

高速公路交通机电工程设备技术研究

王德鹏

辽宁省铁岭市交通运输综合行政执法队 辽宁 铁岭 112000

摘要: 本文聚焦高速公路交通机电工程设备技术, 通信系统包含光纤、无线通信技术及设备集成管理; 监控系统涵盖视频监控、交通流检测等设备; 收费系统涉及人工、半自动、ETC收费设备; 供配电及照明系统阐述供配电设备与绿色能源应用、照明设备智能化升级。研究为工程建设、运营与维护提供支持, 提升运营效率、安全性与智能化水平。

关键词: 高速公路; 交通机电工程; 设备技术

引言

在交通流量持续攀升的背景下, 高速公路对区域经济与发展的推动作用愈发凸显。交通机电工程设备作为高速公路运营管理的基础, 其技术水准深刻影响着道路的安全保障、通行效能及服务水准。从信息传输的通信系统, 到交通监测的监控体系, 从车辆收费的便捷设备, 到电力供应与照明的稳定保障, 各环节设备技术均不容忽视。本文将深入剖析这些系统设备技术, 为行业进步提供借鉴。

1 通信系统设备技术

1.1 光纤通信技术

光纤通信技术凭借其大容量、高速度、低损耗及强抗干扰能力, 已成为高速公路通信系统的核心传输方式。在高速公路这一特殊应用场景下, 信息的快速、稳定传输至关重要, 而光纤通信技术的优势恰好满足了这一需求, 单模光纤作为高速公路通信中的主流选择, 其纤芯直径微小, 能够支持长距离、高速率的数据传输^[1]。这一特性使得高速公路沿线的监控数据、收费信息以及紧急通信等关键业务得以高效、稳定地传输, 为高速公路的安全运营提供了坚实保障。波分复用(WDM)技术的引入, 更是将光纤的传输容量推向了新的高度。通过在一根光纤中同时传输多个不同波长的光信号, WDM技术有效解决了高速公路大量数据、语音、视频等信息的传输瓶颈问题, 实现了信息的高效复用和传输。随着光纤接入网技术的不断发展, 无源光网络(PON)在高速公路沿线站点通信接入中得到了广泛应用。PON技术以其成本低、维护方便的特点, 降低了高速公路通信系统的建设和运营成本, 同时提高了系统的可靠性和稳定性。

1.2 无线通信技术

无线通信技术在高速公路通信系统中扮演着不可或缺的角色, 它作为有线通信的重要补充和延伸, 极大地

提升了高速公路的通信能力和智能化水平。专用短程通信(DSRC)技术作为车路协同的基础, 实现了车辆与车辆(V2V)、车辆与基础设施(V2I)之间的无缝连接。这种短距离、高速率的数据传输能力, 为不停车收费系统提供了高效、便捷的解决方案, 同时也使得交通信息的实时发布成为可能, 极大地提高了道路通行效率和安全性。随着4G/5G移动通信技术的飞速发展, 其在高速公路上的应用也日益广泛。这些技术为移动终端设备提供了前所未有的高速稳定网络连接, 使得交通管理人员能够实时获取现场信息, 做出更加精准、及时的决策。高清视频监控数据的回传也变得更加流畅和可靠, 为高速公路的安全监控提供了有力保障。在偏远地区或通信光缆难以铺设的路段, 卫星通信技术则发挥了其独特的优势。它不受地理条件限制, 能够确保通信的连续性和可靠性, 为高速公路的通信覆盖提供了最后一道保障。无线通信技术各展所长, 在高速公路通信中优势互补, 持续推动交通智能化, 为打造高效安全出行环境筑牢通信根基。

1.3 通信设备的集成与管理

现代高速公路通信系统的构建与运营, 高度依赖于通信设备的集成与管理。在这一体系中, 综合业务接入网(ISAN)扮演着至关重要的角色, 它如同一个智能枢纽, 将语音、数据、图像等多种业务无缝融合, 实现统一接入与高效传输。这种集成化的处理方式, 不仅简化了通信架构, 更提升了信息流通的效率和准确性, 为高速公路的日常运营与管理提供了强有力的支撑。而通信设备管理系统, 它运用先进的网络管理技术, 对每一台通信设备的运行状态进行24小时不间断的实时监测。从设备的工作电压、温度到信号强度, 每一个关键参数都被精准捕捉并分析。一旦系统检测到任何异常, 如电压波动、温度过高或信号衰减, 便会立即启动报警机制,

