

UDC

中华人民共和国国家标准

GB

P

GB XXXXX

# 跨座式单轨交通工程测量标准

Code for engineering survey of straddle monorail transit  
(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部  
中华人民共和国国家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

# 跨座式单轨交通工程测量标准

Code for engineering survey of straddle monorail transit

**GBXXXXX-XXXX**

主编部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：XXXX年XX月XX日

XXXX出版社

0000 北京

## 前 言

根据住房和城乡建设部《关于印发〈2016年工程建设标准规范制订、修订计划〉的通知》（建标[2015]274号）的要求，标准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，编制了本标准。

本标准的主要技术内容是：1 总则；2 术语；3 控制测量；4 地形测量与专项调查；5 高架结构施工测量；6 隧道施工测量；7 轨道梁制作与安装测量；8 车辆基地测量；9 设备安装测量；10 变形监测；11 质量检查与验收测量；12 第三方测量与监测。

本标准由住房和城乡建设部负责管理，由北京城建勘测设计研究院有限责任公司负责日常管理，由北京城建勘测设计研究院有限责任公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送北京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5区6号，邮政编码：100101）。

本标准主编单位：北京城建勘测设计研究院有限责任公司

本标准参编单位：重庆市勘测院

重庆市轨道交通（集团）有限公司

中铁工程设计咨询集团有限公司

深圳市建设综合勘察设计院有限公司

天津市测绘院

中航勘察设计研究院有限公司

北京市勘察设计研究院有限公司

南京测绘勘察研究院有限公司

中铁十六局集团有限公司

福州市勘测院

中铁15局计量测试中心

北京市地质工程勘测院

青岛市勘察测绘研究院

中铁隧道勘测设计院有限公司

武汉大学

重庆大学

重庆智慧城市发展有限公司

重庆单轨交通工程有限责任公司。

本标准主要起草人员：略

本标准主要起草人员：略

# 目 次

<b>1 总 则</b> .....	<b>1</b>
<b>2 术语</b> .....	<b>2</b>
<b>3 控制测量</b> .....	<b>4</b>
3.1 一般规定 .....	4
3.2 平面控制测量.....	4
3.3 高程控制测量.....	8
<b>4 地形测量与专项调查</b> .....	<b>9</b>
4.1 一般规定 .....	9
4.2 地形测量 .....	10
4.3 专项调查 .....	11
<b>5 高架结构施工测量</b> .....	<b>13</b>
5.1 一般规定.....	13
5.2 墩柱基础与墩柱施工测量 .....	13
5.3 盖梁施工测量 .....	14
5.4 锚箱施工测量 .....	14
<b>6 隧道施工测量</b> .....	<b>16</b>
6.1 一般规定 .....	16
6.2 联系测量.....	16
6.3 隧道施工控制测量 .....	17
6.4 隧道掘进测量.....	18
6.5 隧道贯通后的测量 .....	18
<b>7 轨道梁制作与安装测量</b> .....	<b>19</b>
7.1 一般规定 .....	19
7.2 轨道梁制作测量.....	19
7.3 PC 轨道梁安装及线形调整测量 .....	23
7.4 道岔安装测量 .....	23
<b>8 车辆基地测量</b> .....	<b>24</b>
<b>9 设备安装测量</b> .....	<b>25</b>
9.1 一般规定 .....	25
9.2 接触网安装测量.....	25
9.3 车站站台沿与安全门或屏蔽门安装测量 .....	25
9.4 隔断门安装测量.....	26

9.5	检修平台安装测量.....	26
9.6	信号和线路标志安装测量.....	27
<b>10</b>	<b>变形监测.....</b>	<b>28</b>
10.1	一般规定.....	28
10.2	变形监测控制测量.....	29
10.3	施工阶段变形监测.....	31
10.4	运营线路变形监测.....	32
10.5	变形监测资料整理与信息反馈.....	33
<b>11</b>	<b>质量检查与验收测量.....</b>	<b>34</b>
11.1	一般规定.....	34
11.2	质量检查.....	34
11.3	质量验收.....	35
<b>12</b>	<b>第三方测量与监测.....</b>	<b>36</b>
12.1	一般规定.....	36
12.2	第三方测量.....	37
12.3	第三方监测.....	37
<b>附录 A</b>	<b>控制测量.....</b>	<b>39</b>
<b>附录 B</b>	<b>锚箱平面测量装置.....</b>	<b>41</b>
<b>附录 C</b>	<b>轨道梁线形测量.....</b>	<b>42</b>
<b>附录 D</b>	<b>变形监测标石埋设.....</b>	<b>43</b>
<b>附录 E</b>	<b>高程控制点标石埋设.....</b>	<b>44</b>
	本标准用词说明.....	46
	引用标准名录.....	47
	附：条文说明.....	47

# Contents

<b>1</b>	<b>General Provisions</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Terms</b> .....	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Control Survey</b> .....	<b>4</b>
3.1	General Requirements.....	4
3.2	Horizontal Control Survey .....	4
3.3	Vertical Control Survey.....	8
<b>4</b>	<b>Topographic Survey and Special Survey</b> .....	<b>9</b>
4.1	General Provisions.....	9
4.2	Topographic Survey .....	10
4.3	Special Survey .....	11
<b>5</b>	<b>Viaduct Construction Survey</b> .....	<b>13</b>
5.1	General Provisions .....	13
5.2	Construction Survey of Pier Foundation And Pier Column.....	13
5.3	Bent Cap Construction Survey .....	14
5.4	Anchor Box Construction Survey.....	14
<b>6</b>	<b>Tunnel Construction Survey</b> .....	<b>16</b>
6.1	General Provisions .....	16
6.2	Connection Survey.....	16
6.3	Tunnel Construction Control Survey .....	17
6.4	Tunnel Boring Survey .....	18
6.5	Survey after Tunnel Holing Through.....	18
<b>7</b>	<b>Production and Installation Survey of Track Beam</b> .....	<b>19</b>
7.1	General Provisions .....	19
7.2	Survey of Track Beam Production.....	19
7.3	Survey of Track Beam Installation and Linear Adjustment .....	23
7.4	Installation Survey of Turnout.....	23
<b>8</b>	<b>Depot Survey</b> .....	<b>24</b>
<b>9</b>	<b>Equipment Installation Survey</b> .....	<b>25</b>
9.1	General Provisions .....	25
9.2	Installation Survey of Contact Wire System .....	25
9.3	Installation Survey of Platform Edge and Safety Gate or Barrier Door .....	25
9.4	Installation Survey of Civil Air Separation Door .....	26
9.5	Installation Survey of Maintenance Platform.....	26
9.6	Installation Survey of Signal and Line Mark .....	27
<b>10</b>	<b>Deformation Monitoring</b> .....	<b>28</b>
10.1	General Provisions .....	28

10.2	Control Survey of Deformation Monitoring .....	29
10.3	Deformation Monitoring during Construction Stage .....	31
10.4	Deformation Monitoring to Lines in Operation .....	32
10.5	Data Processing and Information Feedback of Deformation Monitoring.....	33
<b>11</b>	<b>Quality Inspection and Acceptance Survey.....</b>	<b>34</b>
11.1	General Provisions .....	34
11.2	Quality Inspection.....	34
11.3	Quality Acceptance .....	35
<b>12</b>	<b>Third Party Survey and Monitoring.....</b>	<b>36</b>
12.1	General Provisions .....	36
12.2	Third Party Survey .....	37
12.3	Third Party Survey Monitoring .....	37
	<b>Appendix A: Control Survey.....</b>	<b>39</b>
	<b>Appendix B: Anchor Box Plane Measuring Device.....</b>	<b>41</b>
	<b>Appendix C: Linear Survey of Track Beam.....</b>	<b>42</b>
	<b>Appendix D: Monument Burying for Deformation Monitoring.....</b>	<b>43</b>
	<b>Appendix E: Monument Burying of Vertical Control Points.....</b>	<b>44</b>
	<b>Explanation of Wording in This Standard.....</b>	<b>46</b>
	<b>Quoted Standard List.....</b>	<b>47</b>



# 1 总 则

- 1.0.1 为了保障跨座式单轨交通建设和运营质量和安全，加强跨座式单轨交通工程测量管理，统一工程测量技术要求，遵循技术先进、经济合理、质量可靠和安全适用的原则制订本标准。
- 1.0.2 本标准适用于跨座式单轨交通线网规划、新线路建设、既有线路改造以及运营线路维护的工程测量工作。
- 1.0.3 跨座式单轨交通工程测量的平面坐标和高程系统应与所在城市一致。当与城市其他形式轨道交通工程结构或市政工程联系时，应采用统一的平面坐标和高程系统，当平面坐标和高程系统不一致时应建立转换关系。
- 1.0.4 跨座式单轨交通工程测量应以中误差作为衡量测量精度的标准，以二倍中误差作为极限误差。
- 1.0.5 测量作业使用的仪器和设备应根据国家有关法规，定期进行检验与校正。作业中仪器状态应满足作业要求。
- 1.0.6 跨座式单轨交通工程测量工作应根据轨道交通工程安全生产措施和应急预案要求，编制测量应急预案。
- 1.0.7 采用和推广经鉴定并批准的工程测量新技术、新方法、新设备和新软件时，应符合国家相关部门的规定。
- 1.0.8 跨座式单轨交通工程测量除应符合本标准外，尚应符合国家现行有关标准或规范的规定。

## 2 术语

### 2.0.1 跨座式单轨交通 **straddle monorail transit**

单轨交通的一种型式，车辆采用橡胶车轮跨行于梁轨合一的轨道梁上。车辆除走行轮外，在转向架的两侧尚有导向轮和稳定轮，夹行于轨道梁的两侧，保证车辆沿轨道安全平稳地行驶。

### 2.0.2 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、水系、房屋拆迁和勘测定界调查测绘工作。

### 2.0.3 轨道梁 **track beam**

轨道梁是承载列车荷重和车辆运行导向的结构，也是供电、信号、通信等缆线的载体。

### 2.0.4 墩柱 **pier**

连接相邻桥跨结构，并将荷载传递到基础的构筑物，墩柱包括基础、墩身（或柱身）。

### 2.0.5 盖梁 **cap beam**

轨道梁桥中的托盘，是连接梁体支座与墩柱的构筑物。

### 2.0.6 锚箱 **anchor box**

铸钢拉力支座基座板组成的一部分，是连接梁体支座下摆与盖梁的钢制箱体。锚箱埋置于盖梁中，与盖梁共同受力。在锚箱中设有固定支座锚杆（或连接杆）的装置。

### 2.0.7 中误差 **root mean square error**

带权残差平方和的平均数的平方根，作为在一定条件下衡量测量精度的一种数值指标。

### 2.0.8 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。本标准以测量中误差的 2 倍作为其极限误差。

### 2.0.9 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。

### 2.0.10 较差 **differential observation**

同一未知量的两个观测值之间的差值。

### 2.0.11 近井点 **control points near the well**

布设在竖井旁或隧道口，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。

### 2.0.12 近井导线 **adjacent traverse**

附合在一等、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。

### 2.0.13 近井水准 **adjacent levelling route**

附合在一等、二等水准点上，为测设近井高程点而布设的水准线路。

### 2.0.14 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。

### 2.0.15 贯通测量 **holing through survey**

对相向施工的路基、隧道和高架桥等建（构）筑物或按要求施工到一定地点与另一建（构）筑物连接后，对连接偏差状况所进行的测量工作。

### 2.0.16 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。

### 2.0.17 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。

### 2.0.18 限界 **gauge**

保障城市轨道交通运行安全、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。

### 2.0.19 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、培训中心及相关的设施等组成的综合性生产单位。

#### 2.0.20 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。

#### 2.0.21 检修通道 examine and repair channels

沿轨道线路铺设于区间盖梁或车站结构物上，作为供电、通信等电缆安装和通道的支承架，并作为运营设施、设备维护的检修平台，当列车发生火灾时作为乘客逃身与救援的通道。

### 3 控制测量

#### 3.1 一般规定

- 3.1.1 跨座式单轨交通工程平面和高程控制网应按城市轨道交通规划线网进行设计，分级布设并定期进行复测。
- 3.1.2 跨座式单轨交通工程线路轨道平均高程面的边长高程投影长度变形和高斯投影长度变形的综合变形值大于 15 mm/km 时，应采用抵偿高程面作为投影面的城市平面坐标系统，或高程投影面不变，采用高斯-克吕格抵偿带平面直角坐标系统。
- 3.1.3 跨座式单轨交通工程平面控制网分为三个等级，其中一等为全市跨座式单轨交通平面控制网，二等为线路平面控制网，三等为线路加密平面控制网。高程控制网分为二个等级，其中一等为全市跨座式单轨交通高程控制网，二等为线路高程控制网。同一城市建设多条跨座式单轨交通线路时，应布设全市跨座式单轨交通平面、高程控制网；同一城市只建设一条跨座式单轨交通线路时，可直接布设线路平面、高程控制网。
- 3.1.4 一等和二等平面控制网应采用静态卫星定位测量方法，三等平面控制网应采用精密导线测量方法；一等和二等高程控制网应采用水准测量方法。
- 3.1.5 二等线路平面和高程控制网应根据线路结构形式和施工工法特点，沿线路分别布设。在线路延伸和交叉地段，应布设两个以上的控制点与既有线路控制点重合。
- 3.1.6 跨座式单轨交通工程平面和高程控制点标石埋设结束后，应绘制点之记，并应设置保护设施。凡符合跨座式单轨工程平面、高程控制网要求的现有城市控制点的标石应充分利用。
- 3.1.7 对已建成的二等和三等线路平面控制网和二等高程控制网应定期进行复测，第一次复测应在工程施工之前进行，施工期间应每年复测一次。当自然灾害和工程建设对控制点稳定性产生影响时，应适当调整复测频次。复测采用的仪器设备、观测方法、观测精度、数据处理和成果精度应与原测量一致。
- 3.1.8 当二等和三等平面控制网和二等高程控制网点标石被破坏时，应重新埋设，并应进行同精度加密观测。加密观测时，新埋设二等平面控制点沿线路前后两侧至少各联测2个既有线路平面控制点；新埋设高程控制点沿线路前后两侧至少各联测1个既有线路高程控制点；新埋设的三等平面控制点沿线路前后两侧至少各联测2个既有二等或三等平面控制点，且联测的控制点在前后两侧应分别通视。

#### 3.2 平面控制测量

##### (I) 一等和二等平面控制网测量

- 3.2.1 一等和二等平面控制网技术要求应符合下列规定：
- 1 一等和二等控制网技术要求应符合表 3.2.1 的规定：

表 3.2.1 一等和二等控制网技术要求

控制网等级	平均边长 (km)	固定误差 a (mm)	比例误差 b (mm/km)	相邻点的相对点位中误差 (mm)	最弱点点位中误差 (mm)	最弱边相对中误差	不同线路控制网重合点坐标较差 (mm)
一等	8	≤5	≤2	±20	±24	1/200000	—
二等	2	≤5	≤5	±10	±12	1/100000	≤20

2 基线长度精度宜按下式计算。

$$\sigma = \sqrt{a^2 + (b \cdot d)^2} \quad (3.2.1)$$

式中： $\sigma$ —标准差 (mm)；

$a$ —固定误差 (mm)；

$b$ —比例误差系数 (ppm)；

$d$ —基线边长 (km)；

3.2.2 一等平面控制网的布设应符合下列规定：

1 一等平面控制网的设计应利用城市连续运行参考站，如无参考站，应利用城市 GNSS 控制测量 B、C 级点成果；

2 应重合至少 3 个既有城市一等或二等控制点或原有轨道交通线路网控制点，重合点应均匀分布；

3 对于尚未建设完成统一基础控制网的城市，起算点应采用该城市最高等级平面控制点，并确定起算方位。

3.2.3 二等平面控制网网形设计前应进行线路踏勘，并结合跨座式单轨交通工程线路设计、地形图资料，以及线路沿线现有城市控制网、其他轨道交通线路控制网的标石、精度等有关状况后，按照卫星定位静态相对定位原理进行控制网设计。

3.2.4 二等平面控制网的布设应符合下列规定：

1 应根据拟建线路结构特点和施工工法要求，沿线路布设；

2 一等平面控制点应作为起算点，起算点不应少于 3 个。仅布设二等平面控制网的城市应重合不少于 3 个现有城市一等、二等控制点；

3 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；

4 在高架线路道岔、高架线路出入地面段、地面车站和车辆基地附近应布设不少于 2 个控制点，且相邻控制点应通视；

5 二等平面控制网采用异步环或独立基线附合线路构网，每个闭合环或附合线路中的独立基线数不应超过 6 条；

6 对于平差后精度指标不满足本规范要求的短基线边，宜采用电磁波精密测距，或测设独立基线的方式提高整网精度。

3.2.5 一等、二等平面控制网的选点和埋设，应满足《城市轨道交通工程测量规范》(GB 50308) 规定，点位选定后应现场作标记并绘制位置略图和环视图。

3.2.6 一等、二等平面控制网测量作业的基本技术要求应符合表 3.2.6 的规定。

表 3.2.6 一等、二等平面控制网测量作业基本技术要求

项目	一等平面控制网	二等平面控制网
接收机类型	双频	双频
观测量	载波相位	载波相位
接收机精度指标	$\leq (5\text{mm} + 2 \times 10^{-6} \times D)$	$\leq (5\text{mm} + 2 \times 10^{-6} \times D)$
卫星高度角 ( $^{\circ}$ )	$\geq 15$	$\geq 15$
同步观测接收机(台)	$\geq 5$	$\geq 3$
有效观测卫星数(颗)	$\geq 4$	$\geq 4$
每站重复设站数(次)	$\geq 2$	$\geq 2$

观测时段长度 (min)	待测点间基线观测时间 $\geq 120\text{min}$ , 与 CORS 站联测的基线观测时间 $\geq 240\text{min}$	$\geq 60$
数据采样间隔 (s)	10-30	10-30
点位几何图形强度因子 (PDOP)	$\leq 6$	$\leq 6$

注：表中 D 为相邻点间的距离，单位 km。

- 3.2.7 每次进行外业测量工作前，应根据设备情况对卫星定位接收机和天线等设备进行常规检查、一般检验、通电检验、实测检验。
- 3.2.8 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调整。
- 3.2.9 在一等和二等平面控制网点观测过程中，天线架设、仪高量取、外业观测记录、数据传输等作业应符合现行国家标准《城市轨道交通工程测量规范》GB 50308 规定。
- 3.2.10 跨座式单轨交通工程一等、二等平面控制网数据处理应包括数据预处理、数据质量检查、基线解算、网平差环节。
- 3.2.11 一等和二等平面控制网的基线解算、外业观测数据检核符合现行国家标准《城市轨道交通工程测量规范》GB 50308 规定。
- 3.2.12 一等和二等平面控制网的平差应符合现行国家标准《城市轨道交通工程测量规范》GB 50308 规定。
- 3.2.13 二等平面控制网测量完成后，应对高架线路道岔、高架线路出入地面段、地面车站附近使用频率较高的控制点以及精度相对较差的控制点进行边角检校。边角检校应满足表3.2.13的要求。

表3.2.13 二等平面控制网测量作业基本技术要求

项目	较差限差
实测夹角与 GNSS 夹角	$\leq 5.0''$
实测边长与 GNSS 边长	$\leq 2\sqrt{a_1^2 + (b_1 \cdot d)^2 + a_2^2 + (b_2 \cdot d)^2}$

注：表中  $a_1$ 、 $b_1$  为电磁波测距仪器加、乘常数， $a_2$ 、 $b_2$  为 GNSS 测量设备加、乘常数， $d$  为检校边长。

- 3.2.14 跨座式单轨交通工程一等和二等平面控制网测量工作结束后，应提交技术设计书和技术报告书，并应包括下列资料：
- 1 控制网布设图；
  - 2 控制点点之记、环视图、选点埋石资料；
  - 3 设备仪器检定资料；
  - 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。

## II 三等平面控制网测量

- 3.2.15 在二等平面控制网的基础上，布设的三等平面控制网形式应为附和导线或结点导线网。
- 3.2.16 三等平面控制网测量的技术要求应符合表3.2.16的规定。

