



Is-Lock 故障电流识别模块

DDX1选择性动作专用



陕西蓝河电气工程有限公司

SHAANXI LANHE ELECTRIC ENGINEERING CO.,LTD.

Is-Lock模块特性概览

- ▲ 基于紧密关关节点的电流识别技术，对各支路电流的瞬时方向进行比对，准确、简洁、快速的判断出故障区间
- ▲ 适用节点类型：两支路节点及三支路节点
- ▲ 运行电流监测+故障支路电流特征值快速预测
- ▲ 保护功能：可设置多种逻辑运算模式完成不同的保护功能，根据短路相角和故障阈值的不同，装置响应时间一般在1.0ms~3.0ms之间
- ▲ 适用工况：适用于多段母线并列运行、新电源上网或两电源互联，三电源星型互联等多种工况下的DDX1限流器的选择性动作需求
- ▲ 自检功能：开机自检、电源系统自检、光纤链路自检
- ▲ 人机界面友好：3.5寸真彩色LCD+5个LED指示灯+7个薄膜按键
- ▲ 可同时向3套DDX1限流器提供使能信号（动作判据或辅助判据），还可向相邻模块提供或接收相邻模块的握手信号，便于两相邻模块公共限流器支路的准确判别
- ▲ 设置功能：时钟设置、定值设置、逻辑运算设置、CT参数设置、工况设置、通讯设置.....
- ▲ 显示功能：测量信息显示、状态信息显示等
- ▲ 通讯功能：以太网接口及RS485通讯接口
- ▲ 记录存储功能：SOE功能，故障录波功能等

目录

1 概述	1
2 依据或参考标准	1
3 基本原理	2
3.1 基于紧密关联节点的故障电流识别技术	2
3.2 Is-Lock模块的基本原理	3
4 主要技术参数	6
5 装置背板端子及接线方法	7
6 装置外形尺寸及安装方法	8
7 典型应用	9
7.1 应用于多段母线并列的母联位置	9
7.2 应用于新电源上网或两电源互联	10
7.3 用于三电源星型互联	11
8 注意事项	12

1 概述

DDX1是基于微爆技术的限流器，即利用微爆技术快速切断主导电回路（微爆器件受控于专门的电子装置），使故障电流转移到特种限流熔断器支路，最后由熔断器完成故障电流的限流开断。DDX1的全开断时间小于10ms，并可将故障电流的首半波峰值限制到较低的水平，既能解决电力系统的热稳定问题，同时还能解决电力系统的动稳定问题。相对于超导或固态等其它限流技术而言，微爆型限流器具备技术成熟可靠且成本低廉的优势，目前已被广泛应用于电力、化工、冶金、造纸、制糖等诸多行业的配电系统。

由于涉及到爆破切割和熔断器技术，所以DDX1的开断部件只能一次性使用，即一旦动作则需要更换。为了减少不必要的动作以及消除因此而产生的系统扰动及运行维护投入，在实际工程应用中，比如多段母线并列的母联位置、新电源上网或两电源互联、三电源星型互联等都有可能存在动作选择性的要求。为此，公司与西安交通大学、武汉大学进行了长期的合作，历时多年研发出Is-Lock故障电流识别模块，为DDX1限流器提供准确可靠的选择性使能信号（辅助判据），使DDX1限流器具备选择性动作的功能，此项技术填补了国内空白并达到国际先进水平。使特殊配电系统中微爆型限流器的控制策略从普通的过流脱扣提升至选择性动作，可优化该类限流器对配电系统的短路保护效果并显著降低运行维护成本。

2 依据或参考标准

GB/T 7261-2016	继电保护和安全自动装置基本试验方法
GB/T 14285-2016	继电保护和安全自动装置技术规程
GB/T14598	量度继电器和保护装置（适用部分）
GB/T2423	电工电子产品环境试验（适用部分）
DL/T 478-2013	继电保护和安全自动装置通用技术条件
DL/T5506-2015	电力系统继电保护设计技术规范
DL/T995-2016	继电保护和电网安全自动装置检验规程
DL/T 667-1999	远动设备及系统 第5部分：传输规约 第103篇：继电保护设备信息接口配套标准
DL/T721-2013	配电网自动化远方终端
DL/T 860-2006	变电站通信网络和系统（所有部分）

3 基本原理

3.1 基于紧密关关节点的故障电流识别技术

为了便于清晰的描述此项技术，特以图3-1为例。图中，S1、S2、S3为是三个电源；CT1、CT2、CT3为电流互感器，用于监测各电源支路的电流，对应的一次电流分别为 I_{CT1} 、 I_{CT2} 及 I_{CT3} ；各电源支路分别配置了DDX1限流器，分别是FCL1、FCL2及FCL3；节点A为三个电源电气连接的交汇点。

