

中华人民共和国交通运输行业标准

JT/T XXXX—XXXX

公路隧道工程施工应急救援技术指南

Technical guide for emergency rescue in highway tunnel construction

点击此处添加与国际标准一致性程度的标识

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中华人民共和国交通运输部 发布

目 次

1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 总体原则.....	1
5 应急救援队伍及物资配置.....	2
6 救援准备.....	4
7 山岭隧道坍塌关门事故应急救援技术.....	6
8 山岭隧道其他事故应急救援技术.....	18
9 盾构隧道施工应急救援技术.....	19

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由交通运输部安全与质量监督管理局提出并归口。

本文件起草单位：交通运输部公路科学研究院、国家隧道应急救援中铁二局昆明队、国家隧道应急救援中国交建重庆队、陕西省交通规划设计研究院、贵州省交通建设工程质量监督局、中交隧道工程局有限公司。

本文件主要起草人：陈磊、张卓、杨弘卿、李伟、刘伟、韦虎、王维俊、罗继勇、王昌华、涂社明、王平安、潘江元、王可奇、杨黔江、周攀、何远义、何剑光、赵振洲、吕计瑞。

公路隧道工程施工应急救援技术指南

1 范围

本文件规定了公路隧道施工应急救援的总体要求、应急救援队伍及物资配置、前期处置和应急救援技术。

本文件适用于公路山岭隧道工程和盾构隧道工程施工事故的现场应急救援工作。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 29639 生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则

JTG/T 3374 公路瓦斯隧道设计与施工技术规范

JTG F90 公路工程施工安全技术规范

AQ/T 9007 生产安全事故应急演练基本规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

生命通道 life channel

向遇险人员提供生存必要条件和建立通讯的孔道。

3.2

救援通道 rescue channel

救援力量对遇险人员实施救助并使其脱离遇险环境的孔道。

4 总体原则

4.1 隧道应急救援宜遵循“预防为主，生命至上，分级响应、科学施救”的原则。

4.2 隧道应急救援宜坚持以抢救遇险人员、确保救援人员安全、严防次生灾害发生为工作重点。

- 4.3 施工单位根据隧道施工安全风险动态评估结果，在合同段组建专职或兼职应急救援队伍，编制应急预案，配备必要的应急救援物资及装备并做好维护保养工作。
- 4.4 合同段隧道应急救援宜建立自救互救与外部救援相结合、项目救援与专业救援力量相结合的应急救援体系。
- 4.5 合同段对从业人员开展包括心理行为、医疗急救和自救互救技术在内的应急救援培训。
- 4.6 隧道应急救援宜按照“一主一辅一备”的要求制定多套应急救援方案，并根据灾情变化和救援进展情况及时进行调整。
- 4.7 发生坍塌关门事故后，应及时回填反压坍塌体、加固坍塌影响区段支护结构，综合各种因素制定救援方案；在没有完全确定塌腔和围岩稳定的情况下，严禁采用清除坍塌体的方式救援。
- 4.8 发生涌水突泥事故后，宜首先封堵突涌、加强排水，综合各种因素制定救援方案；在没有完全确定是否可能发生再次涌水突泥的情况下，严禁清淤救人。
- 4.9 瓦斯隧道开工前宜与专业矿山救护队建立联系；发生瓦斯燃烧或爆炸事故后，应及时断电撤人；在没有确定洞内是否存在明火的情况下，严禁向洞内通风。
- 4.10 鼓励各单位积极稳妥的采用应急救援新技术、新设备，提高应急救援能力和水平。
- 4.11 公路隧道施工应急救援除符合本文件的规定外，应符合 GB/T 29639、JTG/T 3374、JTG F90、AQ/T 9007 有关标准的规定。

5 应急救援队伍及物资配置

5.1 合同段应急救援队伍

5.1.1 施工单位的应急救援队伍机构设置，符合以下要求：

- a) 隧道施工安全专项风险评估结果在重大风险以下的，宜建立兼职救援队伍，风险等级在重大风险及以上的，宜建立专职救援队伍；
- b) 专职应急救援队伍设立应急值守、调度指挥、装备物资管理、工程技术、应急抢险、后勤保障、医疗救护等部门，并设队长和副队长；兼职应急救援队伍宜明确兼职队长及上述职能部门的兼职人员和负责人；
- c) 应急救援队伍人员配备数量不宜少于20人，专职应急救援队伍除队长、医疗救护人员外，其他队员可由项目人员兼职。

5.1.2 应急救援队伍人员，满足以下要求：

- a) 队长、副队长宜具有中级及以上技术职称，具有5年及以上隧道相关工作经验和隧道应急救援工作经验；
- b) 应急救援队伍人员平均年龄宜不超过45岁，具有3年及以上隧道相关工作经验；
- c) 应急救援队伍人员每年参加心理辅导、定期参加体检，具备与应急救援相适应的身体素质。

5.1.3 应急救援队伍的培训和演练，满足以下要求：

- a) 施工单位制定应急救援专业知识培训、体能训练、应急救援预案演练等年度计划；
- b) 新组建的应急救援队伍集中培训时间不宜少于48学时，且每年组织再培训的时间不宜少于16学时；
- c) 每个队员每周参加体能训练不宜少于2次，每次训练不宜少于1小时；
- d) 应急救援队伍每半年组织一次专项应急预案或现场处置方案演练，演练内容具有针对性，演练深度满足AQ/T 9007的相关要求。

