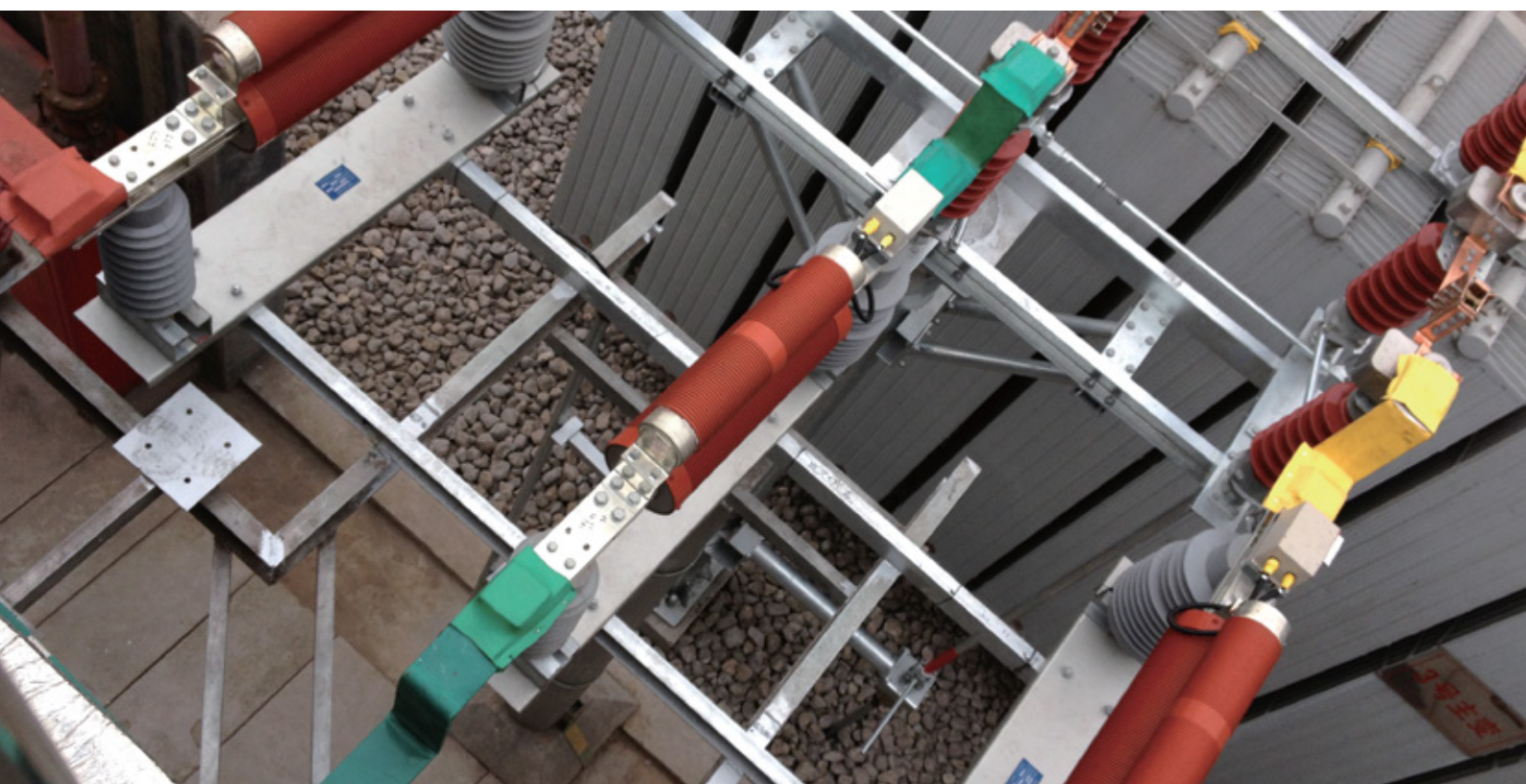


# UFCL快速限流器

解决短路电流难题的系统性工具



# UFCL快速限流器

## 最快速的限流开关装置



**基于火工技术的UFCL快速限流器不仅是解决短路电流难题的有力工具，更是可以同时提升系统可靠性、供电连续性、运行方式灵活性、经济性和系统效能，使之达到有机平衡的一个系统性解决方案。**

电力系统中发生短路故障是不可避免的，短路电流除了对故障点附近的破坏(例如由于电弧带来的影响)，还会对流经的断路器、开关柜、变压器、母线等施加较大的电动力和热应力。随着全球发电量的不断增涨和系统网络互联的日益增多都会导致更高的故障电流，特别是发电量的持续增涨使得系统网络达到甚至超过它们的短路电流承受能力，即系统承受电动力和热应力的能力，然而如果将系统现有的开关、母线、互感器全部更换升级，不仅需要大量的工程投资，而且还会造成长时间的生产中断，用户往往是不能接受的。

