

高低压成套开关设备智能化控制系统的设计及实际应用的效果

宋建雄，党育，潘静怡

(广西机械工业研究院有限责任公司，广西 南宁 530007)

摘要：随着科学技术水平的不断提升，高低压成套开关设备的智能化控制水平也随之提升，智能化控制系统已经在电气设备中逐渐被应用。然而，当前高低压成套开关设备的智能化设计还存在一定的不足，这些不足之处对其广泛应用造成了很大的影响。基于此，本文针对高低压成套开关设备智能化控制系统的组成及功能进行分析，着重对开关设备智能化控制系统的设计方法进行探讨，并提出高低压成套开关设备的实践优化方案，进一步提高设计水平，确保电力系统的安全性和可靠性。

关键词：高低压开关设备；智能控制；系统组成；优化

中图分类号：TM591

文献标识码：A

DOI：10.12230/j.issn.2095-6657.2023.11.024

开关设备是配电网的重要组成部分，开关设备发生故障后，易引起断电乃至火灾等事故，造成严重危害。传统的开关设备检修方式具有被动性，出现质量问题再进行维修需耗费较多的资源，且检修对员工的依赖性强，检修结果受主观因素的影响。在此背景下，智能化成为开关设备控制的重要发展方向，技术人员需开发智能化控制系统，实现对开关设备的在线监测、全面评价及实时管控，确保开关设备的稳定运行。

1 高低压成套开关设备的应用现状

高低压成套开关设备在控制、计量、数据转换等环节均肩负重任，在电力系统中占据着举足轻重的地位，运行状态将直接反映在电力传输质量层面，足以及见高低压成套开关设备的重要性。我国的高低压成套开关设备尚有较大的进步空间，虽然业内人士正积极推进智能化发展进程，但尚处于初期发展阶段，智能化技术的应用水平有限。为促进高低压成套开关设备的智能化发展，仍需在智能技术应用层面持续深耕，以输配电系统安全和稳定运行为基本前提，进一步优化系统信号传输与数据转换功能，以此来打造高品质的智能化高低压成套开关设备，进而提高输配电系统的整体运行水平。

2 高低压成套开关设备智能化控制系统设计

2.1 系统结构

应用层、数据层、传输层、感知层属于智能化控制系统的重要组成部分，具体详情如下。

(1) 应用层：具有监测开关柜运行状态、系统集成接口、故障诊断及预警等功能。全面监测高低压开关设备，评价开关

柜的运行状态。应用层功能的实现需得到数据层和感知层的配合，如此才可确保监测与控制的有效性。

(2) 数据层：将感知层传递的信息与数据传输至应用层，由应用层对比分析实测数据与理论数据，评价高低压开关柜的运行状态，准确识别存在的故障并进行处理。

(3) 传输层：提供有线传输和无线传输两种方式，实现与数据中心的数据交互。在传输层的多元化传输方式下，由数据中心根据数据判断开关柜的运行状态，锁定故障后快速处理。

(4) 感知层：此层的核心部分为多种类型的传感器，负责收集与开关柜运行状态有关的数据，汇总后传输给应用层，由其分析数据。感知层属于智能化控制系统的基础组成部分，是其他各层功能得以实现的基本前提，彼此间在运作流程上存在密切的联系。

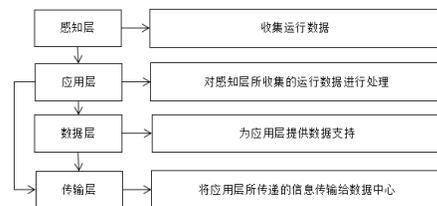


图1 智能化控制系统运行流程示意图

2.2 系统功能

(1) 实时采集数据。数据的采集由传感器、互感器等装置协同完成，汇总和管理采集的数据，为日常工作提供参考，例如，运维人员根据工作需求及时查询数据，采取维护措施、故障处理措施。系统提供的数据呈现方式丰富，颇具代表性的是实时表格形式，员工能够便捷地查询数据，根据数据高效地开展

(2) 精准检测故障。系统对比分析传感器采集的数据与初步设定的数据，评价被测元器件是否存在故障。其中，改进拉普斯分值法在智能化控制系统中具有可行性，能够根据传感器采集的数据精准识别故障特征，来判断故障的类型。

(3) 故障警告。智能化控制系统采用可视化界面技术，以声音、文字等方式呈现警告信息，使管理人员或其他工作人员及时发现高低压开关设备的故障。故障警告包含报警时间、故障问题、影响范围等，所有的故障信息均可得到完整的存储，便于后续追溯。

