

变压器经济运行及节能潜力分析

刘 嘉

山东省产品质量检验研究院 山东济南 250102

摘要:近些年来,我国加大了产业转型的步伐,强调经济运行的绿色化、节能化以及低碳化属性,强调对原有产业模式以及技术形态的科学调整,通过模式的转换,实现节能降耗的转型目标。基于这种背景,在大型变压器的研发、生产与管理的过程中,需要采取恰当的技术举措,通过技术的组合应用,达到节能降耗与经济运行的设备使用需求。

关键词: 变压器; 经济运行; 节能潜力; 分析

前言:

目前,环境污染日趋严重,能源紧张,节能减排问题成为人们关注的焦点。与此同时,能源价格渐攀升,企业如何更好地降低能源消耗,无疑成为企业提升核心竞争力的关键点。电能是工业企业进行生产的最主要能源,有效降低企业能耗对提高企业经济效益和国家能源战略具有重要意义。提高变压器利用率,保证变压器经济运行,才能稳定电源质量,实现良好的经济效益。

变压器的经济运行应以供电的安全性、可靠性等原则为基础,通过变压器的分流和电网运行的变化,降低变压器“无用耗电”的出现频率,最大限度地减少变压器的电能损耗。大型变压器节能降耗与经济运行涉及多个技术门类,涵盖不同的领域。为达到管控能耗,节能减排的目的,文章在掌握大型变压器能耗产生原因的基础上,采取系统化的策略手段,积极推动技术创新,提高设备运行效率及质量,保证设备经济运行,成本低,回收期短,经济效益明显。降低电能损耗和线损,避免能源浪费,不仅可以提高企业的核心竞争力,同时是保护环境和社会可持续发展的基础和源泉,以此不断提升变压器整体运行的效益。

1 我国变压器的使用情况分析

变压器是电力系统中非常重要的设备,直接影响系统的运行状态。变压器通常在电力系统电网末端执行能量传输和分配功能。电力系统中有大量的变压器,其效率保证了我国电力系统的长期稳定运行。变压器运行时发生一定的功率损耗,分为有功和无功损耗,造成巨大的功耗和严重的经济损失。

根据相关标准,我国电网使用的变压器主要有:10kV以下、10kV以下或35kV。在电力系统运行过程中,变压器引起的能量损失非常大。总的来说,变压器的功耗主要是由变压器的空载损耗、轻负荷和线圈线损引起

的。为了消除变压器的能量损耗,最大的解决方案是更换新的低功率变压器,然而,我国的电网10KV主配电网中使用了大量的旧变压器,这需要大量的投资,可能会影响整体供电。此外,在施工项目实施过程中,一些国内电力公司选择了旧变压器,降低了施工成本。这似乎减低了工程的建造成本,但在工程投入服务后,变压器耗电量很大,长远来说,会令电力公司蒙受重大的经济损失。在施工过程中,为了只注重工程技术,通过一次性经济投入减少下一步的投入。电力企业部分认为下一步将采用先进设备,忽视了变压器的定期维护和维修,因此,变压器的性能会下降。

2 变压器能耗产生原因

变压器损耗的计算值是判断变压器值是否经济运行的数据基础,使用户可以更加直观地掌握变压器的实时运行状况,同时对降低供电损耗具有重要的作用。计算出变压器损耗之后即可估算变压器对应损耗的电能,从而让用户了解当前能源浪费的情况,对降低费用支出有极其重要的作用。对变压器能耗产生原因的梳理以及探讨,有助于技术人员在思维层面形成正确的认知,精准把握变压器能耗管控的关键点,为后续节能降耗举措的制定以及经济运行策略的执行提供方向性引导^[1]。

根据以往经验,变压器的功率消耗与工作原理密切相关,目前变压器主要由一次绕组、二次绕组、铁芯等模块组成。在连接绕组时,由于电磁感应的控制,有时会产生磁通,磁通流经铁芯,出现一定强度的电动势。电动势出现后,与铁芯之间构成一种闭合回路,回路诱发涡流,涡流出现后,如果没有采取恰当的技术手段进行处理,将会产生额外的耗损。具体来看,变压器的损耗包括了铜损以及铁损两种形态,涡流出现后,变压器内部的铁芯温度持续升高,导致铁芯出现发热的情况,造成额外的能量损失;绕组在运行过程中,由于使

用多次绕组结构,导致变压器内部的电阻损耗增加,诱发变压器损耗幅度的增加。从相关部门公布的数据来看,铁损、铜损是目前造成变压器能耗产生的主要原因,其70%左右的能耗与这两种因素有关。因此在进行变压器能耗控制的过程中,技术人员需要有着重做好铁损、铜损的控制工作,将变压器能源损耗控制在合理的区间范围内。

