UDC

中华人民共和国国家标准 GB

P GB50308—1999

地下铁道、轻轨交通工程测量规范

Code of metro and light rail engineering survey

1999—12—15 发布 2000—06—01 实施

国家质量技术监督局
中华人民共和国建设部 联合发布

中华人民共和国国家标准

地下铁道、轻轨交通工程测量规范

Code of metro and light rail engineering survey

GB 50308—1999

主编部门：首都规划建设委员会办公室
批准部门：中华人民共和国建设部
施行日期：2000年6月1日

2000 北 京

关于发布国家标准《地下铁道、轻轨交通岩土工程勘察规范》和《地下铁道、轻轨交通工程测量规范》的通知

建标[1999]318号

根据我部《关于印发一九九八年工程建设标准规范制订、修订计划(第二批)的通知》(建标[1998]224号)的要求，由首都规划建设委员会办公室会同有关部门共同制订的《地下铁道、轻轨交通岩土工程勘察规范》和《地下铁道、轻轨交通工程测量规范》，经有关部门会审，批准为强制性国家标准，编号分别为：GB 50307—1999和GB 50308—1999，自2000年6月1日起施行。

本规范由首都规划建设委员会办公室负责管理，北京市城建勘察测绘院负责具体解释工作，建设部标准定额研究所组织中国计划出版社出版发行。

中华人民共和国建设部

一九九九年十二月十五日

前　言

本规范是根据中华人民共和国建设部建标[1998]224号文《关于印发一九九八年工程建设标准规范制订修订计划(第二批)的通知》要求编制的。

地下铁道、轻轨交通是城市公共交通的一种形式，它包括地下、地面和高架三种方式的轨道工程体系。由于其在建筑物稠密、地下管网繁多的城市环境中建设，不仅工程测量精度要求高，而且技术密集、造价昂贵。同时工程自身与工程环境的安全和稳定在施工和运营期间相互影响颇大，因此地下铁道、轻轨交通工程测量有其特殊方法和要求。

本规范共分18章，包括总则、术语、地面平面控制测量、地面高程控制测量、线路带状地形测量、专项调查与测绘、线路地面定线测量、车辆段测量、联系测量、地下平面和高程测量、暗挖隧道施工测量、明挖隧道施工测量、高架线路施工测量、线路中线调整测量、铺轨基标测量、设备安装测量、变形测量和竣工测量等内容。

经授权负责本规范具体解释的单位是：北京市城建勘察测绘院，院址为北京市朝阳区安慧里五区六号，邮编：100101，http：//www.cki.com.cn，E－mail：webmaster@cki.com.cn。希望各单位在使用中注意积累经验，并将建议和意见寄给北京市城建勘察测绘院，以供今后修订时参考。

本规范主编单位、参编单位和主要起草人：

主 编 单 位：北京市城建勘察测绘院

参 编 单 位：北京市城建设计研究院

广州市地下铁道总公司

上海岩土工程勘察设计研究院

北京市测绘设计研究院
沈阳市勘察测绘院
南京市测绘勘察院
青岛市勘察测绘院
武汉测绘科技大学
解放军测绘学院
铁道部专业设计院

主要起草人：黄志文　秦长利　于来法　王祥生　王策民
刘汉泉　刘爱农　李裕中　陈之中　周天福
吴克明　张明燮　曾宝贤　蔡振来

目　　次

1　总　　则 ……（1）
2　术　　语 ……（3）
3　地面平面控制测量 ……（5）
3.1　一般规定 ……（5）
3.2　GPS控制测量 ……（5）
3.3　精密导线测量 ……（10）
4　地面高程控制测量 ……（14）
4.1　一般规定 ……（14）
4.2　精密水准测量 ……（15）
5　线路带状地形测量 ……（17）
5.1　一般规定 ……（17）
5.2　图根控制测量 ……（18）
5.3　数字化测图 ……（19）
5.4　传统测绘法人工测图 ……（24）
6　专项调查与测绘 ……（25）
6.1　一般规定 ……（25）
6.2　地下管线调查与测绘 ……（26）
6.3　地下建筑物测绘 ……（28）
6.4　跨越线路的建筑物测绘 ……（29）
6.5　水域地形测量 ……（30）
7　线路地面定线测量 ……（32）
7.1　一般规定 ……（32）
7.2　初步设计定线测量 ……（32）
7.3　地面施工定线测量 ……（33）
8　车辆段测量 ……（34）

8.1 一般规定 ……（34）
8.2 施工场地测量 ……（35）
8.3 场区方格网测量……（36）
8.4 场区基线测量 ……（37）
8.5 场区高程控制测量……（37）
8.6 建筑物施工测量与车场线辅轨测量……（38）
8.7 车场出入线与地面联络线测量 ……（39）
9 联系测量 ……（40）
9.1 一般规定 ……（40）
9.2 地面趋近导线测量……（41）
9.3 铅垂仪、陀螺经纬仪联合定向 ……（41）
9.4 联系三角形定向……（42）
9.5 导线定向测量 ……（43）
9.6 高程传递测量 ……（43）
10 地下平面和高程测量……（44）
10.1 一般规定……（44）
10.2 施工导线测量 ……（44）
10.3 施工控制导线测量 ……（44）
10.4 地下高程测量 ……（45）
11 暗挖隧道施工测量……（47）
11.1 一般规定……（47）
11.2 车站隧道施工测量 ……（47）
11.3 区间隧道施工测量 ……（48）
11.4 盾构法掘进隧道施工测量……（49）
11.5 贯通误差测量 ……（50）
12 明挖隧道施工测量……（51）
12.1 一般规定……（51）
12.2 基坑围护结构施工测量……（51）
12.3 基坑开挖施工测量 ……（52）
12.4 隧道结构施工测量 ……（52）
13 高架线路施工测量……（54）

13.1 一般规定 ……（54）
13.2 桥墩施工测量 ……（54）
13.3 架梁施工测量 ……（55）
14 线路中线调整测量 ……（57）
14.1 一般规定 ……（57）
14.2 线路中线调整测量 ……（57）
14.3 隧道结构净空断面和高架线路结构横断面测量 ……（58）
14.4 变更后的线路中线调整测量 ……（59）
15 辅轨基标测量 ……（60）
15.1 一般规定 ……（60）
15.2 控制基标测量 ……（60）
15.3 加密基标测量 ……（61）
15.4 道岔铺轨基标测量 ……（62）
16 设备安装测量 ……（64）
16.1 一般规定 ……（64）
16.2 接触轨(三轨)、接触网安装测量 ……（64）
16.3 隔断门安装测量 ……（65）
16.4 行车信号与线路标志安装测量 ……（65）
16.5 车站建筑装修测量 ……（66）
17 变形测量 ……（67）
17.1 一般规定 ……（67）
17.2 结构施工变形测量 ……（70）
17.3 施工阶段沿线环境变形测量 ……（72）
17.4 运营阶段变形测量 ……（73）
17.5 变形测量资料整理与信息反馈 ……（74）
18 竣工测量 ……（75）
18.1 一般规定 ……（75）
18.2 线路轨道竣工测量 ……（75）
18.3 区间线路、车站结构竣工测量 ……（76）
18.4 沿线相关设备竣(施)工测量 ……（77）
18.5 地下管线竣工测量 ……（78）

附录A　地面平面控制测量……（79）
附录B　地面高程控制测量……（83）
附录C　地下管线剖面图……（85）
附录D　线路地面定线测量……（86）
附录E　基线的调直……（88）
附录F　铅垂仪、陀螺经纬仪联合定向图　……（89）
附录G　地下平面和高程测量……（90）
附录H　高架线路施工测量……（93）
附录J　线路中线调整测量　……（95）
附录K　铺轨基标测量……（98）
附录L　变形测量……（99）
附录M　竣工测量……（102）
规范用词说明……（107）

1 总　　则

1.0.1 为统一地下铁道、轻轨交通工程测量技术要求，做到技术先进、经济合理、质量可靠和安全适用的原则，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于新建和旧线改造的地下铁道、轻轨交通工程测量工作。

1.0.3 工程勘测设计前期应在城市二等平面控制网的基础上，建立专用平面控制网。施工前应对平面控制网进行复测。

1.0.4 在建立专用平面控制网的同时，应在城市二等高程控制网的基础上，建立专用的高程控制网，并应采用城市二等水准测量的技术要求施测，其路线高程闭合差应在$\pm 8\sqrt{L}$mm(L为线路长度，以千米计)之内。施工前应对高程控制网进行复测。

1.0.5 平面和高程控制系统应与城市平面和高程控制系统一致，其平面和高程控制网与城市原有平面和高程控制网的重合点的坐标、高程较差，应分别不大于50mm和20mm。

1.0.6 暗挖隧道横向贯通中误差应在$\pm$50mm之内，高程贯通中误差应在$\pm$25mm之内。

1.0.7 施工定线和放样一般应采用附合导线和附合高程路线的形式。特殊情况下，采用支导线、支水准路线时，必须制定检核措施。

1.0.8 联系测量、地下控制导线测量、地下控制水准测量，在隧道贯通前应独立进行3次，并以3次测量的加权平均值指导隧道贯通。

1.0.9 施工和运营期间应进行线路结构和临近主要建筑物的变形测量。

1.0.10 竣工测量工作应包括铺轨基标和线路轨道竣工测量、区

间和车站结构净空竣工测量、设备竣工测量及地下管线竣工测量等。

应首先进行铺轨基标和线路轨道的竣工测量，然后以其为依据进行区间和车站结构竣工测量、设备竣工测量等。地下管线竣工测量应以地面的平面和高程控制点为依据进行。

1.0.11 应根据国家有关规定，定期对测量仪器和工具进行检定。作业时应消除作业环境对仪器的影响。

1.0.12 地下铁道、轻轨交通工程测量除执行本规范外，还应符合国家现行的有关强制性标准的规定。

2 术　　语

2.0.1 地下铁道　metro underground railway subway tube

在城市中修建的高速、大运量的用电力机车牵引的铁道，远期单向高峰小时客流量超过 30000 人次。线路通常设在地下隧道中，有时也从地下延伸至地面或高架桥上。

2.0.2 轻轨交通　light rail transit

在城市修建的高速、中运量的轨道交通客运系统，远期单向高峰小时客流量在 10000～30000 人次之间，线路设在地面、高架桥上或地下。

2.0.3 精密导线　precise traverse

地下铁道、轻轨交通工程平面控制网的二级网，其测量技术要求与国家现行标准《城市测量规范》CJJ8 和现行国家标准《工程测量规范》GB50026 中的导线不同。

2.0.4 精密水准测量　precise levelling

地下铁道、轻轨交通工程测量的首级高程控制网，其精度介于城市二、三等水准测量之间。

2.0.5 专项调查与测绘　special investigation surveying and mapping

指地下铁道、轻轨交通工程在设计阶段必须要收集的各种地下管线，地上跨越线路和穿越河、湖等的调查测绘工作。

2.0.6 铅垂仪、陀螺经纬仪联合定向　plumb instrument orientation by gyro-theodolite

利用铅垂仪和陀螺经纬仪进行竖井定向的作业方法。

2.0.7 线路调整测量　route adjusting survey

隧道贯通后，把线路中线调整到设计位置上的测量。

2.0.8 近井点 control points near the well

布设在竖井旁,用于定向的导线点或用于传递高程的水准点。

2.0.9 趋近导线路线 adjacent traverse

从精密导线点为测设近井点而布设的导线路线。

2.0.10 趋近水准路线 adjacent levelling route

从精密水准点为测设近井高程点而布设的水准路线。

2.0.11 铺轨基标 track laying benchmark

线路轨道整体道床铺设钢轨时所需的铺轨基准点。

2.0.12 线路导线 route traverse

在线路中线上布设的导线。

2.0.13 线路水准路线 route levelling line

在线路中线上布设的水准路线。

2.0.14 建筑物 construction

本规范定义为供人们进行生产、生活或其它活动的房屋、场所等建筑物和构筑物的总称。

3 地面平面控制测量

3.1 一般规定

3.1.1 应按地下铁道、轻轨交通工程建设规划网中各条线路建设的先后次序，沿线路独立布设平面控制网。各条交叉线路布设的平面控制网在交叉地段必须有一定数量的控制点相重合。

3.1.2 平面控制网应分两级布设，首级为GPS控制网，二级为精密导线网。在满足本规范精度指标的情况下，也可采用其它传统布网形式。

3.1.3 平面控制网的坐标系统，应在满足测区投影长度变形值不大于1/40000(小于25mm/km)的要求下，采用高斯正形投影3°带或任意平面直角坐标系统，也可沿用符合上述要求的城市原有的坐标系统。

高程投影面宜与城市平均高程面一致。若地下铁道、轻轨交通工程的线路轨道面的平均高程与城市的高程投影面的高差影响每千米大于5mm时，宜采用其线路轨道平均高程面。

3.1.4 应在每个井(洞)口或车站附近至少布设三个平面控制点作为向隧道内传递坐标和方位的联系测量依据。

3.1.5 凡符合GPS网要求的既有城市控制点的标石应充分利用。

3.1.6 应定期对GPS网和精密导线网进行复测，复测精度不应低于施测时的精度。

3.2 GPS控制测量

3.2.1 GPS控制测量前，应根据地下铁道、轻轨交通线路规划设计图，收集、分析线路沿线城市原有控制网的标石、精度等有关资

料，并按静态相对定位原理建网。

3.2.2 GPS控制网的主要技术指标应符合表3.2.2的规定。

表3.2.2 GPS控制网的主要技术指标

平均边长(km)	最弱点的点位中误差(mm)	相邻点的相对点位中误差(mm)	最弱边的相对中误差	与原有控制点的坐标较差(mm)
2	±12	±10	$\frac{1}{90000}$	<50

3.2.3 GPS控制网的布设应遵守以下原则：

1 GPS控制网内应重合3～5个原有城市二等控制点或在城市里的国家一、二等控制点。除地GPS控制网内短边未知点构网观测外，还应包括重合点在内，对控制网内构成长边图形观测，这种长边图形，宜为重叠的大地四边形或中点多边形。

2 隧道洞口、竖井和车站附近应布设控制点，相邻控制点应有两个以上的方向通视，其它位置的控制点间应至少有一个方向通视。

3 GPS控制网必须由非同步独立观测边构成闭合环或附合路线(按长边和短边分别连接)，每个闭合环或附合路线中的边数应符合本规范表3.2.8的规定。

3.2.4 在GPS控制网中，除所利用的城市控制点已有水准联测的高程之外，其它GPS点应根据需要进行水准联测，水准联测应采用四等水准测量或不低于四等水准测量精度的其它方法测定。

3.2.5 GPS控制网点位的选择应遵循以下原则：

1 当利用城市已有控制点时，应检查该点的稳定性及完好性。

2 地面上的控制点应选在利于保存、施测方便的地方。

3 建筑物上的控制点应选在便于联测的楼顶承重墙上面。

4 控制点上应视野开阔，并避开多路径效应的影响。

5 控制点应远离高压输电线和无线电发射装置，其间距分别不小于50m和200m。

6　控制点应埋设牢固并应绘制点之记。

3.2.6　GPS控制点均应埋设永久性的标石。建筑物上的点下层标心应埋入楼顶平台混凝土中，上层标石应固结在楼顶板平台上，并涂防水材料。各种类型的标石规格要求宜按本规范附录A图A.0.1、图A.0.2、图A.0.3执行。控制点埋设磐石和柱石时，上下两层标志中心的偏差应小于2mm。

3.2.7　车站、洞口和竖井附近建筑物的GPS控制点上宜建造三脚钢架或竖立照准杆，其规格要求宜按本规范附录A图A.0.4执行。埋石后应办理测量标志委托保管书。

3.2.8　GPS控制测量作业的基本技术要求应符合表3.2.8的规定。

表3.2.8　GPS控制测量作业的基本技术要求

项　　目	要　　求
接收机类型	双频或单频
观测量	载波相位
接收机标称精度	$\leqslant(10\text{mm}+2\times10^{-6}\cdot D)$
卫星高度角(°)	≥15
有效观测卫星数	≥4
观测时段长度(min)	短边≥60，长边≥90
数据采样间隔(s)	10～60
点位几何图形强度因子(PDOP)	≤6
重复设站数	≥2
闭合环或附合路线中的边数(条)	≤6
同步观测接收机台数	≥3

3.2.9　GPS控制测量作业前，应对GPS接收机和天线等设备进行全面检验。接收机在一般检视和通电检验后，还应进行GPS接收机内部噪声水平的测试、接收机天线平均相位中心稳定性检验和GPS接收机不同测程精度指标的测试。

3.2.10　观测前应编制出GPS卫星可见性预报表，其内容应包括

可见卫星号、卫星高度角和方位角、最佳观测卫星组的最佳观测时间、点位几何图形强度因子(PDOP)等。

3.2.11 GPS控制网观测应符合下列要求：

1 作业前应编制作业计划表。

2 天线应整平、对中，对中误差不应大于1mm。

3 每时段观测前、后应各量取天线高一次，两次互差小于3mm时，应取两次平均值作为最后结果。

4 应按本规范附录A表A.0.1的规定逐项填写外业观测手簿。

5 每一时段观测结束后，应及时将存储介质上的数据进行拷贝。每日观测结束后，应及时进行数据处理。

3.2.12 平差前应对观测数据进行预处理。基线解算时，对小于8km的短基线必须采用双差相位观测值和双差固定解；对8～30km长基线可在双差固定解和双差浮点解中选择最优结果。对周跳较多或数据质量欠佳的时段，应进行删除或用分段处理后的数据进入平差。基线解算采用卫星广播星历坐标值作为基线解的起算数据，其结果中基线长度中误差输出值不应超过2σ。

