中华人民共和国行业标准

铁路隧道工程施工安全技术规程

Safety Constructional Regulations for Railway Tunnel Engineering

TB 10304—2009
J 947—2009

主编单位：中铁二局集团有限公司
批准部门：中华人民共和国铁道部
施行日期：2009 年 9 月 24 日

中 国 铁 道 出 版 社

2009年 · 北 京

中华人民共和国行业标准

铁路隧道工程施工安全技术规程

TB 10304—2009

J 947—2009

*

中国铁道出版社出版发行

(100054,北京市宣武区右安门西街8号)

出版社网址:http://www.tdpress.com

中国铁道出版社印刷厂印

开本:850 mm×1 168 mm 1/32 印张:6 字数:155千字

2009年12月第1版 2009年12月第1次印刷

统一书号:15113·3074 定价:25.00元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社发行部调换。

发行部电话:路(021)73170,市(010)51873172

关于印发《铁路工程基本作业施工安全技术规程》等六项施工安全标准的通知

铁建设〔2009〕181号

现印发《铁路工程基本作业施工安全技术规程》(TB 10301—2009)、《铁路路基工程施工安全技术规程》(TB 10302—2009)、《铁路桥涵工程施工安全技术规程》(TB 10303—2009)、《铁路隧道工程施工安全技术规程》(TB 10304—2009)、《铁路轨道工程施工安全技术规程》(TB 10305—2009)、《铁路通信、信号、电力、电力牵引供电施工安全技术规程》(TB 10306—2009)，自印发之日起施行。铁道部原发《铁路工程施工安全技术规程（上册）》(TB 10401.1—2003）及《铁路工程施工安全技术规程（下册）》(TB 10401.2—2003）同时废止。

本标准由铁道部建设管理司负责解释，由铁路工程技术标准所、中国铁道出版社组织出版发行。

中华人民共和国铁道部

二〇〇九年九月二十四日

前　言

本规程是根据铁道部《关于印发〈2008年铁路工程建设标准编制计划〉的通知》（铁建设函〔2007〕1374号）的要求，为适应大规模高标准铁路建设安全生产的需要，全面落实质量、安全、工期、投资效益、环境保护、技术创新“六位一体”的建设管理要求，进一步规范铁路隧道工程施工安全管理和施工作业行为，在《铁路工程施工安全技术规程》（TB 10401—2003）基础上修订而成的。

本规程编制过程中，认真贯彻了国家有关安全生产的法律法规，借鉴了国内外有关施工安全的先进理念和方法，在深入开展专题调研的基础上，系统分析了铁路隧道工程施工中的安全管理现状和典型事故案例，全面总结了铁路隧道工程施工安全的经验和教训，并广泛征求了有关方面的意见。本规程从技术、管理两个方面，并按管理层、技术层、作业层等三个层次，规范了建设、勘察设计、施工、监理单位等建设各方的工作内容与技术要求，体现了系统性、针对性和可操作性，突出了对铁路隧道工程施工安全的控制和指导作用，建设各方必须严格执行。

本规程共分16章，主要内容包括：总则，基本规定，洞口工程，超前地质预报，洞身开挖，装渣与运输，支护与加固，衬砌，监控量测，施工排水，通风、防尘与风水电供应，不良地质和特殊岩土地段隧道，斜井与竖井，全断面岩石掘进机（TBM）施工，盾构施工，逃生及救援等。

本次修订的主要内容有：

1. 纳入了近几年来国家和铁道部有关法律、法规和技术标准等对安全生产工作的新要求。

2. 规定了建设各方管理层、技术层和作业层的详细工作内容及具体操作要求。

3. 明确了施工现场危险源和危害因素辨识与管理、风险管理、专项施工方案编制、应急预案编制与演练等方面的内容。

4. 提出了施工安全管理检查表、施工安全技术检查表及施工安全作业检查表，促进安全管理标准化。

5. 采用了作业层易于理解和接受的直观简图，细化和有效落实安全操作要求。

6. 强调了安全教育培训工作，特别明确了施工单位各类人员的安全教育培训时间。

7. 突出了不良地质和特殊岩土地段隧道施工、全断面岩石掘进机（TBM）施工、盾构施工等的安全技术内容。

8. 增加了隧道工程进出洞人员动态的管理要求。

9. 增加了隧道施工典型风险的应急救援措施，对应急救援组织机构、物资配备和应急培训与演练进行了规定。

10. 增加了隧道施工中建立有线联络系统和长大隧道可视监控系统的规定。

本规程全部条文均为强制性条文，必须严格执行。

在执行本规程过程中，希望各单位结合工程实践，认真总结经验，积累资料。如发现需要修改和补充之处，请及时将意见和有关资料寄交中铁二局集团有限公司（四川省成都市通锦路16号，邮政编码：610031），并抄送铁道部经济规划研究院（北京市海淀区羊坊店路甲8号，邮编：100038）。

本规程由铁道部建设管理司负责解释。

本规程主编单位：中铁二局集团有限公司。

本规程主要起草人：卿三惠、刘仁智、倪光斌、陈朝全、钟友江、李朝辉、谢思东、钟　山、王　平、李福华、杨家松、钱蔷薇、唐坤全、魏庆阳、刘沪宁、吴正宇、易良成、王崇绪、辜文凯。

目　　次

1　总　　则 …… 1
2　基本规定 …… 3
2.1　一般规定 …… 3
2.2　隧道施工机械 …… 7
2.3　风险管理 …… 8
3　洞口工程 …… 10
3.1　一般规定 …… 10
3.2　洞口工程开挖及防护 …… 11
3.3　明　　洞 …… 13
3.4　洞　　门 …… 15
4　超前地质预报 …… 17
5　洞身开挖 …… 20
5.1　一般规定 …… 20
5.2　全断面法开挖 …… 22
5.3　台阶法开挖 …… 23
5.4　分部法开挖 …… 25
5.5　钻爆作业 …… 27
6　装渣与运输 …… 31
6.1　装渣与卸渣 …… 31
6.2　运　　输 …… 33
7　支护与加固 …… 39
7.1　一般规定 …… 39

7.2 管棚和超前小导管 …… 40
7.3 预 注 浆 …… 42
7.4 喷射混凝土 …… 43
7.5 锚 杆 …… 45
7.6 钢 架 …… 47
8 衬 砌 …… 50
8.1 一般规定 …… 50
8.2 衬砌台车 …… 51
8.3 防 水 板 …… 52
8.4 钢 筋 …… 53
8.5 混凝土浇筑 …… 54
9 监控量测 …… 57
9.1 一般规定 …… 57
9.2 施工安全性评价 …… 59
10 施工排水 …… 62
10.1 一般规定 …… 62
10.2 斜井和竖井排水 …… 64
11 通风、防尘与风水电供应 …… 66
11.1 通风与防尘 …… 66
11.2 供 风 …… 68
11.3 供 水 …… 70
11.4 供 电 …… 72
12 不良地质和特殊岩土地段隧道 …… 75
12.1 一般规定 …… 75
12.2 岩 溶 …… 76
12.3 富水软弱破碎围岩 …… 78

12.4 风积沙和含水砂层 …… 80
12.5 瓦　　斯 …… 81
12.6 岩　　爆 …… 90
12.7 膨胀性和挤压性围岩 …… 91
12.8 黄　　土 …… 93
12.9 高原冻土 …… 96
13 斜井与竖井 …… 98
13.1 一般规定 …… 98
13.2 斜　　井 …… 99
13.3 竖　　井 …… 103
14 全断面岩石掘进机（TBM）施工 …… 107
14.1 一般规定 …… 107
14.2 施工准备 …… 108
14.3 掘　　进 …… 109
14.4 支护与衬砌 …… 111
14.5 到达掘进 …… 112
14.6 拆　　卸 …… 113
14.7 特殊地质条件下施工 …… 115
14.8 施工运输 …… 117
15 盾构施工 …… 120
15.1 一般规定 …… 120
15.2 施工准备 …… 121
15.3 始　　发 …… 122
15.4 掘　　进 …… 124
15.5 管片制作及拼装 …… 126
15.6 接　　收 …… 127

15.7 过站、调头及解体 …… 128
15.8 洞门、联络通道施工 …… 130
15.9 特殊地段施工 …… 131
15.10 施工运输 …… 132
16 逃生及救援 …… 135
16.1 一般规定 …… 135
16.2 应急救援 …… 137
本规程用词说明 …… 142
《铁路隧道工程施工安全技术规程》条文说明 …… 143

1 总　　则

1.0.1 为贯彻“安全第一，预防为主，综合治理”的安全生产方针，体现以人为本的理念，落实质量、安全、工期、投资效益、环境保护、技术创新“六位一体”的铁路建设管理要求，规范铁路隧道工程施工安全管理和施工作业行为，保障人身、设备、设施及行车安全，预防事故发生，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于新建、改建铁路隧道工程施工。

1.0.3 铁路隧道工程施工应建立健全质量、环境、职业健康安全管理体系，对施工安全管理、施工安全技术、施工安全作业进行全过程、全方位管理与控制。

1.0.4 铁路隧道工程施工应严格按设计文件进行，全面贯彻设计意图，达到设计要求的安全使用功能，保障铁路运营安全。

1.0.5 建设、勘察设计、施工和监理单位等建设各方应坚持“管生产必须管安全”的原则，设置安全管理机构，配备安全管理人员，制定安全生产规章制度，落实安全生产责任制。

1.0.6 建设各方人员必须熟悉和遵守有关安全生产法律法规和本规程的规定，经培训合格方准上岗。特种作业人员必须经专业培训并考核合格后持证上岗。

1.0.7 建设各方必须采用合格的机械设备、仪器仪表、材料和安全防护用品等。

1.0.8 施工组织设计应包含安全保障措施。危险性较大的工程应编制专项施工方案，并按有关规定经审批后实施。

1.0.9 建设各方应根据工程特点和施工环境进行危险源辨识，对重大危险源应编制应急预案，成立应急组织，配备应急物资，并按规定组织培训和演练。

1.0.10 安全生产费用应及时足额拨付并专项管理使用。

1.0.11 铁路隧道工程施工必须遵守国家有关劳动保护的法规，积极改善施工条件，降低作业人员劳动强度，按规定配备劳动保护和安全防护等用品。

1.0.12 同一工点有多个单位同时施工或不同专业交叉作业时，应共同拟定现场安全技术措施，做好协调，共同执行。

1.0.13 施工过程中应及时掌握气象、水文和地质灾害等相关信息，做好防范和应急工作。

1.0.14 建设各方应按规定进行安全生产检查，对事故隐患必须及时采取整改措施。

1.0.15 铁路隧道工程施工中采用新技术、新工艺、新设备、新材料时，必须制定相应的安全技术措施，并对有关施工人员进行安全生产教育培训。

1.0.16 联调联试纳入施工组织设计，保证必要的人员、机具及测试仪器的配备，并必须严格做到试车不施工，施工不试车。

1.0.17 营业线施工及有可能影响营业线运行安全的施工，必须严格执行现行国家及铁路有关安全生产的规定。

1.0.18 本规程应与《铁路工程基本作业施工安全技术规程》（TB 10301）配套使用。

1.0.19 铁路隧道工程施工安全除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 基本规定

2.1 一般规定

2.1.1 建设各方应按《铁路工程基本作业施工安全技术规程》（TB 10301—2009）第2.1节的规定，结合工程实际和项目特点，明确施工安全责任，制定施工安全措施，加强施工安全管理，有效预防事故发生。

2.1.2 建设各方应按《铁路工程基本作业施工安全技术规程》（TB 10301—2009）第2.2节的规定做好施工安全管理工作。施工安全管理工作应按表2.1.2进行检查并做好记录。

表2.1.2 施工安全管理检查表

项目（工程）名称			
建设单位		项目负责人	
勘察设计单位		项目负责人	
监理单位		总监理工程师	
施工单位		项目负责人	
序号	检查项目	检查情况	
1	安全管理组织机构		
2	安全资源配置		
3	安全管理制度		
4	安全管理目标		
5	安全教育培训		
6	专项施工方案		
7	安全技术交底		
8	风险管理		

续表 2.1.2

项目（工程）名称			
建设单位		项目负责人	
勘察设计单位		项目负责人	
监理单位		总监理工程师	
施工单位		项目负责人	
序号	检查项目	检查情况	
9	应急救援预案		
检查单位：		被检查单位：	
负责人（签名）：		负责人（签名）：	
日　期：　年　月　日		日　期：　年　月　日	

2.1.3　建设各方应按《铁路工程基本作业施工安全技术规程》（TB 10301—2009）第2.3节的规定做好施工安全技术工作。施工安全技术工作应按表2.1.3进行检查并做好记录。

表 2.1.3　施工安全技术检查表

项目（工程）名称				
施工单位			项目负责人	
序号	主要检查内容及要求			检查情况
1	设计文件	设计文件齐全		
		设计文件现场核对		
2	安全技术标准	安全标准齐全、有效		
3	实施性施工组织设计	包含相应的安全技术措施		
		编制、审批程序符合要求		
4	专项施工方案	隧道开挖、超前地质预报、监控量测、不良地质和特殊岩土等施工必须编制专项施工方案		
		编制、审批程序符合要求		
5	机械设备	制定操作规程和维修保养计划		
		设备检验、鉴定记录		
		建立管理台账		

续表 2.1.3

项目（工程）名称				
施工单位			项目负责人	
序号	主要检查内容及要求			检查情况
6	安全生产培训	按规定对管理人员和作业人员进行培训、考核并有记录		
		特种作业人员持证上岗		
7	施工安全协议	签订相关施工安全协议		
8	作业指导书	包含相应的安全操作要求		
		编制、审批程序符合要求		
9	安全技术交底	编制各级施工安全技术交底文件并按规定交底		
		交底记录签认齐全		
10	安全检查	制定安全检查计划		
		检查、整改记录齐全		
11	施工日志	施工安全情况记载真实完整		
12	大型临时工程及过渡工程	编制设计、施工方案		
		检查验收		
检查单位：			被检查单位：	
负责人（签名）：			负责人（签名）：	
日　期：　年　月　日			日　期：　年　月　日	

2.1.4 作业班组每班应按本规程各章节中“施工作业安全检查表”内容进行检查并做好记录。

2.1.5 对安全检查中发现的不符合规定的情况，应按表 2.1.5 签发整改通知单，限期整改，并跟踪验证。

表 2.1.5　安全检查整改通知单

项目（工程）名称	
存在问题及整改要求： 检查方： 检查人（签名）： 日　期：	限　年　月　日前整改完成 受检方： 接收人（签名）： 日　期：

续表 2.1.5

项目（工程）名称	
整改措施： 受检方负责人（签名）：	计划完成日期：　年　月　日
验证结果： 验证人（签名）：	验证日期：　年　月　日

2.1.6 建设各方应按《铁路工程基本作业施工安全技术规程》（TB 10301—2009）第2.5节的规定对参建人员进行有针对性的培训，未经培训或培训不合格者不得上岗。

2.1.7 作业班组负责人在每班开工前，应进行班前安全讲话，向作业人员强调安全注意事项。

2.1.8 进入施工现场的所有人员，必须按规定佩戴相应的劳动防护用品。

2.1.9 隧道洞口应设专人值班，建立隧道进出人员动态管理制度。

2.1.10 隧道施工应建立有线通信联络系统，长、特长及高风险隧道施工还应建立可视监控系统，并定期维护，保证洞内外信息及时传达。

2.1.11 隧道施工中，应在一侧设置宽度不小于0.7 m的安全通道，用警示牌、安全标识等明示其位置，并设置必要的应急照明，安全通道上严禁放置任何障碍物。

2.1.12 隧道内施工应制定防火责任制，并配备消防器材。

2.1.13 高压水池应根据所需水压选择适宜高度，水池应牢固可靠、无渗漏，且不应设在洞顶正上方。

2.1.14 弃渣场不应设置在堵塞河流、污染环境、毁坏农田的地段，严禁将弃渣场设在对周围环境造成影响的地方。

2.1.15 隧道施工应对设计文件中涉及施工安全的内容进行核对，并将结果及存在的问题报送建设、勘察设计、监理等相关单

位，建设单位应督促勘察设计单位对存在的问题及时提出完善措施。重点核对下列内容：

1 穿过不良地质和特殊岩土地段的设计方案；

2 地下管线和相邻建（构）筑物；

3 施工对环境可能造成影响的预防措施；

4 隧道与辅助坑道的洞口位置及边、仰坡的稳定程度；

5 弃渣场位置、安全防护措施和环境保护要求。

2.1.16 隧道施工高处作业和临时用电应遵守《铁路工程基本作业施工安全技术规程》（TB 10301）的有关规定。

2.2 隧道施工机械

2.2.1 隧道施工机械应根据隧道长度、断面大小、地质条件、施工方法等因素合理配置，并做到安全可靠，节能环保。

2.2.2 施工机械作业场所应有必要的照明，光照度不得小于50 lx。

2.2.3 混凝土拌和设备、运输设备、混凝土喷射机、混凝土输送泵、通风机、抽水机等施工机械设备应有备用设备。备用机械设备应始终处于良好状态。

2.2.4 严禁汽油机械进洞，如图2.2.4所示。洞内使用柴油机械应安装废气净化装置或掺入柴油净化添加剂。

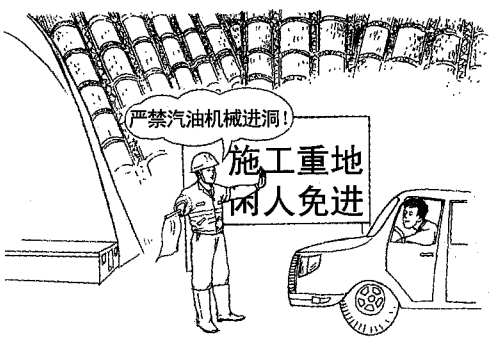


图2.2.4 严禁汽油机械进洞

2.2.5 隧道施工机械还应遵守《铁路工程基本作业施工安全技术规程》（TB 10301）的有关规定。

2.3 风险管理

2.3.1 隧道施工应将风险评估与管理贯穿于隧道设计和施工全过程。建设、勘察设计、施工和监理单位应根据工程地质、施工环境和条件对隧道工程实施动态、有效的风险控制和跟踪处理。

2.3.2 建设单位应制订风险评估和风险管理工作实施办法；督导勘察设计单位和施工单位分别在设计阶段和施工阶段开展风险评估工作；对高度和极高的风险等级进行审查，必要时委托相关专业机构进行风险监测；检查、监督、协调和处理评估工作中的有关问题。

2.3.3 勘察设计单位应在设计阶段开展风险评估工作，将评估结果纳入设计文件，向施工单位进行有关风险的技术交底和资料交接，参与施工期间的风险评估，并根据风险监测结果提出风险处理意见。

2.3.4 施工单位应对施工阶段的风险进行评估，根据评估结果提出相应的处理措施并报建设单位批准后实施。在施工期间对风险实时监测，定期反馈，根据风险监测结果，调整风险处理措施。

2.3.5 监理单位应参与制订和监督施工阶段风险评估与管理工作，并检查风险处理措施的落实情况。

2.3.6 在隧道施工中，应通过风险计划、风险识别、风险评估、风险处理和风险监测等程序积极进行风险管理。其基本流程示意图如图2.3.6所示。

2.3.7 施工中，施工单位应在设计阶段风险评估的基础上，结合环境和地质条件、施工工艺、设备、施工水平、经验和工程特点等，对新出现的风险进行识别，提出风险处理措施供建设单位决策，对已识别的风险进行监测。

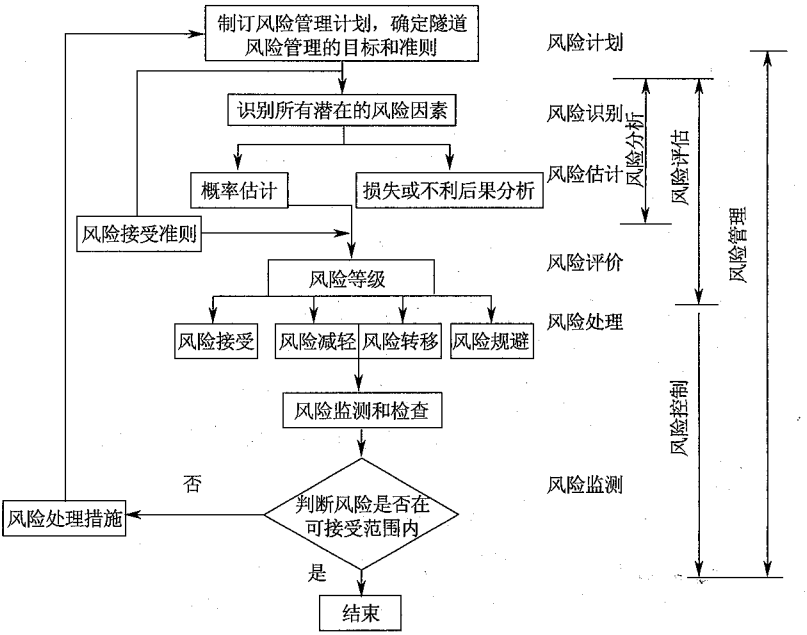


图 2.3.6　风险评估与管理基本流程图

2.3.8　施工单位应在施工现场公示识别的风险，其内容包括风险描述、监测方案、应急措施和责任等。

2.3.9　施工过程中风险的监测包括施工监测、工况和环境巡视、工作面状态描述、风险处置过程和发展趋势等内容；施工单位在施工过程中应将地质超前预报、监控量测纳入施工的重要工序，按照设计要求编制施工监测的实施方案，对工程自身结构及环境风险进行全面监测；提前识别和预测地质风险因素，保证施工安全。

2.3.10　施工中，参建单位应建立风险的预警、响应及信息报送机制。施工单位应根据实时监测数据、工况、环境巡视和工作面异常状态等确定预警级别，形成异常状况报告；对可能发生重大突发风险事件的预警状态，施工单位应立即启动相关预案，组织处理，并报建设、勘察设计和监理单位。

3 洞口工程

3.1 一般规定

3.1.1 洞口工程施工作业应考虑下列主要危险源、危害因素：

1 对边、仰坡坍塌、地表下沉、地基承载力不足、工作面崩塌、偏压、滑坡等情况未及时处理或加强防护；

2 洞口各项工程与洞口相邻工程、临时工程的统筹安排不当；

3 土石方开挖违反作业顺序要求；

4 施工机具失稳及安全性能缺失、下降；

5 高处作业台（支）架失稳、安全防护失效；

6 爆破方式方法不当、防护措施不足、违规处理火工产品。

3.1.2 隧道洞口施工前应核对施工图与现场实际地质、毗邻建（构）筑物情况，当设计与实际情况不符时，施工单位必须及时上报，并按变更设计处理。

3.1.3 洞口各项工程应与洞口相邻工程、临时工程统筹安排，及早完成。施工时还应采取下列措施：

1 洞口的截、排水系统应与路基排水系统顺接，不得冲刷路基坡面、桥台锥体和农田房舍；

2 施工道路的引入和施工场地的平整应减少对原地貌的破坏和对洞口岩体稳定的影响。

3.1.4 洞口工程爆破应符合下列规定：

1 洞口石质边、仰坡的开挖应采用预留光爆层法或预裂爆破法，严禁采用深眼大爆破或集中药包爆破开挖；

2 洞口邻近建（构）筑物时，开挖爆破应采用控制爆破技

术，并监测振动速度，其值应符合现行国家标准《爆破安全规程》（GB 6722）的有关规定。

3.1.5 洞口施工过程应按规定进行监控量测工作。

3.1.6 洞口工程施工时应采取相应措施，加强对周围建（构）筑物、既有线、洞口附近交通道路的防护。

3.1.7 隧道进洞前必须完成洞口工程。

3.2 洞口工程开挖及防护

3.2.1 洞口开挖及支护前，应先清理洞口上方及侧方可能滑坍的表土、灌木及山坡危石等，疏通流水沟渠，排除积水。

3.2.2 洞口边、仰坡上方的天沟应及时施作。对土质天沟应随挖随砌，不使水冲刷坡面。

3.2.3 洞口土石方开挖必须按设计要求进行边、仰坡放线，自上而下分层开挖，分层支护。严禁掏底开挖或上下重叠开挖，如图3.2.3所示。

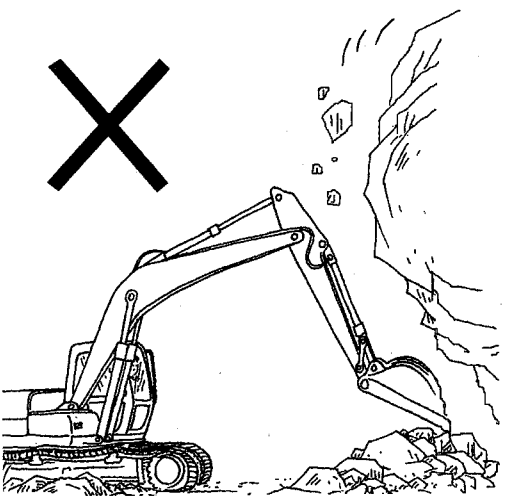


图3.2.3 严禁掏底开挖

3.2.4 洞门端墙处土石方开挖应结合地层稳定程度、施工季节和隧道施工方法进行。

3.2.5 洞口开挖的土石方应避免因弃渣堵塞造成排水不畅、过大土压力引起山坡坍塌和对桥梁墩台的偏压，以及对其他建筑物的危害，并不应影响交通运输安全。

3.2.6 处于陡峭、高边坡的洞口应增设安全棚、安全栅栏或安全网，危险段应采取加固措施。

3.2.7 挖掘机、风动钻机等常用施工机械及机具在操作和使用时，应检查和观察其安全性能和安全状态。

3.2.8 当采用大管棚、抗滑桩、注浆、地表锚杆等措施进行洞口地层加固时，应符合下列规定：

1 管棚施工时应遵守钢管吊装和使用时的起吊安全规程，并严格按钻机操作程序进行作业；

2 抗滑桩施工采用打桩机作业时，应采取措施加固和稳定重型机械；采用人工挖孔作业时，应设置人员上下升降设备、通风设备并采取防护措施，防止坠物伤人；

3 注浆作业时，应加强对注浆软管和接头的完好性和可靠性检查，施工人员应有完善的保护用具，堵管处理应采取先减压再处理的措施；

4 地表锚杆作业时应采取措施防止卡钻，注浆人员要佩戴防护用具；

5 施工脚手架和作业平台应搭设牢固，设扶手栏杆，并应有安全检算。

3.2.9 洞口开挖作业区应设置防护栏杆、防护网及人员专用上下通道。在高于 2 m的边坡上作业时必须符合国家现行《建筑施工高处作业安全技术规范》（JGJ 80）的规定。

3.2.10 洞口开挖及防护作业应按表 3.2.10 进行检查，并认真填写检查记录表。对检查中发现的不符合规定的情况，应按表 2.1.5 签发整改通知单，限期整改，并跟踪验证。

表 3.2.10　洞口开挖及防护作业安全检查表

项目（工程）名称			
施工地点			
序号	检查项目	对应条文号	检查情况
1	班前安全讲话	2.1.7	
2	劳动保护用品佩戴	2.1.8	
3	爆破作业	3.1.4	
4	洞口地表及危石处理	3.2.1	
5	天沟施作	3.2.2	
6	洞口边、仰坡土石方开挖	3.2.3	
7	洞门端墙处土石方开挖	3.2.4	
8	洞口土石方堆弃	3.2.5	
9	洞口危险段防护	3.2.6	
10	施工机具	3.2.7	
11	地层加固	3.2.8	
12	脚手架、工作平台	3.2.9	
检查方： 检查人（签名）： 年　月　日		被检查方： 接收人（签名）： 年　月　日	

3.3　明　　洞

3.3.1　明洞应避开雨天施工，当确需在雨天施工时，应制定严密的施工方案和防护措施，同时应加强对山体稳定情况的监测、检查。

3.3.2　明洞开挖前，应采取洞顶及四周的防水、排水措施，防止地面水冲刷导致边、仰坡落石和坍方。

3.3.3　明洞土石方开挖应符合下列规定：

1 根据地形、地质条件，边仰坡稳定程度和采用的施工方法，确定全段或分段开挖及边仰坡的坡度，开挖时应按自上而下的顺序进行；

2 石质地段开挖，应控制爆破炸药用量，减小爆破振动的影响，开挖后应立即进行边坡防护；

3 在松软地层开挖边、仰坡时，应随挖随支护；

4 开挖的土石不应堆弃在危害边坡及其他建筑物的地点。

3.3.4 明洞的基础应设置在稳固的地基上。

3.3.5 明洞衬砌施作应符合下列规定：

1 模板及支（拱）架的强度、刚度和稳定性必须进行检算；

2 模板及支架安装必须稳固牢靠，模板及支架与脚手架之间不得相互连接；

3 脚手架和工作平台应搭设牢固，并设有扶手、栏杆；

4 衬砌钢筋安装时应设临时支撑；

5 衬砌端头挡板应安设牢固，支撑稳固，并有防止模板移动的措施；

6 起重吊装作业时应符合起重吊装安全规定。

3.3.6 明洞防水施工应符合下列规定：

1 涂抹热沥青时，作业人员应佩戴防护口罩、手套、安全带等防护用具；

2 卷材铺设时应严格遵守作业程序，不应上下同时作业。

3.3.7 明洞回填应在防水层完成，且衬砌达到设计强度的70%后进行。

3.3.8 明洞施工作业应按表3.3.8进行检查，并认真填写检查记录表。对检查中发现的不符合规定的情况，应按本规程表2.1.5签发整改通知单，限期整改，并跟踪验证。

表 3.3.8　明洞作业安全检查表

项目（工程）名称				
施工地点				
序号	检查项目		对应条文号	检查情况
1	班前安全讲话		2.1.7	
2	劳动保护用品佩戴		2.1.8	
3	雨天施工的安全及防护措施		3.3.1	
4	洞顶及四周的防、排水措施		3.3.2	
5	土石方开挖		3.3.3	
6	明洞衬砌安全措施	模板及支架安全性能检算及验收	3.3.5	
7		模板及支架的安装稳固性		
8		脚手架、工作平台的安全防护		
9		衬砌钢筋临时支撑		
10		端头挡头板加固		
11		起重吊装作业		
12	明洞防水施工		3.3.6	
13	明洞回填		3.3.7	
检查方： 检查人（签名）： 年　月　日			被检查方： 接收人（签名）： 年　月　日	

3.4　洞　　门

3.4.1　洞门应避开雨天和严寒季节施工，并应及早完成。

3.4.2　洞门基础必须置于稳固的地基上，当地基承载力不能满足要求时，必须结合具体条件采取加固措施。

3.4.3 洞门施工的脚手架不应妨碍车辆通行，还应符合第3.3.5条的有关安全规定。

3.4.4 洞门完工后，其周围边、仰坡受破坏处应及时处理。

3.4.5 洞门施工作业应按表3.4.5进行检查，并认真填写检查记录表。对检查中发现的不符合规定的情况，应按本规程表2.1.5签发整改通知单，限期整改，并跟踪验证。

表3.4.5 洞门作业安全检查表

<table>
<tr><td colspan="2">项目（工程）名称</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="2">施工地点</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>序号</td><td colspan="2">检查项目</td><td>对应条文号</td><td>检查情况</td></tr>
<tr><td>1</td><td colspan="2">班前安全讲话</td><td>2.1.7</td><td></td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="2">劳动保护用品佩戴</td><td>2.1.8</td><td></td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="2">特殊季节施工</td><td>3.4.1</td><td></td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="2">洞门基础加固</td><td>3.4.2</td><td></td></tr>
<tr><td>5</td><td rowspan="4">洞门施工安全措施</td><td>模板及支架安全性能检算及验收</td><td rowspan="4">3.4.3</td><td></td></tr>
<tr><td>6</td><td>模板及支架的安装稳固性</td><td></td></tr>
<tr><td>7</td><td>脚手架、工作平台</td><td></td></tr>
<tr><td>8</td><td>起重吊装作业</td><td></td></tr>
<tr><td>9</td><td colspan="2">洞门周围边、仰坡受破坏处的处理</td><td>3.4.4</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="5">检查方：　　被检查方：
检查人（签名）：　　接收人（签名）：
年　月　日　　年　月　日</td></tr>
</table>

4 超前地质预报

4.0.1 超前地质预报作业应考虑下列主要危险源、危害因素：

1 工作面坍塌；

2 找顶不彻底；

3 高处作业台（支）架失稳、安全防护失效；

4 突泥、突水。

4.0.2 超前地质预报工作必须纳入现场施工组织统一管理，并应编制超前地质预报的安全保障措施。

4.0.3 对于地质复杂和较复杂的隧道工程，应由建设单位组织统一招标，选择有经验的队伍承担超前地质预报；对于地质中等复杂和简单的隧道工程，由施工单位自行承担超前地质预报。

4.0.4 对位于区域地质条件复杂的隧道，应根据区域地质勘测资料，选择以钻探法为主，结合物探法、地质调查法的多种不同原理的预测预报方法，并对所测得的资料进行综合分析，达到相互补充、相互印证，提高预报准确率。

4.0.5 超前地质预报人员必须经过隧道施工安全教育培训，并掌握安全操作技术和安全生产的基本知识。

4.0.6 特殊地层及存在高地温、地应力问题的隧道进行地质预报时，应符合下列要求：

1 对含可燃气体、有害气体、放射性物质等特殊地层的隧道及存在高地温、地应力等地质问题的深埋隧道，应按国家现行有关标准的规定进行分析判断；

2 对含瓦斯和天然气的隧道，应遵守国家现行《煤矿安全规程》和《铁路瓦斯隧道技术规范》（TB 10120）等的有关规定；

3 进行隧道地质预报时，必须先监测有害气体浓度，超标时应加强通风，浓度符合卫生标准要求后方可进入工作面。

4.0.7 隧道通过煤系地层、金属和非金属矿区中的采空区时，应查明废弃矿巷与隧道的空间关系，分析评价其危险程度及对隧道的影响程度。

4.0.8 地质预报工作必须在隧道找顶作业结束后（高地应力区隧道应待工作面支护完成后）进行，开始工作前应观察操作空间上方、周围有无安全隐患，特别是钻探开挖工作面附近是否还有危石存在，确保预报人员的安全。

4.0.9 超前地质预报当使用作业台架、高空升降车等设备时，设备应安设牢固，操作人员应遵守高处作业的有关规定。

4.0.10 采用钻探法预报时，钻孔作业应符合下列规定：

1 应编制钻孔作业指导书，开钻前应进行安全技术交底；

2 应采用电机驱动的钻机，施工用电应由持证上岗的电工负责；

3 孔口管必须安设牢固；

4 钻机使用的高压风、高压水的各种连接部件应采用符合要求的高压配件，管路连接应安设牢固并经常检查；

5 钻孔时，钻机前方应安设挡板，除操作人员外其他人员禁止进入工作区域。

4.0.11 在可能发生突水、突泥的地段，进行超前钻探时应符合下列规定：

1 在斜井和反坡地段施工，当其处于富水区时，超前钻探作业应做好钻孔突涌水处治方案，确保人员与设备的安全；

2 必须安装孔口安全装置，并将孔口固定牢固，装上控制闸阀，进行耐压试验，达到要求后，方可钻进施工；

3 当地下水压力大于一定数值时，应在孔口管上焊接法兰盘，并用锚杆将法兰盘固定在岩壁上；

4 对软弱破碎带地层，应设置止浆墙；

5 钻探过程中发现岩壁松软、掉块或钻孔中的水压、水量突然增大，以及有顶钻等异状时，必须停止钻进，立即上报处理，并派人监测水情；

6 当发现情况危急时，必须立即撤出人员，然后采取措施进行处理。

4.0.12 采用钻探法预报时，严禁在残孔内加深炮孔进行探测。

4.0.13 采用地震波反射法预报时，使用的炸药量不得大于75 g。炸药和雷管必须由持有爆破证的专人领取和操作，非专业人员严禁从事爆破作业。

4.0.14 超前地质预报作业应按表4.0.14进行检查，并认真填写检查记录表。对检查中发现的不符合规定的情况，应按本规程表2.1.5签发整改通知单，限期整改，并跟踪验证。

