

# 厂房卸料平台地面修复工程全流程管理优化策略研究

文 / 曾泽良 广东顺控环境投资有限公司

**摘要：**本项目针对厂房卸料平台地面修复工程，对该项目的工程特征和全过程管理中技术协同不足、进度资源不平衡、风险控制薄弱等问题进行了深入分析。在此基础上，本项目提出了一种基于流程分解、关键要素集成和信息平台设计相结合的多目标优化方法。并以工程实例为基础，对该方法在提高修复效率、保证质量、降低成本和风险等方面的效果进行验证，为类似项目的全过程管理提供可借鉴的技术和理论依据。

**关键词：**厂房卸料平台；地面修复工程；全流程管理；优化策略

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.17.039

## 引言

随着工业生产规模扩张与节奏加快，厂房卸料平台作为垃圾运输与生产的关键枢纽，其重要性日益显著。但长期受重型车辆碾压、货物频繁装卸冲击，卸料平台地面极易出现裂缝、磨损腐蚀等破损，不仅降低装卸效率，更带来严重安全隐患。当前卸料平台地面修复工程全流程管理存在技术协同差、进度资源失衡、风险管控弱等问题。传统修复技术与管理模式难以适应复杂施工环境与高标准要求，常导致质量不达标、工期延误、成本超支。因此，深入研究卸料平台地面修复工程全流程管理优化策略意义重大。本文结合实际案例，分析工程特点与管理问题，构建优化框架并提出策略，为提升工程管理水平、保障质量效益提供理论与实践参考，推动工业工程技术创新。

## 一、工程特点与全流程管理问题分析

### （一）工程概况与特殊性

主厂房卸料平台地面修复工程面积达500平方米，主要任务为凿除约4cm厚原混凝土面层并清运渣土、冲洗清理，采用路面修补特种混凝土浇筑约500平方米高强快干混凝土，经振捣密实与养护实现耐磨耐压效果。该工程具有显著特殊性：施工时间受限，仅能在晚上9点至次日5点的夜间时段进行，对人员状态、照明安全保障及施工组织管理要求极高；混凝土需6小时内凝固且强度不低于C40，材料选择、配比设计与工艺把控需精准；成品保护难度大；既要保护施工区域自身，还需防止周边精密设备、管道线路等因施工震动碰撞受损；施工场地规划复杂，有限空间内要兼顾施工材料设备放置、车辆通行及厂区正常运输，需综合考量多方因素。

### （二）全流程管理现存问题

前期规划不足，在工程勘察阶段，对地面破损程度的检测手段较为单一，未能全面、精准地掌握地面内部结构的损坏情况，导致后续修复方案缺乏针对性。方案设计时，对施工时间限制、混凝土特殊性能要求等关键因素考虑不充分，未能制定出高效合理的施工流程，影响后续施工进度和质量。施工过程协调不畅，各施工工序之间衔接不紧密，例如地面破除完成后，未能及时进行基层清理和混凝土浇筑，造成时间浪费。

施工进度计划不合理，没有充分考虑夜间施工效率较低、工序复杂等因素，导致进度计划与实际施工情况脱节。资源调配缺乏科学统筹，人力资源分配不均衡，部分岗位人员冗余，而关键岗位人员不足；设备使用安排不当，存在设备闲置和短缺并存的情况，降低了施工效率，增加了成本。竣工验收阶段，质量验收标准不明确，检测方法不科学，对地面的耐磨、耐压等关键性能指标检测不够全面和深入，无法准确评估工程质量。资料整理归档不规范，施工过程中的重要数据和记录缺失，影响工程后期的维护和管理。

### （三）影响因素分析

施工团队对高强快干混凝土等新材料工艺掌握不足，配比、浇筑及养护易操作不当；施工设备陈旧，破除等作业效率低；检测技术设备落后，难精准评估地面内部损坏。项目管理团队协调能力弱，任务与资源调配不合理；各参与方职责不清，问题推诿；沟通机制缺失，信息传递滞后，阻碍工程推进。材料供应受市场与运输影响，价格波动大且供应不及时；熟练工人短缺，新员工培训不足致质量不一；设备投入与维护不足，影响使用效率。水灰比变化影响混凝土凝固后强度；夜间施工现场灯光不足易引发安全事件；暴雨、大风等恶劣天气常影响施工，延误工期。

