

四川省工程建设地方标准

四川省城市轨道交通矿山法隧道
施工技术标准

Technical standard for mining tunnel method of
urban rail transit in Sichuan Province

DBJ51/T 148 – 2020

主编部门：四川省住房和城乡建设厅

批准部门：四川省住房和城乡建设厅

施行日期：2020年11月1日

西南交通大学出版社

2020 成都

四川省工程建设地方标准
四川省城市轨道交通矿山法隧道施工技术标准
Technical standard for mining tunnel method of
urban rail transit in Sichuan Province
DBJ51/T 148 – 2020

*

西南交通大学出版社出版、发行
(四川省成都市金牛区二环路北一段 111 号西南交通大学创新大厦 21 楼)
各地新华书店、建筑书店经销
成都蜀通印务有限责任公司印刷

*

成品尺寸：140 mm × 203 mm 印张：5 字数：131 千
2020 年 10 月第 1 版 2020 年 10 月第 1 次印刷
定价：**36.00** 元

统一书号：155643 · 85

版权所有 盗版必究（举报电话：028-87600562）

图书如有印装质量问题，本社负责退换
(邮政编码 610031)

网 址：<https://www.xnjdcbs.com>

网上书店：<https://xnjtdxcbs.tmall.com>

关于发布工程建设地方标准的通知

川建标发〔2020〕183号

各市州及扩权试点县住房城乡建设行政主管部门，各有关单位：

经我厅组织专家审查通过，现批准以下6项为四川省推荐性工程建设地方标准（见附件）。

四川省住房和城乡建设厅

2020年7月3日

附件

4

序号	地方标准名称	主编单位	标准号	实施时间
1	四川省建筑与桥梁结构监测实施与验收标准	四川大学、重庆大学	DBJ51/T144-2020	2020.11.1
2	四川省现浇混凝土钢丝网架免拆模板保温系统技术标准	中国建筑西南设计研究院有限公司	DBJ51/T145-2020	2020.11.1
3	胶轮有轨电车交通系统设计标准	中铁二院工程集团有限责任公司，比亚迪勘察设计院有限公司	DBJ51/T146-2020	2020.11.1
4	胶轮有轨电车交通系统施工及验收标准	中铁二院工程集团有限责任公司，比亚迪勘察设计院有限公司	DBJ51/T147-2020	2020.11.1
5	四川省城市轨道交通矿山法隧道施工技术标准	成都轨道交通集团有限公司、中建三局集团有限公司	DBJ51/T148-2020	2020.11.1
6	四川省被动式超低能耗建筑技术标准	中国建筑西南设计研究院有限公司	DBJ51/T149-2020	2020.11.1

前 言

根据四川省住房和城乡建设厅《关于下达工程建设地方标准〈四川省城市轨道交通矿山法隧道施工技术标准〉编制计划的通知》(川建标发〔2018〕922号)的要求,成都轨道交通集团有限公司和中建三局集团有限公司作为主编单位,会同有关勘察设计单位、施工单位等共同组成编制组,在总结省内城市轨道交通矿山法隧道施工实践经验和专项课题研究成果的基础上,参考现行国家标准、行业标准,并在广泛征求意见的基础上,制定本标准。

本标准共分 19 章和 2 个附录,主要技术内容是:1 总则;2 术语;3 基本规定;4 施工准备;5 施工测量;6 超前地质预报;7 洞口工程;8 辅助坑道工程;9 施工方法;10 超前支护与加固;11 开挖;12 初期支护;13 二次衬砌;14 防排水;15 联络通道及泵房;16 施工监测;17 风、水、电临时设施及通风防尘;18 施工安全与环境保护;19 工程验收。

本标准由四川省住房和城乡建设厅负责管理,由成都轨道交通集团有限公司负责具体内容的解释。本标准在执行过程中,请各使用单位注意收集资料,总结经验,并及时将问题、意见和建议反馈给成都轨道交通集团有限公司(地址:成都市武侯区天府大道中段 396 号;邮政编码:610041;电话:028-85292575;邮箱:zengsaitang@126.com),供今后修订时参考。

