

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》(建标函〔2015〕274号)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.轨道梁的制作与安装测量;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。

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具体技术内容的解释。执行过程中如有意见和建议,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,邮编: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
中铁十六局集团有限公司
深圳市建设综合勘察设计院有限公司
北京市勘察设计研究院有限公司
天津市测绘院
中航勘察设计研究院有限公司
中铁十五局集团有限公司
福州市勘测院

青岛市勘察测绘研究院
南京市测绘勘察研究院股份有限公司
重庆单轨交通工程有限责任公司
北京市地质工程勘察院
武汉大学
中铁第六勘察设计院集团有限公司
重庆大学
重庆智慧城市发展有限公司
中铁北方投资发展有限公司

本标准主要起草人员：秦长利 陈翰新 林 莉 张金龙
王思锴 马 栋 高文明 谢征海
王双龙 张志华 石俊成 黄 勇
徐万鹏 陈德超 邹进贵 陈瑞霖
郭润志 张伟富 刘永中 郭沈凡
余永明 王明权 李小果 滕德贵
汤发树 耿长良 胡宗有 岳仁宾
张九宴 殷甫东 刘 星 张 剑
黄立新 张银虎 张大春
本标准主要审查人员：姜雁飞 崔希民 郑文华 仲建华
郭渭明 曹成度 王玉林 赵 磊
陈品祥 管小军 贾黎君

目 次

1	总则	1
2	术语	2
3	控制测量	5
3.1	一般规定	5
3.2	平面控制测量	7
3.3	高程控制测量	11
4	地形测量与专项调查	14
4.1	一般规定	14
4.2	地形测量	15
4.3	专项调查	18
5	高架结构施工测量	21
5.1	一般规定	21
5.2	墩柱基础与墩柱施工测量	21
5.3	盖梁施工测量	22
5.4	锚箱、预留锚栓孔或临时支撑施工测量	23
6	隧道施工测量	25
6.1	一般规定	25
6.2	联系测量	25
6.3	隧道施工控制测量	28
6.4	隧道掘进测量	29
6.5	隧道贯通后的测量	30
7	轨道梁的制作与安装测量	31
7.1	一般规定	31
7.2	轨道梁制作测量	31
7.3	轨道梁安装测量	36

7.4	道岔安装测量	38
8	车辆基地测量	41
9	设备安装测量	43
9.1	一般规定	43
9.2	接触网安装测量	43
9.3	车站站台沿与屏蔽门安装测量	44
9.4	隔断门安装测量	45
9.5	检修通道安装测量	45
9.6	信号和线路标志安装测量	47
10	变形监测	48
10.1	一般规定	48
10.2	变形监测控制测量	50
10.3	施工阶段变形监测	52
10.4	运营线路变形监测	55
10.5	变形监测资料整理与信息反馈	57
11	质量检查与验收	58
11.1	一般规定	58
11.2	质量检查	59
11.3	质量验收	60
	本标准用词说明	61
	引用标准名录	62

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms	2
3	Control Survey	5
3.1	General Requirements	5
3.2	Horizontal Control Survey	7
3.3	Vertical Control Survey	11
4	Topographic Survey and Special Investigation	14
4.1	General Requirements	14
4.2	Topographic Survey	15
4.3	Special Investigation	18
5	Viaduct Construction Survey	21
5.1	General Requirements	21
5.2	Construction Survey of Pier Foundation and Pier Column	21
5.3	Bent-Cap Construction Survey	22
5.4	Construction Survey of the Anchor Box, the Reserved Bolt Holes or Temporary Brace	23
6	Tunnel Construction Survey	25
6.1	General Requirements	25
6.2	Connection Survey	25
6.3	Tunnel Construction Control Survey	28
6.4	Tunnel Boring Survey	29
6.5	Survey after Tunnel Holing Through	30
7	Production and Installation Survey of Track Beam	31
7.1	General Requirements	31
7.2	Survey of Track Beam Production	31

7.3	Survey of Track Beam Installation	36
7.4	Installation Survey of Turnout	38
8	Depot Survey	41
9	Equipment Installation Survey	43
9.1	General Requirements	43
9.2	Installation Survey of Contact Wire System	43
9.3	Installation Survey of Platform Edge and Safety Gate or Barrier Door	44
9.4	Installation Survey of Civil Air Separation Door	45
9.5	Installation Survey of Maintenance Platform	45
9.6	Installation Survey of Signal and Line Mark	47
10	Deformation Monitoring	48
10.1	General Requirements	48
10.2	Control Survey of Deformation Monitoring	50
10.3	Deformation Monitoring during Construction Stage	52
10.4	Deformation Monitoring to Lines in Operation	55
10.5	Data Processing and Information Feedback of Deformation Monitoring	57
11	Quality Inspection and Acceptance Survey	58
11.1	General Requirements	58
11.2	Quality Inspection	59
11.3	Quality Acceptance	60
	Explanation of Wording in This Standard	61
	List of Quoted Standards	62

1 总 则

1.0.1 为统一跨座式单轨交通工程测量技术要求，做到技术先进、经济合理、质量可靠和安全适用，满足工程建设质量和安全对测量成果的需要，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于跨座式单轨交通线路规划、建设的工程测量工作。

1.0.3 跨座式单轨交通工程测量的平面和高程系统应与所在城市的城市轨道交通工程控制网一致。

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 2 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定期进行检验与校正。作业中仪器各项指标应满足作业要求。

1.0.6 跨座式单轨交通工程测量工作应根据城市轨道交通工程安全生产有关要求，编制相应的测量应急预案。

1.0.7 跨座式单轨交通工程测量除应符合本标准外，尚应符合现行国家标准《城市轨道交通工程测量规范》GB/T 50308 以及有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 跨座式单轨交通 straddle monorail transit

单轨交通的一种形式，其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，使车辆沿轨道安全平稳地行驶。

2.0.2 轨道梁 track beam

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。

2.0.3 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）。

2.0.4 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。

2.0.5 锚箱 anchor box

铸钢拉力支座基座板的组成部分，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。

2.0.6 中误差 root mean square error

带权残差平方和平均值的平方根，作为在一定条件下衡量测量精度的一种数值指标。

2.0.7 极限误差 tolerance

在一定测量条件下测量误差绝对值的限值。通常以测量中误差的2倍~3倍作为其极限误差。

2.0.8 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。

2.0.9 较差 differential observation

同一未知量的两个观测值之间的差值。

2.0.10 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。

2.0.11 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。

2.0.12 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。

2.0.13 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。

2.0.14 贯通测量 holing through survey

对相向、同向施工的路基、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，对产生的连接偏差状况所进行的测量工作。