因此用户对于能够限制短路电流的设备有相当大的兴趣，这种设备就是故障电流限制器。其装设在系统的战略的位置，比如：母联、进线或发电机出口，当严重的短路故障发生时，可在短路故障零秒后、短路电流上升的初期，即能感知并迅速对流经它的短路电流的第一个大半波加以限制，使系统故障回路总的短路电流水平处于故障回路开关设备的额定允许值以内，短路电流随后由故障回路断路器遮断，将故障点从系统中切除。相比于高温超导、液态金属、固态开关等技术的故障电流限制器，UFCL快速限流器这种基于火工技术的故障电流限制器，是目前唯一实现商业化的，既有效、又经济，在全球已经得到了广泛使用的快速限流器。

即使系统预期故障电流值超过了它的额定峰值和短时耐受电流值以及超过了断路器的额定短路开断电流值，UFCL快速限流器的应用可以允许系统设备能够继续运行。这样的话就可以避免更换设备或者至少延迟更换的时间。对于新建的网络系统，如果用户有节约成本方面的考虑，系统中如果采用快速限流器，系统就可以降低采用额定值的设备，节约大量设备投资。

## UFCL快速限流器怎样保护系统的？

### 有时，UFCL快速限流器是唯一的解决方案

如图 1 所示，在母联位置安装一台 UFCL 快速限流器，并与母联断路器串联。假设短路电流水平非常高的短路故障发生在系统的某馈线上时（如图位置），流经该馈线断路器的短路电流，这时  $I_k''$  可能达到  $80\text{kA}_{\text{rms}}$ ，第一峰值电流可达到  $200\text{kA}_p$ ，远远高于该故障回路断路器及系统的额定允许值  $40\text{kA}_{\text{rms}}$  及  $100\text{kA}_p$ ，超过了故障回路断路器的承受能力，由于断路器动作、开断太慢，无法对系统保护，如果不采取限流措施，故障回路包括断路器开关柜会遭受动、乃至热稳定的破坏，甚至引起整个系统“火烧连营”的损失。

