产品说明书

快速限流器



- 1 ms内限制住短路故障电流
- 有效解决系统短路容量超标问题
- 最大开断能力可达210 kA预期短路电流

目录

1. 概述 03

2. 问与答 05

3. 功能 07

4. 结构设计 08

5. 工作原理 10

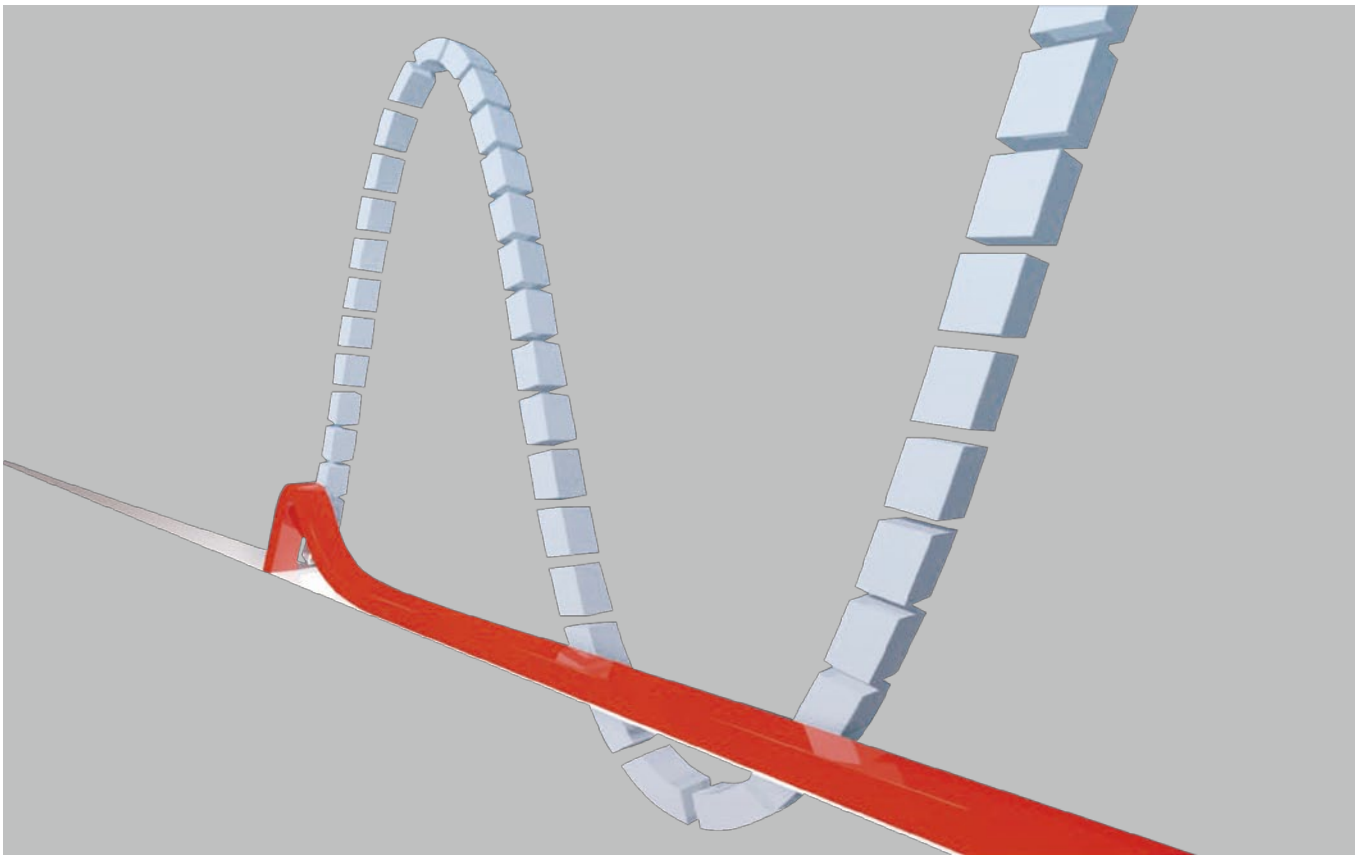
6. 调试 12

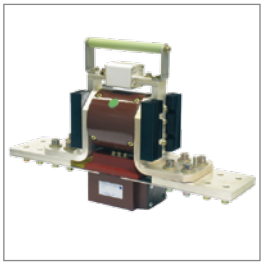
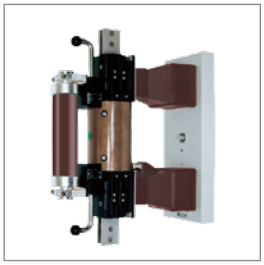
7. 供货范围 13

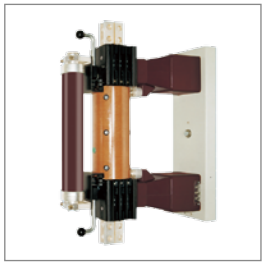
8. 应用 15

概述
开断速度极快的开关装置

降低变电站的投资
- 解决新建变电站和变电站扩建时所遇到的短路电流难题
- 与电抗器并联，最经济有效的限制短路电流
- 开关柜之间和变电站之间互联的理想方式
- 大多数情况下的唯一技术解决方案
- 可靠性已在数千工程项目运行中得到验证
- 已在世界各地投入使用
- 短路电流永远不会达到最大预期峰值
- 短路电流在初始上升阶段即受到限制





