UDC

中华人民共和国国家标准

P

GB 50308－2008

城市轨道交通工程测量规范

Code for urban rail transit engineering survey

2008－03－10 发布　　2008－09－01 实施

中华人民共和国建设部
中华人民共和国质量监督检验检疫总局
联合发布

中华人民共和国国家标准

城市轨道交通工程测量规范

Code for urban rail transit engineering survey

GB 50308－2008

主编部门：北京市规划委员会
批准部门：中华人民共和国建设部
实施日期：2008年9月1日

中国建筑工业出版社

2008 北 京

中华人民共和国国家标准
城市轨道交通工程测量规范
Code for urban rail transit engineering survey
GB 50308－2008
*
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
化学工业出版社印刷厂印刷
*
开本：850×1168 毫米　1/32　印张：5¾　字数：155 千字
2008 年 6 月第一版　　2014 年 3 月第六次印刷
定价：**30.00** 元
统一书号：15112·14729
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

中华人民共和国建设部
公　　告

第 828 号

建设部关于发布国家标准
《城市轨道交通工程测量规范》的公告

现批准《城市轨道交通工程测量规范》为国家标准，编号为 GB 50308－2008，自 2008 年 9 月 1 日起实施。其中，第 1.0.7、6.1.8、18.5.1、18.6.4 条为强制性条文，必须严格执行。原《地下铁道、轻轨交通工程测量规范》GB 50308－1999 同时废止。

本规范由建设部标准定额研究所组织中国建筑工业出版社出版发行。

中华人民共和国建设部

2008 年 3 月 10 日

前　言

本规范是根据建设部“关于印发《2006年工程建设标准规范制定、修订计划（第一批）》的通知”（建标［2006］77号）的要求，由主编单位北京城建勘测设计研究院有限责任公司，会同来自全国生产、教学、科研和管理的参编单位及专家组成修订组，对原规范《地下铁道、轻轨交通工程测量规范》GB 50308－1999进行全面修订而成。

在修订过程中，修订组广泛调查和总结了原规范执行情况，根据近年来我国城市轨道交通工程的发展状况，吸收了城市轨道交通工程测量的有关实践、科研和技术发展成果，借鉴了国（境）外有关成功经验和先进技术，并以多种方式，广泛征求了全国城市轨道交通工程测量方面有关专家和单位的意见，经反复讨论、修改，最后经审查定稿形成本规范。

修订后根据专家建议将本规范更名为《城市轨道交通工程测量规范》，本规范在原规范18章和12个附录的基础上修订为20章和11个附录。新增加的内容有第16章、第20章和第5.4、6.6、6.7、19.6节等内容，原有各章节条文的内容也进行较为全面的修订。

本规范中以黑体字标识的条文为强制性条文，必须严格执行。

本规范由建设部负责管理和对强制性条文的解释，主编单位负责具体技术内容的解释。在执行过程中，请各单位结合工程实践，如发现需要修改或补充之处，请将意见和建议寄至北京城建勘测设计研究院有限责任公司《城市轨道交通工程测量规范》国家标准管理组（地址：北京市朝阳区安慧里5区6号；邮编：100101；E-mail：webmaster@cki.com.cn）。

本规范的主编单位、参编单位和主要起草人：

主 编 单 位：北京城建勘测设计研究院有限责任公司

参 编 单 位：（按笔画排序）

上海岩土工程勘察设计研究院有限公司

广州市地下铁道设计研究院

中铁工程设计咨询集团有限公司

天津市测绘院

北京市轨道交通建设管理有限公司

北京市测绘设计研究院

同济大学

沈阳市勘察测绘研究院

南京测绘勘察研究院有限公司

重庆市轨道交通设计研究院有限责任公司

深圳市勘察测绘院

解放军信息工程大学

主要起草人：秦长利（以下按姓氏笔画排序）

于来法　马全明　马尧成　马海志　王双龙

王荣权　王镇全　张忠良　张晓沪　李小果

陈乃权　陈大勇　孟志义　林　莉　钟金宁

凌志平　黄　勇　潘国荣

目　次

1　总则 …… 1
2　术语和符号 …… 3
2.1　术语 …… 3
2.2　符号 …… 5
3　地面平面控制测量 …… 7
3.1　一般规定 …… 7
3.2　卫星定位控制网测量 …… 7
3.3　精密导线网测量 …… 12
4　地面高程控制测量 …… 17
4.1　一般规定 …… 17
4.2　水准网测量 …… 18
5　线路带状地形测量 …… 21
5.1　一般规定 …… 21
5.2　图根控制测量 …… 22
5.3　线路带状地形图测绘 …… 23
5.4　航空摄影测量 …… 24
6　专项调查与测绘 …… 27
6.1　一般规定 …… 27
6.2　地下管线调查与测绘 …… 29
6.3　地下建筑测绘 …… 31
6.4　跨越线路的建筑测绘 …… 32
6.5　水域地形测量 …… 32
6.6　房屋拆迁测量 …… 34
6.7　勘测定界测量 …… 35
7　线路定线及纵横断面测量 …… 38

7.1 一般规定 …… 38
7.2 初步设计定线测量 …… 38
7.3 纵横断面测量 …… 39
7.4 地面施工定线测量 …… 41
8 车辆段测量 …… 42
8.1 一般规定 …… 42
8.2 车辆段施工控制测量 …… 42
8.3 施工场地测量 …… 43
8.4 建筑及附属设施施工测量 …… 44
8.5 车场线、出入线及地面联络线测量 …… 45
9 联系测量 …… 46
9.1 一般规定 …… 46
9.2 地面近井点测量 …… 47
9.3 联系三角形测量 …… 47
9.4 陀螺经纬仪、铅垂仪（钢丝）组合定向测量 …… 48
9.5 导线直接传递测量 …… 49
9.6 投点定向测量 …… 49
9.7 高程联系测量 …… 50
10 地下控制测量 …… 51
10.1 一般规定 …… 51
10.2 平面控制测量 …… 51
10.3 高程控制测量 …… 52
11 暗挖隧道、车站施工测量 …… 53
11.1 一般规定 …… 53
11.2 施工导线和施工高程测量 …… 53
11.3 车站施工测量 …… 54
11.4 矿山法区间隧道施工测量 …… 55
11.5 盾构法区间隧道施工测量 …… 56
11.6 贯通误差测量 …… 58
12 明挖隧道、车站施工测量 …… 59

12.1 一般规定 …… 59
12.2 基坑围护结构施工测量 …… 59
12.3 基坑开挖施工测量 …… 60
12.4 结构施工测量 …… 60
13 高架结构施工测量 …… 62
13.1 一般规定 …… 62
13.2 柱、墩基础放样测量 …… 62
13.3 柱、墩施工测量 …… 63
13.4 横梁施工测量 …… 64
13.5 纵梁施工测量 …… 64
14 线路中线调整和结构断面测量 …… 65
14.1 一般规定 …… 65
14.2 线路中线调整测量 …… 66
14.3 结构断面测量 …… 67
14.4 变更后的线路中线调整测量 …… 68
15 铺轨基标测量 …… 69
15.1 一般规定 …… 69
15.2 控制基标测量 …… 69
15.3 加密基标测量 …… 70
15.4 道岔基标测量 …… 71
16 磁悬浮和跨座式轨道交通工程测量 …… 73
16.1 磁悬浮轨道交通工程测量 …… 73
16.2 跨座式轨道交通工程测量 …… 74
17 设备安装测量 …… 77
17.1 一般规定 …… 77
17.2 接触轨、接触网安装测量 …… 77
17.3 隔断门安装测量 …… 78
17.4 行车信号与线路标志安装测量 …… 78
17.5 车站站台及屏蔽门安装测量 …… 78
18 变形监测 …… 80

18.1 一般规定 …… 80
18.2 监测控制网测量 …… 82
18.3 结构施工变形监测 …… 84
18.4 施工阶段沿线环境变形监测 …… 86
18.5 运营阶段变形监测 …… 87
18.6 资料整理与信息反馈 …… 88
19 竣工测量 …… 90
19.1 一般规定 …… 90
19.2 线路轨道竣工测量 …… 90
19.3 区间、车站和附属建筑结构竣工测量 …… 91
19.4 线路沿线设备竣工测量 …… 92
19.5 地下管线竣工测量 …… 93
19.6 磁悬浮和跨座式轨道交通工程竣工测量 …… 93
20 测量成果资料验收 …… 95
附录A 地面平面控制测量 …… 97
附录B 地面高程控制测量 …… 102
附录C 线路定线测量 …… 104
附录D 陀螺经纬仪、铅垂仪组合定向图 …… 106
附录E 地下平面和高程测量 …… 107
附录F 高架线路施工测量 …… 110
附录G 线路中线调整测量 …… 111
附录H 铺轨基标测量 …… 115
附录J 变形监测 …… 119
附录K 竣工测量 …… 122
本规范用词说明 …… 125
附：条文说明 …… 127

1 总　　则

1.0.1 为适应城市轨道交通建设发展的需要，统一城市轨道交通工程测量技术要求，遵循技术先进、经济合理、质量可靠和安全适用的原则，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于城市轨道交通新建和旧线改造及运营期间的工程测量。

1.0.3 在同一城市内的轨道交通工程控制测量应满足下列要求：

1 平面和高程系统应与所在城市平面和高程系统一致；

2 工程建设前应在城市一、二等平面和高程控制网的基础上，建立专用平面、高程施工控制网，其与现有城市控制网重合点的坐标及高程较差，应分别不大于 50mm 和 20mm；

3 施工前应对已建成的平面、高程控制网进行复测，建设中应对其进行检测。

1.0.4 城市间的轨道交通工程控制测量除应满足本规范 1.0.3 条中的 2、3 款外，还应采用统一的坐标、高程系统，当城市间坐标、高程系统不一致时应进行相应的换算。

1.0.5 线路工程控制测量应采用附合导线（网）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。

1.0.6 在隧道贯通前，联系测量、地下平面控制测量和地下高程控制测量，随工程进度应至少独立进行三次，满足限差后应以各次测量的平均值指导隧道贯通。

1.0.7 **暗、明挖隧道和高架结构横向贯通测量中误差为±50mm，高程贯通测量中误差为±25mm。**

1.0.8 施工期间内和运营期一定时间内，应对线路结构和临近主要建筑、管线等进行变形监测，并应制定应急变形监测方案。

1.0.9 竣工测量应按工程竣工验收要求进行，其工作内容和测量技术要求，应符合现行国家测量规范、工程验收规范以及工程资料管理相关要求。

1.0.10 应根据国家有关法规，定期对测量仪器和工具进行检定。作业时应避免作业环境对仪器的影响。

1.0.11 城市轨道交通工程测量除执行本规范外，还应符合国家现行的有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术　　语

2.1.1 城市轨道交通　urban rail transit，mass transit

在不同型式轨道上运行的大、中运量的城市公共交通工具，是当代城市中地铁、轻轨、单轨、直线电机、磁浮等轨道交通的总称。

2.1.2 地铁　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轨道交通，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。

2.1.3 轻轨　light rail transit

在城市中修建的高速、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。

2.1.4 精密导线　precise traverse

城市轨道交通工程平面控制网的二等网，其测量技术要求与国家和城市现行规范中的四等导线基本一致，主要是缩短了导线总长度与导线边长，提高了点位精度。

2.1.5 二等水准　precise levelling

城市轨道交通工程测量高程控制网的二级网，其精度介于城市二、三等水准测量之间。

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

城市轨道交通工程在设计阶段必须进行的沿线建筑、管线、水域、房屋拆迁和勘测定界等调查测绘工作。

2.1.7 定线测量　final survey，route location survey

将线路工程设计图纸上的线路位置测设于实地的测量工作。

2.1.8 线路中线测量 center line survey

对实地测设的线路中线点进行角度与边长的测量工作。

2.1.9 线路中线调整测量 track adjusting survey

把线路中线调整到设计位置上的测量工作。

2.1.10 近井点 control points near the well

布设在竖井旁，用于向地下传递坐标和方位的导线点或传递高程的水准点。

2.1.11 近井导线 adjacent traverse

附合在卫星定位控制点或精密导线点上，为测设近井点而布设的导线。

2.1.12 近井水准 adjacent levelling route

附合在一、二等水准点上，为测设近井高程点而布设的水准线路。

2.1.13 联系测量 connection survey

将地面测量坐标系统传递到地下，使地上、地下坐标系统相一致的测量工作。

2.1.14 陀螺经纬仪和铅垂仪组合定向 plumb instrument orientation in combination with gyro-theodolite

利用陀螺经纬仪和铅垂仪组合进行竖井定向的一种作业方法。

2.1.15 贯通测量 holing through survey

对相向掘进隧道或按要求掘进到一定地点与另一隧道相通的施工所进行的测量工作。

2.1.16 铺轨基标 track laying benchmark

线路轨道铺设所需的测量控制点。

2.1.17 建筑 building and structure

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

2.1.18 限界 gauge

限定车辆运行及轨道周围建筑和设备超越的轮廓线。限界分

为车辆限界、设备限界和建筑限界三种，是工程建设、管线和设备安装等必须遵守的依据。

2.1.19 车辆段 depot

具有配属车辆，承担车辆的运用管理、整备保养和检查，以及较高级别的车辆检修任务的基本生产单位。

2.1.20 变形监测 deformation and settlement monitoring

本规范定义为对建筑及地基或一定范围内岩土体、管线等的位移和沉降等变形所进行的测量工作，以及对建设工程的围岩、支护结构、工程环境进行的应力、应变、压力、轴力、振动和孔隙水压力等的监测工作。

2.2 符　　号

a——固定误差、近井点至悬挂钢丝的最短距离；

b——比例误差系数（1×10^{-6}）；

B——隧道开挖宽度；

c——竖井中悬挂钢丝间的距离；

C——方向照准差，仪器加常数；

d——控制导线长度，相邻点间的距离，接触轨或接触网至邻近轨道的距离；

D——贯通距离，测距边水平距离；

f——地球曲率和大气折光对垂直角的修正量；

f_β——附合导线或闭合导线环的方位角闭合差；

f_k——摄影焦距；

H_p——现有城市坐标系统投影面高程或城市轨道交通工程线路的平均高程；

H_m——测距边两端点的平均高程；

K——仪器乘常数，大气折光系数；

L——水准路线长度，附合路线长度，轨道梁长；

M——地形图比例尺分母，摄影比例尺分母；

M_Δ——每千米高差中数偶然中误差；

M_P——房屋建筑面积中误差；

M_L——界址边丈量中误差；

M_W——每千米高差中数全中误差；

m_β——测角中误差；

m_u——导线点横向中误差；

m_Φ——贯通中误差；

n——独立环中基线边的个数，同一边复测的次数，导线的角度个数，附合导线或导线环的角度个数，往返测水准路线的测段数，水准测量转点数，测站数，桥梁跨数；

N——同步环中基线边的个数，附合导线或闭合导线环的个数，附合线路和闭合线路的条数；

P——建筑面积，宗地面积；

R——地球平均曲率半径；

R_a——参考椭球体在测距边方向法截弧的曲率半径；

R_m——测距边中点的平均曲率半径；

S——气象及加，乘常数改正后的斜距；

S_0——气象及加，乘常数改正前的斜距；

W——附合线路或环线闭合差，环闭合差；

Y_m——测距边两端点横坐标平均值；

ΔY——测距边两端点近似横坐标的增量；

Δ——水准路线测段往返高差不符值；

σ——基线向量的弦长中误差。

3 地面平面控制测量

3.1 一般规定

3.1.1 地面平面控制网应按城市轨道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。布网时应根据线路延伸和与其他线路交叉状况，在线路延伸和交叉地段，必须有两个以上的控制点相重合。城市近期规划与建设的城市轨道交通线路较多构成网络且原城市控制网不能满足建设需要时，宜建立一个覆盖全部线路的整体控制网。

3.1.2 平面控制网由两个等级组成，一等为卫星定位控制网，二等为精密导线网，并分级布设。

3.1.3 平面控制网的坐标系统应与所在城市现有坐标系统一致。投影面高程应与城市现有坐标系统投影面高程一致，若城市轨道交通工程线路轨道的平均高程与城市投影面高程的高差影响每千米大于 5mm 时，应采用其线路轨道平均高程作为投影面高程。

3.1.4 向隧道内传递坐标和方位时，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联系测量的依据。

3.1.5 凡符合卫星定位控制网和精密导线网要求的现有城市控制点的标石应充分利用。

3.1.6 对已建成的卫星定位控制网和精密导线网应定期进行复测。第一次复测应在开工前进行，之后应每年或两年复测 1 次，且应根据控制点稳定情况适当调整复测频次。复测精度不应低于初测精度。

3.2 卫星定位控制网测量

3.2.1 卫星定位控制网测量前，应根据城市轨道交通线路规划设计，收集、分析线路沿线现有城市控制网的标石、精度等有关

资料，并按静态相对定位原理进行控制网设计。

3.2.2 卫星定位控制网的主要技术指标应符合表 3.2.2 的规定。

表 3.2.2 卫星定位控制网主要技术指标

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	与现有城市控制点的坐标较差（mm）	不同线路控制网重合点坐标较差（mm）
2	±12	±10	$\frac{1}{100000}$	≤50	≤25

3.2.3 卫星定位控制网相邻点间基线精度按 3.2.3 式计算。

$$\sigma=\sqrt{a^2+(bd)^2} \tag{3.2.3}$$

式中 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——相邻点间的距离（km）。

3.2.4 卫星定位控制网的布设应遵守以下原则：

1 卫星定位控制网内应重合 3～5 个现有城市一、二等控制点，控制点应均匀分布；在不同线路交叉有联络线处或同一线路前后期工程衔接处应布设 2 个以上的重合点，重合点坐标较差应满足表 3.2.2 的相关要求；

2 卫星定位控制网应沿线路两侧布设，控制点宜布设在隧道出入口、竖井或车站附近，车辆段附近应布设 3～5 个控制点，相邻控制点应满足通视要求；

3 卫星定位控制网非同步独立观测时，必须构成闭合环或附合路线。每个闭合环或附合路线中的边数不应大于 6 条。

3.2.5 卫星定位控制点的选点应符合以下要求：

1 控制点间应有两个以上方向通视；

2 当利用已有城市控制点时，应检查该点的稳定性及完好性；

3 控制点应选在利于长久保存、施测方便和施工变形影响

范围以外的地方；

4 建筑上的控制点应选在便于联测的楼顶承重结构上；

5 控制点附近不应有大面积的水域或对电磁波反射（或吸引）强烈的物体；

6 控制点与无线电发射装置的间距应大于200m，与高压输电线的间距应大于50m。

3.2.6 卫星定位控制点均应埋设永久标石。建筑顶上的标石可现场浇注。标石宜按本规范附录A中的图A.0.1、图A.0.2、图A.0.3形式和规格埋设。埋石结束后应按本规范附录A中A.0.6绘制点之记，点位标识应牢固清楚，并应办理测量标志委托保管书。

3.2.7 车站、洞口和竖井附近建筑上的卫星定位控制点上宜建造三脚钢架或竖立照准杆，三脚钢架宜按本规范附录A中的图A.0.4规格制作。

3.2.8 卫星定位控制网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 卫星定位控制网测量作业基本技术要求

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	$\leqslant(10\text{mm}+2\times10^{-6}\times D)$（$D$为相邻点间的距离）
卫星高度角（°）	≥15
同步观测接收机（台）	≥3
有效观测卫星数（颗）	≥4
平均重复设站数（次）	≥2
观测时段长度（min）	≥60
数据采样间隔（s）	≤10
点位几何图形强度因子（PDOP）	≤6

3.2.9 作业前应对卫星定位接收机和天线等设备进行常规检查，

检查内容应包括：仪器检定结果、电池容量、光学对中器和接收机内存容量等。

3.2.10 观测前应根据接收机数量、控制网设计图形以及交通情况编制作业计划，观测中可根据实际情况进行必要的调整。

3.2.11 卫星定位控制网观测应满足下列要求：

1 天线定向标志应指向正北，且经整平、对中后，其对中误差应小于 2mm；

2 每时段观测前、后量取天线高各一次，两次互差小于 3mm 时，应取其两次平均值作为最后结果；

3 应严格按规定的时间开机作业，保证同步观测同一组卫星；观测开始后，应及时记录或输入有关数据并随时注意卫星信号和信息存储情况；外业观测手薄应按本规范附录 A 中表 A.0.5 的内容逐项填写；

4 每日观测结束后，应及时将存储介质上的数据进行拷贝，并应及时将外业观测记录结果录入计算机进行数据处理。

3.2.12 平差前应对观测数据进行预处理。基线解算时，对于小于 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行解算。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，基线解算结果中基线长度中误差输出值不应超过 2σ。

3.2.13 卫星定位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式（3.2.13-1）～（3.2.13-5）的要求：

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

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

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

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

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

式中　N——同步环中基线边的个数；

W——环闭合差。

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式（3.2.13-6）～（3.2.13-9）的要求：

$$W_x \leqslant 2\sqrt{n}\sigma \qquad (3.2.13\text{-}6)$$

$$W_y \leqslant 2\sqrt{n}\sigma \qquad (3.2.13\text{-}7)$$

$$W_z \leqslant 2\sqrt{n}\sigma \qquad (3.2.13\text{-}8)$$

$$W \leqslant 2\sqrt{3n}\sigma \qquad (3.2.13\text{-}9)$$

式中　n——独立环中基线边的个数。

3　复测基线长度较差应满足下式的要求：

$$d_s \leqslant 2\sqrt{n}\sigma \qquad (3.2.13\text{-}10)$$

式中　n——同一边复测的次数，通常为 2。

3.2.14　卫星定位控制网的平差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，以一个点的城市现有 WGS-84 坐标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 坐标系的三维坐标、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式（3.2.14-1）～（3.2.14-3）的要求：

$$V_{\Delta x} \leqslant 3\sigma \qquad (3.2.14\text{-}1)$$

$$V_{\Delta y} \leqslant 3\sigma \qquad (3.2.14\text{-}2)$$

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

2　应在所使用的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、方位角以及相关的中误差、相对点位中误差的精度信息，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式（3.2.14-4）～（3.2.14-6）的要求：

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

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

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

3.2.15 进行约束平差后，当卫星定位控制点与现有城市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 卫星定位控制网测量结束后，应提交下列资料：

1 技术设计书；

2 控制点点之记及测量标志委托保管书；

3 控制网示意图；

4 外业观测手簿及其他记录；

5 控制网平差及精度评定资料；

6 控制点成果表；

7 技术总结。

3.3 精密导线网测量

3.3.1 精密导线网测量的主要技术要求应符合表 3.3.1 的规定。

表 3.3.1 精密导线测量主要技术要求

平均边长（m）	闭合环或附合导线总长度（km）	每边测距中误差（mm）	测距相对中误差	测角中误差（″）	水平角测回数		边长测回数	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	Ⅰ、Ⅱ级全站仪			
350	3～4	±4	1/60000	±2.5	4	6	往返测距各 2 测回	$\pm 5\sqrt{n}$	1/35000	±8

注：1 n 为导线的角度个数，一般不超过 12；

2 附合导线路线超长时，宜布设结点导线网，结点间角度个数不超过 8 个；

3 全站仪的分级标准执行本规范附录 A 中表 A.0.7 的规定。

3.3.2 精密导线网应沿线路方向布设，并应布设成附合导线、闭合导线或结点导线网的形式。

3.3.3 选择精密导线点时应符合下列要求：

1 附合导线的边数宜少于 12 个，相邻边的短边不宜小于长边的 1/2，个别短边的边长不应小于 100m；

2 导线点的位置应选在施工变形影响范围以外稳定的地方，并应避开地下构筑物、地下管线等；

3 楼顶上的导线点宜选在靠近并能俯视线路、车站、车辆段一侧稳固的建筑上；

4 相邻导线点间以及导线点与其相连的卫星定位点之间的垂直角不应大于 30°，视线离障碍物的距离不应小于 1.5m，避免旁折光的影响；

5 在线路交叉及前、后期工程衔接的地方应布设适量的共用导线点；

6 应充分利用现有城市控制点标石。

3.3.4 在地面宜按本规范附录 A 中图 A.0.8 的规格埋设精密导线点标石，在楼顶可按本规范附录 A 中图 A.0.3 的规格埋设标石。埋设结束后应绘制点之记。

3.3.5 导线测量前应对仪器进行常规检查与校正，同时记录检校结果。

3.3.6 导线点上只有两个方向时，其水平角观测应符合以下要求：

1 应采用左、右角观测，左、右角平均值之和与 360°的较差应小于 4″；

2 前后视边长相差较大，观测需调焦时，宜采用同一方向正倒镜同时观测法，此时一个测回中不同方向可不考虑 2C 较差的限差；

3 水平角观测一测回内 2C 较差，Ⅰ级全站仪为 9″，Ⅱ级全站仪为 13″。同一方向值各测回较差，Ⅰ级全站仪为 6″，Ⅱ级全站仪为 9″。

3.3.7 在精密导线网结点或卫星定位控制点上观测水平角时应符合以下要求：

1 在附合导线两端的卫星定位控制点上观测时，宜联测两个卫星定位控制点方向，夹角的平均观测值与卫星定位控制点坐标反算夹角之差应小于 6″；

2 方向数超过 3 个时宜采用方向观测法，方向数不多于 3 个时可不归零；

3 方向观测法水平角观测的技术要求应符合表 3.3.7 的规定。

表 3.3.7 方向观测法水平角观测技术要求（″）

全站仪的等级	半测回归零差	一测回内 2C 较差	同一方向值各测回较差
Ⅰ级	6	9	6
Ⅱ级	8	13	9

3.3.8 附合精密导线或精密导线环的方位角闭合差（W_β），不应大于下式计算的值

$$W_\beta = \pm 2m_\beta\sqrt{n} \tag{3.3.8}$$

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 精密导线网测角中误差（M_0）应按下式计算：

$$M_0 = \pm\sqrt{\frac{1}{N}\left[\frac{f_\beta \cdot f_\beta}{n}\right]} \tag{3.3.9}$$

式中 f_β——附合导线或闭合导线环的方位角闭合差；

n——附合导线或导线环的角度个数；

N——附合导线或闭合导线环的个数。

3.3.10 精密导线网测距时应符合下列要求：

1 距离测量除应符合本规范表 3.3.1 的要求外，还应符合表 3.3.10 的规定；

表 3.3.10 距离测量限差技术要求（mm）

全站仪等级	一测回中读数间较差	单程各测回间较差	往返测或不同时段结果较差
Ⅰ级	3	4	$2\cdot(a+bd)$
Ⅱ级	4	6	

注：1 $(a+bd)$ 为仪器标称精度，a 为固定误差，b 为比例误差系数，d 为距离测量值（以千米计）；

2 一测回指照准目标一次读数 4 次。

2 测距时应读取温度和气压，测前、测后各读取一次，取平均值作为测站的气象数据。温度读至 0.2℃，气压读至 50Pa。

3.3.11 精密导线网边长应按下列要求进行改正：

1 气象改正，根据仪器提供的公式进行改正；也可以将气象数据输入全站仪内自动改正。

2 仪器加、乘常数改正值 S，应按下式计算：

$$S = S_0 + S_0 \cdot K + C \qquad (3.3.11\text{-}1)$$

式中 S_0——改正前的距离；

C——仪器加常数；

K——仪器乘常数。

3 利用垂直角计算水平距离 D 时应按下式计算：

$$D = S \cdot \cos(\alpha + f) \qquad (3.3.11\text{-}2)$$

$$f = (1-K)\rho S \cdot \cos\alpha/(2R) \qquad (3.3.11\text{-}3)$$

式中 α——垂直角观测值；

K——大气折光系数；

S——经气象及加、乘常数改正后的斜距（m）；

R——地球平均曲率半径（m）；

f——地球曲率和大气折光对垂直角的修正量（″）；

ρ——弧与度的换算常数，$\rho=206265$（″）。

3.3.12 精密导线网测距边的高程归化和投影改化，应符合下列规定：

1 归化到城市轨道交通线路测区平均高程面上的测距边长

度 D，应按下式计算：

$$D = D'_0\left[1 + \frac{H_p - H_m}{R_a}\right] \qquad (3.3.12\text{-}1)$$

式中 D'_0——测距两端点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——现有城市坐标系统投影面高程或城市轨道交通工程线路的平均高程（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 D_z，按下式计算：

$$D_z = D\left[1 + \frac{Y_m^2}{2R_m^2} + \frac{\Delta Y^2}{24R_m^2}\right] \qquad (3.3.12\text{-}2)$$

