

变电站一次设备选型及校验要点

徐运飞

桐乡濮院联鑫环保热电有限公司 浙江桐乡 314500

【摘要】在当今社会，电力作为支撑现代经济与生活运转的关键能源，其稳定供应的重要性不容小觑。随着全球经济的持续增长以及社会电气化程度的不断加深，电力需求呈现出迅猛的上升态势。为了满足这一需求，电力基础设施建设持续推进，变电站作为电力系统中实现电压转换、电能汇集与分配的核心枢纽，其规模和数量均在不断扩张。变电站的高效运作离不开各类设备的协同配合，其中一次设备更是扮演着无可替代的关键角色。因此，本文深入探讨变电站一次设备选型及校验要点。详细阐述一次设备的定义、分类、工作原理及其在变电站中的重要性。从电力需求、可靠性、经济性、环境适配性及扩展性等方面分析选型要点，并对外观完整性、参数测量标准、功能完备性、性能稳定性和合规性等校验要点进行全面解析，旨在为变电站一次设备的合理选型与有效校验提供系统指导，确保变电站安全、稳定、高效运行。

【关键词】变电站；一次设备；选型要点；校验要点

Selection and verification points of primary equipment in substation

Xu Yunfei

Tongxiang Puyuan Lianxin Environmental Protection Thermal Power Co., LTD. Zhejiang Tongxiang 314500

【Abstract】In today's society, electricity, as a critical energy source supporting the modern economy and daily life, its stable supply is of paramount importance. With the continuous growth of the global economy and the deepening degree of social electrification, electricity demand is showing a rapid upward trend. To meet this demand, power infrastructure construction continues to advance, and substations, as the core hubs for voltage conversion, energy aggregation, and distribution in the power system, are expanding both in scale and number. The efficient operation of substations relies on the coordinated work of various devices, with primary equipment playing an irreplaceable key role. Therefore, this article delves into the selection and verification points of primary equipment in substations. It provides a detailed explanation of the definition, classification, working principles, and importance of primary equipment in substations. The selection points are analyzed from aspects such as power demand, reliability, economy, environmental adaptability, and scalability. Additionally, it comprehensively analyzes the verification points including appearance integrity, parameter measurement standards, functional completeness, performance stability, and compliance, aiming to provide systematic guidance for the rational selection and effective verification of primary equipment in substations, ensuring their safe, stable, and efficient operation.

【Key words】substation; primary equipment; selection points; verification points

引言

变电站作为电力系统中不可或缺的关键环节，承担着变换电压等级、汇集和分配电能的重要任务。而一次设备作为

直接参与电能变换、传输和分配的核心部分，其选型是否合理、校验是否有效，直接关乎变电站乃至整个电力系统的运行可靠性、安全性与经济性。随着电力行业的快速发展，变电站建设规模不断扩大，对一次设备的性能要求也日益提

高。因此,深入研究变电站一次设备选型及校验要点具有重要的现实意义。

1 变电站一次设备概述

1.1 一次设备的定义及分类

一次设备是指直接用于生产、输送和分配电能的电气设备。按照功能和用途,可大致分为以下几类:

其一,变换设备,如变压器,用于改变电压等级,实现电能的高效传输与分配;

其二,开关设备,像断路器、隔离开关等,用于控制电路的通断,保障电力系统的安全运行;

其三,保护设备,例如避雷器,主要用于限制过电压,保护电气设备免受雷击等过电压的损害;

其四,载流导体,包括母线、电缆等,负责承载和传输电能;

其五,接地装置,通过将电气设备的金属外壳等接地,保障人员和设备的安全。

1.2 常见一次设备的工作原理

常见一次设备工作原理各不相同。变压器是依据电磁感应原理,接入交流电源后,在变压器的铁芯中产生交变磁通,交变磁通将穿过变压器一次侧绕组和变压器二次侧绕组,由电磁感应定律在变压器二次侧绕组中感应电动势,从而实现变压的工作。断路器是利用灭弧介质和灭弧装置,在分闸操作时能够快速切断电路电流,在分闸瞬间依靠气体或液体介质吹弧、拉长电弧、冷却电弧的灭弧原理,在开断大电流的过程中避免出现弧光短路等故障。避雷器在正常电压下呈现较大的电阻,通过避雷器基本无电流通过,在出现过电压时,避雷器的电阻迅速减小,将过电压产生的大电流引入大地中,避免设备受到高电压冲击^[1]。

1.3 一次设备在变电站中的重要性

变电站中的一次设备的作用主要体现在两个方面,一是电能输送、电能分配的物质保障。电能由一次设备传输、分配,首先需要通过变压器实现不同等级电网的联系,对电能进行合理分配,通过母线、电缆等载流导体实现电能的分配,从而将其输送给各用电器;二是能够确保电力系统安全稳定运行的电气设备。一方面利用断路器及时切断故障电路,避

免故障事故波及范围的扩大,其中开关设备也能够实现对故障设备的隔离,避免故障的扩大;另一方面,避雷器用于限制过电压,防止设备因过电压而受损,并将设备中设备绝缘出现击穿的情况控制在一定范围内;还有一点即接地装置能够防止人员和设备在遭受雷电击或设备中电气设备因其他原因而短路造成烧损时的人身或设备伤损,其中接地设备也能够将由于电气设备因绝缘老化原因造成漏电故障产生的电流引入大地,防止人身遭受触电事故的发生。总而言之,一次设备的正常运行是变电站乃至整个电力系统能够实现可靠供电的基本保障。

2 变电站一次设备选型要点

2.1 依电力需求选定设备参数

在进行变电站一次设备选型时,首要任务是依据电力需求选定设备参数。电力需求涵盖多个方面,包括电压等级、电流容量以及功率因数等。首先,电压等级的确定需与所在电网的规划相契合,要满足变电站接入系统的要求,确保设备能在规定电压下稳定运行。其次,电流容量的选择应充分考虑变电站的最大负荷电流以及出现的短时过载电流^[2]。根据负荷计算结果,合理选取设备的额定电流,以保证设备在长期运行中不会因电流过大而发热损坏。再者,功率因数也是不可忽视的因素。对于一些感性负载较大的变电站,应选择能够补偿无功功率、提高功率因数的设备,以降低线路损耗,提高电力系统的运行效率。

2.2 基于可靠性的设备考量

设备可靠性是变电站一次设备选型的一个重要要求,选用可靠性高的设备可以降低设备故障的出现概率,减少停电时间,保障电力的连续供应。一方面需选择具有良好品牌声誉、有着先进制造工艺的设备厂家,厂家所生产的设备从设计到用料再到生产制造环节往往都处于高水平的要求,设备质量有保证。另一方面设备的结构设计是合理的,能够经受得起干扰又能够适应复杂的运行环境。

2.3 经济性主导的选型策略

经济性是变电站一次设备选型的核心考虑内容,应坚持经济性为主的选型思路。一方面要综合考虑设备购入成本、安装试验成本和运行维护成本。一方面要综合设备的购买成

本加上运输成本等相关成本、设备安装过程中的人工成本和安装过程中所需要的材料费用、设备的调试过程中的相关仪器成本等。另一方面要综合考虑运行过程中的能耗费用和维修维护费用、设备更替改造费用等。另一方面要进行寿命周期成本分析,通过对设备整个寿命周期成本进行计算和比较,从运行过程中成本最低的角度来选取最优方案,综合考虑设备节能因素,优选能耗小的设备以减少运行过程中的成本^[3]。

2.4 适配环境条件的设备选择

变电站所在环境条件对一二次设备的选型有一定影响,环境条件不同,温度、湿度、海拔高度、污秽程度各异,对一次设备的性能和可靠性要求均不相同。一二次设备选型应考虑如下几点:(1)变电站所在地区气候环境条件为温度较高地区,应选用散热性能好的设备,保证在高温地区,设备本体温度不超标;(2)变电站所在地区气候环境条件为湿度较大区域,选用的设备必须有良好的防潮性能,避免因潮湿影响设备绝缘性能;(3)变电站所在地区环境条件为高海拔地区,由于高海拔地区空气稀薄,设备外绝缘将受到影响,应选用高海拔地区使用的设备,或普通设备要进行特殊的绝缘设计和处理。

2.5 着眼扩展性的设备抉择

随着电力需求的不断增长和电网的发展变化,变电站需要进行扩建或升级改造。因此,在一次设备选型时,应着眼于设备的扩展性。一方面,设备的容量应具有一定的裕度,能够满足未来一段时间内电力负荷增长的需求。另一方面,设备的接口和结构设计应便于与未来新增的设备进行连接和集成,以便在需要时能够方便地增加新的出线间隔^[4]。此外,设备的控制系统也应具备良好的扩展性,能够与未来升级的自动化系统相兼容,实现设备的远程监控和智能控制。

3 变电站一次设备校验要点

3.1 外观完整性校验的要点

对变电站一次设备进行校验时,外观完整性校验是基础且重要的一环。首先,需检查设备外壳是否存在破损、变形等情况。设备在运输、安装及长期运行过程中,因外力撞击等原因导致外壳受损。若外壳破损,不仅影响设备的美观,

更使内部元件暴露在外,增加设备受外界环境影响而损坏的风险。其次,观察设备的连接部位,如母线连接点、电缆接头等,查看是否有松动、腐蚀迹象。连接部位松动会导致接触电阻增大,引发发热甚至火灾事故;而腐蚀则会降低连接的可靠性,同样对设备运行安全构成威胁。再者,检查设备的标识牌是否清晰、完整。标识牌上标注着设备的型号、参数、生产厂家等重要信息,清晰完整的标识牌有助于设备的日常维护、检修以及故障排查。最后,查看设备的操作机构是否灵活,各类指示仪表是否正常显示。操作机构不灵活导致设备无法正常分合闸,影响电力系统的正常运行;指示仪表异常则无法准确反映设备的运行状态,不利于运行人员对设备进行监控。

3.2 参数测量标准校验的关键

参数测量标准校验对于确保一次设备的性能符合要求至关重要。其一,针对电气参数,如电压、电流、电阻等的测量校验。以变压器为例,需测量其绕组的直流电阻,通过与出厂值或标准值进行对比,判断绕组是否存在匝间短路、断线等故障。测量电压互感器和电流互感器的变比,确保其测量精度满足要求,为电力系统的计量和保护提供准确数据。其二,对于设备的绝缘参数,如绝缘电阻、介质损耗因数等的校验。绝缘电阻的测量可初步判断设备绝缘性能的好坏,绝缘电阻过低表明设备存在绝缘受潮、老化等问题。介质损耗因数的测量则能更精确地反映设备绝缘内部的缺陷情况,当介质损耗因数超过规定值时,需进一步分析原因并采取相应措施。其三,对设备的机械参数,如断路器的分合闸时间、同期性等进行校验。分合闸时间过长或同期性不良,会影响断路器切断故障电流的能力,增加电力系统发生事故的风险。通过严格按照相关标准进行参数测量校验,能够及时发现设备潜在的问题,保障设备安全稳定运行。

3.3 功能完备性校验的方法

功能完备性校验旨在验证一次设备能否正常实现其设计功能。对于开关设备,首先要进行分合闸操作试验。在不同电压等级和负荷条件下,对断路器、隔离开关等进行分合闸操作,检查其动作是否准确、可靠。观察分合闸过程中是否存在卡滞、拒动等现象,确保在电力系统需要时能够及时、有效地切断或接通电路。其次,测试开关设备的联锁功能。通过模拟各种操作情况,验证联锁功能是否正常,避免因误

操作引发带负荷拉刀闸等严重事故。再者,对保护设备,如避雷器、继电保护装置等的功能进行校验。对避雷器进行冲击试验,检验其在过电压情况下的保护性能;对继电保护装置进行模拟故障试验,检查其能否在规定时间内准确动作,切除故障线路,保护电力系统的安全。通过全面的功能完备性校验,确保一次设备在实际运行中能够充分发挥其应有的功能。

3.4 性能稳定性校验的指标

可靠性考核检验的一次设备的性能主要指的是其在连续运行阶段表现出的性能。一方面,连续的运行阶段需要得到设备在运行过程中的参数,分析变化趋势,例如,考核变压器的油温、绕组温度,进而得到这些性能指标在运行阶段随着时间增加的温度变化趋势,若温度不断上升,则说明变压器散热性能差,或者变压器内部出现了故障。通过上述方法能够对其性能稳定性进行检验,例如,性能稳定性考核为设备运行到最终状态的特性、正常性能的一致性,若某些参数发生不断变化或者波动过大,则说明设备内部存在明显缺陷。另一方面,可以根据设备不同的工作条件对其稳定性进行考核,例如,不同断路器根据不同的短路电流数值进行不同次数的分合闸操作,以检验设备运行的灭弧能力,触头经过长时间的工作,必然会产生磨损,与此同时灭弧介质的性能也会有所下降,通过以上不同工况性能的对比可检验设备的性能是否稳定。另一方面,根据设备进行环境性能考核,如对设备在不同温度或者高压高湿的情况下进行考核检验,查看设备是否能正常运行,设备的性能参数能否在额定的范围运行。

3.5 合规性校验遵循的准则

合规性校验是对一次设备进行是否符合标准、规范、规程的一系列规定的校验。一是设备应符合国家及行业对电气安全方面的标准要求。例如对设备的绝缘标准、接地标准、防护要求等,保证人员安全及保证设备安全。二是必须符合电力系统运行规程^[5]。例如设备的选型配置需符合电力系统运行方式、继电保护配置、线路及变压器参数计算要求等,设备选型必须与电力系统相符。三是必须遵循相关设备制造标准、检验标准要求,从原材料选择、组装制造、检测调试全过程必须遵循质量标准及相关规程要求,做好质量控制,保证设备质量。只有从一设备的每个环节,严格按照合规性校验的准则要求来执行,才能使一次设备达到合法、合规、稳定、正常运行,在电力系统中充分发挥作用。

4 结论

变电站一次设备的选型与校验是保障变电站安全、稳定、高效运行的关键环节。在选型过程中,需综合考虑电力需求、可靠性、经济性、环境适配性以及扩展性等多方面因素,精心选定参数合理、性能优良的设备,为变电站的运行奠定坚实基础。而在校验环节,通过对设备外观完整性、参数测量标准、功能完备性、性能稳定性以及合规性等要点的严格把控,能够及时发现设备潜在问题,确保设备始终处于良好运行状态。随着电力技术的不断进步和电力系统的持续发展,变电站一次设备选型及校验要点也将不断更新和完善,相关工作人员应持续关注行业动态,不断提升专业技能,以更好地适应新形势下变电站建设与运维的需求,为电力事业的蓬勃发展贡献力量。

参考文献

- [1]汪志强,孔维弟.变电站一次设备带电检修机器人双轴控制技术[J].东北电力技术,2025,46(01):13-16.
- [2]陆苏青.变电站一二次设备状态的检修技术研究[J].自动化应用,2024,65(S2):56-58.
- [3]徐涛,冯驰域.变电站一次设备运行问题与状态检修分析[J].集成电路应用,2024,41(12):286-287.
- [4]成鲁钰,宋磊,魏彦镇.500kV变电站一次设备隐患检修技术研究[J].科学技术创新,2024,(21):209-212.
- [5]陈新希.变电站一次设备可靠性选型与优化分析[J].集成电路应用,2024,41(04):126-127.

作者简介:徐运飞,出生年:1982,男,汉族,籍贯:湖南邵阳,职务:工程师,学历:本科。