2.0.15 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，沿线路布设的控制网。

2.0.16 矿山法 mining method

传统矿山法是指用钻眼爆破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。

2.0.17 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。限界分为车辆限界、设备限界和建筑限界。

2.0.18 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、培训中心及相关的的生活设施等组成的综合性生产单位。

2.0.19 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，并进行变形分析预报的过程。

2.0.20 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，运营设施、设备维护的检修通道以及当列车发生火灾时作为乘客逃生与救援的通道。

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设计应根据城市轨道交通规划线路范围，分级布设、定期复测。

3.1.2 当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 15mm/km 时，应采用抵偿高程面作为投影面的城市平面坐标，或高程投影面不变，采用高斯-克吕格抵偿带平面直角坐标。

3.1.3 跨座式单轨交通工程平面和高程控制网等级划分应符合下列规定：

1 平面控制网应分为 3 个等级，等级划分应符合下列规定：

- 1) 一等应为全市城市轨道交通平面控制网；
- 2) 二等应为线路平面控制网；
- 3) 三等应为线路加密平面控制网。

2 高程控制网应分为 2 个等级，等级划分应符合下列规定：

- 1) 一等应为全市城市轨道交通高程控制网；
- 2) 二等应为线路高程控制网。

3.1.4 跨座式单轨交通工程平面和高程控制网布设应符合下列规定：

1 当同一城市建设多条跨座式单轨和其他形式的城市轨道交通线路时，应布设一等平面和一等高程控制网；

2 当同一城市只建设一条跨座式单轨交通线路时，可直接布设二等平面和二等高程控制网。

3.1.5 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。

3.1.6 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。当已有城市控制点的标石，符合跨座式单轨交通工程平面和高程的要求时，应作为跨座式单轨交通工程的控制网标石。

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复测，第一次复测应在工程施工前，施工期间宜每年复测一次，并应根据工程地质和水文地质对控制网的影响情况及时调整复测频次。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不应低于原测。

3.1.8 二等和三等线路平面控制网和二等高程控制网复测与原测的限差要求应符合下列规定：

1 二等和三等线路平面控制网复测和原测成果点位较差的极限误差应小于 $2\sqrt{2}m$ ，坐标分量较差的极限误差应小于 $2m$ (m 为复测控制点的点位中误差)；

2 二等高程控制网复测与原测成果高程较差极限误差应小于 $2\sqrt{2}m$ (m 为复测控制点高程中误差)。

3.1.9 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，并应采用同精度加密观测。加密观测时，新埋设二等平面控制点沿线路前后两侧应至少各联测 2 个同等级既有线路平面控制点；新埋设高程控制点沿线路前后两侧应至少各联测 1 个同等级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应至少各联测 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。

3.1.10 全站仪的分级标准应符合表 3.1.10 的规定。

表 3.1.10 全站仪的分级标准

级别	测角中误差 (")	测距中误差 (mm)
I	≤ 1	$1+1\times 10^{-6}\times D$
II	≤ 2	$3+2\times 10^{-6}\times D$
III	≤ 6	$5+5\times 10^{-6}\times D$

注：D 为测距边长，单位为 km。

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	$\leq 1/200000$	—
二等	2	≤ 5	≤ 5	10	$\leq 1/100000$	≤ 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： σ ——标准差 (mm)；

a ——固定误差 (mm)；

b ——比例误差系数 (1×10^{-6})；

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 一等平面控制网应利用城市连续运行参考站布设；无参考站的城市宜利用城市首级控制网布设；当城市首级控制网精度不满足跨座式单轨交通工程建设要求时，起算点宜采用该城市最高等级平面控制点，并应选择线路走向方向的长边方位角作为起算方位；

2 一等平面控制网应重合至少 3 个现有城市二等或三等控制点以及原有轨道交通线路网控制点，重合点应均匀分布。

3.2.3 二等平面控制网应根据线路结构形式和施工工法特点，沿线路布设，并应符合下列规定：

1 一等平面控制点应作为起算点，且不应少于 3 个；布设

二等平面控制网的城市应重合不少于 3 个现有城市控制点；

2 在不同线路交叉处或建立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；

3 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；

4 异步环或独立基线附合路线边数不应超过 6 条；

5 对于平差后精度指标不满足本标准要求短基线边，应采用电磁波精密测距，或测设独立基线的方式提高精度。

3.2.4 一等、二等平面控制网的选点和埋设，应符合现行国家《城市轨道交通工程测量规范》GB/T 50308 的规定，点位选定后应现场作标记并绘制位置略图和环视图。

3.2.5 一等、二等平面控制网测量作业基本技术要求应符合表 3.2.5 的规定。

表 3.2.5 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 (mm)	$\leq (5+2\times 10^{-6}\times D)$	$\leq (5+2\times 10^{-6}\times D)$
卫星高度角 ($^{\circ}$)	≥ 15	≥ 15
同步观测接收机 (台)	≥ 5	≥ 3
有效观测卫星数 (颗)	≥ 4	≥ 4
每站重复设站数 (次)	≥ 2	≥ 2
观测时段长度 (min)	待测点间基线观测时间 ≥ 120 ，与 CORS 站联测 的基线观测时间 ≥ 240	≥ 60
数据采样间隔 (s)	10~30	10~30
点位几何图形强度因子 (PDOP)	≤ 6	≤ 6

注：表中 D 为相邻点间的距离 (km)。

3.2.6 每次外业测量工作前,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。

3.2.7 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。

3.2.8 一等和二等平面控制网在仪器架设、数据采集、数据处理和数据检核全过程中应符合现行国家标准《城市轨道交通工程测量规范》GB/T 50308 的规定。

3.2.9 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、地面车站附近的控制点进行边角检核。边角检核较差限差应满足表 3.2.9 的要求。

表 3.2.9 二等平面控制网边角检核较差限差技术要求

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 为电磁波测距仪的固定误差和比例误差, a_2 、 b_2 为 GNSS 的固定误差和比例误差, d 为检校边长。

3.2.10 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 控制网示意图;
- 2 控制点成果表;
- 3 控制网平差及精度评定资料;
- 4 控制点点之记;
- 5 仪器检定资料。

II 三等平面控制网测量

3.2.11 在二等平面控制网的基础上,布设的三等平面控制网应为附合导线网。

3.2.12 三等平面控制网测量的技术要求应符合表 3.2.12 的规

定。当附和导线长度大于 3km 时，应布设导线网，导线网结点间角度个数不应超过 8 个。

表 3.2.12 三等平面控制网测量的技术要求

平均边长 (m)	闭合环或附和导线总长度 (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	$\pm 5\sqrt{n}$	$\leq 1/35000$	5

