

数字化手段赋能机械设备管理提质增效

——基于基建项目实践

李文君

中铁北京工程局集团有限公司 北京 102308

【摘要】：工程机械设备是基建项目施工的核心生产要素，其管理效率直接关乎项目工期管控、成本控制与施工安全。传统管理模式多依赖人工台账记录与经验化调度，普遍存在数据滞后、设备利用率偏低、风险防控能力不足等痛点。本文结合基建项目实操经验，阐释数字化管理的核心内涵，系统剖析传统管理模式的局限性，重点探究数字化手段在设备全生命周期中的实践路径，通过具体项目案例验证其应用成效，最终提出深化数字化管理的对策建议，为提升工程机械设备管理精细化水平、助力基建行业高质量发展提供参考。

【关键词】：数字化管理；机械设备管理；基建项目；全生命周期；利用率提升

DOI:10.12417/2705-0998.25.22.072

1 引言

在基建行业迈向高质量发展的背景下，工程机械设备呈现数量庞大、型号繁杂、分布零散、价值高昂的显著特征，其管理覆盖设备采购、租赁、调度、使用、维保至报废的全生命周期，涉及环节繁杂且数据体量庞大。提升设备管理精细化水平，是实现项目降本增效、保障施工进度有序推进的核心抓手，而以数据为驱动的数字化管理模式，凭借其数据整合、精准分析与动态监控的核心优势，成为破解传统机械设备管理困境的关键路径。

当前，多数基建项目仍沿用人工台账登记、经验化调度、纸质记录核对的传统管理模式，难以实现设备全流程数据的全面覆盖与深度挖掘，导致设备闲置浪费、维保滞后、成本管控失衡等问题频发。随着数字化技术的快速迭代，推动设备管理从“经验驱动”向“数据驱动”转型已成为行业发展必然趋势。本文基于中铁系统基建项目机械设备管理实践，结合本人主导的设备管理数字化优化工作，深入探索数字化手段的具体应用场景与实施路径，为同类项目提供可复制、可推广的实操借鉴。

2 数字化管理核心内涵与传统模式局限性

2.1 数字化管理核心内涵

数字化管理是指依托数字化工具、数据处理技术及信息化系统，对设备管理全流程产生的多源数据进行自动化采集、标准化处理、深度分析与动态监控，进而实现管理提质增效的现代化管理方法。其核心特征主要体现在三方面：一是数据整合化，打破设备端、管理端、财务端的数据壁垒，构建“设备-管理-财务”一体化数据体系；二是分析精准化，通过量化分析与逻辑建模提升管理决策的科学性与针对性；三是监控动态化，推动管理模式从“事后补救”向“事前防控-事中预警-事后优化”转变。

在实操场景中，数字化管理常用工具包括 Excel、简易设

备管理信息化平台、基础数据分析小程序等，无需部署复杂的专业系统，具备较强的实用性与可操作性，可快速落地应用于设备全生命周期各环节管理。

2.2 传统管理模式局限性

(1) 数据采集低效且片面。传统模式依赖人工记录纸质台账、施工日志、台班签认单等资料，不仅耗时费力、效率低下，且受人为因素影响易出现数据遗漏、记录误差等问题，难以全面覆盖设备全流程信息，为后续管理决策埋下隐患。

(2) 管理决策主观性突出。管理人员多依靠经验判断开展设备调度、维保安排等工作，缺乏扎实的数据支撑，对设备利用率偏低、维保滞后等问题的定位不够精准，无法量化问题产生的影响程度，导致决策科学性与合理性不足。

(3) 管理闭环体系缺失。传统管理仅能针对已出现的问题进行被动补救，难以形成“数据采集-分析研判-优化改进-反馈提升”的完整管理闭环，无法及时将管理过程中发现的问题转化为针对性优化措施，管理水平提升缓慢。

(4) 风险预警机制滞后。传统管理以事后补救为主，当发现设备闲置、成本浪费、故障高发等问题时，损失已实际发生，无法实现对设备闲置、维保逾期、成本超支等潜在风险的提前识别与防控，风险管控被动性较强。

3 数字化手段在机械设备管理中的实践路径

数字化手段可通过“数据采集—数据处理—问题识别—优化提升”四个关键环节落地实施，构建设备全生命周期数字化管理闭环，精准破解传统管理模式的核心痛点。

3.1 数据采集：构建多源整合体系

围绕设备全生命周期，系统采集设备端、管理端、财务端三类核心数据，保障数据的全面性与可追溯性。设备端：针对配备 GPS 工时记录仪的设备（如挖掘机、塔吊等），提取设备

编号、作业时长、故障停机等关键字段；对无自动记录功能的小型设备，结合施工日志补录人工统计数据，并标注记录人、核对人，确保数据可追溯。管理端：提取设备台账基础信息及进出场、运转等流程数据，通过“设备编号”与设备端数据关联整合。财务端：调取设备租赁结算单、合同及支付凭证等数据，构建成本核算数据子集，为后续成本分析奠定基础。