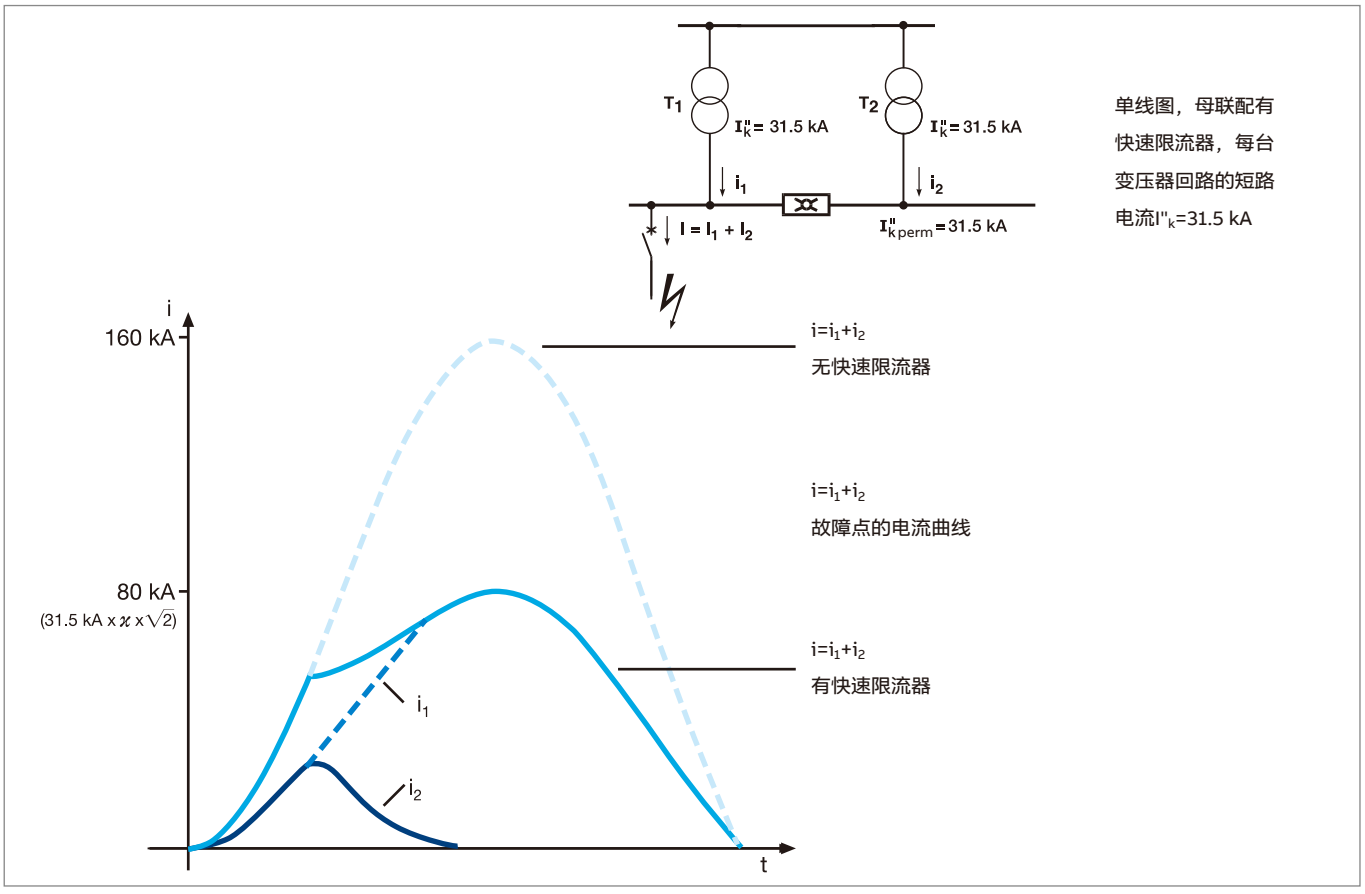

快速限流器
短路电流太大怎么办?

快速限流器能在极短的时间内开断短路电流，帮您解决此难题。
假如某馈线回路下游发生短路故障，其首个半波曲线如下图所示。

每台变压器都有高达31.5 kA的短路电流流向故障点，故障点流过的最大短路电流达到63 kA，是设备额定值的两倍。

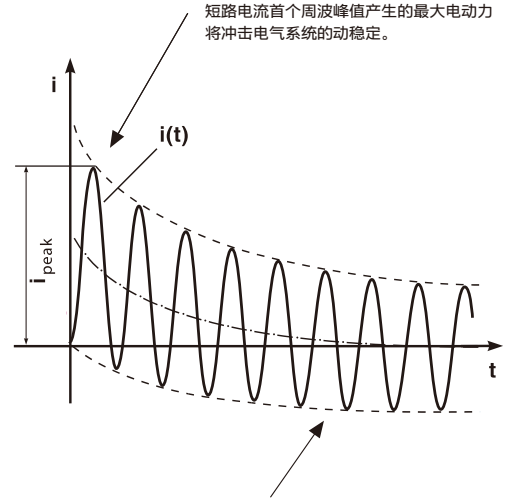
本例中，流过快速限流器的电流为i2。可以看出，通过快速限流器，电流i_2很快被加以限制。流向短路点的短路电流i_1+i_2的峰值，没有变压器T_2的短路电流贡献。因此，额定短路电流为31.5 kA的开关设备，就完全可以满足系统并列运行的需求。

故障点的电流 $i = i_1 + i_2$

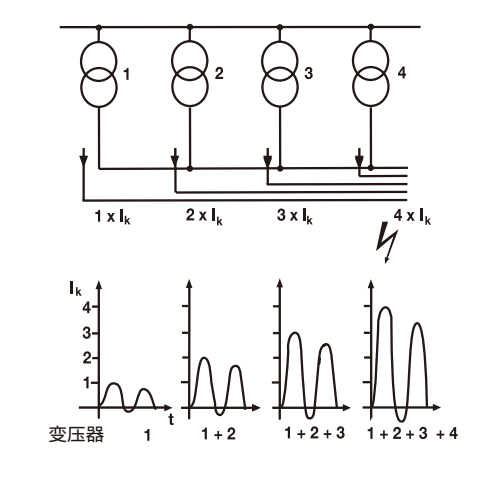


快速限流器
问与答

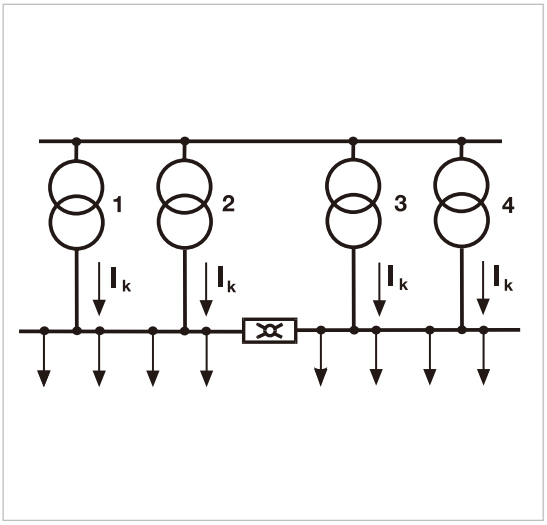
1. 什么是短路峰值电流？
短路峰值电流I_{peak}是短路发生后，短路电流周期分量与非周期分量叠加，电流首个周波最大的瞬时值。



2. 为什么要限制短路峰值电流？
超出设备额定参数的短路峰值电流，其产生的电动力将损坏开关柜、开关、电流互感器和电缆。

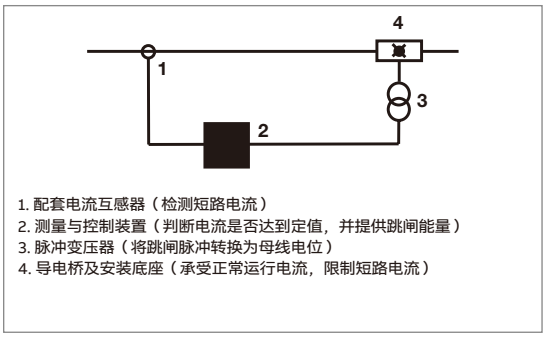


3. 一组只能承受2*I_k短路电流的开关柜，在没有短路电流超标的风险及额外损耗的情况下，如何使用在4台变压器并列运行（最大短路电流可达4*I_k）的系统？
在母线1-2和3-4间加装快速限流器即可实现（这仅是快速限流器应用方案之一，其它应用方案请参见第15，16页）。



