

110kV 变电站电气自动化技术及应用研究

韩 棚

国网河南省电力公司沈丘县供电公司, 河南 周口 466300

[摘要]文中针对 110kV 变电站电气自动化技术及应用进行了深入的研究,介绍了变电站电气自动化技术的概念、发展历程和技术体系,并重点探讨了其关键技术和应用案例,提出了技术的优化和改进方向,对未来的发展趋势进行了展望。

[关键词]110kV 变电站;电气自动化技术;关键技术;优化改进

DOI: 10.33142/ect.v1i4.9335

中图分类号: TM63

文献标识码: A

Research on Electrical Automation Technology and Application in 110kV Substation

HAN Xu

Shenqiu County Power Supply Company of State Grid He'nan Electric Power Company, Zhoukou, He'nan, 466300, China

Abstract: The article conducted in-depth research on the electrical automation technology and its application in 110kV substations, introduced the concept, development process, and technical system of substation electrical automation technology, and focused on exploring its key technologies and application cases. The optimization and improvement direction of the technology was proposed, and the future development trend was prospected.

Keywords: 110kV substation; electrical automation technology; key technologies; optimization and improvement

近年来,随着电力行业的快速发展,变电站作为电力系统中最重要的组成部分之一,其电气自动化技术的应用也变得越来越普遍。110kV 变电站作为电网的重要环节,其电气自动化技术的研究和应用具有重要的现实意义和深远的发展前景。目前,国内外关于变电站电气自动化技术的研究已经取得了一系列重要的进展和成果。国内主要研究机构和企业在该领域进行了大量的研究工作,取得了一定的成果。国外主要研究机构和企业在该领域也取得了一些重要的进展,具有很高的研究价值和实用意义。

1 110kV 变电站电气自动化技术概述

1.1 变电站电气自动化的概念和定义

变电站电气自动化是指在变电站内部或与配电网之间,采用计算机、通信、控制、保护等现代信息技术手段,实现变电设备自动化、数字化、网络化、智能化的一种系统。变电站电气自动化通过监控、控制、保护、通信等功能,实现了对变电站内部和配电网的远程控制和智能管理,提高了设备的运行效率和电网的可靠性,具有重要的现实意义^[1]。

1.2 变电站电气自动化的发展历程

变电站电气自动化技术的发展历程可以分为三个阶段:起步和初期发展阶段、快速发展和成熟阶段,以及数字化和智能化阶段。

1.2.1 变电站电气自动化的起步和初期发展

20 世纪 60 年代末到 70 年代初,我国开始探索变电站电气自动化技术,主要应用于厂用电站和铁路电力系统。这一时期的变电站电气自动化系统主要采用硬连线逻辑

控制,缺乏通用性和灵活性。

1.2.2 变电站电气自动化的快速发展和成熟阶段

20 世纪 80 年代初,计算机和通信技术的迅速发展,使得变电站电气自动化得到了快速发展和广泛应用。这一时期的变电站电气自动化系统采用了微机控制、通信互联和数字保护等新技术,使得系统功能得到大幅度提升。同时,变电站电气自动化系统的普及也得到了快速推广,逐渐成为变电站自动化升级改造的主流方向。

1.2.3 变电站电气自动化的数字化和智能化阶段

21 世纪初,随着信息技术和智能化技术的快速发展,变电站电气自动化系统开始数字化和智能化的方向发展^[2]。系统智能化、自适应控制和在线诊断等新技术的应用,大大提高了变电站电气自动化系统的安全性、可靠性和可维护性。

1.3 变电站电气自动化的技术体系

变电站电气自动化技术体系是由计算机技术、通信技术、控制技术、保护技术等多个方面组成的。其中,计算机技术是变电站电气自动化的核心技术,包括硬件和软件两个方面,它们共同构成了计算机控制系统。通信技术则是变电站电气自动化的重要支撑技术,主要包括局域网、广域网、无线通信、光纤通信等多种技术手段,用于实现变电站内部设备之间和变电站与配电网之间的信息交互。控制技术则是变电站电气自动化的关键技术之一,主要包括 PLC、DCS、SCADA 等多种技术手段,用于实现对变电站内部设备的控制和监控。保护技术则是变电站电气自动化的基础技术,主要包括数字保护、继电保护、遥控遥信等

多种技术手段,用于实现对变电设备的保护和运行。

综合以上分析,变电站电气自动化技术体系是一个复杂的系统工程,需要涵盖多个方面的技术手段,才能实现变电设备的自动化、数字化、网络化、智能化。在实际应用中,还需要根据变电站的特点和实际需求,进行系统的定制化设计和开发,以达到最佳的应用效果。

