

# 基于智慧化的高速公路机电工程建设

薛童

中咨泰克交通工程集团有限公司, 北京 100083

**摘要：** 高速公路机电工程是高速公路建设的重要组成部分, 对于保障高速公路运营效率和行车安全具有重要意义。随着智能化技术的快速发展, 将智慧化理念融入高速公路机电工程建设已成为必然趋势。本文首先分析了国内高速公路机电工程的建设的现状。其次探讨了智慧化高速公路机电工程的重要性, 包括实时数据监测与分析、提升运营管理效率以及促进高速公路可持续发展。最后提出了基于智慧化的高速公路机电工程建设策略, 包括设计切实可行的建设方案、组织实施与质量控制, 以及建立完善的安全保障体系。

**关键词：** 高速公路; 机电工程; 智慧化; 建设策略

## Construction Of Motorway Electromechanical Engineering Based On Intelligence

Xue Tong

Ztec Transportation Engineering Group Co., LTD., Beijing 100083

**Abstract：** Expressway electromechanical engineering is an important part of expressway construction, which is of great significance to ensure expressway operation efficiency and driving safety. With the rapid development of intelligent technology, it has become an inevitable trend to integrate the concept of intelligent into the construction of highway mechanical and electrical engineering. Firstly, this paper analyzes the current situation of domestic highway electromechanical engineering construction. Secondly, it discusses the importance of intelligent motorway electromechanical engineering, including real-time data monitoring and analysis, improving operation management efficiency and promoting sustainable development of motorway. Finally, the paper puts forward the construction strategy of motorway electromechanical engineering based on intelligence, including the design of feasible construction scheme, organization, implementation and quality control, as well as the establishment of perfect safety guarantee system.

**Key words：** expressway; mechanical and electrical engineering; intellectualization; construction strategy

### 引言：

高速公路是现代化综合运输体系的重要组成部分, 对于促进经济社会发展、加强区域联系、保障人民生活出行具有重要作用。高速公路机电工程作为高速公路建设的关键环节, 对于保障高速公路安全顺畅运营至关重要。随着信息技术的快速发展, 将先进的智能化理念融入高速公路机电工程建设, 不断提升机电系统的智能化水平, 是顺应时代发展潮流、提高高速公路运营效率的必由之路。

### 一、高速公路机电工程现状分析

#### (一) 国内高速公路机电工程的建设成就

近年来, 我国高速公路机电工程建设取得了长足进步。机电系统的设计、施工和维护水平显著提高, 智能化程度不断加深。例如, 高速公路监控系统、通信系统、收费系统等已广泛应用, 为高速公路运营管理提供了有力支撑。国内高速公路监控系统建设取得了显著成绩。沿线安装了大量高清监控摄像机, 覆盖面积

不断扩大, 可对道路交通状况进行实时监测。同时, 通过先进的视频分析技术, 能够自动识别路面异常情况、违规车辆等, 提高监控效率。监控数据与其他系统联网共享, 为交通指挥调度和应急处置提供了重要支撑。高速公路通信系统也有了长足发展。目前已建成覆盖全路段的数字化通信网络, 为各类信息系统提供高速、稳定的传输通道。先进的无线通信技术在紧急疏导和应急抢修中发挥着重要作用。此外, 通信系统与手机网络的深度融合, 为车载智能终端和驾乘人员提供了便捷的信息服务。收费系统逐

\* 作者简介: 薛童, 1999年8月, 女, 汉族, 北京市, 本科 / 助理工程师, 高速公路机电工程

步实现电子不停车收费，极大提升了收费效率。新型移动支付方式在高速公路得到广泛应用，为公众出行带来极大便利。

### （二）国内高速公路机电工程建设存在问题

尽管取得了一定成就，但高速公路机电工程建设也存在一些问题和不足。一是整体智能化水平仍有待进一步提高；二是系统集成度不高，数据共享和协同管理能力有限；三是部分地区机电工程建设滞后，智能化程度较低。虽然我国高速公路机电系统的智能化程度有所提升，但与发达国家相比，仍存在一定差距。系统自动化和智能决策能力不足，人工介入程度较高，运营管理效率有待进一步提高。此外，各子系统之间的集成联动程度不高，分散管理状况较为普遍，难以形成高效的协同作业。高速公路机电工程建设在不同地区发展程度参差不齐。一些经济发达地区，已初步实现了机电系统的智能化升级；而在部分欠发达地区，机电工程建设仍相对滞后，智能化水平较低。这种区域发展不平衡状况，制约了整体机电工程的现代化进程。此外，随着时代的发展，机电系统面临着新的挑战。舆论对系统网络安全性、数据隐私保护等方面越来越关注，对高速公路机电工程提出了更高要求。