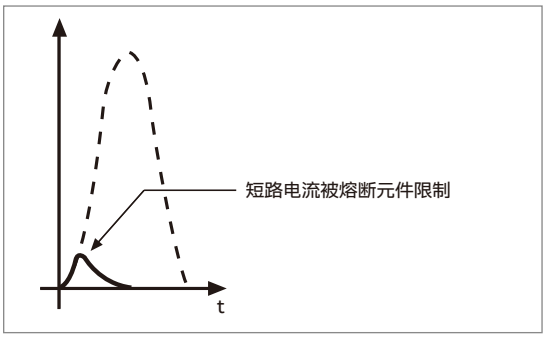
4. 快速限流器工作原理是什么？
快速限流器由并联的两个导电回路组成。导电芯可承受正常额定电流（最大5000 A），导电芯动作将主回路断开后，并联的熔断器在短路电流上升的初期即将短路电流加以限制（在1 ms内）。

5. 主回路是怎样在1 ms内断开的？
具备较高额定短路电流值的机械储能开关设备，无法在这么短的时间内断开主回路。因此，我们采用特殊的感应填料。

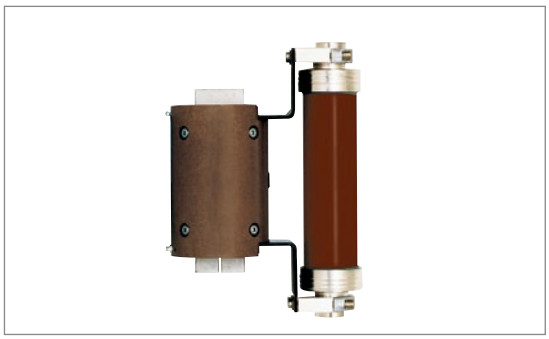


1. 配套电流互感器（检测短路电流）
2. 测量与控制装置（判断电流是否达到定值，并提供跳闸能量）
3. 脉冲变压器（将跳闸脉冲转换为母线电位）
4. 导电桥及安装底座（承受正常运行电流，限制短路电流）

6. 电流瞬时开断会导致多高水平的过电压？
主回路导电芯瞬间开断，此时不会影响整个回路电流。导电芯开断的瞬间，电流将流向并联熔断器，最终由熔断器切断故障电流。熔断器切断电流产生的过电压水平，将低于IEC/VDE标准（如IEC 60282-1/VDE 0670第4部分）要求的允许值。开断后的主电路导体和并联的熔断器以及感应填料将被更换，而其他部分仍能再用。

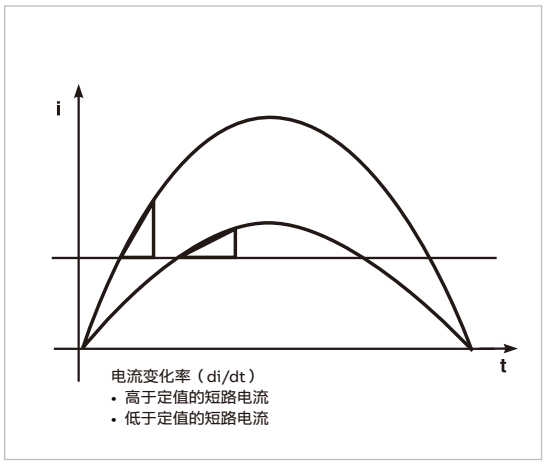


7. 开断短路电流后，快速限流器的导电桥还能返修吗？
当然能！生产厂可以返修动作过的导电桥。导电芯、感应填料和并联的熔断器将被更换，其他部件仍然继续使用，故返修导电桥更经济。



8. 每次短路故障，都由快速限流器开断吗？
不是！快速限流器仅开断对系统构成危害的短路电流（超出定值），低于定值的短路电流将由断路器来切除。

9. **快速限流器如何判断短路故障的严重程度？**
快速限流器的测量与控制设备同时检测电流的瞬时值与电流变化率，只有这两者都达到整定值的情况下，快速限流器才跳闸动作。



10. 快速限流器有什么样的运行业绩？
自从1955年ABB Calor Emag公司发明了快速限流器以来，数千套设备卓有成效的使用在交直流系统中。

回顾60年来在全球范围的运行经验，为解决安全限制系统短路容量问题及经济的扩建电气系统及配电网络问题，越来越多的用户选择快速限流器作为解决方案。

11. 快速限流器动作的频繁程度怎么样？
从全球的运行经验看，平均每4年动作一次（基于近4000台快速限流器的运行统计数据）。

12. 快速限流器能开断多大的短路电流？
根据KEMA试验站的试验结果：
12 kV → 最大到210 kA_{RMS}
17.5 kV → 最大到210kA_{RMS}
24 kV → 最大到140 kA_{RMS}
36/40.5 kV → 最大到140 kA_{RMS}

