

公路隧道消防灭火系统优化设计研究

夏学潮^{1,2}

(1. 中铁第五勘察设计院集团有限公司; 2. 苏州众通规划设计有限公司)

【摘要】隧道建设是公路工程建设的项目之一，因隧道工程本身具备半封闭的环境特点，相较于其他公路路段而言，隧道环境的施工建设更为复杂，且隧道整体路段的车辆运行事故率较高，又因隧道环境内的空气流通性较差，在车辆运行的过程中极易引发交通拥堵。文章首先对公路隧道火灾的特征进行了阐述和分析，并在此基础上，归纳了容易引发公路隧道消防问题的安全隐患，并在文章的最后，总结了公路隧道消防灭火系统的优化设计，旨在为今后工程技术人员研究消防灭火系统设计提供经验借鉴。

【关键词】公路隧道；消防隐患；消防设施

中图分类号：U49

DOI: 10.13655/j.cnki.ibci.2023.10.050

Research on the Optimization Design of Road Tunnel Fire Extinguishing System

XIA Xue-chao^{1,2}

(1.China Railway Fifth Survey and Design Institute Group Co., Ltd.; 2.Suzhou Zhongtong Planning and Design Co., Ltd.)

【Abstract】The tunnel construction is also one of the key projects of highway engineering construction. Compared with other road sections, tunnel environment construction is more complicated due to the semi-closed environment of tunnel engineering itself, and the vehicle operation accident rate of the overall section of tunnel is relatively high. In addition, due to the poor air circulation in the tunnel environment, it is easy to cause traffic congestion or serious traffic hazards during the operation of vehicles. This paper firstly elaborates and analyses the characteristics of road tunnel fires, and on this basis, summarizes the safety hazards that can easily trigger fire problems in road tunnels, and at the end of the paper, summarizes the optimal design of fire extinguishing systems in road tunnels, aiming to provide experience for technical personnel of the future project to study the design of fire extinguishing systems.

【Keywords】road tunnels; fire hazards; fire fighting facilities

1 引言

随着公路隧道工程建设的进一步发展，在工程建设投入使用期间，工程技术人员需在考虑引发隧道交通事故的各种因素的基础上，做好公路隧道消防灭火系统的优化设计，以此来规避公路隧道工程在使用过程中可能引发的各类交通安全风险。与此同时，隧道工程建设企业也应重视对隧道消防灭火系统的优化设计，力求将危害发生的频率降到最低。

2 公路隧道火灾特征分析

2.1 烟雾浓度非常大

针对公路隧道的内部环境而言，其本身环境结构为半封闭式，因此，当隧道内部因交通意外发生火灾，那么势必会产生大量弥漫性烟雾，此时为了及时驱散隧道内的烟雾，公路隧道上方通常会设置斜井，用于通风换气和烟雾的疏散，但因受到内部气压等

因素的影响，在短时间内也无法完成烟雾的全部驱散。因此，工程技术人员要针对公路隧道火灾烟雾的特性，对公路隧道内部斜井进行合理的规划设计，结合现有的消防灭火系统设施，对烟雾进行正确的处理，合理减轻烟雾浓度，在此期间，不可盲目加大内部风压，避免因内部空气突然涌入而加剧火势的蔓延，造成烟雾过浓遮挡视线，影响公路隧道内部消防灭火工作的顺利进行。

2.2 一氧化碳等有害气体的危害高

一般情况下，当公路隧道内部发生火灾，火势会沿着隧道路段迅速蔓延，其内部的氧气含量会随着时间的推移被逐渐降低，当氧气含量达到一定的水平后，火灾会演变为无氧燃烧，此时会产生大量的一氧化氮、一氧化碳等有害气体。随着火势的加剧，此类有害气体的浓度会越来越高，严重危及到公路隧道内部行车人员的生命安全，并产生严重的后果。

与此同时,因火势的加剧,内部空气的温度急剧上升,炙热的空气可将沿途的可燃物引燃,进而引发二次火灾等严重的问题,影响消防灭火工作的开展。

2.3 受灾人员疏散困难

针对公路隧道内部空间发生的火灾,其本身具有较强的突发性,又因公路隧道内部的环境较为封闭,加之烟雾众多,消防人员在短时间内无法组织行车人员进行疏散逃生,与此同时,经过案例分析表明,多数行车人员并未具备火灾逃生的经验和面临火灾发生时的正确自保措施,在吸入大量有毒气体的前提下,极易造成人员的伤亡。另外,因公路隧道内部火势的蔓延速度相对较快,在火灾发生后,要及时疏通公路隧道内部的汽车,避免因拥堵造成汽车燃烧,以至于更严重的后果。

