

UDC

中华人民共和国行业标准

P

TB

TB 10020—2012

J 1455—2012

铁路隧道防灾救援疏散 工程设计规范

Code for Design on Evacuation Engineering for Disaster
Prevention and Rescue of Railway Tunnel

2012-07-27 发布

2012-07-30 实施

中华人民共和国铁道部 发布

中华人民共和国行业标准

铁路隧道防灾救援疏散工程设计规范

Code for Design on Evacuation Engineering for Disaster
Prevention and Rescue of Railway Tunnel

TB 10020—2012

J 1455—2012

主编单位：铁道第三勘察设计院集团有限公司

批准单位：中华人民共和国铁道部

施行日期：2012年7月30日

中国铁道出版社

2012年·北京

铁道部关于印发《铁路隧道防灾救援 疏散工程设计规范》的通知

铁建设[2012]167号

现发布《铁路隧道防灾救援疏散工程设计规范》(TB 10020—2012,另发单行本),自印发之日起施行。

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
二〇一二年七月二十七日

中华人民共和国行业标准
铁路隧道防灾救援疏散工程设计规范

TB 10020—2012

J 1455—2012

*

中国铁道出版社出版发行
(100054,北京市西城区右安门西街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:1.25 字数:27千字

2012年10月第1版 2012年10月第1次印刷

统一书号:15113·3708 定价:9.00元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社发行部联系调换。

发行部电话:路(021)73170,市(010)51873172

前 言

本规范是根据铁道部《关于印发 2007 年铁路工程建设标准编制计划的通知》（铁建设函〔2006〕1112 号）的要求，在广泛征求路内外有关单位和部门意见的基础上，总结吸纳我国铁路隧道防灾救援疏散工程设计经验和研究成果，同时借鉴国外相关标准及工程经验，经反复审查定稿编制而成。

本规范是按照“列车在隧道内发生火灾事故后，首先应将事故列车拉到洞外进行疏散；如果事故列车不能驶出洞外，应控制列车停靠在最近的紧急救援站进行疏散；如果隧道没有紧急救援站，则应控制列车停靠在最近的紧急出口、避难所等疏散设施进行疏散”的指导思想进行编制的。铁路隧道防灾救援的其他工作需符合国家和铁道部有关标准和规定。

本规范共分 6 章，其内容包括：总则、术语、基本规定、救援疏散设施、防灾通风、其他设施等。主要技术内容如下：

1. 对规范的编制目的、适用范围、总体设计要求等进行了规定。明确了铁路隧道防灾救援疏散工程应遵循“以人为本，应急有备，方便自救，安全疏散”的设计原则。

2. 对设置紧急救援站、紧急出口、避难所的隧道工程条件进行了原则性规定。明确了铁路隧道防灾救援疏散工程设计，应根据运输性质、环境条件、施工辅助坑道条件等，经技术经济比较后综合确定。

3. 明确了横通道、紧急出口、避难所、紧急救援站等救援疏散工程设施的设计标准及对相关设备配套的要求。

4. 明确了防灾通风设计条件、通风方式和通风标准，提出了通风设备的性能和接口要求。

5. 规定了应急通信、设备监控、应急照明、防灾救援设备供电标准,以及消防、标志标线等辅助设施的设置要求。

本规范中以黑体字标志的条文为强制性条文,必须严格执行。

希望各单位在执行本规范过程中,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,请及时将意见及有关资料寄交铁道第三勘察设计院集团有限公司(天津市河北区中山路10号,邮政编码:300142),并抄送铁道部经济规划研究院(北京市海淀区北蜂窝路乙29号,邮政编码:100038),供今后修订时参考。

本规范由铁道部建设管理司负责解释。

本规范编制单位:铁道第三勘察设计院集团有限公司。

本规范主要起草人员:马志富、安玉红、那艳玲、索晓明、刘叶青、许红、秦小光、韩永君、李勇、冯敬然、马静波、王海忠、吴国华、王立暖、李怀鉴。

本规范主要审查人员:倪光斌、尹福康、朱飞雄、钱征宇、谢仙舟、范宝链、傅锋、廉文彬、闫永利、张翠兵、张剑、肖广智、赵勇、唐国荣、田四明、张松岩、孙瑞昌、周志强、关宝树、王明年、仇文革、黄宏伟、穆恩生、高菊如、李国良、杨木高、高扬、喻渝、刘鹏、廖宇、马青、史玉新、沈志凌、龚彦峰、焦齐柱、邱绍峰、李汶京、苏新民、曹俊文、潘继军、陈梅、林振球、洪开荣、韩亚丽、张金夫。

目次

1	总 则	1
2	术 语	2
3	基本规定	3
4	救援疏散设施	5
4.1	横通道及平行导坑	5
4.2	紧急出口	5
4.3	避 难 所	6
4.4	紧急救援站	6
5	防灾通风	8
5.1	一般规定	8
5.2	防排烟与事故通风	8
5.3	防灾通风设计	8
5.4	设备选型与布置	9
5.5	通风机房与通风井	10
6	其他设施	11
6.1	应急通信	11
6.2	防灾救援设备监控	12
6.3	应急照明及设备供电	12
6.4	辅助设施	13
	本规范用词说明	14
	《铁路隧道防灾救援疏散工程设计规范》条文说明	15

1 总 则

1.0.1 为保障应急疏散人员在铁路隧道内的安全，统一铁路隧道防灾救援疏散工程设计技术标准，使铁路隧道防灾救援疏散工程设计做到安全适用、技术先进、经济合理，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于新建高速铁路、客运专线及客货共线铁路隧道防灾救援疏散工程设计。

水下隧道、城市隧道、高海拔隧道的防灾救援疏散工程，应结合工程特点进行特殊设计。

重载及其他货运专线铁路隧道，应结合隧道工程特点和运输特点进行特殊设计。

1.0.3 铁路隧道防灾救援疏散工程设计应遵循“以人为本，应急有备，方便自救，安全疏散”的原则。

1.0.4 铁路隧道防灾救援疏散工程设计应根据国家和铁道部应急预案规定和本规范要求，进行总体设计，统筹协调设计接口，确保系统功能完善。

1.0.5 铁路隧道防灾救援疏散工程设计，除执行本规范外，尚应符合国家现行的有关强制性标准的规定。

2 术 语

2.0.1 隧道群 tunnel group

隧道与隧道紧密相连、隧道洞口间距不超过400 m的相邻隧道统称为隧道群。

2.0.2 横通道 transverse passage - way

是指两条单线区间隧道之间,每隔一定间距设置的互为连通、用来疏散旅客的通道。又称联络通道。

2.0.3 紧急救援站 emergency rescue station

隧道内专门设置的,在发生列车灾害事故的情况下,能够满足人员从事故隧道快速疏散到安全区域且能救援到隧道外面的站点。

2.0.4 紧急出口 emergency exit

隧道内专门设置的,在发生列车灾害事故的情况下,能够满足人员从事故隧道直接疏散到地面的坑道。

2.0.5 避难所 refuge

隧道内专门设置的,在发生列车灾害事故的情况下,能够为人员提供临时避难并等待外界救援,且有一定逃生条件的坑道。

2.0.6 防灾通风 ventilation for disaster prevention

排出火灾时的烟气,满足人员疏散安全的需要所进行的各种通风方式。

3 基本规定

3.0.1 铁路隧道防灾救援疏散工程设计,应根据运输性质、环境条件、施工辅助坑道条件等,经技术经济比较后综合确定。

3.0.2 长度20 km及以上的隧道或隧道群应设置紧急救援站,紧急救援站之间的距离不应大于20 km。紧急救援站应具备将人员快速疏散到安全区域并能自救或通过救援到达洞外的条件。

