

变电站智能化改造及运维研究

雷一鸣¹, 高慧¹, 李建莉²

(1. 包钢(集团)公司白云鄂博铁矿 内蒙古 包头 014080; 2. 内蒙古包钢钢联股份有限公司
内蒙古 包头 014080)

摘要: 随着白云鄂博铁矿(以下简称白云铁矿)的发展, 变电站值班员老龄化严重, 设备服役超限, 人员短缺是一大重要问题。加之变电站运行专业维护人员缺失, 变电站设备安全运行及维护面临严峻考验, 无法满足供电的稳定性, 出现了较多的电力故障, 这一现象严重制约着白云铁矿职工的日常工作与生活。在当前的时代背景下, 科学技术飞速发展, 智能化技术被广泛应用于变电站中, 实现对变电站的智能化改造是当前变电站发展的重要趋势, 同时助力白云铁矿智慧矿山建设。在进行智能变电站的改造之后, 能够满足对以往传统型变电站的优化, 促进供电质量的提升。基于此, 本文主要针对白云铁矿变电站智能化改造以及智能化运维进行分析。

关键词: 常规变电站; 智能化技术; 电力资源; 电力系统

Research on intelligent Transformation And operation of Substation

Lei Yiming¹, GAO Hui¹, Li Jianli²

(1. Bayan Obo Iron Mine, Baotou Steel (Group) Company, Baotou 014080, Inner Mongolia, China;
2. Inner Mongolia Baotou Steel Union Co., LTD., Baotou 014080, China)

Abstract: With the development of Bayan Obo Iron Mine (hereinafter referred to as Baiyun Iron Mine), the aging of substation duty personnel is serious, the service of equipment is beyond the limit, and the shortage of personnel is a major problem. In addition, due to the lack of professional maintenance personnel for substation operation, the safe operation and maintenance of substation equipment are faced with severe challenges, which cannot meet the stability of power supply and result in more power failures. This phenomenon seriously restricts the daily work and life of employees of Baiyun Iron Mine. In the current era, with the rapid development of science and technology, intelligent technology is widely used in substations. The realization of intelligent transformation of substations is an important trend in the current development of substations, and at the same time, it helps Baiyun Iron mine intelligent mine construction. After the transformation of smart substation, it can meet the optimization of traditional substation and promote the improvement of power supply quality. Based on this, this paper mainly analyzes the intelligent transformation and intelligent operation and maintenance of Baiyun Iron Mine substation.

Key words: conventional substation; Intelligent technology; Electric power resources; Power system

1 引言

变电站是白云铁矿生产关键动力能源的组成部分, 发挥着输变电的重要作用, 部分变电站运行过程中, 具备的联动性不足, 数据和信息相对分离, 无法满足电力监控系统的稳定运行, 而且设备在运行过程中掌握的电压、电流、有功、无功、功率因数等数据不够齐全, 而且利用率不高, 仍然依靠工作人员进行数据分析, 存在着较大的误差。在信息化和智能化技术不断发展的前提下, 对以往传统型的变电站进行智能化改造是发展的关键趋势。变电站智能化系统能够实现数据和信息的实时采集, 并且具备故障预警和远程遥控功能, 能

作者简介: 雷一鸣, 男, 学士学位, 工业自动化中级工程师, 现从事工业自动化专业技术管理工作。

能够在第一时间满足对问题的解决，取代以往对工作人员的依赖促进了运行效率的提升，也节约了大量的人力资源和物力资源。

2 智能化改造概述

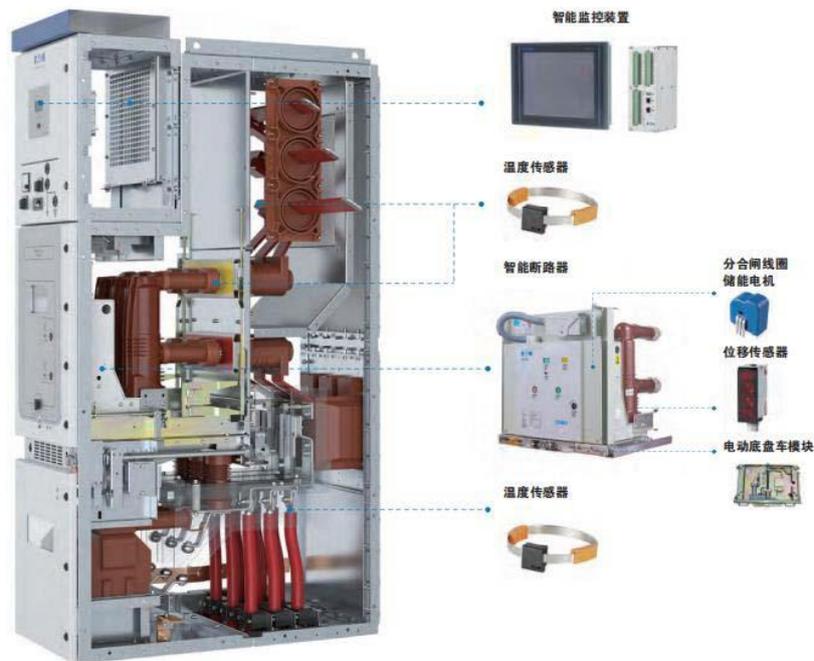
对智能变电站的改造主要是对信息处理端的调度控制系统以及信息收集端的智能监控系统进行优化与完善，结合移动网络满足对数据和信息的控制。智能变电站的监控终端能够满足变电站运行过程中电流、电压、有功、无功、功率因数等数据和信息的上传，满足统一调度管理。变电站智能化改造之后，需要结合运行要求建立信息高度集中的调度控制系统，满足对数据和信息的综合处理，还需要进行传感器等监控设备的安装，将网络安全体系运用到智能化改造中，满足变电站运行的合理性。

为解决以上问题，变电站智能改造、远程运维成为解决目前困扰问题的主要途径。作为智慧矿山的重要组成部分智能电力系统，它的主要可以分为三大系统：一是远程集控运维系统、二是本地电力监控系统、三是智能巡检系统。在进行智能化变电站的改造之后，能够进一步强化变电站运行的供电质量，降低工作人员的依赖，减少变电站运行过程中出现的资源浪费或者安全事故，大幅度提升了整体运营效益。

2.1 改造过程

2.1.1 完善网络硬件，提升系统性能

在针对变电站进行智能化改造时，需要借助现有的技术和设备，促进变电站运行结构的改进与优化，在进行变电站的改造时，开展二次电缆铺设时，需要同步完成光缆铺设以及通信线路铺设，确保改进效率的提升，避免在改造过程中出现的管道二次挖掘。另外，在进行网络构建时，需要根据电力线缆的铺设要求结合设计清单进行分析，根据不同层次的网络对应网络拓扑图、通信图等信息，确保 IP 地址合理分配，同时需要满足对虚拟端子接线图以及物理设备端口编号的确定。变电站进行智能化改造时，需要设置设备检测模拟平台，而且需要满足项目运行规范，保障实现对设备的集成化管理，确保满足对设备的校验以及工况检测，加大对各类文件的熟悉与了解，所有的规范必须符合要求。为了满足终端实现无线通信的目标，在手机 APP 上依然能够满足其稳定运行要求，需要在变电站内部进行多点测试。



高压开关柜改造示意图

2.1.2 110kV 变电站设备改造

(1) 对开关柜进行中置式智能断路器改造，保障设备在远程、就地能够手车变位，实现远程操作，并能

够有效检测触头位置及接触深度；(2) 安装柜前高清夜视摄像头监控设备位置，便于可视化操作。(3) 对站内设备触头安装在线测温，以减少人工检查次数；(4) 变压器安装在线热成像，检测变压器运行状态；(5) SF6 断路器安装智能测漏、测压以及微水检测，以减少人员每天巡检次数；(6) 高压开关接地刀及接地开关进行改造，并安装微型夜视摄像头，实现远程可视化分合接地刀闸；(7) 安装配电柜局放检测设备，有效监测配电柜绝缘状态；(8) 安装门禁系统，防止外来入侵。

2.1.3 牵引变电所

(1) 对直流快速开关进行改造，改造三台 DS19 开关，实现设备升级安全可靠并实现远程操控。(2) 对交流高压柜进行改造，改为中置式高压开关柜，并配套综保及远程运维。(3) 更换三台硅整变压器。(4) 高压开关柜安装在线测温装置。(5) 增设变压器在线监测成像仪。(6) 安装柜前高清夜视摄像头监控设备位置。(7) 安装配电柜局放检测设备，有效监测配电柜绝缘状态。(8) 安装门禁系统，防止外来入侵。

2.1.4 配电站

(1) 对交流高压柜进行改造，改为中置式高压开关柜并配置电动底盘车及自动分合接地刀闸，一个站用变。(2) 对开关柜安装在线测温装置。(3) 安装柜前高清夜视摄像头监控设备位置。(4) 安装室内设备监控设备及综保后台。(5) 安装直流屏一套 200Ah。(6) 安装变电站微机五防设施。(7) 对利旧电缆及设备进行检测。(8) 安装门禁系统，防止外来入侵。

2.1.5 系统分析，全寿命周期监测

加强软件智能分析能力，利用智能诊断系统，对开关各部位全寿命周期监测。利用各类传感器，对开关设备状态进行实时监测，提早发现潜在隐患，预测设备故障风险。实现设备健康状态的量化和可视化，不断优化设备状态，提高设备稳定性、安全性，实现精准化和简单化运维，实现设备预知维修。



智能诊断分析系统

3 变电站智能化运维措施

3.1 智能巡检机器人应用

在智能变电站的运行维护中，很多设备会分布在室外，给运维活动带来一定的阻碍。运维过程中发生故障，在人员有限的情况下难以及时开展对设备的检查与维护，而且会让工作人员面临着较大的安全威胁，为了解决这些问题，需要应用到智能巡检机器人，智能巡检机器人是在机器人的基础之上配备了激光雷达以及超声传感器等设备，能够满足自主定位完成对变电设备故障信息的查看，保障对状态信息的自动收集，全面开展设备巡检。智能巡检机器人在运行过程中需要通过集控站系统对基站系统以及外部系统等进行集中控制，最终满足对机器人的远程操控，通过设备硬盘录像机以及视频监控等设备的运行完成巡检，并满足对视频资料的采集与存储。借助机器人搭载的无线设备，能够及时由系统向机器人发出信号，完成设备巡检任务，可以通过设备设置导航，让机器人能够满足精准定位。机器人巡检设备搭载的设备包含可见光摄像仪、夜间照明以及雨刷等部件，在任何天气下都能够完成设备的巡检任务，在巡检过程中可以结合装载的红外测温装置，

对不同的设备进行温度测量，可完成对设备的整体扫描，如果发现设备温度过高，能够及时发出警报，提醒工作人员进行故障维修。另外，在智能巡检机器人的应用中，还可以满足变电站设备运行中的温度负荷、光信号、声信号等的收集，帮助工作人员快速精准的完成设备巡检任务。

3.2 远程智能管理系统应用

智能变电站在运行维护中，结合视频监控系统以及移动办公系统等满足对运维工作的辅助，但是在系统运行过程中如果配合不够紧密依靠工作人员满足对系统的操作将会造成较大的工作负担，而且也会引起安全隐患。通过远程智能管理系统，能够满足运维过程中通过二级组网实施远程管理，在变电站运行中各子站进行检验单元的设置，全面收集变电站的运行数据，在主站监控中满足对数据和信息的汇总为运维活动的开展提供支持。在智能化技术应用中，即使发生了网络故障或者网络中断系统依然能够满足对信息的整理，加强对设备的监测与检验，帮助工作人员制定科学的检修计划，促进运维工作的高效开展。通过系统运行功能进行分析，结合运行要求建立数据库，实现对各系统之间的联动，实现二维码管理与两票管理等功能。根据智能变电站的运行要求加大对故障的预测与识别，运用故障自检以及监控等手段，辅助工作人员开展对变电站的运行维护管理工作。以当前的智能化技术为核心，在日常巡检工作中主要是以报告形式进行数据库上传，为今后的检修工作提供支持，目前在多个变电站中已得到了应用，通过安保巡检等降低了运维成本，也满足了变电站运行效率的提升，在应用过程中需要加大对原有设备的使用，通过引入监督控制系统，满足巡检效率和巡检质量的提升。在发生紧急事故时能够开展对外观的检查，利用子站进行检验单元数据的收集，如果存在安全隐患还可以实现预警发布，通过联动装置增强变电站运行的安全性与稳定性。

3.3 智能可视化装置应用

智能变电站在运行维护中，装载的智能可视化装置能够及时发现设备运行过程中潜在的问题，并落实科学处理应用的智能化装置，能够对变电站运行情况进行分析，结合深度学习等挖掘数据和信息，全方位分析智能变电站运行过程中的设备工作状态以及部位巡检频次，为运维活动开展提供支持。可视化装置在应用过程中采用了虚拟进入式观测技术，可以满足变电站运行数据的导入，建立三维可视化的监测网络，帮助工作人员制定精准的设备巡检计划。在智能可视化装置的运行过程中，突破了以往时间和地点的限制，能够满足主监控系统与辅助监控系统之间的连接，为变电站运行提供全方位的监管空间，在无人状态下依然能够满足对设备运行状况的查看。结合建立的可视化管理体系，工作人员能够及时进行施工场地的清洁，然后开展对设备的巡检，利用图像识别技术对关键部位进行巡检报告的生成，保障变电站的运维活动高效开展。结合可视化设备满足对变电站运行中设备状态的查看，然后将汇总到的数据进行采集与整理，满足对变电站运行情况的综合判断，比如，在巡检过程中发现空调设备、门禁设备等存在异常，可以进行跟踪调查，并且在现场进行安全防线的设置，消除设备运行存在的安全威胁。

3.4 完善检修制度，规范监测标准

智能变电站的运维管理与建立的标准管理体系和检修制度有着紧密联系，只有制度和检修体系的标准，才能够让各项运维工作开展更加顺利，及时找出变电站运维中存在的问题，制定科学的解决方法。在当前的变电站运行中，以往传统型的检修机制已无法满足要求，所以需要结合当前的智能变电站运维情况，加大对运维检修机制的调整，为智能变电站运行提供支持。检修制度是变电站运维检修的依据以及检查标准，检修制度的合理性会直接影响到运维效率和运维质量，所以必须要保障制度的完善性以及标准的规范。在建立的检修制度基础之上满足各项工作的顺利开展，促进检修工作具备较高的可行性，为智能变电站稳定运行奠定基础。

3.5 全覆盖自主巡检实现方式

室内电力场景大多巡检空间较小，其内部待检测设备分布高差大，且部分设备安装位置偏僻，不易观察，巡检覆盖范围狭窄、信息提取困难，准确性不高，在巡检时存在误测、漏测等情况，降低巡检数据可靠性。为解决这些问题，创新研发了一种机器人化巡检复杂空间精确定位技术。首先基于配电网环境状况和设备分布状况，将巡检空间分解为沿三个直角坐标轴方向的移动自由度，以及两个绕轴旋转的转动自由度。进一步的，利用轨道式行走完成机器人在 x 轴上的水平移动，实现对室内巡检平面的遍历；利用多节升降机构，完成对垂直检测面的覆盖，并结合绕 x 轴、z 轴的两个转动自由度，实现对设备检测的最优化点位标定；最后，利

用伸缩式检测臂，完成在 y 轴上的移动自由度，实现与设备的接触式检测。精确定位方面，轨道上采用基于多传感器融合的轨道定位技术，利用站点定位片将长距离轨道分割为等间隔定位区间，消除定位累积误差；各部件运行定位方面，采用绝对值编码器配合电机双闭环控制算法，确保运行可靠性和定位准确性。基于精确定位手段，机器人根据预先标定的检测设备位置，结合视觉伺服技术，实现按预设巡检策略的自主、精确巡检。

4 结束语

总而言之，以往的智能变电站在运行过程中效率较低，而且成本投入较高，在进行智能化改造之后符合当前的行业发展形势，通过技术以及设备的更新加装智能化元件，促进变电站运行更加可靠，通过网络传输满足数据和信息的汇总，在数据分析之后对事件进行判断，帮助工作人员精准的找出故障解决方法，再通过相关工作人员做出科学决策，满足智能化运维要求。现阶段，科学技术飞速发展，应用到的材料、元件等也发生了变化，在变电站的运行与维护过程中，需要引进新技术、新设备，实现变电站的可持续发展，助力白云铁矿智慧矿山建设步伐。

参考文献

- [1] 刘文.变电站智能化改造关键技术研究及实施[J].通讯世界,2016(20):165-166.
- [2] 王自强,张建军.变电站智能化技术改造分析[J].电力安全技术,2016,18(08):38-40.
- [3] 刘传宏.变电站智能化改造关键技术研究及实施[J].科技创新导报,2016,13(10):24+26.
- [4] 古力巴哈尔·阿比力孜.传统变电站智能化改造问题[J].环球市场信息导报,2016(17):113.
- [5] 刘洋.常规变电站智能化技术改造研究[J].科技展望,2016,26(08):119.