

数字化转型环境下变电站站用变全回路智能监控装置的研究

林春木

国网福建省电力有限公司晋江市供电公司，福建晋江，362200

摘要：随着变电站信息化、数字化建设的不断推进，切实做好变电站站用电的信息化、数字化建设工作已经成为变电站安全稳定运行的基础。针对当前变电站站用电的监测手段传统、信息化水平低等问题，本文基于当前变电站站用电系统，梳理了变电站站用电治理模式及信息管控需求，重构面向数字化转型的变电站站用电的信息化监控体系，并提出信息化整体解决方案，探索数字化治理环境下变电站站用电的监管体系与方法，以保障变电站可靠、高效运行。

关键词：变电站站用电；电流监测；监测架构；监控装置

中图分类号：TM769

文献标志码：A

0 引言

在信息化不断发展的浪潮下，随着智能变电站的快速发展，人们需要及时关注变电站内站用电，并更新相关监测、监管方式，改进用电运行监测管理及治理思路，切实提升变电站站用电各回路的安全稳定性，全面保障变电站可靠、安全、稳定运行。

1 变电站站用电概述

变电站是指电力系统中对电压和电流进行变换并接受电能及分配电能的场所^[1]。目前变电站用电设备主要包括变压器的冷却装置、直流系统的整流装置、空调、柜内加热器、场地照明、门卫室的生活用电、试验电源等。各回路用电在设计之初与现有用电设施负载可能存在不匹配的情况（如门卫室，由于生活需要增加了热水器、电磁炉，后来由于工作需要又陆续增加消防

主机、安防主机等），因此出现回路电流过大导致的线路发热，从而引发电气火灾隐患。传统方式仅靠支路的空气开关进行跳闸管控，实际上可能存在空气开关与电路负载不匹配的情况，从而引发安全隐患。因此，变电站需要在各用电回路实现电流在线采集，并实时地将采集到的数据通过后端管理中心进行统一监测和分析管理（如定值设定）。当回路用电负载超过设定值时，可触发报警信息并推送相关负责人，就可能避免因负荷超出原来设计能力引起的发热起火问题。通过数值时间分布分析就可以知道开关柜加热器是否按要求启动运行等，从而弥补其他不足并提升整体变电站用电信息化安全监管水平。

2 数字化转型环境下变电站站用电信息化监控体系研究

2.1 整体架构

根据变电站站用电监测及管理需求得出信

基金项目：本文系国网福建省电力有限公司科技项目资助“变电站站用电全回路智能监控装置的研究”（项目编号：521331220001）

息化监控体系的整体搭建思路包括三大部分：

(1) 前端智能监控装置：包括电流互感器、数据处理模块、传输模块，可实现回路电流的采集监测并通过传输模块向后端管理平台传输数据及接收指令。

(2) 网络传输：借助网络将数据传输到指定的后台进行处理。

(3) 后端管理中心：可对各智能监控装置的数据进行接收、汇总，并可对各装置电流阈值设定指令下发、历史电流数据回顾、报警信息推送、装置设备管理等。

2.2 前端智能监控装置

该智能监控装置主要对电流数据进行有效采集并将其回传至后端管理中心。监测装置设置有处理器和分别与处理器通信连接的外接模块以及无线通信模块；外接模块设置于监测装置的外侧端，其可用于连接多种外部测量传感器和接收各用电回路的数字信息，并将接收到的信息输送给处理器进行分析。

外部传感器包括电流互感器、电压互感器、热敏电阻器、漏电互感器等，可用于采集各用电回路的数字量信息，并将采集到的信息传输至处理器进行分析。

鉴于实际应用场景及便于现场人员查看相关电气数据等原因，本装置可部署液晶显示屏。该显示屏可显示电压、电流、功率、漏电值等数据，便于人们对多项监测数据的查看，且可通过装置按钮进行翻页查看。

