

[绝缘技术]

关于高电压绝缘技术应用的有关思考

文/大庆油田中油电能供电公司 艾久超

在我国企业生产及电力供应过程中，往往会涉及高压电的应用与供应，维护高压用电设备的安全性和稳定性是保证生产安全的重要内容，也是电力技术人员重点研究的技术课题。文章对高电压绝缘技术进行分析和总结，供相关人员参考。

随着越来越多的高电压设备投入社会生产之中，用电安全和生产安全成为广大技术人员关注的问题。高电压绝缘技术作为保障生产安全的重要措施，其应用与发展已经成为社会各界广泛关注的话题。本文针对高电压绝缘技术进行了简要分析和探讨，旨在为后续的研究理清思路，并提供一定的借鉴与参考。

高电压设备绝缘技术和常见材料

在实际生产过程中，高电压设备不仅仅存在于生产厂房内，针对暴露在自然环境中的高电压设备，需要达到较高的绝缘技术水平，这部分技术则隶属于外绝缘的范畴。所以，目前高电压设备绝缘技术主要分为室内设备绝缘技术和户外设备绝缘技术两种。

在高电压设备绝缘技术应用过程中，电工陶瓷的应用十分广泛，且具有很长的应用历史。在实际应用中，陶瓷由于其自身材料性质的影响，本身的抗冲击能力和可伸缩性较差，同时具有一定的亲水性质，如果电工陶瓷遇到雨闪、污闪等情况，就会出现不同程度的破损。因此，我国技术人员将提升电工陶瓷抗冲击能力和伸缩性作为主要的研究方向。另外，国外很多先进的绝缘技术以及绝缘材料也被相关企业及技术人员引进到国内，在很多高电压设备中得到了广泛的应用。

此外，一些传统的绝缘材料经改良后，其电气性能也得到了有效提升。多种因素共同作用下，我国高电压设备绝缘材料技术水平得到了有效提升。

随着技术的不断发展，复合材料在绝缘技术中已经得到了广泛的应用，并且也成为高电压绝缘技术中首选的材料方案，复合材料在实际应用中也能更好地满足生产过程中高电压设备的绝缘需求。

高电压设备绝缘技术问题

相比户外设备来说，室内设备绝缘技术要求相对较少，绝缘技术问题比较容易解决。户外设备由于需要长期应对暴风、雨雪和暴晒等自然因素的影响，绝缘材料经常会出现不同程度的老化，这就为设备的运行造成了一定的隐患，甚至会导致恶性事故的发生。因此，技术人员应该将设备外绝缘技术作为工作重点和研究重点，保证设备内部结构能够在外部绝缘技术的保护下维持良好的运转状态。在实际研究过程中，高电压设备绝缘技术问题有如下几点。

1) 用电设备遭到雷击的概率相对较高，所以在雷雨天气，常常会发生雷击引发的雷电过电压问题，进而造成设备故障及供电系统故障，随即也会出现操作过电压的问题。另外，高电压设备在雨天还会发生雨闪问题，这是由于雨天空气湿

度较大,同时由于设备表面会凝结露水,露闪的发生概率也会明显提升。

2) 长期处于户外的用电设备,设备表面会存在不同程度的污垢,在潮湿环境中,这些污垢会改变设备表面的绝缘性能,进而引发污闪问题。并且很多污垢本身具有一定的腐蚀性,容易造成绝缘材料性质、形状的变化,影响设备的绝缘性能。

3) 户外设备在自然因素及人为因素的影响下,往往会承受不同程度的拉力、压力、弯力和扭力,这些力也会让电气设备结构承受异常的机械负荷,对设备的绝缘性能造成不利影响,影响设备运行安全。

