变电工程施工现场精细化管理体系构建与实践研究

常　超

中国石油集团电能有限公司　黑龙江　大庆　163000

摘　要：变电工程施工具有作业面广、交叉工序多、安全风险高等特点，传统粗放式管理难以满足现代电网建设要求。本文立足精细化管理理论，针对现场组织协调不畅、资源配置低效、标准执行偏差等突出问题，构建了涵盖组织架构优化、流程标准化、现场 5S 管理、信息化监控及绩效考核五位一体的精细化管理体系。经热电二公司氨站危险源集中治理工程实践验证，该体系在提升施工效率、降低安全违章率、保障工艺质量方面成效显著，为同类工程提供了可复制的管理范式。

关键词：变电工程；施工现场；精细化管理；体系构建；信息化监控

引言：变电工程是电网建设的关键环节，施工质量直接影响系统安全运行。随着电网投资规模扩大，现场管理涉及土建、电气安装、调试等多专业交叉作业，协调难度大；高空作业、带电邻近施工等高危工序并存，安全管控压力突出；物料繁多与场地资源有限的矛盾尖锐。当前多数工程仍沿用经验式管理，标准化程度低、信息化手段匮乏，导致资源浪费与效率损失。本文引入精细化管理理念，系统分析现场管理关键问题，构建适配行业特点的管理体系，并通过工程实践验证其有效性。

1 变电工程施工现场管理现状与问题分析

1.1 变电工程施工管理特征

变电工程施工区别于一般建筑工程，具有鲜明的行业特征。技术复杂程度高，涉及一次设备安装、二次接线调试、继电保护整定等专业领域，对施工人员技能要求严格。安全风险种类多，高空坠落、触电伤害、起重伤害、火灾爆炸等风险并存，且多工种在同一区域交叉作业，风险叠加效应显著。工期窗口期短，受电网停电计划约束，施工时间窗口往往精确到小时级别，超期将影响区域供电可靠性。质量验收标准严，按照达标投产考核要求，各分项工程必须一次验收合格。上述特征决定了变电工程管理必须兼顾安全、质量、进度、成本等多维目标，对管理体系的系统性和精细化程度要求较高。

1.2 当前管理模式的主要问题

通过对多个在建变电工程的调研分析，现行施工管理存在以下突出问题。组织管理上，项目部职能划分粗放，岗位职责交叉模糊，决策链条过长，现场问题平均处置时间超过 24 小时。计划管理方面，施工进度计划缺乏动态调整机制，资源需求与实际进度脱节，材料设备到货与安装进度匹配度不足 70%。质量管理中，工序验收标准执行不到位，隐蔽工程影像资料留存不完整，质量缺陷难以追溯。安全管理方面，安全巡查频次不达标，隐患整改闭环周期长，同类违章反复出现。信息管理上，施工日志、验收记录、检测报告等以纸质为主，信息传递效率低，数据统计分析困难。上述问题相互关联，构成系统性的管理效率瓶颈[1]。

2 精细化管理体系构建

2.1 组织架构优化

精细化管理的组织基础是清晰的权责体系。对项目部组织架构进行扁平化重构，设置“项目经理—专业主管—作业班组”三级管理层次，减少中间环节。项目经理全面负责，下设安全总监、质量工程师、进度调度员、物资管理员四个专业主管岗位，各岗位职责边界明确、互不交叉。推行管理岗位责任清单制度，编制岗位说明书，细化每个岗位的日常管理事项、周期性工作内容和应急处置职责。实行管理人员现场带班制度，专业主管每日至少 6 小时在施工作业面巡查，确保管理重心下移。建立快速决策机制，赋予专业主管现场处置权限，对于一般性问题可在 2 小时内直接处理，不需层层上报，大幅提升响应速度。

2.2 施工流程标准化

流程标准化是实现精细化管理的关键抓手。按照变电工程施工工序分解为六个阶段：施工准备、土建施工、设备安装、二次接线、试验调试、竣工验收。针对每个阶段编制标准化作业指导书，明确每道工序的施工方法、工艺标准、验收要点和记录要求。施工准备阶段重点规范图纸会审、技术交底、施工方案编制流程；土建阶段重点控制基

础定位精度和混凝土浇筑质量；安装阶段重点管控设备就位、母线连接、接地焊接等关键工序；接线调试阶段重点规范二次回路校核和传动试验流程。标准化文件采用图文结合方式，关键操作步骤附工艺照片和示意图。每道工序完成后实行“三检制”：班组自检、专业抽检、项目部验收，层层把关，确保施工一次成优[2]。

