

电工进网作业许可证续期注册

培训教材

国家电监会电力业务资质管理中心 组编

Training



Teaching material



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

Training



Teaching

material

ISBN 978-7-5083-6485-8



9 787508 364858 >

定价：30.00 元

电工进网作业许可证续期注册

培训教材

国家电监会电力业务资质管理中心 组编

Training + Teaching material



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书是配合电工进网作业许可证续期注册工作,指导持证人员学习、掌握电工进网作业新技术,加强安全意识,巩固业务技能而编写的。本书分电气运行与维护、新设备与新技术、电气安全技术和用电业务知识四部分,内容密切联系电力生产实际,注重针对性、实用性、先进性和创新性。同时介绍了一批目前正在推广应用的新设备和新技术,特别是结合科学发展观和节能减排的基本国策,增加了节电调荷新技术的介绍等,对进网作业电工的工作和学习具有很好的参考和指导作用。

本书可供进网作业电工以及相关专业技术人员在学习工作中参考。

图书在版编目(CIP)数据

电工进网作业许可证续期注册培训教材/国家电监会
电力业务资质管理中心编. —北京:中国电力出版社,
2008

ISBN 978-7-5083-6485-8

I. 电… II. 国… III. 电工-技术培训-教材 IV. TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 200872 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京市丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2008 年 1 月第一版 2008 年 1 月北京第一次印刷

880 毫米×1230 毫米 32 开本 10.5 印张 300 千字

印数 00001—13000 册 定价 30.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

编 委 会

主 任：张燕敏

副 主 任：顾瑜芳 张怀廉 张洪波 冯 军

编 委 （以姓氏笔画为序）：

吕清平 李效和 宋宏坤 季 强

周定华 唐建清 焦 勇

主 编：顾瑜芳

副 主 编：吕清平 唐建清 宋宏坤 李效和

编写人员 （以姓氏笔画为序）：

朱 伟 任永福 李月兴 张凌浩

陆荣华 陈 坚 高 平 程红杰

谢惠娟 蔡志俊

序言

根据《电力供应与使用条例》和《电工进网作业许可证管理办法》的规定,我国对在用户受送电装置上作业的电工,实行许可准入管理制度。这是国家加强进网作业电工管理,提高电工业务技能,保障电力系统安全经济运行的行政措施。

《电工进网作业许可证管理办法》(电监会令第十五号)规定,电工进网作业许可证实行注册管理,注册有效期为三年。持有电工进网作业许可证的人员,在许可证注册有效期届满前须办理续期注册手续,并提供掌握进网作业规定、学习新技术和接受事故案例教学等情况的证明材料。

本教材是配合电工进网作业许可证续期注册工作,指导持证人员学习、掌握电工进网作业新技术,加强安全意识,巩固业务技能而编写的。教材分电气运行与维护、新设备与新技术、电气安全技术和用电业务知识四部分,内容密切联系电力生产实际,注重针对性、实用性、先进性和创新性。同时介绍了一批目前正在推广应用的新设备和新技术,特别是结合科学发展观和节能减排的基本国策,增加了节电调荷新技术的介绍等,对进网作业电工的工作和学习具有很好的参考和指导作用。

按照国家电监会电力业务资质管理中心的统一部署,南京电监办组织了教材的编写工作。江苏省电力公司生产

技能培训中心有关专家具体负责全书的编写工作，宋宏坤、李效和同志参与了具体业务组织，朱伟同志进行了全书的统稿工作，鲍孝源、周建华、毛士良、沈力、陈林荣、陆健红、许可坚、朱金花、陈春扬、翁裕清、曹桂芝、陶建等同志参与了书稿审查工作，并提出了宝贵的修改意见。在教材编写和审查过程中，得到了江苏省电力公司的大力支持与帮助。在此，一并表示衷心的感谢。