式中 Y_m——测距边两端点横坐标平均值（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 精密导线网计算应采用严密平差方法，其精度应符合本规范表 3.3.1 的规定。

3.3.14 精密导线网测量结束后，应提交下列资料：

1 技术设计书；

2 外业观测记录与内业计算成果；

3 导线网示意图；

4 导线点点之记；

5 导线点坐标及其精度评定成果表；

6 技术总结。

4 地面高程控制测量

4.1 一般规定

4.1.1 城市轨道交通工程高程测量应采用统一的高程系统，并应与现有城市高程系统相一致。

4.1.2 城市轨道交通工程高程控制网为水准网，应分两个等级布设：一等水准网是与城市二等水准精度一致的水准网，二等水准网是加密的水准网。当现有城市一、二等水准点间距小于4km时，应一次布设城市轨道交通工程二等水准网。

4.1.3 水准网应沿线路附近布设成附合线路、闭合线路或结点网。二等水准点间距平均800m，联测城市一、二等水准点的总数不应少于3个，宜均匀分布。

4.1.4 水准网测量的主要技术要求应符合表4.1.4的规定。

表4.1.4 水准网测量的主要技术要求

水准测量等级	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	
一等	±1	±2	35～45	DS1	铟瓦尺或条码尺	往返测各一次	往返测各一次	$\pm 4\sqrt{L}$
二等	±2	±4	2～4	DS1	铟瓦尺或条码尺	往返测各一次	往返测各一次	$\pm 8\sqrt{L}$

注：1 L 为往返测段、附合或环线的路线长（以km计）；

2 采用数字水准仪测量的技术要求与同等级的光学水准仪测量技术要求相同。

4.1.5 水准点应选在施工影响的变形区域以外稳固、便于寻找、

保存和引测的地方，宜每隔 3km 埋设 1 个深桩或基岩水准点。车站、竖井及车辆段附近水准点布设数量不应少于 2 个。

4.1.6 当水准路线跨越江、河、湖、塘且视线长度小于 100m 时，可采用一般水准测量方法进行观测；视线长度大于 100m 时，应进行跨河水准测量。跨河水准测量可采用光学测微法、倾斜螺旋法、经纬仪倾角法和光电测距三角高程法等，其技术要求应符合现行国家标准《国家一、二等水准测量规范》GB 12897 的相关规定。

4.1.7 水准点标石和标志应按本规范附录 B 中的图 B.0.1、图 B.0.2、图 B.0.3 和图 B.0.4 的形式和规格埋设。地层为软土的城市或地区应根据其岩土条件设计和埋设适宜的水准标石。水准点也可利用精密导线点标石，墙上水准点应选在稳固的永久性建筑上。

4.1.8 水准点标石埋设结束后，应绘制点之记，并办理水准点委托保管书。

4.1.9 对已建成的水准网应定期进行复测，第一次复测应在开工前进行，之后应 1 年复测 1 次，且应根据点位稳定情况适当调整复测频次。复测精度不应低于原测精度，高程较差不应大于 $\sqrt{2}$倍高程中误差。当水准点标石被破坏时，应重新埋设，复测时统一观测。

4.2 水准网测量

4.2.1 作业前，应对所使用的水准测量仪器和标尺进行常规检查与校正。水准仪 i 角检查，在作业第一周内应每天 1 次，稳定后可半月 1 次。一等水准测量仪器 i 角应小于或等于 15″；二等水准测量仪器 i 角应小于或等于 20″。

4.2.2 一等及二等水准网测量的观测方法应符合下列规定：

1 往测　奇数站上：后—前—前—后

　　偶数站上：前—后—后—前

2 返测　奇数站上：前—后—后—前

偶数站上：后—前—前—后

3 使用数字水准仪，应将有关参数、限差预先输入并选择自动观测模式，水准路线应避开强电磁场的干扰。

4 一等水准每一测段的往测和返测，宜分别在上午、下午进行，也可在夜间观测。

5 由往测转向返测时，两根水准尺必须互换位置，并应重新整置仪器。

4.2.3 水准测量观测的视线长度、视距差、视线高度应符合表4.2.3的规定。

表4.2.3 水准测量观测的视线长度、视距差、视线高度的要求（m）

等级	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
一等	DS_1	≤50	≤1.0	≤3.0	≥0.5	≥0.3
二等	DS_1	≤60	≤2.0	≤4.0	≥0.4	≥0.3

4.2.4 水准测量测站观测限差应符合表4.2.4的规定。

表4.2.4 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之差	基、辅分划读数之差	基、辅分划所测高差之差	检测间歇点高差之差
一等	3.0	0.4	0.6	1.0
二等	3.0	0.5	0.7	2.0

注：使用数字水准仪观测时，同一测站两次测量高差较差应满足基、辅分划所测高差较差的要求。

4.2.5 往返两次测量高差超限时应重测。重测后，一等水准应选取两次异向观测的合格成果，二等水准则应将重测成果与原测成果比较，其较差合格时，取其平均值。

4.2.6 水准测量的内业计算，应符合下列规定：

1 计算取位，高差中数取至0.1mm；最后成果，一等水准

取至 0.1mm，二等水准取至 1.0mm。

2 水准测量每千米的高差中数偶然中误差（M_Δ）按下式计算：

$$M_\Delta = \pm\sqrt{\frac{1}{4n}\left[\frac{\Delta\Delta}{L}\right]} \qquad (4.2.6\text{-}1)$$

式中 M_Δ——每千米高差中数偶然中误差（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——往返测水准路线的测段数。

3 当附合路线和水准环多于 20 个时，每千米水准测量高差中数全中误差（M_W）应按下式计算：

$$M_W = \pm\sqrt{\frac{1}{N}\left[\frac{WW}{L}\right]} \qquad (4.2.6\text{-}2)$$

式中 M_W——每千米高差中数全中误差（mm）；

W——附合线路或环线闭合差（mm）；

L——计算附合线路或环线闭合差时的相应路线长度（km）；

N——附合线路和闭合线路的条数。

4 水准网的数据处理应进行严密平差，并应计算每千米高差中数偶然中误差、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。

4.2.7 水准网测量结束后应提交下列资料：

1 技术设计书；

2 水准网示意图；

3 外业观测手簿及仪器检验资料；

4 点之记及水准点委托保管文件；

5 高程成果表和精度评定等资料；

6 技术总结。

5 线路带状地形测量

5.1 一 般 规 定

5.1.1 本章适用于城市轨道交通工程沿线的大比例尺带状地形测量。

5.1.2 线路带状地形测量包括：图根控制测量、地形图测绘。

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、1∶2000，车站局部地区和区间重点部位按设计要求可选用1∶200。

5.1.4 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。对国家标准中没有规定的图式符号可作补充，并应在技术设计和技术总结中说明，并绘制相应的图例。

5.1.5 线路带状地形图测绘可选用全站仪数字化测图、航空摄影测量成图、平板仪测图等能够达到本规范规定精度的测绘方法，并应提供数字化成果。

5.1.6 线路带状地形图的成图精度应符合下列要求：

1 地物点相对于邻近图根点的图上点位中误差：主要地物为±0.5mm，一般地物为±0.75mm；隐蔽、困难地区：主要地物为±0.75mm，一般地物为±1.13mm；邻近地物点间距图上中误差为±0.4mm；

2 地形图注记点的高程精度应符合表5.1.6的规定，等高线内插点的高程中误差：丘陵为$\pm 0.5H_d$，山区为$\pm 0.7H_d$，高山区为$\pm 1.0H_d$，其中H_d为基本等高距。

表5.1.6 地形图注记点的高程精度（m）

测点类别	铺装地面、桥面、路面、房基散水、门口、铁路轨顶	一般地形点
建成区或平坦地区	±0.05	±0.15
困难地区或山区	±0.08	±0.15

5.1.7 对于较平坦的地区可不勾绘等高线，对起伏较大的地区应勾绘等高线。同一图幅应采用一种基本等高距。

5.1.8 线路带状地形图应通过过程检查、最终检查无误后方可提供使用。有关检查方法、检查标准应按现行行业标准《测绘产品质量检查验收规定》CH1002 执行。

5.2 图根控制测量

5.2.1 图根点可利用城市轨道交通工程的地面各级控制点，也可利用城市各等级控制点进行加密。图根点密度应符合表 5.2.1 的规定，在地形复杂、隐蔽以及建筑密集区应适当加密。

表 5.2.1 图根点密度（点/km^2）

测图比例尺	1∶500	1∶1000	1∶2000
图根点密度	150	50	15

5.2.2 图根点测量宜采用附合导线，图根导线不宜超过二次附合。当图根导线无法附合时，可布设支导线，但支导线边数不应超过 4 条。

5.2.3 图根导线测量技术要求应符合表 5.2.3 的规定。

表 5.2.3 图根导线测量技术要求

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

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，测三次），读数较差应小于 5mm；

4 支导线长度不超过附合导线长度的 1/3，边数不应超过 4 条。水平角应测左、右角各一测回。

5.2.4 图根高程控制测量可采用图根水准或光电测距三角高程

测量方法，并应按附合路线形式布设。

5.2.5 图根水准测量应使用不低于 DS3 级水准仪，采用单程观测，其主要技术要求应符合表 5.2.5 的规定。

表 5.2.5 图根水准测量主要技术要求

附合路线长度（km）	视线长度（m）	闭合差（mm）
≤5	≤100	$\pm 8\sqrt{n}$或$\pm 30\sqrt{L}$

注：n 为测站数；

L 为水准路线长度，以千米计。

5.2.6 光电测距三角高程测量宜与图根导线测量同时进行。垂直角对向观测各一测回，边长单程观测一测回，仪器高、觇标高应量至毫米，高程闭合差应为$\pm 30\sqrt{\Sigma D}$（mm）（D 为测距边水平距离，单位为千米）。

5.3 线路带状地形图测绘

5.3.1 线路带状地形图分幅应符合下列要求：

1 带状地形图宜采用自由分幅，施测前应进行分幅设计；

2 自设计线路的起点沿线路前进方向顺序编号，编号以分数表示，分母为总图幅数，分子为所在图幅号；

3 图幅长度宜在 100～150cm 之间，相邻图幅长度不宜变化过大；

4 分幅不宜设在重要建筑、路口、设计的车站等地方。当线路有比较方案时，宜将其测绘在同一幅图内。当设计人员对接图位置有特殊要求时，应满足设计人员的要求。

5.3.2 线路带状地形图施测宽度应依据设计要求确定。

5.3.3 线路带状地形图成果的数据格式、数据分类与代码应满足设计要求。

5.3.4 地形图上应展绘出各等级平面控制点、水准点，并用规定符号表示。

5.3.5 带状地形图测绘应包括以下主要内容：

1 居民地的各类建筑及主要附属设施的外围轮廓及结构特征等；

2 工矿建筑及其附属设施的位置、形状和性质特征等；

3 交通及附属设施的位置、类别、等级及结构特征等；

4 架空管线及附属设施的位置、线类、走向等；

5 水系及附属设施的范围、水涯线、流向、水深等；

6 境界、地貌和土质、植被等。

5.3.6 地形图测绘内容的表示方法、取舍和注记应执行国家现行标准的规定。

5.4 航空摄影测量

5.4.1 本节适用于采用摄影测量方法测绘 1∶500、1∶1000、1∶2000数字化图。

5.4.2 摄影资料应满足下列要求：

1 摄影比例尺应满足 1∶500、1∶1000、1∶2000 成图的要求；

2 摄影质量应满足现行行业标准《城市测量规范》CJJ 8 的相关要求。

5.4.3 摄影测量的精度要求应符合下列规定：

1 影像分辨率应不低于 25μm；

2 像控点的精度：采用导线联测时，方位闭合差为 $\pm 30''\sqrt{n}$，平差后导线相对闭合差不大于 1/10000；采用卫星定位测量时，像控点相对邻近已知点的点位误差为±30mm；

3 内业加密点相对于邻近平面控制点的点位中误差为图上±0.35mm，地物点相对于邻近平面控制点的点位中误差为图上±0.50mm；

4 内业加密点、等高线插求点相对于邻近高程控制点的高程中误差应满足现行行业标准《城市测量规范》CJJ 8 的相应要求。

5.4.4 像控点布设可根据航线数目选用航线网布点或区域网布

点，像控点在像片上的位置以及像控点的布设方法、精度应满足现行行业标准《城市测量规范》CJJ 8 的相应要求。像控点测量宜采用光电测距导线、卫星定位静态或卫星定位动态等方法。

5.4.5 空中三角测量加密点的选择应符合下列规定：

1 加密点应选在航向三片重叠中线和旁向重叠中线的交点附近；

2 加密点在本片和邻片上影像均应清晰明显，易于量测；

3 加密点距像片边缘应大于 10mm。

5.4.6 空中三角测量的各项误差应符合下列规定：

1 内定向精度应小于 12μm；

2 相对定向精度应小于 1 个像素；

3 模型连接差：平面连接差不应大于 $0.06M$（mm），高程连接差不应大于 $0.04\frac{f_k}{b}M$（mm），[M 为摄影比例尺分母，b 为摄影基线，f_k 为摄影焦距（mm)]；

4 绝对定向完成后，定向点残差应小于加密点中误差的 75%，多余野外控制点残差应小于加密点中误差的 1.3 倍，区域网间公共点较差应小于加密点中误差的 2.0 倍。

5.4.7 测图的各种定向误差应满足以下要求：

1 内方位恢复定向精度应小于 12μm；

2 恢复相对定向精度应小于 1 个像素；

3 绝对定向各点平面坐标残差：平地及丘陵地区应小于图上 0.2mm；山区及高山区应小于图上 0.3mm。高程定向各点残差应小于加密点高程中误差的 60%。

5.4.8 地物、地貌测绘应满足下列要求：

1 地物、地貌测绘内容应执行本规范第 5.3.5 条的规定；

2 相应地物、地貌的属性数据应根据设计需要同时采集；

3 成果图形文件格式宜为三维或二维的 DXF（DWG）、DGN 及适合于今后应用的其他格式；

4 符号库、线型库和汉字库必须符合现行的有关图式、地

形要素分类与代码规定；

5　相邻像对的地物和等高线接边误差应分别小于地物点平面位置中误差和等高线中误差的1.5倍，个别应小于2倍。接边差应合理配赋，避免地物、地貌变形。

5.4.9　对于1∶500、1∶1000比例尺测图，城市建筑区、平坦地区和铺装路面，高程注记点宜由外业实测，其余地区高程注记点和等高线均可采用数字摄影测量方法进行测绘。

5.4.10　调绘时，应对航测内业成图进行全面实地检查、修测和补测，并对地理名称进行调查注记，对房檐进行改正等。

5.4.11　对调绘后的地形图进行编辑，地形图的表示、取舍和注记应符合现行行业标准《城市测量规范》CJJ 8的相关规定。

5.4.12　采集带属性数据的图形，应进行拓扑分析。

6 专项调查与测绘

6.1 一般规定

6.1.1 本章适用于城市轨道交通工程线路中线两侧及车辆段范围内的管线、建筑、水域、房屋拆迁等专项调查与测绘。

6.1.2 专项测绘的坐标、高程系统应与城市轨道交通工程的坐标、高程系统一致。

6.1.3 专项调查应充分收集测区内已有的相关资料，并应通过检查、修测、补测和整理后予以利用。

6.1.4 专项调查与测绘的成图比例尺应符合下列要求：

1 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；

2 纵断面图比例尺：水平方向宜为1∶500～1∶1000，竖直方向宜为1∶100；

3 横断面图比例尺宜按建筑复杂程度和地形起伏变化确定。

6.1.5 专项调查与测绘控制点、地物点的平面位置和高程，其精度应与线路带状地形图图根控制点、地物点相同。细部点相对于邻近控制点的精度要求应符合表6.1.5的规定。

表6.1.5 细部点相对于邻近控制点的精度要求

细部点分类		平面点位中误差（mm）	高程中误差（mm）
解析法	重要细部点	±50	±30
	一般细部点	±70	±40
图解法	细部点	±0.5M	±70

注：1 重要细部点是指制约线路的建筑细部点和管线点；一般细部点是指重要细部点之外的细部点；

2 采用坐标反算房屋边长进行拆迁测量时，其平面位置精度应符合对重要细部点的规定；

3 M为地形图比例尺的分母。

6.1.6 地下管线隐蔽点探测精度要求应符合表 6.1.6 的规定。

表 6.1.6 地下管线隐蔽点探测精度要求

管线中心埋深 h（cm）	平面位置限差（cm）	埋深限差（cm）
$h \leqslant 100$	±10	±15
$h > 100$	±0.10h	±0.15h

6.1.7 专项调查与测绘细部点的坐标、高程可采用下列方法测量：

1 极坐标测量技术要求应符合表 6.1.7-1 的规定；

表 6.1.7-1 极坐标测量技术要求

测距方法	测距中误差或往返测较差相对误差	水平角观测测回数	垂直角观测测回数	测站至细部点最大距离（m）
光电测距	±30mm	1	1	150
钢尺丈量	1/1000	1	1	50

注：角度测量仪器应不低于Ⅲ级全站仪。

2 观测条件允许时，也可采用卫星定位方法测量，测量时应对细部点进行重复观测，平面、高程较差应不大于 2 倍的观测中误差；

3 高程测量使用水准测量方法时，应布设附（闭）合水准路线，水准线路长度不应超过 4km；高程闭合差应在 $\pm 40\sqrt{L}$ mm 之内（L 为路线长度，以千米计）；观测应使用不低于 DS10 型精度的水准仪；

4 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 6.1.7-2 的规定；

表 6.1.7-2 光电测距三角高程导线技术要求

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

注：1 d 为相邻点间距离（以千米计）；
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。

5　专项测绘还可采用能满足精度要求的其他测量方法。

6.1.8　作业人员进入检查井时，必须遵守国家有关安全保护规定，并应采取防止中毒、爆炸等意外事故发生的措施。

6.2　地下管线调查与测绘

6.2.1　对埋设于地下的给水、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　地下管线调查前的准备工作应符合下列要求：

1　必须全面收集和整理测区内已有的地下管线资料，包括各种地下管线图及技术说明等，并进行分析比较，确定其能否利用及需要补充的内容；

2　现场踏勘时，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；

3　制定地下管线调查、探测和测绘的实施计划。

6.2.3　对线路沿线具有明显管线点的地下管线及其附属设施应进行实地调查、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　实地调查时应查明管线的性质、类型、走向、电缆条数、材质、载体特征、敷设方式及日期、产权单位以及建筑和附属设施等；

2　在明显管线点上应测量地下管线的埋深；

3　当地下管线中心线偏离窨井中心间距大于 0.2m 时，应以管线在地面的投影位置设置管线测点，窨井作为专业管线附属物处理；

4　地下管廊、管沟或管线隧道应量测其外径或外壁断面尺寸。圆形断面可量测内直径，矩形断面可量取内宽度和高度，并应获取对应结构的厚度，同时在图上进行标注，单位以毫米表示。

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选择、试验和仪器检校；

2 隐蔽管线探测时应确定其交叉点、分支点、转折点、起终点及附属设施中心点等特征点在地面的投影位置，对设计、施工有特殊需要的位置也应进行探测；

3 经物探定位的管线点应设置地面标志并绘制点位示意图；

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 地下管线的测绘内容应包括测量管线特征点、管线附属设施的平面位置及高程、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 6.1.7 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 平面图应绘制地下管线交叉、分支、转折、变径、变坡点及窨井（或小室）等位置，还应包括管线建筑及阀门、消火栓、排气、排水、排污装置等附属设施、管线走向、窨井轮廓以及井底高程等。

6.2.6 在综合地下管线图上应绘出偏距大于 0.2m 管线的实际位置。综合管线图以分色表示为宜，绘制综合地下管线图采用的图例、符号应按国家现行有关规定执行。

综合地下管线图上除绘制地下管线外，还应将道路、街坊以及与地下管线有参照作用的建筑绘于图上。

6.2.7 综合地下管线点成果表的内容宜包括：管线点号、管线连接点号、管线类型、管径或断面尺寸、材质、埋深、管线点坐标、高程、压力或电压、电缆根数或总孔数及已用孔数、权属单位和埋设日期等。

6.2.8 地下管线数字化成图应符合国家现行规范的有关规定，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储，并可根据设计需要输出专业管线图或综合管线图。

6.2.9 管线测绘完成后应按工区抽样检查。每一个工区隐蔽管

线点和明显管线点的抽样数分别不少于各自总点数的5%，样本应随机抽取，且分布均匀、合理。质量检查应安排不同作业人员重复调查与探测，检查内容应包含管线点的几何精度和属性等。

6.3 地下建筑测绘

6.3.1 地下建筑包括人防工程、地下停车场、地下商店、仓库、地下通道及其出入口、竖井等，对地下建筑应进行详细测绘。

6.3.2 地面、地下控制点测量均应布设成附合导线。有困难时，地下可布设成支导线。

6.3.3 导线测量应符合下列规定：

1 地面控制导线的技术要求，应按本规范第5.2节的规定执行；

2 地下控制导线可附合在地面控制导线点上，也可直接附合在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 地下控制导线测量技术要求

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	$\pm 90\sqrt{n}$	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，导线坐标闭合差为±0.3m。

3 支导线测量技术要求应执行本规范第5.2.3条的规定。

6.3.4 地下控制导线宜通过地下建筑的出入口直接与地面控制点联测。

6.3.5 地下建筑的平面图及细部测量施测要求除应执行本规范第5.3节和第5.4节的有关规定外，还应符合下列规定：

1 测定地下建筑的内壁确定其内轮廓后，应调查或探测墙壁厚度，并应加绘外墙符号；困难时，次要建筑可仅绘制内轮廓；

2　地下建筑的底面高程注记应与地面高程注记相区分；

3　测绘地下建筑的各种附属设施。

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、变坡点等处内顶、内底板的高程，并应进行断面测量。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等。

6.4　跨越线路的建筑测绘

6.4.1　对跨越线路的天桥、立交桥、栈桥和架空管线等主要建筑应进行测绘。

6.4.2　跨越线路建筑测绘宜采用解析法，并应按本规范第6.1.7条的规定测量建筑角点、外轮廓以及结构支撑柱等的坐标和高程。

6.4.3　架空管线的平面位置可通过测定其支架、杆、塔等支撑物体的位置进行推算，也可采用交会法直接测定，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净空高。电缆、电线应加测与线路中线相交处的悬高。

6.4.5　管线调查和细部测量方法应按本规范第6.2节和第5.3节的相关规定执行。

6.4.6　在平面图、纵断面图上应标注建筑的坐标、高程、宽度和净空高等数据，并编制相应成果表。

6.5　水域地形测量

6.5.1　水域应测绘水底地形图，测深点的布设可采用断面法或散点法。

6.5.2　测深断面宜垂直于岸线，当线路中线与岸线近似正交时，可平行于线路中线布设。断面间距为图上20mm，断面的起、终点应位于岸上且埋桩，并应按本规范第6.1.7条的规定测量断面起、终点的平面位置和高程。

6.5.3 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，方向可采用经纬仪控制；

2 散点法测深点间距宜为图上 10～30mm，测深点定位可采用交会法、极坐标法和卫星定位等方法。点位中误差在图上为±2mm。

6.5.4 测深前应对测深仪器、工具进行检验。

6.5.5 测深精度应符合表 6.5.5 的规定。

表 6.5.5 测深精度要求

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。

6.5.6 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。

6.5.7 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。

6.5.8 测深过程中或测深结束后，应对测深断面进行检查。检查断面与测深断面宜垂直相交，检查点数不应少于 5%。深度检查较差应符合表 6.5.8 的规定。

表 6.5.8 深度检查较差

水深 H（m）	≤20	>20
深度检查较差（m）	≤ 0.4	≤ 0.02H

6.6 房屋拆迁测量

6.6.1 为轨道交通建设而进行的房屋拆迁测量包括拆迁定界、拆迁调查测量、拆迁房屋建筑面积测量。

6.6.2 拆迁定界依据规划及设计要求对拆迁范围线进行实地测设。建筑密集地段可在建筑上设置界线标记，空旷地区应埋设界线桩。

6.6.3 拆迁调查测量应满足下列要求：

1 调查前应收集测区范围内的现状地形图，将拆迁范围线展绘在地形图上；

2 对拆迁范围内的每栋建筑进行实地对照检查，有变化的应进行修测或补测；

3 对拆迁范围内的每栋房屋进行编号并实地标识；必要时实地拍摄能反映建筑现状、层数及结构特征的照片；

4 丈量房屋各边边长，测量房（层）高，记录门牌号、房（层）号、建筑结构类型和附属物相关数据；边长丈量可使用钢尺、手持测距仪、红外测距仪和全站仪等；

5 外业应绘制房屋分层测量草图，图形复杂处可绘制局部放大图；遇有地下室、复式房、夹层等应另行描绘；

6 当日工作结束后，应对采集的外业数据进行整理、绘图、编辑和检查。

6.6.4 拆迁房屋建筑面积测量，包括永久性房屋建筑面积测量和非永久（临时）性房屋建筑面积测量。非永久性房屋和附属物拆迁测量的详略程度，由规划或房地产行政主管部门确定。已有产权登记的房屋，不再进行房屋拆迁建筑面积测量。

6.6.5 房屋建筑面积计算和统计应满足下列规定：

1 应计算各层不同结构建筑面积和整栋房屋建筑面积；

2 对测区内房屋建筑面积逐栋汇总，并按不同建筑结构进行分类统计；对跨越范围线的房屋宜按拆迁范围线内的房屋部分和整栋房屋分别统计；

3　对外围轮廓复杂或不规则的房屋，应测定房屋特征点坐标，绘制房屋平面图形，计算房屋建筑面积；

4　编制房屋拆迁平面位置总图，图中应附房屋拆迁编号、门牌号等；

5　一栋房屋具有多个产权人时，应依据产权各方的合法建筑面积分割文件或协议进行计算；

6　房屋拆迁测量的长度单位为米，取至 0.01m；面积单位为平方米，取至 0.01m^2。

6.6.6　对永久性房屋全部建筑面积、一半建筑面积和不计算建筑面积的范围划定，应按现行国家标准《房产测量规范 第一单元：房产测量规定》GB/T 17986.1 的规定执行。对非永久性房屋，应执行规划或房屋行政管理部门的有关规定。

6.6.7　房屋建筑面积测算应独立计算两次，其较差不应大于 2 倍的建筑面积中误差，取中数作最后结果。房屋建筑面积测算中误差（M_P）按下式计算：

$$M_P \leqslant \pm (0.04\sqrt{P} + 0.003P) \qquad (6.6.7)$$

式中　M_P——建筑面积中误差；

P——建筑面积值（m^2）。

6.6.8　房屋拆迁测量结束后，应提供下列资料：

1　房屋拆迁平面位置图；

2　房屋拆迁建筑面积测算图；

3　房屋拆迁测量成果表，表中应包括：地址门牌，房屋用途、层数和结构，基底面积，建筑面积，房屋现状照片；

4　房屋拆迁测量成果汇总表；

5　房屋拆迁测量报告。

6.7　勘测定界测量

6.7.1　城市轨道交通工程建设用地勘测定界测量工作主要包括：前期准备、实地放样、界址测量、绘制勘测定界图以及面积量算。

6.7.2 前期准备工作包括接受委托、收集有关文件及资料、现场踏勘。

6.7.3 需要收集的有关文件及资料主要包括：

1 由建设单位提供的建设用地规划许可证、批准的初步设计和有关资料；

2 土地管理部门在前期对项目用地的审查意见；

3 由市县级人民政府民政部门提供的区（县）行政界线以及证明材料；

4 由土地管理部门提供的土地利用现状调查图以及由专业设计单位提供的比例尺不小于1∶2000的建设项目工程总平面布置图。

6.7.4 现场踏勘应实地调查用地范围内的行政界线、地类界线及地下埋藏物等。同时收集项目建址附近的各类测量控制点资料，并了解勘测的通视条件以及标石的完好情况。

6.7.5 实地放样应满足下列要求：

1 对界址点、线以及其他重要的界标设施均应放样，如有需要应测设加桩；

2 界址桩放样宜采用极坐标法、卫星定位法和图解法等；

3 极坐标法放样时，观测应使用不低于Ⅲ级的全站仪，角度观测半测回，距离测量一测回；

4 卫星定位法放样时，其精度应不低于极坐标法测量的要求；

5 极坐标法、卫星定位法放样困难时，可利用现有建筑进行图解法放样；

6 放样完成后，应对放样点进行检核。

6.7.6 界址桩和界址线确定后，应进行界址测量。测量精度应满足下列要求：

1 界址点坐标相对邻近图根点的点位中误差为±5cm；

2 界址边丈量中误差为±5cm；

3 界址线与邻近地物或邻近界线的距离中误差应为±5cm。

6.7.7 勘测定界图可在土地利用现状调查图或地形图上编绘，或直接绘制。勘测定界图主要内容应包括界址点、权属界线、地类界线、用地面积等，各种符号与注记应按勘测定界图图例绘制，绘图比例尺不应小于1：2000。