3.0.3 长度10 km以上的单洞隧道,应在洞身段设置不少于1处紧急出口或避难所。当施工辅助坑道具备设置紧急出口条件时,可增设1处紧急出口。当施工辅助坑道条件不满足增设紧急出口标准要求时,可增设1处避难所。

3.0.4 长度5 km到10 km之间的单洞隧道,应在隧道洞身段设置1处紧急出口或避难所。

3.0.5 长度3 km到5 km之间的单洞隧道,可结合施工辅助坑道,在隧道洞身段设置1处紧急出口。当施工辅助坑道条件不满足紧急出口标准要求时,可不设置紧急出口。

3.0.6 平行的两条隧道互为救援疏散隧道,应设置相互联络的横通道。

3.0.7 紧急出口、避难所应结合施工辅助坑道,尽量均匀布置,其间距不宜大于5 km。

3.0.8 设置紧急救援站的隧道,其紧急出口、避难所等疏散设施的设置应符合本规范第3.0.3条~第3.0.7条的规定。

3.0.9 设置紧急出口、避难所等疏散设施的隧道,隧道洞口及紧急出口(含避难所)的洞口,宜设置外界通向隧道的道路以及可供停车、回车的场地。

3.0.10 结合施工辅助坑道设置救援疏散设施时应符合下列

要求:

- 1 应优先利用平行导坑,隧道与平行导坑之间设横通道。
- 2 应尽可能利用长度较短、坡度较缓、地质条件较好、洞口有停车迂回空间的横洞或斜井。
- 3 利用高差较小的竖井。
- 4 作为救援疏散的施工辅助坑道,应按永久工程进行结构及防排水设计。

3.0.11 防灾救援疏散工程设计应包括以下主要内容:

- 1 选择防灾救援疏散工程设置形式、规模和数量。
- 2 确定各种技术参数:救援通道的断面尺寸;横通道的间距、断面尺寸;紧急出口、避难所、紧急救援站等相关技术参数。
- 3 与救援疏散设施配套的防灾通风、照明、供电、通信、控制、消防等设备系统设计。
- 4 救援疏散设施及设备之间的接口设计。

3.0.12 隧道设计应充分考虑防灾救援疏散工程设备安装的有关要求,做好隧道内设备安装接口设计。

4 救援疏散设施

4.1 横通道及平行导坑

4.1.1 平行的两条隧道之间应设置相互联络的横通道,横通道间距不应大于 500 m。

4.1.2 横通道设计应符合下列规定:

- 1 断面尺寸不宜小于 $4.0\text{ m} \times 3.5\text{ m}$ (宽 \times 高)。
- 2 横通道应设便于开启的防护门。
- 3 防护门的通行净宽不应小于 1.5 m,通行净高不应小于 2.0 m。
- 4 纵向坡度不宜大于 1%,防护门开启范围应为平坡段。

4.1.3 单洞隧道因施工组织需设平行导坑时,平行导坑应作为救援疏散隧道。平行导坑断面尺寸不应小于 $4.0\text{ m} \times 5.0\text{ m}$ (宽 \times 高)。

4.1.4 横通道及平行导坑的地面应平整、稳固、不积水。

4.1.5 平行导坑及横通道应设置防灾通风、应急照明、应急通信等设施。

4.2 紧急出口

4.2.1 紧急出口设计应符合下列规定:

- 1 竖井式紧急出口:垂直高度宜小于 30 m,楼梯总宽度不应小于 1.8 m。
- 2 斜井式紧急出口:当坡度不大于 12% 时,其水平长度不宜大于 500 m;当坡度不大于 40% 时,其水平长度不宜大于 150 m。
- 3 横洞式紧急出口:长度不宜大于 1 000 m。

4 紧急出口与正洞连接处应设便于开启的防护门，宽度不应小于1.5 m，高度不应小于2.0 m。

5 斜井式、横洞式紧急出口断面尺寸不宜小于3.0 m × 2.2 m（宽×高）；竖井式紧急出口尺寸按照楼梯布置确定。

4.2.2 单洞隧道设置紧急出口时，应优先选择横洞，也可以选择满足要求的竖井或斜井。

4.2.3 紧急出口通道内的地面应平整、稳固、不积水。

4.2.4 紧急出口应设置防灾通风、应急照明、应急通信等设施。

4.3 避难所

4.3.1 避难所设计应符合下列规定：

1 设置避难所的辅助坑道断面尺寸不宜小于4.0 m × 5.0 m（宽×高）。

2 设置避难所的坑道与正洞连接处应设防护门，防护门通行净空宽度不应小于1.5 m，高度不应小于2.0 m。

3 避难所内待避空间净面积应根据所在工程具体情况、旅客列车性质、地区特征等，按乘车人数的百分比确定需要待避的人数，待避人均面积按0.5 m²/人考虑。

4 设置避难所的坑道井底及待避空间范围的坡度不应大于3%，防护门开启范围应为平坡段。

4.3.2 避难所及坑道内的地面应平整、稳固、不积水。

4.3.3 避难所及坑道应设置防灾通风、应急照明、应急通信等设施。

4.4 紧急救援站

4.4.1 紧急救援站设计应包括以下内容：

1 确定紧急救援站的长度，站台宽度、高度。

2 计算横通道间距（密度），横通道门通行净宽、净高。

3 按照救援方式计算等待区域面积。

4 确定防灾通风、应急照明、应急通信、消防等设备设施。

4.4.2 紧急救援站的长度应采用旅客列车编组长度加一定富余量，一般为550~600 m；对仅运行动车组的高速铁路、客运专线隧道，其长度应采用450~500 m。