表4.0.14 超前地质预报作业安全检查表

项目（工程）名称			
施工地点			
序号	检查项目	对应条文号	检查情况
1	班前安全讲话	2.1.7	
2	劳动保护用品佩戴	2.1.8	
3	作业环境	4.0.8	
4	高空作业	4.0.9	
5	设备及设施	4.0.10	
6	突泥突水预防	4.0.11	
7	加深炮孔探测	4.0.12	
8	爆破法探测	4.0.13	
检查方： 检查人（签名）： 年 月 日		被检查方： 接收人（签名）： 年 月 日	

5 洞身开挖

5.1 一般规定

5.1.1 隧道洞身开挖作业应考虑下列主要危险源、危害因素：

1 开挖方法选择不当；

2 开挖循环进尺过大，支护不及时；

3 找顶不彻底；

4 开挖作业台架防护措施不到位；

5 爆破作业时无安全防护，爆破作业违章操作，如图5.1.1所示。

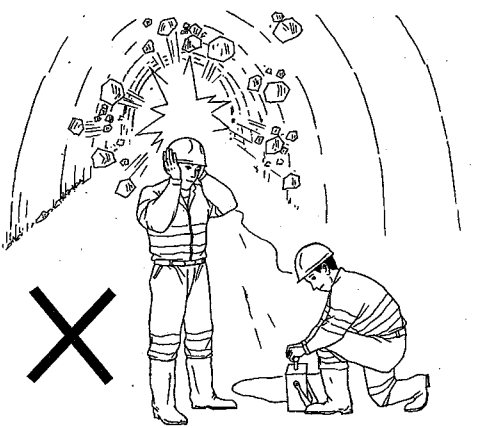


图5.1.1 爆破作业时无安全防护

5.1.2 隧道开挖前，施工单位应编制开挖专项技术方案，方案应包括开挖方法、工艺流程、安全技术措施等内容。

5.1.3 隧道开挖方法应根据其地质条件、断面大小、施工装备、工期等条件的变化，在施工过程中进行适宜的调整。

5.1.4 钻爆开挖应采用光面爆破或预裂爆破技术，控制循环进尺，减少对围岩的扰动，并不应对初期支护、衬砌结构和施工设备造成损伤。

5.1.5 两座平行的隧道开挖时，其两个同向开挖工作面应保持合理的纵向距离；间距小的隧道，必须采取措施防止后行洞开挖对先行洞产生不良影响。

5.1.6 隧道双向开挖接近贯通面时，两端施工应加强联系与统一指挥，当隧道两个开挖工作面距离接近15 m时，必须采取一端掘进另一端停止作业并撤走人员和机具的措施，同时在安全距离处设置禁止入内的警示标志。

5.1.7 隧道采用钻爆法开挖必须进行钻爆设计，钻爆设计应考虑爆破振动和噪声对周围环境的影响，应采取减小振动和降低噪声的技术措施。

5.1.8 隧道采用机械开挖时，应根据其断面和作业环境合理选择机型，划定安全作业区域，并设置警示标志，非作业人员不得入内。

5.1.9 隧道采用人工开挖时，作业人员应保持必要的安全操作距离，并设专人指挥。

5.1.10 隧道开挖使用的作业台架应进行强度、刚度和稳定性检算，经验收合格后方可使用，台架四周必须设置安全防护栏杆。

5.1.11 隧道找顶必须在通风后进行，并有专人指挥，照明应有充足的光照度；找顶后必须进行安全确认，合格后其他作业人员方可进入开挖工作面作业，如图5.1.11所示。

5.1.12 隧道在开挖下一循环作业前，必须对照设计检查初期支护施作情况，确保施工作业环境安全。

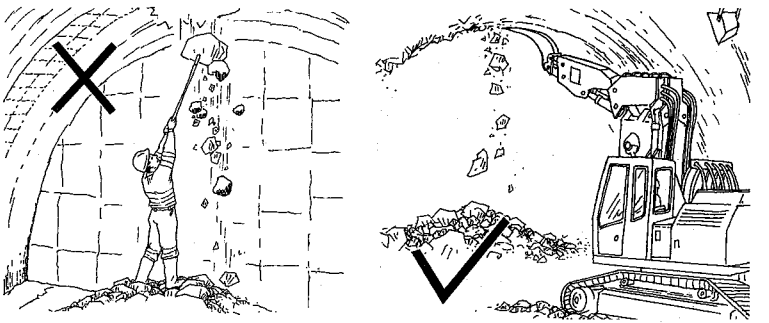


图 5.1.11　找顶作业

5.2　全断面法开挖

5.2.1　采用全断面法开挖隧道时，应控制一次同时起爆的炸药量，减少爆破振动对围岩的影响。

5.2.2　在地质条件较差地段采用全断面法开挖隧道时，必须对围岩进行超前支护或预加固，并控制循环进尺。

5.2.3　当隧道地质条件发生变化时，必须根据情况及时变换适宜的开挖方法。

5.2.4　隧道开挖爆破后应先采用机械进行找顶，然后用人工找顶。

5.2.5　全断面法开挖作业除应按本规程表 5.2.5 进行安全检查外，对采用钻爆方式的还应按本规程表 5.5.4 进行安全检查，并认真填写检查记录表。对检查中发现的不符合规定的情况，应按本规程表 2.1.5 签发整改通知单，限期整改，并跟踪验证。

表 5.2.5　全断面法开挖作业安全检查表

项目（工程）名称			
施工地点			
序号	检查项目	对应条文号	检查情况
1	班前安全讲话	2.1.7	

续表 5.2.5

项目（工程）名称			
施工地点			
序号	检查项目	对应条文号	检查情况
2	作业人员防护用品佩戴情况	2.1.8	
3	开挖作业平台安全防护措施	5.1.10	
4	现场开挖循环进尺、炸药用量	5.2.1	
5	地质条件较差时，对围岩进行超前支护或预加固	5.2.2	
6	地质条件变化后开挖方法及时变换	5.2.3	
7	爆破后机械找顶	5.2.4	
8	两并行隧道开挖工作面之间的距离及防护措施	5.1.5	
9	隧道贯通前的安全措施	5.1.6	
检查方： 检查人（签名）： 年 月 日		被检查方： 接收人（签名）： 年 月 日	

5.3 台阶法开挖

5.3.1 采用台阶法开挖隧道时，应根据围岩条件，合理确定台阶长度和高度。围岩稳定性较差时，台阶长度应控制在一倍洞径。

5.3.2 当围岩地质较差、开挖工作面不稳定时，应采用短进尺或上下台阶错开开挖或预留核心土措施，必要时采用喷射混凝土或玻璃纤维锚杆对开挖工作面进行加固。

5.3.3 台阶上部开挖循环进尺应根据围岩地质条件和初期支护

钢架间距合理确定，并不得超过 1.5 m。

5.3.4 当围岩地质较差、变形较大时，上部断面开挖后应立即施作锁脚锚管（杆）、扩大拱脚、临时仰拱等措施，控制围岩及初期支护变形量。

5.3.5 台阶下部断面一次开挖长度应与上部断面相同，不得超过1.5 m。

5.3.6 台阶下部开挖后，必须及时喷射混凝土进行封闭；当设有钢架时，必须及时安装下部钢架并喷射混凝土，严禁拱脚长时间悬空。

5.3.7 仰拱开挖应控制一次开挖长度，开挖后应立即施作初期支护，封闭成环。

5.3.8 台阶法开挖作业除应按表 5.3.8 进行安全检查外，对采用钻爆方式的还应按本规程表 5.5.4 进行安全检查，并认真填写检查记录表。对检查中发现的不符合规定的情况，应按本规程表 2.1.5 签发整改通知单，限期整改，并跟踪验证。

表 5.3.8 台阶法开挖作业安全检查表

项目（工程）名称			
施工地点			
序号	检查项目	对应条文号	检查情况
1	班前安全讲话	2.1.7	
2	作业人员防护用品佩戴情况	2.1.8	
3	现场台阶长度和高度	5.3.1	
4	地质条件较差、工作面不稳定时，开挖进尺调整和采取加固措施	5.3.2	
5	现场开挖循环进尺控制	5.2.3	
6	控制围岩及初期支护变形的措施	5.3.4	

续表 5.3.8

项目（工程）名称			
施工地点			
序号	检查项目	对应条文号	检查情况
7	下台阶一次开挖长度	5.3.5	
8	下半断面开挖后初期支护及时施做	5.3.6	
9	仰拱一次开挖长度及封闭	5.3.7	
10	开挖作业平台安全防护措施	5.1.10	
11	爆破后找顶	5.1.11	
检查方： 检查人（签名）： 年 月 日		被检查方： 接收人（签名）： 年 月 日	

5.4 分部法开挖

5.4.1 采用分部法开挖隧道时，应选用机械开挖、人工配合的方式，特殊情况采用弱爆破开挖时，必须严格控制炸药用量。

5.4.2 采用分部法开挖隧道时，应根据地质条件、隧道断面等情况合理进行分部，开挖进尺应控制在1.0 m以内。

5.4.3 分部开挖的各部，开挖后应及时进行初期支护及临时支护，并尽早封闭成环。

5.4.4 采用分部法开挖，各部钢架基脚处应施做锁脚锚管（杆）或采用扩大拱脚等措施，减少拱脚下沉量。

5.4.5 采用中隔壁法、交叉中隔壁法开挖隧道时，同层左、右两侧沿纵向应错开一定距离，错开距离应控制在 10 ~ 15 m范围内，同侧上、下层开挖工作面相距应保持 3 ~ 5 m。

5.4.6 采用双侧壁导坑法开挖隧道时，应符合下列规定：

1 侧壁导坑形状应近似椭圆形，导坑宽度不应大于 0.3 倍

隧道宽度；

2　侧壁导坑、中槽部位开挖应采用短台阶，台阶长度 3～5 m，必要时应预留核心土；

3　侧壁导坑开挖应超前中槽部位 10～15 m。

5.4.7　采用分部法开挖的临时支护应根据监控量测结果逐段拆除，每段拆除长度不得大于 15 m。

5.4.8　分部法开挖作业除应按表 5.4.8 进行安全检查外，对采用钻爆方式的还应按本规程表 5.5.4 进行检查，并认真填写检查记录表。对检查中发现的不符合规定的情况，应按本规程表 2.1.5 签发整改通知单，限期整改，并跟踪验证。

表 5.4.8　分部法开挖作业安全检查表

项目（工程）名称				
施工地点				
序号	检查项目		对应条文号	检查情况
1	班前安全讲话		2.1.7	
2	作业人员防护用品佩戴情况		2.1.8	
3	开挖作业平台安全防护措施		5.1.10	
4	选择的开挖方式		5.4.1	
5	现场各分部的合理划分，循环进尺控制		5.4.2	
6	开挖后及时施做初期支护，封闭成环		5.4.3	
7	控制围岩及初期支护变形的措施		5.4.4	
8	中隔壁法、交叉中隔壁法开挖时，各部工作面错开距离		5.4.5	
9	双侧壁导坑法	侧壁导坑形状	5.4.6	
10		台阶长度，预留核心土		
11		侧壁导坑超前中槽长度		
12	临时支护逐段拆除长度		5.4.7	

续表 5.4.8

项目（工程）名称			
施工地点			
序号	检查项目	对应条文号	检查情况
13	爆破后找顶	5.1.11	
检查方： 检查人（签名）： 年 月 日		被检查方： 接收人（签名）： 年 月 日	

5.5 钻爆作业

5.5.1 钻孔作业应符合下列规定：

1 钻孔前，必须由专人对开挖作业面安全状况和作业人员安全防护进行检查，及时消除各种安全隐患；

2 钻孔作业过程中，必须采用湿式钻孔；严禁在残孔中继续钻孔，如图 5.5.1 所示；



图 5.5.1 严禁在残孔中钻孔

3 钻孔作业中应注意观察开挖工作面有无异常漏水、气体

喷出、围岩变化等情况；

4 凿岩台车工作前，必须检查泵、空压机等，使其处于正常状态；应检查管路与接头无漏油、漏水和漏气现象，并确认各部操作杆、控制装置及仪表处于正常状态；

5 凿岩台车行走前，操作司机应查看凿岩台车周围，确认前后左右无人及障碍物后，按照引导人员的指示信号操作；行走时要平稳，避免紧急操作发生意外事故；

6 凿岩台车钻孔完成后应停放在安全场所；

7 在围岩地质复杂地段，应对凿岩台车重要部位采取加固措施和设置特殊的防护装置。

5.5.2 装药作业应符合下列规定：

1 装药作业前，应对钻孔情况逐一检查，并检查开挖工作面的安全状况；

2 装药时应使用木质炮棍装药，严禁火种；无关人员与机具等应撤至安全地点，作业人员禁止穿戴化纤衣物；

3 使用电雷管时，装药前电灯及电线路应撤离开挖工作面，装药时应用投光灯、矿灯照明，开挖工作面不得有杂散电流；

4 严禁装药与钻孔平行作业，如图 5.5.2 所示；

5 装药作业完成后，必须及时清理现场、清点火工产品数量，剩余的炸药和雷管必须由领取炸药、雷管的人员退回库房。

5.5.3 爆破作业除应符合现行国家标准《爆破安全规程》（GB 6722）有关规定外，还应符合下列规定：

1 洞内爆破作业前，施工单位必须确定指挥人员、警戒人员、起爆人员，并确保统一指挥；

2 洞内爆破作业时，指挥人员应指挥所有人员、设备撤离至安全地点；警戒人员负责警戒工作，设置警示标志；

3 爆破时，爆破工应随身携带带有绝缘装置的手电筒；

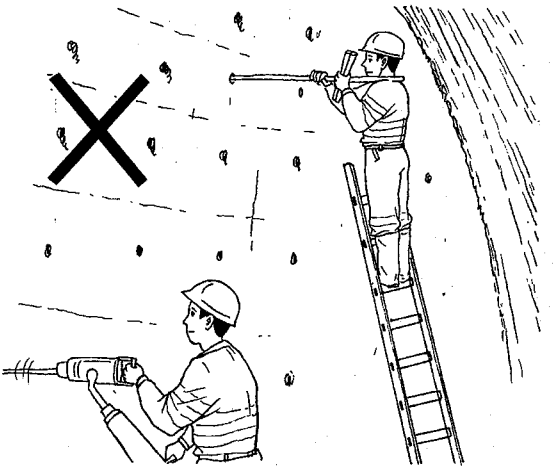


图 5.5.2　严禁装药与钻孔平行作业

4　洞内爆破后必须经充分通风排烟，15 min后安全检查人员方可进入开挖工作面，主要检查有无盲炮、有无残余炸药及雷管、顶板及两帮有无松动的岩块、支护有无变形或开裂等；当发现盲炮、残余炸药及雷管时，必须由原爆破人员按规定处理。

5.5.4　隧道钻爆作业应按表 5.5.4 进行检查，并认真填写检查记录表。对检查中发现的不符合规定的情况，应按本规程表 2.1.5 签发整改通知单，限期整改，并跟踪验证。

表 5.5.4　隧道钻爆作业安全检查表

项目（工程）名称			
施工地点			
序号	检查项目	对应条文号	检查情况
1	班前安全讲话	2.1.7	
2	作业人员防护用品佩戴情况	2.1.8	

续表 5.5.4

项目（工程）名称				
施工地点				
序号	检查项目		对应条文号	检查情况
3	开挖工作面安全状态	工作面光照度	5.5.1	
4		通风、降尘效果		
5		道路状况		
6		有害气体监测情况		
7	湿式钻孔，严禁在残孔中继续钻孔			
8	开挖工作面地质素描			
9	台车钻孔	凿岩台车工作前的机况检查		
10		凿岩台车行走安全		
11		凿岩台车停放场所		
12		凿岩台车重要部位防护		
13	药装作业	作业场所安全状态	5.5.2	
14		作业人员不得带火源，不得穿化纤衣物，炮棍材质		
15		采用电起爆时，杂散电流、漏泄电流的测定情况		
16		严禁装药与钻孔平行作业		
17		装药完成后对火工产品清点处理		
18	爆破作业	爆破作业人员配置	5.5.3	
19		人员撤离、警戒工作		
20		爆破后通风、降尘情况		
21		爆破后开挖工作面找顶情况		

检查方：　　被检查方：

检查人（签名）：　　接收人（签名）：

年　月　日　　年　月　日

6 装渣与运输

6.1 装渣与卸渣

6.1.1 隧道内装渣与卸渣作业应考虑下列主要危险源、危害因素：

1 围岩失稳坍塌；

2 洞内照明光照度不足；

3 找顶不彻底；

4 作业区域机械、车辆对人的伤害；

5 卸渣车辆溜车、倾翻、挂碰；

6 粉尘及有害气体含量超标。

6.1.2 隧道爆破后应及时进行通风、照明、找顶和初喷混凝土等工作，确认工作面安全及通风、照明满足要求后，方可进行装渣作业。

6.1.3 装渣作业应规定作业区域，严禁非作业人员进入。

6.1.4 装渣与卸渣作业应有专人指挥，作业场地的照明应满足作业人员安全操作的需要。

6.1.5 装渣作业应遵守下列规定：

1 装渣机械作业时，其回转范围内不得有人通过，如图6.1.5所示；

2 装渣过程中，应注意观察开挖面围岩的稳定情况，发现松动岩石或有塌方征兆时，必须先处理再装渣；

3 装渣时发现渣堆中有残留的炸药、雷管应立即处理；

4 向运渣车辆中装渣时，应避免偏载、超载；

5 用扒渣机装渣时，若遇岩块卡堵，严禁用手直接搬动岩块，身体任何部位不得接触传送带；

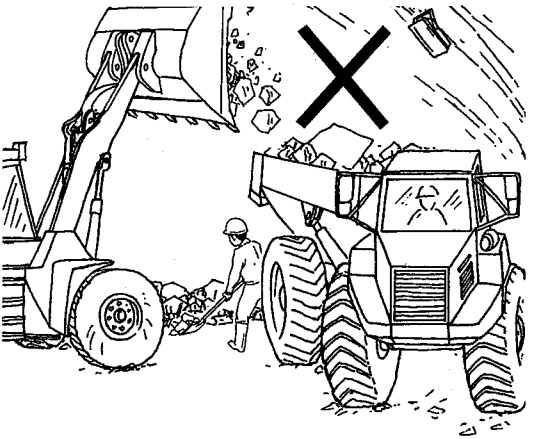


图 6.1.5　装渣机械作业回转范围内不得有人

6　机械装渣的辅助人员，应随时观察装渣和运输机械的运行情况，防止挤碰。

6.1.6　卸渣作业应遵守下列规定：

1　卸渣场应按设计进行施工，满足安全作业及环境保护要求；

2　有轨运输卸渣场线路应设安全线并设置 1% ~3% 的上坡道，卸渣码头应搭设牢固，并设有挂钩、栏杆及车挡防止溜车装置；

3　电瓶车牵引梭式矿车或渣车卸渣时，必须用铁楔将车轮两个方向楔紧，不得采用石渣或木条代替铁楔；

4　自卸汽车卸渣时，必须将车辆停稳制动，不得边卸渣边行驶；不得在坑洼、松软、倾斜的地面卸渣；卸渣后应及时使车厢复位，严禁举升车厢行驶。

6.1.7　装渣与卸渣作业应按表 6.1.7 进行检查，并认真填写检查记录表。对检查中发现的不符合规定的情况，应按本规程表 2.1.5 签发整改通知单，限期整改，并跟踪验证。

表 6.1.7　装渣与卸渣作业安全检查表

项目（工程）名称			
施工地点			
序号	检查项目	对应条文号	检查情况
1	班前安全讲话	2.1.7	
2	劳动保护用品佩戴	2.1.8	
3	作业前环境	6.1.2	
4	作业区域防护	6.1.3	
5	配备专人指挥	6.1.4	
6	作业场所照明亮度	6.1.4	
7	装渣作业	6.1.5	
8	卸渣作业	6.1.6	
检查方： 检查人（签名）： 年　月　日		被检查方： 接收人（签名）： 年　月　日	

6.2　运　　输

6.2.1　运输作业应考虑下列危险源、危害因素：

1　运输计划制订不当，车辆管理混乱；

2　隧道运输最小行车限界不能满足，或临时设施、支撑侵入限界；

3　警示标志、联络信号设置不当，或有缺陷；

4　进出洞人员不走人行道，不遵守有关安全规定，如图 6.2.1 所示；

5　运输线路不按规定设置和养护；

6　车辆装载不合理，超限、超载、偏载、捆扎不牢，人货混装；

7　车辆运行时发生碰撞、擦剐、挤压等车辆伤害事故；

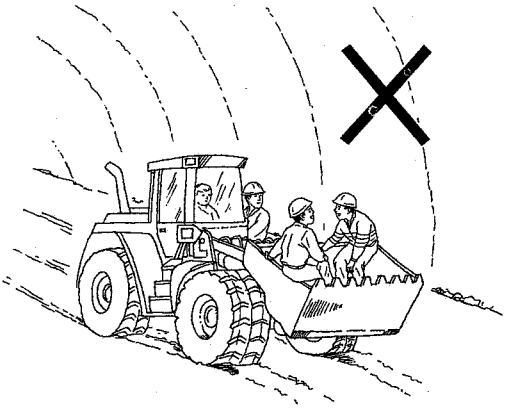


图 6.2.1　进出洞人员应遵守有关安全规定

8　载人列车缺乏安全保证措施，车未停稳上、下人员。

6.2.2　施工单位应根据施工安排编制运输计划，制定运输管理规定，加强运输调度，确保工程运输安全。

6.2.3　隧道施工运输路线的空间必须满足最小行车限界要求，并根据不同的运输方式，在洞口、台架、设备、设施等位置设置信号和标志予以警示。

6.2.4　运输车辆不准超载、超宽和超高运输，不得人货混装。车辆行驶中应随时观察线路有无障碍和洞内其他设施、设备、临时支撑等有无侵入限界情况。

6.2.5　进出隧道人员必须走人行道，不得与机械抢道，如图 6.2.5 所示。严禁扒车、追车或强行搭车。

6.2.6　运输线路或道路应保持平整、畅通，并设专人按标准规定的要求进行维修和养护。线路或道路两侧的废渣和杂物应随时清除。

6.2.7　有轨运输作业应遵守下列规定：

1　必须按设计图进行轨道铺设，严格控制好轨距、线间距和线形；

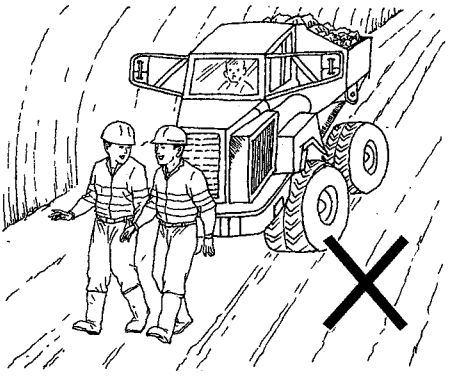


图 6.2.5　进出隧道人员必须走人行道

2　车辆装载应符合规定要求，机动车牵引不得超载；

3　车辆行驶时，应与信号、指挥人员协调配合和加强信号联络；

4　列车连接必须良好，机车摘挂后调车、编组和停留时，应有防溜车措施；

5　两组列车在同方向行驶时，其间隔距离不得小于100 m；

6　机动车牵引的列车，在洞内施工地段、视线不良的弯道、通过道岔和平交道等处，其行驶速度不得大于 10 km/h，其他地段在采取有效的安全措施后，行驶速度不得大于 20 km/h；

7　车辆运行时应加强瞭望，严禁在行驶中进行摘挂作业；

8　载人列车必须制定保证安全的措施，列车行驶中和尚未停稳前严禁人员上下。

6.2.8　有轨运输作业中，电瓶车的使用应遵守下列规定：

1　电瓶车司机必须经过专业培训和考核，并持证上岗，严禁无证驾驶；

2　电瓶车作业前，必须对车辆的制动器、喇叭、灯光、连接装置等进行安全检查，确认完好后方可行车；

3 电瓶车司机必须服从信号指挥，当信号不明确时不得擅自行车；

4 电瓶车作业结束后，必须将机车制动，切断电源，拔出启动钥匙；停车位置应位于水平场地上，不得已需要停在倾斜地面时，必须采取可靠的防溜车措施；

5 电瓶车牵引碴车的车辆编组应根据线路坡度、轨道状态、载重量等因素设计，确保电瓶车的安全制动距离；

6 电瓶车的充电管理应设立专门的充电班组，并按标准规定的要求布置充电房和配置充电人员。

6.2.9 无轨运输作业应遵守下列规定：

1 施工机械安全装置必须齐全有效，使用前及作业过程中应加强检查，按规定要求进行维修保养，保持机械状况良好与运输安全；

2 施工机械应采用带净化装置的柴油机械，严禁汽油机械进洞；

3 机械操作人员必须持证上岗，严格执行安全操作规程，严禁违章操作；

4 施工作业地段的行车速度不得大于15 km/h，成洞地段不得大于 25 km/h；

5 隧道洞口、平交道口、狭窄的施工场地应设置慢行标志，必要时设专人指挥交通；

6 车辆接近或通过洞口、台架下、施工作业地段以及前方有障碍物时，司机必须减速瞭望并鸣笛示警；

7 在隧道内倒车或转向必须开灯鸣笛或有专人指挥。

6.2.10 有轨运输作业应按表 6.2.10 进行检查，并认真填写检查记录表。对检查中发现的不符合规定的情况，应按本规程表 2.1.5 签发整改通知单，限期整改，并跟踪验证。

表 6.2.10　有轨运输作业安全检查表

项目（工程）名称				
施工地点				
序号	检查项目		对应条文号	检查情况
1	班前安全讲话		2.1.7	
2	劳动保护用品佩戴		2.1.8	
3	运输计划及车辆管理		6.2.2	
4	行车限界及警示标志		6.2.3	
5	车辆装载		6.2.4	
6	进出隧道人员行走路线		6.2.5	
7	运输线路		6.2.6	
8	有轨运输作业	指挥及信号联络	6.2.7	
9		车辆防溜车		
10		车辆限速行驶		
11		载人列车		
12	电瓶车	电瓶车使用	6.2.8	
13		电瓶车充电		
检查方： 检查人（签名）： 年　月　日			被检查方： 接收人（签名）： 年　月　日	

6.2.11　无轨运输作业应按表 6.2.11 进行检查，并认真填写检查记录表。对检查中发现的不符合规定的情况，应按本规程表 2.1.5 签发整改通知单，限期整改，并跟踪验证。

表 6.2.11　无轨运输作业安全检查表

项目（工程）名称			
施工地点			
序号	检查项目	对应条文号	检查情况
1	班前安全讲话	2.1.7	

续表 6.2.11

项目（工程）名称			
施工地点			
序号	检查项目	对应条文号	检查情况
2	劳动保护用品佩戴	2.1.8	
3	运输计划及车辆管理	6.2.2	
4	行车限界及警示标识（灯）	6.2.3	
5	车辆装载	6.2.4	
6	进出洞人员行走路线	6.2.5	
7	道路养护	6.2.6	
8	无轨运输作业 施工机械	6.2.9	
9	内燃机械尾气净化		
10	作业人员持证		
11	操作规程执行		
12	车辆限速行驶		
13	危险场所警示标志		
14	危险场所专人指挥		
检查方： 检查人（签名）： 年 月 日		被检查方： 接收人（签名）： 年 月 日	

7 支护与加固

7.1 一 般 规 定

7.1.1 支护与加固作业应考虑下列主要危险源、危害因素：

1 临时用电不符合要求、工作面光照度不足；

2 找顶不彻底；

3 围岩变形超限失稳、上一循环支护强度不足、工作面坍塌；

4 高空作业台（支）架失稳、安全防护失效；

5 施工机具失稳及安全性能缺失、下降。

7.1.2 隧道支护施工作业面用电应符合临时用电的要求，其照明应满足安全作业的需要。

7.1.3 隧道支护每项工序施工前均应对作业面进行检查，清除松动的岩石和喷射混凝土块，如图 7.1.3 所示。

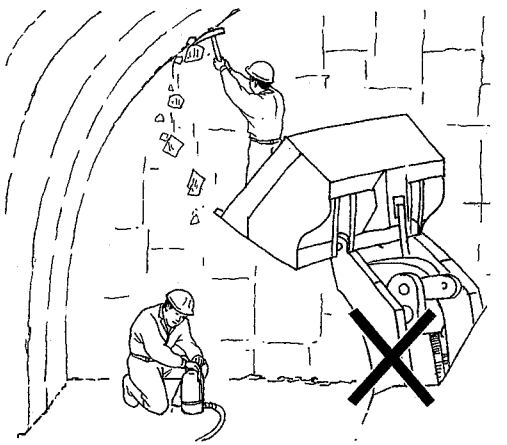


图 7.1.3 作业面检查

7.1.4 隧道支护必须按初喷→架设钢架（钢筋网）、复喷→锚杆的程序施工。在爆破、找顶后，应立即初喷混凝土封闭围岩。

7.1.5 隧道支护施工质量必须达到有关标准规定的要求。超前支护应在完成开挖工作面的加固后进行，每循环之间应有足够的搭接长度与初期支护有效连接。

7.1.6 施工作业台（支）架应按要求设计、检算与审核；台架应牢固可靠，四周应设置安全栏杆、安全网和上下工作梯，经验收合格后方可使用。

7.1.7 特殊地质条件的隧道，应根据具体地质情况采取超前支护、预加固处理方案和安全保障措施。

7.1.8 监理单位应重点检查下列工作：

1 施工作业台（支）架与的设计、检算与审核程序；

2 各类作业台架使用前的验收程序；

3 审批超前支护和初期支护的施工方案；

4 锚杆数量与施工质量（砂浆饱满度、抗拔力）；

5 验收喷混凝土厚度、强度，钢筋网及钢架垂直度、间距；

6 管棚、超前小导管、超前锚杆的施工质量；

7 预注浆加固围岩与止水的效果。

7.1.9 施工单位应按设计和工艺流程施工，负责各工序的安全检查，每次支护作业均应进行安全检查。

7.2 管棚和超前小导管

7.2.1 管棚和小导管施工前应检验作业台（支）架安全性能，施工过程中应保持稳定。

7.2.2 管棚和小导管施工前应检查钻机、注浆机及配套设备、风水管等施工机具的安全性能，施工过程中应确保钻机稳定牢靠，注浆管接头及高压风水管连接牢固。

7.2.3 管棚和小导管施工过程中应指定专人负责对开挖工作面进行安全观测。

7.2.4 管棚和小导管施工中应按作业程序和技术要求进行钻进、安装、注浆作业。

7.2.5 管棚作业换钻杆及超前小导管作业顶进钢管时，应防止钻杆、钢管掉落伤人。

7.2.6 管棚作业起吊钻杆及其他物件时，应指定专人指挥，统一口令，起吊范围内任何人不得进入。

7.2.7 在水压较高的隧道进行管棚钻孔作业时，应选择适合较高水压的钻孔设备，钻孔设备应采取防突水突泥冲出的反推或拴锚措施；应安装满足水压要求的带止水阀门的孔口管，孔口管应安装牢固；作业时作业人员不应站立在孔口正面，且应远离孔口。

7.2.8 进行管棚施工时应记录钻机钻进的各项技术参数，观察钻渣排出和孔内出水的情况，并与超前地质预报的结果核对。出现异常时，应及时报告并进行处理。

7.2.9 管棚和小导管在运输时应根据运输机械、洞内临时存放场地大小、各类作业台架腹下净空限界确定运输长度和重量。

7.2.10 管棚和小导管在作业平台上临时存放时，应根据平台设计荷载及安全性能检算结果确定存放数量和高度，同时应有防止其滚落、滑下的防护措施。在洞内空地堆放时除应采取防止其滚落的措施外，还应设置醒目的安全警示标志。

7.2.11 管棚和超前小导管施工作业应按表7.2.11进行检查，并认真填写检查记录表。对检查中发现的不符合规定的情况，应按本规程表2.1.5签发安全检查整改通知单，限期整改，并跟踪验证。

表7.2.11 管棚和超前小导管作业安全检查表

项目（工程）名称			
施工地点			
序号	检查项目	对应条文号	检查情况
1	班前安全讲话	2.1.7	

续表 7.2.11

项目（工程）名称			
施工地点			
序号	检查项目	对应条文号	检查情况
2	劳动保护用品佩戴	2.1.8	
3	施工照明	7.1.2	
4	作业面危石清除	7.1.3	
5	作业前初喷支护	7.1.4	
6	超前支护与初期支护连结	7.1.5	
7	作业台架	7.1.6	
8	施工机具	7.2.2	
9	专人安全观测	7.2.3	
10	作业程序	7.2.4	
11	换管及顶进作业	7.2.5	
12	管棚起吊作业	7.2.6	
13	特殊情况下隧道管棚作业	7.2.7	
14	管棚作业过程的观察和记录	7.2.8	
15	管棚及小导管的运输	7.2.9	
16	管棚及小导管的存放	7.2.10	
检查方： 检查人（签名）： 年 月 日		被检查方： 接收人（签名）： 年 月 日	

7.3 预 注 浆

7.3.1 预注浆必须安装流量计和压力表，严禁注浆压力超过注浆管和止浆设施的最大额定值。注浆管接头应连接牢固，防止爆管伤人。

7.3.2 预注浆过程中应安排专人对其影响范围内的围岩和结构进

行观察和量测，防止因注浆压力过大而引起围岩失稳和结构损坏。

7.3.3 采用预注浆加固围岩或止水，每循环结束后应采取超前探孔或取芯等手段检查注浆效果，达到要求后方可进入下道工序施工。

7.3.4 帷幕注浆应有单项设计，明确注浆孔布置、注浆顺序、注浆方式、注浆压力、注浆量等参数，并应检算止浆墙或止水岩盘的抗压能力。进行帷幕注浆前，应对后方已开挖地段一定范围内采取锚喷或混凝土加固措施，并检查止浆墙或止水岩盘及已开挖段的抗渗情况。

7.3.5 预注浆作业应按表7.3.5进行检查，并认真填写检查记录表。对检查中发现的不符合规定的情况，应按本规程表2.1.5签发整改通知单，限期整改，并跟踪验证。

表7.3.5 预注浆作业安全检查记录表

项目（工程）名称			
施工地点			
序号	检查项目	对应条文号	检查情况
1	班前安全检查	2.1.7	
2	劳动保护用品佩戴	2.1.8	
3	作业台架	7.1.6	
4	注浆压力、注浆管接头	7.3.1	
5	作业过程安全观测	7.3.2	
6	帷幕注浆	7.3.4	
检查方： 检查人（签名）： 年 月 日		被检查方： 接收人（签名）： 年 月 日	

7.4 喷射混凝土

7.4.1 喷射混凝土作业前应清除工作面松动的岩石，确认作业区无塌方、落石等危险源存在。

7.4.2 喷射混凝土作业人员应佩戴防尘口罩、防护眼镜等防护用具，如图7.4.2所示。并避免直接接触液体速凝剂，不慎接触后应立即用清水冲洗。

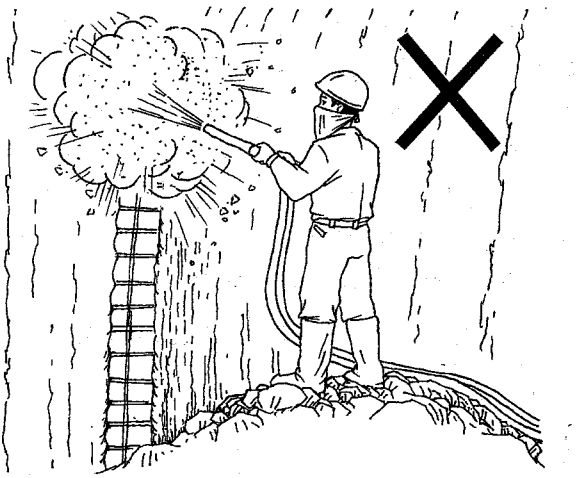


图7.4.2 作业人员应佩戴防护用具

7.4.3 非施工人员不得进入正在进行喷射混凝土的作业区，施工中喷嘴前严禁站人。

7.4.4 喷射混凝土作业中如发生输料管路堵塞或爆裂时，必须依次停止投料、送水和供风。

7.4.5 喷射混凝土施工中应经常检查输料管、接头的使用情况，当有磨损、击穿或松脱时应及时处理。

7.4.6 在有水地段喷射混凝土前应对渗漏水进行处理，应将分散的渗水集中引出，严禁采用防水布或铁皮等遮盖材料大面积引水，造成喷射混凝土与岩面分离。喷射混凝土中采用特殊添加材料在有水地段直接作业时，应先进行试验，满足要求后方可推广使用。

