

低压配电系统中：关于四极断路器开关的使用问题分析！

📖 播报文章

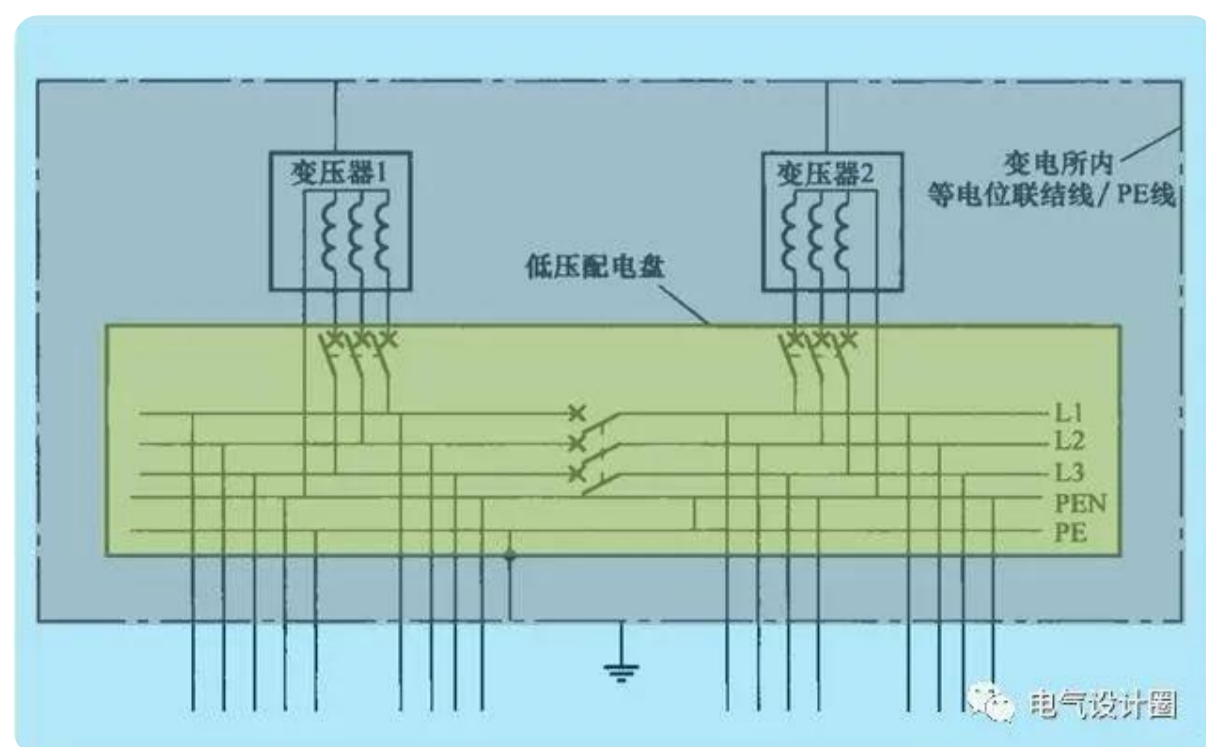


电气设计狄老师

发布时间: 2020-04-12 11:53 名师, 珠海市树上鸟教育咨询有限公司, 教育领域创作者

看到标题，很多人可能会不以为意，不就是一个开关吗，它就是用来切断回路的，用三极也好，用四极也罢，没啥大不了！还有人，说，中性线上仍有一定大小的电流通过，会带电、不安全，中性线要切断，必须要用四极开关！树上鸟教育电气设计师在线教学网络课程！

正好，前两天收到一家国内还比较知名的高低压成套设备厂发来的一份变配电所低压柜技术图纸，发现了一个问题，图纸中低压柜的两个进线主开关和母线联络开关都采用了【4P】的框架断路器，联系对方技术人员后，被告知一直以来都是这么用的.....赶紧让对方改为【3P】开关。



变配电房低压柜主开关、联络开关选3P

这才觉得，关于四极开关的使用问题需要好好说说。

至于用不用，什么时候用四极开关？则就是本文要详细说明的。但要注意，这次讨论有个前置条件是，低压配电系统接地型式为 TN 系统。首先，我们来看一个用了四极开关的例子。