本教材在编写过程中，参考了有关书籍和资料，在此谨向作者及编者表示衷心的感谢。

由于时间紧迫，不妥之处在所难免，恳请批评指正。

《电工进网作业许可证续期注册培训教材》编委会

2007年12月

目录

序言

第一章 电气运行与维护	1
第一节 电气设备运行与维护.....	1
第二节 变电站安全生产制度	30
第三节 电气设备倒闸操作及实例分析	46
第四节 事故处理规定及案例分析	64
思考题	68
第二章 新设备与新技术	70
第一节 变压器	70
第二节 高压断路器.....	103
第三节 负荷开关.....	112
第四节 高压成套配电装置.....	122
第五节 高压电动机.....	131
第六节 低压断路器.....	139
第七节 20kV 中压配电技术	154
第八节 企业用户节电调荷技术.....	156
思考题.....	200
第三章 电气安全技术	202
第一节 人身触电事故预防.....	202
第二节 安全防护技术及应用.....	216
第三节 电气设备火灾事故预防.....	228
第四节 安全生产规定.....	237
思考题.....	255
第四章 用电业务知识	259

第一节	新装和增容	259
第二节	变更用电	270
第三节	电价与电费	275
第四节	用电检查	295
	思考题	304
附录	工作票格式	305
	参考文献	326

第一章

电气运行与维护

第一节 电气设备运行与维护

一、变压器运行维护

变压器应该根据制造厂规定的铭牌额定技术参数运行,同时还应该遵守变压器运行有关规定。变压器在运行中一旦发生异常情况,运行人员应及时分析原因,采取措施,以防事故扩大。

(一) 变压器异常现象的直观判断、分析

1. 变压器运行声音监视

变压器在正常负荷运行时,由于铁芯的振动而发出轻微的“嗡嗡”声,声音清晰而有规律,这是由于交流电通过变压器的绕组时,在铁芯里产生周期性变化的交变磁通,磁通的变化引起铁芯的振动,从而发出响声。如果产生不均匀响声或其他异常声音,都属不正常现象:

(1) “嗡嗡”声大或比平时尖锐,但声音仍均匀,这通常不是变压器本身的故障,而是由于电源电压过高,或是高压侧投入电容器容量过大造成过电压所致。可通过电压表查看电压的实际值。

消除异常现象方法:可根据实际情况或与供电部门联系降低电压,或切除高压侧的部分电容器。

(2) “嗡嗡”声忽高忽低地变化但无杂音,一般是由于负荷载变化较大引起的。

消除异常现象方法:可通过调整使变压器负荷尽量均衡。只要变压器在额定容量内运行,一般不会造成危害。

(3) “嗡嗡”声大而沉重,但无杂音。一般是过负荷引起的。

消除异常现象方法：可通过调整负荷加以解决。

在变压器中性点不直接接地系统中发生单相接地、铁磁共振及大型电动机启动、短时穿越性短路等故障时，由于变压器过电流，也会引发上述声响。

(4) “嗡嗡”声大而嘈杂，有时会出现惊人的“叮当”锤击声或“呼呼”的吹气声。通常是内部结构松动时受到振动而引起。内部结构松动一般为铁芯缺片、铁芯未夹紧、铁芯紧固螺丝松动等。

消除异常现象方法：可停电进行吊芯检查并做相应处理。若不能停电处理，应加强监视，并适当减小负荷。

(5) 有“吱吱”放电声或“噼啪”爆裂声。这可能是跌落式熔断器有接触不良、变压器内部有放电闪络或绝缘击穿。当绝缘击穿造成严重短路时，甚至会出现巨大的轰鸣声，并伴有喷油或冒烟着火。

消除异常现象方法：此时应进行停电检查。重点检查绝缘套管、高低压引线连接处、高低压线圈与铁芯之间的绝缘是否有损坏等。若变压器油箱内有“吱吱”放电声，且伴随着放电声电流表读数明显变化，有时瓦斯保护发出信号，此故障现象多为调压分接开关故障，或为触头接触不良，或为抽头引出线处的绝缘不良引起的放电闪络现象。此时应对变压器调压分接开关进行检修。

(6) 有“嘶嘶”声。这可能是变压器高压套管脏污、表面釉质脱落或有裂纹而产生的电晕放电所致。也可能是由于引线离地面的距离不足而出现间隙放电，这种情况可伴有放电火花。