3 公路隧道消防安全隐患分析

3.1 隧道消防设备不完善

现今多数的公路隧道消防灭火系统建设尚不完善。与此同时,受隧道周边地形等因素的干扰和限制,在火灾发生时,隧道周边水源的找寻较为困难,同时,公路隧道消防灭火系统对水源点的条件要求较为严格,水源水位的高低以及水池的存水量都有严格的限定,针对此情况,消防工程人员可运用钻孔技术设置符合隧道消防灭火系统建设的水源点,结合水泵抽水作用至水位达到公路隧道消防灭火系统设计的相关标准,保障隧道消防灭火系统有充足的用水。与此同时,受气候条件的影响,工程技术人员可采取相应的措施,避免蓄水池内水的蒸发,以确保水源的有效维护,避免蓄水池缺水等问题。另外,在加强公路隧道消防设备完善的前提下,消防技术人员要加强对消防设施操作技术的熟练程度,保证公路隧道消防设施设计企业与施工单位在设备操作上的一致性,规避因设备操作不当而引发的安全问题,同时,要定期对隧道内的消防设备进行排查和检验,保障消防设备的质量和有效性^[1]。

3.2 消防管理运营体系存在缺陷

针对公路隧道消防灭火系统的设计优化,现阶段,多数的公路隧道建筑工程企业内部的监理部门、施工设计部门以及运维部门等主体部门缺乏对消防灭火系统的安全管控意识,同时,没有形成具体的消防管控体系。然而,公路隧道消防运营涉及多方面

的协调配合,因其管控力度不足,不仅给公路隧道消防系统的运行带来一定的阻碍,甚至会影响到后续消防灭火系统投入使用的整体效果。与此同时,公路收费运营期间,各公路工程部门人员对其消防灭火系统的维护较少,多数情况下,只有在消防系统出现问题时才会进行维修检查,这对公路隧道消防灭火系统后续的正常运行造成了较大的困扰^[2]。

4 公路隧道消防灭火系统的优化设计

4.1 隧道消防设备具体技术要求

4.1.1 灭火器

现阶段,灭火器是公路隧道消防灭火系统中运用最为广泛的消防设备,其具备体积较小且操作简单的优势,在火势蔓延初期,通过灭火器的操作,可迅速控制火情,因此,在公路隧道中安置灭火器,对后续的隧道消防灭火工作具有重要作用。

4.1.2 消火栓

消火栓作为公路隧道消防灭火系统的重要消防设施之一,其作用可有效隔断公路隧道内部空间可燃物与助燃物间的联系,迅速隔绝火势源头,消除火源。与此同时,消火栓的应用可有效抑制火情蔓延,对于及时扑救火灾有着重要的意义。另外操作消火栓要同时结合公路隧道内安装的消防管路,并通过水泵抽水进行消防灭火操作。

4.1.3 水成膜泡沫灭火装置

首先,水成膜泡沫灭火剂相较于以上两种消防灭火方式,具有更为便捷且高效的灭火性能。其作用原理是通过泡沫材料形成一层阻燃层,从而有效阻断燃烧物体与空气的接触面积,进而阻断火灾的燃烧。其特征是对氧气有良好的阻隔效果,能有效规避液体可燃物的燃烧和散热,因此水成膜泡沫灭火剂可有效规避液体燃料的起火^[3]。

4.1.4 高位消防水池

通常情况下,工程技术人员会将高位消防水池建设在公路隧道入口处的正上方。依据工程建设标准,其容量不小于400m³,水池深度大约为4m,水池内壁多采用混凝土进行浇筑施工,其供水原理是通过其自身的高位差进行供水。在公路隧道消防系统内部,因考虑消防管网的压力,多数情况下,消防栓的数量设置较少,高位消防水池的设计,可有效弥补