表3.2.16 三等平面控制网测量的技术要求

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)	测角中误差 (")	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)
250	3	±3	±2.5	±5√n	1/35000	±5

注：1 n 为导线的角度个数，不应超过12个；

2 附合导线路线大于3km时，应布设结点导线网，结点间角度个数不应超过8个；

3 布设地下精密导线时，受地形条件限制，平均边长、相邻点的相对点位中误差可适当放宽。

3.2.17 跨座式单轨交通工程三等平面控制网观测的技术要求应符合表3.2.17的规定。

表 3.2.17 三等平面控制网观测技术要求

控制网等级	水平角测回数		边长测回数	测距相对中误差
	I级全站仪	II级全站仪	I、II级全站仪	
三等	4	6	往返测距各2测回	1/60000

注：1 全站仪的分级标准应执行本标准附录 A 中表 A.0.1 的规定；

2 边长小于120m时，该边测距中误差应小于2mm。

3.2.18 采用精密导线方式测量跨座式单轨交通工程三等平面控制网时，控制点的选择应符合下列规定。

1 附合导线边数应少于12条，相邻边短边不宜小于长边的1/3；

2 当导线边数大于12条时，应布设导线网；

3 导线点位置应选在施工变形影响以外稳定区域，并应避免地下建（构）筑物、地下管线等；

4 楼顶上的导线点宜选在靠近并能俯视线路一侧的稳固建筑上；

5 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15°，视线离障碍物的距离不应小于1m；

6 在线路交叉及前、后期工程衔接的地方应布设共用导线点；

7 精密导线点应与路线经过的跨座式单轨交通工程一等和二等平面控制网点联测，以提高图形强度。

3.2.19 跨座式单轨交通工程三等平面控制网点宜埋设强制对中标志。地面、房顶控制点宜采用强制对中标石，隧道中的精密导线点宜采用壁嵌式强制对中标志。标石和标志规格见附录A中图A.0.2和A.0.3和A.0.4。标石和标志埋设结束后宜绘制点之记。

3.2.20 三等平面控制网测量前应对仪器进行常规检查与校正，并应记录检校结果。

3.2.21 三等平面控制点水平角和距离观测应符合现行国家标准《城市轨道交通工程测量规范》GB 50308 规定。

3.2.22 三等平面控制网的边长应进行气象改正、仪器加乘常数改正和水平距离改正。当投影综合变形值大于本标准3.1.2条要求时应进行测距边的高程归化和投影改化。

3.2.23 三等平面控制网计算应采用严密平差方法，其精度应符合本标准表3.2.16条的规定。

3.2.24 工程建设中对损毁的三等平面控制网点进行恢复时，应联测两端三等平面控制网点组成附合导线解算，测量技术要求应满足本标准表3.2.16、表3.2.17 的规定。

3.2.25 三等平面控制网测量结束后，应提交技术设计书和技术报告书，并应包括下列资料：

1 外业观测记录与内业计算成果；

2 仪器检定资料；

- 3 控制网示意图;
- 4 控制点点之记;
- 5 控制点坐标成果表及其精度评定报告。

### 3.3 高程控制测量

- 3.3.1 跨座式单轨交通工程一等、二等高程控制网宜分级、分期布设。
- 3.3.2 一等高程控制网应以城市 I、II 等水准点为基准,二等线路高程网起算基准不应低于一等高程控制点。
- 3.3.3 一等全市高程控制网应涵盖城市跨座式单轨交通规划线路,二等高程控制网应沿工程线路布设,点位应稳固不易破坏,点间距应小于 1km。
- 3.3.4 高程控制点标石埋设应符合现行国家标准《城市轨道交通工程测量规范》GB 50308 相关要求。
- 3.3.5 高程控制网应采用水准测量方法施测,水准线路应构成附和线路或结点网。水准测量的技术要求应符合表 3.3.5 的规定。

表 3.3.5 水准测量的技术要求

水准测量等级	每千米高差中数中误差 (mm)		环线或附和水准路线最大长度 (km)	水准仪等级	水准尺	观测次数		往返较差、附和或环线闭合差 (mm)
	偶然中误差 $M_A$	全中误差 $M_W$				与已知点联测	附和或环线	
一等	±1	±2	40	DS1	因瓦尺	往返测各一次	往返测各一次	± $4\sqrt{L}$
二等	±2	±4	4	DS1	因瓦尺	往返测各一次	往返测各一次	± $8\sqrt{L}$

注:  $L$  为往返测段、附和或环线的路线长(以 km 计)。

- 3.3.6 高程控制网测量应采用水准测量方法,观测要求应符合现行国家标准《城市轨道交通工程测量规范》GB 50308 相关要求。
- 3.3.7 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。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、测距三角高程法,其技术要求应执行现行国家标准《国家一等、二等水准测量规范》GB12897 相关规定。
- 3.3.8 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。
- 3.3.9 高程控制网应定期进行复测,复测时采用的起算点及观测方案宜与原网一致,复测与原测成果高程较差不应大于  $2\sqrt{2}m$  ( $m$  为高程测量中误差)。
- 3.3.10 跨座式单轨交通工程穿越地表沉降区时,应制定高程控制网专项测量方案,对复测频率、数据处理、点位使用等进行明确规定,高程控制点宜每间隔 4km 埋设深桩水准点或基岩水准点。
- 3.3.11 高程控制测量结束后应提交技术设计书和技术报告书,并应包括下列资料:
  - 1 高程控制网示意图;
  - 2 外业观测手簿及仪器检验资料;
  - 3 点之记及高程控制点委托保管文件;
  - 4 高程成果表和精度评定等资料;
  - 5 技术总结。



## 4 地形测量与专项调查

### 4.1 一般规定

4.1.1 地形测量应包括控制测量、地形图测绘与修测工作；专项调查应包括调查线路中线两侧及车辆基地用地红线范围内的暗沟、暗河、涵洞及管廊等管线、地面和地下建（构）筑物、水域、房产、地籍和征地拆迁涉及的测量工作。

4.1.2 地形测量与专项调查采用城市已有的坐标系统和高程系统时还应满足跨座式单轨工程设计要求。

4.1.3 地形测量与专项调查工作开始前应充分收集测区内已有的控制点、管线、地面和地下建（构）筑物、水域、绿地、房产、地籍和征地拆迁基础测绘资料，并应对其进行检查、修测、补测和整理后予以利用。

4.1.4 地形测量与专项调查应提供1:500、1:1000、1:2000比例尺地形图和专项调查资料。如果设计对比例尺有特殊要求，应按要求实测并提供相应精度和比例尺的地形图及专项调查资料。

4.1.5 专项调查应使用已有的控制测量、地形测量成果，并应与已有比例尺一致。局部复杂地区地形图应能完整表达细部特征，宜选择1:50~1:200的比例尺。

4.1.6 为施工设计提供的地形图测绘与专项调查的精度应符合下列规定：

1 地物点相对于邻近控制点点位中误差、邻近地物点间距中误差和细部点的点位中误差应符合表4.1.6-1的规定：

表 4.1.6-1 地物点相对于邻近控制点点位、邻近地物点间距和细部点点位中误差

测点类别	地物点相对于邻近控制点图上点位中误差 (mm)	邻近地物点图上间距中误差 (mm)	细部点点位中误差 (mm)
建筑区或平坦地区	±0.5	±0.4	±50
困难地区	±0.7	±0.6	±70

2 地形图注记点的高程中误差和细部点的高程中误差应符合表4.1.6-2的规定：

表 4.1.6-2 地形图注记点高程中误差和细部点高程中误差

测点类别	地物注记点高程中误差 (mm)	地形注记点高程中误差 (mm)	细部点高程中误差 (mm)
建筑区或平坦地区	±50	±150	±20
困难地区	±80	±150	±30

2 等高线内插点高程中误差应符合表4.1.6-3的规定。

表 4.1.6-3 等高线内插点高程中误差

地形类别	平地	丘陵	山区	高山区
------	----	----	----	-----

高程中误差	$\pm 0.3H_d$	$\pm 0.5H_d$	$\pm 0.7H_d$	$\pm 1.0 H_d$
-------	--------------	--------------	--------------	---------------

注： $H_d$  为基本等高距

## 4.2 地形测量

4.2.1 跨座式单轨交通工程地形图图式应采用现行国家标准《国家基本比例尺地形图图式第 1 部分：1:500 1:1000、1:2000 地形图图式》GB/T20257.1。对国家标准中没有规定的图式符号可作补充绘制，但应在技术设计和技术总结中说明。

4.2.2 地形图宜采用矩形自由分幅。图幅编号以分数表示，分母为总图幅数，分子为所在图幅号。分幅应符合下列要求：

- 1 测量前应对地形图进行分幅设计；
- 2 自设计线路的起点沿线路前进方向按顺序进行图幅编号；
- 3 图幅长度宜在 1000mm 至 1500mm 之间，宽度宜为 500mm。相邻图幅长度宜一致；
- 4 分幅不宜选择重要建筑、路口、车站等地方。

4.2.3 地形图测绘与专项调查可选用全站仪极坐标、GNSS RTK、航空摄影测量等方法进行，也可采用能满足精度要求的其它测量方法。

4.2.4 地形图成果的数据格式应符合现行国家标准《地理空间数据交换格式》GB/T17798 规定。

4.2.5 地形图上宜展绘出线路设计中线、各等级平面控制点、水准点的位置，并应按规定符号表示。

4.2.6 地形测量涉及水系、境界、地貌、植被与土类等要素时，应对紧邻、下穿、跨越交通线路的上述各项要素在技术报告中说明。

4.2.7 地形图要素的测绘和表示应符合现行国家标准《城市测量规范》CJJ/T8 的技术要求。

4.2.8 地形图中的名称、说明和数字应进行调查核实后注记，并应以标准名称为准。

4.2.9 各种比例尺地形图测量精度应符合本标准第4.1.6条规定。

4.2.10 地形测量工作开展前，应进行实地踏勘，根据测量范围内地物、地貌特点制定针对性实施方案。

4.2.11 图根控制测量可采用导线测量和GNSS RTK测量方法。导线测量应符合现行国家标准《城市轨道交通工程测量规范》GB 50308规定，GNSS RTK测量应符合下列规定：

- 1 观测前，手簿中设置的平面收敛阈值应为20mm，垂直收敛阈值应为30mm；
- 2 观测时，卫星高度角 $15^\circ$  以上的卫星颗数应不少于5颗；
- 3 每测回的自动观测值个数应为10个，测回间应间隔60s以上，下一测回测量开始前，应重新进行初始化；
- 4 测回间的平面坐标分量较差应小于20mm，高程较差应小于30mm；
- 5 GNSS RTK测量应每天选择测区附近的原有控制点进行检核测量，检核测量平面较差应小于50mm，高程较差应小于100mm。

4.2.12 地形图测量方法和各阶段地形图测量内容应符合现行国家标准《城市轨道交通工程测量规范》GB 50308 规定。

4.2.13 对影响跨座式单轨线路的重要地物、地貌点应进行细部测量，并将其坐标和高程标注于1:500地形图上。重要地物、地貌点应包含下列内容：

- 1 线路与经过的重要道路边线、中线和隔离带的交点以及与其他轨道交通线路交叉位置；
- 2 线路入地、出地区域道路标高；
- 3 影响线路的房角、古树名木、寺庙和文物；
- 4 线路与上空的高压线、通信线、照明线、广告牌、人行天桥等的交点。高压线测量成果应标注测量时间和测量时温度；

5 设计车站的出入口及周边地物点。

4.2.14 细部点测量应符合下列规定：

1 采用极坐标法进行坐标测量时，测距中误差或往返测距较差不应大于±30mm，测角一测回；

2 采用 GNSS RTK 方法进行坐标测量时，应对细部点进行重复初始化观测，每次初始化观测值个数不应少于 5 个；重复初始化观测值的坐标分量、高程较差应分别小于 20mm、30mm 时，取其平均值作为最后成果；

3 采用水准测量方法进行高程测量时，应布设附合水准路线，其水准线路长度不应超过 5km；高程闭合差应在± $40\sqrt{L}$  mm 之内（L 为路线长度，以 km 计）；观测应使用不低于 DS10 型精度的水准仪；

4 采用电磁波测距三角高程进行高程测量时，可附合在等级水准点上，垂直角对向观测各一测回，边长单程观测一测回，仪器高、棱镜（觇牌）高量至毫米，闭合差应小于± $40\sqrt{\sum L}$  mm 之内（L 为路线长度，以 km 计）。

### 4.3 专项调查

4.3.1 专项调查内容应根据周边环境与线路的位置关系、建（构）筑物结构形式、地质条件及重要性等因素综合确定。

4.3.2 线路周边环境专项调查的范围应大于线路结构外侧 30m。

4.3.3 周边环境专项调查宜包括下列内容：

- 1 调查对象的名称、类型（或用途）；
- 2 地理位置与本工程的空間关系；
- 3 修建年代或竣工日期；
- 4 产权人或管理单位；
- 5 原建（构）筑物建设、勘察、设计、施工等单位；
- 6 使用（或在建）现状；
- 7 竣工图纸情况；
- 8 原建（构）筑物外观现状性描述；
- 9 特殊保护要求等。

4.3.4 地上建（构）筑物宜调查建筑层数、高度、结构形式、基础型式、基础埋深、地基变形允许值及沉降观测资料等内容。

4.3.5 地下建（构）物应调查结构形式、外轮廓尺寸、顶（底）板埋深、原施工开挖范围、支护结构形式、抗浮措施、施工方法等内容。

4.3.6 地下管线调查应包括下列内容：

- 1 管线的类型、用途、材质、规格、坐标位置、走向、埋设方式、埋深、埋设方法；
- 2 根据设计需要还宜调查各类管道管节长度、接口形式、拐折点、管径变化位置、节（阀）门或检查井位置、载体特征（压力、流量流向）、使用情况（正常、废弃、渗漏）等；
- 3 采用地下综合管道共同沟的，应包括共同沟的结构形式、断面尺寸、顶（底）板埋深、支护结构形式、变形缝设置情况等。

4.3.7 桥梁应调查结构形式、桥宽、桥长、跨度、基础型式及桥梁承载力、桥梁限载、限速、桥面破损情况、桩基参数（桩长、桩径等）、试桩资料、地基变形允许值及沉降观测资料等内容。

4.3.8 隧道应调查隧道的平面位置、顶（底）板埋深、断面尺寸、衬砌厚度、施工方法、原施工开挖范围、附属结构（通道、洞门、竖井、小室）、变形缝设置及渗漏情况等内容。

4.3.9 道路应调查道路等级、路面材料、路面宽度、路基填料及填筑厚度、支挡结构及沉降观测

资料等内容

- 4.3.10 根据地下线、地面线和高架线特点，应分别调查各条既有轨道交通线路的敷设方式、线路结构形式、道床形式、行车间隔、运行速度、车辆荷载、轨道变形控制值等内容。
- 4.3.11 边坡、高切坡应调查边坡的支挡结构形式、地基基础形式、设计参数、施工工艺、排水设施、边坡允许变形量及变形监测资料、破损及渗漏情况等内容。
- 4.3.12 水系应调查水系范围、防洪水位、通航要求、流速、水工建筑的地基等内容。
- 4.3.13 水井应调查井深、井径、井壁材质、出水量、使用情况等内容。
- 4.3.14 文物调查除应参照地上建（构）筑物或地下构筑物的调查内容外，还应调查文物等级、保护控制范围及要求等内容。
- 4.3.15 房屋拆迁调查应符合现行国家标准《城市轨道交通工程测量规范》GB 50308 和《房产测量规范》GB/T 17986 相关技术要求。
- 4.3.16 地籍调查应符合现行国家标准《城市轨道交通工程测量规范》GB 50308 和《城市测量规范》CJJ/T 8 相关技术要求。
- 4.3.17 专项调查中需要进行实地测量时，应符合本标准 4.2 节相关规定。

## 5 高架结构施工测量

### 5.1 一般规定

- 5.1.1 高架结构施工测量应包括高架桥墩柱基础、墩柱、墩柱上的盖梁及锚箱施工测量。
- 5.1.2 高架结构施工测量时，应以二等和三等平面控制点及二等高程控制点作为起算点。测量前应对起算点进行检核。
- 5.1.3 当二等和三等平面控制点与二等高程控制点不能满足放样需要时，应加密控制点，加密控制点应执行本标准三等平面控制测量和二等水准测量的相关技术要求。
- 5.1.4 高架结构的施工测量应根据高架结构和施工特点进行整体设计，分区、分段实施。相邻区段应埋设共用的测量控制点，并应利用这些控制点进行放样，对相邻结构放样点进行联测或检测。
- 5.1.5 相邻施工区、段高架结构贯通后，应进行结构贯通测量。在贯通面上横向贯通中误差应为 $\pm 50\text{mm}$ ；高程贯通中误差应为 $\pm 25\text{mm}$ 。贯通测量应符合现行国家标准《城市轨道交通工程测量规范》GB 50308 的相关规定。

### 5.2 墩柱基础与墩柱施工测量

- 5.2.1 墩柱基础与墩柱施工测量应利用二等、三等或加密平面控制点，采用极坐标等方法进行放样，放样定桩后应进行检核。
- 5.2.2 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。
- 5.2.3 墩柱基础放样精度应符合下列规定：
- 1 纵、横向放样中误差为 $\pm 5\text{mm}$ ；
  - 2 基础高程测量中误差为 $\pm 10\text{mm}$ 。
- 5.2.4 基础放样后应测设基础施工控制桩，施工控制桩应标识清晰、便于保存并作好记录，施工控制桩的连线一般宜垂直或平行于线路中线。
- 5.2.5 墩柱基础施工时，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，其位置测量中误差为 $\pm 10\text{mm}$ ；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 $\pm 10\text{mm}$ 。
- 5.2.6 基础承台施工时，应根据其几何形状和施工工艺对其中心或轴线位置、模板支立位置、顶面高程进行放样测量和控制。基础承台中心或轴线位置测量中误差为 $\pm 5\text{mm}$ 、模板支立位置测量中误差为 $\pm 7.5\text{mm}$ 、顶面高程测量中误差为 $\pm 5\text{mm}$ 、墩柱预留钢筋定位测量中误差为 $\pm 5\text{mm}$ 。
- 5.2.7 基础承台施工浇筑过程前，应复核墩柱预留钢筋位置。
- 5.2.8 墩柱施工前，应对墩柱的中心位置、模板支立位置及尺寸、垂直度以及顶部高程等进行检测。墩柱的中心位置测量中误差为 $\pm 5\text{mm}$ 、模板支立位置及尺寸测量中误差为 $\pm 5\text{mm}$ 、垂直度测量中误差应为 $0.5\%$ 且不大于 $5\text{mm}$ 、顶部高程测量中误差为 $\pm 5\text{mm}$ 。
- 5.2.9 墩柱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三等平面控制点和加密控制点进行测设，并以墨线标记；
  - 2 模板支立铅垂度可使用全站仪免棱镜法、吊锤或铅垂仪进行测量；
  - 3 高程可采用三角高程、水准测量或钢尺丈量方法测定，并应在设计高度标记高程线。
- 5.2.10 墩柱施工完成后，应对墩柱尺寸、中心坐标、高程及垂直度进行复核。

### 5.3 盖梁施工测量

- 5.3.1 盖梁施工测量应根据盖梁结构型式特点进行测量设计。
- 5.3.2 采用满堂支架或抱箍方法进行混凝土盖梁施工时，测量放样应考虑预留沉降量。
- 5.3.3 混凝土盖梁底模铺设前，应放样出盖梁底模标高和轴线。钢筋绑扎完成后应支立侧模，并在侧模上放出锚箱轴线。高程测量中误差为 $\pm 1.5\text{mm}$ 、轴线测量中误差为 $\pm 5\text{mm}$ 。
- 5.3.4 钢横梁安装前应检查桥墩顶面中心和螺栓孔的相对位置及顶面高程，放样距离允许偏差不应大于 $3\text{mm}$ ，轴线允许偏差不应大于 $3\text{mm}$ ，高程允许偏差不应大于 $2\text{mm}$ 。

