

高速公路隧道消防技术分析

於世华

浙江数智交院科技股份有限公司 浙江 杭州 310000

摘要：高速公路隧道消防技术是保障道路交通安全的重要手段。本文介绍了高速公路隧道消防技术的现状及存在的问题，并从火灾探测与报警技术、灭火技术、疏散与救援技术、防火设计与施工技术等方面进行了分析和探讨。文章指出，应综合运用各种技术手段，提高隧道消防安全水平，降低火灾事故的发生概率和损失程度。同时，应加强日常维护和管理，确保消防设施的可靠性和有效性。

关键词：高速公路；隧道消防技术；应用

引言：高速公路隧道是交通工程中的重要组成部分，随着交通量的不断增加，隧道的消防安全问题也日益突出。高速公路隧道消防技术是保障道路交通安全的重要手段，涉及到多个领域的知识和技术，包括消防设计、施工、维护管理等方面。本文将介绍高速公路隧道消防技术的现状及存在的问题，并从火灾探测与报警技术、灭火技术、疏散与救援技术、防火设计与施工技术等方面进行详细的分析和探讨。

1 高速公路隧道消防技术概述

高速公路隧道消防技术是保障道路交通安全的重要手段，它涉及到隧道的设计、施工、运营等各个环节。随着科技的发展，高速公路隧道消防技术也在不断进步，为保障人们的生命财产安全提供了有力的技术支持。首先，高速公路隧道消防设计是消防技术的基础。设计阶段需要考虑到隧道的火灾风险，包括火灾的可能性、火灾的扩散速度、火灾的燃烧特性等。设计时需要选择合适的防火材料，设置合理的防火分区，以及设计有效的排烟、灭火系统。同时，还需要考虑到隧道的特殊环境，如封闭空间、高风速、高温等，这些都会对火灾的发展和消防工作带来挑战。其次，高速公路隧道施工阶段的消防技术也非常重要。施工过程中需要严格遵守消防设计的要求，确保防火材料的质量和防火设施的完整性。同时，还需要对施工人员进行消防知识的培训，提高他们的消防安全意识，确保在发生火灾时能够迅速、正确地采取应对措施。再次，高速公路隧道运营阶段的消防技术是保障隧道安全的关键。运营阶段需要定期对隧道进行消防检查，及时发现并排除火灾隐患。同时，还需要建立完善的消防应急预案，提高应急响应能力。在发生火灾时，能够迅速启动应急预案，有效地控制火势，减少火灾对人员和财产的损失^[1]。近年来，随着科技的发展，高速公路隧道消防技术也在不断创新。

例如，利用无人机进行隧道巡查，可以大大提高消防检查的效率和准确性。利用大数据和人工智能技术，可以对隧道的火灾风险进行预测和评估，提前做好防范。此外，新型的灭火材料和设备也在不断出现，如纳米灭火剂、水雾灭火器等，这些新型的消防技术和设备为隧道消防提供了更多的选择。

2 高速公路隧道消防技术现状及存在问题

随着城市化进程的加快，高速公路的建设也日益增多，而高速公路隧道作为其重要的组成部分，其消防安全问题也日益突出。虽然我国高速公路隧道消防技术已经取得了一定的进步，但仍然存在一些问题和挑战。首先，从技术角度来看，我国高速公路隧道消防技术的现状主要表现在以下几个方面：（1）消防设备的配置已经比较完善。现在的高速公路隧道都配备了火灾报警系统、灭火系统、排烟系统等设备，以确保在紧急情况下能够及时发现并控制火势。（2）隧道消防设计规范已经相对完善，能够为隧道消防设计提供有力的指导，使得设计人员能够根据不同的隧道类型和地理条件来合理地进行消防设计。（3）消防救援队伍的建设已经取得了一定的成效。各地都建立了一定数量的隧道消防救援队伍，具备快速、有效的救援能力。然而，尽管我国高速公路隧道消防技术取得了一定的进步，但仍然存在一些问题：（1）隧道消防设备的维护和管理不到位。由于隧道的特殊环境，消防设备的维护和管理比一般建筑物更为复杂和困难。目前，这方面的工作还不够到位，导致一些消防设备不能及时、有效地发挥作用。（2）隧道消防设计规范还需要进一步完善。虽然我国已经有了比较成熟的隧道消防设计规范，但由于隧道的类型、规模、地质条件等因素的差异，这些规范并不能完全适应所有隧道的消防设计需要。（3）隧道消防救援队伍的建设还需要进一步加强。虽然我国已经建立了一定数量的隧道

