

智慧交通背景下高速公路智能化施工管理体系构建

刘忠伟

山东省高速养护集团有限公司，山东济南，250031；

摘要：智慧交通的深度发展，推动高速公路建设领域对施工管理的要求从“粗放管控”向“精准高效”转型，施工管理的精准度与效率性，已成为影响高速公路建设质量与推进节奏的核心要素。传统高速公路施工管理模式，受技术手段与流程设计局限，易出现管理流程滞后、各环节信息断层等系统性短板，难以适配当前智慧交通背景下的施工需求。高速公路智能化施工管理体系，以物联网、大数据等现代信息技术为支撑，可实现施工全环节数据的系统化整合与高效流转，有效破解传统管理模式的固有短板。本文围绕该体系构建展开系统探讨，依次明确体系构建的核心需求、界定体系的核心构成维度、提出体系落地的保障路径。通过清晰梳理构建重点，制定可执行的保障措施，助力搭建兼具高效性与精准性的高速公路智能化施工管理体系，推动高速公路施工管理水平提升，实现建设过程的提质增效。

关键词：智慧交通；高速公路；智能化施工管理；实时管控；多主体协同；技术支撑；落地保障

DOI：10.64216/3080-1508.26.01.030

引言

高速公路施工具有显著的复杂性特征，核心表现为建设周期跨度长、涉及施工环节多元，且需同步开展进度管控、质量核查、安全防范等多维度管理工作，任一维度管控不到位，均可能影响施工推进效率与最终建设质量。随着智慧交通战略的持续推进，物联网、大数据、人工智能等现代信息技术逐步向工程建设领域渗透，为高速公路施工管理的智能化转型提供了关键技术支撑。这些技术可打破传统管理的信息壁垒，实现数据实时采集与高效共享，推动管理流程从“线下滞后”向“线上实时”转变。在此背景下，如何依托现代信息技术，构建科学、完善的高速公路智能化施工管理体系，实现施工全环节数据的整合利用、管理流程的优化升级，成为突破传统管理瓶颈、提升高速公路施工管理整体水平的关键课题，对推动高速公路建设向智能化、高质量方向发展，深化智慧交通在工程建设领域的应用具有重要的现实意义。

1 高速公路智能化施工管理体系构建核心需求

1.1 数据整合需求

高速公路施工全流程中，不同环节会持续产生各类数据，包括进度管控数据（如工序完成情况、工期推进节点）、质量核查数据（如材料检测结果、工序验收记录）、设备运行数据（如机械工作时长、故障维修记录）等。在传统管理模式下，这些数据分散存储于不同部门、不同人员手中，或记录于纸质档案，或保存于独立电子

文档，未形成统一的数据管理体系，数据之间缺乏有效关联，形成“信息孤岛”。当需要调取数据支撑管理决策时，需跨部门、跨环节收集，不仅耗时较长，还易出现数据缺失、数据冲突等问题，无法为决策提供全面、准确的依据。因此，构建高速公路智能化施工管理体系，首要核心需求是实现数据的集中整合，打破各环节、各部门的信息壁垒，将分散的数据系统化归集，形成统一的数据资源池，为后续的管理决策提供完整、可靠的数据支撑。

1.2 实时管控需求

高速公路施工多在户外开展，受自然环境、施工条件影响，施工过程中易突发各类问题，包括安全隐患（如人员违规操作、机械突发故障）、质量问题（如材料规格不符、工序施工偏差）等，此类问题具有突发性与扩散性，若无法及时发现并处置，易造成安全事故、质量返工，甚至延误工期。传统管理模式下，对施工现场的管控依赖人工定期巡查，巡查频率有限，无法实现全天候、全时段监测，且发现问题后需通过线下方式上报、协调处置，整个流程耗时久，易错过最佳处置时机，导致问题进一步扩大。基于此，实时管控成为高速公路智能化施工管理体系构建的核心需求之一，要求体系具备实时监测与快速处置能力，能够及时捕捉施工中的异常信息，同步联动相关责任环节与人员，快速推送处置指令，实现问题的即时响应与化解，避免风险扩散。

