

工业智能配电监控技术研究

林瑶瑶¹, 吴炫睿², 赵学斌¹, 熊芸芸¹, 刘小辉¹

(1. 中国恩菲工程技术有限公司, 北京 100038; 2. 东北大学 机械能与自动化学院, 辽宁 沈阳 110819)

[摘要] 本文针对传统工业企业配电智能化水平不高的问题, 研发了一套智能配电监控管理系统。采用现场总线代替硬接线来实现通信, 极大地节省了电缆, 增加了通信效率。智能配电网络系统设置为采集层、处理层、应用层的三层结构, 将系统底层的采集数据发送到服务器, 经过服务器处理实现智能控制。系统还加入了全景数据分析及发布运行报告功能, 设备健康管理, 状态检修提示功能, 故障处理辅助决策功能等, 并开发了部分用户定制化的功能。该系统已经应用到实际工程项目中, 对提高工业配电智能化水平具有重要意义。

[关键词] 智能配电; 故障预测; 全景分析; 监控技术

[中图分类号] TP277; TM76

[文献标志码] B

[文章编号] 1003-8884(2021)06-0001-04

DOI: 10.19611/j.cnki.cn11-2919/tg.2021.06.001

0 引言

随着智能控制相关技术的发展, 各行业都在积极提高其智能化水平以实现减员增效。提高企业低压配电技术的自动化、智能化水平对企业的降本增效非常重要。同时目前工业企业低压智能配电监控技术还没有形成统一的定义或标准, 各大研究机构和企业也在摸索其发展方向, 对于如何建设智能配电也莫衷一是。

传统低压配电技术采用硬接线进行通信, 每条信号线不可复用, 不仅通信信号少, 而且使用金属线缆数量大、成本高。现场给配电柜配置的监测设备一般也较少, 监测设备的使用也不尽合理, 有的监测设备没有利用其通信功能, 有的设备发送的数据不足或者与服务器的需求不完全符合, 造成大量关键数据无法采集到服务器中。传统低压配电柜需要设置多重定期巡检机制和故障检修方案, 但也无法抑制系统长期运行所引起的故障。配电柜安装在室内, 一般不会发生突变的故障, 大部分故障都有一个慢慢产生过程, 在这一过程中部分参数会逐渐变化, 但这种变化是巡检工程师很难发现的。随着智能检

测控制技术和工业网络技术的发展, 为低压配电设备配置更多监测元件, 并将监测结果传到中央控制系统成为可能。这样监测数据与服务器的智能监控软件相配合就可以对低压配电系统实现智能化监控, 实时记录设备的异常参数, 将故障消除在萌芽阶段。

本文在对传统工业企业低压配电技术广泛调研的基础上, 研发了低压智能配电监控系统。该低压智能配电系统是与 DCS 相互独立运行的, 不会影响 DCS 系统工作, DCS 和高压综保系统向低压智能配电设备单向传输数据, 不影响安全一区的设备运行, 保证了系统的安全可靠工作。为系统内所有电机驱动设备配置了电动机保护器、软启动器或者变频器, 并将这些设备采集的电机实时状态信号传输给中央控制器。用 modbus 总线将所有传感器、相关表计和监测设备连在一起, 通过网关发送给服务器, 服务器通过比对历史数据, 利用模糊算法分析出各个设备当前的状态, 并推送给操作人员以方便管理人员获取掌握设备状态, 进行全景数据分析及运行报告显示。最后在某垃圾发电企业应用了该技术, 取得了良好的经济效益和社会效益。

[收稿日期] 2021-09-06

[作者简介] 林瑶瑶(1982-), 男, 山西大同人, 工程师, 博士, 主要从事智能控制、运动控制的研究工作。

[引用格式] 林瑶瑶, 吴炫睿, 赵学斌, 等. 工业智能配电监控技术研究[J]. 有色设备, 2021, 35(6): 1-4.

1 智能配电系统综述

智能配电监控管理系统是针对工业企业, 帮助其减轻运维强度、提高用电管理水平的一整套配电

解决方案。系统软件基于目前高速发展的通信技术、传感器技术及互联网技术,具有操作简单、交互人性、功能齐全、响应及时等优点。

1.1 课题背景

项目现场由一个总降站和一个高低压室组成。设备分为:一条 110 kV 出线、一台 110 kV 主变压器、一台发电机组、两段 10 kV 母线、二十三面 10 kV 开关柜及三段 0.4 kV 低压线路。现需将站内综合自动化系统数据、其他一次设备的状态数据、电度量数据统一上传至智能配电系统中,部署全厂电力集中监控系统软件及服务器,完成对厂内电气设备运行状态及设备健康状态的智能化分析。按照各低压电气柜内数据采集需要,设置通讯管理机,部署通信网络。