5.1.4 应急救援专业知识培训的主要内容包括：

- a) 应急救援相关法律法规；
- b) 应急救援队伍规章制度；
- c) 应急救援人员岗位职责；
- d) 应急救援专项方案；
- e) 应急救援安全防护；
- f) 应急装备、工具的使用；
- g) 自救互救方法；
- h) 应急救援案例；
- i) 其他需培训的内容。

5.2 应急救援器材、设备及物资配置

5.2.1 应急救援队伍宜根据风险类型配置救援器材、设备和物资。现场应急救援器材、设备和物资宜按表 1 配置：

表 1 应急救援器材、设备及物资配置表

设备类别	设备名称	最低性能要求	数量	基本配置	备注
通信	有线电话	/	1 套	通信	/
	对讲机	防爆	4 部	/	/
	移动电话	高性能	2 台	/	/
	口哨	/	15 个	/	/
钻探	工程钻机	钻孔深度 $\geq 60\text{m}$ ；平均每小时钻进速度 $\geq 5\text{m/h}$	1 套	配不低于 100m 的钻杆	超前地质预报、管棚与抢险两用
	空压机	$\geq 20\text{m}^3$ （高压）	1 台	配合钻机	
破拆与支护	液压支撑套具	支撑范围 $\geq 10\text{m}$	10 套		专用
	手动破拆工具组	可完成撬、拧、凿、切割、劈砍操作；防滑设计的手柄可伸缩，工具头可拆卸	4 套	金属切断器、凿子、钎子、冲杆等 8 件套	专用
	风动破拆工具	/	4 套	备用	/
	切割工具	/	2 套	/	/
	电焊机		3 台		
	方木	15cm \times 15cm	5m ³		
	圆木	$\phi 100$ L=4m	40 根		
排烟/通风	小型通风机	11~28KW	1 台	根据风险特点增配	/
照明	应急灯	/	1 套	根据风险特点增配	专用
警戒	警报器	/	1 套	根据风险特点增配	专用
动力	发电机组	$\geq 250\text{KW}$	2 台	备用	/
水灾救援	抽水机	功率 $\geq 200\text{KW}$	2 套	根据风险特点增配	/
	橡皮艇	/	4 个	/	专用
	模板或竹胶板	/	200 m ²	/	专用
	脚手架	/	20t	/	专用
水灾救援	氧气袋	/	10 个	/	专用
	救生圈	/	20 个	/	专用
瓦斯、火灾救援	手提灭火器	/	5 套	根据风险特点增配	专用
	氧气自救呼吸器	压缩	20 套	根据风险特点增配	专用
	氧气自动复苏机	便携式	20 套	根据风险特点增配	专用
	防爆移动电话		5 部	根据风险特点增配	专用
其它	/	/	/	根据风险特点增配	/

注 1：湿喷机、挖掘机、全站仪、自卸车、钢管等通用救援设备、物资宜使用现场施工资源。

注 2：救护车、消防车、拖车、客车、应急发电车等通用救援设备宜使用社会资源。

5.2.2 应急救援设备、物资宜定期检查、保养。

6 救援准备

6.1 现场准备

- 6.1.1 事故发生后，施工单位立即启动应急预案，组织开展自救与互救。
- 6.1.2 施工单位根据事故类别，及时组织清点并准备现场救援器材、设备和物资，积极组织项目救援队伍按照应急预案开展现场处置工作。
- 6.1.3 防止事故扩大、抢救遇险人员生命是现场处置的工作重点。
- 6.1.4 施工单位根据事故的类别、性质、大小，以及救援难易程度，快速判断是否需要联系专业应急救援队伍。
- 6.1.5 需要专业应急救援队伍介入，做好以下工作：
- a) 将需求信息按应急预案要求上报至应急救援指挥中心；
 - b) 明确对接联系人及引导员；
 - c) 为大型救援设备进场提供畅通的道路；
 - d) 专业救援队伍提出需要准备的其他事项。
- 6.2 信息收集
- 6.2.1 事故发生后，施工单位及时排查遇险人员数量，准确核对遇险人员身份信息，初步判定遇险人员所处位置，尽快与遇险人员家属取得联系。
- 6.2.2 施工单位及时组织探察了解隧道地表有无开裂、塌陷，及地表泉、井、沟渠等水位水量变化情况，并及时了解事故对周边居民及环境的影响情况。
- 6.2.3 坍塌、涌水突泥事故发生后，地质超前预报单位及时组织探测坍塌或涌水突泥对隧道岩体的影响范围、规模和赋水情况。
- 6.2.4 出现坍塌关门事故时，应急救援队伍及时采用地质雷达探明坍塌体长度、空洞及坍塌体内各种金属钢架、管道、预埋件等的分布情况，并绘制坍塌体基本信息图。
- 6.2.5 施工单位根据现场测量和探测结果，及时绘制隧道平面和纵断面展布图。
- 6.2.6 项目施工单位及时收集隧道施工设计图、变更图表、地质超前预报、监控量测、施工日志、监理日志、人员进出洞登记簿等资料，并妥善保存好最近 10 天的洞内外监控视频和水量、气体等其他检测记录。
- 6.2.7 项目施工单位及时收集整理包括但不限于表 2 所列信息，并告知专业应急救援队伍。