4) 绝缘材料及设备本身的老化问题也会影响其绝缘性能。所以,延长绝缘材料及设备的寿命已经成为技术人员重点研究的课题,同时也是困扰技术人员的主要绝缘技术问题。

由于室内设备所处的环境相对稳定,甚至很多精密设备生产企业会在生产车间内配备完善的温度、湿度控制系统,所以,室内设备本身很难涉及雷击、雨闪等问题的威胁。针对室内设备,主要需要考虑异常荷载和设备、材料老化问题所带来的绝缘问题。

绝缘设备相关知识

1. 避雷器

避雷器在很多电气设备中都有广泛的应用,最为常见的是在变电站中。在设备运行过程中,会有部分电流经过避雷器的阀片,潮湿等问题也会导致避雷器阀片性能老化,因此阀片就成为避雷器中老化速度最快的设备之一。技术人员为了明确避雷器的性能水平,会通过进行漏电流监测的方法监测高压电气设备的绝缘性能,同时也能掌握设备所处环境的湿度,进而为设备绝缘性能维护提供丰富的资料。

一般来说,设备老化程度较低时,其整体电流不会出现显著的变化,但是会表现出阻性电流增大的问题。当设备处于正常工作状态时,避雷器会分别流过容性电流和阻性电流,其中容性电流占绝大部分。当设备老化、受潮或者表面有污垢时,容易导致漏电问题,并表现出阻性电流增加的状态。

2. 耦合电容器、CVT和电流互感器

通过了解耦合电容器、CVT和电流互感器等

介质损耗角的正切值,能够较为准确地了解绝缘性能,并掌握设备的老化、受潮情况,相对其他参数来说,这一参数具有灵敏性较高的特点。由于设备结构因素影响,其电容处于均匀分布的状态,因此也具有良好的绝缘性能。但是当设备存在受潮问题时,其内部的绝缘系数就会随着导电介质的增多而下降,进而发生击穿事故。

高电压设备有机绝缘的应用

有机绝缘产品出现以来,由于其重量相对较轻、体积相对较小等特点,受到了技术人员的广泛关注,如第一代有机绝缘产品棒型悬式合成绝缘子。随着有机外绝缘技术的进一步发展,其重量较轻这一优势更是得到了突出与运用,并符合高电压设备在生产安装过程中的相关要求。特别是在野外输电线路的工程施工过程中,其所具备的作用更是十分的显著。因此,近些年来有机外绝缘材料在高电压设备绝缘领域中得到了十分广泛的应用。

20世纪90年代初期,经过我国电力科研人员的不懈努力,一系列的绝缘产品被研发生产出来,合成绝缘子技术也应运而生,这使得我国在绝缘领域取得了突破性进展。据不完全统计分析,合成绝缘子在输电线路中占据着十分重要的地位,在整个绝缘子的市场份额中占据了10%左右。由此可见,我国高电压设备绝缘技术中,合成绝缘子的应用已经成为主要的技术发展方向。同时,也有越来越多的绝缘技术人员将其作为重点研究材料,对其应用以及性能优化提出了新的思想,极大地促进了我国绝缘技术的发展。

高电压大容量变压器绝缘技术

很多生产企业都涉及高压大容量变压器的使用,对于这类设备,也需要对其进行绝缘处理。由于这类设备绝缘要求较高,所以具体的技术也有所不同,具体技术如下。

1) 多胶模压绝缘体系在高电压大容量变压器中有着广泛的应用。其主要材料是胶粉云母,这种材料能够通过模压完成成型,会以连续式绕包的方式构成绝缘体系,环氧多胶云母带也是较为常用的材料之一。另外,高电压环境下的变压器还可以使用交流机电绝缘体系,这种体系是目前较为先进的绝缘技术之一。

2) LD.F也是广为应用的技术之一,LD.F是一
(下转第66页)