7.4.7 喷射混凝土作业应按表7.4.7进行检查，并认真填写检

查记录表。对检查中发现的不符合规定的情况，应按本规程表2.1.5签发整改通知单，限期整改，并跟踪验证。

表7.4.7　喷射混凝土作业安全检查记录表

项目（工程）名称			
施工地点			
序号	检查项目	对应条文号	检查情况
1	班前安全讲话	2.1.7	
2	劳动保护用品佩戴	2.1.8	
3	作业台架安全性能	7.1.6	
4	临时用电及照明	7.1.2	
5	工作面安全状态确认	7.4.1	
6	作业区安全防护	7.4.3	
7	输料管堵塞或爆管处理	7.4.4	
8	输料管路的经常性检查	7.4.5	
9	有水地段作业	7.4.6	
检查方： 检查人（签名）： 年　月　日		被检查方： 接收人（签名）： 年　月　日	

7.5　锚　　杆

7.5.1　锚杆的设置应沿隧道轮廓法线方向，倾斜岩层应与岩面或围岩主要节理面垂直。锚杆施工时应根据锚杆设置及围岩实际情况及时调整锚孔角度及采用合适的钻杆和钻进方法。

7.5.2　锚孔钻进作业时，应保持钻机及作业平台稳定牢靠，除钻机操作人员外还应安排至少一人协助作业，作业人员应佩戴安全带、安全帽、防护眼罩等防护用品。

7.5.3　锚杆的类型、规格和质量必须符合国家现行标准的规定，中空锚杆的性能指标应符合《中空锚杆技术条件》（TB/T 3209）

的规定。隧道拱部不应采用从杆体中空孔进浆的普通中空锚杆。各种锚杆必须上垫板、带螺帽，垫板与锚杆间不应采用焊接连接；垫板应紧贴孔口混凝土，并随时检查锚杆头的变形情况，及时紧固垫板螺帽。

7.5.4 在围岩破碎、自稳时间短、地应力较大地段，应采用早强砂浆锚杆或早强中空注浆锚杆，亦可采取增加锚杆数量、选用高强锚杆、加大锚杆长度和直径、加大钻孔直径、提高粘结材料的粘结性能等措施。

7.5.5 全长粘结型锚杆应抽查锚杆的砂浆饱满度；预应力锚杆应抽查预应力施加情况。

7.5.6 锚杆安设后不得随意敲击，其端部在锚固材料终凝前不得悬挂重物。

7.5.7 锚杆施工作业应按表7.5.7进行检查，并认真填写检查记录表。对检查中发现的不符合规定的情况，应按本规程表2.1.5签发整改通知单，限期整改，并跟踪验证。

表7.5.7 锚杆作业安全检查表

项目（工程）名称			
施工地点			
序号	检查项目	对应条文号	检查情况
1	班前安全讲话	2.1.7	
2	劳动保护用品佩戴	2.1.8	
3	作业台架安全性能	7.1.6	
4	锚杆的设置及调整	7.5.1	
5	锚杆钻进	7.5.2	
6	各型锚杆共同注意事项	7.5.3	
7	特殊地层加固锚杆施工	7.5.4	
8	锚杆饱满度或预应力	7.5.5	

续表 7.5.7

项目（工程）名称			
施工地点			
序号	检查项目	对应条文号	检查情况
9	锚杆安设后的状态	7.5.6	
检查方： 检查人（签名）： 年 月 日		被检查方： 接收人（签名）： 年 月 日	

7.6 钢　架

7.6.1 型钢钢架应采用冷弯工艺加工，严禁采取气割、烧割等损伤母材的弯制办法；格栅钢架应采用胎膜焊接；所有部件连接应焊接牢固；加工的成品经验收合格方可使用。

7.6.2 隧道内搬运钢架应装载牢固，固定可靠，防止发生碰撞和掉落。

7.6.3 钢架提升设备应有足够能力，埋设吊点应牢固。架设钢架时应采取防护措施，不得利用装载机作为钢架安装作业平台，如图 7.6.3 所示。

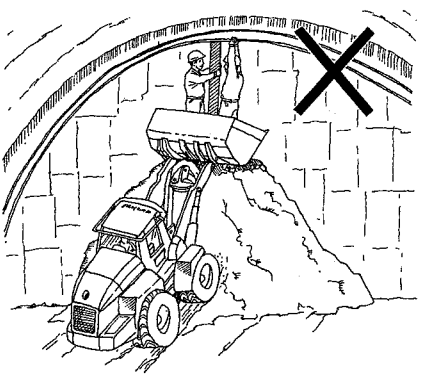


图 7.6.3　不得用装载机作钢架安装作业平台

7.6.4 钢架节段及钢架之间应及时连接牢固，防止倾倒，钢架背后的空隙必须用喷射混凝土充填密实，严禁背后填充片石等其他材料；钢架安装完成后应及时施作锁脚锚杆（管），并与之连接牢固，钢架底脚严禁悬空或置于虚渣上。

7.6.5 采用分部法开挖的隧道，下部开挖后钢架应及时接长、落底，严禁钢架底脚悬空以及两侧同时开挖接长，且应根据围岩情况控制开挖长度，底脚应增设锁脚锚杆（管）。

7.6.6 钢架的垂直度必须控制，不符合要求的钢架应返工重做。

7.6.7 当钢架侵入限界需要更换时，应采取逐榀更换、先立新钢架后拆除废钢架的方法，严禁先拆废钢架后立新钢架或同时更换相邻的多榀钢架。

7.6.8 钢架施工作业应按表 7.6.8 进行检查，并认真填写检查记录表。对检查中发现的不符合规定的情况，应按本规程表 2.1.5 签发整改通知单，限期整改，并跟踪验证。

表 7.6.8 钢架作业安全检查表

项目（工程）名称			
施工地点			
序号	检查项目	对应条文号	检查情况
1	班前安全讲话	2.1.7	
2	劳动保护用品佩戴	2.1.8	
3	台架安全性能	7.1.6	
4	钢架制作	7.6.1	
5	钢架搬运	7.6.2	
6	钢架提升	7.6.3	
7	钢架连接及安装	7.6.4	
8	钢架接长	7.6.5	
9	钢架的垂直度	7.6.6	

续表 7.6.8

项目（工程）名称			
施工地点			
序号	检查项目	对应条文号	检查情况
10	钢架更换处理	7.6.7	
检查方： 检查人（签名）： 年 月 日		被检查方： 接收人（签名）： 年 月 日	

8 衬　　砌

8.1 一 般 规 定

8.1.1 衬砌作业应考虑下列主要危险源、危害因素：

1 临时用电不符合要求，作业面光照度不足；

2 衬砌时机选择不当、与开挖工作面距离过长；

3 高处作业台（支）架失稳、安全防护失效；

4 施工机具安全性能缺失或下降；

5 电线路短路，防水板施工引发的火灾及有毒、有害气体。

8.1.2 衬砌施工作业面用电应符合临时用电的要求，其照明应满足安全作业的需要。

8.1.3 一般地段隧道施作衬砌应在围岩和初期支护变形稳定后进行；在浅埋、偏压、围岩松散破碎等特殊地段和洞口段应尽早施作衬砌。

8.1.4 在软弱、破碎、高地应力、大变形的围岩地段，仰拱应随开挖及时施作，尽快形成封闭环，并超前于墙拱衬砌。同时应合理确定与开挖和衬砌作业面的距离。

8.1.5 衬砌作业台架下预留通行作业人员、施工车辆以及安设风、水、电线路或管道的净空，应满足洞内车辆和人员安全通行的要求。

8.1.6 衬砌作业台架应有足够的强度、刚度和稳定性，衬砌台车、台架组装调试完成应经验收合格方可投入使用。

8.1.7 衬砌作业台架、仰拱施工栈桥的移动，应有专人指挥，慢速移位，工作区严禁非作业人员和车辆通行、停留；非作业人员、设备、材料、工器具等应撤离到安全地点。

8.1.8 衬砌作业台架、作业平台四周应设置安全栏杆、密闭式安全网、人员上下工作梯，衬砌台车及防水板施工作业台架还应配置灭火器，经验收合格方可投入使用。

8.1.9 衬砌作业台架、作业平台上的各类用电设备应有绝缘保护装置，电线路还应符合洞内临时用电要求。

8.1.10 运输机械应按规定线路及限行速度行驶，过往台架、栈桥时应加强瞭望，倒车作业应有专人指挥，驻停时应有制动措施及安全警示标志。

8.1.11 每项衬砌作业完毕后应及时清理作业场地、消除安全隐患，保持作业场地清爽、通行无碍。

8.2 衬砌台车

8.2.1 衬砌台车应具有出厂合格证和产品说明书。

8.2.2 衬砌台车的组装、拆卸应在洞外宽敞、平坦、坚实的场地上进行；当条件限制，必须在洞内组装、拆卸时，应选在围岩条件较好和洞身较宽阔的地段进行。

8.2.3 埋设衬砌台车各类吊点、吊具应牢固可靠；组装、拆卸的吊装作业应符合起重作业要求。

8.2.4 衬砌台车组装完毕后，应由专业人员检查台车各部件连接情况，确保各部件连接牢固可靠，支撑系统、驱动系统应经调试合格后方可投入使用。

8.2.5 衬砌台车就位后，应按规定设置防溜车装置，按设计高程及中线调整台车支撑系统，液压支撑应有锁定装置。

8.2.6 使用衬砌台车进行混凝土作业时应安排专人检查台车支撑系统安全性能。

8.2.7 衬砌台车施工作业应按表 8.2.7 进行检查，并认真填写检查记录表。对检查中发现的不符合规定的情况，应按本规程表 2.1.5 签发整改通知单，限期整改，并跟踪验证。

表 8.2.7　衬砌台车施工作业安全检查表

项目（工程）名称			
施工地点			
序号	检查项目	对应条文号	检查情况
1	班前安全讲话	2.1.7	
2	劳动保护用品佩戴	2.1.8	
3	工作面照明	8.1.2	
4	设备绝缘	8.1.9	
5	台车安全性能	8.1.6	
6	台车移动	8.1.7	
7	衬砌台车安全防护设施	8.1.8	
8	台车组装、拆卸作业环境	8.2.2	
9	台车吊装及拆卸作业	8.2.3	
10	台车安全性能测试	8.2.4	
11	台车就位后的状态	8.2.5	
12	台车支撑系统安全性能	8.2.6	
检查方： 检查人（签名）： 年　月　日		被检查方： 接收人（签名）： 年　月　日	

8.3　防　水　板

8.3.1　防水板的临时存放点应设置消防器材及防火安全警示标志，并有专人负责看管和发放。

8.3.2　防水板铺设地段应配备足够数量的消防器材。

8.3.3　防水板施工时严禁吸烟，钢筋焊接作业时，应设临时阻燃挡板防止机械损伤和电火花灼伤防水板。

8.3.4　防水板作业面的照明灯具严禁烘烤防水板。其防水板间距离不得小于 50 cm。

8.3.5 防水板作业时应指定专人观察作业安全状态。

8.3.6 防水板施工作业应按表8.3.6进行检查，并认真填写检查记录表。对检查中发现的不符合规定的情况，应按本规程表2.1.5签发整改通知单，限期整改，并跟踪验证。

表8.3.6 防水板作业安全检查表

项目（工程）名称			
施工地点			
序号	检查项目	对应条文号	检查情况
1	班前安全讲话	2.1.7	
2	劳动保护用品佩戴	2.1.8	
3	工作面照明	8.1.2	
4	设备绝缘	8.1.9	
5	作业台架安全性能及状态	8.1.6	
6	作业台架安全防护设施	8.1.8	
7	防水板临时存放	8.3.1	
8	防水板作业面消防器材配备	8.3.2	
9	防水板的保护设施	8.3.3	
10	防水板与照明灯具的距离	8.3.4	
11	安全观测人员	8.3.5	
检查方： 检查人（签名）： 年 月 日		被检查方： 接收人（签名）： 年 月 日	

8.4 钢 筋

8.4.1 从事钢筋加工和焊（连）接的操作人员必须经考试合格，持证上岗。

8.4.2 隧道内运输钢筋应根据各类作业台架腹下净空、洞内设施情况进行装载并捆绑牢固，固定可靠，防止发生碰撞和掉落。

8.4.3 为安装钢筋搭设的临时作业平台应满足本规程第8.1.6、8.1.8、8.1.9条的安全要求。

8.4.4 衬砌钢筋安装过程中应采取临时支撑等防倾倒措施，临时支撑应牢固可靠并有醒目的安全警示标志，作业人员与过往机械不得踩踏、碰撞。

8.4.5 钢筋施工作业应按表8.4.5进行检查，并认真填写检查记录表。对检查中发现的不符合规定的情况，应按本规程表2.1.5签发整改通知单，限期整改，并跟踪验证。

表8.4.5 钢筋作业安全检查记录表

项目（工程）名称			
施工地点			
序号	检查项目	对应条文号	检查情况
1	班前安全讲话	2.1.7	
2	劳动保护用品佩戴	2.1.8	
3	工作面照明	8.1.2	
4	设备绝缘	8.1.9	
5	洞内运输钢筋	8.4.2	
6	作业支架及平台	8.4.3	
7	钢筋安装	8.4.4	
检查方： 检查人（签名）： 年 月 日		被检查方： 接收人（签名）： 年 月 日	

8.5 混凝土浇筑

8.5.1 泵送混凝土管道安设及连接应符合规定，施工过程中应经常检查其连接的可靠性、安全性及管道的稳定性。

8.5.2 泵送混凝土管道堵塞时，应及时停止泵送并逐节检查确定堵塞部位。堵管处理应按操作程序进行，不得违规作业。

8.5.3 衬砌混凝土浇筑时必须控制浇筑速度，浇筑压力不得过高，并保证两侧基本对称浇筑。

8.5.4 衬砌台车端头挡板与防水板、台车间接触面应紧密，挡板支撑应稳固。混凝土浇筑过程中应安排专人检查挡板及支撑的安全状况。

8.5.5 混凝土浇筑过程中应有专人检查台车受力状况，当台车出现变形等异常情况时，作业人员应及时撤离作业平台，隐患消除后方可恢复作业。

8.5.6 仰拱应分段一次整体浇筑，并根据围岩情况严格限制一次施工长度；工作区应有专人监护，并设警示标志。

8.5.7 仰拱施工应配备有足够的强度、刚度和稳定性的栈桥等架空设施。仰拱施工栈桥基础应稳固，桥面应进行防侧滑处理，栈桥两侧应设限速警示标志，通过速度不得超过 5 km/h。

8.5.8 混凝土浇筑作业应按表 8.5.8 进行检查，并认真填写检查记录表。对检查中发现的不符合规定的情况，应按本规程表 2.1.5 签发整改通知单，限期整改，并跟踪验证。

表 8.5.8 混凝土浇筑作业安全检查表

项目（工程）名称			
施工地点			
序号	检查项目	对应条文号	检查情况
1	班前安全讲话	2.1.7	
2	劳动保护用品佩戴	2.1.8	
3	工作面照明	8.1.2	
4	设备绝缘	8.1.9	
5	混凝土输送管的安设及连接	8.5.1	
6	混凝土输送管堵塞处理	8.5.2	
7	混凝土浇筑	8.5.3	
8	台车挡头板安装及加固	8.5.4	

续表 8.5.8

项目（工程）名称			
施工地点			
序号	检查项目	对应条文号	检查情况
9	台车受力变形观测及处理	8.5.5	
10	单次仰拱作业的长度	8.5.6	
11	仰拱栈桥及警示标志	8.5.7	
检查方： 检查人（签名）： 年 月 日		被检查方： 接收人（签名）： 年 月 日	

9 监控量测

9.1 一般规定

9.1.1 监控量测作业应考虑下列主要危险源、危害因素：

1 监控量测方案不合理，元器件损坏，采集数据失真；

2 监控量测工作面未找顶、支护不及时，照明光照度不足；

3 作业平台防护不到位，个人防护用品未按规定佩戴；

4 富水和岩溶隧道安装量测仪器或钻孔作业时，出现突水、突泥等异常情况；

5 施工安全性评价等级不准。

9.1.2 设计单位应根据隧道工程地质条件、环境条件、断面大小、施工方法和安全要求进行监控量测设计，在开工前向施工单位做好技术交底，提供与本工程监测项目相关的技术参数，科学指导现场施工的监控量测工作。

9.1.3 在工程项目开工前，施工单位必须成立监控量测小组，建立质量保证体系。在施工过程中应将监控量测纳入正常的施工组织管理并在监控量测工作实施前编制实施方案。

9.1.4 监理单位应审查施工单位监控量测资质，对隧道监控量测实施过程进行监理和审核监控量测成果等。

9.1.5 当施工安全性评价超过Ⅱ级管理时，建设单位、勘察设计单位必须尽快明确有针对性的施工措施，确保施工安全。

9.1.6 对工程地质和环境条件特别复杂的隧道，建设单位应选择具有专业资质的第三方进行监控量测或复核工作。第三方应建立监控量测安全管理体系。

9.1.7 监控量测人员必须经过隧道施工安全教育培训，掌握安

全操作技术和安全生产基本知识。

9.1.8 监控量测实施单位应配备安全员，在隧道监控量测过程中应设有安全岗哨。

9.1.9 监控量测作业区域照明的光照度必须满足数据采集和作业人员安全操作的需要。

9.1.10 隧道施工过程中要妥善保护监控量测的元器件，并有显著的安全标识。在岩爆地段埋设量测元器件，必须对岩爆妥善处理后进行。

9.1.11 隧道内观察应在开挖工作面和已施工地段分别进行。开挖工作面应在每次开挖后进行观察和绘制地质素描图、进行数码照相，详细填写地质情况记录表，并与勘查设计资料对比，隧道内已施工地段应随时观察记录喷射混凝土、锚杆、钢架等的工作状态。

9.1.12 隧道观察重点应为洞口段和浅埋洞身段。洞外地表观察应记录地表开裂与变形、洞口边坡与仰坡稳定状态等情况，同时应对地面建（构）筑物进行观察。

9.1.13 隧道穿过浅埋地段时，必须作好控制爆破设计和地表监控量测设计，并加强地表下沉观测和地面爆破振动观测。

9.1.14 隧道开挖工作面的地质素描以及支护状态、地表影响范围内建（构）筑物的描述，应每掘进循环记录1次，必要时，对地表影响范围内的建（构）筑物的描述频率应加大。

9.1.15 监控量测使用的作业台架、高空升降车、升降梯等必须安设牢固，作业时操作人员必须系安全带。

9.1.16 埋设多点锚杆位移器、锚杆应力计时，操作人员必须遵守机械设备操作安全的有关规定，开钻前必须进行安全技术交底。

9.1.17 在富水区隧道安装量测仪器或进行钻孔时，发现岩壁松软、掉块或钻孔中的水压、水量突然增大，以及有顶钻等异常情况时，必须停止钻进，立即上报有关部门，并派人监测水情。当

发现情况危急时，必须立即撤出所有受水威胁区域的人员，然后采取措施进行处理。

9.1.18 监控量测作业应按表9.1.18进行检查，并认真填写检查记录表。对检查中发现的不符合规定的情况，应按本规程表2.1.5签发整改通知单，限期整改，并跟踪验证。

表9.1.18 监控量测作业安全检查表

项目（工程）名称			
施工地点			
序号	检查项目	对应条文号	检查情况
1	班前安全讲话	2.1.7	
2	劳动保护用品佩戴	2.1.8	
3	安全岗哨	9.1.8	
4	作业环境照明	9.1.9	
5	元器件标识和保护	9.1.10	
6	开挖工作面观察	9.1.11	
7	洞外地表观察	9.1.12	
8	穿过浅埋地段观测	9.1.13	
9	影响建（构）筑物描述	9.1.14	
10	高处作业防护	9.1.15	
11	钻孔设备操作	9.1.16	
12	异常情况处理	9.1.17	
检查方： 检查人（签名）： 年 月 日		被检查方： 接收人（签名）： 年 月 日	

9.2 施工安全性评价

9.2.1 监控量测信息反馈应根据监控量测数据分析结果，对施工安全性进行评价，并提出相应的工程对策与建议。

9.2.2 隧道施工过程中应进行监控量测数据的实时分析和阶段分析。每天根据监测数据及时进行分析，发现安全隐患应分析原因并提交异常报告，原则上按周、月递交分析报告，但特殊情况下必须紧急报告。监测实施单位应及时将量测数据和分析结果反馈给设计和监理单位，并迅速处理。

9.2.3 根据量测结果，必须按施工安全评价流程图（图9.2.3）开展工作。

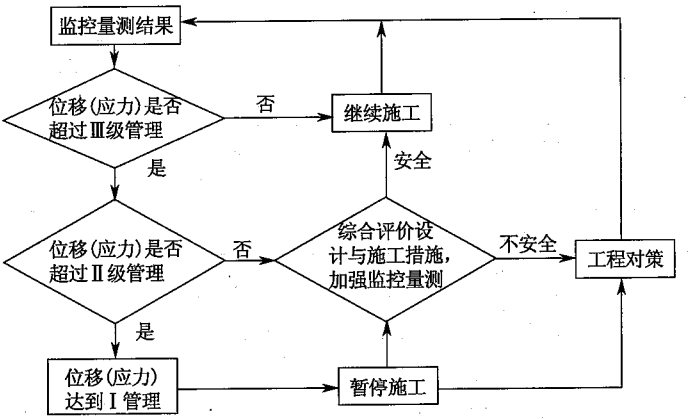


图9.2.3 施工安全评价流程图

9.2.4 根据位移控制基准，施工安全性评价可按表9.2.4分为三个管理等级。

表9.2.4 施工安全性评价位移管理等级

管理等级	距开挖面1B	距开挖面2B
Ⅲ	$U<U_{1B}/3$	$U<U_{2B}/3$
Ⅱ	$U_{1B}/3\leqslant U\leqslant 2U_{1B}/3$	$U_{2B}/3\leqslant U\leqslant 2U_{2B}/3$
Ⅰ	$U>2U_{1B}/3$	$U>2U_{2B}/3$

注：表中开B为隧道开挖宽度，U为实测位移值。

9.2.5 根据施工安全性评价确定的管理等级，可按表9.2.5采

取相应的工程对策措施。

表 9.2.5　施工安全性评价级别与相应的对策措施

管理等级	应对措施
Ⅲ	正常施工
Ⅱ	综合评价设计、施工措施，加强监控量测，必要时采取相应的工程对策
Ⅰ	暂停施工，采取相应的工程对策

9.2.6　位移控制基准应根据测点距开挖面的距离，由初期支护极限相对位移按表 9.2.6 的要求确定。

表 9.2.6　位移控制基准

类别	距开挖面 $1B$	距开挖面 $2B$	距开挖面较远
允许值	65% U_0	90% U_0	100% U_0

注：表中 B 为隧道开挖宽度，U_0 为极限相对位移值，由设计给定或参照《铁路隧道监控量测技术规程》第 4.5.2 条选择。

9.2.7　地表沉降控制基准应根据地层稳定性、周围建（构）筑物的安全要求分别确定，取两者最小值。

9.2.8　当出现变形加速、应力或应变急剧增大并接近控制基准值，以及通过观察发现结构开裂与渗漏水异常、钢架压屈等情况时，必须在确保安全的前提下迅速实施结构加固和补强措施，必要时可暂停施工。

10 施工排水

10.1 一般规定

10.1.1 施工排水作业应考虑下列主要危险源、危害因素：

1 富水软弱围岩、岩溶隧道突水、突泥；

2 排水设备不足或损坏，排水能力不够；

3 膨胀岩、土质地层、围岩松软地段，施工用水浸泡地基；

4 洞口地表水渗漏及冲刷边仰坡；

5 有水地段电缆线破损漏电；

6 施工排出的水质不符合标准，污染环境。

10.1.2 隧道施工应做好排水工作，防止涌水淹没洞室，危及人员、设备和环境安全，影响施工质量和进度。

10.1.3 隧道施工前必须根据设计提供的工程及水文地质资料，结合现场实际情况，进行分析研究，预计可能出现的地下水情况，估计水量，制订排水方案。

10.1.4 施工前应对地表水进行处理并及早修建洞口防排水设施，防止地表水渗漏及冲刷边仰坡危及结构和施工安全。

10.1.5 洞内施工排水沟应经常清理，保持畅通，防止淤塞。

10.1.6 洞内反坡排水应采用机械排水，并应符合下列规定：

1 排水方式应根据距离、坡度、水量和设备情况布置管路，一次或分段接力排出洞外；

2 集水坑容积应按排水量合理确定，其位置应减少施工干扰；

3 配备抽水机的功率应大于排水量的20%以上，并应有备用台数。

10.1.7 在膨胀岩、土质地层、围岩松软地段，应铺砌水沟或用

管槽排水，洞内施工用水应加强管理，严格控制。

10.1.8 对富水软弱破碎围岩、岩溶等有突涌水风险的隧道，必须进行防突涌水专项设计，编制专项安全技术方案，并符合本规程第12.3节的有关规定办理。

10.1.9 隧道内有水地段的高压电线必须按有关要求铺设，照明必须采用安全电压及防水灯头和灯罩。施工现场电线、电缆使用过程中应经常检查，确保绝缘良好。

10.1.10 隧道施工排水，应重视环境保护，经过处理符合现行国家标准《污水综合排放标准》（GB 8978）的规定后方可排放。

10.1.11 施工排水作业应按表10.1.11进行检查，并认真填写检查记录表。对检查中发现的不符合规定的情况，应按本规程表2.1.5签发整改通知单，限期整改，并跟踪验证。

表10.1.11 施工排水作业安全检查表

项目（工程）名称			
施工地点			
序号	检查项目	对应条文号	检查情况
1	班前安全讲话	2.1.7	
2	劳动保护用品佩戴	2.1.8	
3	洞口防排水系统	10.1.4	
4	洞内排水沟畅通	10.1.5	
5	反坡排水抽水设备、集水坑、管线	10.1.6	
6	不良地段排水	10.1.7	
7	有水地段用电管理	10.1.9	
8	施工废水综合排放	10.1.10	
检查方： 检查人（签名）： 年 月 日		被检查方： 接收人（签名）： 年 月 日	

10.2 斜井和竖井排水

10.2.1 斜井、竖井施工时，必须有完善的排水设施并保证抽、排水设备的完好。

10.2.2 斜井掘进排水，应采用边掘边排的方法。当遇到涌水量较大的含水层、断层或裂隙涌水时，应采取分段截排水的措施。

10.2.3 竖井的排水方案应根据水文地质资料、井身深度及各施工阶段井身涌水量大小等因素确定。竖井井壁渗水影响施工时，应采取措施处理，固结地层后再进行开挖。

10.2.4 斜井、竖井的井底应设排水泵站，采用相应扬程的抽水机将围岩裂隙水和施工污水经管路排出井外。排水泵站设置应符合下列规定：

1 应设在铺设排水管的井身附近，并应与主变电所毗邻；

2 洞室应能满足水泵、排水管、起重设备安装及运输要求；

3 地面高程应高出通道入口处井底车场底板高程 0.5 m，地面应向吸水池一侧设 1% 的下坡；

4 泵站应留有增加水泵的余地，必要时，应辅以局部堵水、综合治理或选择潜水泵排水等其他防治水措施；

5 水文地质条件复杂、有突然涌水淹井危险的坑道，在泵站通往井底车场的通道中应设置防水密闭门；

6 竖井井下排水泵站应设两个出口，一个通往井底车场，另一个用倾斜的管子道与井身连接；连接处应高出泵站地面 7 m 以上；管子道的倾角应采用 25° ~ 35°，并应设人行台阶；管子道的净空应保证安设排水管后仍能通过水泵或电动机，其高度不得小于 2 m；管子道与井身连接处应设 2 m左右缓坡段，并以 3% ~5% 的坡度倾向斜井或竖井。

10.2.5 井下排水泵站水仓的设置应符合下列规定：

1 由两条独立、互不渗漏的坑道组成，水仓容积应根据涌水量情况确定；

2　分段排水时，腰泵站水仓容积按应泵站 10 ~ 15 min排水能力设计；

3　入口应设在井底车场排水沟的最低处，入口前必须设置沉淀池，沉淀池的容积应根据水质情况确定；

4　吸水池应采用直接与水仓相连接的形式，连接处应设控制闸阀。

10.2.6　斜井、竖井井下排水泵站的水泵及排水管，应根据隧道设计涌水量、水质和扬程等因素确定，并符合下列要求：

1　各排水泵站的水泵应选用一种型号；

2　确定水泵扬程时，应考虑排水管淤积所增加的阻力，将计算的管道损失增加 70% ；

3　工作泵和排水管的能力，应能在20 h内排出24 h的隧道设计涌水量；

4　应设有备用的水泵及排水管；

5　工作和备用的水泵及排水管的总能力应能在20 h内排出24 h的隧道最大涌水量；

6　备用水泵的配备能力不应小于工作水泵的总能力；

7　当水泵设有止回阀或底阀时，应进行停泵水锤压力计算；当水锤压力值大于管道试验压力时，应采取消除水锤的措施；

8　泵站中每台水泵均应能向 2 条排水管输水，每条排水管上应设置放空管及放水闸阀。

10.2.7　排水管的管材应根据水压、水质和敷设条件确定，并应符合下列要求：

1　排水管沿斜井敷设，当压力大于1 MPa时，不应采用铸铁管；

2　排水管沿竖井敷设时，应选用无缝钢管或焊接钢管；

3　涌水的 pH 值小于 5 时，排水设备应采取防腐蚀措施。

11 通风、防尘与风水电供应

11.1 通风与防尘

11.1.1 通风与防尘作业应考虑下列主要危险源、危害因素：

1 供风量不足，通风不畅；

2 隧道内一氧化碳、二氧化碳、瓦斯等有毒有害气体超标；

3 粉尘超标；

4 通风系统破坏。

11.1.2 隧道施工独头掘进长度超过150 m时，必须采用机械通风。

11.1.3 隧道施工通风应纳入工序管理，成立专门的通风班组，由专人负责管理。通风方案应经过专项审查，经监理单位审批后实施。

11.1.4 隧道施工应保证对每一作业人员供应新鲜空气不小于3 m^3/min，采用内燃机械作业时，供风量不应小于3 m^3/（min·kW）。

11.1.5 隧道施工通风的风速，全断面开挖时不应小于0.15 m/s，在分部开挖的坑道中不应小于0.25 m/s。

11.1.6 隧道施工环境必须符合国家有关规定，并应满足下列卫生及安全标准的要求：

1 空气中氧气含量按体积计不得低于20%。

2 粉尘容许浓度，每立方米空气中含有10%以上的游离二氧化硅的粉尘不得大于2 mg。每立方米空气中含有10%以下的游离二氧化硅的矿物性粉尘不得大于4 mg。

3 常见有害气体容许浓度

1）一氧化碳容许浓度不得大于30 mg/m^3，在特殊情况下，施工人员必须进入开挖工作面时，浓度可为100 mg/m^3，但工作时间不得大于30 min；

2）二氧化碳按体积计不得大于0.5%；

3）氮氧化物（换算成NO_2）浓度应在5 mg/m^{3}以下。

4 隧道内气温不得高于28 ℃。

5 隧道内噪声不得大于90 dB。

11.1.7 长及特长隧道施工应有备用通风机和备用电源，保证应急通风的需要。

11.1.8 通风机、通风管安装与使用应符合下列要求：

1 通风机控制系统应装有保险装置，当发生故障时应自动停机；

2 通风管沿线应每隔50～100 m设立警示标志或色灯；人员严禁在风管的进出口停留；

3 通风管安装作业台架应稳定牢固，经验收合格后方可使用，如图11.1.8所示。

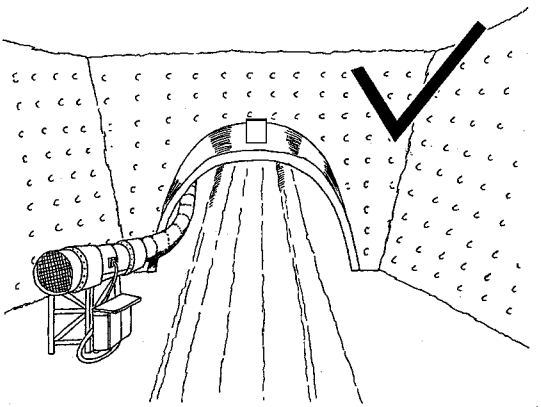


图11.1.8 通风管安装

11.1.9 隧道施工应采取综合防尘措施，并配备专用检测设备及

仪器，按规定时间测定粉尘和有害气体浓度。

11.1.10 隧道施工人员应配备防尘口罩、耳塞等个人劳动保护用品。洞内作业人员应定期体检，保障健康。

11.1.11 通风与防尘作业应按表11.1.11进行检查，并认真填写检查记录表。对检查中发现的不符合规定的情况，应按本规程表2.1.5签发整改通知单，限期整改，并跟踪验证。

表11.1.11 通风与防尘作业安全检查表

项目（工程）名称			
施工地点			
序号	检查项目	对应条文号	检查情况
1	班前安全讲话	2.1.7	
2	劳动保护用品佩戴	2.1.8	
3	风量	11.1.4	
4	风速	11.1.5	
5	作业环境卫生标准	11.1.6	
6	备用风机及备用电源	11.1.7	
7	通风机保险装置	11.1.8	
8	安全警示标志（灯）	11.1.8	
9	作业台架	11.1.8	
10	防尘和有害气体检测	11.1.9	
检查方：　　受检方： 检查人（签名）：　　接收人（签名）： 年　月　日　　年　月　日			

11.2 供　　风

11.2.1 供风作业应考虑下列主要危险源、危害因素：

1 空压机附件失效；

2 供风管管材不合格，供风管使用中有破损、漏风。

11.2.2 空压机站应有防水、降温和保温设施，并按规定配备消防器材；距离居民区较近时应有防噪声、防振动的措施。

11.2.3 空压机的使用、维修应符合下列规定：

1 储气罐、安全阀、压力表应按规定进行检验；

2 使用前应检查空压机的安全状况，确认完好后方可投入使用；使用过程中应经常检查维护，确保安全运转；

3 操作人员应经专业培训并持证上岗，并遵守安全操作规程；

4 必须执行交接班制度，并作好交接班记录，值班人员不得随意离岗；

5 运转过程中不得随意松动、拆卸任何管路附件和接头，防止设备内部带压的气液混合体溢出伤人；

6 检修或维护时必须停机、切断电源并排尽压缩空气，同时将配电箱锁闭并悬挂“严禁合闸”警示牌，防止意外启动导致人员及设备的损伤。

11.2.4 供风管安装应符合下列规定：

1 供风管的材质及耐风压等级应满足相应要求，不得采用伪劣或不合格管材；

2 供风管安装前应进行检查，当有裂纹、创伤、凹陷等现象时不得使用，管内不得留有残余物和其他脏物；

3 洞内供风管应敷设在电缆、电线路的相对一侧，不得妨碍运输和影响侧沟施工；风管网路中应分段设控制闸阀，以利于控制和检修；

4 供风管应敷设平顺，接头严密，不漏风。软管与钢风管的连接必须牢固可靠，风管拆卸必须在空压机停机或关闭闸阀后进行。

11.2.5 供风系统使用过程中应设专人负责检查和维护，对漏风管路及闸阀等应及时进行修复或更换。

11.2.6 供风作业应按表 11.2.6 进行检查，并认真填写检查记

录表。对检查中发现的不符合规定的情况，应按本规程表2.1.5签发安全检查整改通知单，限期整改，并跟踪验证。

表11.2.6　供风作业安全检查表

项目（工程）名称			
施工地点			
序号	检查项目	对应条文号	检查情况
1	班前安全讲话	2.1.7	
2	劳动保护用品佩戴	2.1.8	
3	空压机站防护措施	11.2.2	
4	空压机附件	11.2.3	
5	空压机安全状况		
6	持证上岗		
7	交接班记录		
8	空压机运行		
9	空压机维修		
10	供风系统维护	11.2.4	
检查方： 检查人（签名）： 年　月　日		被检查方： 接收人（签名）： 年　月　日	

