

ICS

中国建筑业协会团体标准 团体标准

P

T/CCJAT xxxx— 20xx

轨道交通工程施工测量技术标准

Technical Standards for Construction Surveying

of Rail Transit Engineering

(征求意见稿)

20xx— xx—xx 发布 20xx—xx —xx 实施

中国建筑业协会 发布

中国建筑业协会团体标准

# 轨道交通工程施工测量技术标准

Technical Standards for Construction Surveying  
of Rail Transit Engineering  
(征求意见稿)

T/CCIAT xxxx— 20xx

批准部门：中国建筑业协会

施行日期：20xx 年 xx 月 xx 日

中国建筑工业出版社

20xx 北京

## 前 言

根据中国建筑业协会《关于开展第六批团体标准编制工作的通知》  
(建协函〔2022〕9号)的要求,规程编制组经广泛调查研究,认真  
总结实践经验,参考有关国际标准和国外先进标准,并在广泛征求意见  
的基础上,制订本规程。

规程的主要内容包括1总则;2、术语和定义;3、基本规定;4、施  
工准备测量;5、土建施工测量;6、轨道施工测量;7、设备安装测  
量及装修测量;8、竣工测量;9、质量检查与验收。

本规程由中国建筑业协会负责管理,由北京城建勘测设计研究院有限  
责任公司与北京中睿育博技术咨询有限公司负责具体技术内容的解  
释。请各单位在执行过程中,总结实践经验,积累资料,随时将有关  
意见和建议反馈给北京城建勘测设计研究院有限责任公司(地址:北  
京市朝阳区安慧里五区六号,邮政编码:100101)或北京中睿育博技  
术咨询有限公司(地址: , 邮政编码: )。

本规范主编单位:

本规范参编单位:

## 目录

1 总则 .....	8
2 术语和符号 .....	9
2.1 术语 .....	9
2.2 符号 .....	12
3 基本规定 .....	14
4 施工准备测量 .....	15
4.1 一般规定 .....	15
4.2 地面控制网复测 .....	15
4.3 地面加密点测量 .....	16
4.4 场地平整测量 .....	16
4.5 其他测量工作 .....	16
5 土建施工测量 .....	18
5.1 一般规定 .....	18
5.2 高架结构和车站施工测量 .....	18
5.3 地面线路和车站施工测量 .....	20
5.4 地下隧道和车站施工测量 .....	22
5.5 贯通测量和断面测量 .....	34
5.6 车辆基地施工测量 .....	37
6 轨道施工测量 .....	41
6.1 一般规定 .....	41
6.2 铺轨基标测量 .....	41
6.3 任意设站控制网测量 .....	43
6.4 铺轨施工测量 .....	48
7 设备安装测量及装修测量 .....	52
7.1 一般规定 .....	52
7.2 设备安装测量 .....	52
7.3 装修测量 .....	53
8 竣工测量 .....	54
8.1 一般规定 .....	54
8.2 控制网检测与控制点恢复测量 .....	54
8.3 线路轨道竣工测量 .....	54
8.4 线路建筑结构竣工测量 .....	55
8.5 线路设备竣工测量 .....	56
8.6 地下管线竣工测量 .....	56
9 质量检查与验收 .....	58
9.1 一般规定 .....	58
9.2 质量检查 .....	59

9.3 质量验收 .....	59
本标准用词说明 .....	61
引用标准名录 .....	62



## Contents

1 General provisions.....	8
2 Terms and symbols.....	9
2.1 Terms .....	9
2.2 symbols .....	12
3 Basic requirement.....	14
4 Construction preparation survey.....	15
4.1 General provision.....	15
4.2 Re-survey of ground control network.....	15
4.3 Ground encryption point measurement .....	16
4.4 Site leveling survey .....	16
4.5 Other measurement work .....	16
5 Civil construction survey.....	18
5.1 General provision.....	18
5.2 Construction survey of elevated structure and station.....	18
5.3 Construction survey of ground lines and stations.....	20
5.4 Construction survey of underground tunnels and stations.....	22
5.5 Penetration survey and section survey .....	34
5.6 Construction survey of vehicle base.....	37
6 Track construction survey.....	41
6.1 General provision.....	41
6.2 Track-laying datum survey .....	41
6.3 Arbitrary station control network survey .....	43
6.4 Track laying construction survey .....	48
7 Equipment installation survey and decoration survey.....	52
7.1 General provision.....	52
7.2 Equipment installation measurement .....	52
7.3 Decoration survey .....	53
8 Completion survey.....	54
8.1 General provision.....	54
8.2 Control network detection and control point recovery measurement .....	54
8.3 Line track completion survey .....	54
8.4 Completion survey of line building structure .....	55
8.5 Line equipment completion survey .....	56
8.6 Underground pipeline completion survey .....	56
9 Quality inspection and acceptance.....	58
9.1 General provision.....	58
9.2 Quality inspection.....	59
9.3 Quality acceptance .....	59

Explanation of Wording in this code.....	61
List of quoted standards.....	62

## 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施工测量技术要求，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的线网规划、新线路建设、既有线路改造的工程施工测量。
- 1.0.3 测量作业使用的仪器和工具应根据国家现行有关标准进行检验校正。作业前应对仪器和工具进行检查，作业中仪器状态应满足作业要求。
- 1.0.4 轨道交通工程施工测量除应符合本规范外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

## 2 术语和符号

### 2.1 术语

#### 2.1.1 城市轨道交通 urban rail transit

采用专用轨道导向运行的城市公共客运系统，包括地铁、轻轨、单轨、有轨电车、磁浮、自动导向轨道、市域快速轨道系统。

#### 2.1.2 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应进行的沿线建筑、管线、水域、房屋拆迁和勘测定界调查测绘工作。

#### 2.1.3 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。

#### 2.1.4 线路中线测量 center line survey

对由线路中线点构成的导线进行的测量工作。

#### 2.1.5 近井点 control points near the well

布设在竖井旁，用于向地下传递平面坐标和方位的导线点或传递高程的水准点。

#### 2.1.6 近井导线 adjacent traverse

附合在一、二等卫星定位点或三等精密导线点上，为测设近井点而布设的导线。

#### 2.1.7 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。

#### 2.1.8 联系测量 connection survey

将地面的坐标和高程系统传递到地下，使地上、地下坐标与高程系统相一致的测量工作。

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

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。

#### 2.1.10 贯通测量 holing through survey

对相向施工的地面路基、地下隧道和高架桥建筑结构或按要求施工到一定地点与另一建筑结构相通后，对连接偏差状况所进行的测量工作。

2.1.11 贯通误差 through error

是指相向或同向掘进的坑道（或竖井）的施工中线在贯通面上因未准确接通而产生的偏差。

2.1.12 纵向贯通误差 longitudinal through error

坐标不符值投影到线路方向上的分量。

2.1.13 横向贯通误差 transverse penetration error

坐标不符值投影到线路法线方向上的分量。

2.1.14 方位角贯通误差 azimuth penetration error

贯通面相邻的同一导线边的方位角较差。

2.1.15 高程贯通误差 elevation Run-through error

隧道和车站贯通面上同一临时点的高程较差。

2.1.16 铺轨基标 track laying benchmark

为线路轨道铺设建立的测量控制点。

2.1.17 任意设站控制网 free station control network

采用任意设站边角交会法施测，具有强制对中标志，沿线路布设的平面和高程的三维控制网。

2.1.18 建筑 building and structure

供人们进行生产、生活或其它活动的房屋、场所的建筑物和构筑物的总称。

2.1.19 限界 gauge

保障城市轨道交通安全运行、限定车辆断面尺寸、限制沿线设备安装尺寸及确定建筑结构有效净空尺寸的图形及相应定位坐标参数称为限界。分为车辆限界、设备限界和建筑限界三类。

2.1.20 联络线 connecting line

连接两条独立运营线路的辅助线路。

2.1.21 明挖法 cut and cover method/open cut method

在地面挖开的基坑中修筑地下结构的施工方法。

2.1.22 盖挖顺筑法 cover and cut-bottom up method

在地面修筑维持地面交通的临时路面及其支撑结构后，自上而下开挖土方至坑底设计标高，再自下而上修筑结构的施工方法，属于明挖法。

2.1.23 盖挖逆筑法 cover and cut-top down method

开挖地面修筑地下结构顶板及其竖向支撑结构后，在顶板的下面自上而下分层开挖土方，分层修筑结构的施工方法，属于明挖法。

2.1.24 矿山法 mining method

传统的矿山法是指用钻眼爆破的方法修筑隧道的暗挖施工方法，又称钻爆法，现代矿山法还包括机械开挖法、新奥法等施工方法。

2.1.25 盾构隧道法 shield method

使用圆形钢壳结构保护、开挖、推进、拼装、衬砌和注浆等作业的暗挖施工方法。

2.1.26 车辆基地 vehicle base

以车辆停放、检修和日常维修为主体，集中车辆段（停车场）、综合维修中心、物资总库、培训中心及相关的生活设施等组成的综合性生产单位。

2.1.27 车辆段 depot

承担车辆停放、运用管理、整备保养、检查和较高或高级别的车辆检修的基本生产单位。

2.1.28 联络通道 connect dypass

连接同一线路上两条单线区间隧道的通道，在列车于区间遇火灾灾害、事故停运时，供乘客由事故隧道向无事故隧道疏散逃生的过道。

2.1.29 疏散平台 evacuation platform

沿区间线路一侧设置的人行便道，在列车遇火灾灾害、事故停运时，供乘客疏散到安全地区的设施。

2.1.30 防淹门 flood gate

防止水流涌入车站或隧道的密封门。

2.1.31 变形监测 deformation monitoring

对建（构）筑物及其地基、建筑基坑或一定范围内的岩土及土体的位移、沉降、倾斜、挠度、裂缝和地下水、温度、应力应变等相关影响因素进行监测，并提供变形分析预报的过程。

2.1.32 允许偏差 allowable deviation; allowable variation

在一定范围内大于或者小于标准值的程度，不影响结构的稳定性或者完整性的值。

2.1.33 点位中误差 mean square error of a point

表示点位精度的一种数值指标，指真坐标与测量最或然坐标位置的差值平方和的平方根。

2.1.34 极限误差 tolerance

在一定测量条件下规定的测量误差绝对值的限值。通常以测量中误差的2~3倍作为其极限误差。本规范以测量中误差的2倍作为其极限误差。

### 2.1.35 较差 differential observation

同一未知量的两个观测值之间的差值。

## 2.2 符号

- a —— 固定误差、近井点至悬挂钢丝的最短距离；
- B —— 隧道开挖宽度；
- b —— 比例误差系数( $1 \times 10^{-6}$ )；
- C —— 方向照准差、仪器加常数；
- c —— 竖井中悬挂钢丝间的距离；
- D —— 贯通距离、测距边长度；
- 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；
- f —— 地球曲率和大气折光对垂直角的修正量；
- H<sub>p</sub> —— 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<sub>m</sub> —— 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、附和路线长度、轨道梁长；
- M —— 地形图比例尺分母、摄影比例尺分母；
- 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；
- 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、测站数、水准测量转点数、桥梁跨数；
- P —— 建筑面积值、宗地面积；
- R —— 地球平均曲率半径；
- R<sub>a</sub> —— 参考椭球体在测距边方向法截弧的曲率半径；
- R<sub>m</sub> —— 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<sub>0</sub> —— 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<sub>m</sub> —— 测距边两端点横坐标平均值；  
 $\Delta Y$  —— 测距边两端点近似横坐标的增量；  
 $\Delta$  —— 水准路线测段往返高差不符值；  
 $\sigma$  —— 标准差，即基线向量的弦长中误差。

### 3 基本规定

3.0.1 城市轨道交通工程测量应采用地方坐标系统和高程系统。跨市域的城市轨道交通线路建设采用的坐标和高程系统应由建设单位、设计单位和第三方测量单位共同研究后决定。

3.0.2 鼓励在轨道交通工程测量工作中采用先进技术、先进工艺、先进设备、新型材料和现代管理办法。

## 4 施工准备测量

### 4.1 一般规定

4.1.1 城市轨道交通工程施工测量单位应组建测量项目部，并配备足够数量的专业测量人员与满足测量精度要求的测量仪器设备。

4.1.2 测量单位应根据合同要求、测量条件等编制专项施工测量方案，报监理单位、第三方测量单位审核合格后实施。施工测量方案应至少包括以下内容：

- 1) 工程概况；
- 2) 任务要求；
- 3) 测量组织机构与仪器设备；
- 4) 施工测量技术依据；
- 5) 测量方法和技术要求；
- 6) 成果资料整理与提交；
- 7) 安全、质量保证体系与具体措施。