按照传统技术，该系统中任何位置发生短路故障，都可能导致三套限流器同时动作。显然，这种无选择性的动作对系统的扰动很大，也很不经济。为此，我们提出了选择性动作策略，该策略可以最大限度的减少系统扰动并显著降低运维费用，具体如下：

- ▲ 假若电源S1区域发生短路故障，仅动作左侧支路限流器FCL1；
- ▲ 假若电源S2区域发生短路故障，仅动作右侧支路限流器FCL2；
- ▲ 假若电源S3区域发生短路故障，仅动作上侧支路限流器FCL3；
- ▲ 假若节点A区域发生短路故障，则动作FCL1、FCL2及/或FCL3。

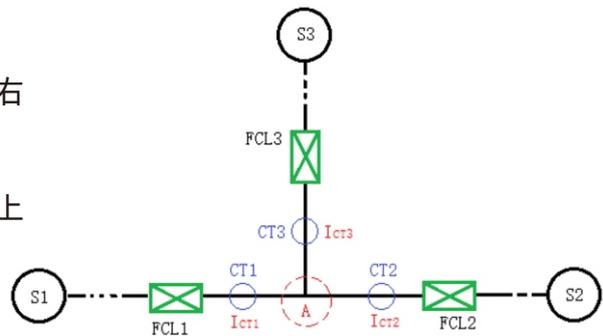


图3-1 限流器选择性动作需求示例

为了实现上述选择性动作策略，Is-Lock模块首先需要准确判断出故障区域，然后是判断连接故障电源的限流器支路上的电流是否超过定值，最后才是确定是否向连接故障电源的限流器发出动作使能信号。为此，我们可以选择节点A作为观察点，也就是选择节点A作为Is-Lock的紧密关关节点，将三个支路电流的二次信号引入Is-Lock模块。不管各电流互感器的一次侧接线如何，二次侧接线时均应确保在节点A区域发生短路时Is-Lock模块内部的各支路电流的二次信号同相。如此一来，若系统中突发短路，通过对各电流相位的比较便可判定短路故障所处的区域：

- 若 I_{CT1} 、 I_{CT2} 及 I_{CT3} 三个电流同相，则故障发生在节点A区域；
- 若 I_{CT1} 、 I_{CT2} 同相，且与 I_{CT3} 反向，则故障发生在电源S3区域；
- 若 I_{CT1} 、 I_{CT3} 同相，且与 I_{CT2} 反向，则故障发生在电源S2区域；
- 若 I_{CT2} 、 I_{CT3} 同相，且与 I_{CT1} 反向，则故障发生在电源S1区域。

接下来就是通过快速算法判别连接故障电源的限流器支路上的电流是否超过定值，然后确定是否使能对应支路上的限流器。

基于紧密关关节点的故障电流识别技术的核心内容总结如下：

- ▲ 选择紧密关关节点：分为两支路节点和三支路节点，其中至少应包含一个限流器支路，优先选择包含更多限流器支路的节点作为紧密关关节点。
- ▲ 基于紧密关关节点，正确连接各支路电流的极性
- ▲ 电流测量运算
- ▲ 电流突变判断
- ▲ 电流方向条件判别：对于三支路节点，可采用“电流同向”条件及“电流二归一”条件，电流同向条件满足则节点的各支路上的限流器均可确认为目标限流器，电流二归一条件满足则归一支路上的限流器可被确认为目标限流器；对于两支路节点，可采用“电流同向”条件或“电流反向”条件，具体采用哪个条件来确认目标限流器，可通过开发人员权限进行设置。
- ▲ 对于具有相邻紧密关关节点的公共支路上的限流器，仅当被两套相邻的识别模块通过握手信号同时确认有效，才能被最终确定为目标限流器。
- ▲ 电流特征值IF运算：可以包括电流瞬态值、电路变化率瞬态值、小半波时间跨度运算、电流和 Σi 运算、限流器支路电流稳态值快速预测运算IFCL
- ▲ 故障阈值条件IF-SET判别：是否满足 $IF \geq IF-SET$ 。
- ▲ 限流器使能信号输出判据：三选二逻辑，即A、B、C三相电路中，任意两相在 $\Delta 2t$ 时间内依次或同时满足动作条件，则确认此支路满足条件，可将此支路上的目标限流器确认为可动作限流器。
- ▲ 通过相应的光纤输出接口向可动作限流器输出使能信号，此信号可作为限流器的动作判据，也可仅作为限流器动作的辅助判据。

