

移动式变电设备在变电站技术改造中的应用分析

朱汉青

(广州南方电力技术工程有限公司, 广东 广州 510250)

摘要 随着我国电力基础设施的老化及供电可靠性要求的提高,传统变电站技术改造项目面临时间紧、任务重、供电连续性要求高的挑战。本文基于广州供电局 110 kV 东镜站技术改造项目实践,探讨移动式变电设备在变电站改造中的应用价值与实施方案。通过分析移动式变电站的模块化设计、快速部署能力及灵活接入特点,结合本项目实施过程中遇到的施工复杂、停电时间有限、运行设备防护等难点,提出了相应的技术对策与管理措施,以期同类项目提供参考。

关键词 移动变电站; 变电站改造; 应急供电; 智能电网; 电力安全保障

中图分类号: TM63

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.30.022

0 引言

随着我国经济的持续增长,电力需求不断攀升,对变电站供电可靠性的要求也日益提高。现有变电站普遍面临设备更新与技术升级的需求,尤其在广州这类超大型城市,电力负荷高度集中,用户对供电连续性的期望极高。若沿用传统的变电站改造模式,往往需安排长时间停电,将对社会经济运行和用户用电体验造成较大影响。

在此背景下,移动式变电设备作为一种先进的电力应急保障和技术改造手段,逐渐展现出其独特优势。移动变电站是“电力系统突发事件应急预案”的重要组成部分,当发生应急抢救预案时,移动变电站就是保障电力供应的首选^[1]。近年来,移动式变电设备不仅在应急保电中发挥作用,更逐渐应用于变电站技术改造领域,成为实现不间断供电改造的关键技术手段。

1 移动式变电设备的技术特点与应用场景

移动式变电站是包括移动车和移动车上布置的高低电压配电装置、变压器及二次设备等,具有组合灵活、便于运输、安装快捷、施工周期短等特点。110 kV 移动式变电站主要由 110 kV 组合电器车模块、110 kV 主变车模块、10 kV 配电车模块、二次模块等构成,是一种集成了多种电力设备的可移动式电力供应系统^[2]。

1.1 移动式变电设备特点

(1) 高度集成化: 将高压组合电器、主变压器、10 kV 开关柜、综合自动化系统及运输车体五大模块有

机整合,安装于一至多辆半挂车上^[3]。(2) 灵活性与适应性: 110 kV 移动 GIS、移动变压器、移动开关柜都可以像积木一样拆分,可根据不同变电站的特点进行组装,适用于所有 110 kV 变电站改造。(3) 机动性强: 变电车的液压升降和随动转向系统,可有效降低运输高度和减小转弯半径。变电车采用组合式设计,可实现变压器与 HGIS 组合和分离,增强了狭窄和急弯道路的通过性^[4]。(4) 快速部署能力: 整车到达使用现场后,停放稳固,接入现场接地网,现场调试完成后,根据停电计划安排,即可投运使用,大大缩短了变电站改造时间。车载式移动变电站方案如图 1 所示。

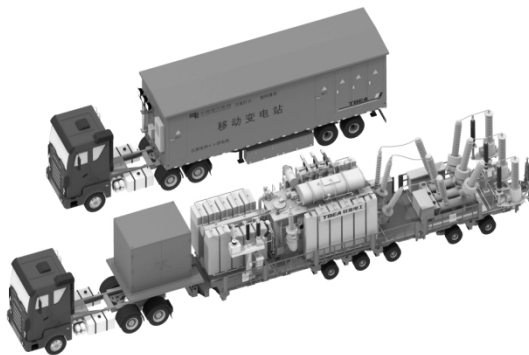


图 1 车载式移动变电站方案

1.2 移动式变电设备在变电站技术改造中的应用场景

(1) 老旧变电站整体改造: 当变电站需要进行全站综合改造,并改造为智能变电站二次设备时,移动

式变电设备可以作为临时过渡电源, 保证本站重要负荷供电。(2) 应急抢修与灾害恢复: 在发生台风、地震、强降雨、雨雪冰冻等自然灾害时, 移动式变电设备可快速恢复供电, 提高电网应急保障能力。(3) 临时供电保障: 用于用电高峰负荷转移、超预期规划临时供电, 重大活动保供电等多种作业场景。(4) 基础设施落后地区快速供电: 高电压等级可移动车载的成套变电设施可帮助基础设施落后、自身工业产品自给率低的国家快速实现电网枢纽节点的从无到有。