4.1.3 测量单位应接收建设单位或第三方测量单位移交的控制点，并保留交桩记录。接收的控制点除覆盖本施工区域外，还应包含足够数量的与相邻工区共用控制点。

4.1.4 测量单位可根据施工需要布设加密控制点，经第三方测量单位复核合格后使用。

4.1.5 细部放样前应对待放样点设计值进行复核，并保留复核记录。

4.1.6 城市轨道交通工程测量工作应遵守先复核、后利用的原则，控制点应经复核无误后，方可利用开展下一步工作。

### 4.2 地面控制网复测

4.2.1 测量单位接收建设单位或第三方测量单位移交的控制点后，应及时进行复测，成果复核无误后使用。

4.2.2 控制网复测采用的观测方法、观测精度、数据处理和成果精度宜与原测网一致，复测使用的测量仪器精度应不低于原测仪器设备。

4.2.3 测量单位应对控制网及时进行复测，复测周期根据城市建设、场地地质条件与施工进度等因素综合确定，复测周期不宜大于 6 个月。

4.2.4 当复测与原测成果坐标分量较差的极限误差分别小于 2m 时，应采用原测成果，大于

2m 时，应查明原因及时补测或修测，并结合现场进度、气候条件变化、测量条件等因素综合确定复测值， $m$  为复测控制点的点位中误差。复测值还应满足与相邻控制点的相对点位中误差要求。成果更新需经过第三方测量单位同意。

### 4.3 地面加密点测量

4.3.1 地面加密点包括地面加密平面控制点和地面加密高程控制点。

4.3.2 地面加密点应布设在施工影响范围外的稳固区域，具有使用方便、易于保存、稳定可靠的原则，宜埋设专用墩台。

4.3.3 地面加密平面控制点测量应以不低于城市轨道交通三等的平面控制点为起算点，布设成附（闭）合导线或结点网，附合导线边数不宜大于 12 条。

4.3.4 地面加密高程控制点测量应以不低于城市轨道交通二等的高程控制点为起算点，布设成附（闭）合水准路线。

4.3.5 地面加密平面控制点测量精度要求与作业方法应满足《城市轨道交通工程测量规范》GB/T 50308-2017 中三等平面控制网相关要求。

4.3.6 地面加密高程控制点测量精度要求与作业方法应满足《城市轨道交通工程测量规范》GB/T 50308-2017 中二等高程控制网相关要求

### 4.4 场地平整测量

4.4.1 场地平整测量宜采用与地铁建设一致的平面坐标高程系统，也可根据实际情况建立独立施工坐标系，采用独立施工坐标系时，其成果需经过监理单位或第三方测量单位复核。

4.4.2 施工前应对场地进行现状测量，获取原地形的高程数据，可采用全站仪极坐标法或 RTK 作业方法进行。数据采集前需对起算数据进行检核。

4.4.3 根据施工坐标系与设计图，进行施工放样，确定填挖边界和坡脚线等位置。

4.4.4 土方量可采用方格网法、三角网法、断面法进行计算。

4.4.5 填挖过程中应严格控制填挖量，避免超挖或欠挖的情况发生。

### 4.5 其他测量工作

4.5.1 施工围挡、场地内临建等临时结构角点放样，可采用全站仪极坐标、GNSS RTK 等方法进行。

4.5.2 施工测量单位应将地铁站位及线路走向标定到地面，放样精度 $\pm 5\text{cm}$ 。

4.5.3 施工测量单位应对地铁站点选址区域内的地形进行详细测量，并对场地内管线位置、

建构筑物等周边环境进行调查和测量。

## 5 土建施工测量

### 5.1 一般规定

5.1.1 土建施工测量包括高架结构和车站施工测量、地面线路和车站施工测量、地下隧道和车站施工测量、贯通测量、断面测量和车辆基地施工测量。

5.1.2 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条件制定施工测量方案。

5.1.3 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。

5.1.4 施工方案应依据卫星定位点、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。

5.1.5 地面和地下平面和高程控制点使用前，必须进行检测。

5.1.6 相邻结构贯通后，应进行贯通误差测量。

### 5.2 高架结构和车站施工测量

#### 5.2.1 柱、墩基础施工测量

5.2.1.1 柱、墩基础施工应利用线路中线控制点或精密导线点采用极坐标法等进行放样，放样后应采用在不同测站进行重复测量的方法进行检核。

5.2.1.2 同一里程处对多柱或柱下多桩组合的基础放样应分别进行，放样后除按 5.2.1.1 节要求进行检核外，还应对柱或桩间的几何关系进行检核。

5.2.1.3 柱、墩基础放样精度应符合下列规定：

- 1 横向放样中误差应小于 $\pm 5\text{mm}$ ；
- 2 柱、墩间距的测量中误差应小于 $\pm 5 \text{ mm}$ ；
- 3 各跨的纵向累积测量中误差应小于 $\pm 5\sqrt{n} \text{ mm}$ (n 为跨数)；
- 4 柱下基础高程测量中误差应小于 $\pm 10 \text{ mm}$ 。

5.2.1.4 基础放样后应测设基础施工控制桩，施工控制桩宜设立 2 组，每组控制桩不应少于 2 个，其中一组控制桩间的连线宜垂直于线路方向。

5.2.1.5 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，其位置中误差应小于 $\pm 10 \text{ mm}$ ；基底高程、基础结构混凝土面的高程中误差应小

于 $\pm 10$  mm。

5.2.1.6 柱、墩基础施工完成后，应进行基础承台施工测量。基础承台施工测量应符合下列规定：

- 1 主要放样内容应包括中心或轴线位置、模板支立位置和顶面高程；
- 2 基础承台中心或轴线位置测量中误差应小于 $\pm 5$  mm、模板支立位置测量中误差应小于 $\pm 7.5$  mm、顶面高程测量中误差应小于 $\pm 5$  mm。

### 5.2.2 柱、墩施工测量

5.2.2.1 柱、墩施工前，应采用在不同测站对完成的柱、墩基础承台中心或轴线位置进行重复测量的方法进行检核，对模板支立位置及尺寸、垂直度以及顶部高程采用重复测量的方法进行检核，合格后进行柱、墩施工测量。

5.2.2.2 柱、墩施工测量应符合下列规定：

- 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柱、墩中心和轴线控制，用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、短视线三角高程、钢尺丈量等方法，并应在设计高度标记高程线。

5.2.2.3 柱、墩施工测量精度应小于 $\pm 3$  mm，垂直度允许偏差应小于 1‰。

5.2.2.4 浇筑混凝土前，应对模板中心坐标和垂直度等进行复核测量，模板中心坐标测量精度应小于 $\pm 3$  mm，垂直度允许偏差应小于 1‰。

5.2.2.5 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 利用施工测量控制点，将柱、墩中心独立两次投测到柱、墩顶帽，两次投测较差应小于 3 mm；以两次投点连线的中点作为最终投点。中心标志固定后应测量其点位坐标，其实测坐标与设计坐标较差应小于 10 mm；
- 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。高程传递按四等水准测量精度要求独立测量两次，其较差应小于 5 mm，并以两次测量高程的均值作为最终高程。

### 5.2.3 横梁施工测量

5.2.3.1 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位置调整。依据检核后的控制点进行横梁位置的标定。

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

5.2.3.3 预制梁安装前应检查其几何尺寸和预埋件位置，检查几何尺寸测量中误差应小于允许偏差值的1/5。

#### 5.2.4 纵梁施工测量

5.2.4.1 纵梁架设前应在横梁上恢复线路中线点和高程点，并应对相邻柱、墩的跨距进行复核。

5.2.4.2 在横梁上测设线路的法向和切向轴线时，应以线路中线点、高程点和复核后的跨距为依据；测设完成后再以轴线为依据安装纵梁，以高程控制点为依据控制纵梁高程。

5.2.4.3 纵梁采用混凝土预制梁，安装预制梁时，其中线和高程与线路设计中线和高程的较差应小于5mm。

5.2.4.4 纵梁采用混凝土现浇梁时，应在现浇梁端模上测设线路中线和高程控制点，其测量精度均应小于±5mm。测放底模和侧模位置时，应以上述控制点为依据，且相对于上述控制点的误差应小于±5mm。

### 5.3 地面线路和车站施工测量

#### 5.3.1 中线测量

5.3.1.1 中线测量应对线路中线桩进行测设，线路中线桩应包括控制桩和各种加密桩。根据地形复杂情况直线地段加密桩间距宜10~50m，曲线地段加密桩间距宜10~20m。

5.3.1.2 中线测量前，应根据复核无误的线路施工设计图和相关文件资料及施工定线测量任务书，并经外业踏勘后编制中线测量方案。中线测量方案应经批准后方可实施。

5.3.1.3 中线测量可采用全站仪极坐标法或卫星定位RTK法进行中线桩平面位置测量。中线桩纵、横向偏差应分别小于20mm和15mm，并应符合下列规定：

- 1 采用全站仪极坐标法时，应采用Ⅱ级及以上全站仪，测站与中线桩的距离应小于200m；
- 2 采用卫星定位RTK法时，相邻点间距离应大于100m，边长相对中误差应小于1/4000，流动站到单基准站间距离应小于3km，且观测应大于2测回；

5.3.1.4 中线桩高程测量宜采用水准测量和电磁波测距三角高程测量方法。中线桩高程应起算于线路等级水准点。

5.3.1.5 中线测量完成后，应对中线桩坐标、相邻桩之间的距离及线路几何关系进行检核。检核可采用附合导线形式进行线路中线桩联测，并应符合下列规定：

- 1 中线桩实测坐标与设计坐标较差：控制桩应小于20mm、加密桩应小于30mm；

- 2 相邻中线桩间实测距离与设计距离较差：控制桩应小于 50mm、加密桩应小于 70mm；
- 3 相邻中线桩若不透视时，宜采用间接测量的方法检核；
- 4 中线桩位置超限时应进行归化改正。

5.3.1.6 中线桩测设完成后应对其进行加固，并应建立护桩。

### 5.3.2 路基施工测量

5.3.2.1 路基施工测量宜包括路基横断面测量、路基填筑施工测量、路基边坡控制施工测量、路基附属工程施工测量。

5.3.2.2 路基横断面测量应符合下列规定：

- 1 横断面应在线路百米桩、曲线控制桩线路纵横向地形变化大以及桥头、隧道出入口、路基支挡及承载结构物起终点等处测设，间距应小于 20m；
- 2 横断面测量可采用全站仪或水准仪进行，其测量限差应按下列公式计算：

$$\text{高差 } \pm (L/1000 + h/100 + 0.2) \text{ m} \quad (5.3.2.2-1)$$

$$\text{距离 } \pm (L/100 + 0.1) \text{ m} \quad (5.3.2.2-2)$$

式中：  $h$ ——测点至中桩的高差，以米为单位；

$L$ ——测点至中桩的水平距离，以米为单位。

5.3.2.3 路基填筑施工测量应符合下列规定：

- 1 路基填筑前，应根据设计断面图放样路基填筑边界桩，并在现场利用白灰划出填筑边界线，控制路基宽度；
- 2 在路基填筑过程中，根据路基分层摊铺、分层碾压施工的特点，应分层进行施工放样。每层施工完成，且中桩重新放样抄平后应检查路基填筑宽度和高度，如有偏移应及时进行调整。

5.3.2.4 路基边坡控制施工测量应符合下列规定：

- 1 对于挖方边坡，首先应放样开挖边界，然后根据机械施工的特点，施工中控制好开挖边坡坡度。边坡成型后，应使用专用的坡度尺，采用人工拉线修整控制边坡坡度；
- 2 边坡坡度采用从上至下逐级控制的方法时，应在上一级平台处理好平台宽度和与中线的宽度，然后采用相同的方法做好下一级坡度的控制，直至开挖到路基设计标高位置；
- 3 对于填方路基，应采用设计宽度适当加宽的办法先将路基填筑成型，待路基填筑至标高后，且自然沉降期达到要求后，放样出路基顶边坡起点宽度，然后利用机械或人工按设计坡度进行刷坡。

