

SEL SEL-487B 继电器

母线和断路器失灵保护、自动化和控制系统



SEL-487B 继电器可以提供母线电流差动保护、断路器失灵保护以及后备过电流保护功能。它即可以配置为三继电器应用，也可以配置为单继电器应用。单继电器具有 18 个模拟量电流输入以及 3 个模拟量电压输入。对于不超过六个回路的母线，可使用一个 SEL-487B 作为单继电器应用。对于最多到 18 个回路的母线，可使用 3 个 SEL-487B 形成三继电器应用；此时每个继电器可提供最多 6 个差动保护区。

主要特性和优点

- 母线差动动作时间小于一周波，可提高系统稳定并减少设备受损程度。
- 灵活的差动保护区选择以及六个差动保护区可提供多母线应用的保护。
- 灵敏的差动元件可监测 CT 开路或短路，用于告警以及闭锁。
- 差动保护可适应最大为 10:1 的 CT 不一致，而不需要辅助的 CT。
- 差动保护在最小的 CT 要求情况下对区外故障可靠不动作。
- 每个回路都具有断路器失灵保护，并与母线保护融为一体。
- 瞬时和反时限的过电流元件为每个回路提供后备保护。
- 负序和零序过电压和低电压元件为差动保护元件提供监视。

功能概述

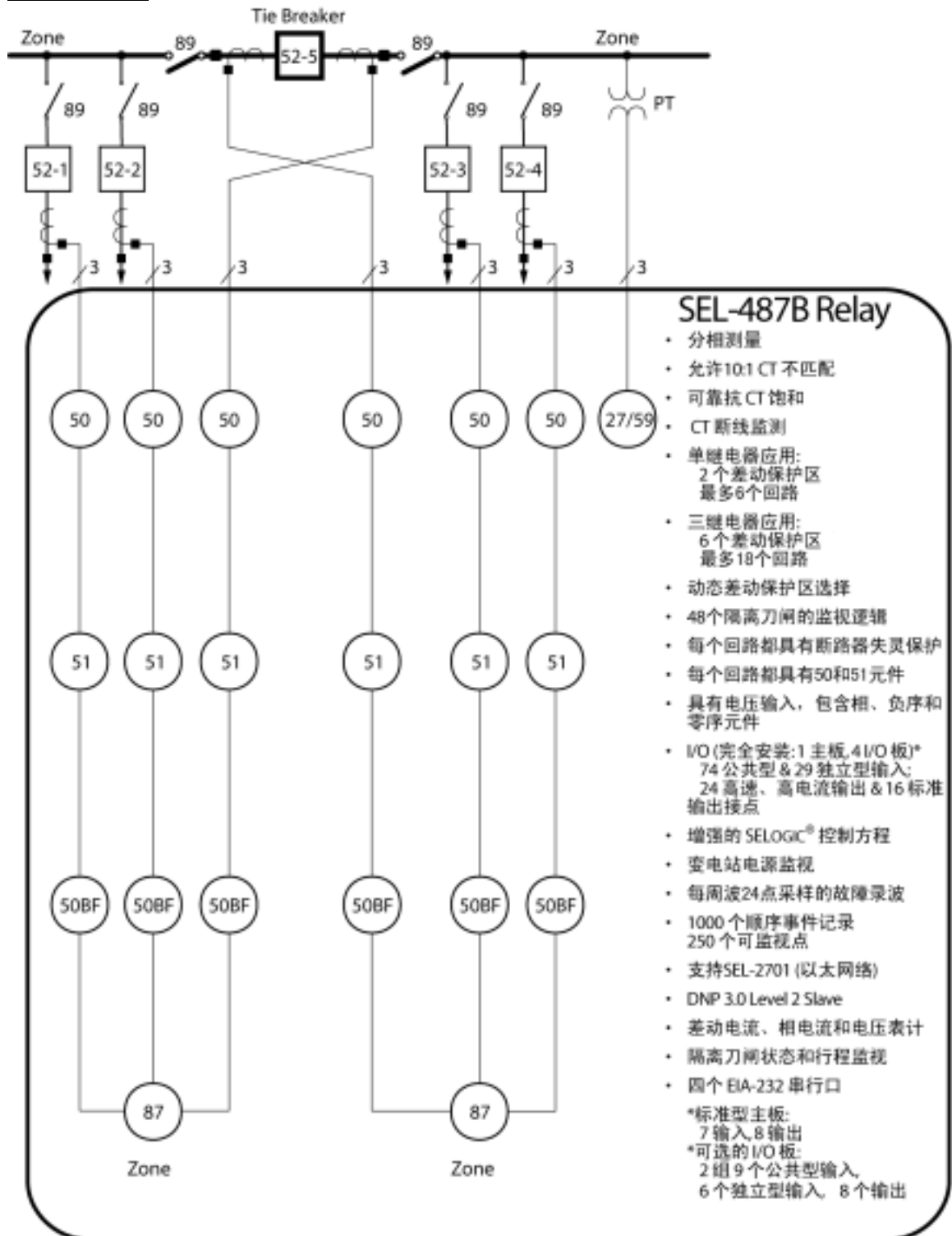


图 1 SEL-487B 继电器在双母线应用中的基本功能

保护特性

配满 4 块接口板，继电器总共有 103 个输入（74 个公用型输入以及 29 个独立输入）以及 40 个输出（24 个高速、高电流分断输出以及 16 个标准输出）。依靠灵活的扩展 SELogic®控制方程，继电器不需要外部的辅助继电器就可以完成针对复杂母线的保护。SEL-487B 可以完成最多 6 个差动保护区的保护，具有先进的差动保护区选择算法以及每个回路的断路器失灵保护和过电流保护。