11.3　供　　水

11.3.1　供水作业应考虑下列主要危险源、危害因素：

1　水质不符合标准；

2　蓄水池不牢固，无防护棚和防护栏或损坏；

3　抽水机电机绝缘失效，电缆线漏电；

4　供水管道有裂纹或闸阀失效。

11.3.2　隧道工程用水使用前应经过水质鉴定，并符合施工用水水质要求。

11.3.3 蓄水池不得设于隧道正上方，水池基础应置于坚实地基上；蓄水池顶部必须设防护棚，四周应设防护栏，并有明显的安全警示标志，防止人员坠入。

11.3.4 机械抽水应有专人负责，当抽水机房设在河边时，应有防洪措施。水池与机房之间应保持通信联系。

11.3.5 抽水机电机的绝缘阻值应符合要求，机体应有可靠的接地接零保护。

11.3.6 供水管道在安装前应进行检查，有裂纹、损伤等现象时不得使用，管内不得留有残余物。

11.3.7 供水管道布置应符合下列规定：

1 供水管路应敷设平顺，接头严密，不漏水；

2 洞内管道应铺设在电缆、电线路的相对一侧，不得妨碍运输和通行；

3 寒冷地区冬期施工时，应采取防冻措施，防止供水管道冻裂。

11.3.8 供水系统应设专人负责检查维护，对漏水管路及闸阀应及时修复或更换，对水源含泥沙较多的高压水池应定期清洗。

11.3.9 供水作业应按表11.3.9进行检查，并认真填写检查记录表。对检查中发现的不符合规定的情况，应按本规程表2.1.5签发整改通知单，限期整改，并跟踪验证。

表11.3.9 供水作业安全检查表

项目（工程）名称			
施工地点			
序号	检查项目	对应条文号	检查情况
1	班前安全讲话	2.1.7	
2	劳动保护用品佩戴	2.1.8	
3	水质	11.3.1	
4	水池防护	11.3.3	

续表 11.3.9

项目（工程）名称			
施工地点			
序号	检查项目	对应条文号	检查情况
5	抽水管理	11.3.4	
6	电机防护	11.3.5	
7	供水管道检查	11.3.6	
8	供水系统维护	11.3.8	
检查方： 检查人（签名）： 年 月 日		被检查方： 接收人（签名）： 年 月 日	

11.4 供　　电

11.4.1 供电作业应考虑下列主要危险源、危害因素：

1 作业地段照明未使用安全电压，隧道施工照明不足；

2 高压输电线路距人行道安全距离不够；

3 电缆线破损或线头裸露；

4 电工作业人员防护不当。

11.4.2 隧道供电电压应符合下列要求：

1 供电线路应采用 380 V/220 V 三相五线系统；

2 照明电压：作业地段不得大于 36 V，成洞地段可采用 220 V；

3 低压线路末端的电压降不得大于 10%。

11.4.3 隧道内供电线路布置和安装应符合下列规定：

1 成洞地段固定的电线路，应用绝缘良好的塑料绝缘导线架设；施工地段的临时电线路应采用橡套电缆，并应挂设在临时支架上；竖井、斜井应使用铠装电缆；

2 照明和动力电线路安装在同一侧时，必须分层架设；电

线悬挂高度应为：电压380 V时不小于2.5 m，10 kV时不小于3.5 m；

3 涌水隧道的电动排水设备，以及斜井、竖井内的电气装置应采用双回路输电，并有可靠的切换装置；

4 36 V低压变压器应设在安全、干燥处，机壳接地，输电线路长度不得大于100 m；

5 动力干线上的每一分支线，必须装设开关及保险装置。严禁在动力线路上加挂照明设施。

11.4.4 在隧道内设置10 kV变电站，应符合下列要求：

1 变电站应设置在干燥的避车洞或不使用的横通道内，变压器与周围及上下洞壁的最小距离不得小于300 mm；

2 变电站周围必须装设防护遮栏和警示灯，悬挂“止步，高压危险”或“禁止攀登，高压危险”等安全警示牌；

3 变电站应采用井下高压配电装置或相同电压等级的油开关柜，不应使用跌落式熔断器。低压应采用成套组合电器或带有空气断路器的低压配电盘。

11.4.5 隧道施工照明应符合下列规定：

1 隧道内照明的光照度应充足、均匀，不得有闪烁；

2 采用普通光源照明时，其光照度应满足表11.4.5的要求；不安全因素较大的地段应加大光照度；

表11.4.5 隧道施工照明要求

施工作业地段	最小光照度（lx）
开挖工作面	50
其他作业地段	30
运输通道	15
成洞地段	10

3 洞内主要交通道路、抽水机站等重要场所，应有安全照明；

4　隧道施工照明应采用防水、防尘灯具。

11.4.6　隧道施工用电应按设计要求设置双电源或自备电源。自备发电机组与外电线路必须电源联锁，严禁并列运行。

11.4.7　隧道施工用电尚应符合《铁路工程基本作业施工安全技术规程》（TB 10301—2009）第4章的规定。

11.4.8　供电作业应按表11.4.8进行检查，并认真填写检查记录表。对检查中发现的不符合规定的情况，应按本规程表2.1.5签发整改通知单，限期整改，并跟踪验证。

表11.4.8　供电作业安全检查表

项目（工程）名称			
施工地点			
序号	检查项目	对应条文号	检查情况
1	班前安全讲话	2.1.7	
2	劳动保护用品佩戴	2.1.8	
3	供电电压	11.4.2	
4	洞内线路设置	11.4.3	
5	洞内变电站	11.4.4	
6	隧道施工照明	11.4.5	
7	自备电与外电联锁	11.4.6	
检查方： 检查人（签名）： 年　月　日		被检查方： 接收人（签名）： 年　月　日	

12 不良地质和特殊岩土地段隧道

12.1 一 般 规 定

12.1.1 不良地质和特殊岩土地质隧道施工作业应考虑下列主要危险源、危害因素：

1 专项施工技术方案不合理、开挖方法选择不当；

2 超前地质预测、预报工作不到位，分析判断不准确；

3 初期支护施做不及时，支护强度不足；

4 量测数据失真，信息反馈不及时；

5 瓦斯隧道施工机械设备、检测仪器未按规定配备，瓦斯浓度检测工作不到位，通风效果差。

12.1.2 隧道施工前必须根据设计提供的工程地质及水文地质资料，结合现场实际情况进行分析研究，制定专项施工技术方案。

12.1.3 隧道施工前必须针对不同风险源制订完善的应急预案，并定期组织演练，施工中应有足够的抢险、急救物资储备。

12.1.4 隧道施工时，应根据具体情况制定地质预测、预报方案并组织实施，并根据地质预测、预报的结果及时调整隧道施工方案。

12.1.5 隧道施工时，应加强监控量测。当发现围岩和支护体系变形速率异常时，应立即采取有效措施，情况严重时应将全部人员撤离危险区域。

12.1.6 每道施工工序作业前，应由当班安全员用班前安全讲话的形式，将作业风险和安全措施告知所有作业人员，并按安全措施执行。

12.2 岩　溶

12.2.1 隧道通过岩溶地区时，应根据设计图结合施工现场情况，采用综合超前地质预报，探明溶洞的分布范围、类型、规模、发育程度和填充物、地下水的情况（有无长期补给来源、雨季水量有无增长等）以及岩层的稳定程度等。

12.2.2 岩溶隧道的施工应按“以疏为主、堵排结合、因地制宜、综合治理”的原则，制定安全可靠的施工方案，采取相应的预防措施，防止发生突发性涌水、涌沙和泥石流灾害。

12.2.3 当隧道溶洞与地表水存在水力联系时，溶洞处理和施工应选择在旱季进行。

12.2.4 岩溶地区隧道开挖应符合下列要求：

1 施工前，应了解隧道区域范围内地表水、出水地点的情况，有条件时采取地表注浆等措施对地表进行必要的处理；

2 开挖前，应根据溶洞的大小、填充情况与隧道的相对位置等具体情况，采取相应的安全技术措施；当在溶洞充填体中掘进时，应提前注浆加固；

3 钻孔作业前，必须超前钻孔探测，进一步查明开挖工作面前方一定范围内情况；

4 爆破开挖时，应严格控制开挖进尺，采取多打孔、打浅孔、小药量爆破，确保隧道开挖稳步推进；

5 当隧道只有一侧遇到溶洞时，应先开挖该侧，待支护完成后再开挖另一侧；

6 施工中必须检查溶洞顶板，及时处理危石。当溶洞较大较高时，应进行安全施工防护。

12.2.5 溶洞处理应根据设计文件要求，结合现场实际情况，采取下列引排水、填堵、跨越、绕行等措施：

1 当溶洞有水流时，在查明水源流向及其与隧道位置关系

后，应采用钻孔排水降压方式处理；排水降压应留有足够厚度的隔水岩盘，确保安全；

2 对已停止发育、跨径较小、无水的溶洞，应根据其与隧道相交的位置及充填情况，采用混凝土、浆砌片石等材料封堵；拱顶以上的空溶洞应采用喷锚支护加固，或加设护拱并对空腔回填处理；

3 当溶洞较大较深时，可根据实际情况采用跨越方式处理；

4 当溶洞较大较深，短期处理难度很大时，可采用迂回导坑绕过溶洞区，继续进行隧道施工，在不影响正常施工的情况下再处理溶洞。

12.2.6 岩溶地区隧道的初期支护和二次衬砌应根据溶洞情况予以加强。二次衬砌施工前，应重点检查拱部、底板、侧边墙一定范围内是否存在有害空洞，并采取措施处理。

12.2.7 岩溶隧道施工除应按有关工序规定项目进行安全检查外，还应按表12.2.7规定的项目进行检查，并认真填写检查记录表。对检查中发现的不符合规定的情况，应按本规程表2.1.5签发整改通知单，限期整改，并跟踪验证。

表12.2.7 岩溶隧道作业安全检查表

项目（工程）名称			
施工地点			
序号	检查项目	对应条文号	检查情况
1	班前安全讲话	2.1.7	
2	作业人员防护用品佩戴情况	2.1.8	
3	综合超前地质预测、预报落实情况	12.2.1	
4	施工前对围岩预加固及地表的处理、加固处理效果验证情况	12.2.2	
5	岩溶地段施工季节选择的合理性	12.2.3	

续表 12.2.7

项目（工程）名称				
施工地点				
序号	检查项目		对应条文号	检查情况
6	岩溶隧道开挖、支护	岩溶地段地表水处理、地表加固	12.2.4	
7		岩溶地段开挖安全技术措施		
8		每次开挖循环前钻孔探水落实情况		
9		开挖循环进尺、炸药用量		
10		半洞半岩的开挖方法		
11		溶洞顶板及周围的安全检查和安全防护		
12	溶洞处理方法		12.2.5	
13	衬砌前拱部、底板、侧边墙一定范围内是否存在有害空洞的检查及处理情况		12.2.6	
检查方： 检查人（签名）： 年 月 日			被检查方： 接收人（签名）： 年 月 日	

12.3 富水软弱破碎围岩

12.3.1 隧道施工前，必须根据地质条件、埋深及地下水情况，选用地表注浆、超前帷幕注浆、降低地下水位等技术措施进行处理，评估达到要求后方可开挖。

12.3.2 隧道施工过程中，一旦发现浑水、携带泥沙、顶钻、高压喷水、水量突然增大等异常情况，应立即停止施工，分析原因，采取措施进行处理。

12.3.3 隧道施工时应按设计及时施作初期支护，加强初期支护的强度，尽早闭合成环。

12.3.4 建立有效的监控体系，及时埋设监控量测点，并取得基准值，按要求开展监控量测；及时根据量测结果，评价支护的可靠性和围岩的稳定性，调整支护参数，确保施工安全。

12.3.5 衬砌背后的排水盲管（沟）必须顺畅地连接到隧道排水沟，防止地下水在衬砌背后积聚对其形成压力。

12.3.6 富水软弱破碎围岩隧道施工除应按有关工序规定的项目进行安全检查外，还应按表12.3.6规定的项目进行检查，并认真填写检查记录表。对检查中发现的不符合规定的情况，应按本规程表2.1.5签发整改通知单，限期整改，并跟踪验证。

表12.3.6 富水软弱破碎围岩隧道作业安全检查表

项目（工程）名称			
施工地点			
序号	检查项目	对应条文号	检查情况
1	班前安全讲话	2.1.7	
2	作业人员防护用品佩戴情况	2.1.8	
3	施工前对围岩预加固及地表的处理、加固处理效果验证情况	12.3.1	
4	钻孔过程中，出现异常情况的处理	12.3.2	
5	初期支护及时施作、尽早封闭成环情况	12.3.3	
6	监控量测开展及指导设计与施工情况	12.3.4	
7	地下水防排处理情况	12.3.5	
检查方： 检查人（签名）： 年 月 日		被检查方： 接收人（签名）： 年 月 日	

12.4 风积沙和含水砂层

12.4.1 隧道通过含水砂层时，应将防水工作放在首位，可采用注浆、冻结等方法止水、固结。

12.4.2 风积沙和含水砂层隧道的开挖应符合下列规定：

1 风积沙隧道开挖应遵循“先加固、后开挖”的原则；含水砂层隧道开挖应遵循“先治水、后开挖”的原则；

2 风积沙和含水砂层隧道根据其断面大小，应采用交叉中隔壁法、中隔壁法或台阶法开挖，并应控制一次循环进尺长度；

3 开挖时应及时监测拱部支护的实际下沉量，当预留变形量过大或不足时，应及时调整。

12.4.3 风积沙和含水砂层隧道的支护应符合下列规定：

1 可采用注浆方法固结砂层，以插板作超前支护；

2 支护应及时，边挖边喷射混凝土封闭，遇缝必堵，严防砂粒从支护缝隙中漏出。

12.4.4 含水砂层开挖地段，应采用排水管或其他设施将水引至已二次衬砌地段排出洞外。排水时，应采取过滤措施，防止砂粒被排走引起坍塌。

12.4.5 风积沙和含水砂层隧道的二次衬砌应及早施作。

12.4.6 风积沙和含水砂层隧道施工除应按有关工序规定的项目进行安全检查外，还应按表12.4.6规定的项目进行检查，并认真填写检查记录表。对检查中发现的不符合规定的情况，应按本规程表2.1.5签发整改通知单，限期整改，并跟踪验证。

表12.4.6 风积沙和含水砂层隧道作业安全检查表

项目（工程）名称			
施工地点			
序号	检查项目	对应条文号	检查情况
1	班前安全讲话	2.1.7	

续表 12.4.6

项目（工程）名称				
施工地点				
序号	检查项目		对应条文号	检查情况
2	作业人员防护用品佩戴情况		2.1.8	
3	含水砂层隧道防水工作		12.4.1	
4	开挖	施工前的加固和治水	12.4.2	
5		隧道开挖方法选择		
6		监控量测及信息反馈		
7	初期支护施作的及时性		12.4.3	
8	防排水处理情况		12.4.4	
9	二次衬砌施作的及时性		12.4.5	
检查方： 检查人（签名）： 年 月 日			被检查方： 接收人（签名）： 年 月 日	

12.5 瓦 斯

12.5.1 瓦斯隧道施工前，必须编制实施性施工组织设计和应急救援预案，其主要内容应包括施工通风设计、预防瓦斯突出的措施和揭煤方法。

12.5.2 瓦斯隧道应建立专门机构进行通风、防突、防爆及瓦斯检测工作，设置消防设施。

12.5.3 瓦斯隧道开工前，必须对施工作业人员及管理人员进行安全技术培训。爆破工、电工、瓦斯检测人员等必须持证上岗。

12.5.4 瓦斯隧道的施工单位应建立救护队伍。救护装备和救护车辆不得用于救护以外的工作。

12.5.5 瓦斯隧道施工作业应符合下列规定：

1 当爆破作业面附近 20 m以内风流中瓦斯浓度达到 1%

时，必须停止钻孔作业；当瓦斯浓度达到1.5%时，必须停止一切作业，撤出工作人员，切断电源，采取措施进行处理；

2 电动机附近20 m以内风流中瓦斯浓度达到1.5%时，必须停止运转，撤出人员，切断电源进行处理；

3 当瓦斯积聚大于0.5 m^3，浓度大于2%时，附近20 m内必须停止工作，撤出人员，切断电源进行处理；

4 因瓦斯浓度超过规定的允许值而切断电源的电气设备，必须在瓦斯浓度降到1%以下时，方可启动机器；使用瓦斯自动检测报警断电装置的开挖工作面，必须人工复电；

5 低瓦斯工区任意处瓦斯浓度超过0.5%时，应加强通风监测；

6 开挖后应及时进行喷锚支护，封闭围岩、堵塞岩隙，防止瓦斯继续逸出。

12.5.6 瓦斯工区钻爆作业应符合下列规定：

1 应采用光面爆破技术避免瓦斯积聚；必须采用湿式钻孔。

2 应执行“一炮三检制”和“三人连锁爆破制”。

3 瓦斯工区爆破作业必须使用煤矿许用炸药，并符合下列规定：

1）低瓦斯工区岩层掘进，应使用安全等级不低于一级的煤矿许用炸药；

2）低瓦斯工区揭煤和煤层、半煤层掘进，应使用安全等级不低于二级的煤矿许用炸药；

3）高瓦斯工区爆破，应使用安全等级不低于三级的煤矿许用炸药；

4）有煤与瓦斯突出危险的地段爆破，应使用安全等级不低于三级的煤矿许用含水炸药；

5）禁止使用黑火药和冻结、半冻结的硝化甘油类炸药，同一工作面不应使用两种不同品种的炸药。

4 瓦斯工区爆破应使用煤矿许用瞬发电雷管或煤矿许用毫

秒延期电雷管，并应使用防爆型发爆器起爆。严禁使用火雷管，使用煤矿许用毫秒延期电雷管时，最后一段的延期时间不得超过 130 ms。

5 瓦斯工区爆破必须使用炮泥填塞炮孔，填塞材料应用黏土或不燃性材料。炮孔的装药及填塞应符合下列要求：

1）装药前应清除炮孔内的煤（岩）粉；

2）炮孔深度小于 0.6 m时，不应装药爆破；特殊情况下，必须采取安全措施并满封炮泥；

3）炮孔深度为 0.6～1 m时，封泥长度不应小于炮孔长度的 1/2；炮孔深度大于 1 m时，封泥长度不应小于 0.5 m；炮孔深度大于 2.5 m时，封泥长度不应小于 1 m；光面爆破时，周边炮孔应用炮泥封实，且封泥长度不小于 0.3 m；

4）工作面有 2 个或 2 个以上自由面时，最小抵抗线在煤层中不得小于 0.5 m，在岩层中不得小于 0.3 m；浅眼装药爆破大岩块时，最小抵抗线和封泥长度均不得小于 0.3 m；

5）炮孔用水炮泥封堵时，水炮泥外剩余的炮孔部分应用黏土炮泥封实，其长度不小于 0.3 m。

6 装药前应进行检查，有下列情况之一时不应装药爆破：

1）炮孔内发现异状、温度骤高骤低、有显著瓦斯逸出、煤岩松动等；

2）在距爆破地点 20 m内堆放的机具设备、石渣、材料等堵塞坑道断面 1/3 以上；

3）工作面风量不足。

7 爆破前，爆破母线必须扭结成短路，并包覆绝缘层。起爆前，由经过专门培训的爆破工由爆破工作面向起爆站依次进行连接。

12.5.7 防治煤与瓦斯突出应符合下列规定：

1 接近突出煤层前，必须对设计标示的各突出煤层位置进行超前探测，标定各突出煤层准确位置，掌握其赋存情况及瓦斯状况。

2 施工时，至少选用下列5种方法中的2种对突出危险性进行预测，并相互验证：

1）瓦斯压力法；

2）综合指标法；

3）钻屑指标法；

4）钻孔瓦斯涌出初速度法；

5）“R”指标法。

3 应根据地质情况、煤与瓦斯赋存情况、隧道施工方法等选用钻孔排放、抽放、水力冲孔、金属骨架等措施。防突措施实施后，必须进行效果检验。

12.5.8 石门揭煤应符合下列规定：

1 参加揭煤施工人员必须佩戴自救器；

2 在有瓦斯突出的煤层揭煤，爆破时所有人员必须撤到洞外；

3 应加强通风管理，开挖面应有足够的新鲜空气；

4 当瓦斯压力为0.6～1.0 MPa时，可采用振动爆破法；

5 揭煤前应清理洞口和通风机房周围50 m范围内一切火源。

12.5.9 煤层段掘进与支护衬砌应符合下列规定：

1 应控制循环进尺，在全煤层中掘进必须采用电煤钻钻孔，应少钻孔、少装药；

2 在半煤半岩地层中掘进应在岩石炮眼中装药，煤层需爆破时，必须采用松动爆破；

3 在软弱破碎岩层或煤层中掘进，应采用超前支护或预压浆，防止坍塌或瓦斯突出；

4 爆破后应及时进行喷锚支护和施作二次衬砌，封闭围岩，

减少瓦斯积聚；

5 仰拱应及早施工，保证拱、墙、仰拱衬砌能形成闭合整体；

6 煤系地层设防段的二次衬砌应预留注浆孔，二次衬砌完成后应及时注浆，充填空隙、减少瓦斯积聚。

12.5.10 瓦斯隧道施工通风应符合下列规定：

1 瓦斯隧道的施工组织设计中，应编制全隧道和各工区的施工通风设计，并考虑各工区贯通后的风流调整和防爆要求。隧道施工的任何作业面不应存在通风盲区。

2 瓦斯隧道通风设施应保持完好。调节、迁移、拆除通风设施的工作，应由通风管理人员担任。

3 瓦斯隧道各开挖工作面必须独立通风，严禁任何2个工作面之间串联通风。

4 瓦斯隧道通风遇有下列情况之一时，应制订处理措施：

1）主要风机停转；

2）通风系统遭受破坏；

3）开挖工作面停风；

4）打开封闭区。

5 洞内供风量应通过计算确定，且每人供风量不得小于4 m^3/min。

6 瓦斯隧道的主风机应有2条独立的供电线路，并装设风电闭锁装置。

7 必须配置一套同等性能的备用通风机，并经常保持良好的使用状态。

8 应采用抗静电、阻燃的通风管。

9 临时停工地段不得停风，停风时应切断电源并设置栅栏与警告牌，人员不得进入。

10 隧道贯通后，应继续加强通风，防止瓦斯局部积聚。

12.5.11 瓦斯隧道施工必须建立瓦斯检测制度，并遵循下列规定：

1　必须设立专职检查员。

2　安全总监、安全监察工程师进入隧道，必须携带便携式甲烷检测报警仪或便携式光学甲烷检测仪，瓦斯检查员进入隧道，必须携带便携式光学甲烷检测仪。

3　所有工作面及通风效果不良地段都应纳入检查范围，并检查到顶部。

4　瓦斯浓度检查频次应符合下列规定：

1）低瓦斯工区每班至少检查2次；

2）高瓦斯工区每班必须至少检查3次；

3）有煤与瓦斯突出危险的施工作业地段，瓦斯突出较大、变化异常的作业地段，应设专人经常检查；

4）长期停工后重新复工的作业面、隧道塌方后开始处理前必须进行检查。

5　瓦斯检查员必须执行瓦斯巡回检查制度，建立检查台账，并执行日报制度；瓦斯日报必须报送队长和技术主管审阅，并通报通风班长。瓦斯浓度达到或超过规定时，瓦斯检查员有权责令现场人员停止工作，并撤到安全地点。

6　安全主管部门应定期对瓦斯工区的瓦斯检测工作进行检查。

7　检测瓦斯用的仪器、设备必须定期进行调试、校验，发现问题应及时处理。凡经大修的仪器，必须经计量检定合格后方可使用。

12.5.12　瓦斯隧道照明与电气信号设备应符合下列规定：

1　低瓦斯隧道不应大于220 V，高瓦斯隧道和瓦斯突出隧道不应大于110 V；

2　输电线路不得使用裸线和绝缘不良的导线；

3　高瓦斯隧道和煤与瓦斯突出隧道，照明电器应使用防爆型，开关应设在进风道或洞口；

4　矿灯充电房应离洞口50 m以外；

5　瓦斯隧道内的电气信号，除信号集中闭塞外，应能同时

发声和发光；

6 竖井、斜井主要井口绞车的信号装置应直接接在供电线路上，不应分接其他负荷；

7 隧道内的电话线路严禁利用大地作回路。

12.5.13 隧道内非瓦斯工区和低瓦斯工区的电气设备与作业机械可使用非防爆型，其行走机械严禁驶入高瓦斯工区和瓦斯突出工区。高瓦斯工区和瓦斯突出工区的电气设备与作业机械必须使用防爆型。

12.5.14 瓦斯隧道防火应符合下列规定：

1 洞口 20 m范围内严禁火源；

2 洞内严禁产生高温和发生火花的作业，洞内不得进行电焊、气焊、喷灯焊等作业，确需用焊时必须有相应的安全措施；

3 洞内严禁使用可燃性材料搭设临时操作间和休息室，暖风道、压入式通风的风洞必须用不燃性材料砌筑，并应至少装设2道防火门；

4 在有自燃倾向的煤层中施工时，必须事先制订专项的安全措施，预防煤层自燃；

5 瓦斯工区必须在洞外设置消防水池和消防用砂，水池中应经常保持不少于 200 m^3储水量，并保持一定的水压；

6 瓦斯工区内必须设置消防管路系统，并每隔 100 m设置一个阀门，作业区内设置灭火器及消防设施，并保持良好状态；

7 洞内发生火灾时，应根据火灾的性质、灾区通风和瓦斯状况，立即采用一切可能的方法直接灭火；

8 当洞内火灾不能直接扑灭时，必须封闭火区，直到经过取样分析，确认火灾已经熄灭后方可启封；启封火区应逐段恢复通风；当测出风流中含一氧化碳或有其他复燃征兆时，必须立即停止向火区送风，并重新封闭火区；

9 启封火区和火区初期恢复通风的工作必须由专业的救护队负责进行，火区内风流所经过的巷道内的人员必须全部撤出；

10 启封火区完毕后3 d内，每班由救护队检查通风工作，并测定水温、气温和空气成分，确认火灾完全熄灭，通风等情况良好，方可恢复施工。

12.5.15 瓦斯隧道救护工作应符合下列规定：

1 瓦斯隧道应备有急救和抢救设备，并指定专人保管，经常保持其良好状态，急救和抢救设备不得挪用；

2 高瓦斯和瓦斯突出工区应配备救护队，在事故发生时非救护队成员不得进洞抢救；

3 救护队必须在统一指挥下开展抢救工作，严禁个人单独行动；

4 事故处理救护基地，应设在安全区附近新鲜风流中的安全地带。

12.5.16 瓦斯工区进洞人员应遵守下列安全规定：

1 进入瓦斯隧道的人员必须在洞口登记，并接受安全检查；

2 严禁穿着易产生静电的服装进入瓦斯工区；

3 进入瓦斯突出工区的作业人员必须携带个人自救器。

12.5.17 瓦斯隧道施工除应按有关工序规定的项目进行安全检查外，还应按表12.5.17规定的项目进行检查，并认真填写检查记录表。对检查中发现的不符合规定的情况，应按本规程表2.1.5签发整改通知单，限期整改，并跟踪验证。

表12.5.17 瓦斯隧道作业安全检查表

项目（工程）名称			
施工地点			
序号	检查项目	对应条文号	检查情况
1	班前安全讲话	2.1.7	
2	劳动防护用品佩戴情况	2.1.8	
3	消防设施设置情况	12.5.2	
4	特种作业人员持证上岗	12.5.3	
5	瓦斯救护队伍、救护设备	12.5.4	

续表 12.5.17

项目（工程）名称			
施工地点			
序号	检查项目	对应条文号	检查情况
6	湿式钻孔	12.5.6	
7	“一炮三检制”和“三人连锁爆破制”执行情况		
8	炸药使用		
9	雷管使用		
10	炮孔堵塞		
11	装药前，作业环境		
12	瓦斯防突安全措施	12.5.7	
13	石门揭煤	12.5.8	
14	煤层段掘进进尺、钻孔、装药	12.5.9	
15	煤层段初期支护、二次衬砌		
16	预留注浆孔及注浆		
17	通风	12.5.10	
18	瓦斯检测制度、专职检查员	12.5.11	
19	瓦斯检测频次		
20	瓦斯检测结果及处理		
21	瓦斯检测仪器及设备的调试、检验和鉴定		
22	照明和电气信号设备	12.5.12	
23	高瓦斯、瓦斯突出工区防爆	12.5.13	
24	瓦斯隧道防火措施	12.5.14	
25	瓦斯隧道进洞人员管理	12.5.16	

检查方：　　被检查方：

检查人（签名）：　　接收人（签名）：

年　月　日　　年　月　日

12.6 岩　爆

12.6.1 对可能发生岩爆的隧道施工中，应对开挖工作面前方的围岩特性、水文地质情况等进行预测、预报。

12.6.2 中等以上岩爆隧道，应选择以机械作业为主的施工方案，采用凿岩台车钻孔，用机械手喷射混凝土。

12.6.3 岩爆隧道应根据岩爆强度大小进行分级，并针对岩爆级别分别采取下列安全技术措施：

1 中等岩爆地段，应在隧道开挖断面轮廓线外 10～15 cm 范围的边墙及拱部，钻设注水孔，并向孔内灌高压水，软化围岩，加快围岩内部的应力释放；

2 强烈岩爆地段，应采用即时受力锚杆，同时挂设钢筋网或柔性防护网，防止岩爆落石。应在开挖工作面上钻应力释放孔或掘进小导洞，使岩层中的高地应力部分释放，再进行隧道的开挖；应采用超前锚杆预支护，锁定开挖面前方的围岩。

12.6.4 岩爆隧道的施工应符合下列规定：

1 开挖循环进尺应根据岩爆地段的具体情况控制，并不应过大；

2 采用光面爆破或预裂爆破技术，使隧道周壁圆顺，降低岩爆发生的强度；

3 采用机械手进行网喷纤维混凝土；

4 在拱部及边墙布置预防岩爆的短锚杆，锚杆长度为 2 m 左右，间距为 0.5～1.0 m，挂网喷射纤维混凝土。

12.6.5 隧道施工中，一旦发生岩爆，应立即采取下列处理措施：

1 应停机待避，待检查确认安全后进行开挖工作面的观察记录，如岩爆的位置、强度、类型、数量以及山鸣等；

2 增设摩擦式锚杆（不能替代系统锚杆），锚杆应装垫板；

3 及时增喷纤维混凝土，厚度为 5～8 cm；

4 施工机械重要部位应加装防护钢板，避免岩爆弹射出的

岩块伤及作业人员和砸坏施工设备。

12.6.6 岩爆隧道施工除应按有关工序规定的项目进行安全检查外，还应按表12.6.6规定的项目进行检查，并认真填写检查记录表。对检查中发现的不符合规定的情况，应按本规程表2.1.5签发整改通知单，限期整改，并跟踪验证。

表12.6.6 岩爆隧道作业安全检查表

项目（工程）名称			
施工地点			
序号	检查项目	对应条文号	检查情况
1	班前安全讲话	2.1.7	
2	作业人员防护用品佩戴情况	2.1.8	
3	岩爆预测、预报工作落实情况	12.6.1	
4	中等以上岩爆以机械施工为主	12.6.2	
5	中等以上岩爆控制和减小岩爆强度的技术措施落实情况	12.6.3	
6	开挖进尺控制情况	12.6.4	
7	采用光面爆破技术、爆破轮廓圆顺控制		
8	初期支护加强措施落实情况		
9	岩爆发生后的处理措施	12.6.5	
检查方： 检查人（签名）： 年 月 日		被检查方： 接收人（签名）： 年 月 日	

12.7 膨胀性和挤压性围岩

12.7.1 膨胀性和挤压性围岩隧道断面可采用圆形断面或椭圆形断面。

12.7.2 膨胀性围岩浅埋地段，对于地表低洼集水处，应先采取充填黏土隔水，并形成流水坡等措施处理，快速排走地表水。

12.7.3 膨胀性和挤压性围岩隧道开挖应符合下列规定：

1 应采用机械、人工等非爆破开挖方式，减少对围岩的扰动；

2 采用钻爆法开挖时，应控制开挖循环进尺和炸药用量、同时应确保开挖断面轮廓圆顺；

3 开挖后应及时进行支护，封闭暴露的岩体，施作临时仰拱或横撑，支护应尽早封闭成环。

12.7.4 膨胀性和挤压性围岩隧道支护应符合下列规定：

1 根据具体情况加大 20 ~ 30 cm的预留变形量，避免因侵入限界而造成初期支护的拆除；

2 初期支护应做到“先放后抗、先柔后刚”，并可分层施作、逐层加强；

3 膨胀性围岩隧道开挖后应尽快初喷混凝土封闭岩面，控制含水量发生大的变化；

4 应加强初期支护，采用喷纤维混凝土、长锚杆和钢架组合的支护结构。初期支护应与围岩密贴，保证初期支护与围岩同步受力和变形。

12.7.5 膨胀性和挤压性围岩隧道施工时，应控制施工用水，加强施工用水管理，防止岩面被水浸泡。

12.7.6 膨胀性和挤压性围岩隧道施工除应按有关工序规定的项目进行安全检查外，还应按表 12.7.6 规定的项目进行检查，并认真填写检查记录表。对检查中发现的不符合规定的情况，应按本规程表 2.1.5 签发整改通知单，限期整改，并跟踪验证。

表 12.7.6 膨胀性和挤压性围岩隧道作业安全检查表

项目（工程）名称			
施工地点			
序号	检查项目	对应条文号	检查情况
1	班前安全讲话	2.1.7	
2	作业人员防护用品佩戴情况	2.1.8	

续表 12.7.6

项目（工程）名称			
施工地点			
序号	检查项目	对应条文号	检查情况
3	隧道断面形式选择	12.7.1	
4	地表水的处理情况和效果	12.7.2	
5	优先选用机械或人工开挖方式	12.7.3	
6	钻爆法开挖的炸药用量、开挖进尺控制情况		
7	适当加大预留变形量	12.7.4	
8	开挖后立即初喷混凝土封闭岩面		
9	初期支护强度、施作及时性、尽快成环要求		
10	施工用水管理情况	12.7.5	
检查方： 检查人（签名）： 年 月 日		被检查方： 接收人（签名）： 年 月 日	

12.8 黄　土

12.8.1 黄土隧道洞口及地表水处理应符合下列规定：

1 进洞前应按设计做好洞顶、洞门及洞口的防排水系统，排水沟应进行铺砌，防止地表水下渗；

2 洞门施工应在雨季前完成；

3 对地表冲沟、陷穴、裂缝等应采取回填夯实、填土反压、改变地表水径流等措施，将水排至隧道范围以外；洞口浅埋段地表冲沟、陷穴、裂缝等，除应采用上述方法处理外，还应用砂浆抹面，避免水下渗影响结构安全；

