

配电变压器负载率对损耗的影响分析

赵春娥

云南电网有限责任公司曲靖马龙供电局 云南曲靖 655100

摘 要: 配电变压器作为电力系统中的关键组成部分,其运行效率与负载率密切相关。在现代电力网络中,随着电力需求的不断增长,变压器的负载率问题日益凸显,它直接影响到变压器的损耗、寿命及电力系统的稳定运行。因此,深入分析配电变压器负载率对损耗的影响,对于优化电力系统的运行、提高能源利用效率具有重要意义。本研究旨在通过科学分析,为变压器的负荷监测、预测以及适时采取增容或增加变压器等措施提供理论依据,从而确保电力系统的安全、高效运行。

关键词: 配电变压器;负载率;损耗;影响分析

引言

基于负荷监测与预测,掌握增容或者加装变压器时机就成了重点。介入太早或者太晚都会造成资源浪费,或者给电网安全带来安全隐患。所以,科学地分析配电变压器负载率和损耗之间的关系,就能给电网运营者以决策支持,保证适时采取措施增容或者加装变压器,以便及时排除过载的危险,保证电网平稳运行。

1 配电变压器负载率与损耗关系分析

1.1 负载率定义及其对变压器运行的影响

负载率作为变压器运行状态评价的重要指标之一,是变压器的实际输出功率与额定功率之比。该比率是变压器承载情况的直观体现,对认识变压器运行效率及安全性具有重要意义。负载率对变压器损耗,温升和使用寿命有直接影响。在中等负载率的情况下,变压器能高效稳定的工作,且损耗比较低;而且在负载率较高时,变压器内电流变大,造成铜损、铁损升高,而温升明显升高,不仅加快绝缘材料老化速度,而且可能诱发变压器热故障、降低使用寿命。另外,负载率过高也会使变压器超负荷工作,从而对整个电力系统稳定性与安全性构成威胁。所以对变压器负载率进行合理的控制是保证变压器以及整个电力系统能够正常工作的关键环节。

1.2 变压器损耗的构成及影响因素

变压器损耗主要由空载损耗(铁损)、短路损耗(铜损)以及杂散损耗构成。空载损耗,即铁损,主要发生在变压器铁芯叠片内,由磁滞损耗和涡流损耗组成,当变压器施加额定电压且其余绕组开路时,所吸收的有功功率即为空载损耗。这种损耗与运行电压和分接头电压紧密相关,磁滞损耗是由于铁芯在反复磁化过程中,磁

畴摩擦造成的能量损失,而涡流损耗则是由于铁芯中的感应电流(涡流)引起的能量耗散。短路损耗,也称为铜损,是当变压器一个绕组通过额定电流,而另一个绕组短路时,变压器所吸收的有功功率。它主要取决于绕组电阻及流过绕组的电流大小,随着负载电流的增大而增加。此外,杂散损耗则主要发生在引线和外壳等结构性金属部件上,与变压器的负荷情况有关。这些损耗不仅会导致变压器效率下降,还会引起温度升高,进而影响变压器的使用寿命和安全运行。因此,在设计、制造和使用变压器时,需要综合考虑各种因素,以降低损耗、提高效率。

1.3 负载率与变压器损耗的定量关系分析

负载率与变压器损耗之间的定量关系,是评估变压器运行效率和确定最佳运行点的重要依据。负载率,定义为实际负载电流与额定电流的比值,即 $L=I/I_N$,其中 I 为实际负载电流, I_N 为变压器的额定电流。变压器的总损耗包括空载损耗(P_0)和负载损耗(P_k),其中负载损耗与负载电流的平方成正比,即 $P_k=I^2 \times R_k$, R_k 为变压器短路电阻。随着负载率的增加,负载损耗将呈平方关系迅速上升。同时,虽然空载损耗不随负载变化,但在高负载率下,其占总损耗的比例会相对减小。因此,存在一个最优负载率,使得变压器的总损耗最小,效率最高。这个最优负载率通常需要通过实验或精确计算来确定,它依赖于变压器的具体设计参数和运行条件。

1.4 负荷监测和预测中的重要性

负荷监测通过实时追踪变压器的实际负载情况,确保变压器运行在高效、低损耗的状态。它不仅能及时发现过载或轻载现象,还能为优化负载分配提供数据支持。而负荷预测则基于历史数据和未来趋势,预测未来某时

段的负载需求,这对于提前规划变压器容量、调整运行策略至关重要。两者相辅相成,负荷监测提供实时反馈,负荷预测提供前瞻指导,共同确保配电变压器在最佳负载率下运行,有效降低损耗,提高能源利用效率。这种精准的控制和预测,对于提升电网整体运行效率、降低运营成本具有重要意义。