在广州供电局 110 kV 东镜站改造项目中, 移动式变电设备的应用正是基于老旧变电站整体改造的需求。本站现有主变 2 台, 容量为 2×63 MVA, 110 kV 侧采用线路变压器组接线, 10 kV 侧采用单母线分段接线。为确保本站重要负荷供电, 本站改造期间采用局移动变 + 移动高压室, 分别对 #1、#2 主变及高压室轮停, 实现了改造期间供电不间断的目标。

2 移动式变电设备在技术改造中的实施难点与对策

尽管移动式变电设备在变电站技术改造中具有显著优势, 但在实际应用过程中仍面临诸多挑战。基于 110 kV 东镜站改造项目实践, 我们识别了以下主要实施难点并提出了相应的解决对策。

2.1 运行设备安全保障挑战

2.2.1 难点分析

在运行变电站内实施改造项目, 施工环境复杂, 施工人员较多, 交叉作业风险高, 必须确保运行设备安全和人员安全。

2.2.2 解决对策

(1) 严格安全隔离措施: 将施工场地用围栏分隔进行封闭施工; 施工时要严格监护保证人身设备安全。加派施工安全监督人员到每一个施工点作安全施工监督。(2) 保持安全距离: 认真落实监护人职责, 施工人员、施工机械、人员、工具及材料与设备带电部分的安全距离 110 kV 大于 1.5 米; 10 kV 大于 0.7 米。严禁施工人员进入任何运行间隔。(3) 完善工作许可制度: 未经运行人员许可及未办理相关工作票禁止进入施工区域。提前办理工作票等手续, 任何工作需得到运行人员批准及办好手续后方可进行。

2.2 设备安装与质量控制难点

2.2.1 难点分析

移动式变电设备涉及多种特殊设备安装, 如 GIS 设备安装要求高, SF₆ 气体处理需要专业技术, 电缆敷设和接头制作质量直接关系到供电可靠性。

2.2.2 解决对策

(1) 严格设备检查: 根据设计和 GIS 说明书, 检查 GIS 型号、规格等是否与设计要求相符。各附件是否齐全, 专用工具及技术资料齐全。SF₆ 气体化验合格。

(2) 专业化施工团队: 由经验丰富的专业人员施工, 准备好 SF₆ 抽真空机、氮气及试验设备、相应的辅助设备、常用材料及工器具等, 并商定好安装方案技术措施。(3) 强化电缆防护措施: 敷设过程中有可能损伤电缆外护层的地段必须采取相应措施, 如增加滑轮、加橡胶垫并指派专人监护。电缆敷设就位后, 应测量外护套绝缘电阻, 在金属套和外护套表面导电层之间以金属套接负极施加直流电压 10 kV, 历时 1 min, 外护套应不击穿, 发现故障及时修复。

2.3 施工时间紧与多专业协调难题

2.3.1 难点分析

主变停电接入移动变工作, 涉及变电、电缆等专业工作, 时间紧任务重。10 kV 负荷转接涉及 14 回负荷转接, 时间短、工作量大, 需要在有限的停电时间内完成大量设备的安装、接线和调试工作。

2.3.2 解决对策

(1) 前期充分准备: 提前做好人员及物资准备, 停电前完成相关停电手续业务办理; 10 kV 转接箱安装; 10 kV 转接箱至移动高压室电缆敷设、电缆头制作及相关试验。(2) 精细化项目管理: 制定科学合理、针对性强、切实可行的具体实施方案, 使用高精度雷电定位系统(我司专利)、新型可扩展移动式工作棚架(我司专利)、施工现场视频在线监控、接入式发电车、设备材料二维码信息溯源等先进技术手段。(3) 加强协调沟通: 与建设单位进行默契配合和沟通, 推进本项目的建设, 协调外单位施工时间及工作计划, 减少工期制约因素。

2.4 施工环境与成品保护挑战

2.4.1 难点分析

变电站内施工空间有限, 设备密集, 对现场的基础设施、消防设施、施工材料、静电地板等需要做好成品保护措施。

2.4.2 解决对策

(1) 全面围蔽施工区域: 施工期间施工区域做好施工围蔽, 禁止外来人员及无关人员进入施工区域; 施工现场进行施工安全围蔽: 在工作地点挂“在此工作”标示牌; 在相邻运行屏柜挂红布及“运行中”标示牌;(2) 加强成品保护: 施工全过程需要对现场的基础设施、