3.2 Is-Lock模块的基本原理

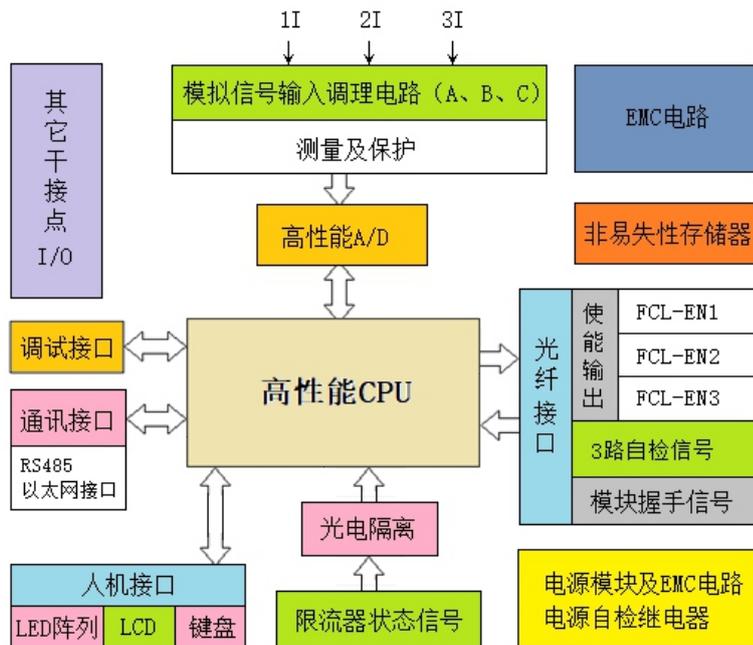


图3-2 Is-Lock模块的原理框图

3.3 选配部件---Is-Lock故障电流识别模块

Is-Lock故障电流识别模块，可为DDX1限流器提供准确可靠的选择性使能信号（辅助判据），使DDX1限流器具备选择性动作的功能，对于安装在多段母线并列的母联位置、新电源上网或两电源互联、三电源星型互联的限流器实现选择性跳闸。Is-Lock故障电流识别模块可以快速判断出故障区域，对于安装多台限流器的系统，仅驱动有效位置限流器动作，解决故障电流超标的问题，减少限流器的维护成本，延长限流器的使用寿命。对于新旧系统互联，不同区域额定允许值不同的情况，Is-Lock通过判断故障区域，设定不同整定值的方式提高限流器使用效率，使限流器的运行更科学化、人性化、自动化。此项技术填补了国内爆破式限流器可选择性跳闸的空白并达到国际先进水平。

Is-Lock故障电流识别模块+DDX1系列短路电流限制器时,Is-Lock配有单独的控制箱，与测控模拟单元同理，现场选择合适位置安装即可。

Is-Lock故障电流识别模块+DGXK2大容量高速限流开关装置时，Is-Lock需在开关柜低压仪表室柜门开孔安装。



图3-3 Is-Lock外观图

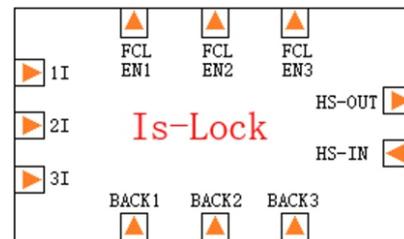


图3-4 Is-Lock模块电气符号

图3-4中的连接端子介绍：

(1) 1I、2I及3I

属于紧密关关节点的三个电流支路，每个电流支路包含A、B、C三相。

1I：第一电流支路，关联FCL-EN1，对应于模块的端子1Ia±、1Ib±、1Ic±，称为左侧限流器支路，使能保护定值IFCL-SET1，若此电流支路满足使能条件，除了输出FCL-EN1外，还应同时输出握手信号供前级Is-Lock模块使用。

2I：第二电流支路，关联FCL-EN2，对应于模块的端子2Ia±、2Ib±、2Ic±，称为右侧限流器支路，使能保护定值IFCL-SET2，若其后级存在相邻Is-Lock模块，必须将此支路作为两个相邻模块的公共限流器支路。

3I：第三电流支路，关联FCL-EN3，对应于模块的端子3Ia±、3Ib±、3Ic±，称为上侧限流器支路，使能保护定值IFCL-SET3。

特备注意：

在电流端子接线时必须确保，当紧密节点区域发生短路时，各个支路电流即1I、2I及3I进入Is-Lock模块后所得到的二次信号均为同相，

(2) HS-OUT及HS-IN

握手信号，用于模块之间的闭锁或联动。

HS-IN用于接收后级模块发来的握手信号；

HS-OUT用于向前级模块输出握手信号。

(3) BACK1、BACK2及BACK3

光纤链路返回信号.用于光纤链路自检，其中：

BACK1对应于FCL-EN1的光纤链路

BACK2对应于FCL-EN2的光纤链路

BACK3对应于FCL-EN3的光纤链路



(a) 主菜单界面



(b) 测量信息及状态界面----三电源互联

图3-5 Is-Lock模块典型界面

Is-Lock故障电流识别模块最多可引入紧密关联节点的三个支路电流1I、2I及3I，每个支路电流可包括A、B、C三相，所以最多是9路电流输入。在模块内部对这些电流信号进行转换和调理，获得范围合适的电压信号，再送入16位高精度A/D转化为数字信号后进入高性能CPU进行快速分析和运算。模块配置了三个使能信号输出接口，用于对相应限流器输出使能信号。同时模块还配置了握手信号，用于和相邻模块一起对公共支路上的限流器进行最终判定。仅当电流方向判据、电流特征值阈值判据及或握手信号判据同时满足条件时，Is-Lock才会向对应端口发出使能信号。