### 5.4 锚箱施工测量

- 5.4.1 锚箱施工时应考虑盖梁设计预拱度和预应力张拉对放样点位的影响，并按设计要求对放样数据进行调整。
- 5.4.2 锚箱基座板安装应符合下列规定：
  - 1 锚箱基座板应安装在支架上，支架应具有竖向、横向和纵向调整功能，并应固定在盖梁钢筋笼上；
  - 2 定位测量应使用不低于 I 级的全站仪，采用极坐标法或自由设站后方交会法进行抗剪榫中心和基座板中心放样，放样测量中误差为 $\pm 1.5\text{mm}$ ；采用水准测量方法进行基座板四角高程控制，放样测量中误差为 $\pm 1\text{mm}$ ；
  - 3 放样前，全站仪设站完成后，应检查测站与后视已知点的相对精度并满足要求后，才能采用极坐标法进行放样，实测水平距离与已知距离较差不应大于 $\pm 3\text{mm}$ ；
  - 4 采用自由设站后方边角交会方法应符合下列规定：
    - 1) 各后方交会点均应埋设强制对中标志，强制对中标志宜采用本标准附录图 B 锚箱平面测量装置；
    - 2) 自由设站点观测的控制点个数不应少于 3 个；
    - 3) 测站应安置于线路中线附近，且位于控制点的中间；
    - 4) 自由设站观测点精度应符合表 5.4.2 的要求。

表 5.4.2 自由设站点精度要求

项目	X	Y	方向
中误差	$\leq 3\text{mm}$	$\leq 3\text{mm}$	$\leq 3''$

- 5.4.3 锚箱基座板上平面测量的置镜点宜采用附录 B 所示型式的精密测量标志，标志高度宜小于 $20\text{cm}$ 。
- 5.4.4 锚箱高程粗调时可采用全站仪三角高程测量方法，精调时应采用水准测量方法。桥梁地段高程传递可采用悬挂钢尺或附录 A.0.4 所示不量仪器高和棱镜高的光电测距三角高程测量方法。
- 5.4.5 锚箱定位测量完成后，在混凝土盖梁浇筑前，应利用不同控制点对锚箱平面和高程进行检核，检核较差应小于 $3\text{mm}$ 。
- 5.4.6 混凝土盖梁在浇筑过程中锚箱基座板测量放样应符合下列规定：
  - 1 混凝土浇筑至淹没锚箱底面且振捣完成后，应进行精调；
  - 2 盖梁在浇筑完成后且混凝土初凝前，应再次进行精调；
  - 3 精调后的锚箱基座板四角高程允许偏差为 $0\sim -5\text{mm}$ 、较差不大于 $2\text{mm}$ ；纵横向定位孔平面位置

允许偏差应为 $\pm 5\text{mm}$ 。

5.4.7 锚箱施工完成后应根据现行国家标准《跨座式单轨交通施工及验收规范》GB 50614 规定进行锚箱验收测量。

5.4.8 进行与道岔连接的锚箱施工时，应先对道岔钢梁轴线和顶面高程进行复核测量。道岔钢梁轴线和顶面高程满足要求后，进行锚箱施工。

5.4.9 成品锚箱高程偏差超限时，应对该部位 PC 梁梁高进行检测，并根据安装完成后走行面的高程，提供处置方案。

## 6 隧道施工测量

### 6.1 一般规定

- 6.1.1 隧道施工测量应包括联系测量、隧道施工控制测量、隧道掘进测量和隧道贯通后测量。
- 6.1.2 隧道施工测量前，应收集设计和测绘资料，熟悉施工设计图纸，并应对相关的设计数据和测绘成果进行复核。根据工程特点，制定施工测量技术方案。
- 6.1.3 隧道施工测量采用的平面坐标和高程系统应与地面控制网一致，并采用地面控制网的平面和高程控制点作为起算依据。
- 6.1.4 隧道施工控制点应坚持先检核再使用，对检核限差超限的控制点应及时更新测量成果，控制点破坏后应及时恢复。
- 6.1.5 通过平硐、斜井或竖井进行隧道施工时，应分别采用地面导线、水准测量方法及竖井联系测量方法将地面坐标和高程传递至隧道内。
- 6.1.6 隧道贯通后应进行贯通测量。贯通误差符合要求后，应采用两井定向或附和导线等方法，利用已有控制点重新进行隧道控制测量，并利用新的控制测量成果指导后续隧道二衬结构施工测量、限界测量及轨道梁施工测量。

### 6.2 联系测量

- 6.2.1 联系测量应包括通过平硐、斜井的联系测量和竖井联系测量。联系测量工作包括地面近井点测量、坐标和高程传递测量、地下近井点测量。
- 6.2.2 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1次。每次联系测量应独立进行3次，取3次平均值作为定向成果。
- 6.2.3 地面近井点包括平面和高程近井点，应埋设在隧道口或竖井井口附近便于观测和保护的位置，并标识清楚。
- 6.2.4 地面近井点测量应符合下列规定：
  - 1 地面平面近井点应符合下列规定：
    - 1) 地面近井导线点应以一等和二等平面控制点为起算点；
    - 2) 应采用附和导线形式进行近井点加密测量。平面近井点加密测量应按本标准第3章第2节三等平面控制网测量技术要求施测，近井点的点位中误差为±10mm；
    - 3) 一等和二等平面控制点距离隧道口或竖井井口较近时，应可直接作为近井点。
  - 2 地面高程近井点应符合下列规定：
    - 1) 地面高程近井点应以一等和二等水准点为起算点；
    - 2) 应采用附和水准路线形式，并按照本标准第三章3.3节二等水准测量技术要求施测。
- 6.2.5 每次进行联系测量时，应对近井点进行复核测量。

#### (I) 通过平硐、斜井平面坐标和高程传递测量

- 6.2.6 通过平硐、斜井进行平面坐标和高程传递测量应符合下列规定：
  - 1 平面坐标传递测量应利用近井导线点，采用导线测量形式，沿平硐或斜井将平面坐标传递至地下正线隧道，其测量技术要求应符合本标准第3章第2节三等平面控制网测量技术规定；
  - 2 高程传递测量应利用地面高程近井点，采用水准测量形式，沿平硐或斜井将高程传递至地



下正线隧道，其测量技术要求应符合本标准第三章 3.3 节二等水准测量技术规定：

- 3 平面坐标和高程传递测量成果应作为隧道地下近井点测量成果。

## (II) 竖井联系测量

6.2.7 竖井联系测量的平面坐标和高程传递测量包括定向测量、高程传递测量。

6.2.8 根据施工现场作业条件，定向测量可采用一井定向法、两井定向法、陀螺全站仪和铅垂仪（钢丝）组合法、导线直接传递法、投点定向法，并应符合现行国家标准《城市轨道交通工程测量规范》GB50308 相关技术要求。

6.2.9 定向测量的地下定向边不应少于 2 条，作业前应对地下定向边之间的几何关系进行检核。

6.2.10 定向测量的精度应符合现行国家标准《城市轨道交通工程测量》GB50308 的相关技术规定。

6.2.11 高程传递测量可采用悬挂钢尺法、电磁波测距法、水准测量法和光电测距三角高程法施测，测量方法和精度应符合现行国家标准《城市轨道交通工程测量》GB50308 的相关技术规定。

6.2.12 竖井较深采用电磁波测距法传递高程时，应选用不低于 II 级精度的全站仪，距离测量值应进行常数改正和气象改正；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；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。

6.2.13 通过竖井联系测量的地下近井点测量应符合下列规定：

- 1 地下平面近井点测量应以联系测量建立的地下控制点为基准，并按本标准第 3 章第 3.2 节三等平面控制网测量技术要求以导线测量形式施测；

- 2 地下高程近井点测量应以联系测量建立的地下高程控制点为基准，并按本标准第 3 章第 3.3 节二等高程控制网测量技术要求以水准测量形式施测。

## 6.3 隧道施工控制测量

6.3.1 隧道施工控制测量应包括明挖隧道和暗挖矿山法隧道的施工控制测量。

6.3.2 明挖隧道施工控制测量应符合下列规定：

- 1 起算数据应采用原有一等、二等平面控制点和二等高程控制点；

- 2 施工平面控制网应采用附和导线或结点导线网的形式布设，施工控制网测量应符合本标准第 3 章第 3.2 节三等平面控制网测量技术要求；

- 3 施工高程控制网应采用附和路线或结点水准网的形式布设，施工高程控制测量应符合本标准第 3 章第 3.3 节二等高程控制网测量技术要求。

6.3.3 暗挖法隧道的施工控制测量应符合下列规定：

- 1 起算数据应采用本标准第 6.2 节建立的地下平面近井点和地下高程近井点；

- 2 平面控制测量应符合下列规定：

- 1) 平面控制网可采用支导线、双导线形式布设；

- 2) 隧道内控制点应随着隧道掘进向前布设，控制点间距不宜小于 100m；

- 3) 隧道单向贯通距离长度大于 1500m 时，应通过加测陀螺方位角或地面钻孔投点等方法，提高平面控制导线精度；

- 4) 平面控制测量应符合本标准第 3 章第 3.2 节三等平面控制网测量技术要求。

- 3 高程控制测量应符合下列规定：

- 1) 高程控制测量可采用支水准路线形式布设，条件允许时可通过联络通道与其它支水准路线构成附和水准线路；

- 2) 隧道内高程控制点应随隧道掘进向前布设，控制点可利用地下导线点，也可单独埋设，控制点间距不宜大于 200m；

- 3) 高程控制测量应符合本标准第 3 章第 3.3 节二等高程控制网测量技术要求。

## 6.4 隧道掘进测量

6.4.1 隧道掘进测量应包括明挖隧道和矿山法隧道的掘进测量。

**【条文说明】**6.4.1《跨座式单轨交通设计规范》中关于地下结构施工仅涉及明挖隧道和矿山法暗挖隧道，故本节仅涉及明挖隧道和矿山法隧道的掘进测量。

6.4.2 隧道掘进测量应以已经建立的隧道平面和高程控制点为起算依据，进行施工导线测量和施工高程测量，测量前应对原有的平面和高程控制点进行检核。

6.4.3 明挖隧道掘进测量应根据场区情况进行控制点加密，加密平面控制点应以一等、二等平面控制点为起算依据，布设附合导线；加密高程控制点应以一等、二等高程控制点为起算依据，布设附合水准路线。

6.4.4 明挖隧道掘进测量应符合现行国家标准《城市轨道交通工程测量规范》GB 50308 的相关规定。

6.4.5 矿山法隧道掘进测量的地下控制点不能满足施工需要时，应在地下控制点的基础上测设施工导线，其边数不应超过3条，直线地段总长不宜超过180m，曲线地段总长度不宜超过120m。

**【条文说明】**6.4.5 施工导线边数达到3条，3条边总长将超过施工控制导线长度，因此应有条件施测精度较高的施工控制导线。

6.4.6 矿山法隧道施工测量应符合现行国家标准《城市轨道交通工程测量规范》(GB 50308)的相关规定。

6.4.7 在隧道掘进过程中，应对隧道断面进行检测，检测断面间距宜为10m—20m。

**【条文说明】**6.4.7 在隧道掘进过程中，为了保证隧道结构满足结构限界要求，为此及时进行隧道断面检测非常必要。检测断面间距反映了断面检测的及时性，如果施工现场有条件应及时进行断面检测。

## 6.5 隧道贯通后的测量

6.5.1 隧道贯通后应进行隧道贯通测量、隧道内外控制网联测，隧道限界测量和锚箱施工测量。

6.5.2 隧道贯通后应进行贯通测量，贯通测量方法应符合现行国家标准《城市轨道交通工程测量规范》GB 50308 的相关规定。在贯通面上横向贯通中误差为 $\pm 50\text{mm}$ ；高程贯通中误差为 $\pm 25\text{mm}$ 。

6.5.3 隧道贯通且误差满足本标准6.5.2条要求后，隧道内控制网应与隧道外控制点联测并按本标准6.1.6条要求建立新的控制网。新控制网联测技术要求应符合现行国家标准《城市轨道交通工程测量规范》GB 50308 的相关规定。新控制网建立后应作为隧道二衬施工测量工作的基准。

6.5.4 二衬施工完成后，应采用新建立的控制网进行隧道断面测量，并应符合下列规定：

- 1 直线段每间距10m、曲线段每间距5m测量一个横断面；
- 2 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；
- 3 特殊和施工偏差较大地段测量断面应加密；
- 4 隧道断面成果应满足建筑限界要求；
- 5 隧道断面测量完成后应按设计要求格式编制和提供断面测量成果表；
- 6 当隧道断面测量成果不能满足建筑限界要求时，应根据设计调整变更后的线路重新进行断面测量。

6.5.5 隧道底板施工时，应采用本标准第6.5.4条新建立的控制网按本标准第5.4节的技术要求进行锚箱施工测量。

## 7 轨道梁制作与安装测量

### 7.1 一般规定

- 7.1.1 轨道梁应包括预制混凝土 PC 轨道梁、现浇混凝土 RC 轨道梁和钢轨道梁，应根据不同形式轨道梁特点进行轨道梁制作、安装及线形调整测量。
- 7.1.2 PC 轨道梁模板系统的侧模、端模及底模台车应在测量验收合格后使用。
- 7.1.3 PC 轨道梁和钢梁出场前应对梁长、梁宽、梁高、支座位置、顶面线形、侧面线形、预埋件安装位置进行复测。
- 7.1.4 PC 轨道梁和钢梁安装前应对盖梁上的锚箱基座板平面位置及标高进行复测。
- 7.1.5 轨道梁安装完成后应按现行国家标准《跨座式单轨交通施工及验收规范》GB 50614 相关要求进线形测量。

### 7.2 轨道梁制作测量

- 7.2.1 PC 轨道梁制作前应对模板系统总装精度进行检测，各检测项目允许偏差应符合下列规定：
- 1 侧模板底边线的整体直线度不应大于 2mm；工作面表面平整度不应大于  $2\text{mm}/\text{m}^2$ ；
  - 2 端模长、宽、高尺寸误差不应大于 0.5mm，接缝板预埋槽座尺寸误差不应大于 1mm；预应力筋孔位置误差不应大于 2mm；
  - 3 底模台车顶面平整度不应大于  $2\text{mm}/\text{m}^2$ ；活动平台之间及活动平台与车体顶面接缝不应大于 3mm；
  - 4 台车长度误差应为  $\pm 20\text{mm}$ ，宽度误差应为  $\pm 5\text{mm}$ 。
- 7.2.2 PC 轨道梁制作测量应包括底模台车放线、支座安装、端模及侧模调整测量、脱模后成品测量、一次张拉后成品测量、二次张拉后成品测量、28 天龄期成品测量、出厂前成品测量和预埋件测量。放线测量中误差应小于允许偏差的 1/2。各个环节的测量项目、测量位置、测量方法和允许偏差应符合下列规定：
- 1 底模台车测量项目、测量位置、允许偏差和测量方法应符合表 7.2.2-1 规定：

表 7.2.2-1 底模台车测量项目、测量位置、允许偏差和测量方法要求

序号	测量项目	测量位置	允许偏差	测量方法
1	梁长（弦长）		$\pm 2\text{mm}$	钢尺、管式测力器测量
2	跨度		$\pm 2\text{mm}$	钢尺、管式测力器测量
3	梁宽	两端、L/4、L/2、3L/4 共 5 处（L 为梁长）	$\pm 1\text{mm}$	U 型尺、钢直尺、等高块测量
4	底部预埋件位置		$\pm 2\text{mm}$	钢尺测量

- 2 支座安装测量项目、允许偏差和测量方法要求应符合表 7.2.2-2 的规定：

表 7.2.2-2 支座安装测量项目、允许偏差和测量方法要求

测量项目	允许偏差	测量方法
支座纵横向中心线偏差	±1mm	全站仪测量
支座纵向中心线与梁体中心线偏差	±1mm	全站仪测量
支座顶面与台车面高差	±1mm	钢尺测量
两支座中心距与设计值偏差	±2mm	钢尺、管式测力器测量

3 端模安装测量项目、允许偏差和测量方法要求应符合表 7.2.2-3 的规定：

表 7.2.2-3 端模安装测量项目、允许偏差和测量方法要求

序号	测量项目	允许偏差	测量方法
1	梁长(顶部两个值、底部两个值)	±5mm	钢尺、管式测力器测量
2	端模倾角、转角与梁体中心线夹角误差	±2/1000 rad	线锤、钢尺、全站仪测量
3	端模预埋件应紧贴密合，且垂直于端模	无间隙	塞尺测量

4 侧模安装测量项目、测量位置、测量方法和允许偏差要求应符合表 7.2.2-4 的规定：

表 7.2.2-4 侧模安装测量项目、测量位置、允许偏差和测量方法要求

序号	测量项目	测量位置	允许偏差	测量方法
1	侧模下缘至台车顶面间距	全检	±3mm	钢尺测量
2	高度	每 2m 检查一处	±3mm	钢尺测量
3	各设计位置预留反拱值与设计偏差	全检	±2mm	水准仪测量
4	中模两端至相应线形板台面距离	每 2m 检查一处	±2mm	钢尺测量
5	各附加力器对应位置处梁宽	全检	±1mm	钢尺、游标尺测量
6	长度顶部两侧	全检	±2mm	钢尺测量
7	各标尺杆读数偏差	全检	±1mm	游标尺测量

5 脱模后成品测量项目应包括表 7.2.2-5 中的全部项目；一次张拉后成品测量、二次张拉后成品测量、28 天龄期成品测量、出厂前成品测量项目应包括表 7.2.2-5 中 1—4 项项目。各测量项目、允许偏差和测量方法应符合表 7.2.2-5 的规定：

表 7.2.2-5 轨道梁测量项目、测量项目、允许偏差和测量方法要求

序号	测量项目	允许偏差	测量方法
1	梁长（弦长）	±10mm	钢尺测量
2	跨度	±10mm	钢尺测量
3	端面倾斜角	±5/1000rad（±7mm）	钢尺、铅锤仪测量
4	走行面线形	≤L/2000mm（L为梁长）	水准仪测量
5	稳定面、导向面线形	≤L/2000mm（L为梁长）	全站仪、钢直尺测量
6	梁高	±10mm	直角尺、钢尺测量
7	梁宽	端部±2mm；中部±4mm；腰部-4mm	U型尺、钢直尺、等高块测量
8	两端面中心线夹角	≤5/1000rad	全站仪、钢尺测量
9	走行面垂直度	±5/1000rad	U型尺、钢直尺、等高块测量
10	指型板座与梁体表面高差	±2mm	钢直尺测量
11	局部不平整度	±2mm	水平尺、塞尺测量
12	支座中心与梁端允许误差	±2mm	钢直尺测量

6 预埋件测量项目、允许偏差和测量方法应符合表 7.2.2-6 的规定：

表 7.2.2-6 预埋件测量项目、允许偏差和测量方法要求

序号	测量项目	允许偏差	测量方法	
1	ATC/TD 环线用防护管水平和垂直位置	±5mm	钢尺测量	
2	ATC/TD 环线引出用防护管位置	±10mm	钢尺测量	
3	弱电电缆支架用预埋螺栓	±10mm	钢尺测量	
4	绝缘子支撑螺栓预埋护套	上部预埋件距梁顶	±5mm	直角尺、钢直尺测量
		上下中心距	±3mm	直角尺、钢直尺测量
5	供电环网电缆桥架预埋件	纵向±20mm 横向±10mm	钢尺测量	
6	车体接地板固定预埋套管中心距安装面边缘距离	±2.5mm	直角尺、钢直尺测量	
7	馈线电缆保护管	±30mm	钢尺测量	
8	避雷器电缆保护管	±30mm	钢尺测量	