注：n 为导线的角度个数，不应超过 12 个。

3.2.13 三等平面控制网观测的技术要求应符合表 3.2.13 的规定。

表 3.2.13 三等平面控制网观测的技术要求

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	$\leq 1/60000$

注：1 边长小于 120m 时，该边测距中误差应为 $\pm 2\text{mm}$ ；

2 一测回测距是指照准目标一次读数 4 次。

3.2.14 当采用精密导线方式测量三等平面控制网时，控制点的选择应符合下列规定：

- 1 相邻边短边不宜小于长边的 1/2；
- 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，并应避开地下建（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 在线路交叉及前期、后期工程衔接的地方应布设共用导线点。

3.2.15 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，并宜绘制点之记。

3.2.16 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。

3.2.17 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/T 50308 的规定。

3.2.18 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第 3.1.2 条要求时，应进行测距边的高程归化和投影变化。

3.2.19 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 3.2.12 的规定。

3.2.20 工程建设中对损毁的三等平面控制网点进行恢复时，恢复的控制点应与两侧三等平面控制网点组成附合导线，测量技术要求应满足本标准表 3.2.12、表 3.2.13 的规定。

3.2.21 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 控制网示意图；
- 2 控制点成果表；
- 3 控制网平差及精度评定资料；
- 4 控制点点之记；
- 5 仪器检定资料。

3.3 高程控制测量

3.3.1 一等和二等高程控制网应分级、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覆盖城市跨座式单轨和其他形式轨道交通规划线路，二等高程控制网应沿各条跨座式单轨线路布设。高程控制点应牢固，并埋设在地层稳定、不易被破坏地区，高程控制点间距应小于 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

通工程测量规范》GB/T 50308 的有关规定。

3.3.5 高程控制网应采用水准测量方法施测，并应构成附和水准网。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_{Δ}	全中误差 M_w				与已知点联测	附和或环线	
一等	1	2	400	DS1	因瓦尺	往返测各 1 次	往返测各 1 次	$\pm 4\sqrt{L}$
二等	2	4	40	DS1	因瓦尺	往返测各 1 次	往返测各 1 次	$\pm 8\sqrt{L}$

注：1 L 为往返测段、附和或环线的路线长（以 km 计）；

2 电子水准仪测量技术与同等级光学水准仪测量技术要求相同。

3.3.6 高程控制网水准测量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/T 50308 相关规定。

3.3.7 当水准路线跨越江、河、湖塘且视线长度小于或等于 100m 时，可采用一般水准测量观测方法。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，其技术要求应符合现行国家标准《国家一、二等水准测量规范》GB/T 12897 中二等水准测量的有关规定。

3.3.8 水准网的数据处理应采用严密平差方法，并应计算本标准表 3.3.5 中所列各项精度指标。

3.3.9 当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。方案中应包括复测频率、数据处理、点位使用等内容，高程控制点应每间隔 4km 埋设基础稳定的水准点或基岩水准点。

3.3.10 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 高程控制点成果表；
- 3 高程控制网平差和精度评定资料；
- 4 高程点之记及高程控制点委托保管文件；
- 5 仪器检验资料。

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

4 地形测量与专项调查

4.1 一般规定

4.1.1 地形测量应包括图根控制测量、地形图测绘及其修测和补测工作；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、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的坐标系统和高程系统应与跨座式单轨工程一致。

4.1.3 地形测量与专项调查工作开始前应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，并应对其检查、修测、补测和整理后进行利用。

4.1.4 地形测量与专项调查宜提供 1:500、1:1000、1:2000 比例尺地形图和专项调查资料。当设计对比例尺有特殊要求时，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，并与已有比例尺一致。局部复杂地区地形测量宜选择 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 地物点相对于邻近图根控制点图上点位中误差、邻近地物点图上间距中误差和细部点点位中误差应符合表 4.1.6-1 的规定；

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

表 4.1.6-1 地物点相对于邻近图根控制点图上点位中误差、
邻近地物点图上间距中误差和细部点点位中误差

测点类别	地物点相对于邻近 图根控制点图上 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

表 4.1.6-2 地形图记点高程中误差和细部点高程中误差

测点类别	地物记点高程中 误差 (mm)	地形记点高程中 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

3 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	$0.3H_d$	$0.5H_d$	$0.7H_d$	$1.0H_d$

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符合现行国家标准《国家基本比例尺地图图式 第 1 部分：1:500 1:1000 1:2000 地形图图式》GB/T 20257.1 的规定。对没有规定的图式符号可补充绘制，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。图幅编号应以分数表示，分母应为总图幅数，分子应为所在图幅号。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 图幅应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~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，也可采用满足精度要求的其他测量方法。

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/T 17798 的规定。

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、跨越交通线路的相关各项要素在技术报告中说明。

4.2.7 地形图要素测绘和表示应符合国家现行标准《国家基本比例尺地图图式 第1部分：1:500 1:1000 1:2000 地形图图式》GB/T 20257.1 和《城市测量规范》CJJ/T 8 的规定。

4.2.8 地形图中的名称、说明和数字应调查核实后注记，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 条的规定。

4.2.10 地形测量工作前，应进行实地踏勘，实施方案应根据测量范围内地物、地貌特点制定。

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/T 50308 的规定。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°以上的卫星颗数应少于 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/T 50308 的规定。

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 影响线路的房屋、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；

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 当坐标测量采用极坐标法时，测距中误差应为 30mm 或往返测距较差不应大于 30mm，水平角宜测半测回。

2 当坐标测量采用 GNSS RTK 方法时，应符合现行行业标准《卫星定位城市测量技术标准》CJJ/T 73 的相关技术要求。对重要细部点测量时，应进行 4 个测回重复初始化观测，每次初始化观测值不应少于 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，最终成果应取平均值。

3 当高程测量采用水准测量方法时，应布设附合水准路线，其水准线路长度不应超过 5km；高程闭合差应小于 $\pm 40\sqrt{L}$ mm (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 当高程测量采用电磁波测距三角高程时，路线附和长度不应超过 5km，观测仪器不应低于Ⅱ级全站仪，应附合在等级水准点上，垂直角对向观测各一测回，边长对向观测一测回，仪器高、棱镜（觇牌）高应量至毫米，闭合差应小于 $\pm 40\sqrt{\Sigma L}$ mm（L 为路线长度，以 km 计）。

5 对于受时间、温度等影响，位置容易发生变化的细部点，应标注测量时间和测量时的温度。

4.2.15 地形图修测和补测应符合下列规定：

1 修测和补测的内容和方法、图根控制测量、重要地物和地貌点的细部测量应符合本标准第 4.2 节的有关规定；

2 当利用周围原有细部点进行修测和补测时，量测中误差不应超过图上 0.4mm；

3 修测和补测的地形图与原图应进行接边，接边地物要素属性应一致，地貌应自然连接；

4 修测和补测的地形图应与原图精度一致。

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、类型和用途；

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、基础形式、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）筑物应调查结构形式、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** 地下管线宜调查管线的类型、用途、材质、规格、坐标位置、走向、埋设方式、埋深、埋设方法以及各类管道管节长度、接口形式、转折点、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）等内容。
- 4.3.7** 桥梁宜调查结构形式、桥宽、桥长、跨度、基础形式及桥梁承载力、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** 隧道宜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** 文物调查除应按地上建（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/T 50308 和《房产测量规范 第1单元：房产测量规定》GB/T 17986.1 的规定。

