

## 限流电抗器及高阻抗变压器

就中压配电系统短路电流限制而言，限流电抗器和高阻抗变压器是最为常见的短路电流限制设备，被广泛的采用，其原理就是实时增大电气系统的阻抗，在系统里加装一个电感  $L$ ，以有效的限制短路电流。



限流电抗器，是一种传统的的解决方案。由于该设备投资造价较低，简单易用，所以得以广泛使用。不论是新建还是改造项目，限流电抗器可以显著减少安装位置的短路水平。需要说明的是高阻抗变压器我们可以理解为内部装有限流电抗器的变压器，从限流的角度其都可以归为限流电抗器。

然而限流电抗器，在系统未发生故障或者发生小的短路时，即系统断路器能够遮断短路电流的情况下，一直在运行，有功和无功损耗非常大，严重降低了系统的效能，是不经济的，就好比很多景区、地铁站等人员在高峰期时人流过于密集时，为了防止踩踏，应采取必要的限流措施，如下图，但是如果平常人员不密集是仍然限流就不明智了，会严重影响效率。



所以结合英诺威电气的实际经验，除了限流电抗器的损耗以外，很多国内用户或者工程公司在工程设计或者并未考虑到该设备的一些实际的限制性：

- 电抗率是有限的

制造商所制造（通过形式试验）的限流电抗器的电抗率是有限的，通常 5~14%，最大的也只能做到 25%，如国际著名的传奇公司（Trench），当要限制较小的短路电流时，预期的电抗率会很大，则无法选型。由于电抗率的选择请参见以下网址：

<https://voltage-disturbance.com/engineering-calculators/series-reactor-short-circuit-limiting/>

- 电压降

限流电抗器的功能是增加可能出现的短路回路中的阻抗。当故障回路中的电压源驱动的短路电流通过线圈时，由于线圈较大的电抗而减小。在正常运行期间，电抗的任何增加都会导致网络中电压降的增加，所以，限流电抗器可能会影响系统的电压。因此，当建议采用限流电抗器时，应进行系统的电压稳定性研究。

- 瞬态稳定性

除了电压稳定性外，限流电抗器还会降低系统的瞬态稳定性。

- 分布磁通量

应仔细检查限流电抗器周围所需的安全距离，以考虑通过空间分布的高磁通量。这将需要仔细的防护。

- 瞬态恢复电压

当断路器开断短路电流或者正常负载电流时，断开的触头之间会出现瞬态电压。该电压称为瞬态恢复电压。TRV 及其上升速率（称为恢复电压上升速率（RRRV））被认为是断路器制造商的重要参数。如果 TRV 或 RRRV 超过了断路器的能力，则会增加二次燃弧的可能性。这将对断路器和其他设备造成很大的压力。根据分析，CLR 以下列方式同时影响 TRV 和 RRRV：

- 降低 TRV 的峰值。这是 CLR 的优势。
- 它增大了 RRRV。这是 CLR 的缺点。不幸的是，RRRV 比 TRV 更为关键。因此，在安装限流电抗器之前，需要进行准确的瞬态研究。然而遗憾的是，目前国内的工程公司在这方面基本没有做相应的考虑。



与限流电抗器相比，快速限流器有着鲜明的优势，即：在不需要限流的时候，其表现为一个导体，当需要限

流时（故障回路预期短路电流将要超过开关的遮断能力时，快速限流器才迅速动作，限制第一个 1/4 周波，快速限流器有时候既可以单独使用，也可以旁路电抗器使用，从而形成一个真正意义上的“零损耗的限流装置”。

所以在欧美、中东、东南亚等发达国家和地区，限流电抗器已经越来越少，正逐渐被快速限流器所替代。