动态保护区配置

SEL-487B 可动态地分配电流输入到正确的差动元件，而不需要辅助继电器。可直接将母线隔离刀闸辅助接点连接到继电器的数字量输入。SELogic 控制方程以及保护区选择逻辑将正确地分配电流到差动元件，即使是复杂母线配置，见图 2。

母线配置信息可以从隔离刀闸位置状态得到。图 3 描述了继电器对 ZONE 命令的响应，表示了回路和母线保护区的分配情况。

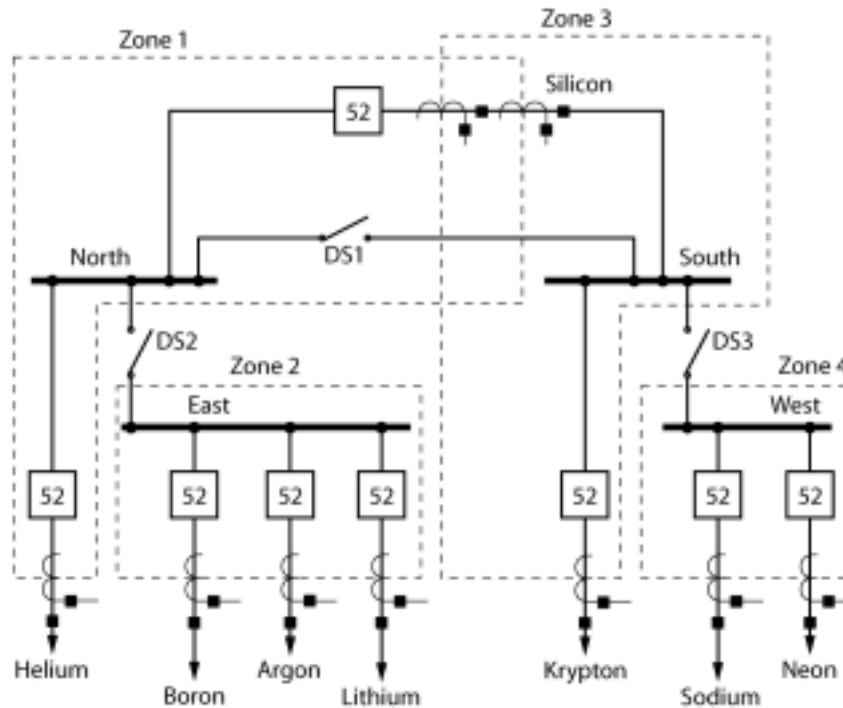


图 2 根据隔离刀闸位置的母线保护区

```

=>>ZONE <Enter>
BUS PROTECTION
Rinadel Station
Terminals in Protection Zone 1
HELIUM SILICON
Bus-Zones in Protection Zone 1
NORTH
Terminals in Protection Zone 2
BORON ARGON LITHIUM
Bus-Zones in Protection Zone 2
EAST
Terminals in Protection Zone 3

```

```

SILICON    KRYPTON
Bus-Zones in Protection Zone 3
SOUTH
Terminals in Protection Zone 4
SODIUM    NEON
Bus-Zones in Protection Zone 4
WEST
=>>