主 编 单 位：成都轨道交通集团有限公司

中建三局集团有限公司

参 编 单 位：成都市建设工程质量监督站轨道交通分站

中建三局基础设施建设投资有限公司

中国建筑西南勘察设计研究院有限公司

中铁二局第二工程有限公司

中煤科工集团重庆研究院有限公司

四川鑫华爆破拆除工程有限公司

主要起草人：时亚昕 宋 芑 任志平 杨栓民

吴小春 赵阶勇 杨庭友 段军朝

杜福祥 赵云鹏 曾赛堂 张俊杰

辜文凯 董洪凯 蔡友刚 白 璐

刘军安 王 旭 杨加勇 杜 飞

郑立宁 牛 良 姚 峰 程 广

蔡志刚

主要审查人：杨其新 卢建康 安从志 晏启祥

任庆铨 符文熹 崔颖哲

目 次

1	总 则	1
2	术 语	2
3	基本规定	4
4	施工准备	6
4.1	一般规定	6
4.2	施工调查	6
4.3	技术准备	7
4.4	资源准备	9
4.5	施工现场准备	10
4.6	施工降水	11
5	施工测量	15
5.1	一般规定	15
5.2	地面控制测量	15
5.3	联系测量	18
5.4	隧道内控制测量	20
5.5	掘进施工测量	21
5.6	贯通测量	24
5.7	隧道内控制点恢复测量	25
5.8	结构限界测量	26
6	超前地质预报	28

6.1	一般规定	28
6.2	地质调查法	29
6.3	钻探法	31
6.4	物探法	33
6.5	信息管理	35
7	洞口工程	37
7.1	一般规定	37
7.2	洞口开挖及防护	38
7.3	洞口段施工	39
8	辅助坑道工程	41
8.1	一般规定	41
8.2	竖井	42
8.3	斜井	45
8.4	横向通道与平行导洞	49
9	施工方法	51
9.1	一般规定	51
9.2	全断面法	52
9.3	台阶法	52
9.4	单侧壁导洞法	53
9.5	双侧壁导洞法	53
9.6	(交叉)中隔壁法	54
10	超前支护与加固	55
10.1	地层注浆加固	55
10.2	超前管棚	56

10.3	超前小导管	57
10.4	冻结加固法	58
10.5	其他超前支护	60
11	开挖	61
11.1	一般规定	61
11.2	钻爆开挖	62
11.3	机械开挖	66
11.4	隧道内运输	67
11.5	超欠挖控制	69
12	初期支护	71
12.1	钢架	71
12.2	系统锚杆	72
12.3	钢筋网	73
12.4	喷射混凝土	74
13	二次衬砌	78
13.1	一般规定	78
13.2	衬砌钢筋	79
13.3	模筑衬砌混凝土	80
14	防排水	83
14.1	一般规定	83
14.2	施工防排水	83
14.3	结构防排水	85
14.4	注浆防水	87
15	联络通道及泵房	89

16	施工监测	90
16.1	一般规定	90
16.2	监测项目及测点布设	91
16.3	监测方法及技术要求	95
16.4	监测频率	96
16.5	监测项目控制值和预警	97
16.6	监测成果及信息反馈	99
17	风、水、电临时设施及通风防尘	100
17.1	供电和照明	100
17.2	供风和供水	101
17.3	通风防尘及防有害气体	102
18	施工安全与环境保护	104
18.1	一般规定	104
18.2	施工安全	104
18.3	环境保护	105
19	工程验收	106
19.1	一般规定	106
19.2	工程质量验收	106
	附录 A 全站仪的分级标准	108
	附录 B 矿山法隧道现场巡查表	109
	本标准用词说明	111
	引用标准名录	113
	附：条文说明	115

Contents

1	General	1
2	Terms	2
3	Basic provisions	4
4	Construction preparations	6
	4.1 General provisions	6
	4.2 Construction investigation	6
	4.3 Technical preparation	7
	4.4 Resources preparation	9
	4.5 Preparation at the construction site	10
	4.6 Construction precipitation	11
5	Construction survey	15
	5.1 General provisions	15
	5.2 Ground control survey	15
	5.3 Connection survey	18
	5.4 In-tunnel control survey	20
	5.5 Tunneling construction survey	21
	5.6 Holing-through survey	24
	5.7 In-tunnel control point restoration survey	25
	5.8 Structure clearance survey	26
6	Advanced geological forecast	28
	6.1 General provisions	28
	6.2 Geological survey method	29
	6.3 Drilling method	31