4.3.16 地籍调查应符合国家现行标准《城市轨道交通工程测量规范》GB/T 50308、《城市测量规范》CJJ/T 8 和《地籍调查规程》TD/T 1001 的规定。

4.3.17 当专项调查采用实地测量时，应符合本标准第4.2节的有关规定。

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、墩柱上的盖梁及盖梁上的锚箱、预留锚栓孔或临时支撑施工测量。

5.1.2 高架结构施工测量时，应以二等或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密度不能满足放样需要时，应加密控制点，加密控制点测量技术要求应符合三等平面控制测量和二等水准测量的有关规定。

5.1.4 高架结构施工测量方案应根据高架结构特点和施工方案进行整体设计，施工中分区、分段实施。相邻区段应埋设共用测量控制点。进行施工放样时，应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，应进行高架结构线路中线的检核测量。

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，宜采用极坐标方法进行放样，放样定桩后应利用不同的控制点进行检核。

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

5.2.3 墩柱基础纵、横向放样中误差均应为 5mm，基础高程放样中误差应为 10mm。

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，施工控制桩的连线宜垂直或平行于线路中线。

5.2.5 墩柱基础施工时，基坑边沿线、基础结构混凝土模板位置线应以施工控制桩为依据测设，位置测量中误差应为 10mm；基底高程、基础结构混凝土面或灌注桩桩顶的高程测量中误差应为 10mm。

5.2.6 基础承台施工时，中心或轴线位置、模板支立位置、顶面高程放样测量和控制应根据几何形状和施工工艺确定。基础承台中心或轴线位置测量中误差应为 5mm、模板支立位置测量中误差应为 7.5mm、顶面高程测量中误差应为 5mm、墩柱预留钢筋定位测量中误差应为 5mm。

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，应检测墩柱的中心位置、模板支立位置及尺寸、垂直度以及顶部高程等。墩柱中心位置测量中误差应为 5mm、模板支立位置及尺寸测量中误差应为 5mm、垂直度测量中误差应为 0.5%且不应大于 5mm、顶部高程测量中误差应为 5mm。

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或加密控制点测设，并应以墨线标记；

2 模板支立铅垂度测量可使用全站仪免棱镜法、吊锤或铅垂仪进行；

3 高程测量可采用三角高程、水准测量或钢尺丈量方法，并应在设计高度标记高程线。

5.2.10 墩柱施工完成后，应复核墩柱尺寸、中心坐标、高程及垂直度。

5.3 盖梁施工测量

5.3.1 盖梁施工测量设计应根据盖梁结构形式特点确定。

5.3.2 当现浇混凝土盖梁采用满堂支架或抱箍方法时，测量放样应预留沉降量。

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，并应在侧模上放出锚箱、预留锚栓孔或临时支撑轴线。高程测量中误差应为 1.5mm、轴线测量中误差应为 5mm。

5.3.4 钢横梁安装前应检查桥墩顶面中心和预留螺栓孔或预埋件的相对位置及顶面高程，放样距离允许偏差不应大于 3mm，轴线允许偏差不应大于 3mm，高程允许偏差不应大于 2mm。

5.4 锚箱、预留锚栓孔或临时支撑施工测量

5.4.1 锚箱、预留锚栓孔或临时支撑施工时应根据设计要求计算放样数据。

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，抗剪樨中心和基座板中心放样宜采用极坐标法或任意设站后方交会法，放样测量中误差应为 1.5mm；基座板平面角度放样中误差应为 1/1000rad；基座板四角高程控制应采用水准测量方法，测量中误差应为 1mm；

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，采用极坐标法放样，实测水平距离与已知距离较差不应大于 3mm；

4 采用任意设站后方边角交会方法应符合下列规定：

- 1) 各后方交会点均宜埋设强制对中标志；
- 2) 任意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) 任意设站观测点精度应符合表 5.4.2 的要求。

表 5.4.2 任意设站观测点精度要求

项目	X (mm)	Y (mm)	方向 (")
中误差	3	3	3

5.4.3 锚箱基座板上平面测量的置镜点宜采用精密测量标志，标志高度宜小于 200mm。

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不量仪器高和棱镜高的电磁波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 3mm。

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应为 $0 \sim -5\text{mm}$ 、较差不应大于 2mm；纵横向定位孔平面位置允许偏差应为 $\pm 5\text{mm}$ ，基座板平面角度放样中误差应为 $3/1000\text{rad}$ 。

5.4.7 锚箱施工完成后，锚箱验收测量成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 的规定。

5.4.8 进行与道岔连接的锚箱施工前，应对道岔钢梁轴线和顶面高程进行复核，且应满足要求后进行锚箱施工。

5.4.9 当成品锚箱高程偏差超限时，应对该部位预制混凝土梁的梁高进行检测，并应根据安装完成后走行面的高程，提供处置方案。

5.4.10 预留锚栓孔的放样宜采用极坐标法，放样测量中误差应为 3mm，高程测量中误差应为 3mm。

5.4.11 临时支撑的施工测量应根据其结构特点确定测量位置，在与钢筋笼固定、浇筑混凝土过程以及临时支撑施工的全过程都应进行测量和检测，放样测量中误差应为 1.5mm，高程测量中误差应为 1mm。

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的测量。

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，并应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 当通过平硐、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，应采用附和导线或两井定向等方法，利用已有控制点重新进行隧道控制测量，并应利用新的控制测量成果指导后续隧道二衬结构施工测量、限界测量及轨道梁安装测量。

6.2 联系测量

6.2.1 联系测量应包括通过平硐、斜井和竖井的联系测量。联系测量工作应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100m~200m时分别进行1次。

每次联系测量应独立进行 3 次，当地下定向边的方位角较差小于 $16''$ ，地下高程点高程较差小于 3mm 时，取 3 次平均值作为定向成果。

6.2.3 地面近井点应包括平面和高程近井点，应埋在隧道口或竖井井口附近便于观测和保护的位置，并应标识清楚。

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) 地面近井导线点起算点应采用一等或二等平面控制点；
- 2) 近井点加密测量应采用附和导线形式；平面近井点加密测量应符合本标准第 3.2 节三等平面控制网测量要求，近井点的点位中误差应为 10mm；
- 3) 当一等和二等平面控制点距离隧道口或竖井井口较近时，可直接作为近井点。