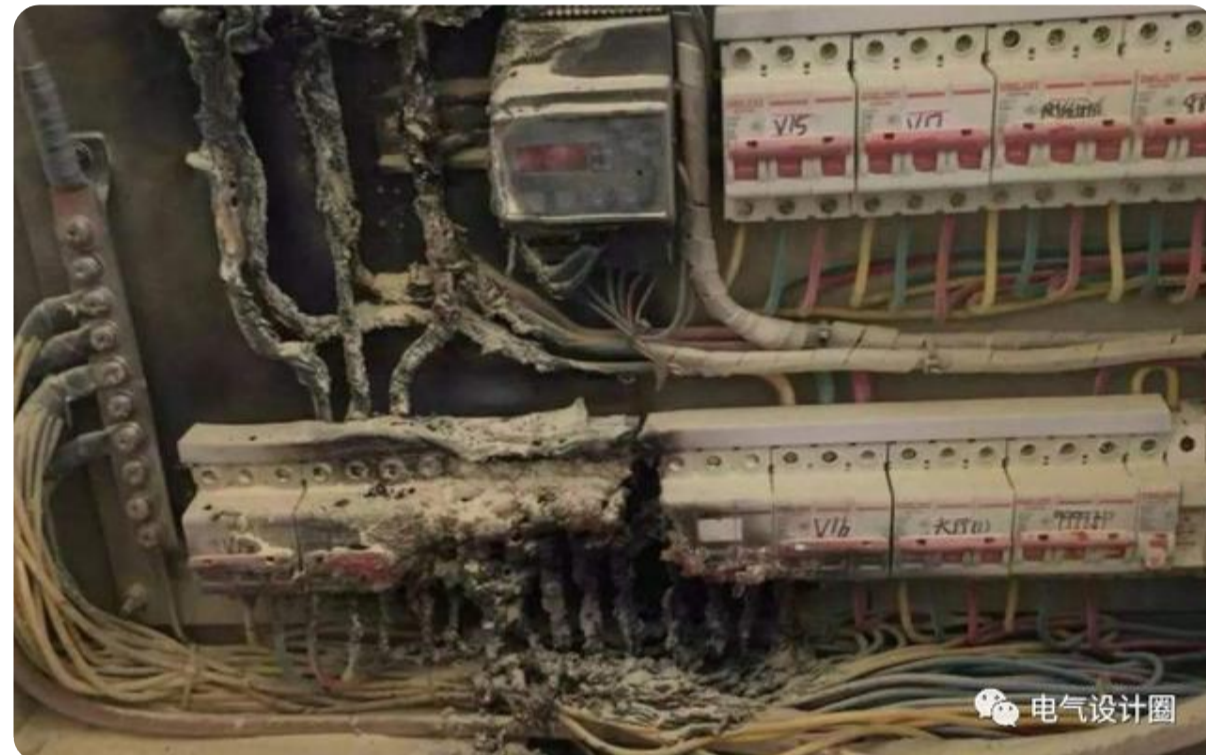
（1）案例：

在我之前工作过的一幢办公楼里，曾在同一时间段内发生了两件很奇怪的事情。

- 过了一个周末，大家星期一来上班时，发现办公室中央空调的室内机居然不工作了，再问问其他办公室的情况，有十几台室内机也无法工作，但其余的室内机却没问题。
- 隔壁办公室同事的台式计算机的主机烧了，现场产生过大量的黑烟，直接触发了天花板上的自动喷淋装置。

可以说，家用电器被烧坏的情况时有发生，但一下子出现这么多电器被烧坏的情况却不常见，于是大家开始找原因。

起初找了很久都没头绪，后来被怀疑是【断零】的问题。按这个思路去查找原因，果然发现坏掉的那十几台室内机居然是接自于楼层配电箱的同一相母线，再检查这个楼层配电箱进线断路器发现，为【4P】开关，且经万用表测量中性线那一极存在接触不良的情况。