表 2 救援基本信息表

项目名称		隧道名称		事故类型	
隧道地点	省 市（县） 镇（乡） 村（街道） 组				
现场情况	1. 隧道断面尺寸、开挖方法、支护参数、围岩级别及岩性； 2. 隧道平、纵面展布图，有毒有害气体及水量监测情况； 3. 灾害规模及事故严重程度； 4. 应急救援器材、设备及物资准备情况，前期处置基本情况； 5. 是否与遇险人员取得联系及通风供养情况； 6. 坍塌、涌水突泥段（如有）隧道埋深； 7. 事故对地表及周边环境的影响情况。				
道路 交 通 情 况	临近高速公路（国道）出口名称			距隧道洞口距离	
	便道路况	便道长度：__米；最小转弯半径：__米；最小宽度：__米； 最大坡度：__度；路面情况：_____。			
		通行能力：1. 适宜长 12.5 米拖车；（ <input type="checkbox"/> ） 2. 适宜长 17.5 米拖车。（ <input type="checkbox"/> ）			
	引导员姓名：		联系电话：		
隧道内通行条件	包括：正洞、斜井、平导洞、横通道等通行尺寸、纵坡、角度。				
施工单位联系人	姓名：	职务：	联系电话：		
备注					

6.2.8 收集遇险人员信息，宜符合下列要求：

- a) 确定遇险人员数量；
- b) 了解遇险人员身份信息、原有健康状况；
- c) 确定遇险人员初步位置。

6.3 生命探测

6.3.1 宜采用喊话、敲击既有风水管、生命探测雷达、搜救犬等方式探测遇险人员的生命体征。

6.3.2 采用铁锤敲击钢管、喊话或闪光照射等方式联系遇险人员时，宜每隔 1~3min 进行 1 次，间断进行 5~20min。

6.3.3 采用生命探测雷达快速探测出障碍物后生命体，并直观地在手持显示器上显示被困人员的精确位置。

6.3.4 通过搜救犬对事故现场进行血迹搜索、箱体搜救、野外搜救和废墟搜救，搜寻遇险或失踪人员。

7 山岭隧道坍塌关门事故应急救援技术

7.1 一般规定

7.1.1 现场加固应对坍塌体回填反压，并宜采取以下措施：

- a) 封闭坍塌体正面；
- b) 回填洞碴、背拱、喷射混凝土等方式稳定初支结构受扰动区域；
- c) 搭设扇形、门形或“井”字形等临时支撑。

7.1.2 生命通道施作，满足以下要求：

- a) 宜采用跟管钻进工艺；
- b) 坍塌体正面钻孔时，开孔位置宜在隧道中线附近、坍塌体上部，钻进角度宜与隧道纵坡一致；
- c) 生命通道孔径宜不小于108mm；
- d) 钻杆宜伸出坍塌体1m；
- e) 生命通道可施作2个。

7.1.3 发生坍塌关门事故，遇险人员采取以下自救互救措施：

- a) 遇险人员被困后宜选择合适的避险空间，就近寻找应急救援物资；
- b) 遇险人员相互安抚，建立获救信心；
- c) 遇险人员保持体力、节约资源等待外部救援；
- d) 遇险人员可采用敲击管道等既有设施、喊话、灯光照射等方式与外部救援力量取得联系；
- e) 生命通道打通后，遇险人员可将初支开裂变形、渗水、掉碴等情况传递给外部救援人员。

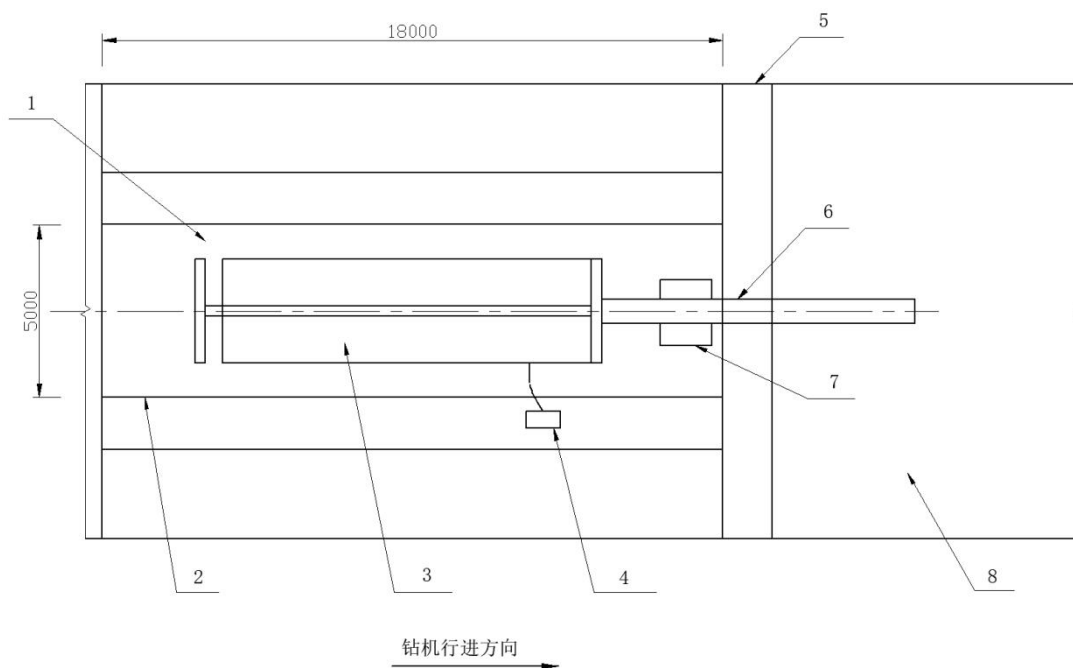
7.1.4 宜根据坍塌情况，地质、地形地貌等因素，结合隧道监控量测和超前地质预报信息，综合选择采用大口径水平钻孔法、小导坑法、顶管法、竖井法或疏通中心水沟（管）等方法。