9	车体接地电缆保护管	±30mm	钢尺测量
10	计轴电缆保护管	±30mm	直角尺、钢直尺测量

7.2.3 制作 PC 轨道梁的模板应定期进行零调整测量，零调整后模板系统允许偏差应符合表 7.2.3 的规定：

表 7.2.3 模板零调整测量项目和允许偏差要求

序号	调整测量项目	允许偏差
1	两侧模板内侧面间距	±1mm
2	侧模板底边缘高差	±2mm
3	侧模板垂直度	±1mm
4	侧模与台车中心的平行度	±1mm
5	侧模板工作面的直线度	±1mm

7.2.4 PC 轨道梁出厂前应进行验收测量，验收测量应符合本标准 7.2.2 条中表 7.2.2-5 的规定。

7.2.5 PC 轨道梁预制场应设置沉降观测基点，定期对制梁和存梁台座进行沉降观测，制梁台座观测点差异沉降不宜大于 2mm，存梁台座观测点差异沉降不宜大于 10mm。

7.2.6 RC 轨道梁模板安装测量项目、允许偏差应符合表 7.2.6 的规定。

表 7.2.6 模板安装测量项目和允许偏差要求

序号	测量项目		允许偏差	附注
1	模板轴线与设计位置的偏差	基础、承台（前后左右）	±10mm	不与制造偏差叠加
		墩身、盖梁（墩帽） （前后左右）	±5mm	
		梁、柱	±5mm	
2	表面平整度	基础、承台	5mm	
		墩身、盖梁（墩帽）	5mm	
3	高程	承台	±15mm	
		墩身	0~+30mm	
		盖梁	±3mm	
4	模板的侧向弯曲	墩、柱	$h/1000\text{mm}$	$h$ 为柱的高度
		梁、板	$l/1500\text{mm}$	$l$ 为梁、板跨度
5	梁、柱、板两模板内侧高度或宽度		0~+10mm	保证截面较小的杆构件不小于设计截面

7.2.7 RC 轨道梁与钢轨道梁成品测量内容及允许偏差应符合本标准 7.2.2 条表 7.2.2-5 的要求。

### 7.3 PC 轨道梁安装及线形调整测量

7.3.1 轨道梁安装前，应对成型轨道梁外形尺寸按本标准表 7.2.2-4 进行测量检查，检查合格后方可安装。

7.3.2 轨道梁安装前，对成型盖梁及基座板的平面位置、高程位置以及相邻墩柱间基座板的位置按本标准第五章第 5.3 节有关技术要求进行检测

7.3.3 轨道梁安装应进行轨道梁中心线测量、轨道梁轨面高程测量和左右线轨道梁中心间距测量，并应符合下列规定：

1 轨道梁中心线测量时，应按本标准第三章表 3.2.17 三等平面控制网观测技术要求对每个轨道梁支座处线路中心点进行坐标测量；

2 轨道梁轨面标高测量时，应按本标准第三章第 3.3 节中二等水准观测技术要求对每个轨道梁支座处轨面线路中心点进行标高测量；

3 进行左右线轨道梁中心间距测量时，应对轨道梁两端和跨中对应中心点间距进行两次测量，较差不应大于 $\pm 1\text{mm}$ 。

7.3.4 轨道梁线形调整应对轨道梁连接处水平线形和竖向线形进行调整测量，并应符合下列规定：

1 相邻轨道梁的水平线形应按本标准附录 C.0.1 进行调整测量，调整测量可采用弦线法或全站仪极坐标测量方法，矢距测量两次，其较差不应大于 $\pm 1\text{mm}$ ；

2 相邻轨道梁的竖向线形应按本标准附录 C.0.2 进行调整测量，调整测量可采用弦线法或水准仪测量方法，弦高测量两次，较差应不大于 $\pm 1\text{mm}$ 。

7.3.5 轨道梁安装允许偏差应符合《跨座式单轨交通施工及验收规范》GB 50614 的相关规定。

### 7.4 道岔安装测量

7.4.1 道岔安装宜在岔前岔后锚箱施工完成后进行。

7.4.2 道岔安装测量应以岔前岔后已施工的锚箱实际中心点连线作为测量基线。对于现场尚未施工锚箱的，应利用二、三等平面控制点或利用二、三等平面控制网加密的控制点，放样岔前岔后锚箱设计中心点，作为测量基线。同时在道岔附近稳定区域加密高程控制点作为道岔安装高程基准。

7.4.3 道岔底板安装应采用穿线法或极坐标法确定底板轴线，放样测量中误差应小于放样允许偏差的 1/2，轴线和高程放样偏差应符合下列要求

1 同组道岔各底板轴线与测量基线的允许偏差不应大于 2mm；

2 同组道岔各底板中心距允许偏差为 $\pm 3\text{mm}$ ；

3 同组道岔首末底板中心距允许偏差为 $\pm 5\text{mm}$ ，

4 同组道岔各底板间的高程允许偏差为 $\pm 3\text{mm}$ ；

5 同一底板的高程允许偏差为 $\pm 2\text{mm}$ ；

6 同一走行轨的高程允许偏差 $\pm 1\text{mm}$ ；

7 同组道岔的两相邻台车走行轨的轨顶面高低偏差 $\pm 2\text{mm}$ 。

7.4.4 道岔钢梁平面线型调整应采用全站仪分别测量道岔钢梁直线状态和曲线状态下道岔梁顶面每节道岔首尾轴线点的平面坐标值，根据平面坐标值计算轴线点偏差和转辙距离，并与设计值比较分析后进行线型调整。直线状态轴线点允许误差为 $\pm 2\text{mm}$ ，曲线状态转辙距离允许误差为 $\pm 3\text{mm}$ 。

7.4.5 道岔钢梁顶面安装高程允许误差为 $\pm 2\text{mm}$ ，相邻两节道岔钢梁高程允许偏差为 $\pm 2\text{mm}$ 。

## 8 车辆基地测量

- 8.0.1 车辆基地测量包括控制测量、地形测量、场地平整测量、高架结构与锚箱安装测量、轨道梁安装测量以及建筑物（构）筑物、地下管线及道路施工测量。
- 8.0.2 车辆基地平面坐标和高程系统应与正线一致，控制测量应以一等和二等平面控制点与一等和二等水准高程控制点作为起算数据。平面起算控制点不应少于 3 个、高程起算控制点不应少于 2 个。
- 8.0.3 车辆基地测量前应收集下列资料：
- 1 车辆基地总平面布置图、大比例尺地形图；
  - 2 车辆基地停车线、出入线设计图；
  - 3 车辆基地内相关建（构）筑物设计图；
  - 4 控制测量资料和已有的其它测量资料；
  - 5 其它与车辆基地测量有关的文件资料。
- 8.0.4 车辆基地平面控制网宜布设成导线网，导线网测量技术要求应符合本标准第 3.2 节三等平面控制网的技术要求。
- 8.0.5 车辆基地高程控制网宜布设成水准网，水准网测量技术要求应符合本标准第 3.3 节二等高程控制网的技术要求。
- 8.0.6 车辆基地地形测量应符合本标准第 4.2 节的技术要求。工程建设中场地、地貌、地物发生变化应及时补测或修测。
- 8.0.7 场地平整测量应符合现行国家标准《城市轨道交通工程测量规范》GB 50308 相关技术要求。
- 8.0.8 车辆基地和出入线段的高架结构与锚箱安装测量应符合本标准第 5.3 节的技术要求。
- 8.0.9 轨道梁和道岔的安装测量应符合本标准第 7 章的要求。
- 8.0.10 车辆基地主要建（构）筑物、地下管线及道路施工测量应符合现行国家标准《城市轨道交通工程测量规范》GB 50308 相关技术要求。



## 9 设备安装测量

### 9.1 一般规定

- 9.1.1 跨座式单轨交通工程设备安装测量应包括接触网、车站站台沿与安全门或屏蔽门、隔断门、检修平台、信号和线路标志的安装测量。
- 9.1.2 应根据各类设备特点和设计要求编制安装测量方案。
- 9.1.3 安装测量宜以轨道梁中心线和顶面高程为起算数据。轨道梁未安装地段应以线路平面和高程控制点为起算数据，但轨道梁安装后应利用轨道梁中心线和顶面高程进行复核。
- 9.1.4 曲线段线路安装设备放样点与该里程轨道梁中心线的切点连线应垂直于该切点的切线。
- 9.1.5 各个设备安装测量方法和测量精度应按照相关设备安装技术要求确定。
- 9.1.6 设备安装完成后应进行设备限界测量，且测量成果应符合设备限界要求。

### 9.2 接触网安装测量

- 9.2.1 接触网安装前，应对轨道梁上的预埋件进行检查并应符合下列规定：
  - 1 轨道梁各部尺寸及预埋件尺寸应符合设计要求；
  - 2 轨道梁上绝缘子安装部位的凹陷深度应为60mm~64mm，并应满足限界要求；
  - 3 安装接触网绝缘子的固定预埋管上的预埋件距走行面尺寸偏差应为 $\pm 5\text{mm}$ ，上下绝缘子固定预埋管之间的距离偏差应为 $\pm 1.5\text{mm}$ ，绝缘子固定预埋管垂直度偏差应为 $\pm 3^\circ$ ；
  - 4 供安装车体接地板的预埋管距轨道梁凹面角处的距离偏差应为 $\pm 2.5\text{mm}$ 。
- 9.2.2 绝缘子金具顶面顺线路方向的连线坡度不应大于1/1000。
- 9.2.3 接触网带电部分和轨道梁之间的最小净距应符合下列规定：
  - 1 支持点处不应小于96mm；
  - 2 馈线上网处不应小于70mm。
- 9.2.4 接触网安装悬挂调整应符合下列规定：
  - 1 任何定位点处的接触线高度应满足设备限界要求；
  - 2 任何定位点处拉出值的施工允许偏差应为 $\pm 3\text{mm}$ 。
  - 3 相邻定位点处的接触线坡度不应大于1/1000。
  - 4 防护板和接触线顶面的距离不宜小于10mm。

### 9.3 车站站台沿与安全门或屏蔽门安装测量

- 9.3.1 车站站台沿和屏蔽门或安全门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。
- 9.3.2 车站站台沿和屏蔽门或安全门放样测量应符合本标准第9.1.3条技术要求，放样测量中误差为 $\pm 2\text{mm}$ 。放样完成后应对放样点进行复核，并应对各放样点间相邻关系进行检核。
- 9.3.3 车站站台沿测量还应符合下列规定：
  - 1 车站站台沿放样点间距应为5m~10m，曲线站台应加密。放样点与站台沿边缘距离应小于1m；
  - 2 车站站台沿放样点应平行轨道梁中心线，且点间距应一致；
  - 3 各放样点应测量高程，相邻两放样点连线坡度与站台设计坡度一致；
  - 4 各放样点与轨道梁中心线距离允许偏差应为0~+3mm，与设计高程允许偏差为 $\pm 3\text{mm}$ 。
- 9.3.4 屏蔽门或安全门安装测量还应符合下列规定：

- 1 屏蔽门或安全门安装前应进行站台安装位置平整度检测；
  - 2 应根据车站屏蔽门或安全门安装设计图确定放样点，并进行实地放样；
  - 3 屏蔽门顶板的位置应根据底板的位置确定。实测顶、底板位置与设计允许偏差不应大于10mm。
- 9.3.5 安全门或屏蔽门安装完成后应检测其平面位置到基准线的距离，该距离与设计值的允许偏差为0~+5 mm。

#### 9.4 隔断门安装测量

- 9.4.1 隔断门安装测量应根据隔断门施工设计图并利用已完成的锚箱中心点或线路平面和高程控制点对隔断门中心的位置、轴线及高程进行放样。
- 9.4.2 隔断门门框中心与线路中线的横向偏差应不大于±2mm，门框高程与设计值较差应不大于3mm，放样测量中误差应分别小于±1mm、±1.5mm。
- 9.4.3 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，放样测量中误差应小于±1mm。

#### 9.5 检修平台安装测量

- 9.5.1 检修平台安装测量应包括预埋件放样测量、检修平台组件检测、检修平台架设条件检查、安装完成后的检测工作。
- 9.5.2 检修平台预埋件放样测量工作应在盖梁浇筑前完成，并应符合下列规定：
- 1 平面位置放样宜采用极坐标法或自由后方交会法，放样点平面中误差为允许偏差的 1/2；高程放样宜采用水准测量或电磁波测距三角高程法，放样点高程中误差为允许偏差的 1/2；
  - 2 预埋钢板中心平面位置与设计值允许偏差横向、纵向均不应大于±6mm，高程与设计值允许偏差不应大于±10mm；
  - 3 预埋钢板平面旋转误差应不大于±3%rad；
  - 4 预埋钢板应保持水平，其上最高点与最低点间的高差应不大于±3mm。
- 9.5.3 检修平台组件检测应符合表 9.5.3 的规定。

表 9.5.3 检修平台组件规格检测规定

检测项目		检测值与设计值 允许偏差 (mm)	测量极限误差 (mm)	测量方法
工字钢梁	梁长	±6	±3	钢尺测量
	梁宽	±6	±3	钢尺测量
	梁高	±10	±5	钢尺测量
	与支座衔接孔中心间距	±4	±2	钢尺测量
	间距	±4	±2	钢尺测量
电缆托架	长度	±5	±2	钢尺测量
钢格板	长度	±5	±2	钢尺测量
	宽度	±5	±2	钢尺测量

备注：1、表中工字钢梁间距仅在采用整组吊装方式时检测；  
2、工字钢梁为曲线型时，还应对曲线规格进行检查。

9.5.4 检修平台架设条件检测应符合表 9.5.4 的规定。

表 9.5.4 检修平台架设条件检测规定

检测项目		检测值与设计值允许偏差 (mm)	测量极限误差 (mm)	测量方法
预埋钢板上橡胶支座中心位置	横向	±3	±1.5	全站仪测量
	纵向	±3	±1.5	全站仪测量
同一盖梁上橡胶支座中心	中心间距	±3	±1.5	钢尺测量
	高差	±4	±2	全站仪测量
两盖梁上的对应橡胶支座中心	中心间距	±4	±2	钢尺测量
	高差	±4	±2	全站仪测量

9.5.5 检修平台安装前均应根据本标准 9.5.3 条及 9.5.4 条的检测项目和检测结果进行比较分析，确保检修平台构件规格与现场检修平台架设条件一致。

9.5.6 检修平台安装完成后的检测工作应符合表 9.5.6 规定。

表 9.5.6 检修平台安装后检测规定

测量项目		检测值与设计值允许偏差 (mm)	测量极限误差 (mm)	测量方法
检修平台顶面	高程	±5	±2	全站仪测量
	平整度	±4	±2	全站仪测量
检修平台沿线路方向的衔接	横向衔接差	±3	±1.5	全站仪测量
	竖向衔接差	±3	±1.5	全站仪测量
与轨道梁间的限界	横向限界	0~20	±10	全站仪测量
	竖向限界	0~20	±10	全站仪测量

## 9.6 信号和线路标志安装测量

9.6.1 信号标志安装测量应包括自动闭塞的信号灯支架、电缆支架、减速标志、停车线标志的放样测量。放样测量应采用极坐标法，信号标志里程位置允许偏差应为±100mm，放样测量中误差为±30mm；相对于线路中心线的横向偏差应为+30mm。

9.6.2 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、平曲线头、尾标志、曲线要素标志和道岔警冲标的放样测量。放样测量应采用极坐标法，线路标志里程允许偏差应为±100mm，放样测量中误差为±30mm。

## 10 变形监测

### 10.1 一般规定

10.1.1 跨座式单轨交通工程施工和运营阶段应对结构自身、周围岩土体及周边环境进行变形监测。

10.1.2 工程施工阶段变形监测方案编制前应收集相关水文气象资料、岩土工程勘察报告、周边环境调查报告、安全风险评估报告、设计文件、施工方案等资料，并应进行现场踏勘。运营阶段的变形监测方案编制前还应收集施工阶段变形监测报告、线路竣工报告等资料。

10.1.3 根据跨座式单轨交通的施工特点、岩土条件及施工场地变形区内环境状况以及设计要求，在分析研究工程风险及影响工程安全的关键部位和关键工序基础上，应有针对性地编制变形监测方案。同时，还应编制变形体和环境条件发生异常或危险时的应急监测方案。

10.1.4 监测点埋设位置应能反映监测物体变化敏感部位，监测点数量应能整体反映监测物体变化状态。监测点应根据监测方案要求及时埋设。

10.1.5 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。

10.1.6 变形监测宜采用常规大地测量、近景摄影测量、三维激光扫描测量、传感器测量等方法。对安全风险较大、不宜进入的监测场地，宜采用远程自动化监测方法。

10.1.7 变形监测的等级划分、精度要求和适用范围应符合本标准表 10.1.7 的规定。

表 10.1.7 变形监测的等级划分、精度要求和适用范围

变形监测等级	垂直位移监测精度要求		水平位移监测精度要求	适用范围
	变形监测点的高程中误差 (mm)	相邻变形监测点高差中误差 (mm)	变形监测点的点位中误差 (mm)	
I	±0.3	±0.1	±1.5	复杂地质条件的运营线路墩柱、盖梁、轨道梁；受线路施工和运营影响，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、重要桥梁与隧道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墩柱、盖梁和轨道梁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：变形监测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。

10.1.8 变形监测主要技术要求应符合本标准表 10.1.8 的规定。

表 10.1.8 变形监测主要技术要求

等级	水平变形监测点的点位中误差 (mm)	坐标较差或两次测量较差 (mm)	高程中误差 (mm)	相邻点高差中误差 (mm)	往返较差、附和或环线闭合差 (mm)
I	±1.5	2	±0.3	±0.1	$0.15\sqrt{n}$
II	±3.0	4	±0.5	±0.3	$0.30\sqrt{n}$
III	±6.0	8	±1.0	±0.5	$0.60\sqrt{n}$

注：n为测站数。

10.1.9 监测工作的实施，应符合下列规定：

1 基准点、工作基点和监测点初始观测应连续独立进行两次测量。当相应观测数据的较差满足第 10.1.7 条要求时，应取其中数作为变形监测的初始值；

2 不同期测量时，宜采用相同的观测网形、观测路线和观测方法，并使用相同的测量仪器设备。宜固定观测人员、选择最佳观测时段、在基本相同的环境条件下进行观测；

3 对同一监测对象地下、地面和高空都进行变形监测时，监测点宜设置在同一断面并同步进行监测工作；

4 观测记录应包括日期、时间、天气、温度、人员、设备、观测数据等信息外，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；

5 各周期观测前应对选用的基准点、工作基点进行检测，并应对监测控制网的稳定性进行分析；

6 对变形监测成果应进行综合分析，并应考虑气象条件、施工进度和施工环境等因素对变形监测成果的影响。

10.1.10 监测项目的变形控制值及监测预警值应依据设计要求、工程实际和相关规范确定。

10.1.11 运营期间监测应利用建设期间设置的变形监测点，并根据运营监测需要在重点地段增设监测断面。

10.1.12 变形监测期间应对施工工况、岩土变化、周边环境、监测设施等进行巡视检查和记录。

## 10.2 变形监测控制测量

10.2.1 变形监测控制网应根据工程要求分级布设，由基准点和工作基点组成，其布设应符合下列规定：

1 基准点应选在施工影响范围之外的稳定可靠区域，每个工程应布设不少于 3 个基准点，基准点与工作基点间宜通视；

2 工作基点应埋设在便于长期保护且与变形监测点通视的位置。

3 基准点和工作基点应充分利用工程前期已布设的首级控制网点或城市高等级控制点。

10.2.2 水平位移监测控制网的测量应符合下列规定：

1 控制网布设可采用导线网、三角形网、GNSS 控制网和基准线等方法，当采用基准线控制时，基准线两端应设立校核点；

2 控制网点宜采用强制对中装置，对中中误差应小于±0.5mm；

3 控制网宜与工程首级平面控制网进行联测；

4 采用导线网或三角形网时，水平位移监测控制网主要技术要求应符合本标准表 10.2.2 规定；

表 10.2.2 水平位移监测控制网技术要求

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	水平角观测回数	距离观测回数	
							往返	返测
一等	±1.5	150	±1.0	≤1/120000	±1", ±(1mm+1×10 <sup>-6</sup> ×D)	9	4	4
二等	±3.0	150	±1.8	≤1/70000	±1", ±(1mm+2×10 <sup>-6</sup> ×D)	6	3	3
三等	±6.0	150	±2.5	≤1/40000	±1", ±(1mm+2×10 <sup>-6</sup> ×D)	4	2	2