1.2 高压配电系统内部需采集的数据

110 kV 及 10 kV 综合自动化系统数据通过正向隔离装置/防火墙,上传至智能配电系统数据采集服务器。

10 kV 开关柜内测温及机械特性数据,通过智能监测装置汇总及边缘计算,智能监测装置通过 IEC61850 标准规约,通过以太网方式上传至智能配

电系统数据采集服务器。

高压电度表及变压器温控仪数据将通过 RS485 总线的方式接入通讯管理机,通讯管理机需通过标准 104 规约接口,将数据上传至智能配电系统数据采集服务器。

1.3 低压配电系统需采集的数据

系统设置六个低压配电室,配电室内低压保护装置、多功能仪表、低压变频器、低压软启动装置的数据,利用 RS485 总线方式将数据上传至电力通讯机柜中通讯管理机,由通讯管理机通过以太网线的形式接入智能配电系统数据采集服务器。

每台管理机有九个 RS485 端口,四个以太网端口,每个 RS485 端口最多可接入十五台装置,每种装置需采用不同端口进行通讯,按需配置通讯管理机及机柜。

2 网络架构

根据各配电室的位置情况,结合现场现有系统及装置设计,设置智能化系统网络架构为三层,分别为:数据采集层、数据处理层、数据应用层。智能配电系统架构如图 1 所示。

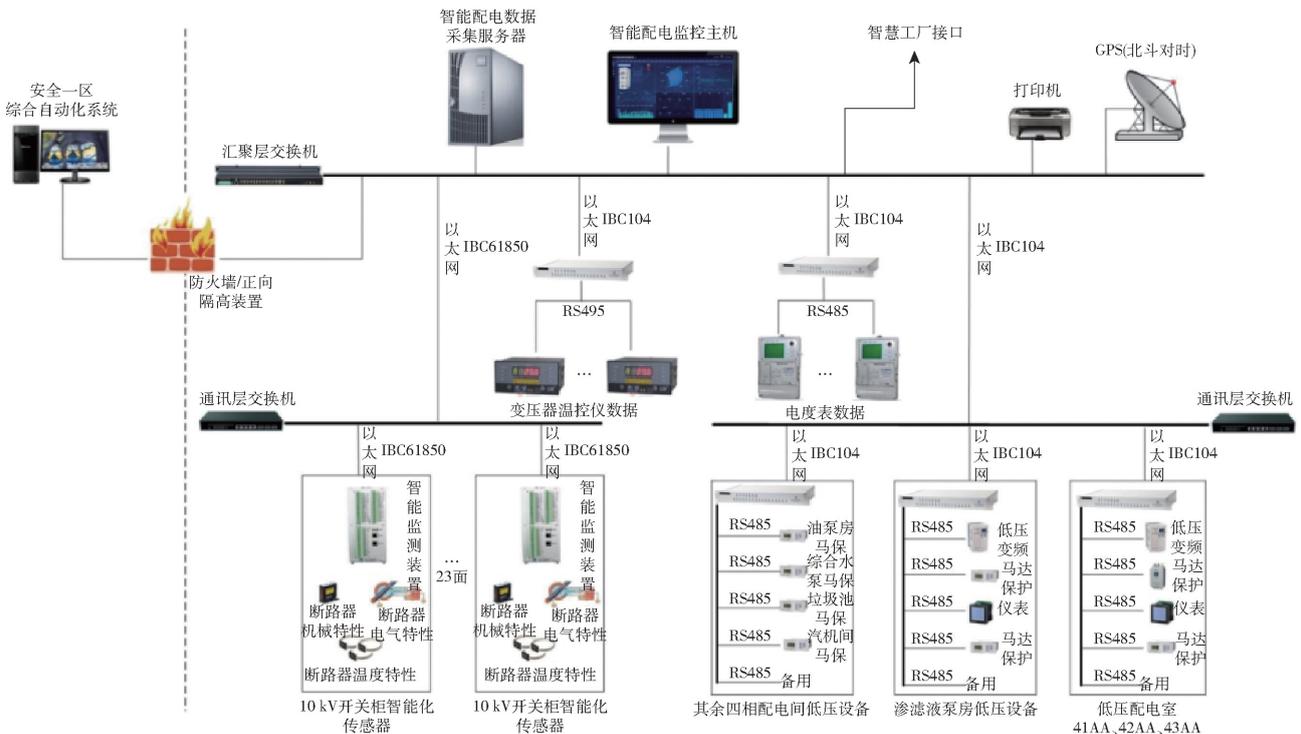


图 1 智能配电系统网络架构

数据采集层:安全一区综合自动化系统 110 kV 及 10 kV 继电保护数据、电能质量在线监测装置、变

压器温控仪、电度表、10 kV 开关柜智能监测装置(含传感器)、0.4 kV 低压马达保护、低压多功能仪表、低压变频器、低压软启动器。

数据处理层:网络交换机、通讯管理机。

数据应用层:汇聚层交换机、智能配电数据采集服务器、智能配电工作站、打印机、GPS 组件。

3 硬件系统参数

3.1 智能监测装置

智能监测装置 IED,采集柜内红外位移传感器,分析开关机构的开距、反弹、超程、分合闸时间、分合闸速度等机械特性指标;