4 主要技术参数

表4-1 Is-Lock故障电流识别模块主要技术参数

工作电源	额定电压: AC220V/DC220V ; 范围: 额定电压× (1±20%) 最大功耗: ≤20W (直流)	
环境条件	环境温度-10℃~+55℃ ; 储存及运输允许的环境温度: -25℃~+70℃ 相对湿度: 5%~95% (产品内部无凝露, 不结冰) ; 海拔高度: ≤4000m	
输入电流信号	通道数: 最多 3 个支路共 9 路电流信号 额定值: In=5A 或 In=1A, 交流有效值 允许范围: 0~20In (可定制 0~40In) CT 准确度等级: 应优于 10P20 端子及连接线电流过载能力: 40In/1s	
频率	额定频率: 50Hz; 频率范围: 45Hz~55Hz	
继电器接点输入	限流器动作返回接点信号: 3 路 额定电压 AC/DC220V, 同工作电源 电压范围: 额定电压× (1±20%) 功率消耗: 每通道功率消耗≤1W (DC220V)	
继电器接点输出	报警继电器: 1 组常开触点+1 组常闭触点; 掉电继电器: 1 组常开触点 限流器使能提醒继电器: 1 组常开触点 机械寿命: ≥10 ⁵ 次; 触点容量: 8A/250VAC	
光纤信号输出	限流器使能信号: 3 路; 握手信号输出: 1 路	
光纤信号输入	光纤链路自检信号: 3 路; 握手信号输入: 1 路	
故障响应时间	短路故障发生至辅助驱动信号输出: 1.0~3.0ms	
故障电流预测精度	优于±15%	
事件记录 (SOE)	1000 条 (掉电保持, 循环记录)	
故障录波	限流器使能有效将触发故障录波 (掉电保持, 循环记录)。每台 FCL 可循环存储最新的 4 个故障录波, 3 个 FCL 可存储 12 个故障录波, 并可观看实时波形。录波内容: 3 支路电流信号, 故障前后各 50ms	
装置自检	存储器自检: 属于定值检查, 1 小时进行一次自检。 定值自检: 属于定值检查, 若检测到瞬时值定值小于或等于稳态值定值, 则报警提醒。 光纤链路自检: 可菜单操作, 手动触发自检; 也可自动进行, 每 24 小时自检一次。 电源系统自检: 掉电监测	
使能保护逻辑	中性点接地系统: 三选一逻辑, 即三相中任何一相满足条件即使能对应支路上的限流器。 中性点高阻抗接地系统: 三选二逻辑, 即三相中任何两相满足条件即使能对应支路上的限流器。	
人机界面	3.5 寸真彩 LCD 显示屏+5 个 LED 指示灯+7 个薄膜按键	
通讯接口	RS485	通讯标准: 符合 MODBUS 协议 (RTU 方式) ; 波特率: 4800、9600、19200 可选 最大通讯距离: 500 米; 接线形式: 屏蔽双绞线
	以太网	通讯标准: 符合 MODBUS 协议 (RTU 方式) ; 接口形式: RJ45 传输速率: 支持 10M,全双工/半双工自适应以太网接口, 兼容 IEEE802.3-2018 标准 最大通讯距离: ≥100 米 接线形式: 五类屏蔽网络线
安装方式	面板镶嵌式安装, 见第 6 章	
壳体材料及外形尺寸	壳体材料: 铝合金壳体; 外形尺寸: 见第 6 章	