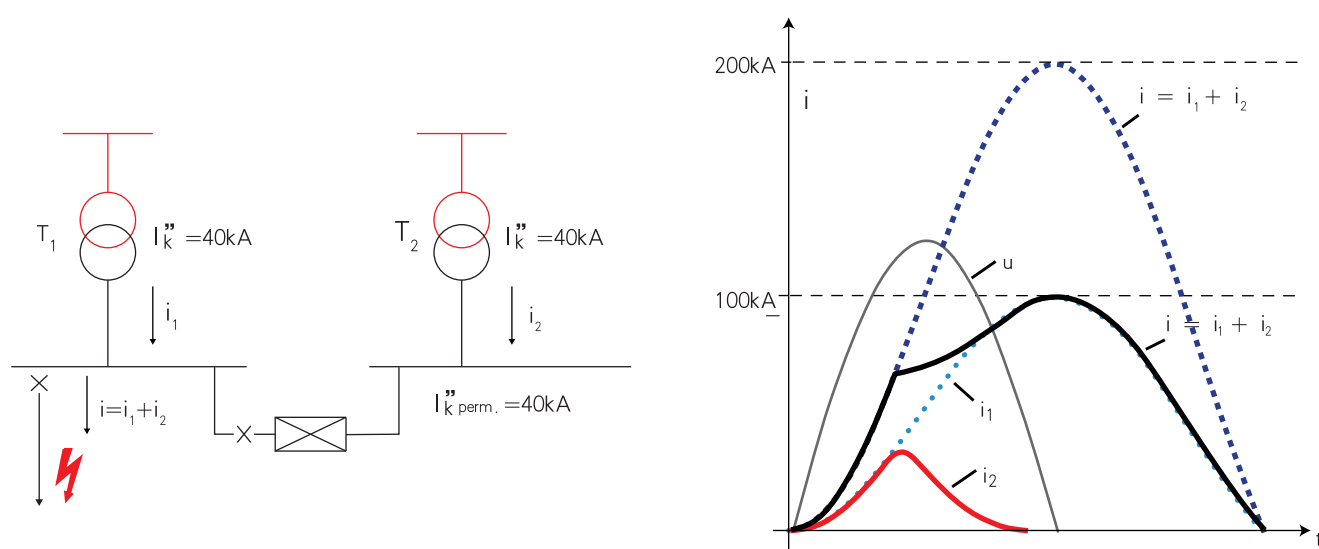


图 1

基于以上，如果在母联这个战略的位置加装一台 UFCL 快速限流器，当上述故障发生时， $T_2$  提供的故障电流  $i_2$  流经 UFCL 快速限流器，其能在  $i_2$  第一个  $1/4$  周波上升的初期迅速动作，并将  $i_2$  限制下来，并在  $i_2$  达到预期峰值前实现遮断，此时两个子系统实现了解列，确保流经故障回路断路器的总的短路电流瞬时值 ( $i_1 + i_2 < 100\text{kA}$ )， $100\text{kA}$  是断路器开关柜的额定峰值耐受电流值。使得故障回路的馈线断路器可以耐受并安全的遮断、清除短路故障。

与复杂的传统解决方案相比，UFCL 快速限流器应用在变压器或者发电机馈线、开关柜分段处和与电抗器并联等位置具有明显的技术和经济上的优势。客户没有必要去升级更换全部的开关、电缆、母线等设备。

在系统中应用 UFCL 快速限流器具有如下优势：

- 限制系统短路电流水平；
- 降低由于减少总电源阻抗而产生的压降及电压闪变现象；
- 增加了系统的可靠性；
- 使子系统可能具有更高的承载能力。



## UFCL快速限流器帮您解决问题

可靠，经过验证，高性价比

### 特征

- 遵循 CIGRE Technical Brochure 239、497;
- 遵循 IEEE Std C37.302™-2015 ;
- 遵循 GB/T 11022 和 GB/T 15166.2;
- 户内户外均可应用;
- 标准化分体式应用和金属铠装开关柜的应用;
- 易于安装和维护, 节约成本;
- 高可靠性, 已在众多的工程中得到验证。

### 优点

- 减少变电站投资;
- 解决新建变电站和变电站扩建时的短路难题;
- 开关柜之间和变电站之间互联的理想方式;
- 大多数情况下唯一的技术解决方案;
- 可靠性、稳定性在众多的安装应用中得以验证;
- 短路电流永远不会上升到第一个大半波峰值;
- 短路电流会在上升的初始阶段就被限制。

# UFCL快速限流器是如何工作的？

## 先进的火工技术

### 原理

UFCL 快速限流器的开断部件，有时我们称之为限流器主件，是由两条并联的电流通路组成：

- 一个主导体 - 快速开断器
- 一个并联熔断器 - 特殊的限流熔断器

系统正常运行时，负荷电流流经主导体。当短路发生后，跳闸单元会立即发出跳闸信号，主导体将会迅速爆破切割断开，然后故障电流被迫流入与之并联的限流熔断器中。限流熔断器会在第一个大半波之前，10ms 内限制并开断瞬时电流。

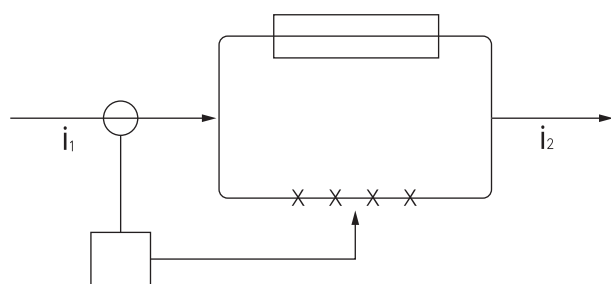


图 2

### 电流互感器

电流互感器内置于快速开断器的绝缘管内，其实时测量流经 UFCL 快速限流器的电流，并向提供跳闸单元传输测得数据。Rogowski 型的电子式互感器，具有大电路大电流不易饱和、高精度、高可靠性的特点。是确保整个装置可靠性的起点。

### 跳闸单元

跳闸单元实时监测由电流互感器提供的电流值，通过跳闸响应值来识别快速限流器是否需要动作。三个跳

闸单元(每相一个)各自独立工作，从而实现了可靠性的冗余。

跳闸响应值的判据如下：

- 短路电流的瞬时幅值；
- 短路电流上升的变化率。

### 火工开关 - 快速开断器

快速开断器采用多断口爆破桥体的设计形式，在坚固的绝缘管的防护下，导体材料上布置了相应数量的感应填充物。当收到跳闸信号的激发时，这些感应填充物实现定向爆破，从而实现导体的快速开断，确保了装置的快速性。