2 地面高程近井点应符合下列规定：

- 1) 地面高程近井点起算点应采用一等或二等水准点；
- 2) 近井点测量应采用附和水准路线形式，并应符合本标准第 3.3 节二等水准测量技术的规定。

6.2.5 每次联系测量时，应复核近井点。

I 通过平硐和斜井的联系测量

6.2.6 通过平硐和斜井的联系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 3.2 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 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 竖井联系测量应包括竖井平面联系测量和竖井高程传递测量。

6.2.8 竖井平面联系测量应符合下列规定：

1 应根据施工现场作业条件，选择定向方法；定向方法包括一井定向法、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，定向测量应符合现行国家标准《城市轨道交通工程测量规范》GB/T 50308 的规定；

2 平面联系测量的地下定向边不应少于 2 条，作业前应检查核地下定向边之间的几何关系；

3 平面联系测量精度应符合现行国家标准《城市轨道交通工程测量规范》GB/T 50308 的规定。

6.2.9 竖井高程传递测量应符合下列规定：

1 高程传递测量方法包括悬挂钢尺法、电磁波测距法、水准测量法和电磁波测距三角高程法，高程传递测量应符合现行国家标准《城市轨道交通工程测量规范》GB/T 50308 的规定；

2 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。

6.2.10 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基准应采用联系测量建立的地下控制点，并按本标准第 3.2 节三等平面控制网测量技术要求采用导线测量形式施测；

2 地下高程近井点测量基准应采用联系测量建立的地下高程控制点，并按本标准第 3.3 节二等高程控制网测量技术要求采用水准测量形式施测。

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或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导线网的形式布设，施工控制网测量应符合本标准第 3.2 节二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水准路线或水准网的形式布设，施工高程控制测量应符合本标准第 3.3 节二等高程控制网测量技术要求。

6.3.3 暗挖隧道的施工控制测量应符合下列规定：

1 起算点应采用本标准第 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) 平面控制网随着隧道掘进可采用支导线、双导线形式逐步向前布设，控制点间距不宜小于 100m。

2) 当隧道单向贯通距离小于 1500m 时，导线测量应使用不低于 II 级全站仪施测，左右角应各观测两测回，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。测角中误差应为 $2.5''$ ，测距中误差应为 3mm。

3) 当隧道单向贯通距离大于 1500m 时，应通过布设导线网、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。

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他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，控制点标石可利用地下导线点，也可单独埋设，控制点间距不宜大于 200m；
- 3) 高程控制测量方法和精度应符合本标准第 3.3 节的规定。

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暗挖隧道的掘进测量。

6.4.2 隧道掘进测量起算点应采用已建立的隧道平面和高程控制点，进行施工导线测量和施工高程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符合下列规定：

1 平面起算控制点应以一等或二等平面控制点为依据，按本标准三等平面控制测量精度布设附合导线；高程起算控制点应以一等或二等高程控制点为依据，按本标准二等高程控制测量精度布设附合水准路线。

2 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/T 50308 的规定。

6.4.4 暗挖隧道掘进测量应符合下列规定：

1 隧道内控制点分布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，直线地段总长度不宜超过 180m，曲线地段总长度不宜超过 120m。施工导线测量方法和精度应符合本标准第 6.3.3 条第 2 款第 2 项的规定。

2 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/T 50308 的规定。

6.4.5 在隧道掘进过程中，应对隧道断面进行限界检测，检测断面间距宜为 10m~20m。

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 隧道贯通测量应符合现行国家标准《城市轨道交通工程测量规范》GB/T 50308 的规定。在贯通面上横向贯通中误差应为 50mm；高程贯通中误差应为 25mm。

6.5.3 隧道贯通误差满足本标准第 6.5.2 条要求后，隧道内控制网应与隧道外控制点联测，并按本标准第 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/T 50308 的规定。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 隧道二衬施工完成后，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，锚箱施工测量应采用本标准第 6.5.4 条新建立的控制网，并按本标准第 5.4 节的技术要求进行施工测量。

7 轨道梁的制作与安装测量

7.1 一般规定

7.1.1 轨道梁应包括预制混凝土轨道梁、现浇混凝土轨道梁和钢轨道梁。轨道梁制作、安装及线形调整的测量应根据轨道梁形式和特点确定。

7.1.2 预制混凝土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 预制混凝土轨道梁和钢梁出场前应复测梁长、梁宽、梁高、支座位置、顶面线形、侧面线形以及预埋件安装位置。

7.1.4 预制混凝土轨道梁安装前应检测盖梁上的锚箱基座板、预留锚栓孔或临时支撑等的平面位置及高程。现浇混凝土轨道梁施工和钢梁安装前应检测桥墩垫石顶的高程、中心坐标以及每孔跨距。

7.1.5 轨道梁架设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 有关要求对线形进行测量。

7.1.6 平面和高程放样测量极限中误差应为允许偏差的 1/2。

7.2 轨道梁制作测量

7.2.1 预制混凝土轨道梁制作前应对模板系统总装精度进行检测，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应为 2mm；工作面表面平整度应为 $2\text{mm}/\text{m}^2$ ；

2 端模长、宽、高尺寸偏差应为 0.5mm，接缝板预埋槽座尺寸偏差应为 1mm；预应力筋孔位置偏差应为 2mm；

3 底模台车顶面平整度应为 $2\text{mm}/\text{m}^2$ ；活动平台之间及活动平台与车体顶面接缝应为 3mm；

4 梁端底膜横坡或纵坡偏差应为 $2/1000\text{rad}$ 。

7.2.2 预制混凝土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、28d 龄期成品测量、出厂前成品测量和预埋件测量。放线测量中误差应为允许偏差的 $1/2$ 。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

序号	测量项目	测量位置	允许偏差 (mm)	测量方法
1	梁长 (弦长)	—	2	钢尺、管式测力器测量
2	跨度	—	2	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)	1	U 形尺、钢尺、等高块测量
4	底部预埋件位置	—	2	钢尺测量

2 支座安装测量项目、允许偏差和测量方法应符合表 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

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

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

4 侧模安装测量项目、测量位置、允许偏差和测量方法应符合表 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

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

5 脱模后成品测量项目、允许偏差和测量方法应符合表 7.2.2-5 的规定。其中，一次张拉后成品测量、二次张拉后成品测量、28d 龄期成品测量、出厂前成品测量项目应包括表 7.2.2-5 序号 1~4 项。

