

ICS 93.010

CCS R 09



# 中华人民共和国交通运输行业标准

JT/T 1515—2024

## 公路隧道工程施工应急抢险 救援技术指南

Technical guidelines for emergency rescue in highway tunnel construction



2024-08-15 发布

2025-03-01 实施

中华人民共和国交通运输部 发布

## 目 次

前言 .....	II
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 钻爆法隧道施工关门坍塌事故应急救援技术 .....	5
8 钻爆法隧道施工其他事故应急救援技术 .....	15
9 盾构法隧道施工应急救援技术 .....	16



## 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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

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所、云南省交通发展投资有限责任公司、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有限公司、贵州省交通建设工程质量监督执法支队、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、刘伟、李伟、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抢险救援技术指南

## 1 范围

本文件给出了公路隧道工程施工应急救援的总体原则,提供了应急救援队伍及物资配置、救援准备、钻爆法隧道施工关门坍塌事故、钻爆法隧道施工其他事故和盾构法隧道施工的应急救援技术指导。

本文件适用于以钻爆法、盾构法施工的公路隧道工程施工事故现场应急救援工作。

## 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

AQ/T 9007 生产安全事故应急演练基本规范

JTG/T 3374 公路瓦斯隧道设计与施工技术规范

## 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信的孔道。

### 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 隧道应急救援遵循“生命至上、分级响应、科学施救”的原则。

4.2 隧道应急救援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 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。

4.4 隧道应急救援宜按照“一主一辅一备”的原则综合各种因素制订救援方案,并根据灾情变化和救援进展情况及时调整。

4.5 建设单位组织建立项目合同段隧道应急救援互救机制,协调项目和属地资源积极开展自救。

4.6 隧道施工安全风险等级为极高时,施工单位宜按 GB/T 29639 的要求编制应急预案,在合同段组建项目应急救援队伍并配备必要的应急救援物资及装备。

4.7 施工单位宜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。

4.8 发生坍塌关门事故后,宜及时稳固坍塌体、加固坍塌影响区段支护结构;在没有完全确定塌腔和

围岩稳定的情况下,不宜采用清除坍塌体的方式建立救援通道。

4.9 发生涌水突泥事故后,宜先封堵突涌、加强排水并综合各种因素制订救援方案;在没有完全确定是否可能再次发生涌水突泥的情况下,不宜清淤建立救援通道。

4.10 瓦斯隧道开工前宜与专业矿山救护队建立联系。发生瓦斯事故后,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。

4.11 各单位宜采用应急救援新技术、新设备。

## 5 应急救援队伍及物资配置

### 5.1 应急救援队伍

5.1.1 应急救援队伍机构设置,满足以下条件:

- a) 施工单位应急救援队伍宜配备队长和副队长;
- b) 施工单位应急救援队伍宜具有应急值守、调度指挥、应急装备和物资管理、工程技术管理、应急抢险、后勤保障等职能;
- c) 应急救援队伍人员配备数量不宜少于 20 人。

5.1.2 应急救援队伍人员,满足以下条件:

- a) 队长、副队长宜具有中级及以上技术职称,并具有 5 年及以上隧道施工或隧道应急救援相关工作经验;
- b) 参与现场救援的应急救援队伍人员年龄不宜超过 45 周岁,并具有 3 年及以上隧道施工或隧道应急救援相关工作经验;
- c) 应急救援队伍人员每年参加心理辅导、定期参加体检,并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,满足以下条件:

- a) 制订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) 参与现场救援的应急救援队伍人员每周参加体能训练不宜少于 2 次,每次训练不宜少于 1 h;
- d) 应急救援队伍宜按 AQ/T 9007 的相关要求,每半年组织一次专项应急预案或现场处置方案演练。

5.1.4 应急救援专业知识培训包括以下内容:

- a) 应急救援相关法律法规;
- b) 应急救援队伍规章制度;
- c) 应急救援队伍人员岗位职责;
- 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,参照表 1 做好应急救援器材、设备及物资的基本配置。

