

# 高速公路机电工程通信系统 技术要点与应用研究

廖建新

(广东诚泰交通科技发展有限公司, 广东 广州 510000)

**摘要** 随着高速公路的不断扩展和交通流量的持续增长, 传统的机电工程通信系统已经无法满足现代化管理和高效运营的需求。为提升高速公路机电工程通信系统的安全性及智能化程度, 本文首先分析了高速公路机电工程通信系统的特点; 其次探讨了在高速公路机电工程中常见的通信系统技术; 最后以实际工程为例, 分析了高速公路机电工程中构建通信的具体方法, 全面优化了高速公路机电工程的通信系统, 以期为相关人员提供实践参考。

**关键词** 高速公路; 机电工程; 通信系统

中图分类号: U41

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)09-0016-03

现代通信技术的进步, 如物联网、大数据和人工智能的应用, 为高速公路机电工程通信系统带来了新的机遇。因此, 探讨如何在现代高速公路机电通信系统中有机融合大数据、人工智能等先进技术, 具有较强的理论价值和现实意义。本文旨在结合实际工程, 探索如何在高速公路中利用先进技术构建机电通信系统, 以实现更高效的交通信息传输、更精准的监控和管理。

## 1 高速公路机电工程通信系统的特点

高速公路机电工程通信系统具有高度集成性、复杂性和实时性等特点。首先, 高速公路机电工程通信系统需将交通监控系统、收费系统、照明系统、环境监测系统、应急指挥系统等多个子系统以及独立的设备进行集成, 实现信息的共享和互联互通, 可以各子系统联动操作, 提高整体运行效率和响应速度, 而且还需处理来自各类传感器和监控设备的海量数据, 以便为交通管理和决策提供可靠的数据支持。同时, 高速公路机电工程通信系统具有极高的复杂性。这种复杂性不仅体现在系统本身的结构上, 还体现在系统的管理和维护上。从结构角度分析, 高速公路通信系统覆盖大量的通信节点和线路, 这些节点和线路的布设和管理较为复杂, 且由于高速公路环境复杂多变, 通信系统需具备较高的抗干扰能力和应急恢复能力。从维护角度分析, 高速公路机电工程通信系统的设备类型复杂, 且不同设备和子系统连接的拓扑结构较为多样, 维护管理难度极高<sup>[1]</sup>。

## 2 高速公路机电工程中常见的通信系统技术

### 2.1 自动交换光网络技术

自动交换光网络技术(AON)是利用光纤作为传输媒介, 依托光电信号的转换, 实现数据高速传输的高速网络技术(原理如图1)。AON技术的核心是光交换, 可以根据需要动态配置和优化网络中的光路径, 从而提高网络资源的使用效率。这种技术广泛应用于数据中心、云服务和高速公路通信系统等领域, 用于支持大量数据的高速传输。在高速公路系统中, 可以使用AON连接监控中心与各个监控节点, 实现实时视频、车流数据和其他监控信息的高速传输。AON技术的主要优势在于其超高的数据传输速率和极低的延迟, 能够支持高带宽的应用。此外, AON网络的可扩展性和灵活性高, 可根据实际需求动态调整网络资源。但AON技术成本较高, 尤其是在光交换设备和光纤部署方面的投资较大, 而且技术维护和管理要求较高, 需要专业的技术支持团队<sup>[2]</sup>。

### 2.2 分组传送网技术

分组传送网技术(PTN)是基于数据包的传输网络技术, 其结合了传统的电信技术和现代数据网络技术的优点, 可提供高效、可靠的数据传输服务。目前, PTN技术主要应用于运营商的移动回传网、宽带接入网和企业网等, 适用于数据流量大且变化频繁的网络环境。结合高速公路通信系统, 可以将PTN技术用于处理车辆信息和收费数据的传输, 保证数据的实时性和准确性。PTN技术的优势在于其较强的网络适应性和