4 根据情况采用井点降水等措施将地下水位降至隧道仰拱

底部以下 1.5 m，确保施工顺利进行。

12.8.2 黄土隧道的开挖应符合下列规定：

1 黄土隧道应采用机械和人工配合的开挖方式，不应采用钻爆开挖方式；

2 根据隧道断面、地质情况应采用台阶法或分部法开挖；

3 在半岩半土层的隧道爆破时应对拱脚进行加固，同时控制炸药用量，减小爆破对围岩和拱部初期支护的扰动，防止塌方和掉拱；

4 墙脚、拱脚等隅角处应预留 30 cm用人工开挖，严禁超挖；

5 根据不同围岩级别，开挖循环进尺应控制在 0.5～1.5 m；

6 湿陷性黄土隧道基底可采用树根桩、灰土挤密桩、注浆、换填等处理措施；

7 施工中当发现突水、异常变形等不安全因素时，应暂停开挖，加强临时支护，调整施工方案。

12.8.3 黄土隧道初期支护、二次衬砌施工应符合下列规定：

1 施工中要特别注意观察垂直节理，必要时应采取措施，防止塌方事故发生；

2 开挖后应立即对隧道周壁及开挖工作面进行喷射混凝土封闭，并及时施作锚杆、钢筋网及钢架；

3 应在拱脚设置测点，监测拱脚下沉的状态，并在钢架基脚或分部开挖基脚等处设置注浆锁脚锚杆（管），以及设置垫板或采用大拱脚，控制钢架沉降和塌方事故的发生；

4 锚杆施工应采用煤矿螺旋钻成孔；锚杆应采用药包式或早强砂浆式，各种锚杆必须设置垫板；

5 临时支护应根据监控量测情况拆除，一次拆除长度不得大于 15 m。

12.8.4 黄土隧道施工防排水应符合下列规定：

1 地层含水量大时，上、下台阶开挖工作面附近应开挖横向水沟，并采用管、槽将水引至隧道中部纵向排水沟排出洞外，避免浸泡拱脚；

2　应控制施工用水，初期支护喷混凝土和二次衬砌混凝土均应采用喷雾器喷雾养护取代洒水养护，避免混凝土泌水浸泡黄土隧道基底。

12.8.5　黄土隧道施工除应按有关工序规定的项目进行安全检查外，还应按表12.8.5规定的项目进行检查，并认真填写检查记录表。对检查中发现的不符合规定的情况，应按本规程表2.1.5签发整改通知单，限期整改，并跟踪验证。

表12.8.5　黄土隧道作业安全检查表

项目（工程）名称			
施工地点			
序号	检查项目	对应条文号	检查情况
1	班前安全讲话	2.1.7	
2	作业人员防护用品佩戴情况	2.1.8	
3	洞口排水系统修筑、地表水处理情况	12.8.1	
4	雨季前做好洞门		
5	降低地下水位措施落实情况		
6	隧道选用机械开挖方式	12.8.2	
7	半岩半土地层隧道爆破开挖拱脚加固措施、爆破药量控制		
8	开挖循环进尺控制		
9	隧道基底处理措施及效果		
10	初期支护强度、施作的及时性	12.8.3	
11	基脚处的锚管（杆）施做情况		
12	临时支护一次拆除长度		
13	洞内排水及施工用水管理	12.8.4	
检查方：　　被检查方： 检查人（签名）：　　接收人（签名）： 年　月　日　　年　月　日			

12.9 高原冻土

12.9.1 高原冻土隧道洞口段，应根据季节温度的变化进行保温施工，并宜安排在非冻季节施工。

12.9.2 洞口边、仰坡的开挖应遵循“快开挖、快防护”的原则，力求缩短边、仰坡的暴露时间。

12.9.3 温暖季节，为避免冻融，洞身施工应采取空气调节措施，降低洞内环境温度。开挖爆破后，应尽快用喷混凝土封闭围岩表面，控制围岩表层融化。

12.9.4 高原冻土隧道施工，应加快模筑混凝土衬砌速度，确保模筑混凝土衬砌紧跟开挖工作面。

12.9.5 高原冻土隧道施工中，应采取有效的防排水措施，防止高寒隧道冻胀破坏。

12.9.6 在隧道施工时，必须根据高原的实际情况，采取合理的通风及供氧方式，选择合适的通风及供氧设备，保证隧道施工人员的健康与安全。

12.9.7 高原冻土隧道施工除应按有关工序规定的项目进行安全检查外，还应按表12.9.7规定的项目进行检查，并认真填写检查记录表。对检查中发现的不符合规定的情况，应按本规程表2.1.5签发整改通知单，限期整改，并跟踪验证。

表12.9.7 高原冻土隧道作业安全检查表

项目（工程）名称			
施工地点			
序号	检查内容	对应条文号	检查情况
1	班前安全讲话	2.1.7	
2	作业人员防护用品佩戴情况	2.1.8	
3	保温施工措施落实情况	12.9.1	

续表 12.9.7

项目（工程）名称			
施工地点			
序号	检查内容	对应条文号	检查情况
4	洞口施工遵循“快开挖、快防护”原则落实情况	12.9.2	
5	隧道开挖后及时初喷混凝土封闭岩面	12.9.3	
6	二次衬砌施作的及时性	12.9.4	
7	洞内防排水施作情况	12.9.5	
8	隧道通风效果、供氧保证	12.9.6	
检查方： 检查人（签名）： 年 月 日		被检查方： 接收人（签名）： 年 月 日	

13 斜井与竖井

13.1 一般规定

13.1.1 斜井、竖井施工作业应考虑下列主要危险源、危害因素：

1 斜井、竖井与正洞连接处的专项施工技术方案不合理；

2 富水长大斜井、竖井的抽排水专项技术方案不合理，抽排水设备配置不足；

3 斜井无轨运输道路坡度过大，运输车辆超速、超载、超限；

4 斜井有轨运输轨道养护不到位、调度指挥不当，运输车辆超速、超载、超限；

5 竖井提升系统信号和制动失灵、调度指挥不当、运行过程中发生机械故障等。

13.1.2 斜井、竖井井口周边的截水、排水系统和防冲刷设施应在开挖前妥善规划，尽早完成。斜井洞门、竖井锁口圈应及早施作。

13.1.3 斜井、竖井的边仰坡开挖不应采用大开挖、大爆破，开挖坡面应及时进行防护，坡面有危石时应进行清除或防护。

13.1.4 斜井、竖井与正洞连接处的施工必须编制专项施工方案，有针对性地制定安全技术措施，按程序报批后方可进行。

13.1.5 斜井、竖井与正洞连接处在开挖前应检查围岩稳定情况，必要时采取超前预加固措施。开挖后，应及时支护和监控量测，围岩差时应及早施作二次衬砌。

13.1.6 斜井、竖井废弃时应按要求做好排水、加固，并采取安全防护措施。

13.2 斜　井

13.2.1 斜井施工应根据斜井出水量进行抽排水设计，配置满足抽排水需要的各种设施和设备。长大斜井应制定专项抽排水设计方案及应急预案，方案应经有关单位评审。

13.2.2 长大斜井应配备双电源和双管路，并保证在系统电源断电后立即切换到备用电源上。

13.2.3 隧道运输应建立统一的运输调度管理制度，并由专人负责。在斜井与正洞交叉口处应设专人指挥，并设置反光警示镜及限速标志。

13.2.4 斜井施工应加强施工照明和施工通风管理，保证洞内视线和通风效果良好。

13.2.5 斜井掘进应符合下列规定：

1 斜井安装初期支护钢架时，必须按设计要求进行，并在安装过程中采取专门稳固钢架的措施；

2 各种作业平台必须配有制动装置，就位后应进一步采取加固措施，防止作业过程中顺坡溜滑。

13.2.6 斜井无轨运输道路应符合下列规定：

1 长及特长隧道综合坡率不应大于10%，并应每隔一定距离设长度不小于30 m的平坡段；

2 单车道的斜井，每隔一定距离应设置一处会车道，其长度应满足安全行车要求；

3 斜井内运输道路必须硬化，并采取防滑措施。

13.2.7 斜井无轨运输车辆必须限速行驶，进洞重车不得大于8 km/h，轻车不得大于15 km/h；出洞爬坡不得大于20 km/h。

13.2.8 斜井无轨运输，洞内、外应设各种安全设施和警示标志，并应符合下列规定：

1　洞外距离洞口一定位置应设限高标志。洞内各种作业平台必须满足最小行车限界要求，并设置明显的警示标志；

2　在洞内的集水坑、变压器、紧急避险处应设置防撞隔离栏和闪光红灯警示标志；

3　洞内通道一侧每隔一定距离应设置一处防撞安全岛，安全岛内应设有废轮胎防撞墙，作为车辆制动失灵时的安全应对措施。

13.2.9　斜井运输车辆投入使用前应进行检查，符合要求方可进洞作业；施工作业中，项目部安全主管部门每月应进行不少于1次的抽查；驾驶员应每天对车辆进行自检，确保车况良好。

13.2.10　斜井采用有轨运输时，井口必须设置挡车器，并设专人管理；斜井长度超过100 m时，应在井口下20 m和接近井底60 m处设置第二道挡车器；长大斜井应每隔100 m和接近井底时在轨道上设置防溜车装置。

13.2.11　斜井有轨运输时井身每隔30～50 m应设置躲避洞，井底停车场应设避车洞，井底附近的固定设备应设置在专用洞室内。

13.2.12　斜井口、井下及卷扬机之间应有联络信号。提升、下降与停留应有明确的色灯和音响等信号规定。

13.2.13　斜井中牵引运输速度不得大于5 m/s，接近洞口与井底时不得大于2 m/s，升降加速度不得大于0.5 m/s。

13.2.14　斜井提升设备必须装设下列保险装置：

1　防止过卷装置，当提升容器超过正常卸载位置0.5 m时，必须能自动断电，并能使保险闸发生作用；

2　防止过速装置，当提升速度超过最大速度15%时，必须能自动断电，并能使保险闸发生作用；

3　当提升速度超过3 m/s时，必须装设限速器，保证提升容器到达终端停止位置前的速度不大于2 m/s；

4 提升卷扬机必须装设深度指示器、开始减速时能自动示警的警铃及司机不需离座即能操纵的常用闸和保险闸。

13.2.15 斜井施工使用的钢丝绳应符合下列规定：

1 提升用的钢丝绳必须每天检查1次，每隔6个月检验1次；

2 钢丝绳的安全系数和检验要求可参照《起重机安全规程》的规定；

3 钢丝绳的钢丝有变黑、锈皮、点蚀麻坑等损伤时，不得用作升降人员。钢丝绳锈蚀严重，点蚀麻坑形成沟纹，外层钢丝松动时，必须更换。

13.2.16 斜井施工中严禁人员乘坐斗车、矿车。当斜井的垂直深度超过50 m时，应配备运送人员的车辆，其使用应遵守下列规定：

1 运送人员的车辆必须有顶盖，并装有可靠的防坠器；当断绳时能自动发生作用，同时也能用手操纵；

2 运送人员的列车必须设车长跟随，车长坐在行车前方的最前排座位上，手动防溜车装置必须装在车长座位处；

3 每班运送人员前，必须检查车辆的连接装置、保险链及防坠器；运送人员前，应先放一次空车，检查斜井轨道和卷扬机的安全状况；

4 运送人员的车辆不得超过定员，乘车人员及携带的工具不得超出车厢；

5 运送人员的车辆中必须装有向卷扬机司机发送紧急信号的装置。

13.2.17 斜井施工除按应有关工序规定的项目进行安全检查外，还应按表13.2.17规定的项目进行检查，并认真填写检查记录表。对检查中发现的不符合规定的情况，应按本规程表2.1.5签发整改通知单，限期整改，并跟踪验证。

表 13.2.17　斜井作业安全检查表

项目（工程）名称				
施工地点				
序号	检查项目		对应条文号	检查情况
1	班前安全讲话		2.1.7	
2	作业人员防护用品佩戴情况		2.1.8	
3	井口排水、防冲刷设施、斜井洞门施工		13.1.2	
4	边、仰坡开挖及防护加固		13.1.3	
5	与正洞连接处施工		13.1.4	
6	抽排水设备、设施		13.2.1	
7	长大斜井双电源配置		13.2.2	
8	洞内运输调车管理制度		13.2.3	
9	斜井施工照明、通风		13.2.4	
10	斜井掘进	支护钢架安装	13.2.5	
11		作业平台制动及防溜		
12		围岩预加固、二次衬砌	13.1.5	
13	无轨运输道路	道路坡度、平坡段设置	13.2.6	
14		会车道设置		
15		路面硬化、防滑措施		
16	运输车辆限速行驶		13.2.7	
17	安全警示和安全设施	限高、净空及标识	13.2.8	
18		洞内设施防撞及标识		
19		洞内安全设施设置		
20	运输车辆管理制度及落实		13.2.9	
21	斜井有轨运输挡车器设置		13.2.10	
22	洞身及井底躲避洞设置		13.2.11	

续表 13.2.17

项目（工程）名称			
施工地点			
序号	检查项目	对应条文号	检查情况
23	联络信号设置	13.2.12	
24	斜井有轨运输牵引速度限制	13.2.13	
25	斜井提升设备保险装置设置	13.2.14	
26	钢丝绳安全检查及维护	13.2.15	
27	运送人员车辆的安全	13.2.16	
28	废弃斜井安全处理	13.1.6	
检查方： 检查人（签名）： 年 月 日		被检查方： 接收人（签名）： 年 月 日	

13.3 竖　井

13.3.1 竖井井口及井架应符合下列规定：

1 井口的锁口圈应配置井盖，只有在升降人员和物料进出时，井盖方可打开；

2 井口应设防雨设施，通向井口的轨道应设阻车器；

3 井口周围应设置安全栅栏和安全门，安全栅栏的高度不应小于 1.2 m；

4 井口、井底、绞车房和工作吊盘间均应有联络信号，并有专人负责，必要时应装设直通电话；

5 竖井井架天轮棚必须安装避雷针，井架脚必须安装接地线。

13.3.2 竖井掘进应符合下列规定：

1 竖井钻孔结束后，应将钻孔机具提升出井外，防止爆破损坏钻孔机具；

2　每次爆破后，应有专人清除危石和掉落在井圈上的石渣，并检查初期支护和临时支撑有无受损，清理完后方可正常工作；

3　当工作面附近或未衬砌地段发现落石、支撑发响、大量涌水时，施工人员应立即撤出井外，并报告处理。

13.3.3　竖井提升机械的使用应符合下列规定：

1　提升机械安装完毕后必须经具有专业资质的检测机构验收合格，并出具安全检验合格证书，方可投入使用；

2　提升机械不得超负荷运行，并应有深度指示器和防止过卷、过速等保险装置，以及限速器和松绳信号等；

3　工作吊盘的载重量不得超过吊盘的设计载重能力；

4　提升用的钢丝绳和各种悬挂使用的钩、链、环、螺栓等连接装置，应具有规定的安全系数，使用前应检验合格后方可安装。使用中应定期检查、维修和更换。

13.3.4　竖井采用吊桶升降人员和物料时应遵守下列规定：

1　吊桶必须沿钢丝绳轨道升降，保证吊桶不碰撞岩壁；

2　运送人员及物料的速度不得超过有关规定；

3　提升钢丝绳应与吊桶连接牢固，不得自动脱钩；

4　吊桶上方必须设置保护伞；

5　不得在吊桶边缘上坐立，乘坐人员身体的任何部位不得超出桶沿；

6　吊桶不准超载，装有物料的吊桶不得乘人。

13.3.5　竖井采用罐笼升降人员和物料时，应遵守下列规定：

1　罐顶应设置可打开的铁盖或铁门，罐底必须满铺钢板，并不得有孔；

2　罐笼一次容纳人数和最大载重量应明确规定，并在井口公布；

3　罐笼升降速度不得大于 3 m/s，加速度不得大于 0.25 m/s^2；

4　罐笼、钢丝绳、卷扬机各部及其连接处，必须设专人检查，发现钢丝绳有损，罐道和罐耳间磨损度超过规定等，必须立

即更换；

5 升降人员或物料的单绳提升罐笼必须设置可靠的防坠器；

6 罐笼升降作业时，其下方不得停留人员。

13.3.6 竖井防排水应符合下列规定：

1 竖井建井期间，如果裂隙水较发育，影响作业人员安全，应采用周边帷幕注浆止水；在有少量裂隙水时，应随竖井的施工开挖在井底设集水坑，采用小型抽水机将水抽入吊桶排至井外；

2 竖井使用期间，正洞裂隙水及施工废水应排入井底水仓，由井底抽水机排出。

13.3.7 竖井施工除应按有关工序规定的项目进行安全检查外，还应按表13.3.7规定的项目进行检查，并认真填写检查记录表。对检查中发现的不符合规定的情况，应按本规程表2.1.5签发整改通知单，限期整改，并跟踪验证。

表13.3.7 竖井作业安全检查表

项目（工程）名称				
施工地点				
序号	检查项目		对应条文号	检查情况
1	班前安全讲话		2.1.7	
2	劳动保护用品佩戴情况		2.1.8	
3	井口排水、防冲刷设施，锁口圈施做		13.1.2	
4	边、仰坡开挖及防护加固		13.1.3	
5	与正洞连接处施工安全措施		13.1.4	
6	竖井井口及井架	井口配置井盖	13.3.1	
7		井口防雨设施、轨道阻车器		
8		安全栅栏设置		
9		联络信号		
10		井架避雷设施		

续表 13.3.7

项目（工程）名称				
施工地点				
序号	检查项目		对应条文号	检查情况
11	竖井掘进	爆破前，施工机具撤离	13.3.2	
12		爆破后，井口、井内安全检查		
13		异常情况时的人员撤离		
14		围岩预加固、二次衬砌	13.1.5	
15	竖井提升机械使用	检测机构验收合格	13.3.3	
16		深度指示器、保护装置		
17		工作吊盘载重能力		
18		钢丝绳及连接装置检查、维护		
19	采用吊桶提升	保证吊桶不碰井壁的措施	13.3.4	
20		提升速度限制		
21		吊桶连接		
22		吊桶上方设置保护伞		
23		人员、材料不得超出桶沿		
24		人员、材料不得混乘		
25	采用罐笼提升	罐顶铁盖或铁门、罐底钢板设置	13.3.5	
26		人数和最大载重量提示牌		
27		升降速度限制		
28		钢丝绳安全检查及维护		
29		单绳提升罐笼防坠器设置		
30		升降作业时，安全警戒		
31	竖井防排水	竖井建井期间的防排水措施	13.3.6	
32		竖井使用期间的防排水措施		
33	竖井废弃时的安全处理措施		13.1.6	
检查方： 检查人（签名）： 年 月 日			被检查方： 接收人（签名）： 年 月 日	

14 全断面岩石掘进机（TBM）施工

14.1 一 般 规 定

14.1.1 全断面岩石掘进机（TBM）施工作业应考虑下列主要危险源、危害因素：

1 吊装作业钢丝绳断裂、吊钩脱落、限位器失灵；

2 机械设备运行和维护中作业人员防护不当；

3 通过软弱围岩、岩爆、小岩溶、膨胀岩、高瓦斯等特殊地段；

4 刀具、刀盘、主轴承等失效；

5 施工运输指挥不当、信号和制动失灵、超速、超载及机械故障等；

6 未配备消防器材或消防器材失效。

14.1.2 施工单位应建立健全安全生产保障体系和规章制度，对施工人员进行安全教育和培训。TBM 作业人员必须经过专业培训考核合格并取得相应操作证后持证上岗。

14.1.3 TBM 在特殊地质条件下施工前，建设单位应组织专家评审施工方案，施工单位应编制安全事故应急救援预案，并经建设单位审批。

14.1.4 TBM 施工各工序作业前，应编制安全作业规程和作业指导书，关键工序还应编制专项安全技术措施，经监理单位审批后实施。施工前，应对作业人员进行安全技术交底。

14.1.5 TBM 施工中应建立健全机械设备管理制度，定期对设备进行安全检查、维护。

14.1.6 TBM 施工的隧道应开展超前地质预报，判断围岩类别、

岩性、稳定性、整体性、抗压强度等，通过超前地质预报工作达到快速补充和检验地质资料的目的，避免漏报重大地质灾害点（段）。

14.1.7 TBM施工中应结合工程施工环境、地质和水文条件编制完善的施工监控量测方案。当出现变形异常情况必须加强监测频率，建设单位应选择具有专业资质的第三方进行量测复核工作。

14.2 施工准备

14.2.1 TBM预备洞、步进洞与出发洞的施工应按照本规程第5章和第7章的规定执行。

14.2.2 TBM设备组装场地应进行硬化处理，场地表面平整度和强度应满足TBM组装和步进的要求。

14.2.3 应根据TBM设备部件的最大重量和尺寸，确定吊装设备的型号和结构。吊装设备必须选择符合安全要求并具备相应资质的专业厂家生产的产品。门吊（或桥吊）组装完成后，必须进行试运行，并由当地质量技术监督部门进行质量验收，合格后方可启用。

14.2.4 TBM及后配套大件起吊前，应对吊具和钢丝绳进行验算校核。吊装作业应由专人负责指挥。吊装作业时，各大型部件应选择合理的吊点吊运，吊装应平稳，严禁起吊速度过快和吊件长时间在空中停留。

14.2.5 TBM组装完成后，必须对各项系统进行空载调试，然后再进行整机空载调试。

14.2.6 TBM步进过程中各个移动部位应有专人观察，并及时和指挥人员沟通，由步进操作人员根据具体情况控制。

14.2.7 TBM后配套设备选型应满足隧道长度、转弯半径、坡度、列车编组荷载等指标的安全要求。

14.2.8 隧道内各个后配套系统应布置合理，机车运输系统、人

行系统、配套管线在隧道断面上布置应保持相应的安全间距，严禁发生交叉。

14.2.9 TBM 施工准备作业应按表 14.2.9 进行安全检查，并认真填写检查记录表。对检查中发现的不符合规定的情况，应按本规程表 2.1.5 签发整改通知单，限期整改，并跟踪验证。

表 14.2.9 TBM 施工准备作业安全检查表

项目（工程）名称			
施工地点			
序号	检查项目	对应条文号	检查情况
1	班前安全讲话	2.1.7	
2	劳动保护用品佩戴	2.1.8	
3	洞室施工	14.2.1	
4	组装场地	14.2.2	
5	吊装设备试运行	14.2.3	
6	吊装作业	14.2.4	
7	设备调试	14.2.5	
8	步进指挥	14.2.6	
9	后配套设备	14.2.7	
10	后配套布置	14.2.8	
检查方： 检查人（签名）： 年 月 日		被检查方： 接收人（签名）： 年 月 日	

14.3 掘　　进

14.3.1 护盾式 TBM 始发时始发台必须牢固可靠，开敞式 TBM 应确保撑靴撑紧始发洞壁。

14.3.2 TBM 应在起始段 50 ~ 100 m进行试掘进。始发掘进时，应以低速度、低推力进行试掘进，在了解设备对岩石的适应性，

掌握 TBM 的作业规律后再适当提高掘进速度。

14.3.3 TBM 掘进前应进行超前地质预测、预报。掘进时必须根据隧道的地质条件，选择合理的掘进参数或掘进模式。

14.3.4 TBM 启动、掘进和停机等必须按照 TBM 操作手册的程序操作。

14.3.5 TBM 运行前，应发出警告信号，确认所有人员远离危险区域后方可按操作顺序开机启动。

14.3.6 TBM 掘进过程中，应加强巡视，确保设备运转良好；应检查开挖面支护、仰拱块铺设、管片安装、碴车到位、皮带输送机正常、作业人员到位等情况，确保掘进正常。

14.3.7 开敞式 TBM 在撑靴回缩之前，后支腿与洞底必须接触。TBM 在重新撑紧期间，内机架的移动区域内不得有人。在后配套系统拖拉期间，拖拉油缸区域和后配套位移区域内不得有人。

14.3.8 对 TBM 设备进行保养和检修时应符合下列规定：

1 TBM 及后配套设备的保养和检修工作应在机器停止操作时进行；

2 液压系统维修前，必须关闭相关阀门并降压，必须防止液压油缸的缩回和液压马达的意外运行；

3 电气系统维修前，必须断开电气设备的开关，并防止意外重启；

4 对空气和供水系统进行维修作业时，应关闭相应阀门并降压；

5 刀盘、支撑等旋转部件区域维修作业前，应停止设备运行；

6 现场应配备完善的消防设备，使用明火、电焊进行维修作业时，应有专人监控，附近不应有可燃物；当不能避开可燃物时，必须使用阻燃物覆盖。

14.3.9 TBM 掘进作业应按表 14.3.9 进行检查，并认真填写检查记录表。对检查中发现的不符合规定的情况，应按本规程表

2.1.5 签发整改通知单，限期整改，并跟踪验证。

表 14.3.9　TBM 掘进作业安全检查表

项目（工程）名称			
施工地点			
序号	检查项目	对应条文号	检查情况
1	班前安全讲话	2.1.7	
2	劳动保护用品佩戴	2.1.8	
3	始发台或撑靴情况	14.3.1	
4	试掘进	14.3.2	
5	掘进参数	14.3.3	
6	掘进机操作	14.3.4	
7	运行前检查	14.3.5	
8	掘进过程	14.3.6	
9	复位过程检查	14.3.7	
10	保养和检修	14.3.8	
检查方： 检查人（签名）： 年　月　日		被检查方： 接收人（签名）： 年　月　日	

14.4　支护与衬砌

14.4.1　开敞式 TBM 应根据围岩条件选择合理的初期支护，初期支护应及时施工，并按有关标准要求进行监控量测。

14.4.2　开敞式 TBM 支护过程中，锚杆钻机、钢拱架拼装器、喷射机械手等设备回转半径下严禁站人，设备抓举材料时必须牢固可靠。

14.4.3　开敞式 TBM 支护和衬砌施工应满足本规程第 7 章和第 8 章有关规定的要求。

14.4.4　护盾式 TBM 拼装管片时，拼装范围内不得有人和障碍

物。管片（仰拱块）拼装完成后，必须及时对管片（仰拱块）背后进行充填豆砾石，并注入砂浆对豆砾石进行固结，达到管片后孔隙填充密实。

14.4.5 支护和衬砌作业应指定专人进行管片拼装操作。技术人员必须对支护和衬砌作业全程监护，确保安全。

14.4.6 TBM 支护与衬砌作业应按表 14.4.6 进行检查，并认真填写检查记录表。对检查中发现的不符合规定的情况，应按本规程表 2.1.5 签发安全检查整改通知单，限期整改，并跟踪验证。

表 14.4.6 TBM 支护与衬砌作业安全检查表

项目（工程）名称			
施工地点			
序号	检查项目	对应条文号	检查情况
1	班前安全讲话	2.1.7	
2	劳动保护用品佩戴	2.1.8	
3	TBM 支护和衬砌	14.4.3	
4	TBM 支护设备	14.4.2	
5	TBM 安全检查	14.4.4	
6	专职作业人员	14.4.5	
检查方： 检查人（签名）： 年 月 日		被检查方： 接收人（签名）： 年 月 日	

14.5 到达掘进

14.5.1 TBM 到达掘进前，必须制定到达掘进施工方案，进行安全技术交底。

14.5.2 TBM 到达掘进的最后 20 m应根据围岩的地质情况确定合理的掘进参数，减小推力，降低推进速度，并及时支护或回填注浆。

14.5.3 双护盾 TBM 到达段拼装管片后，应设置管片纵向拉紧装置。

14.5.4 TBM 到达掘进，应增加监测的频次，及时通过监控量测掌握贯通面及附近围岩的变形和地表沉降的情况。

14.5.5 隧道贯通前，应做好出洞场地、洞口段的加固。贯通面前方区域应设置安全警戒，禁止人员入内。

14.5.6 隧道贯通时应保持洞内外联络畅通。

14.5.7 TBM 到达掘进作业应按表 14.5.7 进行检查，并认真填写检查记录表。对检查中发现的不符合规定的情况，应按本规程表 2.1.5 签发整改通知单，限期整改，并跟踪验证。

表 14.5.7 TBM 到达掘进作业安全检查表

项目（工程）名称			
施工地点			
序号	检查项目	对应条文号	检查情况
1	班前安全讲话	2.1.7	
2	劳动保护用品佩戴	2.1.8	
3	到达掘进参数设置	14.5.2	
4	管片纵向拉紧装置	14.5.3	
5	贯通面和围岩情况	14.5.4	
6	洞口加固	14.5.5	
7	贯通面安全警戒	14.5.5	
8	洞内外联络	14.5.7	
检查方： 检查人（签名）： 年 月 日		被检查方： 接收人（签名）： 年 月 日	

14.6 拆　　卸

14.6.1 TBM 的拆卸方式应根据实际情况确定，采取洞内拆卸

或洞外拆卸并按正确的拆卸顺序进行。

14.6.2 洞内拆卸时，拆卸洞室应选择在围岩稳定，整体性较好的位置，尺寸应满足洞内吊装的工作条件，拆卸洞的施工应按照本规程第5章和第7章的规定执行。

14.6.3 洞内、洞外设备拆卸场地的地基应夯实、表面平整，强度应达到设备吊装时承载力的要求，并必须在TBM贯通前完工。

14.6.4 TBM设备的拆卸应按制造厂商的要求进行，并应满足本规程第14.3.8条有关规定的要求。

14.6.5 TBM设备各部件的吊装作业应满足本规程第14.2.3、14.2.4条规定的要求。

14.6.6 TBM拆卸作业应按表14.6.6进行检查，并认真填写检查记录表。对检查中发现的不符合规定的情况，应按本规程表2.1.5签发安全检查整改通知单，限期整改，并跟踪验证。

表14.6.6 TBM拆卸作业安全检查表

项目（工程）名称			
施工地点			
序号	检查项目	对应条文号	检查情况
1	班前安全讲话	2.1.7	
2	劳动保护用品佩戴	2.1.8	
3	拆卸方式和顺序	14.6.1	
4	拆卸洞室施工	14.6.2	
5	拆卸场地	14.6.3	
6	拆卸作业	14.6.4	
7	吊装	14.6.5	
检查方： 检查人（签名）： 年 月 日		被检查方： 接收人（签名）： 年 月 日	

14.7 特殊地质条件下施工

14.7.1 隧道施工前必须根据设计提供的工程地质及水文地质资料，结合现场实际情况进行分析研究，制定完整的施工技术方案和应急预案。TBM 施工进入特殊地质地段前，必须详细查明和分析工程的地质状况和隧道周围环境，对特殊地质条件下的施工制定相应可靠的施工技术措施。

14.7.2 隧道施工时，应根据具体情况制定地质预测、预报方案，并按根据地质预测、预报的结果及时调整施工方案；还必须加强监控量测工作，并及时反馈量测结果。

14.7.3 TBM 在软弱围岩中掘进时，应按照下列要求进行作业：

1 应减缓掘进速度，必要时应先停机进行加固支护处理，再进行掘进；

2 应根据围岩坍塌的不同程度，采取不同的合理的支护方式；

3 开敞式 TBM 在软弱围岩中掘进，撑靴压力不应太高，刀盘扭矩不应过大，换步时，撑靴的支撑位置应错开钢拱架及洞壁的破碎部位，当洞壁没有适合撑靴的位置或围岩强度太低时，必须对洞壁撑靴处进行加固处理；

4 对富水软弱破碎围岩应采取加强排水的技术措施；

5 双护盾式 TBM 通过软弱围岩时，应减少刀盘喷水、降低刀盘转速和推力、减少单位时间内出渣量、不停机快速通过，防止塌方；还应安装重型管片、及时填充豆砾石并注浆，待通过后再进行固结注浆。

14.7.4 隧道施工中可能发生岩爆时，应遵循“以防为主，防治结合”的原则，对开挖面前方的围岩特性、水文地质情况等进行预测、预报。当发现有强烈岩爆存在的可能时，应及时研究施工对策措施。

14.7.5 TBM 能通过的小岩溶地段，应按下列要求进行作业：

1 隧道通过岩溶地区时，施工前应根据设计图、施工现场情况和超前地质预报，判断溶洞的状况，及时正确地制定施工方案；

2 在掘进过程中，应通过控制掘进参数控制掘进方向，减缓掘进速度，使刀盘受力均匀。

14.7.6 TBM 通过膨胀岩地段，应按下列要求进行作业：

1 开敞式 TBM 施工时，应采用弹性软式透水管将水归入沟槽，引至洞内水沟；初期支护应采用喷射混凝土、钢筋网、锚杆、钢架等，必要时可采取钢筋纤维混凝土或加设钢筋网；

2 膨胀岩隧道的衬砌应在围岩变形基本稳定，变形速度小于 0.5 mm/d后施作，在衬砌混凝土强度达到设计强度的 100%时，方可拆模；

3 护盾式 TBM 通过膨胀岩地段时，应迅速通过，减少停机时间，必要时，可使用扩孔刀具加大开挖直径，减少被卡住危险。

14.7.7 TBM 通过高瓦斯地段时，应在其上配备瓦斯探测设备。当瓦斯超过一定浓度时，应停止主机作业，强制执行二次通风系统工作等保护程序。

14.7.8 TBM 在特殊地质条件下作业应按表 14.7.8 进行检查，并认真填写检查记录表。对检查中发现的不符合规定的情况，应按本规程表 2.1.5 签发整改通知单，限期整改，并跟踪验证。

表 14.7.8 TBM 在特殊地质条件下作业安全检查表

项目（工程）名称			
施工地点			
序号	检查项目	对应条文号	检查情况
1	班前安全讲话	2.1.7	
2	劳动保护用品佩戴	2.1.8	

续表 14.7.8

项目（工程）名称				
施工地点				
序号	检查项目		对应条文号	检查情况
3	软弱围岩掘进	掘进速度	14.7.3	
		支护方式		
		撑靴压力和位置		
		排水设施		
		掘进通过		
4	岩爆地段掘进		14.7.4	
5	岩溶地段掘进		14.7.5	
6	膨胀岩地段掘进		14.7.6	
7	高瓦斯地段掘进		14.7.7	
检查方： 检查人（签名）： 年 月 日			被检查方： 接收人（签名）： 年 月 日	

14.8 施 工 运 输

14.8.1 TBM 施工运输应制定安全操作规程，运输操作人员应经专业培训考核合格并取得特种作业操作证后持证上岗。

14.8.2 机车牵引能力应满足隧道最大纵坡和运输重量的要求。

14.8.3 机车行驶时应符合下列规定：

1 加强线路信号管理，确保信号准确无误；

2 开车前，必须前后检查，各类物件必须放置稳妥，捆绑安全，运输不得超载、超宽和超长；

3 机车在启动和行驶过程中，必须启动警铃、电喇叭等警示装置，同时，应注意机车行驶中的动态；

4 应限制机车行驶速度，机车通过道岔时行驶速度不得超

过 5 km/h，通过其他洞段时行驶速度不得超过 15 km/h，机车在进入和离开后配套台车时应鸣笛，且减速慢行；

5 扳道员应保证扳道过程中不出差错；

6 应派专人负责养护轨道，轨道必须平顺，钢轨与轨枕间必须固定牢靠；轨枕和轨距拉杆必须符合安装规定；

7 机车在行驶中严禁司机、调车员将身体任何部位伸出限界外；

8 机车长距离运输会车时，应按照轻车避让重车的原则，保证重载列车运行畅通。

14.8.4 采用皮带输送机出渣时应符合下列规定：

1 皮带输送机输送能力应满足 TBM 最大生产能力；

2 皮带输送机机架应坚固，平、正、直；

3 必须按皮带输送机的使用与保养规程定期对皮带输送机的电器、机械、液压系统进行检查、保养与维修；

4 应设专人检查皮带的跑偏情况并及时调整；

5 应按照技术要求设置出渣、转渣装载装置；

6 启动皮带输送机前，应发出声光警示，空载启动后，应检查各部位的运转和皮带的松弛度，如无异常，在达到额定转速后，方可均匀装料；

7 严禁皮带输送机在运转中进行修理和调整，作业人员不得从皮带输送机下面穿过或跨越皮带；

8 皮带两侧应加设挡板或栅栏等防护装置，运料中应及时清除皮带上的粘连物；

9 停机后要关闭电源。

14.8.5 TBM 施工运输还应满足本规程第 6 章有关规定的要求。

14.8.6 TBM 施工运输作业应按表 14.8.6 进行检查，并认真填写检查记录表。对检查中发现的不符合规定的情况，应按本规程表 2.1.5 签发整改通知单，限期整改，并跟踪验证。

表 14.8.6　TBM 施工运输作业安全检查表

项目（工程）名称			
施工地点			
序号	检查项目	对应条文号	检查情况
1	班前安全讲话	2.1.7	
2	劳动保护用品佩戴	2.1.8	
3	运输安全规程和人员培训	14.8.1	
4	机车牵引能力	14.8.2	
5	机车行驶	14.8.3	
6	皮带运输	14.8.4	
检查方： 检查人（签名）： 年　月　日		被检查方： 接收人（签名）： 年　月　日	