7.2 大口径水平钻孔法

7.2.1 适用条件满足以下要求：

- a) 坍塌体长度宜不大于50m；
- b) 隧道纵坡宜不大于3%；
- c) 不宜用于富含水、流塑状等地质；
- d) 现场作业空间不宜小于“18m（长）×5m（宽）×5.3m（高）”，见图1至图3。

单位为毫米

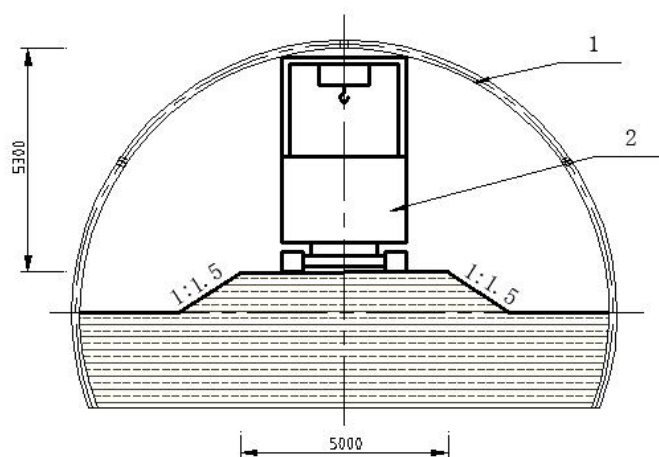


标引序号说明：

- | | |
|--------------|------------|
| 1——人员操作区； | 5——初支轮廓线； |
| 2——钻机作业平台界线； | 6——钻机外钻管； |
| 3——大口径水平钻机； | 7——外钻管支撑架； |
| 4——操作台； | 8——钻机工作区。 |

图 1 大口径钻机工作场地平面图

单位为毫米

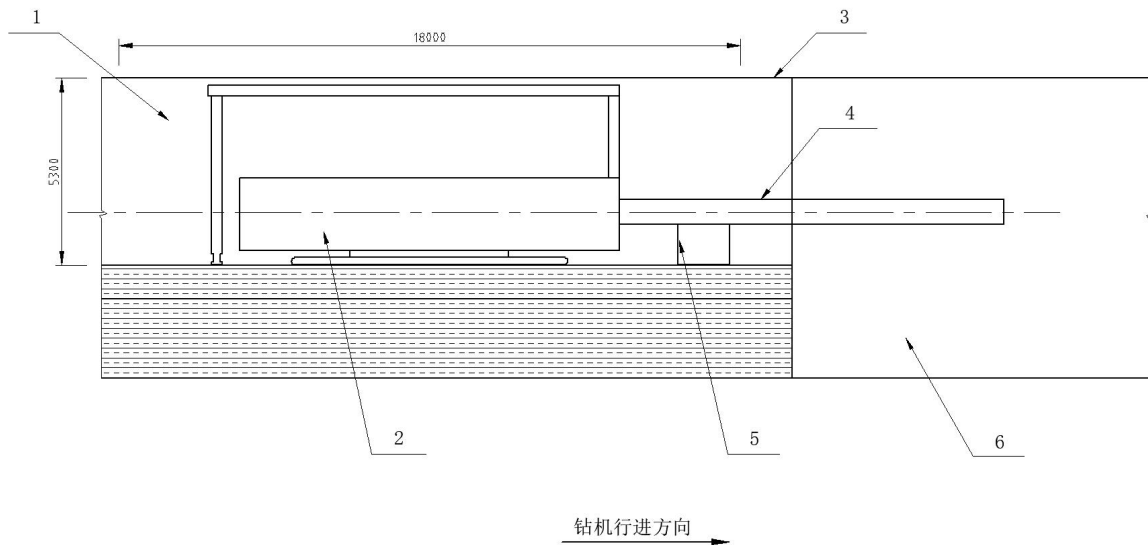


标引序号说明：

- | |
|-------------|
| 1——初支轮廓线； |
| 2——大口径水平钻机。 |

图 2 大口径钻机工作场地横断面图

单位为毫米



标引序号说明：

- | | |
|-------------|------------|
| 1——人员操作区； | 4——钻机外钻管； |
| 2——大口径水平钻机； | 5——外钻管支撑架； |
| 3——初支轮廓线； | 6——钻孔工作区。 |