处理器将所采集的数据信息进行分析处理后，通过无线通信模块上传到指定的后端管理平台，同时可接收来自平台的指令并应用于装置内。

鉴于现场实施环境，整体装置中各设备将采用可滑动的卡扣安装方式，其实施过程简单方便快捷，可在短时间内快速部署并上线，可以降低设备安装及调试给现场环境带来的不便。

该装置的部署主要是在变电站各支路空开下端出线处部署互感探测器，而探测器可对各支

路回路的电流数据进行采集并将其传输至监测装置内。为避免装置故障导致下端负载设备用电异常，该装置电源采用并联的方式进行供电，通过对各支路回路的负载电流进行智能分析，可及时发现各支路可能出现的过载、漏电、过压等用电异常问题，实现对站用电负荷异常的预警功能^[2]，并可在现场发出声光报警并结合后端管理中心发出报警信息通知，便于运维人员第一时间定位报警线路及原因，达到智能化监控管理目的。

2.3 后端管理中心

变电站站用电馈线负荷通过前端智能监控装置实现电气数字化后，可让管理人员快速地通过所采集的数据了解各设备运行状态。站用电接线、负荷设备具有相对稳定的特点，反映在具体量化数字上就是电流、电量具有相对稳定性。根据这个特点构建的后端管理中心可作为前端与后端数据整合与汇聚的业务中台。

设备管控就是指对设备的常态化管理。设备即指前端智能监控装置，可及时发现各设备的运行状态，确保数据采集的稳定、有效、及时。设备管控功能可以设备在线添加管理、设备在线/离线状态监测、设备异常报警为主要管控维度，结合设备信号强度、设备位置、设备监测线路等信息，为后续的报警机制管控奠定基础。

报警机制管控作为整个后端管理的核心功能，其设定关乎整体监控体系是否完善，且结合变电站站用电设备具有接线及负载相对稳定的特性，可总结为常值、限值、均值的三值管理。

(1) 常值管理指前端监控装置所监测的负荷支路的电流值是否与设备的正常运行状态相符合。如：某监测时间点该支路的负荷设备未运行，但该时间点为何实际监测有电流，是否可能是设备或线路发生漏电，或是设备在某种状态下存在寄生回路而导致该问题产生。

(2) 限值管理指前端智能监控装置所监测的支路最大允许通过的电流值，系统应可对该电流值进行限值管理设定，当前端设备采集到的数据超过该限定值，应可触发报警信息。如：某支路

允许通过最大电流为10A，而该支路实际的负载已超过10A，但传统的手工或巡检模式难以及时发现，从而导致线路过热进而出现电气火灾。

(3) 均值管理指对相同的设备采取均值比对，即通过负荷电流、电量的比对及时发现某设备可能存在的问题。若功率相同的风机设备的电流监测数据值相互间偏差过大，可能存在设备老化、支路负载不足等问题，可通过历史数据汇总、做好均值分析管理等方式及时发现问题并将其消灭在萌芽状态。

报警信息责任人的设定可结合变电站的值班规则、设备巡检流程、报警处置制度进行调整，并在该模块嵌入工作流引擎模块，便于后续的管理功能进行扩展。报警信息责任人应该设定第一责任人、第二责任人、第三责任人，系统应在逻辑顺序责任人未及时处理的情况下逐步向第二、第三责任人推送报警信息。

报警触发功能体现在通过上述限值管理设定最大电流值后，若前端智能监控设备监测到支路的电流值超过该限定值，系统就会自动检测并触发报警功能。该功能能及时通过网页弹窗、声光报警、短信推送甚至是自动语音等方式将报警信息推送至相关管理人员^[4]。

数据分析统计功能作为系统重要的组成模块，负责对系统所有数据的汇总分析，其可对前端每台终端设备的支路电气数据进行汇总，可实现按时间段、时间点进行相关数据的查询，并可通过折线图、曲线图、饼状图等各类图形结构对日常数据进行分析，快速直观地发现各支路用电异常数据，消除隐患。同时，随着数据的进一步采集及历史数据的积累，系统将实现对数据的自动分析，快速展示或预警可能出现的异常情况，并形成文字及图形提示。

