

特高压设备线材监造现场数字化平台实现与应用

王娅楠, 李会娟, 林松, 颜静
北京洛斯塔科技发展有限公司, 北京, 中国

【摘要】 本文针对特高压工程核心设备监造存在的信息孤岛、管理效能低等问题, 研究监造与质量管理数字化关键技术, 研发支持多方业务在线协同的数字化管控平台, 实现监造全流程数据贯通与可视化, 重点解决多源异构数据实时集成与可信融合难题, 为风险预警与决策优化提供支持, 形成可迁移复用的方法与平台框架, 为重大工程设备数字化质量管控提供技术方案。

【关键词】 特高压设备线材; 监造; 数字化管控; 数据集成

1. 引言

特高压输电工程作为国家能源战略的基石, 其核心设备线材的性能与可靠性关乎电网的安全稳定运行。电力监造管理作为电力工程建设中的核心控制手段, 贯穿设备生产、施工安装到调试运行等全过程, 对质量、进度和安全进行控制, 保证电力系统的合规和可靠运行[1]。监造资料的管理越来越重要[2], 然而, 当前监造实践普遍存在一些问题: 其一, 信息采集渠道不畅、信息传递效率低; 其二, 监造技术水平参差不齐, 关键工艺参数与检验记录依赖纸质或离散文件, 难以实现实时、透明的远程监控与追溯[3]; 其三, 监造工作的组织管理比较混乱, 高度依赖人工巡查与手工填报, 效率低、成本高且易出错[4]。

因此, 构建一套适配特高压设备线材监造特点的现场数字化管控体系, 具有迫切的现实需求与重要的战略意义。在理论层面, 本研究旨在探索多源异构数据在复杂工程场景下的实时融合与治理理论, 丰富数字化质量管理的应用范式。在实践层面, 旨在攻克监造数据贯通与业务流程在线协同的工程难题, 开发相应的系统平台, 从而显著提升监造工作的透明度、效率与可靠性, 为保障特高压设备本质安全、推动行业质量管理数字化转型提供可复制的技术解决方案。

2. 特高压设备线材监造业务流程分析及存在问题

2.1 特高压设备线材监造业务流程分析

特高压设备线材监造业务流程如图1所示, 首先将工程信息、设备编号及技术协议等基础数据输入至设备线材质量管理系统的工程信息模块; 随后, 监造单位系统读取这

些信息以开展现场监造活动, 并将产生的监造周报、预警、影像等资料贯通至该系统的质量管理模块; 该模块整合处理包括专项质量活动、第三方抽检及监造例会材料在内的全部质量信息, 最终输出要求的标准化监造信息, 从而完成从指令下发、现场执行到成果反馈的全流程线上协同与闭环管理。

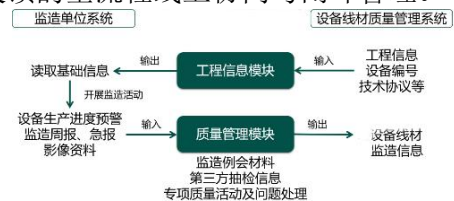


图1.特高压设备线材监造业务流程分析图

2.2 特高压设备线材监造业务存在问题

当前特高压设备线材监造业务主要存在以下问题: 首先, 监造信息纸质化导致质量管控成效不透明; 其次, 在任务繁重时流程管理存在混乱[5], 节点启闭不及时, 且质量问题信息传递滞后, 导致各级监理人员响应迟缓[6]; 再次, 关键文档未设专人集中归档管理, 存在信息泄露风险, 最后, 制造厂、监造单位、项目方这些部门数据标准不一样, 系统也不互通, 无法实现数据共享。

3. 特高压设备线材监造现场数字化平台架构设计

特高压设备线材监造数字化平台秉持"业务驱动、数据贯通、智慧赋能"理念, 打造了集成化、协同化的全流程管理闭环。平台以基础支撑功能为底座, 向上集成来自监造单位和生产厂家等现场系统的数据, 并通过基础信息管理与监造信息报送模块, 统一汇聚工程、设备及全过程的监造业务数据。核心业务层聚焦监造质量管理, 针对设备与线材两类物资, 分别构建覆盖工程启动会、生产

货数量、在途数量、生产情况等；通过地图形式，展示各工程各类线材到货数量、生产情况。

4.2 交流设备质量管理功能

按照特高压工程分别管理，包括数据库系统用户输入和对接监造单位系统数据两项功能。

(1) 监造启动阶段管理功能

包括工程监造启动会信息展示，标准化开工检查暨生产启动会信息展示。从监造单位系统读取资料，将相关纪要发布给中标监造单位。

(2) 监造实施阶段管理功能

从监造单位系统读取相关信息，包括设备生产进度信息、监造周报、设备监造例会信息、原材料组部件第三方抽检信息、专项质量管理活动信息、重点包括影像资料记录、重要变更项信息等。对接设备制造厂或监造单位系统，将相关纪要发布给有关监造单位，实现设备“云监造”功能。

