摘要：放电故障对变压器构成一定的威胁，影响变压器的正常运行。本文通过分析放电故障对变压器绝缘的影响，重点阐述放电故障的类型与特征，为确保变压器安全运行提供参考依据。   
中国论文网 http://www.xzbu.com/3/view-4227721.htm  
　　关键词：变压器 放电故障   
　　1 放电故障对变压器的影响   
　　通常情况下，变压器的绝缘性会受到放电故障的破坏，放电故障破坏变压器的绝缘性主要表现在以下两方面：一方面绝缘受到放电质点的直接轰击，使局部绝缘面积逐步扩大，最终击穿绝缘；另一方面变压器在放电过程中，产生大量的热、臭氧、氧化氮等[气体](http://cpro.baidu.com/cpro/ui/uijs.php?adclass=0&app_id=0&c=news&cf=1001&ch=0&di=128&fv=19&is_app=0&jk=8c5ccf5b2e169b0b&k=%C6%F8%CC%E5&k0=%C6%F8%CC%E5&kdi0=0&luki=6&mcpm=0&n=10&p=baidu&q=52066088_cpr&rb=0&rs=1&seller_id=1&sid=b9b162e5bcf5c8c&ssp2=1&stid=9&t=tpclicked3_hc&td=1847666&tu=u1847666&u=http%3A%2F%2Fwww%2Exzbu%2Ecom%2F3%2Fview%2D4227721%2Ehtm&urlid=0)，这些气体会腐蚀绝缘材质，导致介质损耗不断增大，最后出现热击穿。   
　　1.1 下列情况下，会造成变压器内部出现局部放电。①绕组中部油-纸屏障中油道击穿。②绕组端部油通道击穿。③紧靠着绝缘导线和电工纸的油间隙击穿。④线圈间纵绝缘油通道击穿。⑤绝缘纸围屏等的树枝放电。⑥其他固体绝缘的爬电。⑦金属异物渗入绝缘中放电。   
　　1.2 放电故障的主要形式是[绝缘材料](http://cpro.baidu.com/cpro/ui/uijs.php?adclass=0&app_id=0&c=news&cf=1001&ch=0&di=128&fv=19&is_app=0&jk=8c5ccf5b2e169b0b&k=%BE%F8%D4%B5%B2%C4%C1%CF&k0=%BE%F8%D4%B5%B2%C4%C1%CF&kdi0=0&luki=5&mcpm=0&n=10&p=baidu&q=52066088_cpr&rb=0&rs=1&seller_id=1&sid=b9b162e5bcf5c8c&ssp2=1&stid=9&t=tpclicked3_hc&td=1847666&tu=u1847666&u=http%3A%2F%2Fwww%2Exzbu%2Ecom%2F3%2Fview%2D4227721%2Ehtm&urlid=0)电老化。①变压器的[局部放电](http://cpro.baidu.com/cpro/ui/uijs.php?adclass=0&app_id=0&c=news&cf=1001&ch=0&di=128&fv=19&is_app=0&jk=8c5ccf5b2e169b0b&k=%BE%D6%B2%BF%B7%C5%B5%E7&k0=%BE%D6%B2%BF%B7%C5%B5%E7&kdi0=0&luki=10&mcpm=0&n=10&p=baidu&q=52066088_cpr&rb=0&rs=1&seller_id=1&sid=b9b162e5bcf5c8c&ssp2=1&stid=9&t=tpclicked3_hc&td=1847666&tu=u1847666&u=http%3A%2F%2Fwww%2Exzbu%2Ecom%2F3%2Fview%2D4227721%2Ehtm&urlid=0)会破坏绝缘材料中的化学键。②在热效应的作用下，加速了[绝缘](http://cpro.baidu.com/cpro/ui/uijs.php?adclass=0&app_id=0&c=news&cf=1001&ch=0&di=128&fv=19&is_app=0&jk=8c5ccf5b2e169b0b&k=%BE%F8%D4%B5&k0=%BE%F8%D4%B5&kdi0=0&luki=8&mcpm=0&n=10&p=baidu&q=52066088_cpr&rb=0&rs=1&seller_id=1&sid=b9b162e5bcf5c8c&ssp2=1&stid=9&t=tpclicked3_hc&td=1847666&tu=u1847666&u=http%3A%2F%2Fwww%2Exzbu%2Ecom%2F3%2Fview%2D4227721%2Ehtm&urlid=0)的化学反应，使得介质的电导和损耗在一定程度上增加，绝缘的老化过程加快。③在水的作用下，放电时产生的臭氧、氮氧化物会生成硝酸、亚硝酸，并与绝缘材料发生化学反应，在一定程度上腐蚀了绝缘体，最终恶化了绝缘能力。④放电时产生的高能辐射在一定程度上使得绝缘材料变得脆化。⑤绝缘体在放电产生的高压气体的作用下出现开裂。   