15 盾构施工

15.1 一般规定

15.1.1 盾构施工作业应考虑下列主要危险源、危害因素：

1 吊装作业钢丝绳断裂、吊钩脱落、限位器失灵；

2 始发或接收盾构工作井端头地层未加固；

3 掘进参数选择错误，开挖面失稳，地表下沉；

4 通过浅覆土地层、小净距、小半径曲线、大坡度、江河及下穿既有建（构）筑物、地下管线、障碍物等特殊地段；

5 刀具、刀盘、主轴承等失效；

6 带压换刀；

7 施工运输指挥不当、信号和制动失灵、超速、超载及机械故障等；

8 未配备消防器材或消防器材失效。

15.1.2 盾构施工前，应对地层、地下管线、地下及地面建（构）筑物及障碍物进行详细调查。

15.1.3 施工单位应建立健全安全生产保障体系和规章制度，对施工人员进行安全教育和培训。盾构作业人员必须经过专业培训考核合格并取得相应操作证后持证上岗。

15.1.4 盾构施工各工序作业前，应编制安全作业规程和作业指导书，关键工序还应编制专项安全技术措施，经监理单位审批后实施。施工前，应对作业人员进行安全技术交底。

15.1.5 盾构在特殊地段施工前，建设单位应组织专家评审施工方案。施工单位应编制安全事故应急救援预案，并经建设单位审批。

15.1.6 盾构施工中应建立健全机械设备管理制度，定期对设备进行安全检查、维护。

15.1.7 盾构施工中应结合工程施工环境、地质和水文条件编制完善的施工监控量测方案。当出现变形异常情况必须加强监测频率。建设单位应选择具有专业资质的第三方进行量测复核工作。

15.1.8 盾构设备大件吊装作业必须由具有资质的专业队伍实施。

15.2 施 工 准 备

15.2.1 盾构施工前，应根据工程的水文地质条件、盾构类型、工作井围护形式、周围环境等因素，对盾构工作井端头地基进行合理加固。掘进前，应检测加固体的强度、抗渗性能，合格后方可始发掘进。

15.2.2 盾构设备吊装应符合下列规定：

1 应根据盾构设备部件的最大重量和尺寸选用吊装设备，吊装设备必须选择符合安全要求并具备相应资质的专业厂家生产的产品；

2 起吊前，应确定合理的吊装方式，对吊具和钢丝绳的强度、地基吊装承载力、盾构工作井结构、地下管线等应进行验算校核，并根据验算结果采取相应的加固措施；

3 吊装作业时，各大型部件应选择合理的吊点吊运，吊装应平稳，严禁起吊速度过快和吊件长时间在空中停留；

4 吊装作业应由专人负责指挥。

15.2.3 盾构组装完成后，必须对各项系统进行空载调试，然后再进行整机空载调试。

15.2.4 盾构后配套设备选型应满足隧道长度、转弯半径、坡度、列车编组荷载等指标的安全要求。

15.2.5 隧道内各个后配套系统必须布置合理，机车运输系统、人行系统、配套管线在隧道断面上布置必须保持必要安全间距，

严禁发生交叉。机车车辆距隧道壁、人行通道栏杆及隧道内其他设施不得小于 20 cm，人行走道宽度不得小于 70 cm。

15.2.6 盾构施工准备作业应按表 15.2.6 进行检查，并认真填写检查记录表。对检查中发现的不符合规定的情况，应按本规程表 2.1.5 签发安全检查整改通知单，限期整改，并跟踪验证。

表 15.2.6 盾构施工准备作业安全检查表

项目（工程）名称			
施工地点			
序号	检查项目	对应条文号	检查情况
1	班前安全讲话	2.1.7	
2	劳动保护用品佩戴	2.1.8	
3	工作井端头加固	15.2.1	
4	吊装作业	15.2.2	
5	设备调试	15.2.3	
6	后配套设备	15.2.4	
7	后配套布置	15.2.5	
检查方： 检查人（签名）： 年 月 日		被检查方： 接收人（签名）： 年 月 日	

15.3 始 发

15.3.1 盾构始发前必须验算盾构反力架及其支撑的刚度和强度，反力架必须牢固的支撑在始发井结构上。盾构反力架的整体倾斜度应与盾构基座的安装坡度一致。

15.3.2 盾构始发前必须对刀盘不能直接破除的洞门围护结构进行拆除。拆除前应确认始发工作井端头地基加固与止水效果良好。拆除时，应将洞门围护结构分成多个小块，从上往下逐个依次拆除，拆除作业应迅速连续。

15.3.3 洞门围护结构拆除后，盾构刀盘应及时靠上开挖面。

15.3.4 盾构始发时必须在洞口安装密封装置，并确保密封止水效果。盾尾通过洞口后，应立即进行二次补充注浆，尽早稳定洞口。

15.3.5 盾构始发时必须采取措施防止盾构扭转和稳定始发基座。

15.3.6 盾构始发时，千斤顶顶进应均匀，防止反力架受力不均而倾覆。

15.3.7 负环脱出盾尾后，应立即对管片环向进行加固防止变形。

15.3.8 盾构始发作业应按表15.3.8进行检查，并认真填写检查记录表。对检查中发现的不符合规定的情况，应按本规程表2.1.5签发整改通知单，限期整改，并跟踪验证。

表15.3.8 盾构始发作业安全检查表

项目（工程）名称			
施工地点			
序号	检查项目	对应条文号	检查情况
1	班前安全讲话	2.1.7	
2	劳动保护用品佩戴	2.1.8	
3	反力架与基座可靠度	15.3.1	
4	洞口围护桩破除	15.3.2	
5	开挖面稳定措施	15.3.3	
6	洞口止水密封装置	15.3.4	
7	盾构防扭措施	15.3.5	
8	千斤顶顶进速度	15.3.6	
9	负环加固	15.3.7	
检查方： 检查人（签名）： 年 月 日		被检查方： 接收人（签名）： 年 月 日	

15.4 掘　　进

15.4.1 盾构应在起始段 50～100 m 进行试掘进，掌握盾构掘进的适应性能和施工规律。

15.4.2 盾构掘进应根据不同的地质情况、施工监测结果、试掘进经验等因素选用合适的掘进参数。

15.4.3 土压平衡盾构掘进时，应使开挖土体充满土仓，排土量与开挖量相平衡。

15.4.4 泥水平衡盾构掘进时，应保持泥浆压力与开挖面的水土压力相平衡及排土量与开挖量相平衡。

15.4.5 复合盾构应根据地质条件和周边环境条件选择适当的掘进模式掘进。当复合盾构采用土压平衡模式掘进时，应按本规程第 15.4.3 条规定执行。掘进模式的转换采用局部气压模式（半敞开模式）作为过渡模式，并在地质条件较好的地层中完成。

15.4.6 土压平衡和复合盾构改良开挖土体流塑状态时，应采取合适的添加剂，保证开挖面的稳定。掘进过程中，应采取措施防止螺旋输送机发生喷涌。

15.4.7 盾构掘进时应控制姿态，推进轴线应与隧道轴线保持一致，减少纠偏。实施纠偏应逐环、少量纠偏，严禁过量纠偏扰动周围地层。应防止盾构长时间停机。

15.4.8 盾构壁后注浆应符合下列规定：

1 应根据工程地质条件、地表沉降状态、环境要求和设备情况等选择注浆方式和注浆参数；

2 同步注浆和即时注浆必须与盾构掘进同步进行，同步注浆的注浆速度应根据注浆量和掘进速度确定；

3 注浆压力应根据地质条件、注浆方式、管片强度、设备性能、浆液特征和隧道埋深等综合因素确定；

4 同步注浆和即时注浆的注浆填充系数应根据地层条件、施工状态和环境要求确定；

5　根据隧道稳定状态和环境保护要求，可进行二次补强注浆，二次补强注浆的注浆量和注浆速度应根据环境条件和沉降监测结果等确定；

6　应根据注浆要求进行注浆材料的试验和选择，可按地质条件、隧道条件和工程环境合理选用注浆材料。

15.4.9　盾构掘进过程中，应及时检查刀具和刀盘，发现过度磨损必须及时更换刀具和维修刀盘。

15.4.10　盾构刀具检查和更换地点应选择在地质条件好、地层较稳定的地段进行。在不稳定的地层更换刀具时，必须采取地层加固或气压等措施，开挖面稳定后方可进仓作业。带压进仓换刀作业必须符合气压作业相关标准的规定。

15.4.11　在盾构掘进过程中需要对刀盘进行维修时，应对刀盘前方土体采取可靠的加固措施或施作竖井。

15.4.12　对盾构设备进行维修时应符合下列规定：

1　盾构及后配套设备的保养和检修工作应在机器停止操作时进行；

2　液压系统进行维修作业前，必须关闭相关阀门并降压，必须防止液压油缸的缩回和液压电动机的意外运转；

3　电气系统维修前，必须将系统关闭，并防止意外重启；

4　对空气和供水系统进行维修作业时，应关闭相应阀门并降压；

5　在刀盘、拼装机等旋转设备部件区域进行维修作业前，设备必须停止运转；

6　现场应配备完善的消防设备，使用明火、电焊进行维修作业时，应有专人监控，附近不应有可燃物；当不能避开可燃物时，必须使用阻燃物覆盖。

15.4.13　盾构掘进作业应按表15.4.13进行检查，并认真填写检查记录表。对检查中发现的不符合规定的情况，应按本规程表2.1.5签发整改通知单，限期整改，并跟踪验证。

表 15.4.13　盾构掘进作业安全检查表

项目（工程）名称			
施工地点			
序号	检查项目	对应条文号	检查情况
1	班前安全讲话	2.1.7	
2	劳动保护用品佩戴	2.1.8	
3	试掘进	15.4.1	
4	掘进参数设置	15.4.2	
5	土压平衡模式	15.4.3	
6	泥水平衡模式	15.4.4	
7	复合盾构掘进模式	15.4.5	
8	渣土改良	15.4.6	
9	盾构姿态及纠偏	15.4.7	
10	壁后注浆	15.4.8	
11	刀具和刀盘检查	15.4.9	
12	更换刀具	15.4.10	
13	地下维修刀盘的加固	15.4.11	
14	设备保养和检修	15.4.12	
检查方： 检查人（签名）： 年　月　日		被检查方： 接收人（签名）： 年　月　日	

15.5　管片制作及拼装

15.5.1　管片制作应符合相关安全规定，在预制场内使用行车转运管片，吊具应安全可靠，管片应放置稳当。

15.5.2　管片贮存场地必须坚实平整。每层管片之间应正确设置垫木，堆码高度应经计算确定，防止管片倒塌。

15.5.3　管片拼装中，应指定专门的拼装作业人员，技术人员必

须对拼装作业进行全程监控，确保拼装安全。

15.5.4 管片拼装时，举重臂与管片连接必须使用专用保险销子并拧紧，管片拼装和吊运范围内不得有人和障碍物。每块管片拼装完成后，相应区域的千斤顶应及时伸出固定管片。

15.5.5 管片制作及拼装作业应按表15.5.5进行检查，并认真填写检查记录表。对检查中发现的不符合规定的情况，应按本规程表2.1.5签发整改通知单，限期整改，并跟踪验证。

表15.5.5 管片制作及拼装作业安全检查表

项目（工程）名称			
施工地点			
序号	检查项目	对应条文号	检查情况
1	班前安全讲话	2.1.7	
2	劳动保护用品佩戴	2.1.8	
3	管片转运	15.5.1	
4	管片堆放	15.5.2	
5	管片拼装人员	15.5.3	
6	管片拼装过程	15.5.4	
检查方： 检查人（签名）： 年 月 日		被检查方： 接收人（签名）： 年 月 日	

15.6 接 收

15.6.1 盾构到达前应拆除洞门围护结构，拆除前应确认接收工作井端头地基加固与止水效果良好，拆除时应控制凿除深度。

15.6.2 盾构到达前，必须在洞口安装密封装置，并确保密封止水效果。

15.6.3 盾构距到达接收工作井15 m内，应调整掘进速度、开挖压力等参数，减少推力、降低推进速度和刀盘转速，控制出土

量并监视土仓内压力。

15.6.4 隧道贯通前10环管片应设置管片纵向拉紧装置。贯通后，应快速顶推并迅速拼装管片。

15.6.5 隧道贯通前10环管片应加强同步注浆和即时注浆，盾尾通过洞口后，应及时密封管片环与洞门间隙，确保密封止水效果。

15.6.6 盾构接收作业应按表15.6.6进行检查，并认真填写检查记录表。对检查中发现的不符合规定的情况，应按本规程表2.1.5签发整改通知单，限期整改，并跟踪验证。

表15.6.6 盾构接收作业安全检查表

项目（工程）名称			
施工地点			
序号	检查项目	对应条文号	检查情况
1	班前安全讲话	2.1.7	
2	劳动保护用品佩戴	2.1.8	
3	端头加固效果	15.6.1	
4	洞口止水密封装置	15.6.2	
5	到达掘进参数	15.6.3	
6	贯通控制	15.6.4	
检查方： 检查人（签名）： 年 月 日		被检查方： 接收人（签名）： 年 月 日	

15.7 过站、调头及解体

15.7.1 盾构过站、调头及解体时应确保过站、调头的托架或小车有足够的强度和刚度。

15.7.2 盾构过站、调头应由专人指挥，专人观察盾构转向或移动状态。应控制好盾构调头速度，并随时观察托架或小车是否有

变形、焊缝开裂等情况。

15.7.3 在举升盾构机前，应保证液压千斤顶可靠，千斤顶举升应保持同步，举升平稳。

15.7.4 牵引平移盾构应缓慢平稳，工作范围严禁人员进入，钢丝绳应安全可靠。

15.7.5 盾构解体前，必须关闭各个系统，并对液压空气和供水系统释放压力。

15.7.6 盾构解体时，各个部件应支撑牢固。高处作业应有可靠的安全保护措施。

15.7.7 盾构过站、调头及解体作业应按表15.7.7进行检查，并认真填写检查记录表。对检查中发现的不符合规定的情况，应按本规程表2.1.5签发整改通知单，限期整改，并跟踪验证。

表15.7.7 盾构过站、调头及解体作业安全检查表

项目（工程）名称			
施工地点			
序号	检查项目	对应条文号	检查情况
1	班前安全讲话	2.1.7	
2	劳动保护用品佩戴	2.1.8	
3	托架或小车强度和刚度	15.7.1	
4	指挥人员	15.7.2	
5	盾构举升	15.7.3	
6	盾构牵引	15.7.4	
7	解体系统关闭	15.7.5	
8	支撑和防护	15.7.6	
检查方： 检查人（签名）： 年 月 日		被检查方： 接收人（签名）： 年 月 日	

15.8 洞门、联络通道施工

15.8.1 洞口负环拆除前，应对洞口采取二次注浆等措施，确保洞口周围土体强度和止水性能。

15.8.2 联络通道施工应符合下列规定：

1 施工前，必须对联络通道开挖范围及上方地层进行有效的加固；

2 拆除联络通道交叉口管片前，必须对管片壁后土体和联络通道处管片进行加固；

3 隧道内施工平台在断面布置上应与机车运输系统保持必要安全间距，严禁发生交叉；

4 联络通道的施工应按本规程第5章和第7章的规定执行。

15.8.3 洞门、联络通道施工作业应按表15.8.3进行检查，并认真填写检查记录表。对检查中发现的不符合规定的情况，应按本规程表2.1.5签发整改通知单，限期整改，并跟踪验证。

表15.8.3 洞门、联络通道作业安全检查表

项目（工程）名称			
施工地点			
序号	检查项目	对应条文号	检查情况
1	班前安全讲话	2.1.7	
2	劳动保护用品佩戴	2.1.8	
3	洞口管片加固措施	15.6.5	
4	洞门施工安全措施	15.8.1	
5	联络通道施工安全措施	15.8.2	
检查方： 检查人（签名）： 年 月 日		被检查方： 接收人（签名）： 年 月 日	

15.9 特殊地段施工

15.9.1 盾构在特殊地质条件和施工环境条件下掘进时，应制定完善的监控量测方案，加密监控量测点和提高量测频率，并应根据反馈的监控量测结果及时调整掘进参数。

15.9.2 盾构在浅覆土地段掘进前，应根据地质、水文条件与施工环境等判定其对环境的安全影响，并根据实际情况采取地基加固、设置抗浮板或加盖板等处理措施。

15.9.3 相邻净距小的隧道施工前，应采取加固隧道间土体、对先建隧道管片壁后注浆、先建隧道内支设钢支撑等辅助措施，控制地层和隧道结构变形。后建隧道施工时，应控制掘进速度、土仓压力、出渣量、注浆压力等，减少对先建隧道的影响。

15.9.4 小半径曲线段隧道施工时，应制定防止盾构后配套台车和编组列车脱轨或倾覆的措施。

15.9.5 盾构下穿或近距离通过既有建（构）筑物、地下管线前，应符合下列规定：

1 应对该地段进行详细调查并评估施工对既有建（构）筑物、地下管线安全的影响；

2 应根据实际情况对受盾构掘进影响的既有建（构）筑物、地下管线的地基或基础进行加固处理；

3 应控制掘进参数，减少施工对既有建（构）筑物、地下管线的影响；

4 应加强既有建（构）筑物的沉降、倾斜观测。当发现有沉降、倾斜趋势时，应及时加固处理。

15.9.6 大坡度地段施工时，机车和盾构后配套台车必须制定防溜措施。

15.9.7 江河地段盾构施工应符合下列规定：

1 应详细查明工程地质和水文地质条件和河床状况，设定适当的开挖面压力，加强开挖面管理与掘进参数控制，防止冒浆

和地层坍塌；

2 应采用快凝早强注浆材料，加强壁后同步注浆和二次注浆；

3 下穿江河前，应对盾构密封系统进行全面检查和处理；

4 长距离下穿江河时，应根据地层条件预测刀具和盾尾密封的磨损，制定更换方案；

5 应采取措施防止对堤岸的影响。

15.9.8 盾构特殊地段作业应按表15.9.8进行检查，并认真填写检查记录表。对检查中发现的不符合规定的情况，应按本规程表2.1.5签发整改通知单，限期整改，并跟踪验证。

表15.9.8 盾构在特殊地段作业安全检查表

项目（工程）名称			
施工地点			
序号	检查项目	对应条文号	检查情况
1	班前安全讲话	2.1.7	
2	劳动保护用品佩戴	2.1.8	
3	浅覆土地层加固	15.9.2	
4	小净距隧道掘进	15.9.3	
5	小半径曲线段掘进	15.9.4	
6	下穿或通过建（构）筑物、地下管线	15.9.5	
7	大坡度段掘进	15.9.6	
8	江河地段掘进	15.9.7	
检查方： 检查人（签名）： 年 月 日		被检查方： 接收人（签名）： 年 月 日	

15.10 施 工 运 输

15.10.1 盾构施工运输应制定安全操作规程，运输操作人员应

经专业培训考核合格并取得特种作业操作证后持证上岗。

15.10.2 机车应经特种设备检测机构验收合格后方可投入使用。

15.10.3 皮带输送机机架应坚固，平、正、直。启动皮带输送机前，应发出声光警示。空载启动后，应检查各部位的运转和皮带的松弛度，如无异常，在达到额定转速后，方可均匀装料。应设专人检查皮带的跑偏情况并及时调整。

15.10.4 机车行驶时应符合下列规定：

1 机车必须有完整的安全装置，司机在开车前必须检查连接器、制动器及部件的完好性；

2 机车行驶速度不得大于 10 km/h；经过转弯处或接近岔道时，应限速 5 km/h；在靠近工作面 100 m 距离内应限速 3 km/h，并打铃警示；车尾接近盾构机台车时，限速 3 km/h并减速慢行；下坡时应带制动；

3 机车在启动和行驶过程中，必须启动警铃、电喇叭等警示装置，同时，应注意机车行驶中的动态；

4 开车前应前后检查，各类物件必须放置稳妥，捆绑安全，运输不得超载、超宽和超长；

5 轨道养护应有专人负责，轨道必须平顺，钢轨与轨枕间必须固定牢靠，轨枕和轨距拉杆必须符合安装规定。

15.10.5 工作竖井内必须规定垂直运输的作业范围，在该范围内严禁任何非作业人员进入。

15.10.6 钢丝绳、吊带等吊具应定期检查、更换。

15.10.7 盾构施工运输还应满足本规程第 6 章有关规定的要求。

15.10.8 盾构施工运输作业应按表 15.10.8 进行检查，并认真填写检查记录表。对检查中发现的不符合规定的情况，应按本规程表 2.1.5 签发整改通知单，限期整改，并跟踪验证。

表 15.10.8　盾构施工运输作业安全检查表

项目（工程）名称			
施工地点			
序号	检查项目	对应条文号	检查情况
1	班前安全讲话	2.1.7	
2	劳动保护用品佩戴	2.1.8	
3	运输人员持证上岗	15.10.1	
4	行车安全检测	15.10.2	
5	输送皮带	15.10.3	
6	运输机车行驶	15.10.4	
7	垂直运输作业防护	15.10.5	
8	钢丝绳、吊带、吊具等	15.10.6	
检查方： 检查人（签名）： 年　月　日		被检查方： 接收人（签名）： 年　月　日	

16 逃生及救援

16.1 一般规定

16.1.1 隧道施工前，对下列可能发生重大安全事故的风险，必须进行危险源辨识和安全风险评估，并制定针对性的措施或应急预案：

1 瓦斯隧道、有突涌水风险的隧道，必须进行瓦斯防爆、防突及防突涌水的专项设计，制定专项施工安全技术方案及应急救援预案；

2 隧道内火灾、坍塌等风险，应制定应急救援预案；

3 其他自然灾害（大雨、强风、雪、雷、地震和海啸）可能造成安全事故的风险，应制定应急处理措施。

16.1.2 应急救援预案应包括下列内容：

1 简述工程概况；

2 预测、辨识和评估紧急情况或事故灾害及其后果对内、外部造成破坏的可能性及严重程度；

3 规定应急救援各方组织的详细职责；

4 明确应急救援行动的指挥和协调；

5 应急救援资源配置要求；

6 建立分级响应机制；

7 制定具体详细的紧急情况或事故灾害发生时保护生命、财产和环境安全的应急措施。

16.1.3 参建各方必须建立应急组织机构及预警、指挥系统，指定专门的管理部门和人员负责应急救援预案管理工作。

16.1.4 应与附近医院、消防队，临近施工队伍及其他救援组织

建立正式的互助协议，并做好相应的安排，确保在应急救援中及时得到外部救援力量和资源的援助。

16.1.5 隧道施工中必须配备必要的救援物资和设备器材，并设专人管理，对配备的应急救援机械设备、监测仪器、堵漏和清洗消毒材料、交通工具、个体防护设备、医疗设备和药品、生活保障物资等，应进行定期检查、维护和更新，确保应急救援物资和设备能随时投入使用。

16.1.6 隧道施工必须事先规划逃生路线，并在隧道适当位置设置避难、急救场所，避难处应准备足够数量的逃生设备、救护器械和生活保障品等。

16.1.7 隧道内交通道路及开挖作业等重要场所必须设置安全应急照明和应急逃生标志，应急照明应有备用电源并保证光照度符合要求。

16.1.8 隧道施工期间各施工作业面必须安装警报装置，警报装置的设置应符合下列规定：

1 设置警报设备的场所，应有应急照明，并在停电时能够识别；

2 使用电源的警报设备应配备备用电源；

3 警报设备应采用手动警报设备、自动警报设备、旋转灯、广播设备用的扩音器及其他警报设备，组合使用，互为备用，保证其性能可靠。

16.1.9 隧道施工期间通信系统必须保证畅通，必要时应采用远程监控系统，及时掌握现场情况。同时应满足下列要求：

1 必须在现场各应急组织相关部门、洞口值班室、开挖工作面及其他必要的地方设置通信设备；

2 使用带电源的通话装置应配备备用电源，保证停电时不影响使用；

3 通信设备应采用洞内有线电话，并保证其性能可靠。

16.1.10 根据现场实际情况，必须定期组织应急预案的桌面演

练或模拟演练。演练前应结合施工环境改变和以往演练的情况制订计划，演练后应及时评审，并不断改进和完善应急救援体系。

16.1.11 隧道内所有施工作业人员必须经过应急救援培训。应急救援培训应包括下列内容：

1 了解潜在危险的性质和对健康的危害；

2 熟悉应急救援程序；

3 掌握必要的自救及互救知识；

4 了解预先指定的主要及备用逃生路线、集合地点及各种避难急救场所位置；

5 了解各种警报含义，掌握警报设备、通信装置、避难器具等的使用方法。

16.2 应急救援

16.2.1 当隧道施工中发生险情时，应迅速作出判断，确定相应的响应级别，并按响应级别启动应急救援程序，同时根据下列各项要求，迅速开展事故的侦测、警戒、疏散、人员救助、工程抢险等有关应急救援工作。

1 值班人员和安全负责人应立即通过警报装置通知隧道内所有作业人员紧急撤离；

2 现场最高管理者应负责指挥疏散撤离，各级调度人员应坚守岗位，保持通信畅通，及时反馈人员撤离及险情出现情况等信息；

3 应及时上报地方政府或相关救助部门，请求紧急救援，做好相关配合工作；

4 现场应采取安全警戒线或隔离措施，防止其他人员进入危险区域，避免灾害损失的扩大；

5 进行事故原因分析，收集事故物证，调查引发事故的具体原因和相关责任人；

6 制定相应的预防措施和工程处理措施，上报建设、设计、

监理和相关单位，按批复的方案对事故进行处理。

16.2.2 隧道灾害事故处理和救援应按图 16.2.2 所示的工作程序进行。

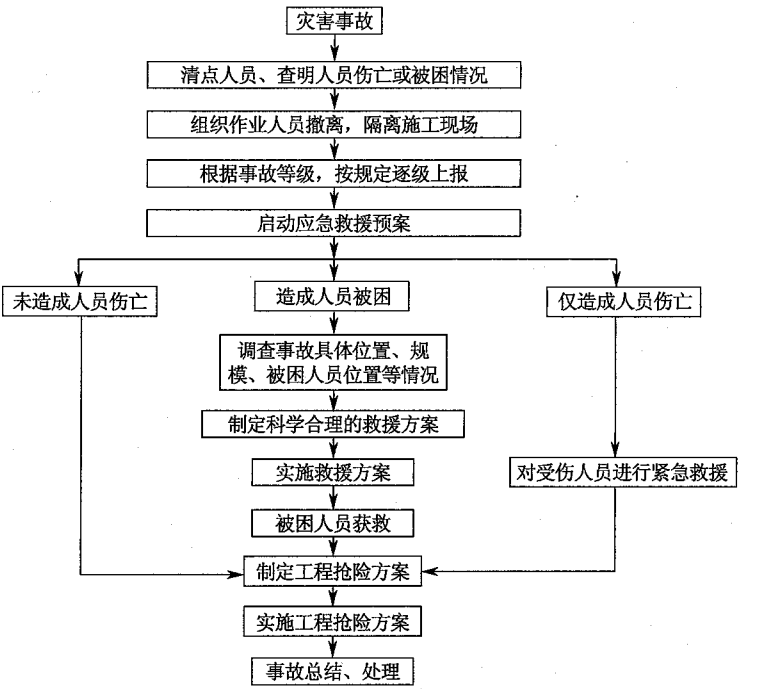


图 16.2.2 隧道灾害事故处理和救援工作程序

16.2.3 隧道内发生瓦斯燃烧、中毒、爆炸险情后，应采取下列措施：

1 立即切断洞内所有施工及照明线路电源；

2 立即停止施工，作业人员全部撤出，同时清点施工人数，确认人员伤亡情况；

3 立即报告应急抢险领导小组，并及时上报相关单位；

4 派专人封锁现场，防止无关人员进入危险区域；

5 应急抢险救援指挥组织人员现场勘察，立即对遇险、受

伤人员组织急救；

6 非救护队成员不得进洞抢救，救护队在执行任务前，必须了解事故性质，并制定侦察工作的安全措施，方可进入事故区进行侦察，救护队必须在统一指挥下开展抢救工作，严禁个人单独行动；

7 可供临时处置的供氧呼吸机、清洗器具、急救箱、担架等医药卫生设备及时到位；

8 救助受困人员至安全地带、撤离施工设备；

9 事故处理救护基地，应设在安全区附近新鲜风流中的安全地带，对受伤的人员进行临时处治，防止伤势恶化；

10 应立即与当地医疗单位联系，将受伤人员就近转送医院治疗；

11 事故调查及处理。

16.2.4 隧道内发生突涌水险情后应采取下列措施：

1 突然遇到大面积渗漏水时，应即令工人停止工作，撤至安全地点，同时应对出水部位、水量大小、变化规律、水的浑浊程度等进行观测记录，采取必要的防护措施，并上报监理；

2 在爆破作业后突然发生特大涌水，当洞内设有防水闸门时，作业人员应立即启动报警系统，关闭防水闸门，按既定的逃生路线进行洞内人员和机械设备的撤离，并利用防水闸门处安设的大功率抽水机对突涌水段进行抽排水；当洞内未设防水闸门时，作业人员应按既定的逃生路线立即撤出；

3 在开挖作业过程中发生特大突涌水，开挖工作面人员应立即沿逃生路线迅速向洞外或避难所撤离，同时启动报警系统，发出警报信号，迅速切断电源，启动应急照明，当涌水量较大时，人员可利用事先准备的救生圈、皮划艇等进行逃生；

4 及时上报相关单位；

5 对遇险、受伤人员组织急救；

6 突涌水保持稳定后，利用大功率抽水设备进行排水；

7 在涌水量及水压降低后进行机械设备的急救；

8 采取必要的措施对突涌水进行封堵及事故处理。

16.2.5 当隧道发生塌方时应采取下列措施：

1 立即停止施工，作业人员全部撤出，同时清点施工人数；

2 必须按事故分级规定迅速向上级有关单位报告，并立即启动施工单位的应急预案实施救援；

3 组织无关人员撤离事故现场；

4 当隧道塌方造成人员被困时，参建各方必须在调查清楚塌方发生的部位、规模、被困人员避难位置等具体情况基础上，制定科学合理的救援方案，防止二次灾害发生，可选择从联络通道、隧道另一端、隧道侧面、洞顶等处快速开挖一个断面合适的小导洞，将被困人员尽快救出；

5 在开挖救援小导洞的同时，应利用高压风管等现有条件继续与洞内被困人员保持联系，并向洞内供风、供氧、供应食物及药品等；

6 被困人员救出后应由专业医护人员进行救治；

7 事故调查及处理。

16.2.6 当隧道内发生火灾时应采取下列措施：

1 及时启动报警系统；

2 起火初期，当火势不大，未对人与环境造成较大威胁时，应运用平时培训演练的技能，就近采用灭火器、水管等消防器材，尽可能地在第一时间将火扑灭；

3 当火势失去控制时，应判明方向，迅速判断危险地点和安全地点，组织作业人员按逃生路线向洞外或附近避难所撤离；

4 及时上报相关单位；

5 对遇险、受伤人员组织急救；

6 事故调查及处理。

16.2.7 在可能发生自然灾害的地区施工时，应有计划地采取下列相应的措施：

1 随时收集气象和地质资料。

2 可能发生自然灾害时，应立即停止施工，对施工现场进行警戒检查并采取防护措施。

3 在警报解除后，应确认无危险源方可进行作业。

4 为防止大雨造成的灾害，隧道施工应注意下列事项：

1）当洞口地质地形可能因降雨引发泥石流时，应采取加固措施；

2）机械设备应尽早向安全场所转移或进行拆除，防止水淹、倾倒；

3）可能发生漫水、沉陷或垮塌的地方，应进行加固处理，并设警示标志。

5 在遇强风、暴风时，对各种大型机械应采取防止倾倒及滑跑措施，对临时设备、脚手架等应采取保护措施。

6 在跨冬季作业时，为了防止雪灾，施工时应注意下列事项：

1）施工设施不应设在可能发生雪崩的地点；

2）必须对相关道路和施工用地进行除雪，保护车辆及人员安全，防止临时设施倒塌；

3）对道路、水路等，必须设置警示标志。

7 为防止雷击造成的灾害，应设置雷电报警器和避雷针。当有雷击危险时，隧道洞内外应立即停止爆破作业，作业人员应退避到安全场所。

8 为防止地震和海啸造成的灾害，应关注预报信息，加强避灾演练。地震发生时，应迅速组织作业人员退避到安全场所。

本规程用词说明

执行本规程条文时，对于要求严格程度的用词说明如下，以便在执行中区别对待。

（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，在正常情况均应这样做的用词：

正面词采用“应”；

反面词采用“不应”或“不得”。

《铁路隧道工程施工安全技术规程》
条 文 说 明

本条文说明系对重点条文的编制依据、存在问题，以及在执行中应注意的事项等予以说明。为减少篇幅，只列条文号，未抄录原条文。

1.0.1 本规程是为适应铁路建设安全生产管理需要，体现近年来新的工程结构、系统设备及其相应工艺方法、工序过程等的特点，控制工程施工中的不安全行为和状态，预防事故发生，在《铁路工程施工安全技术规程》（TB 10401—2003）基础上修订而成的。本规程贯彻落实了现行安全生产法律法规的规定，与有关管理规章进行了全面对接，与相关技术标准进行了充分协调，对铁路隧道工程施工中的安全管理和施工作业行为提出了明确的要求，是建设各方必须严格执行的强制性标准。

1.0.5 依据现行法律法规的规定，建设、勘察设计、施工、监理及其他参与铁路工程建设的单位都应依法承担安全生产责任，必须建立安全生产保障体系，健全安全生产责任制，并积极采用先进的技术和方法，加强和改进安全生产管理，保证铁路工程施工安全。

1.0.6 相关人员的安全教育培训应符合《铁路工程基本作业施工安全技术规程》（TB 10301—2009）第2.5节的规定。培训及考核情况应保持记录，必要时，应由上级部门或建设、监理单位检查其执行情况。特种作业是指容易发生人员伤亡事故，对操作者本人、他人及周围设施的安全可能造成重大危害的作业。直接

从事特种作业的人员称为特种作业人员。特种作业人员在现行国家标准《特种作业人员安全技术考核管理规则》GB 5306 中有明确的规定。

1.0.7 专项施工方案是以技术复杂或危险性较大的单项施工项目或其中的某一个分部、分项工程为对象进行编制，用以指导其施工全过程并重点考虑施工方法、机械设备利用、劳动力和材料安排、安全生产保证措施的具体文件。根据《铁路建设工程安全生产管理办法》（铁建设〔2006〕179 号）第三十八条规定：施工单位应对达到一定规模的危险性较大工程编制专项施工方案，进行安全检算，经单位技术负责人，总监理工程师审核后实施，必要时应组织专家论证，并由施工单位专职安全生产管理人员进行现场监督。对铁路隧道工程中均需要编制专项施工方案。

1.0.9 据统计分析，隧道施工中主要易发生坍塌、瓦斯爆炸、岩爆、突水突泥、触电、民用爆炸物品爆炸、物体打击、机械伤害、高处坠落、火灾和中毒等的安全生产事故，而瓦斯爆炸、坍塌、突水突泥、岩爆和大变形等事故和危险因素对隧道施工的威胁极大，可能造成经济损失大和人员伤亡数量多，因此编制应急救援预案尽量减少事故发生后的损失非常必要。