表 7.2.2-5 成品轨道梁测量项目、允许偏差和测量方法

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

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

序号	测量项目	允许偏差（mm）	测量方法	
1	信号环线用防护管水平和垂直位置	5	钢尺测量	
2	信号环线引出用防护管位置	10	钢尺测量	
3	弱电电缆支架用预埋螺栓位置	10	钢尺测量	
4	绝缘子支撑螺栓	上部预埋件距梁顶	5	直角尺、钢尺测量
	预埋护套位置	上下中心距	3	直角尺、钢尺测量

续表 7.2.2-6

序号	测量项目	允许偏差 (mm)	测量方法
5	供电环网电缆桥架预埋件位置	纵向 20 横向 10	钢尺测量
6	车体接地板固定预埋套管中心距 安装面边缘距离偏差	2.5	直角尺、钢尺测量
7	馈线电缆保护管位置	30	钢尺测量
8	避雷器电缆保护管位置	30	钢尺测量
9	车体接地电缆保护管位置	30	钢尺测量
10	计轴电缆保护管位置	30	直角尺、钢尺测量

7.2.3 对制作预制混凝土轨道梁的模板应定期进行零调整测量，零调整后模板允许偏差应符合表 7.2.3 的规定。

表 7.2.3 模板零调整测量项目和允许偏差

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

7.2.4 预制混凝土轨道梁出厂前应进行验收测量，验收测量应符合本标准表 7.2.2-5 的规定。

7.2.5 预制混凝土轨道梁预制场应设置沉降观测基点，应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 现浇混凝土轨道梁模板安装测量项目和允许偏差应符合表 7.2.6 的规定。

表 7.2.6 模板安装测量项目和允许偏差

序号	测量项目		允许偏差 (mm)
1	模板轴线与设计位置的偏差	基础、承台 (前后左右)	10
		墩柱、盖梁 (墩帽) (前后左右)	5
		梁、柱	5
2	表面平整度	基础、承台	5
		墩柱、盖梁 (墩帽)	5
3	高程	承台	15
		墩柱	0~+30
		盖梁	3
4	模板的侧向弯曲	墩、柱	$h/1000$
		梁、板	$L/1500$
5	梁、柱、板两模板内侧高度或宽度		0~+10

注: 1 h 为柱的高度;

2 L 为梁、板跨度。

7.2.7 现浇混凝土轨道梁应根据桥墩垫石顶的高程、中心坐标进行模板安装。模板宜具备可调式功能, 并应满足轨道梁线形、尺寸及预埋件位置要求。现浇混凝土成品梁测量项目、允许偏差和测量方法应符合本标准表 7.2.2-5 的规定。

7.2.8 钢轨道梁拼装应符合设计要求, 成品钢轨道梁测量项目及允许偏差应符合本标准表 7.2.2-5 的规定。

7.3 轨道梁安装测量

I 基本要求

7.3.1 轨道梁安装前, 应按本标准表 7.2.2-5 规定对成型轨道

梁外形尺寸进行检查测量，检查合格后方可安装。

7.3.2 轨道梁安装前，应按本标准第 5.3 节有关规定，对成型盖梁上基座板、预留锚栓孔或临时支撑的平面位置和高程以及相邻墩柱间基座板、预留锚栓孔或临时支撑的中心距离进行检测。

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、轨道梁端轨面横坡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，应按本标准表 3.2.13 三等平面控制网观测技术要求对每榀轨道梁在支座处的线路中心点进行坐标测量；

2 轨道梁轨面高程测量时，应按本标准第 3.3 节二等水准测量技术要求对每榀轨道梁支座处的轨面线路中心点进行高程测量；

3 轨道梁端轨面横坡测量时，可采用水准测量或水平尺配合塞尺的测量方法，允许偏差应为 $\pm 7/1000\text{rad}$ ；

4 左右线轨道梁中心间距测量宜采用钢尺丈量法，2 次测量较差应为 1mm。

7.3.4 轨道梁安装允许偏差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 的规定。

II 简支梁体系轨道梁安装

7.3.5 轨道梁吊装至盖梁上方后，应根据盖梁上支座锚箱或预留锚栓孔中心位置，利用全站仪指挥落梁。

7.3.6 轨道梁落梁后初次线形调整应符合下列规定：

1 轨道梁吊装 24h 后，线形调整前应进行桥墩沉降观测；

2 梁体平面位置、梁顶标高、梁顶横坡、纵坡、支座平面位置及相邻轨道梁间的错台等应根据设计线形调整；

3 轨道梁线形调整宜从曲线中的圆曲线段开始，分别向两端缓和曲线段、直线段顺序进行；

4 左右线线路并行时，应同时进行线形调整；

5 线形调整应以每一片简支轨道梁为调整节点，直线段宜以不少于3片梁为单元进行整体调整，曲线段应以整个曲线段为单元进行整体调整，车站应以整个车站轨道梁为整体进行线形调整；

6 线形调整后，应重新进行校核测量。

III 连续梁体系轨道梁安装

7.3.7 预制混凝土梁吊装定位和每榀轨道梁线形调整测量应符合本标准第7.3.5条和第7.3.6条的规定。

7.3.8 预制混凝土梁间后浇带施工测量应符合下列规定：

- 1 底模、侧模安装后的线形和位置应满足后浇带设计要求；
- 2 混凝土浇筑过程中，应利用全站仪对模板线形进行变形监测；
- 3 混凝土固结后应进行顶面平整度和线形测量。

7.3.9 简支梁形成一联连续梁后，其线形测量和线形调整测量应符合下列规定：

- 1 根据设计要求，应对轨道梁的平面位置、高程、轨面超高和线间距进行检核测量；
- 2 根据检核测量成果，通过可调节永久支座和临时支座对不符合设计要求的轨道梁进行线形调整；
- 3 轨道梁线形调整宜从曲线中的圆曲线段开始，分别向两端缓和曲线段、直线段顺序进行；
- 4 线形调整后，应重新进行检核测量。

7.3.10 车辆上线运行3个月后，应进行线路线形检测，并应提供线形测量成果和线路调整建议。

7.3.11 轨道梁线形调整测量，平面线形宜采用弦线法或极坐标法，竖向线形宜采用水准测量方法，测量中误差应为 $\pm 1\text{mm}$ 。

7.4 道岔安装测量

7.4.1 道岔安装测量应包括高架道岔系统和地面道岔系统（含

隧道内折返段的道岔系统)的安装测量。

7.4.2 高架道岔平台或者地面道岔池施工完成后,应进行道岔安装测量。道岔安装测量分为道岔凸台模板安装测量、道岔底板和走形轨安装测量、道岔凸台混凝土浇筑和道岔梁安装测量。

7.4.3 道岔施工宜在岔前岔后锚箱施工完成后进行。

7.4.4 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,应以二等或三等平面控制点或二等、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,并将其中心点连线,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。

7.4.5 道岔凸台模板测量放线宜采用极坐标法进行。道岔凸台模板放样偏差应符合下列规定:

- 1 道岔凸台结构尺寸允许偏差应为 10mm;
- 2 道岔凸台轴线位置允许偏差应为 5mm;
- 3 道岔凸台标高允许偏差应为 10mm。

7.4.6 道岔底板和走形轨安装测量应采用穿线法或极坐标法确定底板轴线。道岔底板和走形轨允许偏差应符合下列规定:

- 1 同组道岔各底板轴线与测量基线的允许偏差应为 2mm;
- 2 同组道岔各底板中心距允许偏差应为 3mm;
- 3 同组道岔首末底板中心距允许偏差应为 5mm;
- 4 同组道岔各底板间的高程允许偏差应为 3mm;
- 5 同一底板的高程允许偏差应为 2mm;
- 6 走形轨安装同一走行轨的高程允许偏差应为 1mm;
- 7 同组道岔的两相邻台车走行轨的轨顶面高低偏差应为 2mm。

7.4.7 道岔底板和走形轨放线符合要求后,方可进行道岔凸台混凝土浇筑;浇筑完成后,应检测道岔凸台、道岔底板和走形轨的轴线和高程,并应符合设计要求。

7.4.8 道岔钢梁平面线形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，轴线点偏差和转辙距离应根据平面坐标值计算，并与设计值比较分析后进行线形调整。直线状态轴线点允许偏差应为2mm，曲线状态转辙距离允许偏差应为3mm。

7.4.9 道岔钢梁顶面高程采用水准测量方法测定，高程允许偏差应为2mm，相邻两节道岔钢梁高程允许偏差应为2mm。

8 车辆基地测量

8.0.1 车辆基地测量应包括控制测量、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（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线路一致，起算数据应采用一等或二等平面控制点与一等或二等水准高程控制点。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他测量资料；
- 5 其他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三等控制网，测量技术要求均应符合本标准第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二等水准网，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/T 50308的规定。

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/T 50308 的规定。

住房和城乡建设部信息公开
浏览专用

9 设备安装测量

9.1 一般规定

- 9.1.1 设备安装测量应包括接触网、车站站台沿与屏蔽门、隔断门、检修通道、信号和线路标志的安装测量。
- 9.1.2 设备安装测量方案应根据设备特点和设计要求编制。
- 9.1.3 设备安装测量应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 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测量，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 5mm，上下绝缘子固定预埋管之间的距离偏差应为 1.5mm，绝缘子固定预埋管垂直度偏差应为 3°；
 - 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 2.5mm。
- 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 3mm；
- 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 车站站台沿与屏蔽门安装测量

9.3.1 车站站台沿和屏蔽门安装测量应根据施工设计图和有关施工规范的技术要求确定。

9.3.2 车站站台沿和屏蔽门放样测量应符合本标准第 9.1.3 条的规定，放样测量中误差应为 2mm。放样完成后应对放样点进行复核，并应检核放样点间相邻几何关系。

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应为 3mm。

9.3.4 屏蔽门安装测量还应符合下列规定：

- 1 屏蔽门安装前应进行站台安装位置平整度检测；
- 2 放样点应根据车站屏蔽门安装设计图确定，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应为 10mm。

9.3.5 屏蔽门安装完成后应检测平面点到基准线的距离，该距离与设计值的允许偏差应为 0~+5mm。

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允许偏差应为 2mm，门框高程与设计值较差不应大于 3mm，放样测量中误差应分别为 1mm、1.5mm。

9.4.3 隔断门导轨支撑基础高程应采用水准测量方法测定，其与设计高程的较差不应大于 2mm，放样测量中误差应为 1mm。

9.5 检修通道安装测量

9.5.1 检修通道安装测量应包括预埋件放样测量、检修通道组件规格检测、检修通道架设条件检测、安装完成后的检测工作。

9.5.2 检修通道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任意设站后方边角交会法，放样点平面中误差应为允许偏差的 1/2；高程放样宜采用水准测量或电磁波测距三角高程法，放样点高程中误差应为允许偏差的 1/2；

2 预埋钢板中心平面位置与设计值允许偏差横向、纵向均应为 6mm，高程与设计值允许偏差应为 10mm；

3 预埋钢板平面旋转允许偏差应为 3/100rad；

4 预埋钢板应保持水平，其上最高点与最低点间的高差不应大于 3mm。

9.5.3 检修通道组件规格检测要求应符合表 9.5.3 的规定。

表 9.5.3 检修通道组件规格检测要求

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

注：1 表中工字钢梁间距仅在采用整组吊装方式时检测；

2 工字钢梁为曲线形时，还应对曲线规格进行检查。

9.5.4 检修通道架设条件检测要求应符合表 9.5.4 的规定。

表 9.5.4 检修通道架设条件检测要求

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 检修通道安装前应根据本标准第 9.5.3 条、第 9.5.4 条的检测项目和检测要求对检测结果进行综合分析。同时，检修通道构件规格也应满足现场检修通道架设条件要求。

9.5.6 检修通道安装完成后的检测工作应符合表 9.5.6 的规定。

表 9.5.6 检修通道安装完成后的检测工作

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
检修通道顶面	高程	5	2	全站仪测量
	平整度	4	2	全站仪测量
检修通道沿线 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、减速标志和停车线标志的放样测量，放样测量应采用极坐标法，并应符合下列规定：

- 1 放样测量中误差应为 30mm；
- 2 信号标志里程位置允许偏差应为 100mm；
- 3 相对于线路中心线的横向偏差应为 30mm。

9.6.2 线路标志安装测量应包括线路的千米标、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，并应符合下列规定：

- 1 放样测量中误差应为 30mm；
- 2 线路标志里程允许偏差应为 100mm。

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 变形监测方案应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编制。同时，还应编制突发地质、气象等自然灾害或施工风险，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 变形监测工作应根据全线或各施工段开工时间、工程进度以及工程需要进行。

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和适用范围应符合表 10.1.7 的规定。

表 10.1.7 变形监测的等级划分和适用范围

变形监测等级	适用范围
I	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	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	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	水平位移监测		垂直位移监测		往返较差、 附和或 环线闭合差 (mm)
	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)	
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 2 次测量。当相应观测数据的较差满足本标准第 10.1.7 条的规定时，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、地面和上部都进行变形监测时，监测点宜设置在同一断面并同步进行监测工作；

4 观测记录除应包括日期、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、岩土条件以及突发地质、气象等自然灾害或施工风险等情况的简单描述；

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 变形监测成果应进行综合分析，其中应分析气象条件、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 监测项目变形控制值及监测预警值应依据设计要求、工程实际和现行国家标准《城市轨道交通工程监测技术规范》GB 50911 制定。