### （三）现有高速公路机电系统的组成与功能

现有高速公路机电系统主要包括监控系统、通信系统、收费系统、能耗控制系统、照明系统、交通标志控制系统等。监控系统负责路况监测和事件预警；通信系统为系统集成和信息传输提供支撑；收费系统实现车辆通行收费；能耗控制系统对路段照明和监控设备等用电设施进行控制和调节；照明系统保证夜间路况照明；交通标志控制系统实现交通信号灯的协同控制。监控系统是高速公路机电系统的“眼睛”，负责对路面交通状况进行全天候监控。通过沿线布设的高清摄像机，可收集道路拥堵、事故等异常情况的实时影像，为交通管控提供视频数据支持。配合智能视频分析技术，监控系统还可自动识别违法行为、检测安全隐患，提高管理效率。通信系统则为高速公路机电系统构建了高速、安全的信息传输通路。有线和无线通信网络的融合应用，将各子系统连接在一起，实现数据实时传输和共享。同时，通信系统为应急救援提供了可靠的语音和图像通信支撑。收费系统负责对进出高速公路的车辆实施计费管理，是高速公路重要的经营性系统。不停车收费和移动支付技术的应用，有效提升了通行效率。同时，收费系统与车辆识别等功能的深度融合，为交通违法处罚奠定了基础。

## 二、智慧化高速公路机电工程的重要性

### （一）实时数据监测与分析

智慧化高速公路机电工程能够充分利用物联网、云计算等先进技术，实现对路况、车辆、设备等多维度数据的实时监测和分析，为高速公路精细化管理提供决策依据。基于物联网技术，智慧化机电系统将部署大量先进传感设备，如视频监控探头、车辆检测器、环境监测设备等，实时采集影像、声音、位置等多源异构数据，全面反映高速公路运行状态。同时，通过引入云计算、

边缘计算等前沿技术，可高效处理海量监测数据，分析道路交通流量、车辆行驶轨迹等重要指标，动态预测未来交通态势。借助人工智能技术，智能系统可自动识别违法行驶、异常拥堵等交通事件，并根据事件严重程度、发生地点等因素综合评估，提出科学的处置建议。通过精细化的实时监测和智能分析，可避免人工遗漏和判断失误，为科学决策提供数据支撑。此外，智慧化系统能够实时监测机电设备的运行状态，主动发现设备故障隐患。通过大数据分析，可预测设备剩余寿命，合理制定检修计划，实现设备的预防性维护。

### （二）提升运营管理效率

智能化系统可自动完成大量监测、控制和调度工作，减轻人工工作强度，提高运营管理效率。同时，系统集成度高，数据协同共享，为高速公路统一高效管理奠定基础。传统的高速公路运营管理过于依赖人工，存在效率低下、疏漏多发等问题。而智慧化机电系统可自动完成车流量实时统计、违法违规车辆识别、交通信号协调优化等复杂任务，大幅减轻人工工作强度。同时，系统能自主进行交通组织分析，制定疏导方案并加以执行，实现交通流量的动态调控。不仅如此，智能化决策支持系统可依据历史大数据，结合实时监测信息，对道路扩容改造需求、收费标准、应急预案等进行科学评估，为高速公路经营管理决策提供依据，提升管理的科学化、精细化水平。另一方面，智慧化机电系统各子系统之间集成程度高，数据资源实现共享协同。监控数据可与应急救援系统无缝衔接，收费计费数据可与车辆识别系统对接，避免重复计费。

### （三）促进高速公路可持续发展

智慧化高速公路机电工程有助于降低能耗，实现节能减排；优化交通组织，缓解拥堵；及时发现并处理安全隐患，保障行车安全，从而促进高速公路事业的可持续健康发展。能源节约和环境保护是高速公路可持续发展的重要内容。智慧化机电系统可通过精细化的能耗监测和智能控制，实现照明、供电等系统的节能运行。同时，借助大数据分析优化能源使用策略，避免资源的低效利用和浪费。此外，拥堵严重不仅影响出行体验，也会导致更多燃料消耗和排放。智慧化系统可基于大数据对交通流量进行实时监测和预测，智能调度车流，平衡路网压力，从根本上缓解高速公路沿线的拥堵状况。一旦发生事故，系统可自动调配救援资源，快速疏导车流，减少延阻造成的次生影响。机电系统可通过视频分析等技术及时发现路面异物、车辆违章、设施故障等安全隐患，并自动预警，避免安全事故的发生。即使发生事故，智能系统也能最大限度减少人员伤亡和财产损失，保障行车安全，消除公众对高速公路出行的顾虑，从而促进高速公路事业的可持续健康发展。