```

图 3 ZONE 命令指示根据隔离刀闸位置的保护区配置

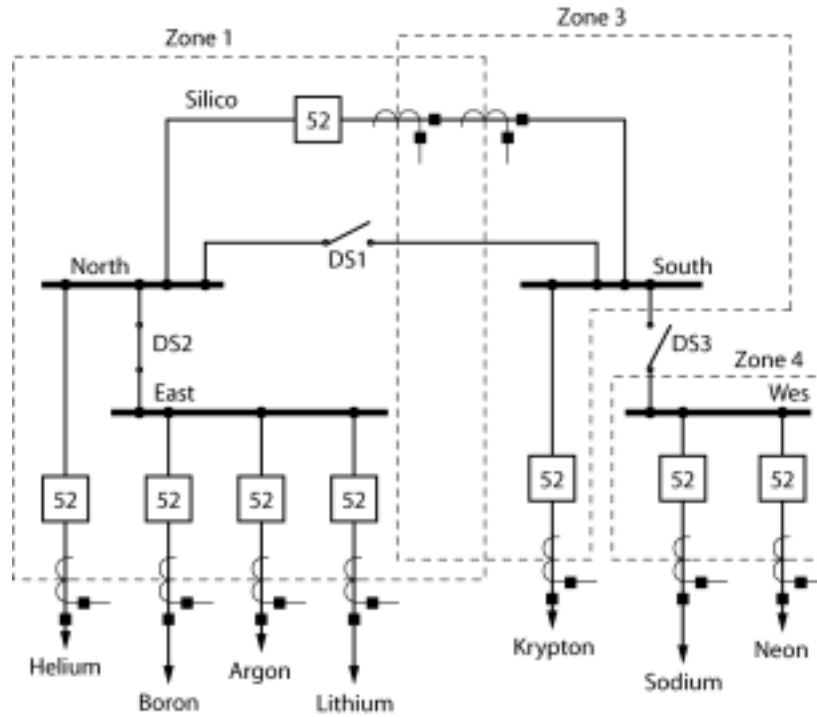


图 4 隔离刀闸 DS2 闭合时的母线配置；新的保护区 1 包含 North 和 East 母线段

```

=>>ZONE <Enter>
BUS PROTECTION
Rinadel Station
Terminals in Protection Zone 1
HELIUM    SILICON    BORON    ARGON    LITHIUM
Bus-Zones in Protection Zone 1
NORTH    EAST
Terminals in Protection Zone 3
SILICON    KRYPTON
Bus-Zones in Protection Zone 3
SOUTH
Terminals in Protection Zone 4
SODIUM    NEON
Bus-Zones in Protection Zone 4
WEST
=>>

```

图 5 ZONE 命令指示保护区 1 和保护区 2 合并后的保护区配置

闭合隔离刀闸 DS2 可将母线保护区 1 和 2 合并构成一个单独的差动保护区。新的保护区配置如图 4 所示。该合并使得母线差动保护区 1 包含了 North 和 East 母线段。图 5 显示了包含母线段 North 和 East 的新的母线差动保护区 1。

保护区选择逻辑

母线保护要求分配正确的电流输入到适当的差动保护元件，这是用户可定义的功能之一。为此，SEL-487B 进行了两个步骤：

- 评估用户定义的条件。
- 分配电流输入到适当保护区的差动元件。

电流分配的条件从简到繁各不相同。简单的条件就如同“总是包含该回路到该差动计算”。较为复杂的条件可为“当隔离刀闸 2 闭合，同时联络刀闸打开”。

SELogic 控制方程可在用户输入条件为真的情况下将电流输入分配到正确的差动元件。当一个 SELogic 控制方程为真（例如，隔离刀闸闭合），继电器即可动态地分配电流输入到指定的差动元件。反之，当 SELogic 控制方程为假（隔离刀闸打开），继电器又可以动态地将该输入电流从差动元件中移出。这也同样针对跳闸出口，当一个回路的 SELogic 控制方程为假，就不会向该回路发送跳闸信号。第 5 页的表格 1 显示了一个仅仅考虑隔离刀闸状态的简单例子。

表格 1 自动回路分配条件

条件举例	SELogic 控制方程结果	考虑该回路进入保护计算？	发送跳闸？
隔离刀闸打开	假	No	No
隔离刀闸闭合	真	Yes	Yes

终端保护 (End-Zone)

为了证实采用 SELogic 控制方程的用户定义条件的灵活性，下面简单说明一下用 SEL-487B 继电器来达到终端 (End-Zone) 保护。

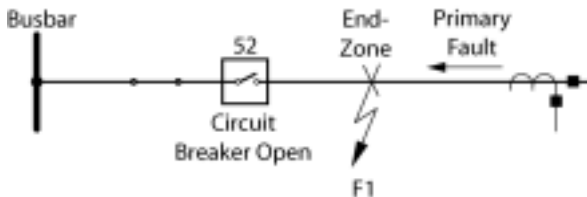


图 6 断路器与 CT 之间的故障

图 6 显示的故障 F1 是位于变电站的馈线 CT 与断路器之间。该区域是常规保护的一个“死区”，这是因为母线保护和就地线路保护都无法切除该故障；因而远端的馈线保护必须切除该故障。因为馈线断路器已经打开，母线保护没有必要动作。

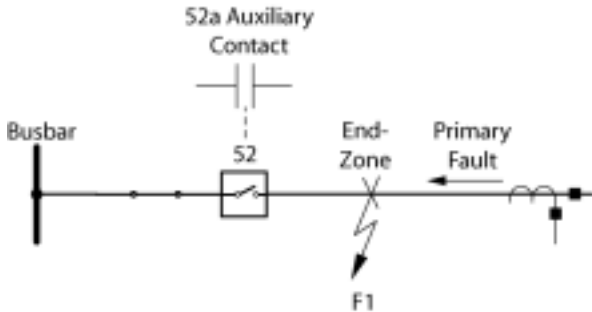


图7 母线保护不受 F1 故障影响；利用远方跳闸切除故障。

由于 SELogic 控制方程中包含断路器辅助接点（图 7），SELogic 控制方程当断路器打开时为假，将会将该电流输入从差动元件计算中移去。该能力将确保母线保护的可靠性；还可以向远方保护发送一个跳闸信号，这可以利用 SELogic 控制方程以及常规的通讯通道进行保护系统配置。