5.3.2.5 路基附属工程施工测量应包括路基挡墙、路基边沟和边仰坡天沟测量内容，并应符合下列规定：

- 1 路基附属工程的放样，可利用路基测量控制点采用极坐标法放样或采用施工中线桩进行控制施工。采用极坐标法放样时，应加强复核，可采用不同控制点复核或复测放样点坐标及点间距离关系进行检查。利用中线桩进行控制时，应对作业班组做好交底大样图，并移交现场中线控制点；
- 2 进行路基挡墙测量时，应以线路中线桩放样挡墙控制轴线，并钉设挡墙轴线桩，同时按水准测量方法测定其高程；
- 3 若为多级挡墙或挡墙与路基高差过大时，宜采用坐标法测设挡墙轴线桩，并使用全站仪进行平面和高程放样，且应计算出施工数据；
- 4 路基成型后，进行路基边沟测量时应利用线路中线控制点按路基边沟设计资料，采用极坐标法进行路基边沟放样，一般每 50m 设置一个路基边沟控制中心桩，并测量其高程；
- 5 边仰坡的天沟施工时，边仰坡天沟施工测量应按设计图对天沟转角控制点进行放样，放样宜采用极坐标法或线路支距法进行，高程宜利用水准测量方法或三角高程法。

5.3.2.6 路基加固时应按路基加固的不同部位和施工方法，进行施工放样。

5.3.2.7 路基施工测量各项放样测量限差应小于 50mm。

## 5.4 地下隧道和车站施工测量

5.4.1 联系测量

### I 基本要求

5.4.1.1 联系测量应包括地面近井导线测量、近井水准测量以及通过竖井、斜井、平峒、钻孔的定向测量和传递高程测量。

5.4.1.2 每次联系测量应独立进行三次，取三次平均值作为定向成果。地下近井定向边方位角中误差应在 $\pm 8''$ 之内，地下近井高程点高程中误差应在 $\pm 5\text{mm}$ 之内。

5.4.1.3 定向测量的地下近井定向边应大于 120m，且不应少于 2 条，传递高程的地下近井高程点不应少于 2 个。使用近井定向边和地下近井高程点前，应对地下近井定向边之间和高程点之间的几何关系进行检核，其不符值应分别小于 12'' 和 2mm。

5.4.1.4 隧道贯通前的联系测量工作不应少于 3 次，宜在隧道掘进到约 100m、300m 以及距贯通面 100~200m 时分别进行一次。各次地下近井定向边方位角较差应小于 16'', 地下高程点高程较差应小于 3mm，符合要求时，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。

5.4.1.5 当隧道单向贯通距离大于 1500m 时，应采用高精度联系测量或增加联系测量次数等方法，提高定向测量精度。

## II 地面近井导线测量和近井水准测量

5.4.1.6 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。

5.4.1.7 地面平面近井点可利用精密导线点测设，并应符合下列规定：

1 进行导线点加密时，地面平面近井点与精密导线点应构成附合或闭合导线。近井导线边数不宜超过 5 条。

2 平面近井点应按本规范第 4 章的技术要求施测，最短边长应大于 50m，近井点的点位中误差应小于  $\pm 10\text{mm}$ 。

5.4.1.8 高程近井点应利用一、二等水准点测定，并应构成附合、闭合水准路线。高程近井点应按本规范第 4 章测量技术要求施测。

## III 定向测量

5.4.1.9 根据现场条件，定向测量可采用一井定向、两井定向法、陀螺全站仪和铅垂仪组合法、导线直接传递法和投点定向法等。

5.4.1.10 采用一井定向测量方法时，应符合下列规定：

1 同一竖井内应悬挂 2 根钢丝组成联系三角形。联系测量过程中，应采取竖井停止施工、停止风机、搅拌机作业及消除滴水、检查钢丝避免中部被阻挡弯折等影响钢丝投向精度的措施。

2 井上、井下联系三角形布置时，竖井中悬挂钢丝间的距离  $c$  应尽可能长；联系三角形的连接角  $\gamma$ 、 $\alpha$  及  $\gamma'$  和  $\beta'$  均宜小于  $1^\circ$ ，呈直伸三角形； $a/c$  及  $a'/c$  宜小于 1.5， $a$ 、 $a'$  为近井点至悬挂钢丝最短距离；

3 宜选用 0.3mm 钢丝，悬挂 10kg 重锤，重锤应浸没在阻尼液中；观测过程中应确保钢丝稳定；

4 联系三角形边长测量可采用电磁波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 1mm。钢尺丈量时应施加钢尺检定时的拉力，并应进行倾斜、温度、尺长改正；

5 角度观测应采用不低于 I 级全站仪，用方向观测法观测六测回，测角中误差应在  $\pm 1''$  之内。

5.4.1.11 采用两井定向测量方法时，应符合下列规定：

- 1 两井定向在已经贯通的两相邻竖井内各悬挂 1 根钢丝或采用铅垂仪代替钢丝；
- 2 两个竖井中悬挂的钢丝应符合本规范第 5.4.1.10 条 3 款的要求，投点中误差应小于  $\pm 2\text{mm}$ ；
- 3 架设钢丝时，应按本规范第 5.4.1.10 条 4 款和 5 款的要求测量钢丝的平面坐标。采用铅垂仪代替钢丝时，每次应在基座旋转  $120^\circ$  的三个位置，对铅垂仪的平面坐标各测一测回；
- 4 地下两投测点之间应沿连通最短路径布设精密导线，并按本规范第 3 章精密导线网测量的技术要求施测。两井定向的数据应按无定向导线平差方法计算处理；
- 5 地下定向边精度应符合本规范第 5.4.1.2 条的要求。

#### 5.4.1.12 采用陀螺全站仪 + 铅垂仪组合定向测量时，应符合下列规定：

- 1 陀螺全站仪包括悬挂带型或磁悬浮型陀螺全站仪，陀螺全站仪标称定向精度不应低于  $\pm 15''$ ，铅垂仪投点误差应小于  $\pm 0.2\text{mm}$ ；
- 2 使用悬挂带类陀螺全站仪进行陀螺方位角测量，可采用逆转点法、中天法、时差法，自动陀螺经纬仪可采用积分法、阻尼法等进行数据采集。使用磁悬浮类陀螺全站仪可采用光电力矩式寻北法；
- 3 地面已知边陀螺观测站应无明显震动、风流和交通、人流影响，并避开高压电磁场；地下定向边陀螺观测站应选择在施工影响区域外，定向边边长应大于  $60\text{m}$ ，视线距隧道边墙的距离应大于  $0.5\text{m}$ ；
- 4 使用悬挂带类陀螺全站仪时，定向测量应采用“地面已知边-地下定向边-地面已知边”的测量程序；使用磁悬浮类陀螺全站仪时，定向测量应采用“地面已知边-地下定向边”的测量程序。地面已知边、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  $20''$ ；
- 5 测定仪器常数时地面已知边应与地下定向边的位置尽量接近，否则应进行子午线收敛角改正。测前、测后各三测回测定的陀螺仪常数平均值的较差应小于  $15''$ ；
- 6 测量前应检查陀螺仪器常数的稳定状态。每次陀螺仪、铅垂仪组合定向应在三天内完成；
- 7 使用悬挂带类陀螺全站仪进行陀螺方位角测量时，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，应进行零位改正；
- 8 铅垂仪投点时，铅垂仪的支承台（架）与观测台应分离；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  $0.2\text{mm}$ ；全站仪独立三测回测定铅垂仪的坐标分量互差应小于  $3\text{mm}$ 。

#### 5.4.1.13 采用导线直接传递测量方法时，应符合下列规定：

- 1 导线直接传递测量应按本规范第 4 章有关技术要求进行；

2 导线测量时，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；垂直角应小于30°；仪器和觇牌安置宜采用强制对中或三联脚架法；测回间应检查仪器和觇牌气泡的偏离情况，气泡偏离超限时应重新整平；

3 导线直接传递测量宜独立进行两次，符合较差要求后取平均值作为定向测量成果。

#### 5.4.1.14 采用投点定向测量时，应符合下列规定：

1 采用钢丝或铅垂仪利用施工竖井或钻孔投点测量时，投测的两点应相互通视，其间距应大于60m；

2 架设钢丝或铅垂仪投点时，应独立测量三次，并应按本规范第5.4.1.10条4款和5款要求测量钢丝的平面坐标；

3 与钢丝或铅垂仪的联测应按本规范第4章技术要求进行；

4 各次间投点坐标分量互差应小于3mm。

### IV 高程传递测量

5.4.1.15 高程传递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。

5.4.1.16 测定近井水准点高程的地面近井水准路线，应附合在地面一、二等水准点上。近井水准测量，应执行本规范第4章有关技术要求。

5.4.1.17 高程传递测量可采用悬挂钢尺法、电磁波测距三角高程法、水准测量法和电磁波测距法。

#### 5.4.1.18 采用在竖井内悬挂钢尺的方法进行高程传递测量时，应符合下列规定：

1 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检定时相同质量的重锤；

2 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；

3 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。

5.4.1.19 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，也可采用电磁波测距三角高程测量的方法，其测量精度应符合本规范第4章测量相关技术要求。

#### 5.4.1.20 竖井较深采用电磁波测距法传递高程时，作业步骤应符合下列规定：

1 在井上设置的托架上放置棱镜，使棱镜反射面向下；

2 利用水准仪或者全站仪测量棱镜中心与地面近井水准点的高差；

3 托架下方安置全站仪，使全站仪望远镜垂直向上，瞄准棱镜进行测距。全站仪与棱镜垂

直偏差应小于 10mm;

#### 4 测量全站仪中心与地下近井水准点的高差。

5.4.1.21 电磁波测距法传递高程时，还应符合下列规定：

1 应使用 I 级全站仪，距离测量值应进行常数改正和气象改正；

2 高程传递应独立进行三测回，测回间应注意检查仪器气泡的偏离情况，气泡偏离超限时应重新整平。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。

#### V 任意设站控制网坐标和高程的同步传递测量

5.4.1.22 采用任意设站控制网进行坐标和高程的同步传递时，应采用具有双轴补偿、自动照准目标功能的 I 级全站仪。

5.4.1.23 在地面应成组布设不少于 3 个具有强制对中标志的三维近井控制点，在地下隧道中，同样应成组布设不少于 3 个具有强制对中标志。当俯仰角大于 40°，且不能一站直接传递三维坐标时，应在车站站厅层或竖井壁上成组布设不少于 3 个具有强制对中标志的三维控制点作为三维坐标传递过渡点，形成任意设站控制网测量路线。

5.4.1.24 控制网测量时，测量步骤应符合下列规定：

1 在地面任意设站架设全站仪，后视地面已知三维近井控制点点组，前视车站站厅层或竖井壁上的三维控制点点组；

2 在地下隧道中任意设站，后视车站站厅层或竖井壁上的三维控制点点组，测量地下三维近井控制点点组。

5.4.1.25 在地面测站与照准的已知三维近井控制点点组距离应小于 100m，地下定向边长度应大于 80m。

5.4.1.26 控制网各个点组中各点间距，地面近井点组应大于 50m，车站站厅层或竖井壁上传递点组根据实地情况应尽量大。

5.4.1.27 控制网测量时，应采用 I 级全站仪进行水平角、垂直角和距离测量。水平角和垂直角各观测二测回，垂直角应小于 30°。一测回内 2C 互差和指标差互差应小于 9"。距离观测二测回，互差应小于 3mm。

5.4.1.28 任意设站控制网应独立测量两次，两次控制点坐标分量较差应分别小于 3mm，高程较差应小于 3mm。

5.4.1.29 应对任意设站坐标、高程同步传递联系测量计算成果的地下定向边精度及地下高程点精度进行评定，满足本规范 5.4.1.2 要求后，方可使用。

#### 5.4.2 地下控制测量

## I 基本要求

5.4.2.1 地下控制测量应包括地下平面控制测量和地下高程控制测量。

5.4.2.2 直接从地面通过联系测量传递到地下的联系测量成果应作为地下平面和高程控制测量起算点。

5.4.2.3 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。

5.4.2.4 隧道单向贯通距离大于 1500m 时，应在隧道每掘进 1000m 处，通过钻孔投测坐标点或加测陀螺方位角等方法提高控制网精度。

5.4.2.5 每次进行平面、高程控制测量前，应对地下平面和高程起算点进行检测，确保其可靠性。

## II 平面控制测量

5.4.2.6 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。

5.4.2.7 隧道掘进距离满足布设控制点时应及时布设地下平面控制点，并应进行地下平面控制测量。

5.4.2.8 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或设施应大于 0.5m。

5.4.2.9 平面控制测量应采用导线测量等方法。导线长度小于 1500m 时，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。测角中误差应小于  $\pm 2.5''$ ，测距中误差应小于  $\pm 3\text{mm}$ 。