3.2.13 GPS控制网外业观测的全部数据应经同步环、独立环及复测边检核，并应满足下列要求：

1 同步环各坐标分量及全长闭合差应满足下列各式要求：

$$W_x \leqslant \frac{\sqrt{N}}{5}\sigma \qquad (3.2.13\text{-}1)$$

$$W_y \leqslant \frac{\sqrt{N}}{5}\sigma \qquad (3.2.13\text{-}2)$$

$$W_z \leqslant \frac{\sqrt{N}}{5}\sigma \qquad (3.2.13\text{-}3)$$

$$W = \sqrt{W_x^2 + W_y^2 + W_z^2} \qquad (3.2.13\text{-}4)$$

$$W \leqslant \frac{\sqrt{3N}}{5}\sigma \qquad (3.2.13\text{-}5)$$

$$\sigma=\sqrt{a^2+(bd)^2} \qquad (3.2.13\text{-}6)$$

式中 N——同步环中基线边的个数；

W——环闭合差；

σ——标准差，即基线向量的弦长中误差(mm)；

a——固定误差(mm)；

b——比例误差系数(1×10^{-6})；

d——GPS 控制网中相邻点间的平均距离(km)。

2 独立基线构成的独立环各坐标分量及全长闭合差应满足下列各式要求：

$$W_x\leqslant2\sqrt{n}\quad\sigma \qquad (3.2.13\text{-}7)$$

$$W_y\leqslant2\sqrt{n}\quad\sigma \qquad (3.2.13\text{-}8)$$

$$W_z\leqslant2\sqrt{n}\quad\sigma \qquad (3.2.13\text{-}9)$$

$$W=2\sqrt{3n}\quad\sigma \qquad (3.2.13\text{-}10)$$

式中 n——独立环中基线边的个数。

3 复测基线的长度较差应满足下式的要求：

$$d_s\leqslant2\sqrt{n}\quad\sigma \qquad (3.2.13\text{-}11)$$

式中 n——同一边复测的次数，通常等于 2。

3.2.14 GPS 控制网的平差内容和要求应符合下列规定：

1 应将全部独立基线构成闭合图形，以三维基线向量及其相应方差协方差阵作为观测信息，以一个点的 WGS—84 系的三维坐标作为起算数据，在 WGS—84 坐标系中进行三维无约束平差，并提供 WGS—84 的三维坐标、坐标差观测值的总改正数、基线边长及点位和边长的精度信息。基线向量改正数的绝对值应满足下列各式的要求：

$$V_{\Delta x}\leqslant3\sigma \qquad (3.2.14\text{-}1)$$

$$V_{\Delta y}\leqslant3\sigma \qquad (3.2.14\text{-}2)$$

$$V_{\Delta z}\leqslant3\sigma \qquad (3.2.14\text{-}3)$$

2 应在1954年北京坐标系或城市坐标系中进行约束平差及精度评定，并应输出相应坐标系中的坐标、基线向量改正数、基线边长和方位角、边长和方位的精度信息、转换参数及其精度信息等。基线向量的改正数与同名基线无约束平差相应改正数的较差应满足下列各式要求：

$$dV_{\Delta x} \leqslant 2\sigma \qquad (3.2.14\text{-}4)$$

$$dV_{\Delta y} \leqslant 2\sigma \qquad (3.2.14\text{-}5)$$

$$dV_{\Delta z} \leqslant 2\sigma \qquad (3.2.14\text{-}6)$$

3.2.15 进行约束平差后，当GPS点与城市原有控制点的重合点的坐标较差大于本规范表3.2.2的规定时，应检查已知点是否可靠，并对约束控制点和控制方位角进行筛选后，重新进行不同约束控制点或不同约束方位角的不同组合的约束平差。

3.2.16 GPS控制测量结束后，应提交下列资料：

1 技术设计书。

2 GPS控制网选点图。

3 点之记及测量标志委托保管书。

4 卫星可见性预报表和观测计划。

5 野外观测记录(含软盘)和测量手簿。

6 数据处理文件、资料和成果表。

7 GPS控制测量技术总结和成果验收报告。

3.3 精密导线测量

3.3.1 精密导线测量的主要技术要求应符合表3.3.1的规定。

表3.3.1 精密导线测量的主要技术要求

平均边长(m)	导线总长度(km)	每边测距中误差(mm)	测距相对中误差	测角中误差(″)	测回数		方位角闭合差(″)	全长相对闭合差	相邻点的相对点位中误差(mm)
					Ⅰ级全站仪	Ⅱ级全站仪			
350	3～5	±6	1/60000	±2.5	4	6	$5\sqrt{n}$	1/35000	±8
注：n为导线的角度个数；全站仪的分级按本规范附录A，表A.0.2的规定执行。									

3.3.2 精密导线应沿线路方向布设，并应采用附合导线或多个结点的导线网。

3.3.3 精密导线选点时，应符合下列要求：

1 相邻边长不宜相差过大，个别边长不宜短于100m。

2 精密导线点的位置应选在因地下铁道、轻轨交通工程施工而发生沉降变形区域以外的地方。

3 点位应避开地下管线等地下建筑物。

4 GPS控制点与相邻精密导线点间的垂直角不应大于30°。

5 相邻点之间的视线距障碍物的距离以不受旁折光影响为原则。

6 应充分利用城市导线点。

7 宜在前、后期两条线路相交叉的地方，设置共用的导线点。

3.3.4 宜按本规范附录A图A.0.5的规格埋设精密导线点标石，也可根据埋设地点采用不同的型式。

3.3.5 精密导线点上只有两个方向时，宜按左、右角观测，左、右角平均值之和与360°的较差应小于4″。

3.3.6 水平角观测遇到长、短边需要调焦时，应采用盘左长边调焦，盘石长边不调焦，盘右短边调焦，盘左短边不调焦的观测顺序进行观测。

3.3.7 在附合精密导线两端的GPS点上观测时，应联测两个高级方向，若只能观测一个高级方向，应适当增加测回数。

3.3.8 附合精密导线或精密导线环的角度闭合差，不应大于下式计算的值。

$$W_{\beta}=\pm 2\,m_{\beta}\sqrt{n} \qquad (3.3.8)$$

式中 m_{β}——本规范表3.3.1中的测角中误差(″)

n——附合导线或导线环的角度个数。

3.3.9 用精密导线网方位角闭合差计算的测角中误差按下式计算：

$$M_{\beta}=\pm\sqrt{\frac{1}{N}\left[\frac{f_{\beta}\cdot f_{\beta}}{n}\right]} \tag{3.3.9}$$

式中 f_{β}——附合导线或闭合导线环的方位角闭合差；

n——计算 f_{β} 时的角度个数；

N——附合导线或闭合导线环的个数。

3.3.10 精密导线的边长测量，应根据本规范表 3.3.1 中的规定执行，每条导线边应往返观测各二个测回。每测回间应重新照准目标，每测回应三次读数。

3.3.11 测距时，一测回三次读数的较差应小于 3mm，测回间平均值的较差应小于 3mm，往返平均值的较差应小于 5mm。气象数据每条边在一端测定一次。

3.3.12 精密导线测距边的高程归化和投影改化，应符合下列规定：

1 归化到地下铁道、轻轨交通工程线路测区平均高程面上的测距边长度，应按下式计算：

$$D=D'_{0}\left[1+\frac{H_{p}-H_{m}}{R_{a}}\right] \tag{3.3.12-1}$$

式中 D'_{0}——测距两端点的平均高程面上的水平距离(m)；

R_{a}——参考椭球体在测距边方向法截弧的曲率半径(m)；

H_{p}——测区的平均高程(m)；

H_{m}——测距边两端点的平均高程(m)。

2 测距边在高斯投影面上的长度，按下式计算：

$$D_{z}=D\left[1+\frac{Y_{m}^{2}}{2R_{m}^{2}}+\frac{\Delta Y^{2}}{24R_{m}^{2}}\right] \tag{3.3.12-2}$$

式中 Y_{m}——测距边两端点横坐标之平均值(m)；

R_{m}——测距边中点的平均曲率半径(m)；

ΔY——测距边两端点近似横坐标的增量(m)。

3.3.13 精密导线应采用严密方法平差，并按本规范表 3.3.1 的规定进行精度评定。

3.3.14 精密导线测量结束后，应提交下列成果：

1 外业观测记录与外业计算成果。

2 绘制导线网展点图。

3 导线点点之记及委托保管文件。

4 导线点坐标及其精度评定成果表。

5 精密导线测量技术报告。

4 地面高程控制测量

4.1 一般规定

4.1.1 地下铁道、轻轨交通工程测区应采用统一高程系统，并应与城市原有高程系统一致。

4.1.2 地面高程控制网应是在城市二等水准点下布设的精密水准网。精密水准测量的主要技术要求应符合表 4.1.2 的规定。

表 4.1.2 精密水准测量的主要技术要求

每千米高差中数中误差(mm)		附合水准路线平均长度(km)	水准仪等级	水准尺	观测次数		往返较差、附合或环线闭合差(mm)	
偶然中误差 M_Δ	全中误差 M_W				与已知点联测	附合或环线	平坦地	山地
±2	±4	2～4	DS_1	因瓦尺	往返测各一次	往返测各一次	$\pm 8\sqrt{L}$	$\pm 2\sqrt{n}$

注：L 为往返测段、附合或环线的路线长度(以 km 计)

n 为单程的测站数。

4.1.3 精密水准网应沿工程线路布设成附合路线、闭合路线或结点网。车站、隧道洞口或竖井口应设置 2 个以上水准点。

4.1.4 精密水准点应选在离施工场地变形区外稳固的地方，墙上水准点应选在永久性建筑物上。水准点点位应便于寻找、保存和引测。精密水准点间距平均 300m。

4.1.5 精密水准标石和标志宜按本规范附录 B 图 B.0.1、图 B.0.2、图 B.0.3 的规格埋设。精密导线点上突出的圆形金属标志也可作为水准点。

4.2 精密水准测量

4.2.1 精密水准测量的观测方法如下：

1 往测　奇数站上为：　后—前—前—后，

偶数站上为：　前—后—后—前。

2 返测　奇数站上为：　前—后—后—前，

偶数站上为：　后—前—前—后。

3 每一测段的往测与返测，宜分别在上午、下午进行，也可在夜间观测。

4 由往测转向返测时，两根标尺必须互换位置。

4.2.2 精密水准测量观测的视线长度、视距差、视线高不应超过表 4.2.2 的规定。

表 4.2.2　精密水准测量观测的视线长度、视距差、视线高的要求(m)

标尺类型	视线长度		前后视距差	前后视距累计差	视线高度	
	仪器等级	视距			视线长度 20m 以上	视线长度 20m 以下
因瓦	DS_1	≤60	≤1.0	≤3.0	0.5	0.3

4.2.3 精密水准测量测站观测限差不得超过表 4.2.3 的规定。

表 4.2.3　精密水准测量的测站观测限差(mm)

基辅分划读数差	基辅分划所测高差之差	上下丝读数平均值与中丝读数之差	检测间竭点高差之差
0.5	0.7	3.0	1.0

4.2.4 两次观测高差超限时应重测。当重测成果与原测成果比较，其较差均不超过限值时，应取三次成果的平均数。

4.2.5 精密水准测量的内业计算，应符合下列规定：

1 每千米水准测量的高差偶然中误差应按下式计算：

$$M_{\Delta}=\pm\sqrt{\frac{1}{4n}\left[\frac{\Delta\Delta}{L}\right]} \qquad (4.2.5\text{-}1)$$

式中　M_{Δ}——高差偶然中误差(mm)；

L——水准测量的测段长度(km)；

Δ——水准路线测段往返高差不符值(mm)；

n——往返测的水准路线的测段数。

2　当附合路线和水准环多于 20 个时，每千米水准测量高差全中误差应按下式计算：

$$M_{W}=\pm\sqrt{\frac{1}{N}\left[\frac{WW}{L}\right]} \qquad (4.2.5\text{-}2)$$

式中　M_{W}——高差全中误差(mm)；

W——附合线路或环线闭合差(mm)；

L——计算 W 时的相应路线长度(km)；

N——附合路线或闭合路线的个数。

3　水准网的数据处理应采用严密平差，并应计算每千米高差偶然中误差、高差全中误差、最弱点高程中误差和相邻点的相对高差中误差。

4　内业计算最后成果的取值应精确至毫米。

4.2.6　精密水准测量结束后应提交下列成果：

1　高程成果表和精度评定等资料。

2　精密水准网展点图。

3　外业观测手簿。

4　精密水准点点之记及委托保管文件。

5　精密水准测量技术总结。

5 线路带状地形测量

5.1 一般规定

5.1.1 本章适用于地下铁道、轻轨交通工程沿线的大比例尺带状地形图测绘。

5.1.2 线路带状地形图测绘，除应执行本章的规定外，还应符合国家现行标准《城市测量规范》CJJ8 或现行国家标准《工程测量规范》GB50026 的有关规定。

5.1.3 线路带状地形图测绘的比例尺，可根据各设计阶段的需要选用 1∶500、1∶1000 或 1∶2000，局部地区可选用 1∶200。

5.1.4 线路带状地形图测绘宜采用数字化法成图，亦可采用传统测绘法成图。

5.1.5 地形图图式符号应按现行国家标准的地形图图式的规定执行。对于图式没有规定的符号可作补充，但应在相关文件中注明。

5.1.6 图根点相对于邻近控制点的点位中误差，在图上应为±0.1mm 之内，高程中误差，应在±50mm 之内。

5.1.7 对线路具有制约作用的地物点，相对于邻近图根点的点位中误差，应在±50mm 之内。一般地物点相对于邻近图根点的点位中误差，在图上应为±0.5mm 之内。邻近地物点间中误差，在图上应为±0.4mm 之内。

5.1.8 对于较平坦的城区，可不勾绘等高线，但应注记高程。对起伏较大的地区，应勾绘等高线。

5.1.9 线路地形图应沿线路按车站和曲线分幅，其长度不大于 2m。道路交叉口应避免分幅。线路地形图亦可按城市地形图分幅标准分幅。

5.1.10 带状地形图的宽度，距线路中线不应小于100m，车站部分应加宽到150m。

5.2 图根控制测量

5.2.1 图根点应利用地下铁道、轻轨交通工程地面各级控制点，也可合理利用城市各等级控制点进行加密。图根点密度应执行国家现行标准《城市测量规范》CJJ8的有关规定，在车站地区宜适当加密。

5.2.2 图根平面控制测量宜采用附合导线，图根导线一般不超过二次附合。当无法附合时，可布设支导线，其全长为本规范表5.2.3中附合导线长度的1/2，折角不得多于4个，端点的点位中误差在图上应在±0.3mm之内。

5.2.3 全站仪图根导线测量的技术要求，应符合表5.2.3的规定。

表5.2.3 全站仪图根导线测量的技术要求

比例尺	附合导线长度(m)	平均边长(m)	测角测距测回数 Ⅲ级全站仪	方位角闭合差(″)	导线全长相对闭合差
1:500	900	80	1	$40\sqrt{n}$	1/4000
1:1000	1800	150			
1:2000	3000	250			

注：1 n为测站数；

2 当导线长度短于表中规定的1/3时，其坐标闭合差不应大于图上0.3mm；

3 边长单程测距一测回(照准一次读三次数)读数较差应小于10mm。

5.2.4 图根导线的边长与折角测量也可采用钢尺量距和光学经纬仪测角。钢尺量距，宜采用双次丈量法。当尺长改正数大于1/10000，坡度大于2/100，量距温度与钢尺检定温度相差超过10℃时，应分别加尺长改正、倾斜改正和温度改正。光学经纬仪测角，一般使用不低于DJ_6级经纬仪。

5.2.5 当线路经过城区密集居民点时，可采用全站仪极坐标法测

定图根导线点平面坐标，其技术要求应符合表 5.2.5 的规定。

表 5.2.5　全站仪极坐标法测量技术要求

仪器类型	测量项目	观测方法	测回数	最大边长(m)			固定角不符值(″)
				1∶500	1∶1000	1∶2000	
Ⅲ级全站仪	测距	单程	1	≤150	≤300	≤500	—
	测角	到少联测一个已知方向	1	—	—	—	±20

5.2.6　图根高程控制，可采用图根水准或光电测距三角高程测量方法测定，并应布设成附合路线形式。困难地区无法布设附合路线时，可布设支线，但应加强检核。

5.2.7　图根水准测量，使用不低于 DS_{10} 级水准仪，采用单程观测，其主要技术要求应符合表 5.2.7 的规定。

表 5.2.7　图根水准测量技术要求

附合路线长度(km)	视线长度(m)	闭合差(mm)
≤5	≤100	$\pm 40\sqrt{L}$
注：L 为路线长，以千米计。		

5.2.8　光电测距三角高程导线测量，宜与图根导线测量同时进行。垂直角采用中丝法一测回，边长单程观测一测回。仪器高、觇牌高应量至毫米。闭合差应在 $\pm 12\sqrt{n}$mm（n 为测站数）之内。

5.3　数字化测图

5.3.1　特征代码设计应符合下列要求：

1　特征代码设计要以现行图式为依据。

2　特征代码应具有通用性，便于使用，便于转换。

3　特征代码应有规律性，一般由分类码、图形码、拓扑信息码组成，其字符数宜为 2～5 个。

4　特征代码要有可扩性与有利于分层处理。

5.3.2　野外采集数据的设备可用半自动化采集系统或自动化采

集系统。

1 半自动化采集系统应包括经纬仪、光电测距仪、记录器、通讯接口和对讲机。

2 自动化采集系统应包括全站仪或半站仪、电子手簿和电子平板，通讯接口和对讲机。

5.3.3 航摄像片采集数据可用计算机与立体坐标量测仪联机作业。

5.3.4 原图数字化可选用跟踪数字化仪或扫描仪。其分辨率和幅面综合精度等应满足成图的精度要求。

5.3.5 计算机应顾及计算速度、内存容量、字长、外设能力等技术指标。

5.3.6 图形输出的绘图仪的各项指标(量测系统分辨率、可编址分辨率、动态与静态定位误差、速度与加速度、绘图的幅面等)应能满足规范绘制大比例尺图的技术要求。

5.3.7 数字化成图的基本软件应包括中西文磁盘操作系统、全屏幕软件编辑系统、数据处理、图形处理应用软件系统和图形编辑软件系统。

5.3.8 数字化成图软件系统宜采用汉化菜单，并应具有较好的兼容性、实用性与查错功能。

5.3.9 野外采集数据，当图根点密度不能满足测图要求时，可布设支导线作为测站点。支导线测量应符合下列规定：

1 支导线的边长不应大于定向边。

2 支导线不应超过三条边。

3 采用Ⅲ级全站仪或相应精度的光学经纬仪和光电测距仪，角度观测一测回，测角中误差应在±20″之内，测边单程观测二次，其较差不应大于 15mm。

4 测站点的高程，宜采用光电测距三角高程测量，垂直角采用中丝法观测一测回。

5.3.10 细部点测量应遵守下列规定：

1　细部点测量可采用极坐标法、量距法、交会法。

2　设置测站时，仪器对中偏差不应大于5mm，仪器高、觇标高量至10mm。应观测两个已知点作检核，检查点平面位置误差不应大于图上0.2mm，高程较差不应在于70mm。

3　测量时，角度读至秒，距离读至毫米。

4　细部点测量的最大边长不应大于300mm。

5　高程注记点分布应均匀，其间隔不应大于图上30～40mm。在道路中心线、交叉口道路、较大建筑物门口、院内以及地面坡度变化处均应注记高程。

6　细部点测量时，应现场绘制测站草图，测站草图宜包括：测站点号、觇点号、觇点代码、汉字注记内容等。当采用电子平板测量时，可不绘制草图。

7　应根据测区特点，结合软件系统的功能跑尺。宜利用天然界线，分片有序测量。

8　采集数据生成的数据文件应便于检索、查询、增删、通讯。

5.3.11　测图重点应突出，地物、地貌取舍应符合下列要求：

1　主要建筑物应准确表示，次要地物、地貌可适当取舍与综合，临时性建筑物可不测。建筑物轮廓凸凹在图上小于1mm时，可以直线连接。

2　道路、河流及其附属建筑物，应按实际形状测绘。各种永久性线路(电力线、电讯线等)均应表示，当线路密集时，可选择重点测绘。城墙、围墙及永久性栅栏均应测绘。

3　独立地物应准确测定定位点，并用独立符号表示。

5.3.12　数据传送、检查、存贮应遵守下列规定：

1　采集的数据，宜采用通讯方式及时传送到计算机进行预处理。

2　应对照草图对数据进行检查、修改。

3　当采用电子平板系统成图时，迁站前，应显示已采集到电子平板中的图形，并对照实地进行检查无误后方可迁站。

4 经检查修改后的数据应及时存盘。

5.3.13 航摄像片采集数据的软件系统应具有数据采集的自动记录、相对定向、绝对定向、数据编辑、略图绘制、实时显示、开窗放大、测点上下视差的显示及处理、作业中断后继续工作时图形回放、成果输出等功能。