　　1.3 液体浸渍绝缘的电老化。在固体或油内的小气泡中容易出现局部的放电。然而，在放电过程产生的热量使油分解，进而产生[气体](http://cpro.baidu.com/cpro/ui/uijs.php?adclass=0&app_id=0&c=news&cf=1001&ch=0&di=128&fv=19&is_app=0&jk=8c5ccf5b2e169b0b&k=%C6%F8%CC%E5&k0=%C6%F8%CC%E5&kdi0=0&luki=6&mcpm=0&n=10&p=baidu&q=52066088_cpr&rb=0&rs=1&seller_id=1&sid=b9b162e5bcf5c8c&ssp2=1&stid=9&t=tpclicked3_hc&td=1847666&tu=u1847666&u=http%3A%2F%2Fwww%2Exzbu%2Ecom%2F3%2Fview%2D4227721%2Ehtm&urlid=0)，产生的气体又被油吸收一部分，如果放电时产生的气体比较剧烈，在一定程度上会促使放电。在固体[绝缘体](http://cpro.baidu.com/cpro/ui/uijs.php?adclass=0&app_id=0&c=news&cf=1001&ch=0&di=128&fv=19&is_app=0&jk=8c5ccf5b2e169b0b&k=%BE%F8%D4%B5%CC%E5&k0=%BE%F8%D4%B5%CC%E5&kdi0=0&luki=4&mcpm=0&n=10&p=baidu&q=52066088_cpr&rb=0&rs=1&seller_id=1&sid=b9b162e5bcf5c8c&ssp2=1&stid=9&t=tpclicked3_hc&td=1847666&tu=u1847666&u=http%3A%2F%2Fwww%2Exzbu%2Ecom%2F3%2Fview%2D4227721%2Ehtm&urlid=0)上因沉积了放电生成的X-蜡，抑制了散热，使得放电增强，引发过热现象，最终影响其绝缘性能。   
　　2 放电故障的类型与特征   
　　2.1 变压器进行局部的放电情况。①新变压器投运前进行局部放电试验，检查变压器出厂后，在运输、安装过程中是否发生绝缘损伤。②通过局部放电试验对大修或改造后的变压器进行测试，确认修理后的绝缘情况。③在运行中对疑似绝缘故障的变压器进行定性检查。   
　　2.2 [局部放电](http://cpro.baidu.com/cpro/ui/uijs.php?adclass=0&app_id=0&c=news&cf=1001&ch=0&di=128&fv=19&is_app=0&jk=8c5ccf5b2e169b0b&k=%BE%D6%B2%BF%B7%C5%B5%E7&k0=%BE%D6%B2%BF%B7%C5%B5%E7&kdi0=0&luki=10&mcpm=0&n=10&p=baidu&q=52066088_cpr&rb=0&rs=1&seller_id=1&sid=b9b162e5bcf5c8c&ssp2=1&stid=9&t=tpclicked3_hc&td=1847666&tu=u1847666&u=http%3A%2F%2Fwww%2Exzbu%2Ecom%2F3%2Fview%2D4227721%2Ehtm&urlid=0)故障。绝缘体的内部出现气隙、油膜，以及在导体的边沿部位，在电压的作用下容易形成贯穿性的放电，即为局部放电故障。局部放电出现在变压器的内部，并且在开始时放电能量比较低。情况相对比较复杂，分类标准不同，其放电故障的类别也存在差异。