1.0.10 安全费用主要用于完善、改造和维护安全防护设备、设施支出，配备必要的应急救援器材、设备和现场作业人员安全防护物品支出，安全生产检查与评价支出，重大危险源、重大事故隐患的评估、整改、监控支出，安全技能培训及进行应急救援演练支出和其他与安全生产直接相关的支出。

1.0.11 隧道施工场地狭窄，加强通风、防尘、照明、防有害气体、防缺氧、防辐射等措施，对作业人员的作业条件改善和人身安全极为重要。根据隧道施工情况，应定期对作业人员进行健康检查，并归入档案进行管理。

1.0.17 营业线施工及有可能影响营业线运行安全的施工，涉及部门多、对运输干扰大、安全风险高、后果极其严重，必须高度

重视施工安全管理工作。条文中提出的必须严格执行的现行国家及铁路有关安全生产及施工安全规定包括：安全生产法、建设工程安全生产管理条例、铁路运输安全保护条例、铁路技术管理规程、铁路建设工程安全生产管理办法、铁路营业线施工安全管理办法、铁路工务安全规则、铁路桥隧建筑物大维修规则、改建既有线和增建第二线铁路工程施工技术暂行规定、本施工安全技术规程等。

2.1.1 建设单位在隧道工程发包任务应结合承包单位安全生产事故情况和施工管理水平，合理选择承包队伍；自身应建立健全有关安全生产组织机构、管理制度和办法，并明确各职能部门和管理人员的安全职责；及时向施工、监理单位提供工程地质、管线的有关资料，并按铁道部有关安全措施费的规定对费用专项列支、实报实销；作好勘察设计、监理、施工的协调管理工作，加强对风险隧道监控，督促检查施工现场安全生产工作，发现隐患，及时处理，不得拖延，确保隧道工程施工安全。

2.1.2 建设各方应按《铁路工程基本作业施工安全技术规程》（TB 10301—2009）第2.2节施工安全管理工作框图中规定的安全管理组织机构、安全资源配置、安全管理制度、安全培训教育、专项施工方案、安全技术交底、风险管理、应急预案、营业线施工、安全检查和处理反馈信息等工作内容，制定检查计划，组织自查，在开工前，建设单位应对安全工作的情况组织检查，合格后方可允许开工，施工过程中应组织相关人员定期不定期检查。检查项目应根据施工安全管理工作框图主要内容、不同的施工项目和施工阶段，确定具体检查项目，因此，本检查表未明确具体检查项目，可根据实际情况增加或减少。检查情况应详细描述各检查项目事实情况，根据具体检查情况，确定书面检查整改通知的内容。

2.1.3 本条应按《铁路工程基本作业施工安全技术规程》（TB 10301—2009）第2.3节的有关内容做好对隧道施工安全技术管理工作。

危险源辨识应在开工前结合相应工序、使用的施工方法、机械设备从人、机、料、法、环境各个环节综合考虑，并针对存在的危险因素在编制施工组织设计和专项施工方案时制定相应的安全技术措施。

安全技术交底应由项目、作业队、班组、作业人员逐级交底，使用作业人员熟知各工序施工的具体要求和注意事项，确保施工安全。

各类安全防护设施设置完成后，应组织相关人员进行验收，验收合格后方可使用，对验收不合格的防护设施，必须经整改完成，并重新验收合格后方可投入使用。

施工安全技术检查表主要检查安全技术中经常涉及的设计文件、安全技术标准、实施性施工组织设计、专项施工方案、作业指导书、安全技术交底、施工日志、机械设备、施工安全协议、安全生产培训、安全检查及大型临时工程及过渡工程等，对其相应的制度、台账、记录、内容等，建设各方应加强检查。

2.1.4 本规程对各工序施工中，均制定了相应的施工作业安全检查表，每班开工前，均应进行检查合格后，方可施工。

2.1.5 结合具体的检查情况，应在存在问题及整改要求中明确具体项目，存在问题部位、具体问题描述、整改要求等。整改措施由受检方根据存在问题制定针对的处理措施，并由检查方进行验证，验证方式可以采取现场验证、照片、电子信息等能准确反映问题得到处理的有效途径和方式。

2.1.6 安全培训作为安全生产管理的一项重要内容，必须得到加强，尤其目前施工单位多采用劳务工形式，劳务工的安全知识较少，因此对项目安全培训的时间、内容等规定十分必要，以此促进安全意识的进一步提高，确保安全生产。

2.1.7 人的不安全行为是事故的主要因素，加强作业人员安全意识教育，是确保安全生产的主要途径，班前讲话可以让员工了解当班作业中存在的主要危险因素和注意事项，对减少施工作业中人的

不安全行为能起到很好的作用。根据国外隧道施工安全管理的经验，外来人员进入隧道之前，必须由项目部组织对其进行15分钟左右的安全培训，将进入隧道的有关安全注意事项和应急知识，隧道施工工程概况及施工进展等情况告知，防止意外事故的发生。

2.1.9 洞口设专人值班，随时掌握洞内施工人员情况，检查进出隧道人员防护用品的正确使用，严禁违禁物品携带进洞。进洞人员一律穿戴具有明显标志的工装。动态管理制度应对进出洞人员实行登记、监控管理。

2.1.11 本条参照国外隧道施工安全规定，要求在洞内设置安全通道，安全通道距离参考国外施工安全规程对洞内运输人行道宽度不小于0.7 m的规定。在洞内所设安全通道，要尽可能设置绳索、防护栏等划定界限，最好是与机械的走行区分开。

2.1.15 隧道开工前，需对设计文件开展详细核对，本节只要求在核对设计文件时，对不良地质和特殊岩土地段的设计方案、地下管线、施工环境的预防措施、洞口位置及弃砟场位置等涉及施工安全的设计文件提出进行重点核对。

2.2.2 原《铁路工程施工安全技术规程》对隧道作业场所照明度要求不小于30 lx，国外隧道施工作业场所的照明要求70 lx。为改善隧道施工作业环境，确保作业场所的充分照明，结合我国目前的施工条件，本规程规定作业场所照明度为50 lx以上。

2.3.1 参照《铁路隧道风险评估与管理暂行规定》（铁建设〔2007〕200号）第3.1.2条。

2.3.2～2.3.5 参照《铁路隧道风险评估与管理暂行规定》第5.1.5条～第5.1.8条。

2.3.6 参照《铁路隧道风险评估与管理暂行规定》（铁建设〔2007〕200号）第3.1.6条。

2.3.7～2.3.10 参照《铁路隧道风险评估与管理暂行规定》（铁建设〔2007〕200号）第5.5.2条。

3.1.3 洞口各项工程是指进洞之前需完成的洞口土石方及与其相

连的洞门和挡护墙、洞口排水系统等。相邻工程指洞口附近与隧道施工互有影响的工程，如洞口附近的桥涵及路基支挡建筑物等。故应通盘考虑、妥善安排，及早完成，以减少干扰，保证安全。

3.1.4 过去很多隧道为了争取早日进洞，洞口工程施工采用大爆破而发生边、仰坡剥落、坠石、坍塌甚至滑坡，对隧道施工安全及建成后的行车安全造成较大威胁，故作本条规定。

3.1.6 紧临道路施工时可设挡墙、防护网、挡板防护等相应防护措施；爆破作业时应对重要结构物进行覆盖，特别是紧临既有线进行爆破作业时需满足既有线行车要求并严格按运营单位批准的天窗作业时间进行作业，同时还应搭设防护栏并安设双层防护网，严防飞石击打既有线沿线设施。

3.1.7 隧道施工周期较长，人员、机械进出洞频繁，为确保人员、机械进出洞安全及避免与洞内施工干扰，影响工期而规定的本条。

3.2.1～3.2.3 主要是为保证边、仰坡稳定，防止坍方，堵塞通道而规定的。

3.2.4 按本条规定，如洞口位于稳定性差的地层，洞门施工在雨季，施工方法采用先拱后墙法时，则开挖洞门端墙处的土石方，可先挖至起拱线，并做好必要的支护工程，再挖下部。

3.2.9 《铁路工程基本作业施工安全技术规程》（TB 10301）规定了高处作业施工的安全防护要求。对临边、洞口、攀登、悬空、操作平台及交叉等项高处作业，以及各类洞、坑、槽等工程的应按照该规程的规定组织施工。

3.4.1 由于严寒季节洞门施工需按照冬季施工规则办理，既增加了工作量，效率又低，不如在严寒季节前施工方便（在南方温暖地区可不需受此限制）；洞口地质条件通常又都较复杂，特别是不良地质地段，在雨天进行洞口施工不易保证安全，故本条规定洞门应避开雨天和严寒季节施工。

3.4.2 洞门牢固、稳定才能保证洞口安全，当洞门基底地质条件不符合设计要求时，则应加深或加宽或采取夯填碎石，打基桩

或压浆等加固处理措施，或与勘察设计单位会同处置。

3.4.4 主要是为保证雨水不浸入坡面土体以防仰、边坡失稳坍塌，危及洞口安全而规定。

4.0.2 超前地质预报是一种科学的施工管理手段，也是确保工程施工安全与质量的重要环节，因此将它纳入现场施工组织，有利于施工科学化管理。在具体实施时，必须做到地质预报在先，施工根据预报成果确定施工方案。

超前地质预报的安全保障措施，应包括超前预报如何保障施工的安全措施、进行预报中如何保障操作人员与仪器设备安全的措施等。

4.0.3～4.0.4 超前地质预报应根据说明表4.0.3进行地质复杂程度分级和确定预报方案。对地质复杂和较复杂的铁路隧道工程，应选择有专业资质的超前预报队伍承担。因为他们无论从预报经验还是预报方法上都比较丰富与成熟，同时预报手段也较齐全，对提高预报的准确率、保证施工安全有利。

隧道超前地质预报应按下表进行地质复杂程度分级，确定重点预报地段，并遵守动态设计原则，根据实际预报中掌握的地质情况，及时调整隧道区段的地质复杂程度分级、预报方法和技术要求等。

说明表4.0.3 地质复杂程度分级表

影响因素 \ 复杂程度分级		复杂	较复杂	中等复杂	简单
地质复杂程度（含物探异常）	岩溶发育程度	强烈发育，以大型暗河、廊道、较大规模溶洞、竖井和落水洞为主，地下洞穴系统基本形成	中等发育，沿断层、层面、不整合面等有显著溶蚀，中小型串珠状溶穴发育，地下洞穴系统未形成，有小型暗河或集中径流	弱发育，沿裂隙、层面溶蚀扩大为岩溶化裂隙或小型洞穴，裂隙连通性差，少见集中径流，常有裂隙水流	微弱发育，以裂隙状岩溶或溶孔为主，裂隙不连通，裂隙透水性差

续说明表 4.0.3

影响因素 \ 复杂程度分级		复杂	较复杂	中等复杂	简单
地质复杂程度（含物探异常）	突水突泥程度	特大型突水（突水量 > 100 000 m^3/d）、大型涌突水（突水量10 000～100 000 m^3/d）、突泥，高压水	较大型突水（突水量1 000～10 000m^3/d）、突泥	中型突水（突水量 100～1 000 m^3/d）、突泥	小型突水（突水量 < 100 m^3/d）、涌突水可能性极小
	断层稳定程度	大型断层破碎带、自稳能力差、富水，可能引起大型失稳坍塌	中型断层带，软弱，中～弱富水，可能引起中型坍塌	中小型断层，弱富水，可能引起小规模坍塌	中小型断层，无水，掉块
	地应力影响程度	极高应力（R_c/σ_{max} < 4），开挖过程中硬质岩时有岩爆发生，有岩块弹出；软质岩岩芯常有饼化现象，岩体有剥离，位移极为显著	高地应力（R_c/σ_{max} = 4～7），开挖过程中硬质岩可能出现岩爆，岩体有剥离和掉块现象；软质岩岩芯时有饼化现象，岩体位移显著	—	—
	瓦斯影响程度	瓦斯突出：瓦斯压力 $P \geq 0.74$ MPa，瓦斯放散初速度 $\Delta P \geq 10$，煤的坚固性系数 $f \leq 0.5$，煤的破坏类型为Ⅲ类及以上	高瓦斯全工区的瓦斯涌出量 ≥0.5 m^3/min	低瓦斯全工区的瓦斯涌出量 <0.5 m^3/min	无

续说明表 4.0.3

影响因素 \ 复杂程度分级	复杂	较复杂	中等复杂	简单
地质因素对隧道施工影响程度	危及施工安全，可能造成重大安全事故	存在安全隐患	可能存在安全问题	局部可能存在安全问题
诱发环境问题的程度	可能造成重大环境灾害	施工、防治不当，可能诱发一般环境问题	特殊情况下可能出现一般环境问题	无

注：R_c 为岩石单轴饱和抗压强度（MPa）；σ_{max} 为最大地应力（MPa）。

由于超前地质预报技术的发展水平的限制，目前尚无一种方法能解决所有的工程地质预报问题的方法，同时预报环境受到的干扰因素太多，不同的物探方法对环境的要求也不尽相同，因此要求对位于区域地质条件复杂的隧道选用多种不同原理的方法，并对测得的资料进行综合分析、达到相互补充和相互印证，提高预报的准确率。

超前地质预报强调多种方法相互补充、相互印证，这并非要求所有的隧道工程项目都这样操作。对地质条件复杂和比较复杂的高风险隧道工程，为提高预报的准确率，避免预报盲区、杜绝灾害性事故的发生，根据地质复杂程度分级确定预报方法是非常必要的，在常规性预报的基础上再进行精细预报，可提高预报的准确率；而对地质中等复杂和简单的隧道工程可仅由施工单位采取一两种常规方法承担超前预防。

4.0.5 进入隧道施工的所有人员都必须进行安全教育，并要求熟练掌握相关安全操作规程，超前地质预报人员也不例外，在开展预报工作前对他们进行安全教育是十分必要的。

4.0.7 隧道通过煤系地层、金属和非金属矿区的采空区时，为防止透水淹井事故发生，必须仔细查明废弃矿巷与隧道的空间关系，为进一步有效处理提供决策依据。施工中可采取地质分析

法、物探法、钻探法相结合进行综合预报，并要求采取精细预报，避免预报盲区。

4.0.11 对突（涌）水（泥）的高风险隧道工程，超前地质钻孔预报是必须进行的项目。这一工作通常由施工单位自己完成，但在操作的过程中必须作好防突涌水（泥）预案，防止超前钻孔过程中因揭露高压大流量地下水（泥）发生安全事故，要保证在逼近异常带进行超前钻孔时，如一旦发现异常情况能完全做到操作可控，并能进一步采取有效措施处理。

在高压富水区实施超前钻孔时，为防止钻孔过程中揭穿高压水伤人，除在孔口牢固设置安全装置外，还必须设置安全挡板，以防止突（涌）水（泥）发生时意外伤人，同时规定除操作人员外的其他人员不得进入危险区且操作人员应工作在钻机的侧向。

超前钻孔过程中发现有顶钻现象，常是一种比较危险的信号，通常预示前方可能有高压水（或压力瓦斯）存在，因此要做好钻孔过程记录，当发现该异常信号时必须停止钻孔并立即报告，以便及时采取措施处理。

4.0.12 加深炮孔法预报是比较容易接受的钻探法预报，使用比较灵活且快速，其预报面积较大，比较受欢迎，但严禁在炮孔的残孔内钻孔，防止存在盲炮而诱发安全事故。

4.0.13 地震波反射法预报必须使用火工产品才能实现信号的采集，这就要求超前地质预报实施单位应具备爆炸物品的使用资质，操作人员要持有爆破员证；当预报单位或个人不具备资质时，必须与工程施工单位签订协议，由施工单位具备资质的爆破人员协助完成该项工作，但爆炸物品的使用和管理必须统一由施工单位负责，使用必须遵守施工单位的相关制度和国家现行《爆破安全规程》的有关规定。

5.1.3 与隧道地质条件、断面大小等条件相适应的开挖方法，在很大程度上决定了隧道开挖的安全。调查表明，由于开挖方法

选择不当，造成隧道塌方发生安全事故现象比较普遍。

5.1.4 采用光面爆破或预裂爆破目的是减少超欠挖，同时减轻对围岩的扰动，有利于充分发挥围岩的自承能力；控制循环进尺，可减少一次同时爆破药量，也可减轻对围岩的扰动。当围岩完整时，在隧道拱部采用光面爆破的效果较好，而在侧壁采用预裂爆破的效果较好。

5.1.5 大多数两座并行隧道，线间距在30～50 m之间，开挖爆破所产生的振动对相邻隧道有较大的影响，所以两洞开挖面应保持合理的纵向距离。

5.1.6 隧道双向开挖接近贯通面时，隧道两个开挖工作面接近15 m距离是根据隧道爆破时，一般情况下爆破力的影响范围。对于土质或岩层破碎的隧道，还应适当加大预留贯通的安全距离。

5.1.7 开挖前，进行钻爆设计是开挖质量和安全的技术保证。同时，随着大量隧道工程的修建，特别是紧邻构筑物的隧道，爆破对环境的不良影响也在增加，甚至造成安全事故。

5.1.8 洞内施工场地狭窄，视线较差，为避免机械伤人，作此条规定。

5.1.9 采用人工开挖，一般是在地质条件差，容易掉块、塌方的地层中，而且作业人员较集中，为保证在紧急情况下人员的迅速撤离，作业人员应保持必要的安全操作距离，作业时必须设专人指挥。

5.1.10 隧道开挖过程中，开挖台架的强度、稳定性不够和四周未进行安全防护是导致作业人员高处坠落和被物体打击的主要原因，故作此规定。

5.1.12 对于围岩地质条件较好的地层施工中，初期支护如果存在侥幸心理，不严格按设计施作，有可能埋下了事故隐患而导致安全事故。

5.2.1 隧道采用全断面开挖，爆破用药量较大，所产生的振动

也较大，所以应控制一次同时起爆的炸药量和循环进尺，降低爆破震动对围岩的影响和确保开挖工作面的稳定。

5.2.2 在隧道地质条件较差的情况下，一般应采用台阶法或分部法开挖，但因各种原因，需采用全断面开挖时，应对围岩进行超前支护或预加固，如采用玻璃纤维锚杆等技术手段，并需控制循环进尺。

5.2.3 在施工中，由全断面法转换成其他开挖方法，在施工组织、施工进度、施工效率等方面都会受到一定程度的影响，施工单位往往抱有侥幸心理，结果造成隧道塌方甚至发生安全事故，因此一旦隧道地质条件发生变化，应及时采取措施或变换成与之适宜的开挖方法。

5.2.4 全断面法开挖，其开挖高度较大，爆破后人工找顶比较困难，且找顶人员容易暴露在刚开挖未初支的岩面下，存在较大安全隐患。因此一般先采用挖掘机等设备将失稳岩块清除，然后再由人工找顶。

5.3.1 隧道采用台阶法开挖，推荐采用短台阶或微台阶，主要是为了让初期支护尽快封闭成环，尽量减少上部初期支护和围岩的变形；同时便于上部断面使用挖掘机配合翻渣，减少人工翻渣量，加快施工进度。

5.3.2 在地质条件相对较差的情况下，采用短进尺或上下台阶错开开挖或预留核心土措施是台阶法开挖中经常采用的技术措施，有效地降低了开挖工作面坍滑，从而避免了安全事故的发生。

5.3.3 开挖循环进尺过大，容易引起隧道拱部塌方造成安全事故，这也是隧道塌方最常见的原因。

5.3.5 施工经验表明，台阶下部开挖时一次开挖长度过长，造成上台阶初期支护大量下沉，严重时甚至导致初期支护的钢架掉落、作业人员被困洞内的重大安全事故。

5.3.6～5.3.7 本规定主要目的是要求及时施作初期支护，特别

强调的是开挖后立即初喷混凝土封闭岩面，充分发挥围岩自承力，禁止上部钢架长时间悬空，是由于钢架长时间悬空安全威胁很大。

5.4.1 采用分部法开挖的隧道，一般地质都较差或软弱，所以应优先选用机械或人工开挖方式，减少开挖对围岩的扰动。

5.4.2 分部法开挖，是将大断面开挖转化成小断面开挖，减小了开挖跨度，有利于施工安全。合理确定各部的尺寸，确保各部结构受力合理非常关键，应高度重视。开挖循环进尺过大，容易引起隧道拱部塌方造成安全事故。

5.4.3 采用分部法开挖，不仅要及时进行初期支护、封闭成环，而且整个断面也要求尽快成环，以改善整个初期支护结构的受力状况。

5.4.6 侧壁导坑形状应近似椭圆形，有利于结构更好受力。台阶长度、预留核心土都是采用侧壁导坑法开挖重点关注的问题，否则会产生施工干扰，影响施工质量甚至发生坍塌事故。

5.4.7 采用分部法开挖的隧道，有大量的临时支护需要拆除，临时支护拆除过程中，初期支护受力体系将发生转换，为安全起见，必须通过监控量测来指导临时支护的拆除时间、一次能够拆除的长度等。

5.5.1 严禁在残眼中继续钻眼，主要是防止引起残眼中残余炸药的爆炸。开挖工作面如有异常漏水、气体喷出、浆液颜色地化等情况，说明开挖面前方岩层的地质条件有变化，在未采取相应技术手段进行检测和工程措施进行处理前，不得继续施工，防止安全事故发生。

5.5.2 火工品易受高温、震动及火花的影响，导致引爆发生安全事故，所以禁止装药与钻孔作业同时进行，这一点在施工中必须严格执行，不得抱有侥幸。火工品的领用、管理、清点、退还必须有专人全过程负责，防止火工品的意外流失。

5.5.3 参照《爆破安全技术规程》（GB 6722），本条要求爆破

作业必须设立统一的指挥系统，明确职责和分工，做到相互协调一致，避免安全事故的发生。

6.1.2 隧道开挖爆破后，应及时进行通风、照明、找顶、初喷等工作；在装渣作业开始之前，必须确认工作面稳定，排除未爆的炸药和雷管，确认没有安全隐患后，方可进行装渣作业。

6.1.3 隧道装渣作业空间狭小，应挂牌给予警示，严禁与装渣作业无关的人员进入，并安排安全人员进行监督。如因其他作业不得已进入工作面时，必须采取暂时中断装渣作业等措施。

6.1.4 洞内装渣以及夜间卸渣作业时，装渣机及运输车辆和作业场所必须保证足够的照明亮度。如果照明亮度不够，视线不清，可能导致装渣运输机械运行过程中发生挤碰，甚至危及人员安全。

6.1.5 本条主要针对机械装渣过程中，对可能引发安全事故的行为进行规定，要求装渣运输人员必须遵守机械设备安全操作规程，防止事故发生。

6.1.6 卸渣场应结合当地自然环境、运输条件、弃渣利用等综合因素进行设计，并严格按要求施工，卸渣场应作好挡墙护坡、排水系统、绿化覆盖等配套作业；卸渣场路面应坚实、平整，卸渣地段应设置一定距离的上坡道及挡车装置，满足运输及卸渣安全作业要求。有轨及无轨运输卸渣作业时应分别遵守相应的安全操作规程。

6.2.2 运输作业时，要根据施工安排制订出安全合理的运输计划，并编制安全运输作业的车辆运行管理规定，告知有关人员，进行全员管理。隧道施工有轨运输应设总调度台，统一协调安排运输设备；每列车均设调车员，负责单列车行驶中的协调指挥。隧道无轨运输作业时，洞内道路的规划要考虑运输车辆的种类、台数、车辆限界和对道路、退让场所、转向地点的设置，确保交通运输安全。

6.2.3 隧道作业空间有限，洞内有衬砌台架、机械设备、通风

及风水电配管等重要设施和设备，一旦被装渣运输车辆等碰撞，就有可能造成事故，因此在洞口和台架、重要设施和设备的附近必须用夜光涂料和红灯易见标志表示。

6.2.6 运输线路或道路必须经常进行维修和养护，保证长期正常使用，为了保证运输过程中的安全和文明施工，线路或道路两侧的岩渣和杂物应随时清除。

在对轨道进行检查维护中，一旦发现轨道变形、位移，轨枕塌陷，道岔和调车设施的磨损变形等异常情况，必须及时处理，以确保轨道运输的安全畅通。

6.2.7 本条关于有轨运输作业安全规定，主要针对线路标准和机动车牵引运输的安全技术要求。轨道铺设质量的好坏直接关系到有轨运输出渣的工效及运输安全，必须设立轨道班组，按规范正确布置轨道。轨道铺设应尽可能做到直线平直、曲线圆顺、道床稳固。有轨运输线路铺设标准和要求应符合下列要求：

（1）钢轨类型：应为 38～43 kg/m。

（2）道岔型号：不小于 6 号的道岔，并安装转辙器。

（3）轨枕：间距不应大于 0.7 m。

（4）道床：厚度不应小于 20 cm。

（5）有轨运输设单道时，每间隔 300 m 应设一个会车道。

6.2.9 采用无轨运输，要求洞内的内燃机械必须安装废气净化装置和消音设备，还可采取在燃油中加入“燃油添加剂”的方法，以促进柴油燃烧更为充分，从而降低内燃设备尾气排放的油烟浓度，同时需加强施工通风管理，确保洞内空气质量满足卫生标准要求。

隧道无轨运输配套设备种类及数量较多，施工机械及车辆出入隧道频繁，加之洞内运输空间受限、照明亮度不足、空气质量较差等原因，容易引发运输安全事故。因此，必须加强施工机械运输调度管理，制定车辆管理办法，严格履行车辆的进场检验制度，加强机械设备的日常安全检查和维修保养，坚持定人定机与

持证上岗，严格执行机械设备操作规程，严禁违章操作、违章指挥和违反劳动纪律，严禁酒后驾车与疲劳驾驶，严禁车辆设备带病运行。

隧道施工使用的运输车辆，灯光、制动、转向等安全装置必须齐全有效，并应根据需要安装倒车警报器等安全装置。隧道内安全通道、人行通道、作业地点、限速区间、临时停车地点、避车地点、转向场所等不安全因素较大的地方，应设置能使操作司机及作业人员明确识别的标识或标灯。

施工车辆严禁超过规定速度行驶，隧道内严禁超车，交会车时两车间的安全距离应大于 50 cm，同向行驶的车辆，前后两车间的距离应大于 20 m，洞内能见度较差时应加大距离。

7.2.2 钻机失稳时，作业人员有可能突然失去重心向前倾扑跌倒从而造成人身伤害；高压风管接头脱落时接头会因管内高压风压力作用作无规则的运动，而接头处的金属管箍在巨大的惯性作用下会对作业人员造成致命伤害，也会对作业机械或设备造成毁灭性的破坏。

7.2.3 超前管棚本身所起的安全作用：由于管棚支护是超前施作的，管棚在前方开挖工作面和后方初期支护的支持下形成的梁效应可以防止围岩松弛、减少地表沉降、拱顶下沉，同时在洞口时可以有效降低滑坡和塌方的危险，是复杂条件下进洞的好办法。也可以提高开挖工作面的稳定性。管棚支护注浆后，使管棚和围岩形成整体，有效断面扩大、土压均匀、提高围岩的自承能力。因此该条文此处所指工作面为洞内施工作业面，同时也适用洞口施工。

7.2.4 注浆作业需特别注意的是：超前小导管注浆需饱满，注浆过程中作业人员不得正对管口，注浆过程随时观察注浆压力的变化，有异常情况时应立即查明原因并采取技术措施处理，处理完毕后方可重新作业。

7.4.4 此处还应注意一点：当掺入钢钎维拌和时要防止纤维结

团、纤维产生弯曲或折断，拌和机因超负荷而停止运转、出料口堵塞。在处理过程中应严格按操作规程排除故障，不得违章操作导致事故发生。

7.5.3 普通中空锚杆用于拱部或锚孔向上倾斜、尤其是仰角>30°时，砂浆应通过另外设置的进浆管注入锚孔，注浆过程仍严格遵循从锚孔口向孔底注浆，锚孔内的砂浆自下而上充盈，空气由锚孔底经中空锚杆体的中空内孔排出，中空锚杆体兼排气用，待出现回浆后，方可停止注浆。

这种注浆工艺，不仅可以排净锚孔内的空气确保砂浆密实，施工时，还可以通过回浆检查判断锚杆注浆是否饱满。

7.6.5 采用分部开挖的隧道一般而言围岩情况都比较差，钢架在悬空时全靠与之相连的径向锚杆与岩体间的摩擦力作用保持悬空状态。钢架底脚长时间悬空会导致钢架在围岩变形作用下沉落，一旦沉落量超过警戒值，围岩及钢架就会完全失稳导致塌方，危及作业人员的安全。

8.1.4 仰拱与掌子面的距离：Ⅲ级围岩不得超过 90 m，Ⅳ级围岩不得超过 50 m，Ⅴ级及以上围岩不得超过 40 m。

8.1.8 具体安全防护设置必须满足《铁路工程基本作业施工安全技术规程》（TB 10301—2009）要求。

8.3.1～8.3.4 防水板材料为化学易燃物质，在施工中因施工防护不当造成防水板燃烧引发安全事故的事例较多，因此在此节将其作为重点防护内容特别指出。

8.4.4 钢筋作业特别是在安设墙腰及拱部钢筋时必须搭设作业平台并设支撑保证钢筋不倾伏或倒塌，造成安全事故。

8.5.3 如果混凝土浇筑速度过快，则模板所受侧压力在短时间内剧增，坍落度过大，会增加模板的侧压力，并且模板所承受的压力在短时间内无法靠混凝土自身凝固成形消除。以上两种情况均可能使台车模板变形及横向液压系统失控，两侧不对称灌注会使衬砌台车左右支承系统不平衡导致台车失稳，以上情形均可能

造成安全事故。

8.5.6 仰拱分段长度应根据围岩情况及仰拱栈桥长度而定，本条文不作具体长度规定。在施工时仰拱不得分幅浇筑。

8.5.7 仰拱作业与洞内其他工序运输作业发生冲突时，运输车辆在经过栈桥时，仰拱作业人员应及时避让。

9.1.2 施工监控量测不但是铁路隧道设计文件的重要组成内容之一，而且它是隧道按新奥法施工必须进行的光面爆破、锚喷支护、施工量测等三大组成内容之一。施工监控量测是确保隧道施工按信息化科学管理的重要手段，对铁路隧道施工安全与质量控制起到了非常重要的作用，并取得了明显的技术经济效益。由于施工单位对不同条件的量测要求与控制标准掌握得较少、不够全面，因此设计单位在施工前必须进行详细的技术交底，让施工单位充分理解，有利于施工过程的控制，更好地为工程服务。

9.1.3 施工单位在工程项目开工前必须成立监控量测小组，建立相应的质量管理保证体系，与此同时项目部还应成立监控量测小组领导机构，原则上施工单位现场第一负责人为组长、总工程师、安全总监、监控量测小组的负责人等为副组长的领导机构，有利于工作进行。

施工监控量测必须在施工前根据施工组织的总体安排编制详细的实施方案，包括实施大纲和实施细则，经过监理、建设单位（或业主）批准后执行。在实施过程中做到量测仪器设备安装要及时、数据采集要及时且真实可靠、监控量测信息反馈于施工和设计要及时。

监控量测必须纳入施工组织的正常管理，在施工组织设计中必须列入施工进度计划中，把它当成一个关键工序来对待。施工现场应按设计技术文件的要求，及时提供工作面，创造条件保证监控量测埋设工作顺利进行，同时监控量测工作要尽量减少对施工的干扰。

特别强调量测仪器与设备的安装必须按设计的技术要求进行

及时安装，现场尽可能采集到更多的初始读数，它对掌握围岩及结构的最初动态是非常必要的，对分析围岩后期最终位移及应力预测至关重要。

9.1.4 施工单位应具备专业资质，在开工前必须向监理单位报送；在施工过程中应保持人员相对稳定，特殊情况下换人应取得监理或业主的同意。监理人应有相应的监控量测经验，不但要在过程中实施有效监理，同时对施工单位报送的相关报告与成果要及时审查和处理，以及向建设单位及时汇报或提出建议。

9.1.5 工程安全性评价是确保施工安全的重要环节，是施工组织的重要内容之一，因此施工监控量实施细则中必须结合施工组织设计的总体要求，在工程开工前对工程的安全性进行评价。施工过程中通过量测分析，进行安全性评价管理等级分析，将评价成果及时报告设计、建设单位、监理，与此同时向相关单位提交完整的量测原始数据。设计单位与建设单位必须尽快明确有针对性的处理措施，在没有具体措施之前，不应盲目继续施工。

9.1.6 监控量测属于专业化比较强的工作，当工程的地质条件和周边环境比较复杂时，建设单位选择具有专业资质的第三方进行施工量测复核，确保量测成果的客观公正性，并达到相与对比、相与印证，有利于施工科学合理决策。

具备专业资质的第三方他们不但工程经验丰富、理论研究水平高、学术交流活动多，而且量测手段多、数据处理方法科学，在复杂地质与工程周边环境条件下，他们比一般的施工单位有更多的优势，建设单位在工程投标前应优先考虑。

9.1.11 隧道内已经施工洞段主要观察喷射混凝土是否有开裂、剥落松动、喷层表面渗水等现象；锚杆主要观察有无松动、垫板松动脱落等现象；拱架主要观察有无扭曲变形、拱架后面是否有空洞、喷混凝土是否覆盖拱架等现象；二次衬砌混凝土主要观察有无开裂、渗水，下沉等现象。

地面观察应对其地面裂缝观察及其发展、渗水、变形观察和

记录，同时对建（构）筑物的状况也要进行观察和记录。

9.1.13 铁路隧道位于浅埋段施工时，当地面有建（构）筑物时，必须进行控制爆破设计，并进行爆破振动监测，实测振动速度（或加速度）必须满足建（构）筑物的安全控制标准的要求。地面沉降观测要合理布置观测点，观测点必须有效地完全覆盖影响范围，并主要靠近建（构）筑物布置。在掘进过程中随时加强观测频次，发现地表控制沉降基准累计接近安全性评价管理等级时，必须制定相应对策，并及时上报监理、设计和建设单位。

9.1.14 地质素描工作对判断围岩的稳定和预测掌子面前方的地质情况是十分重要的工作。要做好这一工作，量测单位必须配置经验丰富的地质工程师并配置数码相机，同时要求结合现场保存必要的岩石标本，并在现场选择具有代表性的样品作相关力学试验，为施工阶段围岩的分级、优化设计提供科学的数据。

9.1.16 特殊情况隧道的选择项目若涉及到钻孔安装量测仪器，如多点位移计、锚杆应力计等，尤其是多点位移计。其钻孔不但深而且还要取岩芯或进行孔内成像，特别是拱顶孔的施工，因安装精度要求较高，其施工难度较大，这对机械操作手提出了较高的要求，因此对操作者来说既要技术高，又要熟练操作，才能确保设备人员的安全。

9.1.17 富水区施工可能存在安装隐患，原则上应该先进行地下水处理后再掘进，但施工过程中超前预报未及时发现或施工过程中爆破松动圈未影响到安全岩层，在进行量测仪器钻孔（孔深超过安全岩层）时，若发现钻孔内水压、水量突然增大，以及有顶钻现象时，可能预示着有产生突涌水的可能，因此钻孔过程中必须加强观察和记录，发现险情必须及时报告，同时组织相关人员撤离危险区。

9.2.2 监控量测数据分析分为实时分析和阶段分析，都以报告的形式反馈信息。实时分析是指每天根据监控量测数据，分析施工对结构和周边环境的影响，发现安全隐患及时采取措施；阶段

分析系指经过一个阶段后，根据大量的监控量测数据及相关资料等进行的综合分析，总结施工对周围地层影响的一般规律，指导下一阶段施工。实时分析一般采用日报表形式；阶段分析一般采取周报、月报形式，或根据工程施工需要不定期进行，提出指导施工和优化设计的建议。

监控量测小组一般以周报（特殊情况要形成日报）的形式提交监测成果，包括书面报告和电子版。当出现异常现象时，应及时反馈，以便采取相应的对策。现场监控量测工作停止后，应在一个月内编写出该工程的施工监控量测总结报告。

