

公路工程施工中的智能化安全监控系统设计与实施

徐 彬 刘家俊

河南省遂平县公路工程开发有限公司 河南 驻马店 463143

摘 要:公路工程建设周期长、施工环境复杂、交叉作业多、安全隐患大,如果忽视采取有效的管理措施,可能导致安全事故发生,带来较大的财产损失甚至是严重的人员伤亡。因此,在有限的人力和资金安排下,对施工现场进行及时、有效的安全监管,实现对安全事故的有效预防是施工单位的重要目标。物联网技术能实时跟踪、监控和管理,将其应用到公路工程建设安全管理工作中,可以克服传统安全管理方式的缺陷,能及时预警、发现和消除安全隐患,保障公路工程施工安全。基于此,本文对公路工程施工中的智能化安全监控系统设计与实施进行了详细的分析。

关键词:公路工程施工;智能化安全监控;系统设计与实施

引言:随着公路建设的迅猛发展,公路工程施工安全问题日益凸显。传统的安全监管方式存在预警处理不到位、人力物力浪费等问题,无法满足现代公路工程施工安全管理的需求。因此,设计并实施智能化安全监控系统成为提升公路工程施工安全管理水平的关键。智能化安全监控系统利用物联网技术,通过实时跟踪、监控和管理,能够及时发现和消除安全隐患,保障施工安全。所以,对公路工程施工中的智能化安全监控系统设计与实施进行深入研究探讨是非常有必要的。

1 公路工程施工中的智能化安全监控系统的价值

1.1 提升安全管理效率

智能化安全监控系统通过集成先进的传感器、摄像头、物联网技术和大数据分析等,能够轻松实现对施工现场的全方位、全天候监控。实时监控的能力,不只是提高了安全管理的时效性,还极大地降低了人工巡查的成本和难度。值得肯定的是,系统能够自动识别潜在的安全隐患,如工人未佩戴安全装备、设备故障、施工现场违规操作等,并立即发出预警,使管理人员能够迅速响应,采取有效措施避免事故的发生。这种智能化的管理方式,不仅提升了安全管理效率,一定程度上确保了施工人员的生命安全。

1.2 增强事故预防能力

公路工程施工中,事故的预防往往比事后处理更为重要。智能化安全监控系统通过大数据分析和人工智能算法,能够对历史数据进行深度挖掘,准确识别出事故发生的规律和趋势,从而提前制定预防措施。如,系统可监测和分析施工机械的运行状态,预测其可能出现的故障,及时进行维修或更换,避免机械故障引发事故^[1]。更重要的是,系统还能对施工人员的操作行为进行分析,识别出违规操作和高风险行为,通过培训和指

导,提高施工人员的安全意识,进一步降低事故发生的概率。

1.3 优化资源配置与调度

智能化安全监控系统关注安全的同时,还能为施工资源的优化配置和调度提供有力支持。系统能够实时监测施工现场的人员、设备、材料等资源的使用情况,通过数据分析,为管理人员提供科学的决策依据。如,在人员调度方面,系统可以根据施工进度和安全需求,自动调整人员配置,确保关键岗位始终有足够的人手。而在设备调度方面,系统可以实时监测设备的运行状态和工作效率,合理安排设备的维修和更换,避免设备闲置或过度使用造成的浪费。

1.4 提升施工质量与效率

智能化安全监控系统还能利用监控施工过程中的关键环节,最大程度上提升施工质量和效率。如,在沥青混合料的生产和运输过程中,系统可以实时监测混合料的温度和运输状态,确保混合料在最佳状态下进行施工。在碾压过程中,系统可以实时监测碾压的轨迹、遍数、温度和压实度等关键参数,指导操作人员调整碾压策略,确保路面的压实质量。这种精细化的管理方式,其结果提升了施工质量的同时,还大幅度缩短了施工周期,最终降低了施工成本。

1.5 推动行业智能化转型

智能化安全监控系统的引入,标志着公路工程施工行业向智能化转型的重要一步。系统的应用提升了施工安全管理的水平,还为行业的智能化发展提供了宝贵的经验和示范效应。现代技术的不断进步和应用的深入,促使智能化安全监控系统将在更多领域发挥重要作用,推动公路工程施工行业向更加安全、高效、绿色的方向发展。

2 公路工程施工中的智能化安全监控系统设计

2.1 系统架构设计

智能化安全监控系统的架构主要包括感知层、网络层、应用层和公共技术层。感知层通过传感器、RFID等设备采集施工现场的数据；网络层负责数据的传输和通信；应用层实现对数据的处理、分析和展示；而公共技术层提供安全技术、网络管理等支持。分层架构使得系统更加灵活、可扩展，能够适应不同规模和复杂度的公路工程安全管理需求。