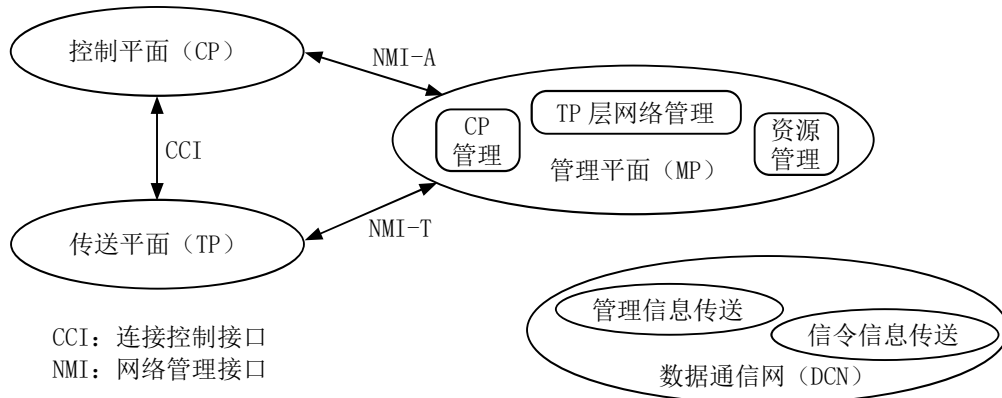


图 1 自动交换光网络技术原理

灵活性，能够有效地处理大量的数据包，并支持多种业务类型的数据传输。相较于其他纯光网络技术，PTN 在速度和延迟方面存在劣势。同时，随着数据量的增加，需要投入更多的设备和资源进行网络扩展<sup>[3]</sup>。

### 2.3 异步传输网络系统

异步传输网络系统 (ATM) 是使用固定大小的数据单元 (称为信元) 进行数据传输的网络技术，传输速度较快，服务质量 (QoS) 管理较为严格，适用于需要高速数据传输和严格时间要求的应用。高速公路通信系统中，可以将 ATM 技术应用于实时视频监控数据，以及紧急响应系统的快速通信。在实际应用中，ATM 技术的主要优点是其高效的带宽管理和优异的 QoS 特性，可按不同类型的服务根据实际需求分配带宽，适合大规模部署。但 ATM 技术在网络设备和管理上的投资较大，部署较为复杂，综合成本较高<sup>[4]</sup>。

## 3 高速公路机电工程通信系统的建立策略

### 3.1 工程概况

随着高速公路交通量的迅猛增长，为保障行车安全和提升管理效率，高速公路机电工程通信系统的建立已成为现代化交通管理的重要环节。以某省重点高速公路项目为例，该高速公路全长约 200 公里，贯穿多个人口稠密的城市和工业区，是区域内重要的交通动脉。该项目中，采用了自动交换光网络技术 (AON)、分组传送网技术 (PTN) 和异步传输网络系统 (ATM) 用于支持高速公路全线的视频监控、交通流量监测、应急通信以及收费系统的数据传输，具体涉及沿线 100 多个监控点的实时视频传输和存储，每日传输的数据量高达数百 TB，其中每天处理的收费数据量超过 500 GB。

### 3.2 基础通信系统设计

为确保案例工程全长 200 公里的高速公路通信系

统的高效、稳定和安全运行，提升交通管理效率和应急处理能力，应结合实际工程情况，设计基础通信系统<sup>[5]</sup>。案例工程交通繁忙，设计方案需具有高可靠性和高带宽，能够满足实时数据传输和大规模数据处理的需求。对此，案例工程在项目沿线布设单模光纤，光纤总长度达 400 公里，确保双向通信链路的冗余性。每隔 2 公里设置一个光纤接入点，总计 100 个接入点，便于沿线设备接入主干通信网。为提高光纤网络的传输效率和稳定性，采用波分复用技术 (DWDM)，每个光纤通道的带宽可达 40 Gbps，满足高速公路沿线视频监控、数据采集和应急通信的需求。

在光纤通信网络的基础上，部署异步传输模式 (ATM) 网络系统，以支持不同业务的综合传输。ATM 网络具备高吞吐量和低延时的优势，适合实时视频监控和应急通信。系统设计中，在每个光纤接入点设置一个 ATM 交换机，共计 100 台交换机，并利用光纤主干网互联，以构建高可靠性的环网结构，确保在任意交换机故障时，数据可以通过其他路径传输，不影响系统整体运行。除上述外，案例工程高速公路沿线设置三个主要数据中心，分别位于起点、中点和终点位置，每个数据中心的存储容量为 10 PB，处理能力为每秒 1 000 条数据。数据中心之间利用光纤主干网连接，采用分布式存储和计算技术，实现数据的实时同步和高效处理。为提高数据中心的安全性，每个数据中心配备 UPS 不间断电源系统和独立的冷却系统，并采用双机热备技术，确保在单点故障时系统能够自动切换，持续提供服务。最后，无线通信方面，沿线每隔 5 公里连接一个 LTE 基站或 5G 基站，总计连接 40 个基站，覆盖全线，每个基站的带宽设计为 20 MHz，能够提供 100 Mbps 的下载速度和 50 Mbps 的上传速度，确保在任何位置都能快速、稳定地接入通信网络，基站之间利用光纤连

