

[变电站]

智能变电站保护压板远程运维技术研究与应用

文/国网济宁供电公司 徐刚 孙鹏 刘宗杰
山东容弗新信息科技有限公司 张旭丰

从现场实际出发，结合压板的信息和状态两大要素，从压板的定义、影响范围、状态的实时获取、状态检查核对和操作预警等方面进行研究与应用，实现了压板状态的实时掌握，压板自动检查，工作效率得到大幅提升，准确性得到保障，切实加强了变电站安全稳定水平。

随着智能变电站自动化技术的不断发展，调度系统信息化、智能化水平已经达到了很高的程度。继电保护是守护电网安全的重要防线，其保护压板是继电保护装置联系外部接线的桥梁和纽带，关系到保护的功能和动作出口能否正常发挥作用。虽然继电保护本身的信息化、智能化水平很高，但在保护压板管理方面的信息化、智能化水平则相对较低，技术手段已经不能满足运维管理自动化的需要，具体表现在压板运行状态完全依赖于现场人工巡检，而由于继电保护压板在屏柜布局上的高度密集性，在功能上的集成复合性等特点，很容易出现压板巡检疏漏及操作错误。特别是智能变电站投入运行后，压板状态的获取、查看和核对出现了不直观、数量多等问题，导致压板错误更难以及时发现，进而会造成继电保护装置误动或拒动，造成变电站停电事故发生。

智能变电站压板运维现状

随着电网规模的扩大，设备运维工作的信息化、智能化水平得到大幅提高，但也面临着运行设备快速增长、作业半径扩大和人员数量增长有限的挑战。当前变电站运维工作还是采用传统的人工运检模式，以变电站保护压板信息管理和应用为例，压板投切操作、压板定期位置核对性检

查等工作，均需要通过运检人员长途跋涉抵达变电站现场后才能开展，对人员的依赖程度极高，现有的技术手段已不能满足现场运行管理实时化、智能化的需求，问题主要体现为：

1) 依赖人工运维，可靠性差。继电保护压板状态的监控工作主要由变电运维人员在工作中加强现场运维管理，防止因保护压板的错误投退引发设备事故。在保护压板下方贴上状态标签和保护名称标签，将各变电站内保护压板和定值通知单的保护名称进行检查与核对，这些措施在一定程度上减少了误操作的次数，但其防误效果局限性大，且由于保护压板在布局上的高度密集性、在功能上的集成复合性等特点，极易出现巡检疏漏及操作错误，一旦压板运行状态错误且未及时发现，就会造成保护误动或者拒动。近几年的保护监督统计资料表明，人为误投退、漏投退保护压板引发的事故百分比很高，并且造成的损失也愈发严重。

2) 数据检查繁重，易出错误。信息核实、统计报表和历史记录等工作均需人工完成。而人工检查数据繁重，易出错。对于智能变电站，检查数据达1 500多条（含控制字、软压板等），现场检查需要7个工时，周期内检查任务重，压板数据核对易出现错误。数据的时效性和可用性不强，信息上送需至少经过运维、调度两个环节，不利

于调控一体化管理工作水平的提升。

3) 压板防误空白,存在漏洞。在运行中压板投退是否正确可靠主要依赖于经验,规范管理力度不够。过程中缺少预警式防误手段。针对检修压板、环网电源空开等重要的压板、空开操作,虽无须过于冗余的强制闭锁逻辑,但缺少必要的有效防误措施。

通过本方案的设计和应用,围绕关键要素——压板信息和状态,尤其是智能变电站,压板信息和状态已成为当前困扰广大运维人员现场工作开展的难点和痛点,从压板的定义、影响范围、状态的实时获取、状态检查核对和操作预警等方面开展工作,让运维人员对压板状态第一次有了真正意义上的全景了解。项目成果的应用,

能够有效加深运维人员对压板概念及作用的掌握,能够有效提高压板状态核对的全面性、准确性和时效性,能够有效规避现场操作中对压板的误操作,能够有效提高运维工作的信息化和精益化水平,从而真正落实智能运检体系建设的要求,确保变电站安全稳定的运行。