6.7.8 面积量算可采用坐标法、几何图形法、求积仪法等。面积量算应满足下列要求：

1 宗地的地类应执行国家国土行政管理部门规定的土地分类标准；

2 宗地内有不同的地类，应分别计算每一地类的面积；

3 宗地内有若干权属单位，应根据国有土地使用证以及有关各方认可的权属界线，分别计算其用地面积；

4 图上两次面积量算的较差限差应小于 $0.0003M\sqrt{P}$（M 是比例尺分母，P 是宗地面积，单位为平方米）；几何图形法两次计算面积的较差限差应小于 $2.04M_L\sqrt{P}$（P 是宗地面积，单位为平方米；M_L是界址边丈量中误差，单位为米）。

6.7.9 勘测定界测量结束后，应提交土地勘测定界技术报告书，供土地管理部门审查核定。土地勘测定界技术报告书包括：

1 勘测定界技术说明；

2 勘测定界表；

3 勘测面积表；

4 土地分类面积表；

5 用地范围略图；

6 界址点坐标成果表；

7 界址点点之记。

6.7.10 依法批准的建设项目用地范围、面积与呈报的不一致时，应根据审批结果对变化的部分重新进行勘测定界。重新勘测定界成果经验收合格后，应重新提交土地勘测定界技术报告书。

7 线路定线及纵横断面测量

7.1 一般规定

7.1.1 城市轨道交通工程线路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 当城市轨道交通工程的专用控制网未布设完成时，初步设计定线测量可利用线路带状地形图测量的控制点，若其密度不够时可加密。测量精度不应低于图根控制点的精度。施工定线测量必须利用专用控制网的卫星定位控制点、精密导线点进行。

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 纵横断面测量宜在初步设计定线完成后按设计要求进行。纵断面应沿线路中线测量，横断面在直线段应与中线垂直；曲线段应沿法线方向布设。

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。

7.2.2 线路中线应埋设控制桩和加密桩，控制桩为百米桩和曲线要素桩。加密桩间距：直线段应为 50m、曲线段应为 30m。

7.2.3 定线测量时应将线路控制桩和加密桩等测设于实地，并标识清楚。当中线控制桩位于河、湖或建筑上时，应测设指示桩，其精度应与中线桩相同，并应注明中线控制桩与指示桩的相对关系。

7.2.4 开阔地区中线控制桩放样，可使用卫星定位、全站仪等测量仪器，采用解析法作业。建筑密集地区中线控制桩放样，可

利用线路两侧建筑的明显特征点采用图解法定线。

7.2.5 线路中线控制桩放样精度应符合表 7.2.5 的规定。

表 7.2.5 线路中线控制桩放样精度

测量方法	相对于邻近控制点（地物点）的点位中误差（mm）
解析法	±50
图解法	±100

7.2.6 对影响设计线路的建筑、柱子和大型管道等，均应测定其特征点的坐标。

7.2.7 定线测量完成后，应进行线路中线测量，并与建筑细部坐标点进行检核。相邻中线控制桩实测距离与设计的距离较差应小于 70mm。相邻中线桩不通视时，宜采用间接测量的方法进行检核。

7.2.8 定线测量完成后，应提交下列资料：

1 定线测量技术总结报告；

2 定线测量成果表，见本规范附录 C 表 C.0.1；

3 定线测量交接桩书，见本规范附录 C 表 C.0.2。

7.3 纵横断面测量

7.3.1 纵断面应沿线路中线逐桩测量，并起闭于水准点上；水准路线长度应小于 1000m，其闭合差为±30mm。

7.3.2 纵断面、横断面测量可采用水准测量或光电测距三角高程测量，横断面点间距也可用皮尺、测绳等丈量。

7.3.3 纵断面图比例尺：水平方向宜为 1∶500～1∶2000，竖直方向宜为 1∶50～1∶200；横断面图比例尺宜为 1∶50～1∶200。

7.3.4 纵断面测量水准点和转点的读数取至毫米，各间视点的读数取至厘米；横断面测量可直接记录高程或高差，高程或高差的读数取至厘米，距离读数取至分米。

7.3.5 直线段纵断桩距宜为 50m、曲线段纵断桩距宜为 20～30m，或按设计要求确定。

7.3.6 纵断面测量遇下列情况时应加桩：

1 铁路、公路、桥涵、建筑、水域、沟渠等处；

2 高差大于 0.3m 的坡、坎上下等地形突变处；

3 设计中有特殊要求的位置。

7.3.7 设计中所依据的铁路轨顶、桥面、路中、探坑等重要高程点位，应按图根点精度施测。

7.3.8 当已有地形图精度和比例尺满足相应纵、横断面测量技术要求时，可从地形图上择录纵、横断面数据，但设计中有特殊要求的点位应现场实测。

7.3.9 线路穿越河流时，在线路两侧应至少各加测一个河床横断面，断面与线路中线的间距应满足设计要求。

7.3.10 横断面在线路上的位置应与纵断面点相对应，横断面测量宽度及测点间距应符合下列规定：

1 左右线平行时，左线中线左侧、右线中线右侧各 30m 全部范围内；

2 左右线不平行时，左右线分别测量各中线两侧 30m 范围内；

3 特殊地段断面按设计要求确定；

4 横断面的断面测点间距宜为 10m，遇地形变化需加桩时，应执行本规范第 7.3.6 条有关规定。

7.3.11 横断面测量精度应符合下列规定：

1 实测横断面明显地物点的横距误差为图上±1mm；断面长度大于 100m 时，横距误差不应大于断面长度的 1/300；图择横断面横距误差不应大于所用地形图上 0.5mm；

2 同一横断面需转点施测时，应闭合至相邻横断面的中桩点，闭合差：平坦地区为$\pm 10\sqrt{n}$cm；山地为$\pm 20\sqrt{n}$cm（n 为转点数）；

3 实测横断面测点高程误差，明显地物点为±10cm，平坦地区的地形点为±30cm；山地不应大于一个基本等高距。

7.3.12 自来水厂、泵站、污水处理厂等临近水域时，应根据设

计要求进行取水口或出水口的水域断面测量。

7.3.13 纵、横断面测量完成后，应提交下列资料：

1 技术报告；

2 纵、横断面图及数字文件；

3 设计需要的数据格式文件。

7.4 地面施工定线测量

7.4.1 地面施工定线测量前，应根据施工设计资料和定线任务书，编制地面施工定线测量方案。

7.4.2 定线时，线路双线平行地段宜定右线，非平行地段应定双线。

7.4.3 线路中线控制点宜选择百米桩及曲线要素点。

7.4.4 线路中线控制点放样时，可利用卫星定位控制点或精密导线点直接放样，条件不允许时应测设加密导线进行放样。

7.4.5 线路中线控制点放样完毕后，应进行线路中线测量。线路中线测量应将线路中线控制点联测成附合导线，使用不低于Ⅱ级全站仪联测，水平角观测左、右角各一测回，边长往返观测各一测回。

7.4.6 线路中线测量应采用严密平差，平差后的最弱点横向中误差为±20mm，全长相对闭合差不应大于1/20000。

7.4.7 线路中线控制点坐标实测值与设计值较差不应大于20mm。超限时应进行归化改正，并对其进行检核测量。

7.4.8 线路中线控制点放样完成后应埋设固定标志并进行标识。

8 车辆段测量

8.1 一 般 规 定

8.1.1 车辆段测量应包括施工场地、车场线、建筑及附属设施和联络线的施工控制测量和施工测量等。

8.1.2 设计阶段的地形图、管线图、纵横断面等测绘，应执行本规范第5、第6、第7章的有关规定。

8.1.3 施工控制网测量应利用前期建立的卫星定位控制点及二等水准点为起算依据，根据场地特点，平面控制网可采用导线测量、基线测量和卫星定位测量等方法。高程控制网可采用附合水准或结点水准网等形式。

8.1.4 施工控制网的精度应符合下列规定：

1 平面控制网应执行本规范第3.3节关于精密导线测量的有关规定；

2 高程控制网应执行本规范第4章关于二等水准测量的有关规定。

8.1.5 车辆段测量前应收集下列资料：

1 总平面图；

2 车场线路设计图、车场线与正线和地面铁路的联络线线路设计图；

3 相关的建筑结构图；

4 已有的测量资料。

8.2 车辆段施工控制测量

8.2.1 施工平面控制网宜与全线精密导线网同期布设，当受拆迁等场地条件限制时，也可分期布设。

8.2.2 施工平面控制点宜按车辆段总平面图布设，并应符合下

列要求：

1 导线点和卫星定位点宜沿车辆段的四周布设；

2 狭长车辆段可沿主轴线布设基线，同一基线上的点不应少于3个，间距不应小于100m；

3 控制点应便于与正线控制点的衔接联测及场区施工放样；

4 控制点选点还应符合本规范第3.2.5条和第3.3.3条的相关要求；

5 控制点埋石应符合本规范第3.3.4条的相关要求。

8.2.3 施工平面控制点测量应符合下列要求：

1 导线网测量的施测方法及技术要求与精密导线测量相同；

2 平面控制网采用卫星定位测量方法时，其控制点相邻点的相对点位中误差与精密导线测量相同；

3 基线点宜采用极坐标法、交会法测设，并与卫星定位点或精密导线点联测，精度应符合本规范第7.4.6条的要求，平差后应将点位归化到设计位置上，并使点间折角与180°较差小于8″。

8.2.4 高程控制测量应符合下列要求：

1 高程控制网应一次布设，控制点数量应不少于3个；

2 高程控制测量应按本规范第4章关于二等水准测量技术要求施测；

3 施工平面控制点宜联测高程。

8.3 施工场地测量

8.3.1 施工场地测量包括场地平整、临时管线敷设、施工道路、临时建筑以及场地布置等测量。

8.3.2 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，宜采用方格网法。方格网边长在平坦场区宜为20m×20m，地形起伏场区宜为10m×10m。

8.3.3 施工道路、临时管线与临时建筑的位置，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、地下管线、古树等应进行细部测量。

8.3.4 施工场地测量允许误差应符合表 8.3.4 的规定。

表 8.3.4 施工场地测量允许误差（mm）

内 容	平面位置允许误差	高程允许误差
场地方格网测量	±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	±50	±30

8.4 建筑及附属设施施工测量

8.4.1 建筑及附属设施施工测量应包括建筑施工控制测量、建筑及附属设施细部点放样测量。

8.4.2 建筑施工平面控制网，应在车辆段施工控制网基础上布设，宜布设成矩形、十字轴线或平行于建筑外轮廓的多边形。

8.4.3 建筑施工平面控制网可依据建筑的不同类型分三级，其主要技术要求应符合表 8.4.3 的要求。

表 8.4.3 建筑施工平面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、结构连续性高的建筑	±9	±3	1/24000
二	框架结构、高层、结构连续性一般的建筑	±12	±5	1/15000
三	附属设施	±24	±10	1/8000

8.4.4 建筑施工高程控制，可直接利用车辆段施工高程控制点，或在其基础上进行加密。加密高程控制点时，应采用水准测量方法，并构成附合（或闭合）水准路线。建筑施工高程控制测量精

度要求，应执行本规范第 4 章关于二等水准测量的有关规定。

8.4.5 放样测量应依据施工控制网和设计图进行。

8.4.6 放样测量前应对设计资料及放样数据进行复核和计算。平面放样测量宜采用极坐标法、直角坐标法和交会法等。高程放样测量宜采用水准测量等方法。

8.4.7 细部放样和竖向投测误差应为建筑施工允许偏差的1/3～1/2。

8.5 车场线、出入线及地面联络线测量

8.5.1 车场线、出入线及地面联络线测量包括定线测量、中线调整测量。

8.5.2 定线测量应以车辆段施工控制点为依据，采用极坐标法测设线路中线点、道岔中心、股道终点等，中线点坐标实测值与设计值较差不应大于 20mm。中线间距的实测值不应小于设计值。

8.5.3 中线调整测量应依据中线点坐标实测值与设计值较差进行，对超限的中线点应进行归化改正。

8.5.4 车场出入线测量工作宜与线路正线同时进行，当不同步时，应进行衔接中线点的联测及中线调整测量。

8.5.5 对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长度不小于 100m 的旧线测量。旧线测量时，应实测每 10m 间距的轨顶面高程、线路中线（包括曲线要素点）的位置，调查曲线半径、路基和上部建筑。

9 联系测量

9.1 一般规定

9.1.1 联系测量应包括：地面近井导线测量和近井水准测量；通过竖井、斜井、平峒、钻孔的定向测量和传递高程测量；地下近井导线测量和近井水准测量等。

9.1.2 定向测量宜采用下列方法：

1 联系三角形法；

2 陀螺经纬仪、铅垂仪（钢丝）组合法（见附录D）；

3 导线直接传递法；

4 投点定向法。

9.1.3 传递高程测量宜采用下列方法：

1 悬挂钢尺法；

2 光电测距三角高程法；

3 水准测量法。

9.1.4 地面近井点可直接利用卫星定位点和精密导线点测设，需进行导线点加密时，地面近井点与精密导线点应构成附合导线或闭合导线。近井导线总长不宜超过350m，导线边数不宜超过5条。

9.1.5 隧道贯通前的联系测量工作不应少于3次，宜在隧道掘进到100m、300m以及距贯通面100～200m时分别进行一次。当地下起始边方位角较差小于12″时，可取各次测量成果的平均值作为后续测量的起算数据指导隧道贯通。

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，作业前应对地下定向边之间和高程点之间的几何关系进行检核。

9.1.7 贯通面一侧的隧道长度大于1500m时，应增加联系测量

次数或采用高精度联系测量方法等，提高定向测量精度。

9.2 地面近井点测量

9.2.1 地面近井点包括平面和高程近井点，应埋设在井口附近便于观测和保护的位置，并标识清楚。

9.2.2 平面近井点应按本规范第3章精密导线网测量的技术要求施测，最短边长不应小于50m，近井点的点位中误差为±10mm。

9.2.3 高程近井点应利用二等水准点直接测定，并应构成附合、闭合水准路线。高程近井点应按本规范第4章二等水准测量技术要求施测。

9.3 联系三角形测量

9.3.1 联系三角形测量，每次定向应独立进行三次，取三次平均值作为定向成果。

9.3.2 在同一竖井内可悬挂两根钢丝组成联系三角形。有条件时，应悬挂三根钢丝组成双联系三角形。

9.3.3 井上、井下联系三角形布置应满足下列要求：

1 竖井中悬挂钢丝间的距离 c 应尽可能长；

2 联系三角形锐角 γ、γ' 宜小于1°，呈直伸三角形；

3 a/c 及 a'/c 宜小于1.5，a 、a' 为近井点至悬挂钢丝的最短距离。

9.3.4 联系三角形测量宜选用 ϕ0.3mm 钢丝，悬挂10kg重锤，重锤应浸没在阻尼液中。

9.3.5 联系三角形边长测量可采用光电测距或经检定的钢尺丈量，每次应独立测量三测回，每测回三次读数，各测回较差应小于1mm。地上与地下丈量的钢丝间距较差应小于2mm。钢尺丈量时应施加钢尺鉴定时的拉力，并应进行倾斜、温度、尺长改正。

9.3.6 角度观测应采用不低于Ⅱ级全站仪，用方向观测法观测

六测回，测角中误差应在±2.5″之内。

9.3.7 联系三角形定向推算的地下起始边方位角的较差应小于12″，方位角平均值中误差为±8″。

9.3.8 有条件时可采用两井定向等方法，地下起始边的定向精度应满足本规范第9.3.7条的要求。

9.4 陀螺经纬仪、铅垂仪（钢丝）组合定向测量

9.4.1 陀螺经纬仪、铅垂仪（钢丝）组合定向测量布置宜按本规范附录D进行。

9.4.2 全站仪精度应选用不低于Ⅱ级的精度，陀螺经纬仪的标称精度应小于20″，铅垂仪（钢丝）投点中误差为±3mm。悬挂的钢丝应符合本规范第9.3.4条的要求。

9.4.3 地下定向边陀螺方位角测量应采用“地面已知边—地下定向边—地面已知边”的测量程序。地下定向边的陀螺方位角测量每次应测三测回，测回间陀螺方位角较差应小于20″。隧道贯通前同一定向边陀螺方位角测量应独立进行三次，三次定向陀螺方位角较差应小于12″，三次定向陀螺方位角平均值中误差为±8″。

9.4.4 隧道内定向边边长应大于60m，视线距隧道边墙的距离应大于0.5m。

9.4.5 测定仪器常数的地面已知边宜与地下定向边的平面位置相接近。

9.4.6 陀螺经纬仪、铅垂仪（钢丝）组合每次定向应在3天内完成。

9.4.7 陀螺方位角测量可采用逆转点法、中天法等。

9.4.8 陀螺方位角测量应符合下列规定：

1 绝对零位偏移大于0.5格时，应进行零位校正；观测中的测前、测后零位平均值大于0.05格时，应该进行零位改正；

2 测前、测后各三测回测定的陀螺经纬仪常数平均值较差不应大于15″；

3　两条定向边陀螺方位角之差的角度值与全站仪实测角度值较差应小于 10″。

9.4.9　铅垂仪投点应满足下列要求：

1　铅垂仪的支承台（架）与观测台应分离，互不影响；

2　铅垂仪的基座或旋转纵轴应与棱镜轴同轴，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坐标互差应小于 3mm。

9.5　导线直接传递测量

9.5.1　导线直接传递测量应按本规范第 3.3 节精密导线测量有关技术要求进行。

9.5.2　导线直接传递测量应独立测量两次，地下定向边方位角互差应小于 12″，平均值中误差为±8″。

9.5.3　导线直接传递测量应符合下列要求：

1　宜采用具有双轴补偿的全站仪，无双轴补偿时应进行竖轴倾斜改正；

2　垂直角应小于 30°；

3　仪器和觇牌安置宜采用强制对中或三联脚架法；

4　测回间应检查仪器和觇牌气泡的偏离情况，必要时重新整平。

9.5.4　导线边长必须对向观测。

9.6　投点定向测量

9.6.1　可在现有施工竖井搭设的平台或地面钻孔上，架设铅垂仪（钢丝）等向井下投点，进行定向测量。投点定向测量所使用投点仪精度不应低于 1/30000。

9.6.2　投测的两点应相互通视，其间距应大于 60m。

9.6.3　架设铅垂仪进行投点定向测量时，应独立进行两次，每次应在基座旋转 120°的三个位置，对铅垂仪的平面坐标各测一测回。架设钢丝时，应独立测量三次，并应按本规范第 9.3.5 条

和第 9.3.6 条的要求测量钢丝的平面坐标。

9.6.4 投点定向测量应按本规范第 3.3 节精密导线测量有关技术要求进行。

9.6.5 投点中误差为±3mm。地下定向边方位角互差应小于 12″，平均值中误差为±8″。

9.7 高程联系测量

9.7.1 高程联系测量应包括地面近井水准测量、高程传递测量以及地下近井水准测量。

9.7.2 测定近井水准点高程的地面近井水准路线，应附合在地面二等水准点上。近井水准测量，应执行本规范第 4.2 节水准测量有关技术要求。

9.7.3 采用在竖井内悬挂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，并应在钢尺上悬挂与钢尺鉴定时相同质量的重锤。

9.7.4 传递高程时，每次应独立观测三测回，测回间应变动仪器高，三测回测得地上、地下水准点间的高差较差应小于 3mm。

9.7.5 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。

9.7.6 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，其测量精度应符合本规范第 4.2 节中的二等水准测量相关技术要求。

10 地下控制测量

10.1 一般规定

10.1.1 地下控制测量包括地下平面控制测量和地下高程控制测量。

10.1.2 地下平面和高程控制测量起算点，应利用直接从地面通过联系测量传递到地下的近井点。

10.1.3 地下平面和高程控制点标志，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、顶板或两侧边墙上。各种标志的形状和埋设位置，可在本规范附录E中选择确定。

10.1.4 贯通面一侧的隧道长度大于1500m时，应在适当位置，通过钻孔投测坐标点或加测陀螺方位角等方法提高控制导线精度。

10.1.5 地下平面和高程控制点使用前，必须进行检测。

10.2 平面控制测量

10.2.1 从隧道掘进起始点开始，直线隧道每掘进200m或曲线隧道每掘进100m时，应布设地下平面控制点，并进行地下平面控制测量。

10.2.2 隧道内控制点间平均边长宜为150m。曲线隧道控制点间距不应小于60m。

10.2.3 控制点应避开强光源、热源、淋水等地方，控制点间视线距隧道壁应大于0.5m。

10.2.4 平面控制测量应采用导线测量等方法，导线测量应使用不低于Ⅱ级全站仪施测，左右角各观测两测回，左右角平均值之和与360°较差应小于4″；边长往返观测各两测回，往返平均值较差应小于4mm。测角中误差为±2.5″，测距中误差为±3mm。

10.2.5 控制点点位横向中误差宜符合下式要求：

$$m_u \leqslant m_\Phi \times (0.8 \times d/D) \qquad (10.2.5)$$

式中 m_u——导线点横向中误差（mm）；

m_Φ——贯通中误差（mm）；

d——控制导线长度（m）；

D——贯通距离（m）。

10.2.6 每次延伸控制导线前，应对已有的控制导线点进行检测，并从稳定的控制点进行延伸测量。

10.2.7 控制导线点在隧道贯通前应至少测量三次，并应与竖井定向同步进行。重合点重复测量坐标值的较差应小于 $30 \times d/D$（mm），其中 d 为控制导线长度，D 为贯通距离，单位均为米。满足要求时，应取逐次平均值作为控制点的最终成果指导隧道掘进。

10.2.8 隧道长度超过 1500m 时，除满足本规范第 10.1.4 条要求外，还宜将控制导线布设成网或边角锁等。

10.2.9 相邻竖井间或相邻车站间隧道贯通后，地下平面控制点应构成附合导线（网）。

10.3 高程控制测量

10.3.1 高程控制测量应采用二等水准测量方法，并应起算于地下近井水准点。

10.3.2 高程控制点可利用地下导线点，单独埋设时宜每 200m 埋设一个。

10.3.3 地下高程控制测量的方法和精度，应符合本规范第 4.2 节中二等水准测量要求。水准线路往返较差、附合或闭合差为 $\pm 8\sqrt{L}$mm。

10.3.4 水准测量应在隧道贯通前进行三次，并应与传递高程测量同步进行。重复测量的高程点间的高程较差应小于 5mm，满足要求时，应取逐次平均值作为控制点的最终成果指导隧道掘进。

10.3.5 相邻竖井间或相邻车站间隧道贯通后，地下高程控制点应构成附合水准路线。

11 暗挖隧道、车站施工测量

11.1 一般规定

11.1.1 暗挖隧道施工测量包括施工导线测量、施工高程测量、车站施工测量、区间隧道施工测量和贯通误差测量等。

11.1.2 施工测量前，应熟悉设计图纸，检核设计数据，并对测量资料进行核对。

11.1.3 暗挖隧道掘进初期，施工测量应以联系测量成果为起算依据，进行地下施工导线和施工高程测量，测量前应对联系测量成果进行检核。

11.1.4 随着暗挖隧道的延伸，应以建立的地下平面控制点和地下高程控制点为依据进行地下施工导线和施工高程测量。

11.1.5 暗挖隧道施工测量应以地下平面控制点或施工导线点测设线路中线和隧道中线，以地下高程控制点或施工高程点测设施工高程控制线。

11.1.6 隧道掘进面距贯通面 60m 时，应对线路中线、隧道中线和高程控制线进行检核。

11.1.7 隧道贯通后，应随即进行平面和高程贯通误差测量。

11.2 施工导线和施工高程测量

11.2.1 施工导线边数不应超过 3 条，总长不应超过 180m。

11.2.2 施工导线点宜设置在线路中线或隧道中线上，也可埋设在其他位置。

11.2.3 施工导线测量技术要求应符合表 11.2.3 规定。

11.2.4 地下施工高程测量应采用水准测量方法，水准点宜每 50m 设置一个。

11.2.5 施工高程测量可采用不低于 DS3 级水准仪和区格式木

制水准尺，并按城市四等水准测量技术要求进行往返观测，其闭合差为$\pm 20\sqrt{L}$mm（L 以千米计）。

表 11.2.3　施工导线测量技术要求

仪器等级（全站仪）	测角中误差（″）	测距中误差（mm）	测回数
Ⅱ	±6	±5	1
Ⅲ	±6	±5	2

11.3　车站施工测量

11.3.1　施工竖井、斜井等地面放样，应测设结构四角或十字轴线，放样后应进行检核。临时结构放样中误差为±50mm，永久结构放样中误差为±20mm。

11.3.2　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。

11.3.3　车站采用分层开挖施工时，宜在各层测设地下控制点或基线，各控制点或基线点的测量中误差为±5mm。有条件时各层间应进行贯通测量。

11.3.4　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为±30mm。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左、右线线路中线点和其他特征点。

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

11.3.6　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。

11.3.7　进行车站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，贯通误差分配时应考虑车站施工现状，下层底板上的线路中线点和水准点调整幅度不宜超过 5mm。

11.3.8 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，其间距误差为 0～+5mm。站台模板高程宜低于设计高程，测设误差为−5～0mm。

11.4 矿山法区间隧道施工测量

11.4.1 线路中线或结构中心线测设应利用地下平面控制点及施工导线点，高程控制线测设应利用地下高程控制点或施工高程点。

11.4.2 线路中线或结构中心线测定宜采用不低于Ⅲ级全站仪，高程控制线宜采用不低于 DS3 级的水准仪测定。隧道每掘进 30～50m应重新标定中线和高程控制线，标定后应进行检查。

11.4.3 曲线隧道施工应视曲线半径的大小、曲线长度及施工方法，选择切线支距法或弦线支距法测设中线点。

11.4.4 利用激光指向仪指导隧道掘进时，应满足下列要求：

1 激光指向仪设置的位置和光束方向，应根据中线和高程控制线设定；

2 仪器设置必须安全牢固，激光指向仪安置距工作面的距离不应小于 30m；

3 隧道掘进中，应经常检查激光指向仪位置的正确性，并对光束进行校正。

11.4.5 采用喷锚构筑法施工时，宜以中线为依据，安装超前导管、管棚、钢拱架和边墙格栅以及控制喷射混凝土支护的厚度，其测量允许误差为±20mm。

11.4.6 采用弦线支距法测设曲线时，与弦线相对应的曲线矢距在下列条件下，应以弦线代替曲线：

1 开挖土方和进行导管、管棚、格栅等混凝土支护施工，矢距不大于 20mm；

2　混凝土结构施工，矢距不大于 10mm。

11.4.7　隧道二衬结构施工测量前应进行贯通测量，相邻车站或竖井间的地下控制导线和水准线路应形成附合线路并进行严密平差。

11.4.8　隧道二衬结构施工测量应符合下列要求：

1　以平差后的地下控制点作为二衬施工测量依据，进行中线和高程控制线测量；

2　在隧道未贯通前必须进行二衬施工时，应采取增加控制点测量次数（联系测量和控制点复测）、钻孔投点以及加测陀螺方位等方法，提高现有控制点的精度，并以其调整中线和高程控制线。同时应预留不小于 150m 长度的隧道不得进行二衬施工，作为贯通误差调整段。待预留段贯通后，应以平差后的控制点为依据进行二衬施工测量。

11.4.9　用台车浇筑隧道边墙二衬结构时，台车两端的中心点与中线偏离允许误差为±5mm。曲线段台车长度与其相应曲线的矢距不大于 5mm 时，台车长度可代替曲线长度。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应小于 5mm。