5.3.14 航摄像片采集数据应遵守下列规定：

1 测图定向点，每像对最少 4 个平高点。当选刺主点时，主点也可作为测图定向点。

2 采集数据前，每幅图应准确标注图廓线，标注误差应小于实地 5m。观测时扩大观测范围 5m 以上。

3 测图时，应先测主要的、明显的地物。面状地物分块测，线状地物宜连续测。凡是能测的点一律全测，无法测绘完整的地物，应测出定位点。

4 测图间断或关机后再开机时，应重新检查定向，如发现移位，应恢复后再继续观测。

5.3.15 原图数字化的软件系统，应具有图纸定向、数据采集(包括坐标计算、转换、数据编辑、实时显示、查错、排错)等功能。

5.3.16 原图数字化应选图形清晰、平整的底图、二底图、蓝图作为原图。作业前应对原图进行检查。图廓、方格网、长度误差以及图纸的变形情况，应满足工程设计的要求。

5.3.17 图纸定向不应少于 4 个点。定向点应分布均匀，宜选用图廓坐标、方格网作为定向点。

5.3.18 图纸定向后应进行检查，数字化坐标值与理论坐标值较差不应超过图上 0.3mm。

5.3.19 数据处理软件系统应符合下列规定：

1 数据通讯软件应具有电子手簿、记录器与计算机之间的数据通讯、数据显示、编辑等功能。

2 数据转换软件应能对不同型号的电子手簿、记录器所存贮的数据文件进行转换处理，并建立标准格式的数据文件。

3 坐标计算软件应具有图根测量平差计算、细站点的三维坐标计算、自动确定测区范围、统计测区信息量等功能。

4 数据编辑软件应具有对信息进行分类、排序、分层存贮等功能。

5.3.20 数据处理宜采用批量式法，并应实现数据通讯、转换、分类计算、编辑数据流连续化，减少人工干预，提高自动化水平。

5.3.21 数据处理的成果应具有准确性、一致性，并应具有便于显示、编辑、检索、存贮、输出等功能。

5.3.22 图形处理软件系统应符合下列规定：

1 图廓整饰软件应能根据工程设计的需要，选择整饰内容。

2 绘制线状符号软件应具有余部处理、内插、曲线拟合等功能。

3 绘制面状符号软件应具有直角图形误差调整功能。

4 汉字注记软件应具有一级以上的汉字库。汉字库应便于扩充，并满足注记少见汉字的要求。可用批量式或交互式注记汉字。

5 绘制独立符号软件应具有批量式处理与使用菜单绘制的功能。应要求独立符号库齐全、规范、点位准确，便于修改与扩充。

6 图幅剪裁软件应具有自动剪裁图幅和解析图边拼接的功能。

5.3.23 图形处理宜采用批量式与交互式相结合的方式，实现图形处理，图形输出，数据流连续化，并应具有图形编辑功能。

5.3.24 图形编辑软件应具有图形显示、缩放、剪裁、修改、插入、旋转、移动、增删、迭加、拷贝、曲线拟合等功能。

5.3.25 图形处理所生成的文件应符合下列要求：

1 图形文件与相关的数据文件应一一对应，并能互相转换。

2 图形文件的信息应分层存贮，文件格式兼容性要好，便于互相转换。图形文件应包括属性、点号、三维坐标、层号等信息。

3 图形文件应便于显示、检索、编辑、输出。

5.3.26 提交的成果应包括：

1 数据采集原始文件。

2 图根点成果文件。

3 细部点成果文件。

4 测区范围数据文件。

5 图形数据文件。

6 地形图图形文件。

7 地形图底图。

5.4 传统测绘法人工测图

5.4.1 传统测绘法人工成图,可按国家现行标准《城市测量规范》CJJ8 的有关规定执行。

5.4.2 对具有控制作用与特殊的地物点(大型建筑物的墙角、铁道交叉点等)应采用解析法实测其坐标。

5.4.3 传统测绘人工成图也可采用全站仪测碎部点、绘制草图的测记法。

6 专项调查与测绘

6.1 一般规定

6.1.1 本章适用于地下铁道、轻轨交通工程线路、联络线中线两侧各100m及其车辆段范围内的地下管线、地下建筑物，跨越线路的建筑物、水域地形和既有建筑物的基础等专项调查与测绘。

6.1.2 测图比例尺的选择：平面图比例尺宜与线路带状地形图相同。局部地区详细图的比例尺宜为1∶50～1∶200，纵断面图比例尺：水平方向宜为1∶100～1∶500，竖直方向宜为1∶100，横断面图(剖面图)比例尺宜按地下建筑物复杂程度和地形起伏变化确定。

6.1.3 专项测绘图根控制点、细部点、一般地物点的平面位置和高程，其精度要求应与线路带状地形图相同。用解析法测量的管线点的点位中误差(对邻近控制点)应在±50mm之内，高程中误差(对邻近高程控制点)应在±20mm之内。地下管线图上点位中误差应在±0.5mm之内。直埋管线的探查精度：管线中心的点位中误差和高程中误差应在±70mm之内或不大于埋深的5%。

6.1.4 建筑物的坐标、高程可采用下列方法测量：

1 附合导线测量，导线应附合于精密导线点或城市等级控制点上，其技术要求应符合本规范表5.2.3的规定。

2 极坐标测量，其技术要求应符合表6.1.4-1的规定。

表6.1.4-1 极坐标测量的技术要求

测距方法	测距中误差或往返测较差相对误差	水平角观测的测回数(Ⅲ级全站仪)	垂直角观测的测回数(Ⅲ级全站仪)	高程较差(mm)	测站至目标点的最大距离(m)
钢尺丈量	1/1000	1	2	80	50
光电测距	±30mm	1	2	80	300

用极坐标法测定的目标点应采用丈量两目标点间距离或由另一测站再次观测该目标点等方法进行检核。

3 光电测距三角高程导线可附合在精密水准点或城市等级水准点上，其技术要求应符合表 6.1.4-2 的规定。

表 6.1.4-2 光电测距三角高程导线的技术要求

导线长度 (km)	最大边长 (m)	每边测距中误差 (mm)	垂直角中丝法观测的测回数		往返高差较差 (mm)	高程闭合差 (mm)
			Ⅲ级全站仪	Ⅱ级全站仪		
4	100	±15	2	1	$\pm 10\delta\sqrt{s}$	$\pm 40\sqrt{L}$

注：1 s 为边长(以米计)；

2 L 为附合路线长度(以千米计)；

3 若垂直角小于 15°，距离可单向测定；

4 水准测量应采用 DS_{10} 型水准仪，布设附合水准路线，其水准线路长度不应超过 4km；支水准路线应往返观测，支水准路线长度不应超过 2km；高程闭合差应在 $\pm 40\sqrt{L}$mm 之内(L 为路线长度，以千米计)；

5 专项测绘还可采用能满足精度要求的其它测量方法。

6.1.5 专项测绘的坐标、高程系统必须与地下铁道、轻轨交通工程的坐标、高程系统相一致。

6.1.6 应充分收集测区内已有的各种资料，并应通过检查、修测后予以利用。

6.1.7 进入检查井作业，必须遵守国家有关安全保护规定，防止中毒、爆炸等意外事故的发生。

6.1.8 本章未规定的内容可按本规范第 5 章的有关规定执行。

6.2 地下管线调查与测绘

6.2.1 地下管线应包括埋设于地下的给水、排水、燃气、热力、工业和电力、电信等管线。除管径小于 50mm 的给水管道和管径小于 200mm 的排水管道外，均应进行调查与测绘。

6.2.2 地下管线在进行调查前，必须全面搜集和整理测区范围内已有的地下管线资料，包括各种地下管线图及技术说明资料，并应按本规范的要求进行比较分析，确定其能否利用及需要补充的内容。现场踏勘核查，应察看地下管线分布和出露情况，直埋管线的地面标志保存情况，当地的地球物理条件及可能的干扰因素。并应制定地下管线调查、探查和测绘的技术计划。

6.2.3 对沿线具有明显管线点的地下管线应进行实地调查、量测、记录管线点有关数据和填写管线调查表，并应符合下列规定：

1 地下管线实地调查时应查明管线的性质、类型、走向、电缆根数、材质、建筑物及附属设施、载体特征、敷设年月、产权单位等。

2 在明显管线点上应量测地下管线的埋深。

3 当地下管线中心线偏离管线点时，应量测其偏距和方位。

4 地下管道与管沟应量测其断面尺寸，圆形断面应量测外径，矩形断面应量取外壁的宽和高。

6.2.4 隐蔽地下管线宜采用物探方法查明其位置、走向、埋深等，并应符合下列规定：

1 探查前应进行探查方法试验和仪器检校。

2 隐蔽管线点，宜在其交叉点、分支点、转折点、起终点及附属设施中心点等特征点的地面投影位置上和设计、施工特殊需要的位置进行探测。

3 经物探定位的管线点应设置地面标志和绘制点位示意图。

4 探查所获资料尚不能满足设计与施工要求时，应开挖调查与测绘。

6.2.5 地下管线的测绘工作包括测量管线点与细部点的平面位置及高程，测绘管线剖面图及窨井平面图，并应符合下列规定：

1 应按本规范第 6.1.4 条规定的测量方法测量明显管线点

和隐蔽管线点标志的坐标和高程。

2 宜按本规范附录C绘制剖面图。

3 在地下管线交叉、分支、转折、变径、变坡处的窨井(或小室)等位置应绘制平面图。平面图内容应包括管线建筑物及附属设施(阀门、消火栓、排气、排水、排污装置等)、管线走向、窨井轮廓、井底高程等。

6.2.6 在地下管线综合图上,偏距大于图上0.4mm的管线应绘出其实际位置,管径大于1m者用双线表示。综合管线图以分色表示为宜,绘制地下管线综合图采用的图例、符号应按国家现行有关规定执行。

地下管线综合图上附绘制地下管线外,还应将道路、街坊以及与地下管线有参照作用的建筑物绘于图上。

6.2.7 编制成果表应包括下列内容:

1 窨井中心点成果表。

2 直埋管线点成果表。

3 管线建筑物细部点成果表。

6.2.8 地下管线数字化成图应符合本规范第5.3节数字化成图的有关规定,并应满足本章的有关技术要求。各种类型的管线和设施宜分层存贮,并可根据设计需要输出专业管线图或综合管线图。

6.3 地下建筑物测绘

6.3.1 地下建筑物应包括与工程有关的人防工程、地下车库和停车场、地下商店、仓库以及各种地下通道、出入口、竖井等均应详细测绘。

6.3.2 图根控制应布设成附合导线,对无出入口的地下建筑物可布设支导线。

6.3.3 导线测量应符合下列规定:

1 地上图根导线的技术要求,应按本规范第5.2节的规定执

行。

2 地下图根导线可附合在地上图根导线点、精密导线点或城市导线点上，其技术要求应符合表 6.3.3 的规定。

表 6.3.3 地下图根导线的技术要求

导线长度(m)	平均边长(m)	每边测距相对中误差	水平角观测的测回数(Ⅲ级全站仪)	方位角闭合差(″)	导线全长相对闭合差
300	30	1/2000	1	$90\sqrt{n}$	1/1000

注：1 n 为测站数；

2 困难测区导线超长或边长过短，应提高测量精度，导线坐标闭合差应在±0.3m之内；

3 1∶1000 测图的导线长度和闭合差可放宽 1 倍。

3 支导线的技术要求应按本规范第 5.2.2 条的规定执行。

6.3.4 地下图根导线宜通过地下建筑物的出入口直接与地面控制点联测。

6.3.5 地下建筑物的平面图施测要求除应按本规范第 5.3 节和第 5.4 节的有关规定执行外，还应符合下列规定：

1 测定建筑物的内壁确定其轮廓后，应调查或探测墙壁厚度，并应加绘外墙符号；困难时，次要建筑物可仅绘内壁线。

2 地下建筑物的底面高程注记应加圆括号。

3 测绘地下建筑物的各种附属设施。

6.3.6 地下通道除测量巷道及附属设施的平面位置外，还应测量起点、终点、折点、交点、变坡点等处底板的高程，并应根据通道断面形状进行断面测量。在地下通道平面图上应注记断面尺寸、衬砌材料和通道名称。

6.4 跨越线路的建筑物测绘

6.4.1 跨越线路的建筑物应包括天桥、立交桥、栈桥和架空管线等。

6.4.2 跨线建筑物的测绘宜采用解析法，并应按本规范第 6.1.4

条的规定测量建筑物墙角或建筑物轴线点的坐标和高程。

6.4.3 架空管线的平面位置可通过测定其支架、杆、塔等支承物体的位置进行推算，也可采用测角交会法测定，并应计算管线与线路中线的交角。

6.4.4 桥梁和管线应测定其离地面的高度(净空高)。电缆、电线应加测与线路中线相交处的高程。

6.4.5 管线调查和细部测量方法应按本章第 6.2 节和第 6.3 节的规定执行。

6.4.6 在建筑物平面图、纵断面图上应标注高程、宽度和净空高等数据。

6.4.7 编制建筑物轴线点及细部点坐标、高程成果表。

6.5 水域地形测量

6.5.1 线路经过的水域应测绘水底地形图和水下纵、横断面图。

6.5.2 测深点的布设可采用断面法和散点法。

6.5.3 测深断面宜垂直于河流岸线，当线路中线与岸线近似正交时，可平行于线路中线布设。断面间距在图上为 20mm，断面的起、终点应位于岸上，且埋桩。并应按本规范第 6.1.4 条的规定测量断面起、终点的平面位置和高程。

6.5.4 测深点定位可采用下列方法：

1 断面法测深点间距为图上 10mm，距起、终点的距离可采用光电测距法、断面索法、单角交会法等方法测定。方向可用经纬仪控制。

2 散点法测深点间距为图上 20～30mm，测深点定位可采用交会法、极坐标法和 GPS 定位等方法。点位中误差在图上不应大于 2mm。

6.5.5 测深前，应对测深仪器、工具进行检定。测深时，可用不同仪具的测深值进行检核。

6.5.6 测深精度应符合表 6.5.6 的规定。

表 6.5.6　测深技术要求

水深范围 (m)	测深仪器或工具	流速 (m/s)	测深点深度中误差 (m)
0～5	测深杆	—	±0.10
2～10 0～10	测深仪 测深锤	— <1	±0.15
10～20	测深仪 测深锤	— <0.5	±0.20
>20	测深仪 测深锤	— 静水	水深的 1.5%～2.0%
注：当水底有大量水草时，不宜用测深仪测深。			

6.5.7　在测深开始及结束时，应测断面处的水位。若水位涨落较快，应定时测量水位，并记录各测点测深时间。也可设置临时水尺，与测深同步观测水位。

6.5.8　水域地形测量完成后除应绘制水域等高线图外，水域与地面等高线还应进行拼接。

7 线路地面定线测量

7.1 一般规定

7.1.1 地下铁道、轻轨交通工程的地面定线测量工作分初步设计定线和施工定线。定线测量应根据设计单位或建设单位的技术要求和有关资料进行。

7.1.2 地下铁道、轻轨交通工程的专用控制网未建成时，初步设计定线测量可利用线路带状地形测量时的控制点。若其密度不够时可加密，其精度不应低于带状地形测量控制点的精度。施工定线测量必须利用GPS控制点或精密导线点和精密水准点进行。

7.1.3 定线测量前，应编制定线测量作业方案，并应对定线测量使用的线路设计资料进行复核。

7.1.4 定线测量完毕后，应提交下列资料：

1 按本规范附录D表D.0.1编制的定线测量成果。

2 定线测量总结报告。

3 按本规范附录D表D.0.2填写的交接桩书。

7.2 初步设计定线测量

7.2.1 定线测量位置和测量精度应按设计要求及本规范的有关规定执行。定线测量时应将线路转点和曲线元素点等控制桩和必要的加桩测设于实地。当中线控制桩在河、湖或建筑物上时，应测设指示桩，其精度应与中线桩相同，并应对中线控制桩在实地作明显标志。

7.2.2 一般应采用解析法放样中线控制桩。困难时，线路两侧如有可参照的建筑物时，也可采用图解法。

7.2.3 对设计线路走向有制约的建筑物的墙角、柱子、烟筒、大型管道等，应测定其坐标和高程。

7.2.4 定线测量完成后，应对线路中线控制桩和建筑物的细部坐标点进行检核，检核方法如下：

1 用坐标反算相邻点间距，其与实测距离较差应小于70mm。

2 当相邻点间不通视时，宜采用导线测量的方法进行检核，导线的全长相对闭合差应小于1/2000。

7.3 地面施工定线测量

7.3.1 施工图设计完成后，应根据施工设计资料和施工定线任务书，编制地面施工定线测量方案。

7.3.2 定线时，一般线路双线并行地段应定右线，不并行地段应定双线，但应以右线里程为准。

7.3.3 线路中线控制点，一般应从GPS点或精密导线点直接放样。线路中线控制点间距直线上不应小于100m，曲线上除曲线元素点外，其间距不应小于60m。放样后，应按本规范附录D图D埋设固定标志。

7.3.4 线路中线控制点测设完毕后，应将其串联成附合导线形式的线路中线，并进行线路中线测量。线路中线用Ⅱ级全站仪施测，水平角观测四测回，边长往返观测各一测回。

7.3.5 线路中线应采用严密平差，平差后的最弱点横向中误差应在±20mm之内，全长相对闭合差不应大于1/20000。

7.3.6 平差后应对线路中线控制点进行归化改正。归化后应对线路中线控制点进行检测，直线段的转折角与180°较差应小于6″，曲线段的折角与设计值较差应小于8″，当线路中线控制点间距小于60m时，其较差应小于5″×100/短边长。

7.3.7 线路中线控制点检测合格后，应在标志的铁板上钻 ϕ2深5mm的孔并镶以黄铜心，作为线路的中心标志。

8 车辆段测量

8.1 一般规定

8.1.1 本章适用于车辆段(车场)的施工场地、车场线、建筑物和联络线的施工控制测量和施工测量。

8.1.2 车辆段场区设计阶段的地形图和管线图测绘,应按本规范第5、第6章的有关规定执行。车场出入线与地面联络线测量应按地面铁路专用线测量有关规定执行。

8.1.3 车辆段场区的平面控制网,可根据场地特点,采用方格网、基线、导线或三角网等形式。

8.1.4 施工控制网的精度应符合下列规定:

1 平面控制网最弱点点位中误差应在±50mm之内,最弱边相对中误差应小于1/10000。

2 高程控制网最弱点的高程中误差应在±20mm之内。

8.1.5 平面控制网可一次布设,也可分两级布设,各种形式平面控制网的主要技术要求应分别符合表8.1.5-1、8.1.5-2和8.1.5-3的要求。

表8.1.5-1 场区方格网测量主要技术要求

等级	平均边长(m)	测边中误差(mm)	测回数		测角中误差(″)	方位闭合差(″)	方格网周边相对闭合差
			Ⅱ级全站仪	Ⅲ级全站仪			
一	100～300	±5	2	4	±5	$\pm 10\sqrt{n}$	1/20000
二	50～100	±7	1	3	±8	$\pm 16\sqrt{n}$	1/10000

表 8.1.5-2　场区导线测量主要技术要求

等级	附合导线长度(km)	平均边长(m)	测距中误差(mm)	测回数		测角中误差(″)	方位闭合差(″)	导线全长相对闭合差
				Ⅱ级全站仪	Ⅲ级全站仪			
一	2.0	200	±5	2	4	±5	$\pm 10\sqrt{n}$	1/20000
二	1.0	100	±7	1	3	±8	$\pm 16\sqrt{n}$	1/10000

