

安科瑞变电所无人化运维技术-在铁路枢纽中的应用

产品名称	安科瑞变电所无人化运维技术-在铁路枢纽中的应用
公司名称	安科瑞电气股份有限公司
价格	.00/件
规格参数	品牌:安科瑞 型号:变电所无人化运维技术 产地:江苏江阴
公司地址	上海市嘉定区育绿路253号
联系电话	19821750213 19821750213

产品详情

摘要：现阶段，铁路变电所人工巡检作业效率低、巡检效果差、浪费人力资源，为适应铁路整改需要，巡检方式逐步向智能化、自动化、无人化方向发展。本文就铁路枢纽变电所无人化系统的关键技术进行研究，提出自动化影像巡检及联动巡检技术、智能识别及诊断技术、电力远动信息接入技术、熔断组合防护及SPD智能监测技术、接地电阻在线监测及抗干扰技术、智慧运维管理技术等切合实际的技术方案。结合工程项目对变电所的相关供电设备及无人化系统进行改造，经过一年多的运行，效果良好，为铁路枢纽变电所无人化系统发展探索出新通道。

关键词：铁路变电所；无人化系统应用；自动化

0、引言

随着高铁建设快速发展，对铁路枢纽变电所的规模、重要等级、可靠性等要求越来越高。如中国铁路哈尔滨局集团有限公司调度所变电所为哈尔滨局调度大楼(调度所)等重要用户提供可靠电源，是哈尔滨铁路地区枢纽变电所，位于调度大楼地下一层，主要供电设备采用中置开关柜、微机继电保护、综合自动化系统、交直流蓄电池、智能仪表等，各种开关均具备远程操作功能。为了保障变电所的稳定运行，需进行人工巡检作业，但工作效率低、巡检效果差、浪费人力资源。近年来，为适应铁路整改需要，减少值班员工作强度，直至取消值班员巡检作业流程，哈局集团公司从各方面做了初步探索，研究巡检方式逐步向智能化、自动化、无人化发展方向。本文就铁路枢纽变电所无人化系统的关键技术进行研究，提出切合实际的技术方案，将各自动化功能进行整合，新增智能防雷监测、接地电阻监测功能，安装巡检机器人、影像监控，实现变电所的影像巡检、电力监控、智能防雷、接地监测等功能，并通过系统软件进行数据统计、诊断分析、告警输出、联动控制和智慧运维管理。通过对变电所的无人化系统进行改造，推动哈局集团公司铁路枢纽变电所无人化系统发展进程。

铁路枢纽变电所无人化系统简介

1.1铁路枢纽变电所

哈尔滨铁路枢纽变电所是10/0.4千伏电力变电所，设4台变压器(2*3150千伏安，2*2500千伏安)，引入两路10kV电源，主接线为二进六出，单独母线分段运行方式。全所远动监控高、低压断路器的状态、电流、电压、电量、功率因数、无功补偿、故障信号等信息，纳入哈尔滨供电段电力调度台，数据通信通道为光缆通道，采用点对点的2路(2M)单独主、备专用光纤通信数据通道。

该所为调度所通信、信号、信息、防灾系统、SCADA、BAS、FAS、消防设备(消防泵、防排烟风机、气体灭火设备、消防电梯等)、变电所自用电、应急照明、调度大厅照明等设施供电，所带负荷为首要负荷，中断供电将造成哈牡、哈佳、哈大、哈齐客专运输秩序混乱，条件耦合将造成高铁设备损坏，甚至人身伤亡事故。

1.2 铁路枢纽变电所无人化系统的目标

通过改造安装巡检机器人、影像监控、智能防雷监测箱、接地电阻监测箱，实现变电所的影像巡检、电力监控、智能防雷、接地监测等功能，并通过系统软件进行数据统计、诊断分析、告警输出、联动控制和智慧运维管理，完成铁路枢纽变电所无人化系统目标。