11.5　盾构法区间隧道施工测量

11.5.1　盾构机始发井建成后，应利用联系测量成果加密测量控制点，满足中线测设、盾构机组装、反力架和导轨安装等测量需要。

11.5.2　始发井中，线路中线、反力架以及导轨测量控制点的三维坐标测设值与设计值较差应小于 3mm。

11.5.3　盾构机姿态测量时，在盾构机上所设置的测量标志应满足下列要求：

1　盾构机测量标志不应少于 3 个，测量标志应牢固设置在盾构机纵向或横向截面上，标志点间距离应尽量大，前标志点应靠近切口位置，标志可粘贴反射片或安置棱镜；

2　测量标志点的三维坐标系统应和盾构机几何坐标系统一致或建立明确的换算关系。

11.5.4　盾构机就位始发前，必须利用人工测量方法测定盾构机的初始位置和盾构机姿态，盾构机自身导向系统测得的成果应与人工测量结果一致。

11.5.5　盾构机姿态测量应满足下列要求：

1　盾构机姿态测量内容应包括平面偏差、高程偏差、俯仰角、方位角、滚转角及切口里程；

2　应及时利用盾构机配置的导向系统或人工测量法对盾构机姿态进行测量，并应定期采用人工测量的方法对导向系统测定的盾构机姿态数据进行检核校正；

3　盾构机配置的导向系统宜具有实时测量功能，人工辅助测量时，测量频率应根据其导向系统精度确定；盾构机始发 10 环内、到达接收井前 50 环内应增加人工测量频率；

4　利用地下平面控制点和高程控制点测定盾构机测量标志点，测量误差应在±3mm 以内；

5　盾构机姿态测量计算数据取位精度要求应符合表 11.5.5 的规定。

表 11.5.5　盾构机姿态测量计算数据取位精度要求

测量内容	取位精度
平面偏差	1mm
高程偏差	1mm
俯仰角	1′
方位角	1′
滚转角	1′
切口里程	0.01m

11.5.6　衬砌环测量要求应满足下列规定：

1　衬砌环测量应在盾尾内完成管片拼装和衬砌环完成壁后注浆两个阶段进行；

2　在盾尾内管片拼装成环后应测量盾尾间隙；

3　衬砌环完成壁后注浆后，宜在管片出车架后进行测量，内容宜包括衬砌环中心坐标、底部高程、水平直径、垂直直径和前端面里程。测量误差为±3mm。

11.5.7　每次测量完成后，应及时提供盾构机和衬砌环测量结果，供修正运行轨迹使用。

11.5.8　盾构法施工测量的控制点宜设置在隧道顶部，其埋设形式见附录E中图E.0.2。

11.6　贯通误差测量

11.6.1　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。

11.6.2　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。

11.6.3　隧道的纵向、横向贯通误差，可根据两侧控制点测定贯通面上同一临时点的坐标闭合差，并应分别投影到线路和线路的法线方向上确定；也可利用两侧中线延伸到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点测定与贯通面相邻的同一导线边的方位角较差确定。

11.6.4　隧道高程贯通误差应由两侧地下高程控制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、车站施工测量

12.1 一般规定

12.1.1 明挖隧道、车站施工测量包括基坑围护结构、基坑开挖和结构施工测量等。

12.1.2 施工前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 施工放样应依据卫星定位点、精密导线点、线路中线控制点及二等水准点等测量控制点进行。

12.1.5 对线路中线控制点的检测方法和精度要求，应执行本规范第7.4节的有关规定。对精密导线点、二等水准点的检测方法和精度要求，应执行本规范第3.3节和第4.2节的有关规定。检测成果与原成果较差：精密导线点应小于10mm、二等水准点应小于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 连续墙的中心线放样中误差应为±10mm；

2 内外导墙应平行于地下连续墙中线，其放样允许误差应为±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与设计中心线的偏差，偏差值应小于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，应依据线路中线控制点或导线点进行，放样允许误差纵向不应大于 100mm、横向为 0～+50mm；

2 桩成孔过程中，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。其横向允许偏差值为 0～+50mm。

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他方法检测边坡坡度，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，应采用附合导线将线路中线引测到基坑底部。基坑底部线路中线纵向允许误差为±10mm，横向允许误差为±5mm。

12.3.4 高程传入基坑底部可采用水准测量方法或光电测距三角高程测量方法。光电测距三角高程测量应对向观测，垂直角观测、距离往返测距各两测回，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应符合本规范第 9.7.6 条相关规定。

12.4 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，放线允许误差应为±10mm。

12.4.2 底板混凝土模板、预埋件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 结构边墙、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两侧线，放样允许偏差为 0～+5mm。

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0～+10mm，中线测量允许误差为±10mm，宽度测量允许误差为－10～+15mm。

12.4.5 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10.2节和第10.3节的有关规定执行。

12.4.6 采用盖挖逆作法的结构施工测量应按下列方法进行：

1 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0～+10mm；

2 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的坐标和高程传递到中板的基坑面上，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，其中线测量允许误差为±10mm，高程允许误差为0～+10mm；

3 底板的施工测量方法同中板，其中线允许误差应为±10mm，高程允许误差应在－10～0mm之内。

12.4.7 采用盖挖顺作法的隧道、车站结构施工测量方法和技术要求应符合暗挖隧道、车站结构的施工测量方法和技术要求。

12.4.8 相邻结构贯通后，应进行贯通误差测量。贯通误差测量的内容和方法应按本规范第11.6节的有关规定执行。

13 高架结构施工测量

13.1 一般规定

13.1.1 高架结构施工测量包括高架桥和高架车站的柱（墩）基础、柱（墩）、柱（墩）上的横梁、横梁上的纵梁等施工测量等。

13.1.2 进行高架线路结构施工测量时，应根据高架线路结构设计图，选择地面施工定线的中线控制点或卫星定位控制点、精密导线点和二等水准点等测量控制点作为起算点。测量前应对起算点进行检核。

13.1.3 当本规范第 13.1.2 条的控制点不能满足放样需要时，应加密控制点，加密控制点的施测应执行精密导线测量和二等水准测量的相关技术要求。

13.1.4 线路高架结构的测量应进行整体布局。分区、分段进行施工时，相邻区段的控制点和相邻结构应进行联测。

13.1.5 相邻结构贯通后，应进行贯通误差测量。贯通误差测量的内容和方法应按本规范第 11.6 节的有关规定执行。

13.2 柱、墩基础放样测量

13.2.1 柱、墩基础放样应依据线路中线控制点或精密导线点进行。放样可采用极坐标法等。放样后应进行检核。

13.2.2 同一里程多柱或柱下多桩组合的基础放样应分别进行，放样后应对柱或桩间的几何关系进行检核。

13.2.3 柱、墩基础放样精度应符合下列要求：

1 横向放样中误差为±5mm；

2 柱、墩间距的测量中误差为±5mm；

3 各跨的纵向累积测量中误差为$\pm 5\sqrt{n}$mm（n 为跨数）；

4 柱下基础高程测量中误差为±10mm。

13.2.4 基础放样后应测设基础施工控制桩，施工控制桩中的一条连线应垂直于线路方向，每条线的两侧应至少测设 2 个控制桩。

13.2.5 柱、墩基础施工时，应以施工控制桩为依据，测定基坑边沿线、基础结构混凝土模板位置线，其位置中误差为±10mm；基底高程、基础结构混凝土面或灌注桩桩顶的高程测量中误差为±10mm。

13.2.6 基础承台施工时，应对其中心或轴线位置、模板支立位置、顶面高程进行测量控制。基础承台中心或轴线位置测量中误差为±5mm、模板支立位置测量中误差为±7.5mm、顶面高程测量中误差为±5mm。

13.3 柱、墩施工测量

13.3.1 柱、墩施工时，应对柱、墩的中心位置、模板支立位置及尺寸、垂直度以及顶部高程等进行检测。柱、墩的中心位置测量中误差为±5mm、模板支立位置及尺寸测量中误差为±5mm、垂直度测量误差为 1‰、顶部高程测量中误差为±5mm。

13.3.2 柱、墩施工测量应满足下列要求：

1 中心或轴线位置应利用施工控制桩或精密导线点进行测设；

2 施工模板位置线应以经纬仪或钢卷尺进行标定，并以墨线标记；

3 模板支立铅垂度可使用经纬仪或吊锤进行测量；

4 高程可采用水准测量方法测定，也可使用钢尺丈量测定，并应在设计高度标记高程线。

13.3.3 柱、墩施工完成后，应按下列要求测定柱、墩顶帽中心坐标和高程：

1 利用线路中线控制点及精密导线点等，将柱、墩的中心独立两次投测到顶部，两次投测较差应小于 3mm；投测后应按本规范附录 F 中图 F.0.1 埋设中心标志，并进行点位坐标的测

量，其实测值与设计值较差应小于 10mm；

2 利用水准仪和悬吊的钢尺，将高程传递到每一个柱、墩顶部的高程点上。高程传递按城市四等水准测量精度要求独立测量两次，其较差应小于 5mm。高程传递示意图见本规范附录 F 中图 F.0.2。

13.4 横梁施工测量

13.4.1 横梁施工前，应对柱（墩）顶部的中心位置、高程及相邻柱距进行检核和调整。依据检核后的控制点进行横梁位置的标定。

13.4.2 横梁现浇前应检测模板支立的位置、方位和高程，其轴线测量中误差为±5mm，结构断面尺寸和高程测量中误差为±1.5mm。

13.4.3 预制梁安装前必须检查其几何尺寸和预埋件位置。

13.5 纵梁施工测量

13.5.1 纵梁架设前应对支承横梁上线路中线点、桥墩跨距和顶帽上的高程进行检测。

13.5.2 当采用混凝土预制纵梁为轨道梁时，拼装梁的中线和高程与线路设计中线和高程的较差应小于 5mm。

13.5.3 采用混凝土现浇纵梁为轨道梁时，应在模板上测设线路中线和高程控制点，其测量误差为±5mm。

14 线路中线调整和结构断面测量

14.1 一 般 规 定

14.1.1 线路中线调整和结构横、纵断面测量应按委托方的技术要求，根据工程情况和具体需要分段进行。

14.1.2 分区、分段施工的土建结构完成后，应及时进行贯通测量、线路中线点的调整测量和高程测量。

14.1.3 线路中线调整后，应根据调整后的测量成果进行隧道、车站和高架桥等的结构横、纵断面测量。

14.1.4 线路中线调整测量和高程测量、结构横、纵断面测量应按下列步骤进行：

1 测设线路中线点必须以区间贯通平差后的施工控制点为起算依据；

2 线路中线点应分段与施工控制点联测并形成附合导线，平差后应对线路中线点依据设计位置进行归化改正；同时，以贯通平差后的高程控制点为依据，施测线路中线点的高程；

3 以归化改正后的线路中线点或贯通平差后的施工控制点为依据，进行线路结构横、纵断面测量；

4 横、纵断面测量数据应及时提交给设计单位，根据设计反馈的意见，对不满足设计要求的数据应进行复核测量；

5 对结构断面超限等引起设计变更的区段，应根据变更后的设计要求按照本条 1～4 款的步骤重新进行线路中线定线，重新进行横、纵断面测量。

14.1.5 线路中线调整及结构横、纵断面测量使用的测量仪器和精度等应与施工控制测量相同。

14.2 线路中线调整测量

14.2.1 线路中线调整测量应使线路的几何关系满足设计要求。

14.2.2 线路中线点进行联测时，联测的附合导线长度不应大于1500m，起算控制点宜选用车站或区间竖井投测的施工控制点，直线段中线点的间距宜为120m；曲线段除曲线要素外，中线点的间距不应小于60m。

14.2.3 对中线点组成的附合导线，应使用不低于Ⅱ级全站仪测量。水平角的左、右角各观测两测回，左、右角平均值之和与360°较差应小于6″；导线边长测量往返测各两测回，测回间较差应小于5mm，往返测平均值较差应小于4mm。

14.2.4 数据处理应采用严密平差，相邻中线点间纵、横向中误差应满足下列要求：

1 直线段：纵向中误差为±10mm，横向中误差为±5mm；

2 曲线段：纵向中误差为±5mm，横向中误差应根据曲线上中线点间距大小区别对待，曲线边长小于60m时，其横向中误差为±3mm；曲线边长大于60m时，其横向中误差为±5mm。

14.2.5 平差后的线路中线应依据设计坐标进行归化改正。对归化改正后的线路中线点的几何关系应重新检测，检测结果与设计值之差应满足下列要求：

1 直线段：实测水平角值与180°之差不应大于8″；

2 曲线段：实测水平角值与设计值之差应根据曲线段线路中线点的间距大小区别对待，当间距小于60m时，其角度值之差不应大于20″；当间距大于60m时，其角度值之差不应大于15″。

14.2.6 归化改正后的线路中线点检测满足要求后，应做好标志并标识清楚。

14.2.7 地下线与高架线间地面联络线的中线调整测量，应以地下线路的出（进）洞点及其线路方向和高架线路起（终）点及其线路方向为依据，进行地面联络线路的中线调整测量。

14.2.8 线路中线调整测量完成后，应按委托方或本规范附录G中表G.0.1格式要求编制线路调整测量成果表。

14.3 结构断面测量

14.3.1 分区、分段施工的线路土建结构工程完成后，应对隧道、车站和高架桥的结构横断面和底板纵断面等进行测量。

14.3.2 结构横断面测量可采用支距法、全站仪解析法、断面仪法、摄影测量等方法。

14.3.3 结构横断面及底板纵断面测量应以贯通平差后的施工平面和高程控制点及调整后的线路中线点为依据，按设计或工程需要进行。直线段每6m、曲线段每5m测量一个横断面和底板高程点，结构横断面变化处和施工偏差较大段应加测断面。

14.3.4 结构横断面测量点的位置，应为建筑限界控制点或设计指定位置的断面点。

14.3.5 采用光面爆破与预裂爆破等方法施工的隧道，对于其不规则断面，除应按本规范第14.3.1条～第14.3.4条相关条款测量外，还应加测隧道突出处的断面和断面上的突出点。

14.3.6 结构横断面测量可采用不低于Ⅲ级全站仪或断面仪等测量设备进行测量。横断面里程中误差为±50mm，断面点与线路中线法距的测量中误差为±10mm，断面点高程的测量中误差为±20mm。

14.3.7 底板纵断面高程点可使用不低于DS3级水准仪测量，里程中误差为±50mm，高程测量中误差为±10mm。

14.3.8 断面测量完成后，应对结构断面测量成果进行检核，结构尺寸异常的断面应现场复测。

14.3.9 结构横断面和底板纵断面测量完成后，应按设计要求的数据格式编制和提供断面测量成果表，或按本规范附录G中的表G.0.2、表G.0.3和表G.0.4编制结构断面测量成果表并绘制相关断面图。

14.4 变更后的线路中线调整测量

14.4.1 结构断面测量后，当结构断面净空不能满足要求，线路设计变更时，应根据变更后的设计文件重新测设变更区段线路中线点。

14.4.2 重新测设的变更区段线路中线点，应与变更区段两端的线路中线联测，并依据测量结果进行归化改正，归化改正后的线路中线点应标识清楚。

14.4.3 变更的线路中线调整测量，应执行本规范第 14.2 节相关规定。

14.4.4 变更区段内结构断面应重新测量，并执行本规范第 14.3 节相关规定。

15 铺轨基标测量

15.1 一般规定

15.1.1 铺轨基标应根据铺轨综合设计图，利用调整好的线路中线点或贯通平差后的控制点进行测设。

15.1.2 铺轨基标测设应对控制基标和加密基标进行测设。基标测设时，应首先测设控制基标，然后利用控制基标测设加密基标。

15.1.3 铺轨基标宜设置在线路中线上，也可设置在线路中线的一侧。

15.1.4 道岔基标应利用控制基标单独测设，道岔基标分为道岔控制基标和道岔加密基标，道岔基标宜设置在道岔直股和曲股的外侧。

15.1.5 控制基标应设置成等高等距，埋设永久标志；加密基标可设置成等距不等高，埋设临时标志。

15.1.6 铺轨基标的标志类型，可按本规范附录 H 中图 H.0.1 和图 H.0.2 进行设计。

15.1.7 铺轨基标应使用不低于Ⅱ级全站仪和 DS1 级水准仪测设。

15.1.8 铺轨基标测设完成后，应按本规范附录 H 中表 H.0.3、表 H.0.4 提交控制基标、加密基标和道岔基标测量成果表。

15.2 控制基标测量

15.2.1 控制基标在线路直线段宜每 120m 设置一个，曲线段除在曲线要素点上设置控制基标外，曲线要素点间距较大时还宜每 60m 设置一个。

15.2.2 控制基标设置在线路中线上时，在直线上，可采用截距

法；在曲线上，曲线要素点的控制基标可直接埋设，其他控制基标利用中线点采用偏角法进行测设。控制基标设置在线路中线一侧时，可依据线路中线点按极坐标法测设。

15.2.3 控制基标的埋设宜按下列步骤进行：

1 埋设基标位置的结构底板上应凿毛处理；

2 依据基标设计值与底板间高差关系埋设基标底座；

3 基标标志调整到设计平面和高程位置，并初步固定。

15.2.4 控制基标埋设完成后，应对其进行检测，检测内容、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、右角各测两测回，左右角平均值之和与 360°较差应小于 6″；距离往返观测各两测回，测回较差及往返较差应小于 5mm；

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 控制基标高程测量应起算于施工高程控制点，按二等水准测量技术要求施测；控制基标高程实测值与设计值较差应小于 2mm，相邻控制基标间高差与设计值的高差较差应小于 2mm；

4 各项限差满足要求后，应进行永久固定。对未满足要求的，应进行平面位置和高程调整，调整后按本条第 1～3 款进行检查，直至满足要求为止。

15.3 加密基标测量

15.3.1 加密基标在线路直线段应每 6m、曲线段应每 5m 设置一个。

15.3.2 直线段加密基标测设方法和限差要求：

1 依据相邻控制基标采用量距法和水准测量方法，逐一测定加密基标的位置和高程；

2 加密基标为等高等距时，其埋设要求应符合本规范第

15.2.3 条的要求；

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：相邻基标间纵向距离误差为±5mm；

2）横向：加密基标偏离两控制基标间的方向线距离为±2mm；

3）高程：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。

15.3.3 曲线段加密基标测设方法和限差要求如下：

1 依据曲线上的控制基标，采用偏角法和水准测量方法，逐一测设曲线加密基标的位置和高程。

2 曲线加密基标为等高等距时，其埋设要求应符合本规范第 15.2.3 条的要求。

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）纵向：相邻基标间纵向误差为±5mm；

2）横向：加密基标相对于控制基标的横向偏差应为±2mm；

3）高程：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。

15.3.4 直线和曲线加密基标测定后，应按本规范第 15.3.2 条和第 15.3.3 条的相关要求进行检测。

15.3.5 加密基标经检测满足各项限差要求后，应进行固定。

15.4 道岔基标测量

15.4.1 道岔基标应依据道岔铺轨设计图，利用控制基标测设道岔控制基标，然后利用道岔控制基标测设道岔加密基标。

15.4.2 各类道岔控制基标应按本规范附录 H 中图 H.0.5、图 H.0.6 和 图 H.0.7 所示，在下列位置进行埋设：

1　单开道岔控制基标应测设在岔头、岔尾、岔心和曲股位置或一侧；

2　复式交分道岔控制基标应测设在长轴和短轴的两端及岔头、岔尾位置或一侧；

3　交叉渡线道岔控制基标应测设在长轴和短轴的两端、岔头、岔尾以及与正线相交的岔心位置或一侧。

15.4.3　道岔控制基标应利用控制基标采用极坐标法测设，测设后应对道岔控制基标间及其与线路中线几何关系进行检测。

15.4.4　道岔控制基标间及其与线路中线几何关系应满足下列要求：

1　道岔控制基标间距离与设计值较差应小于 2mm；

2　道岔控制基标高程与设计值较差应小于 2mm，相邻基标间的高差与设计值较差应小于 1mm；

3　岔心相对于线路中线的里程（距离）与设计值较差应小于 10mm；

4　道岔控制基标与线路中线的距离和设计值较差应小于 2mm；

5　正线与辅助线交角的实测值与设计值较差：单开道岔不应大于 20″，复式交分道岔、交叉渡线道岔不应大于 10″。

15.4.5　道岔控制基标经检测满足各项限差要求后，应埋设永久标志。

15.4.6　道岔加密基标应利用道岔控制基标测设。测设后必须进行几何关系检测，并应满足本规范第 15.3 节中加密基标测设的相关技术要求。

16 磁悬浮和跨座式轨道交通工程测量

16.1 磁悬浮轨道交通工程测量

16.1.1 磁悬浮轨道交通工程测量包括首级控制网、高架结构施工、轨道梁精调控制网、轨道梁精密定位等测量。

16.1.2 首级平面控制网测量应执行本规范第3.2节相关技术规定，且控制点应埋设强制对中标志。

16.1.3 高程控制测量应满足下列要求：

1 高程控制网分两级布设，首级高程控制网布设在地面上，应按国家一等水准测量技术要求施测；二级高程控制网布设在盖梁和轨道梁上，应按国家二等水准测量技术要求施测；

2 高程控制网应布设成附合路线、闭合路线或结点网。

16.1.4 高架结构施工测量应执行本规范第3.3节和第13章的相关技术规定。

16.1.5 轨道梁铺设时应建立精调平面控制网。轨道梁精调平面控制网测量应满足下列要求：

1 轨道梁精调平面控制网应起算于首级平面控制网。分段布设时，每一段两端应至少包含两个首级控制点；相邻段轨道梁精调平面控制网应设立重合点；

2 控制网宜采用边角网的形式进行布设，相邻控制点间应通视；

3 控制点应埋设在盖梁和轨道梁上，并与地面上已有的高架结构施工控制点组成精调控制网；盖梁上控制点的点间距宜为100～150m，地面上的高架结构施工控制点间距宜为350m；

4 控制点应采用强制对中标志；

5 轨道梁精调平面控制网测角中误差为±0.7″，边长测距中误差为±1.0mm；

6　水平角观测宜采用精度DJ05经纬仪，测角9测回；距离测量采用精度不低于$1mm+1\times10^{-6}\times D$的测距仪，光电测距往返观测各两测回；

7　轨道梁精调平面控制网应经常进行检测并进行稳定性评价，检测方法和精度应与初测一致。

16.1.6　轨道梁精密定位测量应满足下列要求：

1　轨道梁定位精度：X、Y、Z的实测值与设计值较差均应小于1mm；

2　轨道梁定位测量起算于布设在轨道梁上的精调控制点，使用前应进行稳定性检测，确认稳定后方可进行轨道梁定位测量；

3　轨道梁精密定位分为基准梁定位和中间梁定位；基准梁和中间梁应交错布置，宜先进行高程定位，然后再进行平面定位；

4　基准梁定位应采用满足定位精度要求的全站仪与水准仪，精确测定轨道梁的三维空间位置，通过调位千斤顶精确定位；中间梁定位应根据游标卡尺等量测出的与基准梁的相对位置数据，利用调位千斤顶精密定位，测量数据应进行温度改正；

5　搁置在盖梁上的轨道梁，应在沉降趋于稳定后定位精调。

16.1.7　车辆运行前，应利用限界检查专用设备，进行建筑限界和设备限界检查测量。

16.2　跨座式轨道交通工程测量

16.2.1　跨座式单轨交通工程测量包括平面和高程控制网、隧道结构施工、高架结构施工、轨道梁架设等测量。

16.2.2　平面和高程控制网应执行本规范第3章、第4章的相关技术规定。

16.2.3　隧道施工测量应执行本规范第11章和第12章的相关技术规定。

16.2.4　高架结构施工测量应执行本规范第13章的相关技术

规定。

16.2.5 轨道梁架设测量应满足下列要求：

1 轨道梁架设前，应对相邻桥墩的跨距、左右线间距和支座位置等进行检查测量。相邻盖梁左（右）线锚箱中心斜距和相邻盖梁左（右）线轨道梁梁端梁缝中心斜距精度：单跨允许偏差为±4mm；多跨允许偏差为$\pm 4\sqrt{n}$mm（n 为跨数）；盖梁左、右线基座板中心距离及其与线路中心距离的允许偏差为±2mm；

2 轨道梁架设前，同时应对成品轨道梁的梁宽、梁高、梁长、走行面垂直度、端面倾斜度、两端面中心线夹角、顶面线形、侧面线形、指形板与梁表面高差和支座位置等进行检测，轨道梁线形精度要求应满足表 16.2.5 的规定；

表 16.2.5 轨道梁线形精度要求

测量项目	允许偏差
梁宽	端部±2mm，中部±4mm
梁高	±10mm
梁长	±10mm
走行面垂直度	±0.5%
端面倾斜度	±0.5%
两端面中心线夹角	±0.5%
顶面线形	整体±L/2500，局部±3mm/4m
侧面线形	整体±L/2500，局部±3mm/4m
指形板与梁表面高差	±2mm
支座位置	±1mm

注：L 表示轨道梁长。

3 轨道梁架设测量应使用全站仪和水准仪进行施测，施测后应进行检查测量。轨道线路中心横向允许偏差为±25mm；轨道梁线间距允许偏差为 0～＋25mm；轨道梁高程允许偏差为－15～＋30mm；轨面超高允许偏差为±7mm；

4 本条 1～3 款中各项测量工作的测量中误差，应为相应允

许偏差的 1/2。

16.2.6 轨道梁架设完成后，应对轨道梁连接处线形和错台进行测量。轨道梁连接处水平线形曲线用 20m 弦长测量的矢距与设计值的允许偏差为±20mm，直线用 4m 弦长测量的横向允许偏差为±5mm；轨道梁竖向线形用 4m 弦长测量的矢距与设计值允许偏差为±5mm；顶面和侧面错台允许偏差为±2mm。测量中误差应为相应允许偏差的 1/2。

16.2.7 现浇梁测量应满足本章第 16.2.5 条和第 16.2.6 条相关技术规定。

16.2.8 道岔安装前，道岔底板及走行轨应满足以下要求：

1 岔前点和岔后点平面位置和高程允许偏差均为±3mm；

2 同组道岔各安装底板的基准中心与放线基准线的垂直允许偏差应为±2mm；

3 同一走行轨的各测点间高差允许偏差为±1mm；

4 相邻走行轨间高差允许偏差为±3mm；

5 相邻走行轨间距允许偏差为±5mm。

16.2.9 道岔安装后，活动端的转辙量允许偏差为±3mm，且直线状态下道岔钢梁应满足本章第 16.2.5 条和第 16.2.6 条相关技术规定。

16.2.10 道岔安装前、后的各项测量中误差，应为相应允许偏差的 1/2。

16.2.11 车辆运行前，应利用限界检查专用设备，进行一般建筑限界和特殊限界检查测量。特殊限界包括站台建筑限界、安全栅栏建筑限界、安全门建筑限界、屏蔽门建筑限界、道岔建筑限界、信号机建筑限界、接触线限界、接底板限界及综合管线等其他设施限界。

17 设备安装测量

17.1 一般规定

17.1.1 设备安装测量主要包括接触轨、接触网、隔断门、行车信号标志、线路标志、车站装饰及屏蔽门等安装测量。

17.1.2 编制安装测量方案应依据设备安装设计图，方案编制完成经审核批准后实施。

17.1.3 设备安装测量精度及限差应按相关设备安装技术要求确定。

17.1.4 安装完成后必须进行检查，确保设备不侵入限界。

17.2 接触轨、接触网安装测量

17.2.1 接触轨、接触网的放样测量，应利用铺轨基标或线路中线点进行。

17.2.2 采用极坐标方法确定接触轨（网）的平面位置，采用水准测量或光电测距三角高程方法测定接触轨（网）支架高程。

17.2.3 安装后应对接触轨、接触网与轨道或线路中线的几何关系进行检查，其安装允许偏差应满足现行国家标准《地下铁道工程施工及验收规范》GB 50299 的相关要求。

17.2.4 接触轨安装包括底座和轨条安装，轨条与相邻走行轨道的平面距离测量允许偏差为±6mm，高程测量允许偏差为±6mm。

17.2.5 隧道外接触网安装应包括支柱、硬横跨钢梁、软横跨钢梁和定位装置的安装定位；隧道内接触网安装应包括支撑结构的底座、定位臂、弹性支撑以及接触悬挂等，安装定位测量误差应为安装允许偏差的 1/2。