5.4.2.10 控制点点位横向误差宜符合下式要求：

$$mu \leq m\Phi \times (0.8 \times d/D) \quad (5.4.2.10)$$

式中： mu —— 导线点横向误差 (mm);

μΦ —— 贯通中误差 (mm);

d —— 控制导线长度 (m);

D —— 贯通距离 (m)。

5.4.2.11 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。

5.4.2.12 控制导线点在隧道贯通前应至少测量三次，并宜与竖井定向同步进行。重合点重复测量坐标分量的较差应分别小于  $30 \times d/D$  (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，应取其逐次平均值作为控制点的成果，并指导隧道掘进。

5.4.2.13 当隧道长度超过 1500m 时，除应采用本规范第 5.4.2.4 条要求外，还应进行贯通误差预计和（增加）满足隧道贯通要求的贯通测量设计。

5.4.2.14 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)。

### III 高程控制测量

5.4.2.15 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。

5.4.2.16 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。

5.4.2.17 地下高程控制测量的方法和精度，应符合本规范第 4 章技术规定。

5.4.2.18 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，应取其平均值作为控制点的成果，并指导隧道掘进。

5.4.2.19 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。

### 5.4.3 暗挖隧道和车站施工测量

#### I 基本要求

5.4.3.1 暗挖隧道施工测量应包括施工导线测量、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。

5.4.3.2 施工测量前，应熟悉设计图纸，检核设计数据，并对已有的测量资料进行检核。

5.4.3.3 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。

5.4.3.4 已完成的暗挖隧道长度满足布设地下平面控制网和高程控制网基本要求时，应符合下列规定：

1 地下平面控制网和高程控制网延伸测量前，应对已建立的既有控制网点进行检测，符合要求后应作为起算数据；

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

5.4.3.5 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或隧道中线，以地下高程控制点或施工高程点测设施工高程控制线。

5.4.3.6 隧道掘进距贯通面 150m 时，应对线路中线或隧道中线和高程控制线进行检核。

5.4.3.7 隧道贯通后，应立即进行平面和高程贯通误差测量。

## II 施工导线和施工高程测量

5.4.3.8 施工导线测量应符合下列规定：

- 1 导线边数不应超过 3 条，总长不应超过 180m；
- 2 导线点宜设置在线路中线、隧道中线上或隧道边墙上；
- 3 施工导线测量技术要求应符合表 5.4.3.8 的规定。

表 5.4.3.8 施工导线测量技术要求

使用仪器等级(全站仪)	测角中误差(“)	测距中误差(mm)	测回数
II	±2	$3\text{mm}+2\times 10^{-6}\times d$	1
III	±6	$5\text{mm}+5\times 10^{-6}\times d$	2

注：d 为距离测量值，以 km 为单位。

5.4.3.9 地下施工高程测量应符合下列规定：

- 1 地下施工高程测量应采用水准测量方法，水准点宜每 50 m 设置一个；
- 2 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，其闭合差应在 ±20 mm(L 以 km 计)之内。

## III 暗挖地下车站施工测量

5.4.3.10 地下车站施工竖井、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应在 ±50 mm 之内、永久结构放样中误差应在 ±20 mm 之内。

5.4.3.11 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 8 章 III 定向测量的要求。

5.4.3.12 车站采用分层开挖施工时，宜在各层测设地下控制点，各控制点的测量中误差应小于 ±5mm。各层间应进行贯通测量。

5.4.3.13 采用导洞法施工时，上层边孔拱部隧道和下层边孔隧道两侧各开挖到 100m 时，应进行上下层边孔隧道的贯通测量，其上下层边孔隧道贯通误差应在 60 mm 之内。贯通测量后应进行上、下层隧道线路中线的调整，并标定出隧道下层底板上的左、右线线路中线点和其它特征点。

5.4.3.14 采用双侧壁或桩及梁柱导洞法施工时，应利用施工导线测设壁、桩或梁柱的位置，其测量允许误差应小于 ±5mm。

5.4.3.15 车站钢管柱的位置，应根据车站线路中线点测定，其测设允许误差应小于 ±3 mm。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。

5.4.3.16 进行车站结构二衬施工测量前，应先恢复上、下层隧道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。根据现场情况需要进行下层底板上的线路中线点和水准点调整时，其调整幅度不宜超过 5mm。

5.4.3.17 车站站台的结构施工，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 0mm~+5 mm。站台模板高程宜低于设计高程，测设误差为-5mm~0mm。

#### IV 矿山法隧道施工测量

5.4.3.18 隧道线路或结构中线测设应符合下列规定：

- 1 中线测设应以地下平面控制点及施工导线点为起算点，高程控制线测设应以地下高程控制点或施工高程点为起算点；
- 2 中线测量宜采用不低于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 30~50 m 应重新标定中线和高程控制线，标定后应进行检查；
- 3 曲线隧道施工应采用全站仪极坐标法进行曲线要素点和加密的曲线点测设；
- 4 混凝土结构施工中，测设点间形成的弦线与对应的曲线矢距应小于 10mm。

5.4.3.19 利用激光指向仪指导隧道掘进时，应符合下列规定：

- 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 仪器设置应安全牢固，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。

5.4.3.20 采用喷锚支护法进行隧道施工时，应符合下列规定：

- 1 安装超前导管、管棚及隧道初期支护中的钢拱架和边墙格栅以及控制喷射混凝土支护的厚度，宜以中线为依据进行放样和控制，其测量允许误差应小于±20 mm；
- 2 隧道二衬结构施工前应进行贯通测量，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；
- 3 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，其测量允许误差应小于±10mm。
- 4 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应在±5mm 之内。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偏差应小于 5mm。

5.4.3.21 在隧道未贯通前应进行二衬施工时，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。

## V 盾构法隧道施工测量

5.4.3.22 盾构法隧道施工测量包括盾构始发、掘进和接收三个阶段施工测量工作。

5.4.3.23 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，并按下列要求进行隧道掘进中心线与导轨位置测设以及反力架和洞门圈安装测量。

1 利用地下测量控制点宜采用极坐标法放样隧道中心线和盾构机导轨的位置，利用水准测量方法测设隧道高程控制线以及盾构机导轨坡度，坐标和高程放样中误差应小于±5mm；

2 应根据反力架和洞门圈位置的里程计算其中心三维坐标，采用三维放样方法放样。

反力架和洞门圈安装后浇筑前应对其经过设计中心的垂直和水平方向上的上、下、左、右位置进行复测，并提供相应里程的坐标或与中心的距离。放样和复测中误差应小于±10mm。

5.4.3.24 盾构机接收井建成后，进行隧道掘进中心线与导轨位置测设以及反力架和洞门圈安装测量。

5.4.3.25 盾构拼装后应进行初始姿态测量，掘进中应进行实时姿态测量。盾构机姿态测量应包括平面偏差、高程偏差、俯仰角、方位角、滚转角及切口里程。

5.4.3.26 采用人工测量方法进行初始姿态测量和实时姿态测量时应符合下列规定：

1 盾构测量标志点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，且不应少于 3 个，标志点可粘贴反射片或安置强制对中的棱镜；

2 盾构测量标志点的三维坐标应与盾构结构几何坐标建立换算关系；

3 盾构测量标志点测量宜采用极坐标法，并宜采用双极坐标法进行检核。测量中误差应小于±3mm。

5.4.3.27 采用自动导向系统测量方法进行初始姿态测量和实时姿态测量时，应符合下列规定：

1 自动导向系统应符合下列规定：

1) 自动导向设备可采用棱镜型自动测量系统或激光靶型自动测量系统，系统应包括测量仪器和设备、计算存储设备、数据传输、系统软件等；

2) 系统应能够计算并以图形、数字方式实时显示盾构机当前姿态和历史姿态信息等；

3) 系统应具有对自身各部件的运行状态进行监控和报警功能；

- 4) 所有数据应存储于工业电脑固定的存储位置，并定期在其他存储设备上进行备份。
- 2 始发前，应对输入自动导向系统的线路设计参数进行检查，无误后方可输入，并采用导出输入数据进行复核的方法对输入数据进行二次复核；
- 3 隧道掘进中测量控制点迁站步骤和方法应符合下列规定：
- 1) 迁站过程中盾构应停止掘进；
  - 2) 迁站前应测量盾构姿态；
  - 3) 迁站后应对使用的相邻控制点间几何关系进行检核，确认控制点位置正确；
  - 4) 利用迁站后控制点进行盾构姿态测量；
  - 5) 迁站前、后测定的盾构姿态测量较差应小于  $2\sqrt{2} m$  ( $m$  为点位测量中误差)。

4 隧道掘进过程中应采用人工测量方法对导向系统测量成果进行检核。

5.4.3.28 盾构机姿态测量频率应根据人工测量或导向系统精度以及控制盾构机掘进长度的位置误差确定。盾构机始发 100 m 内，到达接收井前 100 m 内应增加频率。

5.4.3.29 盾构机姿态测量计算数据取位精度要求应符合表 5.4.3.29 的规定。

表 5.4.3.29 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	1 mm
高程偏差	1 mm
俯仰角	1'
方位角	1'
滚转角	1'
切口里程	0.01 m

5.4.3.30 衬砌环姿态测量要求应符合下列规定：

- 1 在盾尾内管片拼装成环后应测量盾尾间隙；
- 2 衬砌环完成壁后注浆后，应进行衬砌环姿态测量，测量内容应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，测量误差应在  $\pm 3$  mm 以内。

#### 5.4.4 明挖隧道和车站施工测量

## I 基本要求

- 5.4.4.1 明挖隧道和车站施工测量应包括其基坑围护结构、基坑开挖和结构施工测量。
- 5.4.4.2 施工前测量人员应收集设计和测绘资料，对接收的测绘资料应进行复核，对各类控制点进行检测，加固保护，并根据施工方法和现场测量控制点状况制定施工测量方案。
- 5.4.4.3 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。
- 5.4.4.4 检测成果与原成果较差：精密导线点应小于 10 mm，二等水准点应小于 5 mm，线路中线控制点应小于 15 mm。
- 5.4.4.5 根据施工需要宜将明挖隧道、车站施工区域内的各种管线、地下建筑物在地面投影位置放样到地面。

## II 基坑围护结构施工测量

- 5.4.4.6 基坑采用地下连续墙围护结构时，其施工测量应符合下列规定：
- 1 连续墙的中心线放样允许误差为 $\pm 10$  mm；
  - 2 内外导墙应平行于地下连续墙中线，其放样允许误差为 $\pm 5$  mm；
  - 3 连续墙成槽施工过程中应根据设计和施工规范要求测量其深度、宽度和垂直度；
  - 4 连续墙竣工后，应测定其实际中心线与设计中心线的偏差，偏差值应小于 30 mm。
- 5.4.4.7 基坑采用护坡桩围护结构时，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精密导线点进行，放样允许误差纵向不应大于 100 mm，横向为 0mm~+50 mm；
  - 2 桩成孔过程中，应根据设计要求测量其孔深、孔径及其铅垂度；
  - 3 采用预制桩施工过程中应根据设计要求测量桩的铅垂度；
  - 4 护坡桩竣工后，应测定各桩位置及与轴线的偏差。其横向偏差值为 0mm~+50mm。

## III 基坑开挖施工测量

- 5.4.4.8 采用自然边坡的基坑，边坡线位置应根据线路中线控制点或精密导线点进行放样，放样允许误差为 $\pm 50$  mm。
- 5.4.4.9 基坑开挖过程中，应使用坡度尺或采用其它方法检测边坡坡度，坡脚距隧道结构的距离应满足设计要求。
- 5.4.4.10 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 $\pm 10$  mm，横向允许误差为 $\pm 5$  mm。

