

数据驱动下的工程项目施工精细化决策与动态调控研究

高容

中国电力工程顾问集团中南电力设计院有限公司, 湖北 武汉 430071

DOI:10.61369/ER.2024070007

摘 要： 面对当代工程项目日益苛刻的要求，传统的粗放型管理模式面临着资源配置效率低下、质量控制不统一、管理效率低等挑战。精确管理是一种强调数据驱动过程和持续改进的系统方法，提供了有效的解决方案。本文探讨了精确管理模式在工程管理中的应用。分析了当前行业的痛点，构建了实现精确资源配置、严格质量控制和提高效率的实际应用框架，并提出了包括制度发展、劳动力技能提升和技术支持在内的实施策略。本研究为寻求通过系统管理精细化提升项目绩效的工程企业提供了有价值的参考。

关 键 词： 精细化管理；工程管理；资源配置；质量控制；管理效率；流程优化；数据驱动；持续改进

Research on Fine Decision-making and Dynamic Regulation of Engineering Project Construction Driven by Data

Gao Rong

China Power Engineering Consulting Group Central South Electric Power Design Institute Co., LTD,
Wuhan, Hubei 430071

Abstract： Confronting increasingly demanding requirements in contemporary engineering projects, traditional extensive management models face challenges such as inefficient resource allocation, inconsistent quality control, and low management efficiency. Precision Management, a systematic methodology emphasizing data-driven processes and continuous improvement, offers an effective solution. This paper explores the application of the Precision Management model in engineering management. It analyzes current industry pain points, constructs a practical application framework for achieving precise resource deployment, stringent quality control, and enhanced efficiency, and proposes implementation strategies covering institutional development, workforce upskilling, and technological enablement. This study provides a valuable reference for engineering enterprises seeking to elevate project performance through systematic management refinement.

Keywords： precision management; engineering management; resource allocation; quality control; management efficiency; process optimization; data-driven; continuous improvement

引言

当前，我们正置身于技术创新与产业变革双重驱动的“大建设时代”。全球范围内，以新型基础设施、绿色能源工程、超大型城市综合体及跨海跨江通道为代表的超级工程不断涌现，其技术复杂性、组织协同难度、社会影响力与投资规模均达到前所未有的高度。与此同时，客户与公众对工程项目的期望持续提升：不仅要求功能完备、质量百年可靠，更追求环境友好性、投资经济性、工期可控性与过程透明度。这种“多目标、强约束、高标准”的项目环境，使得依赖个人经验、采用金字塔式科层结构、以事后纠偏为主的传统工程管理模式日益难以适应需求。项目超概算、工期严重延误、质量安全事故频发、资源浪费普遍等问题，持续挑战行业管理水平。

在此背景下，精细化管理（Lean Management/Precision Management）作为历经制造业与服务业验证的先进管理理念，其在工程管理领域的价值日益凸显。该模式并非对传统管理的全盘否定，而是系统性扬弃与升级。精细化管理植根于泰勒科学管理原理，发展于丰田生产系统（TPS），其核心要义在于：以客户价值最大化为终极导向，以消除非增值活动（Muda）为核心目标，通过全员参与、全过程控制、全要素优化，依托精准数据与科学方法，实现管理活动的标准化、可视化、可量化及持续优化。这种模式将工程项目管理从经验依赖型的“技艺”，转变为可分析、可预测、可优化的系统性科学。

在工程管理语境下，精细化意味着：规划阶段基于详实数据分析与模拟仿真，制定颗粒度精细、逻辑严密的实施计划；执行阶段通过实时数据采集与动态监控，确保工序、物料、设备及人员均处于受控状态与效能最优区间；控制阶段建立灵敏预警与反馈机制，实现偏差萌芽阶段的识别与纠正；改进阶段形成项目至组织层面的知识沉淀与流程再造能力。本文遵循“问题诊断－理论构建－解决方案－实施保障”的逻辑框架，旨在系统回答核心问题：精细化管理模式如何有效应用于现代工程管理实践，从而引领行业实现卓越绩效。

一、工程管理现存问题诊断

（一）资源配置结构性失衡

资源配置失当已成为制约工程管理效能的关键瓶颈，主要表现为三方面矛盾：

1. 规划阶段的预测性失灵

传统资源计划多依赖历史经验或粗略估算，缺乏基于工作分解结构（WBS）的精准测算与项目独特性分析。以地质条件复杂的隧道工程为例，仅参照类似项目经验估算支护材料与人力配置，易导致前期供应不足延误掘进进度，或后期资源冗余造成浪费。此现象根源在于数据基础薄弱与分析工具滞后。