根据[绝缘](http://cpro.baidu.com/cpro/ui/uijs.php?adclass=0&app_id=0&c=news&cf=1001&ch=0&di=128&fv=19&is_app=0&jk=8c5ccf5b2e169b0b&k=%BE%F8%D4%B5&k0=%BE%F8%D4%B5&kdi0=0&luki=8&mcpm=0&n=10&p=baidu&q=52066088_cpr&rb=0&rs=1&seller_id=1&sid=b9b162e5bcf5c8c&ssp2=1&stid=9&t=tpclicked3_hc&td=1847666&tu=u1847666&u=http%3A%2F%2Fwww%2Exzbu%2Ecom%2F3%2Fview%2D4227721%2Ehtm&urlid=0)介质进行划分为：气泡局部放电和油中局部放电；按照绝缘部位可分为：固体绝缘中空穴、[电极](http://cpro.baidu.com/cpro/ui/uijs.php?adclass=0&app_id=0&c=news&cf=1001&ch=0&di=128&fv=19&is_app=0&jk=8c5ccf5b2e169b0b&k=%B5%E7%BC%AB&k0=%B5%E7%BC%AB&kdi0=0&luki=2&mcpm=0&n=10&p=baidu&q=52066088_cpr&rb=0&rs=1&seller_id=1&sid=b9b162e5bcf5c8c&ssp2=1&stid=9&t=tpclicked3_hc&td=1847666&tu=u1847666&u=http%3A%2F%2Fwww%2Exzbu%2Ecom%2F3%2Fview%2D4227721%2Ehtm&urlid=0)尖端、油角间隙等处的局部放电。   
　　2.2.1 局部放电的成因。①在交流[电压](http://cpro.baidu.com/cpro/ui/uijs.php?adclass=0&app_id=0&c=news&cf=1001&ch=0&di=128&fv=19&is_app=0&jk=8c5ccf5b2e169b0b&k=%B5%E7%D1%B9&k0=%B5%E7%D1%B9&kdi0=0&luki=1&mcpm=0&n=10&p=baidu&q=52066088_cpr&rb=0&rs=1&seller_id=1&sid=b9b162e5bcf5c8c&ssp2=1&stid=9&t=tpclicked3_hc&td=1847666&tu=u1847666&u=http%3A%2F%2Fwww%2Exzbu%2Ecom%2F3%2Fview%2D4227721%2Ehtm&urlid=0)的作用下，因气体介电常数比较小，并且气体的耐压强度远远低于油和纸[绝缘材料](http://cpro.baidu.com/cpro/ui/uijs.php?adclass=0&app_id=0&c=news&cf=1001&ch=0&di=128&fv=19&is_app=0&jk=8c5ccf5b2e169b0b&k=%BE%F8%D4%B5%B2%C4%C1%CF&k0=%BE%F8%D4%B5%B2%C4%C1%CF&kdi0=0&luki=5&mcpm=0&n=10&p=baidu&q=52066088_cpr&rb=0&rs=1&seller_id=1&sid=b9b162e5bcf5c8c&ssp2=1&stid=9&t=tpclicked3_hc&td=1847666&tu=u1847666&u=http%3A%2F%2Fwww%2Exzbu%2Ecom%2F3%2Fview%2D4227721%2Ehtm&urlid=0)，油中的气泡或者固态的绝缘材料内部的空穴或空腔，要承受较高的场强，在气隙中出现放电现象。②外界环境引发局部放电。例如油中出现气泡、杂质和水等，或者外界温度下降导致油中析出气泡，造成放电。③[绝缘体](http://cpro.baidu.com/cpro/ui/uijs.php?adclass=0&app_id=0&c=news&cf=1001&ch=0&di=128&fv=19&is_app=0&jk=8c5ccf5b2e169b0b&k=%BE%F8%D4%B5%CC%E5&k0=%BE%F8%D4%B5%CC%E5&kdi0=0&luki=4&mcpm=0&n=10&p=baidu&q=52066088_cpr&rb=0&rs=1&seller_id=1&sid=b9b162e5bcf5c8c&ssp2=1&stid=9&t=tpclicked3_hc&td=1847666&tu=u1847666&u=http%3A%2F%2Fwww%2Exzbu%2Ecom%2F3%2Fview%2D4227721%2Ehtm&urlid=0)本身质量存有缺陷。例如因处理不到位，在绝缘体上出现尖角、毛刺、漆瘤等，在较大电场强度的作用下，引发放电。④金属零部件之间或者导体之间，因接触不良，导致局部不断发展，进而形成恶性循环式的放电，最终击穿，甚至损坏设备。   