2.2 感知层设计

感知层是智能化安全监控系统的基础，负责采集施工现场的各类数据。传感器是感知层的核心设备，包括温度传感器、湿度传感器、烟雾传感器等，用于监测施工现场的环境参数。RFID标签和读写器用于对施工设备和人员进行跟踪和定位^[2]。另一方面，还可利用摄像头等视频采集设备对施工现场进行实时监控。感知层的设计需充分考虑施工现场的实际情况和需求，选择合适的传感器和设备，确保数据的准确性和可靠性。

2.3 网络层设计

网络层负责将感知层采集的数据传输到应用层进行处理和分析。网络层的设计需重点考虑到施工现场的复杂环境和数据传输的稳定性。可以采用有线和无线相结合的方式构建网络层，确保数据的实时传输和可靠性。此过程中，尤其需加强网络安全防护，防止数据被非法获取或篡改。

2.4 应用层设计

应用层是智能化安全监控系统的核心部分，负责对采集到的数据进行处理、分析和展示。应用层可包括多个功能模块，如实时监控模块、预警模块、数据分析模块等。实时监控模块用于展示施工现场的实时情况；预警模块根据预设的安全阈值对采集到的数据进行判断和分析，及时发出预警信息；数据分析模块则可以对历史数据进行分析 and 挖掘，为安全管理决策提供科学依据。需要注意的是，应用层的设计需要充分考虑到用户的需求和使用习惯，提供直观、易用的人机交互界面。

2.5 公共技术层设计

公共技术层为智能化安全监控系统提供技术支持和保障。公共技术层的设计需要充分考虑到系统的可扩展性和可维护性，确保系统能够长期稳定运行。其内容包括安全技术、网络管理、服务质量等方面的内容。安全技术用于保障系统的安全性和稳定性；网络管理用于监控和管理网络设备的运行状态；服务质量则用于评估和优化系统的性能。

3 公路工程施工中的智能化安全监控系统实施

3.1 需求分析与规划

在公路工程施工领域，安全始终是重中之重。实施智能化安全监控系统前，全面且深入的需求分析与规划是关键的第一步。公路工程施工环境复杂，涉及众多施工环节与大型机械设备，人员流动频繁，这些因素都带来了不同程度的安全风险。所以，明确系统功能需求迫在眉睫。

另外，从功能需求来看，系统应具备实时监控功能，能够对施工现场的人员活动、设备运行状态进行24小时不间断监控。与此同时，性能指标同样不容忽视。系统的响应速度要快，确保在事故发生的第一时间就能反馈信息，为应急处理争取宝贵时间。

而考虑到公路工程施工项目的周期较长，且随着技术发展和安全管理要求的提高，安全管理需求也会不断变化。因此，系统的可扩展性至关重要。在规划阶段，就要预留足够的接口和空间，以便后续能够方便地添加新的功能模块和设备。系统的可维护性也不容忽视，采用标准化的设计和易于操作的管理界面，降低维护难度，提高维护效率，确保系统能够持续稳定运行，适应未来公路工程安全管理的发展需求。

3.2 设备选型与采购

基于前期全面的需求分析与规划，设备选型与采购成为系统实施的重要环节。在选择传感器、RFID 标签、摄像头等设备时，需要综合考量多方面因素。

第一，设备性能是首要考量因素。如，传感器的精度和灵敏度直接影响到对施工设备运行参数和施工现场环境参数的监测准确性。高精度的压力传感器能够精确检测到桥梁施工中承重结构的压力变化，为施工安全提供可靠的数据支持；而高灵敏度的气体传感器可以及时发现施工现场可能存在的有害气体泄漏，最大程度上保障施工人员的生命安全。

第二，价格因素也不容忽视。在保证设备性能的前提下，要利用市场调研和成本分析，选择性价比高的设备。这并非意味着单纯追求低价，而是在性能与价格之间找到最佳平衡点，确保项目在预算范围内完成设备采购。

第三，设备的可靠性同样关键。公路工程施工环境恶劣，设备需要在高温、潮湿、粉尘等复杂环境下稳定运行。因此，要尽量选择具有良好防护性能和高稳定性的设备，减少因设备故障导致的监控中断，确保系统能够持续可靠地工作。