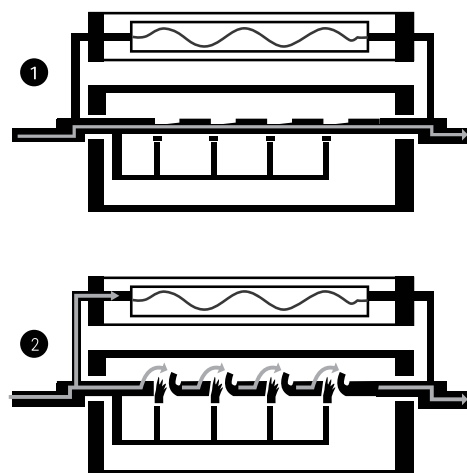


图 3

### 特制的限流熔断器

限流熔断器是用来限制并开断短路电流。开断过程中的过电压水平处在 GB/T 15166.2 规定的范围之内，其具有优异的时间电流特性和  $i^2t$  特性，是短路电流限制的关键部件。

# UFCL快速限流器的组成

我们将系统安全放在第一位

快速限流器主导体采用矩形导体、多断口结构通流量大并实现冗余；跳闸单元位于高压侧与主件等电位，内置防干扰单元减少电磁干扰、增强设备的可靠性。

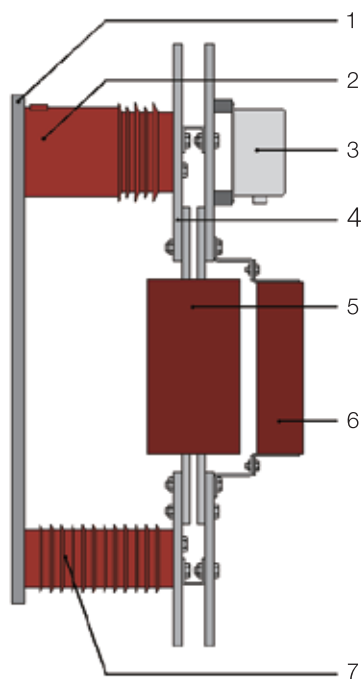


图 4

图 4：UFCL 快速限流器 12kV,4000A (1 相)

- 1. 基座
- 2. 隔离变压器
- 3. 跳闸单元
- 4. 母排
- 5. 快速开断器
- 6. 特种限流熔断器
- 7. 绝缘子

## 监视及指示单元

监视及指示单元具有持续监视故障电流限制器的基本功能，并提供本地及远端指示：

- 指示限流器每一项是否“跳闸动作”(总共三相)；
- 指示限流器跳闸单元是否准备就绪；
- 指示辅助供电电压是否正常。

## 隔离变压器

隔离变压器为跳闸单元提供工作电源，该工作电源来自监视及指示单元里的电源模块，同时隔离变压器也是跳闸单元向指示单元传输动作状态信号的通道。



图 5 监视及指示单元



# UFCL分体式快速限流器

## 便于安装和检修

分体式标准应用的快速限流器产品可以分为户内型和户外型，两种应用型式的区别在于户外产品的器件均为户外型，并有特殊的工艺处理, 使之具备耐候性。

## 技术参数

|            |               |                                |    |             |     |             |      |
|------------|---------------|--------------------------------|----|-------------|-----|-------------|------|
| 额定电压       | kV            | 7.2                            | 12 | 17.5        | 24  | 36          | 40.5 |
| 额定电流       | A             | 1250 ~ 6300                    |    | 1250 ~ 4000 |     | 1250 ~ 3150 |      |
| 额定频率       | Hz            | 50/60                          |    |             |     |             |      |
| 额定开断电流     | kA rms        | 最大至 200                        |    |             |     |             |      |
| 额定工频耐受电压   | kV            | 20                             | 42 | 38          | 65  | 70          | 95   |
| 额定雷电冲击耐受电压 | kV            | 60                             | 75 | 95          | 125 | 170         | 185  |
| 跳闸时间       | ms            | < 1                            |    |             |     |             |      |
| 全开断时间      | ms            | < 10                           |    |             |     |             |      |
| 峰值限流器比     | %             | 15 ~ 50                        |    |             |     |             |      |
| 额定辅助电压     | V             | DC 110, 220 ; AC 110, 220, 230 |    |             |     |             |      |
| 安装形式       | 以散件形式安装于户内或户外 |                                |    |             |     |             |      |



# UFCL快速限流器柜

## 可定制型产品

UFCL 快速限流器也可固定式安装于金属封闭的开关柜内，UFCL 快速限流器的一次部件和三个跳闸单元固定安装在开关柜的高压隔室内；监视及指示单元安装在开关柜的低压室中。