2.3 现场 5S 管理

将 5S 管理理念引入变电施工现场，以此优化作业环境、提升作业效率。整理环节全面清场，清理废旧物资与闲置设备，释放有效施工空间。整顿环节科学划分材料、设备、工具、废料等功能区域，设置标识牌与定置图，所有物料按规格分类摆放并张贴标识。清扫环节执行每日场地清理制度，各作业班组收工后及时保洁，保障施工通道畅通。清洁环节把前三项工作固化为常态化要求，制定现场环境检查标准。素养环节依托培训强化员工规范意识，每月开展优秀班组评选。推行 5S 管理后，现场物料乱堆、场地拥挤等问题得到彻底解决，物料找寻时间平均缩短 40%，现场规范化水平大幅提升。

2.4 信息化监控平台

项目搭建一体化现场管理信息系统，整合进度、安全、质量、物料四大管理模块。进度模块将总计划拆解至周、日，借助甘特图与 S 曲线实时追踪，进度偏差超 5% 自动预警。安全模块实现隐患排查、整改、复查、销号全流程线上闭环，超时整改自动提醒。质量模块支持检验批线上填报，同步留存隐蔽工程影像，形成电子档案。物料模块采用二维码管理物资，扫码可查阅资质、数量等信息。系统适配移动端，现场人员可实时录入数据，管理人员远程掌控全场动态。该平台整合零散数据，实现各类信息集中管理，为现场决策提供高效、可靠的数据支撑。

3 精细化管理体系实践应用

3.1 工程概况与实施准备

选取热电二公司氨站危险源集中治理工程作为精细化管理体系试点。该工程位于热电二公司院内，主要建设内容为新建尿素制备厂房 1 座（建筑面积 822m²，框架结构，建筑高度 9.3m），为 3 台机组新建催化水解尿素制氨系统 1 套（制氨能力 340kg/h）。主要工程量包括：安装斗提机 2 套、尿素溶解罐 2 套、尿素溶解泵 4 台、尿素溶液储罐 2 套、尿素溶液输送泵 3 台、尿素水解制氨反应器 3 套、催化剂制备罐 1 套、电动葫芦 4 套、废水池及喷淋系统 1 套；安装氨气流量调节模块 5 套、氨空混合器 5 台、氨喷射格栅 5 套、蒸汽加热器 5 套、稀释风机 10 套及配套工艺管道阀门；安装尿素区 PLC 系统 1 套、SCR 区 DCS 系统 4 套、尿素区火灾报警控制系统 1 套，配套安装磁翻板液位计、压力变送器、温度计、控制电缆等。计划工期 254 天（2025 年 4 月 20 日至 2025 年 12 月 30 日），高峰期施工人员约 80 人。实施前完成三项准备工作：一是制度宣贯培训，组织全体管理人员和班组长学习精细化管理制度、标准和操作流程；二是现场条件梳理，针对施工位置邻近单位、地下管线分布多、地下水位高等特点，制定井点降水和临电敷设专项方案，按 5S 要求对施工区域重新规划布局；三是信息系统部署，完成平台安装、数据初始化录入和移动终端配置。

3.2 精细化措施落地

组织管理上落实岗位责任清单和带班制度，各专业主管每日巡视，针对施工位置邻近单位的特点提前协调作业时段。安全管理方面，每日开工前安全交底，针对氨站乙类、尿素溶解区丙类火灾危险性开展专项风险评估，严格管控动火、临时用电等高危作业。质量管理方面，关键工序执行施工方案、作业指导书、技术交底、过程检查、验收签证五到位，重点管控基础定位、管道焊接、电缆敷设等环节，隐蔽工程留存影像资料。进度管理方面，针对地下管线多、开挖不确定性大的难点，编制专项计划，设置井点降水、基础开挖、设备安装、系统调试等里程碑节点，每周协调动态调整。双控智能化及报警系统接线调试实行专项方案论证和全过程旁站监督。信息系统全面投用，全部管理记录线上填报[3]。

3.3 实施效果分析

精细化管理体系实施后，各项管理指标均有显著改善。安全管理方面，月均安全隐患发现数较实施前下降 46%，隐患整改平均周期由 5 天缩短至 1.5 天，整改闭环率 98%，现场违章行为减少约 60%，未发生人身伤亡及设备损坏事故。质量管理方面，设备安装一次验收合格率由 85% 提升至 96.5%，管道焊接无损检测一次合格率达 95% 以上，隐蔽工程影像资料归档完整率 100%，DCS 及 PLC 系统接线调试一次成功，控制、反馈信号全部正常。进度管理方面，克服了地下水位高、开挖不确定性强等困难，各主要节点均按时完成，实际工期较计划提前 7 天。物料管理方面，材料损耗率由 8% 降至 3.5%，剩余物资规范回收。现场环境显著改善，施工区域整洁有序，通道畅通。信息化平台积累完整施工过程数据，为后续竣工资料编制提供了可靠依据。

