

电力变电站运行中设备发热的原因及预防措施浅析

许洪亮

国华（乾安）风电有限公司 吉林长春

【摘要】现阶段，随着社会用电需求的进一步扩大，变电站设备体系的规模和复杂程度都在不断提升，给设备维护与管理带来了极大的难题，设备故障或异常问题时有发生，严重影响变电站的供电稳定性、可靠性。设备发热问题就是其中一个重要问题，发热问题的存在使得相关设备中的电子元件可能在高温下损坏而无法正常工作，过多的热量也会直接造成零部件的损坏，如接线端子变形、绝缘材料老化等，给变电站的安全稳定运行带来极大的隐患。因此，出于保证设备正常运行和稳定需求方面的考虑，仍然有必要对变电站运行中设备发热的原因进行明确，这将有助于进一步采取有效的防控措施，保证变电站设备运行的可靠性。

【关键词】电力变电站；设备运行；设备发热

【收稿日期】2024年4月14日

【出刊日期】2024年6月23日

【DOI】10.12208/j.jeea.20240011

Analysis of the causes and preventive measures of equipment heating in power substation operation

Hongliang Xu

Guohua (Qian'an) Wind Power Co., LTD., Changchun, Jilin

【Abstract】 At present, with the further expansion of social demand for electricity, the scale and complexity of substation equipment system are constantly improving, which brings great problems for equipment maintenance and management. Equipment failure or abnormal problems occur from time to time, which seriously affects the stability and reliability of power supply of substation. Equipment heating problem is one of the important problems, the existence of the heating problem makes the electronic components in the relevant equipment may be damaged at high temperature and can not work normally, too much heat will also directly cause damage to the parts, such as terminal deformation, insulation material aging, etc., to the safe and stable operation of the substation brings great risks. Therefore, in order to ensure the normal operation and stable demand of the equipment, it is still necessary to clarify the causes of equipment heating during the operation of the substation, which will help to further take effective prevention and control measures to ensure the reliability of the operation of the substation equipment.

【Keywords】 Power substation; Equipment operation; Equipment heating

引言

设备运行温度监控有助于掌握设备温度的实际情况，从而判断其是否存在过热的异常，及时采取措施进行处理，从而避免持续积温造成不良后果。对设备温度的监控可使用红外测温法和示温蜡片法2种。电力变电站运行中设备发热问题是指设备在运行过程中产生过多的热量无法消散，可能导致设备过热、损坏甚至引发火灾等安全问题。在变电站设备体系中，发热的设备主要包括变压器、电缆、开关设备等，发热原因错综复杂，可能由于设备过载、

短路、接触不良等，但具体原因需要结合实际情况进行综合分析。目前，变电站设备发热问题依然是一个长期存在的挑战，特别是随着电力需求的增长和变电站设备的逐年老化，设备发热问题变得更加普遍和严重，所造成的危害也更为迫切。在这样的情况下，及时发现并解决设备发热问题就显得尤为关键、重要。

1 变电站运行管理的意义

变电站运行管理涉及多个方面、多个环节的内容，若是依靠传统管理模式，很难兼顾各个方面的

核心要点。如何打破传统变电站运行管理模式，提升管理效率？一是加强安全保障。引入精细化管理模式推动变电站运行管理，确保变电站按照预设流程稳定工作，规避因运行人员、制度、方法而引发的管理风险，为变电站安全运行提供保障；二是节约成本。精细化管理理念的引入，能在一定程度上减少因生产经营不合理、不规范等造成的不必要的消耗与浪费，按照科学的工作模式组织开展工作，参考精细化管理专家提出的相关意见，对各种类型的科学管理方法进行灵活地应用，实现特定运行目标的有效修正、处理，以此来降低运行成本，增加运行管理的可持续性；三是保障电力稳定运输。变电站运行安全稳定，直接关系到电力能否安全、稳定、高效地输送到用电单位，引入精细化管理理念，能对管理目标、管理人员、管理设备等进行精细化处理，实现对变电设备、工作流程的精准把握，确保各环节的通畅性、稳定性。这对于保障电力稳定运输具有积极地推动作用。

2 变电运行过程中的问题

2.1 各种操作过程的技术不规范，没有安全管理章程导致的问题

变电运行过程中存在的技术操作不规范问题，主要表现在操作人员缺乏必要的技术培训和操作经验，导致操作不熟练、不规范。例如，在变电站的维护中，操作人员可能会忽视维护设备的安全要求，或者在操作过程中不按照规定程序进行操作，这些都可能会导致设备损坏，甚至引发火灾等安全事故。安全管理章程是指在变电站运行过程中制定的一套完整的安全管理制度，明确各种安全措施的实施细则和责任分工，并对操作人员进行必要的安全培训。然而，目前很多变电站制定的安全管理章程还不够完整，导致操作人员缺乏安全意识，不知道如何应对突发情况，应急知识储备不足、应急处置能力相对欠缺，从而增加了安全事故的发生概率。