17.3 隔断门安装测量

17.3.1 隔断门安装测量，应根据隔断门施工设计图并利用铺轨基标及贯通调整后的线路中线控制点对隔断门中心的位置、轴线及高程进行放样。

17.3.2 隔断门门框中心与线路中线的横向偏差为±2mm，门框高程与设计值较差应不大于3mm，平面放样测量中误差为±1mm、高程放样测量中误差为±1.5mm。

17.3.3 隔断门导轨支撑基础的高程应采用水准测量方法测定，其与设计高程的较差应不大于2mm，高程放样测量中误差为±1mm。

17.4 行车信号与线路标志安装测量

17.4.1 行车信号安装测量主要包括自动闭塞的信号灯支架和停车线标志的放样测量，其里程位置允许误差为±100mm，放样测量中误差为±50mm。

17.4.2 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、曲线要素标志和道岔警冲标位置的测设。线路标志应测定在隧道右侧距轨面1.2m高处边墙上或标定在钢轨的轨腰上，其里程允许误差为±100mm，轨腰上标志里程允许误差为±5mm，线路标志放样里程测量中误差分别为±50mm、±2.5mm。

17.4.3 安装的信号标志和线路标志，必须确保其外沿不侵入限界。

17.4.4 钢轨轨腰上的线路标志，应在整体道床施工和无缝钢轨锁定完毕后进行标定。

17.5 车站站台及屏蔽门安装测量

17.5.1 车站站台测量应包括站台沿位置和站台大厅高程测量。测量工作应根据施工设计图和有关施工规范的技术要求进行。

17.5.2 车站站台沿测量应利用车站站台两侧铺轨基标或线路中线点进行测设，其与线路中线距离允许偏差为 0～＋3mm。

17.5.3 站台大厅高程应根据铺轨基标或施工控制水准点，采用水准测量方法测定，其高程允许偏差为±3mm。

17.5.4 车站屏蔽门安装应根据施工设计图和车站隧道的结构断面进行，并应利用站台两侧的铺轨基标或线路中线点放样屏蔽门在顶、底板的位置，其实测位置与设计较差不应大于 10mm。

18 变形监测

18.1 一般规定

18.1.1 本章适用于城市轨道交通工程建设和运营阶段结构自身及周边环境的变形监测。

18.1.2 变形监测方案应根据变形体特点以及岩土条件、埋深和结构特点、支护类型、开挖方式、建筑场地变形区内环境状况和设计要求等因素制定，并应包括变形体和环境条件发生异常时的应急变形监测方案。

18.1.3 变形监测工作应按全线或各施工段开工时间、工程进度以及工程需要适时开展。

18.1.4 变形监测应包括如下项目：

1 施工阶段包括支护结构、结构自身以及变形区内的地表、建筑、管线等周边环境；

2 运营阶段包括受运营或周边建设影响的轨道、道床、建筑结构和受运营影响的地表、建筑、管线等周边环境。

18.1.5 变形监测可采用几何测量、物理传感器测量、卫星定位测量、近景摄影测量和三维激光扫描等方法。

18.1.6 变形监测网应由基准点、工作基点和变形监测点组成，变形监测控制网应由基准点和工作基点组成。

18.1.7 变形监测点可按本规范附录J中图J.0.2的类型和埋设形式在变形体上能反映出变形特征的部位埋设。变形监测点应埋设牢固并标识清楚。易遭毁坏部位的变形监测点应加设保护装置。

18.1.8 变形监测的等级划分、精度要求和适用范围应符合表18.1.8的规定。

表 18.1.8　变形监测的等级划分、精度要求和适用范围

变形监测等级	垂直沉降监测		水平位移监测	适用范围
	变形点的高程中误差（mm）	相邻变形点高差中误差（mm）	变形点的点位中误差（mm）	
Ⅰ	±0.3	±0.1	±1.5	线路沿线对变形特别敏感的超高层、高耸建筑、精密工程设施、重要古建筑等以及有高精度要求的监测对象
Ⅱ	±0.5	±0.3	±3.0	线路沿线对变形比较敏感的高层建筑、地下管线；建设工程的支护、结构，隧道拱顶下沉、结构收敛和运营阶段结构、轨道和道床以及有中等精度要求的监测对象
Ⅲ	±1.0	±0.5	±6.0	线路沿线一般多层建筑、地表及施工和运营中的次要结构等以及有低等精度要求的监测对象

注：变形点的高程中误差和点位中误差是相对最近变形监测控制点而言。

18.1.9　变形监测应满足下列主要技术要求：

1　水平位移监测的主要技术要求和监测方法应符合表 18.1.9-1 的规定；

表 18.1.9-1　水平位移监测的主要技术要求和监测方法

等级	变形点的点位中误差（mm）	坐标较差或两次测量较差（mm）	主要监测方法
Ⅰ	±1.5	2	坐标法（极坐标法、交会法等）或基准线法、投点法等
Ⅱ	±3.0	4	
Ⅲ	±6.0	8	

2　垂直沉降监测，应构成附合、闭合路线或结点网，其主要技术要求和主要监测方法应符合表 18.1.9-2 的规定。

表 18.1.9-2　垂直沉降监测主要技术要求和监测方法

等级	高程中误差（mm）	相邻点高差中误差（mm）	往返较差，附合或环线闭合差（mm）	主要监测方法
Ⅰ	±0.3	±0.1	$0.15\sqrt{n}$	水准测量
Ⅱ	±0.5	±0.3	$0.30\sqrt{n}$	水准测量
Ⅲ	±1.0	±0.5	$0.60\sqrt{n}$	水准测量

注：n 为测站数。

18.1.10　使用传感器进行变形监测，同等级观测的仪器精度不应低于几何测量仪器。变形监测点监测精度不应低于表 18.1.8 的要求。

18.1.11　在变形监测过程中，变形体的变形量、变形速率等发生显著变化时，应及时调整变形监测方案，进行实时监测。

18.1.12　地上和地下都进行变形监测时，应同步进行监测工作。

18.1.13　对每单元变形体进行不同周期变形监测时，应在基本相同的环境下采用相同的观测路线和观测方法，使用相同的仪器和设备，并应固定观测人员。

18.1.14　观测记录中还应包括对施工现状、荷载变化、岩土条件、气象等情况的简单描述。

18.1.15　首次观测应独立观测 2 次，两次观测较差应满足本章第 18.1.9 条的要求，并取平均值作为初始值。

18.1.16　变形监测中应根据气象条件、施工进度和施工环境等状况对监测成果进行综合分析。定期对监测控制网的稳定性进行检测。各周期观测前应对选用的基准点、工作点进行检测。

18.2　监测控制网测量

18.2.1　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可采用导线网、三角网、边角网、基准线和卫星定位等形式或方法，当采用基准线控制时，基准线上必须设立检核点；

2　基准点应埋设在变形区外，按变形监测精度要求可建造

具有强制对中标志的观测墩，也可采用对中误差小于 0.5mm 的光学对中装置。水平位移监测控制网的基准点不应少于 3 个。

18.2.2 垂直沉降监测控制网的布设应符合下列要求：

1 垂直沉降监测控制网宜与城市轨道交通工程高程系统一致；

2 垂直沉降监测控制网可采用几何水准测量、光电测距三角高程测量、静力水准测量等方法。采用几何水准测量、光电测距三角高程测量时，应布设成闭合、附合或结点网；

3 垂直沉降监测控制网基准点不应少于 3 个，基准点可按本规范附录 B 中图 B.0.1、图 B.0.2、图 B.0.3 埋设在变形区外的基岩露头上、密实的砂卵石层或原状土层中，也可埋设在稳固建筑的墙上。受条件限制时，在变形区内也可按本规范附录 J 中图 J.0.1 埋设深层金属管基准点，金属管底应在变形影响深度以下。

18.2.3 采用导线网或边角网时，水平位移监测控制网主要技术要求应符合表 18.2.3 的规定。

表 18.2.3 水平位移监测控制网主要技术要求

等级	相邻基准点的点位中误差（mm）	平均边长（m）	测角中误差（″）	最弱边相对中误差	全站仪标称精度	水平角观测测回数	距离观测测回数	
							往测	返测
Ⅰ	±1.5	150	±1.0	≤1/120000	±1″，±(1mm+1×10^{-6}×D)	9	4	4
Ⅱ	±3.0	150	±1.8	≤1/70000	±2″，±(2mm+2×10^{-6}×D)	9	3	3
Ⅲ	±6.0	150	±2.5	≤1/40000	±2″，±(2mm+2×10^{-6}×D)	6	2	2

18.2.4 采用水准测量方法时，垂直沉降监测控制网主要技术要求应符合表 18.2.4-1、表 18.2.4-2 的规定。

表 18.2.4-1　垂直沉降监测控制网主要技术要求

等级	相邻基准点高差中误差(mm)	测站高差中误差(mm)	往返较差、附合或环线闭合差(mm)	检测已测高差之较差(mm)
Ⅰ	±0.3	±0.07	$\pm 0.15\sqrt{n}$	$0.2\sqrt{n}$
Ⅱ	±0.5	±0.15	$\pm 0.30\sqrt{n}$	$0.4\sqrt{n}$
Ⅲ	±1.0	±0.30	$\pm 0.60\sqrt{n}$	$0.8\sqrt{n}$

注：n 为测站数。

表 18.2.4-2　水准观测主要技术要求

等级	仪器型号	水准尺	视线长度(m)	前后视距差(m)	前后视距累计差(m)	视线离地面最低高度(m)	基、辅分划读数较差(mm)	基、辅分划读数所测高差较差(mm)
Ⅰ	DS05	铟瓦	≤15	≤0.3	≤1.0	0.5	≤0.3	≤0.4
Ⅱ	DS05	铟瓦	≤30	≤0.5	≤1.5	0.3	≤0.3	≤0.4
Ⅲ	DS1	铟瓦	≤50	≤1.0	≤3.0	0.3	≤0.5	≤0.7

18.2.5　采用其他方法布设监测控制网时，在满足相邻基准点精度要求下，其主要技术要求应符合本规范和相关技术规范的要求。

18.3　结构施工变形监测

18.3.1　各城市或地区在结构施工期间的变形监测内容，应根据具体情况在表 18.3.1 所列主要项目中选择：

表 18.3.1　结构施工期间变形监测主要内容

监测项目		监测内容	主要监测仪器
必测项目	支护结构	护坡桩、连续墙、土钉墙的变形以及支撑轴力监测等	全站仪、水准仪、测斜仪、轴力计等
	建筑	建筑变形、隧道拱顶下沉和净空水平收敛、高架结构的柱（墩）沉降和梁的挠度监测等	全站仪、水准仪、收敛计、测斜仪等
	周边环境	施工变形区内建筑、地表、管线变形监测等	全站仪、水准仪、测斜仪、位移计等

续表 18.3.1

监测项目		监测内容	主要监测仪器
选测项目	支护结构	支护和衬砌应力、锚杆轴力监测等	应变片、应变计、锚杆测力计等
	建筑	混凝土应力、钢筋内力及外力监测等	应变片、应变计、钢筋计等
	其他	地基回弹、围岩内部变形、围岩压力、围岩弹性波速测试、分层地基土沉降、爆破震动、孔隙水压力等	位移计、压力盒、波速仪、爆破震动测试仪、孔隙水测压计等

18.3.2 水平位移监测的方法可采用交会法、导线测量、极坐标法、小角法、基准线法等。

18.3.3 垂直沉降监测可采用几何水准测量、静力水准测量等方法。

18.3.4 使用物理传感器进行变形监测应选用本章表 18.3.1 中相应仪器，并按仪器操作要求进行作业。

18.3.5 结构变形监测工作应从施工前开始，直至稳定终止。变形监测中应遵守下列规定：

1 监测前应对施工现场岩土变化和工程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、地震等对变形体稳定可能产生影响时应增加观测次数；

4 根据变形体的变形趋势，应及时适当调整观测周期。

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

18.3.7 隧道拱顶下沉、净空水平收敛和地表沉降等监测点，应按本规范附录 J 中图 J.0.3 在同一断面内布设。纵断面间距宜为 10～50m，监测点横向间距宜为 2～10m。

18.3.8 隧道内各项变形监测项目的监测频率，宜根据变形速度和变形量的大小以及施工状况，按表 18.3.8 的要求选择。

表 18.3.8 监测频率

变形速度 W (mm/d)	监测频率	施工状况	
		喷锚暗挖法	盾构掘进法
$W>10$	每天 2 次	距工作面 1 倍洞径	距盾尾 1 倍洞径
$5<W\leqslant10$	每天 1 次	距工作面 1～2 倍洞径	距盾尾 1～2 倍洞径
$1<W\leqslant5$	每 2 天 1 次	距工作面 2～5 倍洞径	距盾尾 2～5 倍洞径
$W\leqslant1$	7～14 天 1 次	距工作面>5 倍洞径	距盾尾>5 倍洞径

18.4 施工阶段沿线环境变形监测

18.4.1 施工阶段沿线环境变形监测包括下列主要对象和内容：

1 线路地表沉降观测；

2 变形区内燃气、热力和大直径给水、排水等主要管线变形监测；

3 变形区内高层、超高层、高耸建筑、古建筑、桥梁、铁路、经鉴定的危房等变形监测。

18.4.2 变形监测可采用本规范第 18.3.2～18.3.4 条中的相应方法。

18.4.3 隧道上的地表沉降监测点应与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监测点，地表监测点纵横向布置宜符合表 18.4.3 的规定。

表 18.4.3 地表沉降监测点纵横向布置要求 (m)

隧道埋设深度 H	监测点纵向布置		监测点横向布置	
	点间距	横断面间距	点间距	断面宽度
$H>2B$	7～20	20～50	7～10	$>2H+B$
$B<H<2B$	5～15	10～20	5～7	$>2H+B$
$H<B$	3～10	10	2～5	$>2H+B$

注：B 为隧道开挖宽度。

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

18.4.5 在变形区内的燃气、大直径给水、排水、热力管线等观测体上应埋设监测点。如不能在变形体上直接设点，可在管线周围土体中埋设监测点，通过对周围土体变形监测，确定管线变形情况。

18.4.6 对线路两侧变形区内高层、超高层、高耸建筑、古建筑、桥梁、铁路等进行沉降观测时，观测点应根据其结构特点埋设在能明显反映建筑变形敏感的部位，标志点应和建筑外观协调一致。

18.4.7 环境变形监测应在施工（包括降水）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）处开始第二次观测，直到土建结构完工及观测对象稳定后结束。环境变形监测宜与隧道内变形监测同步进行。

18.4.8 隧道穿越地面建筑、铁路、桥梁、管线时，应在施工全过程中对隧道自身和穿越体进行监测，对穿越物体不能直接进行监测时，应增加对其周围土体的变形监测。监测点埋设范围：宽度为距地铁线路中心两侧各 2 倍洞径，长度为地铁最近结构边墙至穿越体前后距离为 $H+h$（H 为隧道埋深，h 为隧道高度）的范围。

18.5 运营阶段变形监测

18.5.1 在运营阶段，属于下列条件之一的应对相关线路或周边环境进行变形监测：

1 施工阶段的观测对象仍未稳定，需要继续进行观测的项目；

2 不良岩土条件和特殊岩土条件的地区（段）；

3 地面沉降变化大的城市或地区的轨道交通线路；

4 临近线路两侧进行建设施工的地段；

5 新建线路和既有线路衔接、交叉、穿越的地段；

6　新建线路穿越地下工程和大型管线的地段；

7　地震、列车振动等外力作用对线路产生较大影响的地段。

18.5.2　变形监测对象应包括现有线路轨道、道床和隧道、高架结构、车站等建筑以及受线路运营影响的周边环境变形区内的道路、建筑、管线、桥梁等。

18.5.3　运营阶段的变形监测方案应根据本规范第 18.5.1 条的要求制定。变形监测方案应包括施工阶段延续的和新增加的变形监测项目，延续项目的观测数据应保持其连续性。

18.5.4　延续的施工阶段变形监测项目，应继续利用原变形监测控制点对变形点进行观测。控制点和变形点被破坏时应进行恢复。

18.5.5　新增变形监测项目应按本规范第 18.2.1 条和第 18.2.2 条的规定埋设监测点，新增变形监测项目宜利用施工阶段布设的变形监测控制点，也可在远离变形区的出入口、横通道、通风竖井和车站、区间隧道等稳定的建筑结构上埋设新的控制点。

18.5.6　变形监测精度要求和作业方法执行本规范第 18.1～18.4 节的相关规定。

18.6　资料整理与信息反馈

18.6.1　对变形监测数据应及时进行检查、整理并填写报表、绘制变形体的时态等曲线图，按本规范附录 J 中图 J.0.4 绘制变形与施工开挖工作面距离关系图等。

18.6.2　监测结果分析应根据时态曲线形态，选择与实测数据拟合较好的函数进行回归分析，并结合变形体和施工环境现状预测变形体的变形趋势，为判断变形体以及施工环境的安全提供依据。

18.6.3　对变形监测数据应进行单独项目分析和多项目的综合分析，并应定期向委托方等单位提交阶段变形监测的各种图表和变形趋势分析报告。

18.6.4　建筑的允许变形值应根据设计要求和相关规范确定。当

实测变形值大于允许变形值的 2/3 时，应及时上报，并应启动应急变形监测方案。

18.6.5 变形监测应满足信息化施工和管理的要求，并应建立变形监测信息数据库。

18.6.6 变形监测工作结束后应提交下列资料：

1 变形监测成果表；

2 变形监测点位置图；

3 变形体变形量随时间、荷载等变化的时态曲线图；

4 变形监测技术报告。

19 竣 工 测 量

19.1 一 般 规 定

19.1.1 竣工测量主要包括：线路轨道竣工测量；区间、车站和附属建筑结构竣工测量；线路沿线设备竣工测量；地下管线竣工测量。

19.1.2 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一致。

19.1.3 竣工测量时，应收集已有的测量资料并进行实地检测；对符合要求的测量资料应充分利用，对不符合要求的测量资料应重新测量。测量方法和精度要求应与施工测量相同，并应按实测的资料编绘竣工测量成果。

19.1.4 竣工测量成果资料应满足城市轨道交通工程竣工测量与验收的要求。

19.1.5 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。

19.2 线路轨道竣工测量

19.2.1 线路轨道竣工测量应包括铺轨基标和轨道铺设竣工测量。

19.2.2 在隧道内应以控制基标为起始数据，在地面应以地面控制点或控制基标为起始数据，进行线路轨道竣工测量。控制基标或地面控制点发生变化时，应重新进行控制测量，并以新的控制测量成果作为起始数据。

19.2.3 铺轨基标竣工测量应在道床铺设之后进行，宜主要检测

控制基标间的夹角、距离和高程，其测量方法和精度要求应按照本规范第 15 章的有关技术要求执行，并应按本规范附录 K 中表 K.0.1 编制控制基标竣工测量成果表。

19.2.4 线路轨道竣工测量应在线路轨道锁定后，采用轨道尺对轨道与铺轨基标的几何关系和轨距进行测量。直线段应测量右股钢轨至铺轨基标间的距离和高程以及两股钢轨间的轨距和水平，曲线段还应加测轨距加宽量和外轨对内轨的超高量。轨道距铺轨基标或线路中心线的允许偏差为±2mm，轨道高程允许偏差为±1mm，轨距允许偏差为－1mm～＋2mm，左、右轨的水平允许偏差为±1mm。测量中误差应为允许偏差的 1/2。

19.2.5 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道岔轨道的位置、距离、高程以及轨距。道岔岔心里程位置允许偏差为±15mm，轨顶全长范围内高低差应小于 2mm，道岔轨道的高程、水平、轨距以及距铺轨基标距离的允许偏差应符合本规范第 19.2.4 条相关技术要求。

19.3 区间、车站和附属建筑结构竣工测量

19.3.1 区间、车站和附属建筑结构竣工测量应包括：

1 区间隧道、高架桥、车站结构净空横断面的竣工测量；

2 区间隧道、高架桥、车站结构及附属建筑竣工测量。

19.3.2 对已有的区间隧道、高架桥、车站等结构断面测量成果进行外业抽检测量时，应以铺轨基标为依据，抽检比例应不少于 30%。对符合要求的断面测量资料应作为竣工测量成果，对不符合要求的测量资料应重新测量，并按实测的资料编绘断面竣工测量成果。

19.3.3 抽检的横断面测点数量、位置、测量方法和精度，应执行本规范第 14.3 节的相关规定，检测值与原测值较差不应大于 25mm。

19.3.4 区间隔断门结构竣工测量，应以隔断门前、后控制基标为基准，按本规范附录 K 中图 K.0.2 进行隧道瓶颈口 A-A、B-

B、C-C、D-D 四个断面的测量，测量允许误差为±10mm。

19.3.5 区间隧道、高架桥、车站结构及附属建筑竣工测量应包括内容：

1 地下区间隧道和地下车站及附属设施的内侧平面位置、高程和结构尺寸，并调查结构厚度；

2 高架桥、高架车站及其柱（墩）的平面位置、高程、结构尺寸以及主要角点距相邻建筑的距离；

3 车站出入口、通道和区间风道结构的平面位置、高程和结构尺寸。

19.3.6 地下区间隧道和地下车站及附属设施的结构厚度，宜根据地下施工测量成果或设计资料确定。

19.4 线路沿线设备竣工测量

19.4.1 线路沿线设备竣工测量应包括接触轨、接触网、风机以及行车信号与线路标志等主要设备的竣工测量。

19.4.2 接触轨、接触网竣工测量，应以铺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 K 中图 K.0.3 量测接触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 K 中表 K.0.4 填写竣工测量记录。接触轨和接触网平面允许偏差分别为±6mm、±10mm，高程允许偏差分别为±6mm、±10mm，测量中误差应为允许偏差的 1/2。

19.4.3 风机和风管位置竣工测量，应对其轴线、消声墙以及风管与线路轨道立体相交处主要部位进行测量。

19.4.4 行车信号与线路标志竣工测量，应包括其里程、与轨道的水平距离和高差测量；岔区的警冲标，应测定其到辙岔中心的距离以及与两侧钢轨的垂距。测量精度应符合本规范第 17.4 节相关技术要求。

19.4.5 车站站台两侧边墙广告箱等与轨道之间的水平距离和高差应进行测量，测量中误差应为±10mm。

19.5 地下管线竣工测量

19.5.1 地下管线竣工测量包括施工拆迁、改移、复原的现有管线和新建管线的竣工测量等。

19.5.2 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或衔接点、折点、分支点、交叉点、变坡点的管线（或管沟）中心以及每个检查井中心、小室轮廓角点的坐标和高程，实测管径、结构尺寸和管底或管外顶的高程；

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，并应测量管线点与临时参考点的相对关系；覆土后应统一测定临时参考点的位置，并应换算出管线的实际坐标和高程；

3 测量仪器、测量方法和精度要求应执行本规范第 6 章有关规定。

19.5.3 竣工测量完成后应分类别、分区段提交下列资料：

1 管线测量成果表；

2 管线平面综合图；

3 管线纵断面图；

4 小室大样图；

5 管线竣工测量技术报告。

19.6 磁悬浮和跨座式轨道交通工程竣工测量

19.6.1 磁悬浮轨道交通工程竣工测量应符合下列要求：

1 轨道梁竣工测量应利用轨道梁精调平面控制网和二级高程控制网并依据相关验收标准进行。测量误差应为允许偏差的 1/2。

2 除轨道梁以外的主体结构和附属设施等竣工测量，应执行本章的相关技术规定。

19.6.2 跨座式轨道交通工程竣工测量应符合下列要求：

1 轨道梁竣工测量应利用卫星定位网或精密导线网、高程

控制网并依据相关验收标准进行。测量误差应为允许偏差的1/2。

2 除轨道梁以外的主体结构和附属设施等竣工测量，应执行本章的相关技术规定。

20 测量成果资料验收

20.0.1 城市轨道交通工程测量成果，应在作业单位检查合格的基础上，由业主单位组织实施验收。

20.0.2 城市轨道交通工程测量成果的验收应符合现行行业标准《测绘产品质量检查验收规定》CH 1002 的要求，验收的依据应为工程合同、经批准的技术设计书及有关技术标准。

20.0.3 城市轨道交通工程设计阶段、施工阶段、竣工阶段的测量成果应分期进行验收。

20.0.4 提交验收的测量成果资料应包括下列内容：

1 委托书或合同书、任务书；

2 技术设计书；

3 所利用的坐标和高程起算数据文件及来源证明、测量仪器的鉴定证书和检验、校准记录；

4 测量观测的原始记录、计算资料和测量成果；

5 技术报告书；

6 测量单位质量检查报告。

20.0.5 测量成果的验收应符合下列要求：

1 成果资料齐全、正确；

2 测量符合有关技术标准及技术设计的要求，重要技术方案变更应提供充分的论证说明材料并经批准；

3 使用的已知成果资料应具备有效性；

4 测量的各项原始记录应真实、可靠；

5 测量仪器应鉴定和检校合格，并存有记录；

6 测量成果应进行检校，并签注齐全；

7 测量技术报告书内容齐全。

20.0.6 测量成果验收内业抽查不应少于 10%，外业复测不应

少于5%。

20.0.7 测量成果验收结论分别是：批合格、批不合格。对批不合格的测量成果资料要退回作业单位返工，返工完成后应重新组织验收。

20.0.8 验收成果的提交应符合下列要求：

1 验收合格的测量成果应及时归档；

2 归档提交的测量成果应包括本章第20.0.4条规定的全部成果资料和验收报告书；

3 验收报告书的内容及格式，应符合现行行业标准《测绘产品质量检查验收规定》CH 1002的相关要求。

附录 A　地面平面控制测量

A. 0. 1　卫星定位控制点标石埋设见图 A. 0. 1。

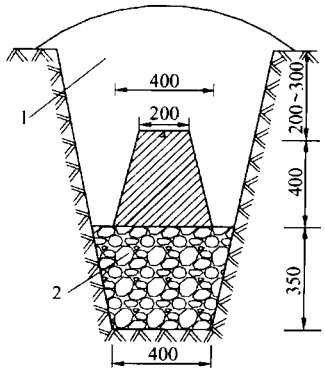


图 A. 0. 1　卫星定位控制点土中标石埋设（单位：mm）

1—土；2—捣固之土石层

A. 0. 2　卫星定位控制点岩石标石埋设见图 A. 0. 2。

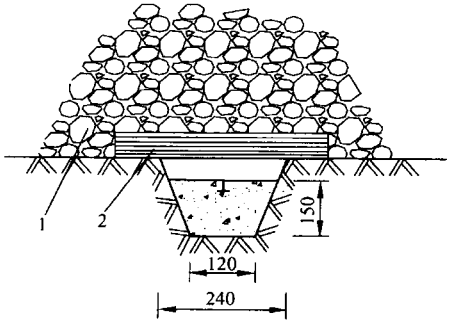


图 A. 0. 2　卫星定位控制点岩石标石埋设（单位：mm）

1—石块；2—保护盖

A.0.3 卫星定位楼顶控制点标石埋设见图 A.0.3。

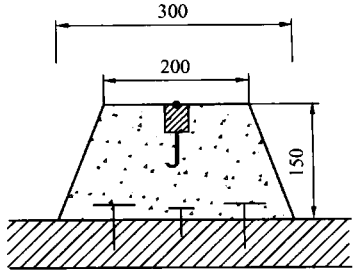


图 A.0.3 卫星定位楼顶控制点标石埋设（单位：mm）

A.0.4 卫星定位控制点觇标见图 A.0.4。

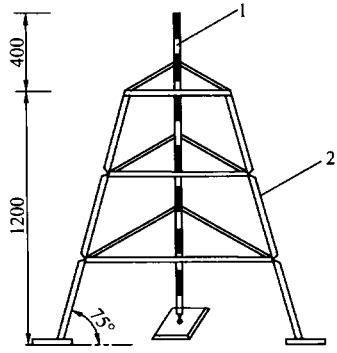


图 A.0.4 卫星定位控制点觇标（单位：mm）

1—照准杆；2—ϕ50 钢管或 50×50 角钢

A.0.5 卫星定位外业观测手簿格式见表 A.0.5。

表 A.0.5 卫星定位外业观测手册手簿

_____线卫星定位外业观测手簿

观测者姓名_____ 日 期____年____月____日

测 站 名_____测站号_____时段号_____

天 气 状 况_____

测站近似坐标：

经度：E ° ′

纬度：N ° ′

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_____
2. 接收卫星信号_____
3. 信噪比（SNR）_____
4. 故障情况_____