表 1 应急救援器材、设备及物资基本配置表

风险类别	设备类别	设备名称	最低性能	数量	基本配置	备注
各类风险通用设备	通信设备	有线电话	—	1 套	—	
		对讲机	防爆	4 部	—	
		移动电话	高性能	2 台	—	
		口哨	—	15 个	—	
	照明器材	应急灯	—	1 套	根据风险特点增配	
	警戒器材	警报器	—	1 套	—	
	动力设备	发电机组	$\geq 250$ kW	2 台	根据风险特点增配	
排烟/通风设备	小型通风机	11 kW ~ 28 kW	1 台	根据风险特点增配		
坍塌	破拆设备	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	专用
		风动破拆工具	—	4 套	备用	
		切割工具	—	2 套	—	
		电焊机	—	3 台	—	
	支护器材	方木	15 cm × 15 cm	5 m <sup>3</sup>	—	
		圆木	$\phi 100$ mm L=4 m	40 根	—	
		液压支撑套具	支撑范围 $\geq 10$ m	10 套	—	
	钻探设备	工程钻机	钻孔深度 $\geq 60$ m；平均钻进速度 $\geq 5$ m/h	1 套	配备长度不小于 100 m 的钻杆	超前地质预报、管棚与抢险两用
		空压机	$\geq 20$ m <sup>3</sup> (高压)	1 台	配合钻机	
涌水	水灾救援设备	抽水机	功率 $\geq 200$ kW	2 套	根据风险特点增配	
		橡皮艇	—	4 个	—	
		模板或竹胶板	—	200 m <sup>2</sup>	—	
		脚手架	—	20 t	—	
		氧气袋	—	10 个	—	
		救生圈	—	20 个	—	
		轻型潜水装备	—	2 套	—	

表 1 应急救援器材、设备及物资基本配置表(续)

风险类别	设备类别	设备名称	最低性能	数量	基本配置	备注
火灾	消防器材	手提灭火器	—	5 套	根据风险特点增配	
	辅助呼吸设备	氧气自救呼吸器	—	20 套	根据风险特点增配	
		氧气自动复苏机	便携式	20 套	根据风险特点增配	
	防爆通信器材	防爆移动电话	—	5 部	根据风险特点增配	
注: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;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 宜综合考虑风险源、救援时效等因素就近设置应急救援器材、设备及物资存放点。

5.2.3 应急救援器材、设备、物资管理宜有专人负责、编制台账、定期保养。

## 6 救援准备

### 6.1 现场准备

6.1.1 施工单位宜按应急响应要求及时启用现场救援器材、设备和物资开展现场处置。

6.1.2 根据事故类别、性质和严重程度,事故现场需要专业应急救援队伍救援的,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疏通便道;
- d) 专业救援队伍提出需要准备的其他事项。

### 6.2 信息与资料收集

6.2.1 事故发生后,施工单位及时排查遇险人员数量、核对遇险人员身份信息、初步判定遇险人员所处位置。

6.2.2 施工单位及时组织探察隧址地表开裂、塌陷情况,地表泉、井、沟渠等水位水量变化情况,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,施工单位及时组织探测事故对隧道围岩的影响范围、灾害规模和岩体赋水情况等。

6.2.4 出现坍塌关门事故时,及时探测坍塌体长度、空洞及坍塌体内各种金属钢架、管道、预埋件等的分布情况。

6.2.5 施工单位根据现场测量和探测结果,及时绘制隧道事故区段的平纵横断面现状图、坍塌体基本信息图。

6.2.6 施工单位及时提供隧道施工设计图、变更图表、地质超前预报、监控量测、施工日志、人员进出洞登记簿、最近 10 d 的洞内外监控视频和水量、气体等检(监)测记录。

6.2.7 当需要专业应急救援队伍介入时,施工单位及时按表 2 填写事发隧道基本信息,并根据现场情况补充、更新。

表2 事发隧道基本信息表

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	a) 隧道断面尺寸、开挖方法、支护参数、围岩级别及岩性； b) 事故区段的隧道平、纵横断面展布现状图，有毒有害气体及水量监测情况； c) 灾害规模及事故严重程度； d) 应急救援器材、设备及物资准备情况，前期处置基本情况； e) 收集遇险人员数量、身份、初步位置等信息； f) 是否与遇险人员取得联系，生命通道及通风给养情况； g) 坍塌、涌水突泥等事故段的隧道埋深； h) 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；( ) 2. 适宜长 17.5 米拖车。( )			
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：		