2、铁路枢纽变电所无人化系统的技术特征

由于铁路变电所无人化系统没有相关标准文件，本次改造参照中国国家铁路集团公司发布的《牵引变电所辅助监控系统暂行技术条件》(TJ/GD025-2018)、《智能变电站技术导则》(GB/T30155)、《电力工程电缆设计规范》(GB50217)、《影像安防监控系统工程设计规范》(GB50395)及《重要影像编解码协议》(ITU-T H.265)等文件，并结合哈局实际情况，考虑到改造资金、变电所设备、位置及工程难度，没有完全照搬牵引所无人化标准内容，优先改造涉及智能巡检以及与电力远动相结合的项目，新增智能防雷、智能接地等现场急需项目。由于变电所在调度大楼内，对于采集所内门禁、激光对射、玻璃破碎等重要防范信息，采集温、湿度传感器、水浸传感器、SF6监测传感器等环境监控信息项目暂缓实施。

(1) 系统由所内新设辅助监控设备和系统平台构成。系统平台通过标准通信接口，采集所内辅助监控设备信息，并将监控和警报信息上传，实现信息共享与告警联动功能，并接入智能一次设备的在线监测数据。辅助监控系统包含影像监控及巡检、智能防雷、智能接地等子系统，采用分层架构，由设备层、通讯层和站控层组成，设备层包括测控装置、影像服务器和辅助设备，通讯层层包括综合应用服务器、网络设备，站控层包括值班员监控后台等。

(2) 采用导轨式巡检机器人，多方面覆盖所内巡检对象，包括智能防雷监测、接地电阻监测、电力远动系统数据监测等，同时不影响所内既有设备正常运行。导轨式影像巡检机器人由巡检机器人、轨道总成、升降云台、高清录像机等组成，提供自动巡检、定点巡检和遥控巡检等可移动的影像监控功能。每台巡检机器人具有256个预置监测点，智能分析每次巡检的较短巡航线路，通过水平直线、环形移动和垂直升降移动，快速、准确定位到每个监测对象的较佳观测位置，实现清晰、无盲区的影像监控，代替人工完成对变电所设备和环境的监控及巡检。主要技术参数：采用吊顶悬挂安装，双柱式大幅度升降1.5米，通信接口1路RJ45。

(3) 实现巡检工作智慧化，任何一个分项的监测点位出现异常状态，能及时调动巡检机器人进行针对性巡检。具备影像和图像的自动识别功能，自动给出所内状态的结论性信息，省去人工分析判断的环节，提升巡检效率和状态分析的准确度。

(4) 采用熔断组合式智能SPD，具备雷电浪涌防护性能，支持SPD状态、雷击情况的监测和上传，实现防雷功能的透明化监测。熔断组合SPD本体集成了后备保护装置，缩短了泄流路径，残压值更低，提升了保护效果。ISPU系列电源SPD，采用整体综合解决方案，在材料和结构上进一步优化和改进，增加失效保护装置，实现了全电流无盲区保护，避免了压敏电阻失效起火的隐患，实现本质重要。实时监测防雷模块运行状态和受雷击情况、后备保护装置状况等，并在上位机统一显示。

(5) 实现在线式接地电阻监测，替代人工现场测试工作，智能接地检测箱设置于变电所接地装置侧，用于

测量地网接地电阻值及其变化情况，测量时不需要从接地系统中分离被测接地线，能自动滤波、变频和选择合适量程，具有检测便捷、抗干扰能力好、测试值准确稳定等优势。支持测量时段灵活设置，保证测量数据准确性，避免对其他设备造成干扰。

(6)软件支持电力远动系统数据接入和监测，通过兼容性的接口设计和软件功能模块化设计，实现功能的拓展和二次开发。具备监控变电所内设备的功能，提供数据统计、诊断分析、告警输出和联动控制等功能，并利用影像巡检、关联摄录和图像识别等技术来替代人工去现场确认，实现对变电所的智慧运维管理。

(7)系统具备大数据分析能力，对影像监测数据、SPD运行数据、接地阻值数据、电力远动数据进行统一分析运算，识别系统运行规律，诊断异常状态，及时向管理人员提供告警信息。

3、铁路枢纽变电所无人化系统的现场应用

3.1监控系统组成

变电所共安装影像巡检机器人两套、智能SPD4台和网络交换机1台，智能接地检测箱6台。在哈尔滨供电段调度监控中点设置变电所无人化系统设备及软件一套、NVR和网络交换机各一台。