(4) 评估设备运行状态。智能化控制系统引入多种算法，对电能质量、环境状态等相关数据进行系统分析，判断高低压成套开关设备的运行状态。评价结果以雷达图的方式呈现，准确且直观。

2.3 电路设计

配电网的运行状态将对高低压成套开关设备应用效果产生影响，在控制系统的智能化发展思路下，电路设计需考虑用电设备时间周期与设备运行特性相吻合。电网运行条件复杂，设计人员需考虑短路电流、接地对设备运行状态的影响，采取控制措施和防护措施。部分用电设备的功率大，运行过程中存在较强过载量，此时的电路设计需根据设备运行特性进行^[1]。外部环境具有多元性、不确定性，电力系统可能在某些外部环境的影响下出现异常，因此，设计人员还需评估环境因素对电力系统的影响，加强管控，营造有利于高低压成套开关设备平稳运行的外部环境。

2.4 互感器设计

(1) 电流互感器。电流互感器应按 IEC185 标准的有关要求及选用，并考虑到每个装置的具体要求。电流互感器应符合规定的电流比要求，其精度等级满足仪表仪器运行要求，电流互感器二次侧应考虑开路保护。

表1 电流互感器精度要求

进线柜电流互感器精度要求：	保护级：5P20	测量级：0.2
计量柜电流互感器精度要求：	保护级：5P20	测量级：0.2
馈线柜电流互感器精度要求：	保护级：5P20	测量级：0.5

表2 电流互感器技术参数

1	类型	树脂浇铸式
2	额定电压	12kV
3	额定短时耐受电流（4s）	31.5kA
4	额定峰值短时耐受电流	80kA
5	额定频率	50Hz

(2) 电压互感器

电压互感器应按 IEC186 标准的有关要求及选用，并

考虑到每个装置的具体要求，为可抽出式，电压互感器初级采用高压熔断器保护，母排不断电可调换熔断器，其精度等级满足仪表仪器运行要求。

表3 电压互感器技术参数

1	类型	树脂浇铸式
2	额定电压	12kV
3	额定频率	50Hz
4	额定峰值短时耐受电流	80kA

2.5 面板和控制回路的设计

(1) 面板设计。面板是设备运行阶段自主性检验和配置的重要装置，若面板设计不合理，会导致部分元件的运行状态较差，无法发挥出应有的性能优势。设计人员需充分考虑面板安装位置的合理性和控制机制的可行性，避免因面板摩擦而出现使用寿命缩短的情况。

(2) 控制回路设计。在常规方式下，控制回路采用手动合闸方式，存在操作繁琐、不及时等问题。在智能化的控制系统设计策略下，将手动合闸优化为自动合闸的方式，并根据实际需求进行手动和自动操作的灵活切换。控制系统自动合闸前，先检验电流和电压是否达标，确保两项指标均无误后再开始合闸，避免设备因电流或电压异常而出现损伤。控制回路自动合闸操作的便捷性较高，在高低压成套开关设备保持自动运行状态时，合闸操作仅通过远程操作即可完成。

2.6 开关柜整体设计

(1) 根据行业标准进行高压开关柜的设计。作为一套完善的高压开关柜，需具有功能单元、仪表设备、控制保护等各类功能装置，设计时考虑各装置的结构特点，为各装置留出充足的空间，以便开展线路连接、检维修工作，并为后续的升级改造打好基础。高压开关柜出现最大短路故障时，应稳定承受电气及机械应力，维持稳定状态^[2]。

(2) 高压开关柜应是全封闭型，柜内每个装置应连续运行。

(3) 在设计母线室、电缆室、开关室和低压控制小室时，需根据各部分的功能特性进行金属全分割，并开辟过压释放通道。经过实地建设后进行试验，检验过压释放通道的可行性。

(4) 手车式断路器断开时，需自动隔离电缆侧和母排侧，同时要求该装置要带有自动锁扣的金属护板，以发挥好安全防护作用，保障安全。

(5) 电缆室接线空间应比较宽敞，电缆接头距柜底高度应不小于 650mm。

(6) 高压开关柜内采用加热及温控装置，突破低温环境对装置运行状态的制约，避免因温度偏低而出现电气设施难以正常运行的情况。

3 高低压成套开关设备的实践优化方案

3.1 电路优化方案

(1) 确定负荷。兼顾设备季节性的运用系数及长期和短期的运用系数,根据多项因素做全面的设计,提高系统的性能。关键策略为:1)遵循因地制宜的原则,评估环境因素对设备的影响,以免设备因系统的短路电流和接地而无法正常运行;2)合理进行电路排布,保证电路的适用性;3)以用户需求为导向,做好元件及柜体设计工作,使设计方案可满足用户对其提出的功能需求。