3.4 问题与改进

实践中也发现需要持续改进的问题。部分作业人员

对精细化管理要求适应较慢，初期存在抵触情绪，通过持续培训引导逐步好转。信息系统运行初期存在数据录入不及时、模块功能与实际需求不匹配等问题，经二次开发优化后解决。5S 管理在施工高峰期存在回潮现象，通过增加巡查频次和考核力度加以巩固。地下管线开挖阶段因现场条件复杂，计划调整频繁，后续需进一步强化动态计划管理。后续将在以下方面深化：将精细化管理经验固化为企业标准，形成可复制推广的管理模板；开发移动端快速填报功能，降低现场数据录入工作量；针对氨站改造类工程特点，编制专项精细化管理补充细则；探索应用视频监控和人工智能识别技术辅助现场安全巡查，提升管理效率与智能化水平[4]。

4 精细化管理体系持续改进机制与推广路径

4.1 持续改进机制构建

精细化管理体系的有效运行需依托持续改进机制，防止管理疲劳与标准回潮。建立三级动态优化机制。日常纠偏层依托信息化监控平台的实时数据反馈，对当日进度偏差、质量缺陷、安全隐患等问题即时分析原因、当场落实整改，确保问题不过夜。每周复盘层在周进度协调会中增设精细化管理专项议题，对比本周管理指标数据与目标值进行偏差分析，识别管理薄弱环节，调整下周管控重点。月度评估层编制精细化管理运行评估报告，从组织运行、流程执行、现场管理、信息化应用四个维度系统评价，提出改进建议。改进措施实行闭环管理，由专人跟踪落实，次月评估整改效果，形成”监测—评估—改进—再监测”的 PDCA 循环。同时建立问题分类分级处理制度，将现场问题按严重程度划分为一般、重要、重大三个等级，明确各等级处理流程与时限，对重复出现的问题进行根因分析，从制度、流程层面制定预防措施。

4.2 经验固化与推广应用路径

将精细化管理实践成果固化为企业标准，形成可复制、可推广的管理知识体系。编制《变电工程施工现场精细化管理手册》，系统收录组织架构设置标准、岗位责任清单、工序作业指导书、5S 管理图册、信息化平台操作规程等核心内容。提炼进度计划编制模板、风险辨识评估表、质量验收检查表、物料出入库台账等格式化工具，供后续项目直接套用。将精细化管理培训纳入新开工项目进场教育必修内容，确保管理理念和方法传导至每位参建人员。搭建经验交流平台，定期组织在建项目观摩学习和专题研讨，每半年召开一次精细化管理总结交流会，各项目汇报亮点做法与教训反思[5]。建立标杆项目评选机制，对成效突出的项目授予标杆称号。积极参与行业协会管理创新成果交流，将成熟做法上升为团体标准或地方标准，扩大精细化管理体系的应用范围与行业影响力。

结束语

变电工程施工管理精细化是提升电网建设质量与效率的必然要求。本文立足变电工程管理特征与痛点，构建了涵盖组织优化、流程标准化、5S 现场管理、信息化监控、绩效考核五位一体的精细化管理体系，并在热电二公司氨站危险源集中治理工程中成功实践。精细化管理不是一次性运动，而是持续改进的动态过程。后续应推动精细化管理成果向标准化、制度化、智能化方向纵深发展，为变电工程建设高质量发展提供坚实管理支撑。

参考文献

[1] 宋峰, 宋腾腾. 信息技术在变电施工现场监测与管理中的应用探讨 [J]. 信息技术时代,2025(15):118-120.

[2] 李锦锐, 王璐琪, 李雯娴, 等. 基于 BIM 的变电站工程精细化造价管理方法研究 [J]. 工程管理学报,2025,39(1):108-113.

[3] 康勇全. 输变电工程项目管理中的风险控制与应对策略分析 [J]. 中国设备工程,2025(19):56-58.

[4] 牛嵩迪, 苏强. 基于 BIM 技术的输变电工程智慧管理研究 [J]. 海峡科技与产业,2024,37(5):98-100,104.

[5] 涂宏伟. 电力工程建设项目精细化管理研究 [J]. 电工技术,2025(z1):376-378.