

智能变电站运维阶段数字化移交内容与应用模式探讨

杨芳芳

内蒙古电力(集团)有限责任公司鄂尔多斯供电分公司 内蒙古 鄂尔多斯 017000

【摘要】：随着智能电网建设全面推进，智能变电站逐步成为电力系统枢纽节点，传统纸质资料、二维图纸为主的竣工移交模式，已无法适配运维阶段智能化、集约化管理需求。数字化移交通过整合全站全生命周期数据，构建完整数字资产体系，打通工程建设与运维管理的数据壁垒，实现变电站从建设到运维的无缝衔接。本文结合智能变电站运维业务实际需求，系统梳理运维阶段数字化移交核心内容，明确各类数据的移交标准与整合要求，分析当前主流数字化移交应用模式，针对移交过程中存在的数据孤岛、标准不统一、应用深度不足等问题，提出优化路径，为智能变电站数字化移交落地实施与运维效能提升提供参考。

【关键词】：智能变电站；运维阶段；数字化移交；数字资产；应用模式

DOI:10.12417/2811-0528.26.10.028

1 引言

智能变电站集成了智能设备、在线监测、通信网络、自动化管控等多项技术，具备数据采集实时化、设备运维智能化、故障处置快速化等核心优势，其运维工作不再局限于常规巡检、故障抢修，更偏向于全生命周期设备管理、状态预判、集约化管控。传统变电站移交多以纸质竣工资料、静态图纸为主，数据分散、查询繁琐、更新滞后，运维人员需反复核对资料、现场排查设备信息，不仅工作量大，还容易出现数据误差，影响运维决策准确性。现阶段，数字化移交已成为智能变电站全生命周期管理的关键环节，厘清移交内容、优化应用模式，对提升变电站运维效率、降低运维成本、保障电网安全稳定运行具有重要意义。

2 智能变电站运维阶段数字化移交核心内容

智能变电站数字化移交需紧扣运维业务需求，覆盖物理实体、数据信息、系统功能三大维度，确保移交内容完整、准确、可直接应用，核心移交内容可分为基础数据、模型资料、设备信息、系统与调试资料、运维配套资料五大类，具体内容及移交要求如下表所示。

表1 运维阶段数字化移交核心内容

移交类别	核心内容
基础工程数据	全站土建结构数据、场地布局信息、管线走向、接地系统参数、消防与安防设施布局、地质勘察资料、工程竣工验收记录等
三维数	全站设备与土建一体化三维模型、设备精细化模型、

数字化模型	电缆沟与桥架模型、间隔布局模型，模型关联设备属性与空间位置信息
全量设备信息	一次设备型号、出厂参数、厂家资料、交接试验报告、质保期限；二次设备配置文件、虚端子连接关系、保护定值、测控装置参数；设备唯一标识编码、安装位置、历史调试记录
系统与调试资料	监控系统配置文件、通信网络拓扑、远动信息点表、SCD 配置文件、在线监测系统参数、联调试验记录、故障录波数据模板
运维配套资料	设备运维规程、检修工艺标准、应急预案、常见故障处置方案、备品备件清单、厂家技术支持联系方式

上述移交内容需满足标准化、结构化、关联性三大要求，所有数据需采用统一格式编码，避免数据格式不兼容；设备信息与三维模型、监控系统需实现联动关联，确保运维人员调取任一信息时，可同步获取相关联的全部资料；移交数据需经过完整性、准确性核验，杜绝缺失、错误数据进入运维环节。

3 智能变电站数字化移交主流应用模式

3.1 一体化平台集中管控模式

该模式以统一的数字化移交平台为核心，整合全站所有移交数据，实现数据集中存储、统一管理、分级授权，平台直接对接变电站运维管理系统、设备状态监测系统、生产管理系统，形成“建设-移交-运维”一体化数据链路。平台具备数据查询、模型浏览、设备台账管理、运维工单联动、数据更新等功能，运维人员可通过平台一站式调取全部移交资料，无需切换多个

