

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB 5XXXX – 20XX

公路隧道消防技术标准

Technical Standard for Fire Protection of Road Tunnel

(征求意见稿)

20XX–XX–XX 发布

20XX – XX – XX 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部
国家市场监督管理总局

联合发布

前 言

根据住房和城乡建设部《关于印发〈2009年工程建设标准规范制订、修订计划〉的通知》（建标[2009]88号）的要求，规范编制组经广泛调查研究，总结实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，编制了本标准。

本标准的制定，遵照“预防为主、防消结合”的消防工作方针，在总结我国公路隧道消防的科技成果、设计、施工、验收和使用现状的基础上，广泛征求了有关科研、设计、生产、施工、消防监督及高等院校等单位的意见，同时借鉴、吸收了国内外相关标准最新成果，经有关部门共同审查。

本标准的主要技术内容是：1 总则；2 术语；3 隧道防火等级与消防设施设置标准；4 隧道防火；5 防烟排烟；6 消防给水及灭火设施；7 消防电气；8 施工及验收；9消防安全管理。

本标准中以黑体字标志的第4.2.1、5.2.1、6.2.2、6.2.3、7.2.2条为强制性条文，必须严格执行。

本标准由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释，由应急管理部消防救援局负责日常管理工作，由应急管理部四川消防研究所负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送应急管理部四川消防研究所（地址：四川省成都市金牛区金科南路69号，邮编610036）。

本标准主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人：

主编单位：应急管理部四川消防研究所

参编单位：云南省消防救援总队等

主要起草人：

主要审查人：

目 次

1 总 则.....	1
2 术 语.....	2
3 隧道防火等级与消防设施设置标准.....	5
4 隧道防火.....	7
4.1 一般规定.....	7
4.2 防火保护.....	8
4.3 安全疏散.....	9
5 防烟排烟.....	13
5.1 一般规定.....	13
5.2 机械防烟.....	13
5.3 机械排烟.....	14
5.4 排烟风机.....	16
5.5 其他防烟排烟设施.....	17
5.6 防烟系统控制.....	18
5.7 排烟系统控制.....	19
6 消防给水及灭火设施.....	22
6.1 消防给水.....	22
6.2 灭火设施.....	23
7 消防电气.....	28
7.1 供配电与线缆.....	28
7.2 火灾自动报警系统.....	29
7.3 消防应急照明与疏散指示标志.....	31
7.4 消防应急广播与消防电话.....	32
7.5 隧道消防控制室与消防联动控制.....	33
8 施工及验收.....	35
8.1 一般规定.....	35
8.2 防火保护施工及验收.....	35
8.3 消防设施施工及验收.....	36
9 消防安全管理.....	38
9.1 一般规定.....	38
9.2 消防设施维护管理.....	39
9.3 火灾应急处置.....	40
附录 A 排烟风机动力设计计算.....	42
附录 B 防排烟系统热烟试验记录.....	49
附录 C 隧道火灾自动报警系统模拟火灾试验方法和要求.....	50
附录 D 火灾自动报警系统调试报告.....	51

本标准用词说明..... 60
引用标准名录..... 61
附：条文说明..... 62

征求意见稿

Contents

1	General.....	1
2	Terms.....	2
3	Fire grading and basic provisions	5
4	Fire protection of tunnel	7
4.1	General layout	7
4.2	Fire protection.....	8
4.3	Safety evacuation	9
5	Ventilation, smoke exhaust and prevent.....	13
5.1	General provisions	13
5.2	Mechanical smoke proof.....	13
5.3	Smoke exhaust.....	14
5.4	Smoke exhaust fan.....	16
5.5	Other smoke prevention and extraction facilities.....	17
5.6	Control of smoke prevention system.....	18
5.7	Control of smoke exhaust system.....	19
6	Fire water supply and fire fighting facilities	22
6.1	General provisions	22
6.2	Fire fighting facilities	23
7	Fire Alarm and monitoring system.....	28
7.1	Electricity supply and cables.....	28
7.2	Automatic fire alarm	29
7.3	Lighting and evacuation signs.....	31
7.4	Fire emergency broadcast and phone.....	32
7.5	Fire control room and linkage control system.....	33
8	Construction and acceptance	35
8.1	General provisions	35
8.2	Construction and acceptance of fireproof system.....	35
8.3	Construction and acceptance of fire protection facilities.....	36
9	Fire Safety management	38
9.1	General provisions.....	38
9.2	Fire emergency facilities Maintenance and Management	39

9.3 Fire and emergency management.....	40
Appendix A Dynamic design calculation for exhaust fan.....	42
Appendix B Record of hot smoke test for smoke control and exhaust system...	49
Appendix C Simulated fire test methods and requirements for tunnel automatic fire alarm system.....	50
Appendix D Debugging report for automatic fire alarm system.....	51
Explanation of wording in this code	60
List of quoted standards.....	61
Addition: Explanation of provisions.....	62

征求意见稿 见稿

1 总 则

1.0.1 为预防公路隧道火灾，减少公路隧道火灾危害，保护人身和财产安全，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于新建、扩建和改建的除城市隧道以外的高速、一级公路隧道及水下隧道工程的防火设计、施工、验收和维护管理。其他等级公路隧道也可参照执行。

1.0.3 公路隧道的防火应立足于自防自救，其防火设计、施工验收和维护管理应结合工程特点，采用相应的防火措施，做到安全适用、经济合理、技术先进、质量可靠。并积极而慎重地采用新理论、新技术、新材料、新装备在隧道行业中的应用。

1.0.4 公路隧道的防火设计、施工、验收及维护管理，除应执行本标准的规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

1.0.5 长度大于 20km 以上的隧道，除应符合本标准的要求外，尚应结合实际情况对其防火设计开展专题研究、论证。

2 术 语

2.0.1 公路隧道 road tunnel

公路沿线设置的供机动车通行的隧道，一般分为机动车专用、机动车与行人混用的隧道。除另有规定外，以下简称“隧道”。供机动车及非机动车和行人通行的地下通道，一般分为汽车专用隧道和汽车、非机动车与行人共同通行的隧道。

2.0.2 水下隧道 underwater tunnel

下穿河流、湖泊、海湾或海峡等水域的公路隧道。

2.0.3 分层隧道 layered tunnel

在隧道单洞内有多层空间供机动车、非机动车和行人通行的隧道。

2.0.4 单洞单向交通隧道 oneway traffic tunnel

单洞内只有一个机动车交通流向的隧道。

2.0.5 单洞双向交通隧道 bi-directional traffic tunnel

单洞内有两个相反方向的机动车交通流向的隧道。

2.0.6 隧道附属用房 ancillary facility room

为保障隧道正常运营而设置的管理用房和设备用房。

2.0.7 人行横通道 transverse channel for pedestrian

相邻隧道或洞室之间横向设置的供人员疏散的通道。

2.0.8 车行横通道 transverse channel for vehicle

相邻隧道或洞室之间横向设置的主要供消防救援车辆通行的通道。

2.0.9 专用疏散通道 speical evacuation alleyway

仅在火灾时用于人员从起火隧道疏散到隧道外或其他安全区域、具有防火防烟功能的独立通道。

2.0.10 纵向排烟 longitudinal smoke-exhaust

通过射流装置送风使火灾烟气沿隧道行车空间纵深方向流动的排烟

方式。

2.0.11 临界风速 critical velocity

能够使火灾烟气沿隧道行车空间纵轴线方向单向流动的最小风速。

2.0.12 全横向排烟 transverse smoke-exhaust

通过沿隧道行车空间纵深方向设置的两组风道分别送风和排烟，使火灾烟气垂直于隧道车行方向流动的排烟方式。

2.0.13 半横向排烟 semi-transverse smoke-exhaust

沿隧道行车空间纵轴线方向送风，使火灾烟气沿垂直于隧道行车空间纵轴线方向排出，或沿垂直于隧道行车空间纵轴线方向送风、使火灾烟气沿隧道行车空间纵轴线方向排出的排烟方式。

2.0.14 重点排烟 emphasis smoke-exhaust

从火源附近将烟气快速有效地排出行车道空间，并从两端洞口自然补风的排烟方式。

2.0.15 组合排烟 combined smoke-exhaust

同一隧道内利用竖（斜）井、通风井、排烟道、风机等，将纵向排烟、半横向排烟或全横向排烟等 2 种及 2 种以上排烟方式组合而成的排烟方式。纵向分段排烟为常见组合式。

2.0.16 诱导风速 induced velocity

隧道采用纵向及其组合式机械排烟时，利用射流风机沿隧道行车空间纵轴线方向提供的气流流速。

2.0.17 灭火分区 fire extinguishing partition

隧道设置自动灭火系统时，由一套分区控制阀组控制的所有喷头发挥作用的区域。

2.0.18 排烟分区 smoke extraction zone

隧道行车空间通过机械排烟方式所形成的使起火隧道烟气在受限范

围内排出的特定空间区域。

2.0.19 防烟分区 smoke-proof zone

隧道专用疏散通道、横通道、地下附属用房等场所通过机械加压送风方式所形成的防止起火隧道烟气侵入的特定空间区域。

征求意见稿

3 隧道防火等级与消防设施设置标准

3.0.1 隧道应根据隧道长度和单洞设计年平均日交通量，按图 3.0.1 划分为 A⁺、A、B、C、D 五个防火等级。

隧道单洞设计年平均日交通量应按远期设计年平均日交通量取值。

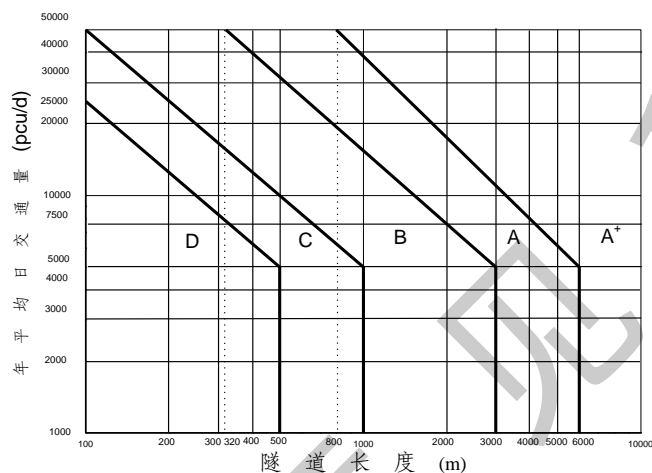


图 3.0.1-1 隧道单洞双车道隧道防火等级分级图

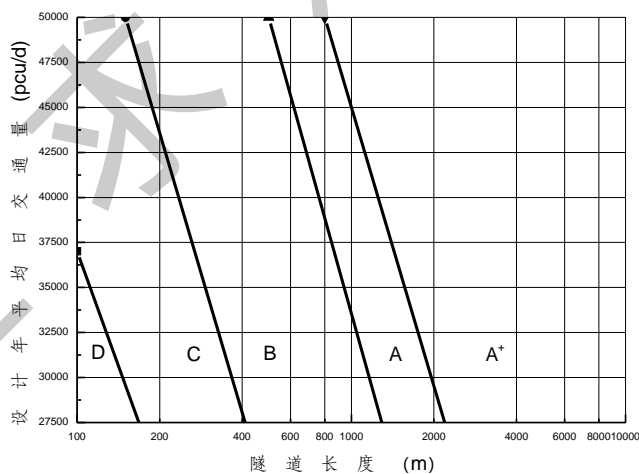


图 3.0.1-2 隧道单洞三车道及以上隧道防火等级分级图

3.0.2 隧道消防设施应根据隧道类别和隧道防火等级，按表 3.0.2 的标准设置。当隧道内设置有消防电子电器设备采用外壳防护时，其防护等级不应低于 IP65。

表 3.0.2 隧道内消防设施的设置

消防设施		防火等级	隧道类别	A ⁺ 级	A级	B级	C级	D级	备注
火灾报警设备	火灾探测器	水下隧道		●	●	●	▲		1.封闭段长度≤500m的水下隧道、≤1000m的山岭隧道可不设置。 2.设有机械排烟设施和自动灭火系统的隧道应设置。
		高速公路隧道		●	●	▲			
		一级公路隧道		●	●	▲			
	手动报警按钮	水下隧道		●	●	●	▲		封闭段长度≤500m的水下隧道、≤1000m的山岭隧道可不设置。但如果设置有火灾探测器则相应应设置。
		高速公路隧道		●	●	▲			
		一级公路隧道		●	●	▲			
	消防电话	水下隧道		●	●	●	▲		设置火灾自动报警系统的隧道应设置消防电话，可与隧道紧急电话兼用。
		高速公路隧道		●	●	▲			
		一级公路隧道		●	●	▲			
	消防应急广播	水下隧道		●	●	●	▲		设置火灾自动报警系统的隧道应设置消防应急广播，可与隧道扩音广播兼用。
		高速公路隧道		●	●	▲			
		一级公路隧道		●	●	▲			
火灾警报器	水下隧道		●	●	●	▲		设置有火灾探测器的隧道入口及隧道外应设置声光警报装置，隧道内应设置红光闪烁的光警报装置。	
	高速公路隧道		●	●	▲				
	一级公路隧道		●	●	▲				
灭火设施	灭火器	各类隧道		●	●	●	●	▲	
	室内消火栓	水下隧道		●	●	●	●	▲	长度≤500m的隧道可不设置。
		高速公路隧道		●	●	▲			长度≤1000m的隧道可不设置。
		一级公路隧道		●	●	▲			
	泡沫消火栓箱	水下隧道		●	●	●	●	▲	长度≤500m的隧道可不设置。
		高速公路隧道		●	●	▲			长度≤1000m的隧道可不设置。
		一级公路隧道		●	▲				
	水泵接合器	水下隧道		●	●	●	●	▲	长度≤500m的隧道可不设置。
		高速公路隧道		●	●	▲			长度≤750m的隧道可不设置。
		一级公路隧道		●	●	▲			
泡沫—水喷雾灭火系统	水下隧道		●	●	●	▲		长度≤1000m的隧道可不设置。	
防排烟设施	机械排烟设施	水下隧道		●	●	●	▲		长度≤500m的隧道可不设置。
		高速公路隧道		●	●	●	▲		长度≤1000m的隧道可不设置。
		一级公路隧道		●	●	●	▲		
应急照明及疏散标志	消防应急照明	水下隧道		●	●	●	▲		长度>500m的隧道应设置。
		高速公路隧道		●	●	●	▲		
		一级公路隧道		●	●	▲	▲		
	疏散指示标志	各类隧道		●	●	●	▲		1.长度≥500m的隧道应设置。 2.隧道内及横通道、专用疏散通道等疏散通道应设置。

注：●表示应设置，▲表示宜设置，空格表示可不设置。

4 隧道防火

4.1 一般规定

4.1.1 隧道管理所（站）、消防控制室或隧道监控室、消防水泵房等附属用房宜设置在隧道外，其防火设计应符合国家现行工程建设标准的要求。

4.1.2 确需设置在隧道内的隧道附属用房，应符合下列规定：

- 1** 耐火等级应为一级。
- 2** 附属用房应单独划分防火分区，每个防火分区的最大允许建筑面积不应大于 1500m^2 ，每个防火分区的安全出口数量不应少于 2 个。
- 3** 建筑面积不大于 200m^2 且无人值守的设备用房可设置 1 个安全出口。
- 4** 隧道内的附属用房之间及与疏散通道、横通道之间，应采用耐火极限不低于 2.00h 的防火隔墙分隔；附属用房疏散通道的隔墙和顶板的耐火极限不应低于 1.50h 。
- 5** 有人值守的附属用房应靠近横通道或专用疏散通道设置，其通往横通道或专用疏散通道入口处的门应采用火灾时能自行关闭的甲级防火门。
- 6** 附属用房的建筑装饰材料、保温材料的燃烧性能应为 A 级，控制室地板的燃烧性能不应低于 B_1 级。

4.1.3 为隧道服务的柴油发电机房，除应符合附属用房的设置要求外，尚应符合下列规定：

- 1** 柴油发电机房应采用耐火极限不低于 2.50h 的防火隔墙和 1.50h 楼（顶）板与其它附属用房分隔。
- 2** 当设置储油间时，应独立设置，并应采用耐火极限不低于 3.00h 的防火墙和能自行关闭的甲级防火门与发电机房和其它房间分隔，其储

油量不应超过 1.00m³。

3 设置在隧道内的柴油发电机房，应设置火灾自动报警系统、自动灭火系统和排烟设施。

4.1.4 当设置 10kV 及以上的高压电缆时，应采用耐火极限不低于 2.00h 的防火分隔体与其他区域分隔。

4.1.5 严禁甲、乙、丙类气体、液体输运管线从隧道及其附属用房内穿越。

4.1.6 隧道消防车道的设置应符合下列规定：

1 隧道内车道可兼作为消防车道，车行横通道与消防车道合并实施，消防车道可与紧急停车带合并设计。

2 长度超过 1000m 的双洞单向隧道，应设置双洞间互通的消防车道，其与行车道连接处应能满足消防车转弯的需要。

3 车道的净宽度不应小于 4.0m，净空高度不应小于 4.0m；车道的路基、路面以及地下的管道、暗沟等应能承受大型消防车满载时的轮压。

4 供消防车取水的天然水源和消防水池应设置消防车道，消防车道边缘距离取水点不宜大于 2m；消防车道不宜与公路正线平交，如必须平交，应设置备用车道，且消防车道与其备用车道的间距不应小于 12 m。

4.2 防火保护

4.2.1 隧道防火等级为 C 级及以上水下隧道的承重结构体的耐火极限不应低于表 4.2.1 的要求。

表 4.2.1 C 级及以上水下隧道的承重结构体耐火极限要求

隧道防火等级	A ⁺ 级	A 级	B 级	C 级
采用标准升温曲线类型	RABT	RABT	RABT	HC
耐火极限	升温 2.00h, 降温 1.83h	升温 1.50h, 降温 1.83h	升温 1.50h, 降温 1.83h	2.00h

4.2.2 隧道内人行横通道进出口处应设置常闭式防火门，并应符合下列规定：

- 1 隧道人行横通道两端应分别设置甲级防火门。
- 2 防火门应为向横通道内开启的平开式。
- 3 防火门应具有自行关闭的功能，并应能在其内外两侧手动开启。

双扇防火门应具有按顺序自行关闭的功能。

- 4 防火门关闭后应具有防烟性能。

4.2.3 隧道车行横通道、地下机房运输通道等部位宜采用防火卷帘进行防火分隔，并应符合下列规定：

- 1 隧道车行横通道两端的防火卷帘耐火极限不应低于 3.00h 。
- 2 防火卷帘应具有防烟性能，与车行横通道、地下机房运输通道等部位的拱顶、顶板、侧壁（墙）等之间的空隙应采用防火封堵材料封堵。
- 3 防火卷帘应具有现场手动控制功能，平时应处于关闭状态。
- 4 防火卷帘应能在消防控制室内的消防联动控制器上手动控制防火卷帘的升降。