对于所有开关柜形式的 UFCL 快速限流器，电气数据与相应分体式限流器的电气数据相同。可根据要求提供尺寸和重量。

## 技术参数

|          |    |             |    |             |     |             |      |
|----------|----|-------------|----|-------------|-----|-------------|------|
| 额定电压     | kV | 7.2         | 12 | 17.5        | 24  | 36          | 40.5 |
| 额定电流     | A  | 1250 ~ 6300 |    | 1250 ~ 4000 |     | 1250 ~ 3150 |      |
| 额定工频耐受电压 | kV | 20          | 42 | 38          | 65  | 70          | 95   |
| 额定雷电冲击电压 | kV | 60          | 75 | 95          | 125 | 170         | 185  |
| 额定频率     | Hz | 50/60       |    |             |     |             |      |
| 额定辅助电压   | V  | AC 220, 230 |    |             |     |             |      |

\* 如果您想了解配电箱的更多尺寸信息，请与我们联系。

# UFCL快速限流器的应用

灵活的应用方案确保了连续的电力供应

## UFCL 快速限流器应用于系统互联

UFCL 快速限流器应用于系统互联或者母联分段位置，在这样的位置如果使用断路器不能有效的解决短路电流问题。每一个子系统都至少有一条进线，这样在 UFCL 快速限流器动作后能够持续对子系统进行供电。

在正常运行条件下，母联位置加装 UFCL 快速限流器有很多的优势：

1. 降低系统网络阻抗，显著地降低负荷冲击（如电动机的启动）引起的电压降；
2. 改善了馈电变压器的电流分配；
3. 降低馈电变压器的负载损耗；
4. 增强了供电可靠性，当一个变压器发生故障时，可通过其它的变压器继续供电，而不会引起电流中断；
5. 不用安装具有更高开断能力的开关设备，从而降低设备投资。

当短路在一个系统或一条馈电出线上出现时，快速限流器在短路电流上升的初始阶段就会动作，在瞬时电流达到允许值之前，就把母线系统分为两段。

UFCL 快速限流器开断后，短路仅由发生短路那部分系统的电源馈送能量，现有的短路电流能够由断路器进行选择性的开断。UFCL 快速限流器的应用具有一个显著的优势，即不受短路影响的那部分系统的电压仅在 1ms 内有所下降，因此敏感负荷不会受到影响。

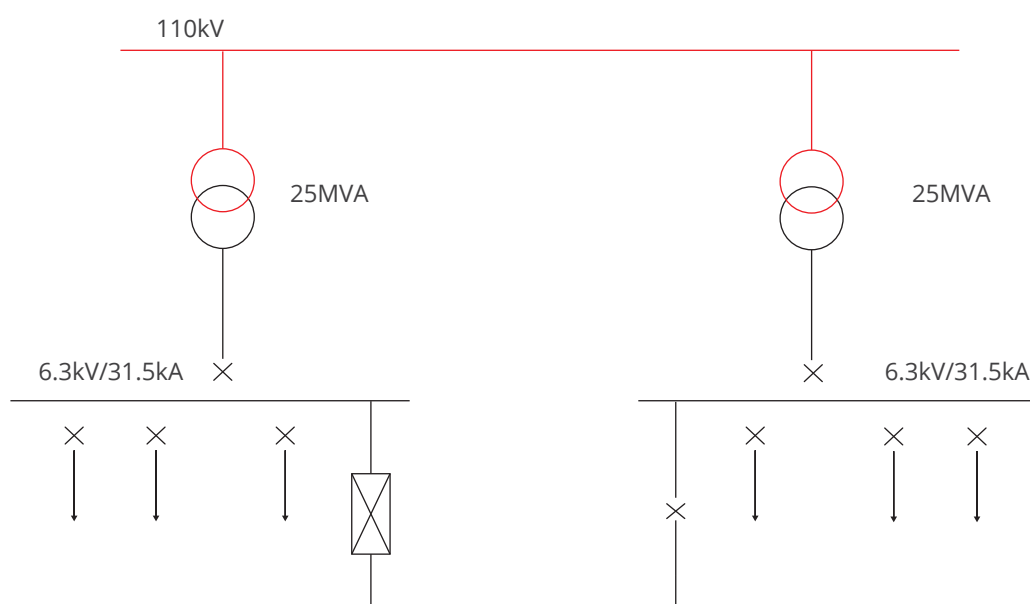


图 6

# UFCL快速限流器的应用

灵活的应用方案确保了连续的电力供应

## UFCL 快速限流器应用于发电机馈线

当新增一台发电机并入原有电网时，发电机反馈的额外的短路电流将有可能导致系统网络允许通过的短路电流超过其额定允许值。此时，最行之有效也有可能是唯一的技术方案，就是发电机出口加装 UFCL 快速限流器，这个应用方式有如下优势：