表 8.1.5-3　场区小三角(边)测量主要技术要求

等级	平均边长(m)	测角中误差(″)	三角形最大闭合差(″)	测回数		起始边相对中误差	测边中误差(mm)	最弱边长相对中误差
				Ⅱ级全站仪	Ⅲ级全站仪			
一	300	±5	±15	2	4	1:40000	±5	1:20000
二	100	±8	±30	1	2	1:20000	±7	1:10000

8.1.6　在进行车辆段测量前应收集下列资料：

1　车辆段总平面图。

2　车辆段车场线总平面图。

3　正线与车场线的连接线线路设计图。

4　车辆段建筑平面图(包括车库厂房建筑平面图)。

5　车辆段与地面铁路的联络线线路设计图。

6　车辆段与场区平面、高程控制测量资料及其点之记。

8.2　施工场地测量

8.2.1　施工场地测量包括：场地平整、临时水电管线敷设、施工道路，临时建筑物以及物料、机具场地的划分等施工准备测量。

8.2.2　场地平整测量应根据总体竖向设计及施工方案的有关要求进行，一般宜采用高程“方格网法”。平坦场区方格网边长宜为20m×20m，地形起伏场区宜10m×10m。

8.2.3 施工道路、临时水电管线与建筑物的平面、高程位置，应根据场区测量控制点和施工现场总平面图进行测设。场地内需要保留的原地下建筑物、地下管线、古树等应进行细部测量。

8.2.4 场地测量的允许误差应符合表 8.2.4 的规定。

表 8.2.4 施工场地测量允许误差(mm)

内　　容	平面位置误差	高程误差
场地整平方格点测量	±50	±20
场区施工道路	±70	±50
临时上水管道	±70	±50
临时下水管道	±50	±50
临时电缆管线	±50	±70
临时建筑物	±50	±30

8.3 场区方格网测量

8.3.1 方格网的布设应符合下列要求：

1 方格网必须与车辆段总平面图和车场线总平面图的布局相互一致。

2 确保施工放样的精度。

3 有利于车场线基线的测设。

4 格网点标志宜长期保存，其埋设的标志图见本规范附录 D 图 D。

8.3.2 测设场区方格网时应首先测设主轴线，然后进行扩展。其测设的方法与精度应符合下列规定：

1 主轴线位置应符合下列要求：

1)主轴线位置应选择在车场进出线的线路中线上或与其平行的场地中央；

2)主轴线布设应兼顾建筑物施工控制网，并应避开地下管线；

3)主轴线点应选择在能够永久保存、互相通视、便于与 GPS

点或精密导线点联测的地方。

2 主轴线的测设方法与精度应符合下列要求：

1)当设计图上采用建筑坐标时，应将主轴线点的建筑坐标转换成地下铁道、轻轨交通工程的坐标。

2)主轴线点宜采用极坐标法、交会法测设，主轴线上的点不应少于3个。

3)主轴线点测量应符合本规范表8.1.5-2和8.1.5-2的规定。主轴线点相对于起算点的点位中误差应在±20mm之内。

4)按照本规范附录E将主轴线点归化到设计坐标位置上后，应按本规范附录D图D埋设标石。

8.3.3 依据主轴线扩展方格网点时，方格网测量技术要求应符合本规范表8.1.5-1的规定。方格网点确定后应按本规范附录D图D埋设固定标石。

8.3.4 方格网应以主轴线点为起算数据，进行严密平差，平差后的方格网精度应符合本规范表8.1.5-1的规定。

8.4 场区基线测量

8.4.1 车辆段场区狭长时可测设基线。基线位置的选择可参照本规范第8.3.2条的有关规定进行，并可在其两侧或一侧扩展平行辅助基线。

8.4.2 基线测量精度应满足道岔和股道测量精度的要求。

8.4.3 基线点、辅助基线点的间距宜为100m，且不应小于50m。

8.5 场区高程控制测量

8.5.1 精密水准点可作为车辆段场区高程控制点。当场区范围较大或精密水准点较远时，应加密精密水准点，并作为场区首级高程控制点。场区首级高程控制点不应少于3个。

8.5.2 加密精密水准测量的技术要求与精密水准测量相同。

8.5.3 对场区的方格网点、基线点等平面控制点应进行国家四等水准测量，其往返路线或附合路线闭合差应在$\pm 20\sqrt{L}$mm（L以千米计）之内。

8.6 建筑物施工测量与车场线辅轨测量

8.6.1 应根据场区方格网建立建筑物施工控制网和车场线施工控制网。

8.6.2 建筑物施工控制网宜布设成矩形，也可布设成十字轴线或平行于建筑物外轮廓的多边形。

8.6.3 建筑物平面控制网可依据建筑物的不同类型分三级，其主要技术要求应符合表8.6.3的要求。

表8.6.3 建筑物施工控制网主要技术要求

等级	适用范围	测角、测距中误差		测距边长相对中误差
		测角（″）	测距（mm）	
一	钢结构、超高层连续性高的建筑物	±9	±3	1/24000
二	框架高层连续性一般的建筑物	±12	±5	1/15000
三	一般建筑物	±24	±10	1/8000

8.6.4 建筑物细部放样和竖向投测误差应小于建筑施工允许偏差的1/2～1/3。

8.6.5 车场线测设应以场区控制网的主轴线为依据，测设线路中线控制点和道岔中心。相邻道岔中心横向间距允许误差应为±50mm，道岔的侧线长度允许误差应为±5mm，辙叉的高程测量误差及辙叉之间的相对高差测量允许误差应为±2mm。

8.6.6 车场线曲线短于20m时，曲线元素点测量允许误差应在±5mm之内，曲线长于20m时，曲线元素点测量允许误差应在±10mm之内。车场线实测线间距与设计间距较差不应大于10mm。

8.7 车场出入线与地面联络线测量

8.7.1 车场出入线是车辆段(场)线与地下铁道、轻轨交通工程正线的连接线,其测量工作应与地下铁道、轻轨交通工程正线同时进行,且测量技术要求也应与其相同。

8.7.2 对地面联络线与地面铁路的接轨点,应测定其坐标和轨面高程,并注明里程。同时应从接轨点对已有地面铁路进行不小于100m长度的旧线测量,旧线测量时应实测旧线每10m间距的轨顶面高程、曲线元素点、曲线半径以及进行路基与上部建筑的调查。

8.7.3 联络线的初步设计定线和施工设计定线测量及施工测量可按照地面铁路专用线测量的有关规定进行。

9 联系测量

9.1 一般规定

9.1.1 联系测量工作应包括地面趋近导线测量、趋近水准测量、通过竖井、斜井、通道的定向测量和传递高程测量以及地下趋近导线测量、地下趋近水准测量。

9.1.2 定向测量宜采用下列方法：

1 铅垂仪、陀螺经纬仪联合定向。

2 联系三角形定向。

3 导线定向测量。

4 钻孔投点定向。

9.1.3 传递高程测量宜采用下列方法：

1 钢尺(钢丝)法。

2 水准测量。

3 光电测距三角高程测量。

9.1.4 定向和导入高程测量应在隧道掘进 50m、100～150m 时和距贯通面 150～200m 时分别进行一次，取三次测量成果的加权平均值，指导隧道贯通。

9.1.5 贯通面一侧的隧道长度大于 1000m 时应提高定向测量精度，提高定向测量精度一般可采取在贯通距离约 1/2 处通过钻孔投测坐标点或加测陀螺方位角等方法。

9.1.6 定向测量的地下定向边不应少于 2 条，传递高程的地下近井高程点不应少于 2 个，并应对地下定向边间和高程点间的几何关系进行检核。

9.2 地面趋近导线测量

9.2.1 地面趋近导线应附合在精密导线点上。近井点应与GPS点或精密导线点通视，并应使定向具有最有利的图形。

9.2.2 除近井点设置固定标志外，其它地面趋近导线点均可设置临时标志。

9.2.3 地面趋近导线全长不宜超过350m，平均边长60m，最短边长应大于30m。趋近导线测量应执行本规范第3.3节的有关技术要求。

9.2.4 趋近导线应采用严密平差，其近井点的点位中误差应在±10mm之内。

9.3 铅垂仪、陀螺经纬仪联合定向

9.3.1 铅垂仪、陀螺经纬仪联合定向应按本规范附录F进行。

9.3.2 定向应满足下列要求：

1 全站仪标称精度不应低于$2''$，$3mm+2\times10^{-6}\cdot D$。

2 陀螺经纬仪一次定向精度应小于$20''$。

3 铅垂仪投点中误差应在±3mm之内。

4 全站仪测定铅垂仪纵轴坐标的中误差应在±3mm之内。

5 从地面近井点通过竖井定向，传递到地下近井点的坐标相对地面近井点的允许误差应在±10mm之内。

9.3.3 铅垂仪投点应满足下列要求：

1 铅垂仪的支承台(架)与观测台应严格分离，互不影响作业。

2 铅垂仪的基座或旋转纵轴应与棱镜旋转纵轴同轴，其偏心误差应小于0.2mm。

3 全站仪独立三测回测定铅垂仪的纵轴坐标互差应小于3mm。

9.3.4 陀螺经纬仪定向方法宜采用手动逆转点法、中天法等，也可采用半自动或全自动定向方法。

9.3.5 陀螺经纬仪定向应符合下列规定：

1　独立三测回零位较差不应大于0.2格，绝对零位偏移大于0.5格时，应进行零位校正，观测中的零位读数大于0.2格时应进行零位改正。

2　测前、测后各三测回测定的陀螺经纬仪两常数平均值较差不应大于15″。

3　三测回间的陀螺方位角较差不应大于25″。

4　两条定向边陀螺方位角之差的角值与全站仪实测角较差应小于10″。

5　每次独立三测回测定的陀螺方位角平均值较差应小于12″。

9.3.6　独立三次定向陀螺方位角平均值中误差应在±8″之内。采用半自动或全自动定向方法时，每测回测量完毕，应及时打印观测成果，各测回观测值较差，应符合本规范第9.3.5条的规定。

9.4　联系三角形定向

9.4.1　每次联系三角形定向均应独立进行三次，取三次的平均值作为一次定向成果。

9.4.2　井上、井下联系三角形应满足下列要求：

1　两悬吊钢丝间距不应小于5m。

2　定向角 α 应小于3°

3　a/c 及 a'/c' 的比值应小于1.5倍。

9.4.3　联系三角形边长测量应采用检定过的钢尺，并估读至0.1mm。每次应独立测量三测回，每测回往返三次读数，各测回较差在地上应小于0.5mm，在地下应小于1.0mm。地上与地下测量同一边的较差应小于2mm。

9.4.4　角度观测应采用Ⅱ级全站仪或 DJ_2 级光学经纬仪，用全圆测回法观测四测回，测角中误差应在±4″之内。

9.4.5　各测回测定的地下起始边方位角较差不应大于20″，方位角平均值中误差应在±12″之内。

9.5 导线定向测量

9.5.1 从地面向地下采用导线测量的方法进行定向，其垂直角应小于 30°。

9.5.2 导线定向宜采用具有双轴补偿的全站仪。当采用光学经纬仪进行定向时，应严格检查仪器横轴的倾斜误差，当横轴倾斜误差较大时必须进行横轴倾斜改正。导线定向的距离必须进行对向观测。

9.5.3 导线定向测量应按本规范第 3.3 节有关技术要求进行，定向边中误差应在±8″之内。

9.6 高程传递测量

9.6.1 高程传递测量应包括地面趋近水准测量以及地下趋近水准测量。

9.6.2 测定近井水准点高程的地面趋近水准路线应附合在地面相邻精密水准点上。趋近水准测量应执行本规范第 4.2 节有关技术要求。

9.6.3 采用在竖井内悬吊钢尺的方法进行高程传递测量时，地上和地下安置的两台水准仪应同时读数，并应在钢尺上悬吊与钢尺检定时相同质量的重锤。

9.6.4 传递高程时，每次应独立观测三测回，每测回应变动仪器高度，三测回测得地上、地下水准点的高差较差应小于 3mm。

9.6.5 三测回测定的高差应进行温度、尺长改正，当井深超过50m时应进行钢尺自重张力改正。

9.6.6 明挖施工或暗挖施工通过斜井进行高程传递测量时，可采用水准测量方法，也可采用光电测距三角高程测量的方法，其测量精度与地下施工控制水准测量相同。

9.6.7 当竖井距正线隧道较远时，应从竖井的近井水准点布设地下趋近水准路线，其水准测量的方法和精度与地下控制水准测量相同。

10 地下平面和高程测量

10.1 一般规定

10.1.1 地下平面和高程测量应包括地下施工导线测量、施工控制导线测量和地下施工水准测量、施工控制水准测量。

10.1.2 地下平面和高程起算点应采用直接从地面通过联系测量传递到地下的近井点。地下起算方位边不应少于2条，起算高程点不应少于2个。

10.1.3 地下施工导线、施工控制导线的标志，应根据施工方法和隧道结构形状确定，并宜埋设在隧道底板的线路中线上，也可埋设在线路中线的两侧。当采用盾构施工时，标志可埋设在隧道结构的边墙上或隧道结构的拱顶上。各种标志的形状和埋设位置可按本规范附录G图G.0.1、图G.0.2、图G.0.3和图G.0.4执行。

10.1.4 地下平面和高程测量控制点应经常复测。

10.2 施工导线测量

10.2.1 施工导线是隧道掘进的依据，随着隧道掘进应首先布设施工导线。

10.2.2 施工导线一般平均边长30m，角度观测中误差应在±6″之内，边长测距中误差应在±10mm之内。曲线隧道施工开挖时，施工导线点宜选在曲线的元素点和整里程点上。

10.2.3 隧道掘进时也可采用激光指向仪指导隧道开挖。施工中应经常对激光指向仪进行检查校正。

10.3 施工控制导线测量

10.3.1 直线隧道掘进大于200m，曲线隧道掘进到直缓点时，应

选择稳固、标志完好的施工导线点，组成施工控制导线。

10.3.2 直线隧道施工控制导线点平均边长150m，特殊情况下，不应短于10m。曲线隧道施工控制导线点宜埋设在曲线元素点上，一般边长不应小于60m。

10.3.3 施工控制导线测量宜采用Ⅱ级全站仪施测，在、右角各测二测回，左右角平均值之和与360°较差应小于6″，边长往返观测各二测回，往返观测平均值较差应小于7mm。

10.3.4 施工控制导线最远点点位横向中误差应在±25mm之内。

10.3.5 每次延伸施工控制导线测量前，应对已有的施工控制导线前三个点进行检测。检测点如有变动，应选择另外稳定的施工控制导线点进行施工控制导线延伸测量。

10.3.6 施工控制导线在隧道贯通前应测量三次，其测量时间与竖井定向同步。重合点重复测量的坐标值与原测量的坐标值较差小于10mm时，应采用逐次的加权平均值作为施工控制导线延伸测量的起算值。

10.3.7 施工控制导线长度超过1000m时，宜布设施工控制导线网或边角锁等。也可采用本规范第9.1.5条的方法，在贯通距离约1/2处通过钻孔投测坐标点或加测陀螺方位角。

10.4 地下高程测量

10.4.1 地下高程测量应包括地下施工水准测量和地下控制水准测量。地下高程测量应采用水准测量方法，并应起算于地下近井水准点。

10.4.2 地下施工水准点宜每50m设置一个，地下施工控制水准点宜每200m设置一个。地下水准点可利用地下导线点，也可在隧道的边墙上单独设置控制水准点，控制水准点的埋设位置见本规范附录G图G.0.5。

10.4.3 地下施工水准测量可采用S_3水准仪和3m木制板尺进行

往返观测，其闭合差应在$\pm 20\sqrt{L}$mm（L以千米计）之内。

10.4.4 地下控制水准测量应在隧道贯通前独立进行三次，并与地面向地下转递高程同步。重复测量的高程点与原测点的高程较差应小于5mm，并应采用逐次水准测量的加权平均值作为下次控制水准测量的起算值。地下控制水准测量的方法和精度要求同地面精密水准测量。

10.4.5 相邻竖井间或相邻车站间的地下附合控制水准测量，应按地下施工控制水准测量技术要求进行作业。

11 暗挖隧道施工测量

11.1 一般规定

11.1.1 本章适用于喷锚暗挖法和盾构法等施工测量，其主要工作是标定隧道的设计线路中线、里程和高程，指导隧道施工。

11.1.2 施工竖井、斜井的地面放样应采用双极坐标法进行，其放样中误差应在±10mm之内。

11.1.3 施工竖井、斜井竣工后应进行联系测量，联系测量的方法和精度应符合本规范第9章的有关要求。

11.1.4 直线隧道施工测量，可在隧道的线路中线上或隧道中线上安装激光指向仪，指导隧道施工。盾构开挖隧道，可利用设置在盾构上的激光导向系统进行导向，也可采用陀螺仪导向系统进行导向。

11.1.5 隧道施工测量，应采用地下施工控制导线点和施工控制水准点逐次重复测量成果的加权平均值作为起算数据。隧道二衬结构施工测量，应采用相邻车站间区间隧道内进行过平差的地下附合施工控制导线点、附合施工控制水准点和经调整过的线路中线点的成果作为起算数据。隧道未贯通前进行二衬结构施工测量时，必须加强施工测量检核。

11.1.6 隧道贯通后应随即进行平面和高程贯通误差测量。

11.2 车站隧道施工测量

11.2.1 车站采用分层开挖施工时，宜在各层测设施工控制点或基线，各控制点或基线的测量允许误差为±3mm，方位角测量允许误差为±8″。有条件时各层间还应进行贯通测量。

11.2.2 采用导洞法施工，上层边孔拱部隧道和下层边孔隧道两侧各开挖到100m时，应进行上下层边孔的贯通测量，其上下层边孔贯通中误差应在±30mm之内。贯通测量后必须进行上、下层线路中线的调整，并标定出隧道下层底板上的线路左、右线中线点和站中心点。

11.2.3 采用双侧壁(桩)及梁柱导洞法施工时，应根据施工导线测设桩柱的位置，其测量允许误差为±5mm。

11.2.4 车站钢管柱的位置，应根据车站线路中线点测定，其测设允许误差为±3mm。钢管柱安装过程中应监测其垂直度，安装就位后应进行检核测量。

11.2.5 进行车站隧道结构二衬施工测量时，应先恢复上、下层底板上的线路中线点和水准点，下层底板上恢复的线路中线点和水准点应与车站两侧区间隧道的线路中线点进行贯通误差测量和线路调整。

11.2.6 车站站台的结构和装饰施工应使用已调整后的线路中线点和水准点。站台沿边线模板测设应以线路中线为依据，其间距误差应为“正号”，最大不大于＋5mm。站台模板高程测设误差宜低于设计高程，最大不小于－5mm。