4.4.3 紧急救援站内应设置疏散站台，站台宽度宜为2.3 m，站台面高于轨面的尺寸不小于30 cm，并不得侵入建筑限界。

4.4.4 紧急救援站内的疏散横通道间距不宜大于60 m。

4.4.5 紧急救援站内横通道断面尺寸不宜小于4.5 m × 4.0 m（宽×高）。

4.4.6 紧急救援站内横通道两端应设防护门，防护门通行净空的总宽度不应小于3.4 m，通行净高不应小于2.0 m。

4.4.7 紧急救援站内横通道纵向坡度不宜大于1%，防护门开启范围应为平坡段。

4.4.8 采用救援列车救援至洞外时，紧急救援站内满足人员等待区域的面积为0.5 m²/人。

4.4.9 紧急救援站内的地面应平整、稳固、不积水。

4.4.10 紧急救援站应设置防灾通风、应急照明、应急通信、消防等设施。

5 防灾通风

5.1 一般规定

5.1.1 隧道防灾通风应与防灾救援疏散工程及应急疏散方案紧密结合,根据疏散点位置、人员疏散路线及疏散方向进行防排烟气流组织设计。

5.1.2 隧道通风设计主要考虑火灾工况及其对策。隧道火灾防排烟设计应根据隧道行车方式、长度、断面大小、平曲线半径、纵坡、人员逃生条件和火灾危险性等因素进行计算确定,并应重视烟气扩散和救援方式对通风计算的影响。

5.1.3 同一隧道同一时间段内宜按发生1次火灾进行考虑。

5.2 防排烟与事故通风

5.2.1 紧急出口、避难所或紧急救援站,应设置机械加压防烟设施,防烟系统的余压值应为40~50 Pa。

5.2.2 当设置机械排烟系统时,应同时设置补风系统。当设置机械补风系统时,其补风量不宜小于排烟量的50%。

5.2.3 隧道防排烟系统应具备背着乘客疏散方向排烟,迎着乘客疏散方向送风的功能。

5.3 防灾通风设计

5.3.1 紧急救援站通风应符合以下要求:

1 应采取机械加压送风防烟措施,送风应从隧道外引入清洁的新鲜空气。

2 横通道防护门处的风速不应小于2 m/s。

3 等待区新的送风量应满足 $10\text{ m}^3/(\text{人}\cdot\text{h})$ 最小要求。

5.3.2 紧急出口通风应符合以下要求:

1 应采取机械加压送风防烟措施,送风应从隧道外引入清洁的新风。

2 防护门处的风速不应小于2 m/s。

5.3.3 避难所通风应符合以下要求:

1 应采取机械加压送风防烟措施,送风应从隧道外引入清洁的新鲜空气。

2 防护门处的风速不应小于2 m/s。

3 等待区新的送风量应满足 $10\text{ m}^3/(\text{人}\cdot\text{h})$ 最小要求。

5.3.4 双洞隧道之间的横通道作为人员疏散通道时,横通道应具有防烟功能,通风设计中应保证横通道内正压,防止烟气由事故隧道向安全隧道扩散。

5.4 设备选型与布置

5.4.1 隧道防灾通风的设备、管道及配件应采用不燃材料。

5.4.2 事故风机应满足以下要求:

1 直接暴露在火灾现场的风机,其电动机和所有与高温烟气接触的相关部件、附属设备以及外接配电路应满足在250℃的烟气中正常工作不少于1 h。

2 排烟风机的排烟量应考虑10%~20%的漏风量。

5.4.3 射流风机的纵向布置及设置间距应综合考虑风机效率、火灾对策、经济性等因素。

5.4.4 射流风机安装应符合以下要求:

1 射流风机应采用堆放式或壁龛式,其安装支架结构强度应保证风机运转和列车风作用下的安全。

2 风机安装段应设置安全防护网。风机支架等钢结构应接地。

3 射流风机应设置于建筑限界以外,并与隧道轴线平行,

且不得占用救援通道。

5.5 通风机房与通风井

- 5.5.1 风机房空间应满足轴流风机、电气设备、控制设备和其他辅助机电设备的布置要求，并应考虑大型设备搬运及维修需要。
- 5.5.2 洞外风机房位置应根据洞口或通风井周围地形条件合理确定。
- 5.5.3 通风井应充分利用辅助坑道。
- 5.5.4 排烟井设置应考虑对周围环境的影响，并应设置在扩散效果良好的地带。

6 其他设施

6.1 应急通信

- 6.1.1 铁路隧道内应急通信设施应能够实现救援指挥人员与事故现场人员、抢险人员之间的语音、图像以及数据通信，能够实现隧道内广播。
- 6.1.2 隧道应急通信应本着有线、无线通信相结合的原则，在设置有线应急电话系统的同时，充分利用铁路专用移动通信系统（GSM-R）、450 MHz 无线列调通信系统等无线通信手段。隧道内应预留公众移动通信设施引入的条件，并作为铁路应急通信设施的补充手段。
- 6.1.3 3~5 km 隧道内宜设置有线应急电话和广播系统，5 km 及以上隧道内应设置有线应急电话和广播系统。应急电话系统应具有接入铁路调度通信、电话交换系统的能力。电话终端一般情况下按照 500 m 间隔设置，单线隧道一侧设置，双线及多线隧道两侧均应设置，并结合紧急救援站、横通道、避难所、紧急出口、洞室、隧道洞口等设置情况统筹考虑。
- 6.1.4 隧道两端的出入口、隧道内的紧急出口、避难所、紧急救援站应合理设置视频采集点。视频信息统一纳入到铁路综合视频监控系统中。
- 6.1.5 隧道内的应急通信设备应具有较高可靠性、可维修性和可用性。设备的防腐、防电磁干扰、防风压、抗震性能、外壳防护等应符合相关技术标准的要求。

6.2 防灾救援设备监控

- 6.2.1 设置防灾通风的隧道应设计防灾救援设备监控系统,并具备远程监控功能。
- 6.2.2 防灾救援设备监控系统由监控主机、主控制器、远程站、集中监控盘等全部或部分设备组成,对隧道内通风、照明(包括紧急安全疏散标识设备)、消防泵(排水泵)等设备进行监控。
- 6.2.3 监控主机应设置于隧道控制室或防灾救援指挥中心,防灾救援设备监控网络及传输设备应独立设置,并具备与相邻车站的传输网络接口。
- 6.2.4 防灾救援设备监控系统宜采用环形网络或双总线网络,主控制器宜采用冗余结构。远程站设备应满足隧道现场环境要求,且应符合防腐、防潮、防震、防风压、防电磁干扰、外壳防护等相关技术标准的要求。
- 6.2.5 铁路隧道紧急救援站应设置集中监控盘,盘面以火灾工况操作为主,操作程序应简便直接。
- 6.2.6 铁路隧道设有消防泵(排水泵)时,应设自动巡检监控设备,向所属消防控制室(值班室)传输消防泵(排水泵)设备运行状态信息。

6.3 应急照明及设备供电

- 6.3.1 长度为5 km及以上或设有紧急出口的隧道内应设置应急照明,并符合以下要求:
- 1 在救援通道、紧急救援站和其他救援疏散路线上,均应设置疏散照明。
 - 2 在各隧道洞口、紧急出口、横通道口、避难所口等处,均应设置相应的标志灯。
 - 3 在疏散和救援路线上,均应设置指示灯,指示疏散方向和距离并标示最近的电话终端方向,其安装间距不宜大于30 m,