- 发电机可以直接并入电力系统，无需顾虑系统短路容量的增加；
- 现有的开关、电缆、母线等无需更换；
- 不需要昂贵的发电机出口专用断路器。

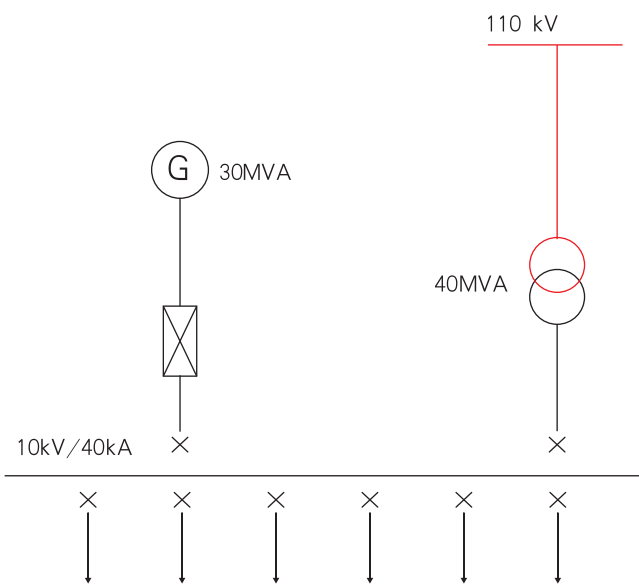


图 7

## UFCL 快速限流器与限流电抗器并联

UFCL 快速限流器与限流电抗器并联（图 8）。如果短路发生在电抗器下侧，快速限流器开断并在短路电流上升的初始阶段将短路电流转移至电抗器，然后由电抗器将电流限制到允许的水平。在正常运行情况中，快速限流器跨接电抗器两端，这种应用的优势如下：