消除异常现象方法：此时应进行停电检查。重点检查绝缘套管，高压引线的安全距离及绝缘，根据检查情况进行检修。

(7) 有“轰轰”声。这常是因变压器低压侧的架空线发生接地引起的。

消除异常现象方法：此时应进行停电检查、检修。

(8) 有“咕噜咕噜”声。这可能是变压器绕组有匝间短路产生短路电流，使变压器油局部发热沸腾。

消除异常现象方法：此时应进行停电检测、检修。

(9) 间歇性的“哧哧”声。常由铁芯接地不良引起。

消除异常现象方法：应及时处理，避免故障扩大。

2. 变压器气味、颜色监视

变压器内部故障及各部件过热可能引起一系列气味、颜色的变化，主要原因有：

(1) 瓷套管端子的紧固部分松动，表面接触面过热氧化，会引起变色和异常气味。

(2) 变压器漏磁的断磁能力不好及磁场分布不均，引起涡流，也会使油箱各部分局部过热，引起油漆变色。

(3) 瓷套管污损产生电晕、闪络会发出奇臭味，冷却风扇、油泵烧毁会发出烧焦气味。

(4) 吸湿剂变色是因吸潮过度、垫圈损坏、进入其油室的水量太多等原因造成的。通常用的吸湿剂是活性氧化铝（矾土）、硅胶等，并呈蓝色。当吸湿剂从蓝色变为粉红色且粉红色大于 $2/3$ 时，应更换。

3. 变压器体表的监视

变压器故障时都伴随着体表的变化，主要有：

(1) 防爆膜龟裂、破损。当呼吸口不灵，不能正常呼吸时，会使内部压力升高引起防爆膜破损。当气体继电器、压力继电器、差动继电器等有动作时，可推测是内部故障引起的。

(2) 因温度、湿度、紫外线或周围的空气中含酸、盐等，会引起箱体表面漆膜龟裂、起泡、剥离。

(3) 大气过电压、内部过电压等，会引起瓷件、瓷套管表面龟裂，并有放电痕迹。

4. 监视变压器的风扇

采用吹风冷却的变压器一般采用变压器风扇。变压器风扇的正常运行可提高油箱及散热器表面的冷却效率，从而保证变压器的安全运行。实际运行中造成变压器风扇损坏的常见原因有风扇进水受

潮、运行维护差、缺相运行等。

(1) 风扇进水受潮。变压器风扇一般安装于室外电力变压器的散热器处, 因此它极易进水受潮。进水受潮的部位多在风扇的止口处, 严重者雨水可沿电动机轴向浸入。进水可使电动机绝缘性能降低、轴承锈蚀。因此在安装变压器风扇时, 可在电动机止口处涂以密封胶, 安装叶轮时一定要将叶轮安装到位, 并在轴伸键槽处用密封胶封好, 以防止雨水进入。另外, 在轴承盖螺钉头处也应涂以密封胶, 电动机接线盒螺栓应紧固, 出线应自然下垂, 防止进水。

(2) 运行维护差。在实际运行中, 运行值班人员往往只对变压器进行巡视检查, 而忽视了对风扇的维护。因此应加强对风扇的运行维护管理。

1) 对新投入运行的风扇, 一周内应加强巡视检查, 若发现剧烈振动、声音异常、电流过大、轴承过热等异常现象, 应及时停机检查, 排除故障后方可投入运行。

2) 平时应根据实际运行情况定期进行巡视检查, 发现故障或异常现象时要及时处理。

3) 风扇在较长时间停止运行后重新投运时, 应先转动叶轮进行检查, 如有卡阻应进行检查; 若受潮严重 (用 500V 绝缘电阻表检测低于 $1M\Omega$), 应进行干燥后再投入运行。

(3) 缺相运行。风扇电动机由于一相熔丝熔断或其他原因 (电动机振动使三相熔丝松动等) 造成单相运行是风扇电动机烧坏的常见原因。将电动机的熔断器安装在风扇电动机的控制箱内, 可避免因振动引起的熔丝松动。

5. 监视变压器的温度及温升

变压器的上层油温一般不能超过 85°C , 最高不能超过 95°C 。变压器温升过高是指在同样负荷条件下, 油温比平时高出 10°C 以上, 或者在负荷基本不变的情况下温度却不断上升。变压器温升高说明变压器内部发生了故障, 例如调压开关接触不良、线圈匝间短路或铁芯片间短路等。铁芯片间短路时可使铁损增大、油温升