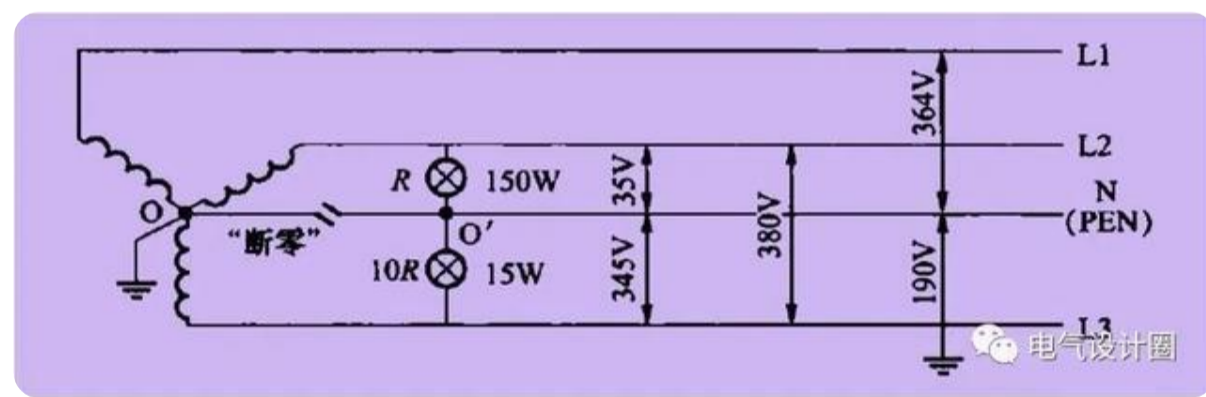
（2）分析：

上面的案例证实了，问题出现在进线四极开关的【断零】上。这个问题是如何产生的呢？

因为设计和施工的原因，有时三相配电回路的负载分配会出现较大程度的不平衡情况。这种负载不平衡在中性线正常的情况下，单相负载两端的电压是不会发生变化的（即为相电压220V），发生变化的只是三相电流不同，电器设备是不会烧坏的。

但当中性线中断后，原来单相负载的电流无法汇聚经中性线回流至电源中性点，这时实际上变成了很多个单相负载成组并联后又串联在线电压（380V）上，从而出现了各单相负载不同程度的分压现象（分担380V的线电压），也就是电压偏移，原来负载轻的那一相上的电器分压最大（可能会超过设备的额定电压220V的+5%）。所以被烧坏的往往是原来三相负载不平衡中相电流较小的那一相电器设备。

上面只是简单的做了个类比，大家可以拿白炽灯（属于纯电阻电器）试着分析下，就很容易理解了。



所以说，中性线断零事故会造成单相电器过电压烧坏的现象，而且这个事故面会很大，往往一起事故会导致很多电器设备烧坏。中性线上的断点越靠近电源侧，事故范围也就越大。

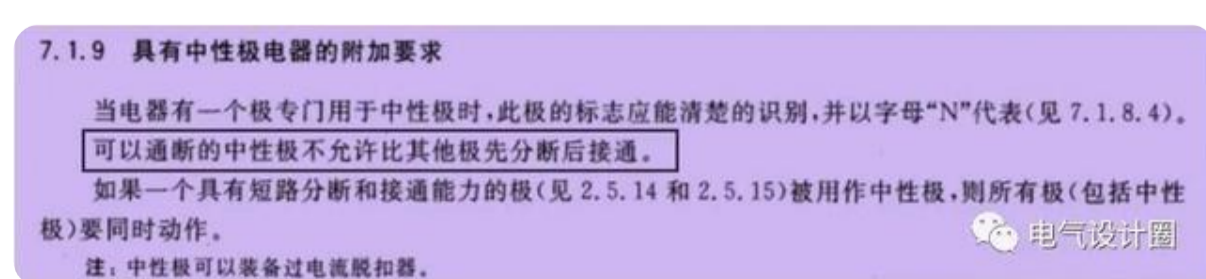
若要减少这种事故的发生，我们应尽可能降低中性线的故障点，即减少出现断点的可能性。