1.3 效率提升需求

传统高速公路施工管理流程繁琐，涉及多环节的人工审核、纸质单据传递，如进度跟踪需人工汇总各工序数据后编制报表，指令传达需通过会议、电话等方式逐层传递，不仅消耗大量人力成本，还易因流程冗余导致管理周期延长，影响施工推进效率。同时，人工操作过程中，易因人为失误出现数据记录错误、指令传达偏差等问题，进一步增加管理成本，降低工作效率。因此，提升管理效率成为体系构建的核心需求，需通过智能化手段简化传统繁琐流程，实现进度跟踪、指令传达、问题反馈等核心管理环节的智能化运作，减少人工干预，降低人工成本，缩短管理周期，最终提升高速公路施工的整体推进效率。

2 高速公路智能化施工管理体系核心构成维度

2.1 数据集成维度

数据集成维度是高速公路智能化施工管理体系的基础，核心在于搭建统一的数据管理平台，实现施工全环节数据的集中接入、分类处理与可视化呈现，为后续管控与协同提供数据基础。在平台搭建过程中，需首先实现多源头数据的统一接入，将施工设备（如挖掘机、摊铺机）的运行数据、现场监测终端（如质量传感器、安全摄像头）的采集数据，以及人工录入的进度、验收数据等，通过标准化接口接入平台，确保数据接入的全面性；其次，对接入的各类数据进行分类存储与专业分析，按“进度、质量、安全、设备”四大类别划分数据模块，采用数据处理技术对原始数据进行清洗、整合与分析，剔除无效数据，挖掘数据间的关联关系；最后，将分析后的结果转化为可视化数据报表（如进度折线图、质量合格率柱状图），直观反映施工实时状态，让管理人员可快速掌握施工核心信息，为决策提供数据支撑。

2.2 实时管控维度

实时管控维度是体系发挥管控效能的核心，依托物联网技术构建“实时采集-自动预警-快速处置”的闭环管控机制，实现对施工现场的动态化、精准化管控。首先，在施工现场科学部署各类监测设备，包括定位设备（实时采集施工人员位置信息，防范人员进入危险区域）、设备传感器（监测机械运行参数，如转速、温度，判断设备是否异常）、质量检测设备（实时采集混凝土强度、路面平整度等质量指标），确保监测覆盖人员、设备、质量等核心管控领域；其次，监测设备将采集到

的实时数据传输至数据平台，平台通过预设的预警阈值，自动判断数据是否异常——当数据超出阈值（如人员进入危险区、设备温度过高），平台立即触发自动预警，通过短信、平台弹窗等方式推送预警信息至相关管理人员；最后，管理人员接收预警后，可在平台内直接下达处置指令，相关执行人员实时接收指令并开展处置，处置结果同步反馈至平台，形成“采集-预警-处置-反馈”的闭环，实现施工现场的实时动态管控。

2.3 多主体协同维度

多主体协同维度是提升施工管理效率的关键，通过在数据平台内设置专属协同模块，打破施工、监理、管理等多主体间的线下协调局限，实现线上化的数据共享与高效配合。协同模块的核心功能包括三方面：一是数据实时共享，施工主体可在线上传进度、质量数据，监理主体可实时查看数据并开展核查，管理主体可同步掌握整体施工状态，无需线下传递数据报表，确保各主体获取的信息一致、及时；二是指令在线传达，管理主体可在平台内直接向施工主体下达进度调整、质量整改等指令，指令可实时推送至对应负责人，避免指令传达滞后或偏差；三是问题在线反馈，施工主体在现场遇到技术难题、协调需求时，可在平台内提交问题详情与相关佐证材料，监理、管理主体可在线查看并反馈解决方案，各主体围绕问题开展实时沟通，无需召开线下协调会，大幅缩短问题解决时间，提升多主体的配合效率。

3 高速公路智能化施工管理体系落地保障路径

3.1 强化技术支撑

技术支撑是体系稳定落地的基础，需围绕“平台与设备稳定运行、数据安全防护”两个核心，持续强化技术保障能力，筑牢体系运行的技术根基。一方面，定期开展数据平台与监测设备的升级优化，安排专业技术人员对平台的运行性能（如数据传输速度、存储容量）进行定期检测，根据施工需求与技术发展，升级平台功能模块（如新增协同沟通功能）；同时，对现场监测设备进行定期检修与更新，更换老化、故障设备，确保设备采集数据的准确性与传输的稳定性，避免因设备故障导致监测中断、数据缺失，影响体系正常运行。另一方面，完善数据安全防护体系，数据平台存储大量施工核心数据，需通过技术手段保障数据安全——一是设置主体权限分级，不同主体（施工、监理、管理）仅能访问与自