2 及时消除过载风险的策略

2.1 负荷分配策略

负荷分配策略的核心在于合理分配电力系统中的负荷,以避免单个变压器过载。通过负荷管理系统(LMS),可以实时监测各变压器的负载情况。当某一变压器的负载率接近或超过其额定容量时,可以通过自动化系统将部分负荷转移到其他负载较轻的变压器上。例如,在一个区域内,若变压器A的负载率达到90%,而变压器B的负载率仅为60%,则可以将变压器A的部分负荷转移至变压器B,确保变压器A的负载率降至80%以下,从而减少过载风险,提高供电的可靠性和稳定性。

2.2 负荷转移策略

负荷转移策略则是通过临时或永久性的调整负荷分布来消除过载风险。具体方法包括手动和自动两种方式。手动转移负荷需要运维人员根据监测数据进行现场操作,适用于突发情况的应急处理;而自动转移则依赖于智能电网技术,通过配电自动化系统(DAS)实现远程控制和自动负荷转移。当监测系统检测到某一变压器的负载率超过设定阈值(如85%)时,系统会自动调节负荷分布,将部分负荷转移到其他变压器上。例如,在夏季用电高峰期,居民区的负载率可能迅速上升,智能系统可以及时调节,将部分负荷转移至商业区的变压器,从而平衡各区的负载,避免单个变压器过载。

2.3 实施参数和效果评估

在具体实施负荷分配与转移策略时,需要考虑各变压器的额定容量、实时负载率以及电网的拓扑结构。通过设定合理的负载率阈值(例如85%作为警戒线,90%作为临界值),可以有效预防变压器过载。此外,还需要定期评估负荷分配与转移策略的效果,确保其实施的有效性和经济性。评估指标包括变压器的平均负载率、负载峰值时段的过载次数、系统故障率以及供电可靠性等。通过数据分析,可以进一步优化负荷管理策略,提升电网的整体运行效率和安全性。例如,在实施策略后,某区域的平均负载率由原来的85%降至75%,过载次数减少了50%,系统故障率下降了30%,供电可靠性显著提高。

2.4 负荷分配与负荷转移策略

负荷分配策略依赖于负荷管理系统(LMS),实时

监测各变压器的负载情况。当某一变压器的负载率接近或超过其额定容量时,通过自动化系统将部分负荷转移到其他负载较轻的变压器上。例如,在一个区域内,若变压器A的负载率达到90%,而变压器B的负载率仅为60%,可以将变压器A的部分负荷转移至变压器B,确保变压器A的负载率降至80%以下,从而减少过载风险。负荷转移策略则通过临时或永久性的调整负荷分布来消除过载风险,具体方法包括手动和自动两种方式。手动转移负荷需要运维人员根据监测数据进行现场操作,适用于突发情况的应急处理,而自动转移则依赖于智能电网技术,通过配电自动化系统(DAS)实现远程控制和自动负荷转移。当监测系统检测到某一变压器的负载率超过设定阈值(如85%)时,系统会自动调节负荷分布,将部分负荷转移到其他变压器上。例如,在夏季用电高峰期,居民区的负载率可能迅速上升,智能系统可以及时调节,将部分负荷转移至商业区的变压器,平衡各区的负载,避免单个变压器过载。在具体实施时,需要考虑各变压器的额定容量、实时负载率及电网的拓扑结构,通过设定合理的负载率阈值(如85%作为警戒线,90%作为临界值)预防过载,并定期评估策略效果,确保其实施的有效性和经济性。

结束语

总之,配电变压器负载率对损耗有明显影响。低负载率时变压器铁损耗与空载损耗之比较大,造成总损耗升高。而高负载率时,尽管负载损耗的比例有所增加,但是总损耗却可能比较低。但负载率过高也会使变压器温度过高,从而影响使用寿命。所以在实际使用时,必须要根据负载率变化来对变压器的运行状况进行合理控制,从而实现降低损耗,提高效率以及延长其使用寿命。通过对配电变压器进行科学管理以及采取有效的技术手段能够使配电变压器得到较好的应用,对电力系统稳定运行以及节能减排起到积极的促进作用。

参考文献

- [1] 伍亚虎. 配电变压器负载率对损耗的影响[J]. 电力设备管理, 2023(24): 70-72.
- [2] 李琳玮, 付艳兰, 黄雄, 等. 配电变压器负载率对损耗的影响[J]. 云南电力技术, 2018, 46(4): 4. DOI: 10.3969/j.issn.1006-7345.2018.04.014.
- [3] 何兆磊, 古连蒙, 王景, 等. 提高变压器的三相不平衡损耗精确度的方法[J]. 数字通信世界, 2022(007): 000.