备 注：

A.0.6 卫星定位控制点点之记见表 A.0.6。

表 A.0.6 卫星定位控制点点之记

____年____月____日　　记录：_____　　校对：_____

<table>
<tr><td rowspan="2">点名及种类</td><td rowspan="2">卫星定位点</td><td>名</td><td rowspan="2">标石说明（单、双层、类型、旧点）</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>号</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="4">相邻点（名、号、里程、通视否）</td></tr>
<tr><td>所在地</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td colspan="5">（略图）</td></tr>
<tr><td>备注</td><td colspan="4"></td></tr>
</table>

A.0.7 全站仪的分级标准见表 A.0.7。

表 A.0.7 全站仪的分级标准

级　别	测角中误差（″）	测距中误差（mm）
Ⅰ	≤±1	$1+1\times D$
Ⅱ	≤±2	$3+2\times D$
Ⅲ	≤±6	$5+5\times D$

注：D 是测距边长，以千米为单位。

A. 0. 8 精密导线点标石埋设见图 A. 0. 8。

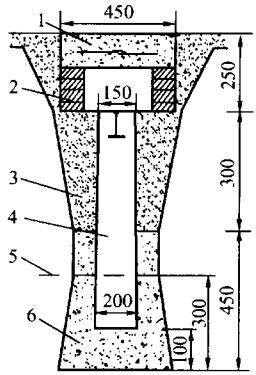


图 A. 0. 8 精密导线标石埋设（单位：mm）

1—盖；2—砖；3—素土；4—标石；5—冻土线；

6—混凝土

附录 B　地面高程控制测量

B. 0. 1　混凝土水准点标石埋设见图 B. 0. 1。

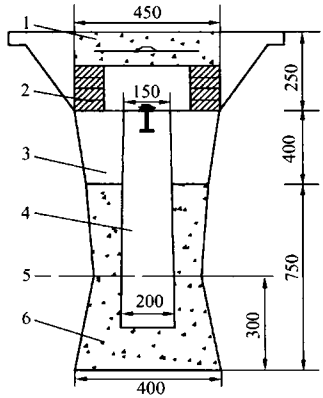


图 B. 0. 1　混凝土水准点标石埋设（单位：mm）
1—盖；2—砖；3—素土；4—标石；5—冻土线；6—混凝土

B. 0. 2　墙脚水准点标志埋设见图 B. 0. 2。

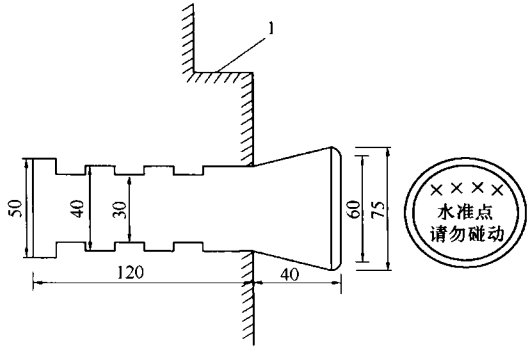


图 B. 0. 2　墙脚水准点标志埋设（单位：mm）
1—墙面

B.0.3 岩石水准点标石埋设见图 B.0.3。

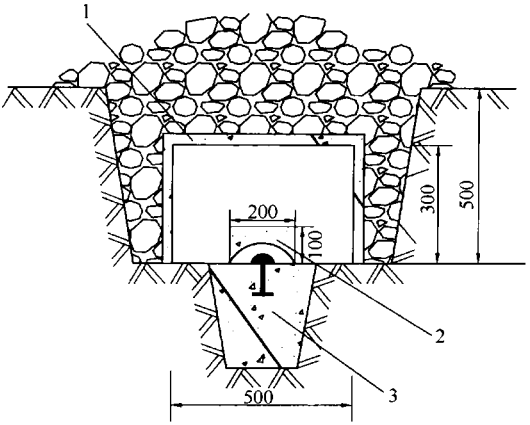


图 B.0.3 岩石水准点标石埋设（单位：mm）

1—混凝土盖板；2—混凝土盖板；3—混凝土

B.0.4 深桩水准点标志埋设见图 B.0.4。

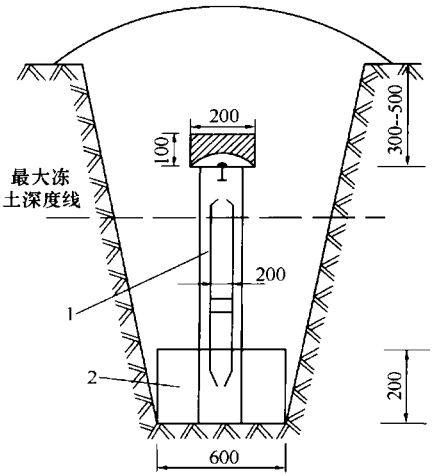


图 B.0.4 深桩水准点标志埋设（单位：mm）

1—混凝桩；2—混凝土桩座

附录C　线路定线测量

C.0.1　定线测量成果表见表C.0.1。

表C.0.1　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：_____　校核：_____　_____年_____月_____日

C.0.2 定线测量交接桩书见表C.0.2。

表C.0.2 定线测量交接桩书

_____线定线测量交接桩书

线路中线（控制）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，接桩单位接桩后应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）_____

接桩单位名称_____（代表签字）_____

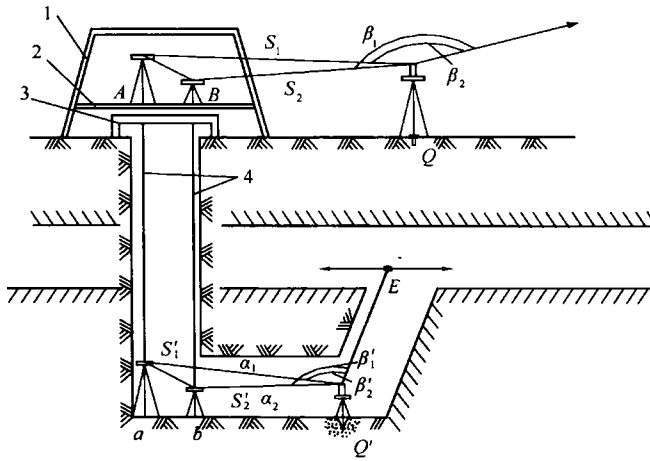
监理单位名称_____（代表签字）_____

设计单位名称_____（代表签字）_____

附件：线路定线测量成果表

附录D　陀螺经纬仪、铅垂仪组合定向图

D.0.1　陀螺经纬仪、铅垂仪组合定向见图D.0.1。



图D.0.1　陀螺经纬仪、铅垂仪组合定向图

1—井架；2—仪器台；3—井台；4—视线

Q——地面上近井点；

Q'——地下近井点；

A、B——铅垂仪位置；

a、b——井底测量点位；

β_1、β_2——地面观测角度；

β'、β'_2——地下观测角度；

S_1、S_2——地面测量距离；

S'_1、S'_2——地下测量距离；

α_1、α_2——陀螺方位角；

$Q'E$——地下方位角起算边。

附录 E　地下平面和高程测量

E.0.1　隧道底板上施工控制导线点或线路中线点钢板标志见图 E.0.1。

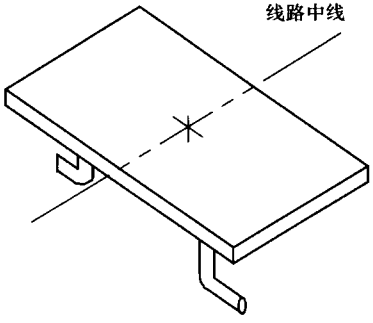


图 E.0.1　隧道底板上施工控制导线点或线路中线点钢板标志

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

E.0.2　隧道拱顶施工控制导线“吊篮”标志见图 E.0.2。

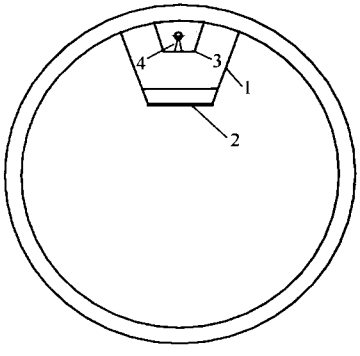


图 E.0.2　隧道拱顶施工控制导线“吊篮”标志

1—护栏；2—观测站台；3—仪器架设平台；4—仪器

E.0.3 隧道边墙施工控制导线点固定标志见图 E.0.3。

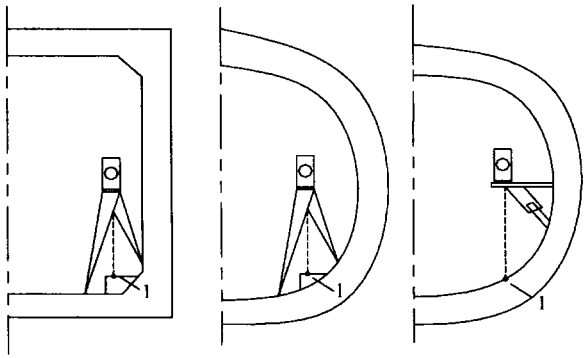


图 E.0.3 隧道边墙施工控制导线点固定标志

1—标志点

E.0.4 隧道内施工导线点标志见图 E.0.4。

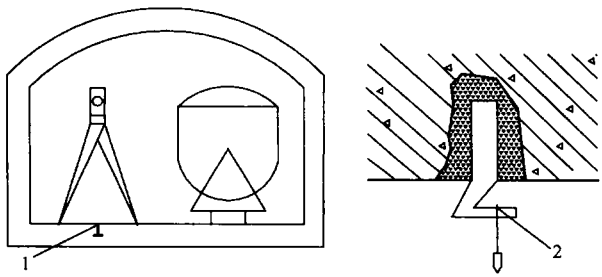


图 E.0.4 隧道内施工导线点标志

1—底板标志；2—顶板标志

E.0.5 隧道内施工控制水准点位置见图 E.0.5。

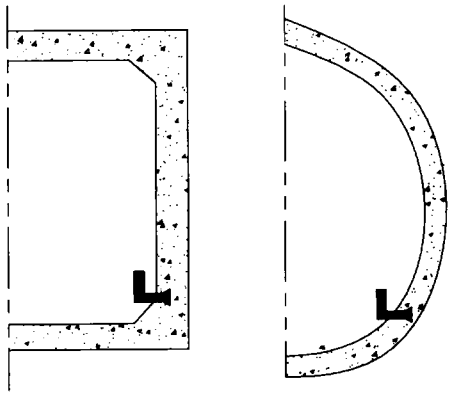
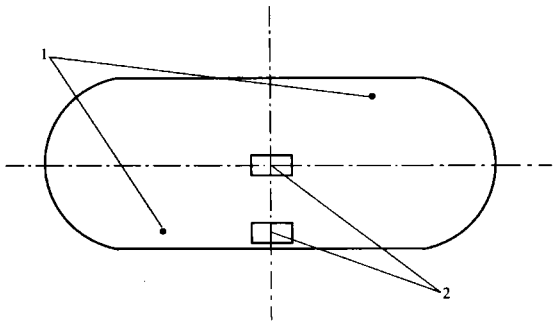


图 E.0.5 隧道内施工控制水准点位置

附录F　高架线路施工测量

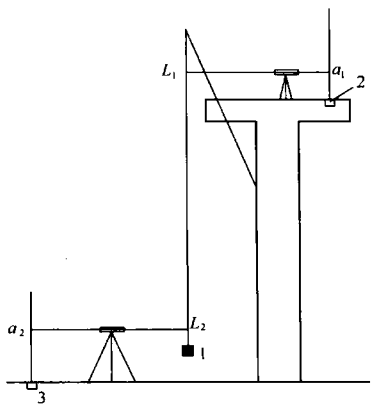
F.0.1　墩顶帽测量标志位置见图F.0.1。



图F.0.1　墩顶帽测量标志位置

1—水准点；2—钢板标志

F.0.2　墩顶帽高程传递测量见图F.0.2。



图F.0.2　墩顶帽高程传递测量

1—重锤；2、3—水准点

附录G　线路中线调整测量

G.0.1　线路中线调整测量成果表见表G.0.1。

表G.0.1　线路中线调整测量成果表

_____线路中线调整测量成果表

线名：_____　区段：_____

测　站	前　视 后　视	水平角（折角）			距离（点间距）			坐标（m）		高　程 （m）	备注
		设计值 （°′″）	测量值 （°′″）	差值 （″）	设计值 （m）	测量值 （m）	差值 （mm）	X	Y		

制表：_____　检核：_____　　_____年_____月_____日

G.0.2 隧道横断面净空测量成果表见表 G.0.2。

表 G.0.2 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			线路中线至中墙			底板高程			顶板高程			备注
	设计宽度（m）	实测宽度（m）	差值（mm）	设计宽度（m）	实测宽度（m）	差值（mm）	设计值（m）	实测值（m）	差值（mm）	设计值（m）	实测值（m）	差值（mm）	
	上			上									
	中			中									
	下			下									
	上			上									
	中			中									
	下			下									
	上			上									
	中			中									
	下			下									
	上			上									
	中			中									
	下			下									
	上			上									
	中			中									
	下			下									
	上			上									
	中			中									
	下			下									
	上			上									
	中			中									
	下			下									

G.0.3 高架线路横断面测量成果表见表 G.0.3。

表 G.0.3 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：_____ _____年_____月_____日

里程	线路中线至左侧距离			线路中线至右侧距离			左侧高程			右侧高程			备注
	设计值（m）	实测值（m）	差值（mm）	设计值（m）	实测值（m）	差值（mm）	设计值（m）	实测值（m）	差值（mm）	设计值（m）	实测值（m）	差值（mm）	

G.0.4 线路结构底板纵断面测量成果表见表 G.0.4。

表 G.0.4 线路结构底板纵断面测量成果表

线名：_____ 区段：_____ ____年____月____日

里 程	高 程 (m)	坡度 ‰	备 注	里 程	高程 (m)	坡度 ‰	备 注

制表：_____ 检核：_____

附录 H　铺轨基标测量

H. 0. 1　矩形或直墙拱铺轨基标标志见图 H. 0. 1。

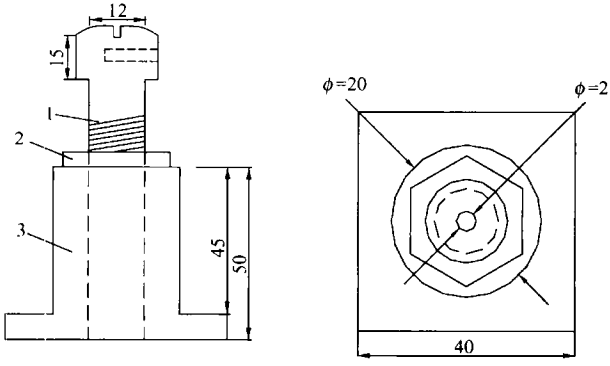


图 H. 0. 1　矩形或直墙拱铺轨基标标志（单位：mm）

1—M10×1.5 螺栓；2—螺母；3—基座

H. 0. 2　马蹄形或圆形隧道铺轨基标标志见图 H. 0. 2。

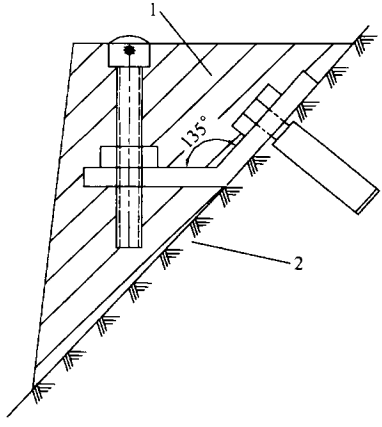


图 H. 0. 2　马蹄形或圆形隧道铺轨基标标志

1—混凝土；2—隧道结构

H. 0. 3 控制基标成果表见表 H. 0. 3。

表 H. 0. 3 控制基标成果表

线名：_____ _____年_____月_____日

里程	折角(° ′ ″)		X 坐标(m)		Y 坐标(m)		高程(m)	
	设计值	差值(″)	设计值	差值(mm)	设计值	差值(mm)	轨面高	差值(mm)
	实测值		检测值		检测值		基标高	

制表：_____ 检核：_____

H. 0. 4 加密基标成果表见表 H. 0. 4。

表 H. 0. 4 加密基标成果表

线名：_____ _____年_____月_____日

里程	设计轨面高程(m)	实测基标高程(m)	差值(mm)	里程	设计轨面高程(m)	实测基标高程(m)	差值(mm)
备注							

制表：_____ 检核：_____

H. 0. 5 单开道岔铺轨基标示意见图 H. 0. 5。

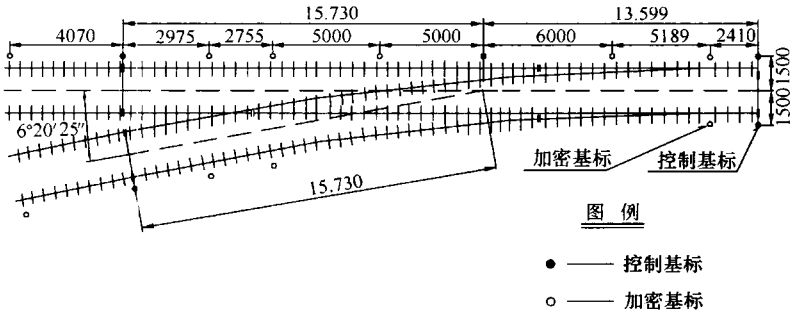


图 H. 0. 5 单开道岔铺轨基标示意

H. 0. 6 复式交分道岔铺轨基标示意见图 H. 0. 6。

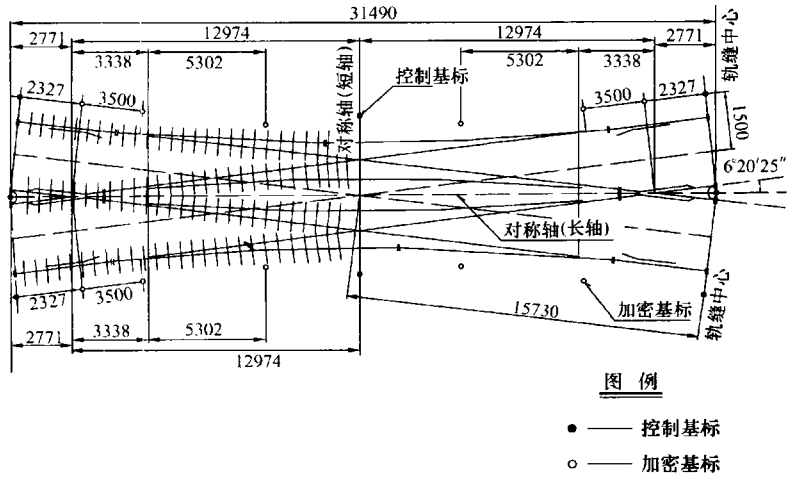


图 H. 0. 6 复式交分道岔铺轨基标示意

H.0.7 交叉渡线道岔铺轨基标示意见图 H.0.7。

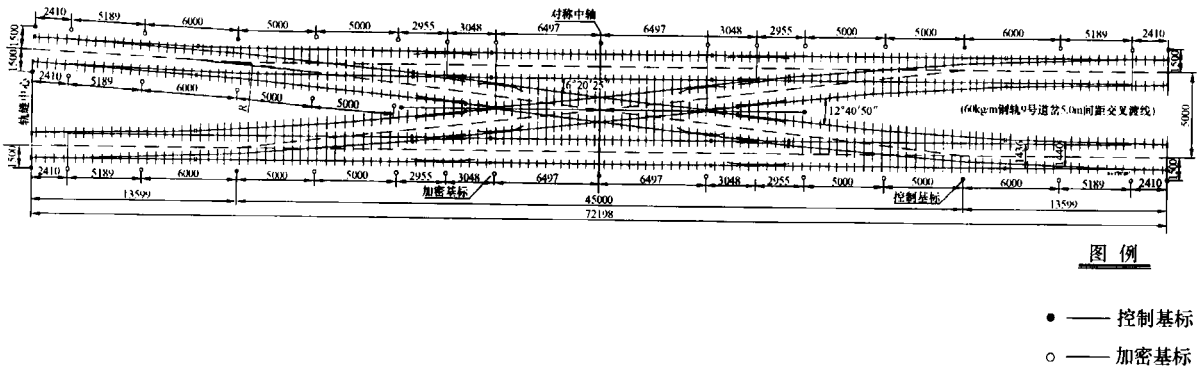
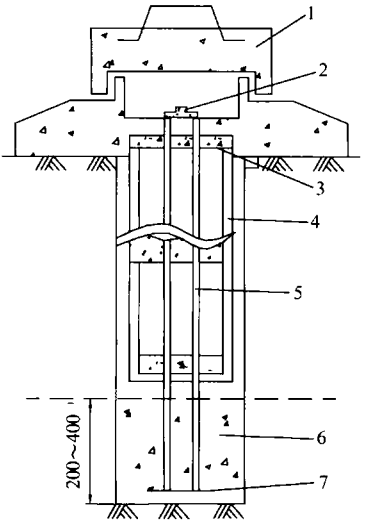


图 H.0.7 交叉渡线道岔铺轨基标示意

附录J 变形监测

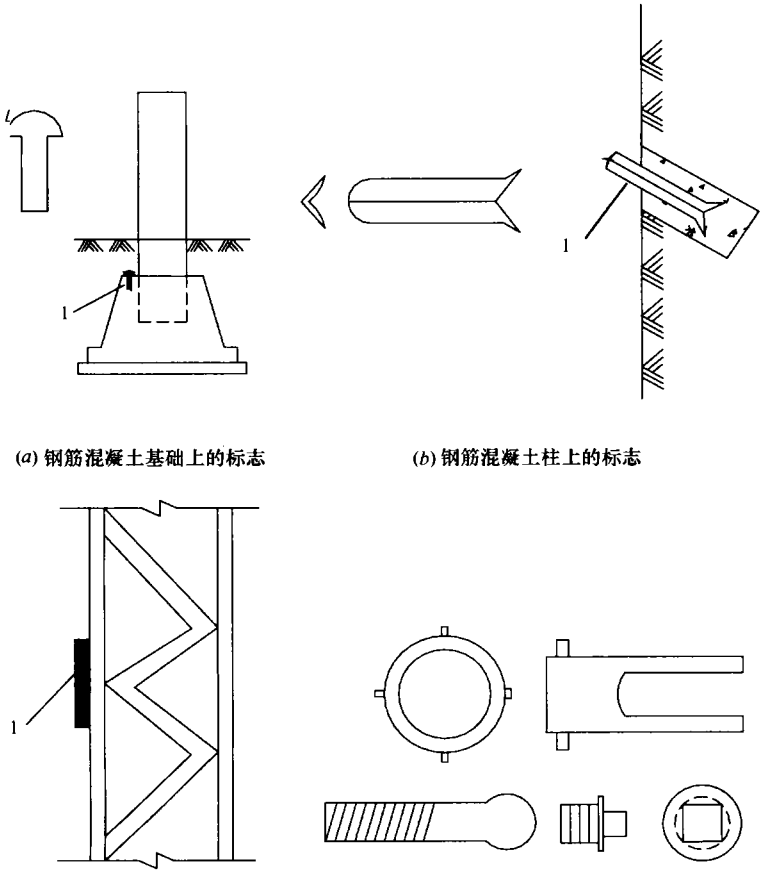
J.0.1 深层测温钢管高程控制点标石埋设见图J.0.1。



图J.0.1 深层测温钢管高程控制点标石埋设（单位：mm）

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

J.0.2 建筑变形观测点标志类型和埋设形式见图 J.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

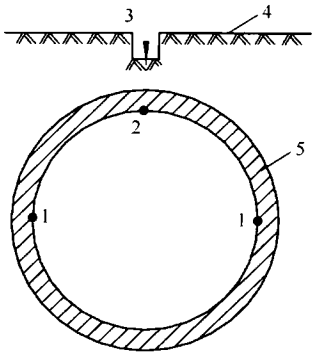
(*c*) 钢柱上的标志

(*d*) 隐蔽式的观测标志

图 J.0.2 建筑变形观测点标志类型和埋设形式（单位：mm）

1—标志

J.0.3 隧道净空水平收敛、拱顶下沉和地表沉降观测点布设见图J.0.3。

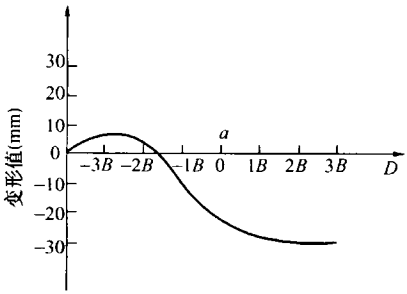


图J.0.3 隧道净空水平收敛、拱顶下沉和地表沉降观测点布设

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

J.0.4 变形与施工开挖工作面距离关系见图J.0.4。



图J.0.4 变形与施工开挖工作面距离关系

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K 竣工测量

K.0.1 控制基标竣工测量成果见表K.0.1。

表K.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（m）	实测夹角（°′″）	设计夹角（°′″）	夹角较差（″）		控制基标相对偏移量δ（mm）		控制基标高程			备注
				+	−	左	右	实测高程（m）	设计高程（m）	较差（mm）	

制表：_____ 检核：_____ _____年_____月_____日

K.0.2 隔断门断面测量见图 K.0.2。

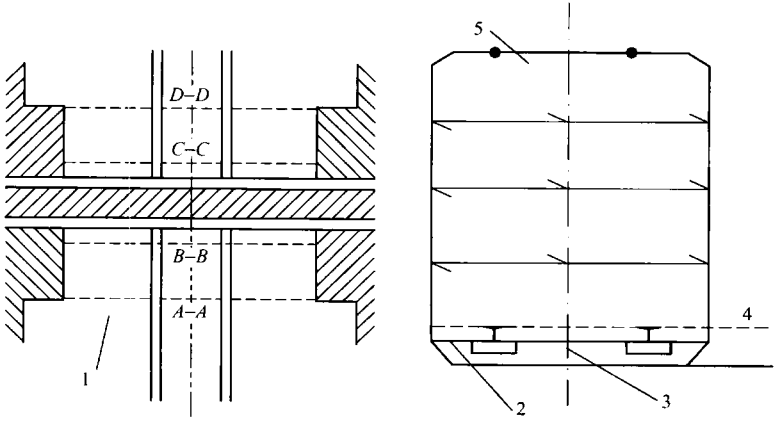


图 K.0.2 隔断门断面测量

1—隧道瓶颈口；2—底板；3—线路中线；4—轨面；5—顶板

注：*A*—*A*、*B*—*B*、*C*—*C*、*D*—*D* 表示四个横断面；每横断面应测量左右轨面高程、2 个顶板点高程、3 个横距（其高度依据车辆、限界要求选定）。

K.0.3 接触轨、接触网竣工测量位置见图 K.0.3。

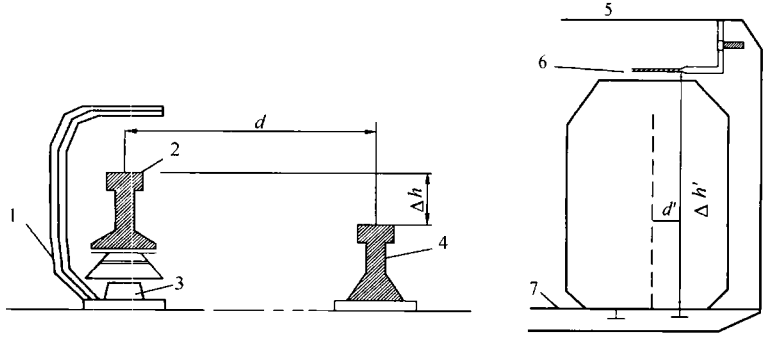


图 K.0.3 接触轨、接触网竣工测量位置

1—绝缘护板；2—接触轨；3—接触轨承台；

4—轨道；5—隧道顶板；6—接触网授电线；7—轨面

K.0.4 接触轨、接触网竣工测量记录见表 K.0.4。

表 K.0.4 接触轨、接触网竣工测量记录表

_____线_____段

基标名称或里程	Δh(或 $\Delta h'$)			d(或 d')(m)			备注
	实测值(m)	设计值(m)	较差(mm)	实测值(m)	设计值(m)	较差(mm)	

制表:_____ 检核:_____ ____年____月____日

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”