压板远程运维总体思路

以智能变电站保护压板为对象,基于信息化网络和物联网技术,通过对继电保护硬压板和软压板的状态采集、状态监测,结合压板定义、压板影响范围,实现压板的状态检查、操作预警,形成智能变电站保护压板远程运维新模式,总体框架如图1所示。

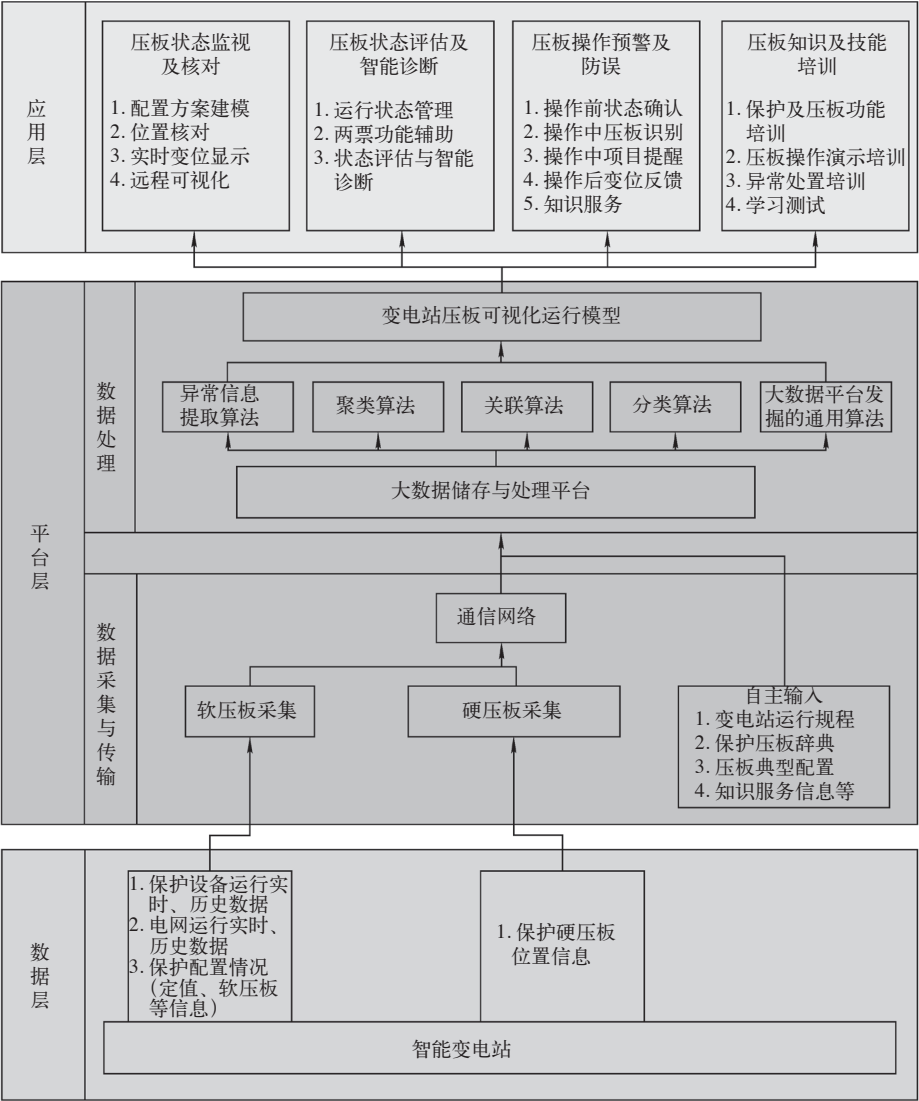


图1 总体架构

智能变电站保护压板远程运维技术包含了硬压板和软压板的远程运维,通过构建保护压板状态监视、状态比对和操作防误等新的运维服务支撑体系,从传统的单点运维模式改变为“现场+服务中心+移动班组”的全新模式,为继电保护的压板巡查、防误操作提供全方位技术支撑和信息化管理手段。