### 6.3 搜寻与联系

- 6.3.1 宜优先采用既有通信设施、敲击钢管、喊话或闪光照射等方式联系遇险人员。
- 6.3.2 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。
- 6.3.3 当采用敲击方法时，遵循五声“呼叫”、四声“报数”、三声“收到”、二声“停止”的救援联络信号。
- 6.3.4 宜采用生命探测雷达快速探测出障碍物后生命体。
- 6.3.5 宜通过搜救犬开展血迹搜索、箱体搜救、野外搜救和废墟搜救，搜寻遇险或失踪人员。

## 7 钻爆法隧道施工关门坍塌事故应急救援技术

### 7.1 一般规定

#### 7.1.1 对坍塌体回填反压宜采取以下措施：

- 封闭坍塌体正面；
- 回填洞渣、钢拱架支撑、喷射混凝土等方式稳定初期支护结构受扰动区域；
- 搭设扇形、门形或“井”字形等临时支撑。

#### 7.1.2 出现冒顶情况时，宜对地表塌陷区进行踏勘、警戒并做好防排水工作。

#### 7.1.3 宜优先采用既有高压风管、水管、中央排水沟、逃生通道等既有设施作为生命通道。

#### 7.1.4 施作生命通道宜遵循快速、便捷原则，并满足以下条件：

- 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，钻杆宜伸出坍塌体 1 m；
- 隧道埋深较浅时，可沿隧道中线选择适宜的点位从地表钻孔进入隧道；



- c) 可对比选用侧面钻孔方式施作生命通道；
- d) 宜采用跟管钻进工艺；
- e) 生命通道孔径宜不小于 108 mm；
- f) 生命通道可施作 2 个。

7.1.5 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) 遇险人员宜相互安抚,建立获救信心;
- c) 遇险人员宜保持体力、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,遇险人员可将初期支护开裂变形、渗水、掉渣等情况传递给外部救援人员。

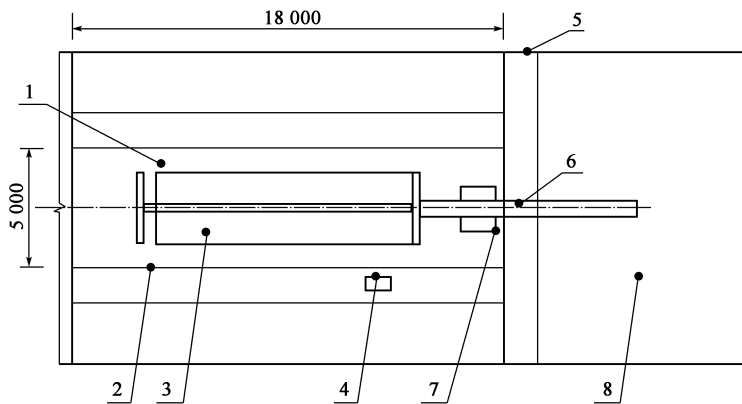
7.1.6 救援通道宜根据坍塌情况、隧道埋深、地质、地形地貌等因素,结合隧道监控量测和超前地质预报信息,综合选用大口径水平钻孔、小导坑、顶管、竖井、疏通中心水沟(管)等方法。

7.2 大口径水平钻孔法

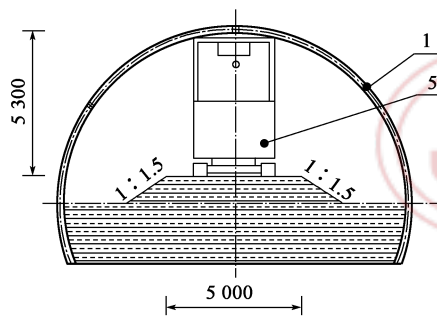
7.2.1 大口径水平钻孔法的适用条件:

- a) 现场具备设备快速到达的道路条件;
- b) 不宜用于富含水、流塑状等地质;
- c) 坍塌体长度宜小于 50 m;
- d) 设备爬坡角度小于 12°;
- e) 现场作业空间宜大于“18 m(长)×5 m(宽)×5.3 m(高)”,大口径钻机工作场地示意图 1。

单位为毫米

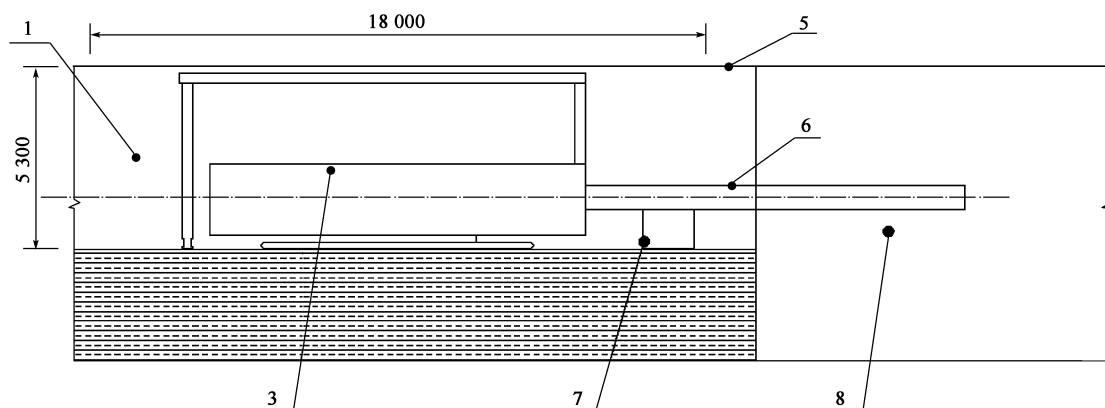


a) 大口径钻机工作场地平面图



b) 大口径钻机工作场地横断面图

图 1



c) 大口径钻机工作场地纵断面图

标引序号说明：

- |                |            |
|----------------|------------|
| 1——人员操作区；      | 5——初期支护；   |
| 2——大口径水平钻机边界线； | 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——钻孔区。    |

图 1 大口径钻机工作场地示意图

#### 7.2.2 救援准备工作满足以下条件：

- a) 填筑坚实的作业平台；
- b) 变压器容量宜大于 225 kVA；
- c) 空压机(组)容积流量宜大于 38 m<sup>3</sup>/min。

7.2.3 经对钻机几何尺寸、钻机前方钢架、孤石、生命通道等因素研判，钻孔开口位置宜在隧道中线附近、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，外钻管宜伸出坍方体 1 m。

7.2.6 大口径水平钻孔法装备及物资宜按表 3 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	单位	数量
大口径钻机	外钻管最小管径 600 mm	台	1
空压机	38 m <sup>3</sup> /min	台	2
储气罐	3 m <sup>3</sup>	个	2
渣土传输带	—	套	1
装载机	50 m <sup>3</sup>	台	2
挖掘机	220 kW	台	2
全站仪	—	台	2
发电机	300 kW(液压站用)	台	1
轴流风机	3 kW	台	5

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	单位	数量
电焊机	—	台	3
气割	—	套	2
钢板	7000 mm × 800 mm × 20 mm	块	2
柴油	0#(钻机)	升	1000
方木	15 cm × 15 cm	m <sup>3</sup>	5
木板	5 cm × 15 cm	m <sup>3</sup>	2
砂袋	30 kg/袋	个	500