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，基准线两端应设校核点；

2 控制网点宜采用强制对中装置，对中误差应为 0.5mm；

3 控制网宜与工程首级平面控制网进行联测；

4 当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表 10.2.2 的规定；

表 10.2.2 水平位移监测控制网主要技术要求

等级	相邻基准点的点位中误差 (mm)	平均边长 (m)	测角中误差 (")	最弱边相对中误差	全站仪等级	水平角观测测回数	距离观测测回数	
							往返	返测
I	1.5	150	1.0	$\leq 1/120000$	I 级全站仪	9	4	4
II	3.0	150	1.8	$\leq 1/70000$	I 级全站仪	6	3	3
III	6.0	150	2.5	$\leq 1/40000$	I 级全站仪	4	2	2

注：当 II 等、III 等监测控制网采用 II 级全站仪测量时，水平角观测测回数应分别为 9 测回、6 测回。

5 当采用 GNSS 控制网时，应采用双频 GNSS 接收机进行观测，并利用广播星历进行基线解算。

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，并应布设成附合、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；当受条件限制时，在变形区内也可埋设深层金属管基准点，其金属管底应埋设在变形影响深度以下；

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，应分别符合表 10.2.3-1 和表 10.2.3-2 的规定。

表 10.2.3-1 垂直位移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, 附合或环线闭合差 (mm)	检测已测高差之较差 (mm)
I	0.3	0.07	$0.15\sqrt{n}$	$0.2\sqrt{n}$
II	0.5	0.15	$0.30\sqrt{n}$	$0.4\sqrt{n}$
III	1.0	0.30	$0.60\sqrt{n}$	$0.8\sqrt{n}$

注: n 为测站数。

表 10.2.3-2 水准测量观测技术要求

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)
I	DS05	因瓦	≤ 15	≤ 0.3	≤ 1.0	0.5	≤ 0.3	≤ 0.4
II	DS05	因瓦	≤ 30	≤ 0.5	≤ 1.5	0.5	≤ 0.3	≤ 0.4
III	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 监测内容应根据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按表 10.3.2 选择。

表 10.3.2 结构施工期间变形监测内容

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
	其他	地基回弹、围岩内部变形、围岩压力、围岩弹性波速测试、分层地基土沉降、爆破震动、孔隙水压力等	位移计、压力盒、波速仪、爆破震动测试仪、孔隙水测压计等

10.3.3 监测点位选埋应根据监测项目特点、施工工法和工程进度及时埋设。监测点断面应标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应符合下列规定：
 - 1) 高架桥墩柱沉降监测点应埋设在距地面 0.5m 及以上处，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应符合下列规定：
 - 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 10m~50m, 同一监测断面监测点横向间距宜为 2m~10m。

3 周边环境监测点应根据建(构)筑物、地表、管线等变形特点埋设, 并应符合现行国家标准《城市轨道交通工程测量规范》GB/T 50308 的规定。

10.3.4 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、小角法或基准线法;

2 垂直位移可采用水准测量、静力水准测量或三角高程测量方法;

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 应力的监测可采用应力计、应变计或钢筋计等方法。

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

10.3.6 变形监测频率应根据变形速度以及施工状况确定。明挖基坑变形监测频率选择应符合现行国家标准《城市轨道交通工程监测技术规范》GB 50911 的规定, 高架桥施工监测频率应按表 10.3.6-1 的要求选择, 隧道施工监测频率应按表 10.3.6-2 的要求选择。

表 10.3.6-1 高架桥施工监测频率

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

表 10.3.6-2 隧道施工监测频率

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

10.3.7 当建设期间突发地质、气象等自然灾害或施工风险时，应启动应急监测方案，并应符合下列规定：

- 1 应根据对工程实际影响特点，完善原应急监测方案，并经专家审查通过后实施；
- 2 危险或不便进入的现场宜进行远程自动化监测。

10.4 运营线路变形监测

10.4.1 运营线路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相关线路和周边环境应进行变形监测：

- 1 施工阶段监测对象仍未稳定，仍要继续进行监测的项目；
- 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地段；
- 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下列作业行为的地段：

- 1) 新建、扩建、改建或拆除建（构）筑物；
- 2) 敷设管线、挖掘、爆破、地基加固、打井；
- 3) 在过江、河隧道段挖沙、疏浚河道；
- 4) 其他大面积增加或减少载荷的活动。

10.4.3 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、各结构衔接处两侧，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) 当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第 10.3.4 条的规定。

10.4.5 变形监测技术要求应符合本标准第 10.1.7 条和第 10.1.8 条的规定。

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

3 当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 线路运营保护区内开展专项监测时，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，各项资料应完整；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，绘制变形时态等曲线图；

3 应根据变形时态曲线的形态，结合变形体和环境现状，对监测成果进行回归分析，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 根据本标准第 10.1.8 条、第 10.1.10 条的要求和变形体变形程度，以及可能产生的安全隐患，确定变形监测信息的等级和不同等级监测信息的反馈渠道；

2 各项监测信息应及时上报和处理。

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 根据信息化施工和管理的要求，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，宜能实现监测数据采集、处理、分析、查询和管理一体化。

11 质量检查与验收

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制度，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执行下列文件有关要求：

- 1 国家有关城市轨道交通的技术标准；
- 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 测量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情况之一时，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有关要求；
- 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 所有观测记录、计算和分析结果应进行一级检查。
- 2 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 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记录, 问题处理记录以及质量评定记录等。质量检查与验收工作完成后, 应编写质量检查与验收报告, 应与测量成果一并归档。

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, 直至满足设计书和国家现行有关技术标准的有关要求。

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, 检查出的错漏经修改并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 数据处理方法应正确, 各项技术指标应符合技术设计书和有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，外业抽检不应少于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 对不合格的测量成果经整改后，应重新进行检查。

11.2.7 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 测量成果质量验收宜采用抽样核查方式，并应符合下列规定：

1 各测量阶段成果应分别进行质量验收；

2 分多期测量时，应随机抽取不少于期数的10%作为样本，且至少应为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，且应包括下列主要内容：

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。

11.3.4 测量成果质量验收使用仪器设备时，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。

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

- 1) 表示很严格，非这样做不可的：
正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；
- 2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：
正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；
- 3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：
正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；
- 4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文申指明应按其他有关标准执行的写法为：“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/T 50308
- 2 《跨座式单轨交通施工及验收规范》GB 50614
- 3 《城市轨道交通工程监测技术规范》GB 50911
- 4 《国家一、二等水准测量规范》GB/T 12897
- 5 《地理空间数据交换格式》GB/T 17798
- 6 《房产测量规范 第1单元：房产测量规定》GB/T 17986.1
- 7 《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
- 8 《城市测量规范》CJJ/T 8
- 9 《卫星定位城市测量技术标准》CJJ/T 73
- 10 《地籍调查规程》TD/T 1001