11.3 区间隧道施工测量

11.3.1 直线隧道施工应安置激光指向仪指导隧道掘进，曲线隧道施工应视曲线半径的大小和曲线长度及施工方法，选择切线支距或弦线支距法测设线路中线点。

11.3.2 宜以线路中线为依据，安装超前导管、管棚、钢拱架和边墙格栅，以及控制喷涂混凝土支护的厚度，其测量允许误差为±20mm。

11.3.3 采用弦线支距法测设曲线时，弦线与相对应的曲线矢距不超过下列数值时可以弦线代替曲线：

1 混凝土结构施工，矢距不应大于10mm。

2 开挖土方和进行导管、管棚、格栅等混凝土支护篱工，矢距不应大于 20mm。

11.3.4 隧道施工使用的高程点宜利用施工水准点用普通水准测量方法测定，水准测量应往返或两次仪器高观测，其两次测量的高程较差不应大于 10mm。

11.3.5 用台车浇筑隧道边墙结构二衬，台车长度与其相应曲线的矢距值不大于 5mm 时，台车长度可代替该段的曲线长度。台车两端的中心点与线路中心点定位允许误差应在±5mm 之内。台车两端隧道结构断面中心点的高程，应采用直接水准测设，与其相应里程的设计高程较差不应大于 5mm。

11.4 盾构法掘进隧道施工测量

11.4.1 盾构法掘进隧道施工测量应包括盾构井(室)测量、盾构拼装测量、盾构姿态测量和衬砌环片测量。

11.4.2 应按照本规范第 9 章的要求，采用联系测量将测量控制点传递到盾构井(室)中，并应利用测量控制点测设出线路中线点和盾构安装时所需要的测量控制点。测设值与设计值较差应小于 3mm。

11.4.3 安装盾构导轨时，测设同一位置的导轨方向、坡度和高程与设计值较差应小于 2mm。

11.4.4 盾构拼装竣工后，应进行盾构纵向轴线和径向轴线测量，其主要测量内容包括刀口、机头与盾尾连接点中心、盾尾之间的长度测量；盾构外壳长度测量；盾构刀口、盾尾和支承环的直径测量。

11.4.5 盾构机掘进实时姿态测量应包括其与线路中线的平面偏离、高程偏离、纵向坡度、横向旋转和切口里程的测量，各项测量误差应满足表 11.4.5 的规定。

测定盾构机实时姿态时，最少应测量一个特征点和一个特征轴，一般应选择其切口中心为特征点，纵轴为特征轴。

表 11.4.5　盾构机姿态测量误差技术要求

测量项目	测量误差
平面偏离值(mm)	±5
高程偏离值(mm)	±5
纵向坡度(%)	1
横向旋转角(′)	±3
切口里程(mm)	±10

11.4.6　应利用隧道施工控制导线测定盾构纵向轴线的方位角，该方位角与盾构本身陀螺方位角的较差应为陀螺方位角改正值，并以此修正盾构掘进方向。

11.4.7　衬砌环片测量应包括测量衬砌环的环中心偏差、环的椭圆度和环的姿态。衬砌环片必须不少于 3～5 环测量一次，测量时每环都应测量，并应测定待测环的前端面。相邻衬砌环测量时应重合测定 2～3 环环片。环片平面和高程测量允许误差为±15mm。

11.4.8　盾构测量资料整理后，应及时编制测量成果报表，报送盾构操作人员。

11.5　贯通误差测量

11.5.1　隧道贯通后应利用贯通面两侧平面和高程控制点进行贯通误差测量。

11.5.2　贯通误差测量应包括隧道的纵向、横向和方位角贯通误差测量以及高程贯通误差测量。

11.5.3　隧道的纵向、横向贯通误差，可根据两侧控制导线测定的贯通面上同一临时点的坐标闭合差确定，也可利用两侧中线延伸在贯通面上同一里程处各自临时点的间距确定。方位角贯通误差可利用两侧控制导线测定与贯通面相邻的同一导线边的方位角较差确定。实测纵、横向贯通误差应分别投影到线路和线路的法线方向上。

11.5.4　隧道高程贯通误差应由两侧控制水准点测定贯通面附近同一水准点的高程较差确定。

12 明挖隧道施工测量

12.1 一般规定

12.1.1 明挖法施工分为明挖顺作法、明挖覆盖施工法等，根据明挖施工特点，其施工测量应包括基坑围护结构施工测量、基坑开挖施工测量和隧道结构施工测量。

12.1.2 施工测量人员应收集设计和测绘资料，并应根据施工方法和现场测量控制点状况制定施工测量方案。

12.1.3 施工测量前应对接收的测绘资料进行复核，对各类控制点进行检测，并应在施工过程中妥善保护测量标志。

12.1.4 对线路中线控制点的检测方法和精度要求应按本规范第7.3节的有关规定进行。对精密导线点、精密水准点的检测方法和精度要示应按本规范第3.3节和第4.2节的有关规定进行。检测成果与原成果较差，精密导线点应小于10mm，精密水准点应小于5mm，线路中线控制点应小于15mm。

12.2 基坑围护结构施工测量

12.2.1 采用地下连续墙围护基坑时，其施工测量技术要求应符合下列规定：

1 地下连续墙的地面中心线应依据线路中线控制点进行放样，放样误差应在±5mm之内。

2 内外导墙应平行于地下连续墙中线，其放样允许误差为±5mm。

3 连续墙槽施工中应测量其深度、宽度和铅垂度。

4 连续墙竣工后，应测定其实际中心位置和与设计中心线的偏差，偏凑值应小于30mm。

12.2.2 采用护坡桩围护基坑时，其施工测量技术要求应符合下列规定：

1 护坡桩地面位置放样，依据线路中心控制点进行，放样允许误差纵向不应大于100mm，横向应在0～＋50mm之内。

2 桩孔成孔过程中，应测量孔深、孔径及其铅垂度。

3 采用预制桩施工过程中应监测桩的铅垂度。

4 护坡桩竣工后，应测定各桩位置及与轴线的偏差。其横向允许偏差值应在0～＋50mm之内。

12.3 基坑开挖施工测量

12.3.1 采用自然边坡的基坑，其边坡线位置应根据线路中线控制点进行放样，其放样允许误差为±50mm。

12.3.2 基坑开挖过程中，应使用坡度尺或采用其它方法检测边坡坡度，坡脚距隧道结构的距离应满足设计要求。

12.3.3 基坑开挖至底部后，应采用附合路线形式将线路中线引测到基坑底部。基底线路中线纵向允许误差为±10mm，横向允许误差为±5mm。

12.3.4 可采用水准测量方法，也可采用光电测距三角高程测量方法将高程传入基底。光电测距三角高程测量垂直角对向观测各二测回，距离往返测距各二测回，仪器高和觇标高量至毫米。水准测量和光电测距三角高程测量精度要求同施工控制水准测量。

12.4 隧道结构施工测量

12.4.1 结构底板绑扎钢筋前，应依据线路中线，在底板垫层上标定出钢筋摆放位置，放线允许误差为±10mm。

12.4.2 底板混凝土立模的结构宽度与高度，预埋件的位置和变形缝的位置放样后，必须在混凝土浇筑前进行检核测量。

12.4.3 结构边、中墙模板支立前，应按设计要求，依据线路中线放样边墙内侧和中墙中心线，放样允许偏差为±10mm。

12.4.4 顶板模板安装过程中，应将线路中线点和顶板宽度测设在模板上，并应测量模板高程，其高程测量允许误差为+10～0mm之内，中线测量允许误差为±10mm，宽度测量允许误差应在+15～10mm之内。

12.4.5 隧道结构施工完成后，应对设置在底板上的线路中线点和高程控制点进行复测，测量方法和精度要求应按本规范第10.3节和第10.4节的有关规定执行。

12.4.6 采用盖挖逆作法的隧道施工测量应按下述方法进行：

1 隧道顶板立模前，应在连续墙或桩墙的顶面，每5m测量一个高程点并标定其位置，同时在连续墙或桩墙的侧面标出顶板底面设计高程线，其测量允许误差为+10～0mm之内。

2 隧道中板施工前，应对顶板上的线路中线控制点和高程控制点进行检测，并通过顶板上的预留孔或预留口将这些控制点传递到中板的基坑面上，利用这些控制点作为支立中板模板和钢筋的依据。在浇筑混凝土前应对标定在模板上的线路中线控制点和高程点进行检核，其里程允许误差为±10mm，高程允许误差应在+10～0mm之内。

3 隧道底板的施工测量方法同隧道中板，其里程和中线允许误差应在±10mm，高程允许误差应在0～−10mm之内。

12.4.7 采用盖挖顺作法的隧道施工测量方法与暗挖车站隧道的施工测量方法相同。

13 高架线路施工测量

13.1 一般规定

13.1.1 高架线路施工测量应包括桥墩放样、桥墩施工测量和架梁施工测量。

13.1.2 对高架线路中线进行测量前，应对有关精密导线点、GPS点和精密水准点进行检测，检测所用的仪器、方法与精度要求应按本规范第3章和第4章的有关规定执行。桥墩放样测量前，应对线路中线进行检测，检测所用的仪器、方法和精度要求按本规范第7.4节的有关规定执行。

13.1.3 线路中线的测设，应从高架线路的整体考虑，分施工区段编制实施性方案。线路导线应布设成起讫于GPS点或精密导线点的附合导线，平差后并应将各线路中线点归化到设计位置上。桥墩中心中线点的横向允许误差应在±10mm之内，分区、分段放样的相邻墩位、中线和导线点的连接部位应进行联测。

13.1.4 高架线路施工高程测量，应附合到施工高程控制点上，并应按四等水准测量的技术要求进行施测。

高架线路施工高程控制测量，应按二等水准测量的仪器和方法进行施测，其水准路线闭合差应在$\pm 8\sqrt{L}$mm之内。

13.2 桥墩施工测量

13.2.1 应根据高架线路的地面中线控制点放样桥墩中心，横向放样允许误差应在±10mm之内，桥墩间距的允许误差为±10mm。各跨的纵向累积允许误差应在$\pm 10\sqrt{n}$mm（n为跨数）之内。

13.2.2 桥墩放样后，应测设施工控制桩。施工控制桩中的一条连线必须垂直于线路方向，每条线的两侧应至少测设2个施工控制桩。

13.2.3 桥墩基础施工开挖时，应以施工控制桩为依据，测设桥墩基坑边线和基础结构混凝土模板位置。当桥墩采用灌注桩结构施工时，同样应以施工控制桩为依据测设灌注桩位置。基底或灌注桩底的高程和基础结构混凝土面或灌注桩承台混凝土面的高程，应利用工水准点测定，两次测量的较差应小于10mm。

13.2.4 墩身施工中，应置镜于施工控制桩中互相垂直的四个端点上指导立模，墩身模板铅垂度的测量允许偏差为1%。墩身分段施工的高度，应从基础结构混凝土面或从灌注桩承台面用钢尺在四个位置向上量取，四个高度值的较差应小于10mm。

13.2.5 墩顶帽施工测量应按下列规定执行：

1 必须对地面施工控制桩平面位置和高程进行检测，其检测较差平面位置应小于10mm，高程应小于5mm。

2 墩顶帽混凝土灌注到顶面时，应在墩帽的中线上按本规范附录H图H.0.1埋设200mm×100mm×20mm钢板标志1～2个，并在墩顶两端线路方向的两侧各埋设1个水准点。在桥墩建成后，应测量墩中心标志的里程、坐标及水准点高程。

13.3 架梁施工测量

13.3.1 架梁前应对墩顶帽上线路中线控制点、每孔的跨距和顶帽上的水准点进行检测。

13.3.2 测定墩顶帽中心应采用下述方法：

1 依据施工控制桩，将墩的中心独立两次投测到顶帽预埋钢板上，两次投测较差应小于3mm。

2 对架梁段内的每一个墩中心点进行穿线调整测量，其沿线路横向偏差应小于5mm。

3 测设相邻墩顶中心间的跨距，跨距测量允许误差为

±10mm。

13.3.3 墩顶帽水准点的高程应采用下述方法进行测量：

1 利用检定过的Ⅰ级钢尺按本规范附录H图H.0.2的方法，将高程传递到每一个顶帽水准点上。

2 进行区段内的顶帽水准测量，并检查相邻顶帽间的高差，实测高差与传递高差较差应小于5mm。为了克服视准轴 i 角的影响，应按本规范附录H图H.0.3的方法，使用同一台水准仪进行对称观测。

13.3.4 当采用混凝土预制梁架梁时，应使用全站仪和水准仪进行施工测量。拼装梁的中线和高程与高架线路设计中线和高程的较差都应小于5mm。

13.3.5 高架结构竣工后，其线路定线测量工作应按本规范第7.3节的有关规定执行。

14 线路中线调整测量

14.1 一般规定

14.1.1 分区、段施工的线路中线贯通后，应根据贯通误差进行线路中线调整测量。线路中线贯通误差一般在区间线路上调整。

14.1.2 线路中线调整测量和断面测量应按下列步骤进行：

1 在贯通面两侧的高级控制点之间进行附合导线形式的线路中线测量，并将各线路中线点按新坐标值归化到设计位置上。

2 以归化后的线路中线为依据，进行隧道线路结构净空断面测量和高架线路结构横断面测量。

3 当采用剔凿的办法还不能满足净空限界要求时，应变更线路平、剖面设计，并应重新进行修改后的线路中线测量和接近限界地段的净空横断面测量。

4 改线后对线路中线进行定测。

14.1.3 调整线路测量采用的仪器、方法、精度与隧道内和高架线路施工控制导线测量、施工控制高程测量相同。

14.2 线路中线调整测量

14.2.1 以车站的施工控制导线点为依据，利用区间施工控制中线点组成附合导线，并应进行左右线的附合导线测量。中线点的间距，直线上平均为150m，曲线上除曲线元素点外不应小于60m。

14.2.2 对中线点组成的导线应采用Ⅱ级全站仪左右角各测二测回，左、右角平均值之和与360°较差应小于5″，测距往返各二测回，往返二测回平均值较差应小于7mm。

14.2.3 数据处理应采用严密平差，各相邻点间纵、横向中误差不应超过下述限值：

1　直线：纵向为±10mm；横向为±5mm。

2　曲线：纵向为±5mm；曲线段小于60m时横向为±3mm，大于60m时横向为±5mm。

14.2.4　平差后的线路中线点应依据设计坐标进行归化改正。归化后对线路中线点各折角应进行检测，在直线上其与180°较差不应大于8″，曲线折角与相应的设计值较差，中线点间距小于60m时不应大于15″，中线点间距大于60m时，应在15″～8″之间。线路中线点检测合格后，应钻 ϕ2 深为5mm的小孔，并嵌入黄铜心标示点位。

14.2.5　利用车站控制水准点对区间水准点重新进行附合水准测量，其技术要求与施工控制水准测量相同。

14.2.6　隧道、高架线路与地面连接线的线路调整测量，应以隧道进洞点及其线路方向和高架线路起点及其线路方向为依据，进行地面线路方向、里程和高程的调整。测量采用的仪器、方法和精度与本规范第7.3节有关条款相同。

14.2.7　线路中线调整测量完成后，应按本规范附录J表J.0.3编制线路调整后的坐标、高程成果表。

14.3　隧道结构净空断面和高架线路结构横断面测量

14.3.1　以调整的线路中线点为依据，直线段每6m，曲线上包括曲线元素点第5m应测设一个结构横断面。

14.3.2　隧道净空断面点和高架线路结构横断面点的位置应为限界控制点。

14.3.3　采用光面与预裂爆破等方法施工的隧道，对于其不规则断面，除应按第14.3.1条和第14.3.2条规定测定断面和限界控制点外，还应加测隧道突出处的断面和断面上的突出点。

14.3.4　结构横断面测量，可采用Ⅲ级全站仪、断面仪等进行。测定断面点的里程允许误差应在±50mm之内，断面测量精度允许误差为±10mm，矩形断面高程误差应小于20mm，圆形断面高程偏差

应小于10mm。

14.3.5 应根据设计图计算断面点与线路中线点的横向距离，并应按本规范附录J表J.0.1、表J.0.2编制净空断面测量成果表。

14.4 变更后的线路中线调整测量

14.4.1 线路如需变更，应根据变更的线路平、剖面文件和车站线路两端的控制导线点重新测设线路中线点。

14.4.2 依据修改的线路中线点进行接近限界地段的隧道结构净空断面和高架线路结构断面测量，其测量方法和精度要求与本规范第14.3节相同。

14.4.3 变更后的线路中线调整测量完成后，应按本规范附录J表J.0.3编制线路调整后的坐标、高程成果表。

15 铺轨基标测量

15.1 一般规定

15.1.1 应根据铺轨综合设计图，利用调整好的线路中线点或施工控制导线点和施工控制水准点测设铺轨基标。

15.1.2 铺轨基标测设时，应首先测设控制基标，而后在控制基标间测设加密基标和道岔铺轨基标。控制基标在直线线路每120m设置一个，曲线线路除曲线元素点设置控制基标外，还应每60m设置一个。加密基标在直线线路每隔6m，曲线线路每隔5m设置一个。

15.1.3 铺轨基标一般设置在线路中线上，也可设置在线路中线的右侧，道岔铺轨基标一般设置在直股和曲股的两侧。

15.1.4 铺轨基标的标志类型可参照本规范附录K进行设计。

15.2 控制基标测量

15.2.1 控制基标设置在线路中线上时，应在直线上采用截距法在曲线上采用偏角法进行测设。控制基标设置在线路一侧时，可根据曲线要素点和控制基标与线路中线的关系，计算出其坐标后，直接按坐标测设。也可先在线路中线上，测定出设置控制基标位置的线路法线方向，然后在此方向上按控制基标与线路中线的距离确定控制基标位置。

15.2.2 控制基标的埋设应满足下列要求：

1 在埋设基标点的结构底板上应凿0.3m×0.3m的毛面。

2 应用简易活动模板灌注C_{30}混凝土，并埋设基标标志底座。

3 以±2mm的精度，调整基标标志螺杆到设计位置，并初步固定。

15.2.3 控制基标埋设完成后，应对其进行检测，检测的内容、方法与各项限差应满足下列要求：

1 检测控制基标间夹角时，其左、右角各测二测回，距离往返观测各二测回。

2 直线段控制基标间的夹角与180°较差应小于8″，实测距离与设计距离较差应小于10mm；曲线段控制基标间夹角与设计值较差计算出的线路横向偏差应小于2mm，弦长测量值与设计值较差应小于5mm。