迅速定位故障源，为维护人员提供详尽的故障报告与修复建议。

2 监控系统设备技术

2.1 视频监控设备

在高速公路监控系统中，视频监控设备扮演着至关重要的角色，其中高清摄像机无疑是整个系统的核心。随着技术的不断进步，4K甚至8K超高清摄像机已广泛应用于高速公路监控领域，它们能够清晰捕捉道路上的每一个细节，无论是车辆的行驶状况，还是突发的交通事件，都能被精准记录，为后续的分析 and 处理提供了强有力的支持。而智能分析摄像机的出现，更是将监控系统的智能化水平提升到了一个新的高度。这些摄像机集成了先进的视频分析算法，不仅能够实现车辆检测、车牌识别等基本功能，还能对异常行为进行实时检测，如车辆逆行、违规停车、行人闯入等，一旦发现异常情况，系统便能立即发出警报，通知相关人员进行处理^[2]。视频监控设备还支持云台控制，这意味着监控摄像头可以进行全方位、多角度的灵活调整，确保监控范围无死角。

2.2 交通流检测设备

在高速公路监控系统中，交通流检测设备的获取交通参数、分析交通状况的关键工具。传统的环形线圈检测器，虽能检测车流量、车速等基本信息，但安装维护繁琐且易受环境影响，已逐渐难以满足现代交通管理的需求。近年来，随着科技的进步，微波检测器、激光检测器以及视频检测设备等新式交通流检测设备应运而生，为交通流量监测带来了革命性的变化。微波检测器利用雷达原理，无需接触车辆即可实时获取交通流信息，其检测距离远且受天气影响小，大大提高了检测的准确性和稳定性。激光检测器则以其高精度著称，能够精确测量车辆的速度、长度等参数，为交通管理提供了更为细致的数据支持。而视频检测设备则通过先进的图像分析技术，灵活安装于各监控点，不仅功能丰富，还能与其他监控设备无缝对接，实现数据的共享与互补。这些新型检测设备各有千秋，相互补充，共同为交通流量监测和分析提供了更为准确、全面的数据支持。

2.3 事件检测与预警设备

在高速公路的复杂交通环境中，及时准确地检测并预警异常事件，对于保障道路安全、减少交通拥堵至关重要。事件检测与预警设备，正是这一需求下的创新产物，它结合了先进的视频分析和传感器技术，为高速公路的安全管理提供了强有力的支持。该设备能够实时监控道路状况，通过智能算法分析视频画面和传感器数据，一旦发现交通事故、车辆故障、道路施工等异常事

件，便会立即启动应急响应机制。声光报警装置迅速响起，吸引周边人员注意，可变情报板和交通广播等渠道会同步发布预警信息，引导驾驶员提前绕行，避免事态扩大。更为关键的是，事件检测与预警设备还具备信息上报功能，它能将检测到的事件详情及时传送给监控中心，使管理人员能够迅速掌握现场情况，并据此制定救援和处置方案。

3 收费系统设备技术

3.1 人工收费设备

在高速公路收费系统中，人工收费设备作为传统收费方式的核心组成部分，承担着车辆通行费收取的重要任务。它主要包括收费亭、车道控制器、收费计算机、票据打印机以及读卡器等关键设备。收费亭为收费人员提供了一个安全、舒适的工作环境，确保他们在各种天气条件下都能高效、准确地完成收费工作。车道控制器对收费车道的所有设备进行集中控制和管理，确保收费流程的顺畅进行。收费计算机负责处理收费业务数据，包括车辆信息、收费金额等，为收费工作提供数据支持。票据打印机则用于打印收费凭证，为驾驶员提供缴费证明。而读卡器则用于读取车辆通行卡信息，确保收费金额的准确性。尽管人工收费设备操作简单、可靠性高，但在实际运营中也暴露出一些问题。其中最为突出的是收费效率低和人工成本高等问题。随着车流量的不断增加，人工收费方式已难以满足高速公路快速、高效的通行需求。

3.2 半自动收费设备

半自动收费设备作为高速公路收费系统的重要升级，在保留人工收费灵活性的基础上，巧妙融合了车牌识别系统和自动栏杆机，实现了收费效率与准确性的双重飞跃。车牌识别系统的引入，彻底改变了传统人工输入车牌的繁琐与易错。它能够迅速、准确地捕捉并识别车辆牌照信息，与数据库中的车辆资料进行比对，不仅大大缩短了收费时间，还有效避免了人为操作可能带来的误差，确保了收费金额的准确无误。而自动栏杆机的加入，更是让车辆通行变得流畅无阻。一旦车辆完成缴费，自动栏杆机便会立即响应，迅速抬起，允许车辆快速通过。这一设计极大地减少了车辆在收费车道的停留时间，有效缓解了交通拥堵，提升了道路通行能力。