保护压板远程运维总体方案

本方案系统设计方案构架分为三层,分别是数据层、平台层和应用层。系统软件架构图如图2所示。

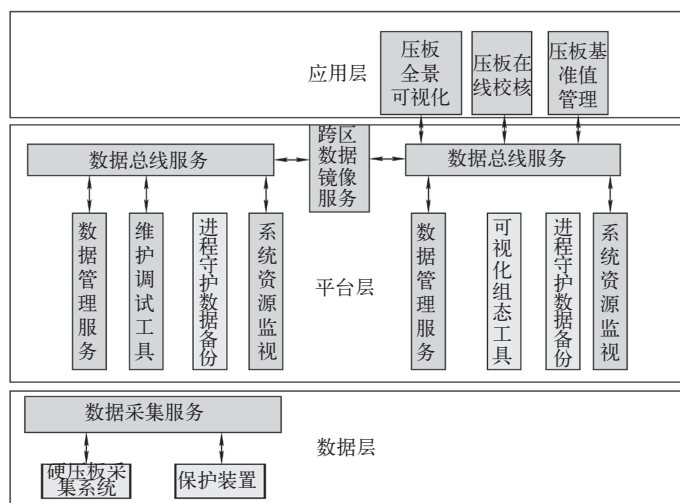


图2 变电站压板智能运维系统软件架构

数据层指变电站内数据收集端,数据内容主要包括:①保护装置实时动作信息、告警信息和状态变位信息;②保护装置定值、软压板、保护版本和当前运行定值区号;③工作电压、装置温度和光强(保护支持送出的);④采样电流、电压幅值及差流值;⑤硬压板位置(远控压板、检修压板);⑥保护录波(HDR、CFG和DAT)。

平台层是变电站智能可视化运维技术的核心,包括数据管理服务、跨安全区数据、数据传输总线服务、跨安全区数据镜像服务、可视化组态工具、系统资源监视及维护调试工具等形成智能变电站数据处理和管理方案。

应用层为变电站运维、变电站检修和变电站现场等多个应用场景提供不同功能组合,提供二次压板全景可视化展示,包括屏柜、继电保护装置软压板、硬压板和控制字,实现压板状态的核对和远监视,实现核对报告的推送。

1. 数据采集方案

变电站数据采集方案,运维系统结构如图3所示。

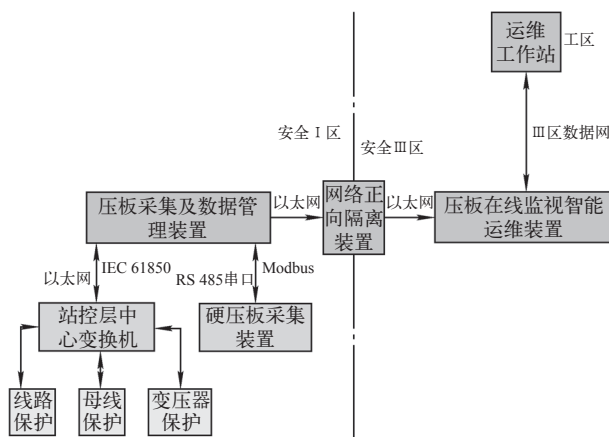


图3 变电站压板智能运维系统结构图

变电站压板智能运维系统包括I区压板采集及数据管理装置和II区压板在线监视智能运维装置,两者之间使用网络正向隔离装置进行数据单向镜像。

I区压板采集及数据管理装置以不同的通信协议实现保护设备信息的准实时采集,并将收集到的信息上传总线;同时支持响应上层应用模块发出的获取信息指令,将收到的指令转换为符合相应设备通信规约的格式,发送给装置进行处理,最后将收到的结果信息返回上送应用。

I区压板采集及数据管理装置以IEC 61850方式实现保护信息的实时采集,采集内容包括:

- 1) 保护装置实时动作信息、告警信息和状态变位信息。
- 2) 保护装置定值、软压板、保护版本和当前运行定值区号。

I区压板采集及数据管理装置以Modbus串口通信方式与硬压板采集装置通信实现硬压板信息实时采集,采集内容包括保护硬压板(检修压板、远方操作压板)。

I区压板采集及数据管理采集的原理图如图4所示。

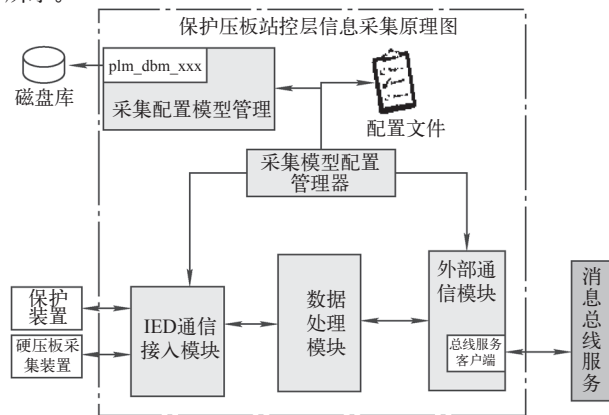


图4 I区数据采集原理图

为实现安全区 I 区的保护压板数据向 III 区实时同步文件（CID、录波）、实时报文信息，以实现通过 III 区调度数据网向变电工区上传信息或客户端远程访问的目的，在安全 III 区同步部署压板在线监视与智能诊断装置，用于 III 区的各项应用，包括数据的远传等功能。

同步服务包括文件同步服务和消息同步服务，实现 I 区压板采集及数据管理装置向 III 区压板在线监视智能运维装置的实时镜像，原理如图 5 所示。

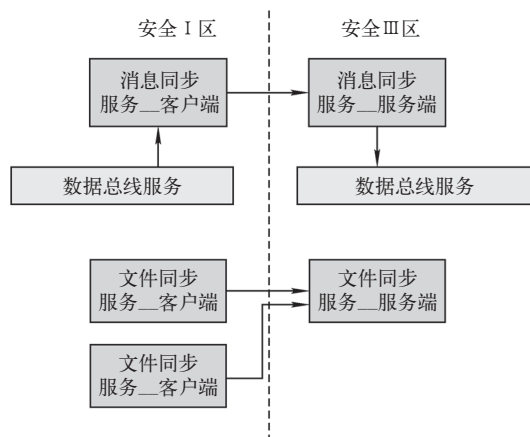


图5 跨安全区数据镜像原理图

消息同步客户端部署于 I 区，客户端挂在消息总线上监听全部消息，转成流数据，发送到 III 区服务端。消息同步服务端部署于 III 区，服务端接收到消息后，将消化后的数据直接发布到 III 区总线。文件同步客户端部署于 I 区实时监视最新文件，文件同步服务端部署于 III 区，由客户端向服务端单向进行文件同步。

2. 压板基准值管理

系统的压板建模支持对变电站所有压板进行统一编码，统一编码作为对压板识别的依据，是开展压板状态获取、变位监视、位置核对和操作预警等各类应用的基础。

系统建立变电站压板配置数据模型，提升变电站硬压板配置的自动化程度，辅助工作人员快速完成变电站压板配置的建模。

保护装置基于运行方式对压板基准值管理，基准值可人工设定，也可根据当前实时数据召唤保存，为实现压板的在线监视与应用，系统支持对压板语义进行自动标签。

3. 压板实际运行状态监视

智能变电站的压板已经按照 IEC 61850 标准进行信息化建模，变电站压板智能运维系统以 IEC 61850

方式实时采集并监视全站压板的当前运行状态。

应用监控画面在压板运维客户端显示压板配置情况，分保护小室、保护屏柜、保护装置及压板多维度多层次展示。操作可以采用图形导航方式、目录检索方式和匹配查询方式。压板状态监测平台总览（通信状态、检修压板）如图 6 所示。



图6 压板状态监测图

保护状态虚拟在线（功能压板、链路压板、远方操作压板和检修压板）如图 7 所示。



图7 保护状态虚拟在线图

4. 压板运行状态核对及告警

在核实时，系统获取与变电站压板运行方案中压板状态的定义，对变电站压板位置可根据选定的运行方式进行核对并生成核对报告，对于基准值不一致的压板进行告警。核对的起始时间点、核对周期以及待核对变电站支持动态设置；支持按批次查看历史核对结果。系统记录压板的历史变化情况，支持按变电站、起始时间、装置和压板等条件对压板的变化断面进行查询，包括压板名称、类型、变位时间和变位前后状态等，用于电网故障分析与回溯查询。