因消防栓数量不足而引发的消防灭火供水不足现象,确保公路隧道内部消防灭火系统的正常运行。

4.1.5 隧道泡沫水-喷雾自动灭火系统

泡沫水-喷雾自动灭火系统多应用于公路隧道的环境中,凭借其特殊的优势,多适用于包括火源点在内的固定范围内的喷水灭火,并可以在短时间内压制火势,对隧道内的受灾车辆进行及时的冷却灭火。同时,泡沫水-喷雾自动灭火系统对液态火的扑灭效果更佳,对固态火势在一定程度上只能起到抑制作用,系统开启后,可能会破坏隧道内部的烟气层。因此,在开启泡沫水喷雾自动灭火系统的同时,还要做好通风系统的管控调节,保证隧道内的烟气扩散,保持环境的能见度。

4.2 隧道监控设计组成

通常情况下,公路隧道消防灭火系统中的监控设计主要包括:主机、服务器、报警处理器、通讯计算机等,同时,与设置在公路隧道配电室的工控系统一同组成公路隧道消防灭火系统的控制系统,并以太网光纤收发器实现信息的有效传递与共享。其中监控系统的主机主要作用是监控公路、隧道消防灭火系统的实时状态,当出现火情时,及时传递报警上报指令,收集消防灭火的相关数据及图像,并进行分析,从而形成有效的数据报告,辅助消防人员及时做出火情的预判和施救操作。同时,公路隧道内部的通风、照明等都是由监控系统的辅助计算机完成监控任务,必要时及时结合监控屏幕和通讯器等设备,实现公路隧道内部的整体监控^[4]。

4.3 火灾自动报警系统的技术要求及设计对策

4.3.1 火灾自动报警系统功能

1)火灾报警功能

公路隧道消防灭火系统的火灾报警设计应具有自检设置,工程技术人员可针对公路隧道内部的消防设施,设置相关的监控检查指标,并将其录入监控系统,并定期对其进行定位检查。一旦消防设施工作状态出现异常或故障,火灾报警功能启动发出报警指令到控制台,以备后续工程技术人员及时修复^[5]。

2)消防控制功能

在公路隧道消防灭火系统的控制功能中,其最主要的是通风排烟功能的设计。依据公路隧道消防

建设的相关要求,工程技术人员在对消防灭火系统进行规划时,须同时实现消防报警与通风排烟系统之间的联动,在中控机传输火灾报警信号时,系统第一时间开启通风排烟设备,实现对公路隧道内部烟雾的及时驱散和科学通风^[6]。

4.3.2 火灾自动报警系统组成

公路隧道消防灭火系统中的火灾自动报警系统主要包括:报警装置、触发装置、联动装置等。当隧道内火灾发生时,由于可燃物燃烧会产生大量的烟雾或有毒气体,此时会触发隧道内的烟雾探测器,火灾探测器传输电信号至火灾自动报警装置,再由其传输报警信号,完成对火灾事故的报警。与此同时,工程设计人员还要将烟雾探测器装置在控制室及其他设备室内,满足室内的火灾探测需求,同时保证控制室内每个房间都设有专用的消防电话^[7]。

5 结语

综上所述,针对公路隧道消防灭火系统的优化设计,对于后续公路隧道工程的发展具有重要意义。工程设计人员要谨防公路隧道消防隐患,有针对性地对隧道消防工作做出研究和相应的措施,保障公路隧道消防系统建设能够符合工程建设的相关标准,规避火灾隐患,推进我国公路隧道工程建设的稳步发展。

参考文献

- [1] 刘飞. 深中通道海底隧道工程消防系统设计[J]. 中国公路, 2022 (24): 114-117.
- [2] 何潇剑, 李献航. 汕头海湾隧道消防减灾设计研究与应用[J]. 消防科学与技术, 2022, 41 (5): 621-626.
- [3] 周湧. 硬X射线自由电子激光装置特殊实验环境下消防灭火系统设计和研究[J]. 隧道与轨道交通, 2021 (4): 19-21+55.
- [4] 陈喆. 某长距离专用电力电缆隧道工程消防灭火系统设计与分析[J]. 上海建设科技, 2021 (6): 22-26.
- [5] 毕秀梅. 单管双层水底隧道消防及排水系统设计与创新[J]. 给水排水, 2021, 57 (12): 92-96+101.
- [6] 陈建. 特长高速公路隧道火灾灭火救援的思考[J]. 今日消防, 2021, 6 (7): 9-12+16.
- [7] 曹庆臣. 城市地下管廊消防系统安全性分析[J]. 建筑技术开发, 2021, 48 (10): 92-94.