图 3 大口径钻机工作场地纵断面图

7.2.2 救援准备满足以下要求：

- a) 宜填筑作业平台并基础坚实；
- b) 变压器容量不宜小于225kVA；
- c) 空压机（组）容积流量不宜小于 $38\text{m}^3/\text{min}$ ；
- d) 除尘用清水不宜小于1000L。

7.2.3 钻孔开口位置宜综合研判钻机几何尺寸、钻机前方钢架、孤石、生命通道等因素，宜在隧道中线附近、坍塌体上部。

7.2.4 钻进宜连续，并根据钻进的扭矩、推进力和转速等及时调整钻进参数。

7.2.5 钻通后，外钻管宜伸出坍塌体 1m，退出内钻杆，形成救援通道。

7.2.6 大口径水平钻孔法装备及物资宜按下表配置。

表 3 大口径水平钻孔法装备及物资配置表

设备物资名称	最低性能要求	单位	数量
大口径钻机	外钻管最小管径 600mm	台	1
空压机	$38\text{m}^3/\text{min}$	台	2

表 3 大口径水平钻孔法装备及物资配置表（续）

设备物资名称	最低性能要求	单位	数量
储气罐	3m ³	个	2
渣土传输带		套	1
装载机	50	台	2
挖掘机	320	台	2
全站仪		台	2
发电机	300kW（液压站）	台	1
轴流风机	3kW 低噪声	台	5
电焊机		台	3
气割		套	2
钢板	7m×0.8m×0.02m	块	2
柴油	0#（钻机）	升	1000
方木	15cm×15cm	m ³	5
木板	5cm×15cm	m ³	2
砂袋		个	500

7.3 小导坑法

7.3.1 不宜用于富含水、流塑状等地质。

7.3.2 救援准备满足以下要求：

- a) 宜填筑不小于3.0m（长）×2.5m（宽）的作业平台；
- b) 导坑内使用不高于36V的安全电压；
- c) 空压机容积流量不宜小于15m³/min；
- d) 保证导坑开挖通风、用水。

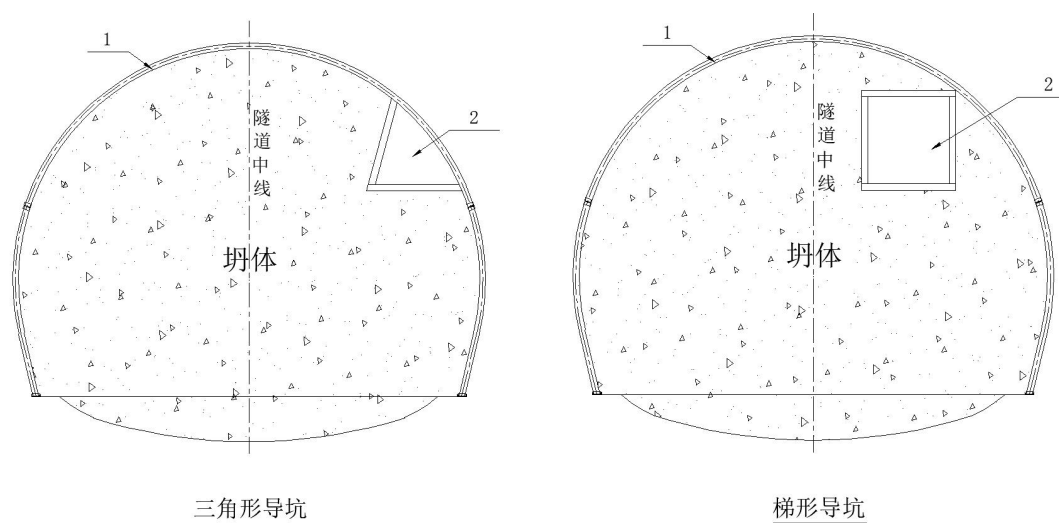
7.3.3 开口位置满足以下要求：

- a) 开口位置宜考虑初始坍塌位置、长度，初期支护完好程度，工程地质等因素；
- b) 导坑底板标高宜考虑施工开挖方法、导坑长度、初期支护破坏程度、地质条件等因素；
- c) 当穿越坍塌体时，宜利用既有初期支护沿隧道轮廓线掘进小导坑。

7.3.4 导坑开挖满足以下要求：

- a) 导坑方向宜采用上坡；
- b) 当初期支护较完整时，宜采用三角形导坑穿越坍塌体；

- c) 当初期支护破坏较严重时,宜从围岩相对稳定的坍塌体部位或坍塌体最薄的部位采用梯形导坑穿越坍塌体;
- d) 当从坍塌体穿越风险较高或穿越较为困难时,宜从隧道另一端、另一平行隧道、斜井、横洞等部位开挖梯形导坑进入。三角形导坑和梯形导坑示意图 4;
- e) 小导坑尺寸见表 4;
- f) 导坑按两侧、顶部、底板的顺序开挖, 单次开挖进尺不宜超过30cm。