全差动检测区

继电器还有能力配置任何一个差动保护区为独立保护区，该保护区与隔离刀闸开关位置状态无关，构成一个全范围差动检测保护区。

差动保护

SEL-487B 包含六个独立的电流差动元件。内部故障的动作时间小于一个周波，包含高速接点闭合时间。图 8 是一个内部故障以及差动元件动作举例。

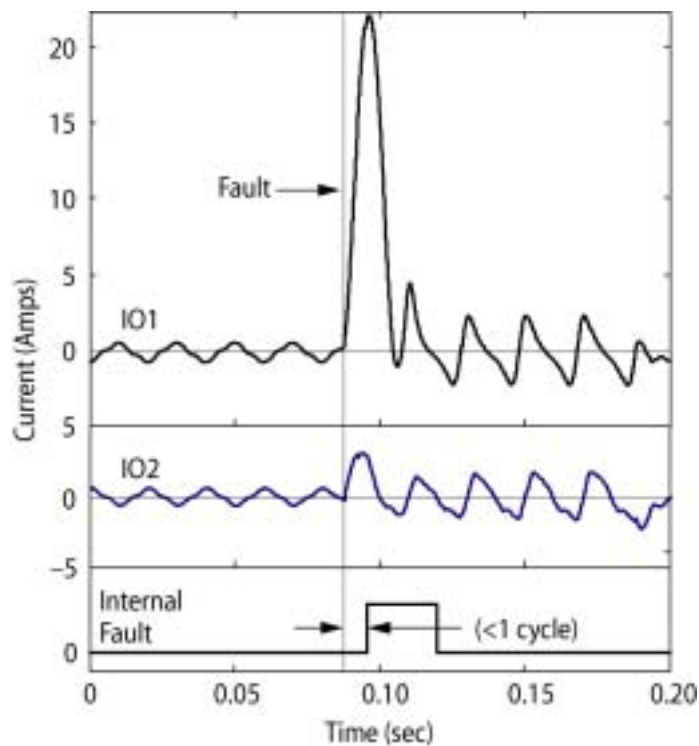


图8 内部故障时差动元件动作时间小于一个周波

每个差动元件提供：

- 对于所有母线故障的快速动作
- 严重 CT 饱和情况下外部故障的安全性
- 存在电流沉降（subsidence current）时的安全性
- 母线故障的高灵敏度
- 对于区外转区内的转换性故障的最小延时