· 12 ·

并应安装在距地面1.0 m及以下的墙面上。

4 各种指示标志应符合现行国家标准《消防安全标志规范》(GB 13495)的有关规定。

5 应急照明在正常供电电源中断后,应能在5 s内完成应急电源的转换并恢复到规定的照度。

6 当设有远动系统时,应急照明装置采用远动系统遥控与现场手动相结合的方式控制,以远动系统遥控为主,现场手动为辅。

无远动系统的隧道应急照明采用就地手动控制。

6.3.2 隧道照明应采用高效率、防腐、防潮、防震、抗风压的灯具,其外壳防护等级不宜低于现行国家标准《外壳防护等级(IP代码)》(GB 4208)的IP65级。应急照明应采用能快速点燃的光源。

6.3.3 应急照明和防灾救援设备的供电应按一级负荷供电标准,采用引入双重电源在靠近用电设备处切换的方式供电。用电设备处的电源切换时间不应大于用电设备允许间断的供电时间,并满足规定或需要的供电持续时间要求。对于不允许瞬时停电的设备,尚应靠近用电设备处设置不间断电源装置。

6.4 辅助设施

6.4.1 隧道内应设置疏散导向标线,并注明距最近隧道口、紧急救援站、紧急出口、避难所的方向和距离,配合指示标志引导旅客快速疏散。导向标线宜采用热溶型反光涂料。

6.4.2 紧急救援站内应设置列车停车标线。停车标线位于紧急救援站沿列车前进方向的一端。

6.4.3 紧急救援站范围内站台一侧的隧道边墙宜设置安全扶手。安全扶手距离救援通道地面高度宜为0.75~1.0 m。安全扶手不得侵入疏散通道的空间。

6.4.4 紧急救援站内可采用高压细水雾消防技术。

6.4.5 紧急出口、避难所附近处应配备10套消防防护装备。

· 13 ·

本规范用词说明

执行本规范条文时，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，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”；

反面词采用“不应”或“不得”。

(3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”；

反面词采用“不宜”。

表示允许有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

《铁路隧道防灾救援疏散工程设计规范》 条文说明

本条文说明系对重点条文的编制依据、存在的问题以及在执行中应注意的事项等予以说明。为了减少篇幅，只列条文号，不再抄录原文。本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

1.0.1 我国铁路长大隧道在不断增加，仅特长隧道目前就建成了10余座，在建的特长隧道则达数十座。为了充分体现以人为本，结合国内外铁路隧道防灾救援疏散工程经验，在《铁路隧道防灾救援有关技术标准的研究》等研究的基础上制定隧道防灾救援疏散工程设计规范，对科学、有效地指导铁路隧道防灾救援疏散工程设计是十分必要的。

1.0.2 本规范主要针对的灾害是旅客列车灾害，因此将适应范围界定在新建高速铁路、客运专线及客货共线铁路隧道防灾救援疏散工程设计。

对于线路纵向采用U形状的水下铁路隧道，除了考虑旅客列车火灾事故下应急疏散，在外在致灾因素的作用下，可能发生透水等危险时，需要采取防淹及抽水等防灾救援措施，因此需要特殊设计。

城市铁路隧道埋深较浅，与城市地面、地下建(构)筑物临近，消防性能化要求不同于一般铁路隧道。因此，城市铁路隧道防灾救援设计在参考本规范的基础上，根据实际工程条件，进行特殊设计。

对于高海拔地区的铁路隧道,由于空气含氧量较低,人员疏散行动能力、通风等与一般地区不同。因此提出,高海拔地区铁路隧道防灾救援疏散工程设计应充分考虑高原的特点,进行特殊设计。

重载铁路和货运专线铁路,属于动力相对集中牵引的列车,发生火灾事故可能的部位是机车、专用设备房间或货物车厢,如果仅是机车部分着火,不管是否失去动力,司乘人员均可集中处理,而车厢发生火灾后一般不会影响牵引能力。因此,在做好防灾工作的基础上,隧道内发生货物列车停车事故后,主要考虑在什么地方停车消防,而不是停车疏散。因此,条文规定重载及其他货运专线铁路隧道根据隧道特点和运输特点,采取必要的防灾和消防措施。

1.0.3 以往,铁路隧道防灾救援设计主要贯彻“以防为主,防消结合”的工作方针和《铁路工程防火设计规范》(TB 10063—2007)的相一致,侧重点在“防”和“消”,对事故列车不得已停在隧道内时,人员如何安全疏散,还没有系统深入地研究和设计实践。

依据《特长隧道防灾救援、安全疏散及通风技术研究》(合同号:2005G016-C)研究成果,石太高铁太行山、南梁隧道防灾救援设计首次将防灾救援设计原则进行了明确,将“以防为主,防消结合,方便自救,安全疏散”作为防灾救援设计原则。

“以防为主,防消结合”是我国《消防法》规定的消防工作方针,也是相关规范贯彻的消防工作方针。依托太行山、南梁隧道防灾救援设计而展开的研究,在“以防为主,防消结合”的基础上,增加了“方便自救,安全疏散”的内容,充分体现了“以人为本”的理念,这是消防方针在铁路隧道工程中的发展。

本规范定位为隧道内发生列车火灾事故后,以采取何种措

施达到安全疏散为重点。为此,将本规范防灾救援疏散工程设计原则确定为“以人为本,应急有备,方便自救,安全疏散”。

3.0.2 紧急救援站的设置考虑以下因素:

(1) 紧急救援站设置条件确定

隧道内是否设置紧急救援站,主要取决于列车发生火灾事故能否驶离隧道。也就是说,列车发生火灾事故后在残余的运行时间内能否驶离隧道。

我国铁路机车车辆发生火灾后的残余运行能力并没有一个明确的成果,一般认为,如果控制总管没有被破坏,则可以持续运行。

① 列车发生火灾事故后的残余运行速度

根据《铁路隧道防灾救援有关技术标准的研究》成果表明,火灾事故发生后残余能力受控车型为动车组。

我国近期生产及运营的动车组型号为CRH1、CRH2和CRH5,其动力配置为 $2(2M+1T)+(1M+1T)$ 、 $4M+4T$ 或 $(3M+1T)+(2M+2T)$ 。

根据动车组的故障运行能力,发生火灾后丧失动力比例最大的动车组为 $4M+4T$,在牵引传动系统采用车控的情况下,当动力损失 $1/4$ 时,剩余的运行能力相当于 $3M+5T$,当动力损失 $1/2$ 时,剩余的运行能力相当于 $2M+6T$ 。

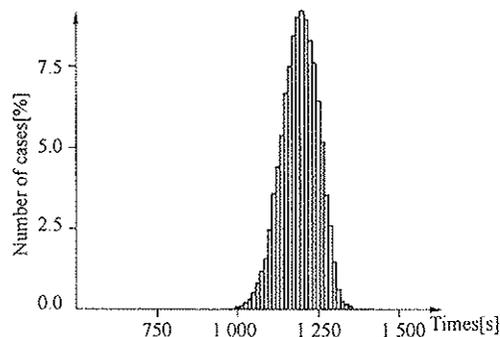
对于最高运行时速200公里的 $4M+4T$ 动车组而言,在动力损失 $1/4$ 的情况下,在20‰的直线坡道上的均衡速度为127.4 km/h,在动力损失 $1/2$ 的情况下,在12‰的直线坡道上的均衡速度为128.2 km/h。

