

公路隧道机电设施设计与施工技术

杨绪宇

山西交通控股集团有限公司忻州高速公路分公司 山西 忻州 034000

摘要: 本文旨在探讨公路隧道机电设施的设计原则与施工技术, 确保隧道的安全运行和高效管理。通过对隧道机电设施的照明系统、通风系统、监控系统、供配电系统及消防系统的详细分析, 结合现代科技手段, 提出一套科学、合理的设计与施工方案。

关键词: 公路隧道; 机电设施; 设计原则; 施工技术

引言

随着交通事业的快速发展, 公路隧道作为重要的交通设施, 其安全性和运行效率日益受到重视。机电设施作为隧道的重要组成部分, 其设计与施工技术直接影响到隧道的整体性能。因此, 对公路隧道机电设施的设计与施工技术进行深入研究, 具有重要的现实意义。

1 公路隧道机电设施设计原则

1.1 安全性

在公路隧道机电设施的设计中, 安全性是首要考虑的因素。为了确保隧道内的行车和行人安全, 机电设施必须达到严格的安全标准。照明系统作为隧道安全的关键, 其设计应充分考虑到隧道的长度、宽度、高度以及车流量等因素。灯具的选用应确保提供足够的亮度, 同时避免眩光, 以确保驾驶员在隧道内能够保持清晰的视觉。通风系统的设计同样至关重要。隧道内由于车辆排放和扬尘等原因, 容易积聚有害气体和烟尘。通风系统应能够及时有效地将这些有害物质排出, 保持隧道内空气的清新和流通。为了实现这一目标, 通风系统应具备足够的排风量, 并合理布置送风口和排风口, 以确保隧道内各个区域的空气都能得到充分交换。

1.2 可靠性

公路隧道机电设施的可靠性是其持续、稳定运行的重要保障。为了确保隧道在各种恶劣环境下仍能正常运作, 设计过程中需充分考虑设施的耐用性和稳定性。供配电系统作为机电设施的核心, 其可靠性尤为关键。系统应采用冗余设计, 即设置备用电源和备用线路, 以确保在单一故障情况下, 如主电源或主线路出现故障, 备用系统能够迅速接入, 维持隧道的基本运行。此外, 供配电系统还应具备过载保护、短路保护等功能, 以防止因电气故障导致的系统瘫痪^[1]。除了供配电系统, 其他机电设施如照明、通风、监控等也应具备良好的可靠性。这些设施的设计应选用高质量的材料和元器件, 确保其

能够承受隧道内恶劣环境的考验, 如高温、潮湿、振动等。同时, 设施的安装和调试也应严格按照规范进行, 以确保其能够稳定运行, 为隧道的正常运营提供有力保障。

1.3 经济性

在公路隧道机电设施的设计过程中, 经济性是一个不可忽视的重要因素。为了降低建设和运营成本, 设计需精细考虑, 确保在满足功能需求的同时, 实现经济效益的最大化。例如, 监控系统通过引入智能化管理技术, 如自动跟踪、智能分析等, 可以大大减少人工干预, 降低维护成本。同时, 智能化监控系统还能提高监控效率和准确性, 为隧道的安全运营提供更有力的保障。除了照明和监控系统, 其他机电设施的设计也应充分考虑经济性。例如, 通风系统可以通过优化布局和选用高效风机来降低能耗; 供配电系统可以通过合理的电气设计和选用节能设备来减少损失。这些措施共同作用下, 可以显著降低公路隧道机电设施的建设和运营成本。

1.4 环保性

公路隧道机电设施的设计必须严格遵循环保原则, 以减少对自然环境的影响, 确保可持续发展。通风系统作为隧道内空气流通的关键设施, 其设计应充分考虑环保因素。排风口的位置和数量需经过精确计算, 以确保有害气体和烟尘能够被有效排出, 同时避免对隧道周边环境造成污染。此外, 通风系统还应采用低噪音、低能耗的风机设备, 以减少对周边居民生活的干扰和能源的消耗。除了通风系统, 照明系统也应注重环保性。选用节能灯具, 如LED灯, 不仅能够降低能耗, 还能减少光污染, 保护周边环境。同时, 照明系统的亮度调节应根据实际需要进行设置, 避免过度照明造成的能源浪费和光污染。在机电设施的施工和运营过程中, 还应采取一系列环保措施, 如减少噪音和粉尘排放、合理处理废弃物等, 以确保隧道建设对周边环境的影响降到最低。通过这些措施的实施, 可以实现公路隧道机电设施