（3）中性线出现断点无外乎有四个因素：

- 1) 电缆线路中断；
- 2) 电缆中间接头松动；
- 3) 四极开关的连接端子松动；
- 4) 四极开关本体触头的接通问题。

对于前两种故障无法避免，出现了只能说运气实在是不好；第三种故障，线路中多增加一个四极开关就会多增加两处故障点；第四种故障，这和四极开关本体结构有关。

先来看看《低压开关设备和控制设备 第1部分：总则》GB14048.1-2012 第7.1.9条的有关规定：



▲图：《低压开关设备和控制设备 第1部分：总则》GB14048.1-2012

这个源自于 IEC 60947-1 的条文【可以通断的中性极不允许比其他极先分断后接通】，其实也是在说同样的问题，避免出现中性线先于其它相线断开的情况。

但这又会导致另一个问题的发生，即开关的中性极触头在使用久之后会出现接触不良的情况。

一般来说，低压开关大多属于空气绝缘开关，本体内的密封性并不会很好，长时间使用后，其内部触头表面会形成一层化学氧化电阻膜。当开关切除线路负荷时，触头间会产生电弧，这个电弧实际上对清除触头表面的化学电阻膜有极大好处。

但受制于上述规范要求，在开关分断时相线中的三极先分断，中性极再紧跟着切断

还有，在回路谐波和三相负载平衡都处在合理的范围内时，中性线电流本身就会比相线电流要小的多，即使是开关的四极同时分断，中性极的电弧能量仍旧没其他极大，长久下来其触头表面的电阻膜也要厚于其他三极。

所以说，四极开关中最先出现接触不良的往往是中性极。

好了，为了减少【断零】事故的发生，我们唯有在上面提到的第三、四种问题上下功夫，就是尽量少用四极开关。

作者最新文章

10KV配电室及其设备介绍：高低压设备、变压器、电缆、母线！

D型、电子式和热磁式电动机保护断路器的脱扣曲线解读

干式和油浸式电力变压器区别有哪些？两者又应该如何选择呢？

相关文章

家里没地线漏保不管用？原来是很多电工进入了误区，赶紧科...



不是我“崇洋媚外”，同样是贴瓷砖，德国工人做的真的比我们先



复美式风格 | 宁静、优雅、气氛闲适的家



看现代风格如何打造休闲都市格调！



下个月可以入住新房啦，全屋自己设计与搭配，效果非常满意！





断路器内部主触头结构

（4）但有个“矛盾”出现了：

我们为什么希望用四极开关呢，就是把中性线也切断了，把电断干净了，这样在电气检修时可以确保不遭受电击，安全！放心！

这种考虑的解释是这样的：

在TN系统中，电源侧中性点直接接地，正常情况下，中性线的电位近似于大地电位。但当这个电源系统内有某一回路出现单相接地故障又没有被切断时，落在电源中性点接地板上的故障电压会沿PE线、N线或PEN线蔓延至用电设备端。

这里我们谈PE线和PEN线，只谈影响四极开关选用的N线。故障电压使得N线上可能带有危险对地电压，当有人员进行电气检修时，如不切断中性线，N线至大地之间将可能存在危险的预期接触电位差，会发生电击事故。