身职责相关的数据，无法查看超出权限的核心信息，避免数据泄露；二是建立数据备份与恢复机制，定期对平台数据进行备份，当出现数据丢失、损坏时，可快速恢复数据，避免数据损失；三是部署网络安全防护技术，防范网络攻击、病毒入侵等风险，确保数据平台与监测设备的网络安全，保障体系技术层面的稳定可靠。

3.2 提升人员能力

人员是体系落地的执行主体，体系的高效运行依赖施工、监理、管理等各主体人员的熟练操作与主动参与，因此需通过专项培训与实践演练，全面提升人员的技术能力与操作水平。培训工作需聚焦两个核心内容：一是技术知识培训，向人员系统讲解物联网、大数据等技术在体系中的应用逻辑，以及数据平台、监测设备的核心功能，让人员理解体系运行的技术原理，而非单纯掌握操作步骤；二是实操技能培训，安排专业讲师开展现场教学，指导人员熟练操作数据平台（如数据录入、预警查看、指令传达）、正确运维监测设备（如设备调试、简单故障排查），确保人员可独立完成体系运行中的日常操作。同时，组织各主体人员开展常态化协同演练，模拟施工中常见的预警场景（如设备故障、质量异常），让人员通过演练熟悉“预警接收-指令传达-问题处置”的全流程，强化人员的协同配合意识与应急处置能力，确保实际运行中人员可高效参与体系操作，保障体系效能充分发挥。

3.3 完善制度规范

制度规范是保障体系严格执行的关键，需通过“明确责任、建立考核”，解决体系运行中可能出现的“职责模糊、执行懈怠”问题，确保各项管理要求落地见效。首先，制定体系运行专项管理制度，明确各主体、各人员在体系运行中的具体责任与工作要求：明确施工人员的数据录入责任及时限（如每日下班前完成当日进度数据录入），明确管理人员的预警处置责任（如接收预警后1小时内下达处置指令），明确技术人员的设备运维责任（如每周对监测设备检修1次）；同时，明确制度的执行监督主体，确保各项责任落实到具体人员，避免出现职责交叉或责任空白。其次，建立与体系使用成效挂钩的考核机制，制定清晰的考核指标，包括数据录入

的及时性与准确性、预警处置的效率、协同配合的成效等；定期对各主体、各人员的体系使用成效进行考核评估，考核结果与人员绩效奖金、评优评先直接关联——对成效优异的人员给予奖励，对未达考核标准（如数据录入频繁延迟、预警处置不及时）的人员进行问责与再培训，充分调动人员参与体系运行的积极性与责任心，保障体系各项要求严格执行，实现稳定落地。

4 结语

智慧交通背景下，高速公路智能化施工管理体系的构建，是推动高速公路施工管理从“传统粗放”向“智能精准”转型的核心路径，其落地成效直接影响高速公路建设的质量与效率。体系构建需以数据整合、实时管控、效率提升为核心需求，确保体系适配实际施工场景；通过搭建数据集成、实时管控、多主体协同三维体系，实现施工全环节的智能化管理，破解传统管理的信息壁垒与效率短板；再依托强化技术支撑、提升人员能力、完善制度规范的保障路径，解决体系落地中的各类障碍，确保体系稳定运行。三者协同发力，可充分发挥现代信息技术的优势，实现高速公路施工管理的精准化、高效化，不仅能提升高速公路建设质量与推进效率，还能深化智慧交通在工程建设领域的应用，为智慧交通体系的完善与高速公路建设高质量发展提供有力支撑。同时，为后续同类工程智能化管理提供可借鉴的体系框架，推动行业管理模式迭代升级，助力交通基础设施建设向更智能、更高效、更安全的方向迈进。

参考文献

- [1] 吕寒秋. 高速公路施工项目的安全管理标准化探讨[J]. 交通科技与管理, 2023, 4(02): 26-28.
- [2] 刘夕飞, 司锋超. 高速公路施工现场安全管理现状与对策分析[J]. 大众标准化, 2023, (15): 94-96.
- [3] 党伟杰, 吴晓玲. 高速公路工程建设的安全管理研究[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023, (30): 31-33.
- [4] 刘慧莹. 浅谈高速公路施工安全管理信息化的开发与应用[J]. 中国交通信息化, 2024, (01): 41-43.
- [5] 杨峰. 高速公路交通安全设施施工及其质量控制[J]. 低碳世界, 2024, 14(03): 151-153.