的绿色、可持续发展。

1.5 智能化

随着科技的飞速发展,公路隧道机电设施的设计正逐步向智能化方向迈进,旨在提升运营管理的效率和水平。智能交通管理系统是实现隧道机电设施智能化的关键。该系统通过集成先进的信息技术、通信技术和控制技术,能够实现对车辆的自动识别、跟踪和监控。借助高清摄像头和智能传感器,系统可以实时捕捉车辆信息,如车牌号、车型和行驶速度,为交通管理和执法提供有力支持^[2]。此外,智能交通管理系统还能实时发布交通信息,如路况、车速限制和事故预警,帮助驾驶员及时调整行驶路线和速度,确保行车安全。同时,系统还能对交通流量进行实时监测和分析,为隧道运营者提供决策依据,优化交通流,缓解拥堵现象。除了智能交通管理系统,其他机电设施如照明、通风和消防等也应逐步实现智能化控制。通过引入自动化系统和智能算法,可以实现对这些设施的远程监控和调节,提高运营效率和安全性,降低人工维护成本。

2 公路隧道机电设施设计与施工技术

2.1 照明系统

照明系统在公路隧道机电设施中扮演着至关重要的角色,它直接关系到隧道内部的行车安全与视觉舒适度。在设计阶段,必须全面考虑隧道的长度、宽度、高度、车流量、车速以及自然光照条件等诸多因素。这些因素将直接影响到照明系统的布局、灯具的选择以及亮度的设定。为了确保照明系统的节能与环保,LED照明设备成为首选。LED灯具不仅具有长寿命、低能耗的特点,而且其光线柔和、无眩光,能够为驾驶员提供一个舒适的视觉环境。在设计过程中,还需要根据隧道的不同区域和时段,设定不同的照明亮度和色温,以满足行车安全和节能的双重需求。施工阶段是照明系统实现设计目标的关键环节。在施工前,必须对灯具进行严格的质量检查,确保其性能符合设计要求。安装过程中,应严格按照设计图纸进行布局和定位,确保灯具的间距、高度和角度都达到最佳状态。同时,还需要注意灯具的固定和接线,确保其牢固可靠、安全无误。调试阶段是照明系统施工的最后一道工序,也是确保照明效果的重要环节。在调试过程中,应对照明系统进行全面的测试,包括亮度、色温、光色以及照明均匀性等方面。如果发现任何问题或不足,应及时进行调整和优化,以确保照明系统达到最佳状态。此外,照明系统的维护和管理也是不可忽视的。应定期检查灯具的性能和状态,及时更换损坏或老化的灯具,确保照明系统的持续稳定运

行。同时,还可以通过智能控制系统对照明系统进行远程监控和调节,进一步提高其能效和使用寿命。

2.2 通风系统

通风系统在公路隧道机电设施中占据核心地位,其主要功能是确保隧道内部空气流通,有效排除因车辆行驶产生的烟尘、尾气以及其他有害气体,从而维护隧道内的空气质量,保障行车安全。在设计通风系统时,需全面考虑隧道的长度、转弯、坡度、车流量以及车辆类型等多种因素。这些因素将直接影响通风系统的布局、风机设备的选择以及风量的设定。为确保通风效果,应合理布置送风口和排风口,使得空气能够在隧道内均匀分布,并及时将污浊空气排出。选用高效的风机设备是通风系统设计的关键。风机应具有高效、低噪、节能的特点,以适应隧道内恶劣的工作环境。同时,风机的风量和风压应满足隧道通风的需求,确保在各种工况下都能提供稳定的通风效果^[3]。在施工过程中,风机的安装位置必须严格按照设计图纸进行定位,确保其处于最佳的工作状态。风机的固定应牢靠可靠,以防止因振动或外力导致风机移位或损坏。此外,风机的接线和电气控制也是施工过程中的重要环节,必须确保接线正确、电气控制可靠,以保障风机的正常运行。调试和测试是通风系统施工完成后必须进行的工作。通过调试,可以检查风机的运行状况,确保其达到设计要求的通风效果。测试则包括风速、风量、风压等指标的测量,以验证通风系统的性能是否满足设计要求。如发现任何问题或不足,应及时进行调整和优化,以确保通风系统的正常运行和高效性能。

2.3 监控系统

监控系统在公路隧道机电设施中扮演着举足轻重的角色,它是确保隧道安全运营和高效管理的重要基石。在设计阶段,必须全面而细致地考虑隧道内部的各种监控需求,以确保监控系统的全面性和实用性。视频监控是监控系统中的核心组成部分。它要求能够全方位、无死角地覆盖隧道内部,以便实时掌握隧道内的交通状况、车辆行驶情况以及可能出现的异常情况。因此,在设计时,需要根据隧道的长度、宽度、高度以及转弯等特点,合理布置摄像机的位置和数量,确保监控画面的清晰度和连续性。除了视频监控,火灾报警系统也是监控系统中不可或缺的一部分。它能够在火灾发生时及时发出警报,为人员疏散和火灾扑救争取宝贵时间。因此,在设计时,需要充分考虑隧道的火灾风险点和易燃物分布,合理设置火灾探测器和报警装置,确保火灾报警系统的灵敏度和可靠性。紧急电话系统则是为隧道内