5 装置背板端子及接线方法

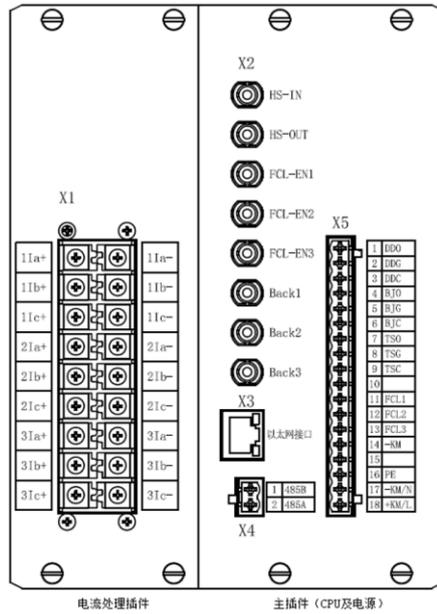


图5-1 Is-Lock后背板端子排布图

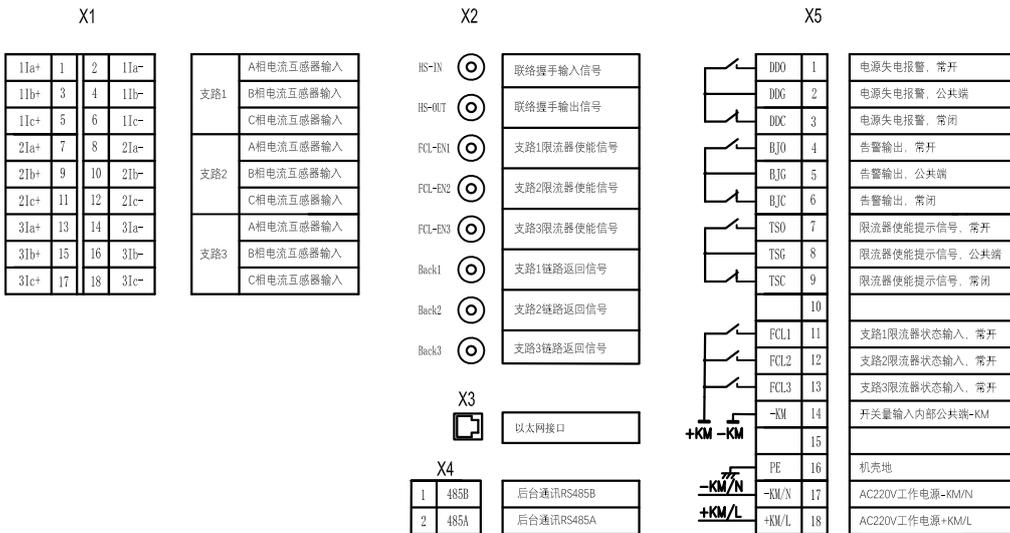


图5-2 Is-Lock后背板端子定义及接线

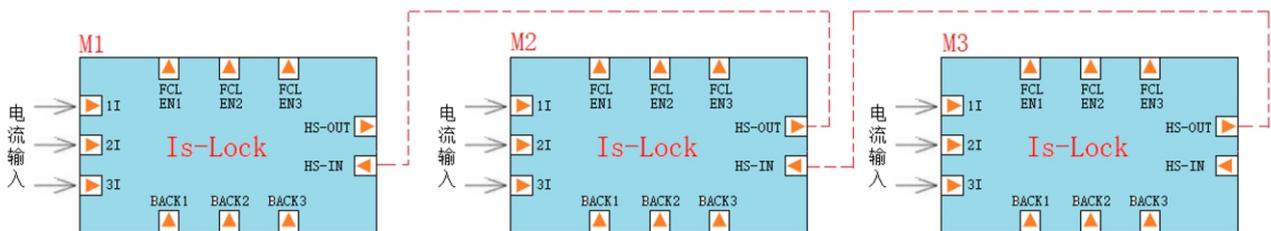


图5-3 相邻Is-Lock模块之间握手信号连接的示例（必要时）

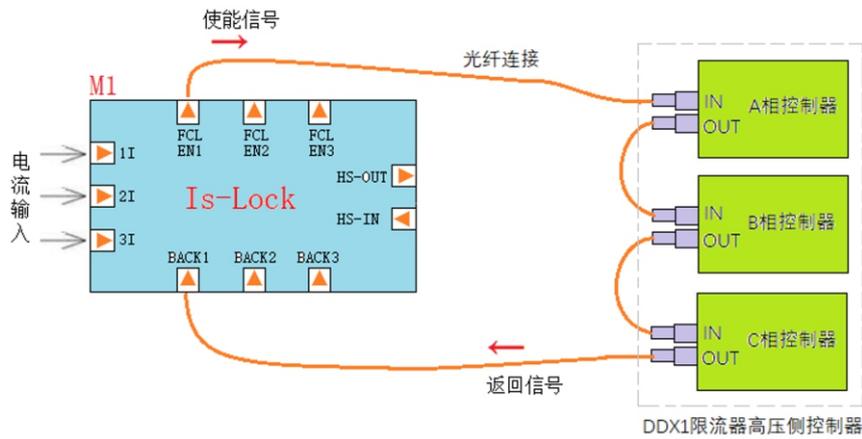


图5-4 Is-Lock输出的限流器使能信号FCL-EN1与DDX1限流器高压侧控制器的连接示例