通过 IED 自带霍尔元件采集分合闸线圈电流波形、储能电机电流、电动底盘车电机电流、电动接地刀电机电流等电气特性指标;

通过无线测温传感器采集断路器触头温度、电缆接头温度、母线连接处温度;

从而分析整个开关柜的健康状态,实现对开关柜的全生命周期的管理;

设备状态监测主要包括寿命监测、机械特性监测、电气特性监测和温度特性监测。

(1) 机械特性监测

通过位移传感器,可在每次断路器执行分合闸动作时获取到断路器的合分闸开距、超程、过冲、反弹、刚合/刚分速度、平均分合闸速度。通过对这些指标的综合判断,可以评估断路器执行机构的状态。

(2) 电气特性监测

通过加装的智能组件中的霍尔元件,可以在每次一键顺控的过程中获取分、合闸线圈电流波形与时间、储能电机电流与时间、电动接地刀电流与时间、电动小车电流与时间。

通过这些电流与时间数据的分析,可以评估这些电动机构的状态。

(3) 温度特性监测

通过加装在断路器动触头位置的 6 个温度传感器和柜内温湿度传感器,可以实时监测到断路器梅花触头位置的温升变化,结合电流数值评估梅花触头位置的接触状态。

(4) 寿命监测

通过对开关动作次数和动作切断电流的统计,可以测算出断路器机械寿命和电气寿命。

3.2 通讯管理机

通讯管理机对上连接调度系统、后台监控系统及其他系统,对下连接保护、自动装置等设备,起着承上启下的作用,具有数据集中、规约转换等作用。同时又具备独特的计算功能,可以快速生成系统需要而无法采集的虚拟点,既减轻后台工作压力,又可直接给各系统提供必须的虚拟点。

4 配电智能化管理系统

4.1 全景数据分析及运行报告功能

全景分析系统对变电站在不同时间段的各项运行数据提供了曲线、表格和图形等展现方式,以全方位展示变电站的运行情况(数据可视化展现)。首页为变电站内运维人员实时关注的画面,设备状态列表栏实时展示站内关键设备的健康状况,提醒运维人员进行检修,电量分析栏通过采集站内多功能仪表及电度表计量数据,实时显示站内当前电量消耗状态。

运行报告利用综合自动化系统数据库中的历史数据,对变电站运行情况进行不同维度的统计与分析,形成日报、周报、月报、季报、年报等报表,以便管理人员掌握变电站运行情况。运行报告可参考当前厂内巡检记录表的模式设计,符合运维人员作业习惯,在原表基础上可扩充监测对象,增加数据分析,关联现场移动终端所上传的隐患设备实时状态数据,该功能将替代原有的人为巡检填写录入记录表的方式。

4.2 设备健康管理

目前电力运维人员通过巡检过程中的人为观察对主要设备有一套评估办法。电气智能化管理系统设备状态评估功能将根据原有办法所针对的设备样本设计评价体系(适当增大范围),并将原来人为感官判断办法调整为通过在线监测设备收集的状态数据。

电气智能化管理系统综合在线监测设备收集的数据信息和运行数据信息针对不同对象建立判断模型。自动完成从数据采集到状态判断的过程,并根据判读结果进行深度学习,不断修正判断模型和参数,达到更加精准的判断效果。

通过加装位移传感器,可在每次断路器执行分合闸动作时获取到断路器的合分闸开距、超程、过冲、反弹、刚合/刚分速度、平均分合闸速度。通过对

这些指标的综合判断,可以评估断路器执行机构的状态。机械特性的行程曲线与电气特性的电流曲线相对比,综合计算断路器每次操作过程中的状态,深度分析断路器的健康状态。

4.3 状态检修提示功能

改原有的每班(周)一次固定路线巡检为根据设备状态评估的结论进行有针对性的排查和检修。

改原有的每年一次设备试验为根据监测的设备状态、统计的设备运行时间及设备运行期间的重大事故、过负荷等情况,结合停机计划灵活安排对设备的试验。形成计划检修与状态检修相结合的新型检修模式。

对存在安全隐患的设备给出复检建议;

对处于告警状态的设备给出保养、维护建议;