各种变压器油热导率与温度的关系如图7所示。从这条曲线可以看出,酯油在相同温度下,酯油的热传导性能优于普通矿物油。

3. 酯油变压器氧化性老化的考核

聚合度与老化产物与温度的关系为温度越低,分子之间反应较慢,对应糠醛的含量较低,聚合度值较高。Midel合成酯油的亲水性好,饱和度高,吸附绝缘纸里的水分;Midel合成酯油可运行在更高温度,聚合度值高。因此,Midel合成酯油的聚合度投运在较高运行温度时,下降慢,寿命更长。

生产制造工艺原则

关于绝缘油与金属导体的作用,西门子与Midel做了充实的试验和验证。

1. 变压器材料与Midel酯绝缘油相容性试验

与Midel酯类绝缘油相容的材料基本是与矿物油相同的,主要材料有:氟橡胶、丙烯酸酯、硅钢片、内壁漆、漆包扁铜线、螺母、螺杆、板、铝条、酚醛板、法兰、铝板、钢板、铝箔纸、铝箔、绝缘纸板、皱纹纸、改性皱纹纸、电话纸和电缆纸等。

2. Midel酯绝缘油变压器的防潮工艺研究

24 h内随着敞口放置时间的延长,酯的水分呈增加的趋势,介质损耗因数和工频击穿电压相对稳定。因此,建议Midel合成酯绝缘油变压器敞口检查时间为18 h。

3. Midel合成酯绝缘油变压器注油指南

1) Midel合成酯绝缘油变压器宜选用真空注油工艺,如果注油后有过多的气泡产生时,应对其进行真空处理以充分脱气。

2) 可用脱水和脱气设备对Midel合成酯绝缘油进行处理。脱气温度为60~100℃、真空度低于220 Pa,以确保彻底脱去之前引入的气体 and 水分。

3) 经过真空脱气和过滤处理后的Midel合成酯绝缘油应直接真空注入变压器中。

结束语

变压器中采用酯油代替矿物油,充分利用Midel的环保特性、高燃点防火及亲水性等优点。设计计算时要综合考虑绝缘、散热及材料相容性,生产工艺要注意氧化、注油工艺,从而保证制造出精品变压器。在变压器中使用酯油在全世界已有太多案例,建议除了在西门子变压器工厂之外,其他变压器厂也应结合西门子与Midel对酯类绝缘油性能的研究及变压器设计和制造经验进行推广。目前,Midel变压器油已广泛被西门子等国际公司应用于高电压防火变压器、海上大功率风能变压器、高铁牵引变压器及近期大量使用在太阳能发电配合高效智能逆变器与变压器一同使用。不久的将来更可应用在特高压直流输电系统HVDC,为电力变压器的高效及安全应用再作一份贡献。EA

(收稿日期:2020.08.09)

(编辑:朱金凤)

(上接第60页)

类技术的统称,其中涉及低压机电绝缘设备的变频电动机和同步电动机,该绝缘技术体现出了良好的耐热性,并且绝缘厚度相对较小,能够稳定工作的同时具有良好的电气性能。最重要的是,这种技术工艺简单,安装方便,安全性高,能够很好地满足净化生产需求,也能够起到节约能源的作用。

3) 少胶云母脂环氧PVI绝缘体系主要运用TMEIC绝缘,辅助材料为树脂,该技术的实现需要稀释、固化和浸渍树脂等方式完成,通过实际运用发现,该技术耐热性和稳定性都十分理想,也是广泛应用的绝缘技术之一。

目前,技术人员仍然不断对以上技术进行优

化和处理,我国高电压大容量变压器绝缘技术也处于不断进步的状态。

结束语

在高电压绝缘技术的应用方面,技术人员首先要清晰地认识到高电压设备绝缘技术的应用范围及常用材料,并据此深入研究相关的技术问题,结合设备绝缘性能和技术特点展开研究,从而掌握高电压设备有机绝缘的应用发展趋势。这样才能从实处促进绝缘技术的发展,并提升用电设备的安全系数及运行稳定性。EA

(收稿日期:2019.11.06)

(编辑:朱金凤)