3.2 数据处理：实现标准关联

对采集的原始数据进行筛选清理，剔除设备离线错误记录、格式不规范等无效数据，统一工时、日期等数据格式标准；运用 Excel 函数、数据透视表等工具，以“设备编号”为关键字段，关联设备端、管理端、财务端数据，构建“设备-管理-财务”一体化数据模型，为后续多维度交叉验证提供支撑。

3.3 异常识别：多维度交叉验证

(1) 账实验证：比对设备台账与运行数据，识别“台账在册无运行数据”的闲置设备及“有运行数据无台账记录”的账外设备，形成核查明细表。

(2) 成本验证：按行业标准“1台班=8 小时有效作业时长”计算真实台班量，与财务报销数据对比，设置 10% 预警阈值，核查虚报台班或核算漏洞。

(3) 维保验证：分析维保滞后设备的故障停机时长，对比同类设备平均水平，判定维保管理成效。

(4) 利用率分析：通过“设备利用率=实际作业时长÷(计划作业时长-合理维保时长)×100%”量化利用率，对比项目计划值与行业标准值（参考行业调研数据），定位效率短板。

3.4 优化提升：推动闭环增效

出具数据化管理分析报告，精准呈现设备管理问题、影响程度及改进方向；结合问题制定针对性措施，建立设备闲置调度、台班数据双人审核、维保数字化提醒等机制；搭建动态监控模板，设置闲置超时、维保逾期等预警规则，实现风险前置防控。同时，搭建可视化动态监控模板，实时抓取设备运行、成本核算、维保记录等核心数据，预设闲置超 15 天、维保逾期超 5 天、台班费用超支 10% 等多级预警规则，预警信息生成后自动分派至对应责任人，要求其在规定时限内反馈处理进展及结果，形成“问题识别-措施制定-执行落地-结果反馈-持续优化”的完整管理闭环，真正实现设备管理风险的前置防控与管理效能的循环提升。

4 应用案例分析

4.1 案例背景

某铁路项目总投资 20 亿元，施工周期 36 个月，其中计划租赁挖掘机 30 台、洒水车 8 台、自卸车 8 台。专项核查发现核心问题：一是基础管理薄弱，设备台账混乱、利用率无法精准核算，台班报销环节争议频发；二是信息化管控缺失，未安

装机械设备指挥官系统，缺乏统一数据管控载体；三是设备租赁严重超配，挖掘机实际租赁 65 台（超配 35 台）、洒水车 13 台（超配 5 台），管理方以“施工现场需求紧急”为由解释。本次专项管控引入数字化技术开展深度核查，推动设备管理规范化。

4.2 数字化优化过程

(1) 数据采集：采用“财务数据+纸质资料”交叉核验方式，调取财务结算数据、运转记录、施工日志等，覆盖 26 台核心设备（含塔吊 8 台、混凝土泵车 6 台、装载机 12 台）及 65 台租赁挖掘机，1 个月内整合数据 1800 余条，采集周期较同类已配备机械设备指挥官系统的项目延长 30%—传统人工模式下全项目设备数据采集周期约 35 天，本项目实际耗时 45.5 天；数字化项目通过设备数据自动同步，采集周期可压缩至 35 天内，单设备平均核查耗时从传统 0.38 天（35 天/91 台）缩短至 0.29 天（35 天/120 台同类项目设备规模），数字化转型对效率的提升成效显著。

(2) 数据处理：清理无效数据 86 条，通过 Excel 构建一体化数据模型，统一数据标准。

(3) 问题识别：发现 2 台挖掘机闲置超 15 天，4 台设备因维保滞后故障停机占比达 20%；超配的 35 台挖掘机中，12 台日均有效作业不足 3 小时，利用率仅 28%，远低于同类项目 65% 的平均水平（数据来源：《2024 年基建工程设备管理行业报告》，中国建筑机械工业协会发布），部分设备连续 3 日无作业，超配理由缺乏数据支撑。

(4) 整改推动：出具管理优化建议，建立闲置调度、双人审核等机制；规范超配审批流程，要求超计划租赁需提供作业量测算、利用率预测等数据支撑。

4.3 实施成效

(1) 量化成果显著：设备平均利用率从 42% 提升至 58%，其中超配挖掘机利用率提升至 52%；台班费用虚报率下降 15 个百分点，设备故障停机时长减少 22%；累计清退不合理超配挖掘机 25 台，月度设备管理及租赁成本合计节约约 12 万元。同步清退超配洒水车(1.2m³)3 台，洒水车利用率从 38% 提升至 55%，月度额外节约租赁成本约 4.2 万元”

(2) 管理水平提升：推动项目搭建“设备-管理-财务”一体化数据台账，实现设备全生命周期动态监控，设备管理核查效率较传统模式提升 60%，为后续精细化管理奠定基础。