对处于故障状态的设备给出维修、更换建议。

状态检修除了以设备状态评估作为检修依据之外,还对设备状态监测的历史数据进行分析,观察设备状态变化趋势,对于突变量表征的设备异常安排检修。在提出状态检修建议的同时,系统会调出检修对象的位置、铭牌信息、地理位置、投运时间、历史故障、检修记录、图纸资料、备品存储情况等信息,为检修提供参考。状态检修建议可与 DCS 系统联动,对设备的主动检修可以选择在对生产影响最小的情况下进行。状态检修与计划检修相结合,形成对计划检修的补充。在实践中不断的完善设备状态监测手段,丰富分析模型,修整模型参数。得到更加准确的状态检修建议,逐步调整状态检修和计划检修的比例。

4.4 故障处理辅助决策功能

故障发生时,综合自动化系统配合继电保护设备将第一时间切除故障回路,并提供所有故障信息和开关量变位情况。但由于故障引发的运行状态改变导致数据庞杂,人为很难快速锁定故障位置,并采取应对措施。因此,故障处理辅助决策功能将提供应急预案、故障还原、故障分析等服务。

应急预案:在系统中建立应急事件处理信息库,根据系统报警信息提供的内容,激活与内容相关的

应急处理预案供运维人员选择。结合设备位置信息、故障设备的图纸信息、备件信息等为运维人员处理事件提供全面的信息支撑,为应急事件中的调度指挥提供依据。

故障还原:依据 SOE 信息描述事件发生过程,还原故障发起点及对整个系统的影响。

故障分析:配电智能化管理系统记录每次故障发生的各项数值,并录入事后调查确认的故障原因,形成历史故障数据库。新发故障与历史库中的数据进行大数据比对,判断此次故障可能的原因。随着历史库的不断累积,故障分析还能起到故障预测的作用。

4.5 用户定制化

配电智能化技术是一个迭代发展的过程,电气智能化在生产过程中,工业现场还会不断提出更多要求,在电气智能化系统平台上可以进行更多符合现场使用习惯的功能开发。已开发的功能也将随着运行数据的累积逐渐自我完善。最终实现对电气设备的全生命周期的智能化管理。

5 结论

为减轻运维工作强度、提高用电管理水平,课题在对国内外工业企业电气配电技术进行广泛调研的基础上,研发了一套智能配电监控管理系统。利用高压综合自动化保护系统输出的数据对 110 kV、10 kV 高压侧设备进行监控,利用 DCS 输出的数据和安装的电动机保护器,多功能智能表计等对低压设备进行监控。建立包括采集层、处理层、应用层的三层网络结构对现场数据进行传输,使用现场总线代替硬接线来实现通信,极大的减少电缆使用。将底层设备的机械特性、电气特性、温度特性、寿命等数据传输到服务器,在服务器建立全景数据分析及发布运行报告功能,设备健康管理,状态检修提示功能,故障处理辅助决策功能等,实现了对现场设备的多维度全景智能化监控。最后将该技术应用于实际工程项目,取得了良好的效果。

(下转第 14 页)

Mechanical Damage Mechanism Analysis and Prevention Measures of Multi-Rope Friction Lifting Wire Rope

CHEN Ren-cai, HE Mao-kun

Abstract: Mine hoisting rope, as an important part of mine hoisting system, is an important part connecting elevated containers and the transmit power. Wire rope damage and failure not only pose a threat to the safety of the hoisting system, but also lead to greatly reduced service life of the rope, increased operating costs, and lowered comprehensive economic benefits of the enterprise. This paper analyzes in detail mine hoisting cable failure modes during real operation, the main types and the mechanism of mechanical damage. Control measures are put forward accordingly to mitigate or eliminate those mechanical damages based on the analysis results, hence the service life of steel wire can be prolonged and the safety of hoisting system can be enhanced. The effectiveness of the proposed prevention and control measures is illustrated through case analysis.

Key words: lifting wire rope; damage; fatigue; fracture of wire; control measures



(上接第 4 页)

Study on Industrial Intelligent Power Distribution Supervisory Technology

LIN Yao-yao, WU Xuan-rui, ZHAO Xue-bin, XIONG Yun-yun, LIU Xiao-hui

Abstract: In this paper, a set of intelligent power distribution supervisory and management system is developed to cope with low intelligent level of power distribution in traditional industrial enterprises. Using fieldbus to replace hard wiring to realize communication can greatly save cables, which increases the communication efficiency. The intelligent power distribution network system is divided into three layers: acquisition layer, processing layer and application layer. The undelying collected data of system is sent to the server for intelligent control after processing by the server. The following functions are added into the system: panoramic data analysis and release of operation report, equipment health management, condition based maintenance, and aid decision-making for fault processing. In addition, the function of partial customization for users is also developed. The system has been applied in practical engineering projects, and it is of great significance to improve the intelligent level of industrial power distribution.

Key words: intelligent power distribution; fault prediction; panoramic analysis; supervisory technology