消防救援队伍,但这些队伍的专业素质、装备水平、应急能力等方面还有待提高。

3 高速公路隧道消防技术研究与应用

3.1 火灾探测与报警技术是隧道消防安全的关键环节

火灾探测器的选择与布置是隧道消防安全的关键。在隧道内,由于空间狭小、通风条件差等特点,一旦发生火灾,火势往往迅速蔓延,给人员疏散和灭火工作带来极大困难。因此,选择合适的火焰探测器并合理布置至关重要。目前,常用的火焰探测器有红外火焰探测器、紫外火焰探测器和复合火焰探测器等。红外火焰探测器主要通过检测火焰产生的红外线来报警,适用于各种类型的火灾;紫外火焰探测器则主要检测火焰产生的紫外线,适用于易燃液体火灾;复合火焰探测器则是将红外和紫外两种技术结合起来,提高了火灾检测的准确性和可靠性。在隧道内,应根据隧道的特点和火灾风险选择合适的火焰探测器。例如,对于易燃液体较多的隧道,应优先选择紫外火焰探测器;而对于普通隧道,红外火焰探测器则更为合适。此外,还需要考虑隧道的布局、通风条件等因素,合理布置火焰探测器,确保其能够覆盖到隧道的各个区域,提高火灾检测的灵敏度和准确性。同时,火灾报警系统的设计与优化也至关重要。首先,隧道内的火灾报警系统应具备实时监控功能,能够及时发现火灾隐患。例如,可以与监控摄像机联动,实现实时监控和预警。当监控摄像机发现异常情况时,火灾报警系统应立即启动报警程序,通知相关人员进行处理^[2]。其次,火灾报警系统还应具备自动灭火功能。在隧道内,由于空间狭小、人员疏散困难,自动灭火设备的应用尤为重要。例如,可以安装喷淋系统、灭火器等设备,一旦发生火灾,自动灭火设备能够迅速启动,有效控制火势蔓延。最后,火灾报警系统还应具备远程监控和管理功能。通过将火灾报警系统接入互联网,可以实现远程监控和管理,方便消防部门及时了解隧道内的火灾情况,提高火灾应急处理的效率。

3.2 灭火技术是隧道消防安全的核心内容

在隧道消防中,灭火剂的选择与应用是另一个关键环节。这是因为不同的灭火剂对于不同类型的火灾有不同的效果,因此,选择合适的灭火剂对于有效地控制和扑灭火灾至关重要。常用的灭火剂有水、泡沫、干粉和二氧化碳等。水是最常见和最基础的灭火剂,适用于大多数类型的火灾,特别是对于油类火灾和电器火灾有很好的效果。然而,水对于某些类型的火灾,如气体火灾和金属火灾,可能效果不佳。泡沫灭火剂主要用于液体火灾,特别是油类火灾。泡沫可以覆盖在火源上,切

断火源与空气的接触,从而阻止火势的蔓延。然而,泡沫对于固体火灾和电器火灾的效果不佳。干粉灭火剂是一种非常有效的灭火剂,适用于各种类型的火灾,包括固体火灾、液体火灾和电器火灾。干粉可以迅速吸收火源周围的热量,从而降低火源的温度,使其无法继续燃烧。二氧化碳灭火剂主要用于电器火灾和液体火灾。二氧化碳可以迅速排挤火源周围的氧气,从而阻止火势的蔓延。然而,二氧化碳对于固体火灾的效果不佳。在选择灭火剂时,应充分考虑隧道内的火灾类型、火源位置和灭火效果等因素。例如,如果隧道内可能发生的是油类火灾,那么应该选择泡沫灭火剂;如果可能发生的是电器火灾,那么应该选择二氧化碳灭火剂。此外,灭火系统的设计与优化也不容忽视。例如,主线消火栓的布置间距应根据隧道的长度和宽度进行合理设计,以确保在发生火灾时,消火栓能够迅速到达火源位置。栓口检修接水带高度也应根据实际情况进行合理设计,以确保消火栓能够正常工作。