类似情况还有，当有高压侧出现单相接地故障或雷电过电压时，也都可能导致N线带有危险对地电压。

所以电气检修时，用四极开关将中性线切断，可以避免上面的问题。

问题又来了，为了减少断零发生要尽量少用四极开关，但为了保证电气检修人员的安全又需要用四极开关，很矛盾。



当然，在人身和财产安全之间，仍要以人身安全为主，这是设计的首要原则。但有没有两者都可以兼顾到的方案呢？看下面！

（5）TN系统中四极开关的应用

其实，上面的“矛盾”假设并未考虑完全，对于TN系统，我们需要分有无等电位设置两种情况进行分析。

1) 用电设备周边设置了等电位联结（比如一栋设有总等电位联结的建筑物内的电气设备）

IEC 60364-4-46 标准第 461.2 条规定：在TN-S系统中（包括TN-C-S系统中户内TN-S部分）中性线不需要隔离和开关。

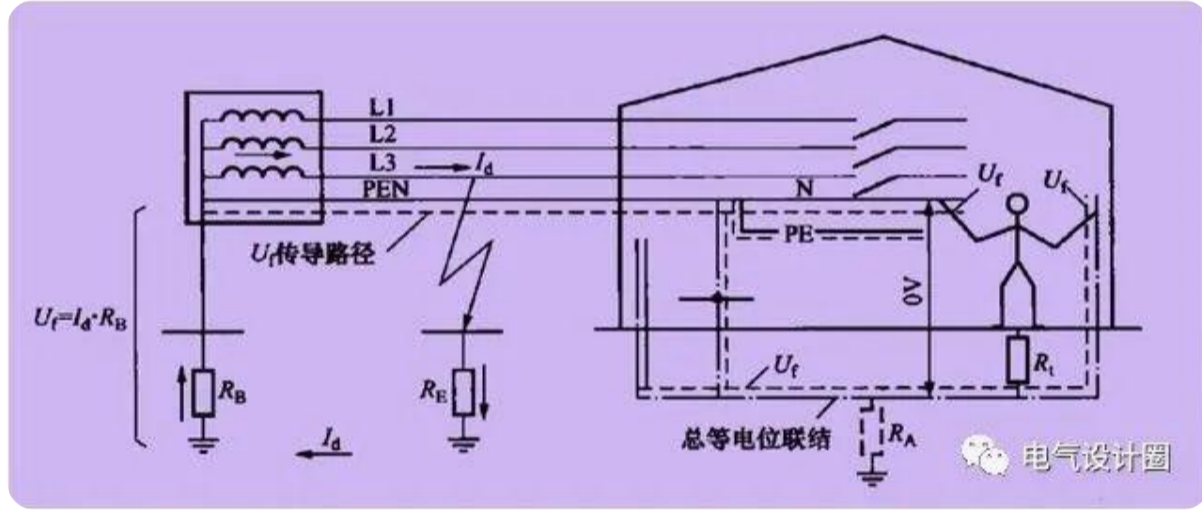
且国内规范中，并未提及TN-S系统需要设四极开关，而只是说双电源转换开关，在需要防止产生电磁干扰的杂散电流时，才采用四极开关。可见单电源供电回路的TN-S系统，并不需要设四极开关。

这两个规范都有一个前提，就是把等电位联结作为一个最基本的防电击措施。

2) 可以做如下分析：

等电位联结是让PE线与用电设备周边接地网或可触及的金属部件相连，如此就保证了这些地方的电位与PE线近似相等，当然也与N线的电位近似相等了。人员检修时若触及N线，从N线至等电位地的预期接触电位差则近似等于0，不会发生电击事故。

因而，TN-S、TN-C-S系统在设有总等电位联结的情况下，不必在回路中设置四极开关用以切断中性线。这样不就做到了两者兼顾了吗？



3) 用电设备周边无等电位联结

此种情况下，N线至大地之间将可能存在危险的预期接触电位差，会发生电击事故。所以应该在检修设备时，切断中性线，以避免沿中性线导入的各种危险电压。

从上面的分析中也可以看出，对于TN系统而言，等电位联结非常重要。

而对于TN-C系统，其将PE和N线合一为PEN线，具有保护接地功能，规范明确规定了，PE线严禁被切断，所以该系统是不允许设四极开关的。

（6）总结：

- TN-C-S、TN-S系统中的双电源转换开关，当需要防止产生电磁干扰的杂散电流时，应采用四极开关。
- TN-C系统严禁采用四极开关。
- 设有总等电位联结的TN-C-S、TN-S系统，为了尽可能减少断零事故的发生，不必设四极开关。
- 没有设等电位联结的TN-C-S、TN-S系统，必须要采用四极开关。
- 若回路中采用了RCD保护装置用于切断电源的，按规范要求，应断开所有带电导体，故需采用四极开关。（此条引自《低压配电设计规范》GB50054-2011 第6.4.3条）

低压断路器有哪些？如何选择合适的断路器？吴老师来给你分析清楚

举报/反馈

发表评论



发表神评妙论

发表

评论列表（5条）



njh1534378

老师讲的好，假电工太多。我们都是零线并在一起。在总闸上面分功率取两项电

2020-04-15

回复 10



二月春风4sq3E

老师非常专业，讲的很透彻，学习了，收获了。

08-25 10:01

回复 2



魏兴海

这个真不是吹牛的，讲解得可以

2020-04-12

回复 2



美金珠宝首饰

道理我都懂，就是办不到

2020-04-12

回复 1



肥皂枣1376a8

小窍门有大智慧

2020-04-12

回复 1

没有更多啦