6 装置外形尺寸及安装方法

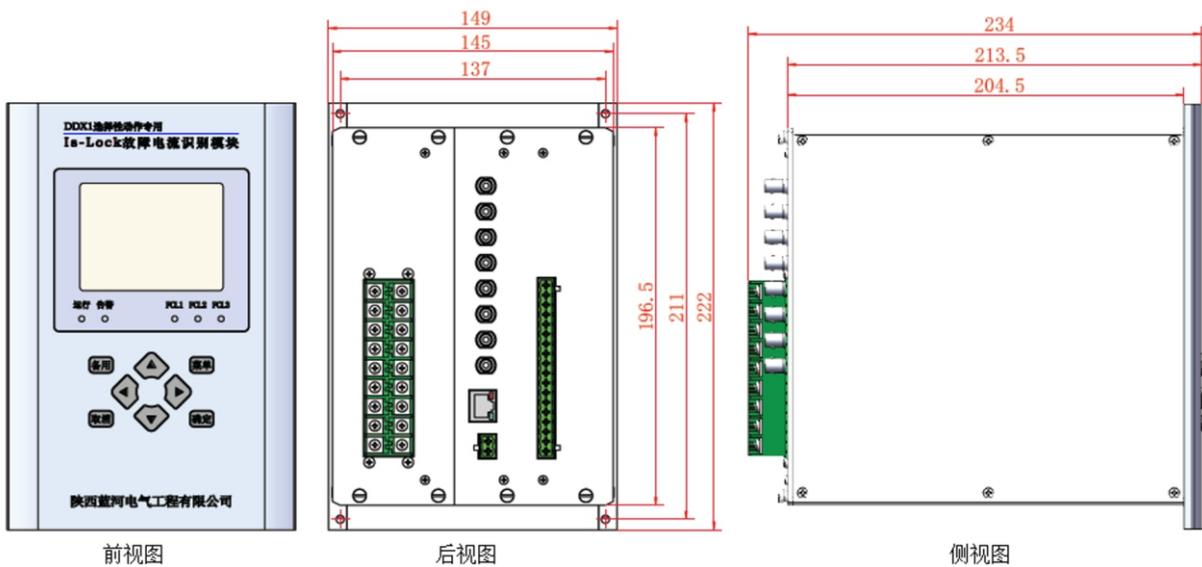


图6-1 Is-Lock 模块外形尺寸

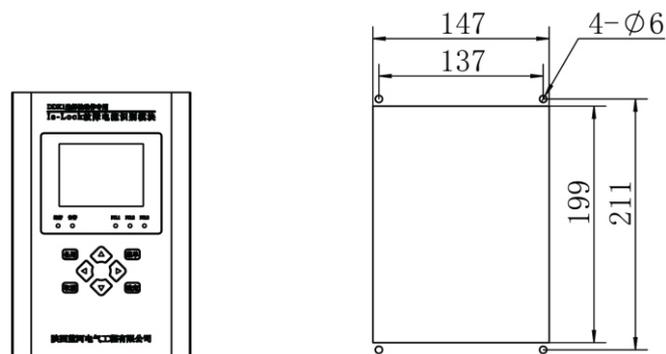


图6-2 装置面板安装及开孔尺寸

7 典型应用

7.1 应用于多段母线并列的母联位置

如图7-1所示，3台主变通过2套DDX1限流器FCL1及FCL2实现并列运行。选择节点2为紧密关关节点（3支路节点，包含两条限流器支路），仅需配置1台Is-Lock模块，采用电流同向条件及电流二归一条件可以确定目标限流器，采用 $I_F \geq I_{F-SET}$ 阈值条件可以确定可动作限流器，从而实现如下功能：