中华人民共和国国家标准

城市轨道交通工程测量规范

GB 50308－2008

条 文 说 明

目　次

1　总则 …… 131
2　术语和符号 …… 134
2.1　术语 …… 134
2.2　符号 …… 134
3　地面平面控制测量 …… 135
3.1　一般规定 …… 135
3.2　卫星定位控制网测量 …… 135
3.3　精密导线网测量 …… 136
4　地面高程控制测量 …… 138
5　线路带状地形测量 …… 139
6　专项调查与测绘 …… 140
6.1　一般规定 …… 140
6.2　地下管线调查与测绘 …… 140
6.3　地下建筑测绘 …… 142
6.4　跨越线路的建筑测绘 …… 142
6.5　水域地形测量 …… 143
6.6　房屋拆迁测量 …… 143
7　线路定线及纵横断面测量 …… 145
7.1　一般规定 …… 145
7.2　初步设计定线测量 …… 145
7.3　纵横断面测量 …… 145
7.4　地面施工定线测量 …… 145
8　车辆段测量 …… 147
8.1　一般规定 …… 147
8.2　车辆段施工控制测量 …… 147

8.3 施工场地测量 …… 147
8.4 建筑及附属设施施工测量 …… 147
8.5 车场线、出入线及地面联络线测量 …… 148
9 联系测量 …… 149
9.1 一般规定 …… 149
9.3 联系三角形测量 …… 150
9.4 陀螺经纬仪、铅垂仪（钢丝）组合定向测量 …… 151
9.5 导线直接传递测量 …… 152
10 地下控制测量 …… 153
10.1 一般规定 …… 153
10.2 平面控制测量 …… 153
10.3 高程控制测量 …… 153
11 暗挖隧道、车站施工测量 …… 154
11.1 一般规定 …… 154
11.2 施工导线和施工高程测量 …… 154
11.3 车站施工测量 …… 154
11.4 矿山法区间隧道施工测量 …… 154
11.5 盾构法区间隧道施工测量 …… 155
12 明挖隧道、车站施工测量 …… 156
12.1 一般规定 …… 156
13 高架结构施工测量 …… 157
13.1 一般规定 …… 157
13.4 横梁施工测量 …… 157
14 线路中线调整和结构断面测量 …… 158
14.1 一般规定 …… 158
14.2 线路中线调整测量 …… 158
14.3 结构断面测量 …… 158
14.4 变更后的线路中线调整测量 …… 159
15 铺轨基标测量 …… 160
15.1 一般规定 …… 160

15.2 控制基标测量 …… 161
16 磁悬浮和跨座式轨道交通工程测量…… 162
16.1 磁悬浮轨道交通工程测量 …… 162
16.2 跨座式轨道交通工程测量 …… 162
17 设备安装测量…… 165
17.2 接触轨、接触网安装测量 …… 165
17.3 隔断门安装测量 …… 165
17.4 行车信号与线路标志安装测量 …… 165
18 变形监测…… 166
18.1 一般规定 …… 166
18.2 监测控制网测量 …… 167
18.3 结构施工变形监测 …… 168
18.4 施工阶段沿线环境变形监测 …… 169
18.6 资料整理与信息反馈 …… 169
19 竣工测量…… 170
19.1 一般规定 …… 170
19.2 线路轨道竣工测量 …… 171
19.3 区间、车站和附属建筑结构竣工测量 …… 171
19.4 线路沿线设备竣工测量 …… 171
20 测量成果资料验收…… 172

1 总　　则

1.0.1 1965年以来，北京、天津、上海和广州等许多城市先后兴建城市轨道交通工程，但是一直没有统一的测量规范。根据建设部建标［1998］224号文《关于印发一九九八年工程建设标准规范修订计划（第二批）的通知要求》，为健全城市轨道交通工程建设规范，使城市轨道交通工程测量工作有统一的标准，主编单位编制了《地下铁道、轻轨交通工程测量规范》，并于2000年6月1日起实施。经过几年的实践，为适应技术发展，对原规范进行修订，并更名为《城市轨道交通工程测量规范》，以满足城市轨道交通发展的需要。

1.0.2 本规范内容涵盖城市轨道交通工程建设和运营各个阶段所应进行的主要测量工作。

1.0.3 为充分利用城市现有的测绘资料，参照国家现行标准《城市测量规范》CJJ 8中控制点、地形图及市政工程测量的基本精度规格，制定较差指标，以便测绘资料互相利用。

城市轨道交通工程平面和高程控制系统应与现有城市系统一致。由于城市轨道交通工程建设周期长、城市建设发展日新月异、工程施工场地为不稳定的载体等原因，对测量控制点的稳定和通视影响颇大，因此在施工前和建设中对控制点进行复（检）测极为重要。复（检）测工作不仅对评价测量控制点是否稳定提供了依据，而且对符合限差要求的复测结果与原测成果取平均值也提高了控制点的精度。

1.0.4 两个城市的坐标和高程系统往往不一致，为满足城市轨道交通工程建设要求，两个城市间的轨道交通工程必须采用统一的坐标和高程系统，如果条件限制不能采用统一的坐标和高程系统，两套系统应有严密的换算公式。

1.0.6 在隧道贯通前，联系测量、地下平面控制测量和地下高程控制测量，随工程进度应至少独立进行三次，主要是为了提高测量精度。

1.0.7 轨道交通工程最大贯通距离一般不超过 1.5km，根据目前各地城市轨道交通工程设计要求和工程贯通误差现状以及建设单位测量设备状况、施工方法等制定本限差。本条给出的横向贯通测量中误差值为投影到线路法线方向的测量中误差。

贯通测量误差分为贯通测量允许误差和贯通测量中误差，横向贯通测量允许误差应为±100mm，高程贯通测量允许误差应为±50mm。贯通测量允许误差的 1/2 为贯通测量中误差。两个误差标准是一致的，使用中可任意选择。

1.0.8 城市中的轨道交通工程在建设和运营期间，对自身和环境的安全影响非常重要，应十分重视此项工作。制定的变形监测方案，应包括由于施工结构自身和环境的变形量及变形速率等超过设计和施工要求可能造成安全隐患时的应急变形监测措施与手段。

1.0.9 轨道交通工程的竣工测量是极其重要的。与其他工程竣工一样，不仅应将竣工测量资料提交城市建设档案馆存档，而且竣工测量资料对工程建成后的维修、改扩建是不可少的。

1.0.10 《中华人民共和国计量法实施细则》第二十五条规定“任何单位和个人不准在工作岗位上使用无检定合格印、证或者超过检定周期以及经检定不合格的计量器具”现将这些规定摘录如下：

《光学经纬仪检定规程》JJG 414 规定的经纬仪检定内容，检定周期一般不超过一年。

《水准仪检定规程》JJG 425 规定的水准仪检定内容，检定周期一般不超过一年。

《光电测距仪的检定规程》JJG 703 规定的光电测距仪检定内容，检定周期最长不超过一年。

《钢卷尺检定规程》JJG 4 规定的钢卷尺检定内容，检定周

期最长不超过一年。

《水准标尺检定规程》JJG 8 规定的水准标尺检定内容，检定周期为一年。

2 术语和符号

2.1 术　　语

本术语中主要列入了具有城市轨道交通工程测量特点的测量和与测量有关的术语。同时为简化用词，对个别词汇赋予较广泛的含义，如“建筑”一词在本规范中包含了建筑物和构筑物两个词的意思。

2.2 符　　号

城市轨道交通工程测量涉及内容和专业繁多，同一符号在不同专业中的意义不一样，因此规范中列出的符号代表多种意思，以供理解与掌握。

3 地面平面控制测量

3.1 一般规定

3.1.2、3.1.3 地面平面控制网分两级布设，一是考虑到城市轨道交通建设与城市建设密不可分，工程设计所需的测量资料要互相利用，因此只有轨道交通工程控制网在城市二等网基础上布设，且坐标系统、高程系统与城市网相一致，才能满足轨道交通工程控制网分期建立的需要，又便于使用各期测绘资料。二是因城市轨道交通工程各条线路为带状结构，车站较多，站间距较短，施工时又有一定数量的竖井，因此在城市二等网下只建立一个等级的首级网，控制点的数量偏少，满足不了施工测量的需要，所以必须在首级网下再布设二级网。地面平面控制网一等为卫星定位控制网，二等为精密导线网。卫星定位是一种先进的测量方法，不仅适用于一等卫星定位控制网测量，而且在城市开阔地区二等网也可以应用卫星定位技术，但其测量精度应满足精密导线网要求。

3.1.6 由于城市轨道交通工程的每一条线路建设周期较长，初期建立的平面和高程控制网点有可能发生位移和沉降，因此在本条和第 4.1.9 条中规定应定期对平面控制点及高程控制点进行复测。根据经验，除第一次在开工前进行外，一般宜 1～2 年复测 1 次。

3.2 卫星定位控制网测量

3.2.2 城市轨道交通工程地面控制网的精度要求，是根据城市测量的实际和暗挖隧道贯通精度的要求，以及国内外城市轨道交通建立地面控制网的经验而制定的。尤其对相邻点的相对精度的规定，主要是满足暗挖隧道、铺轨、限界及设备安装精度的

要求。

提出横向贯通中误差应为±50mm，是根据误差理论及国内外地铁贯通测量的经验而制定的。为严格控制横向贯通测量误差，在各个测量环节的分配的一般原则为：地面控制测量中误差±25mm，联系测量中误差±20mm，地下导线测量中误差±30mm。因此±25mm应是规定卫星定位控制网和精密导线网测量精度与设计的依据。

表3.2.2中规定，卫星定位控制点与现有城市控制点的坐标较差为50mm，不同线路控制网重合点的坐标较差为25mm，是为了保证在轨道交通工程设计、定线时能够使用城市现有的大比例尺地形图和资料，以及保证各条线路交叉处控制点坐标基本一致，不能影响线路的衔接。

3.2.4 为了保证城市轨道交通工程卫星定位控制网的整体精度，要求网内应重合3～5个现有城市一、二等控制点，并能均匀分布。一方面既可以作为卫星定位控制网的起算数据和求定坐标转换参数，还可在卫星定位控制网平差时进行方案优化；另一方面能够保证控制网的精度均匀和减少尺度比的误差影响。

3.2.6 标石分为基本标石、岩石标石和建筑顶标石三种。

3.2.14、3.2.15 约束平差中当改正数的较差超限时，可以认为该基线或其附近基线有粗差，应采用软件提供的方法或人工干预的方法剔除粗差基线，直至符合本规范式（3.2.14-1）～（3.2.14-3）的要求。如果超限可能是已知约束值（坐标、边长、方位）与新建的卫星定位控制网不兼容引起的，应剔除某些误差大的已知点的约束值，重新进行约束平差，直至符合本规范式（3.2.14-4）～（3.2.14-6）的要求。

3.3 精密导线网测量

3.3.1 城市轨道交通工程平面控制网的精密导线网，由表3.3.1知其测量的主要技术要求与国家其他现行规范中的导线不同，平均边长为350m，相邻点的相对点位中误差为±8mm，这

样的要求完全是为满足轨道交通工程施工和保证暗挖隧道准确贯通的需要。

3.3.2 由于轨道交通工程线路多为直伸形状，精密导线网布设在卫星定位控制点之间，并应布设成附合导线形式。当条件限制不利于布设附合导线时，应布设成结点网形式。

3.3.6 前后视边长相差较大时，采用一般方法测角调焦幅度大，对测角误差影响显著。针对这一问题，工作实践中采用同一方向正倒镜同时观测法，可减少调焦误差对测角的影响。同一方向正倒镜同时观测法一测回的程序是：先盘左、盘右观测零方向（观测中不调焦），再瞄准另一方向调焦后，对盘右、盘左进行观测（观测中不调焦）。

4 地面高程控制测量

4.1.4 本规范总则中提出暗挖隧道高程贯通中误差为±25mm，根据误差理论和实践经验，高程贯通中误差在高程测量的各个环节作如下分配：地面高程控制测量的中误差为±16mm；向地下传递高程的中误差为±10mm；地下高程控制测量的高程中误差为±16mm。本规范表4.1.4中二等水准测量的主要技术规格就是根据±16mm的要求设计出来的。

4.1.5 一些城市或地区地表沉降比较大，造成水准点沉降，因此水准点每隔3km左右需埋设深桩水准点或基岩水准点，深桩水准点应埋设在稳定的持力层上。为方便施工或高程传递，车站、竖井及车辆段附近应布设水准点，为加强检核，其数量不应少于2个。

4.1.7 水准点标石可分为混凝土水准点标石、墙脚水准点标志、基岩水准点标石和深桩水准点标石四种。城市轨道交通工程地面高程控制网的二等水准网测量时，为满足轨道交通工程施工测量的需要，沿线路的精密导线点宜纳入水准路线中。

4.1.9 由于城市轨道交通工程建设的周期较长，水准点常常受到外界环境和施工建设的影响，必须定期对其复测。

5 线路带状地形测量

本章内容根据城市轨道交通工程特点、设计要求和《城市测量规范》CJJ 8 相关技术规定编制。

6 专项调查与测绘

6.1 一 般 规 定

6.1.4 为便于对照使用，通常将地上、地下建筑二者综合绘制在一张图上，故专项调查与测绘比例尺宜与带状地形图一致。对于某些专项图（如管线图），若管线过密，则经设计与施工单位同意后，可将较小比例尺线路图放大后再展绘管线图。

6.1.5 本条细部点的概念是指测区某些建筑的主要拐角点或几何中心。细部点测量是测定细部点坐标、高程的一项专门测量工作。原规范在条文中未对细部点的精度作明确规定，但在条文说明中有类似表达，只是在高程精度上有差异。原规范引用了现行国家标准《工程测量规范》GB 50026 对细部点分类及其精度指标的规定，主要建（构）筑物点位中误差为±50mm，高程中误差为±20mm；次要建（构）筑物点位中误差为±70mm，高程中误差为±30mm 。按《城市测量规范》CJJ 8－99 的第 7.3.6 条规定，将上述两类建（构）筑物的高程中误差分别放宽到±30mm和±40mm，调整后的高程中误差与测绘方法相适应，也符合效益原则，且并不违背《工程测量规范》确定细部点精度指标的基本思路。因此，这次修订引用了现行行业标准《城市测量规范》CJJ 8 有关细部点精度的规定。

6.1.6 本条依据《城市地下管线探测技术规程》CJJ 61－2003 第 3.0.12 条(强制性条文)的规定，并结合城市轨道交通特点制定。

6.1.7 本条方法适用于测量建筑角点（特征点）或建筑轴线点的坐标和高程，包括细部点、管线点和线状地物的中线点等。

6.2 地下管线调查与测绘

6.2.2 地下管线由于其功能不同，分属各有关部门敷设和管理。

而且敷设的年代亦不同，既有资料往往反映不了全貌，常有遗漏。因此，向主管部门调查是了解管线现状很重要的一环。特别是对隐蔽地下管线，除了搜集资料外还应向熟悉现场情况的有关部门调查了解。

6.2.3 本条第2款，明显管线点中窨井（包括检查井、闸门井、阀门井、仪表井、人孔和手孔等）的位置应为井盖的中心。

第4款规定断面尺寸应量外径或外壁，但在外业中量取外径（壁）比较困难，可通过量取内径加入壁厚求得外径。一般来说，不同类型、不同口径的管道（沟）壁厚有一定的规律。

6.2.4 本条第1款选择物探方法主要考虑以下因素：

① 地铁工程设计施工要求——这里是指对地铁施工区及其邻近的地下管线的普查与探测的要求（包括精度要求），通常由地铁工程设计部门提出。

② 探查对象——是指被探查管线的类型、材质、直径、载体、埋深、出露情况、接地条件等。

③ 地球物理条件——这里主要是指地下管线与其周围介质之间的物理特性上的差异，以及周围的干扰场等。

根据以上条件，选择成本低、效果好、效率高且能满足要求的物探方法和仪器。例如：

探查金属管线宜用电磁感应法；

探查钢筋混凝土管道可用磁偶极感应法；

在接地条件好的场地可用直流电法（电阻率法、充电法）探测金属、非金属管道与人防巷道；

地质雷达法、地震波法可用于探查金属、非金属管道及人防巷道；

探查热力管道可用红外辐射法等。

④ 方法试验——是指在探查区或邻近的已知管线上进行物探方法的试探测，以确定该方法和仪器的有效性、精度和有关参数。

本条第2款除管线特征点上需设置管线点外，施工场地的管

线探测通常每 5～10m 间距设一个探测点，平面图比例尺宜为 1∶200～1∶1000。地铁工程设计、施工特殊要求的探测点位应在探查任务中明确规定。

本条第 4 款提出经过物探，还不能查明管线的某些特性，或对于某些重要管线需要进一步落实位置或埋深，可与设计单位商榷选择适当部位开挖调查、测绘。

6.2.6 综合管线图分色一般为：给水——天蓝，排水——褐，燃气——粉红，热力——桔黄，工业——黑，电力——大红，电信——绿。

6.2.9 本条规定了地下管线探查的明显管线点检查及隐蔽管线点通过重复探查的质量检查比例；检查取样应随机，“随机取样”是指重复探查点应均匀分布于整个工区不同条件、不同埋深、不同类型的管线上，并具有代表性的管线点。本条还规定重复探查应在不同时间，由不同作业人员进行。明确了检查内容包括管线点的几何精度检查和属性调查结果检验。

6.3 地下建筑测绘

6.3.5 地下建筑轮廓在城市测量中规定测内壁，但在城市轨道交通建设中，地铁设计人员要求测外壁。地下建筑外壁可通过搜集已有资料（施工图、竣工图等）取得壁厚数据，也可用物探方法探测，同时在图上还应绘出外壁轮廓线。对于复杂的重要部位，可开挖量取壁厚。

6.4 跨越线路的建筑测绘

6.4.1 本条所指的天桥又称人行过街桥，立交的公路、铁路统称为立交桥，栈桥是运送货物过街或在铁路车站越过铁路站线运送货物的桥，另将管道置于栈桥上以越过障碍物的，又称管线桥等。

本节中所称的跨线建筑，不包括埋设在地下的跨越地铁工程的建筑。

6.5 水域地形测量

6.5.1 本条是城市轨道交通工程设计与施工的必需资料。水底地形图测量范围和技术要求由设计单位提出。水底纵、横断面可实测，也可利用相关资料编绘。

6.5.2 一般认为线路中线与岸线（或水流方向）相交在 90°±10°范围内即为近似正交，测深断面与线路中线平行布设时，与线路中线重合的测深断面为线路纵断面。

6.5.3 城市轨道交通工程穿过小的河、渠道，一般可直接观测，采用断面法测深、定位等较容易。对于跨越江、河、湖等宽阔水面的断面测深、定位除执行本规范外，还应执行国家有关规范。

6.5.4 用测深仪测深时，由于水质、水中生物、微生物以及电压波动等原因会影响测深精度。因此，可采用测深仪与其他直接测深工具的测深值进行比较，并进行改正。

6.6 房屋拆迁测量

6.6.1 已进行过产权登记的房屋，不宜再进行房屋拆迁建筑面积测算。

6.6.7 现行国家标准《房产测量规范　第一单元：房产测量规定》GB/T 17986.1－2000 将房屋建筑面积测算中误差分为三级：一级为 $\pm(0.01\sqrt{S}+0.0003S)$、二级为 $\pm(0.02\sqrt{S}+0.001S)$、三级为 $\pm(0.04\sqrt{S}+0.003S)$。该规范分级方法是把原行业标准《房产测量规范》CH 5001－1991 中的房屋面积精度标准作为最低一级，即第三级，把固定误差的精度等级系数定为 2，把比例误差比例系数的精度等级系数定为 3，然后加以处理和凑整。将建筑面积测算中误差定为三级的目的是考虑到各地房价差别很大，存在不同需求，给各地根据当地实际情况确定等级的机会。国家标准《房产测量规范》主要是适用于房屋竣工测量和房屋预售测量。而房屋拆迁测量与竣工测量、预售测量的测量范围不完全一致，它既要测量永久性建筑，又要测量临时建筑。一些农房、临时建筑受自

身条件限制房屋边长测量精度提高比较困难，也没有必要。因此，本规范将房屋拆迁建筑面积中误差定为第三级比较符合实际情况。本规范房屋建筑面积用 P 表示。

7 线路定线及纵横断面测量

7.1 一般规定

7.1.1 城市轨道交通工程的初步设计和施工设计，是采用解析设计，设计者依据地形图和沿线的重要建筑的位置，设计线路的走向，并在实地核实后，才将初步设计阶段的线路测设到地面上。

7.1.2 城市控制网的精度可以满足城市轨道交通工程初步设计定线要求，但对于施工定线，精度不够。因此，需建立专用控制网，其精度比城市一般控制网精度高，以满足施工定线或施工测量要求。

7.2 初步设计定线测量

7.2.6 线路初步设计定线时，可能由于地形图的不准确或图解误差大，使设计的线路与某些建筑发生矛盾，因此需测定建筑等的坐标和高程，用解析数据核实线路位置和走向。

7.2.7 为防止用极坐标法或交会法测定的各个单点线路位置的错误，因此要进行相互两点间的距离检测。当各线路中线点间通视，可将它们串测成闭合导线，通过坐标反算检查线路点间的距离是否符合要求。

7.3 纵横断面测量

本节纵横断面测量根据城市轨道交通工程测量对纵横断面的特殊要求，以及一般纵横断面测量要求编制。

7.4 地面施工定线测量

7.4.2 双线平行地段，定出右线后，即可根据右线将左线放出

来。非平行地段，由于线路长度不一样，线路里程也不一样，应分别编制线路里程表。

7.4.6 当线路中线附合导线长度平均 1.5km，导线全长相对闭合差为 1/20000 时，其绝对闭合差为±75mm，经计算中点的点位中误差约为±19mm。实际测量精度一般要高于上述估算精度，因此规定横向中误差±20mm，是可以达到的。

8 车辆段测量

8.1 一 般 规 定

8.1.1 车辆段为具有配属车辆，承担车辆的运用管理、整备保养和检查，以及较高级别的车辆检修任务的基本生产单位，也是地铁工程检修车辆和停放车辆的场所，形式上分为贯通式和尽端式车辆段。

8.1.3 平面控制网的形式，应根据场地大小、建筑配置和设计要求确定。

8.2 车辆段施工控制测量

8.2.2 基线是场区的控制主轴线，需要时也可增设辅助基线与主轴线构成方格网。

8.3 施工场地测量

8.3.2 场区方格网的布设要根据车辆段的工程施工设计总平面图进行设计，设计中应考虑联测方案、精度、点位扩展等情况。对场地平整的方格网边长，可根据场地的起伏、坡度等具体情况决定，本条提出了 20m×20m 和 10m×10m 两种规格，工作中可根据实际情况选用。

8.4 建筑及附属设施施工测量

8.4.2 建筑施工控制网是依附在车辆段施工控制网上的，其网形一般与建筑形状基本相同，其任务主要是为建筑施工服务。

8.4.3 按照建筑结构、层数、设备联系或生产工艺联系程度等情况，各等级建筑平面控制网对建筑的放样中误差分别为：一级±3mm，二级±5mm 和三级±10mm；按其轴线最大间距 50m

估算，相对中误差分别为 1/17000、1/10000、1/5000。考虑到建筑平面控制网的误差影响，设控制网中误差为 $m_{控}$，又顾及到建筑放样误差的影响，设放样中误差为 $m_{放}$，取 $m_{控} \leqslant m_{放}/\sqrt{2}$，则三个等级建筑控制网的边长相对中误差分别为 1/24000、1/15000、1/8000。同时按边角匹配的原则 $\left(m_{\beta}=\frac{m_s}{D}\rho\right)$，则各级建筑控制网的测角中误差分别为 $\pm 9''$、$\pm 12''$、$\pm 24''$。因此制定了本规范表 8.4.3 的各项指标。

8.5 车场线、出入线及地面联络线测量

8.5.2 车场线是一组尤如扫把状的平行股道，其中线间距测量误差不得有“负”误差，防止车辆进出场错车时，车辆间相互碰撞。

9 联系测量

9.1 一般规定

9.1.1 联系测量是将地面坐标、方位和高程传递到地下隧道，作为地下各项测量工作起算数据的一项综合测量工作。联系测量是隧道控制测量的重要环节，其精度对隧道贯通误差影响很大，必须引起重视。

9.1.2 本规范定向测量方法简介如下：

1 联系三角形法，适合于井口小、深度大的竖井进行联系测量。虽然其作业工作量较大，但其精度很稳定，因而国内很多单位仍在使用该法，在城市轨道交通联系测量工作中该法也得到广泛应用。

2 陀螺经纬仪、铅垂仪（钢丝）组合法，首先应用在北京地铁复西段的施工测量中，在西单车站施工技术科研成果的鉴定会上，得到了与会专家肯定，其方法简单、精度高、作业时间短，此后推广到北京地铁复八线和全国各线的施工测量中。

3 导线直接传递法，较适合于井口大、深度浅（深度小于30m）的竖井进行联系测量。用导线测量方法将坐标和方位直接传递到隧道内，如果不能一次传入隧道，可再经站厅层过渡传入隧道。此法工作量较小、简单易行，在全国地铁中应用较多。

4 投点定向法，该法利用在车站两端的出土井搭设人仪分离的观测台，将坐标用投点仪直接投入井内，此法前提条件是井下两点应当通视。另外，当隧道贯通距离较长时，为控制隧道掘进的横向误差，对浅埋隧道可在地面钻一孔，用吊锤或光学、激光铅垂仪将坐标传入地下隧道内，将地下施工控制支导线变成坐标附合导线，由此提高地下施工控制导线精度，并使用平差后的导线成果继续指导隧道掘进。

9.1.3 在采用明挖法开挖隧道，从地面向基坑内不能用直接水准测量传递高程时，采用全站仪三角高程测量方法，应注意以下两点：

1 应采用有自动补偿的Ⅱ级全站仪或相当于Ⅱ级全站仪的仪器，其觇标高和仪器高，不能用小钢尺去量，而应采用无仪器高测定法或用水准仪直接测定。

2 必须采用同一架仪器往返观测，测得的高差较差小于5mm时，取平均值。

9.1.5 无论定向和高程传递，在隧道贯通前至少进行三次测量的原因如下：

1 一次测量不能满足贯通测量精度要求，多次测量可提高定向和传递高程的精度。

2 由于受隧道结构自身不稳定和施工的影响，隧道中的导线点易于变动。

3 增加隧道内支导线测量路线检核条件。

9.3 联系三角形测量

9.3.1 联系三角形测量是通过竖井悬挂两根钢丝，由井上导线点测定与钢丝的距离和角度，从而算得钢丝的坐标以及它们之间的方位角；然后在井下，把钢丝的坐标和方位角作为已知数据，通过测量和计算便可得出地下导线点的坐标和方位角，这样就把地上与地下导线联系起来了。见图1。

9.3.2 悬挂三根钢丝组成双联系三角形，可以提高定向精度。

9.3.3

1 钢丝间的距离越长连接图形越好，根据竖井井口的直径尽量加大钢丝间的距离。

2 从竖井联系测量传递方位角的精度公式来看，减小γ、γ'，可提高方位角传递的精度，故规定小于1°，实际操作中也容易做到。

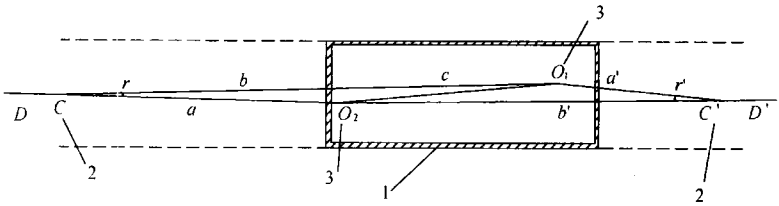


图 1　联系三角形定向图

1—施工竖井；2—C 为地面近井点、C' 为地下近井点；

3—O_1、O_2 为悬挂钢丝

3　$\frac{a}{c}$ 比值越小，越有利于提高精度，故一般选择井上、井下近井点时，宜使近井点距钢丝距离不超过两钢丝的间距 c。

9.4　陀螺经纬仪、铅垂仪（钢丝）组合定向测量

9.4.2　按照本规范的贯通误差配赋原则，联系测量中误差为±20mm，偏于安全考虑，本条规定竖井投点的点位中误差相对于临近竖井口的精密导线点为±10mm。我国城市地铁的埋深一般较浅，使用精度为 1/200000 的铅垂仪或荷重钢丝进行投点的精度一般均能达到要求。