3 在地下施工控制水准点间，应布设附合水准路线测定每个控制基标高程，其实测值与设计值较差应小于2mm。

4 经检测控制基标满足各项限差要求后，应进行永久固定。

15.3 加密基标测量

15.3.1 直线加密基标测设方法和限差要求如下：

1 依据相邻控制基标采用截距法和水准测量方法，逐一测定加密基标的位置和其底板高程，并临时标定点位。

2 埋设加密基标，其埋设方法与本规范第15.2.2条的要求相同。

3 加密基标平面位置和高程测定的限差应符合下列要求：

1)纵向：6m±5mm；

2)横向：加密基标偏离两控制基标间的方向线不应大于2mm；

3)相邻加密基标实测高差与设计高差较差不应大于1mm，每个加密基标的实测高程与设计高程较差不应大于2mm。

15.3.2 曲线加密基标测设方法和限差要求如下：

1 依据曲线元素点的控制基标，采用偏角法和水准测量方法等，逐一测设曲线加密基标的位置和其底板高程。

2 埋设曲线加密基标，其埋设方法与本规范第15.2.2条的

要求相同。

3 曲线加密基标平面位置和高程测定的限差应符合下列要求：

1)加密基标间纵向距离允许误差为±5mm；

2)加密基标相对于控制基标的横向偏距不应大于2mm；

3)曲线加密基标测量限差要求与本规范第15.3.1条的有关内容相同。

15.3.3 直线和曲线加密基标精确测定后，均应进行检测，检测的方法与限差与本规范第15.3.1条和第15.3.2条的内容相同。

15.3.4 加密基标经检测满足其各项限差要求后，应进行永久固定。

15.4 道岔铺轨基标测量

15.4.1 道岔铺轨基标测设应包括单开道岔、交分道岔、交叉渡线道岔的铺轨基标的测设，测设时应依据控制基标和道岔铺轨设计图进行。

15.4.2 道岔铺轨基标测设方法，可按铺轨基标坐标直接测设，也可先测定岔心和直股与曲股线路方向，然后利用道岔线路中线点测设基标。

15.4.3 利用线路中线点测设道岔铺轨基标时，其测定限差应满足下列要求：

1 岔心相对于线路中线的里程(距离)与设计值较差不应大于10mm。

2 主线、侧线的长度及其交角的检测值与设计值较差，其距离不应大于2mm，其角度单开道岔不应大于20″，交分道岔、交叉渡线道岔不应大于10″。

15.4.4 道岔铺轨基标测设后应进行检测，检测内容和限差应符合下列规定：

1 铺轨基标与线路的距离和设计值较差应小于2mm。

2 铺轨基标间距离与设计值较差应小于 2mm。

3 相邻铺轨基标间的高差与设计值较差不应大于 1mm,其高程与设计值较差应小于 2mm。

15.4.5 道岔铺轨基标经检测满足其各项限差要求后,应进行永久固定。

16 设备安装测量

16.1 一般规定

16.1.1 设备安装测量的内容主要包括接触轨(三轨)铺设测量或接触网安装测量、隔断门安装测量、行车信号、线路标志、站台及大厅装饰等安装测量。

16.1.2 设备安装测量可采用解析法或图解法。应依据设备安装设计图纸、隧道结构净空断面和高架线路结构横断面等测量资料，并应事先编制安装测量的方案，经审核批准后方可施测。

16.1.3 设备安装测量一般其里程测量允许误差为±50mm，高程测量允许误差为±5mm。有特殊精度要求的设备安装，应按设计图纸上注明的限差要求进行。

16.1.4 设备安装测量时，应记录安装测量数据，填写安装测量日志，并应将竣工图和测量数据等整理成册存档。

16.2 接触轨(三轨)、接触网安装测量

16.2.1 应根据线路中线以及接触轨(三轨)、接触网的设计图纸制定测量方案。

16.2.2 根据制定的测量方案，放样每一个接触轨(三轨)承台或接触网悬吊支架位置，对每个接触轨(三轨)、接触网应进行编号或注明里程，并汇编成表。

16.2.3 以附合水准测量方法测定隧道底板或高架线路上的每一个接触轨(三轨)承台中心的高程，用电磁波测距三角高程测量方法测定接触网悬吊支架高程，并将高程成果列于本规范第16.2.2条所述表格中。

16.2.4 接触轨(三轨)承台中心或接触网悬吊支架中心纵向允许

误差应在±50mm之内，横向偏差应小于5mm，高程偏差应小于5mm。

16.3 隔断门安装测量

16.3.1 应根据施工设计图及线路中线测定隔断门在中线上的位置，并测设出该位置与线路中线的法线方向，作为隔断门导轨的中线。

16.3.2 应以隔断门导轨中线为准，检测预留门洞的内壁，应满足隔断门在导轨上能够自由运行。

16.3.3 当隔断门导轨与整体道床同时施工时，用直接水准测定导轨的高程，其与设计高程的较差应不大于2mm。

16.3.4 隔断门的门框安装测量，应根据设计图纸、线路中线和水准点直接测定。隔断门门框与线路中线的距离以及上门框高程与设计值较差均不应大于3mm。

16.4 行车信号与线路标志安装测量

16.4.1 行车信号安装测量，主要包括自动闭塞的信号灯支架的放样测量和停车线标志的测量。信号灯支架的里程位置允许误差为±100mm。车站停车线标志位置的允许误差为±100mm。

16.4.2 线路标志安装测量主要包括线路的千米标、百米标、坡度标、竖曲线标、曲线元素标志、曲线要素(曲线的半径、缓和曲线、圆曲线)长度标志的位置和道岔警冲标位置的测设。应将标志测定在隧道右侧距轨面1.2m高的边墙上或标定在钢轨的轨腰上，其位置测定允许误差为±100mm，轨腰上标志位置的允许误差为±5mm。

16.4.3 安装在隧道右侧边墙上的信号标志和线路标志，必须确保其标志外沿不侵入限界。

16.4.4 线路轨道标志应在整体道床施工和无缝钢轨锁定完毕后，标定在钢轨轨腰上。

16.5 车站建筑装修测量

16.5.1 车站站台包括站台沿、大厅地面和楼梯、顶板吊顶、照明灯和墙、柱面等的装修、装饰测量。上述各项测量工作均应按施工设计图和有关施工规范要求进行。

16.5.2 根据车站站台两侧线路中线控制点测设两侧站台沿，其测量允许误差应在±3mm之内。站台沿外侧与线路中线间距与设计值的较差应在±10mm之内。

16.5.3 站台大厅高程应根据施工控制水准点，采用水准测量方法测定，其施工方格网交点的高程测量允许误差应在±3mm之内。

17 变形测量

17.1 一般规定

17.1.1 变形测量应包括在工程施工和运营阶段自身建筑物、工程沿线变形区内地表建筑物、道路以及地下建筑物、地下管线设施等的变形测量。

17.1.2 变形测量应包括如下内容：

1 施工阶段支护、结构工程的变形测量。

2 施工阶段沿线环境的变形测量。

3 运营阶段线路、结构和环境的变形测量。

17.1.3 应根据地层岩土条件、埋深和结构特点、支护类型、开挖方式以及环境状况等因素统一制定变形测量方案，并按工程需要适时开展变形测量工作。

17.1.4 应根据变形体的特点，作业环境和观测精度要求可选择大地测量和近景摄影测量等方法，也可选择位移计、收敛计、测斜仪、沉降仪等物理仪器进行变形测量。

17.1.5 应按下列要求建立变形监测控制网：

1 水平位移监测控制网的布设应符合下列要求：

1)水平位移监测控制网的布设独立控制网；

2)水平位移监测控制网可采用三角网、导线网、边角网和视准轴线等形式，当采用视准轴线控制时，轴线上必须设立检核点；

3)水平位移监测控制网中的控制点应埋设在变形区外，按变形测量精度要求可建造具有强制对中器的观测墩，亦可采用对中误差小于 0.5mm 的光学对中装置。在变形观测中应定期对其稳定性进行检测。

2 垂直位移监测控制网的布设应符合下列要求：

1)垂直位移监测控制网宜采用地下铁道、轻轨交通工程高程系统；

2)垂直位移监测控制网可布设成闭合、附合或结点水准路线等形式；

3)垂直位移监测控制网高程控制点不应少于3个，控制点可按本规范附录B图B.0.1、图B.0.2、图B.0.3埋设在变形区外的露头基岩、密实的砂卵石层或原状土层中，也可埋设在稳固建筑物的墙上。受条件限制时，在变形区内也可按本规范附录L图L.0.1埋设在地铁变形影响深度以下的深层金属管高程控制点。在变形观测中应定期对高程控制点进行检测。

17.1.6 可按本规范附录L图L.0.2在变形体上能反出变形特征的部位埋设变形观测点。变形观测点应埋设牢固并易于识别。易遭毁坏部位的变形观测点应加设保护装置。

17.1.7 变形测量的等级划分、精度要求和适用范围见表17.1.7。

表17.1.7 变形测量的等级划分、精度要求和适用范围(mm)

变形测量等级	垂直位移测量		水平位移测量	适用范围
	变形点的高程中误差	相邻变形点高差中误差	变形点的点位中误差	
Ⅰ	±0.3	±0.1	±1.5	线路沿线变形特别敏感的超高层、高耸建筑物、精密工程设施、重要古建筑和地下管线等
Ⅱ	±0.5	±0.3	±3.0	线路沿线高层、高大建筑物；地铁施工中的支护、结构、管线，隧道拱下沉、结构收敛和运营中结构、线路变形
Ⅲ	±1.0	±0.5	±6.0	线路沿线多层建筑物、地表沉降及施工和运营中的次要结构
注：变形点的高程中误差和点位中误差是对最近变形监测控制点而言。				

17.1.8 变形监测网主要技术要求见表 17.1.8-1 和表 17.1.8-2。

表 17.1.8-1 水平位移监测控制网主要技术要求

等级	相邻控制点点位中误差(mm)	平均边长(m)	测角中误差(″)	最弱边相对中误差	主要作业方法和观测要求
Ⅰ	±1.5	150	±1.0	≤1/120000	宜按国家二等三角测量要求进行观测
Ⅱ	±3.0	150	±1.8	≤1/70000	宜按国家三等三角测量要求进行观测
Ⅲ	±6.0	150	±2.5	≤1/40000	宜按国家四等三角测量要求进行观测

表 17.1.8-2 垂直位移监测控制网主要技术要求

等级	相邻基准点高差中误差(mm)	每站高差中误差(m)	往返较差,附合或环线闭合差(mm)	检测已测高差之较差(mm)	使用仪器、观测方法及主要技术要求
Ⅰ	±0.3	±0.07	$0.15\sqrt{n}$	$0.2\sqrt{n}$	采用 DS_{05} 水准仪,按国家一等水准测量技术要求作业,其观测限差宜按上述规定的 1/2 要求
Ⅱ	±0.5	±0.15	$0.30\sqrt{n}$	$0.5\sqrt{n}$	采用 DS_{05} 水准仪,按国家一等水准测量技术要求作业
Ⅲ	±1.0	±0.30	$0.60\sqrt{n}$	$0.8\sqrt{n}$	DS_{05} 或 DS_1 水准仪,按国家三等水准测量技术要求作业
注:n 为测站数。					

17.1.9 变形观测点施测精度应符合下列要求。

1 水平位移变形点的点位中误差见本规范表 17.1.7。

2 垂直位移观测点的精度要求和主要测量方法见表 17.1.9。

表 17.1.9　垂直位移观测点的精度要求和主要观测方法(mm)

等级	高程中误差	相邻点高差中误差	往返较差,附合或环线闭合差	主要测量方法
Ⅰ	±0.3	±0.1	$0.1\sqrt{n}$	按国家一等水准测量技术要求作业,其观测限差宜按上述规定的1/2要求
Ⅱ	±0.5	±0.3	$0.3\sqrt{n}$	按国家一等水准测量技术要求作业
Ⅲ	±1.0	±0.5	$0.5\sqrt{n}$	按国家二等水准测量技术要求作业
注:n 为测站数。				

17.1.10　使用物理仪器进行变形监测,选用的仪器精度不应低于进行同等变形测量的大地测量仪器精度,对变表点观测的各项测量精度要求不应低于本规范表 17.1.7 和表 17.1.9 的要求。

17.1.11　在变形观测过程中变形体发生显著变化时,应及时调整变形测量方案,实时进行变形监测。

17.1.12　地下、地上应同步进行变形测量和施工监控量测工作。

17.1.13　对每单元变形体进行变形测量时应采用相同的观测路线和观测方法,使用同一仪器和设备,并应固定观测人员。

17.1.14　观测记录应附施工现状、荷载变化、地层岩土条件、气象等情况的简单描述。

17.1.15　首次观测时应进行重复测量,取平均值作为初始值。中间观测值出现导常应及时复测。

17.2　结构施工变形测量

17.2.1　施工阶段支护、结构变形测量应包括如下内容:

1　边坡支护的桩、墙位移和倾斜测量,结构净空水平收敛和

统

高架结构的墩台水平位移和倾斜测量。

2 结构拱顶、支护桩、墙和高架结构沉降变形测量。

3 根据需要可选择进行围岩内部变形、围岩压力、支护和衬砌应力、锚杆轴力、钢架内力及所承受的荷载量测以及围岩弹性波速测试等。

17.2.2 水平位移测量的方法可采用前方交会法、边角交会法、导线测量法、极坐标法、小角法、经纬仪投点法、视准线法等。

17.2.3 垂直位移测量可采用精密几何水准测量或静力水准测量方法。

17.2.4 围岩内部变形、围岩压力、支护和衬砌应力、锚杆轴力、钢架内力荷载量测，弹性波速测试等，可选用收敛计、位移计、测斜仪、压力盒、应变片、锚杆测力计和波速仪等物理仪器进行。

17.2.5 变形测量工作应从施工前开始，直至结构稳定终止。变形测量中应遵守下列规定：

1 测量前应对施工现场工程岩土变化和支护工程的状况进行察看并作简明记录。

2 分步施工时，每步应有完整的连续观测数据。

3 雨后、冻融、地震等对变形体产生显著影响时应增加观测频率。

4 根据变形体的变形趋势，变形体趋于稳定期间可延长观测频率，急剧变动期间应缩短观测频率。

17.2.6 隧道内观测点应在围岩工程施工的同时埋设。初始观测值应在开挖后 12h 内采集。观测点断面应测注线路里程(或坐标)和高程。

17.2.7 拱顶下沉和净空水平收敛等项目应按本规范附录 **L** 图 **L.0.3**在同一断面内进行，断面间距宜为 10～50m。

17.2.8 隧道内各项变形测量项目的测量频率，应根据变形速度和变形量的大小以及施工状况按表 **17.2.8** 的要求进行选择。

表 17.2.8　测量频率

变形速度(mm/d)	施工状况	测量频率(次/d)
＞10	距工作面 1 倍洞径	2/1
10～5	距工作面 1、2 倍洞径	1/1
4～1	距工作面 2～5 倍洞径	1/2
＜1	距工作面＞5 倍洞径	1/＞7
注：d 为天数。		

17.3　施工阶段沿线环境变形测量

17.3.1　环境变形测量应包括下列主要内容：

1　线路地表沉降观测。

2　变形区内燃气、热力和大直径上水、污水等管线变形测量。

3　变形区内高层、超高层、高耸建筑物，隧道穿越的建筑物和文物、古迹建筑物等变形测量。

17.3.2　变形测量方法同本规范第 17.2.2 条和第 17.2.3 条的有关内容。

17.3.3　隧道穿越的地表沉降观测点应和隧道拱顶下沉和净空水平收敛点布置在同一断面内，并应在线路中线上及其两侧变形区内布设沉降观测点，观测点纵横间距见表 17.3.3。

表 17.3.3　地表沉降观测点纵横间距(m)

隧道埋设深度 H	观测点纵向间距	观测点横向间距
$H>2B$	20～50	7～10
$B<H<2B$	10～20	5～7
$H<B$	10	2～5
注：B 为隧道开挖宽度。		

17.3.4　地表沉降观测点应埋设在原状土层中，必要时应加设保护装置。沉降观测点稳定后，方可进行初始观测。

17.3.5　在变形区内的燃气、大直径上水、污水、热力管线等观测体上应设点观测，如不能在变形体上直接设点，可在管线周围土体

中埋设位移计等物理仪器，进行其周围土体的位移测量和沉降测量。

17.3.6 对线路两侧变形区内高层、超高层、高耸建筑物和文物、古迹建筑物等，应根据其结构特点进行沉降观测。观测点应埋设在能明显反映建筑物变形敏感的部位，标志点应和建筑物外观协调一致。

17.3.7 环境变形监测应在施工降水前进行初始观测，并应从距开挖工作面前方 $H+h$（H 为隧道埋深，h 为隧道高度）处开始，直到衬砌和结构封闭，观测对象稳定后结束。测量频率宜和隧道内变形测量同步。

17.3.8 隧道穿越地面建筑物、铁路、桥梁、管线时不仅要在施工全过程中对隧道自身和穿越体进行观测，还应增加对其周围土体变形观测，此项变形观测精度宜按Ⅰ级要求进行。

17.4 运营阶段变形测量

17.4.1 运营阶段变形测量应包括如下内容：

1 隧道、高架结构变形测量。

2 铺轨基标以及线路轨道变形测量。

3 环境变形测量。

17.4.2 地下铁道、轻轨交通工程运营后，应由运营主管部门根据观测体稳定状况，统一制定运营阶段变形测量方案。

17.4.3 运营阶段应对下列地段（部位）的线路轨道、结构进行变形测量：

1 不良岩土条件和特殊岩土条件如软土、流砂、熔岩、滑坡等地段。

2 沿线路两侧进行物业开发地段。

3 运营线路和新建线路衔接、交叉部位。

17.4.4 运营阶段变形监测控制网（点）宜利用施工阶段控制点，也可在远离行车线路的出入口、横通道、通风竖井等部位埋设新

点。

17.4.5 线路轨道变形观测点应包括铺轨基标。隧道结构与环境变形观测点的设置及其测量误差要求和作业方法同本规范第17.1节、第17.2节、第17.3节的有关内容。

17.4.6 运营阶段线路、结构变形监测频率应根据竣工时和运营期变形体变形量的大小进行调整。

17.4.7 地表环境变形监测在运营第一年每季度宜观测一次，第二年每半年至少观测一次，直至沉降量小于 1mm/100d 止。但在变形显著时，应缩短观测频率。

17.5 变形测量资料整理与信息反馈

17.5.1 变形测量信息采集、整理，宜用微机及其相关软件处理，并应建立变形测量信息数据库。

17.5.2 应结合施工和现场状况定期对变形测量信息进行综合分析，并应绘制隧道净空水平收敛、拱顶下沉、地表沉降、高架结构和建筑物变形测量的时态曲线图及其按本规范附录L图L.0.4绘制的变形与施工开挖工作面距离关系图。

17.5.3 应对变形前期的时态曲线进行回归分析，选择与实测数据拟合较好的函数进行处理，定期向建设单位、设计单位、监理单位报告变形观测的各种报表，并对变形趋势进行预测预报。

17.5.4 应建立畅通的信息反馈渠道，当实测变形值大于允许变形值的1/3时要及时通报主管部门采取措施。

17.5.5 每阶段变形测量工作结束后应提交下列资料：

1 变形观测成果表。

2 变形观测点位置图。

3 变形体变形、应变、应力等物理量随时间、荷载变化的时态曲线图。

4 变形分析预测、预报报告。

5 变形观测技术总结。

18 竣工测量

18.1 一般规定

18.1.1 竣工测量主要包括与线路相关的线路轨道竣工测量、线路结构竣工测量、沿线路设备竣工测量以及地下管线竣工测量。

18.1.2 竣工测量采用的坐标系统、高程系统、图式等应与原施工测量相同。

18.1.3 竣工测量时，对于施工中无变动的项目应采用调查和检测的方法，对于已变更施工设计的项目应按实际位置进行竣工测量。竣工测量的基本方法和精度要求应与施工测量相同。

18.1.4 竣工图应正确反映竣工建筑物的位置、高程以及形状、材质等内容，并能作为工程验收的重要技术资料。

18.1.5 竣工测量成果超过设计限差时，除应在现场明显标示外，还应专题上报。

18.1.6 竣工测量完成后应提交下列成果：

1 竣工测量成果表。

2 竣工图。

3 竣工测量报告。

18.2 线路轨道竣工测量

18.2.1 线路轨道竣工测量应包括铺轨基标竣工测量和轨道铺设竣工测量。

18.2.2 在隧道内应以车站控制基标为起始数据，在地面应以地面控制点为起始数据，进行线路轨道竣工测量。隧道或线路产生变形时的地段应重新进行控制测量，并以其作为起始数据。