(2) 辅料的优化。壳体、母排及电缆均是重点考虑对象,各自对高低压成套开关设备的运行状态均有明显的影响。以母排和导线为例,应用较为广泛的是铜、铝两类,针对此类材料进行优化设计时,需考虑工程质量要求和用户对设备提出的功能要求,做合理的材料配置。设计时应考虑到用户的过载裕度,在不影响正常使用的前提下减少不必要的材料投入,降低成本,例如,母排可采用铜排,若部分线路的电流较大,为保证安全可进行多根铜排并联设计,以此来提高载流能力,同时此设计方式在保证设备正常运行的同时还可降低成本,兼具提质量、降成本的效果。

3.2 元件排布优化方案

(1) 元件结构的优化。1)安装高度和柜底的距离需超过20cm,开辟出部分空间以便安装、检维修活动的高效进行。2)仪表设计时,应合理规划仪表的布设位置,使其在视线可及的范围内。3)对于操作手柄,根据人机工程学原理设计,在距离柜底1.5m左右较为合适,以便操作。4)元件运行时若释放较多的热量,应增设散热装置,提升散热效果,避免元件因过热而发生故障。以大负荷元件为例,其线路较为复杂,在设计柜体时可将其规划在最低部位,此优化方式有利于布线的高效进行。5)柜体的安装和线路的排布需兼顾建筑整体结构形式,使柜体和线路均保持稳定工作状态。

(2) 柜体排布方式的优化。根据柜体形式做有针对性的设计,例如抽屉类柜体可采用插拔式开关,以便操作。同时,根据整体的空间结构特点进行元件的排布设计,若采取结构较为紧密的排布方式,宜采用防护性能良好且结构较小的元件,适应较为紧密的空间,并通过此类优质元件的应用提高系统的综合性能。对于操作性较高的元件,其布设位置应根据操作便捷和拆卸合理的要求予以优化,以免影响后续检维修工作的顺利开展^[3]。

4 实际的应用效果

实际应用中,高低压成套开关设备智能化控制系统能够显

著提高设备的自动化程度和控制精度,从而减少了人工操作的出错率和设备的能耗消耗。此外,智能化控制系统还能够对设备进行远程监控和控制,实现智能化配电和故障自动排除,从而提高设备的安全性和可靠性,并减少了维护和维修的成本。最终,高低压成套开关设备智能化控制系统的实际应用效果是降低了设备运行的风险和成本,提高了设备的效率和运行质量。此外,高低压成套开关设备智能化控制系统的实际应用效果还表现在以下方面。

首先,智能化控制系统可以实现对设备运行状态的实时监测和预警,及时发现设备故障和异常情况,从而减少设备停机的时间和损失。其次,智能化控制系统可以通过数据分析和智能算法优化设备的运行模式和节能措施,减少能源消耗,提高设备的经济效益。最后,智能化控制系统还可以集成到智能化建筑系统中,实现设备的互联互通和智能化管理,从而提高建筑的整体性能和可持续性。

高低压成套开关设备智能化控制系统的实际应用效果是多方面的,可以提高设备的安全性、可靠性、可持续性和经济效益,满足现代化建筑和工业领域对设备自动化和智能化控制的需求。

5 结语

综上所述,妥善设计高低压成套开关设备是保证设备功能得以正常实现乃至所在配电网稳定运行的重要前提。在信息技术日益发展、多领域融合的趋势下,高低压成套开关设备的控制更具复杂性,设计人员需要推动控制系统的智能化发展进程,由系统自行完成监测、数据采集、分析、故障响应等操作,为高低压成套开关设备的稳定运行提供保障。对于高低压成套开关设备的发展,需以智能化、模块化、专业化为基础导向,相关人员应持续探索发展策略,从而提高高低压成套开关设备的综合发展水平。

参考文献:

- [1] 魏益松,林婷艳.高低压成套开关设备智能化控制系统的设计[J].电子技术与软件工程,2021,(24):190-191.
- [2] 沈凯.高低压成套开关设备智能化控制系统的设计与运用[J].电工技术,2020,(16):73-74,76.
- [3] 陈德华,罗鹏飞.高低压成套开关设备智能化控制系统的设计及应用研究[J].科技创新导报,2019,16(22):62,64.

作者简介:宋建雄(1988-),男,湖南娄底人,工程师,大学本科,主要从事糖业智能化设备生产及配电设备生产应用研究。