3.2实现功能

(1)系统影像显示、储存及回放。可以实时图像进行监视，影像图像随意可调，支持影像及辅助影像端口的本地输出，支持1/2/4/16画面预览，预览通道可选。支持多个预置点、巡航轨迹，每天可设定6个以上录像时间段，不同时间段的录像开启模式可单独设置，支持按通道号、录像类型、文件类型、起止时间查询录像文件。支持手动录像、定时录像和告警录制模式。支持电子放大预览及覆盖指定通道。支持影像移动、丢失、遮挡、输入异常检测。采用云台控制时，支持局部放大、鼠标定位功能。

(2)影像监控设备控制。支持对拍摄仪视角、方位、焦距、光圈的调整，可后台设置录像机参数，包括设置预置位、区域名称、区域遮盖等。具备联动操作功能，当操作人员对设备进行远程控制时，录像机自动启动录像并调整到该设备。可以通过用户名、数字识别并分配操作权限来实现系统重要管理，保证控制的单一性。可对前端设备进行完整的远程控制：如云台支持上、下、左、右移动及步长、速度控制，云台停止等。可以事先确定布防/撤防策略，进行当地或系统远程控制。

(3)影像巡检。实现对变电所远程智能巡检，可以模拟和替代人工巡检。支持自动或手动启动巡检，可实现自定义巡视线路、步骤、对象、项目等。具备巡检记录功能，在巡检时判断设备运行是否正常。如果设备异常自动报警。巡检结束生成记录表，可按巡检时间、巡检装置等进行查询。

(4)智能图像识别。对监控设备运行指示影像图像智能分析，实时判断设备状态。对仪表的影像图像进行实时分析，判断仪表读数并智能报警。对巡检设备能智能识别设备状态是否正常，监测量上传到后台辅助监控系统。

(5)影像服务器。支持模拟和数字式录像机，通道数不小于16路。采用国际通用的H.264/MPEG4或MJPEG影像压缩标准，性能稳定可靠。可单独设置通道的影像编码参数，支持10M/100M/1000Mbps自适应网络接口。

(6)录像机支持各种安装方式，操作方便，具备多语言菜单及操作提示功能。支持定时启动预置点各种扫描功能。支持断电记忆功能。支持影像丢失、遮挡告警等功能。

(7)软件配置。具备多级架构，具有良好的适应性和扩展性。软件画面、各类报表支持汉字功能，软件支持系统扩充，不必重新组装软件，只需配置新增设备。

系统平台软件具备形象化的画面展示功能，灵活的组网能力，大数据信息的处理功能。

4、铁路枢纽变电所无人化系统的关键技术研究

4.1自动化影像巡检及联动巡检技术

采用导轨式影像巡检机器人，实现对变电所设备进行巡检，及时发现设备的故障、缺失和异常，提高巡检效率和质量。自定义配置巡检线

路、巡检时间、巡检步骤、巡检对象和巡检项目等，自动保存巡检记录和巡检图像。影像联动巡检，当电力远动系统、智能SPD、智能接地箱等发出告警信号时，系统自动控制巡检机器人移动到警报点或相关设备，进行录像并截取告警时刻范围内的影像图像长久保存。

4.2智能识别及诊断技术

较准识别开关柜面板的分合闸指示灯、遥控指示旋钮位置(就地、远方)、故障警报灯、每一排外侧的柜子是否倾斜。设备警报与影像摄录关联，并结合图像识别技术，诊断是否误警报，替代人工去现场巡检和确认。

4.3电力远动信息接入技术

与变电所电力远动系统通过OPC服务接口，获得各配电回路的三相电压、电流、有功功率、无功功率、功率因数等数据，断路器分合闸状态、断路器遥控位置、变压器的三相温度和风机启动状态等信息，以及相关故障警报显示等位置信息，在变电所无人化系统中显示，并将上述监测结果与影像巡检结果进行对比确认。

4.4熔断组合防护及SPD智能监测技术

SPD内置智能检测模块，实时监测防雷模块的运行状态，发现异常信息自动记录事件并发出告警，实时检测每根保护线缆受雷击情况，记录雷击电流的大小和发生的时间，对防雷模块的劣化程度进行分析，显示防雷模块实时寿命状态，监测到防雷模块故障、损坏或劣化超限时自动警报。

4.5接地电阻在线监测及抗干扰技术

实时监测变电所内接地网电阻值、可靠接地状况，能滤除地网中的近频、同频干扰信号，保证数据精度和准确度。检测便捷、抗干扰能力好、测试值准确稳定。能对监测数据进行诊断分析，发现异常则立即告警。