6.4	Geophysical prospecting method	33
6.5	Information management	35
7	Tunnel portal engineering	37
7.1	General provisions	37
7.2	Portal excavation & protection	38
7.3	Portal section construction	39
8	Access adit engineering	41
8.1	General provisions	41
8.2	Vertical shaft	42
8.3	Inclined shaft	45
8.4	Adit & parallel heading	49
9	Construction methods	51
9.1	General Provisions	51
9.2	Full-face excavation method	52
9.3	Bench cut method	52
9.4	Single side drift method	53
9.5	Double side drift method	53
9.6	Center diaphragm (CD& CRD) method	54
10	Advanced support & reinforcement	55
10.1	Preliminary grouting	55
10.2	Advanced pipe Shed	56
10.3	Advanced ductule	57
10.4	Freezing reinforcement method	58
10.5	Other advanced supports	60

11	Excavation	61
11.1	General provisions	61
11.2	Blasting excavation	62
11.3	Mechanical excavation	66
11.4	In-tunnel transportation	67
11.5	Back break control	69
12	Primary support	71
12.1	Steel frame	71
12.2	System rockbolts	72
12.3	Bar-mat reinforcement	73
12.4	Shotcrete	74
13	Secondary Lining	78
13.1	General provisions	78
13.2	Lining reinforcement	79
13.3	Formworking lining concrete	80
14	Waterproofing & drainage	83
14.1	General provisions	83
14.2	Construction waterproofing & drainage	83
14.3	Structure waterproofing & drainage	85
14.4	Grouting waterproofing & drainage	87
15	Cross passage & pump house	89
16	Monitoring measurement	90
16.1	General provisions	90
16.2	Monitoring items & layout requirements of monitoring points	91

16.3	Monitoring methods & technical requirements	95
16.4	Monitoring frequency	96
16.5	Monitoring item control value & early warning	97
16.6	Monitoring results & information feedback	99
17	Temporary facilities for air, water and electricity and ventilation & dust prevention	100
17.1	Power supply & lighting	100
17.2	Air & water supply	101
17.3	Ventilation, dust prevention & harmful gas prevention	102
18	Construction safety & environmental protection	104
18.1	General provisions	104
18.2	Construction safety	104
18.3	Environmental protection	105
19	Acceptance of project	106
19.1	General provisions	106
19.2	Acceptance of engineering quality	106
Appendix A	grading standard of total station	108
Appendix B	On-site patrol inspection table for tunnel by mine tunneling method	109
	Explanation of wording in this code	111
	List of quoted standards	113
	Addition: explanation of provisions	115

1 总 则

1.0.1 为加强四川省城市轨道交通矿山法隧道施工技术管理，完善施工技术标准，促进技术进步，保证施工质量，做到技术先进、工艺合理、安全可靠、节约资源、保护环境、经济合理，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于四川省城市轨道交通隧道矿山法施工。

1.0.3 本标准为四川省城市轨道交通矿山法隧道施工的基本要求，当设计文件对施工有专门要求时，尚应符合设计文件规定。

1.0.4 四川省城市轨道交通矿山法隧道施工除应符合本标准外，还应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 城市轨道交通 urban rail transit

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

2.0.2 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。

2.0.3 超前地质预报 geology forecast

在分析既有地质资料的基础上,采用地质调查、物探、超前地质钻探等手段,对隧道开挖工作面前方的地下水、有害气体、工程地质和水文地质条件,以及不良地质体的工程性质、位置、产状、规模等进行探测、分析、判断及预报。