注：二等、三等监测控制网采用±2"全站仪测量时，水平角观测回数应分别为9测回、6测回。

5 采用 GNSS 控制网时，应采用双频 GNSS 接收机进行观测，并利用精密星历进行基线解算。

10.2.3 垂直位移监测控制网的测量应符合下列规定：

1 控制网可采用水准测量、三角高程测量等方法，并应布设成附和、闭合或结点网；

2 控制网基准点应埋设在变形区外的基岩露头上、密实的砂卵石层、原状土层中或稳固建（构）筑物的墙上。受条件限制时，在变形区内也可按本标准附录 D 深层测温钢管高程控制点标石埋设形式埋设控制网基准点，但钢管底应埋设在变形影响深度以下。变形区外的基准点宜按本标准附录 E 埋设；

3 监测控制网宜与工程首级高程控制网进行联测；

4 当采用水准测量方法时，垂直位移监测控制网和水准测量观测的技术要求，应分别符合本标准表 10.2.3-1 和表 10.2.3-2 的规定。

表 10.2.3-1 垂直沉降监测控制网技术要求

等级	相邻基准点的高差中误差 (mm)	测站高差中误差 (mm)	往返较差，附和或环线闭合差 (mm)	检测已测高差之较差 (mm)
一等	±0.3	±0.07	±0.15 错误!未找到引用源。	0.2 错误!未找到引用源。
二等	±0.5	±0.15	±0.30 错误!未找到引用源。	0.4 错误!未找到引用源。
三等	±1.0	±0.30	±0.60 错误!未找到引用源。	0.8 错误!未找到引用源。

注：n 为测站数。

表 10.2.3-2 水准观测技术要求

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)
一等	DS05	因瓦	≤15	≤0.3	≤1.0	0.5	≤0.3	≤0.4
二等	DS05	因瓦	≤30	≤0.5	≤1.5	0.5	≤0.3	≤0.4
三等	DS1	因瓦	≤50	≤2.0	≤3.0	0.3	≤0.5	≤0.7

### 10.3 施工阶段变形监测

10.3.1 施工阶段变形监测应包括结构自身及周边环境监测。结构自身的监测对象应包括桥墩柱、桥梁、隧道、车站、车辆段建(构)筑物等,周边环境监测对象应包括结构施工影响区域内的建(构)筑物、地表及道路、管线、边坡、既有轨道交通设施等。

10.3.2 监测内容应综合考虑支护结构和主体结构设计方案、周围岩土体及周边环境条件,监测内容应按表 10.3.2 的要求选择。

表 10.3.2 结构施工期间变形监测主要内容

监测对象		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。
	主体结构	建(构)筑物变形;高架结构(桥梁)柱(墩、台)沉降、倾斜和梁体挠度监测;隧道拱顶、拱底垂直位移和净空水平收敛监测等	全站仪、水准仪、收敛计、测斜仪等。
	周边环境	施工变形区内建(构)筑物、地表、管线变形监测等	全站仪、水准仪、测斜仪、位移计等。
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。
	主体结构	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。
	其它	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。

10.3.3 监测点位选埋应根据监测项目特点,结合施工工法、工程进度及时埋设。监测点断面应测注线路里程(或坐标)和高程,并应符合下列规定:

1 高架桥结构监测点埋设

1) 高架桥墩柱沉降监测点应埋设在距地面 0.5m 以上处,水平位移监测点应埋设在墩柱上部,垂直度监测点应在墩柱上、下部同时埋设;

2) 梁体挠度、箱梁表面线性监测点应按设计要求布设。

2 隧道结构监测点埋设

1) 隧道拱顶沉降、净空收敛和地表沉降等监测点宜在同一断面内布设;

2) 监测纵断面间距宜为 10~50m,同一监测断面监测点横向间距宜为 2~10m。

3 根据建(构)筑物、地表、管线等变形特点周边环境监测点埋设应符合《城市轨道交通工程测量规范》GB 50308 相关规定。

10.3.4 根据现场环境变形监测宜采用下列方法:

1 水平位移监测可采用交会法、导线测量、极坐标法、小角法、基准线法;

2 垂直位移可采用水准测量、静力水准测量、精密三角高程测量方法;

3 净空收敛可采用收敛计或全站仪测量方法;

4 爆破震动可采用爆破震动测试仪方法;

5 各种力的监测可采用应力计、应变计、钢筋计等方法。

10.3.5 变形监测精度和技术要求应符合本标准 10.1.7 条和 10.1.8 条的要求。

10.3.6 变形监测频率应根据变形速度以及施工状况,按表 10.3.3-1 和 10.3.3-2 的要求选择。

表 10.3.3-1 高架桥和基坑施工监测频率

变形速度 $D_v$ (mm/天)	监测频率 $f$ (次/天)	
	结构自身	周边环境
$D_v > 10$ mm/1 天	$f \geq 2$ 次/1 天	$f \geq 2$ 次/1 天
$5$ mm/1 天 $< D_v \leq 10$ mm/1 天	$f \geq 1$ 次/1 天	$f \geq 1$ 次/1 天
$1$ mm/1 天 $< D_v \leq 5$ mm/1 天	$f \geq 1$ 次/2 天	$f \geq 1$ 次/2 天
$D_v \leq 1$ mm/1 天	$f \leq 1$ 次/7 天	$f \leq 1$ 次/7 天

表 10.3.3-2 隧道施工监测频率

变形速度 $D_v$ (mm/天)	监测点距工作面 (盾尾)距离 $S$ 与 洞径 $D$ 的关系	监测频率 $f$ (次/天)	
		结构自身	周边环境
$D_v > 10$ mm/1 天	$S < 1D$	$f \geq 2$ 次/1 天	$f \geq 2$ 次/1 天
$5$ mm/1 天 $< D_v \leq 10$ mm/1 天	$1D \leq S < 2D$	$f \geq 1$ 次/1 天	$f \geq 1$ 次/1 天
$1$ mm/1 天 $< D_v \leq 5$ mm/1 天	$2D \leq S < 5D$	$f \geq 1$ 次/2 天	$f \geq 1$ 次/2 天
$D_v \leq 1$ mm/1 天	$S > 5D$	$f \leq 1$ 次/7 天	$f \leq 1$ 次/7 天

#### 10.4 运营线路变形监测

10.4.1 运营阶段变形监测应包括运营线路及受线路运营影响的周边环境的监测。运营线路的监测对象应包括高架桥墩柱、隧道、车站、车辆段及重要附属设施等，周边环境监测对象应包括变形区内的道路、建（构）筑物、管线、桥梁等。

10.4.2 属于下列条件之一的应对相关线路和周边环境进行变形监测：

- 1 施工阶段的监测对象仍未稳定，需要进行监测的项目；
- 2 不良地质条件对线路结构的安全有影响的地区（段）；
- 3 地面沉降变化大的地区和不均匀沉降段落；
- 4 新建线路和既有线路衔接、交叉、穿越的地段；
- 5 新建线路穿越地下工程和大型管线的地段；
- 6 地震、列车振动、堆载、卸载等外力作用对线路结构产生较大影响的地区（段）；
- 7 运营线路保护区范围内有以下作业行为的地段：
  - (1) 新建、扩建、改建或者拆除建（构）筑物；
  - (2) 敷设管线、挖掘、爆破、地基加固、打井；
  - (3) 在过江隧道段挖沙、疏浚河道；
  - (4) 其他大面积增加或减少载荷的活动。

10.4.3 根据本标准 10.4.2 条规定进行监测地段的监测点埋设应符合下列规定：

- 1 运营线路高架桥结构的每一个桥墩宜埋设竖向位移监测点；
- 2 隧道、路基的垂直位移监测点应按断面布设，并应符合下列规定：
  - 1) 线路直线段宜每 100m 布设一个监测断面，曲线段宜每 50m 布设一个监测断面；
  - 2) 线路结构的沉降缝、变形缝、各结构衔接处，应布设监测断面；
  - 3) 隧道、高架桥梁与路基之间的过渡段应布设监测断面；
  - 4) 线路经过不良地质区段时，应根据实际情况，加密布设监测断面。



10.4.4 变形监测方法应符合本标准 10.3.4 相关规定。

10.4.5 变形监测精度应符合本标准第 10.1.7 条技术规定。

10.4.6 变形监测频率应符合下列规定：

1 线路试运营期间的监测频率宜每月监测 1 次，当线路结构变形较大或地基承受的荷载发生较大变化时，应增加监测次数；

2 线路运营第一年内的监测频率宜每 3 个月监测 1 次，第二年宜每 6 月监测 1 次，以后宜每年监测 1~2 次；

3 线路结构存在病害或处在软土地基等区段时，应根据实际情况提高监测频率；

4 因线路运营保护区内开展的专项监测，其监测频率应根据通过审核的监测方案确定。

### 10.5 变形监测资料整理与信息反馈

10.5.1 变形监测数据整理应符合下列规定：

1 每次变形监测结束后，应及时对监测数据进行检查、整理并填写报表，保证各项资料完整性。整个项目完成后，应对资料分类合并，整理装订；

2 应根据监测数据计算变形体的变形量、变形速率等，绘制变形时态等曲线图；

3 根据变形时态曲线的形态，应对监测成果进行回归分析，并结合变形体和环境现状预测变形体的变形趋势。

10.5.2 监测单位应定期向委托方提交包括病害巡查照片、各种图表、变形和变形趋势分析和建议等内容的阶段性监测报告。

10.5.3 变形监测信息反馈应符合下列规定：

1 应建立变形监测信息反馈的组织机构；

2 根据变形体变形程度和可能产生的安全隐患，应规范变形监测信息的等级以及不同等级监测信息的反馈渠道；

3 管理部门对上报的各等级监测信息应及时处理。

【条文说明】10.5.3 监测日报、警情快报和阶段性报告主要为施工服务，一般提交给建设、监理、设计等相关单位。而总结报告主要为工程监测总结，可只提交给建设单位。

10.5.4 变形监测工作完成后，应提交技术设计书和技术报告书，并应包括下列成果：

1 变形监测工程的平面位置图；

2 基准点、工作基点和监测点平面分布图；

3 标石、标志规格及埋设图；

4 仪器检验与校正资料；

5 平差计算、成果质量评定资料及成果表；

6 水平位移曲线图、等沉降曲线图等。

10.5.5 根据委托方信息化施工和管理的要求，各条线路宜建立变形监测信息数据库、数据处理和监测信息管理平台，逐步实现监测数据采集、处理、分析、查询和管理一体化。

## 11 质量检查与验收测量

### 11.1 一般规定

11.1.1 跨座式单轨交通工程测量成果质量宜实行两级检查，一级验收，并应符合下列规定：

1 两级检查中的一级检查应为过程检查，应由项目承担方的作业部门实施；二级检查应为最终检查，应由项目承担方的质量管理部门负责实施；

2 验收宜由项目委托方组织实施。

11.1.2 跨座式单轨交通工程设计阶段、施工阶段、竣工阶段、运营阶段的测量成果应分期进行检查与验收。

11.1.3 提交质量检查与验收的成果资料应齐全、内容应完整。

11.1.4 测量成果质量检查与验收应按照下列文件有关要求执行：

1 国家有关城市轨道交通的政策法规和技术标准；

2 项目合同书或委托书；

3 已批准的技术设计书或测量方案；

4 项目承担方的质量管理文件。

11.1.5 对测绘成果，应根据质量检查结果评定为合格或不合格。当测量成果出现下列问题之一时，应视为质量不合格：

1 违反国家有关法律、法规和强制性技术标准的相关要求；

2 观测成果精度不能满足技术设计书的要求；

3 伪造测量成果。

11.1.6 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，宜在两级检查合格的基础上进行质量验收；

4 质量检查与验收过程应形成记录。记录应包括质量问题的记录，问题处理的记录以及质量评定的记录等。质量检查与验收工作完成后，应编写质量检查与验收报告，并于测量成果一并归档。

11.1.7 当成果质量检查与验收中发现不合格项时，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，直至满足设计书和相关技术标准有关要求。

### 11.2 质量检查

11.2.1 跨座式单轨交通工程测量成果质量检查时，提交检查的资料应包括下列内容：

1 技术设计书；

2 使用的起算数据来源证明；

3 测量观测的原始记录手簿、计算资料和测量成果；

4 仪器检验、校准记录；

5 技术报告书；

6 技术规定或技术设计书规定的其他文件。

11.2.2 过程检查时应对内业进行 100%检查，检查出的错漏修改后应通过复查合格后方可提交最终检查。

11.2.3 最终检查内业应全数检查，外业可采用抽样检查。最终检查不合格的成果应退回处理并重新进行最终检查。最终检查合格的成果方可提交验收。

11.2.4 提交检查的测量成果应符合下列规定：

- 1 资料应齐全、完整；
- 2 起算点数据来源应可靠、有效；
- 3 原始记录应真实、规范；
- 4 数据处理方法正确，各项技术指标符合技术设计书和相关技术标准的有关要求；
- 5 技术报告书内容全面、合理；
- 6 测量仪器、设备应有检定证书和检校记录。

11.2.5 对测量成果进行外业检查时，外业抽检应不少于 5%，检查取样应分布均匀，随机抽取。外业检查完成后应进行精度统计。

11.2.6 测量成果检查应进行质量评定。不合格的成果经整改后，应重新进行检查。

11.2.7 在测量成果质量最终检查完成后应编写测绘成果质量检查报告。

### 11.3 质量验收

11.3.1 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。

11.3.2 测量成果的质量验收宜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 分多期进行测量时，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。

11.3.3 测量成果质量验收时应核查技术设计书和技术报告，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、点之记及埋设照片；
- 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。

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

11.3.5 质量验收报告内容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等内容。

## 12 第三方测量与监测

### 12.1 一般规定

12.1.1 在跨座式单轨交通工程建设中，建设单位应委托第三方单位进行测量和监测工作，并应确定相应的工作内容。

【条文说明】12.1.1 本节质量检查与验收测量是根据跨座式单轨交通施工测量成果的特点，以及国家测绘行业相关测量成果资料验收标准编制。

在近 30 年的城市轨道交通建设中，为加强建设工程安全、质量管理，确保建设工程的测量和监测可靠，减少建设工程可能出现的安全质量隐患，实行了第三方测量和监测制度。跨座式单轨交通工程施工标段工法工序多，通过实行第三方制度，建立多级复核管理制度，统一技术标准，可以降低安全质量风险。2010 年，住房和城乡建设部颁布了《城市轨道交通工程安全质量管理暂行办法》，明确要求在我国城市轨道交通工程建设中，实行了第三方测量与监测工作。实践证明引入第三方测量和监测工作对于控制施工测量和监测工作质量，规范测量和监测工作技术管理，真实了解和掌握建设工程位置信息和建设工程与周边环境变形状态、控制建设工程施工质量和安全风险隐患，并对促进信息化施工工作的开展发挥了非常重要的作用。针对第三方测量和监测制度已经得到国家相关部门和地方政府及主管部门的重视，并纳入相关管理法规，但缺乏具体操作要求的情况，本规范对第三方测量和监测工作，统一制定了技术要求。

12.1.2 承担第三方测量、第三方监测工作的单位应具备相应的资质，并具有从事跨座式单轨交通工程测量、工程监测或类似工程的经验。

【条文说明】12.1.2 第三方测量和第三方监测专业性较强，需要多部门、标段、学科协同工作，承担着确保工程质量和施工安全重担，加上跨座式单轨交通工程建设地点人口和市政设施密集，工作责任重大，因此要求参加此项工作的单位具有一定的资质条件、业绩和经验。

12.1.3 建设单位应建立跨座式单轨交通工程第三方测量和第三方监测的管理机制，加强对第三方测量和第三方监测工作的管理。

【条文说明】12.1.3 跨座式单轨交通工程测量、监测工作参与方众多，工作涉及建设单位、设计、施工、安装、监理、咨询、风险管控等参与各方，工作接口多，工作繁杂而且贯穿工程建设全过程，建设单位只有建立起科学有效的第三方测量和第三方监测管理体系和管理制度才能规范各方行为，保证建设工程顺利进行。

12.1.4 工程施工前，建设单位应组织施工、监理、第三方测量和第三方监测单位了解跨座式单轨交通工程的特点，学习相关测量、监测标准及工作管理制度。

【条文说明】12.1.4 工程施工前组织施工、监理、第三方测量和监测单位学习相关标准和管理制度，有利于对技术标准和管理制度的深入了解，以便各参与方工作协调，管理精准。

12.1.5 工作开始前，承担第三方测量和第三方监测工作的单位应编制第三方测量、第三方监测方案，评审通过后方可实施。

12.1.6 第三方测量和第三方监测应独立开展工作，测量和监测成果的精度与质量不应低于原测成果。

【条文说明】12.1.6 第三方测量和第三方监测由建设单位直接招标，承担测量和监测的质量管理工作。为保证管理的有效性，尽管与施工方有关工作内容相同，但应有自己的测量方法和较高的测量和监测精度。

## 12.2 第三方测量

12.2.1 跨座式单轨交通工程第三方测量单位在工程实施前,应收集已有测量成果资料、施工设计资料、施工方案等,并根据各个环节的要求,编制测量技术方案。

12.2.2 跨座式单轨交通工程施工前,第三方测量单位应协助建设单位进行平面控制点和高程控制点的移交工作,并应对平面控制网和高程控制网进行复测。

12.2.3 施工单位编制的施工测量技术方案,宜经第三方测量单位审核合格后,报建设单位批准方可实施。

12.2.4 第三方测量单位应对以下测量工作进行 100%复测:

1 在控制测量方面应包括地面平面和高程控制测量及加密控制点测量、地下平面和高程控制测量、结构贯通后重新建立的平面和高程控制网测量;

2 在关键测量工序方面应包括联系测量、贯通测量、锚箱基座板测量、轨道梁线形测量;

3 重要设备的施工测量应包括隔断门、车站站台沿、屏蔽门和安全门安装控制测量。

12.2.5 第三方测量单位应对建筑结构中重要施工环节的施工测量项目进行不低于 30%的抽样检测。建筑结构中重要施工环节的施工测量项目应包括以下内容:

1 高架结构的承台、墩柱放样测量;

2 盖梁放样测量;

3 锚箱放样测量;

4 深基坑支护结构放样测量;

5 施工过程和施工完成后的建筑限界和设备限界测量。

12.2.6 第三方测量单位检测项目完成后,应出具检测报告。

12.2.7 检测成果与原成果较差小于 2 倍点位测量中误差时,应使用原成果;大于 2 倍点位测量中误差或发现粗差时,施工单位应重测,第三方测量单位应重新检测。

12.2.8 第三方测量成果不应直接用于指导施工。

12.2.9 第三方测量单位应协助建设单位向运营相关单位提交测量资料。

## 12.3 第三方监测

12.3.1 第三方监测单位应收集线路沿线水文气象资料、岩土工程勘察报告、管线资料、周边环境调查报告、安全风险评估报告、设计文件及施工方案等相关资料。

12.3.2 开工前,第三方监测单位应向施工、监理单位就基准点、监测点埋设方式、埋设时间、监测精度和管理流程等要求进行技术交底。

12.3.3 第三方监测工作开展前,第三方监测单位应对施工监测单位布设的监测点进行验收。

12.3.4 第三方监测与施工监测单位应在同一时段分别独立获取监测点初始值,并分别独立进行全过程现场监测。

12.3.5 第三方监测项目应遵循关键工序、关键过程、关键时间、关键部位的监测原则,根据设计要求与合同规定确定,并应经专家评审通过。第三方监测项目应从下列项目中选择:

1 巡查;

2 高架线路结构的桥墩沉降、倾斜、水平位移,轨道梁的挠度、梁体端面倾斜;