## 二、全流程管理优化框架构建

### （一）流程分解与阶段划分

基于系统工程理论，运用WBS技术，将工程全流程解构为三个阶段。前期准备采用三维激光扫描、GPR等技术获取地面结构数据，结合FEA定位薄弱区域；通过AHP筛选修复方案，确定修复方案各评价指标权重时，需通过计算判断矩阵的最大特征根 $\lambda_{max}$ 及对应的特征向量 $W$ 来获取权重向量<sup>[1]</sup>。判断矩阵 $A=(a_{ij})_{n \times n}$ ，其中 $a_{ij}$ 表示指标 $i$ 与指标 $j$ 相对重要性的比值。

利用供应链风险管理理论构建双源供应模式。施工实施依托BIM-4D模拟预判风险，利用关键路径法(CPM)计算关键路径上任务的最早开始时间(ES)、最早完成时间(EF)、最迟开始时间(LS)和最迟完成时间(LF)。EF=ES+D, LS=LF-D 其中, D为任务持续时间。关键路径上任务的总时差TF=LS-ES=LF-EF=0。完成所有的分析，得到最终的网络图如下图所示：

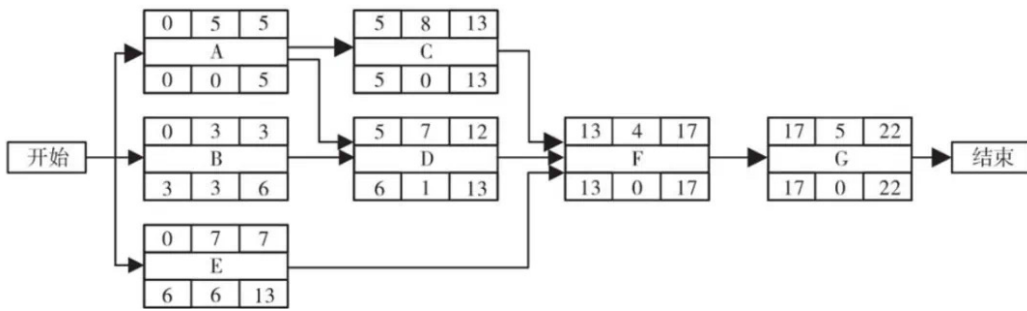


图1 网络图

采用智能传感技术及机器学习技术，对混凝土浇筑过程进行优化，并将非破坏性测试技术与 BIM 技术相结合，准确定位出质量问题。利用智能灯光和无人机巡逻，保证了夜间施工的安全。在项目建设过程中，建立了一套基于模糊综合评判的项目施工记录系统，并利用数字孪生技术对项目的质量进行了比较，用区块链技术进行了项目记录的数字化管理。

**(二) 关键管理要素整合**

运用系统动力学原理构建多要素协同管理模型。技术要素引入 TRIZ 突破技术难题，建立本体论技术知识库和 TRL 评价体系；进度要素基于 CCPM 设置缓冲，用蒙特卡洛模拟评估风险，通过反馈控制和遗传算法调控进度；资源要素构建 MIP 模型优化配置，利用物联网实现材料设备智能管理<sup>[2]</sup>；质量要素实施六西格玛管理，运用 SPC 监控过程，构建质量损失函数辅助决策；安全要素结合风险矩阵与贝叶斯网络评估风险，采用 AR 技术培训，部署智能监测系统自动报警。

**(三) 信息化管理平台设计**

基于微服务与云原生技术构建平台。功能模块开发 LSTM 算法的进度预测模块，运用智能合约优化资源管理，集成计算机视觉和自然语言处理实现质量安全智能分析，引入知识图谱实现知识协同。数据集成采用 ETL 技术构建数据仓库，运用大数据分析和联邦学习辅助决策。移动端基于 PWA 技术开发，内置 AR 导航和智能语音助手，采用端到端加密保障安全。

**三、全流程管理优化策略**

**(一) 技术优化策略**

利用 BIM、GIS 等技术，对卸料平台的受力状况和施工过程进行精确的仿真，为设计方案的编制提供数据支持。本项目以高强快干型混凝土为研究对象，将纳米强化技术应用于混凝土的早期强度和耐久性能，采用数字孪生技术实现混凝土配合比、浇筑和养护全过程的实时模拟，并对施工工艺参数进行优化。通过引入红外热成像和声发射等监测手段，实现对地面裂缝、空鼓等缺陷的早期识别和定位，提升检测效率和精度。构建科技创新的奖励制度，与科研院所开展产学研合作，解决修复项目中的关键技术问题，加快新技术和新技术的转化应用。

