；

10 当池塘中有水生作物时，构水系面的同时应构植被面。

6.6.17 境界数据加工应符合下列规定：

1 境界层应以单幅图为单位，并按原图采集符号线，可不构面；

2 当单幅图中没有境界线时，境界层不应存在。

6.6.18 地貌和土质数据加工应符合下列规定：

1 等高线被高程注记等打断处，应连续不间断；被植被、居民地等地物隔断处，等高线宜连通；

2 等高线遇坎、斜坡等要素时，应连通；等高线遇双线河且河道内有高程点时，等高线不应过河，并应沿河道线连通，断到其高一个等高距的下边；等高线遇双线河且河道内没有高程点时，等高线可在河两岸对称处过河连通，且两岸中断的等高线连接应圆滑合理；

3 当等高线特别密集，不能在原图上全部绘出时，应保持计曲线的连续性，且其他等高线宜连上；

4 等高线遇大的冲沟、陡石山中断时，可不连续；

5 等高线、高程点和比高点的高程值应正确。

6.6.19 植被数据加工应符合下列规定：

1 图面面积大于 25mm^2 的植被宜构面；图面面积小于 25mm^2 的植被，应按点、线采集。

2 植被构面应考虑图廓整饰右侧文字注记，除稀疏灌木丛、半荒草地、荒草地外，构面应正确。

3 居民地、道路应做挖空，并应真实表示地表植被情况。遇有温室房屋时，可不挖空。

4 相邻图幅的植被构面应完整连贯。

5 构面线段与其他地物为重合线时，应使用拷贝功能。

6 有地类界且有植被符号处，应构面，并应与其他层范围线地类界区分。

6.6.20 名称注记加工应符合下列规定：

1 同一行且没有间隔的完整字符串，应按点记录，注记位置为第一个字符左下角位置。

2 竖行、分行或有间隔的注记，应以线记录，每一字符的左下角应为结点或顶点的位置。

3 注记是散点时，可使用注记合并功能合并为多点注记。对路名做注记合并时，应完整正确。

4 注记的字体、大小应按设计要求标注。

5 数字说明注记应按点方式输出。

6 所有的等高线注记应放至名称注记层。

7 图廓右侧的植被说明注记应放至注记层附注类中。

(IV) 图幅接边与输出

6.6.21 图幅接边应符合下列规定：

1 在提取面要素前，应对线要素进行接边，作业员宜对所加工图幅的东南边接边；

2 在几何图形方面，图幅之间应实现无缝接边，接边要素应自然连接；

3 公共图廓边应完全重合；

4 接边地物要素属性应保持一致；

5 面要素应正确接边，接边面要素标识点属性应一致。

6.6.22 DLG 数据宜以图幅为单位输出。

(V) 成果检验与提交

6.6.23 DLG 成果应全部进行内业质量检查，并应符合下列规定：

1 要素应完整，不应遗漏，多边形应闭合；

2 点、线、面拓扑关系应正确，要素的相互关系应正确，相邻图幅接边应正确、属性一致；

3 要素的位置精度应符合设计要求；

4 分层、分类代码和属性值内容应正确；

5 图幅编号、数据文件名、数据格式应符合设计要求；

6 图廓、方格网、控制点输入精度应与理论值一致；地物、

地貌各要素表示应正确、齐全，图式符号运用应正确；元数据和图历表填写应完整清楚，各项资料应齐全。

6.6.24 DLG 数据及有关文档应进行整理，逐项登记，形成成果清单，经检查无误后提交。成果应包括技术设计、质量检查验收报告、精度统计表、技术总结、DLG 数据文件、元数据文件、DLG 回放图、图历簿等。

6.7 数据更新与维护

6.7.1 进行 DLG 数据更新与维护时，基本等高距的选择、测量精度、图式符号表示、要素分类、属性项等应符合本规范第 6.1 节的规定及原 DLG 设计的规定。

6.7.2 DLG 数据更新与维护的方法宜符合本规范第 6.1.8 条的规定。

6.7.3 对修测图，应进行图廓方格网的变化进行检查，当图纸变形使方格网的实际长度与理论长度之差超过 0.2mm 时，应采用适当方法进行纠正。

6.7.4 进行 DLG 更新与维护前，应充分了解原 DLG 数据结构，检查原 DLG 的精度、数据的完好性及一致性，且要素精度应与原有要素保持一致和相应关系。

6.7.5 修测、补测的内容应符合本规范第 6.2 节的规定，或根据设计要求，按应用需要，重点采集部分要素，同时应对原 DLG 相应的内容进行一致性修改。

6.7.6 数据更新应利用图根点或固定点，当局部地区地物变动不大时，可利用原有位置准确的地物点进行装测或设站采集。修测后的地物点与原有地物的间距中误差不得超过图上 0.4mm。修测后的地物不应再作为修测新地物的依据。

6.7.7 地物较大、补测新建的楼群或独立的高大建筑、修测丘陵地、山地或高山地的地貌，应布设图根点。

6.7.8 数据更新的要素分层宜区分于原要素的分层，并应建立相应关系。

6.7.9 独立采集的图幅应进行接边；未按标准图幅进行采集的数据，应先相互拼接（接边）再按标准图幅范围进行数据裁切。相邻图幅之间应进行要素的图形接边与属性接边，并应做到位置正确、形态合理、属性一致。

6.7.10 当一幅图地形变动面积超过 50% 时，宜全幅重测。

6.7.11 修测中原图上的地物、地貌存在超过 $2\sqrt{2}$ 倍中误差的粗差时，应予以纠正。

6.7.12 更新与维护后的数据质量检查应符合本规范第 6.6.23 条的规定。

6.7.13 更新与维护后的图幅应记录修测情况，并应符合本规范第 6.6.24 条的规定。

6.7.14 数据更新后应对历史数据及相应的元数据文件进行及时存档，并应对数据标签进行明确标记。数据标签标记宜包含数据名称、所采用的标准号、比例尺、图幅编号、生产日期、版本号等内容。

7 数字高程模型建立

7.1 一般规定

7.1.1 DEM的建立可采用航空摄影测量法、矢量数据生成法和机载激光雷达测量法等方法。

7.1.2 DEM的格网间距根据比例尺宜为 $2.5\text{m}\times 2.5\text{m}$ 或 $5\text{m}\times 5\text{m}$ 。

7.1.3 DEM的精度等级宜划分为一、二、三级。

7.1.4 DEM格网点高程中误差应符合表7.1.4的规定。森林等隐蔽地区的格网点高程中误差可放宽至表7.1.4规定的1.5倍，DEM内插点的高程中误差可放宽至表7.1.4规定的1.2倍。

表7.1.4 DEM格网点高程中误差

比例尺	格网间距 (m)	精度等级	格网点高程中误差 (m)			
			平地	丘陵地	山地	高山地
1:500	2.5×2.5	一级精度	0.35	0.50	1.20	2.50
1:1000		二级精度	0.50	0.70	1.80	3.00
1:2000		三级精度	0.70	1.00	2.50	5.00
1:5000	5×5	一级精度	0.50	1.20	2.50	5.00
1:10000		二级精度	0.70	1.70	3.30	6.70
		三级精度	1.00	2.50	5.00	10.00

7.1.5 DEM成果文件命名应符合现行行业标准《基础地理信息数字产品数据文件命名规则》CH/T 1005的规定。

7.1.6 DEM数据格式应符合现行国家标准《地理空间数据交换格式》GB/T 17798的规定。

7.1.7 DEM成果数据宜以图幅为单位输出。

7.2 航空摄影测量法

7.2.1 采用航空摄影测量法建立 DEM 应包括外业像控点测量、影像扫描、空中三角测量、定向建模、特征点线量测、像方 DEM 生成、物方 DEM 内插、物方 DEM 编辑、单模型 DEM 接边、DEM 镶嵌裁切和成果输出等过程。

7.2.2 外业像控点测量、影像扫描、空中三角测量和定向建模的技术要求应符合本规范第 6 章的相关规定。采用已有成果时应检核。

7.2.3 特征点线量测应符合下列规定：

- 1 测标应切准地面进行三维坐标量测；
- 2 特征点应包括山顶、凹地、鞍部等；
- 3 特征线应包括河流、水库、湖泊等水系边线，道路边线，山脊线、沟谷线、断裂线等；
- 4 当某区域影像相关效果不好，无法准确量测高程时，应量测边界点。

7.2.4 像方 DEM 可通过影像相关生成，并应与立体模型叠合检查，对偏离地面的像方 DEM 点高程应进行编辑修改，并可根据需要加测特征点线。

7.2.5 物方 DEM 应根据像方 DEM 格网点及特征点线高程构 TIN 内插生成。

7.2.6 物方 DEM 编辑时，应将物方 DEM 格网点与立体模型叠合，对偏离地面的物方 DEM 点高程应进行编辑修改。

7.2.7 单模型 DEM 接边时，格网的重叠带不应少于 2 个。应检查重叠带内同名格网点的高程，并应对较差大于 2 倍 DEM 格网点高程中误差的格网点高程进行修测，直至符合限差。

7.2.8 DEM 裁切应符合下列规定：

- 1 同名格网点高程应取平均值；
- 2 DEM 应进行矩形裁切，范围可按图廓线向外扩展 2cm，也可扩展若干排格网。

7.3 矢量数据生成法

7.3.1 采用矢量数据生成法建立 DEM 应包括资料准备、矢量数据采集与接边、构 TIN 与编辑、DEM 内插、DEM 镶嵌裁切和成果输出等过程。

7.3.2 资料准备应符合下列规定：

1 准备的资料宜包括用于扫描的原图或符合本规范第 6 章规定的 DLG 数据；

2 用于扫描的原图的图廓边长与理论值之差不应大于 0.2mm，图廓对角线长度与理论值之差不应大于 0.3mm；

3 原图扫描分辨率不应低于 300dpi。经过定向与几何校正后，内图廓点、格网点的坐标与理论值之差不应大于图上 0.1mm。

7.3.3 矢量数据采集与接边应符合下列规定：

1 要素应分类采集，且分类与代码宜符合现行国家标准《基础地理信息要素分类与代码》GB/T 13923 的规定。采集要素应无遗漏，并赋高程值。

2 采集的矢量数据相对扫描原图数据，点要素的采集偏差不应大于图上 0.1mm，线要素的采集偏差不应大于图上 0.15mm。采用 DLG 数据直接获取矢量数据时，可从 DLG 中直接提取所需要素。

3 等高线应连续，自由图边处应顺走势延伸到图廓外。高程点应准确采集其位置。

4 宜采集特征点线。特征点应包括山顶、凹地、鞍部等；特征线应包括河流、水库、湖泊等水系边线，道路边线，山脊线，沟谷线，断裂线等。高程推测区域应划出其范围线。

5 水库、湖泊等封闭水域应按面状要素采集，并应与上下游及周边高程相协调。

6 矢量数据接边应按图廓向外扩展 20mm 进行。

7 接边应包括图形接边与属性接边，接边后数据位置应正

确、形态应合理、属性应一致。

7.3.4 构 TIN 与编辑应符合下列规定：

1 构 TIN 后的 TIN 图形与等高线底图叠合时应无异常三角形，对不合理的平三角形，应内部加点后重新构 TIN；

2 生成 TIN 的线网透视图应无因高程异常而显现的粗差点、线或区域。

7.3.5 DEM 应按格网间距构 TIN 内插生成。由 DEM 生成的等高线与原图等高线的偏移不应大于 1/2 基本等高距。

7.3.6 DEM 裁切应符合本规范第 7.2.8 条的规定。

7.4 机载激光雷达测量法

7.4.1 采用机载激光雷达法建立 DEM 应包括准备工作、坐标转换、数据拼接、数据滤除、数据编辑、DEM 内插和成果输出等过程。

7.4.2 航高、扫描点间距、采集的回波次数、航带重叠度等参数应根据 DEM 格网间距、地形类型、植被情况、建（构）筑物情况确定。

7.4.3 点云数据应转换至地方要求的坐标系统。

7.4.4 不同航带的点云数据应进行拼接。

7.4.5 点云数据中高程异常噪声点、非地面点和相邻航带重叠区域冗余数据点应滤除。

7.4.6 数据编辑可包括去除难以自动滤除的非地面点、找回误滤除的地面点等内容。

7.4.7 规则格网点 DEM 数据应采用多项式内插方法生成。

7.5 成果检验与提交

7.5.1 DEM 成果应全部进行质量检查，并可采用野外散点法、室内加密桩点法或图解检查点法。

7.5.2 DEM 成果检验时，应对文件命名、数学基础、格网间距、高程精度、数据格式、图幅接边、元数据、图历簿等内容进

行检验。

7.5.3 提交的 DEM 成果应包括 DEM 数据、元数据和文档资料。文档资料应包括技术设计、图幅结合表、图历簿、检查验收报告、技术总结和成果清单；图历簿宜包括产品概况、资料利用情况、采集过程中主要工序完成情况、出现的问题、处理方法、过程检查 and 产品质量评价等内容。

8 数字正射影像图制作

8.1 一般规定

- 8.1.1 DOM 的制作可采用航空摄影测量法和卫星遥感测量法。
- 8.1.2 DOM 比例尺宜选择 1 : 1000、1 : 2000、1 : 5000 或 1 : 10000。
- 8.1.3 DOM 空间分辨率应符合表 8.1.3 的规定。

表 8.1.3 DOM 空间分辨率

比例尺	空间分辨率 (m)
1 : 1000	≤0.10
1 : 2000	≤0.20
1 : 5000	≤0.50
1 : 10000	≤1.00

- 8.1.4 对于 DOM 平面位置中误差, 平地、丘陵地不应大于图上 0.5mm, 山地、高山地不应大于图上 0.75mm。地物影像的接边差不应大于图上 0.3mm。
- 8.1.5 DOM 黑白影像灰阶不应低于 8Bit, 彩色影像灰阶不应低于 24Bit; 灰度直方图应基本呈正态分布。
- 8.1.6 DOM 成果应无明显拼接痕迹, 并应保证建筑物等实体的影像完整; 影像色彩应接近真实自然, 纹理应清晰, 色调应均衡, 反差应适中。
- 8.1.7 DOM 文件命名可按现行行业标准《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。
- 8.1.8 DOM 数据宜以 Geo TIFF 格式存储, 也可按现行国家标准《地理空间数据交换格式》GB/T 17798 的规定以正射影像数据交换格式存储。

8.1.9 DOM 成果数据宜以图幅为单位输出。

8.2 航空摄影测量法

8.2.1 采用航空摄影测量法制作 DOM 应包括外业像控点测量、影像扫描、空中三角测量、定向建模、DEM 数据采集、正射纠正、影像镶嵌、影像处理、图幅裁切等过程。

8.2.2 外业像控点测量、影像扫描、空中三角测量和定向建模的技术要求应符合本规范第 6 章的相关规定。采用已有成果时应检核。

8.2.3 DEM 数据采集应符合本规范第 7 章的相关规定；制作真正射影像图时，还应采集有关地物的高程数据。采用已有成果时应检核。

8.2.4 正射纠正可采用立体建模微分纠正方法或单片微分纠正方法，并应利用像片定向参数和 DEM 数据进行纠正，制作真正射影像图时，还应利用有关地物的高程数据。

8.2.5 影像镶嵌时，应按图幅范围选取所有需要进行镶嵌的正射影像，可在相邻影像间选择镶嵌线，镶嵌线不宜穿越建（构）筑物和线状地物。

8.2.6 影像处理可根据需要进行，并应对影像色调进行调整。处理后的影像，特别是镶嵌线附近的影像，色调应一致、反差应适中，相邻影像之间不应存在明显的镶嵌痕迹。

8.2.7 图幅裁切应按内图廓线最小外接矩形范围或根据设计要求外扩一排或多排栅格点进行，生成 DOM 数据。

8.3 卫星遥感测量法

8.3.1 采用卫星遥感测量法制作 DOM 应包括影像预处理、控制点量测、正射纠正、影像融合、影像镶嵌、影像处理、图幅裁切等过程。

8.3.2 影像预处理可包括影像匀色、去云雾、增强处理等内容。

8.3.3 控制点量测应符合下列规定：

1 用于纠正的控制点应为明显地物点，并可采用外业实测平面坐标与高程值的控制点，也可采用较大比例尺的 DLG、DRG 或 DOM 上的明显地物点；

2 当使用星历参数和姿态角等精密参数构成严密物理模型或有理函数模型进行几何纠正时，一景卫星影像宜选取不少于 12 个控制点，点位可分布在影像四角或四边中心位置上，也可采用边角混合五点法布点，其余点均匀分布；当控制点无法靠近影像边选取时，可适当内移，移动量不应大于影像边长的 $1/4$ ；

3 当采用多项式拟合进行纠正时，一景卫星影像宜选取 15~20 个控制点，点位应均匀分布并能控制所纠正影像的范围。

8.3.4 正射纠正应根据需要对全色影像、多光谱影像或融合后影像分别进行，并应符合下列规定：

1 平地可不利用 DEM 数据，直接采用多项式拟合进行正射纠正；

2 丘陵地可根据情况利用低一等级的 DEM 数据进行正射纠正；

3 山地和高山地应利用相应格网间距的 DEM 数据，采用严密物理模型或有理函数模型进行正射纠正。

8.3.5 影像融合可根据数据情况及产品需要进行，并宜对全色影像和多光谱影像进行融合，融合后影像应能反应细部特征，纹理清晰，色彩明亮。

8.3.6 影像镶嵌时，应在相邻两景影像间选择镶嵌线，镶嵌线不宜穿越建（构）筑物和线状地物，并应基于镶嵌线对相邻两景影像进行镶嵌。

8.3.7 影像处理可根据需要进行，并应对影像色调进行调整。处理后镶嵌线附近的影像，色调应一致，反差应适中，相邻影像之间不应存在明显的镶嵌痕迹。

8.3.8 图幅裁切应按内图廓线最小外接矩形范围或根据设计要求外扩一排或多排栅格点进行，生成 DOM 数据。

8.4 成果检验与提交

8.4.1 DOM 成果应全部进行质量检查。

8.4.2 DOM 成果检验时，应对文件命名、数据格式、坐标投影、覆盖范围、数学基础、平面精度、影像质量、元数据、图历簿等内容进行检验。

8.4.3 提交的 DOM 成果应包括 DOM 数据、元数据和文档资料。文档资料应包括技术设计、图幅接合表、图历簿、检查验收报告、技术总结和成果清单；图历簿宜包括产品概况、资料利用情况、采集过程中主要工序完成情况、出现的问题、处理方法、过程检查 and 产品质量评价等内容。

9 工程测量

9.1 一般规定

9.1.1 城市工程测量应包括定线测量、拨地测量、规划监督测量、日照测量、工程图测绘、市政工程测量、地下空间设施现状测量、土石方测量、竣工测量、城市管理部件测量和变形测量等内容。

9.1.2 城市工程测量宜采用城市统一的平面坐标系统和高程基准，当测图面积较小或为测制勘测设计阶段的一次性专用图，采用城市统一的平面坐标系统和高程基准有困难时，可采用独立平面坐标系统和高程系统。

9.1.3 城市工程测量宜采用 1:500 至 1:2000 比例尺地形图作为工作底图。

9.2 定线测量和拨地测量

9.2.1 定线测量和拨地测量工作内容宜包括资料收集、平面控制测量、条件点测量、计算及测设、资料整理和质量检查验收等内容。

9.2.2 定线测量和拨地测量应以城市规划主管部门下达的定线、拨地条件为依据。

9.2.3 定线测量和拨地测量应采用解析法作业。

9.2.4 定线测量和拨地测量测定的中线点、轴线点、拨地定桩点与相邻控制点的点位中误差不应大于 50mm。

9.2.5 定线测量和拨地测量的成果宜展绘注记在 1:1000 或 1:2000 比例尺地形图上。

9.2.6 资料收集应符合下列规定：

- 1 定线测量应根据定线条件收集拟定线规划道路及相关规

划道路定线资料；

2 拨地测量应依据拨地设计条件，收集有关资料并核实与规划道路、已有拨地测量成果的关系。

9.2.7 平面控制测量应符合下列规定：

1 平面控制点的等级不应低于三级，并宜采用导线测量或卫星定位动态测量等方法布设。在控制点稀少地区，三级导线可同级附合一次。

2 采用导线测量方法布设平面控制点的技术要求应符合本规范第4章的相关规定，导线点可不埋石。

3 采用卫星定位动态测量方法布设平面控制点时，应符合现行行业标准《卫星定位城市测量技术规范》CJJ/T 73的相关规定。

4 用于规划道路网定线测量的平面控制网宜布设成导线网。

5 直接采用已有平面控制点测设时，应校核平面控制点间的角度和边长并记录。控制点的校核限差应符合表9.2.7的规定。边长小于50m的，实测边长与条件边长较差应在±20mm之内。

表 9.2.7 控制点的校核限差

检测角与条件角较差 ($''$)	实测边长与条件边长 较差的相对误差	校核坐标与条件坐标的 点位较差 (mm)	高差较差 (mm)
30	1/4000	50	$\pm 10\sqrt{n}$

注： n ——测站数。

9.2.8 条件点测量应符合下列规定：

1 条件点测量可采用双极坐标法、前方交会法、导线联测法和卫星定位动态测量方法等；

2 采用双极坐标法、前方交会法时，点位较差应在±50mm之内，成果应取用平均值；采用前方交会法时，交会角度宜在 $30^{\circ}\sim 150^{\circ}$ 之间，且交会距离宜小于100m；采用导线联测法时，作业方法和精度要求应符合本规范第4章三级导线测量的有

关规定；采用卫星定位动态测量方法时，作业方法和精度要求应符合本规范第4章RTK三级控制点的规定；

3 现状道路中心线、路边线、围墙的测量范围不应小于定线条件中指定范围的2/3，测量路中心线、路边线的条件点数不应少于3个，当指定范围内现状道路较长时，宜增加条件点数；

4 钢尺量距宜采用单程双次丈量方法，两次量距较差应在 $\pm 20\text{mm}$ 之内；

5 测量结果应及时进行计算、检算、整理，并应将所测条件点展绘到地形图上校核。

9.2.9 测量结果计算前，应先熟悉定线、拨地条件，了解有关的定线测量、拨地测量资料，检查外业工作程序和手簿记录均符合要求后，再进行计算。

9.2.10 定线测量计算应符合下列规定：

1 计算现状道路平均中线时，所测各中线条件点距现状道路平均中线距离的代数和的平均值应在 $\pm 50\text{mm}$ 之内。

2 应依据定线条件要求，计算规划道路中线起点、终点、折点及与各相关规划路交点坐标或立交红线点坐标。当折点设曲线时，应计算曲线元素，曲线元素应包括转折角、曲线半径、切线长、曲线长、外距和圆心坐标。

3 定线测量成果应展绘到地形图上，当与定线条件相差较大时，应分析原因并与定线条件拟定人联系。

9.2.11 拨地测量计算及测设应符合下列规定：

1 采用解析实钉法时，应根据拨地条件中用地桩点与相关地物、用地桩点间的关系，测设各用地桩点，然后测量部分用地桩点坐标，作为条件坐标的起算数据或校核坐标；

2 采用解析拨钉法时，应根据拨地条件测量条件点坐标并计算各用地桩点的坐标，然后测设各用地桩点并校核；

3 拨地测量成果应展绘到地形图上，当与拨地条件相差较大时，应分析原因并与拨地条件拟定人联系；

4 采用解析实钉法时，定桩的顺序应从要求较严或精度较高的边开始；

5 用地桩点不能实钉时，可在用地边线上钉指示桩；

6 测设的用地桩点应进行坐标校核，具备条件时应进行图形校核。校核限差应符合表 9.2.11 的规定；拨地边长小于 30m 时，拨条件角检查点位不应大于 10mm；对于实测边长与条件边长较差，边长小于 50m 的应在 $\pm 20\text{mm}$ 之内；三点验直的偏差，可按表 9.2.11 检测角与条件角较差的限差执行。

表 9.2.11 校核限差

检测角与条件角较差 ($''$)	实测边长与条件边长 较差的相对误差	校核坐标与条件坐标计算的 点位较差 (mm)
60	1/2500	50

9.2.12 定线测量资料整理应符合下列规定：

1 定线测量资料应包括定线条件、定线沿革、定线成果、工作说明、工作略图、内外业测算手簿、检验报告、附图、原有定线条件及其成果等内容，并应顺序装订成册，作为归档资料的正本；定线成果宜另行装订成册，并为归档资料的副本。

2 定线沿革应填写本次定线条件下达日期、条件编号、规划道路起止和路宽等简明情况。规划道路网的每一条路应分别记录本次定线条件下达日期、条件编号、规划道路起止和路宽等简明情况。

3 定线成果宜包括中线各点点名、坐标、各线段方位角、边长、路宽、含曲线元素的成果略图等内容。

4 工作说明应简要说明本次定线的计算过程，着重说明计算中的难点和特殊问题的处理情况；规划道路网的工作说明可分别陈述。

5 工作略图应表示各相关道路及条件点与本次定线的关系；规划道路网工作略图应集中绘制。

6 规划道路网中每条规划道路的各项资料应与路网内其他

规划道路的相应资料合并后依顺序装订成册。

7 规划道路全线废除时，应将定线条件装订进正本，并填写定线沿革，副本应撤销。

8 规划道路全线废除时，所有相关规划道路的定线测量资料应变更。

9.2.13 拨地测量资料整理应符合下列规定：

1 拨地测量资料宜包括拨地条件、拨地成果、工作说明、工作略图、内外业测算手簿、检验报告、附图等内容，并按顺序装订成册。

2 拨地成果宜包括成果通知单及成果略图。成果通知单宜包括用地桩点点名、坐标、各线段边长、指示桩与用地桩点的距离等内容；成果略图宜包括用地边界及用地桩点、相邻规划道路等内容，并应标注用地面积、规划道路名称等，实钉桩点应突出表示。

3 工作说明应描述控制点布设、条件坐标计算、测设等情况，未实钉的桩点应说明。

4 工作略图应表示用地边界、相邻规划道路、各用地桩点的拨钉情况、曲线半径、规划道路名称、各路段方位角和路宽等内容。

9.3 规划监督测量

9.3.1 规划监督测量应包括建设工程的放线测量或灰线验线测量、±0层验线测量和验收测量。

9.3.2 规划监督测量宜采用解析法，并应依据城市规划主管部门出具的条件进行作业。

9.3.3 规划监督测量的工作内容宜包括前期准备、控制测量、条件点（验测点）测量、内业计算、成果资料整理、产品质量检验和成果归档与提交等内容，并应符合下列规定：

1 放线测量应在成果资料整理之前进行桩点测设与校核测量；

2 验收测量的工作内容应包括建（构）筑物高度测量、建设工程竣工地形图测量、地下管线探测和建筑面积测量。

9.3.4 规划监督测量的前期准备应依据城市规划主管部门出具的条件，收集有关的定线测量、拨地测量等资料，制定测量方案。

9.3.5 规划监督测量的平面控制测量应符合下列规定：

1 平面控制测量宜符合本规范第 9.2.7 条第 1、2、3、5 款的规定；

2 地下工程验收测量的导线测量应符合本规范第 9.7 节的有关规定；

3 验收测量的地形图测绘，图根点布设方法和要求应符合本规范第 6 章的有关规定。

9.3.6 规划监督测量的高程控制测量应符合下列规定：

1 采用水准测量方法时，技术指标不应低于本规范第 6 章有关图根水准测量的规定。水准线路高程闭合差可按 $\pm 10\sqrt{n}$ （单位为“mm”， n 为测站数）执行。

2 采用电磁波测距三角高程测量方法时，线路长度不应大于 4km，测距边边长不应大于 500m，技术要求应符合本规范第 6 章有关图根电磁波测距三角高程测量的规定。

9.3.7 规划监督测量中条件点（验测点）的选择应依据城市规划主管部门出具的条件和现场实际情况选定，条件点（验测点）测量应符合本规范第 9.2.8 条第 1、2、4 款的规定。

9.3.8 放线测量内业计算应符合下列规定：

1 应依据城市规划主管部门出具的条件、条件点坐标和施工图等资料，计算建（构）筑物外墙角点坐标；

2 计算拟建建（构）筑物各轴线交点坐标时，应保证外墙角点满足城市规划主管部门出具的条件；

3 桩点应编号，且同一工程的桩点编号不应重复；

4 拟建建（构）筑物放线不满足规划条件时，应经城市规划主管部门调整后再予放线。

9.3.9 放线测量桩点测设与校核测量应符合下列规定：

1 拟建建（构）筑物的主要角点或轴线点，特别是涉及规划条件的角点，应实地放线；

2 用导线点测设的桩点，宜变换测站和后视方向并采用极坐标法进行校核，具备条件时应检核桩点间图形关系；校核限差应符合本规范表 9.2.11 的规定。

9.3.10 放线测量成果资料整理应符合下列规定：

1 应编制放线测量成果表，且内容宜包括点号、点间距离、坐标等。非正式桩点可只提供相关距离；成果表内宜绘制拟建建（构）筑物放线示意图。

2 资料内容可包括放线测量通知单、放线测量成果表、工作说明及工作略图、内业计算簿、外业测算簿、工程测量交桩书、检验报告表和平面设计图，并按顺序装订。

3 工作说明宜描述控制测量、条件点的施测情况、桩点测设情况、作业中的特殊问题等。

4 工作略图宜按比例绘制，内容宜包括拟建建（构）筑物略图、规划道路名称、拟建建（构）筑物与四至关系等，实钉桩点宜标识。

9.3.11 灰线验线测量内业计算应符合下列规定：

1 计算前应熟悉规划条件，了解有关资料，外业工作程序和手簿记录应符合要求。

2 应依据城市规划主管部门出具的条件、条件点坐标、验测点坐标和施工图等资料，计算建（构）筑物与四至的关系。

3 建（构）筑物每侧计算的数据应与规划许可证附图标注的数据对应。验线测量宜检测涉及有四至距离的细部点位，也可验测外廓轴线点并根据施工图推求细部点位进行计算。

4 四至周边建筑未建时，可不计算间距；当有需要时，可依据其设计坐标计算。

5 桩点应编号，同一工程的桩点编号不应重复。

6 建（构）筑物的位置不满足规划条件时，应上报。

9.3.12 灰线验线测量成果资料整理应符合下列规定：

1 应编制验线测量成果表，内容宜包括点号、点间距离、坐标等；验线示意图宜绘制在成果表内，也可单独绘制，内容应与规划许可证附图相对应；

2 资料内容可包括验线测量通知单、验线测量成果表、工作说明及工作略图、内业计算簿、外业测算簿、检验报告表和平面设计图，并按顺序装订；

3 工作说明宜描述控制测量、条件点的施测情况、验测点测设情况、作业中的特殊问题等；

4 工作略图宜按比例绘制，内容宜包括建（构）筑物略图、规划道路名称、拟建建（构）筑物与四至关系等。

9.3.13 ± 0 层验线测量应在建（构）筑物基础施工完成后，根据工程放线或灰线验线测量成果，测量建（构）筑物验测点坐标和 ± 0 层的地坪高程。 ± 0 层的地坪高程可采用水准测量或电磁波测距三角高程测量的方法测定。采用水准测量方法时，宜将 ± 0 层的地坪高程点联入水准线路，也可从不同的起算点测量两次，高程较差在 $\pm 30\text{mm}$ 之内时，高程成果应取用中数；采用电磁波测距三角高程测量方法时，宜从不同的起算点测量两次，高程较差应在 $\pm 30\text{mm}$ 之内，且高程成果应取用中数。

9.3.14 ± 0 层验线测量内业计算应符合本规范第 9.3.11 条的规定。

9.3.15 ± 0 层验线测量成果资料整理应符合本规范第 9.3.12 条的规定。

9.3.16 验收测量建（构）筑物高度测量应符合下列规定：

1 宜测量建（构）筑物的高度、层数和建（构）筑物室内外地坪的高程，并宜绘制楼高示意图。一个楼高示意图表示不清的，可绘制多个楼高示意图。

2 建（构）筑物的高度测量可采用电磁波测距三角高程测量法或实量法。采用电磁波测距三角高程测量法时，应变换仪器高或觇标高测两次，两次测量值的较差不大于 100mm 时，成果

应取用平均值。

3 建(构)筑物室内外地坪的高程可按本规范第 9.3.13 条的规定施测。

9.3.17 验收测量竣工地形图测量宜采用数字成图的方法施测，并应符合下列规定：

1 验收测量竣工地形图测量范围宜包括建设区外第一栋建筑物或市政道路或建设区外不小于 30m。

2 涉及规划条件的地物点相对邻近图根点的点位中误差不应大于 50mm，地物点之间的间距中误差不应大于 70mm；其他地物点相对邻近图根点的点位中误差不应大于 70mm，地物点之间的间距中误差不应大于 100mm。地物点的高程中误差不应大于 40mm。

3 宜测量建筑物各主要角点、车行道入口、各种管线进出口的位置和高程，并应标注建筑物结构层数。

4 宜测量内部道路起终点、交叉点和转折点的位置，弯道、路面、人行道、绿化带等界线，构筑物位置和高程。

9.3.18 验收测量地下管线探测应符合下列规定：

1 地下管线探测的精度要求应符合现行行业标准《城市地下管线探测技术规程》CJJ 61 的规定；

2 地下管线探测的对象宜包括给水、排水、燃气、工业、热力、电力、电信等管线；探测管线宜与建设工程周边市政管线衔接；

3 地下管线测量的取舍应符合现行行业标准《城市地下管线探测技术规程》CJJ 61 的相关规定，应结合各个区域的具体情况，划分为市政管线和小区管线，并应按表 9.3.18-1 的规定取舍；

表 9.3.18-1 市政管线和小区管线测量的取舍要求

管线种类	取舍要求	
	市政管线	小区管线
给水	管径 $\geq 100\text{mm}$ 的，应测量	测至每幢建筑的总阀

续表 9.3.18-1

管线种类	取舍要求	
	市政管线	小区管线
排水	管径 $\geq 300\text{mm}$ 或箱涵 $\geq 300\text{mm} \times 300\text{mm}$ 的,应测量,雨水、污水算子可不测	雨水管线从每幢建筑起点测至市政管道连接井,污水管线从化粪池测至市政管道连接井
燃气	管径 $\geq 89\text{mm}$ 的,应测量	测至每幢建筑的调压箱
工业	全测	全测
热力	全测	全测
电力	电压 $> 380\text{V}$ 的及路灯、交通信号灯应全测	全测,单根电缆式的路灯可不测
电信	全测	全测

注:管径指不含管道保护层的管道直径(含管壁厚)。

4 地下管线测量宜在覆土前进行。对建设区范围内的地下管线应查明其敷设状况,明显管线点应实地调查、记录和量测所露出的管线及其附属设施,并应查明隐蔽管线的特征点在地面的投影位置,特征点应含交叉点、分支点、转折点、变材点、变径点、变坡点、起讫点、上杆、下杆以及管线上的附属设施中心等。地下管线的建(构)筑物和附属设施测量内容宜符合表 9.3.18-2 的规定;

表 9.3.18-2 地下管线的建(构)筑物和附属设施测量内容

管线种类	管线点		量注项目	测注高程位置
	特征点	附属物		
给水	弯头、三通、四通、变径、直线点	阀门、消火栓、各种检修井、水表、各种阀门井、预留接头	管径、材质、埋深	顶端及地面高程
排水	起终点井、进出水口、交叉口井、转折点井、直线点	各种检修井、排水装置	管径(断面尺寸)、流向、埋深、材质	管底、方沟底及地面高程

续表 9.3.18-2

管线种类	管线点		量注项目	测注高程位置
	特征点	附属物		
燃气	弯头、三通、四通、直线点	排气装置、阀门、各种检修井	管径(断面尺寸)、压力、材质、载体名称、埋深	管顶及地面高程
工业	弯头、三通、四通、直线点	排液、排污装置、各种检修井、阀门	管径、材质、载体名称、埋深	管顶及地面高程
热力	弯头、三通、四通、直线点	各种检修井、阀门	管径、材质、埋深	管顶及地面高程
电力	弯头、分支、电力沟、直线点、上杆点	变压器、塔、各种检修井、路灯	电压、材质、断面尺寸、电缆根数、埋深	管顶及地面高程
电信	直通、分支、直线点、上杆点	接线箱、各种检修井、电话亭	管孔排列、管材、材质、埋深	管顶及地面高程

5 宜依据建设方提供的管网设计和施工资料,进行实地核实和调查。地下管线实地调查的项目应符合表 9.3.18-3 的规定;

表 9.3.18-3 地下管线实地调查的项目

管线种类	埋深		断面		特征点	材质	附属物	载体特征			埋设年代	权属单位	
	内底	外顶	管径	宽×高				压力	流向	电压			
给水	—	△	△	—	△	△	△	—	—	—	△	△	
排水	管道	△	—	△	—	△	△	△	—	△	—	△	△
	方沟	△	—	—	△	△	△	△	—	△	—	△	△
燃气	—	△	△	—	△	△	△	△	—	—	△	△	
工业	自流	△	—	△	—	△	△	△	—	△	—	△	△
	压力	—	△	△	—	△	△	△	△	—	—	△	△
热力	有沟道	△	—	—	△	△	△	△	—	△	—	△	△
	无沟道	—	△	△	—	△	△	△	—	△	—	△	△

续表 9.3.18-3

管线种类		埋深		断面		特征点	材质	附属物	载体特征			埋设年代	权属单位
		内底	外顶	管径	宽×高				压力	流向	电压		
电力	管块	—	△	—	△	△	△	△	—	—	△	△	△
	沟道	△	—	—	△	△	△	△	—	—	△	△	△
	直埋	—	△	△	—	△	△	△	—	—	△	△	△
电信	管块	—	△	—	△	△	△	△	—	—	—	△	△
	沟道	△	—	—	△	△	△	△	—	—	—	△	△
	直埋	—	△	△	—	△	△	△	—	—	—	△	△

注：△——表示应实地调查的项目。

6 地下管线检修井及起终点、转折点、三通等特征点的位置宜测定；井盖、井底、沟槽、井内敷设物、管顶等处的高程宜测定，井距大于 75m 时，除测出井内管顶或井底高程外，宜加测中间点。

9.3.19 验收测量建筑面积测量应符合下列规定：

1 建筑物的边长丈量宜采用钢尺或手持测距仪独立测量两次，两次量距较差的绝对值不应大于 5mm，结果应取用中数。采用钢尺或手持测距仪无法准确测量时，可采用坐标解析法施测建筑物各主要角点，并宜通过一站测量完成。需要在多个测站测量时，使用仪器的测角精度不应低于 7"，测距标称精度中的固定误差应不大于 5mm，比例误差系数应不大于 3mm/km。

2 测量完成后，应核查建筑物中的技术层、夹层、暗层、地下层、阳台、室内花园、卫生间、楼顶等隐蔽地方。

3 当测量边长扣除抹灰和装饰厚度后与设计边长的较差的绝对值在 $(0.028m + 0.0014 \times D)$ 之内 (D 为边长，单位为“m”)或城市规划主管部门规定的条件时，可按设计边长计算。

4 面积计算前，应对房屋的边长进行校核，各尺寸之间应没有矛盾。整幢房屋的外框边长和套内轴线边长应满足其几何图形

构成的边长闭合几何关系，分段量测边长之和与总边长应一致，对多余观测引起的边长较差，应进行配赋处理后，再进行计算。

5 建筑面积测量宜包括建设工程总建筑面积、分栋建筑面积和每栋分层建筑面积，以及每栋分层外框示意图，并应注明建筑功能。

6 建筑面积测量应符合现行国家标准《建筑工程建筑面积计算规范》GB/T 50353 的相关规定或城市规划主管部门的规定。

9.3.20 验收测量内业计算应符合本规范第 9.3.11 条的规定。

9.3.21 验收测量成果资料整理应符合下列规定：

1 应编制验收测量成果表，内容宜包括点号、点间距离、坐标等；示意图宜绘制在成果表内，也可单独绘制，内容应与规划许可证附图相对应；

2 资料内容可包括验收测量通知单、验收测量成果表、现状地形图成果、工作说明及工作略图、内业计算簿、外业测算簿、检验报告表和平面设计图，并按顺序装订；

3 工作说明宜描述控制测量、条件点的施测情况、验测点测设情况、作业中的特殊问题等；

4 工作略图宜按比例绘制，内容宜包括建（构）筑物略图、规划道路名称、拟建建（构）筑物与四至关系等。

9.4 日照测量

9.4.1 需向城市规划主管部门提交日照分析报告的建设项目，应进行日照测量。

9.4.2 日照测量的工作内容宜包括基础资料收集，图根控制测量，地形图及立面细部测绘，总平面图、层平面图和立面图绘制，日照分析，质量检验和成果整理与提交。

9.4.3 基础资料收集应符合下列规定：

1 拟建、在建的主体建筑和客体建筑的相关资料应由委托方提供，并应负责资料的真实性；

2 在批或已批的拟建、在建建筑的有关材料应以规划主管部门审批或待批的方案为准；

3 应收集拟建、在建建筑的总平面图、平面图、立面图、剖面图的电子文件；

4 应收集覆盖主体建筑和客体建筑的已有竣工图资料。

9.4.4 图根控制测量应符合本规范第 6.3.5 条~第 6.3.18 条的规定。

9.4.5 地形图及立面细部测绘应符合下列规定：

1 日照分析区域地形图测绘宜采用 1:500 的比例尺，并宜采用数字成图方法；

2 建筑物主要拐点相对邻近图根点的点位中误差应小于 50mm，一般拐点相对邻近图根点的点位中误差应小于 70mm，地物点间距中误差应小于 50mm；高程点高程中误差应小于 40mm；

3 建筑物外围的相关地形图或当地城市规划主管部门指定范围内的地形图应实测；

4 客体建筑中商店、厂房、办公用房，或独立灶间、卫生间、楼梯间等的窗户，可不测量高度，但应测量宽度并标注名称；

5 客体建筑被遮挡立面上的门、窗、阳台的平面位置和高度或当地城市规划主管部门指定范围内的建筑物立面图应实测；

6 客体建筑为坡屋顶的应实测屋脊线、合水线和屋檐线，并应在适当位置注记相应的高程；阳台、走廊等应如实表示，对于全封闭阳台，可只表示阳台上的窗户，阳台里面的门窗可不表示，对于自行封闭阳台的，应按封闭前原有的门窗表示；

7 客体建筑层高应实测，建筑物的屋顶、门窗及其他附属设施的高程应测定；

8 主体建筑的屋顶平面图应实测，并宜包括女儿墙、电梯房、水箱等附属物的平面位置和高度；

9 主体建筑和客体建筑的室内地坪、室外地面高程应实测；当室内地坪有高差时，应分别测量其高程及分界线的位置；

10 建筑物的边长、门窗宽度及其他附属设施的尺寸可采用

钢尺、测距仪等设备直接丈量，也可采用坐标解析法测定；

11 地面高程的测量宜采用水准测量方法进行；

12 主体建筑和客体建筑的外形宜采用数码相机摄影。

9.4.6 总平面图、层平面图和立面图绘制应符合下列规定：

1 主体建筑和客体建筑的总平面图应实测；总平面图中的主体建筑和客体建筑宜突出表示，并应加以区分。

2 客体建筑应分别绘制各层平面图；一般建筑物应绘制底层平面图、标准层平面图和屋顶平面图，当标准层和底层一致时，可仅绘制标准层平面图和屋顶平面图。建筑物各层平面图应标注门窗的投影位置。

3 主体建筑应绘制其北立面图、侧立面图和屋顶平面图，图上应包括女儿墙、电梯房、水箱等附属物。

9.4.7 日照分析应符合下列规定：

1 日照分析使用的软件应经过鉴定，并应获得当地城市规划主管部门的认可。

2 建筑的日照标准应符合当地城市规划主管部门的规定。

3 日照分析可采用窗户分析方法、单点分析方法、多点沿线分析方法或多点区域分析方法。对于能够确定窗户位置的生活居住特征建筑，可采用窗户分析方法或单点分析方法；对于未完成单体方案的已批规划建筑、申报建筑和在批规划建筑或者无法确定窗户位置的生活居住特征建筑，可采用多点沿线分析方法或多点区域分析方法；活动场地可采用多点区域分析方法。

4 有转角直角窗户、转角弧形窗户、凸窗等的居室，宜以居室窗洞开口作为日照分析测绘的位置。

5 满窗日照计算可按照窗户左右端、中心点满窗方式或当地城市规划主管部门要求进行。

6 对于一般窗户，应以外墙窗台位置为计算基准面；转角直角窗、弧形窗、凸窗等，宜以居室窗洞开口为计算基准面。

7 落地门窗、组合门窗、阳台封窗等的窗户高度，应按离室内地坪 0.9m 的高度计算。

8 两侧均无隔板遮挡也未封闭的凸阳台，宜以居室窗户的外墙窗台面为计算基准面。

9 两侧或一侧有分户隔板的凸阳台、凹阳台以及半凹半凸阳台，宜以阳台与外墙相交的墙洞口为计算基准面。

10 设计封闭的阳台，应以封窗的阳台栏杆面为计算基准面；阳台被住户自行封闭的，应按原设计和本规范第 9.4.5 条第 5、6 款的规定确定基准面。

11 建筑自身阳台、隔板、遮阳板等对建筑自身窗户的日照遮挡，应纳入计算。

12 实体女儿墙和跃层建筑的高度、出挑的阳台、檐口等影响因素应纳入计算。

13 计算点经纬度应按照项目位置确定。

14 有效日照时间段的确定应符合表 9.4.7 的规定。建筑气候区划的划分应符合现行国家标准《城市居住区规划设计规范》GB 50180 的规定。

表 9.4.7 有效日照时间段的确定

建筑气候区划	I、II、III、VII 气候区		IV 气候区		V、VI 气候区
	大城市	中小城市	大城市	中小城市	
日照标准日	大寒日			冬至日	
日照时数 (h)	≥2	≥3		≥1	
有效日照时间段 (h)	8:00~16:00			9:00~15:00	
计算起点	底层窗台面				

9.4.8 日照测量成果宜包括日照分析图、日照分析报告和城市规划主管部门要求的其他相关资料。

9.5 工程图测绘

9.5.1 工程图的比例尺宜根据工程性质、用图需要和测区大小选用 1:500~1:5000 比例尺，也可采用大于 1:500 的比例尺。

9.5.2 工程图测绘应充分利用城市现有各种大比例尺地形图，当不满足用图需要时，应修补测。大于1:500比例尺的工程图测绘，应根据精度要求自行设计。

9.5.3 工程图测绘的图根控制测量应符合本规范第6章的相关规定。

9.5.4 工矿区细部测量应测定工矿区建（构）筑物主要拐角点或几何中心等细部点的坐标、高程。细部点点位中误差和高程中误差应符合表9.5.4的规定；不测量坐标、高程的建（构）筑物，及不进行细部测量的工矿区，可按本规范第6章的相关规定测绘。