图 9 表示了六个差动保护元件之一的闭锁逻辑框图。

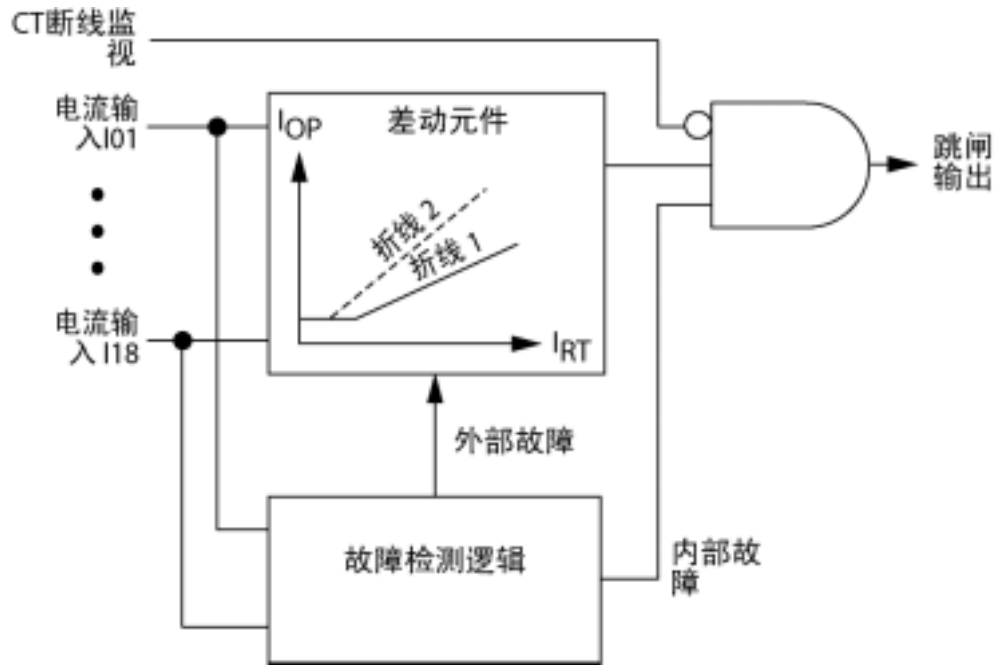


图 9 外部故障检测逻辑增进差动元件的安全性

CT 饱和是继电器安全性首先要考虑的因素。由于具有非常高的采样频率，继电器的故障检测逻辑通过比较制动和动作电流的变化率，可在 2ms 之内检测出外部故障。继电器检测到外部故障以后，就进入一种高安全模式，在此期间，继电器可为差动元件动态地选择一个较高斜率折线（见图 9）。图 10 表示的是 CT 严重饱和情况下的外部故障，差动元件不动作。

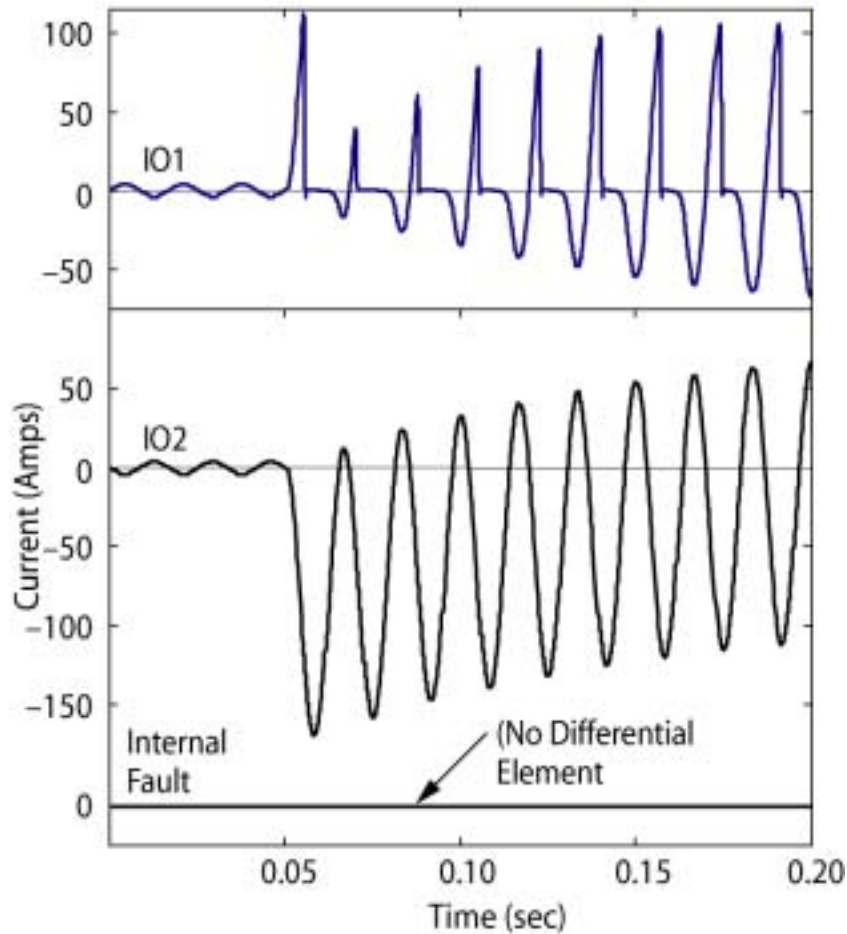


图 10 差动元件对于严重 CT 饱和情况下的外部故障不动作

CT 监视

对于各个保护区，灵敏的电流差动元件可检测出由于 CT 开路或短路引起得差动电流。如果该状态持续一个用户整定的延时，该元件可告警。可整定告警计时器用与告警和/或闭锁保护区。

电压元件

电压元件包括两段式的相低电压（27）和过电压元件（59），以及两段式的负序（59Q）和零序（59N）过电压元件，这些都是根据一组三个模拟量电压输入。表格 2 提供了这些电压元件的摘要。

表格 2 电压元件

元件	量值	段数
低电压	相元件	两段式
过电压	相元件 负序和零序元件	两段式

断路器失灵保护

SEL-487B 可为每一个回路提供完整的具有再跳闸功能的断路器失灵保护。由于某些应用要求采用外部的断路器失灵保护，可将 SEL-487B 设置为“external breaker fail”并且将外部断路器失灵继电器连接到 SEL-487B 的输入；任何一个回路都可以被设置成内部的或外部的失灵保护。