5.4.4.11 高程传入基坑底部可采用水准测量方法、电磁波测距三角高程测量方法。水准测量和电磁波测距三角高程测量闭合差应小于 $\pm$ 。电磁波测距三角高程测量应对向观测，垂直角观测、距离往返测各两测回，仪器高和觇标高量至毫米。

#### IV 结构施工测量

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

5.4.4.13 底板混凝土模板、预埋件和变形缝的位置放样后，应在混凝土浇筑前依据设计要求进行检核测量。

5.4.4.14 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，放样允许偏差应为 $0\text{mm} \sim +5\text{ mm}$ 。

5.4.4.15 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，并应结合模板板跨预拱度进行高程放样和模板高程调整，其高程测量误差为 $0\text{mm} \sim +10\text{ mm}$ ，中线测量允许误差为 $\pm 10$  mm，宽度测量误差为 $-10\text{mm} \sim +15\text{ mm}$ 。

5.4.4.16 结构施工完成后，应对设置在底板上的线路中线控制点和高程控制点进行复测。

5.4.4.17 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 $5\text{m}$  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，其测量误差为 $0 \sim +10\text{ mm}$ ；

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复测，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控制点进行检核，其中线测量允许误差为 $\pm 10$  mm，高程测量误差为 $0 \sim +10\text{ mm}$ ；

3 底板的施工测量方法同中板，其中线测量允许误差为 $\pm 10$  mm，高程测量误差为 $-10\text{mm} \sim 0\text{ mm}$ 。

5.4.4.18 采用盖挖顺作法施工的车站，其结构施工测量方法和技术要求应符合本规范 5.4.3 节的规定。

### 5.5 贯通测量和断面测量

#### I 基本规定

5.5.1 分区、段施工的隧道和车站结构完成后，应进行结构竣工测量，竣工测量内容应包括贯通测量、地下测量控制点的恢复以及结构限界测量。

5.5.2 隧道和车站贯通测量应进行地面控制点联测，联测后的成果应作为后续测量工作的依据。

5.5.3 地下测量控制点的恢复应在完成贯通测量，并对已有地下控制点进行联测形成附合导线后进行。

5.5.4 建筑限界测量应采用恢复后的地下测量控制点作为起算点，并应根据设计要求确定断面位置、间隔和断面上限界点的数量与测量部位。

## II 贯通误差测量

5.5.5 隧道和车站结构贯通后应进行贯通误差测量，贯通误差测量包括平面贯通误差测量和高程贯通误差。

5.5.6 平面贯通误差测量应符合下列规定：

- 1 平面贯通误差测量应测定隧道和车站贯通面上的纵向、横向和方位角的贯通测量误差；
- 2 进行平面贯通误差测量时，应利用贯通面两侧的平面测量控制点分别测量贯通面上设置的同一个临时点的坐标和与贯通面相邻的同一导线边的方位角不符值，并由此计算出隧道和车站的纵向、横向和方位角贯通测量误差；
- 3 计算贯通测量误差时，应将坐标不符值分别投影到线路和线路的法线方向上确定纵向、横向贯通测量误差；方位角贯通测量误差为与贯通面相邻的同一导线边的方位角较差。

5.5.7 高程贯通误差测量应符合下列规定：

- 1 高程贯通误差测量应测定隧道和车站贯通面上同一临时点的高程较差；
- 2 进行高程贯通误差测量时，应利用贯通面两侧的高程测量控制点，分别测定贯通面上同一个临时点的高程，并计算出高程较差。

## III 地下控制点的恢复测量

5.5.8 地下控制点的恢复测量应在贯通测量完成，且贯通测量误差符合限差要求后进行。

5.5.9 根据施工需要可对地下控制点或中线点进行恢复测量。恢复测量时，起算控制点应选用车站或区间竖井投测的施工控制点，并应将已有平面控制点或中线点联测成附合导线，将高程控制点联测成附合水准路线。

5.5.10 进行地下控制点恢复测量时，地下控制点的埋设位置，恢复测量的方法和精度等应符合本规范第 5.4.2 节的规定。

5.5.11 进行中线点恢复测量时，应符合下列规定：

- 1 联测的线路中线点附合导线长度不应大于 1500 m，直线段中线点的平均间距不应小于 100 m；曲线段除曲线要素外，中线点的间距不应小于 60 m；

2 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 $360^{\circ}$ 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 $5\text{ mm}$ ，往返测平均值较差应小于 $4\text{ mm}$ ；

3 数据处理应采用严密平差，相邻中线点间，直线段：纵向误差为 $\pm 10\text{ mm}$ ，横向误差为 $\pm 5\text{ mm}$ ；曲线段：纵向误差应小于 $\pm 5\text{ mm}$ ，横向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 $60\text{ m}$ 时，其横向误差为 $\pm 3\text{ mm}$ ；曲线边长大于 $60\text{ m}$ 时，其横向误差为 $\pm 5\text{ mm}$ ；

4 恢复后的线路中线点的几何关系，直线段：实测水平角值与 $180^{\circ}$ 之差不应大于 $8''$ ；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 $60\text{ m}$ 时，其角值之差不应大于 $20''$ ；当间距大于 $60\text{ m}$ 时，其角值之差不应大于 $15''$ ；

5 线路中线点恢复后，应对其进行检核测量。当线路中线点间的几何关系不符合第5.5.13条第4款的要求时，应依据设计坐标进行归化改正，直至满足要求。

5.5.14 恢复后的地下控制点应作为后续各项测量工作的基准点。

#### IV 结构限界测量

5.5.15 隧道和车站结构工程完成后，应进行其结构横断面和底板纵断面测量。

5.5.16 结构横断面、底板纵断面测量应以恢复后的地下控制点或利用恢复后的地下控制点测设的线路中线点为起算依据，按设计要求，直线段每 $6\text{ m}$ 、曲线段每 $5\text{ m}$ 测量一个横断面和底板高程点，结构横断面变化段和施工偏差较大段应加测断面。

5.5.17 结构横断面应垂直于线路中线，结构横断面上测量点的位置应符合下列规定：

1 区间横断面上测量点的位置应为依据断面形式确定的建筑限界控制点或由设计指定位置的断面点；

2 车站站台侧的断面点位置应包括站台面与轨面的高度、站台沿与轨道中心线的距离、屏蔽门与站台沿或轨道中心线的距离，其余部位应按本条第1款的规定执行；

3 横断面底板上的限界控制点应为线路中线点，各个横断面底板上的线路中线点形成底板纵断面。

5.5.18 结构横断面测量可采用全站仪极坐标法、断面仪法、支距法、三维激光扫描法及摄影测量等。

5.5.19 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限界控制点测量。横断面里程中误差不应大于 $\pm 50\text{ mm}$ ，断面限界控制点与线路中线法距的测量中误差应小于 $\pm 10\text{ mm}$ ，除横断面底板上的线路中线点外，其他限界控制点高程的测量中误差应小于 $\pm 20\text{ mm}$ 。

5.5.20 底板纵断面上线路中线点高程测量应使用不低于 DS3 级水准仪测量，里程中误差不应大于 $\pm 50$  mm，高程测量中误差应小于 $\pm 10$  mm。

5.5.21 断面测量完成后，应对结构断面测量成果进行检核，限界尺寸紧张的断面应进行复测。

5.5.22 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，并绘制断面图。

## 5.6 车辆基地施工测量

### 5.6.1 施工控制网测量

5.6.1.1 施工控制网应包括施工平面控制网和施工高程控制网。

5.6.1.2 车辆基地平面和高程施工控制网应分别附合在一、二等平面控制网和一等高程控制网上，其测量精度应符合下列规定：

- 1 施工平面控制网测量精度不应低于本规范第 4 章导线点的测量精度；
- 2 施工高程控制网测量精度不应低于本规范第 4 章二等水准点的测量精度。

5.6.1.3 施工平面控制网宜采用全站仪电磁波测距导线或导线网、卫星定位等方法；施工高程控制网可采用附合水准路线或结点水准网等形式布网。

5.6.1.4 施工平面控制网点布设应参考车辆基地总平面布置图，并应符合下列规定：

- 1 控制网点应便于与高一级控制点联测和下一级施工控制网的扩展；
- 2 控制网点宜布设在车辆基地的周边及建设空地上，并应进行加固和保护，满足建设期间施工需要。

5.6.1.5 施工平面控制网测量应符合下列规定：

- 1 施工平面控制网采用卫星定位方法测量时，测量主要技术要求和测量作业技术要求应符合表 5.6.1.5-1、5.6.1.5-2 的规定。

表 5.6.1.5-1 卫星定位测量主要技术要求

平均边长 (m)	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
350	$\pm 10$	$\pm 8$	1/50000

表 5.6.1.5-2 卫星定位测量作业技术要求

项 目	技 术 要 求
观测方法	静态
接收机类型	双频或单频
观测量	载波相位
接收机标称精度	$\leq (10\text{mm} + 5 \times 10^{-6} \times D)$ ( $D$ 是相邻点间的距离)
卫星高度角	$\geq 15^\circ$
同步观测接收机台数	$\geq 3$
有效观测卫星数	$\geq 4$
平均重复设站数	$\geq 1.6$
观测时段长度(min)	$\geq 45$
数据采样间隔(s)	10~15
点位几何图形强度因子(PDOP)	$\leq 6$

2 施工平面控制网采用导线或导线网测量时，其水平角和边长观测、数据处理及精度等技术指标应符合本规范第4章的规定。

#### 5.6.1.6 施工高程控制网测量应符合下列规定：

- 1 施工高程控制网应一次布设，控制点数量应不少于3个，并应进行加固和保护，满足建设期间施工需要；
- 2 控制点埋石应符合本规范第4章的规定；
- 3 施工高程控制测量应按本规范第4章测量技术要求施测。

#### 5.6.2 施工测量

##### 5.6.2.1 车辆基地施工测量应包括施工场地测量、建筑及附属设施测量。

##### 5.6.2.2 施工场地测量应包括场地平整、施工道路、临时管线敷设、临时建筑以及场地布置等测量工作，并应符合下列规定：

- 1 场地平整测量应根据总体设计及施工方案的有关要求进行。采用方格网法时，方格网边长在平坦场区宜为 $20\text{m} \times 20\text{m}$ ，地形起伏场区宜为 $10\text{m} \times 10\text{m}$ ；
- 2 施工道路、临时管线与临时建筑等的位置，应利用场区测量控制点，根据施工现场总平

面图，采用极坐标方法进行施工放样；

3 施工场地测量的允许误差应符合表 5.6.2.2-1 的规定：

表 5.6.2.2-1 施工场地测量允许误差(mm)

内 容	平面位置误差	高程误差
场地方格网测量	100	30
场区施工道路	150	50
临时上下水管道	150	50
临时电缆管线	150	50
其它临时管线	150	50
临时建筑	150	50

4 对施工场地内需要保留的原有地下建筑、地下管线、古树等应采用双极坐标法进行细部测量，且应符合图根控制点的精度要求。

5.6.2.3 建筑施工测量应包括建筑轴线施工控制测量、建筑及附属设施细部点放样测量等，并应符合下列规定：

1 建筑轴线施工平面控制网宜布设成矩形、十字轴线或平行于建筑外轮廓的多边形，并根据建筑物结构类型，平面控制网分为三个等级，其主要技术要求应符合表 5.6.2.3-1 的规定；

表 5.6.2.3-1 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)	
一级	钢结构、超高层等连续性高的建筑	±9	±3	1/24000
二级	框架高层等连续性一般的建筑	±12	±5	1/15000
三级	一般建筑	±24	±10	1/8000

2 建筑施工高程控制网，可直接利用车辆基地施工高程控制点，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(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 章二等水准测量的规定；

3 放样测量应依据施工控制网和设计图进行。放样测量前应对设计资料及放样数据进行复核和验算。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方法；

4 建筑轴线和建筑细部放样以及竖向投测误差应小于建筑施工允许偏差的 1/2~1/3；

5 放样后，应进行检核测量。检核测量内容应包括建筑轴线和建筑细部放样点的平面坐标以及 50 线或 1m 线的高程等。放样点平面设计坐标与实测坐标分量较差应分别小于 10mm，50 线或 1m 线的设计高程与实测高程较差应小于 10mm。