18.2.3 铺轨基标竣工测量一般主要检测折角和高程，其测量方

法和精度要求应按本规范第15章的有关技术要求执行。并宜按本规范附录M表M.0.1和表M.0.2填写控制基标和加密基标测量成果表。

18.2.4 线路轨道竣工测量，应在线路轨道长轨锁定后进行。直线线路轨道竣工测量应采用轨道尺测量右股钢轨至铺轨基标间的距离及两股钢轨间的轨距。曲线线路轨道竣工测量除用轨道尺测量右轨到铺轨基标间的距离外，还应测量两钢轨的加宽量和外轨对内轨的超高量。轨距测量值的较差范围应在+3mm～-2mm之内。并宜按本规范附录M表M.0.3填写左、右轨铺设竣工测量成果表。对于轨道设备扣件等组件的竣工调查，可注记在本规范附录M表M.0.3的备注内。

18.2.5 道岔区的线路轨道竣工测量，应以道岔铺轨基标为依据，分别测量基标与对应的直股钢轨、曲股钢轨的距离，其测量值和设计值的较差均应在±2mm之内。

18.2.6 用DS_{05}水准仪测量铺轨基标与对应的钢轨的轨顶间的高差，测量值与设计值较差均应在±2mm之内。

18.3 区间线路、车站结构竣工测量

18.3.1 区间线路结构净空横断面的竣工测量应以铺轨基标为起始数据，直线段每隔12m，曲线段每隔5m测量一个净空横断面。隧道断面结构变化处或变坡处均应加测净空横断面。

18.3.2 测点应按限界设计、车辆型号和高速行车安全余量(隙)制约处的点作为必测点。一般每个断面应按本规范附录M图M.0.1测8个点，测量允许误差应在±10mm之内，实测值与设计值较差不应大于50mm。

18.3.3 区间隔断门结构净空竣工测量，应以门框前、后控制基标为基准线，按本规范附录M图M.0.2进行隧道瓶颈口*A*、*B*、*C*、*D*4个断面的测量，测量允许误差为±10mm，实测值应不侵入限界。

18.3.4 高架线路的结构竣工测量，除按本规范第18.3.1条所涉

及的内容进行测量外，还应对其桥墩承台、墩柱等建筑物的主要轴线、坐标、顶面高程以及外形轮廓主要尺寸等作重点测量。

18.3.5 浅埋车站出入口、通道及其车站主体结构的竣工测量，应测量其结构中心轴线的位置和内部净空空间。

18.3.6 车站站台大厅地面、立柱、站台沿、两端站台角、站台上部吊顶饰物、边墙灯光广告和饰物等，应以铺轨基标为准，测量它们和其相互之间的位置、高程，测量允许误差应为±10mm，实测的站台沿和两端站台角与线路中线的距离与设计值较差应在±10mm之内。

18.4 沿线相关设备竣(施)工测量

18.4.1 沿线设备安装的竣(施)工测量应包括接触轨(三轨)、接触网、隔断门、风机、风道以及行车信号设施、线路标志等与线路轨道安全行车限界相关联或相接近的设备等。

18.4.2 接触轨(三轨)、接触网竣工测量，应以辅轨基标为竣工测量依据，在直线段每30m，曲线段每10m，按本规范附录M图M.0.3量测接触轨(三轨)与左轨和接触网与右轨的间距(d、d')和高差(Δh、$\Delta h'$)，并按本规范附录M表M.0.4填写竣工测量记录。平面测量允许误差为±10mm，高程测量允许误差为±5mm。

18.4.3 隔断门设备安装竣工测量除执行本规范第18.3.3条的规定内容外，还应对其滑动轨、活动门等主要轴线、外形轮廓尺寸进行竣工测量，并应确保设备活动正常，保障列车安全通行。

18.4.4 风道、风机设备竣工测量，应对其轴线、方位、转折点坐标、消音墙位置和厚度以及风道、风管与线路轨道立体相交处主要部位进行测量。

18.4.5 对风亭地面建筑物进行竣工测量，应对风亭位置、高度和轮廓等进行测绘。当风亭与其它建筑物建在一起时，不仅应测绘合建建筑物，还应测绘出风亭与其它建筑物的分界线。

18.4.6 行车信号设施与线路标志竣工测量，应包括对信号设施、

线路标志等的里程测量以及对轨道的垂距测量，并应测量其邻近轨道一侧的最短距离和与轨面的高差。其测量允许误差为±10mm。

18.4.7 岔区的警冲标，应测定其到辙岔中心的距离以及到相邻两侧钢轨的最小垂距。

18.5 地下管线竣工测量

18.5.1 地下管线竣工测量应包括施工拆迁、改移、复原的既有管线和新建管线的竣工测量和调查。

18.5.2 因施工改移的原市政、电力和电信等部门的地下管线，在覆土前应进行竣工测量。新管线与旧管线坐标和高程系统不一致时，应采用两个坐标系统共同对旧管线进行测量，并应注记两个系统的换算公式。

18.5.3 地下管线竣工测量应符合下列规定：

1 在竣工覆土前应测定各种管线起点(即衔接点)、折点、分支点、交叉点、变坡点的管线中心或管沟中心和每个检查井中心、小室中心的坐标和高程及其管径和管底(管外顶)的高程。

2 对于覆土前来不及测量的点，应设定临时参考点和参考方向，并应测量管线点相对临时参考点的坐标和高程。覆土后应统一测定临时参考点的位置和高程，并按照参考点与管线点的关系换算管线位置。

3 测量仪器、测量方法和精度要求应执行本规范第6章有关条款的规定。

4 对施工图无变更、交工验收单完备的工程，可重点测量关键部位。

18.5.4 竣工测量完成后应分类别、分区段提交下列资料：

1 管线竣工测量(调查)成果表。

2 管线竣工测量(调查)平面、剖面综合图。

3 地下管线竣工测量(调查)技术报告。

附录 A　地面平面控制测量

A.0.1　GPS 控制点标石埋设图(见图 A.0.1)。

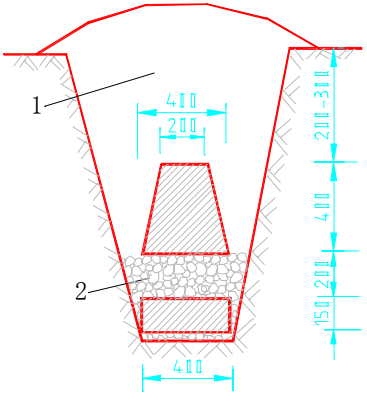


图 A.0.1　GPS 控制点土中标石埋设图(单位:mm)

1—土;2—捣固之土石层

A.0.2　GPS 控制点岩石标石埋设图(见图 A.0.2)。

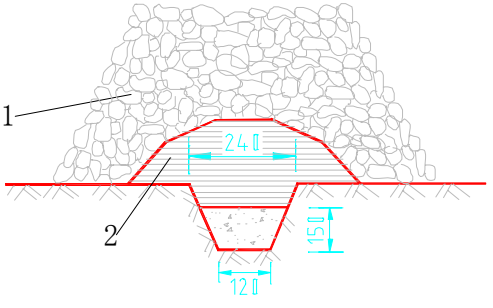


图 A.0.2　GPS 控制点岩石标石埋设图(单位:mm)

1—石块;2—新土

附录 A　地面平面控制测量

A.0.1　GPS 控制点标石埋设图(见图 A.0.1)。

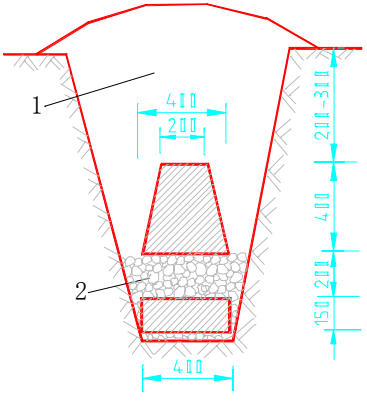


图 A.0.1　GPS 控制点土中标石埋设图(单位:mm)

1—土;2—捣固之土石层

A.0.2　GPS 控制点岩石标石埋设图(见图 A.0.2)。

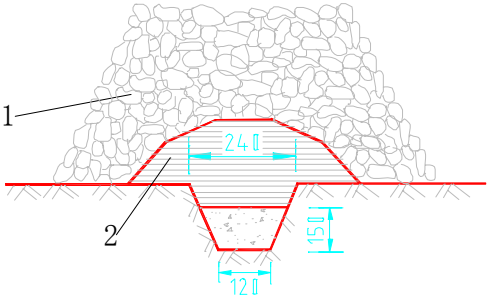


图 A.0.2　GPS 控制点岩石标石埋设图(单位:mm)

1—石块;2—新土

A.0.5　GPS 外业观测手簿格式：

GPS 外业观测手簿

_____线 GPS 外业观测手簿

观测者姓名 测　站　名 天 气 状 况	日　期_____年_____月_____日 测站号_____时段号_____
测站近似坐标： 经　度：_____°_____′ 纬　度：_____°_____′ 高　程：_____(m)	本测站为： □_____新　点 □_____等大地点 □_____等水准点 □_____
记录时间：□北京时间□ UTC　□区　时 开录时间：_____　结束时间：_____	
接收机号：_____天线号：_____ 天线高：　　(m)　测后校核值：_____ 1._____ 2._____ 3._____平均值：_____	
测站略图及障碍物情况	
观测状况记录 1.电池电压_____(块条) 2.接收卫星号_____ 3.信噪比(SNR)_____ 4.故障情况_____	
备　　注：	

A.0.6 全站仪的分级标准(见表 A)。

表 A 全站仪的分级标准

级　　别	测角中误差(″)	测距中误差(mm)
Ⅰ	±1	$1+1\times10^{-6}\cdot D$
Ⅱ	±2	$3+2\times10^{-6}\cdot D$
Ⅲ	±6	$5+5\times10^{-6}\cdot D$

注：D 是测距的边长，以千米为单位。

A.0.7 精密导线点标石埋设图(见图 A.0.5)。

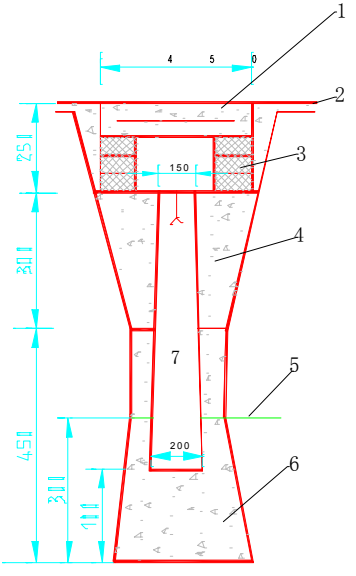


图 A.0.5 精密导线标石埋设图(单位：mm)

1—盖；2—土面；3—砖；4—素土；5—冻土线；

6—贫混凝土；7—标石

附录 B　地面高程控制测量

B.0.1　精密水准点标石埋设图(见图 B.0.1)。

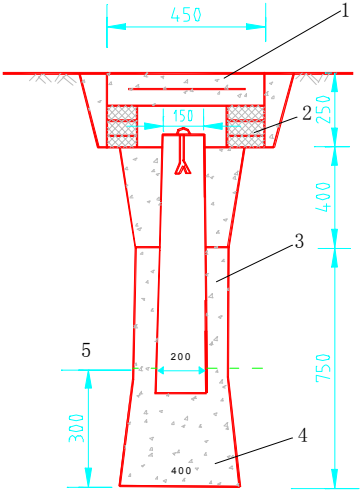


图 B.0.1　精密水准点标石埋设图(单位:mm)

1—盖;2—砖;3—素土;4—贫混凝土;5—冻土线

B.0.2 岩石精密水准点标石埋设图(见图 B.0.3)。

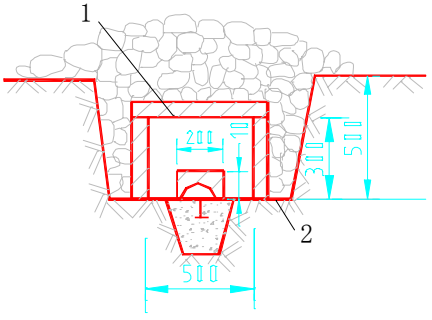


图 B.0.2 岩石精密水准点标石埋设图(单位:mm)

1—混凝土盖板;2—混凝土围板

B.0.3 墙脚精密水准点标志埋设图(见图 B.0.3)。

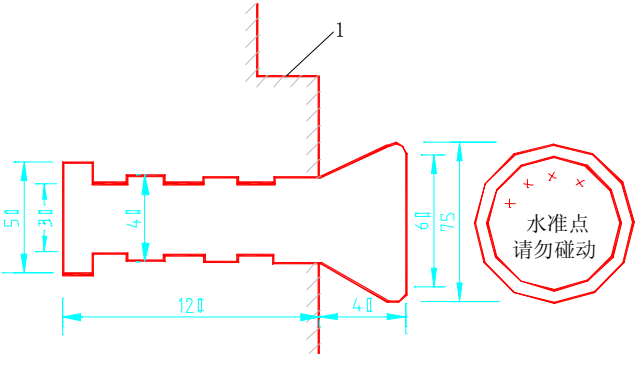
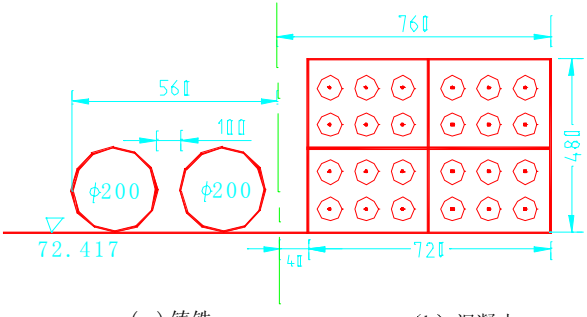


图 B.0.3 墙脚精密水准点标志埋设图(单位:mm)

1—墙面

附录 C　地下管线剖面图



（a）铸铁　　（b）混凝土

图 C　地下管线剖面图(单位:mm)

附录 D　线路地面定线测量

D.0.1　定线测量成果表(见表 D)。

表 D　定线测量成果表

_____线线路中线定线测量成果表

线别 左/右	里程	边长 (m)	方位角 (° ′ ″)	坐标(m)		桩类型	备注
				X	*Y*		

制表:_____　检查:_____

D.0.2 地面定线交接桩书格式：

地面定线交接桩书

_____线线路中线定线交接桩书

线路中线点于_____年_____月_____日定测完毕，现于_____年_____月_____日由建设单位主持，设计单位、监理单位、施工单位、测量单位参加，在现场进行交、接桩。测量单位代表将定测在实地的桩点交给接桩单位代表。现场所交的所有桩点完整无缺、稳固，望接桩单位接桩后进行复测，并妥善保护。如经复测有误，需在一周内反馈给测量单位，测量单位重新进行定测。

交桩单位名称_____（代表签字）　监理单位名称_____（代表签字）

接桩单位名称_____（代表签字）　设计单位名称_____（代表签字）

附件：线路定线测量成果表。

_____年_____月_____日

D.0.3 地面定线标石埋设图（见图 D）。

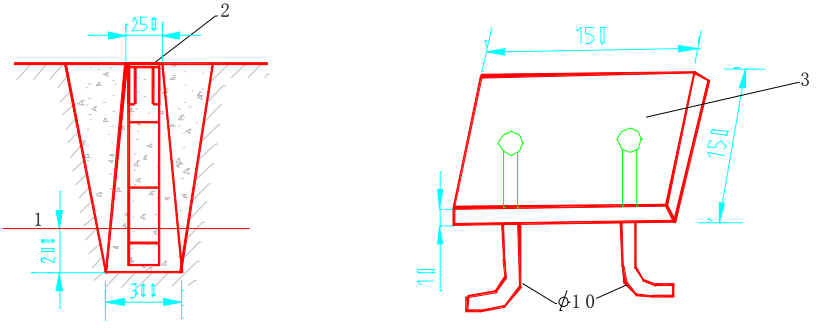


图 D　地面定线标石埋设图（单位：mm）

1—冻土线；2—钢板；3—标石顶部钢板规格

附录 E　基线的调直

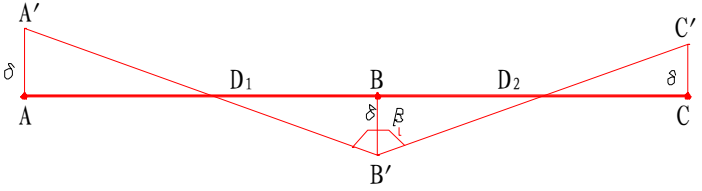


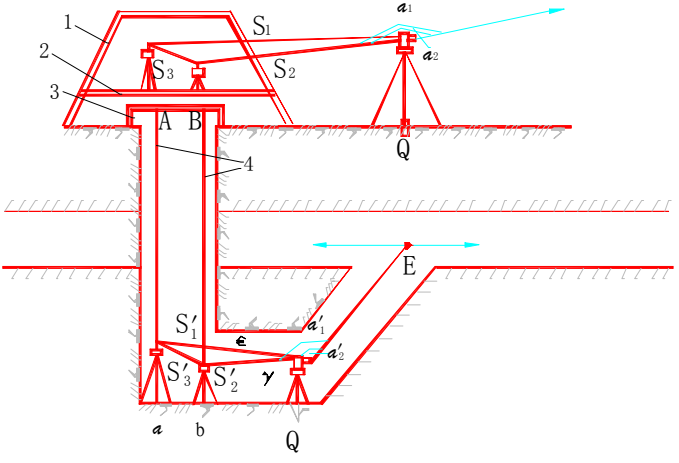
图 E　基线的调直

注：主轴线点 A'、B'、C'联测后应将其调整到在一条直线上的设计位置上。其调整值 δ 可根据 A'、B'、C'的测量成果利用下式计算：

$$\delta=\frac{D_1 \cdot D_2}{D_1+D_2}[90°-\beta/2]\cdot 1/\rho'$$

A'、B'、C'改正到 A、B、C 点后应进行 B 点的角度检测，检测角值与 180°较差应小于 4″。

附录F　铅垂仪、陀螺经纬仪联合定向图



图F　铅垂仪、陀螺经纬仪联合定向图

1—井架；2—站台；3—井台；4—视线

Q—地面上置于近井点上的全站仪；

Q'—地下置于近井点上的全站仪，亦为陀螺经纬仪的安置位置；

A、B—井盖上安置的铅垂仪，并与棱镜配套；

a、b—地下井底安置光学对点仪，亦与棱镜配套；

a_1、a_2—地面全站仪观测的角度；

a'_1、a'_2—地下全站仪观测的角度；

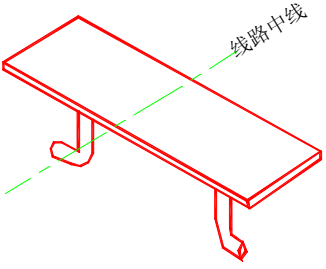
S_1、S_2—地面全站仪测量的距离；　S'_1、S'_2—地下全站仪测量的距离；