下面将通过典型应用方案来说明快速限流器的工作原理和应用范围，请您与我们一起讨论系统短路容量的难题，我们用快速限流器总能找到技术可行、经济合理的解决方案。

功能

随着全球对能源需求的增长，要求更大功率电源或另外加装变压器及发电机，增加独立电网间的联网。这往往导致短路电流超过设备的允许值，从而导致设备发生动、热损坏。

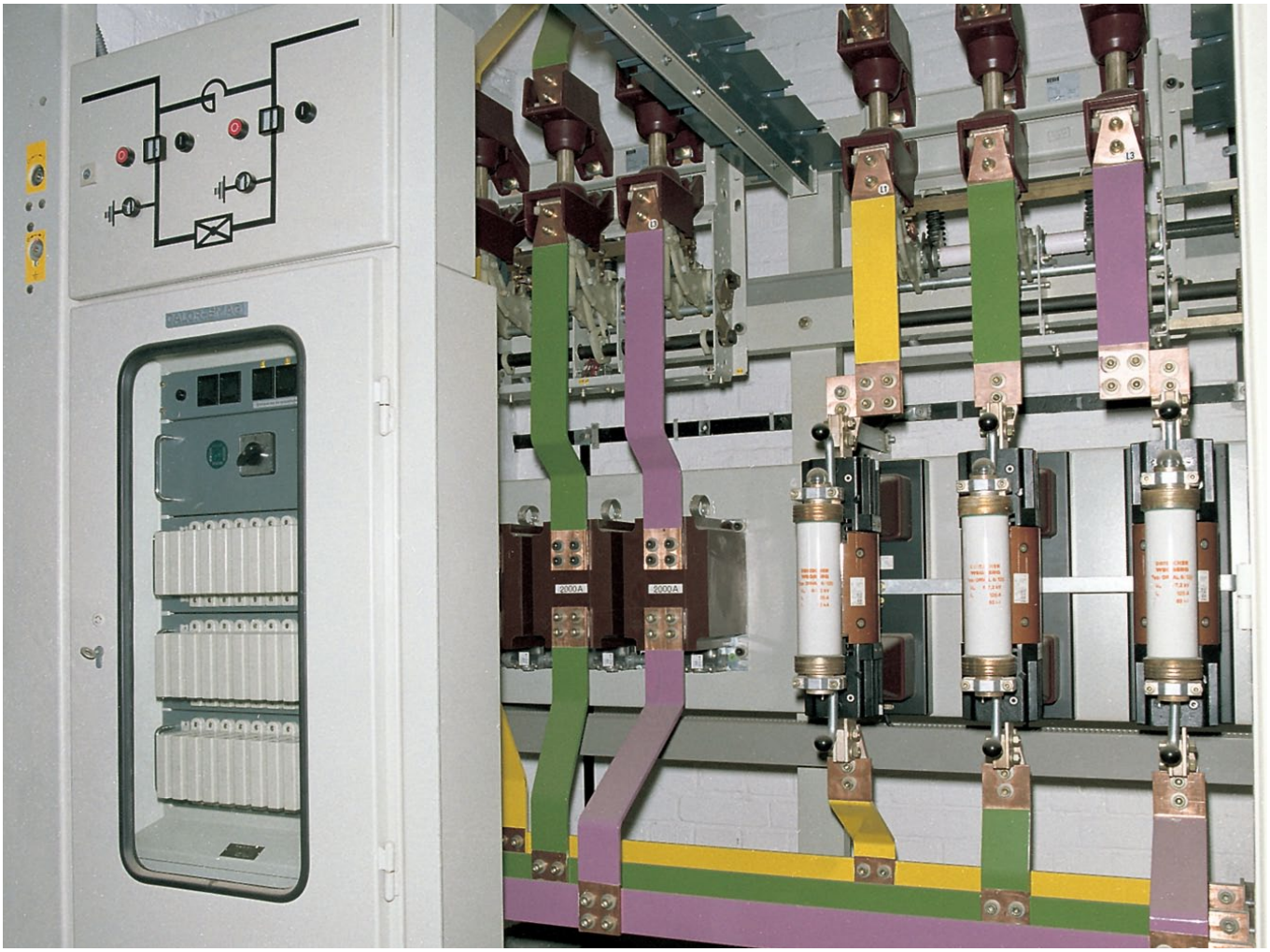
用具备更高短路电流承受能力的新装备去更换现有开关设备及电缆连接，对于用户来说通常在技术上不可行或不经济。而采用快速限流器来降低新系统或现有系统的短路电流，既解决了短路容量问题，又节约了投资。

断路器由于动作较慢，无法对系统过高的短路电流首个半波峰值提供保护。只有快速限流器，可以在短路电流上升的初期（1 ms内）即将其检测出并加以限制，实际流过的短路电流最大瞬时值远低于预期峰值。

与复杂的常规解决方案比较，快速限流器应用在变压器或发电机馈线回路中，无论是作为母线连接，还是旁路限流电抗器，都具备技术优势及经济性。

在发电厂、大型工和电网变电站中，快速限流器在各方面都是解决短路电流难题的理想开关设备。

—
快速限流器旁路电抗器 — 固定安装方式



结构设计

三相交流系统快速限流器组成
- 三个导电桥底座
- 三个导电桥
- 三个配套电流互感器
- 一台测控单元

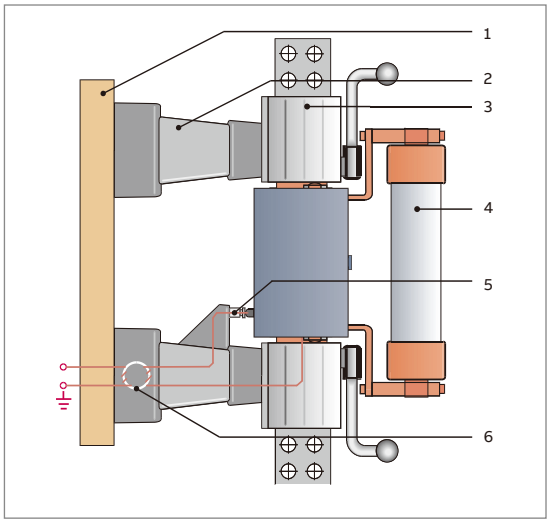
导电桥底座
导电桥底座组成：
- 安装板1
- 绝缘子2
- 脉冲变压器6及伸缩触点5
- 带与导电桥连接的快速接头的连接端3

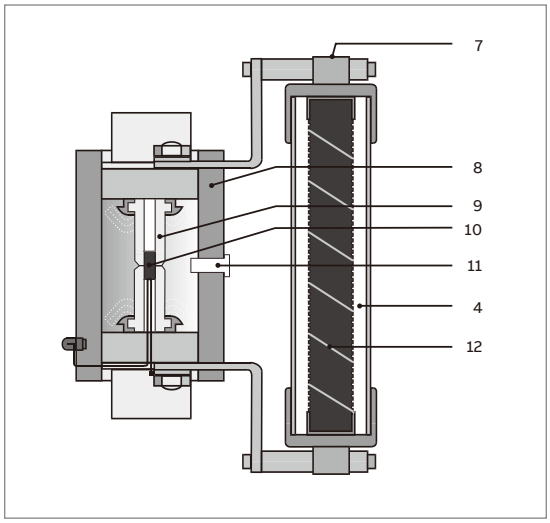
快速接头卡扣装置为杠杆式，导电桥额定电流Ir≥2500 A，且额定电压为12/17.5 kV时以螺栓连接。