7.3 小导坑法

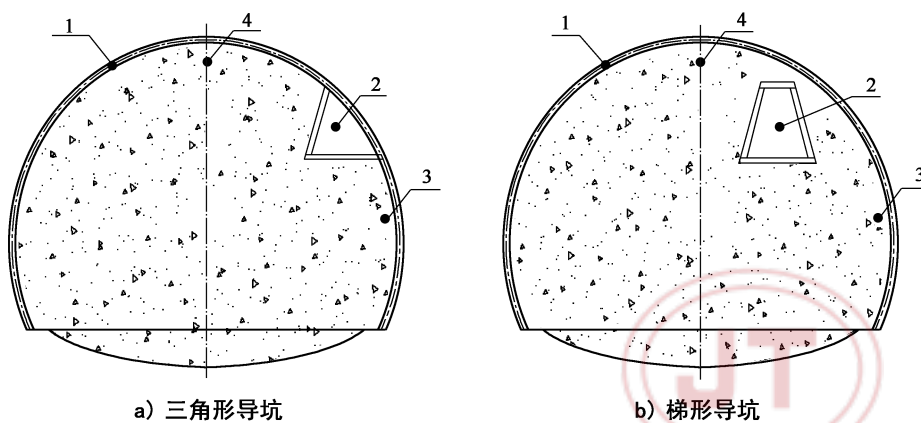
7.3.1 小导坑法不宜用于富含水、流塑状等地质。

7.3.2 救援准备工作满足以下条件：

- a) 宜填筑大于3.0 m(长) × 2.5 m(宽)的作业平台；
- b) 导坑内使用低于36 V的安全电压；
- c) 空压机容积流量宜大于15 m<sup>3</sup>/min；
- d) 导坑开挖宜保障通风和用水。

7.3.3 小导坑形式及位置选择满足以下条件：

- a) 宜采用三角形导坑或梯形导坑形式；
- b) 平面位置和底板高程宜结合现场开挖方式、坍塌位置、导坑长度、初期支护完好程度、工程地质等因素确定；
- c) 当一侧初期支护较完整时,可采用三角形导坑沿该侧初期支护穿越塌体,示意见图2a)；
- d) 当初期支护破坏较严重时,可采用梯形导坑穿越塌体,示意见图2b)。



标引序号说明：

- 1——初期支护；
- 2——救援导坑；
- 3——隧道坍塌体；
- 4——隧道中线。

图2 三角形导坑和梯形导坑示意图

7.3.4 若隧道另一端、另一平行隧道、斜井、横洞等部位具备开挖条件,可优先考虑开挖导坑进入。

7.3.5 小导坑开挖满足以下条件:

- a) 导坑方向宜采用上坡;
- b) 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;
- c) 小导坑尺寸宜按表4设置;
- d) 导坑按两侧、顶部、底板的顺序开挖,单次开挖进尺不宜超过50 cm。

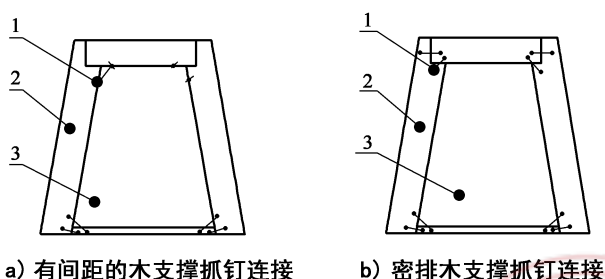
表4 小导坑尺寸参数推荐表

单位为米

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

7.3.6 小导坑穿越坍塌体支护满足以下条件:

- 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时,宜先按照导坑支护结构搭设长度2 m~5 m的安全撤离通道,支护间距宜为0.5 m,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上,洞身段宜根据开挖情况打设超前支护;
- c) 三角形导坑可采用工字型钢架与原有初期支护钢架焊接的方式支护;
- d) 梯形导坑可采用木支撑框架等密排支护,必要时采用液压支撑;
- e) 相邻木支撑支护之间宜采用抓钉连接牢固,示意见图3;
- 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。



标引序号说明:

- 1——抓钉连接;
- 2——木支撑;
- 3——导坑。

图3 抓钉连接示意图

7.3.7 在导坑开挖过程中宜安排专人检查支撑体系有无松动和变化,并及时进行补强。

7.3.8 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	单位	数量	备注
快速钻机	钻孔深度	≥150 m	台	1	钻杆、钻头 2 套
	速度	≥10 m/h			
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	
红外笔		—	支	1	
透明水管		—	m	100	用于测水平
风镐		—	台	5	
风钻		—	台	2	
电钻		—	台	5	
桃形锄		耙长宜为 50 cm	把	10	
十字镐		耙长宜为 50 cm	把	10	
军用铁锹		—	把	10	
渣筐		—	个	50	
无缝钢管		—	m	200	用于加固
圆木		φ100 mm L=4 m	根	40	
方木		15 cm × 15 cm	m <sup>3</sup>	27	
		10 cm × 10 cm	m <sup>3</sup>	12	
木板		5 cm × 15 cm	m <sup>3</sup>	2	
木楔		—	个	800	
抓钉		—	个	1 500	用于木支撑连接
铁钉		100 mm	盒	30	用于木支撑连接
工作灯		—	盏	10	
灯泡		—	盒	10	
多用插座		—	个	10	