4.2.4 电缆沟跨越防火分区时，应采用耐火极限不低于 3.00h 的防火分隔、封堵措施。

4.2.5 隧道内建筑材料的燃烧性能应符合下列要求：

- 1 隧道及其横通道、专用疏散通道等的建筑内部装修材料、保温材料燃烧性能应为 A 级，排烟管道、支架、桥架、线槽、嵌缝材料燃烧性能应不低于 B₁ 级。

- 2 隧道内路面上的沥青，宜进行阻燃处理。

4.3 安全疏散

4.3.1 除隧道出入口外，应根据隧道的建筑、交通、环境等特点设置不同的供人员、车辆疏散和救援的人行横通道、车行横通道、专用疏散通

道、竖（斜）井、纵向管廊或直接通向地面的通道等，并应符合下列规定：

1 隧道长度大于 600m 的单向隧道，可在伴行隧洞之间设置互为人员安全疏散的人行横通道，以及供救援车辆通行的车行横通道。

2 防火等级为 A 级以上水下隧道宜设置专用疏散通道进行人员疏散，并设置相应车道以供救援车辆通行。

3 盾构隧道可利用隧道路面以下的纵向管廊作为人员安全疏散通道，并设置相应车道以供救援车辆通行。

4 分层隧道可利用上、下层隧道互为安全疏散通道，并设置相应转换车道以供救援车辆通行。

5 长度超过 1000m 的隧道，如不能设置以上疏散通道，则需采取其他经论证可行的措施保证人员安全。

6 隧道内的设施不应影响人员和车辆的安全疏散。

7 隧道内的检修道、人行道应兼作火灾时隧道行车空间的人员疏散通道。检修道上不得设置妨碍人员疏散的障碍物或设施设备。

4.3.2 人行横通道设置应符合下列规定：

1 人行横通道的间距宜为 250m~350m。

2 人行横通道的净高度和净宽度应分别不小于 2.1m 和 1.2 m。

3 坡度大于 20% 的人行横通道应设置踏步，且应在横通道边墙两侧设置扶手，扶手高度宜为 0.9 m。

4.3.3 车行横通道的设置应符合下列规定：

1 水下隧道车行横通道间距不应大于 1500m，山岭隧道车行横通道间距不应大于 1000m。

2 车行横通道的高度和宽度应不小于 4.0m，坡度不宜大于 5%，最大纵坡不应大于 10%。

4.3.4 专用疏散通道的设置应符合下列规定：

- 1 宜与隧道并行。
- 2 应设置不少于 2 个、不同疏散方向的安全出口。
- 3 隧道与专用疏散通道之间应设置连接通道，连接通道与隧道之间应采用甲级防火门等分隔，连接通道的设置间距不宜大于 300m。
- 4 专用疏散通道及其连接通道的净宽度不应小于 1.2 m，净空高度不应小于 2.1 m。
- 5 通道的坡度大于 20%时，应设置踏步，且两侧应设置 0.9m 高的扶手。

4.3.5 利用盾构隧道路面以下的纵向管廊安全疏散通道时，其设置应符合下列规定：

- 1 路面下纵向管廊应在不同疏散方向上设置不少于 2 个直通隧道外的安全出口。
- 2 通往纵向管廊的入口启闭设施的耐火极限不应低于 1.00 h，设置间距应能满足安全逃生需要。
- 3 隧道与纵向管廊之间的连接通道内应设置楼梯、滑梯或采取其他保证安全疏散的措施。当设置楼梯、滑梯时，其宽度不应小于 0.9 m，其边缘处应设置 0.9 m 高的扶手。
- 4 连接通道入口设置在地面上时，严禁设置在行车道上。入口处应设置能承受行车荷载的常闭式防烟盖板，盖板耐火极限不应低于 1.00 h，并应采取防止可燃液体流入的措施。盖板应能从内外手动开启，并具有自动关闭功能。

4.3.6 分层隧道可利用上、下层隧道互为安全疏散通道，并应符合下列规定：

- 1 上、下层隧道应采用防烟楼梯间连通，防烟楼梯间前室与隧道之

间应采用耐火极限不低于 2.00h 的防火隔墙分隔。

2 上、下层隧道内应设置楼梯或采取其他保证安全疏散的措施。当设置楼梯时，其宽度不应小于 0.9 m，其边缘处应设置 0.9 m 高的扶手。

3 通往防烟楼梯间及其前室的门均采用甲级防火门，并应符合第 4.2.2 条的规定。

4 防烟楼梯间的出入口启闭设施可采用常闭式防烟盖板、常闭式甲级防火门等装置，且不应设置在隧道人行通道和车行通道界限内。防烟盖板的设计还应符合本标准第 4.3.5 条的规定。

征求意见稿 见稿

5 防烟排烟

5.1 一般规定

5.1.1 隧道内设置防排烟设施应综合考虑火灾危险性、隧道长度、隧道结构及断面、平曲线半径、纵坡、交通量、交通组成、交通条件和人员逃生条件等因素，确定隧道防烟排烟方式及运行模式。

5.1.2 隧道机械防排烟系统的设置应遵循下列原则：

1 隧道机械排烟系统宜按照隧道全线同一时间内发生 1 次火灾进行设计。

2 隧道机械防烟系统应能控制起火隧道烟气不侵入相邻隧道、横通道、专用疏散通道等安全疏散通道。

3 有人值守的隧道地下附属用房应设置机械排烟系统和补风系统。

4 隧道机械防排烟系统与隧道通风系统合用时，通风系统应具备在火灾时快速转换的功能，并应符合机械防排烟系统的要求。

5 采用自然排烟时，应错位布置上、下行隧道开设的自然排烟口或上、下行隧道的洞口，防止非着火隧道汽车行驶形成的活塞风将邻近隧道排出的烟气“倒吸”入非着火隧道。

5.2 机械防烟

5.2.1 发生火灾时，应启动机械防烟系统，以阻止起火隧道烟气侵入隧道专用疏散通道、地下附属用房、相邻未着火隧道等场所。隧道的下列部位应设置机械防烟系统：

1 隧道专用疏散通道。

2 有人值守的隧道内的附属用房。

3 防火等级为 A+级隧道的车行通道、人行通道等连接通道。

5.2.2 隧道内设置的横通道，其通道门应具有防烟功能。

5.2.3 隧道专用疏散通道内的机械加压送风余压值宜为 50Pa；连接通道内的机械加压送风余压值不应小于 30Pa；机械加压送风量应按其入口门洞风速不小于 1.2m/s 计算确定。

5.2.4 有人值守的地下附属用房内的机械加压送风余压值宜为 50Pa；连接通道内的送风余压值不应小于 30Pa；机械加压送风量应按地面面积每平方米不小于 30m³/h 计算。

5.2.5 机械加压送风系统的送风方向应与隧道横通道或专用疏散通道纵轴线方向一致，机械加压送风系统送风口应靠近专用疏散通道入口、横通道入口，其风速不宜大于 7.0m/s。

5.2.6 隧道内附属用房的机械加压送风系统应与通风空调系统分别设置；确需合用时，通风空调系统应采取可靠的防火措施，其设置应符合机械加压送风系统的设置要求，并应具备火灾时快速转换功能。

5.3 机械排烟

5.3.1 隧道排烟设计时，应根据隧道的结构、交通、自然、环境等特点以及隧道火灾危险性、机械排烟方式的不同特点，选择与隧道相适应的机械排烟方式。

5.3.2 隧道机械排烟方式的选择应符合下列规定：

1 采用全射流纵向排烟方式的隧道，水下隧道长度不宜超过 3000m，A⁺级单向山岭隧道长度不宜超过 5000 m。

2 水下隧道长度大于 3000m 的水下隧道大于 5000mA⁺级单向交通隧道山岭隧道，宜采用纵向分段排烟、重点排烟或半横向排烟、全横向排烟及组合排烟方式。

3 单洞双向交通隧道，宜采用重点排烟方式。

5.3.3 隧道机械排烟系统应根据隧道火灾规模设计工况下的机械排烟量，经计算确定。隧道火灾规模设计工况应按隧道火灾的最大热释放率确定，

并不应低于表 5.3.3 的规定。

表 5.3.3 隧道火灾最大热释放率取值 (MW)

隧道类别	隧道长度 (L)	高速公路	一级公路
山岭隧道	L>5000m	30	30
	1000m<L≤5000m	20	20
水下隧道	L>3000m	50	50
	500m<L≤3000m	30	30

注：通行危险品运输的隧道、长度超过 10000m 的隧道、阻塞概率较高的隧道的火灾规模设计工况应按照运输物品种类、交通量、隧道长度、通风模式、车辆疏散条件及火灾危险性等因素论证确定。

5.3.4 采用纵向机械排烟的单洞隧道，排烟设计应符合下列规定：

1 在确定隧道内排烟方向和排烟速度时，应结合自然排烟、竖井设置情况等因素进行综合考虑，应尽量缩短烟气在行车道内的行程。

2 排烟量应综合考虑隧道断面临界风速、隧道横断面面积、隧道纵向气流流速等因素，应能迅速组织气流、有效排烟，其排烟风速应根据隧道内的最不利火灾规模确定。隧道断面临界风速不应小于表 5.3.4 的规定。

表 5.3.4 隧道断面的临界风速

火灾热释放率 (MW)	20	30	50
火灾临界风速 (m/s)	2.0	3.0	4.0

3 隧道采用纵向及其组合式机械排烟时，应利用射流风机沿隧道行车空间纵轴线方向提供诱导风速。当起火点处于入口段及中间段时，诱导风速的取值为 1m/s~2m/s，且应综合考虑隧道坡度、排烟阀设置方案等因素的影响，确定具体风速取值；当起火点处于出口段时，诱导风速的取值应与纵向式通风临界风速取值相同。

5.3.5 采用重点排烟、半横向排烟、全横向排烟的隧道，排烟设计应符合下列规定：

1 送风、排烟管道必须采用不燃烧材料制作，设置在隧道拱顶附近

的风道，其底隔板的耐火极限不应低于表 4.2.1 要求。

2 排烟方向和排烟量应综合考虑火灾烟气生成率、隧道横断面面积、隧道气流流速等因素，尽量缩短烟气在行车道内的行程，且不应小于规定时间内的烟气生成率。火灾烟气生成率应按表 5.3.5 确定。

表 5.3.5 隧道火灾烟气生成率

火灾热释放率 (MW)	20	30	50
火灾烟气生成率 (m ³ /s)	50~60	60~80	80~100

3 火灾烟气应通过排烟道、排烟竖井等排出，且通道内的烟气流速不宜大于 15m/s。

4 排烟分区可与隧道通风区段统筹考虑，每个排烟分区的长度不应大于 1000m。每个排烟分区内应设置排烟口，排烟口的纵向间距不宜小于 60m。

5.3.6 采用组合排烟的隧道，应根据隧道长度、交通量、交通状况、排烟量或烟气生成率、通风条件等因素，确定组合排烟方式、划分排烟分区，分区、分段进行排烟设计，并按本标准附录 A 规定的方法进行风机动力与排烟阻力的平衡计算，全程校核排烟效果。

5.4 排烟风机

5.4.1 采用全射流纵向排烟的隧道，每个排烟分区至少应至少设置一组备用风机。

5.4.2 隧道排烟风机的功能除应符合相关标准规定外，还应符合下列规定：

1 排烟风机应符合现行标准的相关规定。

2 排烟风机和烟气流经的风阀、消声器、软接等辅助设备，应能承受设计的隧道火灾烟气排放温度，并应能在 250℃下连续正常运行不小于 1.0h。消音器中使用的吸音材料应为燃烧性能为 A 级的无毒材料。

4 与通风风机合用的排烟风机应能在火灾报警后 60s 内转换为设计

确定的排烟运行状态。

5 双向可逆式排烟风机应能在 90s 内完成全速反向运转。

6 射流排烟风机的电机防护等级不应低于 IP65。

5.4.3 射流风机的设置除应符合相关标准规定外，还应符合下列规定：

1 风机的风量、风压应符合设计要求。

2 电机的启停次数不宜过于频繁，且每台（组）风机应间隔启动，时间间隔应大于 30s。

3 射流风机的安装位置、悬吊高度及风机间的间距必须符合设计要求，且应设置于建筑限界外 100mm~200mm 处。

5.5 其他防烟排烟设施

5.5.1 排烟口的控制除应符合相关标准规定外，还应符合下列规定：

1 排烟口宜设置在顶部或靠近顶部的侧壁上。

2 单独设置的排烟口平时应处于关闭状态，火灾时应能由火灾自动报警系统联动开启排烟区域的排烟阀或排烟口，并应在现场设置手动启闭装置。3 排烟口与排风口合并设置时，应在排风口处设置常开型自动阀门，并应与火灾自动报警系统联动；发生火灾时，着火排烟分区内的阀门仍应处于开启状态，其他排烟分区内的阀门应全部关闭。

4 当任何一个排烟口、排烟阀开启或排风口转换为排烟口时，系统应转换为排烟工作状态，排烟风机应自动转换为排烟工况。

5 每个排烟口的排烟量不应大于最大允许排烟量。

6 排烟口的风速不宜大于 10m/s。

7 排烟口面积及长宽比设计参数可按表 5.5.1 取值。

表 5.5.1 排烟口面积及长宽比

单个排烟口面积 (m ²)	5	6	8	10
排烟口长宽比	1:3~1:5	1:3~1:5	1:2~1:5	1:2~1:5

5.5.2 除附属用房按现行国家标准《建筑防烟排烟系统技术标准》GB 51251 的有关规定设置排烟防火阀外，隧道内排烟管道的下列部位应设置排烟防火阀：

- 1 垂直风管与水平风管交接处的水平风管段上。
- 2 一个排烟系统负担多个防烟、排烟分区的排烟支管上。
- 3 穿越防火分区处。

5.5.3 防火阀、排烟防火阀的设置除应符合相关标准规定外，还应符合下列规定：

- 1 发生火灾时，着火区域内的阀门应自动开启，其他区域内的阀门应全部被关闭。
- 2 防火阀、排烟防火阀安装位置应便于操作。
- 3 防火阀、排烟防火阀的安装方向应正确，易熔件应迎气流方向。

5.5.4 风道及其部件的设置除应符合现行国家标准《建筑防烟排烟系统技术标准》GB 51251 的规定外，尚应符合下列规定：

- 1 排烟管道宜按照现行国家标准《通风管道耐火试验方法》GB 17428 的规定进行耐火试验，且其耐火极限不应低于 1.00h。
- 2 水平风道应设有坡度不小于0.5%排水纵坡。

5.6 防烟系统控制

5.6.1 机械防烟系统应与火灾自动报警系统联动，其联动控制应符合现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116 的有关规定。

5.6.2 防烟系统风机的启动应具备下列功能：

- 1 现场手动启动；
- 2 通过火灾自动报警系统自动启动；
- 3 消防控制室手动启动；
- 4 系统中任一常闭加压送风口开启时，加压风机应能自动启动。

5.6.3 火灾确认后 15s 内应能联动启动隧道机械防烟系统，30s 内应能关闭与排烟无关的通风、空调系统。机械防烟系统还应符合下列规定：

1 发生火灾后，需立即启动隧道防烟系统，以利人员疏散。

2 开启的风机应确保隧道专用疏散通道、横通道、有人值守的地下附属用房等场所形成正压设计值。

3 人员疏散时，起火点纵向气流上风方向侧的防火卷帘开启，下风方向的防火卷帘关闭。

4 当双洞单向交通隧道其中一洞发生火灾需要防烟排烟和救援时，另一洞同时也需启动相应的防烟排烟系统，其气流方向应流向起火隧道。未发生火灾的相邻隧道的风机运行方向和风速，应以能维持隧道专用疏散通道、横通道、有人值守的地下附属用房等场所所需的正压为原则。

5.6.4 机械防烟系统宜设有测压装置及风压调节措施。

5.6.5 消防控制设备应显示防烟系统的送风机、阀门等设施启闭状态。

5.7 排烟系统控制

5.7.1 机械排烟系统应与火灾自动报警系统联动，并应符合现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116 的中联动控制的规定。

5.7.2 排烟风机的控制方式应符合下列规定：

1 现场手动启动；

2 火灾自动报警系统自动启动；

3 消防控制室手动启动；

4 系统中任一排烟防火阀开启时，排烟风机自动启动；

5 当排烟风机前端的烟气温度达到 250℃时，系统中的排烟防火阀应自行关闭，并应连锁关闭排烟风机。

5.7.3 机械排烟系统中的常闭排烟阀或排烟口应具有火灾自动报警系统自动开启、消防控制室手动开启和现场手动开启功能，其开启信号应与

排烟风机联动。

5.7.4 采用纵向机械排烟的单向隧道，机械排烟系统控制应符合下列规定：

1 采用全射流风机时，需首先关闭起火点附近风机，控制纵向排烟速度为 $1\text{ m/s}\sim 2\text{ m/s}$ ，至人员疏散完毕后启动下游风机进行排烟排热，纵向排烟速度不应小于火灾临界风速。

2 纵向排烟方向应与机动车行驶方向相同，且不应随意改变。烟气应就近排入排烟口、排烟竖（斜）井或由隧道洞口排出。

3 采用纵向排烟的隧道，起火点沿隧道排烟方向下风向的防火卷帘或防火门应关闭，以防止烟气流入。

5.7.5 采用重点排烟、半横向排烟、全横向排烟的隧道，排烟控制应符合下列规定：

1 确认火灾发生位置后立即开启火灾点所在区域排烟风机，并开启火灾报警区域相邻的排烟口。

2 应采取措施防止隧道内出现烟气回流。

3 应通过排烟系统控制沿交通方向的纵向气流，烟气蔓延长度不宜大于 300m 。

5.7.6 采用组合式排烟的隧道，排烟控制应符合下列规定：

1 风机开启方式及排烟口开启组合应通过计算进行优化，并应根据起火点位置的不同进行分区域控制。

2 应采用就近原则将隧道内烟气从隧道口、排烟口、竖（斜）井等及时排出。

3 烟气蔓延长度不宜大于 300m 。

5.7.7 当人员疏散完毕或确定需开启防排烟系统后，火灾自动报警系统应在 15s 内联动开启相应防烟分区的全部排烟阀、排烟口、排烟风机。

5.7.8 当火灾确认后，应仅打开着火排烟分区的排烟阀或排烟口，其他分区的排烟阀或排烟口应呈关闭状态。

5.7.9 消防控制设备应显示排烟系统的排烟风机、阀门等设施启闭状态。

征求意见稿

6 消防给水及灭火设施

6.1 消防给水

6.1.1 设有消防给水设施的隧道，在隧道洞口外应就近设置便于消防车取水的室外消火栓等供水设施，消防水源可由市政管网或天然水源供给。

6.1.2 多条共用消防水池的隧道应按照同一时间内发生一次火灾进行设计，消防水池的保护距离不宜大于 10000m。

6.1.3 隧道消防给水系统应独立设置，其消防用水量应按室内、外消防用水量之和计算。室内消防用水量按照需要同时开启的所有灭火设施用水量之和计算。

6.1.4 隧道消防给水管道宜布置成环状。环状管网的进水管不应少于 2 根，当其中一根发生故障时，其余进水管应能保证消防用水量和水压的要求。

6.1.5 山岭隧道消防给水系统宜采用高位消防水池供水；采用临时高压给水系统的隧道，应设置高位消防水箱或增压稳压设施；高位消防水箱的容量不应小于 18m^3 。

严寒、寒冷地区的消防给水及灭火系统（含消防水池）均应采取防冻措施。

6.1.6 市政供水设施、天然水源不能满足隧道消防用水量及水压要求的，应设置消防水池。消防水池的设置除应满足现行国家标准《消防给水和消火栓系统技术规范》GB 50974 的规定外，尚应符合下列要求：

1 消防水池宜设置在隧道外。

2 当消防水池设置在山体上时，其选址和结构设计应考虑地震、雷击、山体滑坡等自然灾害和地质条件的影响，应确保其安全性和稳定性；严禁将消防水池设置在滑坡体和地震断裂带上。

3 消防水池的有效容积不应小于火灾延续时间内隧道内外消防用水量的总和。多条隧道共用消防水池时，消防用水量应按用水量最大的隧道确定，消防供水管道内的供水压力应根据最不利点隧道的设计供水压力确定。

4 消防水池上应设置水位显示装置并应能进行现场水位观测，水位显示控制装置应有接地措施。

5 消防水池的补水时间不宜大于 48h。

6.1.7 取用地表水、地下水等天然水源的消防水池时，应符合下列规定：

1 应对天然水源的可靠性进行调查，确保枯水期不断流，并应设置取水、给水和净化水等设施，确保无枯叶、冰凌等堵塞管道之物。

2 当利用天然水源时，应确保其枯水期的消防用水量，并应设置方便取水的可靠设施。

3 消防水池与取水设施之间的中转水池、水泵设置应满足消防水池补水要求。

4 在寒冷地区应对消防取水设施采取防冻措施。

6.2 灭火设施

6.2.1 设有消防给水的隧道，应设置隧道室外消火栓系统及水泵接合器，并应符合下列规定：

1 隧道室外消火栓与隧道口的距离不宜大于 40m，水泵接合器距室外消火栓的距离不宜小于 15m，并不宜大于 40m。

2 长度大于 3000m 的双向交通隧道、长度大于或等于 5000m 的单向交通隧道，应在隧道内设置室外消火栓，室外消火栓宜设置在车行横通道或紧急停车带内，其双向交通隧道的设置间距不宜超过 1000m，单向交通隧道的设置间距不应超过 1500m。

3 室外消火栓、水泵接合器的数量经计算确定，室外消火栓、水泵

接合器的流量应按 10L/s~15 L/s 计算。

4 室外消火栓、水泵接合器应采用地上式室外消火栓、水泵接合器，寒冷、严寒地区采用地下式消火栓、水泵接合器时，应有明显标志。

6.2.2 隧道的室外消火栓系统设计流量和火灾延续时间不应小于表 6.2.2 的规定。

表 6.2.2 隧道室外消火栓设计流量和火灾延续时间

防火等级	室外消火栓设计流量(L/s)	火灾延续时间(h)
A ⁺ 级、A级	30	3
B级	25	3
C级、D级	20	2

6.2.3 隧道的室内消火栓系统设计流量和火灾延续时间不应小于表 6.2.3 的规定。

表 6.2.3 隧道室内消火栓系统设计流量和火灾延续时间

防火等级	室内消火栓设计流量(L/s)	每支消防水枪最小流量(L/s)	同时使用消防水枪数量(支)	火灾延续时间(h)
A ⁺ 级、A级	20	5	4	3
B级	15	5	3	3
C级、D级	10	5	2	2

6.2.4 隧道的消火栓的设置应符合下列规定：

1 室内消火栓的设置间距不应大于表 6.2.4 的规定。

表 6.2.4 隧道室内消火栓设置间距及位置

隧道类别	单车道隧道	双车道隧道	三车道及以上隧道
室内消火栓单侧设置间距(m)	≤ 50	≤ 50	≤ 40
设置位置	沿隧道行车方向右侧设置	沿隧道行车方向右侧设置	沿隧道行车方向右侧设置

2 消火栓的栓口距检修道地面高度宜为 1.1m。

3 隧道内消火栓应满足 2 支消防水枪的 2 股充实水柱同时到达隧道内任何部位的要求设置。双车道及以下单向交通隧道最不利点消防水枪充实水柱不应小于 10.0m，三车道隧道、双车道及以下双向交通隧道最不利点消防水枪充实水柱不应小于 13.0m。

4 隧道消防管道的最低供水压力不应低于 0.30MPa，当消火栓栓口处出水压力超过 0.5MPa 时，应设置减压设施。

5 仅沿隧道单侧设置室内消火栓，且设计流量应大于或等于 15L/s。

6.2.5 隧道内设置的泡沫消火栓箱，其设计应符合下列规定：

1 设置间距不应大于 50m，且宜与室内消火栓同址设置。

2 应配置带开关的吸气型泡沫枪，其泡沫混合液流量不应小于 30 L/min，射程不应小于 6m。

3 泡沫混合液连续供给时间不应小于 20min，且宜配备水成膜泡沫液。

4 软管长度不应小于 25m。

5 隧道泡沫灭火装置应设置在箱体内，其箱体尺寸、设置高度应与室内消火栓箱协调一致，并应设置明显的反光指示标志。

6.2.6 隧道内应选用 ABC 类灭火器。每个灭火器设置点的灭火器数量不应少于 2 具，且不应多于 5 具；当采用 ABC 干粉灭火器时，宜采用磷酸铵盐干粉充装总量不小于 4kg，且不大于 8kg 的灭火器。

6.2.7 隧道泡沫灭火装置、灭火器设置位置、间距应符合 6.2.4 条的室内消火栓设置位置及间距的规定。单洞三车道公路隧道宜在隧道两侧交错设置灭火器，单洞四车道公路隧道应在隧道两侧交错设置灭火器。灭火器单侧设置间距不应大于 50m。

隧道内同时设有室内消火栓、隧道泡沫灭火装置、灭火器的，其箱体应集中设置在隧道侧壁预留洞室内，各箱体底面应设置在同一水平高

度上。

6.2.8 消火栓箱、灭火器箱的设置应符合下列规定：

- 1 隧道结构施工时，应按照设计箱体尺寸预留安装孔洞。
- 2 箱体安装后，其表面应与隧道侧壁平齐。
- 3 消火栓箱、灭火器箱安装就位后应固定牢靠，四周间隙应采用不燃烧材料填塞密实。
- 4 消火栓箱、灭火器箱设有启闭信号功能的，其信号应传输到消防控制室。
- 5 消火栓上设有压力表的，其量程应为工作压力的 1.5~2.0 倍。

6.2.9 隧道内设置泡沫—水喷雾灭火系统时，其设计应符合下列规定：

- 1 喷雾强度不应小于 $6.5\text{L}/\text{min}\cdot\text{m}^2$ ，最不利点处喷头的工作压力不应小于 0.35MPa ，且喷头的选型和布置应避免喷雾受车辆遮挡的影响。
- 2 泡沫混合液持续喷射时间不应小于 20min，喷雾持续时间不应小于 60min；
- 3 宜按 25m 设置一个灭火分区，且系统的作用面积不宜大于 600m^2 ，发生火灾时灭火分区动作数量不宜少于两个。系统的设计流量应按式 6.2.9 计算。

$$Q_s = K \cdot Q_j \quad (6.2.9)$$

式中： Q_s ——系统的设计流量（L/s）；

K ——安全系数，应取 1.05~1.10，隧道防火等级越高的，宜选用高值；

Q_j ——计算流量（L/s）。

- 4 泡沫-水喷雾灭火系统的响应时间不应大于 45s。
- 5 泡沫-水喷雾灭火系统控制器应具有现场和远程控制方式。远程控制采用自动触发时，宜由来自隧道同一或相邻探测区域的、两个独立

的火灾报警信号，按与逻辑进行触发。

6 泡沫-水喷雾灭火系统控制器现场操作部件，应设置在检修道侧或行车向右侧隧道壁上、高度为 $1.5\text{m}\pm 0.2\text{m}$ 位置处的设备洞室内或嵌入隧道侧壁安装。

6.2.10 除泡沫-水喷雾灭火系统外，隧道内也可采用其他适用于隧道的自动灭火系统，但应通过实体火灾模拟试验进行专题论证。

征求意见稿 见稿

7 消防电气

7.1 供配电与线缆

7.1.1 隧道消防设施设备的供配电应符合下列规定：

1 消防控制室设施、火灾报警设备、消防联动控制设备、消防应急照明及疏散指示标志等应为一级负荷中特别重要的负荷。消防水泵、防烟排烟风机、自动灭火系统、电动防火卷帘（门）等设备应为一级负荷。

2 由自备电源作为隧道消防设施设备的第二电源时，自备第二电源的供电启动时间均不应大于 30s，在发生隧道火灾时的持续供电时间均不应小于 3h。

3 消防控制室设施、火灾报警设备、消防联动控制设备的应急电源应选用不间断供电装置，在发生火灾时的持续供电时间均不应小于 30min。

4 隧道和横通道内以及疏散通道内消防应急照明及疏散指示标志的应急电源应选用不间断供电装置，照明中断时间应不大于 0.3s，持续供电时间按照疏散通道长度计算均不应低于 20min/km 且不低于 30min。

5 消防用电设备应采用专用的供电回路，其配电设备应有明显标志。消防控制室设施、消防水泵的两个低压供电回路应由变电所或总配电室放射式配出且在最末一级配电箱处自动转换供电。隧道内消防设备的两个低压供电回路应在隧道内配电间的最末一级配电箱处自动转换供电，设备供电由双电源切换箱配出且宜采用放射式回路。

6 隧道供配电系统应设置短路、过流、过热、漏电等的电气火灾监测或保护装置。隧道一级负荷及特别重要负荷的过负载保护、剩余电流接地故障保护不应自动切断线路。

7.1.2 隧道内电气线缆应符合下列规定：

1 隧道内线缆的燃烧性能不应低于现行国家标准《电缆及光缆燃烧

性能分级》GB 31247 规定的 B₁ 级。

2 消防设备供电、控制等的电线、电缆应采用铜导体。

3 隧道内电气线缆严禁架空设置。消防用线缆不应与隧道其他线缆混合敷设。

4 在隧道侧壁上预埋暗敷时，线缆应穿管道且不燃结构体保护层厚度不应小于 100mm；一级负荷及特别重要负荷用线缆宜采用耐火线缆。

5 隧道行车道侧电缆沟应有防止路面流淌火侵入的措施。一级负荷及特别重要负荷用线缆应采用耐火线缆。

6 隧道内线缆敷设应贴附或嵌入结构体，一级负荷及特别重要负荷用线缆应采用耐火线缆。除 I A 级矿物绝缘类不燃性线缆可直接敷设外，其它线缆应穿封闭式槽盒、管道保护。线缆引出应穿可挠性金属管保护。

7 桥架、支架、线槽、管道等隧道用线缆敷设构件的防火等级不应低于难燃 B 级且构件应做耐火防护。电缆隧道、沟、夹层等和电缆槽盒、管道与变配电所、控制室的孔洞处应按照相关标准规定进行防火封堵。

7.1.3 隧道消防电气装置应符合下列规定：

1 隧道内消防电气装置的接地电阻不应大于 1Ω。

2 消防设施设备外露的非带电可导电部分及工程使用的非埋地金属构件、金属管件、金属槽盒、线缆金属铠装层或外屏蔽层等应可靠接入隧道的等电位连接网络。

7.2 火灾自动报警系统

7.2.1 除应符合本标准规定外，隧道及其内部附属设施的火灾自动报警系统设计尚应符合现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116 的有关规定。

7.2.2 隧道火灾自动报警系统应符合下列规定：

1 隧道口附近区域、车行及人行互通的隧道多洞及其内部附属用房、

专用及兼用疏散通道应划分为一个报警区域。

2 隧道的探测区域应按隧道防烟排烟分区、灭火分区的联动需要划分，且不应大于 100m。隧道内附属用房、隧道用电缆通道、伴行电缆通道应按建筑分隔划分探测区域。

3 在本标准附录 C 规定的试验条件下，火灾自动报警系统的报警响应时间不应大于 60s。在火源位于隧道探测区域分段中部和断面 1.2m/s~1.8m/s 纵向风速条件下，应能正确指示报警部位。

7.2.3 火灾探测器应符合下列规定：

1 A+、A 级水下隧道、A+级山岭隧道应选用分布式光纤线型感温火灾探测器或光纤光栅线型感温火灾探测器，且应同时选用点型红外火焰探测器或图像型火灾探测器。其他隧道应选用上述其中之一火灾探测器。

2 火灾探测器的设置应覆盖行车道通行限高内的空间，无火灾探测盲区，探测器宜从隧道洞口顶部以内 10m 处开始设置。

3 线型感温部件应沿隧道纵向设置在车道上方距顶部 0.1m~0.2m 处，横向保护半宽度不应大于 1 条车道。

4 图像型火灾探测器应设置在检修道侧隧道壁上且保护朝向应与临近车道的行车方向一致，距地面的安装净高度不应小于 2.7m 且其边缘距检修道外侧限界不应小于 0.1m。

5 点型红外火焰探测器应设置在检修道侧隧道壁上且距地面的安装净高度不应小于 1.5m；安装净高度小于 2.7m 时应嵌入隧道壁安装并确保探测方位不被改变，安装净高度为 2.7m 及以上时其边缘距检修道外侧限界不应小于 0.1m。

6 隧道用电缆通道、伴行电缆通道内应设置分布式光纤线型感温火灾探测器或光纤光栅线型感温火灾探测器。

7.2.4 火灾警报器、手动火灾报警按钮及其他应满足下列要求：

1 隧道入口前方 50m~250m 内应设火灾声光警报器，且宜与可变信息标志、交通信号灯或交通标志等设施同址设置。隧道入口、隧道出口、隧道内附属用房内和隧道侧壁应设置闪烁红光的火灾光警报器。隧道内火灾光警报器的单侧设置间距不应大于 50m 且宜两侧交错设置，距地面的安装净高度宜为 2.2m~3.5m。

2 隧道口及隧道内的消防电话分机旁、消防器材箱旁，隧道入口、隧道出口、隧道内紧急停车带、人行横通道出入口、专用及兼用疏散通道的连通道出入口、隧道内附属用房出入口和隧道内侧壁应设手动火灾报警按钮；单洞平行三车道以上时宜两侧壁交错设置。隧道内火灾报警按钮的单侧设置间距不应大于 50m，距地面的安装净高度宜为 1.3m~1.5m。

3 电动防火卷帘（门）的两侧应设置现场手动控制按钮，距地面的安装净高度宜为 1.3m~1.5m。电动防火卷帘（门）的控制器应设置在横通道内且宜嵌入设备洞室安装，其显示部位距地面的安装高度宜为 1.5m~1.8m。

4 消火栓按钮应设置在隧道室内消火栓箱体内。

5 泡沫—水喷雾联用等自动灭火系统相邻两个灭火分区的现场手动控制装置，除隧道两端外应在两分区边界结合部两两一处设置并能明确区分。现场手动控制装置宜安装在检修道侧或行车向右侧隧道壁上有防护和警示的设备洞室，操作部位距地面安装高度宜为 1.5m~1.8m。

7.3 消防应急照明与疏散指示标志

7.3.1 消防应急照明应与隧道照明兼用，并应符合下列规定：

1 横通道、隧道内附属用房连通道、专用及兼用疏散通道及其连通道的消防应急照明，其地面最低亮度不应低于 $1\text{cd}/\text{m}^2$ 。

2 应急电源供电时隧道内消防应急照明的地面最低亮度，不应低于

正常供电时隧道中间段照明亮度的 10%且不应低于 0.2 cd/m²。

7.3.2 疏散指示标志应采用电光标志，除应符合下列规定外尚应符合国家标准《消防应急照明和疏散指示系统》GB 17945 的有关规定：

1 疏散指示标志外结构应采用耐腐蚀的不燃材料或难燃材料（氧指数 ≥ 32 ），套色图形标志的表面最小亮度不应小于 15cd/m²。

表 7.3.2 疏散标志的显示及安装要求

标志名称	显示方式	设置部位	距地面安装净高度
车行横通道标志	双面	车行横通道出入口	宜不小于 2.5m
人行横通道标志和疏散通道标志	双面	人行横通道出入口、专用及兼用疏散通道的连通道出入口	宜不小于 2.5m
双向疏散指示标志	单面	隧道两侧壁、专用及兼用疏散通道单侧壁，间距不应大于 50m。	应不小于 0.5m 且不大于 1.3m

2 隧道内两侧壁设置的双向疏散指示标志，应标示出设置部位距离两个方向上的邻近人行横通道出入口、专用及兼用疏散通道的连通道出入口或隧道入口、隧道出口的间距。A+和 A 级水下隧道、A+级山岭隧道内疏散指示标志的指示方向宜可变可控。

3 专用及兼用疏散通道内的连通道出入口处及疏散通道侧壁设置的双向疏散指示标志，应标示出设置部位距离两个方向上疏散通道端口的间距。疏散通道内疏散指示标志的指示方向宜可变可控。

7.4 消防应急广播与消防电话

7.4.1 消防应急广播应与隧道有线广播兼用，并符合以下规定：

1 隧道入口、隧道出口和隧道及疏散通道内，应设置消防应急广播扬

声器。

2 隧道口及隧道内设置的扬声器应采用强指向式扬声器且应朝向来车方向，设置间距不宜大于 50m 且应避免混响。

3 专用及兼用疏散通道内设置的扬声器不应与隧道内扬声器混合编组。

7.4.2 消防电话应与隧道紧急电话兼用，并符合以下规定：

1 隧道入口、隧道出口、隧道内紧急停车带、人行横通道处和隧道内应设置消防电话分机。

2 除隧道入口段 200m 范围内不应设置外，隧道内消防电话分机的设置间距不应大于 200m。

3 消防电话设备洞隔声门和电话亭应采用耐腐蚀的不燃材料或难燃材料（氧指数 ≥ 32 ），迎向隧道正面和侧面的可通视面积占比不应小于 40%。

7.5 隧道消防控制室与消防联动控制

7.5.1 隧道消防控制室应与 24h 有人值守的隧道监控室合用，并应设置火灾自动报警及消防联动控制系统。消防控制室应符合现行国家标准《消防控制室通用技术要求》GB25506。

7.5.2 隧道的消防联动控制应符合下列规定：

1 火灾探测器、手动报警按钮、消防电话、视频监控、VI 及 CO 等报警时，消防控制室应立即进行火警及部位确认。

2 火灾确认后，应立即启动同属隧道一个报警区域的全部火灾警报器，并联动同属隧道一个报警区域的所有照明灯具开启至最大程度。

3 火灾确认后，应立即联动交通控制与诱导设施进行交通管制，并启动消防应急广播进行疏导。

4 火灾确认后，应立即联动关闭隧道排烟段的横洞防火卷帘（门）、

开启隧道疏散段的横洞防火卷帘（门）。

5 火灾确认后，应立即联动启动隧道防烟模式，人员疏散结束应联动启动隧道排烟模式。

6 火灾确认后，应立即启动着火部位对应的自动灭火系统灭火分区，必要时可启动相邻的两个灭火分区。

7 火灾确认后或接收到消火栓按钮动作信号后，应立即启动消火栓系统消防水泵。

8 横洞防火卷帘（门）的启闭、防烟与排烟设施设备的启停、泡沫一水喷雾联用等自动灭火系统的启停、消防给水泵的启停等应采用自动或手动触发的程控方式控制，且应为现场手动优先。

9 消防控制室的远程联动控制宜为手动触发。确需自动触发时，防火卷帘（门）、防烟与排烟设施设备、泡沫一水喷雾联用等自动灭火系统应由来自隧道同一探测区域或隧道相邻探测区域的两个火灾报警信号按照与逻辑触发，消防给水泵应由一个消火栓按钮动作信号和隧道内一个火灾报警信号按照与逻辑触发。

10 隧道火灾报警时，不应立即切断隧道内一级负荷及特别重要负荷的供电；切断供电需根据现场救援情况确定。

8 施工及验收

8.1 一般规定

8.1.1 公路隧道所选用的消防产品及消防工程施工应符合国家、行业标准的规定，并形成记录。

8.1.2 隧道消防专项工程施工安装完成后，应进行分项工程调试和联动调试。调试前应具备下列条件：

- 1 各系统、设施及其组件安装到位，符合设计要求。
- 2 灭火系统中的灭火剂或进行调试、模拟试验用的灭火剂替代物的充装量应满足调试要求。
- 3 调试前应按本标准 8.1.1 的规定备齐技术资料 and 调试必需的其它技术资料。
- 4 各消防用电设备应供电正常，不得采用施工临时用电。
- 5 调试前应将调试所需的仪器、仪表安装到位，调试所需的检测设备应齐全。

8.1.3 隧道消防系统、设施的调试应由专业技术人员负责实施，各系统调试完成后，应按照现行有关国家工程建设消防技术标准的要求填写调试报告。

8.1.4 隧道消防专项工程调试完成后，调试运行达到正常运行状态后，需按相关国家规定提交竣工验收资料。

8.1.5 隧道工程竣工消防验收后，应将各系统、设施恢复到正常使用状态。

8.2 防火保护施工及验收

8.2.1 隧道及其横通道承重结构体、顶隔板的防火保护措施应根据施工方式、结构类型、设计耐火极限和使用环境等因素选择相应的防火保护

措施，所采用保护材料应达到本标准表 4.2.1 的要求。

8.2.2 采用防火涂料、防火板等方式保护时，其产品质量应符合相关标准的规定。

8.2.3 防火卷帘、防火门安装前，应按照现行国家标准《建筑门窗洞口尺寸系列》GB 5824 的规定或设计要求预留洞口，不得边安装边砌口或先安装再砌口。

8.3 消防设施施工及验收

8.3.1 隧道防烟排烟设施中的风机、风机控制装置、防火阀、排烟防火阀、风道及其系统等应按现行国家标准《建筑防烟排烟系统技术标准》GB 51251 和现行国家标准《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243 的要求对防排烟设备、防排烟系统隐蔽工程、防排烟系统、施工现场质量、进场检验检查、以及分项工程施工过程等进行施工、验收。

8.3.2 隧道防排烟系统应进行试运转及调试，并按现行国家标准《建筑防烟排烟系统技术标准》GB 51251 的附表填写检查记录。调试时应试验以下内容：

- 1 设备单机试运转及调试。
- 2 系统联动试运转及调试。模拟火灾试验时，不同阶段的排烟控制模式应正确，控制功能、反馈信号均应正常。
- 3 报警联动启动、消防控制室直接启停、现场手动启动联动防排烟风机 1~3 次。
- 4 报警联动后，消防控制室远程关停通风空调送风 2~3 次。
- 5 报警联动后，消防控制室远程开启、现场手动开启防排烟阀门 1~3 次，现场、远程控制装置应符合设计要求，现场控制应优先于远程控制。

8.3.3 防火等级为 A 级以上的隧道应对其防排烟系统进行热烟试运转及调试，并按附录 B 填写检查记录。

8.3.4 消防给水系统和灭火设施的施工及验收应符合现行国家标准《消防给水及消防栓系统技术规范》GB 50974、《泡沫灭火系统设计规范》GB 50151、《泡沫灭火系统施工及验收规范》GB 50281、《水喷雾灭火系统技术规范》GB 50219 的相关规定。隧道内进行出水试验时，应在可变信息情报板上和试验区域前后分别设置路面防滑警示信息和警示牌。

8.3.5 消防电气设备及系统的施工及验收应符合下列规定：

1 消防电气设备应符合现行国家标准《电气装置工程施工及验收规范》GB 50254、《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303 的规定。

2 火灾自动报警系统施工及验收应符合本标准第 7 章和现行国家标准《火灾自动报警系统施工及验收规范》GB 50166 的相关规定。

9 消防安全管理

9.1 一般规定

9.1.1 隧道运营管理部门是隧道消防安全管理的主体，负责实施所辖隧道的防火、灭火及救援工作。

9.1.2 根据公路沿线隧道情况，运营管理部门应根据建设期设计文件及相关法律法规要求设置隧道管理站，配备相应的人员与灭火救援装备，并与当地应急救援部门建立联动机制，并应符合下列规定：

1 长度大于 6000m 的隧道应设置有人值守隧道管理站，并宜在隧道洞口或在距离隧道洞口约 10000m 以内，与沿线收费站、服务区、监控分中心等其他管理部门合并设置。

2 隧道群宜统一管理部门，且远离互通立交、地处偏远山区或救援困难等处的长隧道宜设置有人值守隧道管理站。

3 隧道管理站配备的消防车宜采用干粉泡沫联用消防车或大型水罐车；应配备与消防人员数量相当的隔热服、空气呼吸器或防毒面具等个人防护装备。

4 对于长度超过 3000m 以上，且没有设置管理站的隧道，应配备常用消防器材与个人防护装备现场管理点，负责对本隧道的消防安全和机电设施、消防设施进行维护管理。对于没有设置管理站的其他隧道，应根据隧道规模、维护管理等情况设置相应人员负责对本隧道的消防安全和机电设施、消防设施进行维护管理。

5 消防控制室宜设置在隧道管理站或管理点内，控制室人员配备应能满足 24h 不间断值班的要求。

6 用于隧道灭火、抢险救援的各种消防器材、设备设施、消防车、消防蓄水等，不得用于与消防和抢险救援无关的其它事项。

9.2 消防设施维护管理

9.2.1 设置消防队的隧道管理站应针对隧道特点和消防及应急设施、系统的设置情况，制定完善的日常检查和定期检查计划，并应按计划对各系统各部位进行检查，做好记录。

9.2.2 隧道消防设施的管理和维护，可参照相关建筑消防设施管理及维护的方法执行，并应符合下列规定：

1 隧道监控系统的维护管理除应按国家相关规范执行外，还应定期对各种监控设备和仪器进行综合性测定和性能试验，对计量仪器进行校正，并应将检查结果和维护保养情况登记备案，定期检查宜一年进行一次。

2 隧道火灾自动报警系统的维护管理除应符合《火灾自动报警系统施工及验收规范》GB 50166 的规定外，还应每日应巡查火灾报警控制器的功能，每季度应对火灾探测器、手动报警按钮、声光警报装置、紧急电话、应急广播等进行全面检查和测试，应对消防联动控制设备的监控功能进行手动功能性检查。且探测器投入运行 2 年后，应每年进行一次全面的清洁、去尘，并应按照验收要求进行一次模拟火灾试验和其它响应阈值测试与自动联动试验。

3 隧道防烟排烟系统的维护管理除应符合现行国家标准《建筑防烟排烟系统技术标准》GB 51251 的规定外，每季度应采用自动和手动控制方式对隧道及其附属用房内设置的防烟、排烟设施进行启动试验和联动测试。

4 消防给水系统及灭火设施的维护管理除应符合相应国家及行业标准的规定外，每季度应采用自动和手动控制方式对隧道内设置的给水系统及灭火设施进行启动试验和联动测试。

5 宜采用消防水位在线监测仪、消防水压在线监测仪和图像型火灾

报警装置等智慧消防设备辅助管理。

9.3 火灾应急处置

9.3.1 隧道运营管理部门，根据所管理隧道实际情况，防火等级为 A⁺、A 的、设置消防队的隧道管理站应制定灭火救援预案明确火灾应急处置程序。

9.3.2 有下列之一紧急情况发生时，应按应急处置程序实施灭火救援预案：

- 1 隧道内发生火灾。
- 2 隧道内发生可能引发火灾的交通事故。
- 3 可燃液体、可燃气体在隧道内发生泄漏。
- 4 其它可能引起隧道火灾的紧急情况。

9.3.3 火灾应急处置程序的制定应符合下列规定：

1 隧道火灾探测器、手动报警按钮、紧急电话等发出火灾报警信号，或 VI、CO、WS 等监控设备的监测值发生重大异常时，隧道视频图象监控值班人员应利用视频、视窗界面进行火灾确认或迅速派人到达报警地点确认。

经确认发生火灾的，隧道监控人员应立即实施火灾应急处置程序，并向消防部门和本单位值班领导报警。经确认未发生火灾的，应查明火灾报警原因以及 VI、CO、WS 等监控值出现重大异常的原因，并应采取相应措施进行处理，且将火灾自动报警系统复位，进入正常运行控制程序。

2 确认发生火灾后，启动灭火救援预案。值班人员应立即通知隧道管理单位的消防人员进行现场处置，现场人员应向控制室反馈信息；并根据火灾的情况，通知公安交通管理、医疗、水电等部门协助救援。

3 确认发生火灾后，按照灭火救援预案启动消防联动控制系统。利

用火灾事故广播或火灾声光警报器向隧道内发出火灾信号，利用可变信息情报板向隧道外发布火灾信息。开启应急照明及疏散设施，引导人员、车辆进行安全疏散；按照预案设置的现场情况，确认关闭下游防火卷帘、防火门，及时启动防排烟设施迅速将烟气排出隧道；消防救援车辆和救援人员进入隧道进行灭火救援，如隧道内发生严重交通堵塞，应先清障，再疏散，同时进行灭火救援。

征求意见稿

附录 A 排烟风机动力设计计算

A.0.1 排烟设计中涉及排烟风机动力与排烟阻力的平衡计算，应按下列步骤实施：

1 根据隧道的建筑、交通、自然环境等特点以及隧道火灾危险性，选择与该隧道相适应的机械排烟方式，并确定排烟系统是否与平时通风系统兼用；

2 针对若干典型火源位置分别绘制出烟气与空气的路径图；

3 初步设定射流风机、排风（烟）机房、通风（排烟）井、排烟口与补风口的位置，其设定位置应满足若干典型火源位置的防排烟需求；

4 筛选出最不利工况的排烟与补风路径图，结合排烟方式，按照本标准 5.3 节的规定确定设计排烟量；

5 按照设计目标规划各隧道分支的烟气与空气流量分布；

6 按照规划的烟气与空气流量分布，确定排烟系统的阻力系数，计算出气流的阻抗；

7 对于有烟气流经的具有纵坡的隧道，计算其热压，并判断该热压为排烟动力或阻力；

8 建立排烟动力与排烟阻力的平衡关系式，获得满足条件的风机性能参数；

9 初步确定风机选型及风机布置情况；

10 当风机选型参数与实际计算所需参数相同时，直接进行第 11 步。当风机选型参数与实际计算所需参数不同时，需先从第 8 步进行校核计算，逆向推算出各分支隧道的烟气与空气的流量，并由第 6 步重新计算阻力系数；若阻力系数发生较大变化，则用新的阻力系数计算出阻抗，并用之前初步确定的风机进行阻力平衡计算，再逆向推算出各分支隧

道的烟气与空气流量，并由第 6 步重新计算阻力系数；之后，与上一次计算的阻力系数进行对比，若其阻力系数仍有较大差异，则重复此循环；若阻力系数相近，则判断各分支隧道的烟气与空气流量是否满足规范要求；若满足，则进行第 11 步的计算；若不满足，则调整烟气与空气流动路径或风机位置，并从第 2 步开始，重新进行计算；

11 针对最不利工况以外的所有典型火灾工况进行计算，判定已有设计方案是否能够满足规范相应要求；若满足，则结束设计流程，若不满足，则调整烟气与空气流动路径或风机位置，并从第 2 步开始，重新进行计算。

征求意见稿

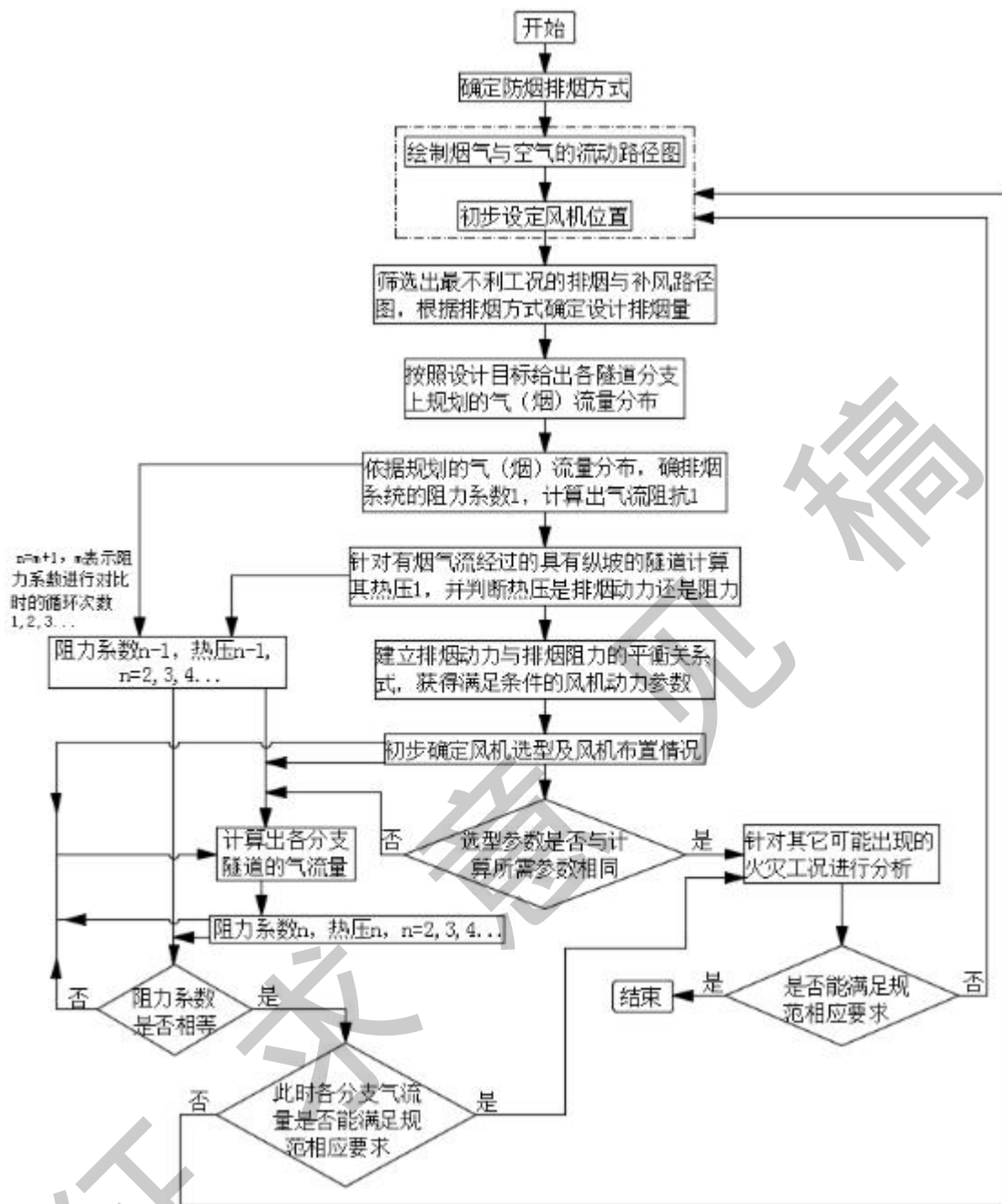


图 A.0.1 排烟设计流程

A.0.2 在进行阻抗计算过程中，近似认为隧道内烟气与空气密度的不变，取为 1.2kg/m^3 (101325Pa , 20°C)。

1 隧道分支 j 的流动阻力应按下式计算：

$$\Delta P_j = S_j Q_j^2 \quad (\text{A.0.2-1})$$

式中： ΔP_j ——隧道分支 j 的流动阻力，Pa；

S_j ——隧道分支 j 的体积流量阻抗, kg/m^7 ;

Q_j ——隧道分支 j 上的体积流量, m^3/s 。

2 阻抗应按下式计算:

$$S_0 = \frac{(\lambda \frac{L}{D} + \sum \xi) \rho_0^*}{2A^2} \quad (\text{A.0.2-2})$$

式中: λ ——沿程阻力系数, 沿程阻力系数与局部阻力系数可参照《公路隧道通风设计细则》JTGT D702-02-2014 的附录 A、B、C;

L ——隧道分支长度, m;

D ——隧道水力直径, m;

ρ_0^* ——隧道分支内烟气或空气密度, kg/m^3 ;

ξ ——隧道分支局部阻力系数;

A ——隧道分支的横截面积, m^2 。

A.0.3 当高温烟气流经有高差的隧道分支时, 需计算该隧道分支上的热压。根据烟气在具有纵坡的隧道中流过的距离, 计算出由于壁面传热导致的烟气热量损失, 并计算出出口处的烟气温度的。根据烟气密度的沿程变化特性, 计算出该隧道上烟气的热压。

1 隧道分支 j 的气流热平衡应按下式计算:

$$c_p M_j (t_{\text{end},j} - t_{\text{sta},j}) = Q_{f,j} - Q_{w,j} \quad (\text{A.0.3-1})$$

式中: c_p ——空气的定压比热, $1.01\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$;

M_j ——隧道分支 j 的质量流量, kg/s ;

$t_{\text{sta},j}$ ——隧道分支 j 中烟气或空气位于起始端的温度, $^{\circ}\text{C}$;

$t_{\text{end},j}$ ——隧道分支 j 中烟气或空气位于末端的温度, $^{\circ}\text{C}$;

$Q_{f,j}$ ——隧道分支 j 上发生火灾时，通过对流部分进入到空气中的热量，取火源功率的 2/3；没有发生火灾时， $Q_{f,j}=0$ ，kW；

$Q_{w,j}$ ——隧道分支 j 通过围护结构损失掉的热量，kW。

2 火源下游的烟气温度衰减可近似认为是指数衰减，可按下列公式计算：

$$\Delta T = \Delta T_{\max} e^{-kx}, \quad k = \frac{hP}{mC_p} \quad (\text{A.0.3-2})$$

式中： x ——下游某一横截面距火源位置的轴向距离，m；

ΔT ——在火源下游 x 处，烟气温度与环境温度差， $^{\circ}\text{C}$ ；

ΔT_{\max} ——火源位置烟气的最大温升， $^{\circ}\text{C}$ ；

k ——火源下游烟气温度的衰减系数；

P ——隧道横截面的周长，m；

m ——空气的质量流量，kg/s；

h ——烟气与壁面的换热系数， $\text{W}/(\text{m}^2\text{k})$ ；

C_p ——空气定压比热， $1.01\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ 。

3 对流换热系数 h 可按下列公式计算：

$$Nu = \frac{hD}{\lambda} = 0.0265 Re^{0.8} Pr^{0.3}, \quad D = \frac{4A}{P}, \quad Re = \frac{VD}{\nu} \quad (\text{A.0.3-3})$$

式中： λ ——空气的导热系数， $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ；

D ——隧道的水力直径，m；

V ——隧道内的纵向风速，m/s；

ν ——空气的运动粘度， m^2/s ；

A ——隧道横截面积， m^2 。

注：对流换热系数也可取为定值， $h=20\sim 40 \text{ w}/(\text{m}^2 \text{ k})$ 。

4 根据公式 (A.0.3-2)，隧道分支 j 的终点温度可按下列公式计算：

$$t_{end,j} = t_{air} + (t_{sta,j} - t_{air})e^{-hP_j L_j / M_j C_p} \quad (\text{A.0.3-4})$$

式中: t_{air} ——表示环境温度, 通常取 20°C;

P_j ——分支 j 横截面的周长, m;

L_j ——分支 j 的长度, m。

5 对于未发生火灾的分支, 通过围护结构损失的热量应按下列式计算:

$$Q_{w,j} = C_p |M_j| (t_{sta,j} - t_{end,j}) \quad (\text{A.0.3-5})$$

6 距隧道分支起点 l 处的烟气温度的计算:

$$t_l = t_{air} + (t_{sta,j} - t_{air})e^{-hP_j l / M_j C_p} \quad (\text{A.0.3-6})$$

式中: l ——距隧道分支起点的长度, m;

t_l ——距隧道分支起点 l 处的气体温度, °C。

7 隧道通风排烟时, 气流遵循理想气体状态方程:

$$\rho_0 T_0 = \rho_l T_l \quad (\text{A.0.3-7})$$

ρ_0 ——外界空气密度, 通常取为 1.2kg/m³;

ρ_l ——隧道分支中距离起点距离为 l 处的气体密度, kg/m³;

T_0 ——外界空气温度, 通常取 293.15K;

T_l ——隧道分支中距离起点距离为 l 处的气体温度, K。

由公式 (A.0.3-6) 和 (A.0.3-7) 得出距隧道分支起点距离 l 处的烟
气与环境空气密度差为:

$$\Delta\rho_l = \rho_0 - \rho_l = \frac{\rho_0(T_l - T_0)}{T_l} = \frac{\rho_0(t_{sta} - t_{air})e^{-hl}}{T_0 + (t_{sta} - t_{air})e^{-hl}} \quad (\text{A.0.3-8})$$

在具有纵坡的隧道分支上，热压可按下列公式进行积分计算：

$$P_b = \int_0^L g \Delta \rho_i \sin \theta dl = \frac{-\rho_0 g \sin \theta}{k} \ln \frac{T_0 + (t_{xa} - t_{ax}) e^{-kL}}{T_0 + (t_{xa} - t_{ax})} \quad (\text{A.0.3-9})$$

$$\sin \theta = \frac{H}{L} \quad (\text{A.0.3-10})$$

式中：H——分支中烟气实际流动方向的终点减去起点的高程差，m。

当H取为正数时，热压为动力；当H取为负数时，热压为阻力。

A.0.4 在设计计算中，用隧道分支上的升压力代表射流风机的作用，射流风机的升压力可按下式计算。其他风机应根据所需风量、风压及选定的风机类型确定其他风机型号。

$$\Delta P_j = \rho v_j^2 \frac{A_j}{A_t} \left(1 - \frac{v_r}{v_j}\right) \eta \quad (\text{A.0.4-1})$$

式中： ΔP_j ——单台射流风机的升压力，Pa；

ρ ——空气密度， kg/m^3 ；

v_j ——射流风机的出口风速，m/s；

A_j ——射流风机的出口截面积， m^2 ；

A_t ——隧道截面积， m^2 ；

v_r ——隧道内形成的的风速，m/s；

η ——射流风机位置摩阻损失折减系数。

当隧道断面上安装 n 台射流风机时，总升压力为 n 个射流风机作用力之和，应按下式计算：

$$P_{s,j} = \sum_{i=1}^{i=n} \Delta P_{j,i} \quad (\text{A.0.4-2})$$

附录 B 防排烟系统热烟试验记录

防排烟系统热烟试验记录应由施工单位按表 B 填写，建设单位负责人和监理工程师共同参与试验，三方共同做出试验结论。

表 B 防排烟系统热烟试验记录表

工程名称			
施工单位		监理单位	
试运转内容			
试运转结果			
评定意见			
试运转人员 (签名)			
	年 月 日		
建设单位专业负责人（公章）： 年 月 日	施工单位技术负责人： (公章) 年 月 日	监理工程师：（签章） 年 月 日	

附录 C 隧道火灾自动报警系统模拟火灾试验方法和要求

C.0.1 模拟火灾试验条件应符合下列规定：

1 隧道内应无车辆行驶，与试验相关的车辆应停驻在横通道内或安全区域外，不应影响试验。

2 模拟试验应采用钢制油盘作为容器，油盘面积尺寸（长×宽）应为 0.80 m×0.80m，主体燃料为 2L 车用轻柴油，辅助燃料为 0.5L 车用汽油，应采用 50g 棉纱引燃。汽油层下加入 0.01m 的清水作垫层。

3 试验位置应为探测区域的最不利位置。防火等级 A 级以上的隧道应选取不少于 2 个不利点进行试验。用 20 目黑色纱网遮挡图像、红外火焰的视窗。

C.0.2 模拟火灾试验安全应符合下列规定：

1 油盘周围 50m 范围内不应有易燃易爆或其它危险物品。试验现场应准备 ABC 干粉灭火器，并应指定专人负责试验安全。

2 一次试验完成后，应妥善清理油盘中的燃油和水，待油盘冷却后，再按照试验条件进行下一次试验。

C.0.3 扬声器应能满足在车辆运行、风机运转的环境条件下语音清楚的要求。

C.0.4 隧道中的紧急电话系统功能应正常，语音应清楚。

C.0.5 隧道消防设备应急供电进行不少于 1 次的切换试验。

附录 D 火灾自动报警系统调试报告

表 D 火灾模拟试验报告

程 称		工程地址			
建设单位		专业技术负责人		电话	
设计单位		专业技术负责人		电话	
监理单位		专业监理工程师		电话	
施工单位		专业技术负责人		电话	
试 位		专业技术负责人		电话	
试验情况	记录人员：见				
试验结果	记录人员：意				
试验组织部门（公章）： 年月日	施工项目经理（公章）： 年月日	总监理工程师（公章）： 年月日			

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准（规范,规程）条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

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：

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，在条件许可时首先这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，可采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1、 《建筑给水排水设计规范》 GB50015
- 2、 《建筑设计防火规范》 GB50016
- 3、 《给水排水工程构筑物结构设计规范》 GB50069
- 4、 《火灾自动报警系统设计规范》 GB50116
- 5、 《泡沫灭火系统设计规范》 GB 50151
- 6、 《水喷雾灭火系统技术规范》 GB 50219
- 7、 《细水雾灭火系统技术规范》 GB 50898
- 8、 《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》 GB50242
- 9、 《通风与空调工程施工质量验收规范》 GB50243
- 10、 《建筑防烟排烟系统技术标准》 GB 51251
- 11、 《高速公路隧道监控系统模式》 GB/T 18567
- 12、 《公路工程技术标准》 JTG B01
- 13、 《公路隧道设计规范：第二册 交通工程与附属设施》 JTG D70/2
- 14、 《公路隧道交通工程设计规范》 JTG D71
- 15、 《公路隧道养护技术规范》 JTG H12
- 16、 《公路隧道照明设计细则 》 JTG/T D70/2-01
- 17、 《公路隧道通风设计细则》 JTG/T D70/2-02
- 18、 《电气装置安装工程施工及验收规范》（系列规范）

中华人民共和国国家标准

公路隧道消防技术标准

GB5××××-20××

条文说明

1 总则

1.0.1 随着经济和技术的发展，我国的公路隧道建设快速发展。由于隧道存在着火灾危险性，为预防和减少隧道火灾危害，必须针对隧道的火灾特点，确定出相应的消防设计、消防专项工程施工、运营消防安全管理等方面的技术要求。隧道火灾可分为隧道附属用房火灾、隧道设备火灾和隧道内的汽车火灾 3 类，以 A 类火灾、B 类火灾和电气火灾为主，也不排除 C 类火灾出现的可能性。据国外 20 世纪 90 年代的统计资料显示，隧道火灾的发生频率为 10 次 /（亿车·公里）~17 次 /（亿车·公里）。隧道火灾具有如下特点：

（1）具有多样性和不确定性

由于隧道长度、断面、交通量、车型、车载可燃物等影响火灾发生、蔓延因素的不确定性，决定了隧道火灾及其发展蔓延规律和烟气流动规律具有多样性和不确定性。隧道越长、交通量越大，火灾发生的概率越大。隧道火灾荷载主要取决于车载可燃物类型及其数量、车内装修和车载燃油量类型和数量等。隧道呈狭长形，隧道越长越近似于封闭空间，火灾发生后，隧道内烟雾大，能见度低，散热慢，温度较高，起火点附近未进行防火保护的隧道承重构件的混凝土容易发生崩落。

（2）隧道火灾会产生跳跃性蔓延

由于隧道内空气不足，火灾时产生的 CO 等不完全燃烧产物随高温烟气流动，当有新鲜空气补充并遇到新的可燃物时，即会引发新的燃烧，从而出现火灾从一辆车跳跃到另一辆车的“跳跃式”蔓延。

（3）疏散困难

隧道火灾发生后，安全疏散困难，容易造成交通堵塞和出现二次灾害。双向交通隧道、单向单车道隧道、车流量大或处于交通高峰期的隧道发生火灾时，由于隧道内能见度低，疏散通道有限，加之驾驶人员对烟火的恐惧，容易出现慌不择路而造成交通堵塞或出现新的交通事故，而严重影响车辆疏散。隧道越长，车辆疏散所需的时间越长，期间发生二次灾害的概率越大。

（4）灭火救援难度较大

由于隧道多远离城市，缺乏可靠的水源，且隧道内灭火条件有限，所以，隧道火

灾延续时间和火灾扑救的成功率通常取决于隧道消防设施设置的合理性和使用效率，以及隧道管理单位的管理效率和自救、应急能力。双向交通隧道、特长隧道内，容易产生灭火救援路线与疏散路线、烟气流动路线的交叉，加之救援面和救援途径有限，火灾扑救难度较大。

(5) 火灾损失的不可预见性

隧道火灾损失因隧道火灾荷载和交通状况等随机性和不确定性因素而具有不可预见性。隧道火灾可能只造成一辆车的损失，也可能成为群死群伤、车损洞毁、交通中断的重大恶性火灾，产生巨大的经济损失和恶劣的社会影响。表 1.0.1 列举了国内外发生的 7 起隧道特大火灾及其损失情况。

表 1.0.1 隧道重、特大火灾情况表

隧道名称	火灾发生地	人员死亡情况
猫狸岭隧道	中国·浙江	无人员伤亡，但造成重大经济损失
勃朗峰隧道	法国	41 人
托恩隧道	澳大利亚	13 人
圣哥达隧道	瑞士	11 人
Vierzy Tunnel	法国	108 人
Hokuriku Tunnel	日本	34 人
Salang Tunnel	阿富汗	700 人
陶家乔隧道	中国·山东	12 人死亡，1 人重伤
浮图峪 5 号隧道	中国·河北	12 人死亡，8 辆货车、1 辆小客车受损

1.0.2 二级以下公路（含二级）多为不发达地区修建的公路，通行能力及交通量都相对较低，从经济角度出发不适合与水下隧道、一级公路隧道、高速公路隧道一并进行消防规定，因此本标准暂不包括二级公路及以下隧道。在实际设计执行中，二级公路及以下隧道也可参考本标准进行设计。城市道路隧道在国家规范《建筑设计防火规范》GB50016 中有相关规定。

1.0.3 规定了隧道消防设计、消防专项工程施工及验收、运营消防安全管理的工作方针和指导思想。明确了设计要具有针对性，要根据隧道的火灾特点和远离城市消防队（站）的区位特征，在防火措施、灭火救援设备等设计上立足于自防自救，并处理好隧道运营与消防安全的关系，使消防设计做到安全适用、技术先进、质量可靠、经济

合理。并应积极推进“四新技术”的应用。

1.0.4 隧道不同于一般的工业与民用建筑，其消防专项设计、施工受到隧道其它专业工程的影响和制约，隧道消防安全布局、隧道内附属用房的建筑消防设计，以及隧道内消防设施、系统的管道、管线等设计和施工，必须与隧道其它专业统筹考虑，协调一致，以防止出现隧道土建工程完成后，消防专项工程不能严格按照本标准规定设计、施工的情况出现。同时，为保证隧道消防设施施工质量和使用中的消防安全，根据《中华人民共和国消防法》的规定，隧道消防专项工程必须与隧道同步验收，验收合格后隧道方可投入使用。隧道的消防设计、消防专项工程施工及验收、运营消防安全管理等，涉及专业较多，设计采用的产品、材料要符合国家有关产品和材料标准的规定，采取的防火技术和措施还要符合国家其他有关工程建设技术标准的规定。

征求意见

2 术语

2.0.1 公路隧道是供汽车和行人通行的。公路隧道是公路上的特殊路段，可分为山岭隧道、城市隧道以及水下隧道。山岭隧道指设置于乡村区域，贯穿山岭或丘陵的公路隧道；城市隧道指设置于城市范围内的城市道路隧道；水下隧道指下穿河流、湖泊、海湾和海峡等水域的公路隧道。

2.0.2 水下隧道是在河流、湖泊、海湾和海峡等水域底下开凿的公路隧道。水下隧道的建设历史悠久，早在公元前 2180~前 2160 年，巴比伦人就修建了一座穿越幼发拉底河的水下人行隧道。修建穿越水域的水下公路隧道同修建跨越水域的高架桥和引桥相比，具有许多优点，如水下公路隧道不妨碍水上交通和地面交通，也不影响河流两岸或港口的资源利用和开发。因此，交通繁忙的公路，如果要在人口稠密地区越过有大型船只航行的河道，则以修建水下隧道较为有利。水下公路隧道运营中的消防安全问题较为特殊。

2.0.3 分层隧道作为地下结构的一种新的型式有其特有的优点，尤其在立交和洞口地形比较狭窄的情况下比较好布置上下行线路。这种独特的隧道结构已在我国上海越江隧道中成功应用。

2.0.4 随着我国高速公路建设的迅速发展，公路隧道数量也越来越多，为行车安全起见，多数公路隧道为单向交通隧道。

2.0.5 国内单洞双向交通隧道有二郎山隧道和鹧鸪山隧道等。

2.0.6 隧道附属用房有隧道控制室、隧道管理所、变（配）电所、消防控制室、隧道监控室、通风机房、发电机房、消防应急车辆器材库等。

2.0.7~2.0.8 隧道横通道包括两种，一种是人行横通道，另一种是车行横通道。

2.0.9 专用疏散通道是参照人防工程避难走道和高层民用建筑避难层的设置要求，并结合隧道特点和国外隧道工程实际经验确定的。专用疏散通道及其前室的最小净宽、净高尺寸是根据隧道人员疏散要求和人体基本尺寸、疏散空间要求确定的。

2.0.10 纵向排烟方式是从一个洞口直接引进新鲜空气，并由另一洞口排出烟气的方式（见图 2.0.10）。纵向排烟一般采用射流风机，工程造价低，是目前公路隧道中使用较多的一种排烟方式。

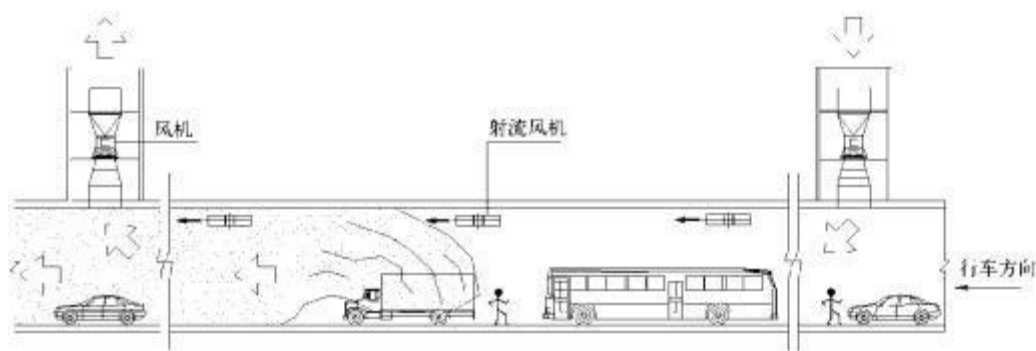


图 2.0.10 纵向排烟示意图

2.0.11 临界风速的影响因素颇多，包括火灾强度、燃料类型、隧道坡度、断面形状、送风温度等。

2.0.12 全横向式排烟方式的特点是风在隧道的横断面方向流动（见图 2.0.11），一般不发生纵向流动，因此有害气体的浓度在隧道轴线方向分布均匀。该通风方式使 CO 烟雾等有害物排出路程短，新鲜空气利用充分，且隧道内无明显纵向气流，火灾时火势也不会迅速纵向蔓延，有利防火排烟，但隧道内需设置送风道和排风道，从而增加建设费用和运营费用。美国纽约市的荷兰隧道，采用盾构法施工，圆形断面，所以车道下面作为送风道，上部作为排风道，气流从下往上横向流动。

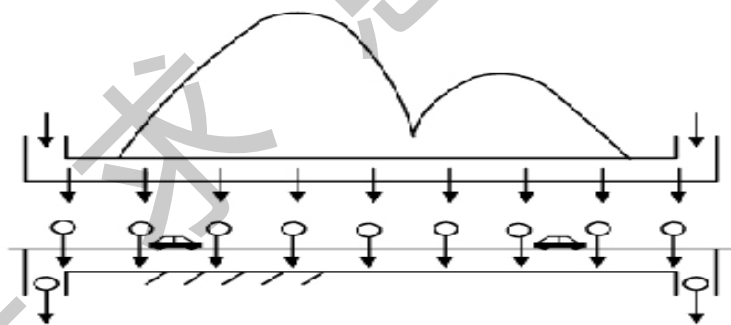


图 2.0.11 横向式隧道排烟

2.0.13 半横向式排烟的特点是将新鲜空气经送风道直接吹向汽车的排气孔高度附近，直接稀释排气，污染空气在隧道上部扩散，经过两端洞门排出洞外（见图 2.0.12）。采用这种排烟方式的隧道因其仅需设置一种烟道，所以较为经济。对半横向式排烟系统的要求不如对全横向式排烟系统那样严格，虽然半横向式排烟系统会受到洞口最大风速的限制，但还是可以在交通拥挤和双向运行的长隧道中使用，为了降低洞口的风速，半横向排烟系统可以在隧道两端使用，而在隧道中部使用横向排烟系统。

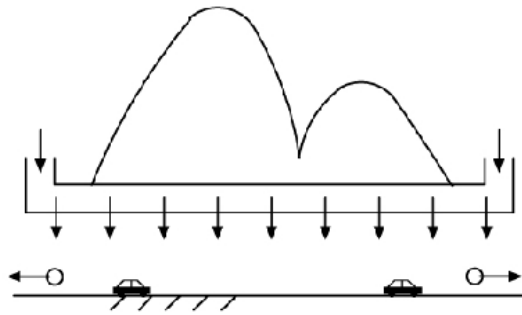


图 2.0.12 半横向式隧道排烟

2.0.14 重点排烟是横向排烟方式的一种特殊情况（图 2.0.14），即在隧道纵向设置专用排烟风道，并设置一定数量的排烟口，火灾时只开启火源附近或火源所在设计排烟区的排烟口，直接从火源附近将烟气快速有效地排出行车道空间，并从两端洞口自然补风，隧道内可形成一定的纵向风速。该排烟方式适用于双向交通隧道或经常发生交通阻塞的隧道。

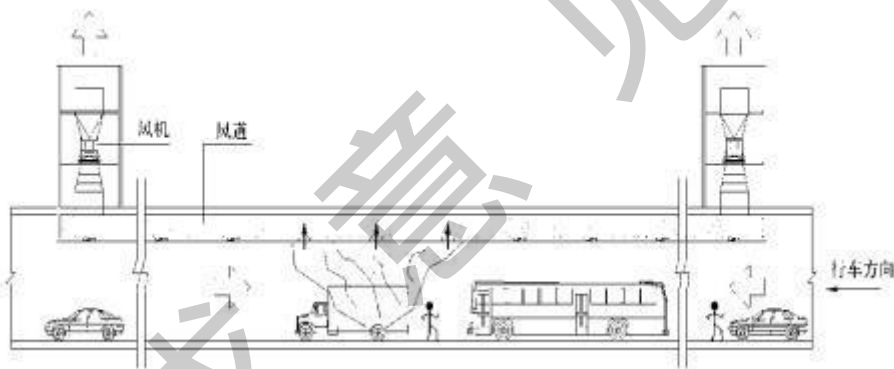


图 2.0.14 重点排烟示意图

隧道试验表明，全横向或半横向排烟系统对发生火灾的位置比较敏感，控烟效果不很理想。因此，对于双向通行的隧道，尽量采用重点排烟方式。重点排烟的排烟量应根据火灾规模、隧道空间形状等确定，排烟量不应小于火灾的产烟量。

2.0.15 利用现有排烟技术进行组合，达到最佳的排烟效果。如在隧道进口段和出口段采用纵向式排烟，中间段采用集中式排烟的组合模式。可有纵向组合式、分段纵向式、纵向/半横向组合式、纵向/重点排烟组合式、通风井送排式/纵向组合式等。

2.0.16 火灾热释放速率一定时，随着诱导风速的增大，排风口下游烟气扩散范围不断缩小，即诱导风速可以作为衡量集中排烟系统烟气控制效果的重要指标。

2.0.17 自动灭火系统启动时，应根据着火区域设定相应的开启区域。一般把一套分区控制阀组控制的所有喷头发挥作用的区域作为一个灭火分区。分区控制阀组应能接

收控制信号并自动开启，使自动灭火系统喷头向灭火分区喷放灭火剂。

2.0.18 根据隧道长度、风机设施位置及功率等因素，可在隧道设定若干个排烟区段。在每个区内设置排烟风机，并利用防火阀、排烟防火阀等设施，使分区内产生的烟气通过排烟口和排烟竖井或风道排至室外。

2.0.19 隧道专用疏散通道、横通道、地下附属用房等场所利用防火门、防卷帘、隔墙等把烟气限制在一定范围的空间区域，利于建筑物内人员安全疏散与有组织排烟，构成相应的防烟分区，目的是将烟气控制在隧道着火区域所在的空间范围内，并限制烟气向其他区域蔓延，且防烟分区不能跨越防火分区。

征求意见稿

3 隧道防火等级与消防设施设置标准

3.0.1 本标准在进行隧道分类时，参考了国际道路协会（PIARC）、日本道路隧道紧急情况用设施设置基准说明相关文件和我国行业标准《公路隧道设计规范 第二册 交通工程与附属设施》JTG D70/2 等标准。本标准将影响隧道防火等级划分的因素确定为公路等级、隧道长度和单洞设计交通量。本标准中的特长隧道、长隧道、中隧道和短隧道，是按照行业标准《公路工程技术标准》JTG B01 第 8.0.2 条的规定进行分类的。隧道长度一般为投影长度，需根据具体情况进行确定。

表 3.0.1-1 隧道分类

隧道分类	特长隧道	长隧道	中隧道	短隧道
隧道长度(m)	$L > 3000$	$3000 \geq L > 1000$	$1000 \geq L > 500$	$L \leq 500$

本条根据隧道长度 L 、设计年度预测隧道单洞年平均日交通量 q 及车道数划分为 A⁺、A、B、C、D 五个防火等级。正文中的图可转换成表 3.0.1-2 进行对应取值。

表 3.0.1-2 单洞双车道及以下、单洞三车道及以上隧道防火等级分级对应表

长度区间分类序号	隧道长度区间(m)	两车道及以下时的防火等级	三车道及以上时的防火等级
1	$L=[100,500)$	$q \leq 30000-50L$ 时属于 D 级, $q \leq 55000-50L$ 时属于 C 级, $q \leq 155000-50L$ 时属于 B 级, $q \leq 305000-50L$ 时属于 A 级	$q \leq 45000-75L$ 时属于 D 级, $q \leq 82500-75L$ 时属于 C 级, $q \leq 232500-75L$ 时属于 B 级, $q \leq 457500-75L$ 时属于 A 级
2	$L=[500,1000)$	$q \leq 55000-50L$ 时属于 C 级, $q \leq 155000-50L$ 时属于 B 级, $q \leq 305000-50L$ 时属于 A 级, $q > 305000-50L$ 时属于 A ⁺ 级	$q \leq 82500-75L$ 时属于 C 级, $q \leq 232500-75L$ 时属于 B 级, $q \leq 457500-75L$ 时属于 A 级

			于 A 级, $q > 305000 - 75L$ 时属于 A ⁺ 级
3	$L = [1000, 3000)$	$q \leq 155000 - 50L$ 时属于 B 级, $q \leq 305000 - 50L$ 时属于 A 级, $q > 305000 - 50L$ 时属于 A ⁺ 级	$q \leq 232500 - 75L$ 时属于 B 级, $q \leq 457500 - 75L$ 时属于 A 级, $q > 457500 - 75L$ 时属于 A ⁺ 级
4	$L = [3000, 6000)$	$q \leq 305000 - 50L$ 时属于 A 级, $q > 305000 - 50L$ 时属于 A ⁺ 级	$q \leq 457500 - 75L$ 时属于 A 级, $q > 457500 - 75L$ 时属于 A ⁺ 级
5	当 $L = [6000, \text{无限})$	属于 A ⁺ 级	属于 A ⁺ 级

3.0.2 本条借鉴了我国行业规范《公路隧道设计规范 第二册 交通工程与附属设施》JTJ D70/2 与《日本建设省道路隧道应急设施设置标准》、美国消防协会《公路隧道、桥梁和其它有限制性通道的公路标准》NFPA502 和德国《公路隧道设施及运营规范》中规定的隧道主要消防设施的设置标准。隧道内的工作环境比较复杂,如温度、湿度、灰尘、汽车尾气、风机产生的气流、照明辐射、天气变化等因素均会影响隧道内消防设备的稳定运行,为使消防设备在受灾时运行正常,对消防设备的保护等级提出相应要求。

4 隧道防火

4.1 一般规定

4.1.1 本条是对变电所、隧道管理所、消防控制室或隧道监控室地理位置进行规定。隧道越长越近似于封闭空间，设置在长隧道内的附属用房，其安全疏散、灭火救援难度较大。隧道附属用房是隧道安全、正常、有序运行的基本保证，从安全、经济出发，优先推荐附属用房在总平面布局上设置在隧道外，并宜就近设置，以利于隧道运营管理和处置紧急情况的需要。

对于两端高差较大的大纵坡超长隧道，可能会采用消防分区供水方式，无法避免消防水泵房等附属用房设置在隧道洞内的情形。

4.1.2 服务于隧道的附属用房，主要包括隧道的通风与排烟机房、变电所、消防设备用房等。其他地面附属用房，主要包括收费站、道口检查亭、管理用房等。隧道内及地面保障隧道日常运行的各类设备用房、管理用房等基础设施以及消防救援专用口，在火灾情况下担负着灭火救援的重要作用，需确保这些用房的防火安全。本条规定了地下设备用房的防火分区划分和安全出口设置要求。考虑到隧道的一些专用设备，如风机房、风道等占地面积较大、安全出口难以开设，且机房无人值守，只有少数人员巡检的实际情况，规定了单个防火分区的最大允许建筑面积不大于 2000m²，以及无人值守的设备用房可设 1 个安全出口的条件。

4.1.3 本条规定了柴油发电机房的消防设计要求。为隧道临时供电设置的柴油发电机房一般都与隧道变配电室贴邻设置，由于其使用柴油作为燃料，存在着较大的火灾危险性。应将柴油发电机房与其他部位进行防火分隔，还要设置必要的灭火和报警设施。对于柴油发电机房内的灭火设施，应根据发电机组的大小、数量、用途等实际情况确定，有关灭火设施选型参见《建筑设计防火规范》GB50016-2014（2018 年版）第 5.4.13 条的说明。柴油储油间和室外储油罐的进出油路管道的防火设计应符合《建筑设计防火规范》GB 50016-2014（2018 年版）第 5.4.13 条、第 5.4.15 条的规定。

4.1.6 由于隧道建筑构造的特殊性，致使隧道不可能像其它地面建筑一样，能在建筑周围形成消防车道和救援面。对于单向交通隧道，火灾时，消防车无论是在隧道内，还是在隧道外的行车道上回车，都有很大的难度。为有利于消防车快速、有效地参加灭火救援，可充分利用隧道外的洞外联络道、在中央分隔带开口以及回车场等，形成

便于双洞转换通行的消防车道。

4.2 防火保护

4.2.1 水下隧道结构一旦受到破坏，特别是发生坍塌时，其修复难度非常大，花费也大。同时，火灾条件下的隧道结构安全，是保证火灾时灭火救援和火灾后隧道尽快修复使用的重要条件。碳氢（HC）标准升温曲线的特点是模拟碳氢火灾在发展初期带有爆燃—热冲击现象，温度在最初 5min 之内可达到 930℃ 左右，20min 后稳定在 1080℃ 左右。这种升温曲线模拟了火灾在特定环境或高潜热值燃料燃烧的发展过程，在国际石化工业领域和隧道工程防火中得到了普遍应用。但是，对于长隧道，普遍认同德国提出的 RABT 曲线能（见图 4.2.1）真实地模拟隧道内大型车辆火灾的发展过程。

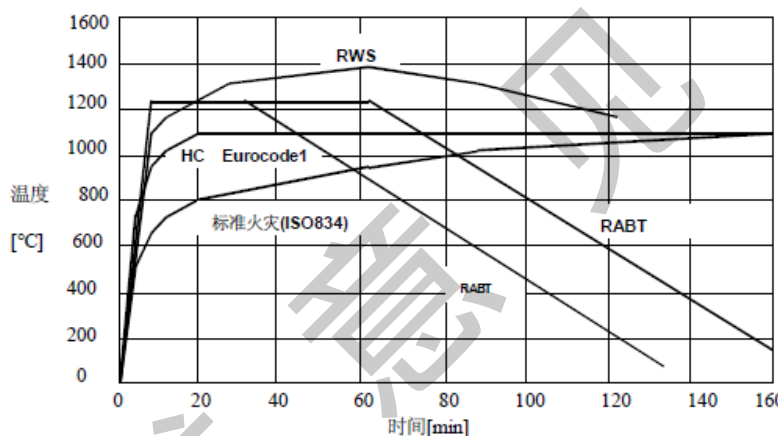


图 4.2.1 不同类型火灾的时间—温度曲线

本标准参照美国消防协会《公路隧道、桥梁及其他限行公路标准》NFPA 502（2011 年版）规定了不同防火等级的隧道所需达到的耐火极限。耐火极限测试及判定应符合《隧道防火保护板》GB 28376-2012、《混凝土结构防火涂料》GB 28375-2012 等的规定。

4.2.2 本标准中的防火门主要作为防火分区的分隔构件使用。隧道与人行横通道或人行疏散通道的连通处所进行的防火分隔，应能防止火灾和烟气影响人员安全疏散。目前较为普遍的做法是，在隧道与人行横通道或人行疏散通道的连通处设置防火门。

4.2.3 本条规定了隧道车行横通道的安全设置要求。

为便于隧道日常运营管理和处置紧急情况的需要，车行横通道一般设置防火卷帘。正常情况下，人行、车行横通道门应保持关闭状态；火灾情况下，应能承受持续高温并保持其完整性以防止高温烟气进入正常隧道。

4.2.4 当电缆沟跨越防火分区时，为防止火灾顺着电缆沟向其它防火分区蔓延，应在电缆沟与地面防火分隔构件所对应的位置采用阻火包、堵料等材料进行防火封堵。

4.2.5 隧道内发生火灾时的烟气控制和减小火灾烟气对人的毒性作用是隧道防火面临的主要问题，要严格控制装修材料的燃烧性能及其发烟量，特别是可能产生大量毒性气体的材料。本条是对隧道及其通道内衬砌表面使用的防水、隧道通风管道、排烟管道、支架、顶隔板材料、沥青路面进行了规定。

4.3 安全疏散

4.3.1 在隧道设计中，可以采用多种逃生形式，如横通道、专用疏散通道、平行导坑、竖（斜）井、盾构隧道的纵向管廊等。采用人行横通道和疏散通道进行疏散与逃生，是目前隧道中应用较为普遍的形式。疏散通道设置方式可按表 4.3.1 选择。

表 4.3.1 疏散通道设置方式

隧道分类	人员疏散通道	车辆疏散及救援通道
单向隧道	通过人行横通道进入相邻行车隧洞疏散	车行横通道
	盾构隧道的纵向管廊	设计适宜的交通措施，使救援车辆能够及时到达事故现场
	上或下层隧道	
单洞双向 隧道	专用疏散通道	
	平行导坑、竖（斜）井	
	盾构隧道的纵向管廊	
	上或下层隧道	

4.3.2 本条规定是为了保证人行横通道在事故时的疏散功能。

1 人行横通道的间隔和隧道通向人行疏散通道的入口间隔，要能有效保证隧道内的人员在较短时间内进入人行横通道。根据荷兰及欧洲的一系列模拟实验，250m 为隧道内的人员在初期火灾烟雾浓度未造成更大影响情况下的最大逃生距离。《公路隧道设计规范 第一册 土建工程》JTG 3370.1-2018 规定了山岭公路隧道的人行横通道间隔：人行横通道的设置间距宜为 250m，并不应大于 350m。美国消防协会《公路隧道、桥梁及其他限行公路标准》NFPA 502（2011 年版）规定：隧道应有应急出口，且间距不应大于 300m；当隧道采用耐火极限为 2.00h 以上的结构分隔，或隧道为双孔时，两孔间的横通道可以替代应急出口，且间距不应大于 200m。本标准选取

250m~350m。

2 人行横通道的尺寸要能保证人员的应急通行。

人行横通道的净宽度、净高度主要参考了美国消防协会《公路隧道、桥梁及其他限行公路标准》NFPA 502(2011年版)的相关规定(人行横通道的净宽不小于1.12m)，同时，结合我国人体特征，考虑了满足2股人流通行及消防员带装备通行的需求。

双洞隧道设计不应使左右洞之间路面高程相差太大以免造成人行横通道纵坡过大，一般以平坡或低坡为宜。但因条件限制，不得已而出现大的纵坡时，为便于疏散，在纵坡大于20%时宜设置成踏步台阶，边墙两侧应设扶手。

4.3.3 本条主要规定了不同隧道车行横通道的设置要求。

1 当隧道发生火灾时，下风向的车辆可继续向前方出口行驶，上风向的车辆则需要利用隧道辅助设施进行疏散。本条参考了国家行业标准《公路隧道设计规范》JTG D70-2004 和《欧洲道路隧道安全》(European Commission Directorate General for Energy and Transport)等标准或技术文件。《公路隧道设计规范》规定，山岭公路隧道的车行横通道间隔：车行横通道的设置间距可取750m，并不得大于1000m；《欧洲道路隧道安全》规定，双管隧道之间车行横通道的间距为1500m；奥地利RVS9.281/9.282规定，车行横向连接通道的间距为1000m。

2 本条参考《公路隧道设计规范》JTG D70-2004对山岭公路隧道车行横通道的断面建筑限界规定。车行横通道因通道口与主隧道车行通道存在交叉，过大纵坡不利于使用。受条件限制情况的最大纵坡取值参照了《公路路线设计规范》JTG D20中低速条件下的纵坡的规定。

4.3.4 本条规定了专用疏散通道的设置要求。

1999~2001年，欧洲先后发生了3起双向交通特长隧道火灾。其中，圣哥达(St.Gotthard tunnel)隧道火灾中被困车辆最多，但死亡人数较少。究其原因，是因为圣哥达隧道中设置了专用疏散通道，供被困驾乘人员安全疏散使用，有100多人从该通道中逃生。

本标准专用疏散通道的主要设置要求是参照人防工程避难走道和高层民用建筑避难层的设置要求，并结合隧道特点和国外隧道工程实际经验确定的。专用疏散通道及其前室的最小净宽、净高尺寸是根据隧道人员疏散要求和人体基本尺寸、疏散空间要求确定的。

4.3.5 盾构隧道由于结构安全需要，需采用路面下纵向管廊进行人员疏散时，需规

定其设计方式、设置间距、逃生口和消防救援口尺寸、纵向疏散通道内的疏散标志、上下通道的防烟设计等。

疏散通道的下部逃生通道口应采用常闭式盖板，其耐火极限不应低于 1 h。逃生口侧的墙壁上应设置应急照明灯具和指示标志，并有打开逃生口盖板的指示标志；且靠近逃生口和消防救援口的盖板处应设防止人员坠入的防护装置。消防救援口应采用楼梯与纵向疏散通道相连。纵向疏散通道应设置正压送风、应急照明、应急广播及疏散指示标志等消防设施。

4.3.6 分层隧道的疏散通道设计的上、下行车分层隧道可采用上、下互为疏散方式进行人员安全疏散。楼梯间的上、下开口应分别设置常闭式防烟盖板和常闭式甲级防火门。

征求意见稿

5 防烟排烟

5.1 一般规定

5.1.1 隧道内汽车行驶时排出的废气包括一氧化碳、碳化氢、醛和铅等对人体有害的成分，其中一氧化碳对人体危害最大。为了防止汽车废气造成隧道内空气污染，以及隧道发生火灾能及时将烟雾稀释并排出隧道，公路隧道内需设置防烟、排烟设施。

隧道排烟方式分为自然排烟和机械排烟。自然排烟，是利用短隧道的洞口或在隧道沿途顶部开设的通风口（例如隧道敷设在路中绿化带下的情形）以及烟气自身浮力进行排烟的方式。机械排烟是通过设置的排烟风机、排烟口等将火灾产生的烟气和热量进行控制和排出，为隧道内滞留人员提供可安全疏散环境和时间。设置机械排烟系统的场所应同时设置补风系统，以便形成良好的气流组织，使烟气尽快被排除。

5.1.2 公路隧道受建设条件的限制，本着安全适用、经济合理、技术先进的原则，通常将通风系统设计为正常情况下通风换气与火灾情况下防排烟的合用系统。排烟系统与日常运营通风系统的合并设置的方式可以采用共用风道及风机、仅共用风道或仅共用风机，系统的设置与公路隧道选用的排烟方式、日常运营通风方式密切相关。

自然排烟，是利用短隧道的洞口或在隧道沿途顶部开设的通风口（例如，隧道敷设在路中绿化带下的情形）以及烟气自身浮力进行排烟的方式。采用自然排烟时，应注意错位布置上、下行隧道开设的自然排烟口或上、下行隧道的洞口，防止非着火隧道汽车行驶形成的活塞风将邻近隧道排出的烟气“倒吸”入非着火隧道，造成烟气蔓延。

5.2 机械防烟

5.2.1 为确保隧道内附属用房、专用避难疏散通道、连接通道的人员安全疏散，根据不同的使用性质和要求，按照现行有关国家工程建设消防技术标准在防烟排烟设计中确定的一般性原则，分别确定了隧道中设置机械正压送风系统和机械排烟系统的场所。连接通道是连通两条隧道洞的，火灾时易发生烟气蔓延，对火灾风险等级较高隧道有必要进行加压防烟，以避免烟气入侵相邻洞。

5.2.2 横通道是火灾时人车临时避难、安全疏散的重要场所，横通道入口处的防火卷帘、防火门必须具有防火、防烟功能，以防止高温烟气流入横通道，影响安全疏散或引发新的事故或灾难。

5.2.3 根据机械正压送风系统的特点和火灾时隧道内相关场所的避难疏散要求，从系统设置、系统风量及其余压、送风口和新鲜空气采气口设置、风机选用等规定了隧道内附属用房和疏散避难场所的机械正压送风系统的设计要求。本条提出的正压值及送风量主要参考现行国家标准《人民防空工程设计防火规范》GB 50098、《建筑设计防火规范》GB 50016 的相关要求。

5.2.4 独立避难间、火灾时必须有人职守的隧道内附属用房，其机械加压送风系统不仅要确保房间内保持一定的正压值，以防止高温烟气侵入，而且必须通过不断的通风换气，为避难人员提供呼吸所需的新鲜空气。根据实际火灾和实际工程经验，确定了独立避难间和相关附属用房的机械加压送风量、新鲜空气供气时间和排风设施的设置要求。

5.2.5 连接风道的断面突变、渐变等引起的局部阻力损失较大，为减少局部阻力，设计风速不宜过大。本条借鉴挪威《公路隧道设计准则》（1990 版）、日本《道路隧道技术标准（通风换气篇）及其解说》（2001 年版）和 PIARC 报告取值。

5.3 机械排烟

5.3.1 隧道火灾和烟气流动具有下列特征：

- 1 隧道内散热条件较差，隧道起火后升温速率较快，大型车辆起火后 5~10min，顶板附近的温度最高可升至 800~1200℃。
- 2 大量未完全燃烧的高温气体（如 CO 等）随烟气扩散，且火灾会呈“跳跃式”蔓延。
- 3 火灾初起阶段，自然风速较小时，高温烟气主要集中在隧道顶部，隧道下部在一定时间内仍然存在大量的新鲜空气，形成明显的烟气—空气分层结构。
- 4 隧道内采用射流风机通风方式进行排烟时，纵向通风气流流速较大，烟气—空气分层结构被破坏，使隧道全断面被烟气弥漫。
- 5 隧道火灾蔓延和烟气流动受到自然通风的影响。隧道越短，自然通风的影响越大，其火灾蔓延和烟气流动规律越接近于地面建筑的火灾蔓延和烟气流动规律。
- 6 隧道内的烟气流动，在不同程度上受到隧道出入口高程差产生的“烟囱效应”

的影响。隧道出入口高程差越大，隧道纵断面与横断面之比越大，“烟囱效应”越显著。

7 隧道内烟气呈双向流动。当隧道内的纵向风速远小于烟气流速时，烟气可逆流到达隧道纵向气流上风方向的隧道口。

隧道火灾工况下防烟排烟方式的选择要充分考虑各排烟方式的特点，并根据隧道长度、平曲线半径、纵坡、交通条件、气象条件和环境条件等，选择既有利于隧道防烟排烟，又经济、合理、便于营运维护的方式。

隧道的机械排烟模式分为纵向排烟和横向排烟方式以及由这两种基本排烟模式派生的各种组合排烟模式。排烟模式应根据隧道种类、疏散方式，并结合隧道正常工况的通风方式确定，并将烟气控制在较小范围之内，以保证人员疏散路径满足逃生环境要求，同时为灭火救援创造条件。

实际采用的隧道的机械排烟模式主要都是由这些基本排烟模式延伸、派生的各种组合排烟模式。排烟模式应根据隧道种类、疏散方式，并结合隧道正常工况的排烟方式确定，并将烟气控制在较小范围之内，以保证人员疏散路径满足逃生环境要求，同时为灭火救援创造条件。根据隧道条件，可以采用一种或多种排烟方式组合构成更合理的排烟方式。目前我国隧道运营排烟以各种纵向排烟方式及其各种组合为主。

5.3.2 近年来，大于 3km 的长大城市隧道越来越多，若整个隧道长度不进行分段通风，会造成火灾及烟气在隧道中的影响范围非常大，不利于消防救援以及灾后的修复。因此，本标准规定大于 3km 的长大隧道宜采用纵向分段排烟或重点排烟方式，以控制烟气的影响范围。纵向排烟方式不适用于双向交通的隧道，因在此情况下采用纵向排烟方式会使火源一侧、不能驶离隧道的车辆处于烟气中。相对于纵向排烟方式，分段纵向、重点排烟或半横向排烟方式的气流是在隧道横断面上产生循环或分段优化等方式进行换风，其车道内风速较低，排烟效果良好，可用于特长隧道。