- (1) 在节点1区域发生故障仅动作FCL1；
- (2) 在节点2区域发生故障动作FCL1及FCL2
- (3) 在节点3区域发生故障仅动作FCL2。

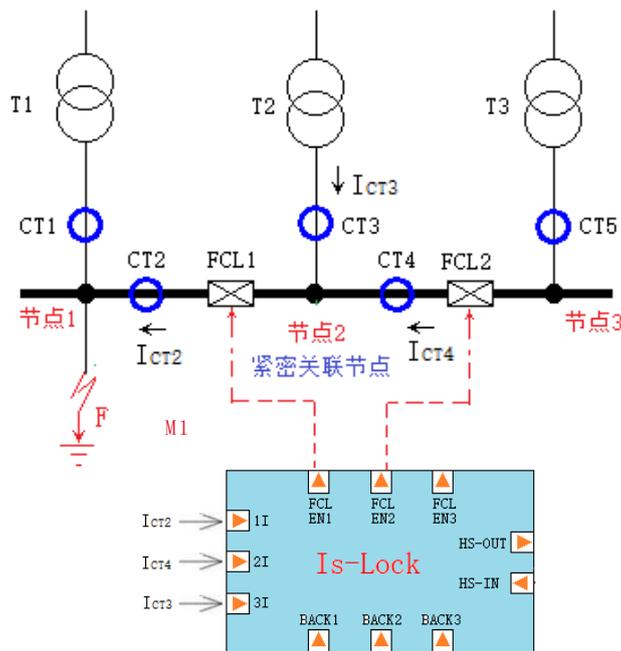


图7-1 三段母线并列运行时，采用一台Is-Lock模块实现DDX1限流器的选择性动作

图7-2为4台主变通过3套DDX1限流器FCL1、FCL2及FCL3实现并列运行。选择节点2和节点3为紧密关关节点，它们各包含2条限流器支路，且FCL2为其公共限流器支路。节点2是Is-Lock模块1的紧密关关节点，节点3是Is-Lock模块2的紧密关关节点，即仅需配置2套Is-Lock模块，采用电流同向条件、电流二归一条件和两相邻模块同时有效条件即可以确定目标限流器，采用 $I_F \geq I_{F-SET}$ 阈值条件可以确定可动作限流器，从而实现如下功能：

- (1) 节点1区域发生故障仅动作FCL1；
- (2) 在节点2区域发生故障动作FCL1及FCL2；
- (3) 在节点3区域发生故障动作FCL2及FCL3；
- (4) 在节点4区域发生故障仅动作FCL4。

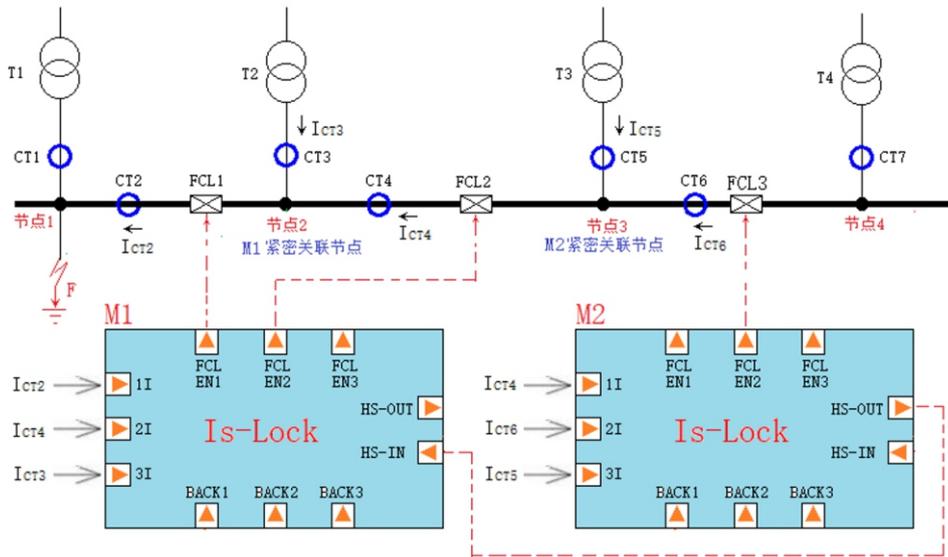


图7-2 四段母线并列运行时，采用两台Is-Lock模块实现DDX1限流器的选择性动作

以此类推，更多母线的并列运行可以通过更多模块的组合使用来满足整个系统对限流器动作选择性的要求，原理上来说对并列母线的数量没有限制。

7.2 应用于新电源上网或两电源的互联

图7-3中，B区为新上电源系统（二期工程），A区为老旧的电源系统（一期工程）。一期工程系统总短路电流25kA，所有馈线断路器开断能力31.5kA，不考虑二期工程则系统在短路电流开断方面是安全的。多年后因为生产的需要，增设二期工程，二期工程总短路电流合计10kA，二期所有馈线断路器开断能力选择40kA。为了保证电压质量和供电的可靠性，一期、二期需要联网，即通过联络线作电气连接。显然这样一来，一期所有断路器将面临开断能力不足的问题，于是可在联络线或母联位置加装短路电流限制器FCL1，若一期发生短路故障，FCL1快速开断将系统解列，但若二期发生短路时，则不需要FCL1动作。这里就存在一个限流器选择性动作问题。同理，小型发电机组上网的情况与此类似。图中可选择节点2或接点1作为紧密关联节点。配置1套Is-Lock模块，采用电流反向条件可以确定目标限流器，采用 $I_F \geq I_{F-SET}$ 阈值条件可以确定可动作限流器，从而满足上述动作选择性的要求。