## 7.4 顶管法

- 7.4.1 坍塌体为土、粉砂或粒径较小的软质岩时,可采用顶管法形成救援通道。
- 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 800 mm,管节长度宜为 1 m。
- 7.4.4 宜采用 1 960 kN 以上顶推力的千斤顶,行程宜大于 50 cm。
- 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表 6 配置。

表 6 顶管法装备及物资配置表

设备物资名称	最低性能	单位	数量	备注
快速钻机	钻孔深度 $\geq 150$ m;速度 $\geq 10$ m/h	台	1	钻杆、钻头 2 套
液压顶管机	—	套	1	按现场需求选取
千斤顶	200 t	台	6	
无线对讲机	—	对	5	
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	
红外笔	—	支	1	
透明水管	—	m	100	用于测水平
风镐	—	台	2	
电钻	—	台	2	
桃形锄	耙长宜为 50 cm	把	10	
十字镐	耙长宜为 50 cm	把	10	
军用铁锹	—	把	10	
渣筐	—	个	50	
型钢	宜用 I30 工字钢作立柱, I20 工字钢作斜撑	m	60	用于制作反力架
地质钢管	$\phi 100$ mm	m	100	钻机专用
无缝钢管	—	m	200	用于加固
圆木	$\phi 100$ mm	根	40	长 4 m
木楔	—	个	800	
工作灯	—	盏	10	

表 6 顶管法装备及物资配置表(续)

设备物资名称	最低性能	单位	数量	备注
白炽灯泡	—	盒	10	
多用插座	—	个	10	
承插管	φ800 mm	m	80	

7.5 竖井法

7.5.1 竖井法分为人工开挖和机械开挖两种。机械开挖可采用旋挖钻机或多功能水井钻机。

7.5.2 竖井开挖适用条件如下：

- a) 人工开挖竖井时,竖井位置隧道埋深宜不超过 30 m；
- b) 机械开挖竖井时,竖井位置隧道埋深宜不超过 60 m；
- c) 机械开挖时,隧道围岩宜为Ⅳ级及以下满足钻机快速钻进要求。

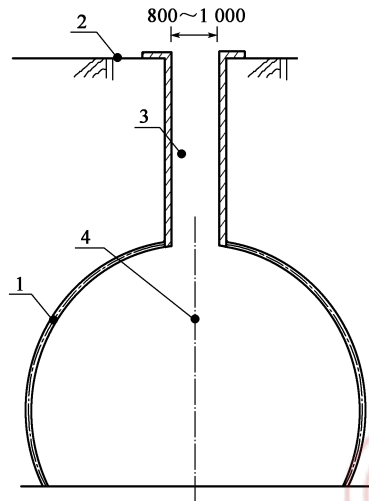
7.5.3 救援准备工作满足以下条件：

- a) 疏通现场道路满足开挖机械运送到位；
- b) 平整场地、完善防排水系统；
- c) 空压机容积流量不宜小于 15 m<sup>3</sup>/min；
- d) 竖井开挖所需的通风、用水和用电。

7.5.4 采用旋挖钻机开挖时,宜采用 900 mm ~ 1 200 mm 的钻头一次成孔,成孔后,采用 800 mm ~ 1 000 mm 的钢护筒进行护壁。在安装钢护筒时,若遇卡孔,可采用扩孔刀进行扩孔后再安装护筒。