根据上述资料分析,即使 $4M+4T$ 动车组丧失了 $1/2$ 的动力,在12‰的直线坡道上能够维持一定的运行能力,并且动车组在两处动力车内同时发生火灾的几率非常小,防灾救援研究只按照在同一段时间内,同一列列车只有1处动力车发生火灾,也就是动车组丧失 $1/4$ 的动力。

根据《高速铁路设计规范(试行)》(铁建设[2009]47号)和《新建时速200~250公里客运专线设计暂行规定》(铁建设[2005]140号),正线的最大坡度,一般情况下不大于20‰,因此在动车组丧失1/4的动力后,列车仍然能够维持100 km/h以上的速度。

② 列车发生火灾事故后的残余运行时间

全长57 km,位于瑞士中南部格劳宾登州,即将于2017年建成通车的圣哥达隧道,对着火列车的剩余运行能力进行了模拟分析,结果见说明图3.0.2。



说明图3.0.2 瑞士圣哥达隧道(57 km)列车火灾后残余的运行时间

从图中可以看出,模拟分析的列车火灾后残余运行时间绝大多数在1000~1400 s之间,保守考虑则在15~20 min之间,换句话说,极多的情况下,列车着火后可以运行15~20 min。

③ 列车发生火灾事故后的残余运行能力

根据①、②分析,保守的事故列车的运行速度约为80 km/h,时间为15 min。

由此,列车发生火灾事故后的残余运行能力为20 km。

④ 国内外有关长隧道设置紧急救援站情况

瑞士圣哥达隧道(57 km,两条单线隧道)紧急救援站间距大致为20 km,青函海底隧道(53.85 km,单洞双线+局部服务

隧道)紧急救援站距离为23 km。

综合研究结论,长度20 km及以上的隧道或隧道群应设置紧急救援站,紧急救援站之间的距离不应大于20 km。

(2) 紧急救援站必备条件

紧急救援站的设置目的是能将火灾事故列车停靠在紧急救援站后,能在最短的时间内将人员从事故隧道疏散到安全区域。到达安全区域是人员安全的第一步,如果人员长时间滞留在隧道内,恐慌心理仍可能导致自发的、不受控制的疏散。因此,如果紧急救援站有通道能够步行即可通往隧道以外,人员可以直接通过通道自行疏散到洞外,如果没有这样的条件,需有救援车辆及时到达紧急救援站,将人员从隧道内救援到洞外。比如,两条单线隧道可以互为救援隧道,采用列车从安全隧道一侧进行救援。如果是双线隧道,可采用服务隧道,通过救援车辆从服务隧道将人员救援到洞外。

因此,条文规定,紧急救援站应具备将人员快速疏散到安全区域并能自救或通过救援到达洞外的条件。

3.0.3~3.0.7 目前对逃生距离有明确的数值规定的是国际铁路联盟(UIC)规程779-9/R《铁路隧道安全》(2003版)、关于与跨欧洲普通铁路和高速铁路系统“铁路隧道安全”相关的互通技术规范(TSIs 2008/163/EC),规程和规范支持长度大于1 km的隧道内设置紧急出口,并建议紧急出口的距离不大于1 km(人员平均自救时间按500 m考虑)。

以德国为代表的欧洲铁路新建隧道,基本上采用了国际铁路联盟(UIC)规程779-9/R《铁路隧道安全》(2003版)、关于与跨欧洲普通铁路和高速铁路系统“铁路隧道安全”相关的互通技术规范(TSIs 2008/163/EC)的建议。

亚洲各国(地区)双线隧道的紧急出口设置情况见说明表3.0.3—1。中国铁路双线隧道紧急出口设置情况见说明表3.0.3—2。

说明表 3.0.3—1 亚洲各国（地区）双线隧道紧急出口设置情况

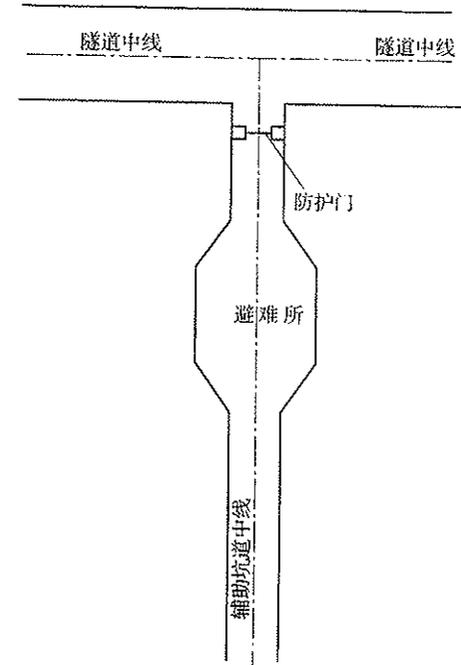
隧道名称	长度 (m)	线别	修建年代	施工辅助坑道 (后改为紧急出口)	紧急出口 (含隧道洞口) 之间的最大距离 (m)	国家 (地区)
黄鹤隧道	9 975	单洞双线	1996~2001	斜井 1 座	4 917	韩国
日直隧道	10 200	单洞双线	1996~2002	斜井 3 座	3 086	韩国
金井隧道	20 333	单洞双线	2002~2009	斜井 2 座, 竖井 3 座	5 450	韩国
八卦山隧道	7 364	单洞双线	2001~2004	横洞 2 处	2 792	中国台湾
湖口隧道	4 275	单洞双线	2001~2004	横洞 2 处	2 260	中国台湾
林口隧道	6 482.5	单洞双线	2001~2004	竖井 2 处	2 781	中国台湾
青函隧道 本洲侧 (陆地隧道段)	13 550	单洞双线	1964~1988	斜井 2 座, 横洞 1 座	5 710	日本
青函隧道 北海道侧 (陆地隧道段)	17 000	单洞双线	1964~1988	斜井 2 座	8 060	日本
岩手一户隧道	25 810	单洞双线	1998~2005	斜井 3 座	7 700	日本

说明表 3.0.3—2 中国铁路双线隧道紧急出口设置情况

隧道名称	长度 (m)	线别	修建年代	紧急出口	紧急出口 (含隧道洞口) 之间的最大距离 (m)	线路名称
南梁隧道	11 256	单洞双线	2005~2009	斜井 1 座	4 695	石太高铁
石板山隧道	7 505	单洞双线	2005~2009	斜井 1 座	5 320	石太高铁
函谷关隧道	7 851	单洞双线	2005~2009	斜井 1 座	5 480	郑西高铁
张茅隧道	8 483	单洞双线	2005~2009	斜井 1 座	4 570	郑西高铁
秦东隧道	7 684	单洞双线	2005~2009	斜井 1 座	5 718	郑西高铁
大别山隧道	13 256	单洞双线	2005~2009	斜井 2 座	5 760	合武铁路
金寨隧道	10 766	单洞双线	2005~2009	斜井 1 座	6 345	合武铁路
长岭关隧道	5 488	单洞双线	2005~2009	斜井 1 座	3 686	合武铁路