5. 装置组屏方案

系统设备独立组屏采用专用保护柜，采用 19 英寸机架式安装，核心设备采用直流电源供电，保障了系统运行的稳定性。

（下转第 65 页）

2. 客户端应用

客户端主要针对检修场地进、出场进行管理,对检修人员所携带的工器具、材料,通过RFID射频技术,在人员进场获取人员信息、工器具信息和材料信息,并通过互联网传回服务器,再从服务器获取实时更新的数据;对非检修、维护的相关工作人员进入特定的检修区域进行限制,实现在有限空间中检修过程高效信息数据管理。

RFID应用创新

RFID (Radio Frequency Identification, RFID) 是一种自动识别技术,通过无线射频技术进行非接触式的方式进行数据通信,对识别目标获取数据,是20世纪末兴起的一种集合了射频技术、微电子技术以及IC卡技术的自动识别技术。

发电机检修、维护全过程规范化管理将RFID技术、网络通信技术和数据库技术等信息技术利用无线射频方式对记录媒介进行读写,从而达到识别目标和数据交换的目的。进而将技术结合,应用于检修、维护管理;实现检修、维护过程中检修工具、检修物资、检修人员状态及使用情况信息的数字化,为科学开展发电机检修、维护全过程规范化管理提供了基础。随着物联网、大数据和移动互联网等信息技术不断进步,促进了信息化管理的发展,使得检修、维护全过程规范化管理具备了物联化、协同化和科学化三个新的特征。

(1) 物联化

物联网技术应用于有限空间的检修、维护现场,数以千计的贴有RFID标签的工具、物资和人员通过RFID读写器通过通信网、互联网和传感网

互联互通,使得管理者可以更全面、直接、快速且真实地获取检修现场实时的人员、物资和工器具的状态信息。

(2) 协同化

泰山抽水蓄能电站各个库房、各个风洞和各个移动检修场所等基于统一的发电机检修、维护全过程规范化管理平台开展工作,根据权限共享信息,信息在各个检修部门之间按业务流程顺畅流动,打破了“资源孤岛”和“应用孤岛”,工作过程中信息获取成本大大降低,工作效率大大提升。

(3) 科学化

各种新的信息技术的应用使得管理者可以获得更加全面、实时且准确地检修物资、工器具和人员的管理数据,并且可以通过发电机检修、维护全过程规范化管理平台信息系统对数据信息进行分析 and 挖掘,对发电机检修、维护的管理与决策活动制定出更加客观、理性和科学的方案。

结束语

研究发电机检修、维护全过程规范化管理是增强抽水蓄能电站企业实力的重要举措,是改善电站设备检修经济性、提升发电设备供电电能的安全性、与可靠性的保障。利用RFID技术结合系统对发电机检修、维护的过程进行规范化管理分析研究,为实现抽水蓄能电站运维检修提高管理水平与效率,保障发电机以及整个运行环节的安全性,对抽水蓄能电站运行管理具有现实意义。EA

(收稿日期: 2019.06.02)

(编辑: 朱金凤)

(上接第62页)

结束语

本文依据在山东220 kV金字变电站、220 kV红运变电站试点应用经验,结合现场实际情况,总结、调整和完善本方案后,通过压板状态的实时获取和自动比对,运维人员不仅实现压板状态的实时掌握,还将压板比对由费时的人工复检转变为自动化的自动检查,检查用时从数小时降低为数分钟,工作效率得到大幅度提升,同时还确保了检查工作的完整无遗漏;运维人员对压

板的了解和掌握更加到位,现场误操作的可能性大幅降低;通过压板状态的统计分析,再结合大数据分析技术,实现压板状态的灵活查询和展示,进一步延伸出压板的状态评估和智能告警,从而有效减少因误操作或压板状态不正确造成的设备停运和电网事故,从而减少异常停电给电网和社会带来的损失。EA

(收稿日期: 2019.03.06)

(编辑: 朱金凤)