

# 智能变电站一次设备智能化探讨和展望

李明辉

杭州交联电力设计股份有限公司, 浙江 杭州 310000

[摘要] 随着我国电力系统的快速发展, 智能变电站的建设已成为必然趋势。一次设备作为智能变电站的核心组成部分, 其智能化水平直接影响到整个智能变电站的运行效率和安全性。本篇文章对智能变电站一次设备的发展现状进行分析, 探讨了智能化技术在变电站一次设备中的应用, 并对未来智能变电站一次设备的发展方向进行展望。

[关键词] 智能变电站; 一次设备; 智能化; 发展趋势

DOI: 10.33142/hst.v7i3.11679

中图分类号: TM6

文献标识码: A

## Exploration and Prospect of Intelligent Primary Equipment in Intelligent Substations

LI Minghui

Hangzhou Jiaolian Power Design Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 310000, China

**Abstract:** With the rapid development of Chinese power system, the construction of intelligent substations has become an inevitable trend. As the core component of intelligent substations, the intelligence level of primary equipment directly affects the operational efficiency and safety of the entire intelligent substation. This article analyzes the current development status of primary equipment in intelligent substations, explores the application of intelligent technology in primary equipment in substations, and looks forward to the future development direction of primary equipment in intelligent substations.

**Keywords:** intelligent substation; primary equipment; intelligence; development trends

### 引言

随着我国经济的持续增长, 电力需求不断上升, 对电力系统的安全、稳定、经济运行提出了更高的要求。智能变电站作为新一代电力系统的重要组成部分, 其一次设备智能化水平的提高对于保障电力系统运行具有重要意义。本文旨在对智能变电站一次设备的发展现状进行分析, 探讨智能化技术在变电站一次设备中的应用, 并对未来智能变电站一次设备的发展方向进行展望。

### 1 一次设备智能化概述

在智能电网中, 一次设备是电力传输和分配系统的基础。一次设备的具体包括变压器、开关设备、避雷器、电子式互感器, 以及电容型设备等。变压器作为电力系统中的核心设备, 其智能化程度直接影响着整个电网的运行效率和安全性。智能变压器能够实现远程监控、故障诊断和自主调节等功能, 大大提高了电力系统的稳定性和可靠性。此外, 智能变压器还能有效降低能源消耗, 提高能源利用效率。开关设备在电力系统中起着控制和保护作用, 其智能化发展同样具有重要意义<sup>[1]</sup>。智能开关设备能够实现快速、精确地切断和接通电路, 有效防止电力系统过载、短路等故障。同时, 智能化开关设备还具备自我诊断和故障预警功能, 有助于提高电力系统的安全性和运行效率。

#### 1.1 对变压器智能化分析

随着电力系统规模的不断扩大, 对电力变压器的要求也越来越高。智能化变压器能够实现自主监测、诊断和保

护, 提高运行效率, 降低维护成本, 确保电力系统的安全稳定运行。此外, 智能化变压器还具有节能、环保等优点, 符合当前可持续发展的理念。

首先, 通过在线监测变压器各项运行参数, 实时了解变压器运行状态, 并通过数据分析与诊断, 预测故障发生可能性, 及时采取措施避免事故发生。在电力电子技术方面, 应用电力电子技术对变压器进行改造, 提高变压器的能效, 实现动态调整电压、电流等功能, 以满足不同负荷需求。其次, 通过通信技术与信息技术的融合, 实现变压器与其他设备、系统的互联互通, 提高电力系统的自动化水平。

#### 1.2 对开关设备智能化分析

智能变电站一次开关设备在现代化电力系统中发挥着重要作用, 不仅提高了电力系统的运行效率, 而且大大降低了维护成本。智能变电站一次开关设备的智能化特点体现在以下几个方面, 一是采用先进的传感器技术, 实时监测设备运行状态, 及时发出预警信号, 有效防止故障发生; 二是利用物联网技术实现设备间的互联互通, 提高信息传输的速率和准确性; 三是采用大数据分析, 对设备的历史运行数据进行挖掘, 为设备的优化运行提供支持。智能变电站一次开关设备的应用优势表现在一是提高电力系统的安全性能, 通过实时监测和预警功能, 及时发现并处理潜在隐患, 降低事故发生风险; 二是降低运维成本, 减少人工巡检次数, 提高运维效率; 三是优化能源配置,

通过远程控制和优化调度,实现电力资源的合理分配,提高能源利用率;四是环保节能,采用智能化技术,减少设备损耗,降低能耗。随着我国电力市场的不断开放和电力设备的更新换代,越来越多的电力企业开始关注智能化设备的研究与应用。此外,智能变电站一次开关设备的发展也面临一定的挑战。如何确保设备的稳定性和可靠性,如何在复杂环境下实现设备的智能化,以及如何保障数据安全等问题亟待解决。总之,智能变电站一次开关设备在我国电力行业的发展中具有重要的地位。随着科技的不断进步和市场需求的日益增长,智能变电站一次开关设备的应用将越来越广泛。电力企业应抓住机遇,加大研发投入,推动智能变电站一次开关设备的创新与发展,为我国电力事业的繁荣做出贡献。

## 2 智能变电站一次设备发展现状

### 2.1 设备智能化水平不断提高

在我国电力行业,智能化技术的发展也推动了电力系统的转型升级。以智能电网为例,通过引入智能化的设备和系统,电力系统在调度、控制、保护等方面实现了更高层次的自动化和智能化。这不仅提高了电力系统的运行效率,降低了运营成本,还为新能源的消纳提供了有力支持。在新能源接入方面,智能化技术可以帮助电力系统更好地适应新能源的波动性,提高新能源的消纳能力。

### 2.2 智能化设备种类日益丰富

随着智能化技术的发展,智能变电站一次设备种类逐渐丰富。目前,市场上已出现多种具备智能化特性的设备,如智能互感器、智能开关、智能保护装置等。这些设备的应用为智能变电站的建设和运行提供了有力支持。

## 3 智能一次设备总体应用

### 3.1 高压开关应用

在我国电力行业,110kV 侧采用 GIS 组合电器,这是对传统电力设备的一次重大改革。所谓 GIS 智能化,即以 GIS (气体绝缘开关设备) 为核心,将传感器、控制装置融入本体,使 GIS 自身可靠运行。这不仅提高了电力系统的运行效率,更使得电力设备的安全性和可靠性得到了极大的提升。首先, GIS 智能化的应用,显著提高了变电站的运行效率。通过将传感器和控制装置融入 GIS 设备,使得设备能够实时监测自身状态,并及时进行调整,以确保电力系统的稳定运行。这不仅减少了人工干预的必要性,也降低了由于人为因素导致的故障风险。其次, GIS 智能化大大提高了电力设备的安全性。由于 GIS 设备具有较高的绝缘性能和抗干扰能力,因此在面对各种恶劣环境时,都能保持稳定的运行。同时,智能化传感器能够实时监测设备的运行状态,一旦发现异常,就能立即进行处理,确保电力设备的安全运行<sup>[2]</sup>。此外, GIS 智能化还具有良好的环保性能。与传统的电力设备相比, GIS 设备占地面积小,且污染排放少。这不仅节约了土地资源,也降低了环

境污染,符合我国绿色环保的发展理念。最后, GIS 智能化推动了电力设备的升级换代。在过去,电力设备的升级换代需要长时间的研发和试验。而借助 GIS 智能化技术,电力设备的升级换代周期大大缩短,使得我国电力行业能够更快地适应社会发展的需求。

### 3.2 智能化开关的应用

智能化开关具有先进的通信、控制、监测和保护功能,相较于传统开关,其在性能、可靠性和安全性方面具有显著优势。在智能变电站一次设备中,智能化开关的应用能够实现电网运行状态的实时监测,提高电力系统的自动化水平和运行效率。智能化开关能够实现对一次设备运行数据的实时采集和分析,确保电网运行状态的稳定。通过传感器和监测装置,智能化开关能实时监测电流、电压、功率等关键参数,并对异常情况进行预警,从而确保电网运行的安全可靠。智能化开关具备远程控制功能,可以实现对一次设备的远程操作和维护。通过智能化开关,运维人员可以实时了解设备运行情况,并根据需要对设备进行远程控制,提高电力系统的自动化水平。此外,智能化开关还具有故障诊断和自我保护功能。在一次设备出现故障时,智能化开关能迅速识别并切断故障区域,降低事故影响范围。同时,智能化开关能够根据故障类型和严重程度,采取相应的保护措施,确保电网运行的安全。同时,智能化开关的应用可以有效提高电力系统的能源利用率。通过实时监测和分析一次设备的运行数据,智能化开关能精确控制电力设备的投切,实现电力的优化调度,降低能源损耗。最后,智能化开关具有良好的兼容性和扩展性。智能化开关可以与其他智能设备协同工作,实现电力系统内部信息的共享和互动<sup>[3]</sup>。此外,智能化开关支持系统功能的升级和扩展,为电力系统的发展提供有力支持。

总之,在智能变电站一次设备中,智能化开关的应用具有重要的意义,不仅能够实现电网运行状态的实时监测和远程控制,还具备故障诊断、自我保护以及能源利用率提高等优点。

### 3.3 变压器智能化应用

变电站是电力系统中至关重要的环节,在传统的变电站中,变压器的主要功能是将高压电能转换为适合用户使用的低压电能。智能变压器能够实时监测自身的运行状态,及时发现潜在的故障隐患,通过远程传输技术,将这些数据发送至监控中心,运维人员可以随时掌握变压器的运行状况,提前做好故障预警和防范措施。这不仅降低了运维成本,还提高了电力系统的安全性。其次,智能变压器具备自主诊断功能。在发现故障隐患后,变压器可以自动分析故障原因,并提供相应的解决方案。这大大减轻了运维人员的负担,提高了故障处理的效率。同时,通过对历史数据的分析,运维人员可以不断优化变压器的运行策略,提高电力系统的运行效率。此外,智能变压器还能实现自

我调整。在负荷变化、电压波动等情况下，变压器可以根据实时数据，自动调整输出电压和电流，确保供电质量稳定。这有助于减少电力系统中的损耗，降低运营成本，同时提高了用户满意度。

#### 4 智能变电站一次设备智能化展望

##### 4.1 对一次设备检修智能化分析

检修智能化在提升电站运行安全及稳定性方面具有显著作用，已逐渐成为电力行业的共识。首先，智能化检修技术的特点在于其高度的精准性和高效性。通过采用先进的数据分析方法和实时监测技术，智能化检修可以准确地判断设备的运行状态，提前发现潜在的故障隐患，从而避免事故的发生。此外，智能化检修还能够根据设备的实际工况，为其制定最合适的检修方案，提高检修效率。其次，目前智能化检修技术在电站的运行中已有广泛应用。例如，通过对变压器、断路器等关键设备的实时监测，可以确保其在高压、高温等极端环境下稳定运行。同时，智能化检修技术还可以应用于电站设备的故障诊断，通过分析设备的历史数据，为故障排查和维修提供有力支持。然而，智能化检修技术对未来电站运行的影响更为深远<sup>[4]</sup>。随着技术的不断发展，智能化检修将逐渐实现对电站设备的全面覆盖，使得电站的运行更加安全、稳定。同时，智能化检修还将优化电站的人力资源配臵，降低运行成本。更重要的是，智能化检修有助于提高电站的智能化水平，为电力行业的可持续发展奠定基础。面对智能化检修带来的变革，电力企业应积极应对。一方面，企业需要加大对智能化检修技术的研发投入，掌握核心技术，以确保在激烈的市场竞争中立于不败之地。另一方面，企业还应注重人才培养，提高员工的技能水平，以适应智能化检修时代的需求。

##### 4.2 对一次设备全寿命周期管理的分析

在电力行业中，设备的全寿命周期管理对电站及一次设备智能化水平的提升具有重大影响。为了实现这一目标，电力企业需要在人力、物力和财力上投入更多资源，以全面提升管理效果。在电力设备的全寿命周期管理中，首要任务是确保设备的正常运行，意味着从设备的选型、采购、安装、调试、运行、维护、更新到报废的整个过程，都需要进行精细化的管理。这种管理方式不仅可以提高设备的

运行效率，还可以延长设备的使用寿命，降低设备的故障率，从而确保电力供应的稳定性。电站及一次设备智能化是电力行业发展的重要趋势。通过引入智能化技术，可以实现对设备运行状态的实时监控，以及对运行数据的快速分析和处理。因此，有助于发现设备的潜在问题，提前进行维修和更换，避免故障的发生。同时，智能化技术还可以优化电力系统的运行策略，提高发电效率，降低运营成本。为了实现设备全寿命周期管理的智能化，电力企业需要在以下几个方面进行努力，一是建立健全的数据管理体系，对设备的运行数据进行统一收集、分析和存储；二是引入先进的智能化技术，如物联网、大数据、云计算等，提高数据处理和分析的能力；三是培养一支具备专业知识和智能化技能的队伍，加强对设备的管理和维护。此外，电力企业还应注重设备的维护保养，防止因设备老化或磨损导致的故障，通过对设备进行定期检查、保养和更新，可以确保设备的运行性能得到充分发挥。同时，企业还需要加强对员工的培训，提高他们在设备管理方面的技能和素质，确保他们在应对突发情况时能够迅速采取有效措施。

#### 5 结语

本文对智能变电站一次设备的发展现状进行了分析，并探讨了智能化技术在变电站一次设备中的应用。随着智能化技术的不断发展和应用，智能变电站一次设备将在保障电力系统安全稳定运行、提高运行效率等方面发挥更加重要的作用。未来，智能变电站一次设备将朝着高度集成化、通信协议标准化、人工智能技术应用等方向发展，为我国电力系统的发展贡献力量。

#### [参考文献]

- [1]李翔. 智能变电站的一次设备选择与应用[J]. 电子技术, 2022, 51(9): 266-267.
  - [2]王知昊, 马路豪, 蒋博睿, 等. 智能变电站一次设备研究[J]. 光源与照明, 2022(6): 115-117.
  - [3]张子建, 刘俊宇, 梁煜, 黄晓欧. 基于知识图谱的智能变电站一次设备信息检索研究[J]. 电气传动, 2022, 52(5): 70-75.
  - [4]魏余林. 智能变电站中电力一次设备的智能化设计及发展[J]. 光源与照明, 2021(7): 85-86.
- 作者简介: 李明辉(1986—), 女, 本科, 中级工程师。