

故障限流器技术的研究概况 PDF转换可能丢失图片或格式，
建议阅读原文

https://www.100test.com/kao_ti2020/294/2021_2022__E6_95_85_E9_9A_9C_E9_99_90_E6_c67_294367.htm

1 引言 近年来，电力系统容量逐年增加，电网短路电流也随之增大，目前已成为制约电网运行和发展的重要因素。因此，限制电力系统短路电流已成为一个有待解决的问题。传统的是使用机械型断路器，而这种断路器速度慢，维修量大，是形成暂态稳定问题的重要条件。故障限流器的开发和研制，开辟了提高交流输电线和输电网运行整体控制能力和水平的技术渠道，为高压和超高压输电性能的革新改造指出了方向。

2 国外故障限流器研究的动态 故障限流器(FCL)早在70年代就出现在国内外的文献中，但真正受到重视和快速发展是在柔性交流输电技术提出以后，从近十年的发展来看可以将故障限流器分为两大类：第一类就是采用功率电子器件控制线路阻抗的限流器；第二类就是采用具有特殊性质的材料作为限流器的基本组成部分，例如：超导材料和具有正温度系数(PTC)的聚合材料等。

2.1 采用功率电力器件控制线路阻抗的故障限流器 这种故障限流器保护电路的基本思想就是：在正常负载情况下FCL所呈现的是低阻抗，但是在故障发生时，FCL动作保护就会呈现出大的阻抗值以限制故障电流，将故障电流限制在断路器正常工作范围内，图1为FCL的实验室装置图。在线路正常工作情况下，晶闸管处于闭锁状态， L_2R_2 未被串入，电路为 L_1C 串联工作。而在故障发生时(SF闭合)，控制电路触发导通晶闸管， L_2R_2 接入电容器两端，与电容器并联运行，增大线路阻抗值以限制故障电流。在这个电路中，晶闸管控制电

抗器并联接在电容器两端，在正常运行条件下，晶闸管并不导通，仅在短路发生情况下，晶闸管触发导通，L2接入电路起到分流作用，因此在正常工作情况下不会有谐波产生，同时由于相对比较短的保护过程，所以发热情况并不严重，不需要冷却装置。

2.2 固态故障限流器

在1993年日本提出了固态故障限流器的设计方案，原因为：传统过流保护系统由断路器和过流延时装置(OCR)组成，从短路发生到断路器动作，一般有0.2s到0.5s的延时，这样在延迟时间内线路的电压就会降低或是功率输送间断，影响输送电能的质量。为降低保护动作的时间，提高电能传输质量，限制故障电流，提出了固态限流器设计方案，由于GTO响应速度快，通常在控制装置发出信号到GTO响应动作只需40 μ s；控制装置检测到故障电流发出开通信号给GTO，限流电阻R串入主电路，限制故障电流，这样整个系统的故障电流被限制在一定范围内，而且保护动作的响应时间缩短了，提高了系统电能传输能力。但是这种限流器的缺点就是正常情况下可控硅控制电路处于断开状态，仅在故障发生的情况下才能投入使用，所以它的使用率不高。

2.3 带串联补偿故障限流器

1996年在日本又提出了带串联补偿的故障限流器，图2给出了带串联补偿FCL的原理电路图，正常运行时为电感L1和电容C1串联，可控硅控制装置SW1关断，电路阻抗呈容性，此时故障限流器工作在常规串补状态下。在故障发生时，SW1迅速导通短接电容器C1，此时电抗器L1限制短路电流。低值阻抗Z1限制冲击电流；过压保护器件ZNO和旁路开关BPS并联在电容器C1两端，同时故障BPS也合闸，这样低值阻抗Z2不仅可以限制冲击电流，而且C1所储存的电能通过Z2释放。其特点是：正常运行时，

由于SW1处于关断状态，所以没有功率损耗。正常运行时，相当于常规串补，所以提高了故障限流器的使用率。由于带串补FCL既可以限流，也可以补偿无功，所以提高了系统的传输能力和稳定性。

2.4 超导故障限流器(SFCL)

在1997年左右日本就开始研究超导故障限流器，同时中国科学院电工研究所也就超导故障限流器发表过文章。将超导故障限流器(简称SFCL)接入电网中，当电力系统正常运行时，传输电流在临界电流以下，超导体的电阻几乎为零，对电力系统运行不产生影响。一旦电网发生短路，短路电流大于临界电流时，超导体瞬时失超产生非线性高电阻，从而有效地限制短路电流。超导故障限流器(SFCL)有许多类型，其中桥路超导故障限流器具有广阔的前景。桥式超导故障限流器的原理电路图如图3所示。它由二极管桥路D1~D4，超导线圈L和直流偏压源Vb组成。正常运行期间二极管D1~D4全部导通，线路电流 i_{ac} 小于负载电流，此时调节Vb使SFCL对线路电流 i_{ac} 不表现出任何阻抗。此时桥路上只有较小的正向电压降。当线路发生短路故障时， i_{ac} 幅值增加到等于负载电流，这时在 i_{ac} 的正半周内二极管D3和D4不导通，而在负半周内D1和D2不导通，超导线圈就被自动串入线路，而且由于电流增大超导线圈失超呈现非线性高阻抗，因此短路电流的上升率就被大阻抗所限制。

2.5 采用正温度系数聚合材料的限流器

在1998年左右，瑞士ABB研究协会提出采用具有正温度系数(PTC)的聚合材料作为限制器的基本组成成分，这种设备在故障电流流过时能快速增大自身阻值来限制和切断故障电流，通常其阻值可以提高8到10个数量级。由PTC电阻并联限压器构成的限流器，具有随温度升高其阻值会增加的能力，温度的升高是由于

电流在PTC电阻上的功率损耗所引起的。在正常运行状态下，PTC呈现低阻值，额定电流全部通过PTC电阻，此时PTC电阻上的功率损耗很低。当故障出现时，电流大于临界电流值而急剧上升，则功率也相应急剧上升，引起温度升高，从而PTC的阻值随温度的升高而迅速上升，以限制和切断故障电流。这种设备所存在的缺点：限制和切断故障电流的时间是毫秒级。PTC电阻比较容易受外界因素的影响。对于限制较高数值的电流，效果比较明显，而对于限制低值电流其效果不佳。

3 我国故障限流技术的发展前景

我国对故障限流技术的研究起步并不晚，但从实用化程度看，和国际先进水平还有一定的差距。在此提出几点建议：第一：研究单位、生产厂家与用户通力合作，避免研究和生产各自为战，缺乏全面部署，重复开发，应集中力量实现产业化；第二：制定长远计划。目前的研究仅限于某个工程、某个项目或装置的开发、研制。应纳入国家长远建设和科技发展规划中；第三：广筹资金。我国财力有限，但国家、部门、企业、用户要通力合作，广泛筹集资金，保证必要的研究经费。科技的发展日新月异，我国建设社会主义市场经济，为企业和科技人员提供了创新、竞争和合作的良好机遇，谁抓住了机遇，谁就能取胜。

100Test 下载频道开通，各类考试题目直接下载。详细请访问 www.100test.com