3 变压器节能降耗与经济运行的主要策略

变压器的经济运行是使整个电网经济损失最小化的途径之一。因此,变压器的经济运行对降低能耗起着极其重要的作用。

要判断变压器是否经济运行,首先要计算变压器经济负载系数,然后对经济运行区进行划分,判断变压器是否在经济运行区间负载运行。

针对于变压器能耗产生的主要原因,技术人员在变压器节能降耗、经济运行系列工作开展环节,应当持续调整思路,整合资源,通过技术的升级、管理策略的优化,强化节能降耗能力,达到减排的目标。

3.1 有序做好节能改造工作

着眼于变压器能耗在控制过程中,可以有目标、有计划地开展节能改造等系列工作,以参数的改造以及技术的提升,达到与变压器结构进行优化的目的,实现节能属性的稳步升级。结合以往的经验,变压器节能降耗的改造工作,主要可以通过增容、降容、保容以及调容等方式进行,通过对不同改造方案的科学化选择,强化节能改造的成效。以变压器的增容改造为例,变压器的容量与铁芯柱的有效横截面积有关,横截面积越大,允许传输的电磁容量越高,产生的热量损耗越少,绝大多数生产厂家,在变压器设计过程中,对于铁芯柱的预留量较大,这种情况的出现,无疑影响了电磁容量,诱发额外能耗的产生。基于这种实际,在进行节能改造的过程中,技术人员需要通过相关设计参数,对铁芯柱进行核算,掌握油箱的基本情况,在此基础上,采取更换绕组的方式的达到变压器增容改造,节能降耗的目标^[2]。

3.2 持续优化变压器运行方式

变压器在运行方式优化环节,为避免优化的盲目性,需要率先做好变压器自身负荷范围的计算、评估等系列工作,根据计算评估结果,精准选择变压器的台数、容量,这种处理方式,不仅可以持续变压器的运行效率,还可以控制变压器的电力损耗,实现电费成本的有效控制。结合以往经验,变压器的负载范围当保持在50%到70%范围内时,设备运行效率较高,并且损耗较低。如果没有能够科学的选择变压器的负载范围,不仅无法有

效控制设备损耗,还在很大程度,降低了变压器自身的运行效率,影响了电力资源的供给能力。例如当变压器的容量较小,变压器运行过程中自身承担的负载将会较大,负载的增加,使得整个变压器损耗加剧。当变压器的容量较大,变压器运行过程中会产生空耗的情况。基于这种实际,技术人员在变压器的选择中,应当依据相关数学模型,做好数据的计算、设备的选择等相关工作。例如使用公式 $\Delta P_z = \Delta P + K_Q \Delta Q$,其中P表示变压器的空载损耗(单位kW),Q表示变压器的空载无功损耗。借助这种数学处理方式,通过定量分析、定向分析的方式,保证变压器的参数调整更加符合实际要求,实现变压器运行稳定性与运行绿色性的全面兼顾。

3.3 科学分配变压器负载

变压器在低负荷或者空载的过程中,其损耗主要以铁损为主,随着负荷的增加,损耗的主要构成类别也将发生相应的变化,尤其当变压器负荷超过一定限度时,不仅损耗的类型更加多元,损耗的占比也将提升。通常情况下,变压器往往会有一个最佳的负载区间,借助负载的合理控制,将变压器自身的损耗降到最低,从而达到节能降耗的目的。根据负荷范围,选择恰当数量的变压器,变压器的选择应当以小容量为主,这种技术处理优势在于,可以灵活调整变压器的负载大小,实现了负载分配的灵活化,通过这种处理方式,将变压器的损耗控制在合理的范围内,达到节能降耗的技术应用要求^[3]。

3.4 选用新型节能变压器

针对于部分超龄变压器,技术人员在对其进行节能降耗处理时,应当着眼于变压器自身的实际情况,采取针对性的技术举措,有序进行技术的优化升级工作。在这一思路的指导下,新变压器的设置,应当从设计方案的先进性、可靠性,产品的制造、试验能力等角度出发,通过对绝缘强度、抗短路能力、降低损耗、温度控制、寿命延长、工装技术以及磁屏方法等角度入手,实现变压器节能属性、经济属性的稳步提升。以绝缘强度的提升为例,根据变压器的具体参数,通过有限元分析,技术人员可以在各种条件下分析变压器的内部电场,使变压器中不存在过大的电场集中,并通过合理使用绝缘材料优化电极形状,无需设计变压器。利用变压器波动过程计算仿真,优化其绝缘结构计算,合理调整区域电容参数,实现最优协调,使变压器能够承受雷击等冲击应力。