系统。该模式适用于大中型智能变电站、区域集控中心管辖的多座变电站,可实现跨站数字资产统一管控,适配集约化运维需求。例如部分地区电网通过搭建省级一体化数字化移交平台,实现新建智能变电站资料一键移交、集中管理,大幅减少运维人员数据整理工作量,数据复用率提升80%以上。

3.2 数字孪生联动运维模式

该模式以三维数字化模型为基础,构建与物理变电站完全映射的数字孪生体,将移交的设备参数、运行数据、监测信息、运维记录全部关联至孪生模型,实现物理实体与数字模型的实时同步。运维人员可通过数字孪生体进行虚拟巡检、设备状态可视化监测、故障定位模拟、检修方案预演,还可结合物联网终端数据,实现设备异常实时预警。该模式技术含量较高,适用于新建高端智能变电站、无人值守变电站,可大幅减少现场巡检频次,降低人员作业风险,实现从事后维修向预防性运维转变。部分500千伏智能变电站应用该模式后,常规巡检工作量降低近50%,故障处置时间缩短40%以上,运维智能化水平显著提升。

3.3 轻量化移动端适配模式

针对基层运维站点人员少、现场作业频繁的特点,该模式将核心移交数据进行轻量化处理,适配手机、平板等移动终端,运维人员现场作业时,可通过移动终端快速调取设备资料、三维模型、检修规程,扫描设备唯一编码即可获取全量信息,实现现场数据查询、记录上传、工单反馈一体化。该模式操作简便、部署成本低,适用于中小型智能变电站、偏远地区变电站,解决传统现场运维资料携带不便、查询困难的问题,提升现场作业便捷性。同时,该模式可与一体化平台对接,实现移动端与后台数据同步更新,保证数据时效性。

4 数字化移交现存问题与优化对策

4.1 现存主要问题

当前智能变电站数字化移交在推广应用过程中,仍存在几

类突出问题。一是移交标准不统一,不同设计院、施工单位的数据格式、模型精度、信息分类存在差异,导致移交数据难以直接对接运维系统,需二次整理加工;二是数据孤岛现象明显,设计、施工、调试、运维各环节数据缺乏有效联动,部分资料分散存储,无法实现全生命周期追溯;三是应用深度不足,部分变电站仅完成基础资料数字化移交,未实现三维模型与运维系统联动,数字资产价值未充分发挥;四是复合型人才短缺,运维人员缺乏数字化平台操作、模型应用技能,难以充分利用移交数据开展智能化运维工作。

4.2 优化对策

针对上述问题,结合电网运维实际需求,提出四项优化对策。第一,统一行业移交标准,由电力行业主管部门牵头,制定智能变电站数字化移交规范,明确数据格式、模型精度、信息分类、移交流程,实现全流程标准化管控,避免数据格式冲突与信息缺失。第二,搭建全链路数据贯通体系,依托物联网、大数据技术,打通设计、施工、调试、运维各环节数据接口,建立设备唯一编码关联机制,实现数据一处生成、全程复用,消除数据孤岛。第三,深化数字资产应用,推动数字化移交平台与运维管理系统、数字孪生系统深度融合,拓展状态监测、故障预判、检修模拟等功能,充分挖掘数字资产价值。第四,加强人才培养,开展数字化移交与智能运维专项培训,培养既懂电力运维技术,又掌握数字化操作技能的复合型人才,保障数字化移交成果落地应用。

5 结论

智能变电站运维阶段数字化移交是实现电网智能化运维的重要基础,其核心是通过标准化、系统化的数据整合,构建完整的变电站数字资产体系,为运维工作提供全方位数据支撑。目前一体化平台管控、数字孪生联动、轻量化移动端适配三种应用模式,已适配不同规模、不同类型变电站的运维需求,有效提升了运维效率与管理水平。但在标准统一、数据贯通、应用深化等方面仍需持续优化。

参考文献:

- [1] 陈颖,诸言涵,杨运国.变电站电气二次专业数字化施工图绘制与成果移交[J].电工技术,2021,(12):112-113.
- [2] 黄恺.浅谈智能变电站验收[J].科技资讯,2018,16(33):56+58.
- [3] 杨白洁,衣海东.750 kV 智能变电站三维数字化设计研究[J].山西电力,2020,(01):50-52.