标引序号说明:

1——初支轮廓线;

2——救援导坑;

图 4 三角形导坑和梯形导坑示意图

表 4 小导坑尺寸参数推荐表

工况	导坑名称	参数	备注
穿越坍塌体	三角形导坑	1.8m (高) × 1.5m (底宽)	等腰三角形
	梯形导坑	1.6m (高) × 1.0m (顶宽) × 1.2m (底宽)	
其他位置	梯形导坑	1.6m (高) × 1.0m (顶宽) × 1.5m (底宽)	土质
	梯形导坑	2.5m (高) × 2.0m (顶宽) × 2.4m (底宽)	石质

7.3.5 导坑穿越坍塌体的开挖及支护满足以下要求:

- a) 在坍塌体回填反压或影响段支护还没有完成前开挖导坑,宜先按照导坑支护结构搭设长度2m~5m的安全撤离通道, 支护间距为0.5m, 支护外侧用木板覆盖牢固;
- b) 导坑开挖前,先打设密排超前支护,超前支护的尾端固定于安全撤离通道或其他支护结构之上,洞身段宜根据开挖情况打设超前支护;

- c) 三角形导坑采用工字型钢架与初期支护钢架焊接的方式支护, 支护间距与初期支护钢架间距相等, 或采用工字型钢架或其他材料直接支撑于初期支护的方式支护, 支护间距宜为0.2m~0.5m, 必要时可密排支护;
- d) 梯形导坑采用箱架、方木、液压支撑等方式支护, 支护间距宜为0.2m~0.5m, 必要时可密排支护;
- e) 相邻支护之间纵向连接, 其间距宜为0.2m~0.5m;
- f) 支护结构尽可能紧靠开挖轮廓, 有间隙时宜用楔块楔紧;
- g) 导坑贯通前, 宜加密支护并打设密排超前支护。

7.3.6 在导坑开挖过程中, 安排专人随时检查影响段支撑体系有无松动和变化, 并及时进行补强。

7.3.7 小导坑法装备及物资宜按表 5 配置。

表 5 小导坑法装备及物资配备表

设备物资名称	最低性能要求	单位	数量	备注
快速钻机	钻孔深度 $\geq 150\text{m}$; 速度 $\geq 10\text{m/h}$	台	1	钻杆、钻头 2 套
无线对讲机		对	5	
有线电话		台	2	
音频对讲监控系统		套	1	备用摄像头 2 个
手持电锯		台	3	
电焊机		台	3	
气割		套	2	
挖掘机		台	1	
装载机		台	1	
自卸汽车		台	1	
手推车		辆	3	
全站仪		台	1	
水准仪		台	1	
地质罗盘		台	1	
红外笔		支	1	
透明水管		m	100	
风镐		台	5	
风钻		台	2	
电钻		台	5	
桃形锄		把	10	耙长 50cm

表 5 小导坑法装备及物资配备表（续）

设备物资名称	最低性能要求	单位	数量	备注
十字镐		把	10	耙长 50cm
军用铁锹		把	10	
碴筐		个	50	
无缝钢管		m	200	加固使用
圆木	$\phi 100 \quad L=4m$	根	40	
方木	15cm×15cm	m ³	27	
	10cm×10cm	m ³	12	
木板	5×15cm	m ³	2	
木楔		个	800	
钎钉		kg	1500	
铁钉	100mm	盒	30	
工作灯		盏	10	
白炽灯泡		盒	10	
多用插座		个	10	

7.4 顶管法

7.4.1 坍塌体为土、粉沙或粒径较小的软质岩时，宜采取顶管法救援。

7.4.2 顶进管道连接形式宜采用承插式。

7.4.3 管道直径宜不小于 800mm，管节长度宜为 1m。

7.4.4 宜采用 200t 以上顶推力千斤顶，行程不宜小于 50cm。

7.4.5 宜采用逐节顶进、人工出土的方式进行，直至顶通坍塌体形成救援通道。

7.4.6 顶管法装备及物资宜按下表配置。

表 6 顶管法装备及物资配备表

设备物资名称	最低性能要求	单位	数量	备注
快速钻机	钻孔深度 $\geq 150m$ ；速度 $\geq 10m/h$	台	1	钻杆、钻头 2 套
液压顶管机		套	1	
千斤顶	200t	台	6	
无线对讲机		对	5	
电焊机		台	3	
气割		套	2	
挖掘机		台	1	

表 6 顶管法装备及物资配备表（续）

设备物资名称	最低性能要求	单位	数量	备注
装载机		台	1	
自卸汽车		台	1	
全站仪		台	1	
水准仪		台	1	
地质罗盘		台	1	
红外笔		支	1	
透明水管		m	100	
风镐		台	2	
电钻		台	2	
桃形锄		把	10	耙长 50cm
十字镐		把	10	耙长 50cm
军用铁锹		把	10	
碴筐		个	50	
型钢	300 型 200 型	m	60	
地质钢管	φ 100	m	100	钻机专用
无缝钢管		m	200	加固使用
原木	φ 100	根	40	长 4m
木楔		个	800	
工作灯		盏	10	
白炽灯泡		盒	10	
多用插座		个	10	
承插管	φ 800	m	80	