2.0.4 近井导线 adjacent traverse

附合在一、二等卫星定位点或三等精密导线点上,为测设近井点而布置的导线。

2.0.5 近井水准 adjacent levelling route

附合在一、二等水准点上,为测设近井高程点而布置的水准线路。

2.0.6 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。

2.0.7 较差 differential observation

同一未知量的两个观测值之间的差值。

2.0.8 建筑限界 structure gauge

在设备限界基础上，满足设备和管线安装尺寸后的最小有效断面。

2.0.9 物探法 geophysical prospecting

利用物理学的原理、方法和专门的仪器，探测并综合分析地质体或地质构造形态的勘探方法。

2.0.10 联络通道 connecting bypass

连接同一线路区间上下行的两个行车隧道的通道或门洞，在列车于区间遇火灾等灾害，或因事故停运时，供乘客由事故隧道向无事故隧道安全疏散使用。

2.0.11 工程监测等级 monitoring measurement grade

根据隧道工程自身、周边环境和地质条件等的风险大小，对工程监测进行的等级划分。

2.0.12 监测项目控制值 controlled value for monitoring

为满足工程支护结构安全及环境保护要求，控制监测对象的状态变化，针对各监测项目的检测数据变化量所设定的受力或变形的设计允许值的限制。

3 基本规定

3.0.1 工程开工前应按照现行国家标准《地铁工程施工安全评价标准》GB 50715 和《城市轨道交通地下工程建设风险管理规范》GB 50652 的规定进行施工风险评估并制定安全应急预案。

3.0.2 工程开工前应制定项目管理规划，重点加强注浆加固、锚喷支护、二次衬砌、超前地质预报、监控量测等过程控制，注重防排水、接口工程、预制构件等的细节管理。

3.0.3 施工单位质量保证体系应符合现行国家标准《质量管理体系 基础和术语》GB/T 19000 的规定，并应对工程质量进行全过程控制。

3.0.4 施工单位职业健康和环境保护管理体系应符合现行国家标准《职业健康安全管理体系要求及使用指南》GB/T 45001 和《环境管理体系 要求及使用指南》GB/T 24001 的规定，并应制定实施性管理计划并加以落实。

3.0.5 工程所用的原材料、预制品等应有合格证和出厂质量证明等资料。

3.0.6 当采用爆破施工时，应事先编制爆破方案，并符合现行国家标准《爆破安全规程》GB 6722 的有关要求。爆破专项施工方案须组织专家论证，并经当地政府主管部门批准后方可实施。

3.0.7 在复杂地质条件或环境下，应对施工方案进行专题研究，推广新技术、新工艺、新材料、新设备的应用。

3.0.8 对永久性测量标桩和地质、地震观测桩等应予保护，如需改动，应报相关部门批准。

3.0.9 施工中如发现文物应妥善保护，并应及时报请有关部门处理。

3.0.10 施工期间应对邻近的建筑物、地下管线、道路与轨道交通线路、机场等进行监测，并应对重要或有特殊要求的建（构）筑物、管线、既有线等采取必要的保护措施。

3.0.11 隧道工程施工应建立信息管理系统并定期维护，洞内外应建立通信联络系统，必要时建立可视监控系统，保证工程施工管理信息传递及时、可靠有效。

4 施工准备

4.1 一般规定

- 4.1.1 施工前应熟悉设计文件，领会设计意图，应完成现场调查和设计文件核对、会审、交底工作。
- 4.1.2 施工前应编制施工组织设计，重点部位、难点部位和专项工程应分别编制施工方案。
- 4.1.3 施工单位应在施工前对风险工程进行再分析与评价，并编制危险性较大的分部或分项工程专项施工方案。

4.2 施工调查

- 4.2.1 施工调查前应查阅设计文件和相关资料，制定调查大纲。调查结束后根据调查情况编写书面的施工调查报告。
- 4.2.2 对工程影响范围内的地面建（构）筑物应进行现场踏勘和调查，对需加固的建（构）筑物应进行详细调查，并应提前做好施工方案。
- 4.2.3 对工程影响范围内的地下障碍物、地下构筑物及地下管线等应进行调查，必要时进行探查。
- 4.2.4 施工调查应包括下列内容：
 - 1 地理环境、气象资料、交通要求、地下空洞、文物、古墓、居民点的社会状况和民风民俗。
 - 2 施工运输道路、水源、供电、通信、施工场地、征地拆迁情况、弃渣场地及容纳能力、环水保要求等。