2.2 对于违章作业不重视

对于违章作业不重视的问题，主要表现在两个方面。一方面，一些变电站的管理人员和工作人员没有充分认识到违章作业的危害性，对于违章作业的处置不够严格；另一方面，一些工作人员在工作中存在侥幸心理，认为违章作业不会带来严重的危害，从而忽视了安全问题。违章作业可能会导致变

电站的设备损坏，影响其正常运行。违章作业还可能引发火灾、爆炸等重大安全事故，对人员的生命安全造成威胁。

2.3 在变电安全运行过程中缺乏健全的考核制度

变电站作为电力系统的重要组成部分，承担着电能输送、变换和分配的重要任务。然而，随着电力系统的不断发展，变电站的规模和复杂度也不断增加，安全问题日益突出。然而，在变电安全运行过程中，缺乏健全的考核制度，已经成为当前的一个严重问题。变电站的安全管理措施是保障变电站安全运行的关键。缺乏科学、健全的考核机制，导致变电站管理人员在安全管理方面缺乏有效的监督和管理手段，安全管理措施制定不完善、执行不到位，存在一些漏洞和隐患，极易引发安全事故。

3 电力变电站运行中设备发热的原因

3.1 外部接头发热及其原因

电力变电站运行中，设备外部接头发热是常见的发热问题。外部接头指的是设备外部的连接部分，用于同其他设备或者线路进行连接。外部接头发热的主要原因在于其接触不良，无法保持牢固的连接，导致接头部位电阻增大，从而在运行过程中产生局部发热的问题。根据焦耳定律 $Q=I^2Rt$ (J)。

式中， Q 为电流通过导体产生的热量 (J)； I 为通过导体的电流(A)； R 为导体的电阻(Ω)； t 为时间 (S)。当接头接触不良的情况下，接触电阻会增加，从而导致电流通过导体所产生的热量增加，引起温度升高的问题。若是超出接头部位相关材料的承受极限，就可能会引起熔化、烧毁、甚至火灾问题。而造成接头接触不良的原因比较复杂，在安装过程中由于未能按照技术规范要求进行安装，可能会造成接头接触不良的问题，导致接头发热；后期设备运行过程中，因为外部环境因素影响，导致接头松动、生锈、氧化等，也会引起接头接触不良，造成接头发热；电力变电站设备维护工作不到位，导致接头错位或者松动，引起接头接触不良，同样会造成接头发热。

3.2 刀闸发热及其原因

刀闸发热问题是指在变电站的运行过程中，刀闸某些部分出现温度过高的情况。刀闸属于变电站开关设备的一种，一般用以控制电路通断，根据电

压和电流等级的不同,使用范围也有所差别。刀闸发热的原因比较复杂,刀闸设计或结构不合理、刀闸过负荷等问题均会导致刀闸的发热。根据热功率公式 $P=I^2R$ (W)。

式中,P 为热功率(W);I 为通过电流强度(A);R 为载流导体电阻 (Ω)。

可以计算电流通过刀闸时的发热功率。在刀闸自身设计或结构不合理的情况下,其电阻会比较大,相应的热功率也就比较大,电流通过刀闸的时候,就会引起刀闸发热问题;刀闸过负荷情况下,通过刀闸的电流增加,相应的热功率也会增加,同样也会引起刀闸的发热问题。

变电站设备系统中,一般会根据电压、电流等级选择合适的刀闸设备进行安装,因此,过负荷问题多是由于在刀闸安装过程中,未能注意到刀闸的质量问题,导致其不能承受相应的荷载,使得运行过程中造成发热问题。

3.3 变压器发热及其原因

电力变压器是变电站中变换电压、传递电能的重要设备,主要由绕组、铁芯、绝缘、引线等几部分组成,发挥着非常重要的电压变化、隔离、稳压等方面的作用。变压器发热问题是由于电流通过变压器线圈,产生热量导致温度升高。变压器发热属于正常现象,但需要保持温度在合理的范围内,一旦热量聚集导致变压器过热,将会对变压器正常运行及寿命产生影响。因此,应对变压器发热的问题应予以特别的关注。

变压器发热的原因比较多,在设备运行过程中,由于磁通密度过高,会导致铁芯负载过重,造成铁损耗和涡流损耗增加的问题,使得变压器热量也随之增加,引起连接点发热或者放油阀发热等情况。根据涡流损耗公式 $P=kB^2f^2t^2V$ 。式中,P 为涡流损耗,k 为涡流损耗系数,B 为磁通密度,f 为磁场反转频率,t 为叠片厚度,V 为磁性材料体积。

通过公式可以得知,当磁通密度过高的情况下,会导致涡流损耗增加,从而引起变压器的发热问题。变压器运行过程中会产生谐波,谐波电流会在变压器绕组中产生额外的损耗,导致变压器温度的升高。铁芯同样会受到谐波影响而产生额外的损耗,损耗转化为热量,会使得变压器各部件温度产生上升的情况。

