

陶粒空心砌块	390×240×190	≤800	≥2.5	—	0.58	GB 15229
微孔硅酸钙保温板	500×300×50	200~250	≥0.5	—	≤0.058	GB 1069
水泥蛭石板	500×300×50	≤500	≥0.5	—	≤0.14	JC 4429
水泥珍珠岩板	500×300×50	≤400	≥0.5	—	≤0.087	GB 10303
硅酸铝棉毡	1 000×500×(10~50)	≤350	—	0.84	≤0.06	GB 3003
矿渣棉毡	1 000×250×50	≤120	—	0.75	≤0.048	GB 11835
岩棉毡	900×900×50	200	—	—	≤0.049	GB 11835
玻璃棉毡	1 200×600×50	≤48	—	—	≤0.048	GB 13350
加气混凝土板	—	400~650	2.5~5	1.0~1.2	0.1~0.15	GB 15762
C20 混凝土	—	2 200~2 400	13.4	0.9~0.98	1.0~2.0	—
M5 砂浆	—	2 000	—	—	0.9	—

12.1.5 消防专项工程验收

隧道工程竣工消防验收与其他专业的竣工验收不同。消防验收既是对隧道消防安全的综合评价，又是对隧道消防专项工程设计、施工以及系统性能、产品质量的全面检查验收；既包括了竣工资料、对设施和系统技术管理，以及消防安全管理等软件的验收，又包括了对隧道及其附属用房所设置各类消防应急设施、系统和技术措施等硬件的质量、可靠性和安全性的整体验收。考虑到系统组件、元器件的早期失效和系统磨合所需要的时间，为了确保消防专项工程验收的合理性和科学性，消防专项工程需要在各消防应急设施、系统整体联动调试完成，且试运行达到正常状态后再进行竣工验收；验收过程中，所有设施、系统都应按照正常运行条件运行，任何单位和个人不应随意调整运行条件。在实际工程验收中，有的施工单位、调试单位或设备厂家为保证其消防设备顺利通过验收，在检查验收时故意将设备灵敏度（如差温探测器的灵敏度阈值、定温探测器的额定温度值，以及采用降压启动的稳压泵的启泵压力等）调高；验收合格后，为防止误报警或稳压泵频繁启动，再将各响应阈值调低。这种情况既不能准确地反映出设备的灵敏度与抗干扰能力，更为严重的是，会影响火灾时报

警设备的及时报警和灭火设施的有效运行。

(1) 消防专项工程竣工验收前,建设、施工单位应提交下列竣工资料:

① 竣工图、设计变更文字记录和公安消防机构下发的全部法律文书和表格;

② 各系统、设施主要材料、设备和组件以及其他消防产品的有效质量保证文件和现场检验报告;

③ 施工记录、地下及隐蔽工程验收记录;

④ 监理记录、检验记录、管道强度和严密性试验记录以及管道冲洗、吹扫和防腐记录;

⑤ 各系统分项调试记录和联动调试记录;

⑥ 各系统、设施及其主要组件的使用维护说明书;

⑦ 消防验收申请报告;

⑧ 消防竣工验收前,隧道运营单位应建立健全下列消防安全管理制度:中央控制室、现场控制室、消防控制室管理制度;消防设施使用、维护保养、管理制度;消防安全检查制度;消防安全重大问题决策制度;紧急情况的应急处置程序和交通控制指挥管理制度;隧道及附属用房的用火用电管理制度;员工消防教育、培训制度;各岗位职责及其持证上岗制度;专职消防队或义务消防队组织管理、执勤制度。

(2) 消防专项工程调试完成后,应试运行达到正常运行状态,并应按照正常运行条件进行竣工验收。隧道工程竣工消防验收应包括下列内容:

① 竣工资料;

② 建筑消防工程;

③ 通风及防烟排烟系统;

④ 水系灭火系统及泡沫灭火装置;

⑤ 气体灭火系统;

⑥ 消防供电、配电系统;

⑦ 火灾自动报警系统以及与其相关的其他监控系统;

⑧ 技术管理和消防安全管理的准备工作。

隧道及其附属用房中设置的火灾自动报警系统、气体灭火系统、泡沫灭火设施、水喷雾灭火系统等固定消防设施,除有特殊要求的外,可不再对其施工、验收中的共性问题作重复规定,施工及验收时,以现行国家标准《火灾自动报警系统施工及验收规范》、《气体灭火系统施工及验收规范》、《泡沫灭火系统施工及验收规范》、《自动喷水灭火系统施工及验收规范》等作为依据。

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。

12.2 隧道日常消防安全运营管理

消防安全管理工作的核心是明确安全管理责任。但是在实际工作中，部分单位和个人往往没有意识到消防安全的重要性，认为工程建设完成后，该配置的设备已配置到位，发生火灾后灭火救援就是公安消防队的事情了，没有意识到履行消防安全管理职责的必要性，更没有将消防安全责任落到实处，导致火灾事故发生后不知所措。因此，把单位的消防安全责任落实到单位法人代表身上，落实到单位各级领导身上，自上而下地形成一套完整的管理体系，才能真正做到保障消防经费，定期维护、保养消防设施，结合单位的实际需要配置必要的消防器材，建立专职或兼职消防队，定期组织单位员工进行消防安全培训，主动消除各类火灾隐患，确保本单位的消防安全。

12.2.1 隧道消防安全组织

(1) 隧道运营管理单位是隧道消防安全管理的主体，其主要负责人或法定代表人是消防安全责任人，应对所辖公路沿线隧道的消防安全工作全面负责。应履行下列消防安全职责：

① 贯彻执行消防法律法规、工程建设消防技术标准，建立隧道逐级消防安全责任制和岗位责任制，应将消防工作与隧道运营管理统筹安排。

② 组织制定、批准实施各项消防安全管理制度，应在制度中明确各级、各部门、各岗位的消防安全责任。

③ 批准实施隧道运营管理中涉及消防安全的监控、配电、消防设施管理、交通指挥、紧急救援等岗位的操作规程和应急方案，应确保隧道火灾时各相关岗位应急措施实施得当，设施运行正常。

④ 批准、督促落实阶段性消防工作计划，主持实施消防检查，确定涉及消防安全的重大问题的解决方案，提供经费保障。

⑤ 按照规定建立专职消防队、义务消防队，应保证有必要的训练时间和训练条件；根据各隧道的特点，组织制订灭火救援和人、车应急疏散预案，并实施演练。

⑥ 依法对新建隧道的消防安全和消防设施工程质量负责，落实已建成隧道的消防设施维护保养和管理工作。隧道运营管理单位为了确保各项规章制度落到实处，确保消防设施正常运转，必然要通过消防检查的手段来督促和整改，因此在实施消防检查时，应针对隧道特点、通常应检查的内容和范围进行。此外，还应按照《机关、团体、企业、事业单位消防安全管理规定》，对其他需要检查的内容和消防安全情况实施检查。

⑦ 积极组织隧道火灾的前期扑救和现场保护，配合公安消防机关进行火灾事故调查。

(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，因而运营管理机构的

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应根据其担负任务的繁重程度设置，并参照消防队（站）车辆和人员配备的有关标准执行。根据隧道火灾的危险性，隧道管理机构应配置相应的消防车辆和个人防护装备，个人装备的配备标准根据隧道的火灾特点和建筑特点确定，个人防护装备数量按人计算，基本配置应为每人一套隔热服和一具空气呼吸器或防毒面具。根据公路沿线隧道的情况，隧道运营单位应按照规定设置隧道管理机构、配置相应的专（兼）职消防人员和灭火救援装备。

① 设置隧道管理所、监控（分）中心的运营单位，应配备专（兼）职消防人员，负责落实隧道运营消防安全管理工作；远离公安消防队（站）1000 m 以上的 I、II 级隧道的监控站、管理所应配置专职消防队，配备不少于 2 辆的消防车，专职消防人员不应少于 8 名。

② 对于没有设置管理所的长隧道，应设置现场管理点，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。

③ 消防控制室的人员配备应能满足 24 h 不间断值班的要求。

④ 隧道管理机构应根据隧道设计的交通流量、排烟设施和允许通行的车辆类型等情况，配备相应规格型号的消防车和消防专职人员个人防护装备。消防车宜采用干粉-泡沫联用消防车或水罐车；个人防护装备至少应配备隔热服、空气呼吸器或防毒面具等。

⑤ 专职消防人员平时可兼任隧道应急救援、设施设备维护管理人员，但应在时间和工作安排上，保证其能够按照《企事业单位专职消防队管理条例》的规定进行必要的技能训练和灭火演练。

12.2.2 公路隧道超限运输及危险品运输

隧道管理机构应按照设计标准和有关规程在隧道投入使用前配齐消防应急设施和交通控制指挥设施；应在隧道运营前建立健全各项消防安全管理制度，配备齐全相关岗位的人员，并完成岗前培训，以确保隧道监控、安全检查、设施设备运行维护、灭火救援等工作的顺利开展和隧道的安全畅通；应根据隧道运营要求，确定消防安全重点部位；应对重点部位进行定期检查，并做好检查记录、分类整理存档；应及时派专人负责解决检查中发现的问题，排除不安全因素。

在我国，由装载危险品的罐车所引发的事故相当频繁^①。据不完全统计，仅甘肃省从 2011 年以来就已发生 16 起危险罐车爆炸事故，其中无资质运营 1 起、追尾或相撞 5 起、路况不熟 3 起、车辆失控翻车 5 起、车轮爆胎 2 起。究其事故原因，大致分为以下几种：一是车辆自身的原因，如车辆长期超载并疏于保养；二是路况不熟、速度过快造成侧翻；三是车辆在行驶过程中发生追尾；四是无证运输；五是天气原因致使车轮爆胎。基本上属于一分天灾、九

① 鄧玉兰，夏永旭，王润民，张志鹏，胡庆安，胡世通. 特长公路隧道工程建设管理模式研究[J]. 公路交通科技（应用技术版），2007（05）：29-33.

分人祸。随着现代物流和交通运输的发展，危险品运输也处于一个开放的市场，虽然国家有《道路交通安全法》、《公路危险品运输管理条例》、《道路危险货物运输管理规定》、《危险化学品安全管理条例》等法规，而且各个省（直辖市、自治区）也有相关配套法规，但事故仍然频频发生，这和相关部门对运营单位的资质审查不严、对运营车辆的监控不到位，以及运营单位有没有退出机制等密切相关。我们认为，危险化学品车辆及其他大型载重车辆在隧道通行时，应采取如下切实可行的措施：

(1) 长隧道、特长隧道或隧道群竣工后，建设单位或管理单位必须制定隧道火灾应急处置程序、安全疏散预案和灭火救援预案并定期进行演练。

(2) 长隧道、特长隧道或隧道群应在距离隧道约 1 000 m 的地方设置易燃易爆化学品的车辆停车申报、安全教育场所，要求车辆按照管理单位的规定通过隧道，必要时，可由隧道管理部门引导通行。

(3) 应按表 12.6 引导向其申报的超限运输与运输易燃易爆化学物品的车辆通过长隧道或特长隧道。

表 12.6 公路隧道超限运输及危险品运输时的交通控制表

隧道等级 交通控制	I	II	III	IV	V
车速/(km/h)	设计值降 20	设计值降 20	设计速度	设计速度	设计速度
车距/m	500 ~ 1 000	500	300	300	300
超高	禁止通过	禁止通过	禁止通过	禁止通过	禁止通过
超重	禁止通过	禁止通过	禁止通过	禁止通过	禁止通过
超长	晚间护送通过	护送通过	护送通过	护送通过	护送通过
易燃可燃液体	晚间护送通过	护送通过	护送通过	护送通过	护送通过
液化石油气	晚间护送通过	护送通过	护送通过	护送通过	护送通过
化学物品	晚间护送通过	护送通过	护送通过	护送通过	护送通过
爆炸物品	禁止通过	晚间护送通过	晚间护送通过	晚间护送通过	晚间护送通过

注：如果是危险物品的运输车队，应控制其间距为 1~2 km，或者仅允许单车通过。

隧道管理单位应在发生火灾或可能引发火灾、可能有易燃易爆化学品泄漏的交通事故时积极组织自救，并及时向公安消防部门报告。在运营隧道的车行洞、横向以及其他各类疏散通道上，禁止堆放影响安全和车辆、人员疏散的物品。隧道发生火灾或交通事故时，隧道入洞口前的可变情报板应及时发布相关信息，防止二次灾害的发生。

12.2.3 公路隧道消防安全检查

用于隧道灭火、抢险救援的各种消防器材、设备设施、消防车、清障车等，不应用于与消防和抢险救援无关的其他事项。隧道管理单位的消防安全检查应包括下列内容：① 各项消防安全管理制度和各岗位操作规程的执行情况；② 隧道消防应急设施、设备的运行维护管理以及隧道横洞、错车道、紧急停车带等的使用维护情况；③ 消防水源及供水设施、消防车及消防车通道情况；④ 重要岗位人员的履职、培训和持证上岗情况；⑤ 消防安全重点部位的管理和巡查情况；⑥ 消防控制室、中央控制室值班和监控设施运行情况；⑦ 火灾情况下交通控制、指挥设施、控制设备的运行情况；⑧ 隧道交通安全、安全疏散等标志的设置和运行情况。

12.2.4 消防应急设施的维护管理

隧道消防及应急设施运行维护管理应符合有关法规的要求。需要进行定期维护保养的消防及应急设施包括监控和消防及应急设施、防烟排烟设施、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、火灾自动报警系统消防车的使用及维护管理要求。

隧道消防应急设施、设备的运行管理应符合下列规定：① 系统必须有专人控制管理，实行 24 小时不间断值班；② 值班人员应熟悉应急程序，熟悉和掌握系统的工作原理和操作规程；③ 非工作人员不应随意进入控制室；④ 系统运行前，火灾自动报警系统的操作管理及维护人员应经公安消防部门进行专业培训，考试合格后持证上岗；⑤ 隧道管理单位必须有消防及应急设施、系统的竣工图、竣工资料、操作规程和控制系统流程图、值班人员职责、值班检查记录和设施、系统使用图表，并应建立完整的技术档案；⑥ 隧道监控、消防及应急设施、系统应保持连续正常运行，不应随意中断；⑦ 确因设施、系统维护、检修等需要部分中断运行的，必须采取临时性措施，确保隧道安全；⑧ 隧道管理单位应针对隧道特点和消防及应急设施、系统的设置情况，制订完善的日常检查和定期检查计划，并按计划对各系统各部位进行检查，同时做好记录；⑨ 消防设施应由原施工单位或其他具有相应资质的维护保养单位进行维护保养；⑩ 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

排烟设施进行功能测试。

12.3 火灾应急处置程序及灭火疏散预案

(1) 公路隧道必须建立灭火救援预案。预案的制定要结合隧道的实际情况，采用理论分析、数值模拟、物理验证和现场演习的方法，科学系统地进行制定。预案必须具有可操作性，并应包括以下内容：① 应设置合理可靠的应急救援组织机构及防灾救援梯队等防灾救援体系，并明确各机构构成与人员的职责；② 应包括对交通事故、火灾事故、危险品泄漏事故等灾害事故的预防、救援及灾后评估与维修的方案、流程及措施等内容；③ 应详细给出在发生事故灾害时人员、车辆的逃生路线，救援人员的救援路线，通风、照明等系统及设施的控制方案，各个部门的职责及现场处理措施等，以保证疏散救援及时、有序的进行；④ 必须建立一套完整的交通事故和隧道灾害的报告网络，及时与上级主管部门、消防、武警、环保、救护等协作单位随时保持联络，做到在隧道发生事故灾害时迅速反应，及时救援。

(2) 有下列情况之一发生时，应实施救灾预案：① 隧道内发生交通事故；② 隧道内发生火灾；③ 易燃、易爆和有毒等危险品运输车辆在隧道内发生泄漏；④ 由于重大自然灾害影响隧道交通的事故；⑤ 恐怖袭击造成的隧道交通事故；⑥ 其他可能引起隧道火灾或交通事故的紧急情况。

(3) 灭火疏散预案。灭火疏散预案的内容包括：① 隧道的基本情况，编制预案的目的、原则、实施范围和控制目标等；② 预案发布单位及其主管领导和编制、批准实施及修改时间；③ 隧道管理组织机构和各机构的人员组成及职责；④ 隧道应急救援组织机构的构成及各单位职责；⑤ 隧道防灾救援梯队的组成以及各梯队人员职责；⑥ 交通事故、火灾事故及危险品事故等事故的预防网络；⑦ 超限运输及危险品运输车辆的通行申报及管理制度；⑧ 隧道事故的报告与协作制度；⑨ 人员培训、演习和宣传教育制度。

隧道应急救援组织机构应包括指挥部、警戒组、救援梯队、医疗、交通、通信、事故调查、事后处理等相关单位及人员，并应明确各单位及人员的职责和应对事故的处置对策与流程。

隧道事故救援一般分为三个梯队。第一梯队为隧道内维护及司乘人员；第二梯队为隧道管理、消防、交警及路政等人员；第三梯队为专业的消防人员、公安、武警、医疗救护、环保等单位及人员，图 12.1 为所建议的隧道救援梯队示意图。

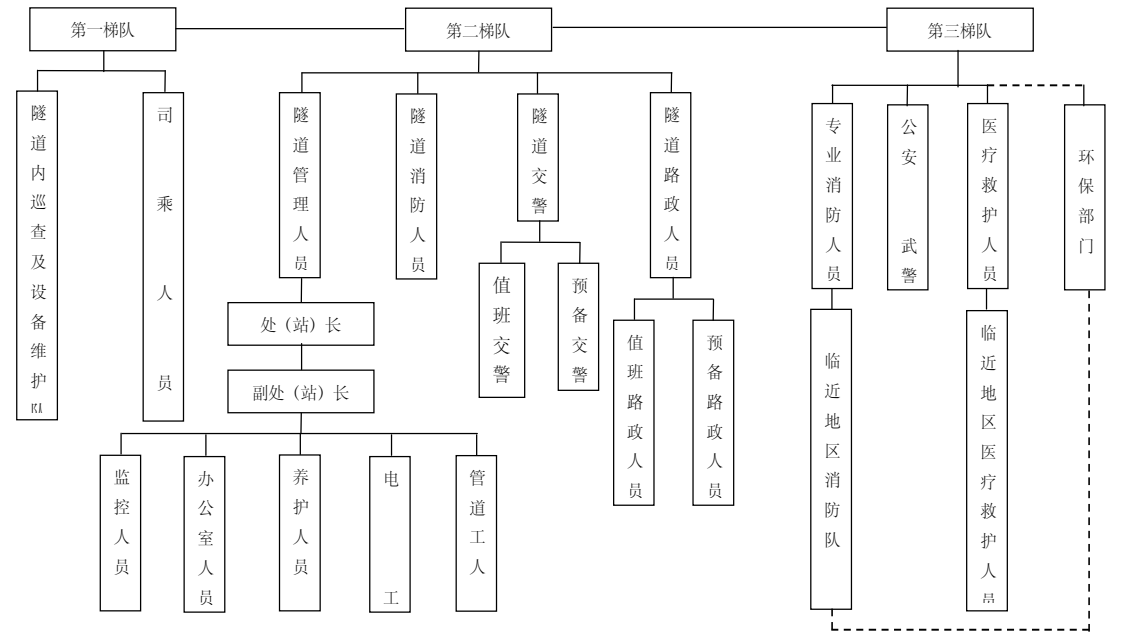


图 12.1 隧道救援梯队示意图 (建议)

(4) 隧道救灾预案的基本内容：① 隧道的基本情况，编制预案的目的、原则、实施范围和控制目标，火灾的危险性等；② 预案发布单位及其主管领导和编制、批准实施及修改时间；③ 救灾预案中应包括交通事故、火灾事故、危险品事故、自然灾害事故、恐怖袭击事故等的救灾对策及流程；④ 根据隧道具体情况，合理地划分救援区段和火灾排烟区段；⑤ 根据确定的紧急情况，设定隧道中可能出现的事故场景，再依据不同的事故场景，有明确的事事故处理对策、疏散救援路线及流程；⑥ 对发生重、特大事故时应对媒体的机制和处理流程；⑦ 事故救援结束后，对事故后的评估与维修流程。

