

智能变电站二次系统设计方法研究

孙林女

宁夏先科电力设计咨询有限公司, 宁夏 银川 750000

[摘要] 在经济的发展, 国民对电的使用越来越依赖的情况下, 变电站的发展打开了新的篇章。自动化技术、电力电子技术以及计算机网络通信技术的发展为变电站提供了各种各样的技术支持, 电力系统更加复杂化。文中对智能变电站二次系统设计方法进行分析研究。希望为变电站二次系统的设计方法提供有效的参考。

[关键词] 智能变电站; 二次系统; 设计方法

DOI: 10.33142/sca.v7i12.14708

中图分类号: TM63

文献标识码: A

Research on the Design Method of Secondary System for Intelligent Substation

SUN Linnyu

Ningxia Xianke Electric Power Design Consulting Co., Ltd., Yinchuan, Ningxia, 750000, China

Abstract: With the development of the economy and the increasing dependence of the people on electricity, the development of substations has opened a new chapter. The development of automation technology, power electronics technology, and computer network communication technology has provided various technical support for substations, making the power system more complex. The article analyzes and studies the design method of the secondary system of intelligent substations, so as to provide effective references for the design methods of secondary systems in substations.

Keywords: intelligent substation; secondary system; design method

引言

随着电力系统智能化的不断推进, 智能变电站已成为现代电网不可或缺的一部分, 承担着提升电网自动化水平、优化能源配置与确保电力安全的关键任务。通过实时监控、数据采集、故障诊断与自动控制, 智能变电站不仅能够优化电网运行效率, 还能增强其稳定性。此外, 智能化决策与动态调度的引入, 进一步提升了电网的管理与运行能力。作为智能变电站的核心支撑系统, 二次系统执行着诸如保护、控制、监测、通信、计量等多项功能, 确保变电站高效、安全与智能化的运营。然而, 随着电力需求的持续增长、能源结构的变化以及电网规模的扩展, 二次系统面临更加复杂的技术挑战。在保障电网安全的前提下, 如何提升二次系统的集成度、智能化水平与自动化能力, 已成为变电站建设与改造中的关键问题。鉴于此, 本文将对智能变电站二次系统的设计方法进行深入探讨, 重点研究如何通过优化配置、系统集成与智能算法的应用, 提升二次系统的性能与可靠性。通过对保护、通信、计量等各子模块的设计与优化进行分析, 本文旨在为智能变电站的建设与升级提供理论依据与实践指导, 从而推动智能电网的发展, 并满足日益复杂的电力系统需求。

1 二次系统在智能变电站中的作用

二次系统在智能变电站中发挥着至关重要的作用, 负责精确地管理与协调变电站的保护、控制、监测、计量及通信等功能。作为变电站的核心组成部分, 二次系统不仅能够实时监控设备状态, 还能在出现异常时及时进行诊断

与处理, 从而确保变电站的安全与稳定运行。通过高度集成的二次系统, 智能变电站实现了设备的远程监控与自动化控制, 进而使电力系统的运行更加高效与灵活。在故障发生时, 通过精准的保护配置, 电路能够迅速被切断, 从而避免事故蔓延并保护设备安全; 通信系统则保证了变电站与外部设备、调度中心之间的数据能够实时交换, 增强了信息传输的可靠性与时效性。电能的精确计量与数据采集由计量系统负责, 为电力调度与管理提供了重要的依据。更重要的是, 二次系统的智能化设计赋予了其高度自适应的能力, 使其能够根据实时运行状态调整控制策略, 进而优化资源配置, 提升变电站的运行效率与智能化水平。随着物联网、大数据与人工智能等新兴技术的引入, 智能变电站的二次系统正在朝着更加自主、智能与网络化的方向发展, 推动电力系统自动化与智能化水平的进一步提升, 助力电力行业的现代化进程。由此可见, 二次系统不仅是智能变电站中设备运行与保护的基础, 更是确保电力系统安全、稳定与高效运行的关键所在。