可视化数字驾驶舱作为前端人员的日常监测、监管查阅入口，对切实保障系统日常监测工作的有效开展起着至关重要，因此该数字驾驶舱应具备以下功能：

(1) 在“数字驾驶舱”展示界面，用户可设

定所有监测点或单选某个监测点在该数据大屏进行展示；(2) 在“数字驾驶舱”展示界面，用户所选择的监测点可在该大屏的地图上进行标注点展示；(3) 地图点位的标注应可结合该监测点的设备监测状态进行颜色区分，如若设备离线则该标注点显示橙色，设备正常则显示绿色，设备报警则显示红色。选择地图上对应的监测点，应可在该大屏的设备列表中查看此单位对应的监测设备的清单及在线状态，同时可通过该路口快速点击查看各支路所采集的电气数据情况。

数字驾驶舱应实时展示各类报警信息，并进行报警消息滚动，便于人员实时查看，同时结合报警情况应可在数字驾驶舱实现报警信息的弹窗报警及声音报警。在数字驾驶舱的其他数据展示模块，应根据不同的规则，展示各类设备的报警类型数量占比、设备状态占比、历史报警数据曲线等直观数据，便于用户查看。

2.4 监控策略

通过前端监控装置及后端管理中心的体系搭建，形成一套可执行、落地的信息化工具，但仍需做好日常监控的管控和完善工作方可真正实现变电站站用电信息化监控体系：

(1) 事前采集，即前端智能监控装置在部署后，应做好实地线路数据的采集，包括该线路用途、线径大小、末端负载设备类型、设备功率等数据的采集。

(2) 事中设定，即前端装置部署上线后，应结合事前采集的数据，做好各项限值管理的设定，如最大允许电流、最大允许功率等，方可最终实现报警信息的有效触发。

(3) 事后分析，指在某时间段内通过对各支路电气数据的采集，发现设备运行的规律，并结合系统数据分析，可及时发现可能存在的漏电或寄生回路情况，同时也可研判可能存在的其他问题^[3]。

整体监控策略的设定，应结合变电站监控中心管理手段形成统一调度指挥，通过数据驾驶舱可直观查看，并联动相关业务系统进行管理。

2.5 维护策略

一套完整监控体系的建设应可实现所有业务数据的全流程闭环。变电站站用电信息化监控体系的业务数据全流程闭环具体指数据采集、监测回传、系统研判、报警触发、现场整改、整改数据回传六部分。

维护策略指触发报警信息后,系统应及时通过后端管理系统实现接收报警信息、处置信息、信息更新三大流程^[5]:

(1) 工单指派,即报警信息一旦触发后,应可自动形成警情信息化工单,并将该工单自动指派给该设备所属负责人,该负责人在接收到该报警信息后,应立即前往报警点位进行警情处置。

(2) 现场检查,即负责人到达现场后,应检查现场情况是否与报警信息相吻合,并可在警情信息化工单内添加现场处置情况、现场处置结果、现场可能遗留的问题等内容,随后通过文字、图片等方式进行上报。

(3) 信息更新,指通过现场检查,对可能影响到已设定限值的因素及时做好信息更新,避免后续产生误报。

同时,为实现各前端智能监测设备的可持续运行,应建立相应的备品备件库及出入库文档信息登记,一旦出现智能监测设备故障且在短时间无法恢复的情况,应第一时间启用备品备件,快

速恢复设备监测功能,防止因出现监测空档期而引发风险问题。

3 结语

变电站的可靠运行对电网起着至关重要的作用。本文结合变电站站用电实际情况,构建站用电信息监控体系的架构,提出站用电信息化监控的整体解决方案,详细阐述系统功能搭建及信息处置流程,为提升变电站站用电的安全管控水平提出新的研究思路和方法,并切实探索信息化转型环境下的体系与方法,助力变电站信息化管理水平的提升。

参考文献

- [1] 陈炯聪.智能变电站数据信息过程管控方法与融合应用研究[D].广州:华南理工大学,2018.
- [2] 姚浩,李鹏,郭晓斌,等.基于大数据的告警信息处理和故障设备定位技术研究[J].电网与清洁能源,2014,30(12):72-77.
- [3] 孙亚宏.智能变电站继电保护配置的分析[J].机械管理开发,2020,35(4):244-245+250.
- [4] 王荣辉,万灏,王健.电缆火灾预防和控制技术浅议[C].全国阻燃学术年会论文集,2004.
- [5] 王英华.剩余电流火灾报警系统的设计原理及应用[J].低压电器,2008(2):10-12.