表 9.5.4 细部点点位中误差与高程中误差 (mm)

地物	细部点点位中误差	细部点高程中误差
主要建（构）筑物	≤50	≤30
次要建（构）筑物	≤70	≤40

9.5.5 工矿区建（构）筑物测量应根据其疏密程度、测图比例尺和用图需要进行取舍，细部点选取要求应符合表9.5.5的规定，并应符合下列规定：

1 建（构）筑物周边尺寸大于图上0.4mm的凹凸部分，应测量；

2 宽度大于2.5m或能通行汽车的厂房门，应测量；

3 排列整齐的住宅楼可测其外围四角的坐标。

表 9.5.5 细部点选取要求

类别		坐标	高程	备注
建（构） 筑物	矩形	主要墙角	主要墙外角、室内地坪	—
	圆形	圆心	地面	注明接地处半径、高度或深度
地下管（沟）道		起、终、转、交叉点、变径点均测管（沟）道中心或主要井盖中心	地面、井面、井底、加压的测管外顶，自流的测管内底，有沟道的测沟底	经委托单位开挖后施测

续表 9.5.5

类别	坐标	高程	备注
地下直埋电缆	起、终、转、交叉点、入地点、出地点, 均测电缆或沟道中心	测细部坐标的点和变坡点, 均测电缆顶部或盖板顶和地面	经委托单位开挖后施测
架空管道	起、终、转、交叉点、均测支架中心	测细部坐标的点和变坡点, 均测基座面或地面	注明通过铁路、公路的净空高
架空电力、电信线	杆(塔)的起、终、转、交叉点, 均测杆(塔)中心	杆(塔)的基座面或地面	注明通过铁路、公路的净空高
铁路	车挡、岔心、进厂房处、直线部分每50m、曲线内轨每20m测一点	车挡、岔心、变坡处、直线每50m、曲线内轨每20m测一点	—
厂外公路 厂内道路	干线的交叉点, 均测道路中心	变坡处、交叉点、直线每30m~40m测一点	—
桥梁、涵洞	大型的测四角, 中型的测中心线两端, 小型的只测中心点	测细部坐标的点, 涵洞需测进、出口洞底高、顶高	—

9.5.6 细部点坐标测量宜采用极坐标法。仪器对中误差不应大于5mm, 水平角宜观测一测回, 归零差不应大于 $60''$; 钢尺量距长度不宜超过一整尺, 电磁波测距长度不应大于150m。

9.5.7 细部点高程测量宜采用水准测量方法。采用全站仪同时测定细部点坐标、高程, 并进行数字化成图时, 垂直角宜在 $\pm 10^\circ$ 之内, 水平角和垂直角均可观测半测回, 仪器高和棱镜高均应量至1mm。

9.5.8 对相邻细部点反算距离与实地丈量距离的较差，主要建（构）筑物应在 $(70+d/20000)$ mm之内，次要建（构）筑物应在 $(100+d/20000)$ mm之内（ d 为两相邻细部点间的距离，单位为“mm”）。

9.5.9 工矿区现状图的绘制宜采用将建（构）筑物细部点测算的坐标、丈量的细部尺寸及有关元素进行展绘、编制成图的方法。细部点坐标与高程成果均应取至厘米，坐标展点误差不应大于图上0.3mm。

9.5.10 精度要求较高且测区较大的工矿区现状图测绘应符合本规范第6章的相关规定。

9.5.11 细部点宜按分类进行编号，并应编制成果表。当地形图负荷量允许时，可将细部点的坐标和高程注记于地形图上。

9.5.12 水下地形测量的图幅分幅、等深（高）距宜与该测区陆上地形测量一致。

9.5.13 测深点相对于邻近图根点的点位中误差不应大于图上1.5mm，在1:500比例尺测图、开阔平坦水域和水深超过20m水域，可放宽至2mm。

9.5.14 测深设备的适用范围与测深点深度中误差应符合表9.5.14的规定；工程要求不高或特殊困难地区以及用锤测而流速大于表中规定或锤测水深超过20m的，可放宽至表9.5.14规定的2倍。在有水草、海底树林的水域，不应使用测深仪。

表 9.5.14 测深设备的适用范围与测深点深度中误差 (m)

测深设备	适用范围	测深点深度中误差
测深杆	水深0~5	≤ 0.10
测深锤	水深0~10, 流速 $<1\text{m/s}$	≤ 0.15
	水深10~20, 流速 $<0.5\text{m/s}$	≤ 0.20
测深仪	水深2~10	≤ 0.15
	水深10~20, 流速 $<0.5\text{m/s}$	≤ 0.20
	水深 >20	$\leq 0.015h_0$

注： h_0 ——水深 (m)。

9.5.15 水下地形测量等深（高）线插求点的高程相对于邻近图根点的高程中误差应符合表 9.5.15 的规定；作业困难、水深大于 20m 或工程要求不高的，可放宽至表 9.5.15 规定的 1.5 倍。

表 9.5.15 等深（高）线插求点的高程中误差

水下地面倾斜角	0°~2°	2°~6°	6°~25°	25°以上
高程中误差 (m)	$\leq 1/2 \times H$	$\leq 2/3 \times H$	$\leq 1 \times H$	$\leq 1.5 \times H$

注：H——等深距 (m)。

9.5.16 测深前应了解测区水域的礁石、沉船、险滩等水下障碍物及水文气象资料。作业中，当风浪引起测深仪记录纸上回声线起伏变化在内陆水域大于 0.3m、海域大于 0.5m 时，宜暂停测深工作。采用测深锤、测深杆作业，遇大风浪难以读数时，应停止测深工作。

9.5.17 测深点宜按横断面布设，断面方向应与水流方向或岸线垂直。断面间距宜为图上 20mm，测点间距宜为图上 10mm，可根据地形变化和用图要求适当加密或放宽。

9.5.18 水面的高程可直接测定或设置临时水尺测定。水尺位置及数量的设置应能控制整个测区内水位的瞬时变化。水尺零点高程或水面高程应以不低于图根水准测量的精度测定；测深时有关水尺应同步观测。内陆水域观测次数应根据水位变化确定，两次观测期间水位变化不应大于 0.1m，至少应在每日测深开始和结束时各测定一次；潮汐河段及海域应每隔 10min 观测一次潮位。水位应读记至厘米。

9.5.19 每次测深作业前后应测定测深仪的电压、转速。当工作电压和实际转速超过仪器标称值时，应进行调整或改正，并应用其他测深设备分别在深、浅水处校核水深。当无法校核水深时，可根据水温、含盐度进行深度改正。

9.5.20 测深点定位可根据测区情况、测图比例尺与设备条件选用断面索法、单角交会法、经纬仪平板仪前方交会法、卫星定位动态定位法、全站仪自动跟踪极坐标法或无线电定位仪定位法

等。采用交会法定位时，交会角宜在 $30^{\circ}\sim 150^{\circ}$ 之间。用于测深点定位的测站点，不应低于图根点的精度要求。施测过程中应检查定向点方向偏差，全站仪、经纬仪不应大于 $60''$ ，平板仪不应大于图上 0.2mm 。

9.5.21 测深点内业展绘可根据外业定位方法、测图比例尺、测区大小、测深点距测站的远近与设备情况，选用辐射线格网法、量角器法、重叠法、解析法或数字化成图法等。测深点的高程或水深应计算和注记至分米。

9.5.22 市政工程测图的比例尺宜由设计单位按需求提出，也可按表 9.5.22 选用。

表 9.5.22 市政工程测图比例尺的选用

测图类别		城市建筑区	非建筑区	山区
小型桥、涵、闸、坝、厂、站、所、场址等工点地形图		1:100、1:200、1:500、1:1000、1:2000、1:5000		
线路带状地形图		1:500、1:1000	1:1000、1:2000	1:2000、1:5000
线路纵断面图	水平	1:500、1:1000	1:1000、1:2000	1:2000、1:5000
	垂直	1:50、1:100	1:100、1:200	1:200、1:500
线路横断面图	水平	1:50、1:100	1:100、1:200	1:200
	垂直			

9.5.23 对于线路工程的带状地形图测绘，图根点可利用道路中线点，施测宽度应符合设计要求。施工范围内的地物、地貌应详测，设计参考部分可择要测绘。带状地形图测绘宜进行分幅设计，各图幅应自左至右顺序编号，接边位置不宜设在建筑物、路口、曲线内与交叉跨越处。当局部地段有比较方案或迂回线路时，宜将其测绘在同一图幅内。

9.5.24 对于道路工程的带状地形图测绘，道路的设计中线、施工中线和规划中线应展绘在图幅中央，内容应按地形图要求测绘；根据需要，可对施测范围内的房屋分间、分户注记种类和门牌号；道路路边线、人行道侧石线、铺面材料分界线、绿地、各

类电杆和各种地下管线检修井等，应测绘，各种地下管线检修井、建筑物的房基及散水、单位门口和院内出水口处，应测注高程。交叉路口的测量范围应加大，若另测路口图时，带状地形图上的路口高程和地物可择要测绘。

9.5.25 道路立交桥桥址地形图的比例尺宜为 1 : 500，应按地形图的要求测绘，并应将现有各种地下管线资料绘注于地形图上。当委托单位有要求时，可补测没有资料的地下管线检修井与其他需要的内容，必要时应进行地下管线探测与坑探，且坑探应经委托单位开挖后施测。同一立交桥桥址范围较大时，可分幅测绘，但应拼接成一张桥址地形图。

9.5.26 大、中型跨河桥桥址地形图比例尺宜为 1 : 500~1 : 2000。测绘范围应满足桥梁孔跨、桥头路基和导流建筑物的设计需要，顺线路方向宜测至两岸历史最高洪水位或设计水位 2m 以上；当遇漫滩时，测绘范围不应小于桥梁全长加导流堤在桥址中线上的投影长度；沿水流方向，上游应测至河宽的 1.5~2 倍处，下游应测至 1 倍处；受倒灌影响、有蓄水等特殊情况的桥涵，应根据实际情况确定测绘范围。小桥涵地形图的测绘范围应满足设计要求。测绘内容应满足地形图的要求，并应表示现有河道护岸、导流建筑物、旧桥和两岸被冲刷地点等，还应测绘线路中线和最高洪水位。

9.5.27 桥址纵断面图的水平比例尺、河床横断面图的水平比例尺、河床地形图的比例尺宜与桥址地形图一致。桥址纵断面的测量范围应与桥址地形图顺线路方向的测量范围相同，并至少应在桥址纵断面上、下游加测河床横断面各一处，断面的宽度及间距应根据设计要求确定。桥址纵断面宜与桥头引线纵断面合并绘制成一张图。

9.5.28 桥址纵断面、河床横断面测量，水上部分可采用水准仪测定，水下部分可采用断面索法、极坐标法或单角交会法等，并应符合本规范第 9.5.20 条有关规定。当测绘的断面数较多时，可根据断面测深点勾绘等深（高）线，绘制成河床地形图，并应

与桥址地形图绘制成一张图。

9.5.29 自来水厂、泵站、污水处理厂临近水域时，应进行取水口或出水口的水域断面测量。

9.5.30 交叉路口、广场、停车场宜根据设计要求，按 5m~20m 划分方格，并测注方格网点高程。

9.6 市政工程测量

9.6.1 本节适用于道路、桥梁、河湖、堤防、自流与压力管道、电力管沟、通信管线等普通市政工程勘测设计阶段的测绘工作。特大桥、轨道交通、隧道、大河、机场、海堤等大型工程的测量及各种工程的施工测量，应符合国家现行有关标准的规定。

9.6.2 用于市政工程线路的平面控制测量宜采用附和导线形式，并应符合下列规定：

1 主要线路施测 1:500、1:1000 比例尺带状地形图时，附和导线等级不应低于三级，技术要求应符合本规范第 4.4 节的有关规定；施测 1:1000 比例尺带状地形图时，附和导线长度与平均边长可放宽至本规范表 4.4.2 规定的 2 倍。

2 次要线路施测 1:500 及更小比例尺带状地形图时，应符合本规范第 6.3.5 条的相关规定。

3 山地线路电磁波测距导线测量的主要技术指标应符合表 9.6.2 的规定；导线超长时，全长闭合差不应大于 520mm。施测 1:5000 比例尺带状地形图的线路或困难地区，导线相对闭合差可放宽至表 9.6.2 规定的 2 倍；导线超长时，全长闭合差不应大于 1040mm。

表 9.6.2 山地线路电磁波测距导线测量的主要技术指标

附和导线长度 (m)	测回数 DJ ₆	测距仪器、方法与测回数	方位角闭合差 (")	导线相对闭合差
1000	1	Ⅱ级、单程、1	$\pm 60\sqrt{n}$	$\leq 1/2000$

注：n——测站数。

4 高速公路、城际快速路和其他精度要求高的线路，导线测量宜按一、二级导线的精度要求施测。规划市区和城镇范围外跨省市、跨区县的线路，宜符合现行行业标准《公路勘测规范》JTG C10 的规定。

9.6.3 市政工程线路水准测量应符合下列规定：

1 每 300m 左右宜留设一个临时水准点，桥梁、隧道两端以及较大构筑物等处应按需要留设水准点，水准点的位置应设在施工范围以外，标志应明显、牢固、使用方便。

2 可采用水准测量方法或电磁波测距三角高程测量方法，主要技术指标应分别符合表 9.6.3-1 和表 9.6.3-2 的规定。水准测量附和或闭合于高等级点间的线路长度不应超过本规范第 6.3.12 条的规定；电磁波测距三角高程测量附和或闭合于高等级点间的线路长度不应超过 6km，每边边长不应超过 500 m，边数不应大于 12 条。仪器高、棱镜高或觇牌高应在观测前后各量测一次，取值应精确至 1mm；当较差不大于 4mm 时，应取用平均值。计算时，应考虑地球曲率和折光差的影响。

表 9.6.3-1 线路水准测量的主要技术指标

仪器类型	标尺类型	视线长度 (m)	观测方法	附和路线闭合差 (mm)
DS ₃	单面	100	单程，后—前	$\pm 30\sqrt{L}$

注：L——附和路线长度 (km)。

表 9.6.3-2 线路电磁波测距三角高程测量主要技术指标

垂直角观测 仪器类型	对向观测测回数		垂直角较差 与指标差较差 (")	测距仪器、 方法与 测回数	对向观测 高差较差 (mm)	附和路线 闭合差 (mm)
	三丝法	中丝法				
DJ ₂	1	2	≤ 10	II 级、 单程、1	$\pm 60\sqrt{D}$	$\pm 30\sqrt{L}$

注：D——测距边长度 (km)。

3 精度要求较高的市政工程的水准测量可按四等水准测量

要求或根据需要另行设计。

4 水准测量跨越河流、深沟且视线长度超过 200m 时，应采用跨河水准测量方法，跨河水准应观测两个单测回，半测回中应观测两组，两测回间较差应在 $\pm 40\sqrt{s}$ mm 之内（ s 为跨河视线长度，km）。

9.6.4 线路测量视工程需要，宜加固起点、终点、转点、交点、重要方向桩等桩位，并应绘制点之记或钉控制桩。

9.6.5 市政工程线路带状地形图与工点地形图的测绘应符合本规范第 9.5.22 条～第 9.5.30 条的有关规定。

9.6.6 当线路中线与已有道路及地面、地下和架空的管线等交叉时，可根据设计人员要求测量设计需要的交叉角、交叉点的桩号、高程或净空高，并可根据工程需要进行洪水位和桥涵孔径、种类、高程的调查测量。

9.6.7 线路中线测量应符合下列规定：

1 中线测量宜沿线路中线进行。河道中线、沟渠中线以及中线遇障碍或大部分落入水中时，应将中线平行移至岸上或在适当位置钉轴线桩，轴线桩号应换算为中线里程。

2 中线测量采用解析法的，转角点与方向点的桩号、转角角度应以计算值为准；图解法和现场选线法的桩号应以实测为准。

3 采用卫星定位动态测量方法测设中线点时，应符合现行行业标准《卫星定位城市测量技术规范》CJJ/T 73 中 RTK 图根控制点的规定。

4 中线定线可根据工程的不同精度要求，采用经纬仪或目测定向；中线量距可采用电磁波测距或钢尺量距，并宜进行尺长、温度和倾斜改正；旧河整治与排水沟等精度要求较低的工程，可采用视距测量。

5 直线段上中线桩位的间距应根据地形变化确定，并宜为 20m～50m。平曲线测设可采用偏角法、切线支距法或中心角放射法等。圆曲线和复曲线应测设起点、中点和终点；回头曲线应

测设圆心、起点和终点；缓和曲线应测设起点和终点。曲线段上中线桩位的间距应按曲线半径和长度确定，并宜为 10m~40m。道路中线转角小于 3° ，山区道路、河道中线转角小于 5° 时，可不设曲线，转角可用 DJ₆ 级仪器测一测回。中线穿越铁路、公路、桥涵、建（构）筑物、水域、沟渠等处和地形变化处，应设加桩。

6 断链应在测量成果和有关设计文件中注明，并应在实地钉断链桩，断链桩不应设在曲线内或建（构）筑物上，桩上应注明线路来向去向里程和应增减的长度，并宜在等号前、后分别注明来向去向里程。

7 线路中线桩位与曲线测设的限差应符合表 9.6.7 的规定。

表 9.6.7 线路中线桩位与曲线测设的限差

线段类别		主要线路	次要线路	山地线路
直线	纵向相对误差	1/2000	1/1000	1/500
	横向偏差 (mm)	25	50	100
曲线	纵向相对闭合差	1/2000	1/1000	1/500
	横向闭合差 (mm)	50	75	100

8 对于桥梁中线长度精度指标，钢筋混凝土梁及短跨简支梁应按桥长估算，且当桥长小于 200m 时，相对中误差不应大于 1/10000，当桥长为 200m~500m 时，相对中误差不应大于 1/20000；连续梁及长跨简支梁宜按桥式估算。

9.6.8 纵、横断面测量应符合下列规定：

1 纵断面测量应逐点附合于线路水准测量水准点上，按图根水准测量或图根电磁波测距三角高程测量精度要求沿中线逐桩进行，并应检查里程桩号。相邻水准点高差与纵断面测量检测的较差，不应大于 20mm。铁路轨顶、桥面、路中、下水道井底与坑探测高点等设计所依据的重要高程点位，应按转点施测。水准点和转点的读数应取至毫米，各中视点的读数应取至厘米。

2 横断面测量的宽度应满足设计需要。对于横断面的方向，

在直线部分应与中线垂直，在曲线部分应在法线上。在不影响设计质量的情况下，断面数量可根据横向地形变化适当增减；加测断面时，应在中线上补桩号及高程。旧路展宽和排水沟等工程可选有代表性的位置施测横断面。

3 横断面测量时，应根据不同工程的需要，测量横向遇到的建筑地坪、各街巷与单位出入口地面、地下室采光口的窗台、地下管线检修井井盖、进出水口、不同路面结构界线、沿岸水工建筑物顶面等处高程。测路拱大样时，应适当加密点位。

4 按轴线桩施测横断面时，中线处应加测高程并注明。

5 横断面测量可采用全站仪测量或用水准仪测高、用皮尺或绳尺量距，高差读数应取至厘米，距离读数应取至分米。

9.6.9 内业成图应符合下列规定：

1 对于桥、涵、闸、坝、道路立交桥等独立建（构）筑物、路口和小型厂、站、所址设计用图，当外业分幅测绘时，内业宜拼接绘制成一张总图。对于带状地形图，当外业分幅不合理时，内业可重新分幅。

2 规划道路中线、建筑红线、施工中线及轴线应绘制在地形图上，图上的中线里程、点名及坐标、转角、曲线要素、点之记、水准点位置和高度以及各类调查测量资料的注记，应布局合理，当图面负荷过大时，可另附定线关系图或中线、水准点与调查测量成果表。

9.6.10 市政工程测量成果质量检验应符合下列规定：

1 测量内容应符合设计的要求；

2 在工程设计需要范围内，地形图施测要素应齐全；纵、横断面与地形图应吻合；纵、横断面的桩号应一致；

3 纵横断面的数据格式应满足设计要求；

4 图、表、资料应与实地一致。

9.6.11 测量工作结束后，应及时整理资料，并应装订成册归档。资料中应包括任务书及与设计部门协商变更项目的纪要、定线关系图、技术总结或工作说明、原始记录、各项计算成果和各

种比例尺原图。

9.7 地下空间设施现状测量

9.7.1 本节适用于城市地下人防工程、过街地道、地下停车场、地下商场、地下隐蔽工程的现状测量。

9.7.2 地下空间设施现状测量可分为已建工程的普查测量和为新建地面工程项目设计施工服务的示位测量。

9.7.3 地下空间设施平面图可采用解析法或图解法施测；示位测量还应将其平面位置准确放样到地面。施测的精度要求可根据服务对象、用途和实际需要确定。

9.7.4 作业前应进行踏勘，了解地下空间设施出入口及竖井的位置和地道的分布走向，绘制草图并选点。

9.7.5 用于地下空间设施现状测量的导线测量主要技术要求应符合下列规定：

1 导线宜布设成附合导线。地下导线可附合于地上导线，地下导线可同级附合一次，由等级导线点起始的导线附合次数不应大于3次。地下导线无法布设附合导线时，可布设支导线。

2 普查测量时，地上导线不应低于图根导线的精度要求；地下导线水平角应观测一测回，方位角闭合差应在 $\pm 90''\sqrt{n}$ 内（ n 为测站数）；附合导线长度不应大于300m，测图比例尺为1:1000时不应大于600m；坐标相对闭合差不应大于1/1000；导线超长时，全长闭合差不应大于0.3m，测图比例尺为1:1000时不应大于0.6m。

3 示位测量时，地上导线不应低于三级导线的精度要求；地下导线不应低于图根导线或图根支导线的精度要求。

4 支导线左、右角应各观测一测回，第一站的左、右角应观测不同的起始方向，并应取两推算方位角中数，测站圆周角闭合差应在 $\pm 60''$ 内；支导线长度不宜大于附合导线规定长度的1/2，距离应往返测量。

5 当地下导线或支导线超长时，宜在导线中间或支导线2/3

处采用陀螺经纬仪加测方位角。

9.7.6 水准测量线路的高程闭合差应在 $\pm 12\sqrt{n}$ mm之内 (n 为测站数)。

9.7.7 仪器由较低温环境转入较高温环境时,应先将仪器装箱,并在较高温环境下置放不少于15min后再开箱,与外界气温趋于一致后,再继续观测。由较高温环境转到较低温环境时,仪器可不装箱,并应等候适当时间,使仪器与外界气温趋于一致后再观测。

9.7.8 地下人防工程现状测量应符合下列规定:

1 地下人防工程现状测量的内容应根据规划、设计和人防主管部门的需要确定。在规划路、广场范围之内或虽属规划路、广场范围以外但埋深大于5m的地下人防工程,宜采用解析法施测,其他地下人防工程可采用图解法施测。测绘调查的内容宜包括地道及出入口、坑道及出入口、掘开式工事及出入口、竖井、各种附属设施、与地道相连通的地下建筑等的平面位置、高程、断面或容积、材料、结构以及附属设施的名称。

2 道路、广场、街坊及其内部下面的连通性地道的普查测量,可分区按街道办事处范围成片施测。当布置的地下导线网形复杂或超长过多时,应组成结点网进行平差计算。为满足设计急需的小面积地下人防工程现状测量,可单独测绘。

3 地道有出入口的,导线宜经由出入口布置,也可通过竖井用几何方法或陀螺经纬仪进行地下导线的定向。对于连通地道施测范围内或附近有两个出入口的,应布设附合导线;当连通地道有一出入口一竖井的,可布设成一端有定向的导线;对于连通地道有两个或两个以上竖井的,当采用几何定向时,应用两井定向的方法布设成无定向导线。对于小面积测量且附近仅有一个出入口的,可布设支导线;当仅有一个竖井时,几何定向应采用一井定向的方法。

4 地下人防工程应测量通道的起点、终点、转折点、交叉点、分支点、变坡点、断面变化点、材料结构分界点、地下管道

穿越点、轮廓特征点及细部尺寸。解析法可采用导线联测法与极坐标法施测测点坐标。极坐标法水平角可观测一测回，钢尺量距不宜大于 50m。用 DS₃ 级水准仪测高程，单独线路每个测点宜作为转点，测点密集时可用中视法。采用全站仪同时测定测点坐标与高程时，水平角和垂直角宜观测一测回，当采用数字化成图时，可观测半测回，测距长度不应大于 150m，仪器高和觇牌高应量至毫米。

5 人防通道、地下通道、隧道、防空设施宜按横断面和路面线型进行测量；横断面测量的间隔宜为 20m~50m，路面线型测量的点位宜设置在道路中心。在人防通道、隧道的起点、终点、转点、交叉点、分支点、变坡点、竖井井底、地下管道穿越点管顶及不同高度的地坪处等，应施测横断面或高程，高程注记点平均间距宜为图上 30mm，人防通道顶面、底面、横断面突变点的高程注记宜加圆括号。

6 地下人防工程图的图式应符合本规范附录 D 的规定。

7 外业测绘时，重叠的与立交的通道应采用上实下虚画法，应在实地注记每段通道的材料、结构、断面、地下建筑分间的容积以及各种设施的名称，其中断面、容积的注记应分别采用“宽×高”、“长×宽×高”的方式，并应以米为单位，宜注至 0.1m。采用解析法与测记法时，应在实地编点号并画草图注记。相邻图幅应进行拼接。

8 应将外业测绘的人防工程图映绘在或根据测量成果展绘在地形二底图上，线条宜着色，通道内应涂以浅颜色，各种注记应绘制在通道内或适宜的地方；地下通道应以虚线套绘在地形图上。外业采用一体化数据采集时，可通过编辑叠加到地形图上。

9 测量工作结束后，应编写工作说明、绘制略图、整理资料并装订成册归档。

9.7.9 除地下人防工程外，其他地下空间设施现状测量可按本规范第 9.7.8 条的规定执行。

9.8 土石方测量

9.8.1 土石方测量应根据需要确定其范围，并应在测量范围内采集高程数据和计算土石方量。高程数据可采用极坐标法和网格测量法进行采集，也可采用能满足精度要求的其他方法进行采集。

9.8.2 土石方测量的首级平面控制测量精度不应低于一次附合图根导线精度，首级高程控制精度不应低于一次附合图根高程精度，其施测要求应符合本规范第6章的相关规定。

9.8.3 采用极坐标法进行土石方高程数据采集时应符合下列规定：

1 碎部点间距不宜大于计算要求的网格间距，地形变化处应加密碎部点；

2 地形特征线应采集，坎上、坎下高程应采集；

3 水池、塘、稻田、旱田等应采集泥面高程及其周边坎的高程；

4 建（构）筑物应采集其周边高程及地坪高程；

5 其他影响土石方量的地形、地物应采用碎部点控制其范围和高程；

6 设站时，仪器对中误差不应大于5mm。应照准离测站较远的控制点作为起始方向，观测另一控制点作为检校，测得平面坐标及高程，检校点平面位置较差不应大于100mm，高程较差不应大于100mm；仪器高、棱镜高应量记至毫米；作业过程中和作业结束前应对定向方位进行检查。

9.8.4 采用网格测量法进行土石方高程数据采集时应符合下列规定：

1 在内业应按要求的格网间距对土方测量范围线进行划分，确定轴线网格角点及编号，输出网格图。轴线格网角点宜为范围内的角点，编号宜采用建筑轴线编号，横向应采用字母，纵向应采用数字。

2 外业应采用全站仪按极坐标法施放主要网格角点，采用钢尺或皮尺按照格网间距对其他网格角点进行量距放样。主要网格角点宜在实地打木桩或做固定标记。

3 应采用水准测量或电磁波测距三角高程测量按图根高程精度采集各网格角点高程。网格角点高程数据应与编号对应。

4 同一网格内坡度突然变化处应增加高程采集点，陡坎应采集坎上、坎下高程，土石分界线应采集分界点高程。

9.8.5 采用极坐标法采集数据的土石方量计算应符合下列规定：

1 采用三角网法时，应先对地形高程点、设计高程点分别建立地形高程三角网、设计高程三角网，然后计算范围线内两个三角网之间形成的几何体体积，并应两个三角网空间相交的线作为开挖零界线；

2 采用网格法时，应按任务要求绘制网格线；并应先对地形高程点、设计高程点分别建立地形高程三角网、设计高程三角网，再内插计算出每个网格角点和边界点的地形高程和设计高程，然后按本规范第9.8.6条的方法计算土石方量。

9.8.6 采用网格测量法采集数据的土石方量计算应符合下列规定：

1 整格计算时，应将网格各角点地面高程与设计高程之高差的算术平均值乘以网格面积，获得该格的土石方量；

2 破格计算时，应将破格的各网格角点地面高程与设计高程之高差按点间距离加权计算平均值乘以破格面积，获得该破格的土石方量；

3 应将计算获得各网格的挖填方量分别累加，获得工程项目的土石方量。

9.8.7 土石方量应由一人计算，另一人进行检核。当检核计算成果与原计算成果的较差不大于原计算成果的3%时，应提交原计算成果，当检核计算与原计算成果的较差大于原计算成果的3%时，应查明原因重新计算。

9.8.8 采用极坐标法采集数据获得土石方量的成果时，宜随机

抽查不少于采集点总数 3% 的内插点，且检查点覆盖范围不应小于总面积的 5%，检测高程与原测内插高程的平均较差应在 $\pm 100\text{mm}$ 内。

9.8.9 采用网格测量法采集数据获得土石方量的成果时，宜随机抽查不少于 5% 的网格角点高程；检测高程与原测高程的平均较差应在 $\pm 50\text{mm}$ 之内。

9.8.10 土石方测量成果的原始记录应清晰、完整。

9.8.11 土石方测量成果的内容应包括土石方量计算图、技术报告及委托方确认的相关内容。

9.9 竣工测量

9.9.1 竣工测量应在工业建筑工程、民用建筑工程、城市道路工程、城市桥梁工程、地下管线工程和地下建（构）筑物工程等竣工后进行。测量范围宜包括建设区外第一栋建筑物或市政道路或建设区外不小于 30m。

9.9.2 竣工测量地形图宜选用 1:500 比例尺；当建（构）筑物密集且 1:500 比例尺不能满足要求时，可选用 1:200 比例尺。

9.9.3 在建（构）筑物不密集和地下管线较简单的情况下，可将地面建筑、地下管线、地下建筑编绘成一张竣工总图，否则应分别测绘成图。

9.9.4 竣工测量地形图的主要地物点相对邻近图根点的点位中误差不应大于 50mm，次要地物点相对邻近图根点的点位中误差不应大于 70mm，地物点间距中误差不应大于 50mm；困难地区地物点相对邻近图根点的点位中误差和地物点间距中误差不应大于 100mm。高程点相对邻近图根点的高程中误差不应大于 40mm。

9.9.5 竣工测量地形图应实地测绘。

9.9.6 竣工测量地形图测绘方法宜采用全野外数字成图法。

9.9.7 竣工测量地形图应包括工程建设地面建（构）筑物、道路、植被、地下管线及其附属设施、地下防空设施、地下隧道、

空中悬空设施等要素。

9.9.8 竣工测量前应收集经当地城市规划主管部门审批的建筑物施工设计图、总平面图和放线成果。

9.9.9 竣工测量的控制测量应符合下列规定：

1 各等级控制点宜埋设标志；

2 首级控制应采用不低于一次附合图根导线的平面控制点和同级图根高程控制点；

3 控制网起始点宜采用原建设用图的控制点，当原控制点被破坏时，应重新布设；

4 控制测量不应采用无定向导线，且不宜采用回头导线。

9.9.10 工业建筑工程竣工测量应符合下列规定：

1 工业厂房及一般建筑物应测定各主要角点坐标、车行道入口、各种管线进出口平面位置和高度，测定主体房顶（女儿墙除外）、地坪、房角室外高度，并应注记厂名、车间名称、结构层数等。

2 厂区铁路应测定路线转折点、曲线起终点、车挡和道岔中心，测定弯道、道岔、桥涵等构筑物平面位置和高度。直线段，应每 25m 测出轨顶及路基的平面位置和高度；曲线段，半径小于 500m 的应每 10m 测一点，半径大于 500m 的应每 20m 测一点。

3 厂区内道路应测定路线起终点、交叉点和转折点，测定弯道、路面、人行道、绿化带界线、构筑物平面位置和高度，并应标注路面结构、路名、道路去向。

4 地下管线应测定检修井、转折点、起终点和三通等特征点的坐标，测定井旁地面、井盖、井底、沟槽、井内敷设物和管顶等处的高度，井距大于 75m 时，应加测中间点。图上宜注明井的编号、管道名称、管径、管材及流向。地下管线的测定宜在管沟回填前完成。

5 架空管线应测定管线转折点、结点、交叉点和支点的平面位置和高度，测定支架旁地面高度。

6 水池、烟囱、水塔、储气罐、反应炉等特种构筑物及其附属构筑物的平面位置和高程、与各种管线沟槽的接口位置等均应表示，并应测出烟囱及炉体高度、沉淀池深度等。

7 围墙拐点的坐标、绿化区边界以及不同专业的规划验收需要反映的设施和内容，应测绘。

8 需计算建筑面积的建筑物，应采用钢尺或手持测距仪量测该幢建筑物的四周边长及各层不同结构的边长。

9 工业建筑工程中地下工程的竣工测量宜按本规范第 9.7 节的相关规定执行。

9.9.11 民用建筑工程竣工测量应符合下列规定：

1 民用建筑应测定建筑物各主要角点坐标和高程、零层高程、结构层数、主体房顶高程等；测定建筑物坐标的角点应与建筑建设放样角点一致，矩形建筑不应少于 3 点，圆形建筑不应少于 4 点，异形建筑应以满足控制建筑物形状的足够点位为准。

2 建筑区内部道路应测定路线起终点、交叉点和转折点的三维位置，弯道、路面、人行道、绿化带界线，构筑物位置和高程，并应标注路面结构、路名、道路去向。

3 民用建筑建设区域内的地下管线应全面测量，给水、燃气、电力管线应探测到分户表，排水管线应探测到化粪池。各种管线应与建设区外的市政管线衔接。

4 需计算建筑面积的建筑物应采用钢尺或手持测距仪量测该幢建筑物的四周边长及各层不同结构的边长。

5 民用建筑工程中地下工程的竣工测量宜按本规范第 9.7 节的相关规定执行。

9.9.12 城市道路工程竣工测量应符合下列规定：

1 道路工程竣工图应根据实际状况进行测量。道路中心直线段，应每 25m 施测一个坐标和高程点；曲线段起终点、中间点，应每隔 15m 施测一个坐标和高程点；道路坡度变化处应加测坐标和高程点。

2 过街管道、路边沟道以及立交桥附属的地下管线等设施

的竣工测量应在施工中进行。

3 过街天桥应测注天桥底面高程，并应标注与路面的净空高。

9.9.13 城市桥梁工程竣工测量应符合下列规定：

1 在桥梁工程竣工后应对桥墩、桥面及其附属设施进行现状测量；

2 每个桥墩应按地面实际大小施测角点或周边坐标和高程；

3 桥面测量应沿桥梁中心线和两侧，并包括桥梁特征点在内，以 20m~50m 间距施测坐标和高程点；

4 桥梁工程测量时，应由甲方提供或到相关单位调查收集最高洪水位、常年洪水位、常年枯水位、最低枯水位、通航水位等资料，并应标注在桥梁工程竣工图上；

5 桥梁工程区域的地下管线应全面测量；

6 桥梁工程竣工测量提交的资料宜包括 1：500 桥梁竣工图、墩台中心间距表、桥梁中心线中桩高程一览表、桥梁竣工测量技术说明。

9.9.14 地下管线竣工测量应符合本规范第 9.3.18 条的有关规定；探测管线应与建设工程周边市政管线衔接。

9.9.15 地下建筑竣工测量宜按本规范第 9.7 节的相关规定执行。

9.10 城市管理部件测量

9.10.1 城市管理部件的分类、编码、定位精度、属性信息、图式符号和数据更新应符合现行行业标准《城市市政综合监管信息系统技术规范》CJJ/T 106 和《城市市政综合监管信息系统管理部件和事件分类、编码及数据要求》CJ/T 214 的规定。

9.10.2 城市管理部件测量的控制测量可按本规范第 6.3 节图根控制测量的相关规定执行。

9.10.3 城市管理部件的测量应符合下列规定：

1 应利用 1：500、1：1000 比例尺 DLG，对城市管理部件

的类型及其属性信息进行普查和测绘。对于 DLG 数据中已包含的城市管理部件数据，可直接提取使用。

2 对于空间位置或边界明确和较明确的城市管理部件，应使用全站仪、GPS 或其他测量设备按本规范第 6.3 节地物点测绘的规定测定其平面位置。

3 在实地普查和测绘的基础上，应根据记录图表进行数据录入和处理，分类建立城市管理部件数据文件。数据文件应包城市管理部件的位置信息和属性信息。

4 城市管理部件数据的组织管理和元数据应符合现行行业标准《城市市政综合监管信息系统技术规范》CJJ/T 106 的规定。

9.10.4 对获得的城市管理部件数据应进行质量检查。检查的内容应包括分类代码的正确性、属性信息的完整性和准确性、部件的定位精度，以及作业过程文档等。

9.11 变形测量

9.11.1 变形测量应包括建筑变形测量、地面沉降观测和地裂缝观测。建筑变形测量应符合现行行业标准《建筑变形测量规范》JGJ 8 的规定。

9.11.2 当根据对城市高程控制网复测成果的比较和分析，证实城市有地面沉降时，应建立沉降监测网。进行地面沉降观测，有条件的城市宜建立地面沉降监测数据库和地面沉降监测信息系统。沉降监测网可分为沉降水准监测网和沉降 GNSS 监测网，有条件的可利用 INSAR 技术作为补充。

9.11.3 沉降监测网路线的走向及点位宜与城市高程控制网的线、点重合。必要时，可调整城市高程控制网的路线或在局部地区布设专用的沉降监测网。沉降点的选埋应符合本规范第 5 章水准点标石埋设的相关规定。

9.11.4 沉降监测网的基准点宜选择基岩水准点或相对稳定的水准点，且宜为国家一、二等水准点。

9.11.5 根据城市各地区的水文、地质情况和年均沉降量，整个城市宜划分为若干不同沉降量的沉降区，各沉降区的沉降点间距和复测周期的要求宜符合表 9.11.5 的规定。

表 9.11.5 沉降点间距和复测周期的要求

年均沉降量 Δ_h (mm)	沉降点间距 (m)	复测周期
$\Delta_h \leq 30$	2000~1000	3年~5年
$30 < \Delta_h \leq 50$		1年~3年
$50 < \Delta_h \leq 100$	700~500	6个月~1年
$100 < \Delta_h \leq 150$	500~250	3个月~6个月
$\Delta_h > 150$	<250	1个月~3个月

9.11.6 地面沉降观测宜采用水准测量的方法，测量精度可根据年均沉降量、沉降区域、复测周期和需要等确定，并按相应等级的水准测量技术要求施测。

9.11.7 地面沉降观测作业应符合下列规定：

1 宜缩短二等水准环线或路线的长度，并可用两架同级仪器对向观测代替往返观测。

2 地面沉降观测的路线、观测季节、使用的仪器和标尺应相对固定。

3 地面沉降观测作业应从沉降量大的地区开始，依次向沉降量小的地区推进。当高等水准路线和低等水准路线在同一年施测时，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；沉降监测网中同一结点的不同路线分别有不同小组施测时，宜同时接测。

9.11.8 沉降 GNSS 监测网的布设和施测应符合现行国家标准《全球定位系统 (GPS) 测量规范》GB/T 18314 的规定，测量等级宜不低于 B 级网精度要求。

9.11.9 沉降 GNSS 监测网应根据需要进行高程联测，高程联测的精度不应低于三等水准测量的精度要求。

9.11.10 地面沉降观测的平差计算、资料整理除应符合本规范第 5.6 节的有关规定外,尚应符合下列规定:

- 1 应计算沉降点的本次沉降量、累计沉降量和年均沉降量;
- 2 应计算每个沉降区和整个城市的本次平均沉降量、累计平均沉降量和年均沉降量;
- 3 应绘制有异常沉降现象的沉降点逐年或逐月的沉降曲线;
- 4 应根据沉降点的本次沉降量或年均沉降量绘制等沉线图。等沉距应按沉降量的大小或需要确定。

9.11.11 地裂缝监测的内容应包括地裂缝两侧水平位移量监测、垂直位移量监测、地裂缝带沿走向延伸及向纵深发展监测。

9.11.12 地裂缝观测周期可根据地裂缝活动情况选择 3 个月、6 个月或 12 个月。

9.11.13 地裂缝的水平位移量监测宜采用 GNSS 观测法或精密测距法,垂直位移量监测宜采用水准测量方法。

9.11.14 地裂缝监测点的选埋应符合下列规定:

- 1 每条地裂缝可根据实际情况布设 (1~4) 个监测场;
- 2 每个监测场的监测点应沿垂直于地裂缝的方向布设,并宜在地裂缝两侧各 15m 范围内均匀布设,点数不宜少于 5 个;
- 3 地裂缝监测点的位置应便于标石长期保存,便于观测,并宜办理标志委托保管手续;
- 4 地裂缝监测点标石类型宜为普通水准标石。

9.11.15 地裂缝水平位移量监测采用 GNSS 观测法时,测量等级宜不低于 C 级网精度要求。

9.11.16 地裂缝监测点应联入闭合水准线路,并宜选择距监测场较近的城市高程控制点作为闭合水准线路的起算点。水准测量的等级应为二等,主要技术要求应符合本规范第 5 章的相关规定。

9.11.17 水准测量平差应采用严密平差计算监测点的高程,并根据各期监测数据计算各点的沉降量和累计沉降量。

9.11.18 地裂缝差异沉降量宜以监测场最北侧或最西侧的一个

稳固监测点作为固定点，计算其他各监测点的相对沉降量，并应取地裂缝两侧监测点的平均沉降量之差作为地裂缝两侧差异沉降量。

9.11.19 地裂缝监测成果应包括各监测点的高程、每期沉降量、累计沉降量和地裂缝两侧差异沉降量及水平位移量。

10 地籍测绘

10.1 一般规定

10.1.1 城市地籍测绘应包括地籍平面控制测量、地籍要素测量、地籍图测绘、面积量算与汇总、地籍变更测量等内容。

10.1.2 城市地籍测绘应利用城市区域内的定线拨地资料、基本比例尺地形图、测量控制网(点)等既有成果,获取和表述城市土地和土地上建筑物的权属、位置、形状、数量等信息。

10.1.3 城市地籍测绘应以宗地为基本单元。宗地构成应以权属调查确定的界址点点位为依据。宗地编号应符合国家现行有关标准的规定。

10.1.4 界址点宜划分为一类和二类,且一类适用于街坊外围及街坊内明显的界址点,二类适用于街坊内隐蔽的界址点。

10.1.5 开展地籍测绘工作之前,应实地核实权属调查资料。资料的核实应包括下列内容:

- 1 接收地籍调查表、宗地草图、宗地关系草图及街坊划分示意图等权属调查原始资料;
- 2 核实宗地草图的界址点编号与实地的一致性;
- 3 核实界址点设置是否符合测量技术要求,不符合的,可提请权属调查人员纠正或增设界址点,并应订正权属调查原始资料;
- 4 核实宗地及界址点编号的正确性;
- 5 核实房屋单元的划分与编号的正确性;
- 6 查对地名、路名及行政区域界线如区界、街道(街坊)、镇、村界等有关名称、境界资料。

10.2 地籍平面控制测量

10.2.1 地籍平面控制网的等级宜划分为二、三、四等,一、

二、三级和图根级。二、三、四等和一、二、三级地籍平面控制网的技术要求应符合本规范第4章的相关规定，图根级应符合本规范第6章的相关规定。

10.2.2 各等级地籍平面控制网宜在高等级的城市平面控制网基础上加密建立，并可逐级加密，也可越级加密。当城市无平面控制网时，建立的除图根级外的地籍平面控制网，可作为该城市的平面控制网。

10.2.3 地籍平面控制测量可采用卫星定位测量、导线测量或边角组合测量等方法。卫星定位测量、边角组合测量可布设各等级地籍平面控制网，导线测量可布设除二等外其他等级的地籍平面控制网。

10.2.4 宗地界址点坐标宜采用二、三、四等和一、二、三级控制点施测。少数隐蔽的二类界址点可采用图根级控制点施测，并做好注记说明。

10.2.5 图根级导线的布设应符合下列规定：

- 1 图根级导线可同级附合一次；
- 2 当导线长度小于允许长度的 $1/3$ 时，导线全长闭合差应在 $\pm 0.13\text{m}$ 内；
- 3 当导线存在短于 10m 的边长时，不应采用该导线布设同级附合导线；
- 4 电磁波测距导线的总长可放宽 50% ，但导线全长闭合差应在 $\pm 0.22\text{m}$ 内，导线相对闭合差不应大于 $1/4000$ 。

10.2.6 地籍平面控制测量工作完成后，应按本规范第4章的相关规定进行数据处理和资料整理。

10.3 地籍要素测量

10.3.1 地籍要素测量应包括界址点、线及其他重要界标的测量，行政区域、地籍区和地籍子区界线的测量，建筑物和永久性构筑物的测量，地类界的测量等内容，并宜采用解析法或部分解析法。

10.3.2 界址点测量的主要技术指标应符合表 10.3.2 的规定。采用部分解析法装绘的界址点可只符合表 10.3.2 中界址点间距中误差、与邻近地物点的间距中误差的规定。

表 10.3.2 界址点测量的主要技术指标 (mm)

界址点类别	与邻近控制点的 点位中误差	界址点 间距中误差	与邻近地物点的 间距中误差
一类	≤50	≤50	≤50
二类	≤100	≤100	≤100

10.3.3 采用解析法进行地籍要素测量时，应符合下列规定：

1 应采用极坐标法、距离交会法、方向交会法、截距法、直角坐标法或卫星定位动态测量等方法，测量全部界址点和主要地物点，并应计算点位坐标，技术要求应符合本规范第 9.5.6 条的规定；