(3) 监造收尾阶段管理功能

监造总结等信息汇总展示，开展监造单位评价，结果下发监造单位系统。

4.3 线路材料质量管理功能

按照特高压工程分别管理，包括数据库系统用户输入和对接监造单位系统数据两项功能。

(1) 监造启动阶段管理功能

与设备管理模块相同。

(2) 监造实施阶段管理功能

从监造单位系统读取相关信息，包括设备生产进度信息、监造周报、设备监造例会信息、专项质量管理活动信息等。线路材料第三方抽检信息能够录入和相关纪要发布给有关监造单位。对接线路材料制造厂或监造单位系统，实现线路材料“云监造”功能。

(3) 监造收尾阶段管理功能

监造总结等信息汇总展示，结果下发监造单位系统。

4.4 监造单位信息功能

应对部分监造单位未能及时开发监造管理系统情况，开发设备监造信息报送、线路材料监造信息报送和监造信息查看三个功能，与质量管理模块对接。

(1) 设备监造信息报送

上传监理组织体系、标准化开工检查资料、生产进度及预警信息、监造周报、专项管控信息、监造总结等信息，并按照工程归

类到质量管理模块信息库中。

(2) 线路材料监造信息报送

上传监理组织体系、标准化开工检查资料、生产进度及预警信息、监造周报、监造总结等信息，并按照工程归类到质量管理模块信息库中。

(3) 监造信息查看

从质量管理模块接收对应的监造启动会信息、标准化开工检查纪要、双周会纪要、“云监造”系统对接、重要问题处理纪要、监造单位评价结果等资料。

4.5 质量分析功能

对系统梳理监造过程中产生的各类数据，围绕工程、时间、监造单位、制造厂、问题分类、发生环节等关键维度，进行总体情况与质量问题分类分析，为管理决策提供清晰、直观的数据依据。

(1) 构建全过程数据融合与预警平台：

旨在打通设备生产全过程的信息流，利用大数据、数字孪生等技术，整合设计、监造、工艺等数据，建立完整的生产过程信息库。该平台可对设备投运的质量进行评估，实现数据向相关系统的有序移交。

(2) 开发设备健康档案：

为每台关键设备赋予专属数字 ID，并关联其全生命周期关键数据，包括原材料、生产过程、出厂试验及实测性能等，实现产品质量的可追溯、可评价，为设备长期稳定运行奠定基础。

(3) 构建质量问题库：

系统归集特高压设备的质量隐患与缺陷数据，形成可查询、可分析的结构化案例库。

5. 总结与展望

5.1 总结

针对特高压设备线材传统监造模式存在信息孤岛、过程不透明等问题，本研究开展现场数字化管控关键技术研究与实践。通过业务需求分析，明确以工程信息集成、全过程质量管控与多方协同为核心的顶层需求，设计遵循企业级架构的完整系统框架，采用 B/S 与微服务技术体系保障开放性与可扩展性。研究攻克多源异构数据集成与治理关键技术，设计标准化数据接口与安全交互方案，实现多方数据融合并构建数据架构保障安全。基于此，设计实现一体化数字管控平台，包含工程信息管理、质量管控核心及辅助功能模块，实现监造过程透明化、标准化与可追溯，有效提升工作质量与效率。本研究为特高压设备线材监造提供数字化解决方

案，其方法论对重大装备数字化质控体系建设具有借鉴意义。

5.2 展望

本研究构建的系统虽已取得阶段性成果，但特高压设备线材监造的数字化、智能化转型仍需深化：一是深化数据智能应用，融合工业互联网与大数据技术，通过机器学习构建质量预测与风险评估模型，实现从“事后分析”向“事前预警”转变，并探索与生产系统对接构建“监造数字孪生”；二是提升功能智能化水平，引入自然语言处理自动解析文档、图像识别辅助质量判定，开发智能问答机器人提供即时知识支持；三是拓展移动化现场应用，开发集成拍照、定位、离线等功能的专用移动应用，实现现场数据即时录入与任务处理。通过持续推进，系统将演进为智能、互联、协同的现代化质量基础设施，为国家能源战略工程提供坚实支撑。

参考文献

[1] 孙慧娟.数字化转型下的电力监造管理创新研究[J].中国战略新兴产业, 2025

(32): 179-181.

[2] 周文辉.组合电器监造资料管理及总结审查的实践探讨[J].设备监理, 2024(03): 43-61.

[3] 李沐临.关于智能监造对铁路建设物资质量管控与服务水平提升的思考[J].铁路采购与物流, 2025(12): 26-28.

[4] 郭小清.可视化中控系统在电力应急指挥中心的應用[J].自动化应用, 2024(20): 1-4.

[5] 赵科, 李洪涛, 杨景刚, 特高压 GIS 集中监造工作的若干思考[J].江苏电机工程, 2016(02): 69-71.

[6] 严林, 关于特高压输电线路工程监理的思考[J].智能城市, 2017(12): 180-180.

[7] 陈铁, 张士波, 油田设备监造管理平台实现与应用[J].通信管理与技术, 2025(04): 60-63.

[8] 朱天真, 叶国达, 吕晓飞.抽水蓄能电站施工管理数字化平台架构及关键技术应用[J].通信管理与技术, 2025(06): 121-124.