注：石太、郑西隧道的紧急出口选择了多座施工辅助坑道的其中之一，合武铁路的紧急出口使用了全部施工辅助坑道。

如果新建铁路隧道紧急出口标准和国际铁路联盟（UIC）规程 779-9/R《铁路隧道安全》（2003 版）、关于与跨欧洲普通铁路和高速铁路系统“铁路隧道安全”相关的互通技术规范（TSIs 2008/163/EC）的建议标准一致，将导致大量采用两条单线隧道或单洞隧道+平行导坑，这将增加大量的建设投资。同时，过多的设备将增加高昂的运营维护费用。基于以上分析，紧急出口本着因地制宜、适量设置的原则进行规定，同时尽量结合施工辅助坑道设置。条文中也体现了这种理念。



说明图 3.0.3 避难所设计示意图

同时，考虑到特长山岭隧道地形起伏大，对于埋深较大的单洞隧道，当辅助坑道条件不满足本规范对紧急出口的要求时，则在辅助坑道内设置避难所，部分体质较虚弱的疏散人员可在避难

所等待救援。见说明图 3.0.3。

3.0.8 设置了紧急救援站的隧道，紧急救援站之间，紧急救援站与隧道洞口之间，需根据其长度，对照本规范第 3.0.3 条~第 3.0.7 条文规定，设置相应的救援疏散设施。

4.1.1 《铁路工程防火规范》(TB 10063—2007) 规定：采用双洞单线的长隧道、特长隧道应每隔 300~400 m 设置联络通道。

以长度为 27 839 m 的石太高铁太行山隧道为例，线间距 35 m，隧道间净距约 25 m。如果 1 000 m 设置一个横通道，则横通道总长度为 675 m；如果 500 m 设置一个横通道，则横通道总长度为 1 350 m；如果 420 m 设置一个横通道，则横通道总长度为 1 650 m。以 1 延长米横通道造价 0.5 万元考虑，则 420 m 间距比 1 000 m 间距造价增加 487.5 万元。

作为疏散通道，间距 1 000 m 与 420 m 相比，这种情况下人员逃生的距离增长 580 m，逃生时间将增加 5~10 min 左右。

《高速铁路设计规范（暂行）》(TB 10621—2009) 规定：隧道长度大于 500 m 时，应在洞内设置余长电缆腔，并应与专用洞室结合设置。余长电缆腔应沿隧道两侧交错布置，每侧间距宜为 500 m。

国际铁路联盟 (UIC) 规程 779-9/R 《铁路隧道安全》(2003 版)、关于与跨欧洲普通铁路和高速铁路系统“铁路隧道安全”相关的互通技术规范 (TSIs 2008/163/EC) 均建议横通道之间的距离大约为 500 m。

综合成本、功能和效率等因素，两条隧道之间的横通道间距规定为不大于 500 m。

4.1.2 对横通道设计的规定部分说明如下：

1 横通道断面尺寸是结合了避车洞及防护门的尺寸后确定的内轮廓尺寸（拱形结构）。

3 防护门通行净宽度按照 2 倍于人行道宽度确定，即 $2 \times 0.75 = 1.5$ m，采用单扇单门。通行净高与《地铁设计规范》

(GB 50157—2003)、国际铁路联盟 (UIC) 规程 779-9/R 《铁路隧道安全》(2003 版)、关于与跨欧洲普通铁路和高速铁路系统“铁路隧道安全”相关的互通技术规范 (TSIs 2008/163/EC) 规定的安全门的最小高度 2.0 m 保持一致。

4.1.3 作为救援疏散使用的平行导坑内轮廓尺寸确定因素如下：

(1) 宽度：按照《公路工程技术标准》(JTGB 01—2003) 最小车道宽度 3.0 m + 人行道宽度 0.75 m + 单侧侧向宽度 0.25 m，总计 4.0 m。

(2) 高度：按一般社会车辆（含消防车）的最大高度为 4.0 m，同时考虑了拱形结构特点，总高度采用 5.0 m。

4.2.1 紧急出口设置说明如下：

1 竖井式紧急出口高度采用了国际铁路联盟 (UIC) 规程 779-9/R 《铁路隧道安全》(2003 版) 建议的标准，即 30 m。楼梯宽度则采用了《地铁设计规范》(GB 50157—2003) 规定乘客使用的人行楼梯单向通行不小于 1.8 m。

2 斜井式紧急出口长度、坡度标准采用了《铁路隧道防灾救援有关技术标准的研究》成果。

3 根据《铁路运输安全保护条例》规定，铁路隧道上方中心线两侧各 1 000 m 范围内，禁止从事采矿、采石及爆破作业，因此横洞式紧急出口按 1 000 m 控制。

4 紧急出口防护门与横通道防护门一致。

5 紧急出口断面尺寸采用了《铁路隧道防灾救援有关技术标准的研究》成果。即宽度不小于 3.0 m，高度不小于 2.2 m，为有效净空。

4.3.1 对避难所设计的要求说明如下：

1 设置避难所的坑道断面尺寸同平行导坑。

2 设置避难所的防护门的通行尺寸同紧急出口。

3 《人民防空地下室设计规范》(GB 50038—94) 规定，人员掩蔽工程的面积为 1 人/ m²，《建筑防火工程》中对超高层建

筑避难层的基本要求为 $5 \text{ 人}/\text{m}^2$ 。聚集疏散者的密度决定水平运动的速度,当人员密度为 $1.5 \sim 2 \text{ 人}/\text{m}^2$ 时,人员的行动受约束,但可以被疏散人员所接受,而一旦达到 $5 \text{ 人}/\text{m}^2$ 时,疏散速度可能降为 0。因此,研究认为,人员等待的空间按照 $0.5 \text{ m}^2/\text{人}$ 考虑。

4 避难所待避空间坑道纵坡要求较平缓,其余地段满足一定逃生条件即可。

4.4.2 瑞士圣哥达隧道的紧急救援站纵向长度为 516 m ;日本青函隧道“定点”长度约 480 m ;我国乌鞘岭隧道的“定点”长度为 500 m ,太行山隧道“紧急救援站”的长度为 550 m 。

救援站长度根据列车长度或动车组长度以及停车偏差考虑,SS9 单机牵引 $L = 26.6 \times 20 + 22 = 554 \text{ m}$,动车组的最大长度为 420 m 。SS9 单机牵引 20 辆车是我国铁路旅客列车编组的最大长度。

因此,有普通客车运行的线路上“紧急救援站”的纵向长度采用旅客列车编组长度加一定富余量,一般为 $550 \sim 600 \text{ m}$,如果仅是运行动车组的客运专线隧道,“紧急救援站”的长度采用 $450 \sim 500 \text{ m}$ 。

4.4.3 紧急救援站站台宽度、高度确定考虑如下:

(1) 站台宽度

根据《铁路隧道防灾救援有关技术标准的研究》成果确定。具体如下:

“紧急救援站”的站台宽度,依据的标准是人员从列车上疏散到地面上,同时纵向能够疏散。

《建筑防火工程》中建议,一个人所占据 $450 \text{ mm} \times 610 \text{ mm}$ (体厚 \times 体宽)。

《建筑防火工程》中根据人数计算通道宽度的方式,其中 1 个通过单位为 0.6 m 。

设想横通道间距为 60 m ,按照一节车的长度为 26 m 计算,

则 60 m 通道间的人数最大的通量为 5 个车门下降的人数,相当于 2.5 节车的人数 300 人(按 1 节车 120 人考虑),同一方向的最大人员通量为 3 个车门下降的人数,为 180 人。

据此计算的通道为 $180/100 + 1 = 2.8$ 个通过单位。

通道宽度为 $W = 2.8 \times 0.6 = 1.68 \text{ m}$,取 1.70 m 。

考虑人员下车占用空间 0.6 m 。

则站台宽度为 $1.7 + 0.6 = 2.3 \text{ m}$ 。

(2) 站台高度

根据《特长隧道防灾救援、安全疏散及通风技术研究》成果,火灾事故列车停在“紧急救援站”后的疏散时间为 6 min ,人员下车落脚点与车门最低踏步的高差应不大于一个台阶高度。

站台具体高度由设计根据具体线路运输特点确定。站台面高于轨面一定高度才能满足快速疏散要求,经过研究,当站台面高于轨面 30 cm 时,即可满足普通客车、CRH1、CRH5 等带车门台阶的列车疏散人员的快速疏散要求。当站台面高于轨面 950 mm 时,CRH2、CRH3 动车组人员可方便疏散。

4.4.4 紧急救援站内的疏散横通道的间距确定考虑以下因素:

(1) 横通道间距初定

人在火场内的危险来临时间是决定横通道间距的关键。

根据《建筑防火工程》,人在火场内的危险来临时间

$$T_{\text{crit}} = \min \{t_1, t_2, t_3, t_4, t_5\}$$

式中 t_1 ——人员不能承受辐射热情况的来临时间;

t_2 ——火场空气温度忍受极限时间;

t_3 ——烟中有害气体浓度达到威胁人员安全的来临时间;

t_4 ——能见度影响到人员步行速度的来临时间;

t_5 ——物体破碎等危及人生安全的来临时间。

上述因素相互之间互有关联,完全进行参数化确定是有困难的,因此,研究认为,对其中的非控制参数进行排除,取其中的控制因素进行疏散设计。

热辐射取值非常困难,因为列车条件各不相同,燃烧情况也很难预测,从理论上讲,发生火灾的可能是某个车厢内,隧道内受车厢向外的热辐射程度可能较低,因此按不控制因素考虑。

火场气温与热辐射关联,同时也受到烟囱效应及通风的影响,因为列车长度较长,在列车上疏散后,人员离火场有一定的距离,因此也按不控制因素考虑。

有害气体对人员危害极大,其中的一氧化碳、二氧化碳以及其他有害气体达到一定的浓度,在短时间内可能导致人死亡,但隧道有一定净空高度,同时也受烟囱效应的影响,有害气体的浓度很不固定,因此也按非控制因素考虑。另一方面,只要人员能够行走,有害气体在短时间一般不会影响人员的行为能力,公路防灾救援研究专家也指出“只要保证隧道中最小的能见度,就能够保证有害气体浓度在人员能够逃生的限度之内”。

因此,隧道内发生火灾后人在火场内的危险来临时间按照能见度影响人的步行速度确定。

由于烟气的减光作用,人员在有烟场合下的能见度必然有所下降,而这对火灾中的人员安全造成严重影响。随着减光度的增大,人的行走速度减慢,在刺激性烟气的环境下,行走速度减慢得更厉害。当减光度大于0.5~1 m时,人的行走速度降至约0.3 m/s,相当于蒙上眼睛的行走速度。

从设置“紧急救援站”的距离来看,从一个逃生出口到另一个逃生口的距离在20 km左右,列车行走的时间在15 min左右,在此期间,发生火灾的车厢将被隔断,空调系统切断,也就是说,在“紧急救援站”停车时,不会达到烟雾弥漫到不能睁开眼睛的地步,因此,实际疏散速度需大于0.3 m/s。

《建筑防火工程》“用于疏散预测计算的步行速度的典型数值表”,其中人员密度大,人员不固定的剧场内向上疏散的步行速度为0.45 m/s。

研究考虑在疏散段内人员的疏散速度约为0.4 m/s。

按6 min计算停车后的疏散时间(或危险来临时间),考虑人员全部从车内疏散到隧道内时间为4 min,则最后一个人离开发生火灾现场到达横通道内的时间则只有2 min。

则最长的疏散距离为 $L=2 \times 60 \times 0.4=48$ m,则横通道的距离为96 m。

(2)按通行速度反推确定横通道间距

人员通行流量

$$F = vDW$$

式中 v ——人员行走速度;

D ——人流密度,按全列车人全部在通道内计算,则为2.65人/m²计算;