S_3、S'_3—用钢尺丈量的距离以资检核；　γ、ε—陀螺经纬仪观测的陀螺方位角；

Q'、E—地下方位角起算边

附录G　地下平面和高程测量

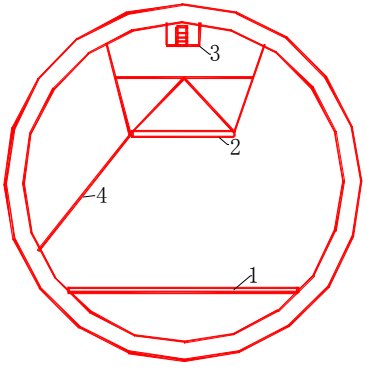
G.0.1　隧道底板上施工控制导线点或线路中线点标志图(见图G.0.1)。



图G.0.1　隧道底板上施工控制导线点或线路中线点标志图

注:标志以200mm×100mm×10mm钢板和钢筋焊接而成,与底板钢筋焊接后,浇注在底板混凝土中,点位经归化后应在点位上钻 ϕ2 深5mm的小孔并镶以黄铜丝。

G.0.2　隧道拱顶施工控制导线"吊篮"标志(见图G.0.2)。



图G.0.2　隧道拱顶施工控制导线"吊篮"标志

1—施工临时轨枕梁;2—观测站台;3—仪器观测平台;4—便梯

G.0.3 隧道墙边施工控制导线点固定标志图(见图 G.0.3)。

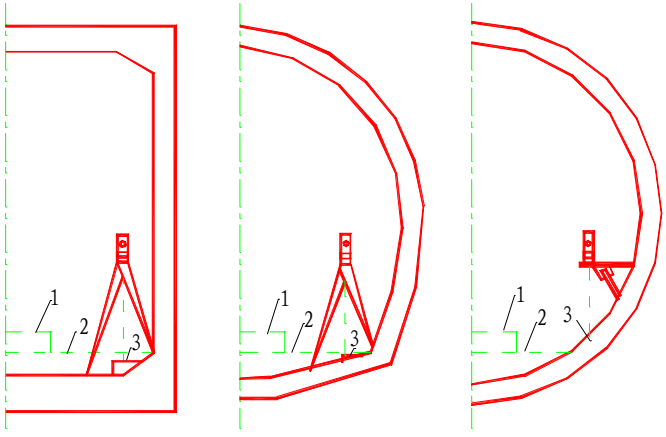


图 G.0.3 隧道墙边施工控制导线点固定标志图

1—轨顶面;2—道床面;3—标志面

G.0.4 隧道内施工导线点标志图(见图 G.0.4)。

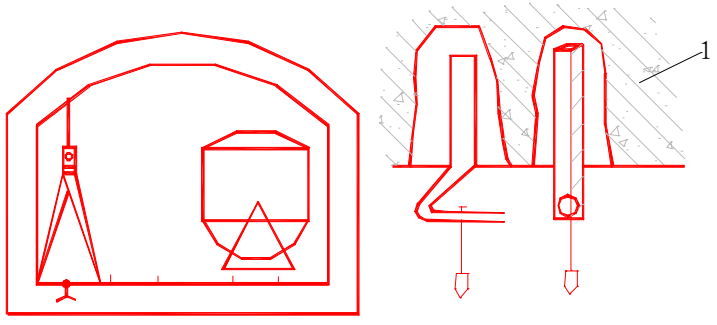


图 G.0.4 隧道内施工导线点标志图

1—隧道顶板

G.0.5 隧道内施工控制水准点位置图(见图 G.0.5)。

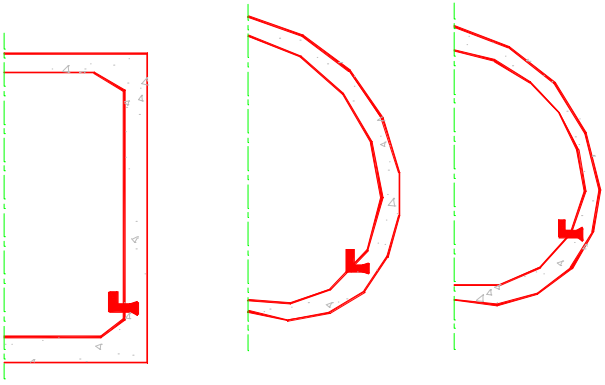


图 G.0.5 隧道内施工控制水准点位置图

附录 H　高架线路施工测量

H.0.1　墩顶帽测量标志位置图(见图 H.0.1)。

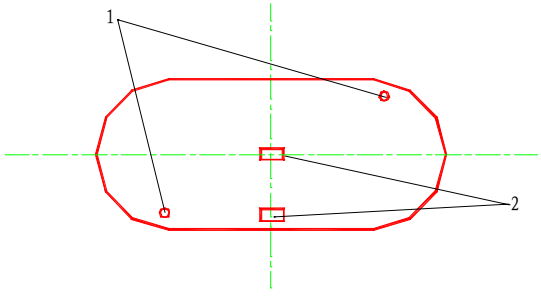


图 H.0.1　墩顶帽测量标志位置图

1—水准点;2—钢板标志

H.0.2　墩顶帽高程传递测量图(见图 H.0.2)。

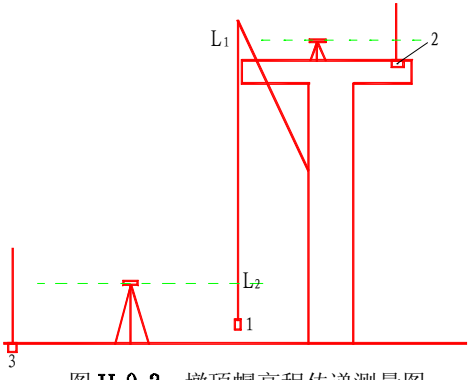


图 H.0.2　墩顶帽高程传递测量图

1—重锤;2、3—水准点

H.0.3 墩顶帽水准测量图(见图 H.0.3)。

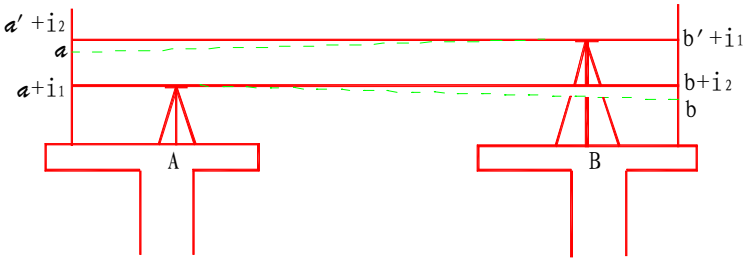


图 H.0.3 墩顶帽水准测量图

注:1 高差计算:

水准仪在 A 墩:高差 $\Delta h_1=(a+i_1)-(b+i_2)$

水准仪在 B 墩:高差 $\Delta h_2=(a'+i_2)-(b'+i_1)$

平均高差:

$$\frac{\Delta h_1+\Delta h_2}{2}=\frac{[(a+i_1)-(b+i_2)]+[(a'+i_2)-(b'+i_1)]}{2}=\frac{(a-b)+(a'-b)}{2}$$

2 A、B 墩水准仪必须是同一架水准仪,才能消除水准仪水准轴和视准轴不平行的误差。

附录J　线路中线调整测量

J.0.1　隧道横断面净空测量成果表(见表J.0.1)。

表J.0.1　隧道横断面净空测量成果表

左/右线自K_____至K_____　　测量记录:_____检查:_____　　_____年___月___日

里　程	线路中线至边墙(m)				线路中线至中墙(m)				底板高程(m)			顶板高程(m)			备　注
	设计宽度		实测宽度	差值	设计宽度		实测宽度	差值	设计值	实测值	差值	设计值	实测值	差值	
	上				上										
	中				中										
	下				下										

J.0.2 高架线路横断面测量成量表(见表J.0.2)。

表J.0.2 高架线路横断面测量成果表

左/右线自K_____至K_____ 测量记录:_____检查:_____日期:_____

里 程	线路中线至左侧距离(m)			线路中线至右侧距离(m)			左侧高程(m)			右侧高程(m)			备 注
	设计值	实测值	差值	设计值	实测值	差值	设计值	实测值	差值	设计值	实测值	差值	

J.0.3 线路调整后的坐标、高程成果表(见表 J.0.3)。

表 J.0.3 线路调整后的坐标、高程成果表

_____线左/右线 日期：_____制表：_____检查：_____

点名	里程	线路长度(m)	方位角	*X*(m)	*Y*(m)	高程(m)	备 注

附录 K　铺轨基标测量

K.0.1　矩形或直墙拱铺轨基标标志图(见图 K.0.1)。

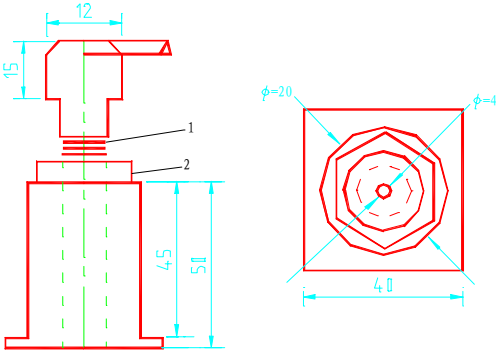


图 K.0.1　矩形或直墙拱铺轨基标标志图(单位:mm)

1—M10×1.5 螺栓;2—螺母

K.0.2　马蹄形或圆形隧道铺轨基标标志图(见图 K.0.2)。

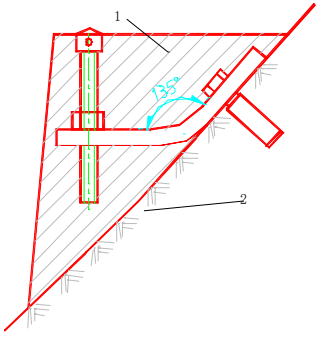
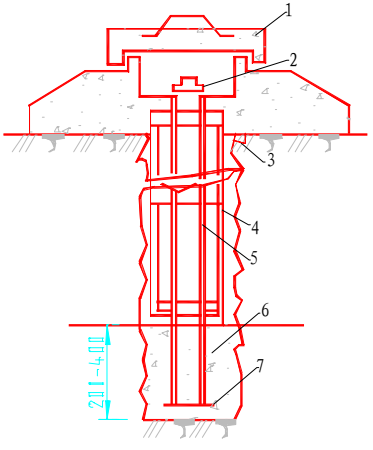


图 K.0.2　马蹄形或圆形隧道铺轨基标标志图

1—混凝土;2—隧道结构

附录L　变 形 测 量

L.0.1　深层测温钢管高程控制点标石埋设图(见图L.0.1)。

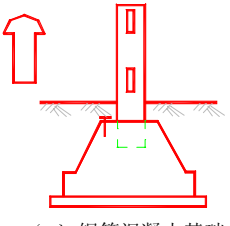


图L.0.1　深层测温钢管高程控制点标石埋设图

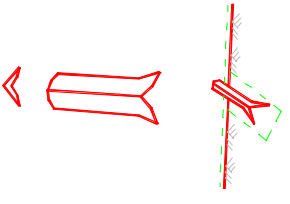
1—标志盖;2—标心(有测温孔);3—橡皮环;4—保护管;

5—钢管;6—混凝土;7—封底钢板与根络

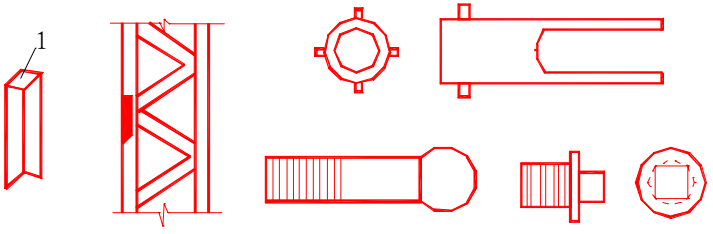
L.0.2　建筑物变形观测点标志类型和埋设形式(见图L.0.2)。



(a)钢筋混凝土基础上的标志



(b)钢筋混凝土柱上的标志



（c）钢柱上的标志　　（d）隐蔽式的观测标志

图 L.0.2　建筑物变形观测点标志类型和埋设形式

1—钢头

L.0.3　隧道净空水平收敛、拱顶下沉和地表沉降观测点布设图（见图 L.0.3）。

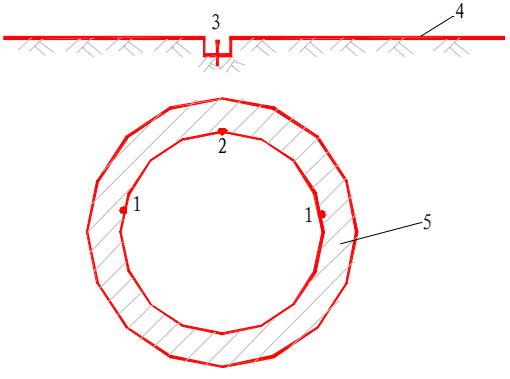


图 L.0.3　隧道净空水平收敛、拱顶下沉和地表沉降观测点布设图

1—净空水平收敛观测点；2—拱顶下沉观测点；3—地表沉降观测点；4—地表；5—隧道结构

L.0.4　变形与施工开挖工作面距离关系图(见图 **L.0.4**)。

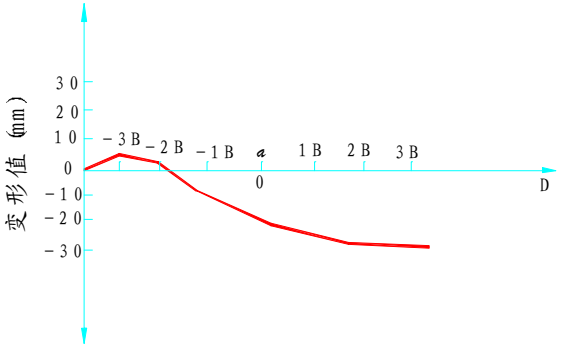


图 **L.0.4**　变形与施工开挖工作面距离关系图

B—隧道开挖宽度(m)；*a*—开挖工作面；*D*—距开挖工作面距离(m)

附录M　竣 工 测 量

M.0.1　控制基标竣工测量成果表(见表M.0.1)。

表 M.0.1　控制基标竣工测量成果表

_____线 _____段

控制基标名称和里程	间距 S (m)	平差后折角(右) β_i (° ′ ″)	实测方位角 (° ′ ″)	设计方位角 (° ′ ″)	方位角较差 $\Delta\alpha_i$ (″)		控制基标相对偏移量 δ_i (mm)		两端点分配改正值 $\delta_i/2$ (mm)		基标横向改正值 (mm)		控制基标高程			备　注
					+	−	+	−	+	−	向边墙	向中墙	实测高程 (m)	设计高程 (m)	较差 (mm)	

测量计算：　　制表：　　复核：　　年　　月　　日

M.0.2 加密基标竣工测量成果表(见表 M.0.2)。

表 M.0.2 加密基标竣工测量成果表

_____线_____段

基标名称和里程	直线段实测横偏值(mm)		曲线段实测横偏值(mm)		基标高程(m)		高程较差(mm)	备注
	向边墙	向中墙	向边墙	向中墙	实测值	设计值		

测量计算： 制表： 复核： 年 月 日

M.0.3 左右轨铺设竣工测量综合成果表(见表M.0.3)。

表 M.0.3 左右轨铺设竣工测量综合成果表

_____线_____段

基标名称和里程	设计线路高程(m)	基标实测高程加常数(mm)	基标改正量(mm)	左轨改正量(mm)	实测轨顶高程(m)			右轨改正量(mm)	实测轨距、间距(mm)				基标自身的横向偏值(mm)		左、右钢轨拨正值(mm)				备注
					左轨	左右超高	右轨		轨距	基标至左轨	左(右)轨曲线加宽量	基标至右轨	至边墙	至中墙	左轨至		右轨至		
															边墙	中墙	边墙	中墙	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		15		16		17
按表M.0.2连续里程排列	按铺轨施工图	按表M.0.2加常数项计算				按铺轨设计图							按表M.0.2						

测量计算： 制表： 复核： 年 月 日

注：1 “3”—“2”=“4”；

2 “6”—“2”=“5”在曲线上要考虑“7”外轨有超高因素；

“8”—“2”=“9”在曲线上要考虑“7”外轨有超高因素；

3 “10”—“13”=“11”考虑“12”栏因素。

M.0.4　不同形状断面测量点位图(见图 M.0.1)。

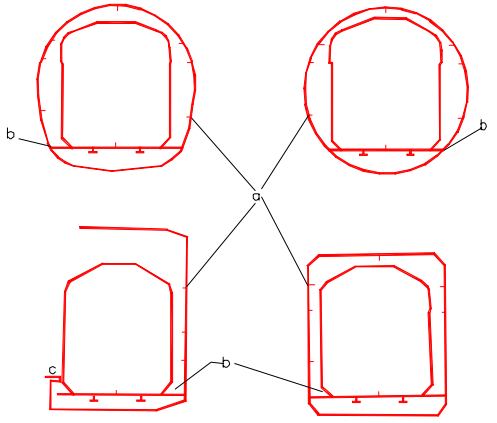
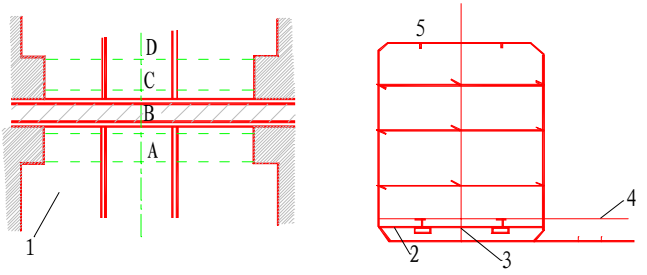


图 M.0.1　不同形状断面测量点位图

a—断面测量点；*b*—轨面；*c*—站台

M.0.5　隔断门断面测量图(见图 M.0.2)。



(a) 隔断门平面图　　(b) 净空横断面测点布置图

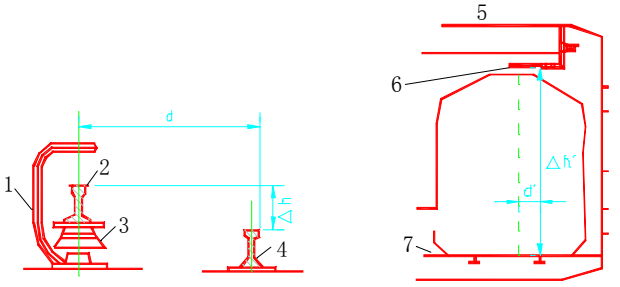
图 M.0.2　隔断门断面测量图

1—隧道瓶颈口；2—底板；3—线路中线点；4—轨面；5—顶板

注：1　测 *A*、*B*、*C*、*D* 四个横断面；

2　高程加测底板 2 个、顶板 2 个，3 个横距高度依据车辆、限界资料选定。

M.0.6 接触轨、接触网竣工测量位置图(见图 M.0.3)。



(a) 接触轨(三轨)竣工测量图　　(b) 接触网竣工测量图

图 M.0.3　接触轨、接触网竣工测量位置图

1—木板护框;2—三轨;3—承台;4—左轨;

5—顶板;6—授电线;7—轨面

M.0.7 接触轨、接触网竣工测量记录表(见表 M.0.4)。

表 M.0.7　接触轨、接触网竣工测量记录表

_____线_____段

基标名称或里程	Δh(或 Δh′)(m)			d(或 d′)(m)			备　注
	实测值	设计值	较差	实测值	设计值	较差	

制表_____检核_____　　年　　月　　日

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，非这样做不可的用词

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用词

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用词

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

2 规范中指定应按其他有关标准、规范执行时，写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。