2 应以界址点、主要地物点的坐标为基础，测量其他地籍要素的几何图形要素，计算坐标，并应以宗地草图的丈量数据作校核。

10.3.4 采用部分解析法进行地籍要素测量时，应符合下列规定：

1 应先采用解析法测量街坊外围及街坊内明显界址点的坐标，再采用测量数据装绘街坊内部宗地界址点及其他地籍要素的平面位置；

2 成图时，应先展绘测有坐标的界址点，再采用经宗地草图校核后的丈量数据装绘街坊内部其他地籍要素；

3 外围呈曲线的界线可图解测绘。

10.3.5 根据规划设计条件形成的土地界址要素，其界址点坐标应采用拨地测量的条件坐标。

10.4 地籍图测绘

10.4.1 地籍图应表示下列内容：

1 地籍要素：各级行政界线要素、界址要素、地籍号、地类、坐落、土地使用者或所有者及土地等级等内容；

2 数学要素：平面坐标系统、内外图廓线、格网线及坐标注记、控制点点位及其注记、地籍图比例尺、地籍图分幅索引图、本幅地籍图分幅编号、图名及图幅整饰等内容；

3 地物要素：建筑物、道路、水系、地貌、土壤植被、注记等。

10.4.2 地籍图可采用数字法或模拟法测绘。地籍要素应反映充分、明显，其他要素应摘要表示，可略去细部、次要的部分。

10.4.3 城市地籍图比例尺可按表 10.4.3 选用。

表 10.4.3 城市地籍图比例尺的选用

地区	比例尺
大城市市区	1:500
中、小城市市区，大型独立工矿区	1:500 或 1:1000
郊县城镇、小型独立工矿区	1:1000
郊县村镇	1:2000

10.4.4 地籍图宜为 400mm×500mm 的矩形图幅或 500mm×500mm 的正方形图幅。分幅编号宜按图廓西南角坐标（整 10m）数编码，并应 X 坐标在前、Y 坐标在后、中间短线连接。当作业区已有相应比例尺地形图时，地籍图的分幅与编号可沿用地形图的分幅与编号。地籍图图式、图例应按国家和地方土地主管部门规定执行。

10.4.5 地籍原图或地籍电子底图、地籍图精度的检测应符合下列规定：

1 相邻界址点间距、界址点与邻近地物点关系距离的中误差不应大于图上 0.3mm；

2 依测量数据装绘的上述距离的误差不应大于图上 0.3mm；

3 宗地内部与界址边不相邻的地物点，其点位中误差不应大于图上 0.5mm；

4 邻近地物点间距中误差不应大于图上 0.4mm。

10.4.6 宗地图应表示本宗地号、地类号、宗地面积、界址点及界址点号、界址边长、邻宗地号及邻宗地界址示意线等内容，并应作为土地证书和宗地档案的附图。

10.4.7 宗地图绘制可采用蒙绘法、缩放绘制法、复制法、计算机输出法等，并应符合下列规定：

1 宗地图应依比例尺绘制，并宜根据宗地的大小选择适当的比例尺和纸张；

2 宗地图上界址边长注记应齐全，并可采用实测边长或反算边长；

3 宗地图指北方向应与相应的地籍图指北方向一致；

4 宗地图的整饰、注记规格应与地籍图一致。

10.5 面积量算与汇总

10.5.1 面积量算可采用坐标解析法、实测几何要素解析法或图解法等方法。

10.5.2 面积量算宜独立进行两次。当采用软件计算时，可只计算一次，但应校核输入数据。

10.5.3 采用坐标解析法时，面积应按公式 (10.5.3-1) 计算，面积中误差按公式 (10.5.3-2) 计算：

$$P = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n X_i (Y_{i+1} - Y_{i-1}) \text{ 或 } P = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n Y_i (X_{i-1} - X_{i+1}) \quad (10.5.3-1)$$

式中：P——面积 (m²)；

X_i 、 Y_i ——宗地第 i 个界址点坐标 (m)。当 $i-1=0$ 时，

$X_0=X_n$ ，当 $i+1=n+1$ 时， $X_{n+1}=X_1$ ；

n ——宗地界址点个数；

i ——界址点序号，按顺时针方向顺编。

$$m_p = \pm m_j \sqrt{\frac{1}{8} \sum_{i=1}^n [(X_{i+1} - X_{i-1})^2 + (Y_{i+1} - Y_{i-1})^2]} \quad (10.5.3-2)$$

式中： m_p ——面积中误差 (m^2)；

m_j ——相应等级界址点规定的点位中误差 (m)。

10.5.4 采用实测几何要素解析法时，面积中误差应按公式(10.5.4)计算：

$$m_p = \pm (0.04 \sqrt{P} + 0.003P) \quad (10.5.4)$$

式中： P ——面积 (m^2)。

10.5.5 采用图解法时，面积应取两次量算结果的中数。两次量算面积的较差 (Δp) 应符合公式(10.5.5)的规定。对于图上面积小于 $500mm^2$ 的地块，不应使用图解法量算其面积。

$$\Delta P \leq 0.0003M \sqrt{P} \quad (10.5.5)$$

式中： ΔP ——两次量算面积较差 (m^2)；

P ——面积 (m^2)；

M ——地籍原图比例尺分母。

10.5.6 面积量算精度宜采用二级控制，并应符合下列规定：

1 应以图幅理论面积为第一级控制，图幅内各街坊及其他区块面积之和与图幅理论面积的相对误差小于 $1/400$ 时，应将闭合差按面积比例反向配赋给各街坊及其他区块，并平差计算出各街坊及其他区块的面积；

2 应以经过第一级控制的各街坊面积为第二级控制，当各宗地面积之和与本街坊面积的相对误差小于 $1/200$ 时，应将闭合差按面积比例反向配赋给本街坊的各宗地，并平差计算出街坊内的各宗地面积，宗地边长丈量数据可不更改。

10.5.7 面积应以“ m^2 ”为单位，量算结果的取值应保留到小数点后两位。

10.5.8 面积量算完成之后，应对量算的原始资料加以整理、汇总。

10.5.9 面积汇总时点宜采用初始地籍调查完成时点或某一现状时点。

10.5.10 面积汇总应以街坊为单位按土地利用类别进行，并应由街坊开始，逐级汇总统计街道、县级行政区城镇土地分类面积。

10.5.11 面积汇总成果应包括界址点成果表、宗地面积计算表、宗地面积汇总表和地类面积统计表。

10.6 地籍变更测量

10.6.1 地籍变更测量应包括地籍变更调查资料核实、变更界址点测量、变更后宗地图测绘、面积量算与地籍图修测等内容，并应测量分割或合并的宗地的地籍要素。

10.6.2 变更测量前，应先进行变更权属调查。

10.6.3 进行变更权属调查与测量前，应准备下列主要资料：

- 1 变更土地登记或房地产登记申请书；
- 2 原有地籍图和宗地图的复制件；
- 3 本宗地及邻宗地的原有地籍调查表的复制件，包括宗地草图；
- 4 有关界址点坐标；
- 5 必要的变更数据的准备；
- 6 变更地籍调查表；
- 7 本宗地附近测量控制点成果；
- 8 变更地籍调查通知书。

10.6.4 变更界址点的测量应以平面控制点或原界址点为依据；平面控制点或原界址点与相邻宗地界址点的间距应经检测无误。

10.6.5 平面控制点破坏较大的地区，应按本规范第 10.2 节的规定对控制点进行补测。

10.6.6 宗地变更后的编号应符合下列规定：

- 1 宗地分割或合并后，原宗地号不应再用；
- 2 分割后的各宗地以原编号的支号顺序编列；数宗地合并

后的宗地号应以原宗地号中的最小宗地号加支号表示；

3 宗地合并后，应对新宗地的界址点进行统一编号，并备注相应点的原有编号。

10.6.7 采用解析法分割宗地应符合下列规定：

1 分割点位于原界址边上，已埋设界桩的，应先测量距两界址点距离与原边长进行误差配赋后，再计算分割点坐标；未埋设界桩的，应先按给定数据计算分割点坐标，再在实地放样点位，然后埋设界桩并进行检测；

2 分割点在原宗地内部时，应按实地分割点测定其坐标。

10.6.8 采用图解法分割宗地应符合下列规定：

1 分割点位于原界址边上的，应测量各分段长度，分段长度之和应与原界址边全长相符，并按分段长度将分割点展绘于图上；

2 分割点位于宗地内部的，应测量分割点与相邻分割点的距离及几何图形有关要素，并应经检验相符后，再将分割点展绘于图上。

10.6.9 宗地分割后的面积量算的计算方法应符合本规范第 10.5 节的规定。当一宗地分割为数宗地时，分割后各宗地面积之和应与原宗地面积相符，且当误差符合本规范第 10.5.6 条规定时，应按分割宗地面积比例配赋。

10.6.10 地籍图的修测应符合下列规定：

1 地籍图的修测应在原图或复制底图上进行。应检查原图或复制底图的图廓方格网，内图廓长度误差不应大于 0.2mm、内图廓对角线长度误差不应大于 0.3mm。

2 修测的主要内容应包括各级行政境界、宗地界、新增主要地物及地籍变更编号和注记。

3 新测的界址点、地物点点位中误差应符合本规范表 10.3.2 的规定。

4 当一幅图需要修测的面积超过 50% 时，宜全幅重测。

5 原图地籍、地形要素有错误时，应进行纠正。

6 每幅图修测后,应记录修测情况,并应绘制略图附入图历簿。

10.6.11 变更测量结束后,应对有关地籍图、表、资料进行修正。

10.7 成果整理与提交

10.7.1 地籍测绘成果整理应符合下列规定:

1 地籍测绘成果的图件部分各项内容应齐全,图面整饰应美观;控制网展点网图、地籍图分幅接合表的图幅不宜小于500mm×500mm;

2 文字总结、报告等图件以外的其他成果,应按其所属类别,分别装订成册;

3 装订成册的成果资料应加具封面;封面应注明本项成果的名称;同一项成果分为若干册的,应进行顺序编号,封面应注明本册成果资料的内容范围;

4 涉及街道、街坊、宗地编号的成果装订成册时,同一类别的成果资料应按街道、街坊、宗地编号的顺序进行编列,同一册中应保持街坊内资料的完整性;

5 成果的数据文件应注明所属内容、范围和测绘时间。

10.7.2 地籍测绘工作结束后,应提交下列成果资料:

1 文字成果应包括技术设计、技术总结、工作总结、土地利用分类统计分析报告、检查报告及验收报告等;

2 图件成果应包括各等级控制网展点网图、点之记、原始观测记录、平差计算资料及成果表,仪器检定资料,包含街道、街坊分区示意图等的地籍索引图,地籍图及其分幅接合表,界址点坐标、面积计算成果表;

3 面积量算成果应包括以街坊为单位以宗地为单元的面积量算表,以街坊为单位的宗地面积汇总表,以街道为单位的街坊面积汇总表,以区、街道为单位的城镇土地分类面积统计表,以区、街道为单位的国有、集体土地面积统计表;

4 数据成果应提交相应格式的数据文件。

11 房产测绘

11.1 一般规定

11.1.1 房产测绘的主要内容宜包括房产平面控制测量、房产要素测量、房产图绘制、房产面积测算、房产变更测量等。

11.1.2 最低等级的房产测绘平面控制网中相邻控制点的相对点位中误差不应大于 25mm。

11.1.3 房产界址点宜按坐标的测定精度分为一、二、三级，大中城市繁华地段和重要建筑物的界址点宜选用一级或二级，其他地区可选用三级。房产界址点的精度指标应符合表 11.1.3 的规定。

表 11.1.3 房产界址点的精度指标 (m)

界址点等级	房产界址点相对于邻近控制点的点位中误差
一	≤ 0.02
二	≤ 0.05
三	≤ 0.1

11.1.4 房产分幅图地物点、房产要素点与邻近控制点的点位中误差应符合表 11.1.4 的规定。

表 11.1.4 房产分幅图地物点、房产要素点与邻近控制点的点位中误差

测量方法	全野外数字测量方法 (m)	其他测图方法 (图上 mm)
点位中误差	≤ 0.05	≤ 0.5

11.1.5 房产面积的精度宜分为一、二、三级，有特殊要求的用户和城市商业中心地段可采用一级精度，新建商品房及未测算过的可采用二级精度，其他房产可采用三级精度；房产面积测算的精度指标应符合表 11.1.5 的规定。

表 11.1.5 房产面积测算的精度指标 (m²)

房产面积的精度等级	房产面积中误差
一	$0.01\sqrt{S} + 0.0003S$
二	$0.02\sqrt{S} + 0.001S$
三	$0.04\sqrt{S} + 0.003S$

注: S—房产面积 (m²)。

11.1.6 房产要素的编号方法应符合现行国家标准《房产测量规范 第 1 单元: 房产测量规定》GB/T 17986.1 的规定。

11.2 房产平面控制测量

11.2.1 房产平面控制测量的技术要求应符合本规范第 4 章的规定。

11.2.2 房产测绘采用的平面控制点均应埋设固定标志。

11.2.3 建筑物密集区的控制点平均间距不应大于 100m, 建筑物稀疏区的控制点平均间距不应大于 200m。

11.3 房产要素测量

11.3.1 房产要素测量应包括界址点测量、丘界线测量、房屋及其附属设施测量、陆路交通测量、水域测量和其他相关地物测量等, 可采用野外解析法、航空摄影测量法、全野外数据采集法等方法。

11.3.2 界址点测量应符合下列规定:

1 界址点坐标测量的起算点应是邻近的基本控制点或高级界址点。界址点坐标可采用极坐标法、交会法、支导线法、正交法等野外解析法测定。

2 房产界址点相对于邻近控制点的点位中误差应符合本规范表 11.1.3 的规定; 间距大于 50m 的相邻界址点间的间距误差应符合本规范表 11.1.3 的限差规定; 间距不大于 50m 的界址点间的间距误差应在按公式 (11.3.2) 计算的结果之内:

$$\Delta_D = \pm (m_j + 0.02m_j D) \quad (11.3.2)$$

式中： m_j ——相应等级界址点的点位中误差（m）；

D ——相邻界址点间的距离（m）；

Δ_D ——界址点间的间距误差（m）。

3 需要测定坐标的房角点的精度等级和限差应符合本规范表 11.1.3 的规定。

4 一、二级界址点不在固定地物点上时，应埋设固定标志，并应记录标志类型和方位。

11.3.3 丘界线测量应符合下列规定：

1 丘界线的边长宜采用钢尺或测距仪测定。不规则的弧形丘界线可按折线分段测定。测量结果应标示在房产分丘图上。

2 本丘与邻丘毗连墙体为共有墙时，应测量至墙体厚度 1/2 处；为借墙时，应测量至墙体内侧；为自有墙时，应测量至墙体外侧。

11.3.4 房屋测量应符合下列规定：

1 房屋应逐幢测绘，不同产别、不同建筑结构、不同层数的房屋应分别测量；独立成幢房屋应以房屋四面墙体外侧为界测量。

2 毗邻房屋的四面墙体，应在房屋所有人指界下，区分自有墙、共有墙或借墙，并应以墙体所有权范围为界测量。

3 每幢房屋应测定平面位置并分幢分户丈量。丈量房屋应以外墙勒脚以上墙角为准，测绘房屋应以外墙水平投影为准。

4 测量房屋四面墙体外侧或测量房屋墙角点坐标时，应标明房屋墙体的归属。

5 房角点的类别代码应为 4，除类别代码外，房角点的其余编号应与界址点相同。

11.3.5 房屋附属设施、陆路交通、水域测量和其他相关地物测量应符合现行国家标准《房产测量规范 第 1 单元：房产测量规范》GB/T 17986.1 的规定。

11.4 房产图绘制

11.4.1 房产图应包括房产分幅图、房产分丘图和房产分户图。

房产图绘制前，应进行房屋调查和房屋用地调查。

11.4.2 房屋调查的内容应包括房屋坐落、产权主、产别、层数、所在层次、建筑结构、建成年份、用途、墙体归属、权源、产权纠纷和他项权利等基本情况，并应绘制房屋权界线示意图。房屋调查应以幢为单元分户进行，作业方法及要求应符合现行国家标准《房产测量规范 第1单元：房产测量规定》GB/T 17986.1的规定。

11.4.3 房屋用地调查的内容应包括房屋用地坐落、产权性质、土地等级、税费、用地人、用地单位所有制性质、土地使用权来源、四至、界标、土地用地用途、用地面积和用地纠纷等基本情况，并应绘制房屋用地范围示意图。房屋用地调查应以丘为单元分户进行，作业方法及要求应符合现行国家标准《房产测量规范 第1单元：房产测量规定》GB/T 17986.1的规定。

11.4.4 房产图的表示方法应符合现行国家标准《房产测量规范 第1单元：房产测量规定》GB/T 17986.1和《房产测量规范 第2单元：房产图图式》GB/T 17986.2的规定。

11.4.5 房产分幅图的绘制应符合下列规定：

1 房产分幅图应表示控制点、丘界、房屋、房屋附属设施和房屋围护物、注记等基本内容；

2 成图方法应符合本规范第6章的相关规定；

3 房产分幅图应采用500mm×500mm正方形分幅；

4 建筑物密集地区的房产分幅图宜采用1:500比例尺，其他区域可采用1:1000比例尺；

5 房产分幅图的编号应由编号区代码加图幅代码组成，应符合现行国家标准《房产测量规范 第1单元：房产测量规定》GB/T 17986.1的规定；

6 房产要素的点位精度应符合本规范表11.1.3的规定；图幅的接边误差不应大于本规范表11.1.4规定的界址点、地物点点位中误差的 $2\sqrt{2}$ 倍。

11.4.6 房产分丘图的绘制应符合下列规定：

1 房产分丘图除应表示分幅图的内容外，还应表示房屋权界线、界址点的点位和点号、房屋建成年份、用地面积、建筑面积、房屋边长、挑廊及阳台轮廓尺寸等内容；

2 房产分丘图的幅面可在 $787\text{mm} \times 1092\text{mm}$ 的 $1/32 \sim 1/4$ 之间选用；

3 房产分丘图的比例尺根据丘面积的大小，可在 $1:100 \sim 1:1000$ 之间选用；

4 房产分丘图上应分别注明所有周邻产权所有单位或所有人的名称；

5 房产分丘图应以丘为单位，可实测绘制，也可采用分幅图的原图或数字化图调查绘制；

6 房产分丘图的坐标系统与分幅图的坐标系统应一致。

11.4.7 房产分户图的绘制应符合下列规定：

1 房产分户图应表示本户所在的丘号、幢号、结构、层数、层次、坐落、户内建筑面积、共有分摊面积、产权面积、房屋层的轮廓线、墙体归属权属线、共有部位等房屋权属范围的平面尺寸及四至关系；

2 房产分户图应在分丘图的基础上，以一户产权人为单位，采用表图结合的形式绘制；

3 房产分户图的幅面可选用 $787\text{mm} \times 1092\text{mm}$ 的 $1/32$ 或 $1/16$ 等；

4 房产分户图的比例尺宜为 $1:200$ ；

5 房屋内层高低于 2.20m 的部位应以虚线表示其范围，并应注记边长，且应在其范围内注记“ $h < 2.20$ ”；

6 跃层、复式房屋的分户图应绘制在同一张图纸上；

7 分户图上房屋的丘号、幢号应与分丘图一致。

11.5 房产面积测算

11.5.1 房产面积测算可采用实地量距法和坐标解析法。已竣工房屋边长应现场实测量取。

11.5.2 实测房屋边长时,应符合下列规定:

1 应重复测量不少于两次,其较差应该在限差内,并应取其平均数作为最终结果;

2 当房屋平面构成不规则,且无建筑施工图可获取不规则图形相应的图形元素时,可采用全站仪极坐标法实测房屋特征点或拐点的坐标,通过解析法计算面积;

3 直接测量房屋边长有困难时,可采用全站仪极坐标法实测两端点的坐标,通过坐标反算边长;

4 采用同一钢卷尺两次丈量时,边长不大于10m的较差相对误差应小于1/1000;边长大于10m的较差相对误差应小于1/2000。采用手持测距仪、光电测距仪、全站仪测量时,一测回两次读数较差不应大于5mm。

11.5.3 房屋边长可从建筑施工图上读取,应符合下列规定:

1 应对房屋的对应边长、分段边长与总边长进行校核。校核不符时,应报告。

2 已竣工房屋的实测边长与图纸标注边长的限差满足表11.5.3的规定时,可采用图上标注的边长。

表 11.5.3 实测边长与图纸标注边长的限差 (m)

边长范围	限 差
$D \leq 10$	≤ 0.03
$10 < D \leq 30$	$\leq 0.003D$
$D > 30$	≤ 0.1

注: D —房屋边长。

11.5.4 房屋边长的数据采集、注记和草图绘制应符合下列规定:

1 住宅或办公楼应分套或分单元进行边长数据采集;

2 公用建筑面积的边长数据应分层采集;

3 未分户分割的商业用房、仓库、厂房等的建筑面积边长数据应分单元采集,其公用建筑面积边长应分层采集;

4 已分割成若干单元的商业用房、仓库、厂房等的建筑面

积边长数据应分层采集；

5 当一间（单元）房屋或房屋的屋顶或墙体为向内倾斜的斜面，并分成层高在 2.20m 以上和以下两部分时，应分别测量两部分的边长数值并辅以略图说明；

6 实测房屋外墙的边长时，除应记录包含外墙装饰贴面厚度的总长外，还应现场记录装饰贴面厚度，且装饰贴面厚度宜实测；

7 对地下空间（含地下室）进行房屋边长测量时，因无法测至外墙面，可只实测室内边长，外墙厚度可取建筑施工图的设计值，据此推算地下空间边长值；

8 采集所得的边长数据应注记在房屋分层、分户平面图上；边长注记应以米为单位，并取位至厘米；边长数值应平行于该边注记并紧靠该边线；东西走向的边长数字字体应朝上（北）方向注记；南北走向的边长数字字体应朝左（西）方向注记；

9 边长外业测量的记录应在实地完成，不应依据事后回忆追记或涂改。

11.5.5 竣工或现状测绘时，当建筑施工图上商铺为虚拟分割，或为实体分隔但现场因故未砌筑实体隔墙时，可采用分割测点法进行测绘。分割测点法应符合下列规定：

1 分割测点的平面控制不应低于三级导线精度，可分级或越级布设；

2 采用极坐标法施测分割地界点坐标时，水平角观测应采用 DJ₂ 级及以上的光学经纬仪或电子经纬仪，测距应采用 I 级光电测距仪，并应各观测一测回。

11.5.6 房屋建筑面积分户计算时，边长量取应符合下列规定：

1 建筑物外墙（含山墙）内侧为公用建筑面积时，公用建筑面积的边长应量取至墙体外侧；

2 建筑物外墙（含山墙）内侧为套内建筑面积时，套内建筑面积的边长应包含半墙厚度；

3 建筑物墙体外侧为架空空间时，该段墙体应作为外墙，

边长量取应符合本条第 1 款和第 2 款的规定；

4 分户建筑面积套内之间的共墙、套内与公用建筑面积间的共墙、公用建筑面积之间的共墙，均应以墙中线为界，分别计取分户套内建筑面积的边长和公用建筑面积的边长；

5 走廊、阳台与套内建筑面积或公用建筑面积之间的隔墙，其墙体一半应计入套内或公用建筑面积，另一半应计入半外墙。

11.5.7 房产面积竣工测量时，应对标准层、架空层、结构转换层、夹层、地下室层、半地下室层等进行层高测量，并应符合下列规定：

1 同一楼层分为多个不同层高的建筑空间时，各空间应分别测量与记录。

2 建筑物的设计层高在大于 2.10m 和小于 2.30m 范围内时，应在不同位置测量不少于 3 个层高值，并应取其平均值作为实测层高值；设计层高值不大于 2.10m 或不小于 2.30m 时，可只测一个层高值。层高值应取位至厘米。

3 有建筑施工图，且实测层高平均值与设计值较差在 $\pm 0.03\text{m}$ 范围内时，可视为竣工层高与设计层高相符，并应以设计层高为准；无建筑施工图时，其层高应以同一空间层不同位置实测层高数据的平均值为准。

11.5.8 计算房产建筑全面积、半面积和不计算面积的范围界定应按现行国家标准《房产测量规范 第 1 单元：房产测量规定》GB/T 17986.1 或按当地建设主管部门的规定执行。

11.5.9 共有建筑面积应依据其使用功能及服务范围进行划分并分摊，并应符合下列规定：

1 整幢共有建筑面积：为整幢服务的公用建筑空间的面积，应在整幢范围内分摊；

2 功能区共有建筑面积：专为一幢建筑的某一个功能区服务的公共建筑空间的面积，应在该功能区内分摊；

3 功能区间共有建筑面积：仅为一幢建筑的某几个功能区服务的公共建筑空间的面积，应在相关的功能区范围内分摊；

4 层内共有建筑面积：专为本层服务的公共建筑空间的面积，应在本层内分摊；

5 层间共有建筑面积：仅为某一功能区内的两层或两层以上楼层服务的公共建筑空间的面积，应在相关楼层范围内分摊；

6 由于功能设计不同，仅由同一层内的多户使用的公共建筑空间的面积，应由相关多户分摊。

11.5.10 共有建筑面积的优先级应按服务范围由大到小、由整体到局部的顺序依次递减。优先级低的共有建筑面积应参与分摊优先级高的共有建筑面积。

11.5.11 共有建筑面积的划分和确认应符合下列规定：

1 应依据地方城市规划主管部门核准备案的建筑施工图，划分共有部位的使用功能和服务范围，其功能和名称应以设计图纸的标注为依据进行确认；

2 应依据土地使用权出让合同、建设工程规划许可证中约定或规定的计容积率、不计容积率、核增等建筑面积分项功能指标，补充确定相关的核增、应分摊、不分摊建筑空间内容与范围；

3 竣工测绘、现状测绘、变更测绘时，应现场测量并复核已使用建筑空间的实际使用功能，未使用的建筑空间或实地无法确认功能的建筑空间，其功能应以经地方城市规划主管部门核准并备案的施工图上标注的功能为准。

11.5.12 共有面积的处置应符合下列规定：

1 产权各方有合法权属分割文件或协议的，应按文件或协议规定执行；

2 无产权分割文件或协议的，可根据共用建筑面积的分摊优先级和相关房屋的建筑面积按比例分摊；

3 一幢房屋或其部分在进行变更测绘时，除原测绘中存在明显错误外，应遵循相同的分摊原则。

11.5.13 共有面积分摊计算应采用下列方法：

1 整幢分摊方法：对于一幢单一功能的建筑，当其各户对

共有建筑面积的共用状况基本一致时，可采用共有建筑面积整体分摊的方法进行分摊计算；

2 多级分摊方法：当一幢建筑存在两个以上的功能区，或存在为局部服务的共有建筑空间时，应采用多级分摊的方法，根据共有建筑空间的优先级按从高到低的原则进行共有建筑面积的分摊计算。

11.6 房产变更测量

11.6.1 房产变更测量应包括房屋现状变更和房产权属变更测量。房屋发生买卖、交换、继承、分割、新建、改建、扩建、重建、拆除、改制等涉及面积增减变化和权界调整的，应进行变更测量。

11.6.2 变更测量开始前，应收集各种房产变更信息，依据变更类别分项进行现状变更和权属变更调查。

11.6.3 现状变更测量应符合下列规定：

1 基于模拟图进行现状变更测量时，变更范围小的，可根据图上原有房屋或设置的测线，采用卷尺定点测量，变更范围大的，可采用测线图定点测量或平板仪测量；

2 采用解析法测量或全野外数字采集时，应先在实地布设好足够的平面控制点，再逐点设站进行现场数据采集。

11.6.4 权属变更测量应符合下列规定：

1 权属变更测量可采用图解法和解析法，并应依据变更登记申请书、标示的房产及其用地位草图、权利证明文件，约定日期，通知申请人到现场指界，实施分户测绘；

2 变更测量的基准点可采用现有的平面控制点、界址点、房角点，不应采用已修测过的地物点；

3 用于房屋分析的权属变更测量宜采用图解法，应将分界的实量数据注记在草图上，并按实量数据计算面积后，再定出分界点在图上的位置；

4 用于房屋用地分割或合并的权属变更测量宜采用解析法。

用地分割的，应将新增界址点的坐标数据、点号注记在草图上，按坐标展出分割点的图上位置；用地合并的，应取消毗连界址点，并用界址点坐标计算丘的用地面积。

11.6.5 变更测量之后，应对现有房产、原有资料进行修正和处理。

11.6.6 变更测量精度应符合下列规定：

1 变更后的分幅图和分丘图的图上精度、新补测界址点的精度应符合本规范表 11.1.3 和表 11.1.4 的规定；

2 房产分割后，各户房屋建筑面积之和与原有房屋建筑面积的不符值的二分之一应符合本规范表 11.1.5 的规定；

3 房产合并后的建筑面积应取被合并的房屋建筑面积之和，用地合并后的面积应取被合并的各丘面积之和。

11.6.7 房产编号的调整应符合下列规定：

1 丘号、丘支号、幢号、界址点号、房角点号、房产权号、房屋共有权号不应重号；房产权号、房屋共有权号不宜调整，整幢房屋拆除时，应注销其权号。

2 用地合并或重划，应重新编丘号。新编的丘号应按房产分区或房产分幅图内最大丘号续编。

3 用地合并，四周外围界址点应维持原点号；用地分割或扩大，新增的界址点点号应按房产分幅图内最大界址点续编。

4 用地单元中房屋被部分拆除或扩建，应保留原幢号；新建和改建房屋应按丘内最大幢号续编。

11.7 成果检验与提交

11.7.1 房产测绘成果的过程检查应进行 100% 的外业巡视，其中主要数据抽查不应少于 30%；内业应 100% 检查。

11.7.2 房产测绘成果的最终检查应进行不少于 30% 的外业巡视和 100% 的内业检查。

11.7.3 提交的成果资料应包括成果资料索引及说明、技术设计、技术报告、检查验收报告和各种成果、成图。

12 地图编制

12.1 一般规定

12.1.1 城市地图编制宜包括地形图、地理底图、影像地图、专题地图与地图集(册)等的编绘和地图制版等内容。

12.1.2 地图编制采用的资料应权威、内容应完整、准确、现势性强,满足地图编制要求。

12.1.3 编制公开使用的地理底图、影像地图、专题地图与地图集(册),应符合国家有关保密法律法规的规定,公开出版的还应符合国家相关出版规定。

12.1.4 地图编制宜采用数字制图、制印技术。

12.2 地形图编绘

12.2.1 城市各种比例尺地形图可包括数字地形图和模拟地形图两种形式。

12.2.2 数字地形图可采用 DLG 或数字化的模拟地形图,并经制图编辑和处理后,形成数字地形图。所采用的 DLG 应符合本规范第 6 章的规定。

12.2.3 各种比例尺地形图应内容完整,符号绘制准确,各要素几何位置准确,各要素关系处理合理,反映实际地形特征。

12.2.4 各种比例尺地形图的图式应符合现行国家标准《国家基本比例尺地图图式 第 1 部分:1:500、1:1000、1:2000 地形图图式》GB/T 20257.1 和《国家基本比例尺地图图式 第 2 部分:1:5000、1:10000 地形图图式》GB/T 20257.2 的规定。

12.2.5 各类要素符号的绘制应符合下列规定:

- 1 各种测量控制点应以展点或测点位置为符号几何中心位

置进行绘制，与其他地物相遇时，不应移位。

2 依比例绘制的轮廓符号，应保持轮廓位置的几何精度。其内绘的说明符号，应配置在轮廓内适中位置。

3 半依比例绘制的线状符号，应保持定位线位置的几何精度。

4 不依比例绘制的符号，应保持其定位点位置的几何精度。

12.2.6 采用较大比例尺 DLG 或模拟地形图缩编较小比例尺地形图时，应符合下列规定：

1 应充分收集资料，并对资料的内容、数学基础、准确性、完整性、可靠性等进行分析，并应编写专业技术设计；

2 数学基础的展绘精度、资料转绘和各要素的绘制精度，应满足相应比例尺地形图的技术要求；

3 各要素的综合取舍，应根据地形图比例尺、制图区域特点和现行有关规范与技术设计的要求确定；

4 应选取典型地区进行样图缩编试验，并应根据输出的样图效果对技术设计进行修改、完善；

5 用于缩编 DLG 的软件应具有图廓整饰、绘制独立性地物符号、线状符号、面状符号、等高线以及图幅剪裁的功能；图形文件格式宜与国家标准统一或便于相互转换；图形文件应便于显示、编辑和输出。

12.2.7 地形图打印输出时，宜采用伸缩性小的工程打印纸或厚度为 0.07mm~0.1mm 的聚酯薄膜。地形图图廓线长度误差应在 $\pm 0.2\text{mm}$ 之内；对角线长度误差应在 $\pm 0.3\text{mm}$ 之内。

12.3 地理底图编绘

12.3.1 地理底图的技术设计宜包括数学基础、图面设计、区域特征说明、制图资料、要素选择、制图综合、色彩配置、制图工艺方案、成果检查等内容。

12.3.2 地理底图的内容应包括行政区域界线、水系、居民地、道路、地貌和植被等基本地理要素。

12.3.3 地理底图宜采用城市 DLG 编制形成,也可采用现势性强、图面清晰的地形图,经扫描后设置适当灰度的 TIFF 图像作为地理底图。

12.3.4 地理底图所采用的 DLG 应现势性强,并应符合本规范第 6 章的规定;行政区域界线应采用民政部门发布的信息。

12.3.5 地理底图要素的综合取舍程度应根据地图性质和用途,按技术设计要求确定,并可按本规范第 6.2 节的规定执行。

12.4 影像地图编绘

12.4.1 影像地图应基于航空、航天影像数据,根据专题内容及地表特征,通过施加线划、符号、注记等方式,突出表示相关地理信息。

12.4.2 影像数据处理应符合下列规定:

- 1 影像数据应进行正射纠正;
- 2 影像色彩应进行调整,并应保证影像色彩的真实性、自然性;
- 3 影像应清晰,层次关系分明,并应消除大气污染、云彩等对影像的干扰。

12.4.3 根据影像地图的功能要求及影像的分辨率,宜选择合适的比例尺,并宜对影像进行合理的分幅、拼接处理。

12.4.4 影像地图中图形要素的编辑处理宜包括主要道路边线的勾绘,水面勾绘普染,主要道路、建筑物、水系、山体及公园等名称的标注。

12.4.5 影像地图内容要素应进行分类分级设计编辑,并应采用适宜的符号、线型、字体、色彩表示相应的内容要素,图面整体效果应达到信息表达准确、主次内容分明、影像层次清晰,分类注记、图面色彩、色调等和谐美观。

12.4.6 影像地图图面整饰应包括图名、比例尺、摄制时间等内容。

12.5 专题地图与地图集编绘

12.5.1 专题地图与地图集应按内容与用图需要,编制总体策划方案和技术设计。

12.5.2 技术设计应明确地图的性质、用途、制图范围、开本、比例尺、资料、数学基础等,并应明确各内容要素的编制要求、表示方法、分类分级原则、符号、线型、色彩及计算机制图工艺流程等。

12.5.3 根据技术设计的要求,应选择典型地区试做样图,对图面配置、内容选取指标、图形符号以及色彩、注记的字体、字号等进行详细设计,并应根据样图试验效果,修改技术设计。

12.5.4 需要使用地理底图的专题地图与地图集,应首先编制地理底图,地理底图编制方法可按本规范第12.3节的有关规定执行。

12.5.5 专题地图与地图集的图式符号和颜色可根据专题内容与要素内容的性质进行设计,并应符合大众的阅图习惯与审美倾向。

12.5.6 专题地图与地图集的编辑作业应符合下列基本规定:

- 1 应设计图式符号或图表,选择适合的字体,配置相应的字库。设计应充分反映专题要素特性、地图立意,并应通过形状、大小和色彩的综合运用,达到充分表达专题信息的目的。

- 2 采用软件编制时,应对各类专题要素进行图层设置。

- 3 使用地理底图时,可在其上进行专题要素的编辑,并根据确定的分类分级原则,对专题要素进行分类分级,分别标示。应处理好专题要素与地理底图之间的关系。

- 4 图幅版面应进行详细的版式、色彩、图表等设计。

- 5 应进行接边,并应对图廓进行整饰。

- 6 地图文件与相关文字、图片、图表等内容应集成排版。

- 7 编制成果应进行审校、修改、验收。

12.6 地图制版

12.6.1 根据地图产品的功能要求及印刷的经济合理性,宜选择适当开本尺寸的分色胶片,生成相应制版文件。在输出分色胶片前,应将制版文件输出纸样进行检查,内容应正确。

12.6.2 制版文件应符合下列规定:

1 应正确绘制套合规矩线、裁切线、定位孔、色标;

2 栅格图像应转换为 CMYK 格式或灰度格式,图像分辨率不应低于 300dpi。

12.6.3 激光照排输出分色胶片的精度指标应符合国家现行有关标准的规定。

12.6.4 分色胶片在彩色打样、印刷前应进行检查。胶片检查应符合下列规定:

1 规矩线应齐全,四色胶片套合误差不应大于 0.1mm;

2 网点应均匀,网点密度应正确,并应与设计值一致;

3 胶片不应有划痕、折弯、脏点。

附录 A 大地坐标系地球椭球基本参数

表 A 大地坐标系地球椭球基本参数

地球椭球		
参数名称	2000 国家大地坐标系	
长半轴 a (m)	6378137	
地心引力常数 GM	$3.986004418 \times 10^{14} \text{m}^3 \text{s}^{-2}$	
地球动力形状因子 J_2	0.001082629832258	
地球旋转速度 ω	$7.292115 \times 10^{-5} \text{rads}^{-1}$	
参考椭球		
参数名称	1980 西安坐标系	1954 北京坐标系
长半轴 a (m)	6378140	6378245
短半轴 b (m)	6356755.2882	6356863.0188
扁率 α	1/298.257	1/298.3
第一偏心率平方 e^2	0.00669438499959	0.006693421622966
第二偏心率平方 e'^2	0.00673950181947	0.006738525414683

附录 B 方向观测法度盘位置表

B.0.1 采用方向观测法时，各测回间应将度盘位置变换一个角度 (σ)，且 σ 应按下式计算：

$$\sigma = \frac{180^\circ}{n_0}(j-1) + i'(j-1) + \frac{\omega}{n_0}\left(j - \frac{1}{2}\right) \quad (\text{B.0.1})$$

式中： n_0 ——测回数；

j ——测回序号 ($j=1, 2, \dots, n_0$)；

i' ——水平度盘最小间格分划值，DJ₁ 级仪器为 4'，DJ₂ 级仪器为 10'；

ω ——测微盘分格数，DJ₁ 级仪器 $\omega=60$ 格；DJ₂ 级仪器 $\omega=600''$ 。

B.0.2 DJ₁ 级仪器方向观测法度盘位置表应符合表 B.0.2 的规定。

表 B.0.2 DJ₁ 级仪器度盘位置表

测回数	15	9	8	6	4
	格	格	格	格	格
1	00° 00' 02	0° 00' 03	0° 00' 04	0° 00' 05	0° 00' 08
2	12 04 06	20 04 10	22 34 11	30 04 15	45 04 22
3	24 08 10	40 08 17	45 08 19	60 08 25	90 08 38
4	36 12 14	60 12 23	67 42 26	90 12 35	135 12 52
5	48 16 18	80 16 30	90 16 34	120 16 45	
6	60 20 22	100 20 37	112 50 41	150 20 55	
7	72 24 26	120 24 43	135 24 49		
8	84 28 30	140 28 50	157 58 56		
9	96 32 34	160 32 57			
10	108 36 38				
11	120 40 42				
12	132 44 46				
13	144 48 50				
14	156 52 54				
15	168 56 58				

B.0.3 DJ₂ 级仪器方向观测法度盘位置表应符合表 B.0.3 的规定。

表 B.0.3 DJ₂ 级仪器度盘位置表

测回数	12	9	8	6
1	0° 00' 25"	0° 00' 33"	0° 00' 37"	0° 00' 50"
2	15 11 15	20 11 40	22 11 52	30 12 30
3	30 22 05	40 22 47	45 23 07	60 24 10
4	45 32 55	60 33 53	67 34 22	90 35 50
5	60 43 45	80 45 00	90 45 37	120 47 30
6	75 54 35	100 56 07	112 56 52	150 59 10
7	90 05 25	120 07 13	135 08 07	
8	105 16 15	140 18 20	157 19 22	
9	120 27 05	160 29 27		
10	135 37 55			
11	150 48 45			
12	165 59 35			

附录 C 测距边边长的高程归化计算

C.0.1 当城市平面控制测量与国家坐标系统一致时，测距边边长应归算到参考椭球面上（图 C.0.1）。测距边边长归算到参考椭球面上的改正数（ Δh_1 ）应按公式（C.0.1）计算， R_n 可在总参测绘局编制的《测量计算用表集》（之一）或冶金工业部成都勘察公司修订的《控制测量计算手册》附录 15 中按测距边纬度和方位角为引数查取。

$$\Delta h_1 = S'_0 - D = -\frac{H_m + h_g}{R_n} D + \left(\frac{H_m + h_g}{R_n}\right)^2 D \quad (\text{C.0.1})$$

式中： D ——测距边水平距离（m）；

S'_0 ——归算至参考椭球面上的测距边长度（m）；

H_m ——测距边高出大地水准面（黄海平均海面）的平均高程（m）；

h_g ——测距地区大地水准面对于参考椭球面的高差（m）；

R_n ——沿测距边方向参考椭球面法截弧的曲率半径（m）。

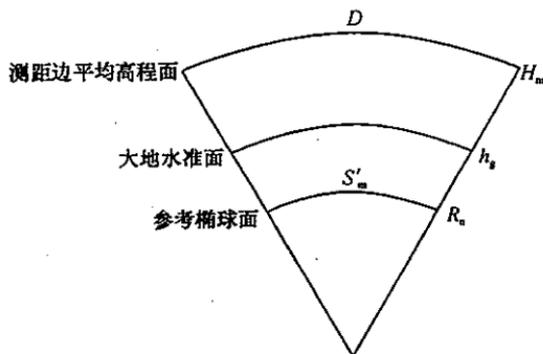


图 C.0.1 测距边边长归算至参考椭球面上

C.0.2 当无大地水准面差距图可供查取 h_g 值时，测距边边长可

归算到黄海平均海水面上。归算到黄海平均海水面上的测距边长度的改正数 (Δh_2) 应按公式 (C. 0. 2) 计算:

$$\Delta h_2 = -\frac{H_m}{R_n}D + \left(\frac{H_m}{R_n}\right)^2 D \quad (\text{C. 0. 2})$$

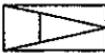
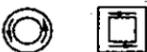
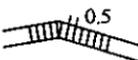
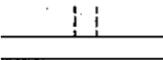
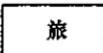
C. 0. 3 归算到城市平均高程面上的改正数 (Δh_3) 应按公式 (C. 0. 3) 计算:

$$\Delta h_3 = -\frac{H_u - H_m}{R_n}D \quad (\text{C. 0. 3})$$

式中: H_u ——城市平均高程面的高程 (m)。

附录 D 地下人防工程图图式

表 D 地下人防工程图图式

序号	符号名称	1:500 1:1000 1:2000	简要说明
1	地下人防工程的地表出入口		符号依比例尺按实际方向表示, 尖端表示入口方向
2	山地坑道出入口		符号依比例尺按实际方向绘在洞口位置上
3	竖井		井口按实际形状测绘
4	有转梯的竖井		指人可以由旋转楼梯上下的竖井, 箭头方向表示升高方向
5	通气孔	1.0 ○ 气	不论形状, 均用此符号表示
6	人防人孔	2.0 ○ 防	仅可供一人沿井壁爬梯上下的窨井式出入口
7	地道中的阶梯		阶梯的起止点应实测
8	预留口		—
9	地下水井	2.0 	—
10	地下建筑物		可根据地下建筑物的用途加以注记, 如地下商店、餐厅、旅馆、影剧院、工厂、医院等分别加注“商”、“餐”、“旅”、“剧”、“工”、“医”等字

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执行的写法为：“应按……执行”或“应符合……的规定”。

引用标准名录

- 1 《城市居住区规划设计规范》GB 50180
- 2 《光学经纬仪》GB/T 3161
- 3 《1:500 1:1000 1:2000 地形图航空摄影测量外业规范》GB/T 7931
- 4 《水准仪》GB/T 10156
- 5 《国家一、二等水准测量规范》GB/T 12897
- 6 《国家三、四等水准测量规范》GB/T 12898
- 7 《基础地理信息要素分类与代码》GB/T 13923
- 8 《1:5000、1:10000 地形图航空摄影测量外业规范》GB/T 13977
- 9 《国家基本比例尺地形图分幅和编号》GB/T 13989
- 10 《光电测距仪》GB/T 14267
- 11 《地理空间数据交换格式》GB/T 17798
- 12 《国家三角测量规范》GB/T 17942
- 13 《房产测量规范 第1单元:房产测量规定》GB/T 17986.1
- 14 《房产测量规范 第2单元:房产图图式》GB/T 17986.2
- 15 《全球定位系统(GPS)测量规范》GB/T 18314
- 16 《数字测绘成果质量检查与验收》GB/T 18316
- 17 《国家基本比例尺地图图式 第1部分:1:500、1:1000、1:2000 地形图图式》GB/T 20257.1
- 18 《国家基本比例尺地图图式 第2部分:1:5000、1:10000 地形图图式》GB/T 20257.2
- 19 《基础地理要素数据字典 第1部分:1:500、

- 1 : 1000、1 : 2000 基础地理要素数据字典》GB/T 20258.1
- 20 《基础地理要素数据字典 第2部分: 1 : 5000、1 : 10000 基础地理要素数据字典》GB/T 20258.2
 - 21 《测绘成果质量检查与验收》GB/T 24356
 - 22 《建筑工程建筑面积计算规范》GB/T 50353
 - 23 《建筑变形测量规范》JGJ 8
 - 24 《城市地下管线探测技术规程》CJJ 61
 - 25 《卫星定位城市测量技术规范》CJJ/T 73
 - 26 《城市市政综合监管信息系统技术规范》CJJ/T 106
 - 27 《城市市政综合监管信息系统 管理部件和事件分类、编码及数据要求》CJ/T 214
 - 28 《测绘作业人员安全规范》CH 1016
 - 29 《测绘技术总结编写规定》CH/T 1001
 - 30 《测绘技术设计规定》CH/T 1004
 - 31 《基础地理信息数字产品数据文件命名规则》CH/T 1005
 - 32 《基础地理信息数字产品元数据》CH/T 1007
 - 33 《导线测量电子记录规定》CH/T 2002
 - 34 《测量外业电子记录基本规定》CH/T 2004
 - 35 《三角测量电子记录规定》CH/T 2005
 - 36 《水准测量电子记录规定》CH/T 2006
 - 37 《三、四等导线测量规范》CH/T 2007
 - 38 《数字水准仪检定规程》CH/T 8019
 - 39 《因瓦条码水准标尺检定规程》CH/T 8020
 - 40 《全球定位系统(GPS)接收机(测地型和导航型)校准规范》JJF 1118
 - 41 《全站型电子速测仪检定规程》JJG 100
 - 42 《光学经纬仪检定规程》JJG 414
 - 43 《公路勘测规范》JTG C10