高、油的老化速度加快。在进行油样分析时,可发现油泥沉淀较多、油色变暗、闪光点降低等。铁芯片间短路多由夹紧铁芯用的穿芯螺丝绝缘损坏所致,严重时会引起铁芯着火过热熔化。因此,当变压器温升过高时应判明原因,采取办法使其降低,因此必须进行下列工作:

- (1) 核对油温。核对变压器在同一负荷和冷却介质下的油温。
- (2) 核对温度表是否正确。
- (3) 检查变压器冷却装置。若由于冷却系统故障而使温度升高,如无法在运行中修理时,则应立即停用变压器,并进行修理。若是部分风扇故障或强油循环变压器的部分冷却器故障,则值班人员应按现场规程的规定调整变压器的负荷,并对冷却器的故障部分进行修理。

若发现油温较平时同一负荷和冷却温度高出 10°C 以上,或变压器负荷不变时油温不断上升,而检查结果证明冷却装置正常、变压器通风良好、温度正常,则认为变压器内部有故障,如铁芯严重短路、线圈匝间短路等。此时,如变压器保护装置因故拒绝动作,则应立即停用变压器,并进行修理。

6. 监视变压器油的异常运行

(1) 变压器油质变坏。对油质的简易鉴别可从油的颜色、透明度和气味等方面加以判断:

好油一般为浅黄色,而氧化后的颜色变深。因此,若在运行中油的颜色变暗,说明油质已经变坏。

好油在玻璃瓶中是透明的并带有蓝紫色的荧光。运行中的油若已经失去蓝紫色的荧光,则说明油中有机机械杂质和游离炭存在。

好油应是无味或略带一点煤油味,若掺杂有烧焦味、酸味、乙炔味等都说明油质已变坏。

变压器油质变坏的主要原因是长期运行后受热变质或变压器发生故障时产生气体。

变压器油应定期(每 1~2 年)进行取样检验。取油样时应在

晴朗、干燥的天气进行,取样时要避雾、避霜,不能在雨后初晴时进行。取样瓶最好用有毛玻璃塞的容积为 500mL 的玻璃瓶。使用前要用汽油、肥皂液洗净,再用自来水冲洗至不呈碱性,最后再用蒸馏水洗刷数次,在烘箱内烘干,用瓶塞盖好。取油时,应先将变压器底部的积水和积存的油污放掉,并用干净布将油阀门擦净,再放少量油进行冲洗,之后把油接入瓶内摇荡清洗数次后,即可装瓶。装瓶时,要稍空出一点空隙,以免油温升高时溢出。装油后将瓶口塞紧并用蜡封口,注明油样标号、来源、取样日期、取样人等。取样后要迅速送验。

(2) 变压器呼吸器内硅胶变为白色。在大中型变压器的呼吸器中常装有硅胶作为吸湿剂,进入变压器的空气通过呼吸器时可滤去其中的水分,防止变压器油质变坏。硅胶在未吸湿以前呈鲜艳的蓝色,若硅胶变为白色,说明硅胶已吸入足够的水分,当硅胶变色大于 $2/3$ 时予以更换。特别是在雨季,运行人员应加强对呼吸器的巡视检查。更换硅胶时应在干燥的晴朗天气进行,并保持与带电部分的安全距离;硅胶的装入量以呼吸器容积的 $2/3$ 为宜。换下的硅胶可加热烘干后继续使用。

(3) 变压器渗漏油的处理。变压器运行中渗漏油的现象是比较普遍的,变压器漏油常出现在焊缝、密封圈、套管等处,其中主要原因是油箱与零部件连接处的密封不良,焊件或铸件存在缺陷,运行中额外荷重或受到振动等。变压器外面闪闪发光或粘着黑色的液体有可能是漏油。小型变压器装在配电柜中,因为漏出的油流入配电柜下部的坑内而流不到外面来,所以不易及时发现。而内部故障会使油温升高,引起油的体积膨胀,发生漏油,有时会发生喷油。若油位计大大下降,而没有发生以上现象,则可能是油位计损坏。

若为焊缝漏油,应将油放净后进行焊补,焊接时应做好防火措施,以防残油炭化燃烧引发事故;若为密封漏油,多为垫圈老化或损坏所致,一般应予更换;对于套管漏油,应查明原因,按具体情