5.3.3 借鉴欧洲 FIT (Fire In Tunnels)、PIARC 公路隧道技术委员会布鲁塞尔报告 (1987)、澳大利亚《公路隧道防火安全准则》(2001)、我国台湾《长公路隧道安全管理白皮书》建议的不同隧道最大火灾热释放量，上海市工程建设规范《道路隧道设计规范》DG/TJ08-2033-2008 规定车辆的火灾热释放功率为：小轿车 3MW~5MW，货车 10MW~15MW，公共汽车 20MW~30MW，重型车 30MW~100MW。如上海市人民路越江隧道，以通行小汽车、公共汽车等客运车辆为主，火灾热释放功率取值 20MW；而上海市崇明长江隧道考虑通行一定的重型车，火灾热释放功率取值 50MW

(参见表 5.3.3)。考虑到我国多数隧道并没有能力限行车辆种类,所以火灾热释放功率按通行车辆种类进行取值方式行不通。本条结合国内公路隧道安全隐患严重的实际情况,参考了 PIARC 公路隧道技术委员会(C3.3)2007 年研究报告《Systems and Equipment for Fire and Smoke Control in Road Tunnels》,按照道路等级、隧道长度、交通方式(单向还是双向)、隧道类别(山岭、水下)等主要因素,提出了条文所列隧道火灾规模的建议值,火灾热释放功率最大取值 50MW。

表 5.3.3 上海部分隧道火灾热释放率取值

隧道名称	通行车辆类型	隧道规模	火灾释热量值(一处火灾)/MW
上海延安东路隧道	一般小车、公交车	双向四车道	20
宁波常洪隧道	一般货车	双向四车道	20
上海大连路隧道	一般小车、公交车	双向四车道	20
上海外环隧道	货车及集卡	双向八车道	50
上海复兴东路隧道	上层小车、下层公交车	双向双层六车道	20

注:表中火灾释热量即为汽车释热量,未考虑隧道内增大系数。

5.3.4 火灾时,迫使隧道内的烟气沿隧道纵深方向流动的排烟形式为纵向排烟模式,是适用于单向交通隧道的一种最常用烟气控制方式。该模式可通过悬挂在隧道内的射流风机或其他射流装置、风井送排风设施等及其组合方式实现。纵向通风排烟,且气流方向与车行方向一致时,以火源点为界,火源点下游为烟气区、上游为非烟气区,人员往气流上游方向疏散。由于高温烟气沿坡度向上扩散速度很快,当在坡道上发生火灾,并采用纵向排烟控制烟流,排烟气流逆坡向时,必须使纵向气流的流速高于临界风速。试验证明,纵向排烟控制烟气的效果较好。国际道路协会(PIARC)的相关报告以及美国纪念隧道试验(1993 年~1995 年)均表明,对于火灾功率低于 100MW 的火灾、隧道坡度不高于 4%时,3m/s 的气流速度可以控制烟气回流。

根据国际道路协会(PIARC)、日本、欧洲等国外相关技术资料,以及我国火灾科学国家重点实验室开展的相关研究,规定了隧道火灾临界风速的取值。隧道内发生火灾时,能阻止烟气发生逆流的最小风速称为临界风速。临界风速的确定已成为隧道排烟系统设计的关键参数之一。PIARC 公路隧道技术委员会 1999 年技术报告《Fire and Smoke Control in Road Tunnels》提出了防止烟气逆流所要求的隧道临界风速计算公式,见式(5.3.4)。临界风速取决于火灾热释放率、隧道断面积和隧道高度。

$$v_c = K_1 K_2 \left[\frac{gHQ}{\rho_\infty C_p A \left(\frac{Q}{\rho_\infty C_p A v_c} + T_\infty \right)} \right]^{1/3} \quad (5.3.4)$$

式中: v_c ——临界速度 (m/s);

K_1 ——临界理查德森的 1/3 次幂，取 0.61；

K_2 ——坡度修正系数， $K_2=1+0.0374 \times i^{0.8}$ ；

i ——隧道坡度，%；

g ——重力加速度，取 9.8 m/s^2 ；

H ——隧道高度（m）；

Q ——火灾热释放速率（W）；

A ——隧道横断面积（ m^2 ）；

C_p ——空气比热容（ $\text{J/kg} \cdot \text{K}$ ）；

ρ_∞ ——空气密度（ kg/m^3 ）；

T_∞ ——环境空气温度（K）。

对于采用纵向排烟的交通隧道，利用排烟系统将烟雾由距起火点最近的一端隧道洞口或排烟口排出。安全疏散阶段，为保证排烟风速不破坏烟气—空气分层结构，起火点附近的气流流动速度不宜过大，根据我国火灾科学国家重点实验室开展的公路隧道全尺寸现场火灾实验和理论分析，当隧道内纵向风速较小（ 0.5m/s 以下）时，烟气层在整个隧道内保持了很好的分层结构，烟气未发生弥散；而当隧道内纵向风速较大（ 2.5m/s ）时，纵向通风气流与烟气层发生强烈的剪切扰动和掺混，烟气层在较短的区域内（ $200\text{-}400\text{m}$ ）迅速弥散，失去稳定分层结构，严重影响人员疏散，故综合考虑维持烟气分层结构和尽可能控制烟气逆流。

5.3.5 根据国际道路协会（PIARC）、欧洲等国外相关技术资料，重点排烟、半横向或全横向排烟的排烟量应根据火灾规模、隧道空间形状等确定，火灾烟气理论生成率应根据热释放率的不同取值，排烟量不应小于火灾烟气生成率，可据烟气生成量计算方法或热释放率取值。

采用重点排烟，横向或半横向风道兼作排烟风道的隧道，控制烟气蔓延的目的是使滞留人员的通行空间尽可能长时间地处于无烟侵害状态，烟气层的下部空间保留清洁和可呼吸的空气，上部分层的烟气通过位于顶部或顶部侧墙的排烟口排出。

5.4 排烟风机

5.4.1 隧道内用于通风和排烟的射流风机悬挂于隧道车行道的上部，火灾时可能直接暴露于高温下。采用射流风机进行排烟的隧道，设计需考虑到正好在火源附近的

射流风机由于温度过高而导致失效的情况，保证有一定的冗余配置。但对于斜、竖井及平导内设置的轴流排烟风机，可不设置备用组。

5.4.2 按《消防排烟风机耐高温试验方法》XF 211 本条对隧道风机的功能进行了必要的强调。对与高温烟气有直接接触的风机电动机、附属设备、零部件、外接配电线路等提出耐高温要求，以确保风机在 250℃的环境温度下正常运行 60min 以上。

风机叶片是保证风机正常风速和通风功效的关键部件，由于其是采用金属材料制作的，高温工况下，金属材料的强度、刚度会发生突变，会影响叶片的正常运转；风机的消音器是用于降低环境噪音的，保障火灾现场调度指挥的。为确保风机叶片、消音器等在火灾高温作用下能正常使用，规定了其耐火、耐高温要求。

为确保风机能够满足火灾工况下的不同阶段的排烟要求，对隧道通风排烟合用系统风机在完成不同模式下的通风状态转换所需要的时间作出规定。

由于射流风机纵向式通风系统施工难度小、工程造价和运营费用低、活塞风利用效果好，适用于 3000m 以内的单向交通隧道，从已建成和在建隧道的排烟设计看，其通风排烟合用系统运用最为广泛。为此，本条对射流风机的设置进行了必要的强调。

5.5 其他防烟排烟设施

5.5.1 本条规定了排烟口的控制要求。

5.5.2 本条规定了设置排烟防火阀的部位。

5.5.3 防火阀、排烟防火阀是防烟排烟系统中起防火分隔作用的安全装置，应能在火灾时准确、适时地发挥作用，其安装质量要求应更为严格。防火阀、排烟防火阀按其机械运行装置的类型可分为弹簧式和重力式两类；弹簧式防火阀、排烟防火阀又分为左启式和右启式，重力式又分为水平安装、垂直安装和左启式、右启式等规格，安装时应选用合适产品。为确保易熔件的感温灵敏度，应将易熔件顺气流方向安装；为确保阀板关闭后的严密性，阀板应逆气流方向开启。排烟防火阀平时多处于常闭状态，火灾发生后，手动或自动开启进行排烟。排烟防火阀的结构可分为多叶式、翻板式等，安装时，可设置在墙体上或安装在吊顶内；其阀板的开启及复位可采用自动或手动控制。

5.5.4 风道内表面的质量直接影响到防烟排烟系统的运行效果。风道内表面平整、清洁、无裂纹、无渗水，水平风道设有一定坡度的排水纵坡，能够保证不增加气流阻

尼，确保风道的严密性、无积水，以达到预期的防烟排烟效果。工程施工中经常遇到风道与金属风管连接处未作预埋处理，或预埋位置、尺寸不正确，给施工带来困难的情况。风道伸缩缝的设置形式较多，施工时应按照设计要求设置伸缩缝，且还要保证其不渗水、不漏风。火灾时，风道直接承受高温，容易变形、剥脱，从而导致漏风，甚至产生火灾扩大蔓延的严重后果，风道破损后，其修补或更换难度较大，因此，应特别重视其材料、结构的耐久性。

5.6 防烟系统控制

5.6.1 本条规定了防烟系统的联运控制方式。按现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116 的有关规定执行。

5.6.2 本条规定了隧道防烟系统的设置要求。火灾情况下，隧道烟气控制最关键的问题是隧道内防烟设施能及时、准确地启动。就控制设备而言，现场控制比远程控制更能实现这一要求。现场人员对火灾情况、交通状况等现场实际情况的了解，比远端监控更直接、详细，因此，必须设置手动控制操作系统。为保证隧道内手动控制装置能安全、及时、准确启用，隧道内的手动控制装置要设置在安全、便于操作的地方，并且有不受火灾、烟气威胁的保护措施。加压风机是送风系统的核心，除接收火灾自动报警系统信号联运启动外，还应能独立控制——送风口开启时，即时启动，不受报警系统故障等因素影响。

5.6.3 防烟系统的可靠运行关系人员疏散，火灾时按设计要求准确开启，符合防烟需要也能避免超压现象。

发生火灾时，当隧道内风速大于火灾临界风速时，烟气沿隧道纵向气流流向呈单向流动，烟气流向下风方向的温度远远高于上风方向的温度。为保证安全疏散阶段内不破坏烟气—空气分层结构，起火点附近的气流流动速度不宜过大。为此，隧道发生火灾后，首先应进行人员疏散，控制排烟速度，以确保安全疏散时间内，排烟系统不破坏起火区域内的烟气—空气分层结构。

设有防烟排烟设施的横通道，所有风机运行，防火卷帘开启，横通道内风机的运行方向和风速的确定，以确保横通道内形成正压为原则；未设置防烟排烟设施的横通道，起火点纵向气流上风方向侧的防火卷帘开启，下风方向的防火卷帘关闭；未发生火灾的相邻隧道的风机运行方向和风速，以能维持横通道内疏散所需的正压为原则，对其风机启动数量和运行方向进行调整。

5.6.4 机械加压防烟系统设置测压装置，既可作为系统运行的信号掌握，又可作为超压后启动余压阀、风压调节措施的动作信号。若风压过高则会引起开门困难，甚至不能打开门，影响安全疏散。

5.6.5 防烟系统设施动作反馈信号至消防控制室是为了方便消防值班人员准确掌握和控制设备运行情况。

5.7 排烟系统控制

5.7.1 本条规定了排烟系统的联动控制方式，在一般情况下优先采用火灾自动报警系统联动启动排烟系统。排烟系统的工作启动，需要前期的火灾判定，火灾的判定一般是根据火灾自动报警系统的逻辑设定，探测器工作后，确认火灾应该符合现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116 的相关要求。

5.7.2 本条对排烟风机及其补风机的控制方式做出了更明确的规定，要求系统风机除就地启动和火灾报警系统联动启动外，还应具有消防控制室内直接控制启动和系统中任一排烟阀（口）开启后联动启动，目的是确保排烟系统不受其他因素的影响，提高系统的可靠性。

5.7.3 本条对常闭排烟阀（口）的启动等项规定是为了系统及时反应动作，保证人员疏散的需要。

5.7.4 在单向交通隧道中，起火隧道内的排烟方向与隧道交通流向相同。起火隧道安全疏散阶段的纵向排烟速度以不破坏烟气层为原则（见图 5.7.4—1），宜控制在 1~2m/s，起火点附近的风机停止工作，其它部位的风机根据排烟速度调整运行速度。到人员疏散完毕后启动排烟。当无法确定人员疏散情况时，排烟系统开启时间应按照人员从最不利部位至其最近紧急出口（含人行横通道、车行横通道）步行所需时间的 1.5 倍确定，步行计算速度应不大于 60 m/min。

在灭火救援时，纵向排烟速度大于隧道火灾临界风速，所有风机应全速运行；要严格控制高温烟气向其它区域的扩散，确保相邻的未起火隧道、横通道以及隧道内设置的附属用房内不受烟气侵扰，起火隧道横通道洞口应保持正压或采取其它必要的防烟措施。

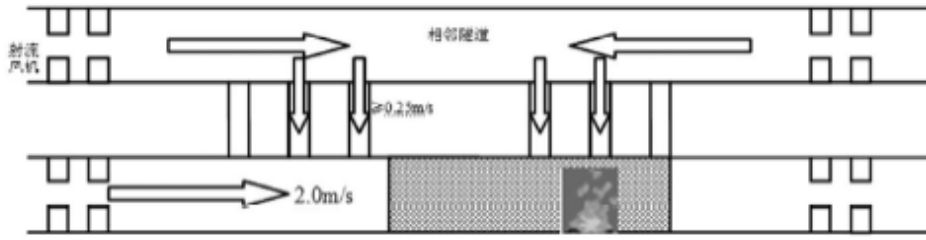


图 5.7.4—1 单向隧道火灾事故排烟（人员疏散）

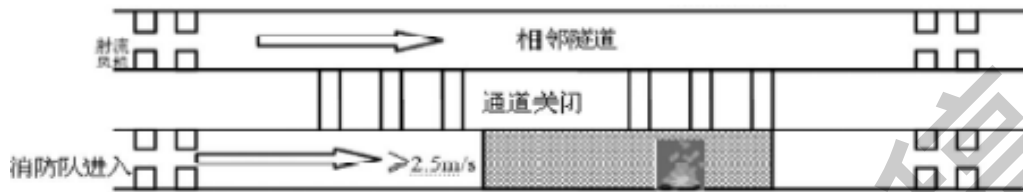


图 5.7.4—2 单向隧道火灾事故排烟（灭火救援）

5.7.5~5.7.6 采用横向或半横向排烟以及组合式排烟的隧道，应根据火灾发生初期不破坏烟气—空气分层结构原则，根据起火点位置的不同进行分区域控制，并应与报警区域对应，风机开启方式及排烟口开启组合应通过计算进行优化。排烟时，应尽量使隧道内不出现烟气回流。

5.7.7 本条对常闭排烟阀（口）的启动等进行规定是为了系统及时反应动作，保证人员疏散的需要。具体要求如下：机械排烟系统中的常闭排烟阀（口）应设置火灾自动报警系统联动开启功能和就地开启的手动装置，并与排烟风机联动。当火灾确认后，火灾报警系统应在 15s 内联动相应防烟分区的全部排烟阀（口）、排烟风机和补风设施。

5.7.8 本标准明确规定发生火灾时只对着火的防烟分区进行排烟。本条规定了火灾确认后，排烟区与非排烟区排烟阀（口）所处的状态。为保证排烟效果，对担负两个及两个以上防烟分区的排烟系统宜采用漏风量小的高气密性的排烟阀，非排烟区的排烟阀（口）处于关闭状态，既有利于减少对排烟区的干扰和分流，防止烟气被引入非着火区，又可保证非排烟区的空间气体压力略高于排烟区的压力，更好地防止烟气的蔓延。

5.7.9 排烟系统设施动作反馈信号至消防控制室是为了方便消防值班人员准确掌握和控制设备运行情况。

6 消防给水和灭火设备

6.1 一般规定

6.1.1 本条规定了隧道附近缺乏城市供水设施时，消防用水可靠天然水源供给。

6.1.2 根据国内外火灾统计资料显示，到目前为止，还没有同一隧道同一时间内发生两次火灾或同一公路沿线隧道群同一时间内发生两次火灾的记录。为此，本标准确定了同一时间内发生一次火灾的隧道供水系统设计原则。

6.1.4 为保证隧道消防水系灭火系统的安全可靠性，要求隧道消防给水管网布置成环状，以便在某段管网维修或发生故障时，仍能保证火场用水。

6.1.5 由于隧道不采暖，严寒、寒冷地区的隧道消防给水及灭火系统在冬季易结冰，冻裂等，故要求采取防冻措施。

6.1.6 规定了消防水池的设置条件和设置要求。

公路隧道周围很少有市政供水系统，消防水源以天然水源为主，城市近郊的公路隧道周围可能会有市政供水设施，但多数情况下，处于远城市管网的山区，很难满足隧道消防供水的需要，通常都需要设置消防水池。对于公路沿线隧道群，为节约用地、降低建设成本，在确保可靠供水的前提下，本标准规定可共用消防水池和消防水泵房。

6.1.7 隧道周围的天然水源，更多的是山涧水、山泉水，断流的可能性极大，且水流中夹带了大量的泥沙、杂物，会对水系灭火系统产生严重影响。因此，在选择天然水源作为消防水源时，必须经过严格的实地考察，不仅要确保水源的可靠性，而且要保证取水设施、净水设施设置的安全性和可靠性。

6.2 灭火设施

6.2.1~6.2.3 日本规范按照 3 个室内消火栓和 2 个室外消火栓同时作用计算，消防用水量为 35L/s~45 L/s，德国规范消防用水量为 20L/s，美国规范为 32 L/s；国家标准《建筑设计防火规范》GB50016 规定，城市隧道消防用水量包括隧道内用水量和隧道洞外用水量，根据隧道类别分别为 20L/s、30L/s 和 10L/s、20L/s。

各国规范对隧道火灾延续时间的确定都不完全相同。美国、德国规定不低于 1.00h，日本规定不低于 40min；我国《建筑设计防火规范》GB50016 中，根据隧道类别分别

确定为 3h、2h。本标准借鉴城市隧道消防用水量确定原则，按照不同的公路隧道长度，确定隧道内、外消火栓用水量。

6.2.4 为不影响隧道火灾时的人员安全疏散，隧道内的消火栓箱应采用双开门暗装消火栓箱，安装在隧道侧壁上。现行国家标准《消火栓箱》GB14561 确定了标准消火栓箱的基本型号和基本参数。

由于隧道是机动车交通通道，隧道行车道通畅，且没有任何分隔，隧道的长、宽（高）比例极大，消火栓布置间距宜根据不同车道进行设置。

6.2.5 本条公路隧道泡沫灭火装置的设置与《泡沫灭火系统设计规范》GB50151 规定是一致的。水成膜泡沫对汽车燃油火灾的灭火效果优于蛋白泡沫和氟蛋白泡沫，其灭火机理除具有一般泡沫灭火剂的冷却和窒息作用外，还能在燃烧液体表面形成一层水膜与泡沫层共同封闭燃液表面，隔绝空气，形成隔热屏障，阻止可燃液体继续升温、汽化和燃烧，并能较好地阻止 B 类火灾的蔓延；此外，水成膜泡沫属于环保型灭火剂，储存时间长，可达 10 年以上。根据水成膜泡沫的灭火机理、汽车火灾特点以及灭火要求，隧道中的汽车燃油火灾推荐采用水成膜泡沫灭火剂，隧道内的固定灭火装置建议采用水成膜泡沫灭火装置。

水成膜泡沫的型号按照泡沫液浓度一般分为 1%、3%、6%和 8%等 4 种，1%的水成膜泡沫液多用于压缩空气泡沫灭火系统和细水雾灭火系统，其它型号的水成膜泡沫液常用于扑救液体火灾。从经济合理的角度考虑，在隧道火灾中推荐采用 3%的水成膜泡沫液。为便于管理和不影响火灾时的人员安全疏散，水成膜泡沫灭火装置应配置在箱体内部，其尺寸和质量可参照现行国家标准《消火栓箱》的有关规定执行。