的司乘人员提供紧急求助的通道。当遇到紧急情况时,司乘人员可以通过紧急电话与监控中心取得联系,寻求帮助。因此,在设计时,需要确保紧急电话的覆盖范围广泛,且通话质量清晰稳定^[4]。在施工过程中,监控系统的设备安装和调试是确保系统正常运行的关键环节。必须严格按照设计图纸进行设备安装,确保设备的固定牢靠、接线正确。同时,还需要进行必要的调试和测试,检查监控系统的各项功能是否正常,图像是否清晰,报警是否准确,以确保监控系统的全面性能和稳定运行。

2.4 供配电系统

供配电系统在公路隧道机电设施中起着举足轻重的作用,它是确保隧道内各项设备正常运转的能源基础。在设计此系统时,首要考虑的是供电的可靠性和稳定性,以满足隧道内机电设施的持续、稳定运行需求。为了确保供电的可靠性,设计时应优先考虑采用双路外电供电方式。这意味着隧道将有两路独立的外部电源供电,当其中一路电源发生故障时,另一路电源可以迅速切换并继续供电,从而确保隧道内机电设施的不间断运行。除了双路外电供电外,还应增加EPS应急电源等备用电源设备。这些设备在外部电源全部中断的情况下,能够迅速启动并提供必要的电力支持,确保隧道内的照明、通风、监控等关键设施在紧急情况下仍能正常运行。在施工过程中,供配电系统的安装和调试必须严格按照电气安全规范进行。施工人员应具备专业的电气知识和技能,确保供电系统的安全可靠。电缆的敷设应整齐有序,避免交叉和混乱,以减少电磁干扰和安全隐患。同时,应定期对供电系统进行维护和检查,及时发现并处理潜在的问题,确保供电系统的长期稳定运行。此外,供配电系统的设计还应考虑节能和环保的因素。通过选用高效的电气设备和节能的供电方案,可以降低隧道的运营成本,减少能源消耗和环境污染。

2.5 消防系统

消防系统作为公路隧道机电设施的关键组成部分,对于保障隧道安全具有至关重要的作用。在设计消防系统时,必须充分考虑隧道内的火灾风险和消防需求,以确保在火灾发生时能够迅速有效地进行灭火和救援。首

先,设计时应根据隧道的长度、宽度、高度以及车流量等因素,合理确定消防设备的种类和数量。这包括消防栓、灭火器、喷淋系统等,它们应分布在隧道的各个关键位置,以便在火灾发生时能够迅速投入使用。其次,选用合适的灭火系统也是至关重要的。对于公路隧道来说,自动喷水灭火系统通常是一种有效的选择。这种系统能够在火灾发生时自动启动,通过喷淋水雾来降低火源温度、隔绝氧气,从而达到灭火的目的。同时,灭火系统还应与隧道内的通风系统相协调,以确保在灭火过程中烟雾和有害气体能够及时排出。在施工过程中,消防系统的安装和调试必须严格按照消防规范进行。施工人员应具备专业的消防知识和技能,确保消防设备的安装牢固可靠、接线正确无误。同时,还需要进行必要的测试,以检查消防系统的各项功能是否正常、灭火效果是否满足设计要求。此外,消防系统的维护和管理也是不可忽视的。应定期检查消防设备的性能和状态,及时更换损坏或老化的设备,确保消防系统的持续有效运行。同时,还应加强消防宣传和培训,提高隧道管理人员和司乘人员的消防安全意识,以便在火灾发生时能够迅速应对、有效处置。

结语

公路隧道机电设施的设计与施工技术直接关系到隧道的安全运行和高效管理。通过遵循安全性、可靠性、经济性、环保性和智能化的设计原则,并严格按照施工技术要求进行施工,可以确保隧道机电设施的质量和性能。未来,随着科技的不断进步和创新,公路隧道机电设施的设计与施工技术也将不断完善和发展。

参考文献

- [1]何奇飞.高速公路隧道机电工程设计施工管控要点[J].黑龙江交通科技,2020,43(11):125+127.
- [2]蒋犁.高速公路隧道机电系统优化设计新思维[J].城市建设理论研究(电子版),2023,(16):148-150.
- [3]孔霄.高速公路隧道机电设备施工技术探讨[J].中国设备工程,2024,(17):234-236.
- [4]李书民.高速公路隧道机电设备施工技术研究[J].中国设备工程,2024,(09):228-230.