3 基坑工程护坡桩或连续墙顶水平位移及沉降、分层水平位移、中间立柱位移及沉降、支撑轴力、应力、地下水水位等;

4 盾构隧道法施工中的隧道拱顶沉降及净空水平收敛等;

5 矿山法施工中隧道初期支护的沉降、净空水平收敛等;

6 周边环境的水位、建筑物裂缝沉降及倾斜、地表及道路沉降、管线沉降、既有交通工程变形

等。

12.3.6 除现场巡查每天进行外，其它项目监测点数不应少于施工监测的 30%。

12.3.7 现场巡查范围应包含对施工工程、工程周边地表和建筑物等，并应符合下列规定：

- 1 根据巡查路线特点与状况制定巡视路线和巡视内容；
- 2 巡查中应对巡视对象状态、现场状况进行文字记录，必要时照相或进行视频记录；
- 3 每日应对巡查对象的安全、质量等方面进行评价，明确存在的隐患，并提交巡查报表。

12.3.8 第三方监测单位每次监测工作完成后，应立即对监测成果进行整理、分析，并应按照下列要求通过监测信息反馈途径进行反馈。

- 1 宜及时通过信息化平台等进行监测信息发布；
- 2 依照预警标准，及时判断现场安全状态，达到预警条件时应及时发布预警；
- 3 按照合同要求定期通过正式文件上报阶段成果报告和总结报告；
- 4 结合现场施工情况，为优化设计参数和施工控制措施，提供参考意见。

12.3.9 相同时间的第三方监测成果与施工监测单位成果的较差小于 2 倍测量中误差时，双方监测成果可靠；大于 2 倍中误差时，双方应重新监测，并提供可靠监测成果。

## 附录 A 控制测量

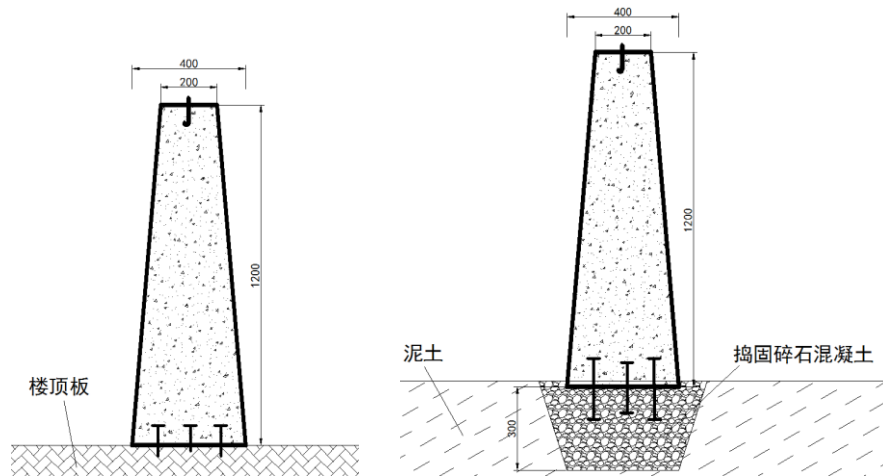
A. 0. 1 全站仪的分级标准应符合表 A. 0. 1 的要求。

表 A. 0. 1 全站仪的分级标准

级别	测角中误差 (")	测距中误差 (mm)
I	$\leq \pm 1$	$1+1 \times D$
II	$\leq \pm 2$	$3+2 \times D$
III	$\leq \pm 6$	$5+5 \times D$

注：D为测距边长，单位为Km。

A. 0. 2 强制对中标石如图A. 0. 2所示。



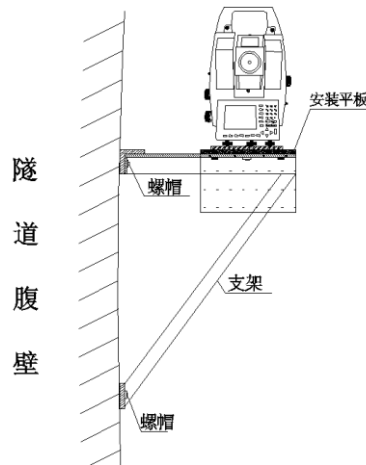
图A. 0. 2 强制对中标石

A. 0. 3 标石上强制对中装置如图A. 0. 3所示。



A. 0. 3 标石上强制对中装置

A. 0. 4 壁嵌式强制对中标志如图A. 0. 4所示。



图A. 0. 4 壁嵌式强制归心标志

A. 0. 5 不量仪器高和棱镜高的光电测距三角高程测量应符合下列规定：

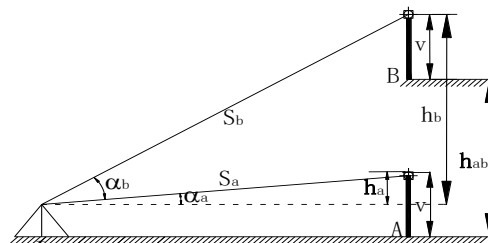
1. 上、下棱镜视点等高，且垂直；
2. 外业观测技术要求应满足下表的规定；

垂直角测量			距离测量		
测回数	指标差较差 (")	测回间较差 (")	测回数	测回内较差 (mm)	测回间较差 (mm)
4	5.0	5.0	4	2.0	2.0

3. 仪器与棱镜的距离不宜大于 100m，前后视距差不应超过 5m；观测时，要准确测量温度、气压值，以便进行边长改正；

4. 光电测距三角高程测量应进行 2 组独立观测，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。

5 不量仪器高和棱镜高的光电测距三角高程测量见 A. 0. 5 图



图A. 0. 5 不量仪器高和棱镜高的光电测距三角高程测量



## 附录 B 锚箱平面测量装置

B 锚箱平面测量装置如图 B 所示。



图 B 锚箱平面测量装置

## 附录 C 轨道梁线形测量

C. 0. 1 相邻轨道梁的水平线形测量如图 C. 0. 1-1 和图 C. 0. 1-2 所示。

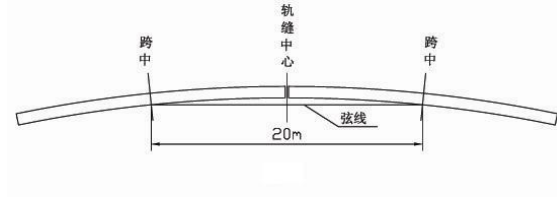


图 C. 0. 1-1 曲线水平线形测量

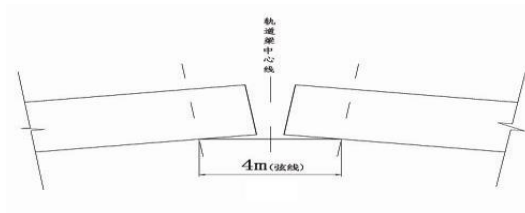


图 C. 0. 1-2 直线水平线形测量

C. 0. 2 轨道梁的竖向线形测量如图 C. 0. 2 所示。

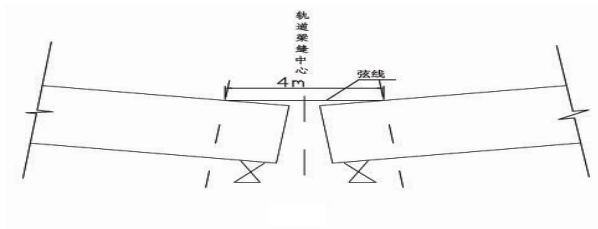


图 C. 0. 2 竖向线形测量

## 附录 D 变形监测标石埋设

D 深层测温钢管高程控制点标石埋设形式如图 D 所示。

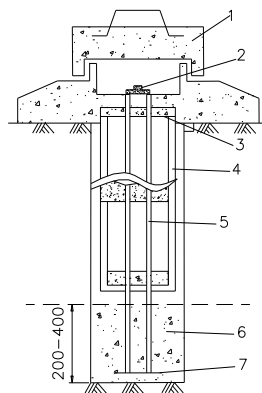


图 D 深层测温钢管高程控制点标石埋设形式 (单位: mm)  
1—标志盖; 2—标心(有测温孔); 3—橡皮环; 4—保护管;  
5—钢管; 6—混凝土; 7—封底钢板

## 附录 E 高程控制点标石埋设

E. 0. 1 混凝土水准点标石埋设如图 E. 0. 1 所示。

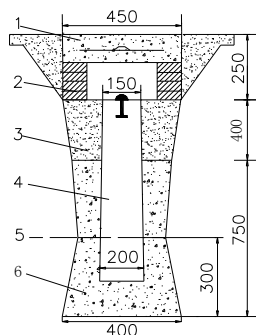


图 E. 0. 1 混凝土水准点标石埋设 (单位: mm)  
1—盖; 2—砖; 3—素土; 4—标石; 5—冻土线; 6—混凝土

E. 0. 2 墙上水准点标志埋设如图 E. 0. 2 所示。

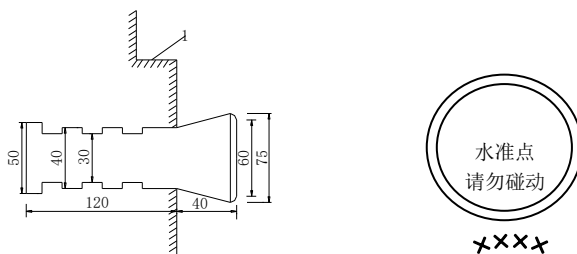


图 E. 0. 2 墙上水准点标志埋设 (单位: mm)  
1—墙面

E. 0. 3 岩石水准点标石埋设如图 E. 0. 3 所示。

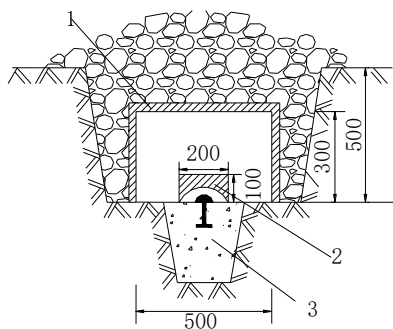


图 E. 0. 3 岩石水准点标石埋设 (单位: mm)  
1—混凝土盖板; 2—混凝土盖板; 3—混凝土

E. 0. 4 深桩水准点标志埋设如图 E. 0. 4 所示。

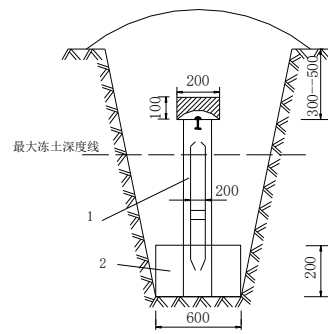


图 E. 0. 4 深桩水准点标志埋设 (单位: mm)  
1—混凝土桩; 2—混凝土桩座

## 本标准用词说明

- 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”；
  - 4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。
- 2 规范中指明应按其它有关标准执行时，写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

## 引用标准名录

- 1 《城市轨道交通工程测量规范》GB 50308
- 2 《跨坐式单轨交通设计规范》GB 50458
- 3 《跨坐式单轨交通施工及验收规范》GB 50614
- 4 《城市轨道交通技术规范》GB 50490
- 5 《卫星定位城市测量技术规范》CJJ/T 73
- 6 《国家一、二等水准测量规范》GB/T 12897
- 7 《国家三、四等水准测量规范》GB/T 12898
- 8 《工程测量规范》GB 50026
- 9 《城市测量规范》CJJ/T 8
- 10 《建筑地基基础设计规范》GB 50007
- 11 《国家基本比例尺地图图式第1部分:1:500、1:1000、1:2000地形图图式》GB/T 20257.1
- 12 《房产测量规范第1单元:房产测量规定》GB/T 17986.1
- 13 《房产测量规范第2单元:房产图图式》GB/T 17986.2
- 14 《测绘成果质量检查与验收》GB/T 24356
- 15 《建筑基坑工程监测技术规范》GB 50497
- 16 《建筑变形测量规范》JGJ 8
- 17 《城市地下管线探测技术规程》CJJ 61
- 18 《测绘作业人员安全规范》CH 1016
- 19 《测绘技术总结编写规定》CH/T 1001
- 20 《测绘技术设计规定》CH/T 1004

中华人民共和国国家标准

# 跨座式单轨交通工程测量标准

GB50614-2010

条文说明



## 制订说明

《跨座式单轨交通工程测量标准》(GB5 X X X X 、CJJ X X X 、JGJ X X X- X X X X), 经住房和城乡建设部 2017 年 5 月 17 日以第 X X X X 号公告批准发布。

本标准制订过程中, 编制组进行了充分的调查研究, 总结了我国工程建设中跨座式单轨交通工程测量的实践经验, 同时参考了国外已有的先进技术法规、技术标准, 通过研究、试验取得了有关控制测量、自由设站后方边角交会和施工放样等重要技术参数。

为便于广大施工、监理、设计、科研、学校等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定, 《跨座式单轨交通工程测量标准》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明, 对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是, 本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力, 仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

# 目 次

<b>1 总 则</b> .....	<b>51</b>
<b>3 控制测量</b> .....	<b>52</b>
3.1 一般规定 .....	52
3.2 平面控制测量.....	52
3.3 高程控制测量.....	53
<b>4 地形测量与专项调查</b> .....	<b>55</b>
4.1 一般规定 .....	55
4.2 地形测量 .....	55
4.3 专项调查 .....	55
<b>5 高架结构施工测量</b> .....	<b>56</b>
5.1 一般规定.....	56
5.2 墩柱基础与墩柱施工测量.....	56
5.3 盖梁施工测量 .....	56
5.4 锚箱施工测量 .....	56
<b>6 隧道施工测量</b> .....	<b>57</b>
6.1 一般规定 .....	57
6.2 联系测量.....	57
6.3 隧道施工控制测量 .....	57
6.4 隧道掘进测量 .....	58
6.5 隧道贯通后的测量 .....	58
<b>7 轨道梁制作与安装测量</b> .....	<b>59</b>
7.1 一般规定 .....	59
7.2 轨道梁制作测量 .....	59
7.4 道岔安装测量.....	60
<b>8 车辆基地测量</b> .....	<b>60</b>
<b>9 设备安装测量</b> .....	<b>61</b>
9.1 一般规定 .....	61
9.2 接触网安装测量 .....	62
9.3 车站站台沿与安全门或屏蔽门安装测量 .....	62
9.4 隔断门安装测量 .....	62
9.6 信号和线路标志安装测量.....	62
<b>10 变形监测</b> .....	<b>62</b>
10.1 一般规定 .....	62
10.2 变形监测控制测量.....	64
10.3 施工阶段变形监测 .....	64

---

10.4 运营线路变形监测 .....	64
10.5 变形监测资料整理与信息反馈 .....	65
<b>11 质量检查与验收测量 .....</b>	<b>65</b>
11.2 质量检查 .....	65
11.3 质量验收 .....	66
<b>12 第三方测量与监测 .....</b>	<b>66</b>
12.1 一般规定 .....	66
12.2 第三方测量 .....	67
12.3 第三方监测 .....	67

---

## 1 总 则

1.0.3 跨座式单轨交通工程是城市重要基础市政设施，需要与现有或拟建城市设施衔接，也可能与已建或拟建其他建（构）筑物在空间位置上相互制约。为保证跨座式单轨交通设施与已建或拟建市政设施准确衔接和协调，所以规定跨座式单轨交通工程的平面坐标和高程系统应与所在城市平面、高程系统相一致。

## 3 控制测量

### 3.1 一般规定

3.1.2 为了保证跨座式单轨交通工程结构和铺轨等高质量施工和施工测量要求，跨座式单轨交通工程应以线路轨道平均高程面作为投影面。由于历史原因一些城市现状高程投影面不能满足跨座式单轨交通工程建设要求，城市一些线路地表地貌高程起伏较大和一些线路处在原城市中央子午线投影带边缘，如果采用原城市现状高程投影面或在起伏较大的线路中采用统一的高程投影面或采用原城市中央子午线投影带，线路就会出现较大变形，线路轨道平均高程面的边长高程投影长度变形和高斯投影长度变形的综合变形值就不能满足本标准要求。为避免这种情况的发生，制定本条要求，保证各条线路轨道平均高程面的边长高程投影长度变形和高斯投影长度变形的综合变形值满足本标准要求。

3.1.3 一等全市跨座式单轨交通平面和高程控制网服务于整个城市的跨座式单轨交通工程建设，应考虑到城市中远期规划，一次性全面布设。二等线路平面和高程线路网服务于各条跨座式单轨交通线路的建设，根据各条线路建设的先后次序，在一等网的基础上布设。三等线路加密平面控制网是在二等线路平面控制网的基础上进行加密，以服务于跨座式单轨交通工程施工建设。

3.1.5 跨座式单轨交通线路由车站、区间、车辆基地组成，线路结构形式包括地面、高架和地下部分，工程施工方法包括明挖和暗挖法。为满足施工需要，在布设控制网时应考虑这些因素对控制点布设位置和密度的要求。对于分期建设的跨座式单轨交通线路，或者与其他轨道交通工程有交叉的线路，为保证各期工程结构的平顺衔接，应在衔接处和线路交叉处布设两个以上的重合控制点。

3.1.7 在出现地震等自然灾害、邻近控制点周围进行工程建设等对控制点产生影响时，应增加复测频率。施工期间受本身施工影响，控制点发现变化时，也应增加复测频率。在每次使用成果前，需要对控制点进行内符合检核。

3.1.8 在出现局部区域少数点位标石损毁、且没必要进行全网复测时，新布设控制点可联测损毁点位标石周边的高等级或同等级控制点，补测点位的精度不得低于原点精度指标。联测的平面控制点中，在损毁点位的前后两侧至少各有一对是可通视的，以方便后期精密导线测量。

### 3.2 平面控制测量

3.2.1 表 3.2.1 中统计的平均边长为待测点间基线长的平均值，不包含待测点与已知点间的距离。计算标准差时，固定误差和比例误差的确定应根据表 3.2.1 内相应等级选择，而不是根据所采用的仪器标称精度取值。

3.2.2 目前大部分省市已建设基准体系，作为区域统筹城乡规划建设的基础，利用基准体系成果作为跨座式单轨交通工程一等平面控制网的基准，将进一步提高一等平面控制网的精度，以及城市跨座式单轨交通平面控制网与城市其他控制网的兼容性。对于已完成部分跨座式单轨交通线路建设的城市，一等城市跨座式单轨交通平面控制网应与已建成线路控制网点部分重合，以保障线路衔接的平顺性。

对于缺乏基础控制网资料的城市，可采用“一点一方位”作为起算数据的方式进行城市跨座式单轨交通平面控制网布设。

3.2.3 参考的设计资料包括线路施工特点、设计车站（含出入口）、车辆段、线路等资料，网形设计应综合考虑。

3.2.4 6 由于 GNSS 短边测量相对误差较大，对较短 GNSS 基线边采用高精度测距仪精确测量边长或测设独立基线，能有效提高整网精度。

3.2.6 接收机的选择，是根据 GNSS 基线测量精度不低于光电测距精度的原则。在平均边长 2km 的

情况下，光电测距标准偏差不大于 7mm，a、b 取值分别为 5 和 2 时， $\sigma = 6.4\text{mm}$ ，小于光电测距标准偏差不大于 7mm 的要求。

3.2.7 GNSS接收机检定周期宜为一年；常规检验检查内容应包括仪器检定有效期、电池容量、光学对中器和接收机内存容量等；新购设备还应进行一般检验、通电检验、实测检验。一般检查包括外观检查、配件完整性可靠性检查、使用手册及软件操作文件是否齐全；常规检查包括天线、基座圆水准器和光学对点器检查、数据传输软硬件检查和数据处理软件测试；通电检验包括指示灯检查、按键及显示系统检查、自测试、接收机锁定卫星时间检验、失锁状况检验；实测检验包括接收机噪声水平测试、相位中心稳定性测试、不同测程精度测试、高低温性能测试、综合性能测试等。不同

3.2.10 数据预处理应包括观测值文件、星历参数文件的下载以及输入数据的检核；数据质量检查应包括观测卫星总数、数据可利用率、多路径效应影响等内容；基线解算应包括基线处理、基线质量检核等内容；网平差应包含无约束平差和三维、二维约束平差等内容。