## 三、基于智慧化的高速公路机电工程建设策略

### （一）设计切实可行的建设方案

科学统筹高速公路机电系统设计，做好系统集成规划。系统方案要符合当地实际情况，技术路线明确，满足未来智能化发展

需求。同时应注重经济合理性，控制建设投资。推进高速公路机电工程智慧化建设，首先需要制定科学合理的系统设计方案。机电系统设计应与高速公路整体规划相协调，统筹考虑工程建设、运营管理、应急处置等各方面需求，做好顶层设计和系统集成规划。同时要遵循系统工程理念，从整体上保证各子系统的兼容性和扩展性，实现资源共享和业务协同。此外，机电系统设计方案务必要因地制宜，充分考虑区域环境和交通特点的差异。同时，在确保系统功能和智能化水平的前提下，应合理控制投资规模，注重经济性和可持续性。

例如，在京津冀地区规划智慧化高速公路机电系统时，需要重点考虑该地区气候干燥、雾霾天气频发的特点，加强视频监控系统的的环境适应性，提高图像清晰度；同时该地区人口密集，需优化交通组织方案，提升应急疏导能力。此外，考虑到未来自动驾驶技术的发展趋势，系统设计需具备与之对接的能力。

### （二）组织实施与质量控制

高度重视机电工程建设的组织实施，落实质量安全责任制，加强质量监督检查。施工环节要严把工序关，确保工程质量。同时注重智能设备的调试和运维，为系统正常稳定运行奠定基础。机电工程建设事关高速公路运营安全和效率，必须高度重视组织实施和质量管控。首先要建立质量安全责任制，明确各方职责，落实到人。要加强施工全过程的质量监督，从材料、设备选型到施工作业，对每个环节严格把关，确保工程质量。在系统调试阶段，要反复测试，查漏补缺，确保智能设备的可靠性。投入运营后，还需注重运维管理，建立健全的检修制度，及时排查设备故障隐患，保障系统的正常稳定运行。

例如，在某高速公路机电工程建设中，项目公司与施工单位、监理单位签订质量责任合同，明确三方权利义务。施工单位派出专业质检员，对原材料进行抽检把关；监理单位则安排驻地监理，对施工过程进行严格监督。在系统调试阶段，项目部组织系统测试，反复进行压力测试、故障模拟等，直至各项指标达

标。系统投运后，专门成立运维团队，制定巡检计划，对智能设备进行定期检修，确保设备完好。

### （三）建立完善的安全保障体系

健全安全管理制度，完善应急响应预案。加强安全防护和运维管理，确保关键设施的安全可靠运行。强化数据安全防护意识，提高系统防御能力，避免出现信息安全风险。智慧化高速公路机电系统安全运行至关重要，需要建立完善的安全保障体系。首先要制定全面的安全管理制度，从组织、人员、技术、应急处置等方面做出安全保障。同时应该完善应急预案，对可能发生的各类突发情况作出分类部署，确保处置高效有序。其次，要加强关键设施的安全防护，提高防灾抗毁能力。重点部位应采取监控拉网、实体防护等多重防护措施，全方位维护设施安全。软硬件设备维护更是不容忽视，要通过定期检修、及时更新等举措，保障设施设备的安全可靠运行。

例如，在长沙智慧高速建设中，项目单位制定了完备的安全管理制度，确保制度执行到位。成立了应急指挥部，建立应急通信指挥体系，针对各类事故场景预制多个应急预案。关键设施如通信枢纽、中心机房等采取防护拉网、实体围墙、门禁管控等全方位防护。同时引入自动巡检诊断系统，对硬件故障实现自动报警，及时修复。在网络层面部署安全审计系统，有效防御外部入侵和内部威胁，确保数据传输和存储的安全性。

### 结束语：

推进高速公路机电工程建设智慧化，是适应时代发展大势的必然要求。通过不断加强机电系统智能化水平，可实现高速公路运营管理的精细化、智能化和现代化，为构建安全高效、绿色集约的现代高速公路事业注入新的动力，对促进综合交通运输体系高质量发展具有重要意义。

### 参考文献：

- [1] 钟仕兴. 高速公路智能机电设备运维管理系统的研究与应用 [J]. 机电信息, 2022(19).
- [2] 何际军; 胡孝其. 龙怀高速“互联网+”智慧机电建设理念探讨 [J]. 中国交通信息化, 2018(02).
- [3] 吕刚. BIM 技术应用于高速公路机电工程的技术方案研究 [J]. 交通科技与管理, 2024, 5(02):105-107.
- [4] 康上. 高速公路机电设备智慧运维平台研究与应用 [J]. 机电信息, 2023(19):12-15.
- [5] 郑新建, 喻文文. 智慧化建设在高速公路机电系统中的应用 [J]. 运输经理世界, 2022(30):71-73.
- [6] 康东. 互联网背景下高速公路机电工程系统的探析 [J]. 中国设备工程, 2022(19):202-204.
- [7] 孙文侠, 何涛. 高速公路机电运维管理智慧化发展浅析 [J]. 公路, 2022, 67(02):386-391.
- [8] 王治刚. 智慧化建设在高速公路机电系统中的应用 [J]. 工程建设与设计, 2021(23):146-148.