　　2.2.2 放电气体的特征。放电时因放电产生的能量不同，因此放电产生的[气体](http://cpro.baidu.com/cpro/ui/uijs.php?adclass=0&app_id=0&c=news&cf=1001&ch=0&di=128&fv=19&is_app=0&jk=8c5ccf5b2e169b0b&k=%C6%F8%CC%E5&k0=%C6%F8%CC%E5&kdi0=0&luki=6&mcpm=0&n=10&p=baidu&q=52066088_cpr&rb=0&rs=1&seller_id=1&sid=b9b162e5bcf5c8c&ssp2=1&stid=9&t=tpclicked3_hc&td=1847666&tu=u1847666&u=http%3A%2F%2Fwww%2Exzbu%2Ecom%2F3%2Fview%2D4227721%2Ehtm&urlid=0)也不同。例如放电能量密度小于10-9C时，氢气和甲烷构成放电气体，其中氢气约占80%-90%；当放电能量密度介于10-8-10-7C之间时，放电气体中出现乙炔，其比例不到2%，同时氢气含量有所下降，这是局部放电与其他放电的区别所在。   
　　2.2.3 随着科技的不断发展，变压器诊断故障也有了长足的发展。人们逐渐意识到，影响变压器绝缘材料故障的主要因素是[局部放电](http://cpro.baidu.com/cpro/ui/uijs.php?adclass=0&app_id=0&c=news&cf=1001&ch=0&di=128&fv=19&is_app=0&jk=8c5ccf5b2e169b0b&k=%BE%D6%B2%BF%B7%C5%B5%E7&k0=%BE%D6%B2%BF%B7%C5%B5%E7&kdi0=0&luki=10&mcpm=0&n=10&p=baidu&q=52066088_cpr&rb=0&rs=1&seller_id=1&sid=b9b162e5bcf5c8c&ssp2=1&stid=9&t=tpclicked3_hc&td=1847666&tu=u1847666&u=http%3A%2F%2Fwww%2Exzbu%2Ecom%2F3%2Fview%2D4227721%2Ehtm&urlid=0)，局部放电是造成事故的根本原因。为了确保变压器安全平稳地运行，需要对放电故障进行检查，通常采用电测法、超声测法以及化学测法对局部放电进行测量。   
　　2.3 火花放电故障。对于火花放电现象的出现，只有满足一定的条件才能发生，即变压器放电能量密度超出10-6C。   
　　2.3.1 悬浮[电位](http://cpro.baidu.com/cpro/ui/uijs.php?adclass=0&app_id=0&c=news&cf=1001&ch=0&di=128&fv=19&is_app=0&jk=8c5ccf5b2e169b0b&k=%B5%E7%CE%BB&k0=%B5%E7%CE%BB&kdi0=0&luki=3&mcpm=0&n=10&p=baidu&q=52066088_cpr&rb=0&rs=1&seller_id=1&sid=b9b162e5bcf5c8c&ssp2=1&stid=9&t=tpclicked3_hc&td=1847666&tu=u1847666&u=http%3A%2F%2Fwww%2Exzbu%2Ecom%2F3%2Fview%2D4227721%2Ehtm&urlid=0)造成火花放电。在运输途中，高压电力系统内部的金属部件受损或结构不合理，因接触不良致使系统运行时而断开，根据自身的阻抗特点，设置在高、低压[电极](http://cpro.baidu.com/cpro/ui/uijs.php?adclass=0&app_id=0&c=news&cf=1001&ch=0&di=128&fv=19&is_app=0&jk=8c5ccf5b2e169b0b&k=%B5%E7%BC%AB&k0=%B5%E7%BC%AB&kdi0=0&luki=2&mcpm=0&n=10&p=baidu&q=52066088_cpr&rb=0&rs=1&seller_id=1&sid=b9b162e5bcf5c8c&ssp2=1&stid=9&t=tpclicked3_hc&td=1847666&tu=u1847666&u=http%3A%2F%2Fwww%2Exzbu%2Ecom%2F3%2Fview%2D4227721%2Ehtm&urlid=0)之间的金属部件进行分压，在金属元件上出现的对地电位构成悬浮电位。存在悬浮电位的物体四周强大的场强通常会烧坏其附近的固体介质，使其逐渐炭化。