3.3 疏散与救援技术是隧道消防安全的重要组成部分

疏散通道的设计与优化在保障隧道内人员的生命安全方面起着至关重要的作用。在设计疏散通道时,需要充分考虑隧道的长度、宽度和坡度等因素,以确保疏散通道的畅通无阻。首先,隧道的长度是一个重要的考虑因素。如果隧道过长,疏散通道的设计应考虑人员在紧急情况下可能需要更长时间才能到达安全出口。因此,疏散通道应根据情况合理设置好人通汽通的间距,以确保当一个单洞发生火灾时,人员可以立即前往另一个隧洞,从而迅速而安全地撤离隧道。其次,隧道的宽度也是一个重要的考虑因素。疏散通道的宽度应该足够宽敞,以便人员能够顺利通过,避免拥堵和混乱。此外,疏散通道的宽度还应该考虑到不同类型的车辆和救援设备的需求,以确保它们能够顺利通过。另外,隧道的坡度也是一个重要的考虑因素。疏散通道的坡度应该适中,既不能太陡,也不能太缓。太陡的坡度会增加人员的行走困难,可能导致摔倒和受伤;而太缓的坡度则会增加疏散时间,增加人员的风险。除了疏散通道本身的设计,疏散指示与照明系统的设计也是关键。在隧道内,紧急照明应采用EPS电源,准工作状态下和基本照明处于相同回路。这样可以确保在紧急情况下,照明系统能够及时启动并提供足够的光线,帮助人员找到安全出口。同时,汽车通行区域内的照明也应满足安全要求,以确保车辆能够正常行驶并避免事故发生。此外,救援设备的选型与配置也是保障隧道消防安全的重要措施。根据隧道的特点和需求,应选择合适的救援设备,如灭

火器、消防栓、喷淋系统等，并合理配置它们的位置。这样可以在火灾发生时，及时进行灭火和救援，最大限度地减少人员伤亡和财产损失^[3]。

3.4 隧道防火设计与施工技术是确保隧道消防安全的基础

隧道防火设计与施工技术是确保隧道安全运行的重要环节。在设计和施工过程中，需要充分考虑隧道的特点和火灾风险，采取有效的防火措施，以降低火灾发生的概率和减少火灾对人员和财产的损失。以下是隧道防火设计中的一些关键环节：（1）防火分隔与防火墙设计：隧道内的防火分隔是将隧道划分为若干个独立的区域，以防止火势蔓延。防火墙则是在隧道内设置的具有一定耐火性能的墙体，用于阻止火势的传播。在设计防火分隔与防火墙时，应充分考虑隧道的长度、宽度、高度等因素，以及车辆通行区域的布局。例如，汽车通行区域的防火卷帘门和排水地面之间的间隙应符合防火要求，以防止火势通过间隙传播。（2）防火涂料与防火包覆材料的应用：防火涂料是一种具有良好耐火性能的涂料，可以有效提高隧道结构的耐火时间。在隧道内表面涂抹防火涂料，可以降低火灾发生时隧道结构的温度，减缓火势的蔓延速度。此外，防火包覆材料也是一种有效的防火手段，可以包裹在隧道内的电缆、管道等设施上，提高其耐火性能。（3）防火门的设计与安装：防火门是隧道内重要的防火设施，可以有效阻止火势的蔓延。在设计和安装防火门时，应充分考虑其耐火性能、密封性能和操作性能。防火门应采用高质量的材料制作，具有良好的耐火性能和密封性能，以确保在火灾发生时能够有效阻止火势的蔓延。同时，防火门的操作性能也应得到充分保障，以便在火灾发生时人员能够迅速疏散。（4）通风与排烟系统设计：针对1KM至5KM的隧

道，通常仅设置射流风机；而对于5km以上的隧道，则需要设立专门的轴流风机机房。由于隧道内的火灾烟气对人体健康具有重大危害，因此必须考虑设置通风与排烟系统，以有效排除火场内的烟气。在设计通风与排烟系统时，需综合考虑隧道的长度、宽度、高度以及交通流量等因素，以确保其能够满足火灾时的排烟需求。（5）消防设施与设备配置：隧道内应配备足够数量的消防设施和设备，如灭火器、消防栓、消防泵等，以便在火灾发生时能够迅速进行灭火救援。疏散不能少了紧急照明和喇叭，再加上隧道口的预警系统，便于交通疏导。同时，还应设置消防通道、疏散指示标志等设施，确保人员在火灾发生时能够迅速疏散^[4]。

结束语

总的来说，高速公路隧道消防技术是一项复杂而重要的任务，需要从设计、施工、运营等多个环节进行考虑和规划。通过合理的设计和配置，以及定期的维护和管理，可以有效地提高隧道消防安全水平，降低火灾事故的发生概率和损失程度。未来，随着科技的不断发展，我们将继续研究和探索更先进、更有效的隧道消防技术，为保障道路的安全和顺畅做出更大的贡献。

参考文献

- [1]李刚.高速公路隧道机电消防系统工程建设分析[J].中国设备工程,2019,(22):200-201.
- [2]郭镇江,余卓明.高速公路隧道消防技术措施的实际应用效果分析[J].通讯世界,2019,26(4):281-282.
- [3]刘忠.高速公路隧道火灾特点及扑救对策[J].今日消防,2019,4(8):40-41.
- [4]张亚魁.浅述高速公路隧道消防技术措施及维护管理[J].中国科技纵横,2018,(1):179-180.