脉冲变压器
脉冲变压器的安装位置，取决于额定电压：
- 当额定电压≤17.5 kV时，仅在下绝缘子处安装
- 当额定电压为24/36 kV，上下绝缘子处都要安装

脉冲变压器把来自测控单元（图3）的跳闸脉冲传输到导电桥的感应填料10处。同时，将测控单元（二次回路）与一次回路等电位的感应填料间进行电气隔离，确保系统安全。

导电桥
导电桥是一个开关元件，在坚固的绝缘罩8内，导电桥包含导电芯，被设计为封装感应填料10的导电连接桥体9。跳闸时，感应填料被触发，在预切口位置导电芯被分开。





1 底座
2 绝缘支撑子
3 带卡扣装置的连接端
4 熔断器
5 触发端点
6 带脉冲变压器的绝缘支撑子

4 熔断器
7 熔断器指示
8 绝缘管
9 导电芯
10 感应填料
11 导电芯指示器
12 熔断器熔体

电流转移到并联的高开断能力熔断器4上，熔断器熔体12熔断，限制短路电流继续增大。电流在下一次电压过零点时切断。

配套电流互感器

电流互感器用作为检测流经快速限流器的电流，直接与快速限流器串联。

配套电流互感器为特殊电流互感器，外观与常规的电流互感器相同，为套管式或块状。其显著特点如下：

- 过流系数特别高
- 铁芯为低剩磁带空气间隙铁芯
- 一次与二次绕组间有低阻抗屏蔽层隔离

测量与控制装置

测量与控制装置安装在控制屏（图3）或快速限流器柜的低压室内。

控制屏或低压室由功能组组成，各功能组安装在机箱内，可进行更换。

测量与控制装置组成

- 一组电源，提供装置必须的直流辅助电源；一个选择开关，任何时候可将控制系统投运或退出；一个附加的监视元件
- 每相一组控制单元，它实时监测此相流经的电流，并在跳闸时提供对应相导电桥内感应填料的触发能量
- 一组具有5个掉牌继电器的指示单元：
  - 每相一个跳闸动作指示
  - 一个掉牌继电器用于监测装置是否就绪
  - 一个掉牌继电器用于监测与控制电源是否正常
- 一个抗干扰单元，它可保护测量与控制装置免受外部干扰，防止误动作。从测量控制装置连接到电流互感器、导电桥底座及交流电源的接线都将通过抗干扰单元

图3：测量控制装置

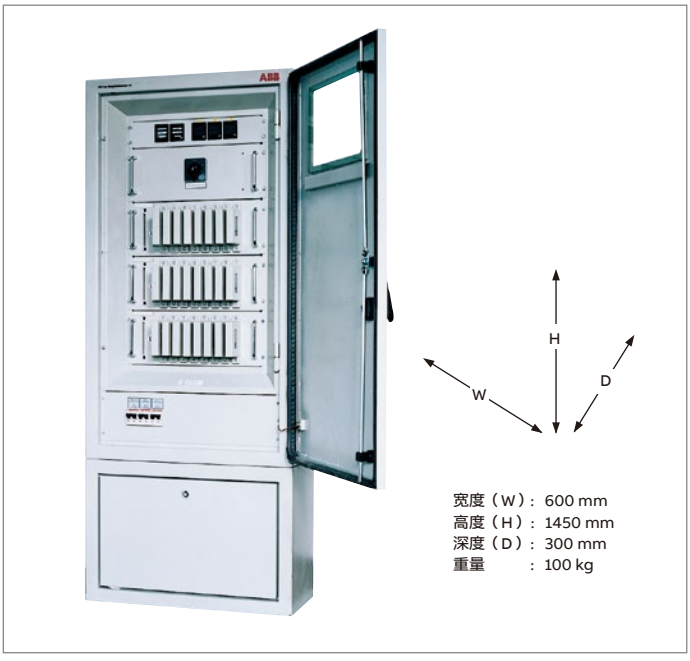


图3

工作原理

快速限流器的组成：一个可以通过高额定电流但只有低开断能力的极快速开关，并联一个具有高遮断容量的熔断器。为了达到极短的固有分闸时间，在此，我们用了感应填料来储存开关（导电芯）分闸所需能量。导电芯分开后，电流将流经并联的熔断器，在0.5 ms内电流被限制住，在下一电压过零点时最终被开断。

快速限流器流经的电流被测量与控制装置实时监测，在短路电流上升初期即能准确预判快速限流器是否需要跳闸。为了达到预判功能，装置持续检测流经电流的瞬时值及电流变化率。当两整定值同时达到或超过，快速限流器动作。快速限流器三相独立工作，互不干扰。

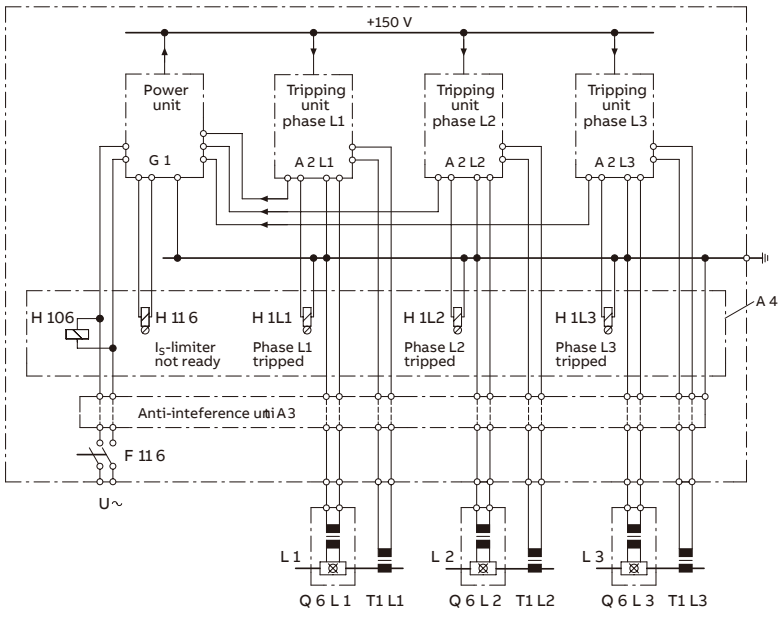
快速限流器一方面可以无损耗流过大负荷运行电流，另外一方面可以在短路故障电流上升初期就加以限制。和限流电抗器比较，快速限流器避免了电压降，并使短路故障电流的预期峰值电流不会出现。

为确保三相回路都断开，快速限流器有必要串接一台断路器。

电源单元

一组直流150 V的电源，用于跳闸电容器的充电电压，同时，作为装置电子元件的电源。如果需要，也可以把这两种电源分开，安装在不同的独立模块内。电源单元内置看门狗，持续监测三相跳闸控制单元的重要功能。