3 施工场地及周边的道路、桥梁、建（构）筑物、地下地上管线、既有线等周边环境核查。

4 原材料及半成品的品种、质量、价格及供应能力等。爆破器材的供应情况、供货渠道及管理方式等。

5 交通导改涉及地块用地性质、范围、地下管线、周边建筑物及交通量等。

6 可供利用的劳动力资源状况，包括工费、就业情况等。

7 生态、环境保护的一般规定及特殊要求。

8 对隧道施工有直接和间接影响的其他问题。

9 地方生活供应、医疗、卫生、防疫情况。

4.3 技术准备

4.3.1 设计文件核对应包括下列内容：

1 设计文件相互间的一致性、系统性，是否存在差、错、漏、碰。重点是各设计专业接口工程的相互衔接。

2 隧道平面及纵断面参数计算与采用是否正确。

3 设计工程数量计算是否正确，超前地质预报设计内容是否完整。

4 隧道穿越不良地质地段的设计方案、工程措施的合理性、可实施性及应急预警系统是否完善。

5 洞口位置、洞口边、仰坡的稳定程度、辅助坑道的类型和位置等。

6 设计中的电力通信、信号设施以及油管、气管、给排水管等拆迁工程的位置、数量是否与现场一致。

4.3.2 设计交底与图纸会审应包括下列内容：

1 施工单位应先进行设计文件复核，并应在会审中提出复核意见。

2 建设单位应组织设计、监理、施工单位参加设计交底，并进行图纸会审，形成设计交底与图纸会审记录。

3 建设单位应组织勘察、设计、监理与施工单位进行现场勘察交底，并形成勘察交底记录。

4.3.3 地质复杂及高风险隧道应结合周边环境及现场实际情况，分析工程、水文地质资料及周边构（建）筑物情况，进行风险评估，制定专项应急救援预案。

4.3.4 隧道施工前应根据施工条件、地质条件、隧道长度、隧道横断面、隧道埋深、工期要求、环境保护、资源状况等因素编制施工组织设计与专项施工方案，对符合《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》（住房和城乡建设部令第 37 号、建办质〔2018〕31 号文）的专项施工方案须经专家论证通过后方可实施。

4.3.5 施工组织设计与施工方案编制应符合下列规定：

1 施工组织设计编制应包含施工安全措施、工程质量措施、工程进度措施和环保措施等内容，并经相关单位审批后方可组织实施。

2 分部、分项工程施工方案编制应与施工组织设计相一致。

3 测量、检测、试验、临时用水用电方案编制应与施工组织设计相一致。

4.3.6 隧道施工技术交底应实行分级交底制度，施工作业交底应覆盖所有参与工程施工的管理人员、技术人员、作业人员。

4.3.7 施工技术交底应形成书面记录，并履行复核、签认手续，

交底资料应留存备查。

4.3.8 施工前应根据工程特点和环境条件，完成测量和监测的准备工作。

4.4 资源准备

4.4.1 资源配置应与隧道施工方案相匹配，按照拟定的施工方案和进度计划，计算主要材料、设备、关键施工机械的数量及分阶段消耗量，确定分阶段的进场时间、储存及供应数量。

4.4.2 隧道开挖及运输等大型机械配置应按照经济、高效原则进行配套，进场时间要满足项目节点工期安排要求，设备的组合应进行效率与费用的综合技术经济比较并纳入隧道实施性施工组织设计，且应符合下列规定：

1 机械设备的进场时间要满足项目节点工期安排要求且机械性能良好、合格证书等资料齐全，非道路移动机械设备等应具有环保标识。

2 机械设备的组合应进行效率与费用的综合技术经济比较。

3 施工中的关键机械，如钻爆作业设备、混凝土输送泵、空压机、通风机、排水设备等必须有备用数量。

4 施工通风设计应进行风量计算，可选择压入式、混合式或巷道式通风设计。通风机械设备应根据隧道环境条件、长度、作业人员、断面大小、施工方法、设备条件等因素综合确定。

5 为风动机具提供施工供风的空压机，其功率应能满足所有风动机具同时使用时所需用风量和风压，且空压机应设置在洞口附近。

6 隧道内应有足够的照明，必须使用安全变压器，曲线地

段和洞室拐弯处应增加照明,成洞地段应尽量采用节能照明设备。

7 瓦斯隧道施工,应符合现行行业标准《铁路瓦斯隧道技术规范》TB 10120 的规定。

4.4.3 隧道物资材料的配置应满足生产需要、降低成本的要求。按照甲供、自购材料的规格、数量、质量、供应时间节点要求,制定相应的招标采购计划。对于较特殊的物资,应提供较准确的供应计划,如有变化提前通知生产厂家及时调整,确保按时供货。