W ——通道宽度,按1.7 m计算。

人员通行量按3个车门下降人员同时到达紧急出口确定, $F=180/120=1.5$ 人/s。

则人的疏散速度 $v=1.5/(2.65 \times 1.7)=0.33$ m/s。

则最长的疏散距离为 $L=2 \times 60 \times 0.33=39.6$ m。

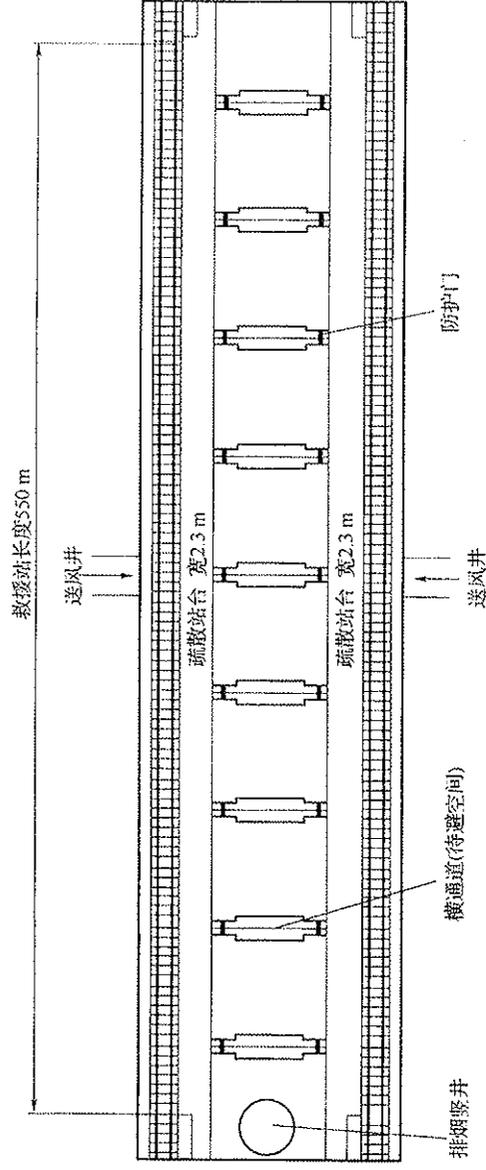
则横通道间距为79.2 m。

根据以上计算,综合考虑隧道内发生火灾后的错综复杂的环境因素,确定横通道的间距为60 m。见说明图4.4.4—1、说明图4.4.4—2。

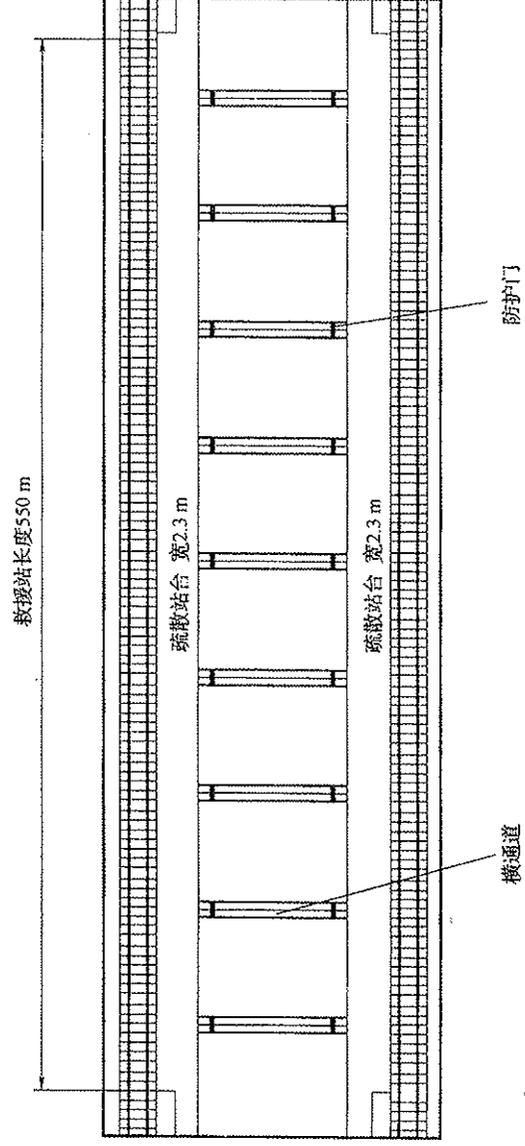
4.4.5 紧急救援站横通道断面尺寸是结合了防护门的尺寸后确定的内轮廓尺寸(拱形结构)。

4.4.6 《建筑防火工程》规定:所有的门被开启时,均不应减小通道的有效宽度。根据《铁路隧道防灾救援有关技术标准的研究》成果,横通道门通行宽度应为纵向通道宽度的2倍,即3.4 m,为总宽度。由于1个单扇单门承受列车风压的面积大,容易受损,设计中可采用2个单扇门,亦即2个门孔,均为单扇门。

横通道门的通行净高与一般地段横通道一致,即2.0 m。



说明图 4.4.4—1 紧急救援站(设待避空间)设计示意图



说明图 4.4.4—2 紧急救援站(不设待避空间)设计示意图

5.2.3 防灾通风系统具有组织背着乘客疏散方向排烟,迎着乘客疏散方向送风的功能,可形成推挽式气流组织形式,保证乘客有一定的新风,保证疏散人员安全。

5.3.1~5.3.3 紧急出口为不完全封闭式,且仅为发生火灾时,疏散人员由隧道通往隧道外的通道,采用机械加压送风阻止烟气入侵。紧急避难所和救援站均有人员待避空间,当发生火灾时,为了阻止烟气入侵,对避难所和救援站设置机械加压送风设施,不但可以保证避难所和救援站内有一定的正压值,而且也是为避难人员的呼吸需要提供新鲜空气。

紧急救援站模型试验显示,当横通道附近发生火灾时,为确保火灾时的安全,横通道内的乘客疏散方向的迎面风速需在 1.5 m/s 以上。规范规定考虑了一定的安全储备,对紧急救援站横通道、紧急出口、避难所防护门处最小风速按照 2 m/s 控制。

新风量是参考我国人民防空地下室设计规范,人员掩蔽室通风量按照 $6\sim 7\text{ m}^3/(\text{人}\cdot\text{h})$,考虑避难所、紧急救援站为事故发生后的避难场所,设计标准有所提高,按照 $10\text{ m}^3/(\text{人}\cdot\text{h})$ 核算。

一般情况下,在双洞长隧道的设计当中,均考虑设置横通道连通两条隧道,当考虑任意一点火灾时,乘客沿着横通道由事故隧道进入安全隧道时,要保证横通道内为正压,抑止烟气进入横通道,危害疏散乘客的身体健康。

5.4.2 此处参照了《地铁设计规范》(GB 50157—2003)与《公路隧道通风照明设计规范》(JTJ 026.1—1999)。《地铁设计规范》中规定,“区间隧道排烟风机及烟气流经的辅助设备如风阀及消声器等,应保证在 $150\text{ }^\circ\text{C}$ 时能连续有效工作 1 h ;地下车站站厅、站台和设备及管理用房排烟风机及烟气流经的辅助设备如风阀及消声器等,应保证在 $250\text{ }^\circ\text{C}$ 能连续有效工作 1 h ”。《公路隧道通风照明设计规范》中规定,“当隧道内发生火灾时,在环境温度 $250\text{ }^\circ\text{C}$ 情况下射流风机应能正常可靠运转 60 min ”,此处,取

$250\text{ }^\circ\text{C}$ 的烟气中正常工作不少于 1 h 。

6.3.1 应急照明由疏散照明、疏散指示灯组成。疏散照明是为人员在非常情况下的疏散提供基本通行照度,用于保证疏散通道被有效地辨认和使用,一般在满足照度要求的前提下均匀布置;疏散指示灯用于指引疏散方向、标示出口或避难口的位置。

“疏散和救援路线”是指设计的所有疏散、救援路线,无论其位于专用的通道还是隧道正洞、横通道、斜井等。

6.3.3 本条款所述的一级负荷,只是与防灾救援密切相关部分。

双重电源是指一个负荷的电源是由两个电路提供的,这两个电路就安全供电而言被认为是互相独立的。外部电源、发电机、蓄电池之间,均可认为是相互独立的电源;不同的独立外部电源、不同的发电机、不同的蓄电池也可认为是相互独立的电源。上述任意两项独立电源的组合都可构成双重电源。

铁路隧道防灾救援疏散工程设计规范



15 1133708

定 价：9.00 元