中华人民共和国行业标准

城市测量规范

CJJ/T 8-2011

条文说明

修 订 说 明

《城市测量规范》CJJ/T 8-2011 经住房和城乡建设部 2011 年 11 月 22 日以第 1178 号公告批准、发布。

本规范是在《城市测量规范》CJJ 8-99 的基础上修订而成的，上一版的主编单位是北京市测绘设计研究院，参编单位是同济大学测量与国土信息工程系、沈阳市勘察测绘研究院、成都市勘察测绘研究院、昆明市勘察测绘研究院、南昌市测绘勘察研究院，主要起草人员是洪立波、蒋达善、顾孝烈、孟庆遇、金善焜、陈声勇、张克勤、赖志礼、欧阳清、蔡振来、林书尧、张冬黎。本规范修订的主要技术内容是：1. 增加了“术语、符号和代号”、“基本规定”、“数字高程模型建立”、“房产测绘”四章；2. 修改了“平面控制测量”、“高程控制测量”部分内容，增加了 RTK 测量、卫星定位高程测量等技术内容；3. 将原第 4、5、8 章内容修改调整为目的的第 6 章；4. 将原第 5 章的部分内容修改调整为目的的第 8 章；5. 将原第 7 章的内容综合修改，并增加了规划监督测量、日照测量、土石方测量、竣工测量、城市管理部件测量和变形测量等内容，成为目前的第 9 章，并将地面沉降观测内容并入变形测量中；6. 将原第 9 和 10 章进行了综合修改后成为目前的第 12 章；7. 取消了原规范 15 个附录中的附录 B、附录 C、附录 D、附录 G、附录 H、附录 J、附录 K、附录 L、附录 M、附录 N、附录 P 等 11 个附录。

本规范修订过程中，编制组进行了广泛的调查研究，总结了我国城市测量领域有关科研和技术发展成果，同时参考了有关国家标准和行业标准。

为了便于广大测绘、设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本规范时能正确理解和执行条文规定，《城市测量规范》

编制组按章、节、条顺序编制了本规范的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与规范正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 次

1	总则	183
3	基本规定	184
3.1	空间和时间参照系	184
3.2	作业与成果管理要求	184
3.3	质量检验要求	186
4	平面控制测量	187
4.1	一般规定	187
4.2	选点与埋石	194
4.3	卫星定位平面控制测量	194
4.4	导线测量	198
4.5	边角组合测量	212
4.6	成果整理与提交	222
5	高程控制测量	224
5.1	一般规定	224
5.2	选点与埋石	228
5.3	水准测量	229
5.4	高程导线测量	233
5.5	卫星定位高程控制测量	234
5.6	成果整理与提交	235
6	数字线划图测绘	236
6.1	一般规定	236
6.2	测绘内容	237
6.3	全野外测量法	238
6.4	摄影测量法	241
6.5	模拟地形图数字化	252

6.6	数据编辑处理	253
6.7	数据更新与维护	258
7	数字高程模型建立	259
7.1	一般规定	259
7.2	航空摄影测量法	259
7.3	矢量数据生成法	259
8	数字正射影像图制作	261
8.1	一般规定	261
8.2	航空摄影测量法	261
8.3	卫星遥感测量法	261
9	工程测量	262
9.1	一般规定	262
9.2	定线测量和拨地测量	262
9.3	规划监督测量	266
9.4	日照测量	273
9.5	工程图测绘	275
9.6	市政工程测量	278
9.7	地下空间设施现状测量	281
9.8	土石方测量	283
9.9	竣工测量	283
9.10	城市管理部件测量	287
9.11	变形测量	287
10	地籍测绘	290
10.1	一般规定	290
10.2	地籍平面控制测量	290
10.3	地籍要素测量	291
10.4	地籍图测绘	292
10.5	面积量算与汇总	293
10.6	地籍变更测量	294
10.7	成果整理与提交	295

11 房产测绘	296
11.1 一般规定	296
11.2 房产平面控制测量	297
11.3 房产要素测量	297
11.4 房产图绘制	297
11.5 房产面积测算	298
11.6 房产变更测量	300
12 地图编制	301
12.1 一般规定	301
12.2 地形图编绘	301
12.3 地理底图编绘	302
12.4 影像地图编绘	302
12.5 专题地图与地图集编绘	302
12.6 地图制版	302

1 总 则

1.0.1 本条对制定本规范的目的和意义进行了描述。

1.0.2 本条对本规范的适用范围进行了描述，城市测量中本规范未涉及的其他工作应符合相应的国家、行业标准的规定。

1.0.3 本条是对城市测量使用的仪器设备和软件的总体要求，有特殊要求的在具体条文中描述，如，控制测量仪器设备的检验、日照分析软件的特殊要求等。

1.0.5 本规范鼓励在城市测量中积极采用新技术、新方法和新仪器设备，但要求所采用的新技术、新方法和新仪器设备应满足本规范规定的技术指标和精度的规定。

1.0.6 本条要求城市测量既应符合本规范的规定，又应符合国家现行有关法律、法规和标准的规定。同时，与本规范第 1.0.2 条的规定进行了呼应。

3 基本规定

3.1 空间和时间参照系

3.1.1~3.1.3 坐标系和高程基准的选择和采用是城市测量的重要问题，也是城市基础测绘的重要内容。一个城市在测量工作中采用统一的平面坐标系和高程基准是各项城市测绘工作的必要基础。

本次修订进一步明确了城市统一的平面坐标系统的投影长度变形值不应大于 2.5cm/km，以保证平面坐标系能满足 1:500 地形图和基础地理信息数据，以及城市工程测量的要求。采用地方平面坐标系时，应与国家平面坐标系建立联系，保证测量成果整体性，便于测量成果应用和信息共享，减少重复浪费。城市统一的平面坐标系统通过城市平面控制网与国家大地控制网联结，建立与国家平面坐标系建立联系。当未能联结或联结确有困难时，应在测区中央或附近的控制点上采用卫星定位测量定位或测定天文方位角。城市统一的平面坐标系下的测量成果，可通过 1980 西安坐标系或 1954 北京坐标系与 2000 国家大地坐标系的坐标转换关系作为过渡，建立该平面坐标系与 2000 国家大地坐标系的联系。

3.1.4 随着城市信息化的不断发展、测量成果特别是城市基础地理信息应用的不断扩展和深入，城市测量成果的时间属性日益重要。采用统一的时间基准也成为城市测量的必然要求。

3.2 作业与成果管理要求

3.2.1 城市测量范畴较为广泛，而且各种城市测量项目的技术难易程度、规模大小、采取的技术路线、资料、仪器和人员各不相同，测量作业前，应对技术路线、作业人员、仪器设备、进

度、环境、安全等进行策划，并根据不同情况制定经济合理的技术路线和技术方案，进行必要的技术交底，必要时应编写项目设计或技术设计，以保证测量工作的顺利实施。同时，标准化、规范化的项目设计或技术设计的编写是测量项目实施的技术、质量和管理的的基本要求。测绘行业标准《测绘技术设计规定》CH/T 1004 规定了测绘项目设计和专业技术设计的基本要求、设计过程及其主要内容，提出了测绘技术设计的基本原则，规定了设计过程通常由策划、确定设计输入、设计输出方案、设计评审、设计验证、设计审批以及设计更改等组成，并规定了各个设计阶段的工作内容和要求，特别是分别规定了项目设计书和专业技术设计书编写的主要内容、结构和要求。

3.2.2 各种城市测量项目实施的组织、管理、设计、内外业生产、质量检验、成果管理、应用服务等人员，特别是具体实施测量作业的人员，应具备具有承担其工作的能力，除必要的仪器设备操作能力外，还应该具备必要的学习、理解、沟通等能力，应具有良好的职业道德和敬业精神，以及认真负责的工作态度。各种作业人员只有严格按规范和技术设计作业，才能保证测绘项目的最终质量。

3.2.3 强制性行业标准《测绘作业人员安全规范》CH 1016 是我国第一部关于基础测绘生产中作业人员的安全保护与防范的规范。该标准规定了基础测绘生产中与人身安全相关的安全管理、安全防范及应急处理的要求。城市测量作业时应考虑测绘作业的环境因素和安全因素，遵守相关安全生产管理制度和安全生产操作细则，严格执行《测绘作业人员安全规范》CH1016。

3.2.4 作业期间，测量作业人员应根据规范规定的项目和方法，经常性的对测量仪器设备的主要技术要求和参数进行检验和校正，以保证仪器设备性能指标达到作业要求，并加强对测绘仪器设备的管理。软件应定期和及时的升级维护，尽可能使用最新版本，以提高软件性能和保证可靠性。

3.2.5 测量作业过程中，作业人员应对资料、测量数据、阶段

性成果等按照有关质量管理的制度和规定，进行及时、充分和认真的自检和互校。这是测量成果质量控制的必要手段和程序，也是每个作业人员的责任和义务。

3.2.6 一般每个测量项目都应按行业标准《测绘技术总结编写规定》CH/T 1001 的规定编写项目的技术总结。对于规模较小、技术难度较低的经常性测量项目可以编写说明。

3.2.9 为保证测量成果数据的安全，必须对数据进行备份，且应采用两种不同存储介质分别进行备份。异地备份是保证数据安全的有效手段，在距本地大于 500km 的地方进行异地备份，可以有效地避免因突发的重大自然灾害等对数据的破坏。

3.3 质量检验要求

3.3.1 现行国家标准《测绘成果质量检查与验收》GB/T 24356 和《数字测绘成果质量检查与验收》GB/T 18316 是我国测绘领域成果（产品）质量检查和验收的两个基本标准。前者对除数字测绘成果（4D）以外的所有测绘产品的质量检查与验收进行了规定，后者主要针对数字测绘成果（4D）的质量检查与验收。

3.3.2 为保证测量成果验收的公正性、公平性和独立性，测量成果的验收宜由测量项目的委托单位组织实施，也可由具有测绘成果质量监督检验资质的单位组织实施。测量成果质量的检查与验收也应由具有相应资格的人员完成。

3.3.5、3.3.6 全数检验指 100% 的测量成果均应检查，抽样检验指在所有成果中随机抽取一定数量的成果作为样本进行检验。抽样方法、数量等应按现行国家标准《测绘成果质量检查与验收》GB/T 24356 和《数字测绘成果质量检查与验收》GB/T 18316 执行。

3.3.7 在检查验收时，若测量成果被判定为不合格，要分析原因、进行必要的重测等处理，这种处理完成后，要重新进行检查、验收。

4 平面控制测量

4.1 一般规定

4.1.1 随着卫星定位测量的普及，城市平面控制网的布设无需逐级控制。但是“从整体到局部、分级布网”的原则还应遵循。考虑到我国当前城市化的进程很快，城市首级网也有可能根据城市的发展分期布设，因此将原《城市测量规范》CJJ 8-99中“首级网应一次全面布设”修改为“首级网宜一次全面布设”。

4.1.2 城市平面控制网的等级划分为二、三、四等和一、二、三级。删去了“当需布设一等网时，应另行设计，经主管部门审批后实施”的规定，使本规范更趋实际。

4.1.3 由于卫星定位技术的发展，世界上先后出现了美国的GPS系统、俄罗斯的GLONASS系统、欧盟的GALILEO系统等卫星导航定位系统，在测量工作中可以选择的卫星定位系统不仅仅是美国GPS系统，因此将“全球定位系统（GPS）测量”改为“卫星定位测量”。由于三角测量在城市控制测量工作中已经不再应用，因此本次规范修订将三角测量部分删去，考虑到规范的延续性，仍保留了边角组合测量的相关要求。在建立城市平面控制网的方法中，按照各种方法目前应用的几率，重新进行了顺序上的编排，编排后的顺序为：卫星定位测量、导线测量、边角组合测量，这样更具有针对性。

采用卫星定位测量、边角组合测量的方法可布设二、三、四等和一、二、三级平面控制网；采用电磁波测距导线测量方法可布设三、四等和一、二、三级平面控制网。对于导线测量，虽规定了一、二、三级三个级别的技术要求，但一个城市只能根据当地的具体情况选用两个级别。

4.1.4 坐标系统选择是城市平面控制测量的重要问题。本规范

根据城市测量工作的特点，提出坐标系统的选择应以投影长度变形不大于 $2.5\text{cm}/\text{km}$ 为原则。因为一公里长度变形为 2.5cm 时，即相对误差为 $1/40000$ ，这样的长度变形，能满足城市 $1:500$ 地形测图及城市工程测量的要求，在实地测量中无需进行投影变形改正。同时还应顾及到城市地理位置和平均高程的情况来选择坐标系统。

城市平面控制网的坐标系统最理想的是和国家网的坐标系统取得一致，使城市网能成为国家网的组成部分。但是城市网要求根据平面控制点坐标反算的边长与实量边长尽可能相符，也就是要求控制网边长归算到参考椭球体面上（或平均海面上）高程归化和高斯正形投影的距离改化的总和（即长度变形）限制在一定数值内，才能满足城市 $1:500$ 比例尺测图和市政工程施工放样的需要。因此，城市平面控制网要采用国家统一坐标系统，必须具备下列条件：

- 1 城市中心地区位于高斯正形投影统一 3° 带中央子午线附近（在我国，统一 3° 带的中央子午线经度由东经 75° 起，每隔 3° 至东经 135° ）。

- 2 城市平均高程面必须接近国家参考椭球体面或平均海水面。

- 3 城市所在地区的国家网精度高于城市首级网的精度。

同时满足上述条件的城市为数不多，有的城市虽然满足此条件，但是由于历史的原因没有采用统一 3° 带，而是采用任意带建立了城市的地方坐标系，并且一直在沿用。因此本次规范修订在原《城市测量规范》CJJ 8-99 的基础上增加了当长度变形值不大于 $2.5\text{cm}/\text{km}$ 时，也可采用高斯正形投影任意带平面直角坐标系统的规定。

当长度变形值大于 $2.5\text{cm}/\text{km}$ 时，可以根据具体情况与要求建议按下列次序选择坐标系统：抵偿高程面上的高斯正形投影 3° 带平面直角坐标系统、高斯正形投影任意带平面直角坐标系统、高斯正形投影任意带分带投影坐标系统、假定平面直角坐标

系统。今分析说明如下：

导线网和边角组合网中的观测边长 D 归化至参考椭球体面上时，其长度将会缩短 ΔD 。设归化高程为 H ，地球平均曲率半径为 R ，则其近似关系式为：

$$\frac{\Delta D}{D} = \frac{H}{R} \quad (4-1)$$

即 $\Delta D/D$ 和归化高程 H 成正比。设 $R = 6371\text{km}$ ， H 为 $50 \sim 2000\text{m}$ 时， $\Delta D/D$ 的数值如表 4-1 所示。

表 4-1 $\Delta D/D$ 与 H 的关系

H (m)	50	100	160	300	500	1000	2000
$\Delta D/D$	1/127000	1/64000	1/40000	1/21000	1/12700	1/6400	1/3200

椭球体上的边长 S 投影至高斯平面，其长度将会放长 ΔS ，设该边两端点的平均横坐标为 y_m ，其差数为 Δy ，则

$$\Delta S = S \left\{ \frac{y_m^2}{2R^2} + \frac{(\Delta y)^2}{24R^2} \right\} \quad (4-2)$$

其近似关系式为：

$$\frac{\Delta S}{S} = \frac{y_m^2}{2R^2} \quad (4-3)$$

当 y_m 为 $10\text{km} \sim 150\text{km}$ 时，高斯正形投影的距离改化的相对数值如表 4-2 所示。

表 4-2 $\Delta S/S$ 与 y_m 值的关系

y_m (km)	10	20	30	45	50	100	150
$\Delta S/S$	1/810000	1/200000	1/90000	1/40000	1/32000	1/8100	1/3600

在城市地区的平面控制网的计算中只允许有较微小的长度变形，使控制点间按坐标反算的长度和实地测量的长度之比（称为投影长度比）接近于 1，在使用这些控制点的数据时实用上可以不进行任何化算，以便于城市大比例尺测图和市政工程的施工放样。

对于城市最大比例尺 1:500 测图, 设其图幅大小为 500mm × 500mm, 如果认为横跨相邻图幅的两个平面控制点间的投影长度变形小于 0.05mm 时可以忽略不计, 则其相对变形为 1/10000; 对于一般市政工程施工放样, 要求平面控制点之间的相对精度为 1/20000。因此从城市最大比例尺测图与市政工程施工放样两者中要求较高的来考虑, 使其实际上不受影响, 本规范规定投影 (包括高程归化和高斯投影) 的长度变形不得大于 1/40000, 即不得大于 2.5cm/km。

从国家与城市的平面控制网的坐标系统宜一致, 以便于互相利用方面来考虑, 本规范建议首先应考虑采用高斯正形投影统一 3° 带平面直角坐标系。但是从以上表列数字来看, 城市地区高程若大于 160m 或其平面位置离开统一 3° 带的中央子午线的东西方向距离 (横坐标) 若大于 45km, 其长度变形均超过规定的 1/40000, 这时应该采取适当的措施。

利用高程归化和高斯投影对于控制网边长的影响为前者缩短和后者伸长的特点, 存在着两者抵偿的地带, 即根据公式 (4-1)、公式 (4-3), 使

$$\frac{H}{R} = \frac{y_m^2}{2R^2} \quad (4-4)$$

当然, 完全抵偿是不可能的, 因为同一城市地区高程 H 有变化, y_m 仅是指平均横坐标, 地区总是有一个东西方向的宽度。如果不能完全抵偿而容许有一个残余的差数 V_s , 则其相对差数为:

$$\frac{V_s}{S} = \frac{y_m^2}{2R^2} - \frac{H}{R} \quad (4-5)$$

如果按上述规定使 $V_s/S = \pm 1/40000$, 设 $R = 6371\text{km}$, 则

$$y_m = \sqrt{12742H \pm 2029} \quad (4-6)$$

式中 y_m 及 H 均以 “km” 为单位。由此算得抵偿地带的高程和相应的横坐标区间见表 4-3。

表 4-3 抵偿地带的高程和相应的横坐标区间

H (m)	0	50	160	300	500	1000	2000
±y _m (km)	0~45	0~52	3~64	42~76	66~92	104~122	153~166

可见对于一定的高程只存在一定的抵偿地带，其东西宽度随高程的增加而愈来愈狭窄，城市的区域往往不可能正好在这一范围内。

用人为地改变归化高程来使它与高斯投影的长度改化相抵偿，但并不改变按统一 3°带的中央子午线的投影方法称为抵偿高程面的高斯正形投影统一 3°带平面直角坐标系，简称抵偿坐标系。此时选择高程修正值 ΔH 使：

$$\frac{H + \Delta H}{R} = \frac{y_0^2}{2R^2} \quad (4-7)$$

式中： y_0 ——城市中心地区某点的横坐标值。

由于抵偿坐标系仍按统一 3°带进行高斯投影的方向和距离改化，因此在此系统中的坐标值和按真正高程进行归化的 3°带高斯投影的坐标换算仅是简单的缩放比例关系。

采用抵偿坐标系时，长度变形完全被抵偿的也仅仅是在某一横坐标 (y_0) 处，因此也应有东西宽度的限制。设横坐标变化 Δy ，使投影的长度变形限制为 1/40000，则可以得到公式 (4-8)：

$$\left| \frac{y_0^2}{2R^2} - \frac{(y_0 + \Delta y)^2}{2R^2} \right| = \frac{1}{40000} \quad (4-8)$$

设 $R=6371\text{km}$ 则公式 (4-8) 可写成：

$$\left| y_0^2 - (y_0 + \Delta y)^2 \right| = 2029 \quad (4-9)$$

如果 Δy 为正值，则令 $y_E = y_0 + \Delta y$ ，此时公式 (4-9) 应为：

$$(y_0 + \Delta y)^2 - y_0^2 = 2029 \quad (4-10)$$

即：
$$y_E = \sqrt{2029 + y_0^2} \quad (4-11)$$

如果 Δy 为负值，则令 $y_w = y_0 + \Delta y$ ，此时分为两种情况：

当 $y_0 < 45\text{km}$ 时,

$$y_w = -\sqrt{2029 + y_0^2} \quad (4-12)$$

当 $y_0 \geq 45\text{km}$ 时, 此时公式 (4-9) 应为:

$$y_0^2 - (y_0 + \Delta y)^2 = 2029 \quad (4-13)$$

即:

$$y_w = \sqrt{y_0^2 - 2029} \quad (4-14)$$

对于各种 y_0 的数值, 东、西边缘的横坐标值 y_E 、 y_w 以及向东、向西的横坐标差 Δy_E 、 Δy_w 如表 4-4 所示。例如对于 $y_0 = 75\text{km}$, 则 $\Delta y_E = 12\text{km}$, $\Delta y_w = -15\text{km}$, 此时抵偿坐标系的容许东西宽度为 27km , 横坐标值为 $60\text{km} \sim 87\text{km}$ 。如果超出这个范围, 虽然采用了抵偿坐标系, 东西边缘的长度变形仍大于规定的要求。

表 4-4 当投影长度变形限制为 $1/40000$ 时的东、西边缘横坐标值 (km)

y_w	Δy_w	y_0	Δy_E	y_E
-46	-56	10	+36	46
-49	-69	20	+29	49
-54	-84	30	+24	54
-60	-100	40	+20	60
0	-45	45	+19	64
22	-28	50	+17	67
40	-20	60	+15	75
60	-15	75	+12	87
89	-11	100	+10	110
143	-7	150	+7	157

如果由于以上原因不能采用统一 3° 带高斯正形投影平面直角坐标系或抵偿坐标系时, 则可以采用任意带 (使中央子午线通过城市中心区) 高斯正形投影平面直角坐标系, 并用城市平均高程面进行高程归化, 以减小长度变形。

如果城市的东西方向跨度很大, 当高斯正形投影任意带投影的一个投影带不能保证将投影长度变形控制在 $2.5\text{cm}/\text{km}$ 以内时, 可以采用分带投影的方法。

4.1.5 本次修订将原《城市测量规范》CJJ 8-99 中规定的“城市控制网宜与国家控制网联测”改为“城市首级控制网应与国家

控制网联测”，同时将原规范中“不能与国家控制网联测时，应在测区中央或附近的控制点上采用卫星定位方法测量大地方位角或采用天文测量的方法测定天文方位角，作为城市平面控制网的定向依据”的规定删去，强调了城市测量中的首级控制网与国家控制网联测的必要性。

城市首级控制网与国家控制网联测时应对国家控制点的标石与标架进行实地检查，对其测量成果进行分析，应充分地利用完好的标石与标架以及可用的测量成果，当精度满足城市测量要求时，应直接利用，或进行改算后利用，以减少重复测量，节省测量费用。

4.1.7 将原《城市测量技术规范》CJJ 8-99 城市高程控制测量一般规定中对于城市各等级平面控制点高程测量的规定放到本条中。考虑到城市似大地水准面精化的应用将二、三等平面控制点高程联测精度提高到“不低于三等高程控制测量的精度”。

4.1.11 平面控制网测量应用的卫星定位接收机都应经过专业检定部门的检验，合格后获得一定时间内的有效使用。在作业过程中，还应对接收机进行维护，保证卫星定位接收机处于良好状态。卫星定位接收机的维护包括：接收机在运输和存放时期的防振、防潮、防晒、防尘、防蚀和防辐射等防护措施；接收机在作业过程中防风和防雷等防护措施；接收机的接头和连接器应保持清洁，仪器箱应保持干燥；接收机的电池的充放电和防护措施等。

4.1.12 删去了原《城市测量规范》CJJ 8-99 中附录 D 光学经纬仪系列的分级及基本技术参数，更改为：“光学经纬仪系列的分级、基本技术参数应符合现行国家标准《光学经纬仪》GB/T 3161 的规定，检定要求应符合现行行业标准《光学经纬仪检定规程》JJG 414 的规定。”增加了全站仪或电子经纬仪系列的分级、基本技术参数、检定要求。

4.1.13 本条规定了外业观测记录要求。随着技术的发展应用电子记簿的方式非常普遍，因此在各种控制网测量中优先采用电子记录方式，但是也不能排除个别地区仍然采用纸质手簿，所以也

对纸质手簿填写做了规定。

4.1.14 我国于2008年7月1日正式启用了“2000国家大地坐标系”，考虑到城市地方坐标系的普遍存在，因此将原《城市测量规范》CJJ 8-99中城市平面控制网观测成果的归化计算，应根据成果使用需要，“采用我国1980西安坐标系或继续沿用1954北京坐标系”更改为“选择采用国家统一坐标系或城市地方坐标系”，在附录A中增加了2000国家大地坐标系的地球椭球参数。

4.2 选点与埋石

4.2.1 本次规范修订删去了原《城市测量规范》CJJ 8-99中有关三角网的技术要求，对应的在选点与埋石部分将建造觇标的相关要求删去。在边角网、导线和导线网中，相邻控制点之间规定通视条件应良好、视线超越（或旁离）障碍物的距离应大于一定数值，是为了避免旁折光的影响。而这种影响在晴天加剧，阴天削弱。采用卫星定位测量方法时，控制点之间可以不通视，选点的具体要求执行现行行业标准《卫星定位城市测量技术规范》CJJ/T 73的相关规定。

4.2.4 为了控制平面控制点埋石的质量，本次规范修订增加了对各等平面控制点埋石过程的关键环节应拍摄照片的要求。对于预制标石的埋设应拍摄反映标石坑的形状和尺寸的标石坑照片、反映标石安置是否平直端正的标石安置照片和反映标石埋设位置的地物、地貌景观的标石埋设位置远景照片；对于现场浇注的标石还应拍摄反映骨架捆扎的形状和尺寸的钢筋骨架照片、反映基座的形状及钢筋骨架安置是否正确的基座建造后照片、反映标志安置是否平直、端正的标志安置照片、反映标石整饰是否规范的标石整饰后照片。

4.3 卫星定位平面控制测量

4.3.1 城市平面控制测量的常规测量方法是采用边角组合测量

或精密导线测量的方法，随着空间技术的发展，以卫星为基础的无线电导航定位系统，即卫星定位技术成为最新的空间定位技术。该技术具有全球性、高效率、多功能、高精度的特点，在用于大地定位时，点间无通视要求，观测不受天气条件影响。卫星定位技术用于测量采用相对定位原理，作业方法有多种形式，根据城市测量的特点，将卫星定位平面控制网测量分为静态测量和动态测量两种方式。动态测量又分为网络 RTK 测量和单基站 RTK 测量两种方式。删去了原《城市测量规范》CJJ 8-99 中提到的“快速静态”方式。

RTK 定位技术基于载波相位观测值的实时动态定位技术，它能够实时地提供测站点在指定坐标系中的三维定位结果。在 RTK 作业模式下，基准站通过数据链将其观测值和测站坐标信息一起传送给流动站。流动站不仅通过数据链接收来自基准站的数据，还要采集 GPS 观测数据，并在系统内组成差分观测值进行实时处理。流动站可处于静止状态，也可处于运动状态。RTK 技术的关键在于数据处理技术和数据传输技术。利用 1 个基准站的已知坐标数据和观测值进行实时差分的方法称为单基站 RTK 测量方法；在已建立卫星定位连续运行基准站的城市，将多个实时运行的基准站组成网络，利用网络内多个基准站的已知坐标和观测值与流动站进行实时差分的方法称为网络 RTK 测量方法。本节中将采用卫星定位静态测量观测方式布设的平面控制网称为静态卫星定位网，将采用卫星定位动态测量观测方式布设的平面控制网称为动态卫星定位网。

4.3.2 根据卫星定位技术的发展和城市测量的特点，增加了利用卫星定位动态测量可以施测一、二、三级平面控制的规定。

4.3.3 静态卫星定位网的主要技术指标和要求引自现行行业标准《卫星定位城市测量技术规范》CJJ/T 73。

4.3.4 动态卫星定位网的主要技术指标和要求引自现行行业标准《卫星定位城市测量技术规范》CJJ/T 73。

为了保证高等级控制测量的精度均匀性，本条强调了动态测

量方式布设一级平面控制点时应采用网络 RTK 进行测量。表 4.3.4 中的关于相邻点间距离和相对中误差的解释说明, 见现行行业标准《卫星定位城市测量技术规范》CJJ/T 73 的条文说明。考虑到城市测量的特点, 在通视困难地区, 相邻点间距离可以缩短至表中规定长度的 $2/3$, 但应使用常规方法检测边长, 使两者之间的边长较差不大于 2cm , 以满足常规测量对控制点几何条件的要求。

4.3.5 卫星定位接收机在使用前的检验内容包括一般检验、常规检验、通电检验和实测检验。

一般检验包括: 接收机及天线型号应与标称一致, 外观良好性的检查; 各种部件及其附件应匹配、齐全和完好, 紧固的部件应不得松动和脱落; 设备使用手册和后处理软件操作手册及磁(光)盘应齐全的检查。

常规检验包括: 天线或基座圆水准器和光学对点器的检验, 光学对点器的测试方法应符合现行行业标准《光学经纬仪检定规程》JJG 414 的规定; 天线高的量尺的完好性及尺长精度的检验; 数据转录设备及软件齐全性, 数据传输完好性的检验; 通过实例计算测试和评估数据后处理软件, 结果满足要求可使用。

通电检验包括: 通电后电源及工作状态指示灯工作是否正常的检验; 按键和显示系统工作是否正常的检验; 利用接收机自测试命令进行测试; 检验接收机锁定卫星时间, 接收信号强弱及信号失锁情况。

实测检验包括: 接收机内部噪声水平测试; 接收机天线相位中心稳定性测试; 接收机野外作业性能及不同测程精度指标测试; 接收机高、低温性能测试; 接收机综合性能评价等。

不同类型、不同品牌的接收机从数据采集到数据处理都有差异, 如果参加共同作业进行统一处理就必须经过验证, 符合精度要求后才能开始共同作业。可通过不同组合在已知基线上进行比对验证。

4.3.6 卫星定位静态测量时接收机的选用要求引自现行行业标

准《卫星定位城市测量技术规范》CJJ/T 73 的相关规定。

4.3.7 各等级卫星定位静态测量作业的基本技术要求引自现行行业标准《卫星定位城市测量技术规范》CJJ/T 73。

4.3.8 各等级静态卫星定位网中独立闭合环边数或附和线路边数的要求引自现行行业标准《卫星定位城市测量技术规范》CJJ/T 73。

4.3.9 卫星定位静态测量的观测计划可根据测区范围的大小分区编制，包括作业日期、时间、测站名称和接收机名称等。观测准备工作和观测作业要求在现行行业标准《卫星定位城市测量技术规范》CJJ/T 73 中均有详细的规定。

4.3.10 卫星定位动态测量时接收机的选用要求引自现行行业标准《卫星定位城市测量技术规范》CJJ/T 73 的相关规定。

4.3.11 RTK 测量的精度会受到各种因素的影响，由于受初始化过程中以及数据链传输过程中外界环境、电磁波干扰产生的误差的影响，可能导致整周未知数解算不可靠。同时，RTK 测设点间相互独立，与传统测量强调的相邻点间相对关系有着根本上的区别。为了满足能用常规测量的方法对 RTK 测量的控制点进行检核，制定了本条规定。

本条以检核的需要为出发点，规定了采用 RTK 方法进行平面控制点布设时，最少要测量 3 个控制点，且应保证此 3 个点互相通视；当控制点多于 3 个时，应保证至少有 2 对互相通视的对点，便于利用导线检核。

4.3.12 RTK 观测前的准备工作包括：检查接收机天线、通信接口、主机接口等设备连接是否牢固可靠；连接电缆接口应无氧化脱落或松动；数据采集器、电台、基准站和流动站接收机等设备的工作电源是否充足；数据采集器内存或存储卡受否有充足的存储空间；接收机的内置参数是否正确；水准气泡、投点器和基座是否符合作业要求；天线高度设置与天线高的量取方式是否一致。

坐标系统转换时应首先检查所用已知点的地心坐标框架是否

与计算转换参数时所用地心坐标框架一致；当已有转换参数时，可直接输入该参数。没有转换参数时应利用均匀分布在测区及周边的3个以上同时具有地心和参心坐标系的控制点成果，将其坐标输入数据采集器，计算转换参数，平面坐标转换的残差绝对值不应超过2cm。

4.3.13 单基站RTK测量基准站的设置包括：基准站的卫星截止高度角设置；仪器类型、测量类型、电台类型、电台频率、天线类型、数据端口、蓝牙端口等设备参数设置；基准站坐标、数据单位、尺度因子、投影参数和坐标转换参数等计算参数设置。

4.3.14 卫星定位动态测量作业的观测要求引自现行行业标准《卫星定位城市测量技术规范》CJJ/T 73。

本条中关于平面收敛阈值和垂直收敛阈值的规定是根据RTK测量水平精度比垂直精度高的特点，水平收敛阈值按照1/3点位中误差计算（ $1/3 \times 5\text{cm} = 1.667\text{cm}$ ，取整数2cm），垂直收敛阈值按照水平收敛阈值的1.5倍（ $1.5 \times 2\text{cm} = 3\text{cm}$ ）计算。

本条中“基准站设置完成后，应至少采用一个不低于二级的已知控制点进行检核，平面位置较差不应大于5cm。”的规定是针对“单基站RTK测量”的要求，网络RTK测量不需要此项工作。在“单基站RTK测量”作业中为了避免基准站设错（如：设站点位错、坐标输错、转换参数设错等）特别增加了本条规定。

4.3.15 动态卫星定位网点检核测量技术指标的引自现行行业标准《卫星定位城市测量技术规范》CJJ/T 73。动态卫星定位网点应采用常规方法进行边长、角度检核，表4.3.15中各项限差是在原精度要求上放宽了 $\sqrt{2}$ 倍规定的，导线联测检核时，联测导线是按相应的下一个等级的要求执行的。当采用导线联测的方法进行检核时，该导线同时可以应用于相应工程，不必另行布设导线。

4.4 导线测量

4.4.1 本节中将采用电磁波测距导线测量方法布设的平面控制

网称为导线网。导线网作为城市平面控制网的一种形式，可以应用在平原建成区、林木荫蔽等地区。

4.4.2 电磁波测距包括光波测距、微波测距、红外光电测距和激光测距等，考虑到目前测绘行业应用的测距方法不单为红外光电测距，故本规范将原“光电测距”均改为“电磁波测距”。

随着全站仪普遍采用，利用电磁波测距非常方便，因此删除了原《城市测量规范》CJJ 8—99 中钢尺量距导线的技术要求。

导线设计的理论分析以直伸等边的单导线作为基础，然后用等权代替法、模拟算法等推广到导线网。

单导线设计的理论根据是：

1 导线的最弱点在其中部，最弱点的点位误差由测量误差和起始数据误差所引起。

2 起始或测量的长度元素引起导线点位的纵向（导线延伸方向）误差、角度元素引起导线点位的横向（垂直于导线延伸方向）误差。

3 设计各等级导线网时，使起始数据误差和测量误差对最弱点（导线中点）点位的影响相等；使最弱点点位的纵向误差和横向误差相等。即所谓“中点等影响”原则，由此得到的理想结果是导线中部最弱点的误差椭圆为一个点位误差不大于 5cm 的误差圆。

检验导线测量精度的一个最明显的指标为导线的角度和坐标闭合差。习惯上检验导线的闭合差分两步进行，首先检验角度闭合差，在容许范围内则加以调整，然后检验坐标闭合差。

用限制导线坐标闭合差来保证导线中点的点位精度，需要根据导线中点与端点的误差关系。导线经过角度闭合差的调整，由导线测量误差所引起的导线端点的纵向误差和横向误差如公式(4-15)所示：

$$\left. \begin{aligned} m_l &= \sqrt{mm_s^2 + \lambda^2 (nS)^2} \\ m_u &= S \frac{m_\beta}{\rho} \sqrt{\frac{n(n+1)(n+2)}{12}} \end{aligned} \right\} \quad (4-15)$$

式中: n ——导线边数;

S ——平均边长 (mm);

m_s ——测距偶然中误差 (mm);

λ ——测距系统误差的比例系数;

m_p ——测角中误差 (")。

导线经过平差后, 中点的纵向误差 $m_{t(m)}$ 、横向误差 $m_{u(m)}$ 为:

$$\left. \begin{aligned} m_{t(m)} &= \frac{\sqrt{n}}{2} m_s \\ m_{u(m)} &= S \frac{m_p}{\rho} \sqrt{\frac{n(n+2)(n^2+2n+4)}{192(n+1)}} \end{aligned} \right\} \quad (4-16)$$

由起始数据误差引起导线端点的纵、横向误差为:

$$\left. \begin{aligned} m'_t &= m_{s_{AB}} \\ m'_u &= \frac{m_a}{\rho} \cdot \frac{nS}{\sqrt{2}} \end{aligned} \right\} \quad (4-17)$$

式中: $m_{s_{AB}}$ ——导线两 endpoint (已知点) 连线的边长误差 (mm);

m_a ——导线两端附合的已知边方向的方向角误差 (")。

由起始数据误差引起导线中点的纵、横向误差为:

$$\left. \begin{aligned} m'_{t(m)} &= \frac{1}{2} m_{s_{AB}} \\ m'_{u(m)} &= \frac{m_a}{\rho} \cdot \frac{nS}{2\sqrt{2}} \end{aligned} \right\} \quad (4-18)$$

由此可见, 导线端点的点位误差 M 和中点的点位误差 $M_{(m)}$ 由上述四种误差所形成, 即

$$\left. \begin{aligned} M &= \sqrt{m_t^2 + m_u^2 + m_{t'}^2 + m_{u'}^2} \\ M_{(m)} &= \sqrt{m_{t(m)}^2 + m_{u(m)}^2 + m_{t(m)'}^2 + m_{u(m)'}^2} \end{aligned} \right\} \quad (4-19)$$

将导线端点和中点的各项误差列入表 4-5, 分别求其比值:

表 4-5 中、端点各项误差比值

项目	导线测量误差引起		起始数据误差引起		总的点位误差
	纵向误差	横向误差	纵向误差	横向误差	
端点误差	$m_s \sqrt{n}$	$\frac{m_B S}{\rho} \sqrt{\frac{n(n+1)(n+2)}{12}}$	m_{sAB}	$\frac{m_o S}{\rho} \frac{n}{\sqrt{2}}$	M
中点误差	$m_s \frac{\sqrt{n}}{2}$	$\frac{m_B S}{\rho} \sqrt{\frac{n(n+2)(n^2+2n+4)}{192(n+1)}}$	$\frac{1}{2} m_{sAB}$	$\frac{m_o S}{\rho} \frac{n}{2\sqrt{2}}$	$M_{(m)}$
中、端点误差比值	1 : 2 (注 1)	1 : 4 (注 2)	1 : 2	1 : 2	1 : 2.65 ($\approx \sqrt{7}$)

注：1 按照严格直伸导线的误差传播理论，平差后测距的系统误差可以完全消除，事实上导线不可能严格直伸，因此假定平差后中点仍受到 $\frac{1}{2} \lambda n S$ 的测距系统误差的影响，故中、端点误差比值仍为 1 : 2；

2 该项比值随导线边数 n 的变化而变化，对于不同的 n ，其比值如表 4-6。

表 4-6 中、端点横向误差比值随边数的变化

n	4	8	12	16
$m_{u(m)} / m_u$	1 : 3.78	1 : 3.93	1 : 3.96	1 : 3.98

从表 6 中可近似地取比值为 1 : 4，使导线中点的点位误差限制为 5cm，即

$$M_{(m)} = \sqrt{m_{i(m)}^2 + m_{u(m)}^2 + m_{i'(m)}^2 + m_{u'(m)}^2} = 50\text{mm} \quad (4-20)$$

按等影响原则，令：

$$m_{i(m)} = m_{u(m)} = m_{i'(m)} = m_{u'(m)} = \frac{50\text{mm}}{\sqrt{4}} = 25\text{mm} \quad (4-21)$$

根据中、端点误差的比值，得到导线端点由测量误差引起的纵、横向误差应为：

$$m'_i = 25\text{mm} \times 2 = 50\text{mm} \quad (4-22)$$

$$m'_u = 25\text{mm} \times 4 = 100\text{mm} \quad (4-23)$$

由起始数据误差引起的纵、横向误差应为：

$$m'_i = 25\text{mm} \times 2 = 50\text{mm} \quad (4-24)$$

$$m'_u = 25\text{mm} \times 2 = 50\text{mm} \quad (4-25)$$

由导线测量误差、起始数据误差引起的端点点位误差分别为：

$$M_1 = \sqrt{50^2 + 100^2} = 112\text{mm} \quad (4-26)$$

$$M_2 = \sqrt{50^2 + 50^2} = 71\text{mm} \quad (4-27)$$

$$M = \sqrt{M_1^2 + M_2^2} = \sqrt{112^2 + 71^2} = 133\text{mm} \quad (4-28)$$

M 为总的端点点位中误差，其具体的反映为导线的全长闭合差。由此可以估算导线的相对闭合差，并规定容许的相对闭合差，如表4-7。

表 4-7 各等级光电测距导线的容许相对闭合差

导线等级	总长 (km)	估算相对闭合差	2倍相对闭合差	采用的容许相对闭合差
三等	15	1/112782	1/56391	1/60000
四等	10	1/75188	1/37594	1/40000
一级	3.6	1/27067	1/13534	1/14000
二级	2.4	1/18045	1/9023	1/10000
三级	1.5	1/11278	1/5639	1/6000

导线端点应限制的测量纵向误差为 $\pm 50\text{mm}$ ，即

$$m_l = \sqrt{nm_s^2 + (nS)^2 \lambda^2} = \pm 50\text{mm} \quad (4-29)$$

设电磁波测距仪的测距系统误差的比例系数为2，则公式(4-29)可写成：

$$\sqrt{nm_s^2 + (nS)^2 \times 2^2} = \pm 50\text{mm} \quad (4-30)$$

由此得到每边的电磁波测距偶然误差应为：

$$m_s = \sqrt{\frac{2500 - 4(nS)^2}{n}} \quad (4-31)$$

式中 S 以“km”为单位， m_s 以“mm”为单位。

导线端点限制的测量横向误差应为 $\pm 100\text{mm}$ ，即

$$m_{\alpha} = S \frac{m_{\beta}}{\rho} \sqrt{\frac{n(n+1)(n+2)}{12}} = \pm 100\text{mm} \quad (4-32)$$

由此得到导线的测角中误差应为：

$$m_{\beta} = \frac{20.6}{nS} \sqrt{\frac{12n}{(n+1)(n+2)}} \quad (4-33)$$

对于各等级导线每边用电磁波测距的测距误差、测角中误差的估算值与采用值如表 4-8。

表 4-8 各等级导线边的电磁波测距误差和测角中误差

导线等级	总长 (km)	边数	每边测距误差 (mm)		测角中误差 (")	
			估算	采用	估算	采用
三等	15	5	17.89	18	1.64	1.5
四等	10	6	18.71	18	2.34	2.5
一级	3.6	12	14.28	15	5.09	5
二级	2.4	12	14.37	15	7.64	8
三级	1.5	12	14.41	15	12.22	12

关于导线网用等权替代法算得等权路线的长度如图 4-1 所示。图中 L 代表该等级导线的容许长度。构成多种导线网后，结点间的路线长度和已知点间的路线总长为图中所注明系数乘以容许长度 L 。图 4-1 可以供布设各等级导线网时参考。

4.4.3 对于四等以下的导线网，考虑到各城市地区差异，例如平原城市与山城、旧城区与新城区、建筑的疏密程度不同等，将导线分为一、二、三级，实际采用时可选取其中两级。

无定向导线较之两端有起始方位角的导线肯定会增大点位误差，但其增大的情况又随导线布设形式而不同。根据模拟计算：单线附合的一级城市导线作为无定向导线，最弱点的点位误差比典型的导线增大大约 65%，且增大的主要为横向误差（见图 4-2）。而如果加密的导线网在两个起始点之间自身构成两个闭合环（见图 4-3），则在有、无定向角的点位误差比较中，无定向导线的最弱点误差约增大 20%。因此本规范规定：“四等及以下各级导

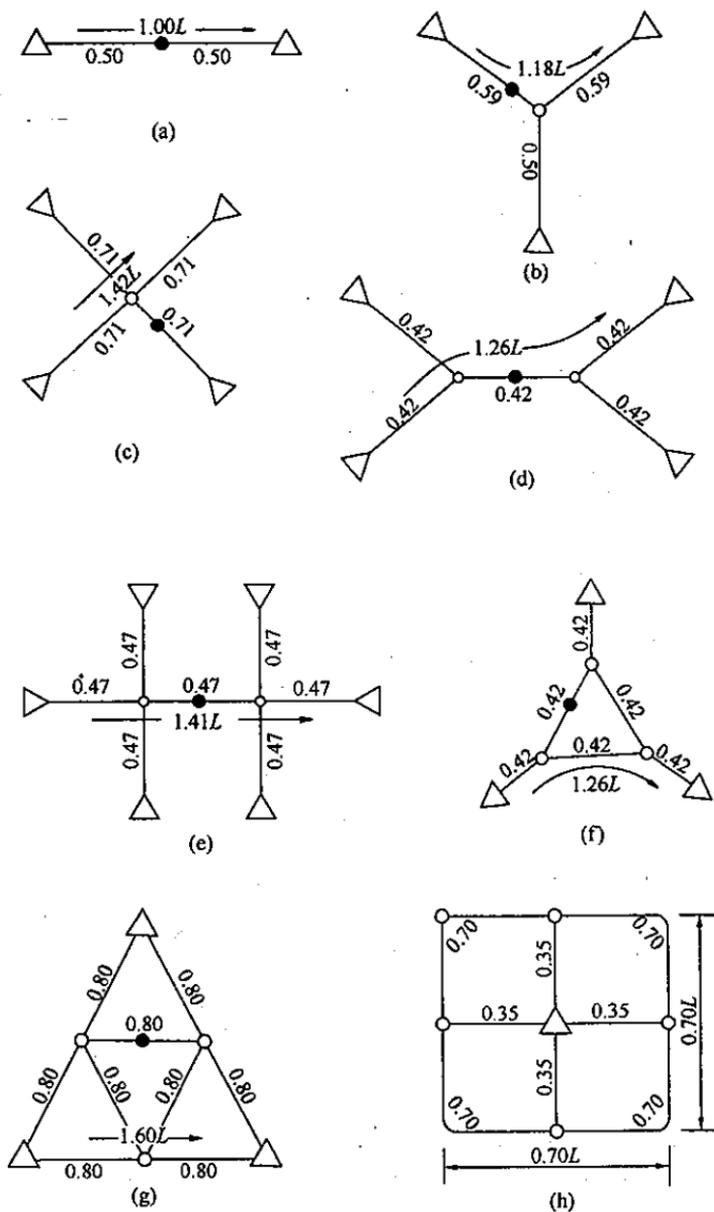


图 4-1 导线网的等权路线长度

△—高级控制点；○—导线网结点；●—估计最弱点

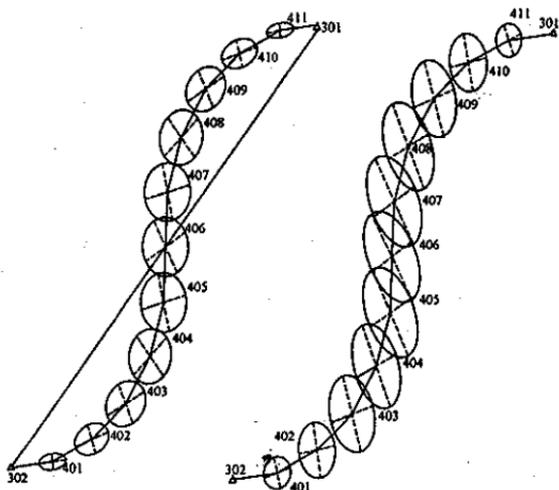


图 4-2 有定向单导线与无定向单导线的点位精度比较

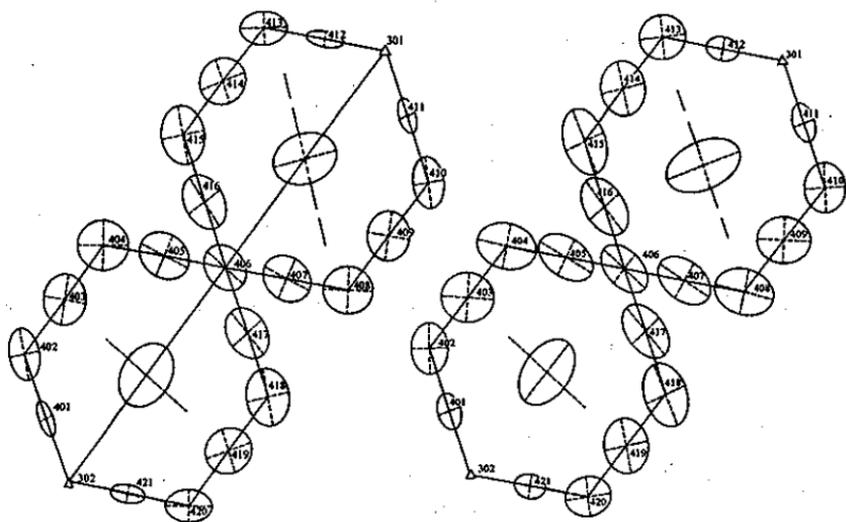


图 4-3 有定向导线网与无定向导线网的点位精度比较

线网可布设成多结点的无定向导线网，并且起算点不应少于 3 个，以保证导线点位的精度与导线自身的可靠性”。删除了原《城市测量规范》CJJ 8-99 中“对不存在通视条件的卫星定位网或其他控制网的孤点，采用四等及以下各级加密导线网时，应