7.5.5 采用旋挖钻机开挖时,竖井布置位置及孔径示意图 4。

单位为毫米



标引序号说明：

- 1——初期支护轮廓线；
- 2——地面线；
- 3——竖井；
- 4——隧道中线。

图 4 旋挖钻机竖井布置

7.5.6 人工开挖竖井宜采用直径 1 000 mm ~ 1 500 mm 的圆形断面；机械开挖竖井宜采用直径 800 mm ~ 1 000 mm 的圆形断面。

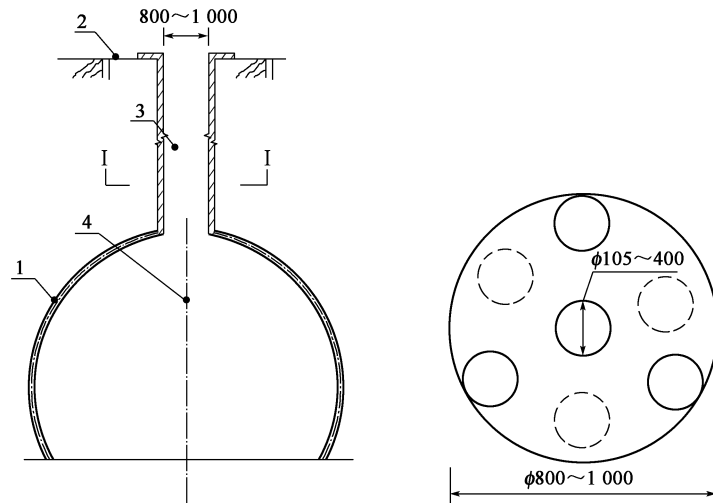
7.5.7 机械开挖竖井时,竖井宜沿隧道中线布设在拱顶正上方,且隧道初期支护质量可靠、地层岩性相对较好、能够承受机械工作时的总荷载。

7.5.8 采用多功能水井钻机开挖时,开挖方法分别为:

- a) 在基岩条件下,宜先在竖井直径范围内梅花形布设 4 个 ~7 个小孔,小孔采用 105 mm ~ 400 mm 的钻头成孔,每个小孔成孔后要用适宜直径的钢管护壁,待最后一个小孔成孔后,拔出所有小孔护壁钢管,然后采用与竖井直径相适宜的钻头扩孔,扩孔完成后安装钢护筒;
- b) 在松散层进行钻孔时,可直接采用与孔径相适应的钻头成孔。

7.5.9 采用多功能水井钻机开挖时,竖井布设位置及孔径示意图 5。

单位为毫米



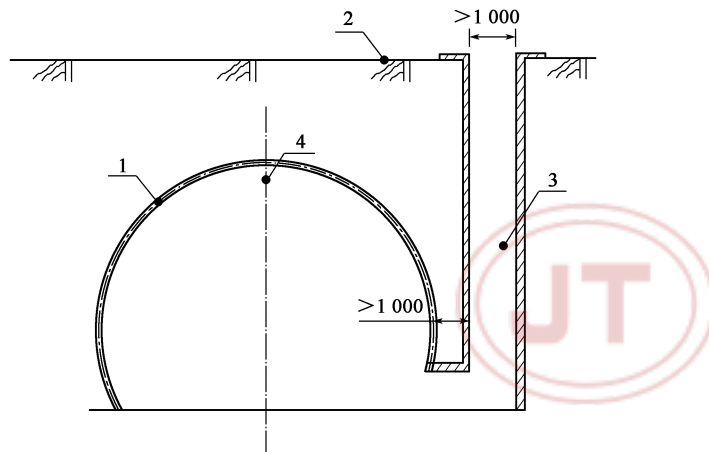
标引序号说明:

- 1——初期支护轮廓线;
- 2——地面线;
- 3——竖井;
- 4——隧道中线。

图 5 多功能水井钻机竖井布置

7.5.10 人工开挖竖井宜选初期支护较为完整的一侧,边缘距隧道开挖轮廓线距离大于 1 000 mm,示意图 6。

单位为毫米



标引序号说明:

- 1——初期支护轮廓线;
- 2——地面线;
- 3——竖井;
- 4——隧道中线。

图 6 人工开挖竖井布置



7.5.11 人工开挖竖井满足以下条件：

- a) 每开挖 50 cm ~ 100 cm 宜进行一次护壁；
- b) 人工开挖深度大于 10 m 时,设置通风措施。

7.5.12 竖井锁口高出地表 20 cm,防止地表水和施工用水下渗。

7.5.13 加强竖井与横通道交叉口、横通道与塌腔交叉口的支护。

7.5.14 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	单位	数量	备注
快速钻机	钻孔深度≥150 m;速度≥10 m/h	台	1	钻杆、钻头 2 套
无线对讲机	—	对	5	
内燃空压机	20 m <sup>3</sup>	台	2	
人工挖孔桩吊机	—	套	1	
钢筋加工设备	—	套	1	
电焊机	—	台	3	
气割	—	套	2	
小型风机	—	台	2	满足送风需要
手推车	—	台	5	
风镐	—	台	5	
风钻	—	台	2	
电钻	—	台	5	
测绳	—	m	100	
桃形锄	耙长宜为 50 cm	把	10	
十字镐	耙长宜为 50 cm	把	10	
军用铁锹	—	把	10	
料斗	—	个	10	
人员专用吊斗	—	个	2	
地质钢管	φ100 mm	m	100	
钢筋	φ22 mm	t	10	
	φ8 mm	t	1	
水泥	42.5	t	30	
速凝剂	粉状	t	3	
碎石	5 mm ~ 15 mm	t	50	
砂	中砂	t	30	
工作灯	—	盏	10	
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、未掩埋并贯穿坍塌体时,宜采用疏通中心水沟(管)法救援。

7.6.2 救援准备工作符合以下条件:

- a) 中心水沟满足人员进出需要;
- b) 检测中心水沟(管)内有害气体浓度及水量情况;
- c) 保证通风和排水。

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)的疏通采用人工作业。

7.6.5 掩埋段开挖每循环进尺控制在 20 cm ~ 40 cm,并采用方木棚架等支护。

7.6.6 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	单位	数量	备注
水泵	—	台	5	满足排水需要
通风设备	—	套	1	满足送风需要
气体检测仪	—	台	2	满足气体检需要
桃形锄	耙长宜为 50 cm	把	15	
编织袋	30 kg/袋	个	200	
麻绳	φ30 mm	m	50	
砂袋	30 kg/袋	个	500	
方木	15 cm × 15 cm	m <sup>3</sup>	5	
木板	5 cm × 15 cm	m <sup>3</sup>	2	
抓钉	—	个	300	
工作灯	—	盏	10	
灯泡	—	盒	10	
多用插座	—	个	10	

## 8 钻爆法隧道施工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,可选择采用工程机械、橡皮艇、铺垫木板或竹胶板等方法建立进出通道。

8.1.2 发生事故后,宜立即切断洞内电源、启动抽水和通风设备。

8.1.3 应急救援工作满足以下条件:

- 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,并按规定佩戴个人防护装备;
- 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 发生火灾事故,遇险人员采取以下自救互救措施:

- a) 宜指定专人检查有毒有害气体,观测灾区风流及气体变化;
- b) 紧急报警并启动洞内消防器材尝试灭火,控制烟雾的蔓延;
- c) 洞内当班负责人员立即组织作业人员有序撤出;
- d) 采用浸水衣物捂住口鼻尽快撤出;
- e) 灭火水源宜就近取用;
- f) 当火灾隧道能见度小于1 m时,救援人员不能进入。

### 8.2.2 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时,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) 机械设备燃烧时,宜采用灭火器灭火。
- d) 乙炔管路燃烧时,采用干燥的砂土灭火。

### 8.2.3 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。

### 8.2.4 项目应急救援队配合地方消防队伍开展应急救援工作。

## 9 盾构法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 立即联系地方政府相关部门开展如下工作:

- 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) 联系地方河道管理部门截流疏导河流;
- d) 联系地方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,按以下方法施救:

- a) 立即停止掘进,并采取掌子面保压、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,按以下方法施救:

- 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、救援起重机等工具有序施救;
- 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,按以下方法施救:

- 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,按以下方法施救:

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。

9.2.3 盾构火灾事故宜按 8.2 进行施救。

---