3.2.13 二等平面控制网重要的作用是作为精密导线测量的起算点。采用高精度全站仪对卫星定位控制网进行测边、测角抽样检测，进一步检核了控制网内符合精度，增加了控制网的可靠性，保障了后期精密导线点加密工作的顺利开展。

角度较差限差计算方式为： $2\sqrt{2} * 1.8'' \approx 5.1''$ 。其中1.8''为现行国家标准《城市测量规范》CJJ/T 8中三等边角网的测角中误差限差。

3.2.15 在车站或多条线路并行和交叉区域，施工范围较大，需要在其周围布设较多控制点，这些点应构成闭合环并与相邻导线形成结点导线网。

3.2.16 表3.2.16中相邻点的相对点位中误差，是根据现行国家标准《跨座式跨座式单轨交通施工及验收规范》GB 50614 对PC轨道梁等结构安装精度为10mm的要求确定，以该限值的1/2，即 $\pm 5\text{mm}$ ，作为跨座式单轨交通工程精密导线相邻点的相对点位中误差的限值。

3.2.18 为了减弱全站仪竖轴倾斜影响，提高精密导线测量精度，规定垂直角不应大于 $15^\circ$ ，根据《城市测量规范》三四等导线测量要求，视线距离障碍物应大于1.0m。

3.2.19 根据跨座式单轨交通锚箱与轨道梁定位和安装精度要求较高、安装完成后调整余地小的特点，为了满足锚箱与轨道梁定位和安装精度要求，保证安装完成的线路满足设计、施工和运营要求，采用强制对中标志是提高相邻点定位和相邻锚箱与轨道梁相对安装精度重要和有效手段。另外埋设高架梁上和隧道中的点位周边环境近似，且沿线实地找点较容易，可不绘制点之记，但应注明里程。

### 3.3 高程控制测量

3.3.1 跨座式单轨交通工程一等高程控制网是与国家二等水准测量精度一致的水准网，二等高程控制网是加密的线路水准网，精度介于国家二等水准网和三等水准网之间。若同一城市只建设一条跨座式单轨交通工程，可一次布设二等高程控制网。若建设两条以上跨座式跨座式单轨交通工程，需先布设一等高程控制网，在此基础上根据各跨座式单轨交通建设时间，布设各线路二等高程控制网。若城市中建有与跨座式单轨交通工程一等高程控制网同等精度的城市一等高程控制网，可在该高程控制网下布设二等线路高程控制网。

3.3.3 跨座式跨座式单轨交通工程以高架为主，为方便施工，点间距不宜过大，控制在1km之内。

3.3.7 跨河水准测量在现行国家标准《国家一等、二等水准测量规范》GB12897中有详细要求，应根据跨河地段条件选择适宜方法。

3.3.9 高程较差的计算公式为： $\Delta H = h_{\text{复}} - h_{\text{原}}$ （其中 $\Delta H$ 为复测与原测高程较差， $h_{\text{复}}$ 为复测高程， $h_{\text{原}}$ 为原测高程），由此得到复测与原测高程较差的中误差：

---

$$m_{\text{较差}} = \sqrt{m_{\text{复}}^2 + m_{\text{原}}^2}$$

取高程较差中误差的 2 倍为高程较差限差，则得到：

$$m_{\text{限}} = 2\sqrt{m_{\text{复}}^2 + m_{\text{原}}^2}$$

实际工作中，复测一般采用原网形，按同等精度进行，则上式可化为  $m_{\text{限}} = 2\sqrt{m_{\text{复}}^2 + m_{\text{原}}^2} = 2\sqrt{2}m$ （ $m$  为高程测量中误差）。

3.3.10 沉降区基岩埋设较深时，可布设深桩水准点，深桩水准点应埋设在稳定的持力层上。

## 4 地形测量与专项调查

### 4.1 一般规定

4.1.1 地形测量与专项调查是为跨座式轨道交通规划设计、建设、拆迁、征地提供基础测绘调查资料，因此主要对跨座式单轨交通工程线路沿线一定范围内地面和地下建（构）筑物、水域、绿地、房产、地籍和征地拆迁进行调查与测绘。

4.1.2 地形测量与专项调查各项成果的坐标系统和高程系统应在满足跨座式单轨工程设计要求的前提下使用，主要是方便使用，防止错误，避免繁琐的坐标转换。有的城市有多种坐标系时要特别注意统一性。

4.1.3 收集已有基础测绘资料应到业主、产权、档案管理部门等进行收集，收集到的资料应加强检查确保可靠。

4.1.4 设计阶段分为可研、初步设计、施工图设计等阶段。可研阶段应采用不小于 1:2000 比例尺地形图，测量范围为线路中线两侧各 200 米；初步设计阶段应采用不小于 1:1000 比例尺地形图，区间测量范围为线路中线两侧各 100 米，车站测量范围为线路中线两侧各 200 米；施工图设计阶段宜采用不小于 1:500 比例尺地形图，区间测量范围为线路中线两侧各 50 米，车站测量范围为设计范围外扩 50 米，重点或有特殊要求的区域应进行 1:200 比例尺的细部测量、专项测量。

4.1.5 为便于对照和方便使用专项调查资料，一般将调查后的地上、地下建（构）筑物二者综合绘制在一张图上，故专项调查与原地形图比例尺宜一致。对于管线图，若管线过密，可将较小比例尺线路图放大后再展绘管线图，但图式应符合大比例尺的要求。

4.1.6 本条参考城市轨道交通工程测量规范 GB50308。根据相邻等高线内插求得地面点相对于邻近图根点的高程中误差，在平原不超过 1/3，丘陵地区不得超过 1/2 等高距，在山地不得超过 2/3 等高距，在高山地不得超过 1 个等高距。一般把内插高程和实测高程逐一比较得到各个点误差，然后计算中误差。

### 4.2 地形测量

4.2.2 由于轨道工程为线型工程，根据设计的要求，带状地形图沿线路前进方向按顺序采用自由分幅。为方便设计分幅不宜选在重要建筑物、路口、设计的车站等地方。当线路有比较方案时，应将其测绘在同一幅图内。当设计对接图位置有特殊要求时，以其要求为准。

4.2.4 便于与城市地理信息系统入库，和后期规划核实测量，故采用国家标准《地理空间数据交换格式》GB/T17798 的规定。

4.2.13 4 跨座式单轨轨道梁与电力线之间的净空间距有较严格的要求，由于热胀冷缩作用，电力线在不同温度下的高度是不同的，尤其是在两个支撑点中间的部分。在测量成果上标注测量时间和温度，有利于设计综合考虑。

### 4.3 专项调查

4.3.4 地上建（构）筑物调查主要调查跨座式单轨交通工程与周边既有建（构）筑物的关系，为设计提供依据，调查内容除了调查对象的表征信息，必要时还应调查其设计参数、施工工艺等信息。

4.3.5 地下建（构）筑物调查内容主要针对跨座式单轨交通工程施工影响范围内的地下建（构）筑物。



---

## 5 高架结构施工测量

### 5.1 一般规定

5.1.3 为提高控制测量精度采用同精度加密控制点的方法进行控制点加密，这样可以减少加密控制点的精度损失。对于施工现场复杂，控制点扩展层次多的情况，这种同精度加密控制点的方法不失为一种提高控制测量精度的有效方法。

5.1.5 由于高架结构分段施工，施工单位较多，相邻施工区、段结构贯通后衔接处容易产生较大误差，为了解结构贯通状况，保证贯通质量，高架结构贯通后进行贯通测量非常必要。

### 5.2 墩柱基础与墩柱施工测量

5.2.1 为保证放样点的准确，放样定桩后应在不同的置镜点对已放样的点进行检核，保证已放样点的精度。

5.2.4 基础中心点位放样后，进行基础开挖施工时点位会被破坏，为保证开挖基础面积及开挖后中心的正确性，需要距中心点一定距离设置施工控制桩，用于测定基坑边沿线、基础结构混凝土模板位置等。

### 5.3 盖梁施工测量

5.3.1 盖梁结构型式分为横向 T 型、倒 L 型、偏心型，纵向 T 型、纵向 Y 型和横跨门型等；按材料分为混凝土梁和钢结构梁。

5.3.2 混凝土盖梁采用浇注混凝土施工时，混凝土凝固后会产生收缩变形，造成放样位置变化，因此经过混凝土收缩试验应在测量放样时预留沉降量。

5.3.3 放样精度参照现行国家标准《城市轨道交通工程测量规范》GB50308 的横梁施工放样精度要求。

### 5.4 锚箱施工测量

**【条文说明】**5.4.1 锚箱是铸钢拉力支座基座板组成的一部分，是连接梁体支座下摆与盖梁的钢制箱体。锚箱埋置于盖梁中，与盖梁共同受力。一般在桥梁和钢横梁施工锚箱时，考虑到后期沉降的影响，锚箱标高设计均进行了调高。一般的盖梁根据施工工艺和支架预压也相应考虑沉降量。

**【条文说明】**5.4.2 自由设站后方边角交会方法是根据两个及以上的已知后视点，通过全站仪的边角测量，使用三角函数进行计算，求解全站仪位置点的坐标和高程的方法，后视点个数越多，检核条件越多，产生的误差越小。

**【条文说明】**5.4.7 测量结果应符合现行国家标准《跨座式单轨交通施工及验收规范》GB 50614 相关技术要求。

**【条文说明】**5.4.9 应保证走行面的高程满足 $-15\sim+30\text{mm}$ 的验收规范要求，且在后期调线时先调整该部位，其他相邻段顺接，保证走行面的顶面线型。

---

## 6 隧道施工测量

### 6.1 一般规定

6.1.4 隧道内起算控制点常因施工影响而发生变化，所以在使用前应对起算控制点进行检核，确定起算的可靠性。隧道内控制点应根据施工方法和隧道结构形式特点进行控制测量，如二衬施工会破坏初期支护在底板上建立的控制点，可利用未破坏的初期支护控制点及时在隧道二衬上进行恢复。

6.1.5 隧道内控制点应根据施工条件由地表引入隧道内。平硐、斜井可由施工坡道采用导线测量的方法将平面坐标导入隧道内的平面控制点上，通过几何水准采用不低于三等水准测量的方法将高程引入隧道内高程控制点上。测量时要注意坡道坡度的影响，如果垂直角大于  $30^\circ$  不宜采用导线直接测量的方法，应采用联系测量的方法进行平面坐标和高程的传递工作。对于采用施工竖井进行隧道施工时，应由施工竖井采用联系测量的方法将地面坐标和高程传递至隧道内。

6.1.6 隧道贯通后，原有隧道的支导线、支水准具备了附合条件，需及时进行贯通测量，贯通误差满足要求后，及时进行区间控制点联测。控制点联测利用隧道两端已有的控制点，采用两井定向或附合导线测量的方法进行平面测量，测量完成后通过整体平差，将贯通误差分配到区间各控制点上，并以平差后的控制成果指导隧道后续测量工作。

### 6.2 联系测量

6.2.5 由于近井点位置处于施工影响变形区域内，因此每次进行联系测量时都应重新对近井点进行复核测量。

#### (I) 通过平硐、斜井平面坐标和高程传递测量

6.2.6 由于隧道内观测条件差，为了减少测量误差，提高测量精度，在进行平面坐标传递测量时，导线边长应根据现场情况尽量长，各个控制点应采用强制对中标志。另如果平硐、斜井距离正线隧道较远，同样为了提高测量精度，宜布设导线网，导线网的边长也应尽量长，减少测量环节。

#### II 竖井联系测量

6.2.7 通过竖井进行平面坐标和高程传递测量，在竖井联系测量中平面坐标传递测量称为定向测量。

6.2.12 竖井较深采用电磁波测距法传递高程时，作业步骤如下：（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）井下安置全站仪，使全站仪望远镜垂直向上，瞄准棱镜进行测距；（4）测量全站仪中心与地下近井水准点的高差。

### 6.3 隧道施工控制测量

6.3.3 2 一般情况隧道单向贯通长度小于 1km，可采用支导线形式布设隧道平面控制网，如果长度超过 1km，宜采用双导线形式布设平面控制，以便增加检核条件，提高测量精度。另外，为了提高平面控制测量精度，导线网的边长应尽量长，尽量减少测量环节。

---

## 6.4 隧道掘进测量

6.4.1 《跨座式单轨交通设计规范》中关于地下结构施工仅涉及明挖隧道和矿山法暗挖隧道，故本节仅涉及明挖隧道和矿山法隧道的掘进测量。

6.4.5 施工导线边数达到 3 条，3 条边总长将超过施工控制导线长度，因此应有条件施测精度较高的施工控制导线。

6.4.7 在隧道掘进过程中，为了保证隧道结构满足结构限界要求，为此及时进行隧道断面检测非常必要。检测断面间距反映了断面检测的及时性，如果施工现场有条件应及时进行断面检测。

## 6.5 隧道贯通后的测量

6.5.2 由于跨座式单轨交通的独特型式和特点，在已建成的工程中，选用地下结构的较少，在施工时又采用明挖和矿山法施工，贯通隧道长度不会很长。按照现行国家标准《城市轨道交通工程测量规范》GB 50308 贯通误差要求进行贯通误差控制是完全合适的。隧道横向贯通极限误差为贯通中误差的 2 倍( $\pm 100\text{mm}$ )，高程贯通极限误差为贯通中误差的 2 倍( $\pm 50\text{mm}$ )。

6.5.4 隧道断面测量即为隧道限界测量，指的是除站台外的隧道建筑限界，限界是在跨坐式单轨车辆的轮廓基础上考虑多方面条件进行放大形成的，与车辆有关，一般由设计提供断面测量使用的限界图和隧道断面上的限界特征点。

## 7 轨道梁制作与安装测量

### 7.1 一般规定

7.1.1 预制混凝土轨道梁简称 PC 轨道梁，现浇混凝土轨道梁简称 RC 轨道梁。为使标准文字简练以下分别用 PC 轨道梁和 RC 轨道梁代替预制混凝土轨道梁和现浇混凝土轨道梁。

7.1.2 为保证制作出符合要求的轨道梁，PC 轨道梁可调试模板系统除应具有足够的强度、刚度和稳定性，应能承受所浇筑混凝土的重力、侧压力及施工中可能产生的各项荷载之外，其各部分形状、尺寸以及平面曲线、竖曲线调整范围和调整精度等都应满足相关要求。

### 7.2 轨道梁制作测量

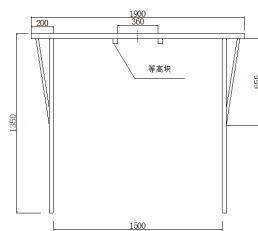
7.2.1 1 模板是专用的高精度可调试模板及配套设备，除应具有足够的强度、刚度和稳定性外，还应能满足不同梁长、不同线形条件；应能保证 PC 轨道梁各部形状、尺寸及预埋件的准确性等。

7.2.2 1 根据 PC 轨道梁制作工法指导书的要求，应在底模台车上放样出梁体中心线、梁体底面边线、梁体端边线、支座中心位置和预埋件位置。

7.2.2 2 支座安装应调平，使支座上摆顶面的纵横向中心线分别与台车上作出的支座中心位置及梁体中心线重合。

7.2.2 3 为满足不同反拱的 PC 轨道梁制作，端模底部应设置垫块，垫块厚度应满足制作工法指导书中梁体端面处的预设反拱值要求，并应采用螺栓连接固定。

7.2.2 5 每榀梁的梁体线形与预埋件位置应逐一测量，梁体形状尺寸及预埋件位置应准确，测量仪器和工具应一致。等高块是配合 U 型尺进行梁宽与走行面垂直度检测的器具，具体使用为将两个尺寸一样的等高块放置与 PC 轨道梁顶面左右两侧，再将 U 型尺置于等高块上，使 U 型尺达到平衡的状态。



U 型尺与等高块示意图

7.2.2 6 轨道梁内的预埋件包括通信、信号、牵引供电系统等预埋于 PC 轨道梁中的预埋件。台车放线时，应按 PC 轨道梁中的电缆桥架预埋件设计位置要求在台车顶面准确标示预埋件位置。

7.2.3 模板零调整即模板在不生产的状态下进行空模调整，模板调整后成直线状态，各数据归为初始值。

7.2.5 PC 轨道梁预制成型后需暂时吊至存放区保存，吊装时应在存梁台座上铺垫一定厚度的木方，防止 PC 轨道梁破损。由于梁体自身较重，在存放的过程中可能会造成存梁台座沉降，如果沉降较大且存在差异沉降时则会影响梁体线形变化，为保证 PC 轨道梁线形合格，需设置沉降观测点进行沉降观测。

7.2.6 RC 轨道梁模板应确保混凝土结构各部位尺寸和相互位置的正确，确保支架中线与桥梁中线一致。

---

## 7.4 道岔安装测量

7.4 国内尚无道岔安装测量相关规范或标准，参照重庆市轨道交通（集团）有限公司和重庆市轨道交通设计研究院有限责任公司主编的《重庆市跨座式单轨交通系统设备工程施工质量验收评定办法道岔分册》（以下简称《评定办法》），结合重庆建成运营的轨道交通二号线（较新线、延伸段）和三号线（一期、二期、南延段、北延段）道岔安装施工和监理实际工作经验，编写本节。《评定办法》中各类型道岔可挠、单开、单渡线、三开、五开等验收标准不一致，有高有低，且对整体和局部的线型均有详细要求，但实际工作中均按照最高精度要求执行。本节所列道岔安装测量限差在评定办法最高精度要求的基础上部分有所提高，因此，满足本节安装测量精度要求即能满足《评定办法》中的要求，不用再分道岔类型和对各细项做详细要求。

7.4.1 道岔安装属于高精度大型设备安装，为将土建施工和设备安装精度不一致引起的误差影响降至最低，保障安装后的道岔与相接轨道梁连接平滑，宜在岔前岔后锚箱安装完成后进行道岔安装。

7.4.2 道岔安装测量前，应利用已检核合格的控制点，对岔前岔后已安装的锚箱中心点进行测量，确保测量精度满足设计及规范和道岔安装要求。如现场尚未施做锚箱，应以控制点放样的岔前岔后点的连线作为测量基线，且延伸至两端不影响道岔安装且稳定的区域，并设置施工控制桩。

7.4.3 可直接架设全站仪在基线点，穿线检查横向轴线偏差，测量距离检查纵向轴线偏差；亦可采集各点坐标，归算至纵横向计算轴线偏差。

7.4.4 全站仪可任意设站，需要保证同时观测道岔钢梁各种状态时的转辙中心、道岔钢梁顶面和施工控制桩。进行线型判断时，以转辙中心为原点，测量基线为依据，计算直线状态下道岔钢梁顶面首尾轴线点的偏差和曲线状态下的各点转辙距离。

7.4.5 为了保障整组道岔的顶面高程符合设计要求和线型的平滑，除对每节道岔钢梁安装高程的精度进行要求外，对相邻两节道岔钢梁安装的高程精度也进行了要求。

## 8 车辆基地测量

---

8.0.1 车辆基地集中了车辆停车场、综合维修中心、物资总库、培训中心及相关的生活设施等。车辆基地涉及的测量工作量不大，但工作内容多且繁杂。另外，由于所涉及的测量工作在现行国家标准《城市轨道交通工程测量规范》GB 50308 和本标准中也已有详细介绍，因此本章内容较简单，重复内容不再详细赘述。

## 9 设备安装测量

### 9.1 一般规定

9.1.3 为确保线路运营安全，设备设计位置都是相对线路中心线确定的，且要满足车辆限界要求，所以一般情况应以轨道梁中心线和顶面高程为起算数据。在轨道梁未安装地段只能以线路平面和高程控制点为起算数据进行设备安装，但轨道梁安装后应利用轨道梁中心线和顶面