接到主干网,确保数据传输的高效性和稳定性。

在具体操作中,工程团队首先需进行线路勘测和环境评估,确定光纤铺设路径和接入点位置。随后采用气吹法和直埋法相结合的方式进行光纤铺设,确保光纤线路的稳定性和耐久性,光纤铺设完成后,安装光纤接入设备和ATM交换机,进行网络调试和测试,确保各设备能够正常通信。数据中心的建设则包括服务器、存储设备和网络设备的安装调试,确保数据存储和处理能力达到设计要求。无线基站的安装和调试在光纤主干网建设完成后进行,确保无线网络覆盖范围和带宽能够满足需求。

### 3.3 集成智能管理系统

案例工程高速公路全长200公里,日均车流量超过50000辆车,数据量较大,如果仅凭借人工处理,难以满足实际需求。因此,案例工程为提升通信系统的智能化程度,沿线设立一个中心控制室和两个分支控制室,每个控制室配备处理能力为每秒处理2000条实时数据的分析设备,并利用光纤网络与沿线的所有监控设备和传感器进行连接,以提高数据处理的实时性。同时,在系统中集成视频分析平台,该平台安装了600个高清摄像头,平均每隔500米一台,用于监控交通流量和车辆行为。每个摄像头都连接到最近的数据中心,数据中心通过图像识别软件实时分析视频流,用于检测交通事故、道路拥堵和违规行为。

对于高速公路工程中的机电设备,则利用相关传感器收集相关设备的电压、电流、温度、振动等多种物理参数,并以无线网络的形式将数据传输到中央处理系统,以监测设备运行状态。同时,利用机器学习算法分析历史和实时数据,构建故障预测模块,以预测潜在的设备故障,实现对机电设备运行情况的实时监测。工作人员可以在该模块中预设相关机电设备运行物理参数的阈值,当传感器采集的物理参数超过预设阈值时,则自动发出警报,提醒相关工作人员维护检修。

为提升通信系统的实用性,案例工程在智能管理系统中设置了应急响应模块,内置了自动事故检测和响应机制,能够在检测到事故后自动调派最近的救援车辆,并利用动态信息板即时通知驾驶员前方路况。应急响应车辆的部署根据事故发生的位置和严重性自动优化路径,确保在15分钟内到达事故现场。具体实施过程中,首先需结合系统需求进行硬件选型,确保所有组件符合性能需求,再进行摄像头的安装、信号系统的部署和数据中心的建设。系统配置完成后,进行压力测试和安全性测试,确保系统在极端条件下也能稳定运行。

### 3.4 加强网络安全防护

由于高速公路机电工程通信系统涉及大量敏感的实时交通数据和个人信息,所以为确保案例工程高速公路机电工程通信系统的稳定运行和数据安全,防止数据泄露和黑客攻击,在构建通信系统时,采用了分层的安全防护策略。将通信系统整体分为物理层、网络层、应用层和数据层的安全措施。在物理层,为所有数据中心和网络节点装备生物识别访问系统,确保只有授权人员能够物理接触到关键基础设施。网络层安全则部署先进的防火墙和入侵检测系统(IDS),并配置严格的访问控制列表(ACL),每小时自动更新一次,以适应新的威胁情况。应用层安全则主要对所有操作系统和应用软件进行定期更新和打补丁。对此,案例工程设定了自动化脚本,每天进行系统扫描,及时发现和修复安全漏洞,并对所有关键应用软件采用强制的多因素认证,确保只有授权用户才能访问。对于数据传输过程中的所有敏感数据,均采用AES-256加密标准,并进行严格的控制和审计,每次数据访问均需身份验证和权限验证,且记录所有访问记录,以便进行后续的安全审查。

## 4 结束语

本文以案例分析为主要方法,对高速公路机电工程通信系统的技术要点与应用进行了深入研究,发现现代通信技术的引入可极大程度提升通信系统的性能和功能。实际工程中,应结合实际工程需求设计基础通信系统,并集成智能管理系统,最后加强网络安全防护,以满足高速公路机电工程的通信需求。未来,随着通信技术的不断发展,将有更为先进、智能的通信技术应用到高速公路工程机电工程通信系统中,以进一步优化网络架构、提升系统的智能化水平以及提升安全性和可靠性,所以,相关人员需不断推陈出新,结合实际需求不断地进行升级和改进,以适应新的需求。

### 参考文献:

- [1] 李智坚.BIM技术在高速公路机电工程中的应用分析[J].运输经理世界,2024(07):140-142.
- [2] 郑星.新时期高速公路机电通信系统新技术的应用[J].运输经理世界,2024(07):143-146.
- [3] 罗祥红.高速公路机电工程中的通信系统应用[J].电子技术,2024,53(02):170-171.
- [4] 雷惠明.对高速公路机电工程管理问题的探讨核心思路分析[J].居业,2023(11):168-170.
- [5] 王锐.高速公路机电工程通信系统及应用[J].工程机械与维修,2023(05):92-94.