图4：快速限流器控制原理图



G1 电源
A2 跳闸控制单元
A3 抗干扰单元
A4 指示单元
F116 控制电源空开
Q6 快速限流器（导电桥底座及导电桥）
T1 快速限流器配套电流互感器

图4

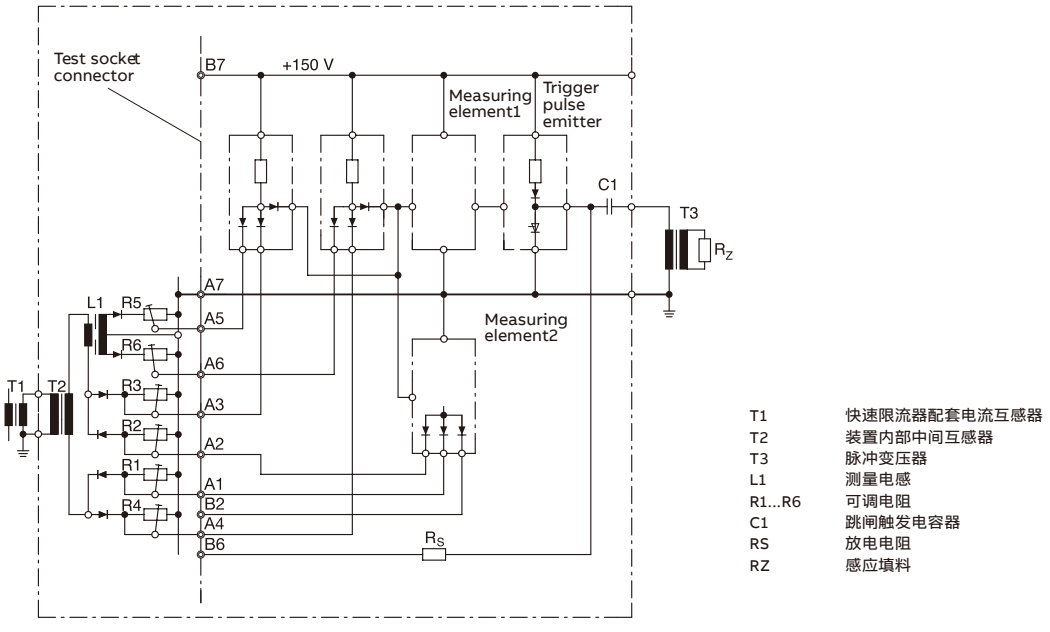
跳闸控制单元

跳闸控制单元持续监测流经配套电流互感器的电流，三相跳闸控制单元独立工作。跳闸判据有两个，电流瞬时值及电流变化率。

电流瞬时值及电流变化率这两个变量按比例变换为电压信号，通过逻辑门电路送到电子测量元件。当电流瞬时值与电流变化率两者都达到设定值时，测量元件给出输出信号。

测量元件的输出信号触发半导体开关元件，控制跳闸电容放电，放电脉冲通过脉冲变压器，触发导电桥内的感应填料动作。以此同时，跳闸电容放电驱动掉牌继电器动作，输出“快速限流器跳闸”信号。

—
图5：测量与控制装置原理图



T1	快速限流器配套电流互感器
T2	装置内部中间互感器
T3	脉冲变压器
L1	测量电感
R1...R6	可调电阻
C1	跳闸触发电容器
RS	放电电阻
RZ	感应填料

—
图5

调试

与其他保护装置一样，快速限流器也需要定期检测。检测作业可由用户或ABB进行，为方便试验，我们开发了专用的测试设备。测试设备由试验仪器或测试插头、模拟器组成。

测试插头用于检测跳闸装置的输出电压及功能。试验仪器使用界面友好，更为便利。

在检测时，必须用模拟器替代实际的导电桥。模拟器内置一氖管指示灯，当接收到跳闸脉冲时，氖管发光。

—
图6：
1 快速限流器导电桥及模拟器
2 测试插头
3 试验仪器

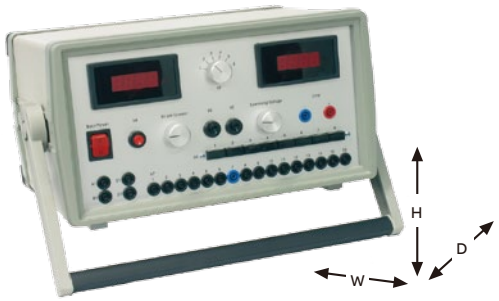
1



2



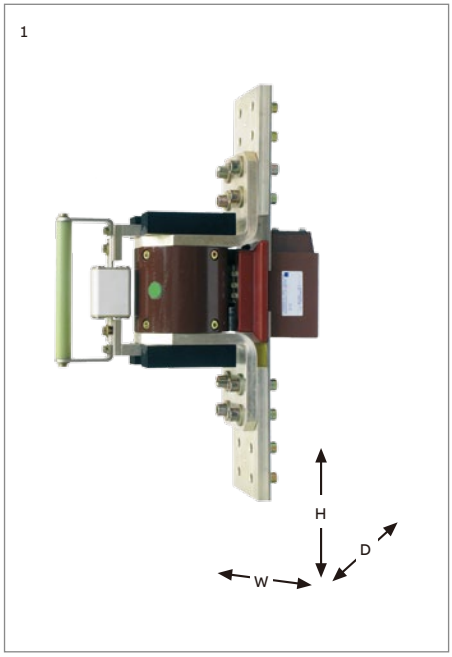
3



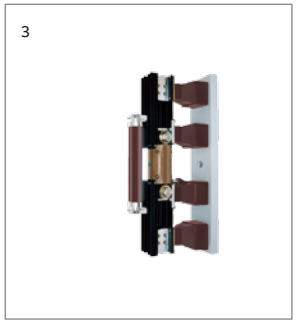
宽度（W）：400 mm
高度（H）：215 mm
深度（D）：320 mm
重量　　：11 kg

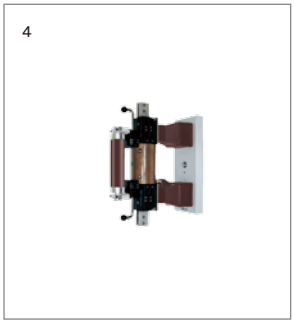
—
图6

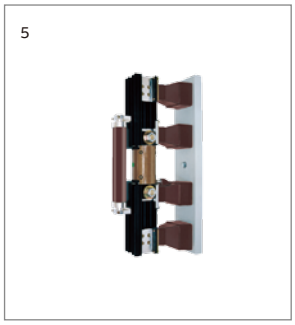
供货范围



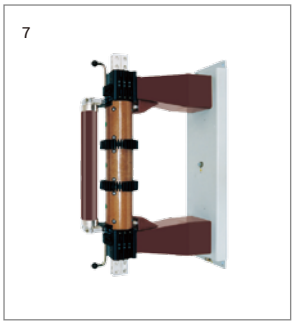












A. 快速限流器以分立元件供货
在这种情况下，导电桥底座，导电桥，配套电流互感器将安装在现有的开关柜内。

供货的设备一般包括：
- 三个导电桥底座
- 三个导电桥
- 三个配套电流互感器
- 一台测量与控制装置（图3）

技术参数		1	2	3	4	5	6	7
额定电压	V	750	12000	12000	17500	17500	24000	36000/40500
额定电流	A	1250	1250	2500	1250	2500	1250	1250
		2000	2000	3000	2000	3000	1600	2000
		3000		4000 [1)]		4000 [1)]	2000	2500 [1)]
		4500 [1)]					3000 [1)]	
		5000 [1)]						
额定工频耐受电压	kV	3	28	28	38	38	50	75
额定雷电冲击耐受电压	kV	-	75	75	95	95	125	200
额定短路开断电流	kA RMS	最大至140	最大至210	最大至210	最大至210	最大至210	最大至140	最大至140
导电桥底座	kg	10.5	27.5	65	27.5	65	27/31.5/33	60
导电桥	kg	17.0	12.5	15.5	14.5	17.5	19/19.5/24	42
导电桥底座及导电桥	宽mm	148	180	180	180	180	180	240
	高mm	554	651	951	651	951	740/754/837	1016
	深mm	384	510	509	510	509	553/560/560	695