9.4.3　本条所规定的是进行陀螺经纬仪定向的一般步骤，无论陀螺定向观测采用何种方法，一般均应遵循本条的步骤。

9.4.4　井下陀螺定向边，其边长应长短适中，边长太短时对中、照准误差对方位角精度影响较大，边长太长时由于隧道内粉尘分布不均匀以及照明条件有限等原因造成的照准误差也会影响方位角的精度。

9.4.5　测定仪器常数在竖井附近的已知控制点上进行时，由于已知边距待定边较近，可认为井上、井下的子午线收敛角影响相同。在这种情况下可不考虑子午线收敛角的影响，计算仪器常数的公式为：

$$\Delta = \alpha_0 - \alpha_T \tag{1}$$

从而 $$m_{\Delta}^{2} = m_{\alpha_0}^{2} + m_{\alpha_T}^{2} \tag{2}$$

式中 α_0 ——已知边的坐标方位角；

α_T ——已知边的陀螺方位角。

另外，测定仪器常数的已知边，其方位角精度对仪器常数的精度有直接影响，因此已知边的方位角必须有较高的精度。

9.4.6 相关研究表明，陀螺经纬仪的仪器常数不是一个恒量，而是一个随时间和地点变化的量。因此规定陀螺定向各个步骤应在 3 天内完成，以避免时间过长造成仪器常数发生变化。

9.4.7 陀螺定向的观测方法较多，根据照准部是否跟踪陀螺吊丝摆动可分为逆转点法和中天法两类。具体观测方法和数据处理可参照解放军出版社 1988 年 12 月出版的《陀螺定向测量》一书的相关章节。

9.5 导线直接传递测量

9.5.3 当导线定向传递边的相邻点存在较大高差时，一般测量仪器纵轴误差不易消除，因此采用的Ⅰ、Ⅱ级全站仪要有双轴自动补偿功能，若全站仪没有这种补偿，应采用跨水准器进行纵轴倾斜误差改正。

10 地下控制测量

10.1 一般规定

10.1.5 城市轨道交通工程隧道结构在施工期间非常不稳定，因此埋设在隧道结构上的测量标志难免发生变化，同时由于施工单位不慎，将测量标志碰动和损坏也是屡见不鲜的，因此必须经常对其进行复测和检查。

10.2 平面控制测量

10.2.4 本条规定测左、右角的主要原因是：增加测站检核条件和提高测角精度。

10.2.6 在延伸施工控制导线测量前，应对现有施工控制导线前三个点进行检测。因为地铁施工控制导线点由于种种原因会发生变化，因此测量前对已有导线点进行检测十分必要。

10.3 高程控制测量

10.3.3 地下施工控制水准测量规定，采用地面二等水准测量的仪器、设备以及观测方法，主要是考虑隧道内铺轨基标的测设精度要求而制定的。

11 暗挖隧道、车站施工测量

11.1 一般规定

11.1.4 竖井内联系测量的控制点是直接从地面传递到井下的坚强控制点，隧道开挖初期必须由此指导隧道掘进。随着暗挖隧道的延伸，不断在延伸的隧道中布设地下施工平面和高程点，作为施工测量依据。但是，一旦地下施工平面和高程路线长度满足布设平面和高程控制的要求后，应进行地下控制测量。

11.1.7 隧道贯通后，进行贯通测量的目的是了解贯通情况并进行贯通误差调整测量。因为，城市轨道交通工程隧道有较严格的限界，为使隧道满足限界条件，贯通误差必须符合要求。在此前提下，隧道贯通后或二衬结构施工前进行线路中线调整测量，利用中线调整测量后的成果作为下一道工序隧道施工依据。

11.2 施工导线和施工高程测量

本节内容是根据全国城市轨道交通工程施工测量总结的实践经验和贯通误差设计要求编制而成。

11.3 车站施工测量

施工测量是为施工服务的，本节结合目前在全国城市轨道交通工程建设中，不同车站既有的施工方法，制定相应施工测量方法、技术要求。本节未涉及到的施工方法所需求的测量方法和技术要求应与本节制定的测量精度一致。

11.4 矿山法区间隧道施工测量

11.4.8 隧道二衬结构施工是隧道结构的最后一道工序，为保证其施工质量和结构限界要求，隧道未贯通前不能进行二衬施工。

这样做的目的是一旦贯通误差过大，可以在二衬结构施工中进行调整，避免结构限界超限。

11.5 盾构法区间隧道施工测量

11.5.1 盾构始发井建成后，应在井下适宜的位置埋设足够数量的测量控制点，并通过联系测量方法将坐标和高程传递到这些点上，指导盾构机在始发井的拼装工作。

11.5.3 盾构机上所设置的测量标志必须牢固、可靠；有条件时宜设置两套，既可用于检核，也可提高测量精度。

11.5.4 始发前盾构机的初始位置和姿态对正确掘进影响较大，必须准确测定。对于具有导向系统的盾构机也应利用人工测量方法进行检核测量，自动导向系统与人工测量结果一致，才能进行掘进施工。

11.5.5 盾构机生产厂家和型号不同则配置不一样，对自身具有导向测量系统的盾构机，其盾构机姿态和衬砌环状况，可由该导向测量系统以施工测量控制点为起算数据，实时测量和计算出来。但施工测量控制点数据和稳定状况需要依靠人工测量方法确定，由于隧道内观测条件差，测量所依据的控制点稳定状况不好，加之导向测量系统难免出故障，因此，掘进过程中应在一定的距离内用人工测量方法对盾构机姿态和衬砌环状况进行检核测量，且对盾构机的掘进提供修正参数。

11.5.6 管片测量应选择在盾尾中和脱离盾尾后分别进行。管片拼接完成后与盾尾脱离前测定衬砌环姿态，主要是为管片拼装机提供衬砌环拼装偏差的修正参数。与盾尾脱离后测定衬砌环姿态，主要提供衬砌环安装初始位置偏差的修正参数。衬砌环安装后的变形状况由监控量测提供。

12 明挖隧道、车站施工测量

12.1 一般规定

12.1.3 在施工测量前，有关单位向施工单位提交地面线路中线桩和地面控制测量及有关设计文件和资料，在建设单位的主持下签订交接桩文件，其内容为卫星定位控制点、精密导线点、水准点和埋设在地面的线路桩的桩号、名称、性能、中线桩标志的类型、埋设深度，以及定线测量的方法与精度等，并在现场交桩。同时在建设单位主持下，由设计、测量、施工的单位各方代表签字，交桩后施工单位应对这些桩点进行复测并采取措施妥善保护。

施工测量人员必须阅读线路平面图、剖面图、明挖基坑的断面图、连续墙、支护桩或其他围护结构的设计图纸，并对线路里程、坐标、曲线、坡度、高程等资料以及设计图上标注的有关尺寸等进行复算和核对，发现错误立即会同相关单位协商解决。

13 高架结构施工测量

13.1 一般规定

高架线路结构工程与特大型桥梁线路工程和大型高架市政道路大体相同，因此参照特大桥引桥线路工程的特点，编制了高架线路工程施工测量的内容，制定了相应的测量限差，作为高架线路结构施工测量的标准。

高架线路工程是城市轨道交通工程中的一部分，车辆从隧道内行驶到地面后，上高架线路，有接轨问题。尽管高架线路结构的施工测量按桥梁工程的测量标准施测，但其线路测量应按城市轨道交通工程整体道床轨道线路测量标准施测。

13.4 横梁施工测量

13.4.1 随着城市轨道交通技术的发展，磁悬浮列车和梁式轨道列车以及更多其他形式的轨道列车将会广泛地应用到城市轨道交通中。由于轨道梁直接用于机车的行驶，因此进行支撑轨道梁横梁施工时，限差应严格要求，同时必须依据检核后的控制点对横梁的平面位置和高程按照相关工程技术要求进行精度控制。

14 线路中线调整和结构断面测量

14.1 一 般 规 定

14.1.1 城市轨道交通工程运行模式、隧道施工工艺等不同，对线路施工的精度及限差要求亦不同。因此，关于线路调整、结构横断面和线路纵断面测量的精度及限差要求应依工程实际确定。

14.1.2 城市轨道交通工程是线性的系统工程，工程环节多，施工标段多。由于测量误差等影响，施工所依据的线路中线可能与设计位置有偏差，相临标段施工所用线路中线间也有差异，因此土建结构完成后必须进行贯通测量和线路调整测量。

14.2 线路中线调整测量

14.2.2 在隧道施工贯通后进行中线调整测量时，车站附近的控制点相对于其他控制点精度较高，应作为起算控制点。线路中线点之间形成的附合导线不宜太长，以控制误差积累。另外地铁车站间距一般在 1500m 左右，因此规定附合长度不大于 1500m。

14.2.7 地下线与高架线的线路中线，由于测量的误差，可能导致两段线路中线不统一，或者不在设计位置上，因此应进行线路中线调整测量。由于地面联络线路限界宽松，所以应以地下线路和高架线路为依据对地面联络线路进行调整。

14.3 结构断面测量

14.3.4 限界一般应根据车辆的轮廓尺寸和技术参数、轨道特性、受电方式、施工方法、设备安装等综合因素确定，并分为车辆限界、设备限界、建筑限界等。本条主要规定了对制约断面尺寸的建筑限界的测量位置。

区间隧道的限界控制点应位于结构两侧边墙和顶底板上。高

架线路的限界控制点应根据其限界及设备安装位置而定，一般应位于防护栅栏和人行便道边沿以及地板上。车站的限界控制点一般一侧位于结构边墙，另一侧为站台沿和底板上。上述各限界控制点的高度应根据车辆尺寸和其上、中、下影响列车运行三个限界比较紧张的位置和顶、底板的线路中线而定。如：区间隧道的限界控制点，在北京一期地铁建设中规定其在两侧边墙的高度分别高于右轨轨面 0.400m、1.850m 和 3.250m 以及顶、底板的线路中线位置。

14.3.6 在横断面测量中，使用全站仪进行横断面测量精度较高，横断面点与线路中线法距测量误差能满足本规范规定±20mm的要求，但目前还有使用常规的支距法等测量横断面，因此，在测量的各个环节，如线路中线定线、支距测量等应细致操作，应满足本规范要求。

14.4 变更后的线路中线调整测量

14.4.1 修改的线路设计文件，应由设计单位提供，而且这种修改的线路设计文件还要得到建设单位的审查批准和备案以后，以文件的形式由建设单位提供给测量单位，方可作为修改线路实地定线的依据。

15 铺轨基标测量

15.1 一 般 规 定

15.1.1 为确保地铁列车行驶的安全，铺轨基标测设，必须使用隧道贯通后并对贯通测量数据进行统一严密平差的测量控制点，因为这些测量控制点，已满足结构限界要求，利用其进行铺轨基标测设能符合线路关系，并保证轨道的平滑和圆顺。

铺轨基标的里程和高程，一般不需要施测单位另行计算，业主所提供的铺轨综合设计图已表述得非常清楚，基标测设时，只需严格按照铺轨综合设计图提供的设计数据进行测量。

15.1.2 城市轨道线路需埋设铺轨基标数量较多，每条线路（左线或右线）一般每千米约为 180 个，控制基标需要长期保存，加密基标则只要满足铺轨施工期间使用即可。

15.1.3 整体道床的铺轨基标一般设置在线路中线上，也可将铺轨基标测设在轨道一侧。圆形或马蹄形隧道可将铺轨基标设置在右侧的隧道边墙上。对于有渣轨道，铺轨基标一般放置在右侧的路肩上。

15.1.4 控制基标的等高，是指控制基标顶部高程与其所在里程处轨顶面的设计高程间的差值，应保持为一个固定常数 K。常数 K 一般取整体道床排水沟底部至轨顶面的设计高差，一般为 300～500mm。控制基标的等距，是指所有控制基标的中心位置与对应线路中线点在法线上的距离 D 保持相等，并根据铺设道床的形式和整体道床水沟的位置而定。当采用碎石道床时，一般 $D=3000$mm。当采用整体道床时，水沟设置在两侧，D 一般为 1500mm；水沟设置在中间时，$D=0$。

15.2 控制基标测量

15.2.3 车站、矩形隧道、直墙拱形隧道以及浮置板施工后的盾构隧道等的基标埋设，一般按本条规定的三个步骤进行。对于盾构隧道浮置板未进行施工，且基标又设置在中线的某一侧落在衬砌环片上时，还应在衬砌环片上埋设钢筋，进行基标的底座加固。

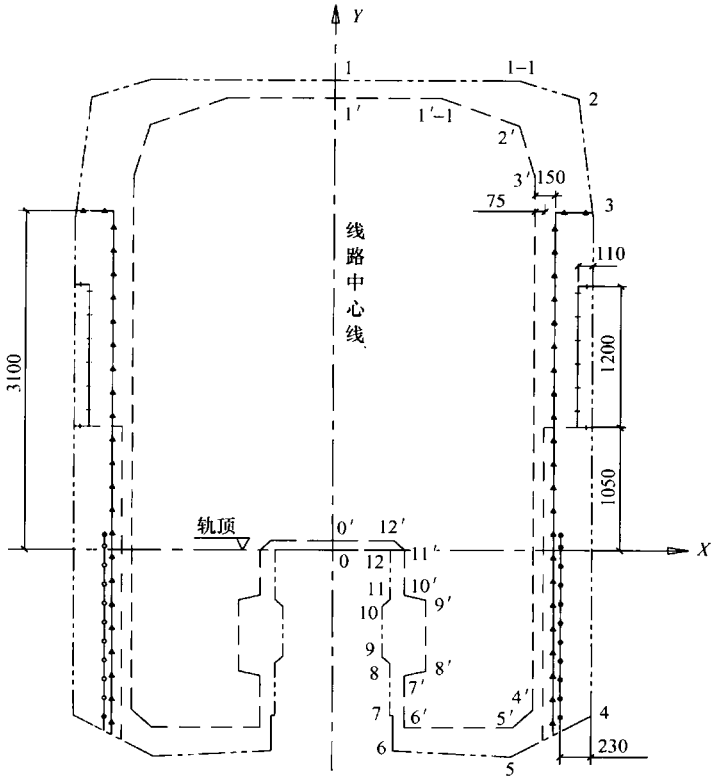
16　磁悬浮和跨座式轨道交通工程测量

16.1　磁悬浮轨道交通工程测量

磁悬浮轨道交通工程地面和高架结构与一般城市轨道交通工程基本一致，这部分的施工测量方法和技术要求同本规范第13章相关内容。但是，轨道梁的架设精度要求很高，因此本节重点从建立精调控制网、轨道梁放样、调整等方面制定标准，供广大测绘技术人员参照执行。由于我国磁悬浮轨道交通工程建设还处在起步阶段，施工测量经验还不丰富，本节内容还有待于今后不断完善。

16.2　跨座式轨道交通工程测量

16.2.11　限界检查是单轨车辆上线在轨道梁上运行之前，利用限界检查专用设备，按照规定的方法和程序，检查工程是否满足限界设计要求。通过现状的限界检查，发现限界缺陷，提出整改要求，最终使限界满足单轨车辆上线运行的安全性、可靠性要求。建筑限界和车辆限界、轨道梁周围特殊限界见以下示意图(图2和图3)：



车辆限界坐标（单位 mm）

控制点	0′	1′	1′—1	2′	3′	4′	5′	6′	7′	8′	9′	10′	11′	12′
X	0	0	800	1380	1500	1500	1350	540	540	700	700	540	540	460
Y	80	3850	3850	3620	3080	−1350	−1500	−1500	−1060	−1020	−420	−380	0	80

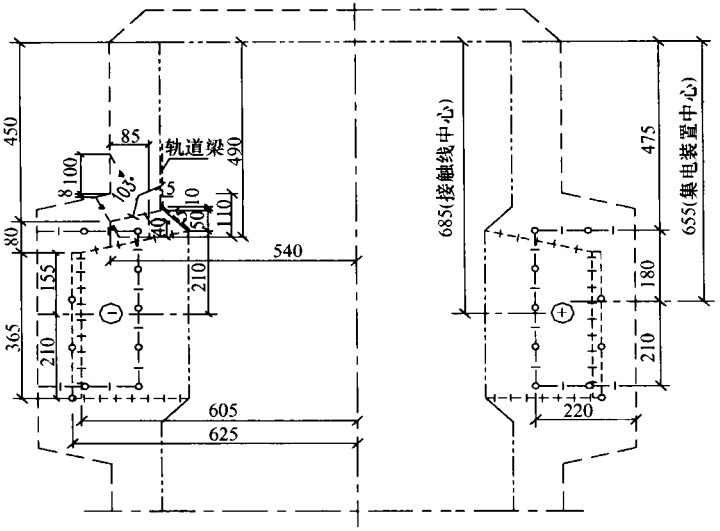
建筑限界坐标（单位 mm）

控制点	0	1	1—1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
X	0	0	1380	1820	1935	1935	1335	455	430	430	370	370	430	430
Y	0	4000	4000	3850	2880	−1400	−1750	−1700	−1400	−955	−895	−475	−415	0

图 2　建筑限界和车辆限界示意

轨道梁周围的特殊限界

1:10



图例

车辆限界

集电装置限界

建筑限界

接触线限界

道岔部接触线限界

说明：
本图尺寸以毫米计。

注：除图 3 所示意的限界外，还有客运站台建筑限界、安全栅建筑限界、道岔建筑限界、定期检修线、存车线等车库内信号机建筑限界、接地装置限界、接地板限界。

图 3　轨道梁周围特殊限界示意

17 设备安装测量

17.2 接触轨、接触网安装测量

接触轨通常设置在线路轨道左股钢轨的左侧，但当进入道岔区，轨道的左右侧都设置接触轨，此时应根据道岔区的设计图纸进行测设，测量方法和限差与本节各条款相同。接触网的悬吊支架，一般都设置在隧道线路中线的拱顶上，但在车站、道岔区也有的设置在隧道的边墙上，此时支架的里程和标高的测定应按照设计图纸进行测设。测设的方法和限差与本节各条款基本相同。

17.3 隔断门安装测量

17.3.1 隔断门包括用于人防工程和防淹等用途的隔断门。

17.4 行车信号与线路标志安装测量

17.4.4 城市轨道交通采用无缝轨道线路，在自动闭塞信号灯之间，轨道都没有接缝。无缝钢轨未锁之前，轨道随温度变化自由伸缩。在温度变化 1℃时，500m 的钢轨将伸缩 6mm，若变化 5℃即伸缩 30mm，超过了在轨腰上标志的位置允许误差为 ±5mm的要求。因此必须在无缝钢轨锁定之后测定标志。如果曲线元素标志正好位于锁定长轨的呼吸区钢轨的接缝附近，尽管呼吸区最大伸缩量为轨缝 1/2（即 4mm），同样能满足标志测定的误差要求。

18 变形监测

18.1 一般规定

18.1.1 城市轨道交通工程大都穿越城市繁华地区，埋深浅，地层岩土条件复杂，而且多数采用暗挖，即使在明挖段也是工作场地狭小，因此工程施工和运营期间对自身结构以及沿线环境稳定和安全的监测至关重要。同时也为今后城市轨道交通类似工程的设计、施工提供依据。所以在工程施工全过程和运营期阶段，进行变形监测是十分必要的。

18.1.2 城市轨道交通工程建设和运营阶段，要达到安全施工和环境稳定，满足的条件很多，因此制定变形监测方案要考虑工程场地、工程环境、施工与设计水平等条件，同时对可能影响安全的突发事件要制定应急方案，防患于未然。

18.1.3 变形监测工作应在施工和降水之前进行初始观测，以后的观测要根据工程进度和需要及时开展工作。

18.1.5 测量单位可以根据监测的内容和对观测对象的精度要求，择优选择仪器设备和测量方法，当采用摄影测量和物理仪器进行变形测量时，可参照摄影测量和岩土施工有关规范进行作业。

18.1.6 变形监测控制网是变形测量的依据，变形监测一般布设专用控制网，布设时要考虑到整个变形观测时间内稳固可靠，而且便于使用。

18.1.8 本规范表 18.1.8 中变形点的点位中误差和高程中误差是相对于最近基准点而言。变形测量的等级划分和精度要求是根据建筑结构形式、结构性质所制定的变形限差，并依照 1971 年国际测量工作联合会（FIG）第十三届会议中工程测量组提出的变形测量精度要求，以观测体容许变形值的 1/20 为原则，并结

合现行标准相关要求而制定。

18.1.9 本条仅列出了对变形监测点的精度要求和主要测量方法，如采用其他方法进行变形监测，其精度要求不变。

18.1.11 由于工程建设和运营对工程结构和环境影响非常复杂，变形监测方案必须随变形体的变化和发展趋势及时进行修订，使之能适应变化的情况。

18.1.12 地上、地下同步进行变形测量是为了上、下对照，全面了解和掌握观测对象的变形状态 。

18.1.13 这是为了减弱系统误差影响，提高观测精度。

18.1.14 记录观测时的施工、环境、岩土水文和气象等状况是为了便于分析变形原因。

18.1.15 变形测量的初始值是整个变形观测的基础数据，应提高观测精度，保证精确。变形测量的异常值同样要准确，避免由数据不准确而造成决策失误。

18.2 监测控制网测量

18.2.3 本规范表 18.2.3 是参照现行国家标准《工程测量规范》GB 50026 制定的。水平位移监测控制网一般为一次布设的独立网，由于控制范围较小，多为单三角形和大地四边形。如果布设成三角网，除了对水平位移监测控制网起始边相对中误差不低于 1/200000，需用测距精度 $1mm+1\times10^{-6}D$ 测距仪施测外，其他等级水平位移监测控制网起始边均可用测距精度 $2mm+2\times10^{-6}D$ 测距仪测定，它们的起始边精度不难达到上一级最弱边相对中误差的要求。如果以此作为下一级起始边精度要求，并按照本规范表 18.2.3 的技术要求布设水平位移监测控制网，经估算，只要加强图形强度，仔细操作，达到规定的精度指标是不成问题的。如采用卫星定位布设控制网，也应按此精度要求执行。

18.2.4 为便于操作，表 18.2.4-1 和 18.2.4-2 参照国家相关等级水准测量技术要求，并根据实际测量状况，对观测中的一些限差进行了调整而编制。

18.3 结构施工变形监测

18.3.1 必测项目为保证城市轨道交通工程自身结构和周边环境稳定及安全，同时反映建设对象在施工和运营中的状态而进行的日常监测项目。选测项目为设计人员和施工的特殊需要而进行的局部变形监测项目。

根据监测内容，除几何测量仪器外，所选择的主要物理仪器及其技术指标见表1（仪器厂家及仪器种类繁多本表仅供参考）：

表1 主要物理仪器及其技术指标

测量内容	主要测量仪器	测量范围	测量精度
净空水平收敛	YSJ-2型收敛计	测量距离50m，量程30～50m	系统误差0.003mm，分辨率0.01mm
水平位移测量	SDW-2型位移计	测量深度30～50m	0.1mm
倾斜测量	CX-01伺服加速计、数显型测斜仪	0°～53°，深度100m	±4mm/15m
围岩分层沉降	CT-1型电磁沉降仪	量程50m	±2mm
围岩压力测量	钢弦式土压力计	量程15000kPa	分辨率1%F.S 零飘±1%F.S
应力测量	CHL-2型弦式混凝土应力计	量程50MPa	分辨率0.15%F.S

18.3.6 要及时采集变形数据，尽量减少变形量损失。观测点注记里程主要是便于对地面、地下的数据进行对照。

18.3.7 断面间距应根据围岩类别、隧道埋深、断面尺寸等因素确定。

18.3.8 根据国家现行标准《铁路隧道喷锚构筑法技术规则》TBJ 108规定和盾构施工要求，可视围岩性质和其实际变形速度，根据本规范表18.3.8适当选择和调整测量频率。

18.4 施工阶段沿线环境变形监测

18.4.3 本规范表 18.4.3 是参照《铁路隧道喷锚构筑法技术规则》TBJ 108 的规定和施工经验确定，适用于软弱破碎围岩。

18.4.4 线路地表的沉降观测点要埋实，沉降观测点若埋设在路面等容易破坏的地方要加设保护设施，如可在点上砌筑像地下管线手孔状的设施并加上保护盖。

18.4.5 对于不便在管线上设置观测点的管线，如燃气、锈蚀严重的管线等可观测其周围土体的变形，如埋设压力盒和位移计等，间接测量变形体的变形状况。

18.4.6 对地铁地表线路中线两侧 2.5 倍埋深范围的变形区内建筑等都需要进行监测。但是由于经济原因，可进行重点建筑的变形监测。另外有些建筑装修档次较高，为不破坏其内、外装修效果，变形观测点的式样设计和埋设应和观测对象外观协调。

18.4.7 根据工程经验，一般距开挖工作面前方 $H+h$（H 为隧道埋深，h 为隧道高度）范围，施工对穿越物体和其周围土体产生影响，因此应对其进行变形监测，并及时提供监测结论，确保工程安全。

18.6 资料整理与信息反馈

18.6.2 回归分析要有足够的数据，可选择如下类型回归函数：

$$U = A \cdot \lg(1+t)$$

$$U = A \cdot e^{-B/t}$$

$$U = t/(A+Bt)$$

$$U = A(1-e^{-Bt})$$

$$U = A + B/\lg(1+t)$$

$$U = A\{1-[1/(1+Bt)]^2\}$$

式中 U——位移值（mm）；

A、B——回归系数；

t——测点埋设后的时间（d）。

19 竣工测量

19.1 一般规定

19.1.2 竣工测量的起始依据：地面应以控制测量的卫星定位控制点、精密导线点、水准点为依据；地下应以铺轨控制基标为依据。

19.1.3 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单位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。

竣工图的编制和测量，一般由各承办施工单位负责。按本规范和相关技术规范要求执行。但对某些施工中变更较多、技术复杂、竣工测量繁重的项目，或涉及全线整体质量评估及行车安全的项目，应统一由建设单位主持、组织或委托勘测单位测绘。

竣工测量基本方法和精度要求，与施工测量基本相同，但程序相反。竣工测量应选择竣工建筑的有关部位检测，并注记在原施工图上相应部位以便说明比较，如注记主轴线点坐标值、主要高程点、间距、方向以及重要的碎部点相关尺寸等。对一般施工中无变更的施工图，应在原图上加注竣工检测调查数据，经施工主管、工程监理审定后，作为竣工图。

对有变更的施工图，应将原图进行修改补充，注记说明，并附以设计变更通知单、竣工实测调查记录以及监理审核验收记录等，加工编制成正式竣工图。

19.1.4 全国各个地方建设工程竣工测量与验收的标准和要求不完全相同，因此建设工程竣工测量成果资料除满足本规范要求

外，尚应满足地方主管部门的要求。

19.1.5 竣工成果资料除提供文本资料外，还应提交数字文档。

19.2 线路轨道竣工测量

19.2.1 为编制线路平面和纵、横断（含净空）面的竣工图以及轨道（含道岔）铺设竣工图，应进行线路轨道竣工测量。

19.3 区间、车站和附属建筑结构竣工测量

19.3.2、19.3.3 根据限界设计的要求，净空横断面竣工测量主要是对影响行车安全的净空断面点进行检查测量。根据断面形状，断面测量点应选择结构限界的关键点，例如马蹄形断面，测量点设置在每侧边墙各3个、顶和底板线路中线处各1个，边墙上测点的位置分别高于右轨轨面0.400m、1.850m和3.250m处。

19.3.4 隔断门在隧道中是重要的大型设备，其净空限界极为严格，为保证高速运行车辆的安全，在长轨锁定之后，必须进行精确细致的竣工测量。对于竣工资料不但要归档，而且还要根据竣工测量数据判断隔断门的安装质量是否达到设计要求。

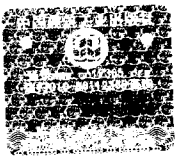
19.4 线路沿线设备竣工测量

19.4.2 接触轨的受电方式是利用设在车厢左侧的受电器（电刷子），压紧在接触轨的顶面。受电器有固定长度、高度和弹簧压力。当接触轨与左轨的距离和高度满足设计要求，就可正常受电，因此，本条规定只需测出左轨和接触轨的距离和高差，以便衡量接触轨的安装质量。

接触网受电器是弓形的，它有固定的长度并压紧在接触网的输电线上，接触网弓形受电器只要压紧在满足设计高程的输电线上，就可正常受电。因此只需测出右轨和接触网输电线的高差和与右轨的距离就可衡量接触网安装的质量。

20 测量成果资料验收

本节是根据城市轨道交通测量成果特点，以及国家测绘行业有关测量成果资料验收标准编制。



统一书号：15112·14729
定　　价：30.00　元