### 5.6.3 线路测量

5.6.3.1 车辆基地线路应包括出入段线、车场线及地面联络线等，其测量内容应包括定线测量、线路路基施工测量和铺轨测量。

5.6.3.2 铺轨测量应符合本规范第 6 章的规定。

5.6.3.3 车辆基地线路与既有的正线或地面铁路衔接时，应进行接轨点的坐标、高程和里程测量，还应从接轨点起对既有线路进行不小于 100 m 长度的线路测量。对既有线路测量时，应测量每 10 m 间距的轨顶面高程、线路中线、曲线要素点的位置，并应对曲线半径和路基、上部建筑结构进行收集和调查。

## 6 轨道施工测量

### 6.1 一般规定

6.1.1 轨道施工测量应包括铺轨控制测量和铺轨施工测量。铺轨控制测量可采用铺轨基标测量或任意设站控制网测量的方法，铺轨施工测量应根据采用的铺轨控制测量方法，选择测设加密基标配合轨道尺方法或使用轨道几何状态检测仪方法。

6.1.2 铺轨控制测量应包括平面控制测量和高程控制测量；应以“两站一区间”为测量单元；应在隧道、高架桥、地面路基贯通后，且贯通误差和建筑限界符合要求或由于线路变更重新进行线路调整和限界检查合格后进行。

6.1.3 铺轨平面和高程控制测量采用的起算数据应分别起算于地面卫星定位点、精密导线点和二等水准点。根据地面、地下以及高架线路的特点选择起算点应符合下列规定：

1 地面和高架线路的铺轨控制网应分别直接起算于地面卫星定位点、精密导线点和二等水准点；

2 地下隧道和车站线路测设铺轨控制网前，应按《城市轨道交通工程测量规范》GB/T 50308—2017 第 8.2 节Ⅱ和Ⅲ技术要求重新测设近井导线和近井水准，并采用具有较高精度的两井定向等方法进行联系测量，并以该成果作为铺轨控制网起算数据；

3 铺轨控制测量前应对既有的起算控制点进行检核。

6.1.4 铺轨施工测量前，应对铺轨综合图和线路设计资料等进行全面的复核。

6.1.5 铺轨施工测量时，应对相邻已铺设完成的轨道铺设控制点和已安装的人防防淹门的控制点进行检测，其相互几何关系满足限差要求时原测量成果应作为已知数据参与铺轨控制网平差计算。

### 6.2 铺轨基标测量

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

6.2.2 铺轨基标分两级测设，一级为控制基标，二级为加密基标。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。

6.2.3 铺轨基标可设置在线路中线上或线路中线的一侧。

6.2.4 道岔基标应依据道岔铺轨设计图，利用控制基标单独测设。道岔基标应设置在道岔直股和曲股的外侧，分为道岔控制基标和道岔加密基标，同样应先测设道岔控制基标，然后利用其再测设道岔加密基标。

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

6.2.6 铺轨基标应使用不低于Ⅱ级全站仪和DS1 级水准仪测设。

6.2.7 控制基标测量应符合下列规定：

- 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，当曲线较短时可设置部分曲线要素点；
- 2 控制基标设置在线路中线上时，其平面位置可利用中线控制点，在直线上可采用截距法测设；在曲线上，曲线要素点可采用极坐标等方法测设。控制基标设置在线路中线一侧时，可依据线路中线点或控制点采用极坐标法测设。其高程可利用高程控制点，采用水准测量方法测设；
- 3 应采用初测、定测步骤测设控制基标，初测时，将基标标志测设到实地并调整到设计的坐标和高程位置，并初步固定。定测时，对初步固定后的控制基标的平面坐标和高程进行检测和调整；
- 4 结构底板上控制基标的埋设位置应凿毛、植筋等处理，并采用添加速凝剂的混凝土固定基标；
- 5 控制基标埋设完成后，应对其进行检测，检测内容、方法与各项限差应符合下列规定：
  - 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  $360^{\circ}$  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  $180^{\circ}$  较差应小于  $8''$ ，实测距离与设计距离较差应小于 6mm；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，应采用归化测量方法对其进行平面位置和高程调整，调整后按本条 1~3 款进行检查，直至满足限差要求为止。

#### 6.2.8 加密基标测量应符合下列规定

- 1 加密基标在线路直线段应每 6m、曲线段应每 5m 设置一个；
- 2 直线段加密基标应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，其平面位置和高程测定的限差应符合下列规定：
  - 1) 相邻基标间距纵向误差不应大于  $\pm 5\text{mm}$ ；
  - 2) 加密基标偏离两控制基标间的方向线应小于 2mm；
  - 3) 相邻加密基标实测高差误差不应大于  $\pm 1\text{mm}$ ，每个加密基标的实测高程误差不应大于  $\pm 2\text{mm}$ 。
- 3 曲线段加密基标应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，其平面位置和高程测定的限差应符合与本条第 2 款的要求；
- 4 直线和曲线加密基标测定后，应按上述相应的平面位置和高程测定的限差要求进行检测，各项限差满足要求后，应进行固定。

#### 6.2.9 道岔基标测量应符合下列规定

- 1 各类道岔控制基标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。
- 2 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；
- 3 道岔控制基标间及其与线路中线几何关系应符合下列规定：
- 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 6mm；
  - 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) 正线与辅助线相交的辙岔角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 6”。
- 4 道岔控制基标经检测满足本条 3 款的限差要求后，应埋设永久标志；
- 5 道岔加密基标应利用道岔控制基标测设。

6.2.10 铺轨基标测量完成后，应提交技术设计书和技术总结报告，并包括下列成果资料：

- 1 外业测量观测手簿及仪器检定证书；
- 2 控制点成果表和点之记；
- 3 铺轨基标成果表。

### 6.3 任意设站控制网测量

#### I 基本要求

6.3.1 控制点沿线路宜成对布设，各对控制点间距根据通视情况宜在 30m~60m 之内，分别埋设于地下隧道侧墙上、站台廊檐侧面、高架桥面两侧防撞墙上、地面段接触网杆内侧，埋设高度应根据设备布置情况确定。控制点宜位于轨道面以上 0.3m 处，且应设置在稳固、不易破坏和便于测量的地方。控制点标识应清晰、齐全、便于准确识别和使用。

6.3.2 控制点应由埋设在建筑结构中的强制对中标志和可以装卸的照准连接件组成。并应符合下列规定：

- 1 测量标志应采用精密加工，用不锈钢等金属材料制作，强制对中标志和标志连接件的加工误差不应大于 0.05mm；
- 2 同一条线路或同一个城市应采用统一的控制点标志，控制点标志的重复安装和互换性安

装位置误差应符合表 6.3.2 的要求；

3 任意设站控制网测量、轨道施工、精调、轨道维护等各工序，应使用同一型号的控制点测量标志。

表 6.3.2 控制点标志安装精度要求

控制点标志安装方向	重复性安装误差 (mm)	互换性安装误差 (mm)
X	0.4	0.4
Y	0.4	0.4
H	0.2	0.2

6.3.3 控制点的编号规则宜符合下列规定：

- 1 宜按公里数递增方向顺序进行编号，左侧控制点编号为奇数，右侧的控制点编号为偶数；
- 2 控制点编号宜统一为六位数，具体规则为：×（上下行标识 S 或 X）+××（里程整公里数）+×（表示任意设站控制点点号 C）+××（该千米段序号）；
- 3 编号应明显、清晰并采用统一规格字模、铭牌，严禁采用手写标识。

6.3.4 任意设站控制网测量使用的全站仪应具有自动目标搜索、自动照准、自动观测、自动记录功能，其标称精度应满足：方向测量中误差不大于±1”，测距中误差不大于±(1mm+2ppm)。

6.3.5 观测前应对全站仪进行检校，并按表 6.3.2 的精度要求对棱镜组件进行重复性和互换性检核。边长测量应进行温度、气压等气象元素改正，温度读数精确至 0.2°C，气压读数精确至 0.5hPa。

6.3.6 任意测站的编号规则宜符合下列规定：

- 1 测站点宜按公里数递增方向顺序进行编号；
- 2 测站点编号宜统一为六位数，具体规则为：××（里程整千米数）+××（表示测站点点号）+××（该千米段序号）。

6.3.7 坐标换带处平面网计算时，应分别采用相邻两个投影带的平面起算点进行约束平差，并分别提交相邻投影带两套平面网的坐标成果，两套坐标重合区段长度不应小于一个区间长度。

## II 平面测量技术要求

6.3.8 任意设站控制网观测时，每个任意测站观测不宜少于 4 对控制点，其中重复观测控

制点不宜少于 3 对。任意测站间距宜为 30m~60m，任意测站到控制点的最远观测距离不宜大于 120m，每个控制点应有 3 个任意测站的方向和距离观测值。

6.3.9 控制网水平方向应采用边角交会观测法进行观测，如果分组观测，应采用同一归零方向，并重复观测一个方向。水平方向观测应符合表 6.3.9 的规定。

表 6.3.9 控制网水平方向观测技术要求

仪器测角精度	测回数	半测回归零差	不同测回同一方向 2C 互差	同一方向归零后方向值较差
0.5"	2	6"	9"	6"
1"	3	6"	9"	6"

6.3.10 控制网距离观测应采用多测回距离观测法，并应符合表 6.3.10 的规定。

表 6.3.10 控制网距离观测技术要求

测回数	半测回间距离较差	测回间距离较差
2	±1 mm	±1mm

注：距离测量一测回是全站仪盘左、盘右各测量一次的过程。

6.3.11 任意设站控制网平面测量中，有条件时地上段应平均每隔 800m、地下段应平均每隔 1km 联测一个高等级控制点。当起算点密度和位置不满足要求时，应增设平面起算点。

6.3.12 平面测量可根据施工需要进行分段测量，分段测量的区段长度不宜小于 2km 或一个区间长度。相邻区段控制点重复观测不应少于 4 对，区段衔接处不应位于道岔区。区段之间衔接时，两区段独立平差后重叠点坐标差值应小于或等于 ±3mm。满足该条件后，应采用约束平差或余弦平滑方法进行区段接边处理。

6.3.13 数据采集和数据处理软件应全线统一。平面数据处理时，应采用数据处理软件对外业观测数据再次进行质量检查，检查合格后方可进行平差。应先采用独立自由网平差，再采用合格的平面起算点进行固定约束平差。独立自由网平差后应满足表 6.3.13-1 的规定，固定约束平差后应满足表 6.3.13-2 的规定。

表 6.3.13-1 独立自由网平差后的限差要求

方向改正数	距离改正数
±3"	±2mm

表 6.3.13-2 固定约束平差后的技术要求

与起算点联测		任意设站控制网联测		方向观测中误差	距离观测中误差	点位中误差	相邻点相对点位中误差
方向改正数	距离改正数	方向改正数	距离改正数				
≤±4.0"	≤±4mm	≤±3.0"	≤±2mm	≤±1.8"	≤±1mm	≤±3mm	≤±1mm

6.3.14 进行任意设站控制网平面网复测时，采用的网形和精度指标应与原测相同。控制点复测与原测成果的X、Y坐标较差应分别小于或等于±3mm，且相邻点的复测与原测坐标增量 $\Delta X$ 、 $\Delta Y$ 较差应分别小于或等于±2mm。较差超限时应分析判断超限原因，确认复测成果无误后，应对超限的控制点采用同精度内插方式更新成果。坐标增量较差应按下列公式计算：

$$\Delta X_{ij} = (X_j - X_i)_{\text{复}} - (X_j - X_i)_{\text{原}} \quad (6.3.15-1)$$

$$\Delta Y_{ij} = (Y_j - Y_i)_{\text{复}} - (Y_j - Y_i)_{\text{原}} \quad (6.3.15-2)$$

式中： $\Delta X_{ij}$ ——复测与原测X坐标增量较差；

$\Delta Y_{ij}$ ——复测与原测Y坐标增量较差；

$X_j$ 、 $X_i$ ——分别为复测与原测X坐标；

$Y_j$ 、 $Y_i$ ——分别为复测与原测Y坐标。

6.3.15 平面控制网的平差计算取位应符合表6.3.15规定。

表6.3.15 平面控制网的平差计算取位要求

水平方向观 测值（”）	水平距离观 测值（mm）	方向改正数 （”）	距离改正数 （mm）	点位中误差 （mm）	点位坐标 （mm）
0.1	0.1	0.01	0.01	0.01	0.1