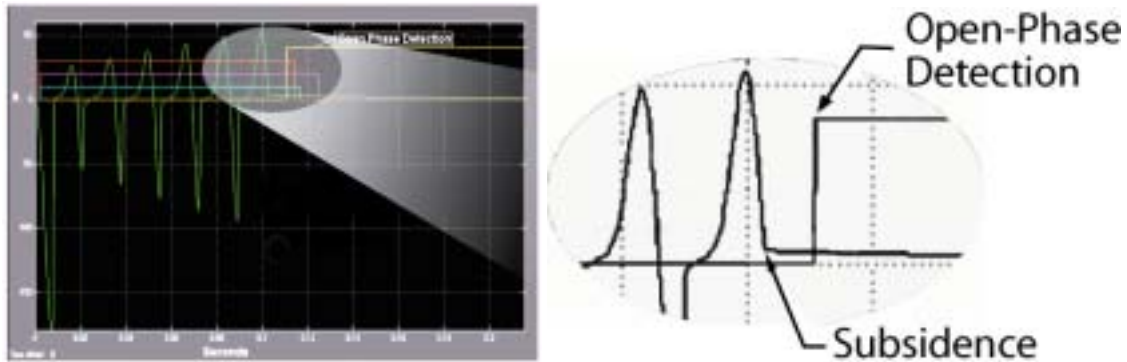


图 11 断相检测减少断路器失灵配合时间

高速的断相检测逻辑可在 0.75 个周波内检测到断相，从而减少了断路器失灵配合时间。见图 11。

过电流元件

每个电流输入都可以从 10 种反时限曲线族（表格 3）中进行动作曲线选择。每个力矩控制的反时限过电流元件都具有两种复归特性。一种是当电流低于启动值后一周波复归，另一种是模拟电磁感应圆盘式继电器复归方式。

表格 3 反时限过电流曲线

US	IEC
中等反时限	标准反时限
反时限	非常反时限
非常反时限	极端反时限
极端反时限	长延时反时限
短延时反时限	短延时反时限

每个回路还包含瞬时和定时限过电流元件。这些过电流元件概括在表格 4。

表格 4 回路的过电流元件

元件	量值	段数
瞬时过电流元件	相	一段
定时限过电流元件	相	一段

隔离刀闸状态监视

图 12 表示了隔离刀闸打开和闭合的接点关系。在“合闸”操作期间，89b 接点在主触点闪弧开始之前的转换区域必须打开（隔离刀闸是闭合的）。而 89a 接点在转换区域必须完成闭合。

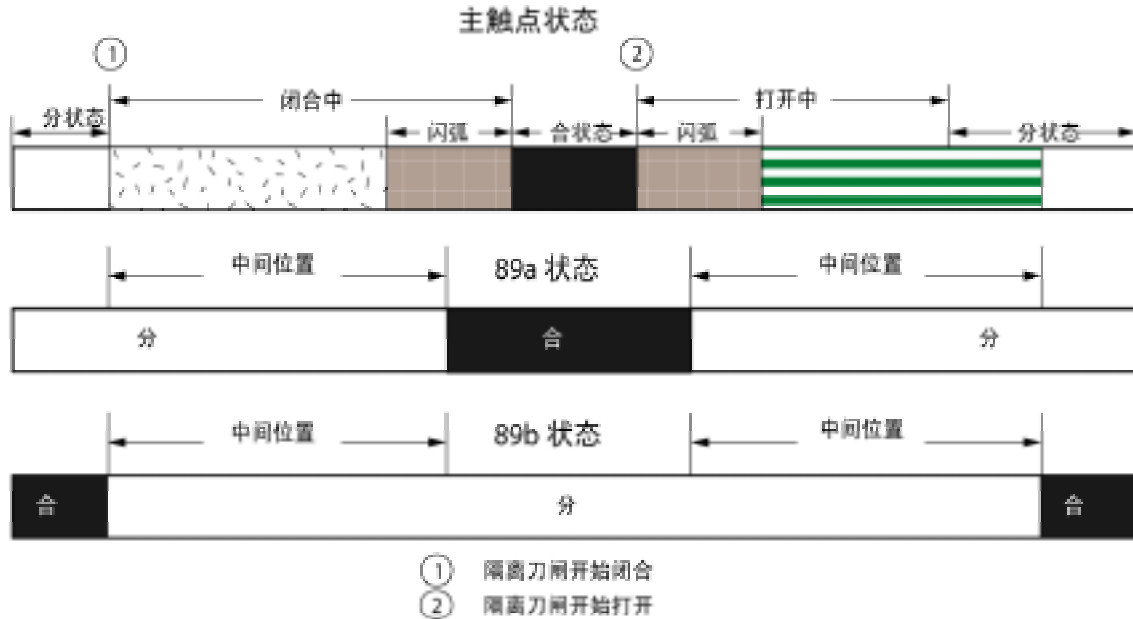


图 12 保护区选择逻辑对隔离刀闸辅助接点的要求；不要求 CT 切换。

在“跳闸”操作期间，89b 接点在主触点电弧熄灭（隔离刀闸被打开）之后的转换期间必须闭合，如图 12 所示。而 89a 接点在此转换期间必须完成打开。

表格 5 表示了监视隔离刀闸状态逻辑真值表。

表格 5 作为辅助接点功能之一的隔离刀闸状态

89a	89b	继电器认可的 89 状态
0	0	闭合
0	1	打开
1	0	闭合
1	1	闭合

母联断路器配置

图 13、图 14 以及图 15 表示了三种母联断路器方案：

- 双 CT 交叉配置（图 13）
- 单 CT 双线圈交叉配置（图 14）
- 双 CT 交叉构成一个断路器差动元件（图 15）

配置任何一种方案都不需要外部的辅助继电器。图 13 和图 14 同时表示了母联断路器闭合于外部故障 F1 的示意图。SEL-487B 继电器母联断路器逻辑，可防止这种故障下两个母线保护区同时切除。