2 智能变电站二次系统配置方案

2.1 保护配置

保护配置在智能变电站二次系统设计中占据核心地位, 其主要职责是确保在发生故障或异常时, 能够迅速、准确地定位问题并采取有效的保护措施, 从而最大限度地降低设备损坏及系统停运的风险。在智能变电站中, 保护配置不仅包括传统的继电保护装置, 还结合了更多现代化技术与智能设备, 旨在提升系统的响应速度与保护精度。

依托数字化与智能化设备，现代保护配置通过实时监测、数据采集与智能分析技术，实现了变电站自动化系统与保护装置的深入集成，使得故障发生时能够快速诊断与处理。智能保护装置通过实时监控电流、电压、频率等多个参数，在异常波动的瞬间做出反应，并借助数字信号处理技术精确控制保护动作。除了传统的过流、过压保护外，智能变电站还采用了差动保护、远动保护、距离保护等多种先进保护方案，这些方案不仅能够有效隔离故障，防止电力设备受损，还具备系统自愈的能力^[1]。利用远程通信技术，保护装置将故障信息实时传输至调度中心，从而帮助调度人员及时作出决策并指挥处置。智能化的保护配置还具备自学习、自诊断与自优化能力，能够根据变电站的实际运行状况自动调整保护参数，以适应不同的运行环境与负荷变化，显著提升了系统的可靠性与灵活性。

2.2 通信配置

通信配置在智能变电站二次系统中扮演着至关重要的角色，负责保障变电站内各设备、系统及外部控制中心之间的实时数据传输与信息交互。随着智能化技术的不断发展，变电站的通信系统已不再仅限于传统的遥控遥测功能，而是演变为一个集监控、管理、调度、保护等多项功能于一体的综合通信平台。现代智能变电站的通信配置通常采用以太网、光纤通信、无线通信等多种技术的结合，以满足高速率、长距离与高可靠性的传输要求。借助这些先进通信技术，变电站能够实现设备间、设备与监控系统，以及设备与调度中心之间的实时互联，从而为数据的实时采集、处理与控制提供坚实保障。尤其在智能设备日益增多的背景下，通信网络不仅需要支持大规模数据的传输，还需确保数据传输的安全性与可靠性。为应对这一需求，智能变电站的通信配置通常采用冗余设计与自愈功能，确保在通信链路故障或数据丢失时，系统能够迅速恢复，保障其连续性与稳定性。除此之外，通信系统还承担着对设备状态的监测、报警信息的传输以及远程指令的下达等重要任务，确保在故障发生时，变电站能够及时采取有效应急措施，防止事故扩大。随着智能变电站向更高层次的自动化与智能化发展，未来的通信配置将更加注重网络的自适应性与智能化水平。结合大数据分析、云计算等技术，通信系统将进行全面优化与动态调整，从而提升电力系统的整体智能化水平及应急响应能力。

2.3 计量配置

计量配置在智能变电站二次系统中起着关键作用，作为实现电能精确监测与数据采集的核心环节，其主要职责为实时测量与记录变电站内的电流、电压、功率等重要电气参数，从而为电力系统的调度、管理与运行提供精确的数据支持。随着电力系统自动化水平的不断提升，传统的电能计量已经不能满足需求，取而代之的是一个全面的系统，涵盖了多参数测量与多维度数据采集，包括电压、电流、频率、功率因数、负荷变化等信息的监控。这些数据

不仅用于电能消耗的计算及电量结算，更能够反映电力设备的运行状态，为设备的运行与维护提供重要依据。在智能变电站中，数字化计量仪表通常被用于计量系统，结合先进的通信技术，与变电站自动化系统深度连接，从而实现数据的远程采集与实时传输。这些计量设备具有高精度、强可靠性及良好的抗干扰能力，确保即便在复杂的运行环境中，也能进行精准计量^[2]。除了传统的计量功能，计量配置与其他系统（如保护系统、控制系统）紧密集成，形成一个高度协同的智能平台。计量数据不仅为电能消耗的实时监控提供支持，还为故障诊断、设备保护以及电力调度提供了至关重要的信息依据。在出现异常数据时，计量系统能够及时发出警报，并将故障信息传输至调度中心，使得故障源能够快速定位并进行处理。此外，智能变电站的计量系统还具备智能分析能力，通过结合历史数据与实时数据，进行负荷预测、设备健康评估及能效优化，为变电站的管理与运营提供数据支撑。这一能力的引入，不仅提升了电网的运行效率，更加强了系统的安全性与可靠性。