### III 高程测量技术要求

6.3.16 任意设站控制网控制点高程精度应符合《城市轨道交通工程测量规范》GB/T 50308—2017二等水准点的技术要求。在高架段和敞开段，应采用二等水准测量技术要求按《城市轨道交通工程测量规范》GB/T 50308—2017附录G.1.3-1的矩形环单程水准网进行观测，并构成图G.1.3-2所示矩形环单程水准测量闭合环，环闭合差应小于1mm。在地下隧道段，宜采用自由测站三角高程测量方法，与平面测量同时进行。

6.3.17 高程测量时，水准路线附合长度不宜大于2km，并应进行往返观测。

6.3.18 高架段水准测量中，当桥面与地面间高差大于3m时，可采用悬挂钢尺法传递高程，也可采用电磁波测距三角高程测量法传递。采用不量仪器高和棱镜高的中间设站电磁波测距三角高程测量法还应符合下列规定：

1 观测技术要求应符合表6.3.18的规定；

2 仪器与棱镜的距离不应大于 150m，前、后视距差不应超过 5m；

3 应进行两组独立观测。观测时棱镜高不变，测量温度、气压值并进行边长改正，两组高差较差不应大于 2mm，满足限差要求后，取两组高差平均值作为传递高差。

表 6.3.18 中间设站电磁波测距三角高程测量观测技术要求

垂直角测量			距离测量		
测回数	测回内指标差互差（”）	测回间垂直角较差（”）	测回数	测回内距离较差（mm）	测回间距离较差（mm）
4	5.0	5.0	4	2.0	2.0

6.3.19 高程测量可根据需要分区段测量，区段长度不宜小于 2km，区段间重叠观测点不应少于 2 对控制点。区段之间衔接时，前后区段独立平差的重叠点高程差值应小于或等于  $\pm 3\text{mm}$ ，本条条件满足后，应采用约束平差方法进行区段接边处理。

6.3.20 高程测量数据处理时，应对外业观测数据进行质量检查，合格后进行闭合差计算，精度满足表 6.3.20 要求后方可进行平差计算。

表 6.3.20 高程测量水准路线的精度要求

水准测量等级	每千米水准测量偶然中误差 $M_{\Delta}$	每千米水准测量全中误差 $M_{\pm}$	检测已测段高差之差（mm）	往返测不符值（mm）	附合路线或环线闭合差（mm）	左右路线高差不符值（mm）
二等水准	2.0	4.0	$\pm 8\sqrt{L}$	$\pm 8\sqrt{L}$	$\pm 8\sqrt{L}$	$\pm 6\sqrt{L}$

注：表中  $L$  为往返测段、附合或环线的水准路线长度，单位 km

6.3.21 高程控制网平差后，高程中误差不应大于  $\pm 2\text{mm}$ ，相邻点高差中误差不应大于  $\pm 1\text{mm}$ 。

6.3.22 采用任意设站控制网测量方法在进行三角高程测量时，应满足表 6.3.22-1 的规定。

表 6.3.22-1 任意设站三角高程外业观测的主要技术要求

全站仪标称精度	测回数	测回间距离较差	测回间竖盘指标差互差	测回间竖直角互差
$1''$ ， $1\text{mm}+6^{-6}\times d$	3	1mm	$6''$	$6''$

注：d 为距离测量值（单位 km）

1 相邻点应由 3 个不同的任意测站点同时进行观测，取相邻点 3 个高差值，互差小于 3mm 时，应取距离加权平均值做为最后的高差值；

2 三角高程网每 1km 左右应与水准控制点进行高程联测。联测采用水准测量时，应按二等水准测量要求进行往返观测；联测采用三角高程测量时，应在水准控制点上架设固定高

度的棱镜，并在不少于2个任意测站对其进行观测；

3 任意设站三角高程网应进行环线或附合路线闭合差统计，并计算每千米高差偶然中误差和每千米高差全中误差，各项指标应符合表6.3.20的要求；

4 三角高程网应采用严密平差，平差后的各项精度指标应符合表6.3.22-2的规定。

表6.3.22-2 三角高程网平差后的精度指标

高差改正数	高差观测值的中误差	高程中误差	平差后相邻点高差中误差
±1mm	±1mm	±2mm	±1mm

6.3.23 高程复测时，采用的网形和精度指标应与原测相同。控制点复测与原测成果的高程较差应小于或等于±3mm，且相邻点的复测高差与原测高差较差应小于或等于±2mm时，采用原测成果。较差超限时应分析判断超限原因，确认复测成果无误后，应对超限的点采用同精度内插方式更新成果。

6.3.24 高程控制网的平差计算取位，应按表6.3.24的规定执行。

表6.3.24 高程测量平差计算取位要求

等级	往(返)测距总和(km)	往(返)测距离中数(km)	各测站高差(mm)	往(返)测高差总和(mm)	往(返)测高差中数(mm)	高程(mm)
二等水准	0.01	0.1	0.01	0.01	0.1	0.1

6.3.25 任意设站控制网测量完成后，应提交技术设计书和技术总结报告，并应包括下列成果资料：

1 外业测量观测手簿及仪器检定证书；

2 外业高差各项改正数计算资料；

3 测量平差计算表；

4 平面、高程起算点点之记；

5 任意设站控制点平面和高程成果表；

6 控制网联测示意图，水准路线联测示意图。

## 6.4 铺轨施工测量

### I 基本规定

6.4.1 铺轨施工测量应包括轨道安装测量、道岔安装测量和轨道精调测量等，铺轨施工测量应以铺轨基标或任意设站控制网为基准，施工前应对其进行复测。

6.4.2 轨道施工偏差应符合《地下铁道工程施工及验收规范》GB 50299 的规定。

6.4.3 轨道精调测量应在轨道锁定后，控制基标恢复或任意设站控制网复测完成的条件下进行。

## II 铺轨基标轨道安装测量

6.4.4 轨道安装测量步骤和方法应符合下列规定：

- 1 铺轨施工前，应对控制基标和加密基标进行复测，对使用的道尺及丁字尺进行检校；
- 2 应以控制基标和加密基标为基准，利用道尺及丁字尺架设轨道或铺设轨排；
- 3 轨道或轨排调整时，其测量点应设置在支撑架位置，且间距直线段不宜大于 3m，曲线段不宜大于 2.5m；

6.4.5 道岔安装测量方法、步骤和限差应符合下列规定：

1 根据道岔基标，应确定并调整岔头、岔尾的位置，并应保证岔头两股钢轨的横截面与钢轨垂直；

2 根据外直股外侧基标，应使用丁字尺从岔头到岔尾依次根据限差要求调整道岔外直股的方向和高程；

3 在保持道岔外直股不动的前提下，应通过调节钢轨支撑架上位于内直股处轨卡的水平螺栓及立柱，依次根据限差要求调整道岔内直股的轨距、水平；

4 进行曲上股轨距、水平调整时，应按设计图纸，把道尺放在规定的支距点上，在保持外直股不动的前提下，通过依次调节钢轨支撑架上位于曲上股处轨卡的水平螺栓，使曲上股各点支距达到偏差要求；

5 进行曲下股轨距调整时，应在保持曲上股位置不变的前提下，通过调节钢轨支撑架上位于曲下股处的轨卡水平螺栓，调整曲下股各点轨距；

6 道岔调整时，应按道岔铺设图、整体道床布置图及铺设基标对道岔各部的几何状态进行调整。施工过程中随时检查道岔和混凝土轨枕的位置，道岔各部的几何状态不满足偏差要求时，应立即调整。

6.4.6 轨道精调测量应符合下列规定：

- 1 轨道精调应采用道尺、丁字尺和 6m 长的弦线进行，道尺和丁字尺使用前应进行检校；
- 2 利用控制基标对线路的绝对位置和高程进行测量，偏差超过  $\pm 6\text{mm}$  时，应结合相对平顺性检测结果进行线路调整；
- 3 对轨距和水平逐个扣件测量，轨道的扭曲、轨向和高低用 6m 拉弦线测量，每弦测量不应少于 3 个点。

### III 任意设站控制网轨道安装测量

#### 6.4.7 轨道安装测量方法和步骤应符合下列规定：

1 铺轨施工测量前，应将平面、纵断面设计参数和曲线超高值等数据录入轨道几何状态测量仪，并应复核无误。

2 使用的全站仪应具有自动目标搜索、自动照准、自动观测、自动记录功能，精度不应低于 I 级全站仪。

3 利用任意设站的全站仪和轨道几何状态测量仪进行施测，每一站测量的距离不宜大于 70m。

4 全站仪宜安置于线路中线附近，且位于控制点的中间，测站观测的控制点不应少于 3 对。更换测站后，相邻测站重叠观测的铺轨控制点不应少于 1 对。测站精度应符合表 6.4.7-1 的要求。

表 6.4.7-1 测站精度要求

项目	X	Y	H	方向
中误差	$\leq 1\text{mm}$	$\leq 1\text{mm}$	$\leq 1\text{mm}$	$\leq 2''$

5 测站设置完成后，应先对周围控制点进行检核测量。检核控制点的坐标不符值应满足表 6.4.7-2 的要求。当控制点坐标 X、Y、H 不符值大于表 6.4.7-2 的规定时，该点不应参与平差计算。每一测站参与平差计算的控制点不应少于 4 个，且应分布在安装轨道范围。

表 6.4.7-2 控制点坐标不符值限差要求

项目	X	Y	H
控制点不符值限差	$\leq 2\text{mm}$	$\leq 2\text{mm}$	$\leq 2\text{mm}$

6 更换测站后，应重复测量上一测站测量的最后 5 个测点，平面横向偏差之差和高程较差不应大于 2mm，轨距及超高较差不应大于 0.3mm。

7 轨排调整测量点设置位置以及轨排调整后，轨道中心线和轨顶面高程允许偏差，轨道的平顺性均应符合《城市轨道交通工程测量规范》GB/T 50308—2017 第 6.4.4 条 3、4 款的规定。

#### 6.4.8 道岔安装测量方法和步骤应符合下列规定：

1 道岔两端应预留不小于 60m 的长度作为道岔与区间轨道衔接测量的调整距离；

2 道岔粗铺设前，应以任意设站控制点为依据，设置测站，安置全站仪，应按《城市轨道交通工程测量规范》GB/T 50308—2017 附录 F.1.3、F.1.4 或 F.1.5 进行道岔控制基标和加密基标测设。道岔控制基标横向允许偏差不应大于 1mm。相邻道岔控制基标间距和高差允许偏差应分别小于 2mm、1mm；

3 道岔调整应遵循“先整体，后局部；先直股，后曲股；先高低，后方向；两端线路顺接”的原则，先进行道岔直股测量，再进行道岔曲股测量。调整测量宜采用任意设站全站仪配合轨道几何状态测量仪进行。道岔平面位置及高程调整偏差均不应大于±5mm。

#### 6.4.9 轨道精调测量方法和步骤应符合下列的规定：

1 轨道精调前应按《城市轨道交通工程测量规范》GB/T 50308—2017 第6.3.15条和第6.3.24条的要求对任意设站控制网进行复测，复测结果在限差以内时采用原测成果，超限时应检查原因，确认原测成果有错时，采用复测成果；

2 轨道精调应采用全站仪任意设站方式配合轨道几何状态测量仪进行，每一测站最大测量距离不应大于70米，全站仪设站应满足《城市轨道交通工程测量规范》GB/T 50308—2017 第6.4.7条的要求；

3 轨道几何状态测量仪测量步长：无砟轨道宜为1个扣件间距，有砟轨道不宜大于2m。更换测站后，应重复测量上一测站测量的最后5个测点，平面、高程重复测量偏差不应大于2mm，轨距及超高重复测量偏差不应大于0.3mm

4 测量内容应包括线路中线位置、轨面高程、轨距、水平、扭曲、轨向、高低；

5 测量完成后，应根据轨道静态平顺性限差要求，计算出测点扣件轨道调整量。

## 7 设备安装测量及装修测量

### 7.1 一般规定

- 7.1.1 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。
- 7.1.2 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。
- 7.1.3 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。
- 7.1.4 安装完成后必须进行检查，确保设备不侵入限界。
- 7.1.5 装修用 50 线、吊顶线、龙骨线测量，应在隧道贯通及结构施工完成后进行。
- 7.1.6 装修用 50 线、吊顶线、龙骨线应该先复核后使用。