4 电力变电站运行中设备发热的预防措施

4.1 提高变电操作人员的素质和能力

变电操作人员需要具备扎实的电力专业知识和技能,熟悉变电站的运行原理和操作流程。因此,加强培训,提高专业技能是提高变电操作人员素质的重要途径。变电操作人员应该掌握变电站的基本原理、设备结构和操作规程,熟悉各种设备的性能和特点,了解各种设备的维护保养方法和操作技巧。并掌握了解电力系统的基本知识与电力系统的运行模式和安全规程,以便在实际工作中能够及时处理各种突发事件,保障电力系统的安全稳定运行。变电站可以通过组织各种形式的培训,如集中培训、现场培训、模拟演练等,让操作人员掌握更多的专业知识和技能,从而提高其工作能力和水平;其次,在变电站的运行过程中,操作人员需要严格遵守操作规程,按照操作程序进行操作。因此,加强管理,规范操作是提高变电操作人员素质的重要保障。可以通过制定操作规程、安全操作指南等规范,对操作人员进行培训和考核,强化操作人员的安全意识和责任心,确保操作人员按照规程进行操作。同时,变电操作人员也应该具备高度的责任心和使命感,始终把保障电力系统安全运行作为自己的首要任务。在工作中,应该遵守职业能力规范,消除各种违法违规行。还应具备高度的自我约束能力,时刻保持清醒头脑,严格按照操作规程进行操作,杜绝因个人原因导致的安全事故。

4.2 优化培训机制

一是确定培训目标。掌握电站系统、设备、基本原理;熟悉基本事故处理、与管理岗位相关规章制度;具备设备安全分析能力,可在例行巡检、管理、操作时发现并及时解决相关故障;熟悉变电站一次运行方式、二次系统接线、设备规范、容量、位置等;掌握各项设备的结构、运行性能、操作维护注意事项;能结合试验、巡视、测量、检修结果确定设备健康状况,准确把握设备主要缺陷、薄弱环节;能结合设备运行方式变化,改变直流系统、自动装置、保护装置运行方式。二是确定培训内容。结合培训目标,优选培训内容,主要是:电气与设备操作规程、操作方法与操作带来的实际影响、具体处理方法等;变电站运行解、并列条件与相关操作方法;不经常操作、复杂设备特殊要求、注意事项、操作要领等;不

同负荷变化与潮流分布下, 相关设备运行规律、巡检方法、事故预想理论知识; 音响、气味、信号指示、继电保护、灯光、表计等异常表现与对应的分析、判断、解决方法; 紧急状况的停供电措施。

4.3 做好设备温度监控

4.3.1 红外测温法

红外测温法是电力变电站设备温度监测常用的一种办法。其主要技术原理在于通过红外成像技术或者红外测温仪来对设备表面的温度进行直接测定, 从而了解设备运行时的温度变化情况, 掌握设备高温区域, 帮助分析设备发热的原因。红外测温法利用了物体高温辐射的红外能量与其温度之间的关系, 借助红外测试仪器设备扫描作用, 快速掌握设备温度数据, 从而判断设备是否存在过热问题, 并以此确定是否采取措施进行处理。物体的红外能量聚焦在光电探测器上并转变为相应的电信号。该信号经过放大器和信号处理电路, 并按照仪器内部的算法和目标发射率校正后转变为被测目标的温度值。红外测温工作应尽量避免在恶劣天气状况下开展, 这将会影响测温结果。且只能测量表面温度, 不能测量内部温度。

4.3.2 示温蜡片法

示温蜡片是一种能够用以对温度进行测量的产品, 其经过特殊设计和显色原理, 在不同的温度下会呈现出不同的颜色, 从而直观地反映设备的温度状态。示温蜡片法在变电站电气设备温度监控中有着极为广泛的应用, 将其粘贴到设备需要测温的地方后, 即可实现对温度的掌控。若是设备出现过热的问题, 那么示温蜡片就会产生颜色上的变化。在日常运维中, 通过对蜡片颜色的观察, 即可了解设备运行温度情况, 从而及时发现设备过热的问题。示温蜡片法操作简单, 将温度信息可视化, 有助于

更便捷快速地帮助运维人员掌握设备温度状况。

5 结束语

综上所述, 电力变电站运行中, 设备发热问题危害极大, 不仅会降低设备的使用寿命, 导致设备损坏、设备安全事故发生, 还会对电网运行稳定性造成影响。而设备发热的原因多种多样, 主要包括设备老化、过载运行、环境温度过高等, 为预防设备发热问题, 必须要做好温度监控, 加强对设备的日常巡视检查, 并重视设备安装管理, 利用科学合理的诊断手段, 以降低设备发热问题产生的概率, 保障变电站设备的安全稳定运行。

参考文献

- [1] 李鹏飞. 电力变电站运行设备发热原因与预防措施研究[J]. 大众标准化, 2021, (12): 119-121.
- [2] 李权, 李雪丹. 电力变电站运行设备发热的原因与对策[J]. 集成电路应用, 2020, 37(12): 166-167.
- [3] 罗茂, 张温馨. 试析电力变电站运行设备发热问题[J]. 冶金管理, 2020, (17): 64-65.
- [4] 金涛. 电力变电站运行设备发热原因及预防对策[J]. 科技风, 2019, (24): 198.
- [5] 林宇. 电力变电站运行设备发热原因及预防措施[J]. 现代国企研究, 2019, (12): 80.

版权声明: ©2024 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS