

基于火工爆破技术的故障电流限制器

基于火工爆破切割技术的故障电流限制器(pyrotechnic fault current limiter), 简称 PFCL, 市场亦称为“快速限流器”, 是目前唯一实现商业化并广泛应用于配电系统短路电流限制的故障电流限制器。

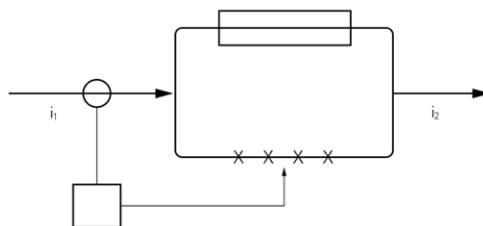


英诺威 UFCL 快速限流器



ABB Is-limiter

快速限流器主件是快速限流器的开断部件, 其由一个并联回路组成: 一个可通过高额定电流、反应极快的开关主导体 (快速开断器), 和一个与之并联的高遮断容量的限流熔断器。



工作原理图

正常运行时，负荷电流从主导体（快速开断器）流过，快速开断器内设有一个或多个爆破点，当跳闸触发装置发出跳闸信号时，这个或这些爆破点迅速爆破切割，将快速开断器电路切断，从而迫使故障电流流入与之并联的限流熔断器。具有优异时间电流特性以及电流截止特性的限流熔断器限制并遮断流经的短路电流。英诺威电气 UFCL 快速限流器（图 1）及 ABB 的 Is-快速限流器（图 2）结构图如下。

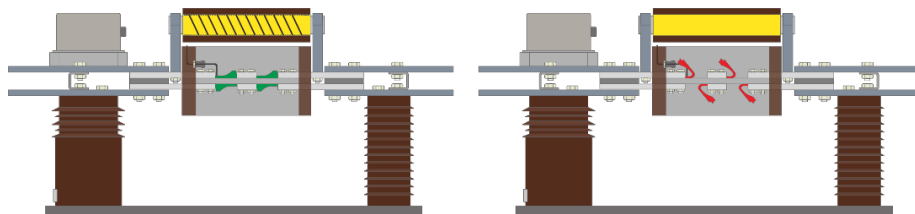


图 1 UFCL 快速限流器结构图

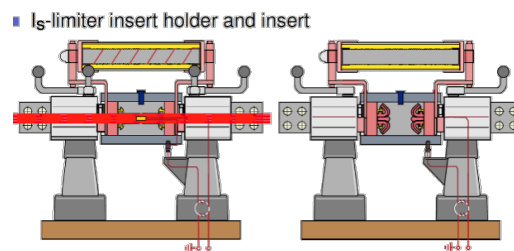


图 2 ABB Is-limiter 结构图

快速限流器为什么要采用这种结构原理？

用一个并联回路，才能实现两种状态的变换，即：系统不需要快速限流器保护时，快速限流器不动作，电流（含小的短路电流）从微欧级的快速开断器流过，阻抗呈现非常低的状态；当系统需要快速限流器保护时，快速开断器快速通过爆破切割快速断开，将限流部件限流熔断器这个非线性电阻投入到电路中，用以限制和遮断短路电流，这就符合了狭义故障电流限制器的定义。

快速限流器为什么要采用火工爆破切割技术？

之所以采用火工爆破就是为了实现主导体的快速分断，这个速度要求是在短路电流上升的初期，当跳闸装置评估短路电流水平达到设定值后，发出跳闸指令，主导体在 1ms 内断开，并将限流熔断器投入电路。我们知道，任何机构（如弹簧机构、永磁机构、液压机构等）都无法实现如此之快的速度的，需要说明的是爆破不等同于爆炸，爆破具有定向定时定量的特点，是可控可靠的；比如，汽车上的安全气囊就采用了爆破的技术，实现快速的打开，保护乘客。

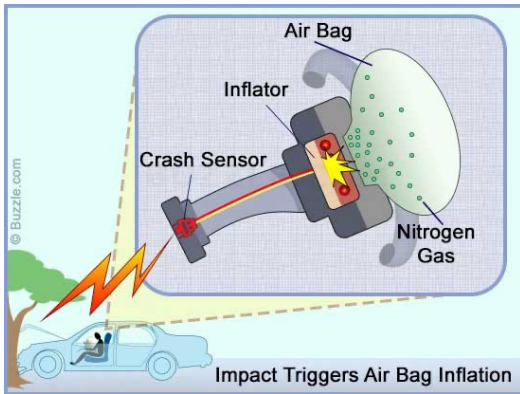


图 3 安全气囊原理结构图

如图 3 可见，汽车行驶过程中，传感器系统（相当于快速限流器中的测量单元 CT）不断的向控制装置（相当于快速限流器中的跳闸单元）发送速度变化信息，由控制装置对这些信息加以分析判断，如果所测的加速度、速度变化量（相当于快速限流器的动作整定值瞬时幅值和 di/dt ）或其他指标超过预定值，则控制装置向气体发生器（相当于快速限流器中的导电桥或快速开断器）发出点火命令或传感器直接控制点火，发生爆破反应，产生气体充满碰撞气囊来达到保护乘客的目的。如果速度过慢，将会人员伤亡，所以这种爆破的技术在汽车行业安全性方面起到重要的作用。

所以采用爆破技术就是为了快速，与时间赛跑，在短路电流上升的初期动作，使限流熔断器这个非线性电阻投入到电路里，以限制短路电流。

需要说明的是限流熔断器的限流必须在短路电流达到峰值之前，即 10ms 以前完成限制和开断。