6.2.6 引发隧道内火灾的主要部位有：行驶车辆的油箱、驾驶室、行李或货物和客车的旅客座位等，火灾类型一般为 A、B 类混合，部分火灾可能因隧道内的电器设备、配电线路引起。灭火器主要用于扑救隧道初期火灾。隧道内发生 A 类、B 类、C 类火灾和电气火灾的可能性都存在，根据现行国家标准《建筑灭火器配置设计规范》第 3.0.2 条第 4 款的规定，隧道内适合配置 ABC 干粉灭火器和其它适用于扑救 A、B、C 类火灾的通用灭火器。

据调查统计，隧道初期火灾以隧道内车辆的燃油火灾居多，其升温速率快，发展、蔓延速度较快。为此，根据《建筑灭火器配置设计规范》的危险等级和灭火器配置基准确定的原则，将一般隧道的危险等级确定为中危险级，对于以油罐车、可燃气体运输车辆等为主的隧道，其危险等级可确定为严重危险级；隧道灭火器配置以扑救 B

类火灾为基准，确定为 1.0m²/B；每具灭火器的最小灭火级别在综合考虑配置数量、驾乘人员灭火技能水平、隧道车辆燃油火灾的初期火灾特点等因素，确定为 55B。本条给出了适合于隧道配置的 ABC 干粉灭火器充装量。

6.2.7 为便于对隧道内灭火器的统一管理，防止灭火器被盗或遭受意外损坏，同时也防止随意放置灭火器而影响安全疏散，要求隧道内的灭火器成组放置在灭火器箱内，灭火器箱暗装在隧道侧壁上。现行行业标准《灭火器箱》规定了标准灭火器箱的基本型号和基本参数。

6.2.8 本条规定了消火栓箱、灭火器箱的安装要求，强调设有箱门开启信号的消火栓箱、灭火器箱的报警信号反馈要求，以满足平常防盗，火灾时辅助报警的功能要求。

6.2.9 水下隧道和特别重要的隧道因结构保护等需要，建议设置泡沫—水喷雾灭火系统等自动灭火系统。

表 6.2.8 自动灭火系统案例

隧道名称	消防设施	给水方式	备注
南京长江隧道	泡沫消火栓系统+灭火器+水喷雾灭火系统	市政自来水	设消防水池
上海长江隧道	消火栓+灭火器+泡沫-水喷雾联动系统	/	/
武汉长江隧道	泡沫消火栓系统+灭火器+水喷雾灭火系统	市政自来水（设加压泵）	未设消防水池
上海外环越江隧道	消火栓系统+灭火器+水喷雾灭火系统	市政自来水（设加压泵）	/

6.2.10 随着消防产品和消防科技的不断创新，新型灭火系统将不断被研制开发，对于新型灭火系统的使用，在没有国家、行业、地方标准的情况下，按照有关消防法规、规章的规定，必须组织专家进行专题论证后，才能确定是否适用于工程实际。

7 火灾报警及监控

7.1 供配电与线缆

7.1.1 本条根据不同隧道火灾的扑救难度和发生火灾后可能的危害与损失、消防设施的用电情况，参考《建筑设计防火规范》GB50016 按危险性等级进行用电负荷分类，确定了隧道中消防用电的供电负荷要求。

隧道火灾的延续时间一般较长，火场环境条件恶劣、温度高，对消防用电设备、电源、供电、配电及其配电线路等的设计，要求较一般工业与民用建筑高。隧道各类电力负荷应按照负荷性质、功能不同各自设置单独的配电回路。

由于隧道及其附属用房供配电装置及线缆承载着电能的转换、分配和传输，供配电装置及线缆本身存在着电气火灾风险和诱发火灾危害扩大化的可能，为此必须对供配电系统本身进行电气火灾防控。

为确保隧道疏散和灭火救援的顺利进行，一级电力负荷在火灾发生后一段时间内需持续供电，所以电连接线应采用耐火电缆。在《电力工程电缆设计规范》GB 50217 中，对控制电缆和安全性要求高的公共设施电力电缆要求采用铜导体。

由于紧急事件发生的不可预见性和随机性，作为常备状态，隧道重要电力负荷中的一级负荷其过负载保护、接地故障保护应作用于信号而不应作用于切断电路，并根据具体情况实施切换供电回路或切断电路的人工控制，按照相对有利原则决策断电动作的时机和对象回路。

对于电力监控 SCADA 系统的设置要求等同于《公路隧道设计规范 第二册 交通工程与附属设施》JTG D70/2，同时借鉴《地铁设计规范》GB50157 的要求。从防范隧道供配电系统电气火灾和为保障隧道运营的消防安全而对隧道重要电力负荷的供电控制角度考虑，尚需配置选取安全适用的电气火灾监控设备，构成对隧道供配电系统电气火灾重要风险点的电气火灾监控预警系统。

7.1.2 隧道内电缆的选择和敷设方式，要充分考虑到对隧道火灾的耐受能力。明敷时需要设置悬挂、支撑或固定，故需要防护结构为刚性。不燃刚性结构可采用金属管、PVC 或 PE 管等符合要求的结构件。有耐火要求时可对金属管或其内部线缆作耐火涂料、包带等防护，对 PVC 或 PE 管做混凝土包封，金属铠装线缆可采取耐火涂料、包带方式做耐火防护。我国公路隧道中，一些隧道的电缆沟毗邻行车道，设置镂空上

盖板且高出车道路面不超过 25mm，电缆沟上部兼作检修疏散通道。发生可燃性液体火灾时及在灭火时，易产生流淌火进入电缆沟，故要求做耐火防护。耐火电缆的敷设还应符合《阻燃及耐火电缆塑料绝缘阻燃及耐火电缆分级和要求 第 2 部分：耐火电缆》XF 306.2-2007 的相关规定。

7.2 火灾自动报警

7.2.3 近年来，国内外有关研究机构对隧道用火灾探测器不同火灾情况的响应性能、虚警风险和环境适应性进行了大量实验。总体上表明对火灾防范要求高的高防火安全等级的隧道，单一报警方式存在缺陷。感温探测、火焰辐射探测、火焰的图像探测、烟雾的图像探测的两种方式的复合更适用于隧道。

7.3 消防应急照明与疏散指示标志

7.3.1 《公路隧道照明设计细则》JTG/T D70/2-01、《公路隧道设计规范 第二册 交通工程与附属设施》JTG D70/2 对路面亮度、横通道隧道内附属用房的安全疏散通道、专用疏散通道及前室提出了具体的照明要求。除隧道的特殊说明外，其它部位的照度要求适用于正常照明和应急照明情况。按照公路交通照明的习惯，将路（地）面看做漫反射的面发光体，统一采用 cd/m^2 的照明单位。

7.3.2 隧道内的环境较恶劣，风速高、空气污染程度高，隧道内所设置的相关消防设施要能耐受隧道内的恶劣环境影响，防止发生霉变、腐蚀、短路、变质等情况，确保设施有效。此外，也要在消防设施上或旁边设置可发光的标志，便于人员在火灾条件下快速识别和寻找。

7.4 消防应急广播与消防电话

7.4.1 隧道消防应急广播应支持平时与紧急情况时应用相结合，并遵从紧急情况优先且人工干预优先原则。根据隧道场所的特点和隧道消防应急的实际需求，隧道消防应急广播应能够支持消防应急时依据火灾点相对于隧道及内部设施的情况，分音区播报不同的疏导决策指示。该条文符合《火灾自动报警设计规范》GB50116 的原则性要求，同时结合隧道的实际情况确定。

7.4.2~7.4.3 《公路隧道设计规范 第二册 交通工程与附属设施》JTG D70/2 中，“当隧道内发生交通异常或行车事故时，司乘人员可通过消防电话设施迅速通知隧道管

理人员，快速救援、快速排障，达到提高隧道服务水平的目的”；“在隧道出现异常情况时，中央控制室管理人员通过有线广播设施，向隧道内人员发布信息，对车辆和人员进行疏导”。由此可见，消防电话和消防应急广播是隧道内发生包括火灾在内的紧急情况时，现场人员向隧道管理人员通报现场情况和接受应对指令的重要设施。在台湾的《公路隧道消防安全设备设施规范》和日本国《公路隧道紧急用设施设置规范》中，消防电话和消防应急广播都是明确列入的重要消防设备，与《公路隧道设计规范第二册 交通工程与附属设施》JTG D70/2 中等同。

7.5 隧道消防控制室与消防联动控制

7.5.1 为保证能及时处理火警，要求长隧道均应设置消防控制室。消防控制室的设置可以与其他监控室合用，其他要求应符合本标准第 8 章及现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116 有关消防控制室的要求。隧道内的火灾自动报警系统及其控制设备组成、功能、设备布置以及火灾探测器、应急广播、消防专用电话等的设计要求，均需符合现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116 的规定。

发生火灾的隧道和通过横通道联接作为疏散通道的相关隧道，应能根据与火灾部位的相对位置、疏散策略和预案实施的不同阶段，通过不同部位的可变信息情报板发布不同的火灾警报，发布对限速、禁超、禁行、逆行等行车控制的不同要求，通过交通信号指示与疏导撤离相对应的不同车道控制要求。

7.5.2 火灾情况下的隧道防烟与排烟自动控制不仅仅是如何启动风机进行有效排烟的问题，还应与隧道火灾报警、闭路电视监视系统、交通监控等隧道其他监控系统联合使用，形成综合可靠的系统方案。火灾情况下，公路隧道烟气控制最关键的问题是防烟与排烟设施能否迅速、准确启动。就控制模式而言，现场控制比远程控制更易实现这一要求。现场应急救援人员对火灾情况、交通状况等实际情况的了解更直接、详细，所确定的通风与排烟控制方案也更切合实际，因此要求现场控制优先级高于远程控制。

火灾情况下，烟气温度较高，为避免高温烟气对风机驱动、控制器件造成损坏，导致风机不能正常运行，影响通风排烟和灭火救援，需要对排烟风机的电机、驱动、监控器件采取必要的防止烟气侵入的隔离措施。

从隧道消防安全角度考虑，车行横通道门在隧道火灾时的使用准则：确定发生隧道火灾时，行车方向上火灾发生部位上游的车行横通道门应匹配隧道内的交通控

制与诱导指示同步开闭。首先起火点上游附近的车行横通道洞口的防火卷帘可开启，以便于车辆能够不通过起火区域安全疏散到隧道外，车辆疏散完成即关闭。且采用行车隧道排烟时，排烟路径上的车行横通道门应关闭，以防止高温烟气渗入横通道和相邻的未起火隧道。消防联动控制设备应按照上述要求设计防火卷帘控制程序。该要求有隧道通风、防排烟联动，还需有火灾自动报警系统或交通控制与诱导系统执行。

8 施工及验收

8.1 一般规定

8.1.2 本条规定了消防专项工程施工前应具备的技术资料和基本条件。“消防专项工程”包括在隧道消防安全布局、耐火等级、防火分区、安全疏散等方面设置的消防设施和采取的技术措施，在隧道及其附属用房中设置的灭火系统、防烟排烟系统、火灾自动报警系统以及隧道消防应急设施等分项工程。

施工图和设计说明书是消防专项工程施工的技术依据，规定了各分项工程、系统、设施的基本设计参数、设计依据和设备材料等；各分项工程的产品、设施、系统及其主要组件的施工安装、使用、维护说明书是设备制造厂根据其产品的特点和规格型号、技术性能参数编制的供设计、安装和维护人员使用的技术说明与要求，主要包括产品的结构、技术参数、安装的特殊要求、维护方法和要求等。这些资料不仅可以帮助设计单位正确选型，便于消防监督机构审核、检查施工质量，而且是施工单位把握设备特点，正确安装所必需的。其它有关技术文件还应包括：消防产品明细表、施工程序、施工技术要求、工程质量控制制度、建审意见书等监督审批文件、施工记录及隐蔽工程验收记录、验收等表格等技术文件，由于不便一一列举，只作原则性规定以利于执行。

检验报告和产品出厂合格证是保证各分项工程所采用的消防设备、设施、产品和材料质量符合国家消防产品质量标准的可靠的质量保证文件。消防产品属于社会公共安全产品，其产品质量标准属于强制性标准，对已颁布实施国家标准的系统及其组件，必须出具国家法定质量监督检验测试机构的型式检验合格报告。对于阀门、压力表、管道过滤器、金属软管、

管子、管件等，可以只提供生产厂家出具的检验报告、合格证。

施工前对消防设施及其组件、管件和主要材料进行检查，看其是否齐全，是否符合设计选型，以确保施工及施工进度的要求。设计单位向施工单位进行技术交底，使施工单位能够更准确地理解设计意图，尤其是在施工难度比较大、施工各专业相互交叉等部位，以及隐蔽工程、施工程序、施工工艺、技术要求、质量控制等方面，设计单位与施工单位间更应加强交流、沟通，达成共识，以确保消防专项工程的施工质量。

预埋件、预留孔洞是根据设计图纸在隧道土建阶段为消防专项工程施工和设备安装预留的，如与设计要求不符，必然会增加施工难度，影响施工进度和质量。这需要建设、设计、监理、土建施工和消防施工等单位在实际工程中相互协调，密切配合，以保证施工质量达到设计要求。

8.1.3 规定了消防专项工程调试前应具备的基本条件。系统调试是保证各消防设施正常运行的重要环节。1~2 款规定了消防专项工程的分项工程调试和整体联动调试的前提条件，第 3 款规定了调试前必须备齐的技术资料，4~5 款规定了保证调试工作正常进行所必需的供电、测试用仪器仪表等外部条件。通常情况下，施工技术人员与调试技术人员不可能完全相同，甚至可能出现施工单位与调试单位不是同一个单位的情况，由此，备齐调试必需的技术资料，才能使调试人员准确掌握设备及其施工情况，能够了解施工人员是否按图施工以及施工质量如何，便于调试人员在调试中找准问题，给调试工作的顺利开展奠定良好的基础。

8.1.4 规定了参加调试的技术人员的资格和调试应遵守的原则。调试工作是一项专业技术非常强的工作。因此，要求调试工作由专业技术人员承担，即调试负责人应具有消防专业的理论基础和实践经验，熟悉各分项工程的设计、施工、调试工作和相应的技术规范、规程，熟悉系统及主要设备的结构、性能和使用方法，以避免调试时发生不应有的事故。另外，要做好调试人员的组织工作，做到职责明确，并按照预先确定的调试方案开展调试工作。

8.1.5 规定了消防专项工程竣工验收前建设单位、施工单位应为竣工验收工作提供的技术资料。提供完整的消防专项工程技术资料，说明工程已具备软件方面的条件。完整的技术资料是建审部门依法对工程设计、施工实施有效监督和组织竣工消防验收的基础，也是竣工验收时对工程质量作出合理评价的依据；同时，也是管理单位对隧道及其消防专项工程运营、维护、管理的必要条件。

8.1.6 竣工消防验收时，需要对各消防系统、设施进行全面的检查和试验，试验时，系统处于非正常工作状态。因此，竣工验收后应将各消防系统、设施恢复到正常工作状态，以确保验收后各消防系统、设施处于待命状态，能够适时进入运行状态。

8.2 防火保护施工及验收

8.2.1 本条规定了隧道防火保护措施的要求和选用原则。

8.2.2 本条规定了可用于隧道防火保护的常用措施，防火涂料和防火板应按《消防产品现场检查判定规则》XF 588 进行验收。表 8.2.2 给出了这些方法的特点及适应范围。

表 8.2.2 隧道防火保护方法的特点与适应范围

序号	方法		特点及适应范围	
1	防火涂料	a.膨胀型	重量轻，施工简便，适用于任何形状，任何部位的构件，技术成熟，应用广，但对涂敷的基底和环境条件要求严	耐火极限要求 $\leq 2.0h$ ，外观好
		b.非膨胀型		耐久性好、防火保护效果好
2	包覆防火板		预制性好，完整性优，性能稳定，表面平整，光洁，装饰性好，施工不受环境条件限制，特别适用于交叉作业和不允许湿法施工的场所	

8.2.3 防火卷帘、防火门窗是防火分隔构件，为防止火灾蔓延，必须保证其完整性。为确保防火卷帘、防火门窗安装牢固，其支撑构件必须是固定的、可靠的，安装前应当安装《建筑门窗洞口尺寸系列》或设计要求预留洞口和预埋件，不得在安装过程中再砌口。

8.3 消防设施施工及验收

8.3.2 本条规定了隧道防烟排烟系统调试的具体内容。规定了隧道模拟火灾试验时，防烟排烟系统控制模式的验收内容和要求，以及在火灾不同阶段控制模式下应进行的检查验收项目、验收方法和验收要求。

8.3.3 对于防火等级为 A 级以上的隧道，为确保防排烟设计系统能满足实际需求，建议按《防排烟系统性能现场验证方法热烟试验法》XF/T 999 对防排烟系统进行热烟试运转及调试，并按附录 B 填写检查记录。

8.3.4 本条规定了消防给水系统和灭火设施直接按《自动喷水灭火系统施工及验收规范》GB50261、《消防给水及消防栓系统技术规范》GB50974、《泡沫灭火系统设计规范》GB 50151、《泡沫灭火系统施工及验收规范》GB50281、《水喷雾灭火系统技术规范》GB50219 等进行施工及验收。

8.3.5 本条规定了消防电气设备及系统的施工及验收要求。由于系统验收的抽验具有普遍性和典型代表性，借鉴《火灾自动报警系统施工及验收规范》中有关验收的要求。

征求意见稿

9 消防安全管理

9.1 一般规定

9.1.1 依据《中华人民共和国消防法》的有关规定，结合隧道消防安全特点，本条确定了公路运营管理单位是隧道消防安全管理主体。

9.1.2 由于公路沿线隧道的规模不一，且有的分散、有的相对集中，其运营管理机构的设置按照抓住重点、兼顾一般的原则来考虑，专职消防队车辆和人员配备参照消防队站车辆和人员配备的有关标准执行。

9.2 消防设施维护管理

9.2.2 规定了隧道消防及应急设施运行维护管理的要求。需要进行定期维护保养的消防及应急设施包括：火灾自动报警系统、消防及应急设施，防排烟设施，消防给水系统和水系灭火系统，气体灭火系统，水成膜泡沫灭火装置，移动式灭火器，隧道监控系统等。

9.3 火灾应急处置

9.3.1 工程建设项目消防管理与其它专业的管理不同，除必须对设计、施工及验收等环节制定技术标准、规程进行管理外，为确保消防专项工程的可靠性、完好性和合理的使用寿命，以及工程交付使用后的安全，还需要制定管理规程来规范隧道运营消防安全管理、消防专项工程维护管理以及灭火救援等。为此，本标准借鉴《日本建设省道路隧道应急设施设置标准》和美国消防协会 NFPA502《公路隧道、桥梁和其它有限制性通道的公路标准》的编制方法，从隧道运营维护中的消防安全管理、消防专项工程的维护管理和隧道灭火救援等 3 个环节作出规定，强调了隧道工程竣工验收前需要完成，且作为检查验收项目需要进行抽查验收的几项工作：一是制定消防安全管理制度、管理方法及责任控制措施，二是配置管理单位的灭火救援设备和个人消防防护装备，三是制定消防专项工程维护管理规程，四是针对隧道特点编制火灾应急处置程序和灭火疏散预案。本条针对长隧道、特长隧道或隧道群的火灾特点，规定了应制定火灾应急处置程序。

9.3.3 公路隧道的防灾救灾预案，应该包含防灾和救灾两方面。针对长隧道、特长隧道或隧道群的火灾特点，规定了制定火灾应急处置程序、安全疏散预案和灭火救援预案的要求，详细规定了处置程序和灭火疏散预案的内容、编制方法和标准。其中的编

写内容和编写标准，参照了国内外灭火救援的通用标准和处置化学危险预案标准。在具体制定时，应该结合具体隧道的实际情况，遵循科学、合理可操作的原则。下文还例举了可参考的隧道救援梯队、隧道人员疏散及火灾事故救灾流程。

征求意见稿