7.5 竖井法

7.5.1 适用条件满足以下要求：

- a) 坍塌处理深较浅，宜不超过30m；
- b) 机械开挖时满足设备及物资运送至竖井口的要求。

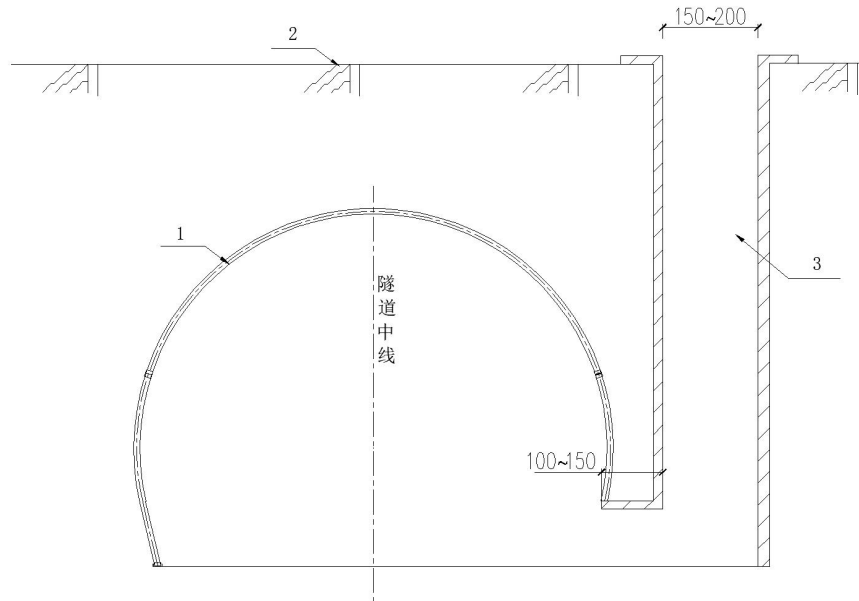
7.5.2 救援准备满足以下要求：

- a) 平整场地、完善防排水系统；
- b) 空压机容积流量不宜小于15m³/min；
- c) 竖井开挖所需的通风、用水和用电。

7.5.3 竖井宜采用直径 1.5m-2m 的圆形断面。

7.5.4 竖井宜选初期支护完整一侧，边缘距隧道开挖轮廓线距离宜大于 1m，如图所示。

单位为厘米



标引序号说明：

1——初支轮廓线；

3——竖井。

2——地面线；

图 5 救援竖井布置示意图

7.5.5 竖井开挖满足以下要求：

- a) 宜采用人工开挖、机械开挖。
- b) 人工开挖进尺宜为 50cm-100cm。
- c) 人工开挖深度大于 10m 时，宜制定通风方案并按方案通风。

7.5.6 竖井锁口宜满足稳定要求，防止地表水和施工用水下渗。

7.5.7 加强竖井与横通道交叉口、横通道与坍塌腔交叉口的支护。

7.5.8 竖井法装备及物资宜按表 7 配置。

表 7 竖井法装备及物资配置表

设备物资名称	最低性能要求	单位	数量	备注
快速钻机	钻孔深度 $\geq 150\text{m}$ ；速度 $\geq 10\text{m/h}$	台	1	钻杆、钻头 2 套
无线对讲机		对	5	

表 7 竖井法装备及物资配置表（续）

设备物资名称	最低性能要求	单位	数量	备注
内燃空压机	20m ³	台	2	
混凝土喷射机	7m ³ /h	台	3	
挖孔桩吊机		套	1	
钢筋加工设备		套	1	
电焊机		台	3	
气割		套	2	
挖掘机		台	1	
装载机		台	1	
自卸汽车		台	1	
全站仪		台	1	
水准仪		台	1	
风镐		台	5	
风钻		台	2	
电钻		台	5	
测绳		m	100	
桃形锄		把	10	耙长 50cm
十字镐		把	10	耙长 50cm
军用铁锹		把	10	
料斗		个	10	
人员专用吊斗		个	2	
地质钢管	φ 100	m	100	
钢筋	φ 22	t	10	
	φ 8	t	1	
水泥	42.5	t	30	
速凝剂	粉状	t	3	
碎石	5~15mm	t	50	

表 7 竖井法装备及物资配置表（续）

设备物资名称	最低性能要求	单位	数量	备注
砂	中砂	t	30	
工作灯		盏	10	
白炽灯泡		盒	10	
多用插座		个	10	
爆破器材	满足掘进需求			

7.6 疏通中心水沟（管）法

7.6.1 若坍塌体下方中心水沟（管）已施作，且未掩埋或掩埋的长度较小时，宜采用疏通中心水沟（管）法救援。

7.6.2 救援准备满足以下要求：

- a) 检测中心水沟（管）内有害气体浓度及水量情况；
- b) 保证通风和排水措施。

7.6.3 救援人员进入中心水沟（管）进行疏通作业时做好个人防护，佩戴安全防护用具。

7.6.4 中心水沟（管）的疏通宜采用人工作业，掩埋段开挖每循环进尺控制在 20cm~40cm，并采用方木棚架等支护。

7.6.5 疏通中心水沟（管）法装备及物资配备见表 8。

表 8 疏通中心水沟（管）法装备及物资配备表

设备名称	最低性能要求	单位	数量	备注
水泵		台	5	
通风设备		套	1	
气体检测仪		台	2	
桃形锄		把	15	
编织袋		个	200	
麻绳	直径 30mm	m	50	
砂袋		个	500	
方木	15cm×15cm	m ³	5	
木板	5cm×15cm	m ³	2	
钎钉		kg	20	
工作灯		盏	10	