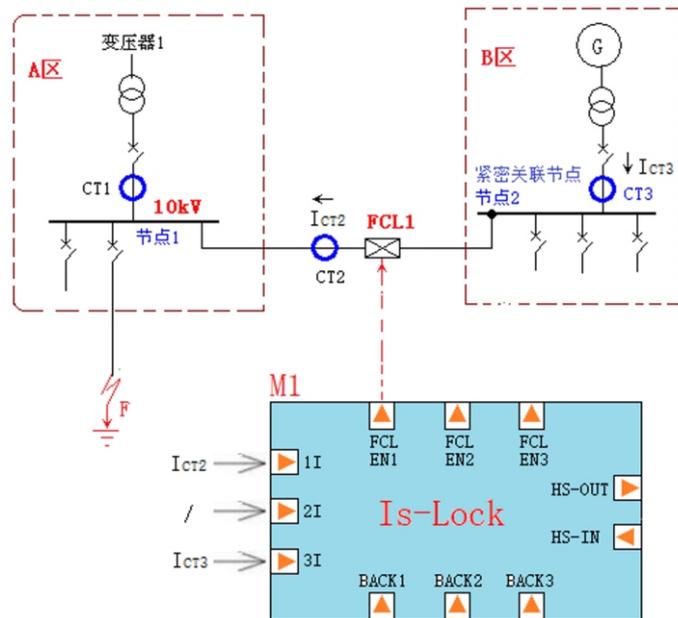


图7-3 新电源上网时，采用一台Is-Lock模块实现DDX1限流器的选择性动作

特别说明：

若无论A电源或B电源出现短路FCL1都需要动作，但动作电流的门槛值不一样，这时采用Is-Lock也可以方便实现，具体需要在Is-Lock的相关菜单中进行设置。

7.3 用于三电源星型互联

如图7-4所示，三个区域电网通过3套DDX1限流器互联，给节点1配置1台Is-Lock模块，采用电流同向条件或电流二归一条件可确认出目标限流器，采用 $IF \geq IF-SET$ 阈值条件确认出可动作限流器，从而实现如下功能：

- (1) 系统1发生短路故障仅FCL1动作；
- (2) 系统2发生短路故障仅FCL2动作；
- (3) 系统3发生短路故障仅FCL3动作；
- (4) 节点1区域发生短路故障，则可动作任意两套限流器或动作全部三套限流器。

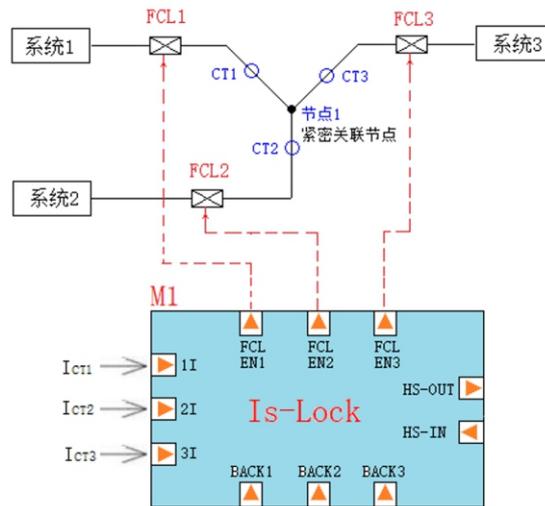


图7-4 三电源星型互联时，采用一台Is-Lock模块实现DDX1限流器的选择性动作

8 注意事项

- ▲ Is-Lock模块的配置、输入接口及输出接口的接线方案需在专业技术人员的指导下进行
- ▲ Is-Lock模块I/O引线采用了较多的光纤连接，布线时注意光纤本身的弯曲半径应大于80mm，另外对于闲置的光线信号输入接口应采用专用保护帽进行遮光防尘保护
- ▲ Is-Lock模块内部逻辑运算模式及判据组合设置应根据用户具体工况在专业技术人员指导下完成
- ▲ Is-Lock模块输入接口电流端子的接线方案应根据工程现场所配置CT的极性组别情况准确确认，并以文件形式得到用户的签字认可，应保证接线方向或极性的绝对正确，否则很可能导致装置内部运算出错从而给出错误的判断
- ▲ 一般情况下，Is-Lock模块所对应的限流器动作值判据IFCL-SET应不大于DDX1限流器高压侧控制器内置的动作值判据ISET，实际操作中建议 $0.5ISET \leq IFCL-SET \leq 0.8ISET$
- ▲ 相关运行人员应仔细阅读随机文件及《Is-Lock故障电流识别模块用户手册》

温馨提示：由于产品升级等原因，说明书可能发生局部变化，恕不另行通知。

陕西蓝河电气工程有限公司
SHAANXI LANHE ELECTRIC ENGINEERING CO., LTD.

地址：西安市高新区西部大道190号

电话：029-84251056

传真：029-84251056

邮箱：sxlhdq@126.com

网址：www.sxlhdq.com