5 深化数字化管理对策

5.1 破解数据孤岛问题

推动搭建统一的设备管理信息化平台，优先部署成熟度高、适配性强的机械设备指挥官系统，打通设备运行、维保记录、财务结算、施工调度等多环节数据链路，实现各模块数据

实时共享与联动更新，从根源上打破部门间的数据壁垒。针对不同类型设备的数据采集需求，分类施策优化采集方式。为大型主力设备升级高精度 GPS 定位与工时记录模块，确保作业数据自动实时上传；为无自动记录功能的小型、分散设备统一配备低成本、易操作的简易工时记录仪，同步制定数据上传操作规范，明确专人负责日常维护与数据核对，全面提升数据采集的自动化、精准化水平，避免人工补录带来的误差与滞后问题。同时，建立数据接口标准规范，确保新搭建的设备管理平台能够与项目现有财务系统、施工管理系统等实现无缝对接，最大化发挥数据整合价值。

5.2 提升管理人员数字化技能

构建分层分类的数字化技能培训体系，结合设备管理人员的岗位需求与现有基础，开展针对性培训。重点强化 Excel 高级功能、基础数据分析方法以及设备管理信息化系统操作技能的培训，通过“理论授课+实操演练+案例研讨”的组合模式，提升培训实效。邀请行业内数字化管理经验丰富的专家或标杆项目骨干进行授课，分享实操过程中的常见问题与解决技巧，增强培训的实用性。同时，推动“数字化技术+设备专业知识”的深度融合，鼓励管理人员主动学习设备运行原理、维保技术规范等专业知识，提升对数据的解读能力与问题诊断能力，避免出现“会操作工具但不懂业务逻辑”的现象。建立培训效果考核机制，将数字化工具应用能力、数据分析成果纳入管理人员的日常考核，定期组织技能竞赛与经验交流活动，营造主动学习数字化技能的良好氛围。

5.3 完善数字化管理制度

以制度建设为保障，推动数字化管理规范化、长效化实施。制定详细的数字化管理流程规范，明确各环节的数据采集标准、数据使用权限划分以及数据保密要求，确保数据采集有章可循、数据使用安全可控。建立健全数据质量评价体系，设定数据完整性、准确性、及时性等核心评价指标，定期开展数据质量核查工作，对发现的数据问题及时追溯源头、督促整改，同时建立数据质量问责机制，强化相关人员的责任意识。将数

字化管理成效与项目绩效考核、部门评优、个人晋升等直接挂钩，细化考核指标，明确奖惩标准，充分调动管理人员实施数字化管理的积极性与主动性。此外，结合项目实际运营情况，定期对数字化管理制度进行复盘与优化，根据技术迭代、管理需求变化等及时补充完善相关条款，确保制度的适用性与时效性。

5.4 拓展数字化应用场景

在现有数字化管理基础上，积极引入大数据、人工智能等先进技术，进一步拓展应用场景，推动设备管理从“问题整改”向“价值提升”转型。在预测性维保方面，基于设备历史运行数据、故障记录、维保记录等，构建人工智能预测模型，精准识别设备潜在故障风险，提前发出维保预警并制定针对性维保方案，避免突发性故障导致的施工中断，降低维保成本。在智能调度方面，结合施工进度计划、现场作业需求、设备位置信息、设备状态数据等，通过大数据分析实现设备最优调度，减少设备闲置等待时间，提升整体作业效率。在全生命周期成本核算方面，整合设备采购/租赁、维保、能耗、维修、报废等全流程成本数据，构建全生命周期成本分析模型，精准核算单台设备或设备集群的综合成本，为设备采购、租赁决策提供数据支撑。同时，探索数字孪生技术在设备管理中的应用，构建设备数字孪生模型，实现设备运行状态的可视化监控、虚拟调试与模拟优化，进一步提升设备管理的智能化水平，为基建项目机械设备管理创造更大价值。

6 结论

数字化手段为破解传统设备管理效率低下、精准度不足、预警滞后等痛点提供了有效路径。实践表明，通过多源数据采集、交叉验证与深度分析，既能精准识别设备闲置、成本浪费、维保滞后等管理漏洞，又能推动建立长效管理机制，显著提升设备管理的规范化与精细化水平，为基建项目降本增效提供有力支撑。未来需聚焦数据孤岛破解、人员技能提升、制度体系完善三大核心任务，深化数字化技术与设备管理的融合应用，充分挖掘数据价值，为基建行业高质量发展注入强劲动力。

参考文献：

- [1] 王羽.互联网时代机械设备销售与管理的数字化发展[J].销售与管理,2024,(21):51-53.
- [2] 实施构建专业一体化、数字化和可视化的建筑施工企业起重机械设备管理经验[J].中国设备工程,2022,(S2):20-21.
- [3] 彭学才,华升起重机械设备安装使用管理系统的研发.广东省,江门市华升起重安装工程有限公司,2015-10-20.