---

9.1.6 设备限界是指车辆在故障状态下所形成的最大动态包络线，用以限制行车区的设备安装，通过设备限界测量保证设备安装位置满足设计要求。

## 9.2 接触网安装测量

9.2.4 本条参考现行国家标准《跨座式单轨交通施工及验收规范》GB50614-2010整理而成。

## 9.3 车站站台沿与安全门或屏蔽门安装测量

9.3.2 一般情况下，安装车站站台沿与安全门、屏蔽门时，轨道梁已经安装、线调完成；轨道梁未架设完成时，宜以锚箱中心为基准。

9.3.3 根据现行国家标准《地下铁道工程施工及验收规范》GB 50299和《跨座式单轨交通施工及验收规范》GB 50614要求，站厅（台）地面必须以轨道中线及高程为基准，放样其高程及站台侧面帽石外缘的位置，其允许误差距离为 $0\sim+3$  mm，高程为 $\pm 3$ mm。

## 9.4 隔断门安装测量

本节参考现行国家标准《城市轨道交通工程测量规范》GB 50308-2008并经整理而成。

## 9.6 信号和线路标志安装测量

9.6.1 信号标志安装测量精度要求不高，顾及信号灯支架、电缆支架的垂直度偏差，安装测量时，将纵向里程位置中误差定为 $\pm 30$ mm，相对于 $\pm 100$ mm的里程位置允许偏差来讲，该纵向误差是完全可行的。

# 10 变形监测

## 10.1 一般规定

10.1.1 跨座式单轨交通工程大都经过城市繁华区或住宅密集区，线路结构以高架形式敷设为主，同时也有隧道形式穿越地下或山体，地层岩土条件及周边环境复杂，施工场地狭小，因此工程施工和运营阶段开展自身结构、周围岩土体以及沿线周边环境的监测工作对安全风险事件的预防预报和控制安全风险事故的发生具有十分重要的意义，同时，变形监测能为今后跨座式单轨交通工程的设计、施工提供依据，所以在工程施工和运营阶段，进行变形监测是十分必要的。

10.1.2 水文气象资料、岩土工程勘察报告、周边环境调查报告、安全风险评估报告等背景资料，

对编制具有针对性的监测方案具有重要指导意义；设计文件、施工方案等资料是编制监测方案的重要依据；进行现场踏勘的目的是了解拟建轨道交通线位及与对应环境的位置关系，掌握施工与运营影响范围内建（构）筑物、道路、桥梁、河流与湖泊等环境对象的使用现状及病害状况，调查周边环境现状变化情况，确定周边环境调查内容有无遗漏、变化或不准确，并记录后及时与建设单位、设计单位、施工单位等相关方沟通，保证监测方案的针对性、可操作性，满足相关各方要求。

10.1.3 变形监测方案应根据跨座式单轨交通的施工方式、支护类型、结构特点、岩土条件及施工场地变形区内环境状况和设计要求等因素制定。跨座式单轨交通工程属于高风险工程，施工场地的水文地质条件的不同、周边环境的不同、施工方式的不同，给工程带来的风险不同，需综合分析研究风险特点，制定具有针对性的变形监测方案。应急监测方案针对监测对象的受力或变形呈现出不符合一般规律或呈现出低于结构安全储备、可能发生破坏的情况制定。应结合累积变形量、变形速率、巡视记录综合分析判断，出现异常并有危险趋势，应启动应急监测方案。变形监测方案编制内容应包括：工程概况、监测目的与内容、基准点与监测点的设置、监测方法、监测频率、组织机构和人员组成、信息汇总分析管理、风险评估、预警建议、应急预案、信息报送与反馈、提交成果等关键性内容

10.1.5 跨座式单轨交通线路的施工通常分多个标段，各施工标段的施工单位、开工时间、工程进度均不同，应根据各个标段开工时间和可能引起变形的情况及时开展变形监测工作。

10.1.6 常规大地测量方法的垂直位移监测主要有几何水准测量、全站仪三角高程测量、液体静力水准测量等方法；水平位移测量主要有小角法、投点法、视准线法、极坐标法、交会法等。根据现场条件和监测要求，也可采用近景摄影测量、三维激光扫描等方法。对应力应变等监测项目可采用物理传感器测量法。一些运营的高速公路、轨道交通线路、封闭的监测场地等存在较大安全风险，监测人员不便进入，另外需要进行实时自动化监测的项目，传统的仪器监测方法难以实施或不能满足监测要求时，宜采用远程自动化监测方法。近景摄影测量、三维激光扫描测量和远程自动化监测方法和技术要求可参考相应技术标准或规范。

10.1.9 对于不同期的变形测量，尽可能采用相同的观测网形、观测路线、观测方法、仪器设备，并在同等或相近的环境条件下观测，目的是为了尽可能减弱系统误差影响，提高观测精度，保证成果质量。同一监测对象不同高度的变形点不一定同步产生相同位移变化，为全面了解和掌握观测对象的变形状态，应设置监测断面。观测记录要求包括对施工现状、荷载变化、岩土条件、气象等情况的简单描述，主要是考虑上述因素均是施工位移和变形的重要影响因素，记录这些因素有利于分析变形原因。定期对监测控制网和基准点、工作基点进行检测，是保证这些基准稳定可靠的重要工作，气象条件、施工进度和施工环境等也是造成变形体变形的重要因素，定期分析非常必要。

10.1.10 跨座式单轨交通工程建设和运营会对工程结构和环境造成影响，变形体的累积变形量、变形速率等发生显著变化时，会存在安全风险，监测预警的目的是预防安全事故的发生，监测预警值的设定是判断工程安全状态的重要依据，因此应确定监测预警值。监测预警值的确定涉及岩土体条件、变形体的控制要求、所处地区经验等多方面因素，一般由工程设计方确定。监测预警值应由累积变形量与变形速率共同控制。监测预警值是按照监测变形控制值的百分比设置的，因全国各地岩土条件差异很大，具体到每一个工程设计和施工工法以及工程周边环境不同，故此未制定统一标准，很多城市依据累积变形量与变形速率双控指标结合巡视检查记录采用三级警戒制度，即黄色预警、橙色预警和红色预警来区分预警的严重程度并采取不同的响应措施。变形达到黄色预警指标时应采取相应技术措施加强监测；变形达到橙色预警指标时，启动应急变形监测方案，当沉降变形稳定后，方可继续施工；当变形达到红色预警指标时，应立即停止施工，并应重新评估施工方案的可行性，由产权单位组织专家论证，确定合理应对措施。

10.1.11 考虑到监测数据的连续性、变形可对比性和监测工作的经济性，应充分利用施工阶段的监测点开展延续项目的监测工作。监测基准点也应尽量利用施工阶段布设的基准点，当基准点的位置和数量不能满足现场观测要求时可重新埋设，其位置和数量要根据整条线路情况统筹考虑。线路结构变形监测中的监测点应埋设牢固并能反映监测对象变形状况，基准点或监测点被破坏时要及时恢复

10.1.12 施工工况、岩土变化、周边环境、监测设施等检查项的变化，往往存在内在联系，完整详细的记录可为变形监测分析提供基础资料。巡视检查记录可用于定性分析，仪器监测成果可用于定量分析，两者结合，便于全面掌握监测点的变形状况，并作出正确的变形分析与判断。



## 10.2 变形监测控制测量

10.2.1 变形监测基准网应稳定可靠和通视，可是在变形监测工作中由于受到施工条件的影响，变形监测基准网的稳定及通视条件受到很多影响，为此采用分级布设基准点和工作基点的方法，以保证变形监测基准网稳定可靠和通视。基准点是监测工作的基准，要保证稳定可靠，因此选在施工影响范围之外的稳定可靠区域。工作基点要满足一定的稳定要求，需保证对大部分变形监测点观测的通视性，其稳定性通过与基准点的联测进行校核。

10.2.2 导线网检核条件较少，常用于困难条件下低等级监测基准网的建立；三角形网可满足各种精度的变形监测对基准网的要求；GNSS 技术则越来越多地应用于监测基准网的布设，但在建筑密度较高或遮挡较多的区域受限较多。

变形监测点的点位中误差是相对于临近基准点而言，基准点点位中误差是相对高一等级的控制点而言。在表 10.2.2 中相邻基准点的点位中误差与表 10.1.7 变形观测点的点位中误差系列数值相同，是因为提高监测基准网的精度在工程建设中由于各种因素的影响存在一定的难度，为了提高变形监测点的精度，采用与上一级同精度测量方法进行变形监测，故采用相同的点位中误差系列数值，即对监测基准网和监测点的点位精度要求是相同的。

10.2.3 垂直位移监测控制网的布设方法应根据工程特点、精度要求及客观条件来确定，采用水准测量方法应布设成附和、闭合或节点网，以保证基准点的精度和稳定；低等级的监测控制网且观测约束条件较多的情况下可采用三角高程测量方法，但应增加检核条件，以保证监测基准点的稳定性。表 10.2.2 相邻基准点的高差中误差与表 10.1.8 变形观测点的高程中误差系列数值相同，但含义不同，变形观测点的高程中误差是指变形观测点相对于临近基准点而言，相邻基准点的高差中误差是相邻基准点之间的误差关系。

## 10.3 施工阶段变形监测

10.3.2 跨座式单轨交通工程经过区域多为城市繁华区或住宅密集区，地质条件及周边环境复杂，施工安全风险大，涉及轨道交通结构自身及周边环境监测内容众多。监测工作是提高对安全风险事件的预防预报能力的重要手段，为了能有效开展监测工作并控制主要安全风险，对选测项目应结合施工工况及变形情况进行选择。

10.3.3 变形监测点的选埋应选择关键部位或断面，同时兼顾现场作业方便、易于保存。另外高架桥墩柱施工、盖梁施工和轨道梁架设三个施工阶段是关键工序和关键节点，应作为变形监测的重点。

10.3.4 变形监测方法应根据现场监测对象变形特点及设计施工控制变形方向选择最有效的方法，监测数据要有适当的多余观测。

10.3.6 变形监测频率应根据跨座式单轨交通主体结构施工方式、支护类型、结构特点、岩土条件及施工变形区域内环境状况和设计要求的因素综合考虑制定。在监测点变形速率大或者主体结构变形量大、附属结构或者周边环境因变形过大以及超过监测预警值等情况应提高监测频率。

## 10.4 运营线路变形监测

10.4.2 本条所列运营阶段变形监测主要有三种类型：一是由于跨座式单轨交通工程运营线路经过不良地质和特殊性岩土区段而开展的普查式运营线路监测；二是由于跨座式单轨交通工程的开通运营而对周边重要环境开展的环境监测；三是针对运营线路保护区内的影响既有运营线路安全的作业行为而开展的重点影响范围内的专项监测。根据国内外已经运营轨道交通的运营经验，开展这三种类型的监测极其必要，有力的保障了既有运营线路的安全。各个城市可以根据自身的岩土条件、既有运营线路和重要周边环境的关系决定是否进行第一种和第二种变形监测，细化运营阶段监测的具体内容。第三种变形监测是基于运营线路保护区内有危害线路结构安全的作业行为而开展的。依据

---

《城市轨道交通运营管理办法》(建设部 140 号令)第二十条,城市轨道交通应当在以下范围设置控制保护区:地下车站与隧道周边外侧五十米内;地面和高架车站以及线路轨道外边线外侧三十米内;出入口、通风亭、变电站等建筑物、构筑物外边线外侧十米内。各个城市可以结合建设部 140 号令和地方轨道交通管理条例、办法等相关规定,明确自身运营线路保护区变形监测的要求和内容。

10.4.6 因为地质条件、结构形式、周边环境及施工方法的不同,各地及不同区段等跨座式单轨交通线路结构达到完全稳定的持续时间有很大差异,沉降速率和最终沉降量也各不相同。因此,线路运营变形监测的监测频率可以根据各自的实际情况确定,以能够及时、准确、系统地反映线路结构变形为确定原则。

## 10.5 变形监测资料整理与信息反馈

10.5.1 变形监测数据检查:监测记录手簿的内容应完整、齐全;平差计算过程及成果、图表和各种检验、分析资料应完整、清晰;使用的图式符号应规格统一、注记清楚。变形监测的各项记录、计算资料以及阶段性成果和综合成果应按照档案管理的规定及时进行完整的归档。

10.5.2 各类监测成果报告应按规定格式要求完成,以便报告查阅人员及时、准确获得重点关注的信息,报告内容应包括本规定的基本内容。

10.5.3 监测日报、警情快报和阶段性报告主要为施工服务,一般提交给建设、监理、设计等相关单位。而总结报告主要为工程监测总结,可只提交给建设单位。

10.5.4 变形监测周期较长,很多情况下需要向委托方提交阶段性成果。变形监测任务全部完成后,或委托方需要时,则应提交综合成果。需要说明的是,变形监测过程中提交的阶段性成果实际上是综合成果的重要组成部分,必须切实保证阶段性成果的质量以及与综合成果之间的一致性。

10.5.5 变形监测手段、监测数据处理方法等的自动化程度正在不断提高。在条件允许的情况下,建立变形监测数据处理和信息管理系统,实现变形监测、记录、处理、分析和管理的集成化是一种趋势,很多城市做的很好,需要参与此项工作的单位共同努力做好这一工作。

# 11 质量检查与验收测量

## 11.2 质量检查

11.2.1 跨座式单轨交通工程测量中测量内容多,测量手段多样,应根据测量具体内容、测量方法和相关技术要求对检查内容进行增减,确保检查的全面详实,并及时检查发现丢漏、错误,防止对工程产生重大影响。

11.2.3 最终检查一般采用全数检查,涉及野外检查项的可采用抽样检查,样本以外的应实施内业全数检查。全数检查是对全部成果逐一进行的检查,抽样检查指的是在所有成果中抽取一定数量的

样本进行检查，抽样方法和数量应按现行国家标准《测绘成果质量检查与验收》GB/T 24356 的要求执行。

11.2.5 地形图类成果在外业检测时，应包括高程精度检测、平面位置精度检测及相对位置精度检测，根据检测结果，按式下式计算中误差：

$$m_{\text{中}} = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \Delta_i^2}{2n}}$$

式中： $m_{\text{中}}$ ——成果中误差；

$N$  ——检测的总数；

$\Delta_i$  ——检测较差。

11.2.6 测量成果质量等级应按现行国家标准《测绘成果质量检查与验收》GB/T 24356 的规定进行质量评定。在检查时，成果质量等级为不合格时，成果应退回处理，处理时分析原因，找出解决办法，或进行必要的重测；对检查出的错误进行修改，在处理完成后，重新进行检查。

### 11.3 质量验收

本节质量检查与验收测量是根据跨座式单轨交通施工测量成果的特点，以及国家测绘行业相关测量成果资料验收标准编制。

11.3.1 施工测量中结构施工过程中的阶段测量成果，不适宜进行验收，施工测量最终结构位置成果，应进行验收。对于施工测量最终结构位置成果应在质量检查全部合格后进行质量验收。

## 12 第三方测量与监测

### 12.1 一般规定

12.1.1 本节质量检查与验收测量是根据跨座式单轨交通施工测量成果的特点，以及国家测绘行业相关测量成果资料验收标准编制。

在近 30 年的城市轨道交通建设中，为加强建设工程安全、质量管理，确保建设工程的测量和监测可靠，减少建设工程可能出现的安全质量隐患，实行了第三方测量和监测制度。跨座式单轨交通工程施工标段工法工序多，通过实行第三方制度，建立多级复核管理制度，统一技术标准，可以

降低安全质量风险。2010年，住房和城乡建设部颁布了《城市轨道交通工程安全质量管理暂行办法》，明确要求在我国城市轨道交通工程建设中，实行了第三方测量与监测工作。实践证明引入第三方测量和监测工作对于控制施工测量和监测工作质量，规范测量和监测工作技术管理，真实了解和掌握建设工程位置信息和建设工程与周边环境变形状态、控制建设工程施工质量和安全风险隐患，并对促进信息化施工工作的开展发挥了非常重要的作用。针对第三方测量和监测制度已经得到国家相关部门和地方政府及主管部门的重视，并纳入相关管理法规，但缺乏具体操作要求的情况，本规范对第三方测量和监测工作，统一制定了技术要求。

12.1.2 第三方测量和第三方监测专业性较强，需要多部门、标段、学科协同工作，承担着确保工程质量和施工安全重担，加上跨座式单轨交通工程建设地点人口和市政设施密集，工作责任重大，因此要求参加此项工作的单位具有一定的资质条件、业绩和经验。

12.1.3 跨座式单轨交通工程测量、监测工作参与方众多，工作涉及建设单位、设计、施工、安装、监理、咨询、风险管控等参与各方，工作接口多，工作繁杂而且贯穿工程建设全过程，建设单位只有建立起科学有效的第三方测量和第三方监测管理体系和管理制度才能规范各方行为，保证建设工程顺利进行。

12.1.4 工程施工前组织施工、监理、第三方测量和监测单位学习相关标准和管理制度，有利于对技术标准和管理制度的深入了解，以便各参与方工作协调，管理精准。

12.1.6 第三方测量和第三方监测由建设单位直接招标，承担测量和监测的质量管理工作。为保证管理的有效性，尽管与施工方有关工作内容相同，但应有自己的测量方法和较高的测量和监测精度。

## 12.2 第三方测量

12.2.1 第三方测量单位应根据情况，收集一、二、三等平面控制网和一等、二等高程控制网测量成果、线路及线路结构设计以及施工等资料。对收集到的资料熟悉和掌握后，对将使用的测量控制点应进行复核，以保证资料的准确性。第三方测量单位应根据跨座式单轨交通工程施工各个环节检测要求，编制第三方测量技术方案。

12.2.4.2 轨道梁线形测量包括轨道梁的中心线平面位置测量、轨道梁顶面高程测量。在轨道梁架设完成后，应每60米各测量一点，曲线段还应测量直缓、缓直、直圆、圆直、曲中这些曲线要素点。

12.2.5 对建筑结构中重要施工环节的测量项目可不进行全面检测，为使其在可控范围内，确保其不对线路产生影响，一般应对这些项目进行不低于30%的抽检。在抽检时，对于曲线段应增加抽检数量，例如对直缓、缓直、直圆、圆直、曲中等曲线要素点附近的支座锚箱、承台、墩柱进行抽检，对于支护结构除拐点、角点等进行检测外，当支护结构的直线长度大于100米时应在中间增加检测点位。

12.2.8 第三方测量单位是独立测量机构，具有独立的第三方责任。第三方测量单位成果只是反映施工单位施工测量质量。施工测量质量主体是施工单位，因此在施工过程中施工单位应采用自己正确的测量成果指导施工。

12.2.9 本条是指在运营阶段，第三方测量单位应协助建设单位向运营相关单位提交必要的控制点成果资料，以便于后期的运营中测量控制点的维护。

## 12.3 第三方监测

12.3.2 基准点作为监测的基准，监测点作为监测工作的特征点，埋设质量好坏直接关系后期监测数据是否真实可靠。第三方监测单位作为专业单位，需在开工前，向施工、监理单位就基准点和监测点埋设方式、埋设时间要求进行技术交底。为保证施工监测质量，通过技术交底，对施工单位的

---

监测精度提出要求。

12.3.4 为了便于监测成果互相对比，第三方监测与施工监测单位应在同一时段分别独立获取监测点初始值。获取初始值时，应采用相同的路线施测，同样的基准点平差，以便于双方统一基准。监测过程中，应分别独立进行全过程现场监测，以便于发挥各自的监测作用。

12.3.8 为了使建设单位、施工、监理以及勘察、设计单位及时了解工程监测信息，第三方监测单位应将监测成果及时收集、整理、分析并进行有效反馈。因参建各方众多，为了增加信息发布的广度，并提高信息发布效率，宜由建设单位组织建立信息化平台，第三方监测单位将监测成果以及现场巡查资料、施工工况信息等内容在信息化平台进行发布。第三方监测单位在进行电子信息报送的同时，为了便于资料归档以及成果综合分析的需求，应按合同要求定期通过正式文件上报阶段成果报告和总结报告。

12.3.9 双方监测时间相同，监测方法和精度一致，按照测量误差传播原理，第三方监测成果与施工监测单位成果的较差应小于2倍测量中误差。如果双方监测成果大于2倍中误差应分析原因，采取措施提供可靠监测成果。