另外，对长、大公路隧道必须进行救援区段的合理划分。救援区段的划分不仅要考虑隧道火灾影响范围、通风排烟控制、救灾设备的位置、救援队伍的驻地，而且要考虑人行通道、车行通道以及逃生通道的位置。救灾预案的制定，要结合具体的隧道实际，依据不同的事故类型和事故场景，采用理论分析、逻辑推理、沙盘推演、数值模拟或者物理模拟的方法仔细研究制定，并在实践中不断予以完善。

(5) 事故场景的设定和救灾预案：① 应根据隧道的不同和事故类型及特点，设定事故场景如交通事故：大型交通事故、中型交通事故、小型交通事故及其可能出现的次生事故；火灾事故：火灾规模、火灾类型、火灾位置、隧道风速等；危险品事故：危险品种类、事故规模、事故位置、隧道风速等；自然灾害：灾害种类、灾害规模、隧道环境等；恐怖袭击：灾害规模、隧道环境等；② 依据不同的事故场景，有明确的事事故处理对策、人员和车辆疏散路线及救援方案与流程。图 12.2 给出了火灾事故救灾流程示意图。

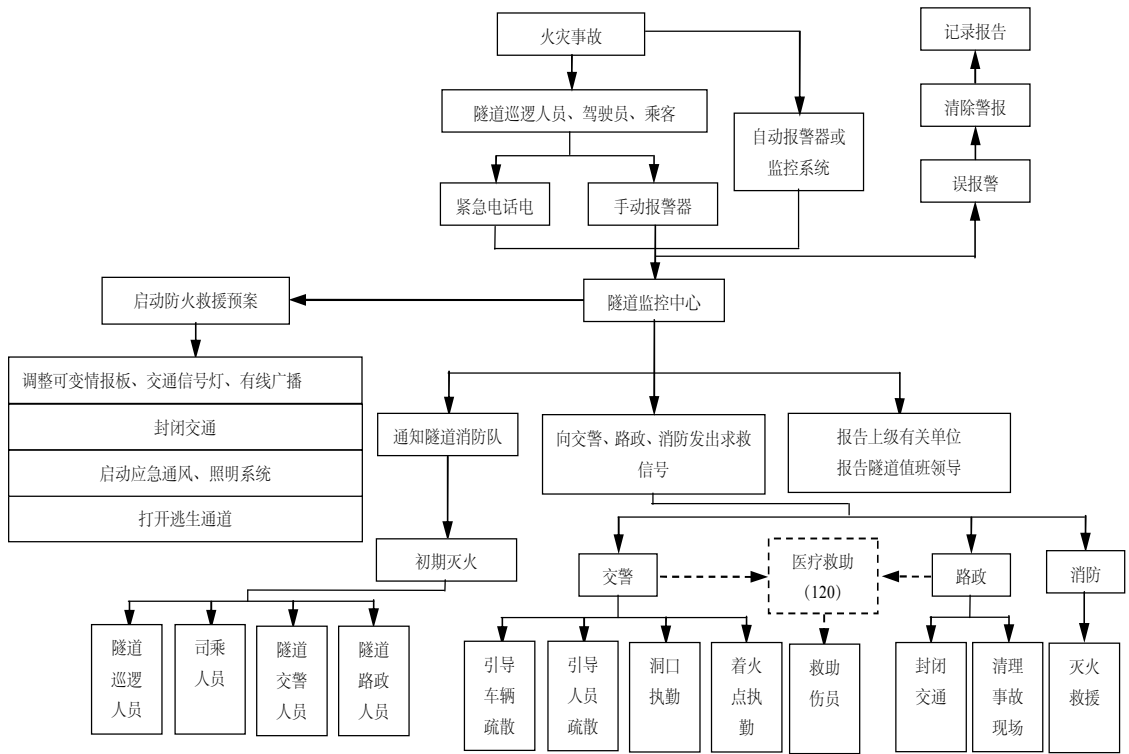


图 12.2 隧道火灾事故救灾流程示意图