3 智能变电站进行二次系统的优化设计

3.1 站用电源系统整合

站用电源系统的整合，在智能变电站二次系统优化设计中占据着至关重要的位置，其核心目标是提升电力系统的可靠性、稳定性与经济性。传统变电站的站用电源通常由独立设备与多条供电线路组成，而这种结构在实际运行中，常常会遇到负荷分配不均、供电冗余不足及故障响应延迟等一系列问题。随着智能化技术的引入，智能变电站对站用电源系统的要求，不仅限于确保电力供应的稳定与可靠，还需具备高效的能源管理能力及故障自愈功能。通过合理集成与优化配置变电站内部的多种电源设备（包括主电源、备用电源、蓄电池及应急电源），能够在不同负荷与运行状态下，实现电源的动态分配与切换，从而确保在正常运行或突发事件发生时，变电站仍能获得充足的电力供应。智能变电站中的站用电源系统，通常采用先进的自动化控制技术，通过电源监控系统，实时采集电源运行状态，分析电源的供电质量与负荷需求，自动切换不同电源，最大限度地避免因单一电源故障而引起的供电中断。此外，智能电网技术的应用，能够使站用电源系统与外部电网实时互联，进一步提升了电源系统的可靠性与保障能力^[3]。蓄电池组的优化管理，在整合过程中同样不可忽视，它确保了在突发停电等紧急情况下，能够迅速响应，提供足够的备用电力，从而保障变电站的持续稳定运行。

3.2 对状态监测系统配置优化

状态监测系统的配置优化，是智能变电站二次系统设计中的一个关键环节，其主要目标在于通过实时监控与智能分析，提升变电站设备的运行效率与可靠性。传统的状态监测系统，通常依赖单一的传感器或设备，进行设备状态的简单监测，未能全面、及时地反映设备的健康状况及潜在风险。随着智能技术的快速发展，智能变电站的状态

监测系统,不仅需要采集多维度、层次化的数据,还要求实现对设备全生命周期的动态监控。在优化设计过程中,状态监测系统应通过整合先进的传感器技术,实时采集设备运行中的电气参数、温度、振动、压力等关键数据。与此同时,智能算法被用于对这些数据的处理与分析,从而实现对设备健康状态的实时评估。潜在问题,借助智能诊断与故障预测,能够提前发现,避免因设备故障导致的停运或重大事故的发生。优化后的状态监测系统,通常具备自学习与自适应能力,能够根据设备的历史数据及实时运行环境,调整监测参数,优化数据采集频率与分析策略,确保监测系统的高效与精准。此外,监测数据与变电站控制系统及维护系统的深度集成,能够实现故障预警、智能决策与远程运维,从而显著提升变电站的智能化水平。更为重要的是,优化后的系统具备更强的数据挖掘能力,通过深入分析大数据,能够识别设备运行中的规律与趋势,进而为设备管理、维护决策及能效优化提供可靠的数据支持。