**(二) 组织与沟通优化**

重组工程管理组织结构，采取矩阵管理方式，将技术、

进度、质量等各个环节和岗位职责划分清楚，防止职能重叠和推诿。建立一个以项目经理为主导的跨部门协作工作小组，定期组织设计、施工、监理等单位召开技术会议，利用 BIM 协作平台实现工程信息的实时共享，对施工过程中遇到的技术难题进行及时的处理。在此基础上，引入敏捷管理的思想，构建快速反应机制，利用在线会议、即时通讯等工具，对突发事件和设计变化进行交流和决策，从而减少信息的传播链。在此基础上，建立标准化的交流程序和模板，规范工程指示、进度报告等文档的传输形式和时间节点，提高交流的效率和精度。

**(三) 进度与资源协调策略**

基于关键链项目管理 (CCPM) 理论，识别施工过程中的关键链与资源约束，设置项目缓冲与输入缓冲，动态调整进度计划<sup>[5]</sup>。关键链总工期  $T_{cc}$  的计算，考虑任务间的依赖关系与资源约束，采用公式：

$$T_{cc} = \sum_{i=1}^n t_i + B_p + B_f$$

其中， $t_i$  为关键链上第  $i$  个任务的持续时间， $B_p$  为项目缓冲时间，用于应对关键链上的不确定性； $B_f$  为输入缓冲时间，确保非关键链任务按时完成，避免影响关键链进度。通过此公式科学计算工期，并合理设置缓冲时间，优化原进度计划。

利用物联网和大数据等技术，实时收集和分析物料库存、设备运行状况、员工考勤等信息，构建物资需求预测模型，对物资的采购和设备配置进行事前计划。引入人工调度的智能调度算法，实现对人工和设备的实时动态优化，从而有效地解决人力和设备的不足和闲置问题。同时，建立进度偏差预警机制，当实际进度与计划进度偏差超过阈值时，系统自动生成纠偏建议，通过调整施工顺序、增加作业班次等方式确保工期目标实现。

**(四) 风险管控策略**

构建基于贝叶斯网络的风险评估模型，结合历史工程数据与专家经验，对施工过程中的技术风险、进度风险、质量风险等进行动态评估，量化风险发生概率与影响程度。针对高风险环节，制定专项应急预案，如建立备用材料供应商库应对材料供应中断风险，配置应急发电设备防止电力故障影响夜间施工。运用区块链技术建立风险信息共享平台，实现风险事件的实时记录与追溯，确保各参与方及时掌握风险动态。此外，定期组织风险演练，提高施工人

员的风险防范意识与应急处置能力，通过模拟不同风险场景，检验应急预案的有效性并不断优化完善。

#### 四、工程案例

##### (一) 项目问题

本工程位于顺控环投热电厂主厂房卸料平台，因长期承载重型运输车辆频繁碾压，约 500 m<sup>2</sup> 地面出现严重破损，存在大面积裂缝、磨损腐蚀及起砂现象，严重影响货物装卸效率与运输安全。在修复工程前期，项目团队采用直线职能式组织架构，部门间沟通协作不畅，多次出现技术方案调整不及时、材料供应延误等问题。进度管理方面，未考虑夜间施工效率较低等因素，进度计划与实际施工严重脱节，施工周期预计延长 40%。资源调配混乱，设备闲置与短缺现象并存，人力资源分配不均，部分工序因人员不足导致停滞。质量管控薄弱，混凝土浇筑过程中未严格控制配比与振捣工艺，强度检测发现多处区域不达标。风险应对能力不足，未提前规划应对极端天气与材料涨价的措施，当遇到连续暴雨天气和水泥价格暴涨时，工程陷入被动，面临成本超支与工期延误的双重风险。