(3) 保持现场整洁：施工垃圾等统一堆放在运行人员指定位置，待统一处理；及时清理现场施工杂物废料，保证现场每天完工料清。

在广州供电局 110 kV 东镜站改造项目中,移动式变电设备的应用取得了显著成效,具体体现在以下几个方面。

通过采用“移动 GIS+ 移动变压器 + 移动开关柜”成套车载式移动变转供电技术，实现了东镜站改造期间用户零感知和供电可靠性 100% 保障。与传统改造模式相比，减少了至少 30 天的停电时间，显著降低了因变电站改造带来的停电损失。移动式变电设备的应用使我们在不影响用户用电的情况下完成变电站全站综合改造，这对于服务区域负荷密集且有多家高校、医疗机构及军工企业的东镜站尤为重要。实践表明，移动式变电设备在保证供电连续性方面具有不可替代的价值。

移动式变电设备具备的整体运输、机动性强、快速供电、组装灵活、安装快捷、集成化程度高的优势，以及占地小、适应性强，极大地压缩了变电站改造窗口期。在东镜站改造项目中，工作效率较传统模式提升 50%，大大缩短了改造工期。

这种效率提升主要来源于移动式变电设备的模块化设计和快速接入能力。设备在工厂内已完成大部分调试工作，现场只需进行必要的连接和测试，避免了传统模式中现场安装调试的复杂过程。

通过采用设备租赁与服务模式,可显著降低老旧变电站改造的初始投资压力,同时使转供电成本较传统发电车方案大幅下降,为老旧站改造提供了一种更轻量、灵活的解决途径。移动式变电设备具备良好的可重复利用性,进一步增强了其经济性^[5]。同一套设备可依次服务于多个变电站改造项目,依托租赁机制实现资源共享,避免了各站点分别购置专用备用设备的高额投入,从而优化了资源配置,实现了综合效益的最大化(见表1)。

移动式变电设备的应用还带来了安全管理水平的提升。通过标准化作业流程、严格的安全隔离措施和

全方位的安全监控，有效降低了变电站改造期间的作业风险。在东镜站项目中，针对 SF6 气体回收、组合电器套管检修及引线拆装、例行试验等关键工序中存在的 20 项具体风险，逐条细化风险管控措施，并在高空作业、设备拆卸与安装、专业协同作业等方面制定严格的安全管控措施，实现了安全管理横向到边、纵向到底，确保设备整体更换工作安全、有序、高效推进。

评估指标	传统改造模式	应用移动设备模式	改进效果
停电时间	长达 30 ~ 40 天	用户零感知, 供电不间断	减少停电损失 100%
工作效率	基础水平	提高 50%	效率大幅提升
改造成本	投资大, 成本高	租赁服务, 轻量化方案	显著降低成本
安全风险	高风险作业	系统化安全管理	风险大幅降低
社会影响	用户投诉多	用户零感知	社会效益显著

移动式变电设备在变电站技术改造中的应用是电力设备现代化和施工技术创新的重要体现。通过广州供电局 110 kV 东镜站改造项目的实践,证明了移动式变电设备在提高供电可靠性、缩短改造工期、降低改造成本和提升安全管理水平等方面具有显著优势。随着技术持续进步和应用场景不断扩展,移动式变电设备在电力系统升级改造中的作用将日益突出,该类设备将朝着更高电压等级、更大容量和更智能化的方向发展,为电网升级及智能电网建设提供更坚实的技术支撑。

- [1] 何智成. 移动变电站在变电站综自改造工程中的应用[J]. 农村电气化, 2025(03):20-24.
- [2] 朱世杰, 齐显松, 程飞骊, 等. 110 kV 大容量车载移动变电站的设计与应用研究[J]. 电工电气, 2025(08):41-45.
- [3] 崔玉燕. 110kV 车载式移动变电站的设计与研究[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2020.
- [4] 韩丹. 车载式移动变电站的设计与研究[J]. 科技创新与应用, 2019(14):88-90.
- [5] 程玉平. 110 (66) kV 智能化移动变电站的设计及应用研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨理工大学, 2013.