借助系统化的仿真模型,技术人员可以在较短的时间内,快速掌握变压器在结构设计方面的相关情况,并根据相关情况,积极调整变压器内部结构,完成对绕组

等核心构建的改造升级,以达到强化变压器运行效果,管控能耗的目的。

3.5 变压器更新和经济运行

设备更新的目的是消除看得见和看不见的磨损。只有不断更新设备才能消除原因,有效保证变压器的经济性。升级周期也因不同类型生产设备的技术性能而有所不同。采用两种方法计算更新周期:(1)根据设备的实际磨损情况更新规定的使用寿命;(2)机械设备是整个使用寿命的更新期。在接近升级周期时,最好在不等变压器损坏的情况下升级变压器^[4]。

3.6 变压器制造和经济运行

此外,变压器生产工艺水平影响了变压器运行的经济性,在许多运行中,损耗运行方式最低。由于变压器的连接,有四种情况:满负荷、大半载、少半载和空载。目前,在生产厂家,经济负荷在50%左右的变压器不能只生产满足一个条件的变压器。所有变压器都必须以惊人的损耗率生产,包括那些满负荷或低负荷运行的变压器。因此,变压器必须有四种生产方式:20%、40%、65%和90%的经济负荷。

3.7 运行方式

电站目前使用的变压器有两种工作模式,一种是额定模式,另一种是允许过载的模式。在额定运行模式下,变压器可根据规范要求保持连续运行模式,在连续运行时,采用浸油自耦变压器,变压器油温低于95℃,变压器油的温度应低于75℃,使用强制循环油的风冷变压器,如果使用干式变压器的变压器油的温度不超过100℃。此外,变压器的室外电压应增加到额定连接电压的5%。在设定允许负载时,变压器必须输出各种曲线,包括负载曲线和冷却介质温度。如果变压器的负载处于最大水平,那么在使用油浸自励变压器时,变压器的最大容量为额定容量的30%。变压器安装位置发生变化,应改变经济等效系数。例如,在发电厂安装变压器时,目前将系数设置为较小的值,例如,在较远的位置安装变压器时,系数设置为较小的值。如果变压器与电厂的距离较远,由于在远距离输电过程中,输电线路的功耗较高,在对变压器运行方式进行经济分析时,通常会设定条件,如果在并联线路中安装了相同类型的变压器及

其容量;其次,在按负载曲线安装不同类型和体积变压器时,通过在并联电路中分析变压器的经济效益。

4 变压器节能降耗与经济运行管理注意事项

变压器节能降耗与经济运行管理过程,为保证工作的针对性,工作人员需要从实践角度出发,明确节能降耗、经济运行管理的重点要求,通过重点环节的精准把握,提升各类工作举措运行实施的有效性。

开展谐波降耗方案。变压器损耗的出现,还受到谐波等外部因素的影响,当谐波的含量越低,其损耗越小;谐波的含量越高,其损耗越大,因此在对变压器进行能耗管控的过程中,还需要注重做好谐波的处置应对,排除谐波对于变压器损耗的影响。现阶段,针对于谐波降耗,主要采取安装消波装置的方式,对谐波进行负载补偿,以此来降低谐波对于变压器损耗的影响。

总而言之,在发电厂的发电过程中,变压器是一个重要的组成部分,在变压器运行过程中,通过向不同地区传输和接收电力,有效地进行配电。但是变压器在运行过程中消耗更多的能量,改变了变压器的运行模式,为持续提升大型变压器运行的节能属性,控制能量损耗,保证运行的经济性,避免额外费用的产生。文章尝试通过技术资源的整合,打造完善的运行机制,将变压器的能耗控制在规定范围内,兼顾变压器运行的平稳性与经济性,实现技术体系的完善,促进大型变压器研发、制造产业的稳步升级。

参考文献:

- [1]毛俊芳,毛俊斌,毛俊辉.变电站主变压器运行方式研究[J].电子测试,2020(19):56-57+45.DOI:10.16520/j.cnki.1000-8519.2020.19.018.
- [2]冯耀霏.供电线路与配电变压器的经济运行[J].集成电路应用,2020,37(07):138-139.DOI:10.19339/j.issn.1674-2583.2020.07.057.
- [3]李帅兵,李师名,杨桂兰,李美蓉,段光平.配电网中变压器经济运行性研究[J].电工材料,2020(01):60-64.DOI:10.16786/j.cnki.1671-8887.eem.2020.01.013.
- [4]韩嘉琪.延寿县10kV配电网经济运行研究[D].东北农业大学,2021.DOI:10.27010/d.cnki.gdbnu.2021.000497.