4.6智慧运维管理技术

对采集到的子系统数据，提供日、月、年、任意时间周期的统计和查询功能，提供统计报表。对子系统数据进行诊断分析，及时发现问题和重要隐患，提供运维管理方案，协助用户简化运维流程、提高运维效率，实现变电所的智慧运维管理。

5、安科瑞AcrelCloud-1000变电所运维云平台

5.1概述

基于互联网+、大数据、移动通讯等技术开发的云端管理平台，满足用户或运维公司监测众多变电所回路运行状态和参数、室内环境温湿度、电缆及母线运行温度、现场设备或环境影像场景等需求，实现数据一个中点，集中存储、统一管理，方便使用，支持具有权限的用户通过电脑、手机、PAD等各类终端

链接访问、接收警报，并完成有关设备日常和定期巡检和派单等管理工作。

5.2应用场所

适用于电信、金融、交通、能源、医疗卫生、文体、教育科研、农林水利、商业服务、公用事业等行业变配电运行维护系统的新建、扩建和改建。

5.3系统结构

系统可分为四层：即感知层、传输层、应用层和展示层。

感知层：包含变电所安装的多功能仪表、温湿度监测装置、摄像头、开关量采集装置等。除摄像头外，其它设备通过RS485总线接入现场智能网关RS485端口。

传输层：包含现场智能网关和交换机等设备。智能网关主动采集现场设备层设备的数据，并可进行规约转换，数据存储，并通过交换机把数据上传至指定的服务器端口，网络故障时数据可存储在本地，待网络恢复时从中断的位置继续上传数据，保证服务器端数据不丢失。

应用层：包含应用服务器和数据库服务器，若变电所数量小于30个则应用服务器和数据库服务器可以合一配置。服务器需要具备固定IP地址，以接收各智能网关主动传送过来的数据。

展示层：用户通过手机、平板、电脑等多终端的方式访问平台信息。

5.4系统功能

5.4.1用能月报

用能月报支持用户按总用电量、变电站名称、变电站编号等查询所管理站所的用电量，查询跨度可设置为月。

5.4.2站点监测

站点监测包括概况、运行状态、当日事件记录、当日逐时用电曲线、用电概况。

5.4.3变压器状态

变压器状态支持用户查询所有或某个站所的变压器功率、负荷率、等运行状态数据，支持按负荷率、功率等升、降序排名。

5.4.5配电图

配电图展示被选中的变电所的配电信息，配电图显示各回路的开关状态、电流等运行状态及信息，支持电压、电流、功率等详细运行参数查询。

5.4.6影像监控

影像监控展示了当前实时画面（影像直播），选中某一个变配电站，即可查看该变配电站内影像信息。

5.4.7电力运行报表

电力运行报表显示选定站所选定设备各回路指定采集间隔运行参数和电能抄表的实时值及平均值行统计。

5.4.8警报信息

对平台所有警报信息进行分析。

5.4.9任务管理

任务管理页面可以发布巡检或消缺任务，查看巡检或消缺任务的状态和完成情况，可以点击查看任务查看具体的巡检信息。

5.4.10用户报告

用户报告页面主要用于对选定的变配电站自动汇总一个月的运行数据，对变压器负荷、配电回路用电量、功率因数、警报事件等进行统计分析，并列在该周期内巡检时发现的各类缺失及处理情况。

5.4.11APP监测3.12APP支 电力运维手机支持“监控系统”、“设备档案”、“待办事项”、“巡检记录”、“缺失记录”、“文档管理”和“用户报告”七大模块，支持一次图、需量、用电量、影像、曲线、温湿度、同比、环比、电能质量、各种事件警报查询，设备档案查询、待办事件处理、巡检记录查询、用户报告、文档管理等。

5.5系统硬件配置

6、结束语

2020年11月，该系统在中国铁路哈尔滨局集团公司调度所变电所安装使用，通过对所内辅助设备的信息采集，并将监控和警报信息上传，实现了巡检工作智慧化。经过一年多的运行，该系统运行稳定，各项设备、技术参数及监测巡检功能均效果良好，其统一监测、智能化分析诊断、智慧运维管理功能优势突出，适合铁路枢纽变电所无人化系统需要。