监控量测信息反馈程序应贯穿于施工的全过程，不但要保证将监测原始数据和分析结果及时反馈给设计和监理单位，而且要保证信息反馈传递渠道畅通，并保证信息反馈的及时和有效性，同时还起到相互印证的目的，又减少了错误分析的几率。

9.2.3 监控量测信息反馈应根据监控量测数据分析结果，对施工安全性进行评价。其目的是根据安全性评价的结果，按照施工安全评价流程图程序及时决策并采取工程应对措施。当工程需要变更设计时，设计单位应按相关规定及时予以变更。

9.2.4～9.2.6 监控量测的基准包括隧道内位移、地表沉降、爆破振动等。基准值应该根据隧道施工安全、隧道结构的长期稳定性，以及周围建（构）筑物特点和重要性等因素制定。本规程位移基准值的规定引用了《铁路隧道监控量测技术规程》（TB 10121—2007）表4.5.3位移控制基准和表4.5.4位移管理等级的成果资料。施工安全性评价可参考《铁路隧道监控量测技术规程》确定位移管理等级。

9.2.7 本规程对地表沉降基准控制要求可参考《铁路隧道监控量测技术规程》（TB 101211—2007）中条文说明表4.5.5中内容确定，或由设计给定。

9.2.8 当安全性评价超过Ⅱ级管理，现场又出现变形加速、应力或应变接近控制基准，观察发现结构有开裂、渗漏水异常，钢

架压屈等情况，必须在确保安全的情况下尽快先采取加固和补强等有有效措施；若安全评价达到Ⅰ级管理时必须立即暂停施工观察，待对策措施批准后才恢复施工。

10.1.2 隧道施工，特别是富水地区，首先要完善排水设施，反坡排水要根据隧道设计涌水量配备足够的抽排水设备，防止涌水淹没洞室，开挖前必须做超前探水，确定不会产生大涌水时才能向前开挖。

10.1.7 膨胀岩、土质地层、围岩松软地段，为防止围岩遇化软化，应铺砌水沟或用管槽排水，严格控制施工用水。

10.1.8 突涌水的风险等级，可参考《铁路隧道风险评估与管理暂行规定》（铁建设〔2007〕200号）。

10.1.10 隧道防排水施工，尤其是注浆堵水施工中要注意注浆材料的选用，严禁使用有毒和污染环境的材料，作为防水层的各种材料在长期使用中也不允许有毒物质滤出。

10.2.2 当斜井掘进遇到涌水量较大的含水层、断层或裂隙涌水时，除应增加掘进工作面排水设备能力外，还应对涌水量大的局部地段，采取分段截排水的措施，弄清涌水来源和水量大小，设法截住涌水，防止下流。如在涌水地点下部凿小容量水窝，设置潜水泵或喷射泵，将水直接排出井身或排至上方临时水仓。这样可以大大改善工作面的施工条件，保证不间断地快速施工。但分段不应过多，以免造成井内布置杂乱，干扰施工。

10.2.3 竖井凿井期间排水方案影响因素较多，施工时可依据其排水特点灵活处理。凿井期间排水的特点有以下几个方面，可供参考。

由于井身穿过的岩层含水量不同，工作面涌水量变化较大。同时因工作面积水流经爆破后的石渣，故含泥砂较多。

随井身工作面掘进，排水设备的扬程需逐渐增加，且由于放炮工作停止一段排水时间，设备的排水能力要大于正常工作面涌水量。

竖井排水时往往湿度及淋水均较大，故排水设备不能用普通型的电气设备，而应选用防潮电机。

鉴于以上诸多原因，竖井凿井期间排水的方法也较多，常用的有吊泵一段排水，卧泵排水，气压泵、吊泵或卧泵两段排水，吊泵串联排水等，采用何种方法应因地制宜确定。

根据经验数据，当井身涌水量大于 50 m^3/h时，应采用注浆堵水。

10.2.4 排水泵站设在井身附近可减小管子道长度，便于排水管以最短的距离敷设至井口外。泵站与变电所联合布置可便于施工和管理。水泵沿洞室纵向单排布置可减小洞室跨度，管道布置简单方便操作和管理。

一般情况，隧道位置应避免穿越工程地质、水文地质条件复杂的地层，但由于客观地形、地质的复杂性和目前勘探技术水平和手段的限制，所取得的资料不能完全符合实际的情况还是经常发生的。不可预见的变化，特别是突然涌水造成的水患在铁路隧道施工中屡见不鲜。水文地质是一个比较复杂的问题，情况不同涌水量差异很大。条文中对留有增加水泵的余地和设置防水密闭门难以作出具体规定，只能作原则规定，以使在工程设计和施工中对水患问题不至于忽视。

对管道净空高度的规定，主要是考虑当井下发生突然涌水或事故时，便于增援和外运排水设备。管道与井身连接处规定设缓坡段和坡度是为了方便工作人员进出泵站和渗积水经斜、竖井流入井底水窝，而不至于顺管道流入泵站。

10.2.5 为了沉淀隧道施工时地层涌水中的泥砂、杂质，贮藏隧道开挖涌水以及当泵站发生意外事故短时间停机不致造成水害，井下应设置一定容积的水仓。水仓主要用来贮水，但对调节水量也有很大的作用。规定水仓设置两条坑道的目的是互为备用，当一条清淤时，另一条能正常工作。水仓容积标准基本是按 1.5 ~ 2 h设计涌水量确定的，现场应根据具体情况修正。

斜、竖井施工时，腰泵站主要起转水作用，水仓容积不需过大，规定按泵站 10～15 min排水能力设计是根据现场施工经验。确定腰泵站水仓容积应考虑以下几方面的因素：

（1）保证水泵工作时的良好水力条件，防止吸入空气，吸水管入口处应在最低水位以下 0.5～1 m，泵的吸入口与池底的距离一般为吸水管径的 1.3～1.5 倍。

（2）保证水泵启动所需的瞬时流量，避免水泵启动过于频繁。

规定水仓入口应设在井底车场排水沟的最低处，目的是使隧道涌水能全部顺利地汇集流入水仓。施工经验证明水仓入口前设置一定容积的沉淀池，能起到预沉淀的作用，对水泵叶轮和管道配件有保护作用，可减少磨损和堵塞。

井下排水泵站属临时工程，水泵吸水池洞室宜简不宜繁，基本能满足水泵正常工作的水力条件即可，这样不仅能减少工程量，而且洞室结构简单，适合铁路隧道施工的实际情况。

10.2.6 在水泵的选用上，大小悬殊的配泵或泵型选型不当，往往使水泵不能在最佳工况点运转，以致增加能耗；另外，型号过多会给管理和维修带来很多不便，故规定选用同一种型号。

工程施工中地层涌水量计算不可能很准确，为了排水安全，增加备用泵是既简单而又有效的措施，条文规定备用水泵的能力不应小于工作水泵的总能力，参照煤炭系统规定增加了 30%。

停泵水锤是指水泵机组因突然停电或事故时，造成开阀停车，会产生水锤，水锤会引起管道振动和噪声，产生瞬间的巨大冲击力，严重时将引起管道和阀门破坏，所以规定应进行停泵水锤压力计算。

规定每台水泵应能向两条排水管输水，目的是为了能保证排水的安全性和可靠性，即当其中一条管道检修或发生故障时，不致影响正常排水。每条排水管上设置放空管的目的是为了在检修管道时能将水放空排入水仓。

10.2.7 无缝钢管、焊接钢管与铸铁管比较，具有壁薄、质轻、便于施工等优点。排水管道在竖井中安装比在斜井中条件困难，所以规定竖井中排水管应选用无缝钢管或焊接钢管。

当隧道涌水的pH值小于5时，属酸性水，排水泵应选用性能良好的耐酸泵；管道防酸有下列措施，应根据具体情况选用：

（1）采用硬聚乙烯管和玻璃钢管，压力可达1.7 MPa，这种管材目前生产较少，且价格较贵，不宜采用；

（2）采用无缝钢管内衬塑料管；

（3）采用钢管内衬水泥砂浆。

11.1.2 当隧道独头掘进小于150 m时，一般采用自然通风；大于150 m时，施工通风必须采用机械通风，通风方式可采用压入式、吸出式或混合式，并应根据坑道长度、断面大小、施工方法及设备条件等综合确定。

11.1.3 隧道施工通风的目的是供给洞内足够的新鲜空气，并冲淡、排除有害气体和降低粉尘浓度，以改善劳动条件，保障作业人员身体健康。因此，长大隧道的施工通风方案必须经过专项设计与审查，施工通风必须纳入重要工序管理，施工过程中加强通风效果检测，确保洞内空气质量符合职业健康标准的要求。

11.1.4～11.1.5 洞内通风的风量及风速按每人每分钟供应3 m^3的新鲜空气，是保证作业人员身体健康必要的规定。洞内采用内燃设备进行作业时，平均按每1 kW供应风量3 m^3/min，就可以达到稀释其浓度的要求。

11.1.6 条文中提出的隧道在整个施工过程中，作业环境的安全卫生标准，为强制执行的标准。勘察设计和施工中若发现存在硫化氢、一氧化碳等有毒有害气体的隧道，必须严格执行国家有关规定，配备相应的监测与检测仪器进行检查，并根据浓度大小实施动态监测和实时检测。

11.1.7 对于长大隧道施工，必须设置备用通风机和备用电源，防止因通风机故障或停电造成通风机停机，导致洞内有毒有害气

体和粉尘超过规定标准，危及到洞内作业人员的人身安全。

11.1.9～11.1.10 隧道施工综合防尘措施主要包括以下内容：①加强通风；②采用湿式凿岩；③采用湿喷混凝土喷射工艺，并优先选用机械手喷射；④放炮后及时进行喷雾洒水；⑤运输通道洒水，防止粉尘飞散；⑥在洞内适当的位置安装集尘装置；⑦佩戴好个人防护用品。

开挖工作面、喷射混凝土地段、混凝土搅拌场等凡有矽尘的作业场所，粉尘浓度每月至少应测定一次，洞内空气每月至少应取样分析一次。

11.2.3 空压机的储气罐属压力容器，安全阀的作用是确保储气罐气压不得超过限定值，压力表是正确反映系统风压的指示计，必须定期进行检验，以确保安全可靠。空压机使用前应检查安全防护装置及附件是否齐全，检查电源是否正常、润滑油是否符合要求，设备启动后检查机油压力、气压、电压、电流及温度等是否正常，有无漏油、漏电、漏气等现象，确认无误后方可正常使用。对空压机使用及检修维护过程中，可能发生人身及设备安全事故的行为进行明文规定，强调必须遵守空压机使用及维修操作规程，避免发生人身伤害事故。

11.2.4 高压钢风管及软管必须采用正规厂家的合格产品，满足相应风压要求，高压胶风管还必须耐油，不得使用伪劣及不合格产品。高压软管与钢管连接必须牢固可靠，钢管的外径与软管的内径必须匹配，并应采取有效措施防止风管连接处脱落，避免发生人身伤害事故。

11.3.2 凡不含有害矿物质、没有污染、无臭味的天然水均可作施工用水，但仍应做好水质化验工作。生活用水的水质必须符合国家饮用水标准。

11.3.3 蓄水池应避免设于隧道顶部上方，是为了防止水池水渗漏或溢出冲刷坡面，危及洞内和洞口施工安全。蓄水池设防护棚（栏）是为了防止人员坠入，避免发生溺水事故。

11.3.7 在寒冷地区施工，隧道供水管道及设施应注意埋设深度和保温措施，以利防冻。常用保温材料有沥青玻璃棉、矿渣棉、石棉瓦等；为防止保温材料受潮还应有防潮措施，如采用沥青玻璃布包裹或水泥砂浆涂抹等。

11.4.2 本条依据现行的《施工现场临时用电安全技术规范》（JGJ 46—2005）的规定，对于施工现场临时用电工程专用的电源中性点直接接地的220 V/380 V低压电力系统应采用三相五线供电，三相五线供电系统必须采用TN-S接零保护系统。

11.4.5 本条借鉴了国外隧道施工的相关规定，针对隧道施工照明标准较以往作了较大的修订，说明表11.4.5为隧道施工照明标准修订前后对照表。

说明表11.4.5 隧道施工照明标准修订对照表

施工作业地段	原照明标准（lx）	修订后照明标准（lx）
开挖工作面	30	50
其他作业地段	10	30
运输巷道	6	15
成洞地段	4	10

12.1.2 本条文强调两点：一是认真熟悉设计文件，理解设计意图，因为勘察设计文件并不能完全与现场实际情况相符合，因此必须将设计资料与现场实际结合起来分析研究。二是在施工前必须制定安全、可行的施工技术及安全技术方案。以往遇到不良地质或特殊岩土隧道时，个别单位只凭借一些类似工程经验，结果往往出现了施工受阻，甚至发生了大的塌方。

12.1.3 完善的应急预案是不良地质和特殊岩土隧道施工必要组成部分，通过制订应急预案，并对参与施工管理、作业的人员进行培训和组织演练，提高人员自救、互救能力，一旦发生重大安全事故，尽可能减少人员伤亡，将事故损失降到最小。

12.1.4 采用现代先进的施工技术、施工设备，是不良地质地段

和特殊岩土隧道施工安全的关键，其中超前地质预测、预报技术在隧道施工越来越被广泛应用，而且预报的准确程度也在不断提高，必须进一步推广使用。

12.1.5 在不良地质和特殊岩土隧道施工中，监控量测工作格外重要，隧道在发生大的塌方之前总是有一定的先兆，表现在围岩的变形上突然增大，或者是应力的突然变化，而这些变化只能通过量测才能掌握，而量测的结果与施工技术措施之间又存在内在的联系。因此，必须开展监控量测工作并做到信息的快速反馈，实现动态设计、动态施工。

12.1.6 实践证明，每道工序作业前，坚持班前安全交底，将作业风险和安全措施告知所有作业人员，提高作业人员的安全意识，是确保安全生产最为有效的制度之一，但也有些单位不能很好坚持或者只是流于形式，所以这项制度必须切实加强。

12.2.1 当隧道通过岩溶地区时，一般设计上只简单提供溶洞的里程和大概的规模及类型，更为详细的情况必须在隧道的开挖或超前预报中才能逐渐掌握。

12.2.4 本条是在岩溶隧道开挖施工中应遵循的，是经过实践证明对保证岩溶隧道开挖施工安全行之有效的一些措施和方法。

12.2.5 本条是根据以前施工岩溶隧道的经验以及近几年来使用先进施工方法相结合列出的几种处理岩溶方法。

12.2.6 采用新奥法原理施工，当遇到岩溶地质时，其支护和衬砌应予加强：一是尽早施作喷锚支护，二是喷锚支护应尽快受力，三是增加钢架支撑，四是衬砌加厚或加钢筋、增大混凝土强度等级，这些都是为了保证施工质量和施工安全而提出的。

12.3.1 地下水对软弱破碎围岩隧道施工影响很大，是造成塌方的主要因素之一。许多隧道的施工总结，强调了必须对地下水进行处理，才能保证施工安全。对富水软弱破碎围岩应根据实际情况采取措施处理后才能开挖施工。

12.3.2 由于目前的超前地质预测、预报手段还不能保证完全准

确，预测、预报的判译也往往有多解性，在施工过程中，很可能会出现一些异常现象，这时应该立即停止施工，必须认真分析原因，采取措施进行处理，确保施工安全。

12.3.3 本条强调富水软弱破碎围岩开挖后初期支护要及时施作，加强初期支护的强度，防止隧道塌方和初期支护发生大的变形。

12.3.4 对富水软弱破碎围岩必须做好监控量测，量测的主要内容有拱顶下沉和净空变形，必要时还应对钢架内力进行量测。量测数据经分析处理与必要的计算，反馈于施工，用于判断围岩和支护体系是否稳定，支护参数和施工方法是否合理。

12.3.5 富水软弱破碎围岩隧道施工必须做好防排水，一是防止因排水不畅对衬砌结构形成水压，影响结构安全，二是确保隧道在运营过程中不会因大量渗漏水而产生病害。

12.4.1 砂层的稳定是靠其颗粒的重量和颗粒间的摩擦力来维持的，当砂层中含有地下水且超过一定限制度流沙时，其内摩擦角就会减少，砂体就容易坍塌。隧道通过风积沙和含水砂层施工时，必须先治水，以减少砂层的含水量防止砂粒流失。

12.4.2 本条是风积沙和含水砂层隧道开挖工序的施工操作要求以及开挖方法。这些内容都是从近来一些工点的施工实践和教训中总结出来的。

12.4.3 对于风积沙和含水砂层，因其颗粒间有较大的孔隙率，所以采用注浆固结砂层是最为有效的途径。

12.4.4 含水砂层隧道必须特别要做好排水工作，防止水渗透到砂层造成对隧道不利的影响，如结构下沉或开裂等。

12.5.1 瓦斯隧道的类型根据隧道内各施工工区的最高级确定，分为低瓦斯隧道、高瓦斯隧道和瓦斯突出隧道三种。根据不同类型，编制施工组织设计，在施工机械和施工方法上区别对待，确保施工安全。

12.5.5 本条规定了瓦斯隧道施工在不同情况下应停止施工，撤

出施工人员，并采取有效措施进行处理；低瓦斯工区洞内任意处瓦斯浓度超过0.5%时，应加强通风监测，查明原因，采取处理措施，如果浓度继续上升到应许浓度，必须停止作业，撤出人员。

12.5.6 采用光面爆破，使隧道开挖轮廓圆顺，尽量避免瓦斯积聚。湿式钻孔，也在一定程度上溶解瓦斯气体，降低瓦斯浓度，同时降低粉尘含量，有利于施工安全。

“一炮三检制”是根据煤规制定，即在装药前、放炮前、放炮后认真检查放炮地点附近瓦斯，瓦斯超过1%不得放炮。条文规定的目的，主要是加强放炮前防止瓦斯漏检、避免瓦斯超限的条件下放炮的主要措施。

“三人连锁放炮制”是放炮前放炮员将警戒牌交给爆破指挥员，派警戒人员进行警戒，完成警戒后，指挥员把自己的放炮命令牌交给瓦斯检查员，经检查瓦斯浓度符合要求后，再将放炮牌交给放炮员。这项措施主要防止放炮混乱，放炮警戒不严或不落实造成放炮伤人事故。

参照《爆破安全规程》对不同的瓦斯等级和煤层与岩层进行了分别规定。

秒或半秒级雷管各段的间隔时间为1 s或0.5 s，在有瓦斯爆炸危险的工作面使用时，当前段爆炸瓦斯浓度已形成较高，下段炸药才爆炸，就容易引爆瓦斯。况且雷管内的延期药在燃烧，从雷管的排气孔喷出火焰或高温气体是引爆瓦斯的危险因素，因而严禁使用。毫秒雷管则不然，只要最后一段的延期时间不大于130 ms，爆炸过程中瓦斯浓度尚未达到1%时，各段毫秒雷管就已爆炸完毕，故比较安全。

12.5.7 在距设计煤层位置15～20 m的工作面打超前探孔1个，初探煤层位置；在煤层位置100 m的工作面上部及左右部打超前探孔3个，并取岩（煤）芯，分析煤层厚度、倾角、走向及与隧道的关系，并分析煤层顶、底板岩性；掌握并收集探孔施工过

程中的瓦斯动力现象。

施工时，应在距煤层垂距 5 m处的工作面钻瓦斯测压孔，或在距煤层垂距 3 m外的工作面进行突出危险性预测。对于石门揭煤宜采用综合指标法或钻屑指标法，对于煤巷掘进宜采用钻孔瓦斯逸出速度法或钻屑指标法。

钻孔排放瓦斯技术简单，施工难度小，设备投入少，时间短，安全性高，而铁路隧道是小范围穿过煤层，以钻孔排放瓦斯较为适合。

12.5.8 为防止因揭煤而引起瓦斯和煤突出，本条从安全管理和技术上进行规定。

12.5.9 对煤层段的开挖、支护、衬砌等工序涉及施工安全方面的问题进行了规定。因为二次衬砌混凝土浇筑后，因混凝土收缩和自重，在防水隔离层与二衬间出现空隙，形成瓦斯聚集，要求二次衬砌混凝土达到强度后及时压浆充填，封闭瓦斯不同于非瓦斯地段，全隧道完成后再压浆。

12.5.10 瓦斯隧道因有易燃易爆的气态甲烷从煤层或岩缝中溢出，施工通风的好坏，直接关系到作业人员的人身安全，因此，必须根据瓦斯绝对涌出量编制通风设计。

施工实践证明，只有成立专门的隧道施工通风管理，才能保证通风效果，也才能保证瓦斯隧道的施工安全。

瓦斯隧道需要的风量，必须按照爆破排烟、同时工作的最多人数以及瓦斯绝对涌出量等分别计算，并按允许风速进行检验。采用其中的最大值。

12.5.11 瓦斯检测是指导瓦斯隧道施工、保证施工安全的必要措施。本条是参照《铁路瓦斯隧道技术规范》制定。

12.5.13 高瓦斯工区和瓦斯突出工区的电气设备与作业机械必须使用防爆型，是为了防止电器设备和作业机械工作时产生火花引爆瓦斯。

12.5.15 为了保证在事故发生后，遇险人员能够得到及时、有

效的救护，并保证救护人员自身的安全。

12.5.16 本条对进入瓦斯隧道所有人员安全管理方面进行了规定，这是借鉴了近年来瓦斯隧道施工中一些好的做法，应积极推广。

12.6.1 目前对岩爆隧道预测、预报主要采用：超前探孔为主，辅以电磁波、地震波、钻速测试等手段；开挖面及其附近的观察预报；采用工程地质类比法进行宏观预报。岩爆隧道根据岩爆强度大小分为：弱岩爆、中等岩爆、强烈岩爆三个等级。

12.6.2 本条规定的目的是为了在中等以上岩爆隧道，尽量减少人工作业，从而减少岩爆对人的直接伤害。

12.6.3 本条针对岩爆级别，采取相应的对策措施，以有效地降低岩爆的强烈程度，从而提高施工的安全性。对于各种强烈岩爆，近年来，除采用向开挖面进行洒水和钻孔注水外，还采用了很多更为有效的措施。

12.6.4 本条指出了岩爆地质隧道施工的基本原则，即“短进尺、多循环、强支护”，这是近几年来在实践中形成的经验，必须遵守。

岩爆隧道不应采用长进尺，因为长进尺开挖，爆破后出渣时间长，不利于及时支护，另外，暴露出来的开挖面较大，更容易引起较大范围内的应力重分布，从而导致强烈的岩爆发生，对施工安全不利。强支护的目的主要是锁定围岩的表面部分，防止正面、边墙、拱部的岩石向外弹射，限制岩爆的大规模发生。

12.6.5 本条规定了岩爆发生时应采取的措施，这是岩爆隧道施工中的经验总结。

12.7.1 膨胀性和挤压性围岩隧道开挖后，初期支护和二次衬砌结构承受的地应力较大，圆形断面或椭圆形断面更有利于隧道结构的受力。

12.7.3 本条是根据挤压性围岩、膨胀岩的特性而制定的，开挖中采取这些措施，可以减少对围岩的扰动、控制围岩的变形，提

高施工的安全性。

12.7.4 这些措施是以新奥法原理为指导，以维护隧道稳定为目的，针对大变形特点所采取的特殊支护措施，效果很好。

12.8.1 本条强调了黄土隧道施工前，应做好洞口排水系统和地表水的处理，防止雨水渗入隧道增加施工难度和发生坍塌事故。

12.8.2 墙脚、拱脚严禁超挖是为了防止因墙、拱脚原状土被破坏，造成支护下沉。黄土隧道软弱地基处理方法比较多，施工中应根据实际情况选择树根桩、土灰挤密桩、注浆、换填等处理措施。

12.8.3 黄土隧道围岩垂直节理的存在是导致隧道拱顶坍塌的关键因素，节理在坑道顶部时，极容易产生“塌顶”；如果位于侧壁，则极易出现侧壁掉土、片帮，施工中处理不当，常会引起较大的坍塌。当洞身黄土含水量较大时，钻杆钻机施钻困难，煤电钻电机易烧坏，施工中一般采用煤矿螺旋钻。

12.8.4 黄土隧道施工，施工防排水非常重要，本条各款都是黄土隧道施工中防排水方面必须注意的问题，否则容易造成异常沉降。

13.1.2 斜井、竖井口是施工的重要通道，坑道口的截水、排水系统和防冲刷设施、斜井洞门、竖井锁口圈，均应尽快及早建成，以保证正洞施工的安全顺利进行。

13.1.3 采用大爆破开挖，容易破坏洞口边仰坡的稳定，造成大规模的塌方，安全隐患很大，所以斜井、竖井的边、仰坡开挖严禁采用大爆破。

13.1.4 斜井、竖井与正洞结合部的施工，施工安全风险极高，必须编制专项施工技术方案，确保施工安全。

13.1.5 结合部开挖因存在二次扰动，如围岩地质条件较差，必须进行加固，二次衬砌应及时施作，否则容易在结合部开挖中造成塌方甚至安全事故。

13.1.6 斜井、竖井废弃时应按要求做好排水、加固和安全防护

措施，否则可能会给正线隧道的运营造成不利的影响，甚至发生安全事故。

13.2.1 斜井一般是反坡施工，因此隧道施工排水系统非常重要，必须根据斜井出水量大小进行抽排水设计，配置满足需要的抽排水资源。长大斜井应制定专项抽排水设计方案及应急预案。

13.2.3 洞内场地狭窄、视线较差、斜井与正洞交叉处光照度较差，容易发生安全事故，所以洞内运输应建立统一的洞内运输调车管理制度，并由专人负责。在斜井与正洞交叉口处应设专人指挥，并设置反光警示镜及限速标志。

13.2.5 斜井一般坡度较大，初期支护的钢架安装时必然有一定的倾斜角度，所以必须采取专门稳固钢架的措施，防止钢架倒塌发生安全事故。同时各种平台也必须配有制动装置，防止作业过程中顺坡溜滑。

13.2.6 本条是对斜井采用无轨运输道路有关安全问题进行规定。

13.2.7 对斜井无轨运输速度进行限制，防止速度过快引起安全事故。

13.2.8 本条主要对斜井洞内、洞外适当位置应设置各种警示标志和安全设施进行规定。

13.2.9 本条对运输作业车辆管理方面进行规定，防止车辆带病作业引起安全事故。

13.2.14 这些规定是在结合以往多年施工经验教训的基础上，吸收《煤矿安全技术规程》的有关规定提出的。

13.3.1 本条借鉴了地铁施工的经验，有利于确保竖井提升系统的安全。

13.3.6 本条对竖井建井期间和使用期间的防排水进行了规定。

14.1.3 TBM 在特殊地段施工与在一般地段施工不同，其掘进难度大、控制沉降要求严、安全风险高，因此必须编制、审查专项施工方案和应急救援预案。

14.1.5 TBM 设备的保养与维修必须坚持“预防为主、状态检测、强制保养、按需维修、养修并重”的原则，并应由专业人员进行保养和维修。

14.1.6 监控量测方案除包括在一般情况下的方案外，还应包括可能因变形引发安全事故时应采取的方案，以便满足对突发异常变形或抢险等对监控量测的需要。

14.2.2 TBM 组装分为洞内组装和洞外组装两种方式。

14.2.4 以原设计吊装位置为准，确认其重量，用大于负荷的起吊工具及在安全范围内起吊设备，确保安全，万无一失。吊装作业时，确保各大型部件选择合理的吊点，以正确的方式进行吊装，并缓慢、准确地将部件组装到设备上。

14.2.5 必须确保设备的各项性能指标完全符合 TBM 技术要求，确认各设备安装无误的前提条件下，方可开始 TBM 的步进。

14.3.2 TBM 始发进入起始段施工，一般根据 TBM 的长度、现场及地层条件将起始段定为 50 ~ 100 m，起始段掘进是掌握、了解 TBM 性能及施工规律的过程。

14.3.3 双护盾 TBM 施工有双护盾和单护盾掘进模式，应正确选择掘进模式。

14.3.8 由于 TBM 设备上附有大量的油料，因此动火时，必须加强消防管理，配备足够的手提干式灭火器，关键部分必须有专用的消防设施。

14.4.1 开敞式 TBM 施工初期支护包括喷混凝土、挂网、锚杆、钢架等形式。

14.4.3 开敞式 TBM 二次衬砌时，首先进行隧道底板及仰拱浇筑。

14.5.1 到达掘进是指 TBM 到达贯通面之前 50 m范围内的掘进。

14.5.3 为防止管片在失去后盾管片支撑或推力后产生松弛导致管片环缝张开，必须设置管片纵向拉紧装置。

14.7.1 本条所列特殊地质条件施工应遵循的规定，与一般地质

条件相比，要求的是更加严格的控制，更加周密的计划。

14.8.1 施工进料应采用有轨运输，出渣运输可根据隧道的长度、掘进能力、掘进速度选择有轨运输和皮带机运输方式。

15.1.2 为了防止设计资料与实际工况条件不符，施工前应进行工程环境的调查与实地踏勘。

15.1.5 盾构在特殊地段施工与在一般地段施工不同，其掘进难度大、控制沉降要求严、安全风险高，因此必须编制、审查专项施工方案和应急救援预案。

15.1.6 盾构设备的保养与维修必须坚持“预防为主、状态检测、强制保养、按需维修、养修并重”的原则，并应由专业人员进行保养和维修。

15.1.7 监控量测方案除包括在一般情况下的方案外，还应包括可能因变形引发安全事故时应采取的方案，以便满足对突发异常变形或抢险等对监控量测的需要。

15.2.1 加强端头土体加固防止盾构始发引起端头地层发生过大变形、坍陷、涌沙或涌水。

15.2.3 盾构是集机、电、液、控为一体的复杂大型设备，若在掘进中发生问题，处理十分困难且易导致地层坍塌。因此，在现场组装后，必须首先对各个系统进行空载调试，使其满足设计功能要求。然后，必须进行整机联动调试，使得盾构处于正常状态，以确保盾构始发掘进的安全进行。

15.2.4 盾构后配套设备包括运输设备、电力设备、通风设备、照明设备、壁后注浆设备、泥水处理设备与设施。采用泥水平衡盾构时，管道运输系统应满足出渣和掘进速度的要求。

15.3.1 始发反力架及其支撑强度、刚度和必须满足盾构始发推力的要求。盾构反力架的整体倾斜度应与盾构基座的安装坡度一致，以防止反力架偏心受力。

15.3.2～15.3.3 洞门围护结构破除要连续作业，尽量缩短施工时间，破除后盾构刀盘及时靠上开挖面，尽量缩短开挖面暴露的

时间，防止开挖面失稳。

15.3.4 由于洞口与盾构存在建筑空隙，易造成泥水流失，从而引起地表沉降，因此，须在洞口安装密封装置。

15.3.5 盾构始发时，由于盾构周围无摩擦力，盾构易扭转，应加强盾构姿态的测量，如发现盾构有较大转角，可以采用大刀盘正反转的措施进行调整。

15.4.1 盾构始发进入起始段施工是掌握、摸索、了解、验证盾构适应能及施工规律的过程。

15.4.3 适当保持土仓压力平衡的目的是控制地表变形和确保开挖面的稳定。

15.4.4 适当保持泥水仓内压力平衡的目的是控制地表变形和确保开挖面的稳定。

15.4.6 根据盾构穿越的地层条件，可有选择地向土仓内适当注入泥浆或水、泡沫剂、聚合物等材料，以改良仓内土质，使其保持开挖面的稳定。

15.4.7 严格控制盾构姿态，减少由于纠偏造成的地层扰动。由于盾构自重大，长时间停机可能会造成盾构下沉。

15.4.9 及时检查刀盘，防止刀盘过度磨损失去掘进功能而报废。

15.5.2 管片堆码高度需要结合存放场地的地基承载力、管片出模强度和管片承压强度等相关因素验算后确定。

15.6.1 确保接收工作井端头地基加固效果和洞门密封效果，并控制围护结构破除过程，防止盾构到达掘进扰动引起端头地层发生过大变形、坍陷、涌沙或涌水。

15.6.3 为防止由于盾构推力过大以及盾构切口正面土体挤压而损坏工作井洞门结构，必须控制掘进参数和出土量。

15.6.4 隧道贯通后，迅速拼装成环并注浆，防止洞口水土流失。

15.7.1 避免在移动过程中托架或小车受损破坏。

15.7.3 由于盾构重量大、体积大，因此应加强牵引和顶推的安全管理。

15.9.2 由于覆土荷载减小，盾构抗浮能力降低，必须加强抗浮措施。

15.9.3 后续隧道的施工与先行隧道相互影响，会产生结构变形、地表下沉等不良现象，因此，必须采取控制措施。

15.9.5 如果通过调整盾构掘进参数和注浆参数不能满足对地面建（构）筑物的保护要求，可对建（构）筑物的基础或结构进行加固或托换。

16.1.1 瓦斯隧道、有突涌水风险的隧道，应有专项设计和安全技术方案，所有隧道施工均应有防止洞内火灾、坍塌的应急处理措施，尤其是地处其他自然灾害（大雨、强风、雪、雷、地震和海啸）威胁的隧道，应急处理措施应纳入施工组织设计管理。

16.1.2 隧道工程概况中应说明施工中的危险源，以及事故发生后的影响和救援时可利用的周边交通、重要设施、目标、场所等情况。

16.1.3 避灾组织机构及预警、指挥系统，负责指挥及协调工作，包括组织应急预案演练；组织抢险队参与救护伤亡，实施抢救方案；组织联系医院、消防等，说明详细事故地点、事故情况，组织医护人员救治伤员，作好事故善后处理；组织人员做好事故现场和抢救现场的安全保卫工作；负责抢救机具、设备、材料的调运，及时配备救援所需的设备、材料；负责搜集事故物证、痕迹，协助事故调查、分析。

16.1.5 根据风险情况配备应急物资，包括救护设备（化学氧自救器、灭火器、自动苏生器、急救箱、高温防护服、担架、防毒面具、防烟眼镜、联络绳、救生圈、皮划艇），仪表及化验用品（火源探测仪、瓦斯检测仪、风表、气体流量计、水位探测仪），应急器材（应急型防爆矿灯、铁锹、洋镐、撬棍、消防铲、信号喇叭、消毒、急救物品），圆木、枕木、沙袋、格栅钢

架、锚杆和钢筋网及喷射混凝土材料等，配备临时发电机、电焊机、挖掘机、装载机、抽水机、注浆泵、运输车、指挥车等应急设备。

16.1.6 长大隧道施工，应设计逃生通道；所有隧道施工均应事先规划逃生路线，加强演练。

16.2.4 在爆破作业后突然发生涌（突）水。如果此时发生涌水，因为爆破作业时人已经撤离到离掌子面至少 200 m距离以外，设备至少离掌子面 80 m。因此，在此种情况下发生涌（突）水，对人身安全及设备财产安全的威胁相对较小，人在事故发生后有充足的逃生时间。此时如果洞内设有防水闸门，则作业人员立即关闭防水闸门，按既定的逃生路线进行洞内人员和机械设备的撤离，并采用防水闸门处安设的大功率抽水机进行涌（突）水段抽排水，在涌水量及水压降低后再对防水闸门内机械设备的撤离及对涌（突）水进行封堵；如果洞内还没设防水闸门，则作业人员按既定的逃生路线立即撤出隧洞内，在保证抢险人员自身安全的前提下尽可能撤出机械设备。在开挖作业过程中发生涌（突）水。开挖工作面人员沿逃生路线迅速向洞外撤离，同时启动报警系统，发出警报信号，如果涌水量较大，人员可利用救生圈、皮划艇等进行逃生。待人员撤离至防水闸门以外，迅速关闭防水闸门，继续向洞外撤离。并根据发生险情的情况，及时上报地方政府或相关救助部门，请求紧急救援，做好相关配合工作。

16.2.6 发生火灾时，若初期灭火或警报、避难等措施稍有延误，就可能引发二次灾害，因此迅速准确的报警是极其重要的，施工现场应加强演练，进行初期灭火和报警、联络、避难、救护的培训，以便火灾发生时能及早发现，及早控制。