2. 供应链条协同性断裂

工程资源涉及设计、采购、物流、仓储、施工多环节。信息孤岛导致协同失效：采购部门未掌握现场实时消耗速率，仓储部门难预判工序紧迫需求，施工班组常陷入“等料停工”或“物料堆积”困境。典型案例为某水电站大坝混凝土浇筑期间，因砂石骨料供应链与浇筑强度失配，导致多次停工待料，而同期料场库存持续积压。

3. 人力资源能力-岗位错配

人员配置需兼顾数量匹配与能力适配。当前普遍存在“三多三少”现象：一般管理人员过剩，精通BIM技术、造价控制与合约管理的复合型人才稀缺；普通工种冗余，掌握新型工艺与智能设备的高技能工人不足；现场操作人员富余，具备数据分析与决策支持能力的数字化管理岗位匮乏。这种结构性错配导致管理指令传导衰减，技术创新落地困难。

（二）质量控制系统性漏洞

质量控制环节存在三重缺陷：

1. 材料管控失效

部分施工主体为追求利润最大化，违规采用劣质建材。典型案例包括使用屈服强度不达标的钢筋或安定性不合格的水泥，导致建筑结构安全裕度降低。

2. 制度执行缺位

质量检验标准松散，过程监管流于形式，致使质量隐患未能及时识别与纠正。如混凝土养护周期不足、预应力张拉控制值偏差等问题未被有效拦截，最终演变为结构性缺陷。

3. 质量意识薄弱

施工人员缺乏系统质量培训，标准化作业执行率低。现场常见钢筋间距超差、焊接质量不合格等工艺缺陷，反映基层质量文化培育不足。

（三）管理效能持续性低下

传统管理模式存在双重桎梏，科层结构僵化，金字塔式管理架构导致决策链条冗长。以设计变更为例，平均需经5级审批流程，耗时72小时以上，致使现场施工与设计更新严重脱节。信息传递失真，部门间信息壁垒造成协作失效。某桥梁工程因设计变更未及时传达至施工方，导致桩基位置偏差，返工损失达合同价3%。

进度监控依赖人工报表，质量检查停留于纸质记录，成本控制采用事后核算，缺乏实时数据驱动的决策支持系统。

二、精细化管理模式的工程应用路径

（一）资源配置精准调控

精细化管理通过三重机制实现资源优化，需求精准预测。建立基于BIM模型的资源需求仿真系统，结合历史数据库与机器学习算法，实现人力、物料、设备的动态需求预测。如在地铁盾构工程中，通过地质参数与进度计划的耦合分析，将管片供应误差率控制在 $\pm 2\%$ 。

供应链协同优化，构建工程物联平台（EIP），集成供应商管理系统（SRM）与仓储控制系统（WMS），实现“采购-运输-仓储-消耗”全链条可视化。某超高层项目应用射频识别（RFID）技术后，建材周转效率提升40%，库存成本降低28%。

人力资源动态配置，建立基于胜任力模型的岗位匹配系统，通过施工阶段-任务复杂度-技能矩阵的三维分析，实现人员精准调度。典型案例为大型场馆建设中，钢结构吊装阶段集中配置持有特种作业证书的焊工，阶段完工后按需转场至装饰工程^[1]。

（二）质量控制全流程管控

精细化管理构建四重质量防线：数字化质量追溯；标准化作业控制；智能过程监控。

为关键构件赋予唯一二维码标识，通过移动终端实时记录隐蔽验收、材料复试等数据，形成与实体部位绑定的全生命周期质量档案。某核电站项目应用后，质量缺陷追溯时间从72小时缩短至15分钟。开发基于BIM+AR技术的三维作业指导书，将施工工艺分解为标准工序（SOP）。推行“自工序完结”制度，要求每道工序输出必须符合质量标准方可流转。隧道工程中通过光面爆破工序标准化，将超挖率从12%降至5%以内。布设无线传感器网络实时采集混凝土温湿度、预应力张拉力等关键参数，平台自动比对工艺曲线并预警偏差。应用计算机视觉技术自动识别安全防护缺失、违规作业等风险，某智慧工地试点项目质量事故率下降63%^[2]。

（三）管理效能系统提升

精细化管理通过双轮驱动提升效能，流程再造和数字赋能。

实施跨部门协同（IPD）模式，将设计、采购、施工等环节纳入统一决策平台。某机场T3航站楼项目通过建立联合办公室（Big Room），设计变更响应时间缩短60%。部署项目管理信息系统（PMIS），集成BIM模型与进度、成本数据，实现“虚拟建造-实体施工”双向校核。某跨海大桥应用4D-BIM技术后，施工冲突减少82%，工期压缩15%。