第四，在选型过程中，与供应商的充分沟通和协商至关重要。详细了解供应商的产品质量、售后服务、交

货周期等信息。要求供应商提供产品的详细技术参数和成功案例,以便进行全面评估。与此同时,签订明确的采购合同,明确设备的规格、数量、价格、交货时间、质量标准以及售后服务等条款,确保设备的采购和交付能够严格按照系统实施进度要求进行,避免因设备供应问题延误项目工期。

3.3 系统安装与调试

当系统设备采购完成并运抵施工现场后,系统的安装和调试工作随即展开。该环节是确保系统能够正常运行的关键步骤,需要严格按照规范和流程进行操作。其中,设备连接是安装的第一步,要确保传感器、RFID 标签读写器、摄像头等设备与数据传输线路和控制中心的连接准确无误。采用标准化的连接接口和布线方式,避免线路混乱和接触不良等问题。在连接过程中,对每一个连接点都要进行严格的检查和测试,确保信号传输稳定。

并且,设备配置是一个复杂而关键的工作。根据系统的功能需求和施工现场的实际情况,对摄像头的拍摄角度、监控范围进行精确调整,确保能够全面覆盖施工现场的关键区域;对传感器的参数进行设置,使其能够准确感知相应的物理量,并将数据准确传输给控制系统。

当完成设备连接和配置后,要进行全面的测试工作。对系统的各个部分进行单独测试,检查设备是否正常工作。进行系统整体联调,模拟各种实际施工场景,检查系统的各项功能是否能够正常实现,各个设备之间是否能够协同工作。在调试过程中,可能会遇到各种问题,如数据传输延迟、设备之间通信故障等。针对这些问题,要及时进行排查和解决,确保系统能够满足预期的功能需求和性能指标,为公路工程施工安全监控提供可靠保障。

3.4 人员培训与操作

第一,培训内容应涵盖系统的功能介绍,让操作人员深入了解系统的各项功能,明白如何通过系统实现对施工现场的安全监控。详细讲解操作流程,包括如何登录系统、如何查看监控画面、如何进行设备参数设置等,确保操作人员能够熟练操作。故障排查也是培训的重要内容,通过实际案例分析和模拟演练,让操作人员掌握常见故障的排查方法和解决技巧。

第二,培训方式可以采用理论讲解与实际操作相结合的方式。在理论讲解环节,通过 PPT 演示、视频教学等方式,向操作人员传授系统的基本原理和操作要点^[3]。

在实际操作环节,让操作人员在模拟环境或实际系统中进行操作练习,亲身体验系统的运行过程,加深对操作流程的理解和掌握。利用培训,提高人员的操作技能和故障处理能力,使他们能够在实际工作中熟练运用系统,及时发现并处理安全隐患。但是仅仅采取以上措施是远远不够的,还应建立完善的操作规范和管理制度,明确操作人员的职责和权限,确保系统能够稳定运行并发挥最大的效益。

3.5 系统运维与优化

3.5.1 加强设备维护

定期对传感器、摄像头等设备进行清洁、校准和检查,确保设备的性能稳定。及时更换老化、损坏的设备部件,保证设备的正常运行。对数据传输线路进行检查和维护,防止线路老化、破损导致的数据传输故障。

3.5.2 系统升级。随着技术的不断发展和安全管理需求的变化,要及时对系统的软件和硬件进行升级。更新软件版本,优化系统的功能和性能;更换性能更强大的硬件设备,提高系统的数据处理能力和响应速度。

3.5.3 性能优化

定期对系统进行巡检和保养,通过数据分析和性能测试,发现系统存在的潜在问题。针对这些问题,采取相应的优化措施,如优化数据库结构、调整系统参数等,提高系统的性能和功能水平,使智能化安全监控系统能够更好地为公路工程施工安全保驾护航。

结语:公路工程施工中的智能化安全监控系统设计与实施是提升施工安全管理水平、保障施工人员生命安全的重要举措。利用引入物联网、大数据、人工智能等先进技术,可实现对施工现场的全方位、全天候监控,有效提升了安全管理效率,增强了事故预防能力。智能化安全监控系统的应用将为公路工程施工安全提供更加有力的保障,推动公路工程施工行业向更加安全、高效、绿色的方向发展。

参考文献

- [1] 苏东天. 公路养护施工安全智能化管理系统应用研究[J]. 智能建筑与智慧城市,2024(5):186-188.
- [2] 燕崇麒. 公路隧道智能化监控及交通安全措施探究[J]. 智能城市,2020,6(23):129-130.
- [3] 陈昱,王世法,谭屈山,等. 高速公路无线施工视频监控、图像处理及编码技术综述[J]. 无线电工程,2023,53(8):1815-1828.