况给予不同的处理。套管有夹装式和浇装式两种。夹装式的可能由本身的缺陷如砂眼、裂缝引起,这种情况一般应予更换。浇装式则多发生在套管的胶合处,此时可将原胶合剂挖出一部分,将创面擦净后进行部分浇装,或将法兰盘拆下更换密封垫圈,重新浇装。但套管漏油也有可能是密封垫圈的老化或压力不当造成,此时一般只需更换垫圈或适当压紧即可。变压器低压套管密封损坏也常因与之相连的铝排热胀冷缩产生的机械力所致,解决的办法是采用伸缩接头。有时也有变压器箱体因有砂眼气孔等缺陷造成渗油的,此时可采取用环氧树脂粘合剂粘补的办法做应急处理,待停电检修时再进行焊补。

(4) 变压器油位不正常。变压器的油位可通过油枕上的油位表进行监视。变压器油位过高或过低(超过油位表极限线)均属不正常。

造成油位不正常的原因有变压器温升过高、长时间过负荷或三相电流严重不平衡导致某一相电流超过额定电流、变压器漏油等。

若为长时间过负荷引起,应减轻负荷,使之在额定状态下运行。若为三相电流严重不平衡引起,则应通过调整负荷达到基本平衡。对常用的 Yyn0 接法的变压器,应使中线电流在额定电流的 25% 以下。

当值班人员在油位计内看不到油位时,说明油位过低,此时必须及时补油。补油时应注意所补之油必须为合格的变压器油;补油前要将重瓦斯保护改接至信号以防误动作;补油后要及时放气,待 24h 后无问题时再将重瓦斯保护接入。

对大型强油循环水冷却的变压器,若发现油位降低,应检查水中是否有油花,以防止油中渗水危及变压器绝缘。查明原因后方可补油。

因季节变化引起变压器油位升高或降低,属正常现象。但若油位过高(如夏季),应设法放油;油位过低(如冬季),应设法加油,以维持正常油位,确保变压器的安全运行。

(5) 变压器油枕或防爆油管喷油。变压器油枕或防爆管薄膜破裂喷油说明变压器内有严重损伤。当由于喷油使油面降低到油位指示计的最低限度时,还可能引起气体继电器动作。若变压器无气体继电器或继电器没有动作,油面可继续降低,当油面低于变压器顶盖时,由于引出线绝缘的降低,可引发击穿放电造成油质变坏。因此,当变压器油枕或防爆管薄膜破裂喷油时,值班人员应立即切断变压器电源,以防事故进一步扩大。

(6) 变压器油标损坏引起喷油。某厂一台 1250kVA 变压器由于油标上端损坏,未与油枕连通,加之吸湿器的密封胶圈没有去掉,所以在使用不久,当油枕内的空气一膨胀,压力加强,便造成油标上端喷油。后来虽将密封胶圈去掉,仍有喷油发生。直到最后更换了油标,才将故障消除。可见,一定要保证变压器呼吸畅通。

在没有吸湿器的小容量变压器中,油枕注油孔除作注油用之外,还可通过其内部设置的弹子依靠气压变化自动启闭,起到呼吸作用。在有吸湿器的变压器中,应将注油孔加胶垫后拧紧,使进入油枕的空气都经过吸湿器下部的盛油器先滤去杂质,再通过硅胶吸去水分,从而保证变压器油的绝缘性能。

(7) 小型配电变压器喷油和油箱炸裂。小型配电变压器喷油和油箱炸裂的原因主要有以下几个:

1) 变压器过负荷。变压器过负荷会引起变压器内部过热,加快绝缘材料的热分解,变压器内产气量增大、产气速度加快,使油箱内的气体压力增高。当气体压力大于大气压力时,便可能在吸湿器或呼吸器等密封薄弱环节处喷油。

2) 分接开关和绕组接头等接触不良。分接开关和绕组接头等接触不良会使变压器发生局部过热,同样会造成喷油。

3) 变压器内部发生绝缘击穿、短路和接地故障。此类故障可使气体压力剧增,如果值班职员不能及时发现或继电保护拒绝动作,除可能在吸湿器或呼吸器处发生喷油外,还可能会在变压器箱体上承受压力的薄弱点,如箱盖下的密封垫等处产生喷油。当油箱