布设成具有两个或两个以上闭合环，在闭合环数或结点数较少时，应适当提高导线测角精度”的规定。

4.4.4 一测区开始作业前对使用仪器的检验项目、方法和要求，现行的国家标准《国家三角测量规范》GB/T 17942 和行业标准《三、四等导线测量规范》CH/T 2007 中已经明确的进行了规定，因此本条直接进行了引用。删去了原《城市测量规范》CJJ 8-99 中有关光学经纬仪和测距仪的检验项目的相关条款。由于全站仪和电子经纬仪已非常普遍的应用于城市测量中，因此本条增加了对全站仪和电子经纬仪进行检验的要求。

4.4.5 关于各等导线的水平角观测测回数问题，考虑到本规范三、四等导线平均边长分别为 3km 和 1.6km，与国家三、四等三角网边长分别为 4km~10km 和 1km~6km 相比要短得很多，与国家三、四等导线边长分别为 3km~10km 和 1km~5km 相比也要短得多，因此本规范决定采用较少的测回数。鉴于三等导线的测角中误差为 1.5" 比三等三角网的 1.8" 有所提高，故三等导线基本上采用了三等三角中国家规范规定的测回数（因考虑采用左、右角观测测回数应为偶数，故将 9 测回改为 8 测回）；四等导线则采用了表 4.5.5 中四等边角网平均边长不大于 2km 的情况下相一致的测回数。这样一方面使得导线和边角网水平角观测的测回数基本上取得一致，另一方面通过试验和生产实践证明是可行的。

目前城市测量单位普遍使用 5 秒级的全站仪，本规范中没有单独规定其观测时的技术指标，其精度比 DJ₆ 级仪器稍高，也可以将其看作与 DJ₆ 级仪器精度一致，因此当采用 5 秒全站仪进行水平角观测时，可相应地选择执行 DJ₆ 级仪器的技术指标。

4.4.9 关于三、四等导线测站圆周角闭合差的规定，根据《国家三角测量规范》GB/T 17942 可知导线测站圆周角闭合差的限值 $\Delta_c = 2m_\beta$ ，故三等不应超过 $\pm 3.0''$ ，四等不应超过 $\pm 5.0''$ 。

4.4.11 目前国内外对测距仪测距中误差 m_D 的估算公式，主要有以下两种形式：

$$m_D = a + b \times D \quad (4-34)$$

$$m_D = \sqrt{a^2 + (b \times D)^2} \quad (4-35)$$

式中： a ——仪器标称精度中的固定误差 (mm)；

b ——仪器标称精度中的比例误差系数 (mm/km)；

D ——测距边长度 (km)。

对于这两个估算公式，国内外都持有不同的理解和看法。公式 (4-34) 是测距仪器制造厂厂方所给的该种仪器的测距精度 (或准确度)，即称之为仪器的标称精度，但如何确定的还不完全清楚，有一种观点认为标称精度只有仪器机械试验的精度，与实测精度还有差别，对于新购进的测距仪应进行实测检验，通过回归分析，重新确定 a 、 b 值，再采用公式 (4-34) 估算测距精度。还有一种观点则认为测距仪标称精度是厂方给定的精度指标，正如经纬仪 DJ₂、水准仪 DS₁ 一样，代表着仪器的精度和级别，经过实测检验，如果证明不低于标称精度，应按标称精度进行估算。因为若按第一种观点办，将导致一种型号的仪器可能由于实测精度不同，而被分为不同级别。多数测绘工作者习惯于采用公式 (4-35) 来进行估算测距中误差 m_D ，从误差性质来分析，不论固定误差还是比例误差，都是偶然误差居于主导地位，而且两者是互相独立的，因此固定误差 a 和比例误差 $b \times D$ 不能用简单的代数和相加，而是应该按误差传播定律来进行计算，认为采用公式 (4-35) 来估算是比较合适的。

众所周知，相位式测距基本计算公式为：

$$D = \frac{1}{2f} \times \frac{C_0}{n} \left(N + \frac{\Delta\varphi}{2\pi} \right) + C \quad (4-36)$$

或写为

$$D + N \times \frac{C_0}{2nf} \left(1 + \frac{\Delta\varphi}{2\pi N} \right) + C \quad (4-37)$$

设：

$$R = \frac{C_0}{2nf} \left(1 + \frac{\Delta\varphi}{2\pi N} \right) \quad (4-38)$$

$$D = N \times R + C \quad (4-39)$$

式中：D——被测距离；

C_0 ——真空中光速值；

n ——大气折射率；

f ——调制光波频率；

N ——被测距离中调制光波半波长的整倍数；

$\Delta\varphi$ ——不足一周期的相位差；

C ——仪器的加常数。

为了分析测距误差的来源，先对公式(4-36)全微分，再换成中误差形式，则得测距中误差的表达式为：

$$m_D^2 = D^2 \left\{ \left(\frac{m_{C_0}}{C_0} \right)^2 + \left(\frac{m_f}{f} \right)^2 + \left(\frac{m_n}{n} \right)^2 \right\} + \left(\frac{\lambda}{4\pi} \right)^2 m_\varphi^2 + m_c^2 \quad (4-40)$$

在实际作业中测距中误差还应加上测站与镜站的对中或归心中误差 m_z 的影响，和由于高差误差 m_h 引起的距离误差 $\left(\frac{\Delta h}{D} m_h \right)$ ，则公式(4-40)可写成：

$$m_D^2 = D^2 \left\{ \left(\frac{m_{C_0}}{C_0} \right)^2 + \left(\frac{m_f}{f} \right)^2 + \left(\frac{m_n}{n} \right)^2 \right\} + \left(\frac{\lambda}{4\pi} \right)^2 m_\varphi^2 + m_c^2 + m_z^2 + \left(\frac{\Delta h}{D} \right)^2 m_h^2 \quad (4-41)$$

此外地面反射误差、周期误差还未列入公式(4-41)。

式中： m_{C_0} ——真空中光速值测定中误差；

m_f ——测尺频率中误差；

m_n ——大气折射率中误差；

λ ——调制光波的波长 $\left(\lambda = \frac{C_0}{f} \right)$ ；

m_φ ——测相中误差；

m_c ——仪器加常数测定中误差。

公式(4-41)表明测距中误差 m_D 是由以上各项误差综合影响而成的。

从误差来源分析，有些误差对测距精度影响与距离长短无

关，此类误差称为固定误差，如 m_{ϕ} 、 m_c 和 m_z 等项误差。有些误差影响是与距离成比例的，如 m_{c_0} 、 m_l 、 m_n 等项误差。从各项误差影响的性质来讲，有系统性的如 m_{c_0} 、 m_l 、 m_c 以及 m_n 中的一部分；有偶然性的如 m_{ϕ} 、 m_z 以及 m_n 中另一部分。

按照公式 (4-41) 把上述各项误差代入所得的测距中误差 m_D 与实测资料所得的测距中误差基本上是相吻合的，通过对实测资料的分析对比，虽然公式 (4-34) 和公式 (4-35) 表达形式不同，但对短程光电测距仪来说，估算的结果 m_D 还是比较接近的，当距离长度在 2km 以内时，两者估算结果约相差 1mm，两种估算公式基本相当。根据本规范规定平面控制网四等以上控制网的平均边长在 2km 以上，故采用公式 (4-35) 来估算 m_D 更为合理些，所以本规范在设计各等级平面控制网测距精度时，暂采用式 (4-35) 估算。

4.4.14 关于各级测距仪观测结果各项较差的限值，现就规范表 4.4.14 中几项规定说明如下：

1 一测回读数较差

一测回各次读数较差的含义，就是照准一次读 n 次数的差数，所以读数较差主要取决于仪器的内部符合精度 m_{in} ，目前测定仪器的内部符合精度，一般有两种方法：一是在任意一距离或多段距离上，仪器对准反光镜，进行一次照准多次读数， m_{in} 按公式 (4-42) 式进行计算：

$$m_{in} = \sqrt{\frac{[V_i V_i]}{n-1}} \quad (4-42)$$

式中： V_i ——观测值与平均值的差数；

n ——观测值的个数。

另一种是在检定基线场上，用六段法全组合观测 21 个距离值 d_i ，按解析法计算出加常数 C 和 21 个距离的平差值 \bar{d}_i ，按下式计算观测值的改正值 V_i ：

$$V_i = d_i + C - \bar{d}_i \quad (4-43)$$

然后按公式 (4-44) 计算 m_{in} ：

$$m_{in} = \sqrt{\frac{[V_i V_i]}{21-7}} \quad (4-44)$$

仪器的内部符合精度，不仅测定方法可不同，而且各类型甚至各台仪器之间也不尽相同，有时差别也较大，这样为了比较合理地求出各类型仪器内部符合精度，我们设想寻求出仪器内部符合精度 m_{in} 和仪器外部精度 m_D 或仪器标称精度两者之间的关系，这个问题核工业部地质四队在郑州花园基线场进行了试验，他们用 94 台国内外短程光电测距仪，对 137 次测试成果进行了综合分析得到：一是采用上述第二种方法测得的仪器内部精度 m_{in} 较外部符合精度 m_D 缩小了 1/3。二是在测站上按照准一次读 5 个数，取 5 个读数的算术平均值，求得在不同长度上的仪器内部符合精度与外部符合精度的近似关系式：

300m 以内	$6m_{in} \approx m_D$
300m~600m	$4m_{in} \approx m_D$
600m~900m	$3m_{in} \approx m_D$
900m~1200m	$2.5m_{in} \approx m_D$
1200m~1500m	$2.2m_{in} \approx m_D$
1500m~2000m	$2m_{in} \approx m_D$

从小于 300m 到 2000m， m_D 与 m_{in} 的平均比值为 3.3，当距离在上述测程的中间部位时，其比值约为 2.5~3，取平均值约为 2.8，即 $m_D/m_{in} = 2.8 \approx 2\sqrt{2}$ ，则

$$m_{in} \approx \frac{m_D}{2\sqrt{2}} \quad (4-45)$$

用公式 (4-45) 所求的仪器内部符合精度也和许多收集到的其他部门实际测定的 m_{in} 值大体一致。因此我们用公式 (4-45) 来计算读数较差，同时为了计算方便令仪器外部符合精度等于仪器标称精度。

一测回各次读数较差应为：

$$2\sqrt{2}m_{in} = 2\sqrt{2} \times \frac{m_D}{2\sqrt{2}} = m_D \quad (4-46)$$

即一测回内读数较差等于仪器的标称精度。

2 同一时间段单程测回间较差

一测回内一般读数次数 2~4 次，以取较少的次数来考虑，取 $n=2$ ，2 次读数取中数，即一测回读数中误差为 $m_{in}/\sqrt{2}$ ，考虑到测回间较差中还应包括照准误差、大气瞬间变化的影响以及各类型测距仪 m_{in} 的差别影响等因素，其综合影响取为一测回读数中误差的 2 倍，即为 $2m_{in}/\sqrt{2}=\sqrt{2}m_{in}$ ，则同一时间段单程测回间较差为：

$$2\sqrt{2}\sqrt{2}m_{in} = 2\sqrt{2}\sqrt{2}\frac{m_D}{2\sqrt{2}} = \sqrt{2}m_D \quad (4-47)$$

即同一时间段单程测回间较差等于仪器标称精度的 $\sqrt{2}$ 倍。

3 往返或不同时段较差

电磁波测距往返观测或在两个时间段内观测是为了更好地削弱系统误差的影响。往返或不同时间段较差，不仅受 m_{in} 影响而且更主要受大气条件变化的影响以及仪器对中（或归心）误差、倾斜改正误差等等的影响，因此我们认为对这项较差起主导作用的已经不是 m_{in} ，而是 m_n 、 m_z 、 m_h ，特别是对四等和四等以上的长边，比例误差的影响更为显著，所以我们认为计算这项较差，直接采用一测回测距中误差 $m_s \leq (a+b \times D)$ 更为全面、合理。取往返或不同时间段各二测回，则往返或不同时间段较差为：

$$2\sqrt{2}\frac{m_s}{\sqrt{2}} = 2m_s = 2(a+b \times D) \quad (4-48)$$

这样规定对于短于 1000m 的一、二级小三角和短于 300m 的各级导线边长也是合适的，因为对于短边比例误差已经不起主导作用，起主导作用的则是固定误差。

4.4.19 在电磁波测距中，用观测垂直角 α_v 将斜距 S 归算为平距 D 的公式主要部分为 $D=S \times \cos\alpha_v$ ，由此式的微分得到垂直角误差 m_{α_v} 引起平距的相对中误差：

$$\frac{m_D}{D} = \sin\alpha_v \frac{m_{\alpha_v}}{\rho} \quad (4-49)$$

设测距边的平距相对中误差要求为 $1/T$ ，而规定垂直角误差只能占 $1/5$ （可以忽略不计），则以 $1/5T$ 代替 m_D/D ，得到

$$m_{\alpha_v} = \frac{\rho}{5T \sin \alpha_v} \quad (4-50)$$

由于测距边要求对向观测或在两个时段内观测（即两次观测取平均），因此单次观测对垂直角观测的误差可放宽 $\sqrt{2}$ 倍，即

$$m_{\alpha_v} = \sqrt{2} \frac{\rho}{5T \sin \alpha_v} \quad (4-51)$$

4.5 边角组合测量

4.5.1 在电磁波测距、卫星定位系统日益普及采用的情况下，城市平面控制网以单纯的三角网形式或边角组合网的形式布设已很少被采用。但是一些按原《城市测量规范》CJ J8-99 布设的城市三角网或边角组合网的成果仍在被应用，也不能排除个别地区仍然采用边角组合网，由于三角网看作边角组合网的特殊形式，故本规范将三角测量部分删去，保留了边角组合测量部分。本节将采用边角组合测量方法布设的平面控制网称为边角组合网。

4.5.2 由于原《城市测量规范》CJJ 8-99 中的对于城市平面控制网的精度要求的规定是由边角组合网（包括导线网）的模式推算出来的，因此本次修订中，将原《城市测量规范》CJJ 8-99 中城市平面控制测量一般规定中的此部分内容放到了边角组合测量中。

城市平面控制网的精度要求应满足城市最大基本比例尺测图、解析法细部坐标测量和普通市政工程施工放样的需要。城市最大基本比例尺测图为 $1:500$ ，图解精度以图上 0.1mm 计算，则实地精度为 5cm 。规定四等以下各级边角组合网的最弱点点位中误差相对于起算点（上级控制点）而言不得大于 5cm 。四等以下各级边角组合网的精度指标对于普通市政工程的施工放样也是能够满足要求的，因为放样时要求新建筑物与邻近已有建筑物或

与平面控制点的相对位置误差不应大于 $10\text{cm}\sim 20\text{cm}$ ，因此用作施工放样的控制点本身具有 5cm 的误差也是允许的。

平面控制点的点位误差是一个相对的概念，对于控制大比例尺测图和市政工程放样也应该有一个距离的范围。本规范规定：四等以下边角组合网的点位中误差是相对于起算点而言，最弱点是指其网中离开高级点最远或结构强度最薄弱处的点而言。因为四等网的平均边长为 2km ，四等以下的平面控制点离开高级控制点不会超过 1km ，对于正方形分幅 $1:2000$ 比例尺测图不大于一幅图的范围， $1:1000$ 比例尺不大于四幅图的范围，而对于 $1:500$ 比例尺则不大于 16 幅图的范围。在这样的范围内，这些控制点可能落于同一图幅或相邻图幅，因此要求其有 0.1mm 的图上精度，其最高要求实地点位中误差为 5cm 。对于市政工程施工放样来说，在大约 4km^2 范围内有上述规定的点位精度也已经能够满足要求。

至于平均边长大约为 2km 左右的四等边角组合网，本规范规定为最弱相邻点的相对点位中误差不得大于 5cm ，这是指对于相邻同级点而言。作为控制下级网，能保证同级相邻点之间的相对精度就可以了，因为下级网就依附在这些点上，而不可能绕过若干高级点而进行附和。城市四等平面控制网是基本控制网，它并不直接用于测图或施工放样，而是作为下级平面控制网的骨干，应满足 5cm 的精度要求。至于城市三等或二等网的精度要求，则根据其能保证控制下级网而进行设计。

对于平面控制网的精度，1959 年版《城市测量规范》是以最低等（指四等）三角网的最弱边相邻点的点位中误差来衡量。对于三角网来说，离开基线边最远、图形结构又较差之处存在最弱边。目前可以用多种形式布设四等或四等以上的平面控制网，对于三边网和导线网来说，每条边都是实测，无最弱边可言。本规范为了统一平面控制网的精度衡量标准，提出“最弱相邻点”的概念，这对于边角网，并不改变其原来的“最弱边相邻点”的含义；对于导线网，是指相邻而不相连测的两点，而该处导线网

的图形结构又是最差的；对于三边网，在图形结构最差之处可以找到最弱相邻点。

平面控制点的位置是根据起始数据并通过边长、角度等观测值进行计算，最后以一对平面直角坐标值（ x 、 y ）来确定的。由于观测值中的随机误差，使平面控制点的坐标也具有随机误差 m_x 、 m_y ，并定义总的点位误差为：

$$M = \sqrt{m_x^2 + m_y^2} \quad (4-52)$$

m_x 、 m_y 也称为点位在坐标轴方向上的误差。由于点位误差是一个二维随机变量，它不但可以用 m_x 、 m_y 来表示，也可以用其他任意两个相互垂直的方向上的误差，例如以某一方向为纵向、与之垂直的方向为横向的纵、横向误差 m_l 、 m_u 来表示，即

$$M = \sqrt{m_x^2 + m_y^2} = \sqrt{m_l^2 + m_u^2} \quad (4-53)$$

在一般情况下， $m_x \neq m_y$ 、 $m_l \neq m_u$ ，从这一点也可以说明，点位在各个方向上的误差是有变化的。能够全面地反映点位误差的概率分布情况的是点位误差椭圆，它能够反映出各个方向上的点位误差，包括最大与最小的误差。误差椭圆的参数为：长半轴 a_w 、短半轴 b_w 和长半轴的方向角 φ_0 ，如图 4-4 所示。根据观测值的中误差计算的误差椭圆称为中误差椭圆。中误差椭圆的长短半轴依次乘以 2 和 3，称为 2 倍中误差椭圆和 3 倍中误差椭圆。

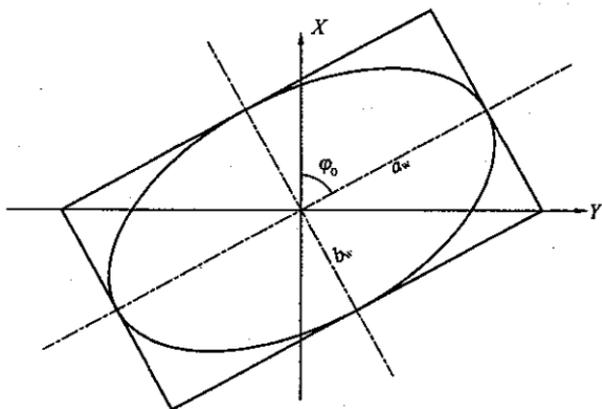


图 4-4 误差椭圆的参数

点位落入中误差椭圆内的概率为 0.394，落入 2 倍中误差椭圆内的概率为 0.865，落入 3 倍中误差椭圆内的概率为 0.989。误差椭圆不加说明时都是指中误差椭圆。

坐标轴方向上的误差 m_x 、 m_y ，和误差椭圆参数 a_w 、 b_w 、 φ 均可根据平面控制网各待定点的协因数矩阵 Q 及单位权中误差 σ_0 求得，设网中有 t 个待定点，则协因数矩阵的维数为 $2t \times 2t$ ，其一般形式为：

$$Q = \begin{bmatrix} Q_{x_1 x_1} & Q_{x_1 y_1} & Q_{x_1 x_2} & Q_{x_1 y_2} & \cdots & Q_{x_1 x_t} & Q_{x_1 y_t} \\ Q_{y_1 x_1} & Q_{y_1 y_1} & Q_{y_1 x_2} & Q_{y_1 y_2} & \cdots & Q_{y_1 x_t} & Q_{y_1 y_t} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ Q_{x_t x_1} & Q_{x_t y_1} & Q_{x_t x_2} & Q_{x_t y_2} & \cdots & Q_{x_t x_t} & Q_{x_t y_t} \\ Q_{y_t x_1} & Q_{y_t y_1} & Q_{y_t x_2} & Q_{y_t y_2} & \cdots & Q_{y_t x_t} & Q_{y_t y_t} \end{bmatrix} \quad (4-54)$$

第 i 点坐标的方差与协方差为：

$$\left. \begin{aligned} m_{x_i}^2 &= \sigma_0^2 Q_{x_i x_i} \\ m_{y_i}^2 &= \sigma_0^2 Q_{y_i y_i} \\ m_{x_i y_i} &= \sigma_0^2 Q_{x_i y_i} \end{aligned} \right\} \quad (4-55)$$

式中： σ_0 ——单位权中误差。

网中所有待定点坐标的方差——协方差矩阵为：

$$D = \sigma_0^2 Q = \begin{bmatrix} m_{x_1}^2 & m_{x_1 y_1} & m_{x_1 x_2} & m_{x_1 y_2} & \cdots & m_{x_1 x_t} & m_{x_1 y_t} \\ m_{y_1 x_1} & m_{y_1}^2 & m_{y_1 x_2} & m_{y_1 y_2} & \cdots & m_{y_1 x_t} & m_{y_1 y_t} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ m_{x_t x_1} & m_{x_t y_1} & m_{x_t x_2} & m_{x_t y_2} & \cdots & m_{x_t}^2 & m_{x_t y_t} \\ m_{y_t x_1} & m_{y_t y_1} & m_{y_t x_2} & m_{y_t y_2} & \cdots & m_{y_t x_t} & m_{y_t}^2 \end{bmatrix} \quad (4-56)$$

根据待定点坐标的方差—协方差矩阵，可按下式计算第 i 点误差椭圆的参数：

$$\left. \begin{aligned} \varphi_0 &= \frac{1}{2} \tan^{-1} \left(\frac{2m_{x_i y_i}}{m_{x_i}^2 - m_{y_i}^2} \right) \\ a_w^2 &= \frac{1}{2} \left\{ m_{x_i}^2 + m_{y_i}^2 + \sqrt{(m_{x_i}^2 - m_{y_i}^2)^2 + 4m_{x_i y_i}^2} \right\} \\ b_w^2 &= \frac{1}{2} \left\{ m_{x_i}^2 + m_{y_i}^2 - \sqrt{(m_{x_i}^2 - m_{y_i}^2)^2 + 4m_{x_i y_i}^2} \right\} \end{aligned} \right\} \quad (4-57)$$

由此可见，对第 i 点的点位误差：

$$M_i^2 = m_{x_i}^2 + m_{y_i}^2 = a_w^2 + b_w^2 \quad (4-58)$$

在独立网中，坐标误差、误差椭圆和点位误差都是对起算点而言；在附合于多个高级点的加密网中，是对各个高级点而言，所以有时又称为绝对点位误差、绝对点位误差椭圆，简称为点位误差、点位误差椭圆，在本规范中用来衡量四等以下平面控制点相对于起算点的点位误差。

在四等及四等以上的平面控制网中，根据控制低级网的需要，本规范规定同级网的最弱相邻点的精度指标，即规定两个待定点之间（不论是否联测）的相对点位误差。这就需要用到两点之间的坐标增量误差、边长和方向角误差或相对点位误差椭圆来衡量。

任意两个待定点 i 、 j 的相对位置可以用其坐标差（坐标增量）来表示：

$$\Delta x_{ij} = x_j - x_i \quad \Delta y_{ij} = y_j - y_i \quad (4-59)$$

根据待定点坐标的方差—协方差矩阵，可以分离出有关 i 与 j 点的子矩阵：

$$D_{ij} = \begin{bmatrix} m_{x_i}^2 & m_{x_i y_i} & m_{x_i x_j} & m_{x_i y_j} \\ m_{y_i x_i} & m_{y_i}^2 & m_{y_i x_j} & m_{y_i y_j} \\ m_{x_j x_i} & m_{x_j y_i} & m_{x_j}^2 & m_{x_j y_j} \\ m_{y_j x_i} & m_{y_j y_i} & m_{y_j x_j} & m_{y_j}^2 \end{bmatrix} \quad (4-60)$$

按协方差传播定律，可以得到 i 、 j 点增量的方差和协方差：

$$\left. \begin{aligned} m_{\Delta x}^2 &= m_{x_i}^2 + m_{x_j}^2 - 2m_{x_i x_j} \\ m_{\Delta y}^2 &= m_{y_i}^2 + m_{y_j}^2 - 2m_{y_i y_j} \\ m_{\Delta x \Delta y} &= m_{x_i y_i} + m_{x_j y_j} - m_{x_i y_j} - m_{x_j y_i} \end{aligned} \right\} \quad (4-61)$$

即 i 、 j 点增量的方差—协方差矩阵为：

$$D_{\Delta x \Delta y} = \begin{bmatrix} m_{\Delta x}^2 & m_{\Delta x \Delta y} \\ m_{\Delta x \Delta y} & m_{\Delta y}^2 \end{bmatrix} \quad (4-62)$$

而 i 、 j 点的相对点位误差为：

$$M_{ij} = \sqrt{m_{\Delta x}^2 + m_{\Delta y}^2} \quad (4-63)$$

i 和 j 点之间的边长和方向角的计算公式为：

$$S = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} \quad \alpha = \tan^{-1} \left(\frac{\Delta y}{\Delta x} \right) \quad (4-64)$$

根据两点间增量的方差和协方差，按协方差传播定律，得到：

$$\left. \begin{aligned} m_s^2 &= \cos^2 \alpha m_{\Delta x}^2 + \sin^2 \alpha m_{\Delta y}^2 + 2 \sin \alpha \cos \alpha m_{\Delta x \Delta y} \\ m_u^2 &= \left(\frac{\Delta y}{S^2} \rho \right)^2 m_{\Delta x}^2 + \left(\frac{\Delta x}{S^2} \rho \right)^2 m_{\Delta y}^2 - 2 \Delta x \Delta y \left(\frac{\rho}{S^2} \right)^2 m_{\Delta x \Delta y} \end{aligned} \right\} \quad (4-65)$$

如果以两点间的边长误差 m_s 作为纵向误差 m_l ，则方向角误差的弧度 $\frac{m_u}{\rho}$ 乘以边长 S 可作为横向误差 m_u ，即：

$$\left. \begin{aligned} m_l^2 &= m_s^2 \\ m_u^2 &= \frac{m_u^2}{\rho^2} S^2 = \sin^2 \alpha m_{\Delta x}^2 + \cos^2 \alpha m_{\Delta y}^2 - 2 \sin \alpha \cos \alpha m_{\Delta x \Delta y} \end{aligned} \right\} \quad (4-66)$$

因此 i 、 j 点的相对点位误差也可表示为：

$$M_{ij} = \sqrt{m_s^2 + \left(\frac{m_u}{\rho} S \right)^2} = \sqrt{m_l^2 + m_u^2} \quad (4-67)$$

更全面地表示相对点位误差，则用下式求出相对误差椭圆

参数:

$$\left. \begin{aligned} \varphi_0 &= \frac{1}{2} \tan^{-1} \left(\frac{2m_{\Delta x \Delta y}}{m_{\Delta x}^2 - m_{\Delta y}^2} \right) \\ a_{ij}^2 &= \frac{1}{2} \left\{ m_{\Delta x}^2 + m_{\Delta y}^2 + \sqrt{(m_{\Delta x}^2 - m_{\Delta y}^2)^2 + 4m_{\Delta x \Delta y}^2} \right\} \\ b_{ij}^2 &= \frac{1}{2} \left\{ m_{\Delta x}^2 + m_{\Delta y}^2 - \sqrt{(m_{\Delta x}^2 - m_{\Delta y}^2)^2 + 4m_{\Delta x \Delta y}^2} \right\} \end{aligned} \right\} (4-68)$$

因此 i 、 j 点的相对点位误差也可表示为:

$$M_{ij} = \sqrt{a_{ij}^2 + b_{ij}^2} = \sqrt{m_{\Delta x}^2 + m_{\Delta y}^2} = \sqrt{m_s^2 + \left(\frac{m_k}{\rho} S\right)^2} \quad (4-69)$$

相对点位误差的衡量可以用以上任何一种计算方法, 这几种计算方法所以会得到同一结果是基于坐标轴的旋转并不影响点位精度这一原理。按以边长方向为纵向的纵、横向误差计算时, 实质上就是把坐标轴旋转至两点的连线方向而计算坐标轴方向的误差; 按相对点位误差椭圆的长、短半轴计算时, 实质上就是把坐标轴旋转至最大误差的方向而计算坐标轴方向的误差。

4.5.3 在城市平面控制测量生产应用中, 绝少采用纯三边网, 由于采用各种形式的边角组合网, 可以增加控制网的可靠性和点位精度的均匀性。边角组合网是以测边为主根据优化设计加测部分方向(或角), 或以测角为主加测部分边的组合网, 所有的边长和方向(或角)均作为观测数据参加平差。边角组合网的形式是多种多样的, 故在论证其技术要求时, 仍以三边网为主进行精度分析。

在平面控制网中, 为了最终确定点位和方向, 需要确定三角形中的各边和各角。三角网通过起始边长和观测角度来推算待定边长, 而三边网则通过观测边长来推算角度。两者的主要观测值不同, 而确定点位并保证具有必要的精度的目的是相同的。

在三边网中, 首先分析边长观测中误差对推算角度的影响。在一个三角形中(如图 4-5), 三边网的边和角的误差基本关系可以通过余弦公式 $c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos \gamma$ 的微分而得到:

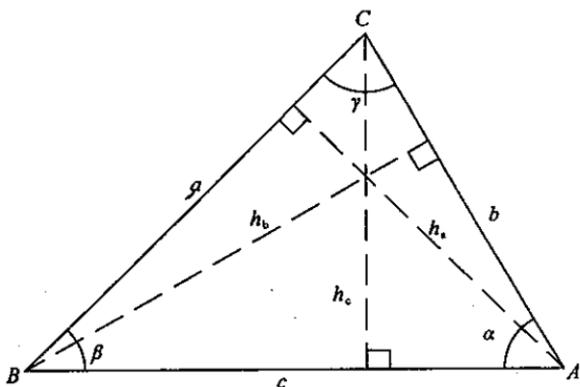


图 4-5 三角形的边、角及高

$$d\gamma = \frac{\rho}{h_c} (-\cos\beta da - \cos\alpha db + dc)$$

或
$$d\gamma = \rho \left\{ -\cot\beta \frac{da}{a} - \cot\alpha \frac{db}{b} + (\cot\alpha + \cot\beta) \frac{dc}{c} \right\} \quad (4-70)$$

根据独立观测值的误差传播定律：

$$m_\gamma = \rho \sqrt{\cot^2\beta \left(\frac{m_a}{a}\right)^2 + \cot^2\alpha \left(\frac{m_b}{b}\right)^2 + (\cot\alpha + \cot\beta)^2 \left(\frac{m_c}{c}\right)^2} \quad (4-71)$$

如果设测距的相对误差为一常数，即

$$\frac{m_a}{a} = \frac{m_b}{b} = \frac{m_c}{c} = \frac{m_s}{S} \quad (4-72)$$

则

$$m_\gamma = \rho \frac{m_s}{S} \sqrt{2(\cot^2\alpha + \cot^2\beta + \cot\alpha\cot\beta)} \quad (4-73)$$

如果为等边三角形，则

$$m_\alpha = m_\beta = m_\gamma = \rho \frac{m_s}{S} \sqrt{2} \quad (4-74)$$

设 m_t 为每一观测方向的中误差，则 $m_t \sqrt{2} = m_\beta$ ，因此

$$\frac{m_s}{S} = \frac{m_t}{\rho} \quad (4-75)$$

公式(4-75)可以作为边长观测值精度与角度观测值精度相匹配的理论依据。在实测的边角组合网中,以及用典型图形模拟计算中,证明其正确性。

本规范按照城市边角组合网的设计应和城市三角网的规格取得一致的原则,采用平均边长相一致、测边和测角的精度相一致的规定,见表4-9。

表4-9 三角网、三边网的平均边长和观测精度

三边网和三角网等级	平均边长(km)	三角网角度、方向观测		三角网边长观测		测边所用测距仪的标称精度	
		m_{β} (")	m_{γ} (")	m_s/S	m_s (mm)	加常数	乘常数
二等	9	1.0	0.7	1/300000	30	5	3
三等	5	1.8	1.3	1/160000	30	5	5
四等	2	2.5	1.8	1/120000	16	5	5
一级	1	5	3.5	1/60000	16	10	10
二级	0.5	10	7.1	1/30000	16	10	10

从表4-9可以看出三边网所需要的测距仪精度是目前中、短程测距仪所具有的,实测的边长精度还可以比表列数字有所提高。

由于三边网的各边均为独立测定,平差后的边长精度(纵向误差)基本上是均匀的,但其方向精度(横向误差)受到传算线路中角度误差的影响,而角度误差与图形有关。因此三边网在选点时应和三角网一样,必须重视图形结构,以正三角形为理想图形。其大角和小角的限制的理論根据如下:

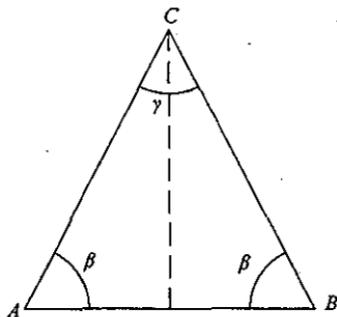


图4-6 等腰三角形

设 γ 角为等腰三角形的顶角,见图4-6。

$$\text{则 } m_{\gamma} = \rho \frac{m_s}{S} \cot \beta \sqrt{6} = 0.505 \times \frac{m_s}{S} \times 10^6 \tan \frac{\gamma}{2} \quad (4-76)$$

对于各个等级不同的测距相对中误差，以及大小不同的 γ 角，按边长计算的角度中误差见表 4-10。

表 4-10 等腰三边网测距误差引起的角度误差 (")

γ (°)	m_s/S				
	1/300000	1/160000	1/120000	1/60000	1/30000
30	0.45	0.84	1.13	2.26	4.51
40	0.61	1.15	1.53	3.06	6.13
50	0.79	1.47	1.96	3.93	7.85
60	0.97	1.82	2.43	4.86	9.72
70	1.18	2.21	2.95	5.90	11.8
80	1.41	2.65	3.53	7.07	14.1
90	1.68	3.16	4.21	8.42	16.8
100	2.01	3.76	5.02	10.0	20.1
110	2.41	4.51	6.01	12.0	24.1
120	2.92	5.47	7.29	14.6	29.2

由此可见，三边网中的角度精度随所对角度的增大而降低，因此在每一三角形中首先应限制最大的角度。设以 60° 角度为标准，以标准角度的误差的两倍为极限，因此规定三角形的内角不应大于 100° 。另一方面，三角形的内角越小，所对的边长也越短，过短的边长导致测距相对误差的增加，形成不利图形，因此又规定三角形的内角不应小于 25° ，有小于 30° 的角度的三角形应控制在三角形个数 10% 以下。

观测在进行中或结束时，对野外测量成果的检核是十分重要的，大都认为三边网的检核条件较少，三边网边长的对向观测的差值实际上也是很好的检核，因此本规范规定对于网中每一个中点多边形、大地四边形或扇形必须作圆周角条件及组合角条件的检核。

为了进行上述检核，首先必须列出这些条件方程式，三边网的条件方程式可以用多种形式写出，考虑到测量工作者已熟悉三角网中极条件的检核，因此建议采用圆周角条件和组合角条件的形式，把边长闭合差化为角度闭合差而检验其是否超限。

4.5.5 对于城市边角网测量中水平角观测的技术要求，考虑到角度观测的精度与照准目标点的距离有关，距离较远受通视条件的影响也较大。因此，本次规范修订保留了原《城市测量规范》CJJ 8-99 中的指标规定，以“大于”和“小于等于”各等三角网平均边长为界线，规定两种不同的测回数，前者采用较多的测回数，而后者较少，对于一、二级边角网则不作这样的区分。这样既与国家规范规定的测回数取得一致，又符合经济合理的原则，以获得较高的经济效益。实践证明，采用较少测回数是能够达到测角精度指标的。

4.5.10 因超限而重测的完整测回称为重测。因对错度盘、测错方向、读记错误、上半测回归零差超限、碰动仪器、气泡偏离过大以及其他原因未测完的测回，均可立即重新观测，而不算作重测测回数。

4.6 成果整理与提交

4.6.2 静态卫星定位网观测数据预处理工作主要是对观测的基线数据进行解算和检验。一般采用卫星定位接收机自带的商用软件进行基线解算，基线解算工作的要求详见现行行业标准《卫星定位城市测量技术规范》CJJ/T 73。基线解算工作完成后要对解算的成果进行检验，包括同一时段观测值的数据剔除率的检验、复测基线的长度较差的检验、GNSS 网中任何一个三边构成的同步环闭合差的检验、异步环或附合线路坐标闭合差的检验，现行行业标准《卫星定位城市测量技术规范》CJJ/T 73 对基线解算数据的检验有很详细和明确的规定，因此本规范直接进行了引用。

静态卫星定位网平差包括三维无约束平差和约束平差两个步

骤的工作。第一步是进行三维无约束平差，三维无约束平差是在地心坐标系下进行的，通常以网中一个点的已知地心系三维坐标作为无约束平差的起算点。无约束平差的目的，主要是检验卫星定位网有无残余的粗差基线向量和其内部符合精度。静态卫星定位网平差的第二步是在无约束平差满足精度要求后确定的有效观测测量基础上，在国家坐标系或城市独立坐标系下进行经三维约束平差或二维约束平差。约束点的已知坐标、已知距离或已知方位，作为强制约束的固定值。无约束平差的基线向量各分量改正数反映了卫星定位网内部符合精度，是不受起算数据误差影响的。约束平差后，同名基线在约束平差和无约束平差中的改正数过大，则说明起算数据误差引起了卫星定位网变形。为了不降低卫星定位网的精度，要比较两类平差法的基线改正数较差。

由于现行行业规范《卫星定位城市测量技术规范》CJJ/T 73对卫星定位网的平差要求规定得非常详细，因此本规范没有再直接规定，只对其进行了引用。

4.6.7 本条将原《城市测量规范》CJJ 8-99中三角测量的验算作为边角组合网检核的一部分即以测角为主的边角组合网的检核，并将检核的项目和限差放到本条第4款。

5 高程控制测量

5.1 一般规定

5.1.1 目前我国各城市所采用的高程系统尚不统一，个别城市还有同时使用两个高程系统的，这显然对城市测绘成果的共享利用，带来极大的不便和困难，而且在使用上也很容易产生差错。为了改变这种混乱状态，提高测绘成果的经济效益，做到一测多用，同时为了便于跨地区的水利工程及其他大型工程建设的需要，高程系统的统一是很重要的。因此本规范规定，一个城市只应采用一个统一的高程系统，城市高程控制网的高程系统，宜采用 1985 国家高程基准或沿用 1956 年黄海高程系。1985 国家高程基准青岛原点高程为 72.260m，而 1956 年黄海高程系青岛原点高程为 72.289m。很多城市由于历史的原因还在沿用地方高程系，因此本次规范修订时增加了可采用地方高程系的规定。当城市高程系统采用地方高程系时，应与国家高程系统建立联系。

5.1.2 原《城市测量规范》CJJ 8-99 规定将城市高程控制网等级划分为二、三、四等。本次修订考虑到城市测量中对高程精度有特殊需要者，增加了一等高程控制网，规定了一、二、三、四等高程控制网宜采用水准测量的方法施测，此时高程控制网的等级与国家水准测量等级划分相一致。一等高程控制网应单独设计并布设成一等水准网，其精度要求可参照国家一等水准测量的规定。

城市高程控制网的建立可以用水准测量、三角高程（高程导线）测量或卫星定位高程测量的方法，目前仍以水准测量为主。

随着电磁波测距仪及全站仪的推广应用，城市四等及一、二、三级导线在测量距离和水平角的同时，能以较高精度测定垂直角，再量取仪器高和棱镜高，则可以在测定平面控制网的同

时，测定达到四等水准测量精度的高程导线。

随着卫星定位技术的发展，目前利用卫星定位的大地高成果结合似大地水准面精化成果进行高程控制网测量可以达到四等水准测量的精度。因此本条增加了卫星定位高程测量可以用于平原和丘陵地区的城市四等高程控制。

5.1.3 高程控制测量的精度除与施测使用的仪器、操作方法、观测条件、作业水平、标石埋设质量以及网形结构等因素有关外，还与高程起算点的稳定性密切相关。特别对超量开采地下水等有地面沉降的城市，建立稳固的基岩水准标石作为城市高程控制网的起算点尤为重要。目前有许多城市地面沉降较严重，应该引起重视。有明显地面沉降的城市如果没有一个高程稳定的起算点，则高程控制网将失去基准，地面沉降观测的成果将产生扭曲。因此建立基岩水准标石对于大城市或存在地面沉降的城市具有重要意义。不存在地面沉降的一般城市，其高程控制网可以用城市范围内或邻近的国家高程控制点作为起算点，以方便与国家高程系统建立联系。

5.1.5 城市高程控制网是城市大比例尺测图、城市工程测量和城市地面沉降观测的基本控制，它的高程精度应能满足城市 1:500 比例尺测图、市政工程测量等方面的需要。

城市最大基本比例尺 1:500 地形图的等高距大多为 0.5m，要求图根点的高程相对于起算点的高程中误差不得大于等高距的 1/10，则为 50mm，作为图根点高程起算点的各等高程控制点（多数为四等高程控制点）其精度按提高至 2 倍计为 $\pm 25\text{mm}$ 。不用等高线表示地形的城市建筑区和平坦地区的地物平面图，规定其地面的高程注记点相对于近邻图根点的高程中误差不得大于 0.15m，当等高距为 0.5m 时，图根点的高程应用图根水准测定，其路线闭合差不得超过 $\pm 40\sqrt{L}$ (mm)，则具有 $\pm 25\text{mm}$ 高程精度的水准点也足以进行控制。

在城市工程测量中，以市政工程中的自流管道对高程放样精度要求为最高。当管道的最小设计坡度为 0.5‰ 时，即每千米的

设计高差为 0.5m，为保证设计坡度施工放样的精度要求，在设计、施工阶段的测量误差按 1/10 计为 $\pm 50\text{mm}$ ，则作为市政工程高程起算点的高程控制点的精度按提高至 2 倍计为 $\pm 25\text{mm}$ 。

考虑到高程控制点的误差既由测量误差引起，也受到高级点的起始数据误差的影响。以起始数据误差影响为测量误差的 $1/\sqrt{2}$ 计算，则由高程测量误差引起的高程控制网中最弱点的高程中误差应为： $25/\sqrt{1^2 + (1/\sqrt{2})^2} = 20\text{mm}$ 。因此本规范对高程控制测量的基本精度要求规定为：各等高程控制网中最弱点（相对于起算点）的高程中误差不得超过 0.02m。

从一些城市实测资料统计结果来看，说明本规范“0.02m”的精度指标是能够达到的。

5.1.7 关于高程控制网单一路线（环线或附合于高等级点间路线）最大长度的规定，其理论依据如下：单一的环线或附合路线中的最弱点在线路的中部，如图 5-1 所示。为了保证最弱点相对于起算点的必要精度（0.02m），应根据各等高程控制测量的每千米高差测定的中误差，来限制高程控制网路线的长度 L 。

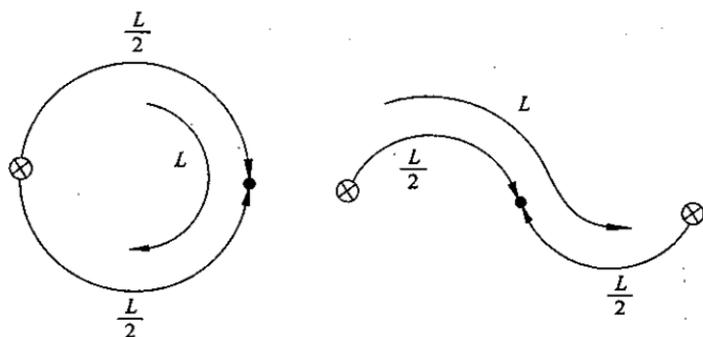


图 5-1 高程控制网单一路线中的最弱点

⊗—起算点；●—最弱点

由于最弱点的高程可以从两条路线（其长度为 $L/2$ ）来推算，而最终取其平均值，因此最弱点的高程中误差为：

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

式中： M_w ——该等高程控制测量每千米的高差测定全中误差 (mm)；

L ——单一路线的长度 (km)。

按照各等高程控制测量的 M_w 和城市高程控制网布设精度要求，令 $m_h=20\text{mm}$ ，则可以用式 (5-2) 计算各等高程控制测量的单一路线的容许长度：

$$L = \left(\frac{2m_h}{M_w}\right)^2 = \left(\frac{40}{M_w}\right)^2 \quad (5-2)$$

对于各等高程控制测量， L 的计算值与规范的采用值如表 5-1 所示。

表 5-1 各等高程控制网单一线路的容许长度

等级	M_w (mm)	m_h (mm)	L 计算值 (km)	L 容许值 (km)
二等	2	20	400	400
三等	6		44	45
四等	10		16	15

高程控制网的布设不限于单线，尤其是作为加密网，往往布设成结点网或格网形式。故本规范又规定，对于高程控制网规定结点与高级点之间或结点与结点之间的路线容许长度为单线的 0.7 倍。

根据城市测量特点，城市建设需要高程控制点有较大的密度，因此本规范规定高程控制点间距离（测段长度）在建筑区为 1km~2km，其他地区为 2km~4km，这样的规定是符合城市测量的实际需要的。

5.1.9 为了与国家标准保持一致，将原《城市测量规范》CJJ 8-99 中有关水准仪系列的分级及基本技术参数规定删去，更改为“水准仪系列的分级及基本技术参数应符合现行国家标准《水准仪》GB/T 10156 的规定”。

由于现行的国家标准对用于高程控制测量的水准仪标尺的技术指标均有详细的规定，因此本条将原《城市测量规范》CJJ 8-99 中“水准标尺的米间隔平均真长与名义长之差，对于线条式因瓦标尺不应大于 0.10mm，对于区格式木质标尺不应大于 0.50mm。”的规定删去。

5.1.10 本条规定了高程测量外业观测记录要求。随着技术的发展应用电子记簿的方式非常普遍，因此在高程控制测量中应优先采用电子记录方式，但是也不能排除个别地区仍然采用纸质手簿，所以也对纸质手簿填写作了规定。采用纸质手簿记录时，应注意下列事项：

1 手簿中记载项目的原始观测数据应字迹清晰端正、填写齐全。外业手簿中任何原始记录，包括文字，不应擦改或涂改，更不能转抄复制。

2 当原始记录米与分米数字或文字有误时，应以单线划去，在其上方写出正确数字和文字，并应在备考栏内注明原因，但一测站内不应有两个相关数字连环更改。划去不用的废站亦应注明原因。

5.2 选点与埋石

5.2.5 随着电子技术的发展，数码照相设备已经非常普及。为了控制埋石的质量以及为以后寻找高程控制点方便，本次规范修订增加了二、三等高程控制点埋石过程中各个环节拍摄照片的要求。对于预制标石的埋设应拍摄反映标石坑的形状和尺寸的标石坑照片、反映标石安置是否平直端正的标石安置照片和反映标石埋设位置的地物、地貌景观的标石埋设位置远景照片；对于现场浇注的标石还应拍摄反映骨架捆扎的形状和尺寸的钢筋骨架照片、反映基座的形状及钢筋骨架安置是否正确的基座建造后照片、反映标志安置是否平直、端正的标志安置照片、反映标石整饰是否规范的标石整饰后照片。

5.2.6 本条增加了高程控制点标石埋设后需要经过一定的稳定

期后才能进行二等水准观测的要求，稳定期的时间长度引自现行国家标准《国家一、二等水准测量规范》GB/T 12897。

5.2.7 本次规范修订增加了二、三等高程控制点埋石结束后上交资料内容的相应规定。根据城市高程控制测量的一些实际情况，将原《城市测量规范》CJJ 8-99 中各等高程控制点均应办理委托保管手续更改为二、三等高程控制点应提交测量标志委托保管书。

5.2.8 本条增加了对高程控制点检查和维护的要求。现行国家标准《国家一、二等水准测量规范》GB/T 12897 中要求一、二等水准点应每 5 年定期检查和维修，本次规范修订根据城市的具体情况规定了各等高程控制点的检查和维护周期不应超过 5 年，复测前也应对高程控制点进行检查和维护。

5.3 水准测量

5.3.1 水准测量的主要技术要求是根据水准测量中误差传播的规律。用水准测量测定高差的精度受到水准测量中偶然误差（水准尺读数误差、水准管气泡居中误差、补偿摆置平误差等）和系统误差（仪器误差、系统性折光误差等）的影响。高差测量的中误差 m_h 的一般表达式为：

$$m_h^2 = \epsilon^2 L + \delta^2 L^2 \quad (5-3)$$

式中： ϵ ——单位距离中的偶然误差；

δ ——单位距离中的系统误差；

L ——水准路线的长度。

在短程的水准测量中，系统误差的影响小于偶然误差的影响。在城市水准测量中，水准点间距离很短，因此估算用水准测量测定两点间高差的精度，可以用公式（5-4）估算：

$$m_h = M\sqrt{L} \quad (5-4)$$

式中： M ——每千米高差测定的中误差（mm）；

L ——两点间的距离（km）。

设以 M 为单位权中误差，则两点间线路的权为：

$$P = \frac{1}{L} \quad (5-5)$$

在各等水准测量中，两水准点之间的高差需要进行往返观测而取其平均值（中数）作为观测值。如果水准点间的距离较长，也可分为若干测段，分段进行往返观测。水准测量往返观测的差数可以用来初步评定水准测量的精度。由于各测段路线长度不同，为不等权观测，求不等权观测的单位权中误差的公式为：

$$m_0 = \sqrt{\frac{P\epsilon\epsilon}{n}} \quad (5-6)$$

式中： ϵ ——观测值的真误差；

P ——观测值的权；

n ——观测值的个数。

根据实测资料的统计分析：在水准测量中，大部分的偶然误差能反映在短距离（例如一个测段）的往返测高差差值中；在长距离（例如闭合环线或两高级点间的附和路线）中，系统误差在高差闭合差中可能有所反映。因此，用公式（5-6）根据测段间的往返测高差之差 Δ ，可以求得水准测量的每千米高差中数的偶然中误差 M_Δ ；根据环线或附和路线的高差闭合差 W ，可以求得水准测量的每千米高差中数的全中误差（偶然误差与系统误差的联合影响） M_w 。

设以1km的单程水准测量的权为1，第 i 测段的长度为 L_{si} （km），则单程观测的权为 $1/L_{si}$ ，往返差值为 Δ_i ，其权为 $1/(2L_{si})$ 。因此公式（5-6）中的

$$[P\epsilon\epsilon] = \frac{1}{2} \left[\frac{\Delta\Delta}{L_s} \right] \quad (5-7)$$

设有 n' 个测段，则每千米单程观测的高差偶然中误差为：

$$\sqrt{\frac{[P\epsilon\epsilon]}{n'}} = \sqrt{\frac{1}{2n'} \left[\frac{\Delta\Delta}{L_s} \right]} \quad (5-8)$$

因此，每千米往返测高差中数的偶然中误差为：

$$M_\Delta = \sqrt{\frac{1}{4n'} \left[\frac{\Delta\Delta}{L_s} \right]} \quad (5-9)$$

设第 i 个闭合环或附和路线的长度为 L_i (km), 高差闭合差为 W_i , 其权为 $1/L_i$ 。因此公式 (5-6) 中的

$$[P\epsilon\epsilon] = \left[\frac{WW}{L} \right] \quad (5-10)$$

设有 N 个环线和附和路线, 则每千米高差中数的全中误差为:

$$M_w = \pm \sqrt{\frac{1}{N} \left[\frac{WW}{L} \right]} \quad (5-11)$$

公式 (5-9) 及公式 (5-11) 即为本规范第 5.6.2 条中的公式 (5.6.2-1) 与公式 (5.6.2-2)。

根据水准测量观测数据计算水准测量每千米高差中误差的目的: 一是对本次水准测量的精度作出评定; 二是为今后水准网的精度估算与设计提供依据。

水准测量的主要技术要求中, 与国家水准测量相一致, 规定了二、三、四等水准测量的每千米高差中数的中误差 (偶然中误差 M_Δ 与全中误差 M_w)。据此可以推求往返测高差不符值与路线高差闭合差的容许值。

测段间单程高差测量的中误差为:

$$m_h = M_\Delta \sqrt{2} \sqrt{L_s} \quad (5-12)$$

测段间往返测高差之差 (高差不符值) 的中误差为:

$$m_{\Delta h} = m_h \sqrt{2} = 2M_\Delta \sqrt{L_s} \quad (5-13)$$

测段间容许的往返测高差不符值以两倍中误差计为:

$$m_{\Delta hp} = 4M_\Delta \sqrt{L_s} = 2M_w \sqrt{L_s} \quad (5-14)$$

环线或附和路线的高差闭合差的中误差为:

$$m_{\Sigma h} = M_w \sqrt{L} \quad (5-15)$$

容许的环线或附和路线的高差闭合差以两倍中误差计为:

$$m_{\Sigma hp} = 2M_w \sqrt{L} \quad (5-16)$$

在山区进行水准测量时考虑到测站数要增加, 对容许闭合差的规定略为放宽。

5.3.2 本条规定了新购置的仪器、作业前或跨河水准测量前仪器的检验项目、方法和要求应按现行国家标准《国家一、二等水准测量规范》GB/T 12897 与《国家三、四等水准测量规范》GB/T 12898 中的规定执行。由于现行国家标准中已经规定了自动安平水准仪补偿误差的限差标准，因此将原《城市测量规范》CJJ 8-99 中“二等水准测量采用补偿式自动安平水准仪施测时，其补偿误差不应大于 0.2”的规定删去。在本规范修订期间《数字水准仪检定规程》CH/T 8019 和《因瓦条码水准标尺检定规程》CH/T 8020 两个行业标准正式发布，因此增加了数字水准仪和因瓦条码水准标尺的检验应按上述两个标准执行的规定。

本条中对于 i 角的检校重新进行了规定，将光学水准仪按照自动安平光学水准仪和气泡式水准仪加以区分进行规定。 i 角的检校次数和周期等也因现行的《国家一、二等水准测量规范》GB/T 12897 与《国家三、四等水准测量规范》GB/T 12898 的修订而有所改变。增加了数字水准仪 i 角的检校的相关规定。

5.3.5 将原《城市测量规范》CJJ 8-99 本条的内容重新调整、归纳和补充。将二等水准观测、与三、四等水准观测的要求分开规定，条理上更为清晰。本条规定了二等水准测量的观测要求，根据现行的国家标准增加了数字水准仪的观测要求。修改了观测读数和计算的数字取位要求，使其与现行国家标准《国家一、二等水准测量规范》GB/T 12897 一致。

5.3.6 本条规定了三、四等水准测量的观测要求，增加了数字水准仪的观测要求，修改了观测读数和计算的数字取位要求，使其与现行国家标准《国家三、四等水准测量规范》GB/T 12898 一致。

5.3.7 本条规定了各等水准观测过程中应遵守的事项，增加了气泡式水准仪观测前的注意事项和数字水准仪观测过程中的注意事项等。

5.3.8 对各等水准观测的视线长度、前后视距差、前后视距累积差和视线高度的要求进行了修改，尤其是三、四等水准观测，

修改后的要求与现行的《国家三、四等水准测量规范》GB/T 12898 的规定是一致的。增加了利用数字水准仪进行各等水准观测的视线长度、前后视距差、前后视距差累积、视线高度和重复测量次数的要求。

5.3.9 对各等水准观测的测站观测限差的要求，增加了使用双摆位自动安平水准仪和数字水准仪观测时的限差要求。

5.4 高程导线测量

5.4.1 随着技术的发展，光学经纬仪已被逐步淘汰，因此将原《城市测量规范》CJJ 8-99 的三角高程测量一节中有关经纬仪三角高程测量和经纬仪三角高程导线的要求删除，同时删除了用经纬仪三角高程测定各等级平面控制网高程的要求，保留并增加了电磁波测距三角高程测量代替四等水准的高程导线的相关要求。将本节更名为高程导线测量。

使用全站仪，置于两端或中间观测两点间的斜距与垂直角，量取仪器高与棱镜高，以计算两点间的高差，称为电磁波测距三角高程测量。电磁波测距三角高程测量的精度经实践证明可以达到四等高程控制测量的精度，宜按某一路线传递高程，称为四等高程导线。

本节规定的高程导线的测量方法和要求主要针对电磁波测距三角高程测量方法代替四等水准的高程导线。

5.4.2 高程导线各边的高差测定应采用对向观测，主要是为了抵消垂直角观测中的大气垂直折光影响。

在每一照准点安置仪器进行对向观测的方法，称为每点设站法。每隔一照准点安置仪器的施测方法，称为隔点设站法。

5.4.3 本条高程导线的边长和垂直角观测要求中，对仪器高、棱镜高的量测要求与原《城市测量规范》CJJ 8-99 的要求基本一致，其他各项要求均引自现行国家标准《国家三、四等水准测量规范》GB/T 12898。

5.4.4 本条增加了隔点设站方法的相邻照准点间高差计算公式。

该计算公式引自现行国家标准《国家三、四等水准测量规范》GB/T 12898。

5.4.6 增加了高程导线的各项观测读数和计算取位的要求，该要求与现行国家标准《国家三、四等水准测量规范》GB/T 12898 相同。

5.4.7 测量结果的各项限差引自现行国家标准《国家三、四等水准测量规范》GB/T 12898。

5.5 卫星定位高程控制测量

5.5.1 本次规范修订删除了原《城市测量规范》CJJ 8-99 中地面沉降观测一节，编者认为对地面沉降的观测应不属于高程控制测量的范畴，因此将其删去。

随着卫星定位技术的普遍应用，我国不少的大中型城市均进行了似大地水准面精化的工作，为卫星定位高程测量代替水准测量打下了基础。经许多城市的实践证明，在平地 and 丘陵地区卫星定位高程测量可以达到四等水准测量的精度，因此本节将利用卫星定位高程测量代替四等水准测量的工作称为卫星定位高程控制测量。本节的所有规定和要求均针对采用卫星定位测量方法进行四等高程控制测量。

5.5.2 卫星定位测量方法建立四等高程控制网所用高程异常模型的精度要求引自现行行业标准《卫星定位城市测量技术规范》CJJ/T 73 的规定。“高程异常模型高程中误差”是指高程异常模型的外业实际检测精度，即“外符合精度”。“高程异常模型内符合中误差” μ 按公式(5-17)计算。

$$\mu = \sqrt{[v_i v_i] / (n-1)}$$
$$v_i = H'_i - H_i \quad (5-17)$$

式中： v_i ——拟合点的拟合残差；

H'_i ——拟合点的卫星定位测量高程；

H_i ——拟合点的水准测量的高程；

μ ——高程异常模型内符合中误差；

n ——参与拟合的点数。

5.5.4 本条规定了“高程异常模型高程中误差”的检测方法。高程异常模型高程中误差 M 按公式 (5-18) 计算。

$$M = \sqrt{[V_i V_i] / n}$$
$$V_i = H'_i - H_i \quad (5-18)$$

式中： V_i ——检测点的卫星定位高程与水准高程之差；

H'_i ——检测点的卫星定位测量高程；

H_i ——检测点的水准测量高程；

M ——高程异常模型高程中误差；

n ——检测点点数。

5.5.8 为了保证观测的可靠性，在进行卫星定位高程控制测量时，需要至少联测一个已知高程控制点进行检核，检核高程较差的指标引自现行行业标准《卫星定位城市测量技术规范》CJJ/T 73 的规定。这种检核应视为作业时的自检，方法为卫星定位静态联测。

5.5.10 本条规定了卫星定位高程控制测量工作完成后，应进行 100% 的内业检查和 10% 外业抽检。外业检测采用四等及四等以上水准测量的方法，检测的指标要求引自现行行业标准《卫星定位城市测量技术规范》CJJ/T 73。

5.6 成果整理与提交

5.6.2 本条计算公式 (5.6.2-1) 和公式 (5.6.2-2) 的推导见本章第 5.3.1 条的条文说明。

5.6.7 本条在提交资料中增加了卫星定位接收设备的检验资料和数据加工处理中生成的文件两部分内容。根据城市高程控制测量的一些实际情况，将原《城市测量规范》CJJ 8-99 中各等高程控制点均应提交标志委托保管书更改为二、三等高程控制点应提交标志委托保管书。

6 数字线划图测绘

6.1 一般规定

6.1.2 1:500、1:1000、1:2000、1:5000、1:10000 比例尺 DLG 是城市规划、建设与管理,市政工程、工业与民用建筑设计以及施工中的重要依据,是建设和维护基础地理数据库、编制各种专题地图的基础信息。DLG 比例尺的选择反映用户对 DLG 信息的精度和内容的要求,也关系到经济效益的问题。选用的 DLG 比例尺愈大,工作量和资金投入愈多。

6.1.5 基本等高距的选择是基于城市几十年的实践经验和城市规划、建设与管理的需要而制定的。根据我国一些城市兼有平地、丘陵、山地和高山地等多种地形类别,对于等高距的选择,本规范有较多的灵活性,在 1:500、1:1000、1:2000 的不同地形类别中列出了两种不同的等高距,但在同一幅图中不得采用两种等高距。

6.1.6 本规范规定 DLG 的地物点平面精度以地物点相对于邻近平面控制点(或航测野外像控点)的点位中误差不得超过图上 0.5mm;邻近地物点间距中误差不得超过图上 0.4mm。山地(不包括山城建筑区)、高山地和设站施测困难的旧街坊内部,其精度要求按上述规定放宽 0.5 倍。其平面精度的确定是依据城市规划、设计、施工、建设、管理,以及基础地理信息的各类用户应用需求出发;是总结了几十年来城市地形测量的经验和理论推导而获得的。近年来,随着技术的不断进步,GPS 和全站仪已经成为 DLG 数据采集的常用工具,一些城市也结合各种工程应用的需要,结合地籍管理的需要,提高了 DLG 数据采集的精度,但考虑到大多数城市对 DLG 应用的需求,本规范仍然保留原有的 DLG 平面精度要求。

6.1.7 本规范规定了 1:500、1:1000、1:2000 DLG 城市建筑区和等高距为 0.5m 的平坦地区的高程注记点相对于邻近图根点的高程中误差不应大于 0.15m, 其他地区的高程精度以等高线插求点相对于邻近图根点的中误差来衡量。本规范采用了《工程测量规范》GB 50026 所采用的经验公式来推求等高线的插求点的高程中误差 M_p :

$$M_p = H/4 + 0.8M \times 10^{-3} \times \tan\alpha \quad (6-1)$$

式中: H ——基本等高距;

M ——测图比例尺分母;

α ——地面倾斜角。

其中, 等高线的高程中误差的取值均不应大于基本等高距的 1/2, 特殊困难地区也不应大于一倍基本等高距。

实际上, DLG 对高程精度的要求, 主要体现在基本等高距的选择上。

6.1.9~6.1.12 现行国家标准《基础地理信息要素分类与代码》GB/T 13923、《基础地理要素数据字典 第 1 部分: 1:500、1:1000、1:2000 基础地理要素数据字典》GB/T 20258.1、《基础地理要素数据字典 第 2 部分: 1:5000、1:10000 基础地理要素数据字典》GB/T 20258.2、《国家基本比例尺地图图式 第 1 部分: 1:500、1:1000、1:2000 地形图图式》GB/T 20257.1 和《国家基本比例尺地图图式 第 2 部分: 1:5000、1:10000 地形图图式》GB/T 20257.2、《基础地理信息数字产品元数据》CH/T 1007、《地理空间数据交换格式》GB/T 17798 分别对要素的分类与代码、定义和描述、图式、元数据、DLG 数据格式进行了规定, 本规范按照上述国家标准作了修订。

6.2 测绘内容

6.2.2 测量控制点包括三角点、小三角点、导线点、埋石图根点、不埋石图根点、水准点、卫星定位等级点等, 应根据实际情况分类表示。各类测量控制点符号的几何中心表示地面上控制点

标志的中心位置。

6.2.3 本条第2款中，河流、溪流、湖泊、水库等水涯线，宜按测绘时的水位测定，当采用摄影测量或卫星遥感方法测绘时，一般按影像获取时的水位测定，当影像获取时间为枯水或洪水期时，应以常水位表示。图上宽度小于1mm的河流，用水涯线绘制河流，不绘陡坎线。

6.2.4 本条第2款中，规定了房屋的轮廓应以墙基外角为准。因为城市规划、建设与管理部門都是以墙基外角或外墙面为依据进行设计和管理的。

6.2.5 本条第6款中规定，高速公路应绘出两侧围建的栅栏、墙和出入口，并注明公路名称，中央分隔带可根据用图需求表示。由于进入正常运行的高速公路进行测绘，特别是采集高速公路中的中央分隔带十分危险，所以高速公路中央隔离带可视需求情况表示，亦可结合摄影测量或卫星遥感法进行测绘。匝道可用引道表示。

6.3 全野外测量法

6.3.3 图根点的密度规定是根据各种比例尺测图所使用的仪器的最大视距长度来估算的。采用模拟测图或数字测图所使用的仪器不同，其允许的最大视距长度也不同。地形复杂、隐蔽以及城市建筑区，应以满足测图需要并结合具体情况加大密度。

6.3.5 关于图根导线测量的技术要求，根据导线的相对闭合差与附和导线长度有如下关系：

$$\frac{1}{T} = \frac{2KM_2}{L} \quad (6-2)$$

式中：K——导线端点闭合差与导线中间点点位中误差的比例系数；

L——导线全长；

M_2 ——导线中间点点位中误差。

根据表6.3.2中图根点相对于图根起算点（等级控制点）的

点位中误差不应大于图上 0.1mm 的规定，则有：

$$M_x = 0.1M \quad (6-3)$$

式中： M ——测图比例尺分母，单位为毫米。

按双等影响考虑，有 $K = \sqrt{7}$ ，令导线全长相对闭合差

$$\frac{1}{T} = \frac{1}{4000} = \frac{2\sqrt{7} \times 0.1M}{L} \quad (6-4)$$

则 $L = 2\sqrt{7} \times 0.1M \times 4000 = 2117M$ (mm) $= 2.117M$ (m) $\approx 2M$ ，所以，当进行 1:500、1:1000 比例尺测图时，为保证图根导线达到 1/4000 相对闭合差，长度分别规定为 900m、1800m。

6.3.7 当局部地区图根点密度不足时，可在各等级控制点或一次附合图根点上，采用电磁波测距极坐标法布点加密。其点位中误差不应大于图上 0.1mm，极坐标法的边长 D 可按公式 (6-6) 估算。1:500、1:1000、1:2000 比例尺地形图电磁波测距极坐标法过长的估算与取值见表 6-1。

$$m_p = \sqrt{m_D^2 + \left(\frac{m_\beta}{\rho} \times D\right)^2} = D \sqrt{\left(\frac{m_D}{D}\right)^2 + \left(\frac{m_\beta}{\rho}\right)^2} \quad (6-5)$$

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

式中： m_p ——极坐标点点位中误差，按图上 0.1mm 为限；

m_D/D ——测距边相对中误差，以 1/10000 计；

m_β ——测角中误差，以 $\pm 20''$ 计。

表 6-1 电磁波测距极坐标法边长的估算与取值

测图比例尺	极坐标点点位中误差	最大边长	
		估算值	取值
1:500	0.05	359	200
1:1000	0.10	718	400
1:2000	0.20	1436	800

从表 6-1 可以看出最大边长取值仅为估算值的 56%，主要考虑到图幅的范围大小，不管是正方形还是矩形分幅，最大边长取值值为图上 40cm 已经足够。在作业中为防止粗差产生，规定了联测两个已知方向，测距一测回，同时不应在此点上再发展，以及一幅图内不得超过图根点总数的 30%。

6.3.12 图根水准测量技术要求是根据本规范 6.3.2 条的规定。图根点相对于图根起算点的高程中误差不得大于测图基本等高距的 1/10。1:500 基本等高距为 0.5m，即不应大于 50mm。图根符合路线的长度按公式 (6-7) 估算：

$$M_z = 2M\sqrt{L}, L = 4M_z^2/M_w^2 \quad (6-7)$$

式中： L ——图根水准符合路线或闭合环线的长度 (km)；

M_z ——图根水准路线最弱点 (中点) 高程中误差 (mm)；

M_w ——图根水准测量每千米高程中误差，以 $\pm 20\text{mm}$ 计。

为留有一定精度储备，附和路线中最弱点高程中误差不取用 $\pm 50\text{mm}$ ，而是以 30mm 估算，则图根水准附和路线或闭合环线的长度不得超过 8km，结点间路线长度不应超过附和路线长度的 0.7 倍，故取用 6km。支线长度不得超过 4km。

图根水准路线闭合差随着山地陡峭程度不同而有所放宽，当山地每千米超过 16 站时，不应超过 $\pm 12\sqrt{n}$ (mm)；若每千米为 18 站时，则允许的闭合差相当于 $\pm 50\sqrt{L}$ (mm)；而每千米为 25 站时，则允许的闭合差相当于 $\pm 60\sqrt{L}$ (mm)。

6.3.15 DLG 数据采集的准备工作是测图工作的重要环节，是保证测图工作质量最基本要求 and 顺利推进数据采集和管理的重要措施。准备工作包括测区现有 DLG 或地形图、各类控制点等资料的收集，测区踏勘等工作。

6.3.17 测图使用的仪器和工具包括经纬仪、水准仪、测距仪、全站仪、GPS 接收机、钢尺、皮尺、绘图仪等，这些仪器应进行定期检验和校正。采用数字测图的，应确保所使用的计算机系统的正常运行，安装必要的防病毒软件；DLG 数据采集软件应

具有：与全站仪等采集设备的数据接口、数据编辑功能、符号编辑功能、数据转换功能、坐标转换功能、图形显示与输出功能、与标准地理信息数据转换功能等；数据采集软件在使用前应确保系统的正常运行。采用平板仪测图的，还应对所使用的小平板仪或大平板仪和测斜仪进行必要的校正，以保持仪器的良好状态。

6.3.22 线状要素实交处的悬挂点、河流遇桥梁的连通处理、面状要素构面等拓扑处理可在数据库产品加工时进行。

6.3.24 采用卫星定位测量方法采集要素时，本规范规定，重复抽样检核不应低于10%，检核偏差不应大于图上0.2mm。由于采用卫星定位测量方法，特别是采用RTK进行数据采集时，涉及影响数据采集精度的因素较多，有卫星接收数量、基站与流动站通信的延迟等，会造成固定解计算收敛速度缓慢等现象，影响采集精度。所以，应进行重复采样检核。

6.4 摄影测量法

6.4.5 DLG数据采集无论是采用全野外测量法还是摄影测量法，都是为了城市规划、设计、管理服务的，因此从用途考虑，成图精度指标应统一。

6.4.6 航摄比例尺的选择正确与否，直接影响成图的平面和高程精度，因此航摄比例尺的确定，即测图放大倍数的控制，应由成图的平面和高程预期精度来进行估算。

考虑到本规范中保留了传统成图方法，所以这里也保留了对全能仪上航测成图精度进行估算所要考虑的对航测成图精度起主要影响的各种因素，并提出估算测图放大倍数的关系式。对于数字摄影测量的成图方式，有些因素可不予考虑，比如：房檐改绘中的展绘误差、仪器传动误差、展点中误差、主距安置误差引起的高程中误差。航测成图平面精度的估算与平面放大倍数的选择以及航测成图的高程精度估算与航高、测图放大倍数的选择等高线插求点的高程中误差的计算须去除以上因素。

1 航测成图平面精度的估算与平面放大倍数的选择

图上地物点的点位中误差 m_s 主要有以下误差来源：

- 1) 像控点点位中误差 m_1 ：与平板仪测图的图根点规定相同，即 $m_1 \leq 0.1\text{mm}$ (图上)；
- 2) 房檐改绘中误差 m_2 ：其中包含房檐尺寸量取误差 0.1mm (图上) 和展绘误差 0.1mm (图上)，所以取 $m_2 \leq 0.15\text{mm}$ (图上)；
- 3) 图纸套合与清绘误差 m_3 ： $m_3 \leq 0.15\text{mm}$ ；
- 4) 加密点点位中误差 m_4 (m_{s1})：通常规定其中误差限值应小于 $m_s/\sqrt{2}$ 倍，即 $m_{s1} = m_4 \leq m_s/\sqrt{2}$ ；
- 5) 航摄分解力影响平面位置中误差 m_5 ：航摄分解力 R 决定像片最小量测单元 I_r ， $I_r = 1/(2\sqrt{2}R)$ ，其中 $1/R = 1/R_o + 1/R_n$ ， R_o 和 R_n 分别为航摄仪物镜的分解力和底片乳剂分解力， $R_o = 40$ 线/mm， $R_n = 90$ 线/mm，则 $R = 28$ 线/mm，而 $I_r = 0.0126\text{mm}$ 。航摄分解力引起模型平面位置的最小量测值为 $\delta_s = I_r \times K_s$ (K_s 为平面测图放大倍数)，即为航摄分解力误差，因此 $m_5 = \delta_s = 0.0126K_s$ (mm)；
- 6) 内部定向中误差 m_6 ：为因像片主点偏心 ΔS 引起的平面位移误差，可按

$$m_6 = \pm \frac{m_{\Delta S}}{f_k} \times \Delta h \times K_s \quad (6-8)$$

式中： $m_{\Delta S}$ ——像片主点偏心 ΔS 的中误差；

Δh ——像对平均高差；

f_k ——航摄仪焦距。

- 7) 平面定向中误差 m_7 ：平面定向中误差由加密点偶然误差、影像的偶然变形误差、定向点的判读和照准误差、图板展点误差以及绘图桌上的传动误差引起的，即：

$$m_7 = \frac{1}{2} \sqrt{(0.7m_4)^2 + (0.025K_s)^2 + \left(K_s \times \frac{\phi}{2}\right)^2 + 0.1^2 + 0.1^2} \quad (6-9)$$

其中 ϕ 为测标直径, $\phi=0.06\text{mm}$, 则

$$m_7 = \frac{1}{2} \sqrt{(0.7m_A)^2 + (0.04K_s)^2 + 0.02} \quad (6-10)$$

8) 测图中切准引起平面位置中误差 m_8 :

$$m_8 = \frac{\phi}{2} K_s \quad (6-11)$$

令 $\phi=0.06\text{mm}$ (测标直径), 则 $m_8=0.03K_s$;

9) 仪器传动误差 m_9 : $m_9 \leq 0.1\text{mm}$;

10) 展点中误差 m_{10} : $m_{10} \leq 0.1\text{mm}$ 。

综合上述各项误差的影响, 当考虑房檐改绘误差的影响时, 则:

$$\begin{aligned} m_s^2 &= m_1^2 + m_2^2 + \dots + m_{10}^2 \\ &= 0.08 + 1.12m_{sj}^2 + \left[0.00146 + \left(\frac{m_{\Delta s}}{f_k} \Delta h \right)^2 \right] K_s^2 \quad (6-12) \end{aligned}$$

当不考虑房檐改绘误差的影响时, 则:

$$\begin{aligned} m_s^2 &= m_1^2 + m_3^2 + \dots + m_{10}^2 \\ &= 0.0575 + 1.12m_{sj}^2 + \left[0.00146 + \left(\frac{m_{\Delta s}}{f_k} \Delta h \right)^2 \right] K_s^2 \quad (6-13) \end{aligned}$$

由此可见, 平面测图放大倍数决定于航摄质量、航摄影焦距、仪器作业精度、加密精度和测区的地形条件等因素, 作业单位应根据具体情况作出合理选择。

平地、丘陵地平面点位中误差限差为图上 0.5mm , 山地、高山地平面点位中误差限差为图上 0.75mm , 则加密点中误差 m_{sj} 的限值为:

平地、丘陵地: $m_{sj} \leq 0.35\text{mm}$;

山地、高山地: $m_{sj} \leq 0.5\text{mm}$ 。

像片归心误差 m_s , 本规范规定 $m_s \leq 0.05\text{mm}$ 。

h 为像对平均高差, 平地可取 10m , 丘陵地取 40m , 山地取 100m , 高山地取 180m 。

根据 $m_{sj} = \pm 0.35\text{mm}$ 、 $\pm 0.5\text{mm}$ 和公式 (6-13) 可计算出 $1:500$ 各种类别平面测图放大倍数 K_s 限值如表 6-2。

表 6-2 1:500 平面测图放大倍数 K_s 值

焦距 (mm)	地形类别		
	平地、丘陵地	山地	高山地
87.5	4.6	6.9	4.3
115	5.5	8.0	5.4
152	5.9	9.5	6.7
210	6.0	10.5	8.2
305	6.0	11.5	10.0

当考虑到房檐改绘误差时，平地、丘陵地 K_s 的值比表 6-2 小大约 1.0，山地、高山区的 K_s 的限值比表 6-2 小大约 0.5。

平面测图放大倍数的选择除考虑上述因素外，还须考虑到加密技术水平。现在我国加密点平面点位中误差其加密技术指标：平地、丘陵地可以达到归化至像片上 0.05mm，山地、高山地可以达到 0.07mm。因此，综合考虑表 6-2 与现阶段加密技术水平，1:500 平面测图放大倍数：平地、丘陵地不宜大于 6 倍，山地、高山地不宜大于 7 倍。

2 航测成图的高程精度估算与航高、测图放大倍数的选择等高线插求点的高程中误差 m_h 主要有以下几个误差来源：

- 1) 像控点高程中误差 m_1 ：与平板仪测图的图根点规定相同，即 $m_1 \leq H_d/10 = 0.1H_d$ (H_d 为基本等高距)；
- 2) 加密点的高程中误差 m_2 (m_{hj})：通常规定为不大于等高线插求点的 $1/\sqrt{2}$ ，即

$$m_{hj} = m_2 \leq m_h / \sqrt{2} \quad (6-14)$$

- 3) 主距安置误差引起的高程中误差 m_3 ：

$$m_3 = \frac{\Delta f}{f_k} \Delta h \quad (6-15)$$

式中： Δh ——像对平均高差；

f_k ——航摄影焦距；

Δf ——主距安置误差。

4) 像对归心引起的高程中误差 m_4 :

$$m_4 = \sqrt{2} \frac{m_{\Delta s}}{b_p} \Delta h \quad (6-16)$$

式中: b_p —— 像对基线长度。

5) 仪器定向中误差 m_5 : 包括主距安置误差、像片归心引起的高程误差、加密点偶然误差、切准误差和读数误差, 即

$$m_5 = \frac{1}{\sqrt{4}} \sqrt{\left(\frac{\Delta f}{f_k} \Delta h\right)^2 + \left(2 \frac{m_{\Delta s}}{b_p} m_{\Delta p}\right)^2 + \left(0.7 \frac{H}{b_p} m_{\Delta p}\right)^2 + \left(\frac{H}{b_p} m_{\Delta p}\right)^2 + m_d^2} \quad (6-17)$$

式中: Δf —— 主距安置误差, 宜取 0.02mm;

H —— 摄影像对相对航高;

$m_{\Delta p}$ —— 测标切准引起左右视差中误差, 宜取 $m_{\Delta p} = \sqrt{2} I$,
 $= 0.018\text{mm}$ 。

6) 测绘动态中误差 m_6 : 包括不同坡度平面位置误差对高程的影响、切准误差与读数误差。

$$m_6 = \sqrt{\left[\left(\frac{H}{f_k} m_q + \frac{H}{f_k} m_{\Delta p}\right) \tan \beta\right]^2 + \left(\frac{H}{b_p} m_{\Delta p}\right)^2 + m_d^2} \quad (6-18)$$

式中: m_q —— 上下视差;

β —— 地面坡度, 平地、丘陵可取 5° , 山地可取 15° , 高山地取 30° 。

综合上述各项误差的影响, 得等高线高程中误差 m'_h 为:

$$m'_h = \sqrt{m_1^2 + m_2^2 + m_3^2 + m_4^2 + m_5^2 + m_6^2} \quad (6-19)$$

等高线插求点的高程中误差 m_h 为:

$$m_h = \sqrt{0.67 m_h'^2 + m_7^2} \quad (6-20)$$

式中: m_7 为地形概括误差, 取 $m_7^2 = 0.25 m_h'^2$

$$m_h = 0.96 m'_h \quad (6-21)$$

为了计算上的方便, 取 $m_h = m'_h$, 即

$$m_h = \sqrt{m_1^2 + m_2^2 + m_3^2 + m_4^2 + m_5^2 + m_6^2} \quad (6-22)$$

所以,

$$m_h^2 = 0.01H_d^2 + 1.1225m_{hj}^2 + 1.25\left(\frac{\Delta f}{f_k}\Delta h\right)^2 + 2.5\left(\frac{m_{\Delta s}}{b_p}\Delta h\right)^2 \\ + 1.25\left(\frac{H}{b_p}m_{\Delta p}\right)^2 + \left[\left(\frac{H}{f_k}m_q + \frac{H}{f_k}m_{\Delta p}\right)\tan\beta\right]^2 + 1.25m_d^2 \quad (6-23)$$

采用内业加密时, $m_{hj} = m_2 \leq \frac{m_h}{\sqrt{2}}$, 其关系式为:

$$m_h^2 = 0.01H_d^2 + 1.1225\left(\frac{m_h}{\sqrt{2}}\right)^2 + 1.25\left(\frac{\Delta f}{f_k}\Delta h\right)^2 + 2.5\left(\frac{m_{\Delta s}}{b_p}\Delta h\right)^2 \\ + 1.25\left(\frac{H}{b_p}m_{\Delta p}\right)^2 + \left[\left(\frac{H}{f_k}m_q + \frac{H}{f_k}m_{\Delta p}\right)\tan\beta\right]^2 + 1.25m_d^2 \quad (6-24)$$

采用全野外高程像控点时, 其关系式为:

$$m_h^2 = 0.011225H_d^2 + 1.25\left(\frac{\Delta f}{f_k}\Delta h\right)^2 + 2.5\left(\frac{m_{\Delta s}}{b_p}\Delta h\right)^2 \\ + 1.25\left(\frac{H}{b_p}m_{\Delta p}\right)^2 + \left[\left(\frac{H}{f_k}m_q + \frac{H}{f_k}m_{\Delta p}\right)\tan\beta\right]^2 + 1.25m_d^2 \quad (6-25)$$

m_q 宜取 0.025mm。由公式 (6-24) 和公式 (6-25) 可得出各种地形类别的航高 H 限值关系式:

平地采用平高区域网加密时:

$$H \leq 50b_p\sqrt{0.43875m_h^2 - 0.01H_d^2 - 0.625b_p^{-2} - 0.05f_k^{-2} - 1.25m_d^2} \quad (6-26)$$

采用全野外高程像控点时:

$$H \leq 50b_p\sqrt{m_h^2 - 0.011225H_d^2 - 0.625b_p^{-2} - 0.05f_k^{-2} - 1.25m_d^2} \quad (6-27)$$

丘陵地采用平高区域网加密时:

$$H \leq 50b_p\sqrt{0.43875m_h^2 - 0.01H_d^2 - 10b_p^{-2} - 0.8f_k^{-2} - 1.25m_d^2} \quad (6-28)$$

采用全野外高程像控点时：

$$H \leq \sqrt{50b_p \sqrt{m_h^2 - 0.011225H_d^2 - 10b_p^{-2} - 0.8f_k^{-2} - 1.25m_d^2}} \quad (6-29)$$

山地采用平高区域网加密时：

$$H \leq \left(\sqrt{0.000405b_p^{-2} + 0.000132f_k^{-2}} \right)^{-1} \\ \times \sqrt{0.43875m_h^2 - 0.01H_d^2 - 62.5b_p^{-2} - 5f_k^{-2} - 1.25m_d^2} \quad (6-30)$$

采用全野外高程像控点时：

$$H \leq \left(\sqrt{0.000405b_p^{-2} + 0.000132f_k^{-2}} \right)^{-1} \\ \times \sqrt{m_h^2 - 0.011225H_d^2 - 62.5b_p^{-2} - 5f_k^{-2} - 1.25m_d^2} \quad (6-31)$$

高山地采用平高区域网加密时：

$$H \leq \left(\sqrt{0.000405b_p^{-2} + 0.00062f_k^{-2}} \right)^{-1} \\ \times \sqrt{0.43875m_h^2 - 0.01H_d^2 - 202.5b_p^{-2} - 16.2f_k^{-2} - 1.25m_d^2} \quad (6-32)$$

采用全野外高程像控点时：

$$H \leq \left(\sqrt{0.000405b_p^{-2} + 0.00062f_k^{-2}} \right)^{-1} \\ \times \sqrt{m_h^2 - 0.011225H_d^2 - 202.5b_p^{-2} - 16.2f_k^{-2} - 1.25m_d^2} \quad (6-33)$$

公式中像对基线长 b_p 的取值， 23×23 像幅宜取 85mm。

在选择航高 H 时，除了考虑上述因素，同时还要考虑加密点高程精度对航高的限值要求。平高区域网加密对航高 H 的限值可用公式 (6-34) 和公式 (6-35) 公式表示：

$$\text{平地、丘陵地：} H \leq \frac{m_{hj}b_p}{1.22m_{\Delta p}} \quad (6-34)$$

$$\text{山地、高山地：} H \leq \frac{m_{hj}b_p}{1.44m_{\Delta p}} \quad (6-35)$$

综合以上各种情况，便可得到各种地形类别、等高距、成图比例尺的航高 H 的限值。

求得航高 H 后，即可估算高程测图的放大倍数 K_h 。1:500 成图 23×23 像幅航高 H 与高程测图放大倍数 K_h 限值见表 6-3。

$$K_h = \frac{H}{f_k M} \quad (6-36)$$

式中： M ——测图比例尺分母。

选择测图放大倍数和航高时，应综合考虑平面精度和高程精度对航高 H 与测图放大倍数 K 的影响。1:500 成图 23×23 像幅航高 H 与测图放大倍数 K 限值见表 6-4。

当 $K_h > K_s$ ，则 $K = K_s$ ；

当 $K_h < K_s$ ，则 $K = K_h$ ；

$$K = \frac{M_p}{M} \quad (6-37)$$

式中： M_p ——航摄像片比例尺分母。

表 6-3 1:500 成图 23×23 像幅航高 H 与高程测图放大倍数 K_h 限值

地形类别		平地	丘陵	山地		高山地
基本等高距(m)		0.5	0.5	0.5	1	1
焦距 152(mm)	H (m)	* 610	650	750	1470	1960
	K_h	* 8.0	8.5	9.8	19.3	25.7
焦距 210(mm)	H (m)	* 610	650	750	1470	1960
	K_h	* 5.8	6.2	7.1	14.0	18.6
焦距 305(mm)	H (m)	* 610	650	750	1470	1960
	K_h	* 4.0	4.2	4.9	9.6	12.8

注：表中带 * 号项为像控点高程全野外，其余项为平高区域网加密。

表 6-4 1:500 成图 23×23 像幅航高 H 与测图放大倍数 K 限值

地形类别		平地	丘陵	山地		高山地
基本等高距(m)		0.5	0.5	0.5	1	1
焦距 152(mm)	H (m)	* 450	450	540	—	—
	K	* 5.9	5.9	7.0	—	—
焦距 210(mm)	H (m)	* 610	630	740	740	740
	K	* 5.8	6.0	7.0	7.0	7.0
焦距 305(mm)	H (m)	* * 920	650	750	1070	1070
	K	* * 6.0	4.2	4.9	7.0	7.0

注：表中带 * 号项为像控点高程全野外，带 * * 号项为等高线与高程注记点野外测绘；其余项像控点高程为平高区域网加密；像控点平面位置均为区域网加密。

测图放大倍数 K 应同时满足平面和高程的精度要求。测图放大倍数在 $1:500$ 成图时, 平地、丘陵地不宜大于 6 倍, 山地、高山地不宜大于 7 倍; $1:1000$ 成图时, 平地、丘陵地不宜大于 4 倍, 山地、高山地宜为 (4~6) 倍; $1:2000$ 成图时, 平地、丘陵地不宜大于 4 倍, 山地、高山地宜为 (3.5~6) 倍。

$1:500$ 、 $1:1000$ 、 $1:2000$ 成图像控点平面位置均可采用平高或平面区域网加密。

航测成图精度与像片比例尺、航高有密切关系。因此航摄比例尺、航高的选择应根据成图比例尺、图幅大小、像幅大小、布点方案、测区地形和仪器装备以及航测成图、加密技术水平等进行合理选择。

23×23 像幅成图时, 建筑区和 0.5m 等高距平坦地区, 宜野外测绘高程注记点和等高线 (当航高满足一定值时, 可用全野外高程像控点在数字摄影测量工作站、解析测图仪上测定高程注记点与等高线)。除 0.5m 等高距平坦地区之外, 其余地区均可采用平高区域网加密, 在数字摄影测量工作站、解析测图仪上测绘高程。

利用数码航摄资料成图时。平面精度一般考虑其实际的地面分辨率, 根据实际作业经验及相关规定, 一般地面分辨率最大不超过表 6-5 规定; 高程精度一般要考虑航高对其的影响, 其航高一般不宜超过常规航空摄影对航高规定的限制。

表 6-5 地面分辨率最大值

成图比例尺	1:500	1:1000	1:2000	1:5000	1:10000
地面分辨率 (m)	0.05	0.10	0.20	0.50	1.00

6.4.7 对飞行质量的要求是为了保证成图的基本要求, 应按有关规定做好航摄方案的选择和验收工作。当航摄比例尺大于 $1:4000$ 时, 旋偏角不宜大于 10° (最大不应大于 12° , 且不得连续超过三片) 的规定, 主要是考虑到目前航摄飞行的具体困难, 如在低空摄影时, 受气象状况的影响较大, 不易稳定, 故略放宽

一些。

6.4.8 本条规定了摄影质量的要求。因测图放大倍数较大，影像位移的问题较显著，由于飞机航速 W 和曝光时间 t 引起的像点位移 δ ，其大小可按式计算：

$$\delta = Wt/M_p \quad (6-38)$$

式中： M_p ——航摄比例尺分母。

如，当 $W = 300\text{km/h}$ ， $t = s/300M_p = 8000$ 时， δ 为 0.035mm ，在综合法成图时相当于图上 0.14mm ，在模拟测图仪等仪器上测图时，位移处于航线方向，还将影响高程量测精度，因此规范规定，影像位移不应大于像片上 0.03mm ，应根据允许的影像位移，选择合理的航速和曝光时间。航摄时，宜采用像移补偿装置的航摄仪。

6.4.9 如果卫星影像用于测量 DLG，则应先做好预处理工作：

1 色彩的融合——购买的影像要经过各个波段的融合以及色彩处理才能用于矢量测图。

2 影像的纠正——纠正到相应的坐标系，再利用其进行矢量图的测绘。

6.4.10 由于目前的航摄像片基本是数码像片，扫描的过程较少，在此规范中不作详细说明。

6.4.11 为了减少外业工作量，宜采用内业加密的方法，如不能达到规范规定的精度要求时，应采用全野外布点方案，以保证最后的成图精度。

6.4.13 关于区域网的布点，目前大多采用航带法和独立模型法区域网布点。规范规定的平面区域网和平高区域网的布点方案，是根据理论估算并结合一些单位的试验总结和经验确定的。理论估算采用独立模型法的区域网精度估算公式（见王之卓著《摄影测量原理》），当平高控制点跨度为 4 时，平面加密精度估算公式为：

$$\delta_s = \delta_{sn}(0.83 + 0.02n_s) \quad (6-39)$$

式中： n_s ——区域网航线数；

δ_{sm} ——单模型的平面中误差，根据现今加密水平 δ_{sm} 宜取归化到像片上 0.05mm~0.07mm。

对于航带法区域网加密程序，平高控制点旁向跨度应根据测图放大倍数适当减少 1~2 条航线。

高程加密精度估算公式采用公式 (6-40)

$$\delta_z = \delta_{sm}(0.34 + 0.22i) \quad (6-40)$$

式中： i ——航向高程控制点跨度；

δ_{sm} ——单模型的平面中误差， δ_{sm} 宜取 $\frac{H}{\rho_p} m_{\Delta p}$ ， $m_{\Delta p} = \sqrt{2} I_r$ ，
=0.018mm。

本规范规定，航向高程控制点跨度 i ：平地、丘陵地不应大于 4，山地、高山地不应大于 5。

6.4.16 为了提高加密精度，航摄前宜在区域网设计点位上和已有控制点上布设地面标志，较长较宽的河流外业要提供水位成果，以供内业加密时水系平差。

设标志前与航摄单位联系，按飞行设计图和像控点布设方案确定标志位置。标志的形状应根据地面点位特征和地形条件确定，宜在三翼、十字和圆形等标志中使用。标志宽度应相当于地面的辨认精度，标志的颜色对衬影的反差越大，标志影像的判读性就越好。因此在植被覆盖的地面上以白色标志为好，水淹地、植被稀少的沙土地，以无光泽标志为好，或在白色标志上涂以黑边衬托，标志取材可因地制宜。

6.4.17 像控点的目标判定和选刺的准确程度直接影响到内业的加密精度，因此要强调刺点检查，略图和说明要将目标的细部特征表示和表达清楚，不能有模棱两可的解释。

由于像片比例尺较大，小路和田埂等线状地物相交或拐角的影像能否作为明显目标，要根据地面的分辨率确定，其实地尺寸 G 可按公式 (6-41) 计算：

$$G = \frac{H}{f_k R} = \frac{M_p}{R} (\text{mm}) \quad (6-41)$$

式中： H ——航高；
 f_k ——航摄影焦距；
 R ——地面的分辨率；
 M_p ——航摄比例尺分母。

当 $R=28$ 线/mm， $M_p=8000$ 时，则 $G=0.28m$ ，即像片上为 $0.04mm$ 。

规范规定的实地辨认精度是根据上述数据和像片比例尺计算而得。

6.4.21 像控点的精度、施测方法基本与平板仪测图的图根点相同，在本章中不另行规定。但由于图根点密度和像控点的密度以及布设各有不同特点，像控点的间隔较大，因此像控点联测图形的边长宜放长一些。必要时应进行精度估算，以确定相应的布网和施测要求。像控点布设要考虑今后地形图修测的需要，保留一定的埋石点位。

6.4.26 野外调绘是航测成图过程的一道重要工序，必须熟练掌握像片判读方法，作业时要严肃认真，杜绝差错，严格按照规范的有关规定执行。以前有些部门采用先像片调绘（包括室内判读调绘）后成图的方法，这种方法适用于变化不大、改正较少的地区，对于密集复杂的建筑区，这种方法粗差率较高，难以满足成图要求，因此大多数单位对密集复杂的建筑区成图采用先测后调绘的方法。这些方法各单位都取得了一定的经验。本规范不强调调绘方式，但应注意有些调绘内容在室内判读难以解决，如一些独立地物、工业设施、各种说明注记和新增地物等。因此，必须强调野外检查补调，并根据测区的具体情况编写补充规定。无论采用什么方式调绘，都必须满足本规范要求。

6.5 模拟地形图数字化

6.5.1 数字化仪主要有两类：扫描数字化仪和跟踪数字化仪。扫描数字化仪速度快，将图形信息转化为点阵信息，通过矢量化后形成矢量信息。使用扫描数字化仪进行数字化，精度较低。使

用跟踪数字化仪进行数字化，速度稍慢，但精度高。数字化仪或扫描仪的主要技术指标是指幅面、分辨率、综合误差、十字丝宽度等。

6.5.2 数字化软件很多，功能也不可能完全相同，这里只提出数字化软件的基本要求。

6.5.3 模拟地形图的好坏将直接影响数字化图的精度，对原图资料的要求，取决于用户对数字化图的精度要求。

6.5.5 模拟地形图数字化的工艺流程是：准备工作、图纸定向、数据采集。图纸定向的检查主要顾及三个误差来源：原图的综合误差 0.2mm、原图的变形误差 0.2mm 和数字化的综合误差 0.1mm，故数字化坐标值与理论值的较差限差定为 0.3mm。

6.6 数据编辑处理

在现行国家标准《1:500 1:1000 1:2000 外业数字测图技术规程》GB/T 14912 - 2005 中，对数字地形图进行了分类，分为空间数据库产品、地图制图产品，GB/T 14912 条款 6.3 “数据分层”及在随后的数据处理原则中对两种有区别的数据在编辑要求上进行了区分，如“6.6 空间数据库产品的数据处理原则”，“6.4 等高线处理”，“6.7 地图制图产品的编辑原则”，其中一个重要的区别就是地图制图产品不构面、不进行拓扑处理、也不进行属性表的录入。两种产品的数据处理进行区分从实际应用的角度来看可操作性强，符合目前绝大多数用户对数字测绘产品的使用要求。从现代测绘的发展趋势来看，目前数字化测绘正向信息化测绘转变，对建设 GIS 应用系统的部门及一些进行决策分析的用户来说，除数字地形图外还需要针对他们的需要进行拓扑处理及属性采集加工，基础的属性是不能满足他们的需要或者不符合其他行业的标准的，因而有选择地进行构面和根据需要进行属性采集加工是经济的。

本章中的数字线划图 DLG 从表现形式和满足大多数服务对象“城市详细规划和管理、地下管线和地下普通建（构）筑工程

的现状图、工程项目的施工图设计等(1:500, 1:1000)”的用途来看, DLG是地图制图产品的数字形式, 它的图式符号、它的图面美观原则都继承了传统地图制图的特点, DLG数据打印或印刷在纸质上就是符合图式要求的地形图, DLG数据经拓扑处理、构面、基本属性表录入后可提供GIS系统使用或基础地理信息建库。

本章的6.1.9规定了要素的分类与代码标准, 6.1.10规定了要素的定义和描述标准, 6.1.11规定了要素的图式标准, 其中《基础地理信息要素分类与代码》GB/T 13923, 《基础地理要素数据字典 第1部分 1:500、1:1000、1:2000基础地理要素数据字典》GB/T 20258.1和《基础地理要素数据字典 第2部分 1:5000、1:10000基础地理要素数据字典》GB/T 20258.2均从基础地理信息角度对地理信息要素进行整理归类, 《国家基本比例尺地图图式 第1部分 1:500、1:1000、1:2000地形图图式》GB/T 20257.1和《国家基本比例尺地图图式 第2部分 1:5000、1:10000地形图图式》GB/T 20257.2从地图符号化的角度进行了归类和区分, 两者之间有不衔接的地方。主要有以下几类:

1 图式要素有、信息要素无, 如图式“4.9注记”; 图式上对不同级别的要素、或同种级别的要素根据图面负载情况的不同规定了注记的字体、大小、颜色等。在地图制图数据编辑时注记一般单独作为一个图层进行, 在空间数据入库数据编辑时注记一般根据内容转化为各种地物的属性, 如地图注记的房屋建筑材料、层数、路面材料等转化为房屋、道路的属性。图式要素有、信息要素无的要素还有珊瑚礁、沙洲、陡岸等等。

2 图式要素细分, 信息要素综合, 这类要素有一定数量:

1) 由于图式符号表现不同, 如: 图上控制点细分为三角点(还细分为土堆上的三角点)、小三角点(还细分为土堆上的小三角点)、导线点、埋石图根点(还细分为土堆上的)、不埋石图根点; 相对应的信息要素只有两

个, 110102 (三角点)、110103 (图根点), 三角点中由属性表中“等级字段”中的属性值“5”, 10”的三角点即为小三角点, 图根点中由属性表中“类型”中的属性值区分埋石图根点、土堆上的埋石图根点、不埋石图根点, 但制图表示时由于一个代码只能和一个符号对应, 因此在地图制图数据采集时为区分不同的符号, 需另外增加 6 个代码; 类似的还有水中滩、岸滩, 泉、地热池, 沟渠流向、潮汐流向, 水闸, 加固岸、防波堤, 棚房, 废弃的矿井井口、窑, 传送带, 吊车, 装卸漏斗, 地磅, 露天货栈等;

- 2) 由于一些符号分为依比例、半依比例、不依比例, 所以图式要素要细分, 而信息代码只有一个, 如涵洞符号有依比例、半依比例两种, 信息要素分类代码为 220900, 在属性表中“代码”中的属性值中 6 位分类代码后加一位图形代码区分 (1, 点, 2, 线, 3, 面、复合面, 4, 复合线)。类似的还有水井, 机井, 探井 (试坑), 液、气贮存设备, 水塔, 水塔烟囱, 散热塔, 跳伞塔, 蒸馏塔, 瞭望塔, 温室, 大棚, 积肥池等。

- 3 图式要素无符号, 信息要素有信息点, 如代码 110401 (重点) 制图不表示。类似的还有国务院 (311101), 省级行政区政府, 地级行政区政府, 县级行政区政府, 乡级行政区政府, 村委会, 游乐场, 公园, 陵园等。

- 4 图式要素综合, 信息要素细分, 这类情况较少。如图式露天采掘场、乱掘地是一个要素, 信息要素分类代码分别为 320300, 320400。类似的还有: 散热塔、跳伞塔、蒸馏塔、瞭望塔图式要素是一个, 信息要素中散热塔 (321101), 蒸馏塔 (321102), 瞭望塔 (321103) 是细分的; 图式要素: 体育馆、科技馆、博物馆、展览馆要素是一个, 信息要素分为两个: 体育馆 (340403), 馆 (科技馆、博物馆、展览馆等) 等等。

《城市基础地理信息系统技术规范》CJJ 100 - 2004 附录中

DLG 的编码体系《1:500 1:1000 1:2000 地形要素分类与代码》就是按图式符号区分,信息可合并的原则进行编码的。

目前,许多数字测图软件及数据编辑软件,地物要素代码均是按图式符号表达进行编码,每一个要素或几个要素合并起来表达一个空间实体即一个地物对象。它们的地形要素代码隐式地记录在数据中,如南方开思测图软件,代码存储在 DWG 数据属性 dwgthickness 中,用开思软件功能或 FME 软件可查看到代码,安图在 Microstation 平台开发的数据采编软件代码存储在用 mslink 联结的数据库中,也要用专门的软件功能或 FME 软件才能看到。

6.6.1、6.6.2 条款的数据编辑内容基本上属于空间数据库产品的要求,可根据合同要求及用途需要进行采用。

6.6.4 一些软件在构面时需要一个面心点(也可称标识点,即 label 点),构面结束后可将面心点的属性传递到面边界上,此时也可将面心点删除;面心点可挂接一个属性表,子段定义可参考《基础地理要素数据字典 第 1 部分 1:500、1:1000、1:2000 基础地理要素数据字典》中要素代码 310301, 310302, 310400 等的定义,建筑的层次及结构类型是最基本的属性,也是测绘时较容易识别的属性,也可根据具体的项目要求扩充与建筑相关的其他经济、人文属性,这些属性测绘时不容易识别,或者属性的识别需要其他专业知识,或是保密数据在其他专业部门保管,只有在进行委托数据加工时或专项工程时才能获取录入。

建筑物中的注记作为单独的图形要素存在,在进行数据加工时可开发相应程序功能将注记转为属性,加快属性录入速度;如果已有入库数据,在符号化时可将要生成注记的属性转为注记,大多数的 GIS 软件数据编辑平台提供了这些相关的功能。

6.6.5 目前道路面的运用不是很多,道路用于空间分析时主要用于网络分析,如连通分析、最短路径分析、最佳路径分析、道路沿线缓冲区分析,用于这些分析时,采用道路中线加相应的属性即可进行。

道路在空间的几何形态是面状分布，因而加工数据库产品时按面处理。

道路构面原则中所指的代码应理解为实体编码（行业名称代码），以道路名称相同为优先原则。

道路构面时，如果隔离带是线状地物如栏杆，或是水泥隔离带但图上宽度小于 1mm 的，不需挖除隔离带。

道路上的桥面部分和道路一起构面。

公路桥、立交桥加标识点即公路桥、立交桥作为兴趣点采集，至少应包含名称属性，其他属性按需采集录入。

6.6.6 这是加工数据库产品的要求，作为 DLG 数据提供或打印时道路中线不出现、不打印。道路中线不需实测表示，根据两侧道路边线生成道路中心线即可。

立交桥本身不做中线，在做有立交桥相连的道路中线时是按道路在实际空间位置是否相交来确定是否形成结点，而不是按投影在平面上的有交点来形成结点，这里的相交应按立体几何中空间直线的相交来理解。每一条经立交桥连通的道路单独绘中线，中线的属性至少应包括道路名称、车道数、道路宽度等，其他属性按需采集录入。

6.6.7 这是加工数据库产品的要求，作为 DLG 数据提供或打印时，隧道部分应按图式规定绘虚线。铁路与其他道路平交、立交时按图式绘制，立交时按投影原则进行，上层压盖下层。

6.6.8 这是加工数据库产品的要求，水系构面时单线河、单线渠不构面，双线河上有桥时双线河连通构面。

6.6.9 加工数据库产品时，由于制图需要，被标高注记、坡坎断开的等高线要连续表示，等高线进行线连接处理。

6.6.10 加工数据库产品时，植被有明确边界线构面处理，以其他线状地物、面状地物为边界的复制公共边作为植被的辅助拓扑边界线进行构面处理。

6.6.11 街区外围轮廓线内的天井在制图时不填晕线，空白表示，实际是街区面的“洞”，拓扑处理时要挖“洞”，因而要采集

天井范围线，并且要是多边形。

6.6.12 城市道路仍按主干道、次干道、支路、高架路等要素处理。

6.6.13 不同街道、公路中线通过路口或立交桥时，按空间实际是否相交来决定是否形成结点，结点位置就在两条中心线的交点处，三条以上中心线相交时，结点平差到同一点，空间不相交的不按投影位置的交点形成结点。

6.6.14 加工数据库产品时，铁路被不规则过街天桥、桥梁、道路、隧洞所覆盖路段要连续表示。

6.6.19 道路中的绿化带可不构面，不挖空。

6.6.20 一个名称注记应保持为一个整体，如单位名称、地名、路名，无论注记形式是否有间隔、横排、或竖排，注记不能是“散的”，不能为单个的字。

6.6.23 不做数据库产品时，可不进行拓扑处理。

6.7 数据更新与维护

6.7.5 修测、补测的要素宜按要素的分层归到相应的层，增加“数据更新时间”的属性字段。

6.7.14 数据标签标记一般包含数据名称、所采用的标准号、比例尺、图幅编号、生产日期、版本号等内容，各项内容之间用逗号隔开。版本号的整数代表对整幅图全部要素重测次数，小数位代表部分变化要素修测（修编）次数。

7 数字高程模型建立

7.1 一般规定

7.1.1 DEM的生产主要采用数字摄影测量方法、矢量数据生成法和机载激光雷达法。通常而言,在已有地形图或DLG数据的情况下,可采用矢量数据生成法,该方法与数字摄影测量方法相比可减少一定的工作量;在已有定向建模数据的情况下,可采用数字摄影测量方法;在已有机载激光雷达数据的情况下,可采用机载激光雷达法。在满足成图精度前提下,可采用本规范未列入的新技术和新方法,但应经过实践验证并提供实验报告。

7.2 航空摄影测量法

7.2.3 由于DEM用于反映地形地貌的变化,而特征点、线是生成DEM的重要要素,所以特征点线的测量不应遗漏地形地貌的变化处。

7.2.4 像方DEM通常采用影像自动匹配的方式进行,对于林地或草地,匹配点位于植被的顶部,此时为了反映真实的地面高程,通常估算植被高度后,将同一片类似区域的高程压低相同的植被高程值。静止水域通常高程相同,但匹配结果与立体模型叠合后常有高程起伏,此时应编辑特征点线,使水域的高程与立体模型一致。

7.3 矢量数据生成法

7.3.4 由于采用已有矢量数据作为数据源,采用编辑后一些图层的矢量数据作为特征点线构TIN,所以矢量数据的质量对三角网至关重要,如果选取的矢量数据中存在个别点高程未赋值,

则生成的 TIN 就会出现异常三角形，所以构 TIN 后务必检查是否存在异常三角形，以避免由错误的 TIN 内插得到错误的 DEM 结果。

8 数字正射影像图制作

8.1 一般规定

8.1.1 DOM的生产主要采用数字摄影测量方法和遥感影像处理方法,在满足成图精度前提下,可采用本规范未列入的新技术和新方法,但应经过实践验证并提供实验报告。

8.1.2 正射影像图宜用于城市宏观设计规划、城市资源调查等方面,为保证影像质量,便于实际使用,规范规定正射影像图比例尺不宜大于1:1000。

8.2 航空摄影测量法

8.2.4 正射影像制作时,平地可根据平均高程设定均一高度代替DEM数据。

8.2.5 在选取镶嵌线时,宜沿平坦线状地物(如道路、水系)边缘选取。

8.2.6 在进行影像处理时,可采用整体处理和局部处理相结合的方法进行。整体处理用于调整影像色调的整体偏色,局部处理用于处理局部色调不均、拼接痕迹严重等问题。

8.3 卫星遥感测量法

8.3.4 在已有卫星严密物理模型时,应优先考虑采用严密物理模型进行几何纠正。

8.3.5 用于融合的全色影像与多光谱影像,像素分辨率宜大致为1:4。

9 工程测量

9.1 一般规定

9.1.1 工程测量指在工程建设的勘测设计、施工和运营管理阶段所进行的各种测量工作，按其工作顺序和性质分为勘测设计阶段的工程控制测量和地形测量；施工阶段的施工测量和设备安装测量；竣工和管理阶段的竣工测量、变形观测及运营维护测量等。按工程建设的对象分为建筑工程测量、水利工程测量、铁路测量、公路测量、桥梁工程测量、隧道工程测量、矿山测量、城市市政工程测量、工厂建设测量以及军事工程测量、海洋工程测量等等。本条是按照第9章各节的内容概括而得。

9.1.2 从便于管理、数据共享的角度出发，城市工程测量应采用城市统一的平面坐标系统和高程基准，目前的技术手段，对于采用统一的平面坐标系统和高程基准的要求已不存在困难。但当工程规模很小，工程之间的前后关系又不紧密时，保留了可采用独立平面坐标系统和高程系统的余地，但不推荐采用。

9.2 定线测量和拨地测量

9.2.1 本节规定的是定线测量和拨地测量的技术要求，所以先根据测量工作的先后顺序，概括定线测量和拨地测量的工作内容。

9.2.2 城市规划行政主管部门下达的定线、拨地条件，包括通过采用传真、电话、电子邮件等方式与其联系确定的条件都应作为定线测量和拨地测量的作业依据。

9.2.3 在城市工程测量中，其作业方法可分为解析法和图解法。无论按给定条件测设，还是根据实地地物测量其细部坐标和高程，只要是提供的测量成果为解析数据，这种测量方法即称为解析法。

9.2.5 本条主要从定线测量和拨地测量成果管理、应用的角度提出建议。定线测量和拨地测量资料收集时,要收集周边的定线测量和拨地测量成果,所以建议将定线测量和拨地测量成果展绘注记在1:1000或1:2000比例尺纸质或数字地形图上,或者建立专题数据库,以便使用。

9.2.7 为了减少相同技术要求条款的重复,定线测量和拨地测量的平面控制测量只规定了等级、推荐采用的方法,具体技术要求参照第4章的有关规定执行。并明确指出:导线点可不埋石;在控制点稀少地区三级导线可同级附和一次。对直接利用现有控制点进行测设,防止控制点用错,强调要进行角度和边长检核并记录。

9.2.8 定线测量中经常遇到测量指定范围内现状道路路中心线、路边线、围墙的情况,为了避免用一小段直线来代替较长直线所带来的偏差,故规定条件点位置的选择应控制指定范围的2/3。条件点测量完成后,为防止条件点位置选错,故强调展绘到地形图上与定线条件附图校核。

9.2.10 定线测量计算做如下说明:

1 平均中线的算法:设在指定范围内的道路中线上从起点到终点依次实测了 n 个条件点,第1点与第 n 点的连线为 l ,平均中线为 \hat{l} ,各条件点到 l 的垂距为 d_i ($i=1, 2, \dots, n$), l 两侧垂距符号相反,则 l 按下式平移距离 d 后即为平均中线 \hat{l} 了:

$$d = -\frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n} \quad (9-1)$$

特别地,当 $|d| \leq 50\text{mm}$,可不用平移,直接取 l 为 \hat{l} 。

下面举例说明平均中线的算法。

例:如图9-1所示,按定线条件,测得中线条件点Z1~Z6共6点,连接Z1和Z6(图中 l 线),并算得其余各点距直线 l 的垂距。请计算直线 l 到平均中线 \hat{l} 的平移量 d 。

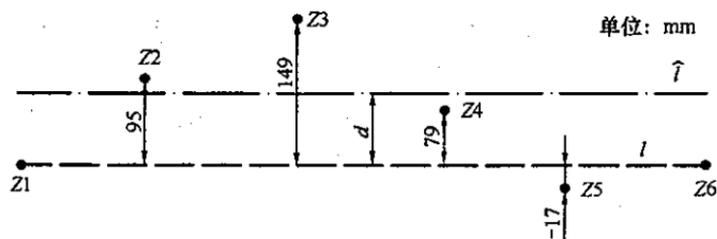


图 9-1 平均中线计算示意图

解: $d = -[(0 + 95 + 149 + 79 - 17 + 0)/6] = -51\text{mm}$ 。

即直线 l 向上平移 51mm 得平均中线 \hat{l} 。

2 在计算规划道路红线时, 我们经常会遇到路不等宽红线曲线元素的计算。如图 9-2 所示, 已知道路中线交点 JD 的坐标 Y_{JD} 、 X_{JD} , 中线曲线半径 R , 半路宽 d_1 、 d_2 , 可以求得外侧和内侧红线曲线半径 R_1 、 R_2 。计算公式如下:

$$\Delta d = d_1 - d_2 \quad (9-2)$$

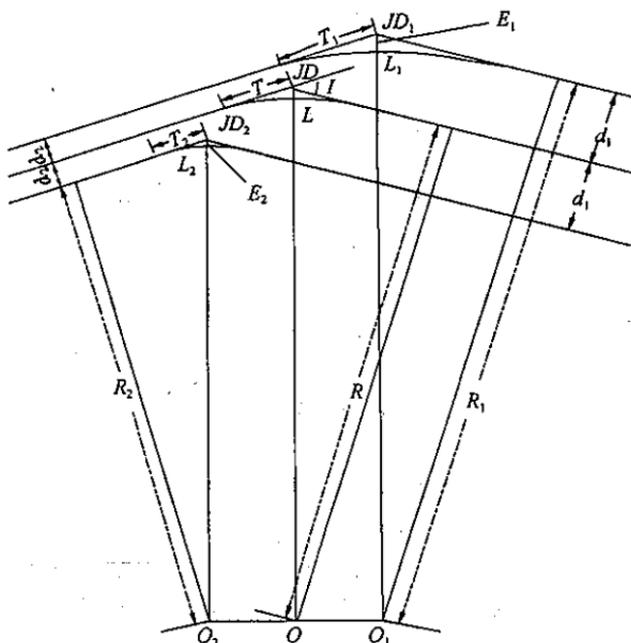


图 9-2 路不等宽红线曲线元素的计算示意图

$$R_1 = R + d_1 - 0.5\Delta d \quad (9-3)$$

$$R_2 = R - d_1 + 0.5\Delta d \quad (9-4)$$

当 $d_1 = d_2 = d$ 时, $\Delta d = 0$, 则 $R_1 = R + d$, $R_2 = R - d$, 说明外侧红线、中线和内侧红线三条曲线同圆心。

由 I 角和曲线半径 (R_1 、 R_2) 可算得外侧和内侧红线的切线长 (T_1 、 T_2)、曲线长 (L_1 、 L_2)、外距 (E_1 、 E_2) 等。外侧和内侧曲线圆心 O_1 、 O_2 的坐标可由外侧和内侧交点 JD_1 、 JD_2 的坐标求得。

9.2.11 拨地测量计算及测设做如下条文说明:

本条第 2 款, 拨地测量计算路口红线的计算方法举例如下:

例 1: 见图 9-3, 标准路口红线的一部分, $ABCD$ 为路口东北角红线。首先根据路宽及路口放宽尺寸计算交点 O , 然后根据路口尺寸, 以 O 点依次计算 A 、 B 、 C 坐标, 按直角三角形计算出 $C-D$ 方位角和距离, 计算 D 点坐标。如果 $OA = OB$, 则 $\angle A = \angle B$, 按等腰三角形计算夹角, 计算 $A-B$ 方位角。图中标准路口红线尺寸为条件给定。

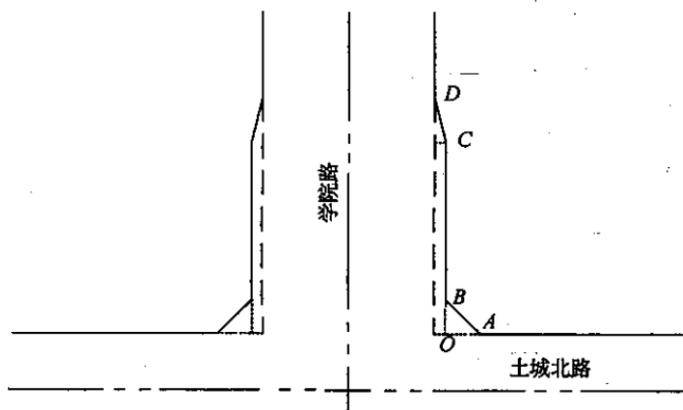


图 9-3 拨地测量计算路口红线的方法示例一

例 2: 见图 9-4, 标准路口红线的一部分, $FEABCD$ 为路口东北角红线。首先根据路宽及路口放宽尺寸计算交点 O , 然后根据路口尺寸, 以 O 点依次计算 A 、 B 、 C 、 E 点坐标, 按直角三

角形计算 $C-D$ 方位角、距离和 $E-F$ 方位角、距离，计算 D 、 F 坐标。如果 $OA=OB$ ，则 $\angle A=\angle B$ ，按等腰三角形计算夹角，计算 $A-B$ 方位角。图中标准路口红线尺寸为条件给定。

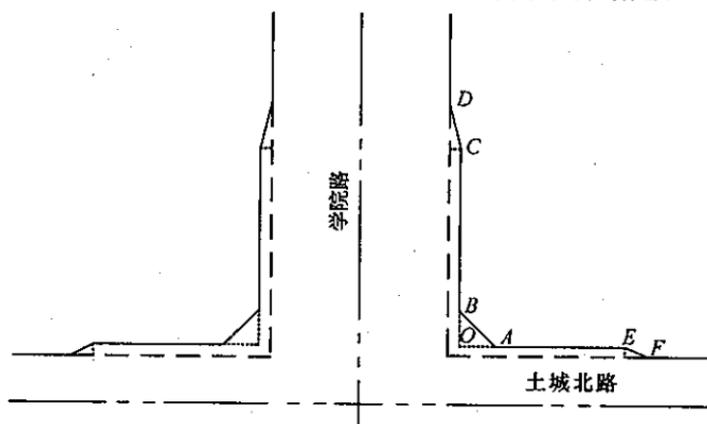


图 9-4 拨地测量计算路口红线的方法示例二

本条第 4 款，如临路的拨地应由临路的用地界桩开始测设，不临路的拨地应从长边开始测设。

本条第 5 款，拨地测量测设时，若用地桩点不能实钉时，可在用地边线上钉指示桩，但应注意指示桩不可钉在用地边线的延长线上。

9.3 规划监督测量

9.3.1 规划监督测量包括放线测量（或灰线验线测量）、 ± 0 层验线测量和验收测量。在不同的城市因规划管理方法的不同，其涉及的测量内容可能有所不同，部分城市建设工程的放线由施工单位承担，测绘单位受城市规划行政主管部门委托代表其城市规划行政主管部门进行灰线验线。部分城市建设工程的放线由测绘单位承担，但不再进行灰线验线。所以要求放线测量和灰线验线测量可根据城市规划行政主管部门的要求选择一种作为规划监督测量即可。

为保证统一管理，确保规划监督测量的连贯性和完整性，原

则上，一个城市的规划监督测量由城市规划行政主管部门委托一家测绘单位实施。

9.3.3 规划监督测量一般包括三个阶段的测量：开工前的灰线验线测量或放线测量、基础施工完毕的±0层验线测量、竣工后的验收测量。这三个阶段有相同的工作内容，也有属于本阶段特有的工作内容。本条款先概括三个阶段共有的工作内容，然后指出各阶段特有的工作内容。

9.3.4 规划监督测量由于涉及建设项目的相关规划条件，所以前期准备应依据城市规划行政主管部门出具的条件，收集有关的定线测量、拨地测量等资料，特别是规划红线等。

9.3.7 规划监督测量中条件点（验测点）宜包括能控制建筑位置和反映建筑的间距要求的角点，并且能满足城市规划行政主管部门出具的条件之要求和现场的实际情况定。

9.3.8 放线测量根据工程的性质主要分为建筑工程放线测量和市政工程放线测量。建筑工程放线测量主要根据城市规划行政主管部门审批的建筑工程放线附图和相应的建筑施工图，再结合拟建建（构）筑物与四周主要建（构）筑物和道路中心线的距离来推算拟建建（构）筑物各角点（轴线角点或外墙角点）坐标，最后将推算的角点坐标实地放线定桩，并将实地放线的情况标注在放线附图上供城市规划行政主管部门审核。市政工程放线测量又主要分为市政道路和市政管线放线测量，主要根据城市规划行政主管部门审批的市政工程放线附图上所确定的各点的坐标进行实地放线定桩。

放线测量的内业计算，应符合下列规定：

1 为了保证建筑竣工后外墙角点间的相关间距能满足要求，原则上要根据城市规划行政主管部门出具的条件、条件点坐标和施工图等资料，计算建构筑物外墙角点坐标。

2 在不同的城市因规划管理方法的不同或便于建筑施工方便，部分城市可能习惯计算拟建建构筑物轴线交点的坐标，但应充分考虑建构筑物的墙厚，以保证外墙角点满足城市规划行政主

管部门出具的条件。

3 桩点应统一编号，并保证同一工程的桩点编号不应重复。

4 拟建建构物放线不满足规划条件时，应及时告知经城市规划行政主管部门和建设方，经调整后再予放线。

9.3.10 放线测量成果资料整理可能因不同城市规划管理方法的不同而有所不同，但应主要符合以下方面：

1 编制放线测量成果表，放线测量成果表内容宜包括点号、坐标、点间距离等，其中，非正式桩点可只提供相关距离。成果表内宜绘制拟建建构物放线示意图，也可单独绘制放线示意图。

2 资料内容可包括放线测量通知单、放线测量成果表、工作说明及工作略图、内业计算簿、外业测算簿、工程测量交桩书、检验报告表和平面设计图，并顺序装订。目前放线测量大部分单位均采用内外业一体化，故也可按上述顺序保存相应的电子文档。

3 工作说明目的是将工作中的相关情况进行描述，以便于管理，因此宜将测量工作中的控制测量、条件点的施测情况、桩点测设情况、作业中的特殊问题等进行描述。

4 工作略图宜按城市规划行政主管部门批准的放线附图的比例绘制，内容应满足当地城市规划行政主管部门的要求并与规划许可相对应，宜包括拟建建构物略图、规划道路、拟建建构物与四至关系等，实放桩点宜标识。

9.3.11 灰线验线测量主要根据城市规划行政主管部门审批的放线附图和相应的建筑施工图，再结合测绘单位或施工单位实地的已放线位置进行验线，以判断已放线的拟建建（构）筑物位置能否满足规划管理的要求。

灰线验线测量内业计算应符合下列规定：

1 计算前应充分熟悉规划条件，了解项目情况，检查外业记录手簿。

2 根据条件城市规划行政主管部门出具的条件，结合条件

点坐标、外业实测验测点坐标、审批的施工图，城市规划行政主管部门审批的要求计算建构物与四至的关系。

3 计算建构物与四至的关系与规划许可证附图标注的数据一一对应。凡是涉及有四至距离的细部点位宜进行外业实测，无法实测时也宜通过验测外廓轴线点，并结合施工图来推算细部点点位，最后在根据推算的细部点位置来计算建构物与四至的关系。

4 四至周边建筑已建时，宜实测和推算间距。未建时，可依据其设计坐标计算。

5 桩点应统一编号，并保证同一工程的桩点编号不应重复。

6 建（构）筑物的位置不满足规划条件时，应采取相应的措施及时告知经城市规划行政主管部门和建设方。

9.3.12 灰线验线测量成果资料整理应符合下列规定：

1 编制验线测量成果表，验线测量成果表内容宜包括点号、点间距离、坐标等；验线示意图宜绘制在成果表内，也可单独绘制，内容应与规划许可证附图相对应。

2 资料内容可包括验线测量通知单、验线测量成果表、工作说明及工作略图、内业计算簿、外业测算簿、检验报告表和平面设计图，并顺序装订。目前验线测量大部分单位均采用内外业一体化，故也可按上述顺序保存相应的电子文档。

3 工作说明目的是将工作中的相关情况进行描述，以便于管理，因此宜将测量工作中的控制测量、条件点的施测情况、验测点测设情况、作业中的特殊问题等进行描述。

4 工作略图宜按城市规划行政主管部门许可的附图的比例绘制，内容应满足当地城市规划行政主管部门的要求并与规划许可相对应，宜包括建构物略图、规划道路名称、拟建建构物与四至关系等。

9.3.13 ±0 层验线测量应在建构物基础施工完成后进行测量，城市规划行政主管部门根据实测的结果，以判断建筑的基础部分是否占压建筑红线或道路红线，是否移动批准的位置，间距

是否符合要求，是否有其他违法建设行为，要求测量要及时，以便于发现问题及时整改。

±0 层验线测量应参照工程放线或灰线验线测量成果，测量建构筑物验测点坐标和±0 层的地坪高程。验测点应选择在建构物外框关键部位和关键的点上，基本上与放线或灰线验线的点位一致，为建构筑物的外围主要角点、有间距要求的角点等。

验线点的平面位置宜以建构筑物墙中心的轴线交叉点为准，但由于施工，一般情况该轴线点是无法准确确定，所以一般要求以建筑物外墙面的交叉点为准，但应考虑建构筑物的墙厚，原则上与工程放线或灰线验线测量的点的性质一致，以便于比较。

建筑物的±0 层高程应以施工时的±0 层的地坪高程为准，±0 层的地坪高程可采用水准测量或电磁波测距三角高程测量的方法测定。采用水准测量方法时，宜将±0 层的地坪高程点联入水准线路，也可从不同的起算点测量两次。采用电磁波测距三角高程测量方法时，宜从不同的起算点测量两次。两次测量的较差不大于规定要求，则取其中数作为测量结果。

9.3.14 ±0 层验线测量内业计算与灰线验线测量内业计算基本类似，故其要求应符合本规范第 9.3.11 条的规定。

9.3.15 ±0 层验线测量成果资料整理与灰线验线测量成果资料整理基本类似，应符合本规范第 9.3.12 条的规定。

9.3.16 为了控制建（构）筑物的高度，验收测量必须对建（构）筑物高度进行测量，高度测量应符合下列规定：

1 宜测量建构筑物的高度、层数和建构筑物的相关标高（地下地坪高、±0 层标高、建筑顶面标高、建筑制高点标高），并根据测量的数据绘制楼高示意图。一个楼高示意图表示不清的可绘制多个楼高示意图。

2 建构筑物的高度测量可采用电磁波测距三角高程测量法或实量法。采用电磁波测距三角高程测量法时应变换仪器高或觇标高测两次，实量法也应变换位置进行测量两次，两次测量值的较差不大于 100mm 时，成果取用平均值。

3 建构筑物室内外地坪的高程可参照本规范第 9.3.13 条 ±0 层标高测量的规定施测。

9.3.17 验收测量现状地形图测量宜采用数字成图的方法施测，其主要精度要求参照了工程图测绘的相关规定。验收测量现状地形图测绘除按本规范城市地形测量要求实测外，还必须满足城市规划行政主管部门验收的要求，因此对建筑物各主要角点、车行道入口、各种管线进出口、内部道路起终点、交叉点和转折点的位置，弯道、路面、人行道、绿化带等界线、构筑物位置和高程宜进行实测，并标注建筑物结构层数。

9.3.18 验收测量地下管线探测应符合下列规定：

1 地下管线测量的精度按现行行业标准《城市地下管线探测技术规程》CJJ 61 的规定执行。

2 地下管线测量的对象主要包括给水、排水、燃气、工业、热力、电力、电信等管线。

3 地下管线测量的取舍应参照现行行业标准《城市地下管线探测技术规程》CJJ 61 的相关规定，结合各个城市的具体情况，规定了市政管线和小区管线探测的取舍标准，各城市可按本城市规划行政主管部门的具体要求，再作详细规定。

4 地下管线验收测量宜在回填前进行，当无法在回填前进行测量时，应结合调查和物探的方法查明各种地下管线上的建构筑物 and 附属设施。参照现行行业标准《城市地下管线探测技术规程》CJJ 61 的相关规定，规定地下管线的建构筑物和附属设施测量的主要内容。

5 参照现行行业标准《城市地下管线探测技术规程》CJJ 61 的相关规定，规定地下管线实地调查的主要项目。

6 参照现行行业标准《城市地下管线探测技术规程》CJJ 61 的相关规定，规定地下管线平面位置和高程的测定井距应小于 75m。

9.3.19 验收测量建筑面积测量应符合下列规定：

1 较规则的建筑物的边长丈量宜采用钢尺或手持测距仪独

立测算两次，两次量距较差绝对值不应大于 5mm，结果取用中数。异型建筑丈量方法宜采用全野外数据采集或野外坐标解析法施测建筑物各主要角点。为了避免误差累计，要求宜通过一站测量。

2 要求作业人员要加强现场核对，特别是建筑工程的隐蔽地方：技术层、夹层、暗层以及地下室、阳台、室内花园、卫生间、楼顶等，最容易发现疑似违规建筑。

3 本条规定设计边长与测量边长（扣除抹灰和装饰的厚度）的较差限差，该限差公式来源于吕永江主编，中国标准出版社 2001 年出版的《房产测量规范与房地产测绘技术》中第 104 页 7.3.5 条对边长测量精度要求与限差的建议；但在实际操作过程中，由于无法准确确定建筑抹灰和装饰的厚度，一般根据外业实测边长（包括抹灰和装饰的厚度）与设计边长的较差值，该值与该建筑抹灰和装饰厚度的经验值的较差不超过当地的规定值，可按照设计边长计算建筑面积；城市规划行政主管部门另有规定的可按其规定执行。

4 要求在面积计算之前应对建筑的所有边长进行一次校核，检核的主要条件为：几何图形边长的闭合关系、分段量测边长之和与总边长的一致关系，对多余观测引起的边长较差，应进行配赋处理后，方可进行计算。

5 建筑面积测量成果的表述形式必须满足当地城市规划行政主管部门的要求，应依照建设工程规划许可证的标准格式和内容制作，宜包括建设工程总建筑面积、分栋建筑面积和每栋分层建筑面积，以及每栋分层外框示意图，并应注明建筑功能。

6 建筑面积测算应满足现行国家标准《建筑工程建筑面积计算规范》GB/T 50353 中计算建筑面积的相关规定。但由于建筑新技术和新的建筑结果的不断发展，各城市可按本城市规划行政主管部门的具体要求，制定更详细的面积计算细则，但不宜与现行国家标准《建筑工程建筑面积计算规范》的原则相违背。

9.3.20 验收测量内业计算与灰线验线测量基本类似，应符合本

规范第 9.3.11 条的规定。

9.3.21 验收测量成果资料整理应符合下列规定：

2 目前验线测量大部分单位均采用内外业一体化，故也可按正文中本款顺序保存相应的电子文档。

3 工作说明目的是将工作中的相关情况进行描述，以便于管理，因此宜将测量工作中的控制测量、条件点的施测情况、验测点测设情况、作业中的特殊问题等进行描述。

4 工作略图宜按城市规划行政主管部门许可的附图的比例绘制，内容应满足当地城市规划行政主管部门的要求并与规划许可相对应，宜包括建构物略图、规划道路名称、拟建建构物与四至关系等。

9.4 日照测量

9.4.3 客体建筑不仅为有日照要求的现状建筑，设计方案已通过当地有关部门审定或已经批准尚未建设及正在建设的建筑也应纳入客体建筑。

9.4.5 考虑到尽可能利用已有测绘资料、减少重复测绘及测量误差的不可避免性，过高或过低的精度要求均不合适，参照本规范 9.5 节测量精度要求比较适宜。

4 建筑中商店、厂房、办公用房、或独立灶间、卫生间、楼梯间等功能用途房间国家规范无日照要求，为便于建筑横向宽度检核，在外业测量中应进行窗户宽度的测量。

8 主体建筑的北侧、东西两侧、及屋顶（包括女儿墙、电梯房、水箱等附属物）对客体建筑日照量影响较大。

9.4.7 对日照分析按相应款做下列说明：

4 目前上海、杭州、宁波、无锡、合肥、东莞等大部分城市对于有转角直角窗户、转角弧形窗户、凸窗等异形窗均以居室窗洞开口建模，测绘位置示意图 9-5：

7 按照《城市居住区规划设计规范》GB 50180 日照时间计算起点为底层窗台面（底层窗台面是指距室内地坪 0.9m 高的外

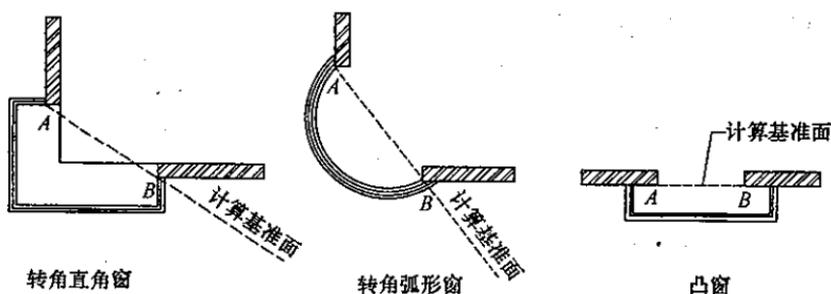


图 9-5 日照分析测绘位置示意图

墙位置)。

13 影响太阳高度角 (h) 和方位角 (A) 的因素有 3 点: 赤纬 (δ)、时角 (t)、纬度 (ϕ), 而太阳高度角、方位角的计算直接影响到日照量, 太阳高度角、方位角计算公式见式 (9-5)、公式 (9-6):

$$\sin h = \sin \phi \times \sin \delta + \cos \phi \times \cos \delta \times \cos t, \quad -90^\circ \leq h \leq 90^\circ \quad (9-5)$$

$$\cos A = (\sin h \times \sin \phi - \sin \delta) / (\cos h \times \cos \phi) \quad (9-6)$$

式中: $\delta = 23.45^\circ \times \sin [(N - 80.25) \times (1 - N/9500)]$
 (N ——从元旦到计算日的总天数); $t = 15^\circ (n - 12)$ (n 为太阳时)。

下面以某点经纬度为基准, 以简单的矩形建筑为对象, 通过数据分析, 说明纬度变化对建筑日照的影响 (见图 9-6)。测试样例如下:

基准纬度: $30^\circ 40' 00''$	基准经度: $104^\circ 04' 00''$
分析日	大寒日: 09 年 01 月 20 日
有效日照时间	08:00~16:00

通过测试确定, 纬度每变化 $4'$ 左右, 对日照量会产生近 2 分钟左右的影响, 故本项规定计算点经纬度应按照项目位置确定。

14 本款内容引自国家标准《城市居住区规划设计规范》

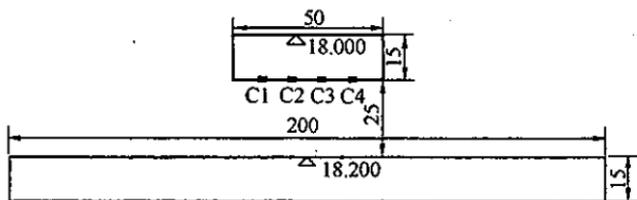


图 9-6 纬度变化对建筑日照的影响测试样例

GB 50180-93 中住宅日照规定。

9.5 工程图测绘

9.5.1 工程图的比例尺选择主要根据工程性质、用图需要和测区大小等确定。可选用 1:500、1:1000、1:2000 和 1:5000 比例尺。小面积工程测图为了增大图面或详细了解地形地物便于设计、施工而采用大于 1:500 的比例尺，以 1:200、1:100 居多。

9.5.2 本条对充分利用现有测量成果提出要求。如精度要求较低，可用小一级比例尺地形图放大或按小一级比例尺地形图的规定进行施测。

9.5.13 测深点点位中误差是在参考国内一些现行国家标准和行业标准（点位中误差为图上 1.25~2.00mm）的基础上制定的。

9.5.14 测深设备的适用范围与测深点深度中误差是相关的。一般认为，测深杆适用于水深 0~5m 且流速不大的浅水区，其较差为 0.2~0.3m；用测深锤测深，在流速不大、水深小于 20m 的情况下，其较差为 0.3~0.5m；测深仪适用水深 2m 以上水流较急的水域。因为 0~2m 记录纸上零线与回声线混在一起难以判别，为了避免发生错判，故定为 2m 以上。在有水草、海底树林的水域，不应使用测深仪。因为这时反射的回波深度不是水底深度。

9.5.16 根据实践经验及有关资料，测船因风浪引起的颠簸程度，取决于风浪的强弱和测船的抗风性能，应由测深仪记录纸上

回声线反映出的起伏变化来定。当变化不大时，可量取波形起伏的中数为水深读数，对测深精度影响不大，此时尚可继续作业，而当测深仪在正常工作，记录纸上出现有 0.4m~0.5m 的锯齿形变化时，实际水面浪高将超出其值 1~2 倍，此时船身剧烈摇摆，换能器随测船摇动而改变着入水深度，直接产生更大的深度误差，并往往伴随出现锯齿形回声线，以至无法判别水深。按内河和海上船舶的抗风能力，规定在内陆水域和海域当测深仪正常工作时，回声线分别在记录纸上出现大于 0.3m 和 0.5m 的起伏变化，宜暂停作业。采用测深锤、测深杆作业时，测深获得的是绳、杆的水面读数，因风浪引起的水面起伏的大小，将直接影响到测深的读数精度。

9.5.17 水下地形测量不能像陆地那样按地形变化选择地性点，所以测点密度较大。多数水下地貌垂直于岸线的横向变化远大于平行岸线的纵向变化，因此断面间距应大于测点间距。根据一些作业单位多年的实践经验，顾及到图面的负载量，规定断面间距和测点间距宜分别为图上 2cm 和 1cm。为适应水下地形变化和工程用图需要的不同，可根据具体情况，适当加密或放宽断面和测点的密度。

9.5.18 当水域开阔平坦、水位变化极小时，可在近岸水边打入木桩，使其与水面齐平，然后用水准测量方法直接测定桩顶高程，即为水面高程。当水面涌浪较大，应设立水尺观测水位，取波峰波谷读数的平均值作为水面高。水尺应设在受风浪、壅水、回流影响较小，又不易遭到碰撞，且有代表性的地方，若一支水尺不能保证测出测深期最高与最低水位时，应设立阶梯形水尺组。当测区内水位坡降较大，应分段设立水尺进行水位观测。在水尺附近宜设立 2 个不低于图根水准精度的临时水准点，以便随时用图根水准测量的精度接测水尺零点高程或水面高程；或以不低于图根水准测量的精度布设附合路线直接测定水尺零点高程或水面高程。

水位观测应与测深工作同时进行。实际工作中采用定时观测

水位，内陆水域应使两次观测时间间隔内水位变化小于 0.1m；受潮汐影响的河段和海域的坡降不是固定的，涨潮时下游水位高上游低，退潮时上游水位高下游低，急涨、急退时坡降大，而平时水面几乎成水平状态，因此观测潮位的时间间隔要短，规定宜每隔 10min 观测一次。根据观测的水位按时间内插求得测深时的工作水位。

9.5.19 测深仪工作电压与额定电压、实际转速与规定转速之差的变动范围，应以仪器说明书（鉴定书）为依据。正常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%；实际转速与规定转速之差不应超过 1%。超过规定时，应进行调整或改正。电压与转速调整后，应分别在深、浅水处作停泊与航行检查，如有误差，应绘制误差曲线图进行水深改正。

9.5.20 测深点定位的方法很多，对于某测区具体采用什么方法，应根据水域情况（水深、流速和面积大小）、测图比例尺和设备条件综合考虑确定。

9.5.22 市政工程工点地形图（即小面积块状工程地形图）和带状地形图的比例尺，应根据所需精度、幅面大小、图面负荷与经济合理等因素综合考虑选用。考虑线路纵、横断面图比例尺的选用规与线路带状地形图比例尺关系密切，因本节亦有桥址纵断面图、河床横断面的内容，放在本规范表 9.5.22 中比较有利，以避免不必要的割裂与重复。

9.5.23 带状地形图的分幅设计，主要是为了便于使用。图幅过长，打开和卷起都很费事；过短，增加接图的工作量。目前因提供的测量成果多为数字成果，图幅分幅不当问题不突出，出施工图时应考虑使用的方便。

9.5.24 道路工程带状图的测绘是很普遍的，在线路带状图中也是具有代表性的，条文中主要就测绘特点和要求作了一些具体规定。

9.5.25 我国城市道路立交桥的建设发展很快，因此有必要纳入立交桥桥址图测绘的内容。立交桥桥址图的测绘主要为设计立交

桥和匝道的位置提供地形资料，同时为改、扩建地下管线提供依据和安全保障。

9.5.26 跨河桥按其长度可分为特大桥、大桥、中桥和小桥，其划分标准为：桥长在 500m 以上为特大桥；100~500m 为大桥，20~100m 为中桥；20m 以下为小桥。桥址地形图比例尺根据河宽而定，桥长在 50m 以下时可选用 1:200 或 1:500；桥长在 100m 左右时用 1:500；桥长在 200m 以上时选用 1:1000 或 1:2000。

9.5.27 桥址纵断面图是表示桥梁中线位置现有河床的地形变化，用以设计桥梁孔跨、墩台高度、净空和导流建筑物。加测河床横断面，是为了计算洪水流量。

9.5.28 桥址纵断面水上部分的测量与线路纵断面测量相同，应在进行线路纵断面测量时一次完成。河床横断面水上部分的测量可按线路横断面测量的要求施测。

9.5.29 抽取地表水的自来水厂、泵站和污水处理厂，应进行取水口或出水口的水域断面测量。抽取地下水源的自来水厂、泵站不包括在内。

9.5.30 施测方格高程图，是在测完施测范围内地物点和现状路边线后，以设计施工中线或现状路中线为基线，根据比例尺大小、地面平坦程度和精度要求来确定方格网间隔，并根据实地的基线桩将方格网放样到实地上，测定各方格网交点的高程，以厘米为单位注记在图上相应方格网交点的右上方。

9.6 市政工程测量

9.6.1 本节内容主要纳入了普通的市政工程勘测设计阶段的通用性测绘工作，对于条文中所述大型的或城市少有的工程测量项目，多数为专业部门所承担，各种工程的施工测量，内容相当繁杂，城市测绘单位也极少参与，所以条文中包含的工程项目能满足绝大多数城市测绘单位的需要。

9.6.2 考虑到市政工程线路测量的需要，施测 1:1000 比例尺

带状图的主要线路附合导线长度，可按导线最弱点相对于起算点的点位中误差不得大于图上 0.1mm 进行估算。在规划市区和郊县城镇范围内的线路，仍然要规定导线长度，考虑到山地线路施测带状图通常采用最大比例尺为 1:2000，以及考虑到数字化测图与困难地区放宽要求的需要，山地线路附合导线长度，导线绝对闭合差和相对闭合差均按 10cm 的精度指标计算。高速公路和高架路工程导线测量的技术要求按《公路勘测规范》JTG C10 的规定执行。

9.6.3 市政工程线路水准测量的相应款做下列说明：

1 市政工程线路水准测量是工程设计阶段中重要的控制测量工作之一，它为测绘专用地形图、纵横断面图及调查重要高程点的高程提供依据，同时又是施工时高程放样的基础，其水准点的位置应能满足工程施工放样的需要。

2 在市政工程中，以重力自流管道对高程控制的要求为最高。当自流管道的设计坡度为 0.5‰ 时，即每千米的设计高差为 0.5m。为保证设计坡度施工放样的精度要求，在设计、施工阶段的测量误差按 1/10 计，即为 ±5cm/km。根据武汉测绘学院工测系 1960 年对城市排水管网精度要求的分析，其结论为：当排水管道管径大于 1500mm、坡度小于 0.5‰ 时，其工程水准测量的精度需采用四等水准。而普通的市政工程可以采用稍低于四等水准的精度要求。本规范采用了介于四等水准和图根水准之间的 $\pm 30\sqrt{L}$ (mm) 的精度指标（某些规范称为五等或等外水准），中平测量再按图根水准的精度施测，这样既满足了一般市政工程线路水准测量的实际需要，又不存在同级附合的不合理情况。

9.6.4 随着施工单位技术力量的加强，往往只需要测量单位交付控制点，所以本条的要求应根据实际情况执行。

9.6.7 线路中线测量按相应款作下列说明：

1 轴线桩号换算为中线里程，应根据直线部分分段移轴、中线等距移轴与不等距移轴等不同情况分别处理。中线等距移轴与不等距移轴又分为交点上不设曲线和设置曲线两种情况。

5 直线段上的中桩间距，地形平坦地区宜为 50m，地形起伏大的地区可采用 20m；曲线段上的中桩间距，平坦地区曲线半径大于 800m 时，可为 40m；山区公路当曲线半径为 30m~60m，缓和曲线长度为 30~50m 时，不应大于 10m，当曲线半径和缓和曲线长度小于 30m 或用回头曲线时，不应大于 5m。

6 由于测量分段，局部改线或量距错误等原因造成中线里程不连续，即称为中线断链。

7 中桩桩位的测量限差，根据城市线路的主次和地形的起伏而异，主要线路多集中于市区，次要线路则分布于市区、卫星城镇和郊区，上述线路大多处于平原、丘陵，山地线路多在远郊山区，因此对不同类别的线路精度要求是有区别的。城市测量多年的实践证明，这些限差是不难达到的。

曲线测设的纵向闭合差，主要由总偏角的测角误差、切线长和弦长的丈量误差等构成，总偏角的测角误差将使计算的各项曲线要素产生同向误差，导致这种误差在曲线测设中互相抵消。切线和弦丈量时的系统误差在纵向闭合差中影响甚微，偶然误差是影响纵向闭合差的主要因素。主要线路曲线测设的纵向相对闭合差定为 $1/2000$ 是比较容易达到的，次要线路和山地线路亦有放宽，也是不难达到的。

曲线横向闭合差，主要由偏角法的拨角误差、切线长和弦长的丈量误差以及测站点的投点误差等构成。由于城市主要线路大都选用大于不设超高的平曲线半径，半径大，曲线不长，因此曲线横向闭合差是能够不超过 5cm 的。次要线路和山地线路随着曲线半径的递减和曲线长度的增加，曲线横向闭合差虽可能增大，但对于 7.5cm 和 10cm 限差也是不容易超过的。

9.6.8 纵、横断面测量按相应款作下列说明：

1 纵断面测量是在高程控制测量和中线测量的基础上进行的，根据高程控制测量所留设的工程水准点。从一个水准点沿中桩逐桩按图根水准的精度要求施测桩位的地面高程至下一个水准点，逐点进行闭合，因此纵断面测量亦称中平测量。这样做可以

一举数得，一方面检测了工程水准点，又沿中桩施测了地面高程，同时还检查了里程桩号。

2 横断面测量是测量垂直于线路中线方向的地面起伏情况。横断面的宽度通常为路基设计宽度的2~3倍，一般测至填挖边线以外，城市道路应测至两侧建筑物。横断面的密度应视两侧的地形变化作适当增减，通常平原地区的道路工程和地下管线工程，如果地势平坦或工程面狭窄，可不施测横断面，而以中桩的地面高程代表两侧地形即可。河道横断面测量应以岸上轴线桩为起算点，测绘河道两岸、防洪堤、水涯线、河底地形变化点及洪水水位的高程等。

5 横断面的测量方法有全站仪法、水准仪法、经纬仪视距法等，可根据横向地形变化大小、精度要求和仪器条件选用。

9.6.9 目前设计人员已广泛使用计算机辅助设计，纵断面图和横断面图已不需测绘人员提供，所以舍掉了原规范对纵、横断面图的要求。

9.7 地下空间设施现状测量

9.7.1 本节标题由原规范“地下普通建（构）筑工程现状测量”改为“地下空间设施现状测量”。适用的范围相同。

9.7.2 示位测量是指兴建楼房时，为了保存和充分利用下面原有的人防工程，同时为确保楼房本身的安全，多采用打钢筋混凝土桩加固地基基础，设计人员为防止打桩穿透或挤垮人防通道的事故发生，而要求测量人员提供建筑范围内1:500或1:200比例尺人防工程的现状图和将人防通道的位置、形状准确放样到地面上，并补测地面新增地物和高程，以保证正确设计桩位和指示施工，这项测量工作简称为示位测量。

9.7.4 进行地下人防工程的普查测量，首先应到各街道办事处联系，收集管片内人防通道网示意图，了解各出入口、竖井所在地点及其他有关事宜。然后进行现场踏勘，有示意图的需核对、修改与补充，无示意图的应于现场绘出草图。

9.7.5 导线的布设方法，首先应视需要与否，如示位测量必须先布设经过附近出入口或竖井旁以及需地面放样地点的地上导线，再布设地下导线测绘所需范围的人防通道。其次要看导线是否超长，如果超长可先布设地上导线，再布设地下导线，普查测量可布设地下多结点导线网，使导线精度均匀并可缩短导线长度。其他情况则可直接布设自地上经由地下再地上的导线，以减少控制层次。

9.7.6 由于地下普通建（构）筑工程出入口坡度大，有时甚至需要盘旋回环，地下通道又多曲折起伏，视线短，站数明显增多，因此按山区图根水准测量的精度要求进行地下水准测量是合理的。

9.7.7 由于地上、地下温差大的特殊情况，作出如此规定是为了对测量仪器的防霉、防雾、防锈采取的一种防护措施。

9.7.8 地下人防工程现状测量按相应款作下列说明：

1 地道是指平原地区 and 市区，利用一定深度的自然地层防护，利用斜梯、竖井出入的工事；坑道是指在山地利用山体的自然防护层提高抗力，利用直切的平口深入山体的工事；掘开式工事是指用掘开地面将工事构筑于地下然后回填的方法施工，且其上部没有较坚固楼房的工事。

2 为满足设计急需的小面积（一两栋楼的范围）人防工程现状测量，即前面提到的示位测量，当拟建楼房距原有楼房很近，且根据原有楼房进行放线时，应测量原有楼房楼角的坐标，并展绘到地形图上以修正楼角的位置。在建筑场地周围地形有变化或有新增地物，应修测补测，精度要求较高的，应测地物点细部坐标，地面上拟建位置处也应补测几个地面高程。无 1:500 基本地形图的地区，应地面、地下一起测绘。

7 重叠的与立交的通道采用上实下虚画法，应根据不同情况正确处理。上下部分重叠的两条通道，重叠部分如果上窄下宽，上面通道投影位置尽落在下面通道内，则上下通道边线均画实线；如果上宽下窄，下面通道被上面通道全部遮住了，则上面

的画实线，下面的画虚线，下面的一侧边线被遮住，则一侧边线画虚线；如果上下立体交叉，则下面被上面遮住的通道边线应画虚线。

顶面材料可分钢筋混凝土（简称砼）、普通黏土砖（简称砖）、条石或岩石（简称石）、三合土（简称土）。结构可分拱顶（简称拱）、平顶（简称平）。

9.8 土石方测量

9.8.1 土石方测量除本节描述的方法外，还可采用机载激光雷达、激光三维扫描仪采集三维点云构建 DEM 进行计算，采用上述两种方法采集的点云数据一般密度都较大（机载激光雷达可达 $1\text{m} \times 1\text{m}$ ，激光三维扫描仪更是可达毫米级），且精度均匀可靠，可根据需要设置点云采集密度及构建相应分辨率的 DEM 进行体积计算。

9.8.7 两人采用同一方法和同一软件计算同一工程的土石方量，原则上结果应一致，但因可能在处理破格的方法上存在一定差异，导致两人计算结果不一致。因此，规定检核计算与原计算成果的较差不大于总方量的 3%，该指标是根据部分单位计算土石方量的经验确定。

9.8.8、9.8.9 采用极坐标法采集数据获得土石方量，场地没有设置标志，对检测高程精度适当放宽；而采用网格测量法采集数据获得土石方量，场地设置有明显标志，故规定检测高程与原测高程的平均较差不大于 1:500 地形图测绘的图根高程的精度。

9.9 竣工测量

9.9.1 竣工测量记录了工程地面、地下建筑竣工后的实际位置、高程以及形体尺寸、材质等状况，是反映、评估施工质量的技术资料，应作为工程进行交接验收、管理维护、改建扩建的重要依据，作为建设及运营管理部门必须长期保存的技术文件，更是国家建设行政管理部门进行监督审查以及国有资产归档的主要技术

档案，因此工业建筑工程、民用建筑工程、城市道路工程、城市桥梁工程、地下管线工程和地下构筑物工程竣工后宜进行竣工测量。

9.9.2 竣工测量以能清楚描述构筑物地理空间位置关系为原则，一般采用 1:500 比例尺，较复杂构筑物可采用 1:200 比例尺，甚至更大比例尺。

9.9.3 对于小型工程在建（构）筑物不密集和地下管线比较简单的情况下可将地面建筑、地下管线、地下建筑编绘成一张竣工总图，其中地下管线着色宜为彩色、地面建筑宜采用黑白实线、地下建筑宜采用黑白虚线加以区分。否则应分别测绘成图。

9.9.4 从理论上探讨地物点的平面测定精度，国内已有不少资料和著作做过论述，现结合我国当前城市采用数字化测图方法进行理论上的精度推导分析。

在数字化测图中，图上地物点中误差 m_w 来源，主要由图根点点位中误差 m_t 、图根点至地物点的测距中误差 m_j 、方向中误差 m_i 所构成，即

$$m_w = \sqrt{m_t^2 + m_j^2 + m_i^2} \quad (9-7)$$

现将各项误差逐项分析如下：

1 图根点点位中误差 m_t 取图上 $\pm 0.1\text{mm}$ ，按照 1:500 比例尺为 5cm。

2 图根点至地物点的测距中误差 m_j 是影响地物点点位精度的一项主要误差，城市建筑区和平地、丘陵地的 1:500 测图，测站至地物点距离采用全站仪实测，此项误差较小，按照二级测距仪测距中误差为 10mm。

3 地物点的方向中误差 m_i 包括：照准误差及全站仪测角误差等，其式为：

$$m_i = \frac{m_r}{\rho} \times S \quad (9-8)$$

式中： m_r ——测绘地物点的方向中误差（"）；

S ——测定地物点的图上最大视距长度。

其中 m_r 随视距的增大而减小, 但视距大到一定限度后, 其减小的速度就缓慢下来, 因此, 对于大比例尺测图所规定的视距范围来说, 目前国内大多数取用 $m_r = \pm 6''$ 。按公式 (9-8) 结合本规范的视距长度计算得表 9-1。

表 9-1 地物点的方向中误差 (mm)

S	300	200	150	100	75
m_r	8.7	5.8	4.4	2.9	2.2

综上所述, 将各项中误差数值代入公式 (9-7) 算出用图根点直接测绘的地物点最大点位中误差为 5.2cm, 取值 5.0cm。

综上所述, 本规范规定主要地物点相对邻近图根点的点位中误差应不大于 5cm, 次要地物点相对邻近图根点的点位中误差应不大于 7cm, 地物点间距中误差应不大于 5cm; 困难地区取 2 倍中误差为允许值, 地物点相对邻近图根点的点位中误差应不大于 10cm, 地物点间距中误差应不大于 10cm。高程点的高程中误差应不大于 4cm。

9.9.5 竣工测量地形图应实地测绘, 为了反映建(构)筑物的周边关系, 地形图范围应包括建设区外第一栋永久建筑物, 周边没有建筑物时, 地形图范围测至建设区外 30m。

9.9.6 竣工测量是为了反映建成建构物的空间位置关系, 是办理验收相关手续的依据材料之一, 因此宜采用内外业一体化数字成图法, 保证竣工测量地形图的精度。

9.9.7 竣工测量是对建构物要素进行全部测绘, 包括地下、地面、地上的建(构)筑物。

9.9.8 竣工测量是城市规划行政主管部门进行建构物核查测量的内容之一, 为了清楚地描述建构物与设计图纸及建筑红线的关系, 因此竣工测量前应收集经城市规划行政主管部门审批后的建筑物施工设计图、总平面图和放线成果。

9.9.9 对竣工测量控制点规定的解释如下:

- 1 竣工测量是对新建建(构)筑物的测量, 新建建(构)

筑物及配套设施能保存相当长时间，布设控制点不易被破坏，因此控制点应为永久性控制点。

2 由 9.9.4 规定可知：竣工测量精度较高，精度高于一般地形图测绘，因此应采用不低于一次附合图根导线的平面控制点和同级图根高程控制点作为首级控制。

3 为了减小控制点测量误差和使用方便，控制网起始点应尽量采用原建设用图的控制点，如原控制点破坏应布设不低于一次附合图根导线的平面控制点和同级图根高程控制点作为首级控制。

4 由于竣工测量资料往往用于工程竣工验收的依据，数据的可靠性十分重要，特别是首级控制测量的准确性相当重要。因此平面控制中，不应采用自由导线，应尽量避免采用回头导线，确保控制测量的精度。

9.9.10 描述了工业建筑工程竣工测量的内容，包括建（构）筑物、厂区铁路、厂区道路、地下管线、架空管线及其配套设施，内容丰富，指出各类要素需测量的特征点，详细明了。

9.9.11 描述了民用建筑工程竣工图测量的内容，包括建（构）筑物、厂区道路、地下管线及其配套设施，内容丰富，指出各类要素需测量的特征点，详细明了。

9.9.12 对城市道路工程竣工测量要求解释如下：

1 道路工程竣工图应根据实际现状进行测量。根据不同用户的需要，可计算道路的表面积，作为施工结算的参考。测量路心高程点，可绘制道路竖向断面，了解道路纵坡与设计纵坡的差异。

2 道路施工过程中，地下管线也一并施工，为了准确测量地下管线，应在管线覆土前进行测量，消除探测误差，可提高管线测量精度。

3 过街天桥底面高程，与路面的净空高是描述过街天桥的重要指标。

9.9.13 描述了城市桥梁工程竣工测量的内容，包括墩柱、桥面

及附属设施等，调查收集最高洪水位、常年洪水位、常年枯水位、最低枯水位、通航水位等资料。

9.10 城市管理部件测量

9.10.1 城市管理部件测量的目的是为住房和城乡建设部在全国推广的数字化城市管理系统建设和运行提供符合要求的城市管理部件的空间信息和属性信息。国家现行标准《城市市政综合监管信息系统技术规范》CJJ/T 106 和《城市市政综合监管信息系统管理部件和事件分类、编码及数据要求》CJ/T 214 对城市管理部件的分类、编码、定位精度、属性信息、图式符号以及数据更新等均作了明确规定，城市管理部件测量时应遵循这些规定。

9.10.3 为了进行城市管理部件的测量，应收集最新的 1:500、1:1000 比例尺 DLG 数据和其他有关资料（如一些城市管理部件统计资料等）。DLG 数据中一般都包含一定数量的城市管理部件数据（如井盖、信号标志灯），经实地核实后，这些数据可直接利用。为了保证城市管理部件数据的完整性、准确性，城市管理部件的类型和有关属性信息应实地全面普查。对于现行标准《城市市政综合监管信息系统 管理部件和事件分类、编码及数据要求》CJ/T 214 中规定的 A、B 两类城市管理部件（分别对应为“空间位置或边界明确”、“空间位置或边界较明确”），应使用专业测量设备精确测定其平面位置。

9.10.4 城市管理部件数据的质量对于保证数字化城市管理系统运行的质量和效率具有重要意义，因此应该做好相应的质量检查。有关检查的具体要求可参照现行国家标准《数字测绘质量检验与验收》GB/T 18316 的相关规定来进行。

9.11 变形测量

9.11.1 变形测量涉及行业和内容比较多，本节根据城市特点仅对城市地面沉降观测和地裂缝观测做出规范性要求。

9.11.2 地面沉降观测可采用 GNSS 监测法、INSAR 监测法及

水准测量等方法，本规范结合城市勘测特点，重点介绍水准测量方法。水准测量精度可根据年均沉降量、沉降区域、复测周期和需要等确定，并按相应等级的水准测量技术要求施测。

9.11.3 沉降网路线的走向及点位宜分别与城市高程控制网的线、点重合。对于不能满足沉降观测要求的可调整城市高程控制网的路线或在局部地区布设专用的沉降网，这样即可节约成本，也尽可能多地保持了观测数据的连续性。

9.11.4 为保证城市地面沉降观测的可靠性，沉降网应选取相对稳定的基岩水准点或深埋水准点作为起算基准。

9.11.5 表 9.11.5 给出的复测周期与沉降点间距是根据技术常规和大多数做法确定的，不同城市可根据自身经济和需求等实际情况适当调整。

9.11.7 本条给出了沉降观测作业时需注意的问题和应采取的措施。

9.11.10 本条明确了沉降观测成果计算、资料整理应包含的必要内容，但不仅限于此，各城市可根据地方具体情况在此基础上增加。

9.11.12 地裂缝观测周期可根据地裂缝活动及当地建设需求等情况具体确定，活动比较明显的（年差异沉降大于 2cm），可每季度或半年观测一次；对于不甚明显的，可一年或两年观测一次，但最长一般不宜超过两年。

9.11.14 本条给出了地裂缝监测点的布设要求。对于地裂缝长度较短的可在地裂缝中间位置布设一个监测场，地裂缝长度较长的宜在两端位置和中间位置分别布设监测场，对于横穿城市大范围区域的可在整条地裂缝上布设 4 个检测场。

9.11.16 地裂缝监测点要联入闭合水准线路，宜选择距监测场较近的城市高程控制点作为闭合水准线路的起算点。水准测量的等级应为二等，主要技术要求应符合本规范第 5 章的相关规定。水准线路的起算基准宜保持连续，这样可以比较监测整体沉降情况。

9.11.17 水准测量平差应采用严密平差，计算监测点的高程，并应根据各期监测数据计算各点的沉降量和累计沉降量。对于个别监测点的异常变化应予以分析和剔除。

9.11.18 本条给出了地裂缝差异沉降的计算要求，其中对于个别监测点的异常变化应予以分析和剔除。

9.11.19 本条规定了地裂缝监测成果应包括的主要内容，但不仅限于此。

10 地籍测绘

10.1 一般规定

10.1.1 本条规定了城市地籍测绘工作的内容。

10.1.2 开展城市地籍测绘，宜在城市先行开展基本图测绘和规划定线拨地测量的情况下进行，因此在符合精度要求和经过核实的前提下，应充分利用与地籍测量密切相关的既有成果，保证城市测量成果的统一一致，避免重复测量和矛盾的发生。

10.1.3 城市地籍测绘的基本单元是宗地。城市地籍测绘主要为城市土地管理服务，地籍权属调查除受土地管理部门委托外，不能越俎代庖，理应执行土地管理部门确定的点位及其有关规定。宗地宜按照《第二次全国土地调查技术规程》TD/T 1014-2007第10.3条的要求进行编号。

10.1.4 按界址点测定精度的要求，将界址点划分成两个级别。第一级为明显的界址点，包括街坊外围界址点、宗地间明显的界址点；第二级为街坊内部隐蔽的界址点。

10.1.5 本条规定了地籍权属调查核实工作的内容、程序与注意事项。

10.2 地籍平面控制测量

10.2.1 地籍平面控制网等级的划分与城市平面控制网的等级划分一致。

10.2.2 按照《中华人民共和国测绘法》及其他相关法律法规的要求，地籍平面控制网应是城市测绘基础工作之一，应纳入城市测绘主管部门的统一管理。

10.2.3 本规范将测定界址点的精度要求分成两类（级），因此，地籍导线的主要技术要求应根据界址点的测量精度而定。

10.2.4 界址点的测量精度要求，决定了不能在图根点上施测界址点坐标，当对于隐蔽地区，其界址点测量精度要求放宽到 $\pm 10\text{cm}$ 时，图根平面控制点上施测的界址点精度才可以达到要求。

10.2.5 本条款将导线的三种特例明确地提出来了，即：A. 短导线，B. 导线中有超短边，C. 长导线。在条款中明确这三种特例导线的处理方法是很有必要的，因为在测绘实践中这样的导线常被采用且大量存在，多数情况受测绘环境所迫不得不布设出ABC类导线。实际上这三种导线在本规范平面控制测量和图根控制测量部分都有规定，只是这里将它们归纳整理在一起，这样更明确且突出，具有重要的现实意义，规定的指标比地形测量的导线测量技术指标稍高一点。第一条的闭合差指标 13cm 来自三级导线，原《城市测量规范》中关于图根导线在此种情况下的闭合差是不超过图上 0.3mm （实地 15cm ）；第三条中关于导线全长绝对闭合差的指标 22cm ，比原《城市测量规范》规定的指标是图上 0.5mm （实地 25cm ）稍高。第二条明确超短边（这里规定 10m ）不能做起算数据是合理的，大量的测量数据显示，这样的短边如果用作起算数据，导线一般达不到技术要求。

10.3 地籍要素测量

10.3.1 本条规定了地籍要素测量的内容及方法。

10.3.2 按界址点测定精度的要求，将界址点测定划分成两个级别。第一级为明显的界址点，包括街坊外围界址点、宗地间明显的界址点，其测量精度要求相对于临近控制点的点位中误差小于 5cm ；第二级为街坊内部隐蔽的界址点，其测量精度要求相对于临近控制点的点位中误差小于 10cm 。

10.3.3 本条规定了采用解析法进行地籍要素测量的方法和技术要求。全部界址点和主要地物点的测量必须采用解析法实测，其他地籍要素可依据界址点和主要地物点的坐标进行计算。

10.3.4 本条规定了采用部分解析法进行地籍要素测量的方法和

技术要求。街坊外围界址点和街坊内部便于设站施测的界址点采用解析法，而街坊内部设站施测困难的地籍要素可丈量数据进行装绘，装绘采用几何作图方法虽仍属于图解法，但一是在外围有解析坐标点的控制之下，误差进行了合理配赋；二是其面积的量算可用几何要素解析法求得，其精度要高于单纯的图解法。只有在外围呈曲线的界线如地类界，才可采用图解法测绘。

10.3.5 本条意在使规划拨地测量和地籍测量融为一体，避免重复测量，使拨地测量的成果能得到充分有效的利用，防止出现两套坐标的矛盾发生。

10.4 地籍图测绘

10.4.1 本条规定了地籍图应表达的内容。

10.4.2 本条规定了地籍图测绘的方法。

数字法测图：利用电子速测仪（全站式或半站式）或其他测量仪器配合棱镜在野外测量测站至待测细部点的方向、距离和高差，并将野外测量的数据自动传输或人工键入到电子手簿、IC卡或便携式微机记录，现场绘制地形（草）图，到室内将数据自动传输到计算机，借着计算机及配套的数字测图软件，人机交互编辑后，按一定的比例尺及图式符号自动生成数字地籍图，控制绘图仪自动输出地籍图（也被人们称为计算机辅助地籍成图）。

模拟法测图：通过平板仪或经纬仪配合水准尺勘丈界址点和地物点的点位，不计算界址点及地物点的坐标，成图是以手工方式，将界址点及地物点展绘在图纸上，然后测绘地物和地貌。这种方法主要适用于采用图解勘丈法或部分解析法测定界址点的地籍细部测量。对于采用部分解析法测定界址点的地籍细部测量，应用模拟法测绘地籍图时，要充分利用解析界址点坐标，首先应将已有解析坐标的界址点展绘在图上，以其为控制，采用模拟法测绘其他界址点和地物点的点位。

地籍要素及地面附着物的次第关系，依据图面荷载，优先表示主要的和重要的，有选择地表示次要的地物要素。

10.4.3 本条规定了地籍图测绘的比例尺。

10.4.4 地籍图的图幅划分标准应与城市相同比例尺基本地形图的划分标准一致，便于统一管理和使用。

10.4.5 地籍分幅图的精度要求按地籍要素测量方法的不同而有所区别，解析法（数字化）成图，因全部界址点、主要地物点均用计算机辅助成图，实测坐标的界址点、地物点相对于邻近控制点的点位中误差（包括测定误差和展绘误差）以图上 0.2mm 计，故其间距中误差不应大于图上 0.3mm ($0.2 \times \sqrt{2} = 0.28 < 0.3\text{mm}$)，则用解析法成图的地籍图的精度明显优于相同比例尺的地形图。未测坐标的地物点（包括装绘和图解测绘）的图上点位中误差和间距中误差，与城市基本地形图的精度要求相同。

10.4.6 本条规定了宗地图应表示的内容。

10.4.7 本条规定了宗地图绘制的 4 种方法。

1 蒙绘法：以基本地籍图作底图，将薄膜蒙在所需宗位置上，逐项准确地透绘所需要素，整饰后制作宗地图。

2 缩放绘制法：宗地过大或过小时，可采取按比例缩小或放大的方法，先透绘后整饰，再制作宗地图。

3 复制法：宗地的信息过多时，可采用复制法复制地籍图制作宗地图。大宗地可缩小复印，小宗地可放大复印，但复印后须加注界址边长数据、面积及图廓等要素，并删除邻宗地的部分内容。

4 计算机输出法：利用数字法测图时，宗地图生成是在数字法测图系统中自动生成，生成的宗地图须加注界址边长数据、面积及图廓等要素。

10.5 面积量算与汇总

10.5.1 本条规定了面积量算的方法。坐标解析法适用于外业按解析法施测坐标的地块面积；实测几何要素解析法适用于在实地测量了几何图形有关要素，并可按几何公式计算的地块面积；图解法适用于既未实测界址点又未实测几何要素的地块面积，亦用

于外围界线呈曲线的图形；外业按部分解析法施测的地籍图，其解析法部分用坐标解析法计算，装绘部分用实测几何要素解析法或图解法量算。

10.5.2 面积宜独立计算两次，在符合限差的情况下取中数，主要起到检核的作用。

10.5.3 采用规范条文中公式(10.5.3-1)计算宗地面积时，界址点必须按顺时针方向编号。若界址点按逆时针方向顺序编号，则公式(10.5.3-1)中 Y_i+1 与 Y_i-1 或 X_i+1 与 X_i-1 应互换位置，否则结果会出现负值。

10.5.4 实测几何要素解析法比某些规范称之为“实地量距法”的含义要广，如矩形、三角形可量边计算面积，但三角形量三边计算面积比较麻烦，在实地量三角形的高也不容易，若量两边并测其夹角就方便简单得多。有些图形如平行四边形、任意四边形对角线被遮挡不能量，则可根据实地情况量边测角，不能仅局限于量距。

10.5.5 图解法量算面积的方法很多，由于方格法、网点法、平行线法量算精度较差，本规范不予采用。光电测积法分数字化仪计算面积和电子扫描计算面积两类，有光电面积量测仪、密度分割仪等。图解法因量算精度较差宜适用于较大的面积量算，且应在其他方法无法适用的情况下作为最后的面积量算手段。

10.5.6 本条既是面积量较差配赋方法也是检核方法，即用一定范围的总面积控制各分块面积。

10.5.9 本规定主要保证汇总统计数据的一致性与时效性。

10.6 地籍变更测量

10.6.1 土地上的建筑物发生买卖、交换、继承、分割、合并、征拨、转让、赠送、租赁、抵押而产生所有权和使用权以及其他权属发生变化后需要进行地籍变更测量。

10.6.2 地籍变更测量须由土地管理部门组织实施，应在变更权属调查完成后进行。

10.6.3 地籍变更测量前应做好收集整理历史地籍档案资料的工作，保障资料的合理延续性。

10.6.4 原地籍平面控制点或界址点可以作为测量权属变更点的依据，但必须校核后使用，也可在新布设的平面控制点上进行测量。

10.6.5 地籍平面控制点如果破坏遗失较多导致密度较小时，应先进行加密后再进行变更测量。

10.6.6 无论宗地分割或合并，原宗地号一律不得再用。分割后的各宗地以原编号的支号顺序编列；数宗地合并后的宗地号以原宗地号中的最小宗地号加支号表示。如 18 号宗地第一次地分割成 3 块宗地，分割后的编号分别为 18-1，18-2，18-3；如 18-2 号宗地再分割成 2 宗地，则编号为 18-4，18-5；如 18-4 号宗地与 10 号宗地合并，则编号为 10-1；如 18-5 号宗地与 25 号宗地合并，则编号为 18-6。

10.6.7 本条款规定了分割点在不同情况下的处理方法。

10.6.8 本条款规定了在分割点确定后各分割分段的处理方法。

10.6.9 本条款规定了宗地分割后各分块面积的处理方法。

10.6.10 地籍图修测的主要内容应反映地籍要素现状的变更，重点包括界址点、线的变更和界标地物的增减和变更；行政境界以及地类等范围的变更；建筑物、构筑物的增减变更以及建筑物结构、层数的变更；道路、广场、绿地、水域等范围的变更；地理名称、单位名称、门牌号码的变更等。

10.7 成果整理与提交

10.7.1 本条明确了对地籍测量资料进行整理的要求。

10.7.2 本条明确了地籍测量应提交的成果内容。

11 房产测绘

11.1 一般规定

11.1.1 房产测绘是为房地产产权、产籍管理、房地产开发利用、交易、征收税费以及为城镇规划建设提供数据和资料，涉及千家万户的切身利益，政策性非常强。本章根据不同地区多年房产测绘的实践经验总结，在参照国家标准《房产测量规范》GB/T 17986 的基础上编写的。对于建筑面积全算、半算和不算的建筑空间范围以及建筑共有面积的建筑空间范围的界定，政策性特别强，因此要求严格遵照国家标准的规定；但在房屋边长测量等数据采集方面作了更加详细的规定。

房产调查也是房产测量的重要内容之一，国家标准是专门列一章，但是房产调查的有关数据、资料的取得对于测量单位来说是比较困难的，因此本章弱化了这方面的内容，将其归并到房产要素测量一章中。

11.1.2 房产平面控制测量目的是为房产测量以及为房地产信息系统提供准确可靠的定位精度。不仅要求房地产要素本身的定位精度，更重要的是要求房地产要素与要素之间的相邻精度。因此，房地产平面控制点特别强调要求保证相邻或邻近控制点之间的相对精度，而不是传统的强调相对于起算点的精度。

11.1.3 世界发达国家对不动产地籍测量规范的有关规定中几乎都将界址点分成几个等级，供不同需要时选用，一级界址点的精度要求大部分定位 $\pm 0.02\text{m}$ 。国家标准《房产测量规范》GB/T 17986 将界址点精度分为三级。

界址点等级的选用一般应根据土地价格、开发利用程度和实际需要而定，当然，还要考虑到今后发展的需求变化。

11.1.5 我国幅员广大，各地经济发展又很不平衡，每平方米商

品房面积价格相差较大。考虑到我国的实际情况和各地的不同需求，也要考虑到适应今后发展的趋势和新的需求，国家标准《房产测量规范》GB/T 17986 将房屋面积的测算精度分为三级。

11.2 房产平面控制测量

11.2.1~11.2.3 房产平面控制测量的目的是：建立一个高精度的，有一定密度的，能长期保存使用的、稳定的房产平面控制网。

高精度控制网是要求保持控制点间有较高的相对精度，只有这样的控制网才能够保证所控制下的房地产要素之间的相邻相对精度。

有一定密度的控制网，是要求房产平面控制点有相当的分布密度，以满足房地产要素测量对起算控制点的要求。

稳定的房产平面控制网，是要求所提供的平面控制网点的坐标能保持较长时间的稳定，不要经常变换。因为房地产测绘是一种提供官方证明的政府行为的测量，其成果用于进行产权登记，一经确定，即具法律效力；而坐标和面积将是今后产权登记最主要的基本数据，一经登记发证，就应保持其严肃性和稳定性，而不能经常或任意改动，以免造成产权登记和档案材料的混乱。

房产平面控制点包括二、三、四等平面控制点和一、二、三级平面控制点。通常情况下，房产平面控制测量的最低等级控制点是三级或二级平面控制点。

11.3 房产要素测量

11.3.2 界址测量是指界址点和界址线的测量，最主要的是界址点坐标测量。界址点由点的标志、点的编号、点的坐标三部分组成。

11.4 房产图绘制

11.4.1 房产图的分类经实践检验，普遍认为是科学合理的，它

既能满足房地产宏观管理的需要，也可满足各地房屋产权登记发证的需要。

11.5 房产面积测算

11.5.2 采用钢卷尺测量水平距离时，尺两端应选取房屋的相同高度的参考点，以保持尺子处于水平位置。使用红外测距仪或全站仪测边时，应使测线紧贴墙角并离地面约 0.8m 至 1.2m，使测线两端符合房屋边长，此项规定可以减少量距误差及误差传播积累。

11.5.9 全部建筑面积、一半建筑面和不计算建筑面积的建筑空间范围应该符合现行国家标准《房产测量规范 第 1 单元：房产测量规定》GB/T 7986.1-2000 中的第 8.2.1 条至第 8.2.3 条的规定。这三条是这样规定的：

1 计算全部建筑面积的范围

a) 永久性结构的单层房屋，按一层计算建筑面积；多层房屋按各层建筑面积的总和计算。

b) 房屋内的夹层、插层、技术层及其楼梯间、电梯间等其高度在 2.2m 以上部位计算建筑面积。

c) 穿过房屋的通道，房屋内的门厅、大厅，均按一层计算面积。门厅、大厅内的回廊部分，层高在 2.2 米以上的，按其水平投影面积计算。

d) 楼梯间、电梯（观光梯）井、提物井、垃圾道、管道井等均按房屋自然层计算面积。

e) 房屋天面上，属永久性建筑，层高在 2.2m 以上的楼梯间、水箱间、电梯机房及斜面结构屋顶高度在 2.2m 以上的部位，按其外围水平投影面积计算。

f) 挑楼、全封闭的阳台按其外围水平投影面积计算。

g) 属永久性结构有上盖的室外楼梯，按各层水平投影面积计算。

h) 与房屋相连的有柱走廊，两房屋间有上盖和柱的走廊，

均按其柱的外围水平投影面积计算。

i) 房屋间永久性的封闭的架空通廊, 按外围水平投影面积计算。

j) 地下室、半地下室及其相应出入口, 层高在 2.2m 以上的, 按其外墙 (不包括采光井、防潮层及保护墙) 外围水平投影面积计算。

k) 有柱或有围护结构的门廊、门斗, 按其柱或围护结构的外围水平投影面积计算。

l) 玻璃幕墙等作为房屋外墙的, 按其外围水平投影面积计算。

m) 属永久性建筑有柱的车棚、货棚等按柱的外围水平投影面积计算。

n) 依坡地建筑的房屋, 利用吊脚做架空层, 有围护结构的, 按其高度在 2.2m 以上部位的外围水平面积计算。

o) 有伸缩缝的房屋, 若其与室内相通的, 伸缩缝计算建筑面积。

2 计算一半建筑面积的范围

a) 与房屋相连有上盖无柱的走廊、檐廊, 按其围护结构外围水平投影面积的一半计算。

b) 独立柱、单排柱的门廊、车棚、货棚等属永久性建筑的, 按其上盖水平投影面积的一半计算。

c) 未封闭的阳台、挑廊, 按其围护结构外围水平投影面积的一半计算。

d) 无顶盖的室外楼梯按各层水平投影面积的一半计算。

e) 有顶盖不封闭的永久性的架空通廊, 按外围水平投影面积的一半计算。

3 不计算建筑面积的范围

a) 层高小于 2.2m 以下的夹层、插层、技术层和层高小于 2.2m 的地下室和半地下室。

b) 突出房屋墙面的构件、配件、装饰柱、装饰性的玻璃幕

墙、垛、勒脚、台阶、无柱雨篷等。

c) 房屋之间无上盖的架空通廊。

d) 房屋的天面、挑台、天面上的花园、泳池。

e) 建筑物内的操作平台、上料平台及利用建筑物的空间安置箱、罐的平台。

f) 骑楼、过街楼的底层用作道路街巷通行的部分。

g) 利用引桥、高架路、高架桥、路面作为顶盖建造的房屋。

h) 活动房屋、临时房屋、简易房屋。

i) 独立烟囱、亭、塔、罐、池、地下人防干线及支线。

j) 与房屋室内不相通的房屋间伸缩缝。

11.6 房产变更测量

11.6.1 现状变更具体反映在分幅图和分丘图上，权属变更具体反映在产权证附图与登记档案上，为产权产籍提供测绘保障。现状变更和权属变更测量都是动态变更测量。

12 地图编制

12.1 一般规定

12.1.1 原规范本章内容侧重于模拟地图特别是模拟地形图的编制，随着计算机制图、制印技术的迅速发展与日臻成熟，传统制图、制印工艺已基本淘汰，下列章节中涉及模拟地图的相关内容已基本删除，不再赘述。与原规范相比，修订后的本章内容作了较大改动，重点放在数字地图的编制上。随着城市各种专题地图应用的日益广泛，地理底图的编制日显重要，再一个就是随着遥感技术的快速发展，基于航天、航空等遥感影像为数据源编制的影像地图也得到了广泛、深入的应用。因而除原规范中的地形图、城市专题图、地图集(册)外，将地理底图与影像地图也纳入城市地图编制范畴中。下列各节将对地形图、地理底图、专题地图与地图集、影像地图的技术、质量要求等分别进行描述，使得各节内容条理更清晰，逻辑更严谨，不互为混淆，原规范第9.2随之删除，该部分内容将放在下列各节中加以说明。

12.1.2 此条为新增内容，对编图资料的质量提出了基本要求。

12.1.3 此条为新增内容，强调编制公开使用的地图应符合国家有关保密等法律法规规定、公开出版地图应符合国家相关出版规定。

12.1.4 此条为新增内容，强调编制地图应更多地采用现代数字制图、制印技术。

12.2 地形图编绘

12.2.1 将地形图分成两种形式，用于区分现在与过去地形图的生产与表现方式。

12.2.5 此条对应原规范第9.2.3条，新增了测量控制点的绘制

要求。

12.2.6 此条对应原规范第 9.4 节中地形图编绘的相关内容。增加了选取典型地区进行样图缩编试验的规定，实际生产中特别是在大型项目全面实施之前，必须有这一必要的工作环节，以检验技术设计中的各项技术规定的合理性；还增加了对编图软件功能的要求。

12.3 地理底图编绘

12.3.3 进行地理底图编制时，建议采用 DLG 数据为基础资料。

12.4 影像地图编绘

12.4.1 本节为新增内容。影像地图因为以卫星、航拍等遥感影像作为地理底图，与其他专题地图相比无论从设计、编辑处理及图面综合表现等方面都有其强烈的特殊性，故专门设置这一节，针对影像地图的编制作出基本规定。

12.5 专题地图与地图集编绘

12.5.3 此条为新增内容，增加了根据技术设计要求，选择典型地区试做样图的规定，以检验技术设计中的各项技术规定的合理性。

12.5.5 此条规定增强了图例符号设计的合理性与灵活性。

12.5.6 此条为新增内容，对专题地图与地图集的编辑作业作了基本规定。

12.6 地图制版

12.6.1 随着社会行业的细分及专业化程度的提高，特别是从 20 世纪 90 年代以来，制版印刷技术与工艺的革命性飞跃，制版印刷作为一门独立性较强的学科与地图学的关联性日渐减弱。原规范第 10 章城市地图制印主要内容为传统的地图照相制版工艺；

业已基本淘汰，因此本规范删除了这部分内容，而仅阐述与地图编制最为相关的印前地图制版内容与相应规定。此条主要规定了制版文件的设计要求。