表 8 疏通中心水沟（管）法装备及物资配备表（续）

设备名称	最低性能要求	单位	数量	备注
白炽灯泡		盒	10	
多用插座		个	10	

8 山岭隧道其他事故应急救援技术

8.1 涌水突泥应急救援技术

8.1.1 根据涌水突泥情况，选择采用工程机械、橡皮艇、搭设脚手架、铺垫木板或竹胶板等方法。

8.1.2 发生事故后，立即切断洞内电源、启动抽水和通风设备。

8.1.3 进洞救援时满足以下要求：

- a) 提前了解涌水点、涌水量、事发前人员分布、可能有生存条件的地点及支护结构受损情况等；
- b) 救援时实时检测有毒有害气体情况；
- c) 每组进洞救援人员不宜少于6人，并按规定佩带个人防护装备；
- d) 救援人员宜用探险棒探查前进，用联络绳联结。

8.2 火灾事故救援

8.2.1 项目应急救援队伍配合地方消防队伍开展应急救援工作。

8.2.2 当火灾隧道能见度小于1米时，禁止救援人员进入。

8.2.3 灭火用水宜就近从供水管、喷淋养生系统等处引取。

8.2.4 进入隧道的扑救人员做好个人防护，穿戴防毒面具和防护服。

8.2.5 发生火灾事故，遇险人员采取以下自救互救措施：

- a) 紧急报警并启动洞内消防器材尝试灭火，控制烟雾的蔓延。
- b) 洞内当班负责人员立即组织作业人员有序撤出。
- c) 采用浸水衣物捂住口鼻尽快撤出。

8.2.6 宜指定专人检查有毒有害气体，观测灾区风流及气体变化。

8.2.7 根据不同起火原因，采取相应的灭火施救措施：

- a) 防水板等塑胶材料起火，宜采取直流水冲击的方法灭火。灭火水枪阵地设在上风和侧风方向。

- b) 电气设备起火时，先切断电源，再采用灭火器和直流水枪灭火。有油的电气设备变压器起火时，可用干燥的砂土灭火。
- c) 机械设备燃烧，宜采用灭火器灭火。
- d) 乙炔管路燃烧采用干燥的砂土灭火。

8.3 有毒有害气体中毒应急救援技术

- 8.3.1 根据遇险人数，应急救援队伍携带相应数量的呼吸器。
- 8.3.2 瓦斯事故发生后，立即切断洞内电源、联系专业矿山救护队救援。
- 8.3.3 救援人员定时检查呼吸器剩余氧气量。

9 盾构隧道施工应急救援技术

9.1 地面塌陷事故应急救援技术

9.1.1 立即联系相关地方政府部门开展如下工作：

- a) 联系地方交警封闭道路。
- b) 联系地方燃气等管线管理部门关停相关设施。
- c) 联系河道管理部门截流疏导河流。
- d) 联系公安部门并配合做好地面人员疏散和警戒。

9.1.2 地面塌陷事故发生后，满足以下要求：

- a) 立即停止掘进，并应采取掌子面保压、管片壁后注浆等措施。
- b) 拦截塌陷四周地表水。
- c) 宜在洞内对塌陷影响范围采用双液浆径向二次压浆。
- d) 对塌陷影响范围内的地面建构筑物、地表和洞内成型隧道进行变形监测。

9.1.3 若出现人员坠入塌陷区，满足以下要求：

- a) 宜采用喊话器、无人机、红外探测仪等方法确定遇险人员位置。
- b) 宜对塌陷区采取钢板桩临时支护、积水抽排等措施。
- c) 对被困可视人员，宜采用救援杆、救援梯、救援绳、救援吊机等工具有序施救。
- d) 对被困不可视人员，宜根据生命探测定位，采取机械、搜救犬等辅助人工救援。

9.1.4 应急救援结束后及时回填塌陷区域并修复受损的管线等设施。

9.2 涌水涌砂应急救援技术

9.2.1 洞门涌水涌砂事故，满足以下要求：

- a) 现场技术人员掌握涌水涌砂的前兆现象。
- b) 若洞门堵漏措施无效、涌水涌砂趋于失控时，立即组织人员撤离。
- c) 设置警戒区并疏散盾构工作井周边人员。

9.2.2 盾尾涌水涌砂事故，满足以下要求：

- a) 富水砂层环境下，宜提升盾尾油脂压注质量、加强盾尾间隙控制。
 - b) 现场技术人员掌握涌水涌砂的前兆现象。
 - c) 常规堵漏措施效果不明显时，及时更换盾尾刷。
 - d) 若涌水涌砂发展迅速、常规堵漏措施无效时，立即组织人员撤离。
-