1）带强制风冷。

频率：50/60 Hz。对于更高的额定电流需求，导电桥底座及导电桥可并联使用。



小车式快速限流器柜

B. 小车式快速限流器柜
配套金属铠装开关柜，快速限流器三个导电桥底座及导电桥可安装在小车上，可移动小车具备隔离开关的功能。三个配套电流互感器固定安装在柜内，测量与控制装置安装的开关柜低压室内。

C. 固定安装式快速限流器柜
用于低压，12 kV，17.5 kV及24 kV的快速限流器同样也可固定安装在金属铠装开关柜内。三个导电桥底座，导电桥，配套的电流互感器都固定安装在开关柜内，测量与控制装置安装在低压室内。

对于36 kV/40.5 kV系统，只有固定安装式快速限流器柜。与分立元件供货模式相同，测量与控制装置安装在一单独的控制箱内（图3）。

所有的固定安装式快速限流器柜，其电气参数与分立元件供货的电气参数相同。开关柜外形尺寸及重量如有特殊需求，请与ABB核实。

典型的快速限流器柜尺寸（小车式）

额定电压	额定电流	额定工频耐受电压	额定雷电冲击耐受电压	高	宽	深	重量（含快速限流器小车）
kV	A	kV	kV	mm	mm	mm	kg
12	1250	28	75	2200	1000 [2)]	1634	1200
	2000						
	2500						
	3000						
	4000 [1)]						
17.5	1250	38	95	2200	1000 [2)]	1634	1200
	2000						
	3000						
	4000 [1)]						
24	1250	50	125	2325	1000	1560	1300
	1600						
	2000						
	2500 [1)]						

1）强制风冷。
2）需要额外的连接适配宽度200 mm。

对于更高的额定电流需求，导电桥底座及导电桥可并联使用。

应用

快速限流器用于系统并列运行

系统或母线段之间的并列运行，当使用断路器时短路电流会超出设备参数，通常可采用快速限流器来解决。每一分系统中至少有一条电源进线，在快速限流器跳闸后，每个分系统仍然有电源供电（图9）。采用快速限流器的系统并列运行有如下优点：

- 降低串联网络阻抗，极显著地减少了冲击负荷（如大电机启动）引起的电压降
- 改善变压器的负荷分配
- 降低变压器的负载损耗
- 提高了供电可靠性。一台变压器发生故障时，负载可无中断的转移到另外一台变压器
- 可节省更高额定短路电流参数设备需求带来的成本

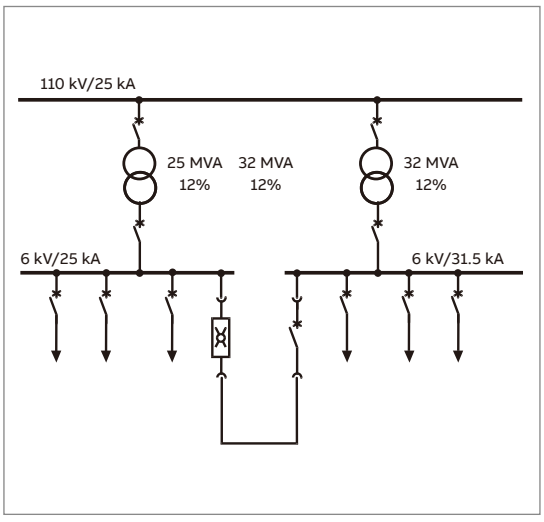
当短路故障发生在一个分系统或某一条出线馈线上时，快速限流器在短路电流上升初始阶段即动作。在电流瞬时值达到承受限值前，就把母线系统分为两段。

在快速限流器开断后，短路故障电流仅由本段的变压器供给，可由相应回路的断路器有选择性的进行开断。

快速限流器显著的优点是：不受短路故障影响的那部分系统电压仅在1 ms内有所下降，即便是最敏感的负荷（如计算机）此时也不受影响。

基于这个原因，快速限流器可作为提高系统可靠性的开关设备，适用于“受保护的系统”设备与“非保护的系统”设备间互联。

—
图9：母线段间连接应用



—
图9

快速限流器用作公共电网与用户自备发电电源之间的联络开关

电源并网带来的好处，让用户自备发电电源乐意与公共电网并网。但是发电机的短路电流贡献会导致并网后公共电网短路电流超出原设备的许可值。最合理的解决办法也通常是唯一的解决办法，即在公共电网与自备发电连接处加装快速限流器（图10）。

如有需要，快速限流器可加装方向跳闸功能。这要求发电机中性点处加装3个电流互感器。当发电机投运时，快速限流器仅在公共电网发生短路故障时才跳闸。

快速限流器旁路限流电抗器

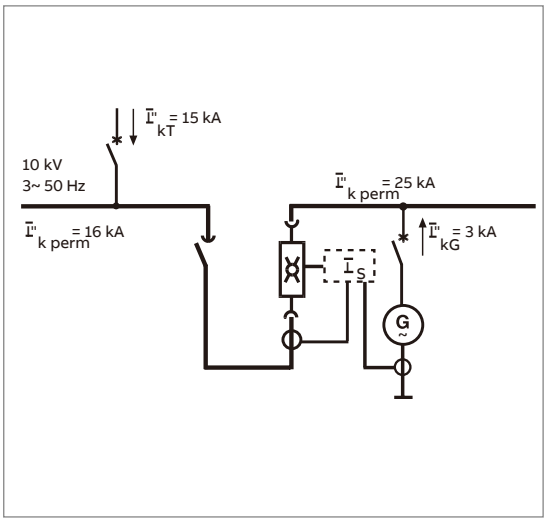
快速限流器旁路限流电抗器（图11）。当短路故障发生在限流电抗器后，快速限流器在短路电流上升初期开断，电流将转移到限流电抗器，由电抗器把短路电流限制在允许的水平。