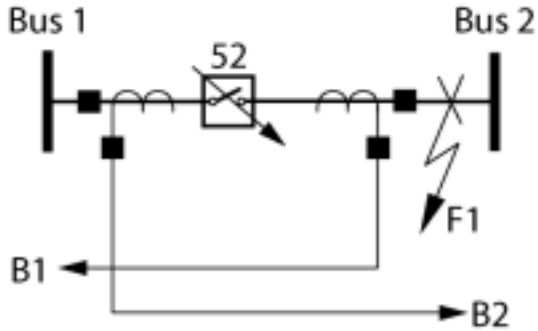


图 13 双 CT 交叉配置

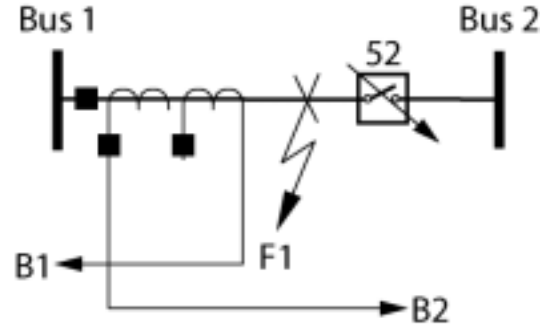


图 14 单 CT 双线圈交叉配置

配置一个差动保护区覆盖母联断路器。这种配置具有如下优点：

- 当母联断路器和 CT 之间发生故障时，可确保两个主要母线保护区安全。
- 仅有一个主要母线保护区在母联断路器和 CT 之间发生故障时需要跳闸（而母联断路器交叉配置法要跳闸两个主要母线保护区）

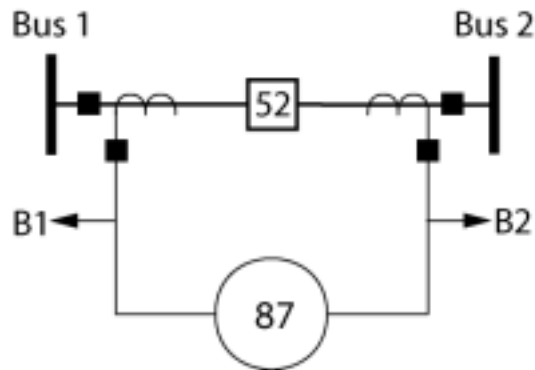


图 15 双 CT 交叉构成一个断路器差动元件

六组独立的整定值组增进运行的灵活性

继电器可存储六组继电器定值。通过控制输入、命令或其它编程的条件可对当前运行的定值组别进行选择。这些定值组的使用可使继电器能够适用于各种不同的保护和控制运行需求。

多组可选择的定值组使得 SEL-487B 继电器非常适用于要求频繁定值切换以及系统状况变化的场合。选择了一组定值同时也选择了一组逻辑定值。编程定值组逻辑，为不同的运行条件调整定值，例如站内维护、季节性操作以及紧急状况。