[绝缘](http://cpro.baidu.com/cpro/ui/uijs.php?adclass=0&app_id=0&c=news&cf=1001&ch=0&di=128&fv=19&is_app=0&jk=8c5ccf5b2e169b0b&k=%BE%F8%D4%B5&k0=%BE%F8%D4%B5&kdi0=0&luki=8&mcpm=0&n=10&p=baidu&q=52066088_cpr&rb=0&rs=1&seller_id=1&sid=b9b162e5bcf5c8c&ssp2=1&stid=9&t=tpclicked3_hc&td=1847666&tu=u1847666&u=http%3A%2F%2Fwww%2Exzbu%2Ecom%2F3%2Fview%2D4227721%2Ehtm&urlid=0)油在悬浮电位作用下会不断分解出大量特征[气体](http://cpro.baidu.com/cpro/ui/uijs.php?adclass=0&app_id=0&c=news&cf=1001&ch=0&di=128&fv=19&is_app=0&jk=8c5ccf5b2e169b0b&k=%C6%F8%CC%E5&k0=%C6%F8%CC%E5&kdi0=0&luki=6&mcpm=0&n=10&p=baidu&q=52066088_cpr&rb=0&rs=1&seller_id=1&sid=b9b162e5bcf5c8c&ssp2=1&stid=9&t=tpclicked3_hc&td=1847666&tu=u1847666&u=http%3A%2F%2Fwww%2Exzbu%2Ecom%2F3%2Fview%2D4227721%2Ehtm&urlid=0)，致使其色谱分析结果超出技术标准。通常在调压绕组等电位较高的金属部件上出现变压器悬浮放电现象，套管均压球和无载分接开关拔叉等电位悬浮，以及当有载分接开关极性转换过程中的短暂电位悬浮。硅钢片磁屏蔽和各种紧固用金属螺栓等金属部件处于地电位，放电现象容易发生在接地装置松脱后的悬浮电位上。另外，在构成悬浮电位火花放电现象中，变压器高压套管端部接触不良也是重要的根源。   
　　2.3.2 油中杂质造成火花放电。除悬浮[电位](http://cpro.baidu.com/cpro/ui/uijs.php?adclass=0&app_id=0&c=news&cf=1001&ch=0&di=128&fv=19&is_app=0&jk=8c5ccf5b2e169b0b&k=%B5%E7%CE%BB&k0=%B5%E7%CE%BB&kdi0=0&luki=3&mcpm=0&n=10&p=baidu&q=52066088_cpr&rb=0&rs=1&seller_id=1&sid=b9b162e5bcf5c8c&ssp2=1&stid=9&t=tpclicked3_hc&td=1847666&tu=u1847666&u=http%3A%2F%2Fwww%2Exzbu%2Ecom%2F3%2Fview%2D4227721%2Ehtm&urlid=0)的因素，油中存在杂质也有可能使[变压器](http://cpro.baidu.com/cpro/ui/uijs.php?adclass=0&app_id=0&c=news&cf=1001&ch=0&di=128&fv=19&is_app=0&jk=8c5ccf5b2e169b0b&k=%B1%E4%D1%B9%C6%F7&k0=%B1%E4%D1%B9%C6%F7&kdi0=0&luki=9&mcpm=0&n=10&p=baidu&q=52066088_cpr&rb=0&rs=1&seller_id=1&sid=b9b162e5bcf5c8c&ssp2=1&stid=9&t=tpclicked3_hc&td=1847666&tu=u1847666&u=http%3A%2F%2Fwww%2Exzbu%2Ecom%2F3%2Fview%2D4227721%2Ehtm&urlid=0)出现火花放电的问题。水、纤维质是构成杂质的两个要素。在介电系数上，水的介电常数ε相当于变压器的40倍。油中杂质受电场的影响逐渐极化，而后被吸附到最强的[电极](http://cpro.baidu.com/cpro/ui/uijs.php?adclass=0&app_id=0&c=news&cf=1001&ch=0&di=128&fv=19&is_app=0&jk=8c5ccf5b2e169b0b&k=%B5%E7%BC%AB&k0=%B5%E7%BC%AB&kdi0=0&luki=2&mcpm=0&n=10&p=baidu&q=52066088_cpr&rb=0&rs=1&seller_id=1&sid=b9b162e5bcf5c8c&ssp2=1&stid=9&t=tpclicked3_hc&td=1847666&tu=u1847666&u=http%3A%2F%2Fwww%2Exzbu%2Ecom%2F3%2Fview%2D4227721%2Ehtm&urlid=0)周围，与电力线方向同向排列。杂质“小桥”在电极周围已形成，如果两极的间距大且杂质少，两极间仅能形成图1所示的“小桥”。就导电率与介电常数来分析，两极之间形成的“小桥”均比变压器油大。基于电磁场原理分析得知，油中的电场会受“小桥”的影响而发生畸变。油中纤维介电常数较大而使其场强逐渐增大，从这部分油中开始发生和发展放电，在强大电场的影响下，油质逐渐变得游离并分解出[气体](http://cpro.baidu.com/cpro/ui/uijs.php?adclass=0&app_id=0&c=news&cf=1001&ch=0&di=128&fv=19&is_app=0&jk=8c5ccf5b2e169b0b&k=%C6%F8%CC%E5&k0=%C6%F8%CC%E5&kdi0=0&luki=6&mcpm=0&n=10&p=baidu&q=52066088_cpr&rb=0&rs=1&seller_id=1&sid=b9b162e5bcf5c8c&ssp2=1&stid=9&t=tpclicked3_hc&td=1847666&tu=u1847666&u=http%3A%2F%2Fwww%2Exzbu%2Ecom%2F3%2Fview%2D4227721%2Ehtm&urlid=0)，这种游离状态会因气体生成量的增加而变得更为明显，进而持续发展，最终导致气体通道中出现火花放电现象。由此可见，低[电压](http://cpro.baidu.com/cpro/ui/uijs.php?adclass=0&app_id=0&c=news&cf=1001&ch=0&di=128&fv=19&is_app=0&jk=8c5ccf5b2e169b0b&k=%B5%E7%D1%B9&k0=%B5%E7%D1%B9&kdi0=0&luki=1&mcpm=0&n=10&p=baidu&q=52066088_cpr&rb=0&rs=1&seller_id=1&sid=b9b162e5bcf5c8c&ssp2=1&stid=9&t=tpclicked3_hc&td=1847666&tu=u1847666&u=http%3A%2F%2Fwww%2Exzbu%2Ecom%2F3%2Fview%2D4227721%2Ehtm&urlid=0)环境下也有可能产生火花放电现象。如果两电极的距离合理单是杂质比较多，那么“小桥”可能联通两电极（参见图2）。由于“小桥”具有良好的导电性能，因此会导致大电流通过“小桥”使其快速发热，“小桥”内所含的水及其周围的油在高热环境下沸腾汽化，形成一架“气泡桥”（即气泡通道），最终导致结构出现火花放电现象。一般“小桥”的电导性较小，若纤维干燥不受潮，就不会过度扰动油的火花放电电压；若纤维受潮，影响就比较大。因此，“小桥”的加热过程直接关系到杂质能否引起[变压器](http://cpro.baidu.com/cpro/ui/uijs.php?adclass=0&app_id=0&c=news&cf=1001&ch=0&di=128&fv=19&is_app=0&jk=8c5ccf5b2e169b0b&k=%B1%E4%D1%B9%C6%F7&k0=%B1%E4%D1%B9%C6%F7&kdi0=0&luki=9&mcpm=0&n=10&p=baidu&q=52066088_cpr&rb=0&rs=1&seller_id=1&sid=b9b162e5bcf5c8c&ssp2=1&stid=9&t=tpclicked3_hc&td=1847666&tu=u1847666&u=http%3A%2F%2Fwww%2Exzbu%2Ecom%2F3%2Fview%2D4227721%2Ehtm&urlid=0)油发生火花放电。在电压冲击的作用下（或者电场不均匀），杂质难以形成“小桥”，其作用仅限于畸变电场，在一定程度上外加电压会影响其活化放电的过程。   
　　2.3.3 火花放电的影响。通常情况下，火花放电现象主要是导致油色谱分析出现异常、增加[局部放电](http://cpro.baidu.com/cpro/ui/uijs.php?adclass=0&app_id=0&c=news&cf=1001&ch=0&di=128&fv=19&is_app=0&jk=8c5ccf5b2e169b0b&k=%BE%D6%B2%BF%B7%C5%B5%E7&k0=%BE%D6%B2%BF%B7%C5%B5%E7&kdi0=0&luki=10&mcpm=0&n=10&p=baidu&q=52066088_cpr&rb=0&rs=1&seller_id=1&sid=b9b162e5bcf5c8c&ssp2=1&stid=9&t=tpclicked3_hc&td=1847666&tu=u1847666&u=http%3A%2F%2Fwww%2Exzbu%2Ecom%2F3%2Fview%2D4227721%2Ehtm&urlid=0)量、轻瓦斯动作等现象，而短时间内绝缘不易被击穿。因此火花放电现象很容易被发现，而且后续处理较为简单，电力人员应该多关注其发展程度。   
　　2.4 电弧放电故障。对于电弧放电来说，其放电能量是比较高的，绕组匝层间绝缘被击穿是比较常见的现象。另外，在电弧放电中还涉及引线断裂、对地闪络、分接开关飞弧等故障。   
　　2.4.1 电弧放电的影响。在变压器电弧放电故障中，电弧放电能量密度比较大，放电气体产生地比较急剧，常以电子崩的形式对电介质进行冲击，进而造成[绝缘](http://cpro.baidu.com/cpro/ui/uijs.php?adclass=0&app_id=0&c=news&cf=1001&ch=0&di=128&fv=19&is_app=0&jk=8c5ccf5b2e169b0b&k=%BE%F8%D4%B5&k0=%BE%F8%D4%B5&kdi0=0&luki=8&mcpm=0&n=10&p=baidu&q=52066088_cpr&rb=0&rs=1&seller_id=1&sid=b9b162e5bcf5c8c&ssp2=1&stid=9&t=tpclicked3_hc&td=1847666&tu=u1847666&u=http%3A%2F%2Fwww%2Exzbu%2Ecom%2F3%2Fview%2D4227721%2Ehtm&urlid=0)纸穿孔，引发绝缘纸烧焦或炭化；[电弧](http://cpro.baidu.com/cpro/ui/uijs.php?adclass=0&app_id=0&c=news&cf=1001&ch=0&di=128&fv=19&is_app=0&jk=8c5ccf5b2e169b0b&k=%B5%E7%BB%A1&k0=%B5%E7%BB%A1&kdi0=0&luki=7&mcpm=0&n=10&p=baidu&q=52066088_cpr&rb=0&rs=1&seller_id=1&sid=b9b162e5bcf5c8c&ssp2=1&stid=9&t=tpclicked3_hc&td=1847666&tu=u1847666&u=http%3A%2F%2Fwww%2Exzbu%2Ecom%2F3%2Fview%2D4227721%2Ehtm&urlid=0)放电对金属材料的影响是：高温造成金属材料变形或熔化，严重损伤变压器，甚至引发爆炸等。通常情况下，电弧放电难以预测，而且发生电弧放电没有任何明显的征兆，电弧放电的发生具有突然性。   
　　2.4.2 [电弧](http://cpro.baidu.com/cpro/ui/uijs.php?adclass=0&app_id=0&c=news&cf=1001&ch=0&di=128&fv=19&is_app=0&jk=8c5ccf5b2e169b0b&k=%B5%E7%BB%A1&k0=%B5%E7%BB%A1&kdi0=0&luki=7&mcpm=0&n=10&p=baidu&q=52066088_cpr&rb=0&rs=1&seller_id=1&sid=b9b162e5bcf5c8c&ssp2=1&stid=9&t=tpclicked3_hc&td=1847666&tu=u1847666&u=http%3A%2F%2Fwww%2Exzbu%2Ecom%2F3%2Fview%2D4227721%2Ehtm&urlid=0)放电的[气体](http://cpro.baidu.com/cpro/ui/uijs.php?adclass=0&app_id=0&c=news&cf=1001&ch=0&di=128&fv=19&is_app=0&jk=8c5ccf5b2e169b0b&k=%C6%F8%CC%E5&k0=%C6%F8%CC%E5&kdi0=0&luki=6&mcpm=0&n=10&p=baidu&q=52066088_cpr&rb=0&rs=1&seller_id=1&sid=b9b162e5bcf5c8c&ssp2=1&stid=9&t=tpclicked3_hc&td=1847666&tu=u1847666&u=http%3A%2F%2Fwww%2Exzbu%2Ecom%2F3%2Fview%2D4227721%2Ehtm&urlid=0)特征。变压器受到电弧放电的影响后，H2和C2H2等气体在气体继电器中高达几千uL/L，导致变压器油发生炭化。C2H2、H2、C2H6以及CH4等气体是油中特征气体的主要成分。当电弧放电造成变压器故障损伤固体[绝缘材料](http://cpro.baidu.com/cpro/ui/uijs.php?adclass=0&app_id=0&c=news&cf=1001&ch=0&di=128&fv=19&is_app=0&jk=8c5ccf5b2e169b0b&k=%BE%F8%D4%B5%B2%C4%C1%CF&k0=%BE%F8%D4%B5%B2%C4%C1%CF&kdi0=0&luki=5&mcpm=0&n=10&p=baidu&q=52066088_cpr&rb=0&rs=1&seller_id=1&sid=b9b162e5bcf5c8c&ssp2=1&stid=9&t=tpclicked3_hc&td=1847666&tu=u1847666&u=http%3A%2F%2Fwww%2Exzbu%2Ecom%2F3%2Fview%2D4227721%2Ehtm&urlid=0)时，CO和CO2等气体也会出现在特征气体中。通过对变压器放电故障进行研究分析可知，变压器的三种放电形式之间存在着区别与联系：放电能级以及产生的放电气体不同这是他们的区别；而[局部放电](http://cpro.baidu.com/cpro/ui/uijs.php?adclass=0&app_id=0&c=news&cf=1001&ch=0&di=128&fv=19&is_app=0&jk=8c5ccf5b2e169b0b&k=%BE%D6%B2%BF%B7%C5%B5%E7&k0=%BE%D6%B2%BF%B7%C5%B5%E7&kdi0=0&luki=10&mcpm=0&n=10&p=baidu&q=52066088_cpr&rb=0&rs=1&seller_id=1&sid=b9b162e5bcf5c8c&ssp2=1&stid=9&t=tpclicked3_hc&td=1847666&tu=u1847666&u=http%3A%2F%2Fwww%2Exzbu%2Ecom%2F3%2Fview%2D4227721%2Ehtm&urlid=0)通常发生在另外两种放电的前面，是他们的前兆，而后者又是前者的延续。当放电造成[变压器](http://cpro.baidu.com/cpro/ui/uijs.php?adclass=0&app_id=0&c=news&cf=1001&ch=0&di=128&fv=19&is_app=0&jk=8c5ccf5b2e169b0b&k=%B1%E4%D1%B9%C6%F7&k0=%B1%E4%D1%B9%C6%F7&kdi0=0&luki=9&mcpm=0&n=10&p=baidu&q=52066088_cpr&rb=0&rs=1&seller_id=1&sid=b9b162e5bcf5c8c&ssp2=1&stid=9&t=tpclicked3_hc&td=1847666&tu=u1847666&u=http%3A%2F%2Fwww%2Exzbu%2Ecom%2F3%2Fview%2D4227721%2Ehtm&urlid=0)内部出现故障时，且多数故障通常是多种类型相互作用的结果，导致变压器故障处在不断发展变化的状态。因此，排除变压器的故障时，要进行综合分析，区别对待。   
　　参考文献：   
　　[1]曾海燕，李卫国，谈顺涛.变压器局部放电在线监测系统设计和干扰抑制[J].电力自动化设备，2004（01）.   
　　[2]金宏义.关于变压器故障在线监测系统的分析[J].中小企业管理与科技（下旬刊），2011（01）.   
　　[3]张颖.浅谈[变压器](http://cpro.baidu.com/cpro/ui/uijs.php?adclass=0&app_id=0&c=news&cf=1001&ch=0&di=128&fv=19&is_app=0&jk=8c5ccf5b2e169b0b&k=%B1%E4%D1%B9%C6%F7&k0=%B1%E4%D1%B9%C6%F7&kdi0=0&luki=9&mcpm=0&n=10&p=baidu&q=52066088_cpr&rb=0&rs=1&seller_id=1&sid=b9b162e5bcf5c8c&ssp2=1&stid=9&t=tpclicked3_hc&td=1847666&tu=u1847666&u=http%3A%2F%2Fwww%2Exzbu%2Ecom%2F3%2Fview%2D4227721%2Ehtm&urlid=0)故障分析及运行维护[J].价值工程，2010（33）