- 避免电抗器的有功电能损耗和电抗器附加的而运行成本；
- 避免电抗器引起的压降，特别是大电机启动时这种压降会引起很大的困难；
- 避免了发电机的调节问题。

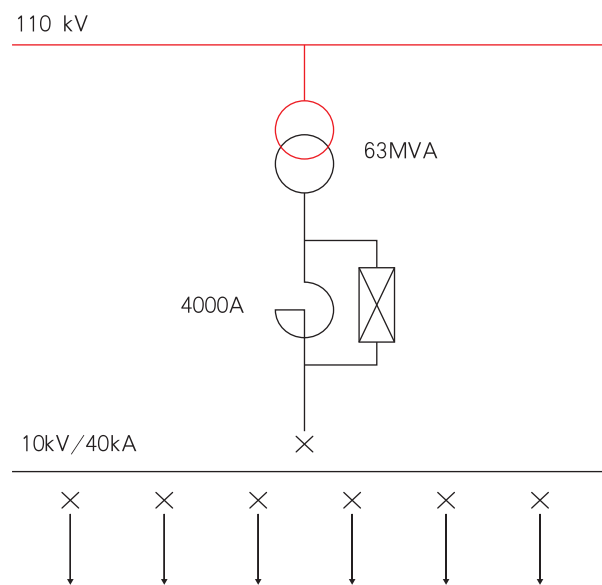


图 8

# 选择性跳闸技术及应用

## 基于紧密关关节点的选择性跳闸技术

### 新旧系统互联

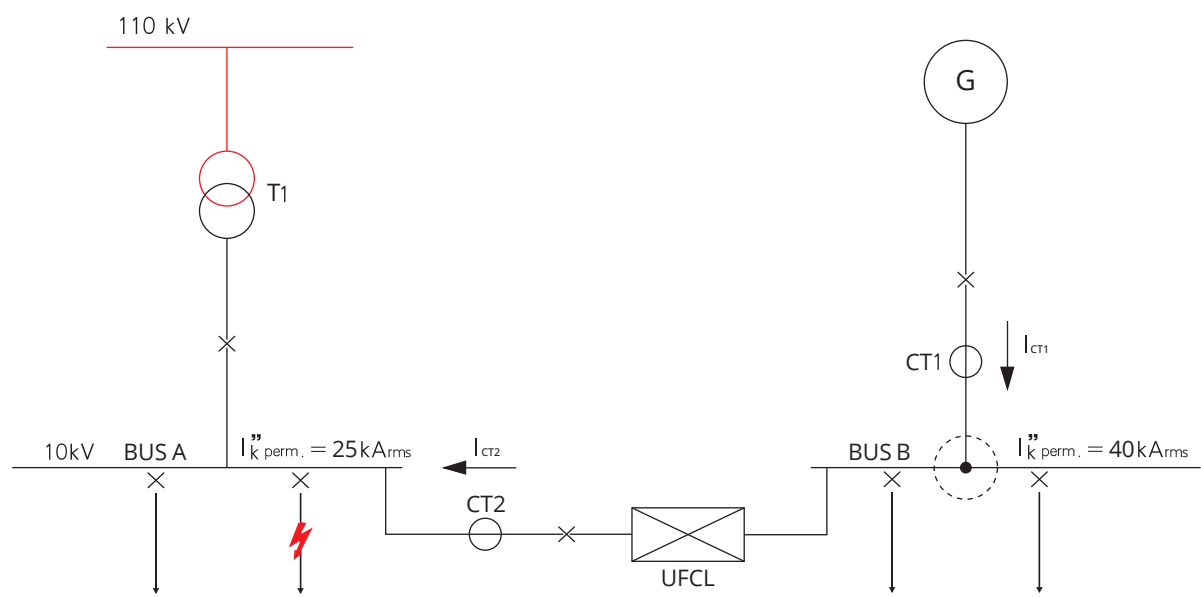
如图 9 所示，当新旧系统互联或客户自备发电系统与公共电网互联或并网时，由于新建的系统或客户自备发电系统贡献了额外的短路电流，导致旧系统或者电网系统的预期短路电流水平可能会超过其额定允许值（但其不会超过新系统或者自备发电系统的额定允许值）。采用快速限流器解决此短路电流的难题时，为了避免不必要的动作，基于紧密关关节点技术（CRNT）的选择性跳闸单元 STU，UFCL 快速限流器可实现方向性判断，即选择性的跳闸：

- A 段母线区域发生短路且短路电流水平超过该段母线额定允许值时，UFCL 动作，保护该段子系统。
- B 段母线区域发生短路时，UFCL 不动作。

### 多个电源并列运行

如图 10 所示，一些工业企业为了实现更高的供电可靠性、运行方式的灵活性、平衡负荷等，会采取多路电源并列运行，导致预期短路电流水平超过系统额定允许值。为此可采用多台快速限流器，应用与系统母联位置，解决短路电流难题。基于紧密关关节点技术（CRNT）的选择性跳闸单元 STU 可实现故障区域快速识别及选择性跳闸，即：

- A 段母线区域发生短路且短路电流水平超过时，仅 UFCL1 动作，保护该段子系统。
- B 段母线区域发生短路且短路电流水平超时，UFCL1、UFCL2 均动作，保护该段子系统。
- C 段母线区域发生短路且短路电流水平超时，仅 UFCL2 动作，保护该段子系统。