4.4.4 人力资源配置应按隧道规模、进度安排、工序专业类别等要求,编制人力资源需求和使用计划,在满足施工组织的基础上,实现人力资源精干高效。

4.4.5 资金管理应按照工程规模、进度计划、合同价款及支付条件制定管理目标和计划,编制资金流动计划和财务用款计划,对资金的使用应严格监控。

4.5 施工现场准备

4.5.1 生产区、辅助生产区和办公生活区现场布置应符合下列规定:

1 生产区应按工序有效衔接、布局紧凑等原则,并结合隧道具体情况进行布置。

2 辅助生产区宜邻近隧道洞口布置。需爆破作业时,炸药库设置及炸药配送应满足相关规定。

3 办公生活区应与生产区和辅助生产区分开设置,采取相应的分隔措施保证安全距离。办公生活区宜设在人员相对集中和出入方便的地点。

4.5.2 施工现场布置应包括下列内容:

- 1 办公、生产、生活用房（棚）搭设。
 - 2 材料存放场地和加工场地、构件及设备存放场地、大型机具设备的组装和检修场地布置。
 - 3 施工道路引入与场内道路的布置。
 - 4 施工用水的引入与生产、生活用水和消防设施的布置。
 - 5 施工用电的引入与生产、生活用电的布置。
 - 6 施工用风的引入与供风设备的布置。
 - 7 施工排水设施与排水系统布置。
 - 8 临时弃渣场。
 - 9 安保、环保设施的建设。
- 4.5.3 临时工程施工应符合下列规定：**
- 1 高压、低压电力线路及变压器和通信线路应统一布置、及早建成。
 - 2 各种房屋按其使用性质应符合相应的安全消防规定；房屋区应有通畅的给排水系统，并避开高压电线。
 - 3 隧道内、外施工场所应设置警示标识，并配以相应的警示语句。
 - 4 严禁将办公生活区设置在受洪水、滑坡等自然灾害威胁的地点。
- 4.5.4 施工现场场地应结合不同施工阶段的要求和特点，分期布置。**

4.6 施工降水

- 4.6.1 降水设计应符合下列规定：**
- 1 应明确设计任务和依据。

2 应根据工程地质、水文地质条件、隧道开挖工况、工程环境条件等进行多方案对比分析后，制定降水技术方案。

3 应明确降水井的结构、平面布置及剖面图，以及不同工况条件下的出水量和水位降深。

4 应提出对周边工程环境监测要求，明确预警值、控制值和控制措施。

5 防水层施工、验收前，应保持地下水位稳定在施工作业面以下 0.5 m；若无法达到，采取其他措施。

4.6.2 基岩裂隙地区降水设计应符合下列规定：

1 设计井位应能控制风化层厚度和构造裂隙带。

2 应根据裂隙水的性质结合水文地质条件采用相关评价方式评价涌水量、水位变化，并经抽水试验验证。

3 应根据与区域构造和含水层沟通情况，确定预防突涌措施，并应制定观测方案。

4.6.3 工程降水方法的选择应符合表 4.6.3 的规定。

表 4.6.3 工程降水方法及适用条件

降水方法		适用土质类别	适用渗透系数/ (m/d)	适用降水深度/m
集水明排		填土、黏性土、粉土、 砂土、碎石土	<20.0	<5
降水井	真空井点	粉质黏土、粉土、砂土	0.01 ~ 20.0	单级 ≤ 6，多级 ≤ 12
	喷射井点	粉土、砂土	0.1 ~ 20.0	≤ 20
	管井	粉土、砂土、碎石土、 岩石	>1.0	不限
	渗井	粉质黏土、粉土、砂土、 碎石土	>0.1	不限

4.6.4 降水系统平面布置应根据工程的平面形状、场地条件及建筑条件确定，并应符合下列规定：

1 面状降水工程降水井点宜沿降水区域周边呈封闭状均匀布置，距开挖上口边线不宜小于 1 m。

2 线状、条状降水工程降水井宜采用单排或双排布置，两端应外延条状或线状降水井点围合区域宽度的 1~2 倍布置降水井。

3 降水井点围合区域宽度大于单井降水影响半径或采用截水帷幕的工程，应在围合区域内增设降水井或疏干井。

4 对于多含水层降水宜分层布置降水井点，当确定上层含水层地下水不会造成含水层地下水污染时，可利用一个井点降低多层地下水水位。

4.6.5 降水管理应符合下列规定：

1 降水期间应每天不少于 2 次对抽水设备和运行状况进行维护，降水期间不得随意停抽。

2 抽水应根据隧道的开挖部位、深度和施工进度分期、分批进行，按需降水；在更换水泵时，应测量井深，确定水泵安装的合理深度。

4.6.6 降水监测应符合下列规定：

1 地下水控制工程应进行监测，监测方案应根据地下水控制方法和设计文件要求，结合围护结构综合确定，监测项目根据设计文件确定。

2 监测实施前应编制监测专项方案。

3 监测期应为地下水控制实施全过程，监测开始时间不应晚于降水井抽水开始时间，监测终止时间以降水工程或回灌工程全部结束时间为止。

- 4 监测点布置、信息采集的频率应符合设计文件要求。
- 5 监测点应妥善保护，当监测点失效或被破坏时，应及时补充。
- 6 各监测项目监测数据异常时应分析原因并加倍监测频次。
- 7 监测的记录、数据和图表应真实、完整，并应按工程要求及时整理分析，监测资料应及时向有关单位报送。现场监测完成后应提交成果报告。

5 施工测量

5.1 一般规定

- 5.1.1** 测量前，应对施工现场进行踏勘，收集相关测量资料，办理测量资料交接手续，并应对既有测量控制点进行复测和保护。
- 5.1.2** 施工前，应根据工程特点、采用的施工方法、施工工艺过程、工程周边环境条件以及所使用的仪器设备等条件和要求制定施工测量方案。
- 5.1.3** 施工期间应对地面和地下各等级测量控制点加强保护，避免损毁，并应及时恢复被破坏的测量控制点。每次测量前应对所使用的起算点进行检验，确认其稳定可靠后方能使用。
- 5.1.4** 结构施工完成后应恢复隧道内测量控制点，并以其为起算点进行结构限界测量，并提供结构限界测量成果。

5.2 地面控制测量

- 5.2.1** 平面和高程控制网应与线路工程整体控制网联测，线路整体控制网应满足国家现行相关标准的要求。
- 5.2.2** 地面平面控制网应分为三个等级。一等网为全市轨道交通控制网，应采用卫星定位测量方法，一次全面布设。二等网为线路控制网，三等网为线路加密控制网，应分别采用卫星定位、精密导线方法，分期布设。
- 5.2.3** 高程控制网布设范围应与地面平面控制网相适应，并应分两个等级布设，一等网为全市轨道交通高程控制网，一次全面

布设；二等网为线路高程控制网，分期布设。一等、二等高程控制网应采用水准测量方法施测。

5.2.4 控制网应符合下列规定：

1 一、二等平面控制网采用卫星定位测量方法布设，测量技术要求和观测技术要求应分别符合表 5.2.4-1 和表 5.2.4-2 的规定。

表 5.2.4-1 一、二等平面控制网（卫星定位测量方法）测量技术要求

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
一等	10	≤ 5	≤ 2	± 20	1/200 000
二等	2	≤ 5	≤ 5	± 10	1/100 000

表 5.2.4-2 一、二等平面控制网（卫星定位测量方法）观测技术要求

项目	一等	二等
接收机类型	双频	双频或单频
仪器标称精度	$5\text{mm} + 2 \times 10^{-6} \times D$	$5\text{mm} + 5 \times 10^{-6} \times D$
观测量	载波相位	载波相位
卫星高度角/ (°)	≥ 15	≥ 15
同步观测接收机台数/台	≥ 3	≥ 3
有效观测卫星数/颗	≥ 4	≥ 4
每站独立设站数/次	≥ 2	≥ 2
观测时段长度/min	≥ 120	≥ 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：D 为相邻控制点间的距离，单位为 mm。