3.3 合并单元和智能终端整合

合并单元与智能终端的整合,作为智能变电站二次系统优化设计中的关键环节,旨在通过技术集成与智能化手段,提高变电站的自动化水平,优化设备运行效率,同时增强系统的灵活性与可靠性。在传统的变电站中,合并单元(RTU)与智能终端(IED)通常各自独立配置,承担着不同的监控与控制任务。合并单元主要负责数据采集、传输及远程控制,而智能终端则执行保护、测量、自动控制等功能。然而,随着智能变电站对设备智能化与互联互通的要求不断提高,单独配置的合并单元与智能终端,已无法满足复杂环境下对实时数据处理与协调控制的高标准要求。在此背景下,合并单元与智能终端的整合,成为提升系统性能、优化管理的有效途径。通过无缝集成这两者,硬件配置不仅能够简化,设备数量也能减少,从而实现多功能的高度集成,使变电站二次系统变得更加紧凑高效。整合后的系统,借助共享数据与协同工作,能够显著提高信息传输的实时性与准确性,同时增强故障检测与响应能力。智能终端所具备的智能化特性,也大大提升了系统的自适应能力与智能决策水平。异常或故障发生时,系统能够自动识别问题并作出最优调整,避免人为干预或错误。通过集成化设计,合并单元与智能终端的协同作用,有效实现了数据的快速处理与分析,帮助变电站在实时监控、保护控制与故障诊断等方面实现了高度自动化与智能化,从而进一步提高了系统的整体效率与安全性。

4 智能变电站二次系统设计的未来发展趋势

智能变电站二次系统的未来发展,必将聚焦于智能化、集成化及自适应能力的提升,推动电力系统向更高效、可靠与灵活的方向迈进。随着信息技术、人工智能、大数据、云计算等先进技术的不断进步,二次系统将实现更深层次的智能化与自动化,具备自我诊断、优化决策及控制的能

力。未来,设备的高度集成,将进一步推动智能变电站的发展,传统的分散式设备将逐步被集成化、模块化的智能终端所替代。此举不仅能够简化设备布局,还将显著提高设备之间的数据交换与协同效率。在此过程中,变电站中的各子系统,如保护、监控、通信及计量,将通过更加高效的网络连接,形成紧密集成的体系,进一步发挥信息共享与协同优化的作用。人工智能技术的引入,将使智能变电站能够实现更精确的预测与自学习功能。基于历史运行数据与实时采集的信息,智能系统能够深入分析设备状态、负荷波动及故障风险,从而为电力系统的调度与管理提供更为精准的决策支持。在故障诊断与设备维护方面,人工智能的应用也将发挥重要作用^[4]。故障源能够被智能算法自动识别,运行模式迅速调整,从而提升系统的自愈能力与响应速度。安全性,将成为智能变电站二次系统未来发展的一个重要方面。随着网络安全威胁的日益增加,系统的安全防护、数据加密及身份认证等措施,将得到更为严格的强化,确保变电站在面临网络攻击时依然能够稳定运行。此外,随着电动汽车、可再生能源及分布式能源接入量的不断增加,智能变电站的柔性调度能力与优化管理能力,也将进一步提升,以支持更加复杂的电网架构与多样化的电力供应需求。

5 结语

智能变电站二次系统,在提升电网自动化、智能化与安全性方面,具有至关重要的作用。通过对保护、通信、计量等模块的精心设计与优化,变电站的运行效率、可靠性以及应对突发事件的能力,得以显著提高,从而推动电力系统向更加智能化与数字化的方向发展。本文深入探讨了智能变电站二次系统的设计方法,提出了相应的优化方案,为智能变电站的建设与改造,提供了宝贵的理论支持。随着信息技术、人工智能、大数据等技术的不断演进,智能变电站的二次系统,将持续发展,朝着更加集成与智能化的方向迈进。此趋势将使变电站具备更高的效率、更强的安全性与灵活性,更好地应对未来电网日益复杂的需求。

【参考文献】

- [1]刘芳.智能变电站二次系统的优化设计[J].电子技术与软件工程,2017(12):239.
 - [2]修黎明,高湛军,黄德斌,等.智能变电站二次系统设计方法研究[J].电力系统保护与控制,2012,40(22):124-128.
 - [3]黄兰芝.智能变电站二次系统设计方法研究[J].科技风,2015(8):49.
 - [4]仪荣,贾光波.智能变电站二次系统设计及试验技术[J].中小企业管理与科技(下旬刊),2012(12):214-215.
- 作者简介:孙林女(1985.10—),毕业院校:西安交通大学,所学专业:电气工程,当前就职单位:宁夏先科电力设计咨询有限公司,职务:专业工程师,职称级别:中级。