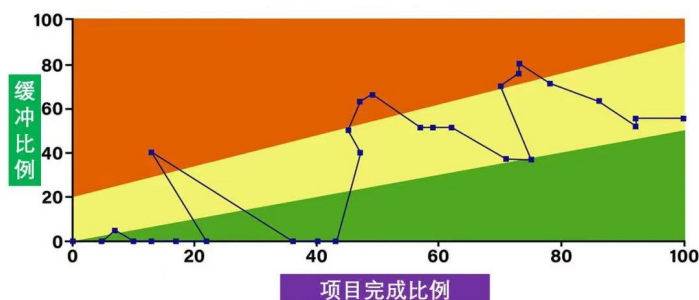


图 2 基于 CCPM 理论的项目“狂热”曲线图

##### (三) 效果评估

通过优化策略的实施，项目取得显著成效。技术层面，混凝土强度达标率从不足 70% 提升至 98%，地面平整度、耐磨性等指标均符合设计要求，且修复后的地面使用寿命预计延长 30% 以上。组织与沟通效率大幅提高，部门间信息传递时间缩短 60%，技术问题平均解决时间从 3 天降至 8 小时以内。进度方面，施工周期较原计划缩短 25%，有效保障了厂房的正常生产运营。资源利用更加合理，设备闲置率降低 40%，材料浪费减少 20%，工程总成本降低 18%。风险管控效果良好，成功应对了施工期间的暴雨天气与材料价格波动，未出现重大质量与安全事故，安全事故发生率下降 90%，为同类厂房卸料平台地面修复工程提供了可复制的成功经验。

#### 结语

本文以厂房卸料平台地面修复工程为研究对象，从问题剖析 - 框架构建 - 战略制定 - 实证检验四个方面展开研究。在此基础上，提出了全流程管理的方法来解决企业在工程开展过程中面临的技术问题、组织问题、时间资源问题和风险控制问题。随着我国制造业的不断升级，工厂装卸平台的地面修复工作日趋复杂和重要，本项目的研究成果将为当前类似项目的施工管理提供一定的借鉴，并对今后的施工管理向智能化和精细化发展具

##### (二) 优化策略应用

在技术优化上，运用 BIM 与 GIS 技术构建卸料平台三维模型，精准分析地面受力薄弱点，结合数字孪生技术模拟混凝土修复过程，确定最优配比与施工参数；采用红外热成像技术对地面缺陷进行全面检测，提高问题发现的及时性与准确性。组织与沟通方面，调整为矩阵式管理架构，成立跨部门协同小组，利用 BIM 协同平台实时共享工程信息，每周召开技术协调会，快速解决施工难题；引入敏捷管理理念，针对设计变更等突发情况，通过线上会议及时决策。

进度与资源协调上，基于 CCPM 理论重新编排进度计划，设置缓冲时间，运用物联网与大数据技术实时监测材料库存与设备运行状态，建立资源需求预测模型，提前采购关键材料，智能调度人员与设备。风险管控方面，构建贝叶斯网络风险评估模型，识别出材料供应中断、极端天气等高风险因素，建立备用供应商库，储备应急发电设备等物资；运用区块链技术搭建风险信息共享平台，每月组织风险演练，提升团队应急能力。

有重要的指导意义。后续研究可进一步探索新兴技术在工程管理中的深度应用，持续完善管理体系，以更好地适应行业发展需求。

#### 参考文献

- [1] 田苗苗, 吉朝阳, 李德忠, 等. 分布式光伏发电项目申报施工全流程数字化管理平台的建设实践 [J]. 太阳能, 2024, (12): 105-110. DOI: 10.19911/j.1003-0417.tyn20240918.02.
- [2] 陈锋锋. 合杆工程施工的流程管理与优化 [J]. 城市道桥与防洪, 2022, (07): 136-139+19-20. DOI: 10.16799/j.cnki.csdqyfh.2022.07.037.
- [3] 赵俊, 史文俊, 梁波, 等. 构建 LTE 站点工程优化全流程质量控制体系 [C]// 广东省通信学会. 2018 广东通信青年论坛优秀论文专刊. 中国联合网络通信有限公司东莞市分公司; , 2018: 332-337.
- [4] 田红艳. 全流程项目成本管控体系的实践应用 [J]. 上海商业, 2024, (11): 75-77.
- [5] 陈一听. 装配式建筑工程全流程质量管理探析 [J]. 四川水泥, 2023, (11): 90-92.

作者简介：曾泽良，1990 年 01 月，男，汉，广东顺德人，本科，助理工程师，目前从事建筑工程管理。