三、精细化管理实施策略

（一）制度体系构建

建立覆盖质量、安全、成本、进度的标准化制度体系，明确各层级管理边界。重点制定《精细化作业指导手册》《全过程成本管控规程》等专项制度。强化执行监督，推行“三检制”与“首件样板制”，实施质量责任终身追溯。采用区块链技术存证关键验收记录，确保制度执行不可篡改。

（二）人才队伍培养

能力体系重构，构建“技术能力+管理素养+数字技能”三维培训模型。重点培育具备 BIM 建模、数据分析、合约管理的复合型项目经理。技能认证升级，建立焊工、测量工等关键工种技能等级认证制度，将自动化设备操作、智能检测仪器使用纳入考核标准。组织文化培育，推行“持续改进（Kaizen）”提案制度，设立精益管理创新奖项，塑造“零缺陷、零浪费”的工程文化基因。企业应加强对员工的培训和教育，提高员工的专业技能和综合素质。开展针对性的培训课程，如质量管理培训、安全管理培训、信息技术培训等，使员工掌握先进的管理理念和方法，熟悉相关的标准和规范，提高工作能力和水平。

注重培养员工的团队合作精神和责任意识，营造良好的企业文化氛围，激发员工的工作积极性和主动性。就像培养一支团结协作、勇于担当的军队，让员工在良好的氛围中发挥自己的最大潜能。鼓励员工参与管理创新和技术创新，为企业的精细化管理提供智力支持。对有价值的建议和想法给予奖励和表彰，让员工感受到自己的价值和成就感。

（三）信息化建设：赋能精细化管理升级

信息化建设是实施精细化管理的重要手段。企业应加大对信息技术的投入，建立完善的工程管理信息系统，实现工程管理信息的集成和共享。通过信息化系统，对工程进度、质量、成本、安全等进行实时监控和动态分析，及时发现问题并采取措施加以解决。

利用大数据、云计算、物联网等先进技术，挖掘工程数据背后的价值，为工程管理决策提供科学依据。例如，通过物联网技术，对施工现场的设备和材料进行实时监测，实现对设备和材料的精准管理；利用大数据分析技术，对工程质量数据进行深入分析，找出质量问题的规律和原因，为质量改进提供方向。就像给

军队配备了先进的武器装备，让精细化管理更加高效、智能。

（四）持续改进：推动精细化管理迭代升级

精细化管理是一个不断追求卓越、持续改进的过程。企业应建立持续改进的机制，定期对工程管理工作进行总结和评估，分析存在的问题和不足，制定改进措施并加以实施^[3]。

鼓励员工提出改进建议和创新想法，对有价值的建议和想法给予奖励和表彰。通过持续改进，不断优化工程管理流程和方法，提高工程管理的精细化水平。

四、结束语

精细化管理模式之于现代工程管理，恰如一场静水流深却影响深远的“静默革命”。它不追求颠覆性的口号，而是着眼于对每一个管理细节的持续打磨与优化；它不依赖于英雄式的个人，而是致力于构建一个稳健、可靠、自适应的管理系统。这场变革的本质，是将工程管理从一门依赖于个人经验和魄力的“手艺”，升华为一门建立在数据、流程和协同基础上的“现代科学”。

然而，通向精细化管理的道路绝非坦途。它要求企业领导者具备战略耐心和变革勇气，要求组织打破既有的部门壁垒和思维定式，要求每一位员工拥抱新的工作方式和学习新的技能。这是一个需要长期投入、坚持不懈、迭代优化的过程。但可以肯定的是，在质量、安全、绿色、效益要求日益成为行业生存发展基石的今天，越早启动这场管理范式革命的企业，越能在未来的市场竞争中占据主动，越能驾驭超级工程的复杂性，最终为社会交付更多经得起时间检验的精品工程，实现企业价值与社会价值的和谐统一。让我们以精细化方舟，以数据为桨，共同驶向工程管理更加卓越的未来。

参考文献

[1] 刘晖《精细化管理：企业管理的新思路》（中国劳动出版社，2003）。

[2] 朱文豪，杨崇亮，陈国瑞. 精细化管理在建筑工程管理中的应用研究 [J]. 产品可靠性报告，2024，(02): 40-42.

[3] 郝平. 精细化管理在建筑工程管理中的应用 [J]. 中国住宅设施，2023，(09): 139-141.