### 7.2 设备安装测量

#### I 接触轨与接触网安装测量

- 7.2.1 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。
- 7.2.2 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。
- 7.2.3 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》GB50299 的相关要求。
- 7.2.4 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。
- 7.2.5 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。

#### II 人防隔断门安装测量

- 7.2.6 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。
- 7.2.7 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。
- 7.2.8 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。

#### III 屏蔽门安装测量

- 7.2.9 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，实际测位置与设计较差不应大于 10mm。
- 7.2.10 安装的屏蔽门，必须确保其外沿不侵入限界。

#### IV 疏散平台安装测量

7.2.11 疏散平台测量应包括平台平面位置和高程测量。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。

7.2.12 疏散平台测量应利用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 $0\sim+3\text{mm}$ 。

7.2.13 疏散平台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 $\pm 3\text{mm}$ 。

### 7.3 装修测量

#### I 装修水准点测量

7.3.1 装修水准点测量应按四等水准测量的技术要求作业。

7.3.2 装修水准点在车站左右线应该联测。

#### II 装修用 50 线、吊顶线、龙骨线测量

7.3.3 按四等水准测量作业要求在车站（含房间内外）侧墙上测放出 50 线控制线，里程采用视距法或钢尺直接量距进行测量。

7.3.4 以车站站中里程及轨顶标高，推算出各点 50 线的高程，并根据各点 50 线与吊顶线及龙骨线的相对关系测放出相应的吊顶和龙骨控制线。

7.3.5 里程以车站附近基标、人防隔断门或车站内控制点为依据测量。

## 8 竣工测量

### 8.1 一般规定

8.1.1 竣工测量应包括控制网检测与控制点恢复测量、线路轨道竣工测量、线路建筑结构竣工测量（车站、区间及附属结构）、线路设备竣工测量和地下管线竣工测量。

8.1.2 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。

8.1.3 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与利用，对已经变更的测量资料应重新测量。重新测量的方法和精度要求应与原施工测量相同，并应按实测的资料编绘竣工测量成果。

8.1.4 竣工测量成果精度及资料应符合国家城市轨道交通工程竣工测量与验收的要求。

8.1.5 竣工测量完成后应提交竣工测量有关综合性技术文件，其中应包括下列成果资料：

- 1 竣工测量成果表；
- 2 竣工测量成果图；
- 3 竣工测量报告；
- 4 竣工测量资料电子文档。

### 8.2 控制网检测与控制点恢复测量

8.2.1 竣工测量前应对卫星定位控制网、精密导线网、水准网和铺轨控制网进行检测。

8.2.2 当需对已经毁坏、丢失的控制点恢复时，应在检测控制网的同时以不低于原测精度进行控制点恢复。

### 8.3 线路轨道竣工测量

8.3.1 线路轨道竣工并锁定后应进行轨道竣工测量。

8.3.2 线路轨道竣工测量应以检测或恢复后的铺轨控制点为基准，进行轨道几何状态测量。

8.3.3 轨道几何状态测量内容和允许偏差应符合下列规定：

1 直线段应每 6m，曲线段应每 5m 测量右股钢轨的平面位置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。线路中心线的允许偏差应为±2mm，轨道高程允许偏差应为±1mm，轨距允许偏差应为-1mm～+2mm，左、右轨的水平允许偏差应为±1mm；

2 道岔区应按《城市轨道交通工程测量规范》GB/T 50308-2017 中第 10.2.11 条 1 款的

要求分别测量道岔轨道的位置、距离、高程以及轨距。道岔岔心里程位置允许偏差应为±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《城市轨道交通工程测量规范》GB/T 50308-2017中第14.3.3条第1款技术要求；

3 测量中误差为允许偏差的1/2。

8.3.4 铺轨控制网采用铺轨基标时，轨道几何状态测量应符合下列规定：

- 1 竣工测量前，使用的仪器和道尺、丁字尺和10m长的弦线应进行检校；
- 2 利用控制基标对线路的绝对位置和高程进行测量，测站最大测量距离不应大于70米；
- 3 直线段应每6m，曲线段应每5m测量轨距。轨道的扭曲、轨向和高低应使用10m拉弦线测量。

8.3.5 铺轨控制网采用任意设站控制网时，轨道几何状态测量应符合下列规定：

- 1 采用全站仪任意设站方式配合轨道几何状态测量仪进行，每一测站最大测量距离不应大于70米；
- 2 轨道几何状态测量仪测量步长：无砟轨道宜为1个扣件间距，有砟轨道不宜大于2m。更换测站后，应重复测量上一测站测量的最后5个测点，更换测站重复测量精度应满足本规范第10.4.9条第3款的要求；
- 3 测量内容应包括线路中线位置、轨面高程、轨距、水平、扭曲、轨向、高低。

## 8.4 线路建筑结构竣工测量

8.4.1 内容应包括区间地面线、隧道、高架桥、车站结构限界竣工测量和其附属建筑竣工测量。

8.4.2 进行线路建筑结构竣工测量时，应首先对已有实测的测绘资料进行抽检，合格后经编绘与新测资料一同作为竣工测量成果，并应符合下列规定：

- 1 进行外业抽检测量时，应以检测或恢复后的控制点为依据，抽检比例不应少于30%；
- 2 经抽检合格的限界其测量资料应作为竣工测量成果，对不合格的限界应对其处理后重新测量，并按重新实测的资料编绘限界竣工测量成果。

8.4.3 线路建筑结构竣工测量成果应符合下列规定：

- 1 对地面线应进行路基、轨道和附属设施的平面位置、高程测量。对地下区间隧道和地下车站及附属设施应进行其内侧平面位置、高程和结构尺寸的测量，并调查结构厚度。对高架桥、高架车站及其柱（墩）应进行其平面位置、高程、结构尺寸以及主要角点距相邻建

筑的距离测量。对车站出入口、通道和区间风道结构应进行其平面位置、高程和结构尺寸测量；

2 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；

## 8.5 线路设备竣工测量

8.5.1 线路设备竣工测量内容应包括接触轨、架空接触网、风机以及行车信号与线路标志设备的竣工测量。

8.5.2 竣工测量时，应以铺轨控制点为测量基准进行设备竣工测量。

8.5.3 接触轨、架空接触网竣工测量，在直线段每 30m，曲线段每 10m，测量接触轨与左轨和架空接触网与右轨的间距（ $d$ 、 $d'$ ）和高差（ $\Delta h$ 、 $\Delta h'$ ），并填写竣工测量记录。接触轨和架空接触网平面允许偏差应分别为±6mm、±10mm，高程允许偏差分别应小于±6mm、±10mm，测量中误差为允许偏差的 1/2。

8.5.4 风机和风管位置竣工测量时，应对其轴线、消音墙以及风管与线路轨道立体相交部位的平面位置和高程进行测量。

8.5.5 行车信号与线路标志竣工测量内容应包括其里程、与轨道的水平距离和高差测量。其中岔区的警冲标，应测定其到辙岔中心的距离以及与两侧钢轨的垂距。

8.5.6 对车站站台两侧边墙广告箱等应测定其与轨道之间的水平距离和高差，测量中误差为±10mm。

## 8.6 地下管线竣工测量

8.6.1 地下管线竣工测量内容应包括城市轨道交通工程建设所涉及的施工拆迁、改移、复原的现有管线和新建管线。

8.6.2 地下管线竣工测量应符合《城市地下管线探测技术规程》CJJ 61 的相关规定，并应符合下列规定：

1 在竣工覆土前，应测定各种管线起点或衔接点、转折点、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，实测其管径、结构尺寸和管底或管外顶的高程；

2 对于覆土前未测量的点，应设置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《城市轨道交通工程测量规范》GB/T

50308-2017 第 6.2 节有关规定。

8.6.3 竣工测量完成后应提交报告书，报告书中应包括下列内容：

1 管线测量成果表；

2 管线平面综合图；

3 管线纵断面图；

4 小室大样图等。

## 9 质量检查与验收

### 9.1 一般规定

9.1.1 城市轨道交通工程测量成果质量应实行两级检查、一级验收，并应符合下列规定：

- 1 两级检查中的一、二级检查应由项目承担方的作业部门、质量管理部门分别实施；
- 2 验收宜由项目委托方组织专家或国家认可的质检机构进行。
- 3 提交质量检查与验收的成果资料应齐全、内容应完整。

9.1.2 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检查与验收。

9.1.3 测量成果质量检查与验收应依据下列文件进行：

- 1 依据的国家政策法规和技术标准；
- 2 项目委托书或合同书，以及项目委托方与承担方达成的其他文件；
- 3 技术设计或施测方案；
- 4 项目承担方的质量管理文件。

9.1.4 对测量成果，应根据质量检查结果评定其质量等级。质量等级应分为合格和不合格两级。当测量成果出现下列问题之一时，应判为质量不合格：

- 1 控制点和放样点的数量或布设位置严重不符合规范要求；
- 2 各级控制点和放样点的标志类型及埋设严重不符合规范要求；
- 3 所用仪器设备不满足规范规定的精度要求；
- 4 所用仪器设备未经检定或未在检定有效期内使用；
- 5 观测成果精度不符合规范要求；
- 6 编造数据。

9.1.5 测量成果质量检查与验收应符合下列规定：

- 1 对所有观测记录、计算和分析结果，应进行一级检查。
- 2 对测量阶段性成果，应进行二级检查；提交给项目委托单位的阶段性成果应为二级检查合格的成果。
- 3 对测量最终成果，应在两级检查合格的基础上进行质量验收；最终提交给项目委托单位的综合成果应为质量验收合格的成果。

4 质量检查与验收过程应形成记录，并与测量成果一并归档。

9.1.6 当成果质量检查与验收中发现不符合项时，应立即提出处理意见，退回作业部门进行纠正。纠正后的成果应重新进行质量检查与验收。

## 9.2 质量检查

9.2.1 测量成果质量的两级检查均应采用内业全数检查、外业针对性检查的方式进行。检查过程应填写记录。

9.2.2 对阶段测量成果，应检查下列内容：

- 1 各级控制点和放样点的布设位置图；
- 2 标石、标志的构造及埋设照片；
- 3 仪器设备的检定和检验资料；
- 4 外业观测记录和内业计算资料；
- 5 测量成果图表；
- 6 与项目有关的其他资料。

9.2.3 对最终测量成果的质量检查应符合下列规定：

- 1 除应进行质量检查外，尚应编写质量检查报告。质量检查报告应包括检查工作概况、项目成果概况、检查依据、检查内容及方法、质量问题及处理情况、质量统计及质量等级内容；
- 2 质量等级应由项目承担方质量管理部门根据检查结果评定。

## 9.3 质量验收

9.3.1 符合质量验收条件的测量成果应在最终检查完成并全部合格后进行质量验收。测量成果的质量验收应采用抽样核查的方式进行，并应符合下列规定：

- 1 对各测量阶段成果应分别进行质量验收；
- 2 抽样时，应随机抽取不少于期数的 10%作为样本，且至少为 1 期；
- 3 对抽取的样本，应进行内业全数核查、外业针对性核查。

9.3.2 测量成果质量验收时应核查技术设计和技术报告，且应包括下列内容：

- 1 控制点的布设位置图。

2 标石、标志的构造及埋设照片。

3 仪器设备的检定和检验资料。

4 外业观测记录和内业计算资料。

5 测量成果图表。

6 检查记录和检查报告。

7 与项目有关的其他资料。

9.3.3 测量成果质量验收中，当需使用仪器设备时，其精度不应低于项目作业时所用仪器设备的精度。

9.3.4 测量成果质量验收应形成质量验收报告并评定质量等级。质量验收报告应包括验收工作概况、项目成果概况、验收依据、抽样情况、核查内容及方法、主要质量问题及处理情况、质量统计及质量等级内容。

## 本标准用词说明

1 为便于在执行本标准（规范、规程）条文时区别对待，对于要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”；反面词采用“严禁”。

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”；反面词采用“不应”或“不得”。

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”；反面词采用“不宜”。

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明必须按其他标准、规范执行的写法为“按……执行”或“应符合……的规定”

## 引用标准名录

GB/T 12897 国家一、二等水准测量规范；

GB/T 50308 城市轨道交通工程测量规范；

GB50446 盾构法隧道施工及验收规范；

GB/T 50299 地下铁道工程施工及验收规范。