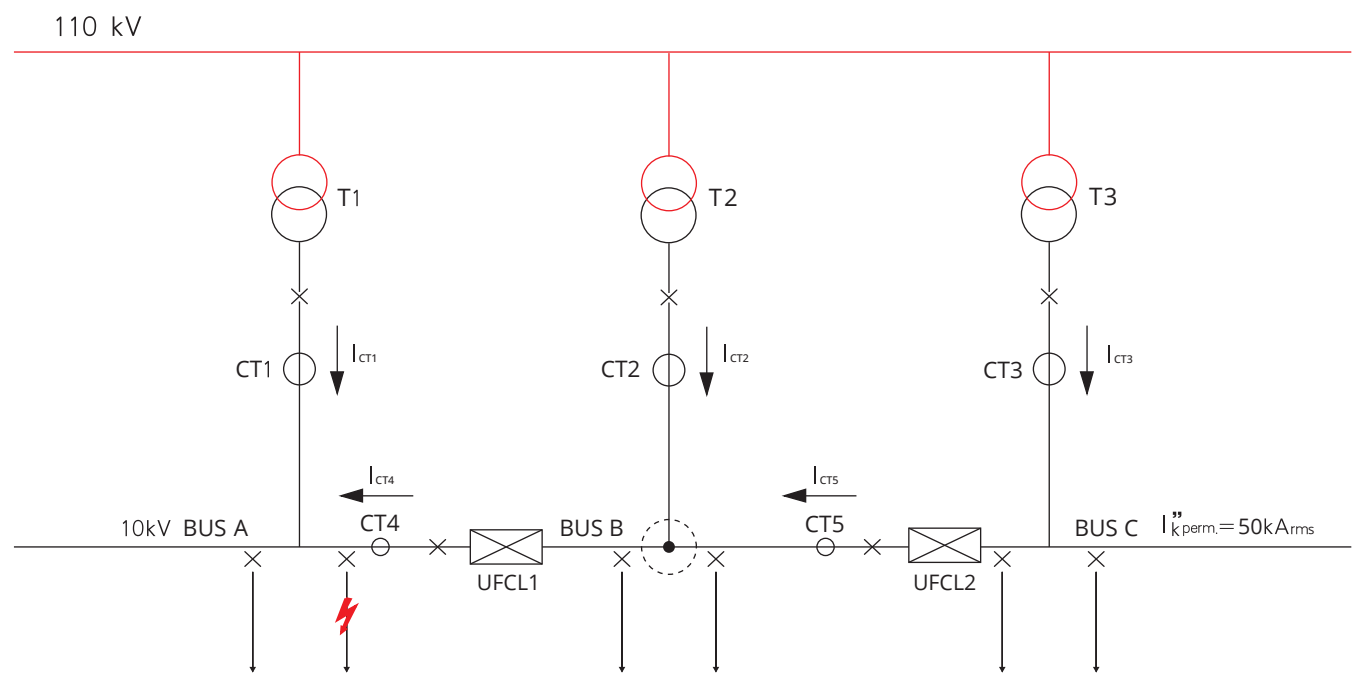


注：(T) 紧密关关节点

图 9

# 选择性跳闸技术及应用

## 基于紧密关关节点的选择性跳闸技术



注：(虚线圈) 紧密关关节点

图 10

## 选择性跳闸单元与跳闸单元的协同

STU 选择性跳闸单元是用于快速限流器需要选择性跳闸时应用的一个控制装置，与标准版本的跳闸单元 ITU3 配合使用, 实现故障区域快速识别及选择性跳闸。

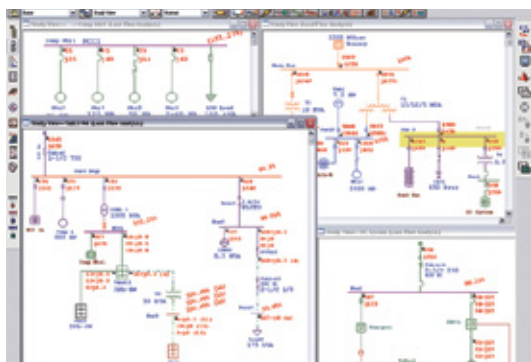
STU 选择性跳闸单元通过采集紧密关关节点附近电流互感器 (CT) 的电流信号, 基于电流方向判据和电流阈值判据, 实现对短路故障区域的快速、精准定位。该单元需与快速限流器跳闸单元紧密协同, 其判据与 ITU 跳闸单元的判据 (短路电流瞬时幅值与短路电流上升变化率 (di/dt)) 形成逻辑 “与” 的关系。当 ITU 跳闸单元的判据得到满足时, 一旦选择性跳闸单元 STU 的判据也得到满足, STU 将向相应的快速限流器的 ITU 发出使能信号, 相应的快速限流器触发跳闸动作, 没有接收到 STU 使能信号的快速限流器, 即便其 ITU 的设定值已满足, 但也不会动作。

## 技术服务与支持

高质量的产品离不开细致、周到的服务，英诺威电气快速限流器产品可获得终身技术支持

### 技术方案咨询

英诺威电气高级服务专家在系统方面具有长期经验及丰富知识，根据您的需求提供相应的系统评估，并可帮助设计公司达成优质的短路保护设计方案。如果您让您的系统更加高效安全的运行，英诺威电气将永远是您可信赖的顾问。



### 备品备件

英诺威电气为客户提供最为快速和可靠的备件服务。我们利用英诺威电气常用备件库以及优化的物流链来提供高质量的原厂备件，帮助您提高设备和系统运行的可靠性，最大限度地降低停工停产所带来的损失。



### 安装调试

为实现最优的性能表现，快速限流器作为系统管理设备必须由有经验的服务人员在现场进行有针对性的安装调试。英诺威电气的资深服务人员，针对各个行业特点及不同的现场环境状况，为您提供专业的安装调试服务，以确保系统和设备的安全稳定运行。我们的服务可以满足您对于系统或设备的任何安装调试需求，包含：安装检查、对设备和元件进行功能和系统整体测试、参数设置、试运行、验收测试等。

### 定期检测和维护保养

英诺威电气为供应的快速限流器提供厂商级的预防性维护及先进的预测性诊断，以确保您的设备符合各类标准及保障安全运行。同时，合同期内客户还可以获得多种服务承诺，如 24 小时热线、紧急备件供应及快速现场抢修等。另外，灵活的专家支持供您选择，如定期检测、系统安全评估等。



**西安英诺威电气有限公司**

西安市高新区西部大道19号晟源科技园3号楼

[www.innovit.cn](http://www.innovit.cn)

[sales@innovit.cn](mailto:sales@innovit.cn)

© INNOVIT 2010-2025,

Edition5, UFCL-快速限流器，文中信息或有改动，恕不奉告。