正常运行时，快速限流器将电抗器绕组旁路，可避免：

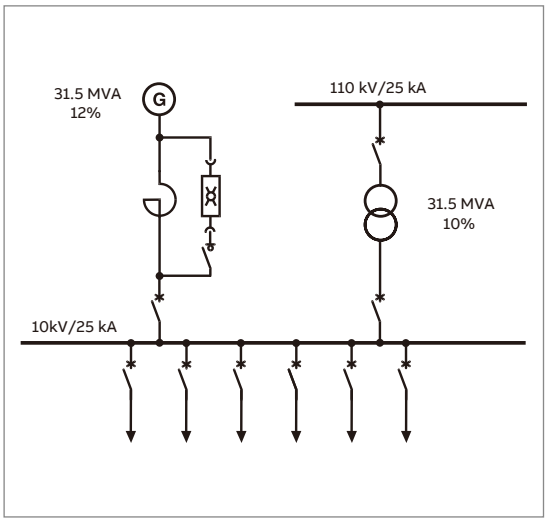
- 与负荷电流相关的铜损及电抗器带来无功当量损耗
- 与负载相关的电抗器压降，特别是下游大电机启动时这种电压降带来的困扰
- 发电机调节问题

—
图10：公共电网与自备发电间的连接应用

—
图11：旁路限流电抗器应用



—
图10



—
图11

带选择性的多个快速限流器应用
在一列或多列开关柜中安装两台及以上快速限流器的场合下，为了达到动作的选择性，往往要求以电流的矢量和、差流或电流比较作为附加动作条件。

如果一段母线中装有两台快速限流器，且要求选择性跳闸时，则需要检测全电流。
- 在A段短路
  仅1#快速限流器动作
- 在B段短路
  1#及2#快速限流器都动作
- 在C段短路
  仅2#快速限流器动作

为了测量全电流，变压器出线端都需加装电流互感器。

总电流I_{sum1}等于流过变压器T1的电流（I_{T1}）加上流过1#快速限流器的电流（I_{IS-1}）。

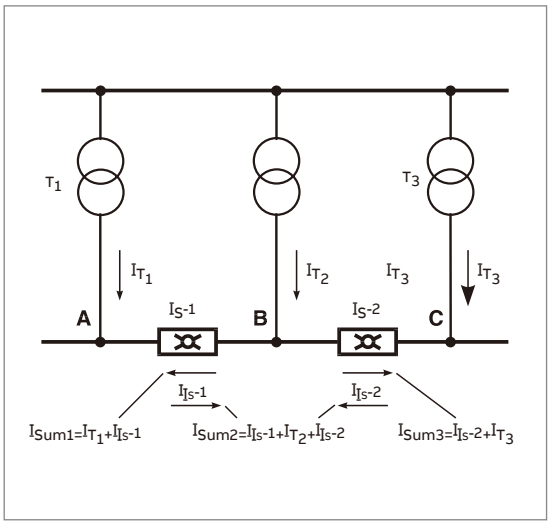
总电流I_{sum2}等于流过变压器T1的电流（I_{T2}）加上流过1#和2#快速限流器的电流。

总电流I_{sum3}等于流过变压器T1的电流（I_{T3}）加上流过2#快速限流器的电流。

快速限流器的跳闸动作判据，符合逻辑“与”的功能。在母线A段，如果1#快速限流器的电流和总电流I_{sum1}同时达到或超过设定值，1#快速限流器跳闸。母线C段的情况相同。而母线B段如果发生短路故障，则1#及2#快速限流器都跳闸。

电流矢量和原则与母线保护系统中电流合成原理相对应，唯一不同的是在馈线回路不用加装电流互感器，亦即无需这方面的成本。同样原理，迄今可以把多达5台变压器并列，而只用4台快速限流器。通过此原理，可确保只有最靠近短路点的那台（那两台）快速限流器才会跳闸。

—
图12：快速限流器电流矢量和功能原理图



—
图12

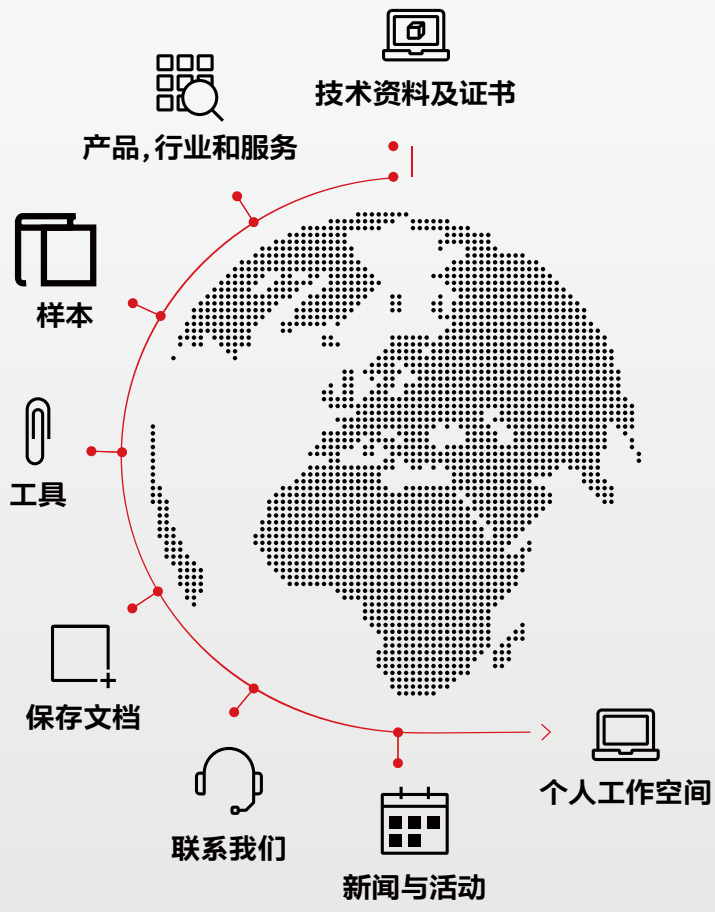
ABB Connect
您的一站式数字化助理

无论在办公室、现场或旅途中，快速、便捷的获取和使用ABB电气的资料信息。

- 便捷的搜索功能
- 查询完整的ABB电气内容：产品样本、行业应用、安装指导、选型指南、服务及常用工具连接等
- 常用资料保存到设备上，并自动更新
- 定制期望接收的消息种类
- 在线客服支持

ABB Connect可在iOS、Android 和Windows 10设备上使用

扫描二维码，
进入 ABB Connect



厦门ABB开关有限公司
福建省厦门市翔安区舫山西二路885号
邮编：361101
电话：0592 602 6033
传真：0592 603 0505

ABB（中国）客户服务热线
电话：800-820-9696　400-820-9696
电邮：cn-ep-hotline@abb.com

www.abb.com.cn

ABB电气官方微信

ABB直通车

ABB电气 - 配电系统服务

© 2020 ABB，版权所有。
样本所载述的信息若有变更，恕不另行通知，ABB拥有最终解释权。

1YHA000102_CN REV B 2020.3