2 110kV 变电站电气自动化技术关键技术研究

2.1 变电站电气自动化系统架构

变电站电气自动化系统架构是指系统的整体组成结构和各个组成部分之间的关系。在实际应用中,变电站电气自动化系统一般分为三个层次:控制层、传输层和操作层。

控制层是变电站电气自动化系统的核心部分,主要由控制器、执行器和传感器组成。控制器负责系统的数据采集、处理和生成控制命令,执行器负责执行控制命令^[3],传感器负责采集各个设备的实时数据,并将数据传递给控制器进行处理。

传输层是变电站电气自动化系统的信息传输和交换层,主要由数据通信网络组成。数据通信网络分为局域网和广域网两种,局域网主要用于变电站内部设备之间的通信,广域网主要用于变电站与配电网之间的信息交互。

操作层是变电站电气自动化系统的上层应用层,主要由人机界面、监控系统 and 数据管理系统组成。人机界面是系统与操作人员之间的接口,主要包括显示屏、键盘、鼠标等设备;监控系统用于对变电站内部设备的运行状态进行实时监控和管理;数据管理系统用于对变电站内部数据的采集、处理和存储。

2.2 变电站电气自动化系统中的通信技术

通信技术是变电站电气自动化系统的重要支撑技术之一,主要用于实现变电站内部设备之间和变电站与配电网之间的信息交互。变电站电气自动化系统中的通信技术包括局域网、广域网、无线通信、光纤通信等多种技术手段。

局域网是变电站内部设备之间的信息交换网络,主要用于实现变电站内部设备之间的数据通信。常见的局域网技术包括以太网、Profibus、Modbus 等。以太网是最常见的局域网技术,其传输速度快、可靠性高、应用广泛。Profibus 是一种常用的现场总线技术,主要用于工业自动化控制系统。Modbus 是一种常用的串行通信协议,主要用于实现设备之间的数据通信。

广域网是变电站与配电网之间的信息交互网络,主要用于实现变电站与配电网之间的数据传输和通信。常见的广域网技术包括 GSM、CDMA、3G、4G、LTE 等。这些技术都是无线通信技术的一种,其主要特点是覆盖面广、传输速度快、可靠性高。

无线通信技术是变电站电气自动化系统的重要组成部分,主要包括 Wi-Fi、蓝牙、ZigBee、RFID 等。Wi-Fi 是一种常用的无线局域网技术,主要用于实现设备之间的

数据通信。蓝牙是一种短距离无线通信技术,主要用于实现设备之间的数据传输。ZigBee 是一种低功耗、低速率的无线通信技术,主要用于传感器网络。RFID 是一种无线射频识别技术,主要用于对物品进行追踪和管理。

光纤通信技术是变电站电气自动化系统中的一种高速、可靠的通信技术,其主要特点是传输速度快、距离远、抗干扰性强。在变电站电气自动化系统中,光纤通信主要用于高压线路巡检、故障诊断和数据传输等方面。

2.3 变电站电气自动化系统中的监控技术

监控技术是变电站电气自动化系统的核心技术之一,主要用于实时监测和管理变电站内部的设备状态和运行情况,以及实现对配电网的监测和管理。变电站电气自动化系统中的监控技术主要包括监控系统的设计和实现、数据采集和处理、状态监测和故障诊断等方面。

监控系统的设计和实现是变电站电气自动化系统中最为基础的一环,其主要任务是设计和开发能够实时、准确地获取变电站内部设备运行状态和配电网负荷信息的监控系统,并将获取的数据进行处理、分析、显示和存储。数据采集和处理是监控系统的关键技术之一,主要包括数据采集硬件的选型、接口的设计和数据的处理、分析、存储等方面。状态监测和故障诊断是监控技术中的重要内容之一,主要是通过对变电站设备状态进行实时监测和分析,及时发现设备的异常状态和故障情况,以便进行及时的处理和维修。

2.4 变电站电气自动化系统中的保护技术

保护技术是变电站电气自动化系统中的重要技术之一,主要用于实现变电站内部设备的保护和配电网的稳定运行。变电站电气自动化系统中的保护技术主要包括保护原理的研究、保护装置的选型和配置、保护装置的测试和校验等方面。

保护原理的研究是保护技术中的重要内容之一,主要是通过对电力系统的分析和研究,确定合理的保护方案和保护原理,并设计和开发相应的保护装置。保护装置的选型和配置是保护技术中的关键环节之一,需要根据变电站内部设备的特性和配电网的运行情况,选用合适的保护装置,并进行合理的配置和组合。保护装置的测试和校验是保证保护装置工作可靠性的重要环节之一,需要定期对保护装置进行测试和校验,确保其能够及时、准确地响应电力系统的故障情况。

2.5 变电站电气自动化系统中的自动化控制技术

自动化控制技术是变电站电气自动化系统最核心的技术之一,其目的是实现对变电站内各种设备的自动化控制和优化运行。自动化控制技术的应用可以提高变电站的稳定性、可靠性和经济性,降低人为操作对变电站运行的干扰。变电站电气自动化系统中的自动化控制技术主要包括以下几个方面:

(1) 控制策略: 在电力系统运行中, 根据变电站的实际情况和运行要求, 设计相应的控制策略。常见的控制策略包括电压控制、有功功率控制、无功功率控制、电流控制等。

(2) 控制算法: 控制算法是自动化控制技术的核心部分, 它决定了控制系统的控制效果和响应速度。常见的控制算法包括 PID 控制算法、模糊控制算法、神经网络控制算法等。

(3) 控制器硬件: 控制器硬件是实现控制算法的基础, 通常使用 PLC、DCS 等可编程控制器作为控制器硬件。

(4) 人机界面: 人机界面是控制系统与操作人员之间的桥梁, 主要包括显示屏、按键、指示灯等。通过人机界面, 操作人员可以实时了解变电站运行状态, 进行操作和调整。

(5) 数据采集和处理: 数据采集和处理是自动化控制技术中至关重要的一环。数据采集通常使用传感器和检测设备, 将变电站内各种设备的运行状态信息实时采集到控制系统中, 然后进行数据处理, 生成相应的控制信号。

3 110kV 变电站电气自动化技术的优化和改进

3.1 变电站电气自动化技术的优化方向

变电站电气自动化技术的优化方向主要包括以下几个方面: (1) 安全性: 提高变电站电气自动化系统的安全性能, 减少故障和事故发生的概率。(2) 可靠性: 提高变电站电气自动化系统的可靠性能, 确保系统稳定运行。(3) 智能化: 引入人工智能技术, 提高系统的智能化水平, 实现自主学习和自适应控制。(4) 开放性: 提高系统的开放性, 支持多厂家设备的接入和互联互通, 降低系统的整体成本^[4]。(5) 可扩展性: 提高系统的可扩展性, 支持系统功能的快速扩展和升级, 满足未来的业务需求。

3.2 变电站电气自动化技术的改进措施

针对变电站电气自动化技术的优化方向, 可以采取以下改进措施: (1) 加强系统的安全性设计, 采用双重备份、容错设计等措施, 保障系统的安全性。(2) 加强设备的检修和维护, 及时发现和解决设备故障, 提高系统的可靠性。(3) 引入人工智能技术, 采用深度学习、神经网络等技术, 提高系统的智能化水平, 实现自主学习和自适应控制。(4) 采用开放式通信协议, 支持多厂家设备的接入和互联

互通, 降低系统的整体成本。(5) 采用可扩展的系统架构, 支持系统功能的快速扩展和升级, 满足未来的业务需求。

3.3 变电站电气自动化技术的未来发展趋势

变电站电气自动化技术未来的发展趋势主要包括以下几个方面: (1) 智能化发展: 未来变电站电气自动化系统将趋向智能化发展, 通过人工智能、机器学习等技术实现更加高效、智能的运行管理。(2) 集成化设计: 未来变电站电气自动化系统将更加注重集成化设计, 将各个子系统集成在一起, 从而提高系统的整体性能和可靠性。(3) 网络化通信: 未来变电站电气自动化系统将采用更加先进的网络化通信技术, 如 5G、物联网等技术, 从而实现更加快速、高效的信息交互。(4) 安全可靠提升: 未来变电站电气自动化系统将更加注重安全和可靠性, 采用更加完善的故障检测、诊断和修复技术, 确保系统的稳定运行。

(5) 环保节能: 未来变电站电气自动化系统将更加注重环保和节能, 采用更加清洁的能源, 如风能、太阳能等, 同时通过能源管理系统实现对能源的有效管理, 从而达到节能减排的目的。

4 结论

随着电力行业的快速发展和电网的不断升级改造, 变电站电气自动化技术在电力行业中的应用越来越广泛, 成为提高电网安全稳定运行的重要手段。变电站电气自动化技术的应用将会越来越广泛, 对于提高电力系统的可靠性和稳定性, 保障国家能源安全具有重要的意义。伴随着新技术的不断发展和应用, 变电站电气自动化技术将不断优化和改进, 为电力行业的发展带来更大的贡献。

[参考文献]

- [1] 宋卓远. 110kV 变电站电气自动化技术及应用研究[J]. 科学技术创新, 2019(36): 174-175.
 - [2] 杨红霞. 110kV 变电站的自动化技术应用[J]. 电子技术, 2022, 51(7): 226-227.
 - [3] 汪春艳. 试析电气自动化技术在变电站中的应用[J]. 低碳世界, 2022, 12(7): 91-93.
 - [4] 刘承刚, 王伟. 110kV 变电站电气自动化技术及应用研究[J]. 大众标准化, 2022, 377(17): 55-57.
- 作者简介: 韩栩, 男, 本科学历, 职称级别中级, 国网河南省电力公司沈丘县供电公司。