3.3 电子不停车收费（ETC）设备

电子不停车收费（ETC）设备主要由路侧单元（RSU）和车载单元（OBU）两大核心组件构成，二者通过微波通信实现无缝对接，共同完成了车辆身份的快速识别与费用扣除。当车辆驶近ETC车道时，RSU会迅速

捕捉并识别车载OBU发出的信号,自动完成车辆信息与收费数据的交互,整个过程无需车辆停车,即可实现快速通行。这一创新技术不仅极大地提高了收费效率,有效缓解了交通拥堵,还显著减少了车辆因频繁启停而产生的尾气排放,对环境保护贡献了一份力量^[3]。ETC系统的应用前景远不止于高速公路收费。随着技术的不断成熟与拓展,ETC设备已逐步渗透到停车场收费、城市交通管理等多个领域,展现出其强大的多场景应用能力。

4 供配电及照明系统设备技术

4.1 供配电设备

高速公路供配电系统以双回路供电为基础架构,通过冗余设计显著提升供电可靠性,为道路运营提供稳定电力保障。其核心设备变压器承担着电压转换的关键任务,将高压电能精准降至机电设备适用的低压范围,确保各类设施平稳运行。低压配电柜作为电力分配枢纽,不仅实现电能的精细化调控,更集成保护与计量功能,通过智能监测机制实时守护用电设备安全。为应对突发停电风险,系统配置了双重应急电源体系:UPS装置可在毫秒级切换中维持关键系统运转,柴油发电机组则提供长时续航保障,二者协同确保通信、监控及收费系统在市电中断时仍能持续工作。这种多层次防护机制有效避免了因电力故障引发的交通管理瘫痪。在可持续发展理念推动下,绿色能源技术正深度融入高速公路供配电体系。太阳能光伏发电板与风力发电机组通过分布式布局,将可再生能源转化为稳定电力输入,既减少了对传统能源的依赖,又通过余电上网等方式降低整体运营成本。这种传统电网与新能源互补的供电模式,正逐步构建起高效、环保、智能的新型高速公路电力保障系统。

4.2 照明设备

高速公路照明设备作为保障行车安全的重要基础设施,正经历着技术革新与智能化升级。以LED照明灯具为核心的新型照明体系,凭借发光效率高、使用寿命长、能耗显著降低及显色性优异等特性,全面替代传统

高压钠灯,成为道路照明的主流选择。其均匀柔和的光线分布不仅提升了夜间及低光照条件下的可视性,还大幅降低了维护成本。智能照明控制系统的引入,使照明管理更加精细化与动态化。通过光照传感器与车流量传感器的协同工作,系统能够实时感知环境亮度变化及交通流量波动,自动调整路灯亮度,在保障道路安全性的同时实现按需供光,避免能源浪费。这种自适应调节机制尤其在车流稀疏时段发挥显著节能效果。隧道照明领域则采用分段调光技术,依据车辆行驶速度及隧道内外光线差异,将隧道划分为多个照明区段,实施差异化亮度控制^[4]。入口段加强照明以消除“黑洞效应”,过渡段渐次降低亮度引导视觉适应,基本段维持适度照明保障行车安全,出口段则通过增强照明预防“白洞效应”。这种精细化调光策略在提升行车舒适度的有效降低了隧道照明能耗,实现了安全与节能的双重目标。

结语

高速公路交通机电工程设备技术复杂且持续演进,涵盖通信、监控等多关键系统。本文深入剖析各系统技术,凸显其在提升运营效率、保障安全、推动智能化中的关键作用。未来,技术将向高性能、智能化、绿色环保迈进。我们需紧跟技术前沿,强化创新与应用,优化设备性能,提升系统集成与管理,为高速公路高质量发展筑牢技术根基,共赴交通行业安全、高效、智能新纪元。

参考文献

- [1]张百友.高速公路交通机电工程设备技术研究[J].模型世界,2024(18):123-125.
- [2]唐渝.基于高速公路交通机电工程设备技术研究[J].中国设备工程,2022(22):204-206.
- [3]陈占文.高速公路交通机电工程设备技术分析[J].科学与信息化,2023(12):168-170.
- [4]朱云.高速公路交通机电工程设备技术分析[J].电脑爱好者(普及版)(电子刊),2020(11):293-294.