应用

图 16 显示了双母线带母联断路器的典型接线。可使用一个单 SEL-487B 继电器完成保护功能。

对于一个半断路器而且每条母线只有六个以下回路连接，也可以分别将一个 SEL-487B 用于每条母线，如第 9 页图 17 所示。

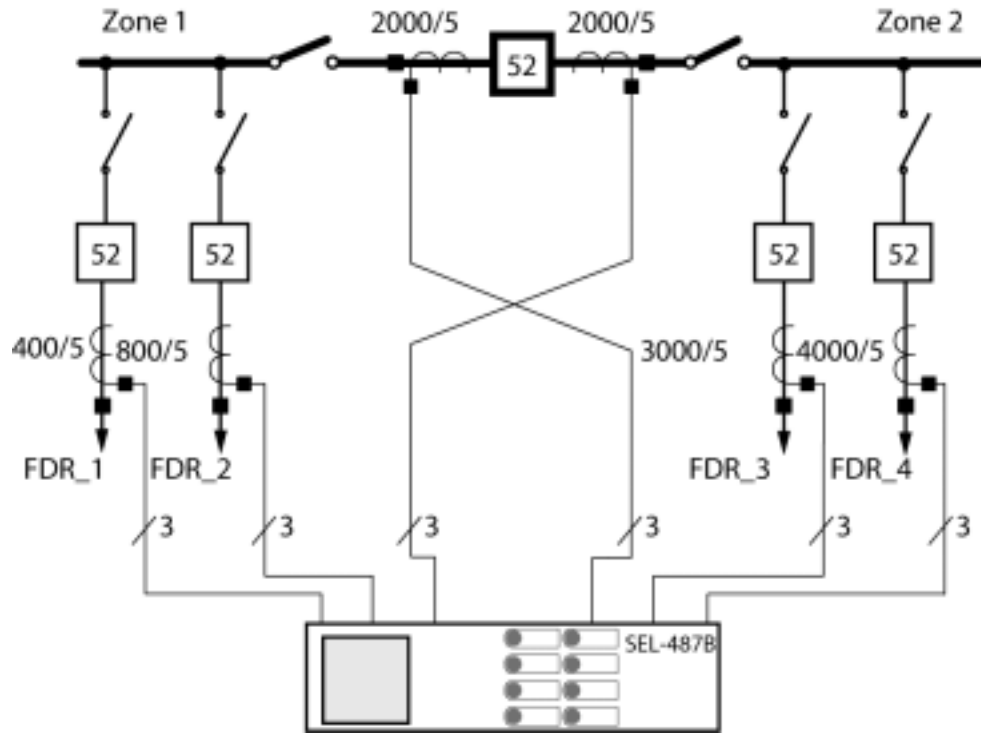


图 16 单 SEL-487B 保护双母线带母联断路器

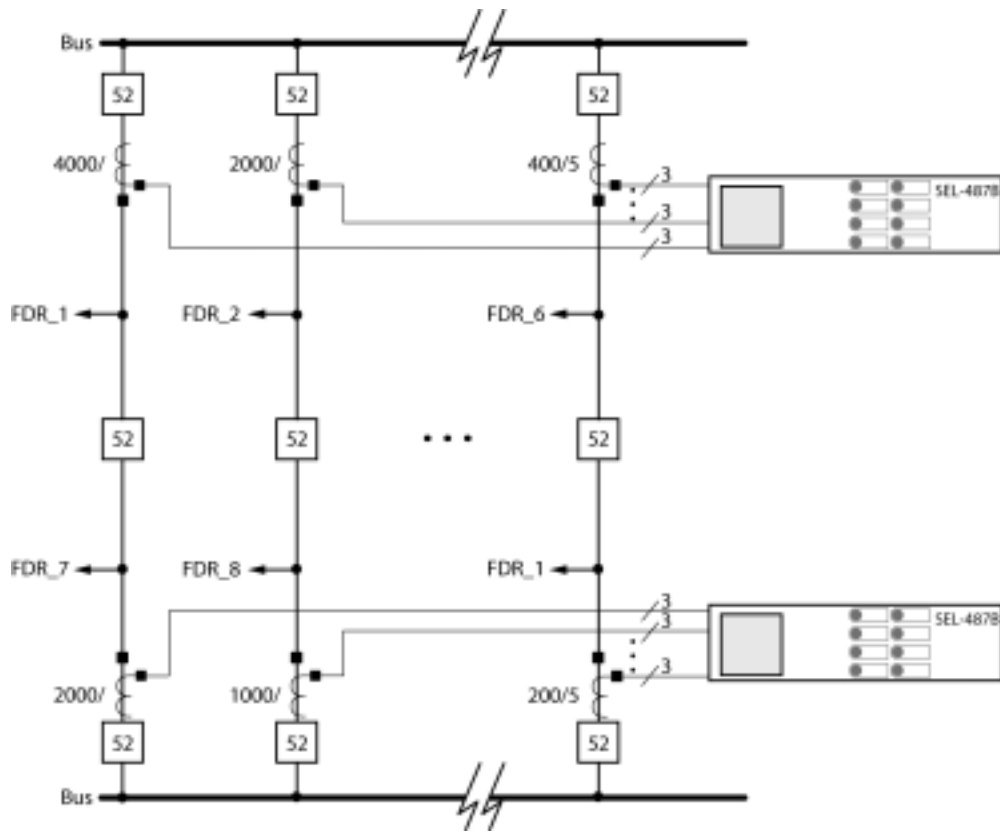


图 17 两个 SEL-487B 继电器保护一个半断路器的双母线配置

对于回路数为 7 到 18 个的变电站（图 18），可使用三个独立的 SEL-487B 继电器，A、B、C 三相模拟量电流分别输入不同的继电器，总共可以构成六个母线保护区。每个继电器都独立动作；继电器之间的通讯为 Mirrored Bits™以及 IRIG-B。在这种应用中，由于任何隔离刀闸在任何时候的操作都不会影响母线保护，因而对于操作人员来说比较方便。这里主要是继电器采用了专利的保护区选择算法，动态地计算出变电站的连接方式。

图 18 表示的是双母线带旁母的母线配置，具有一个母联和 17 个回路。

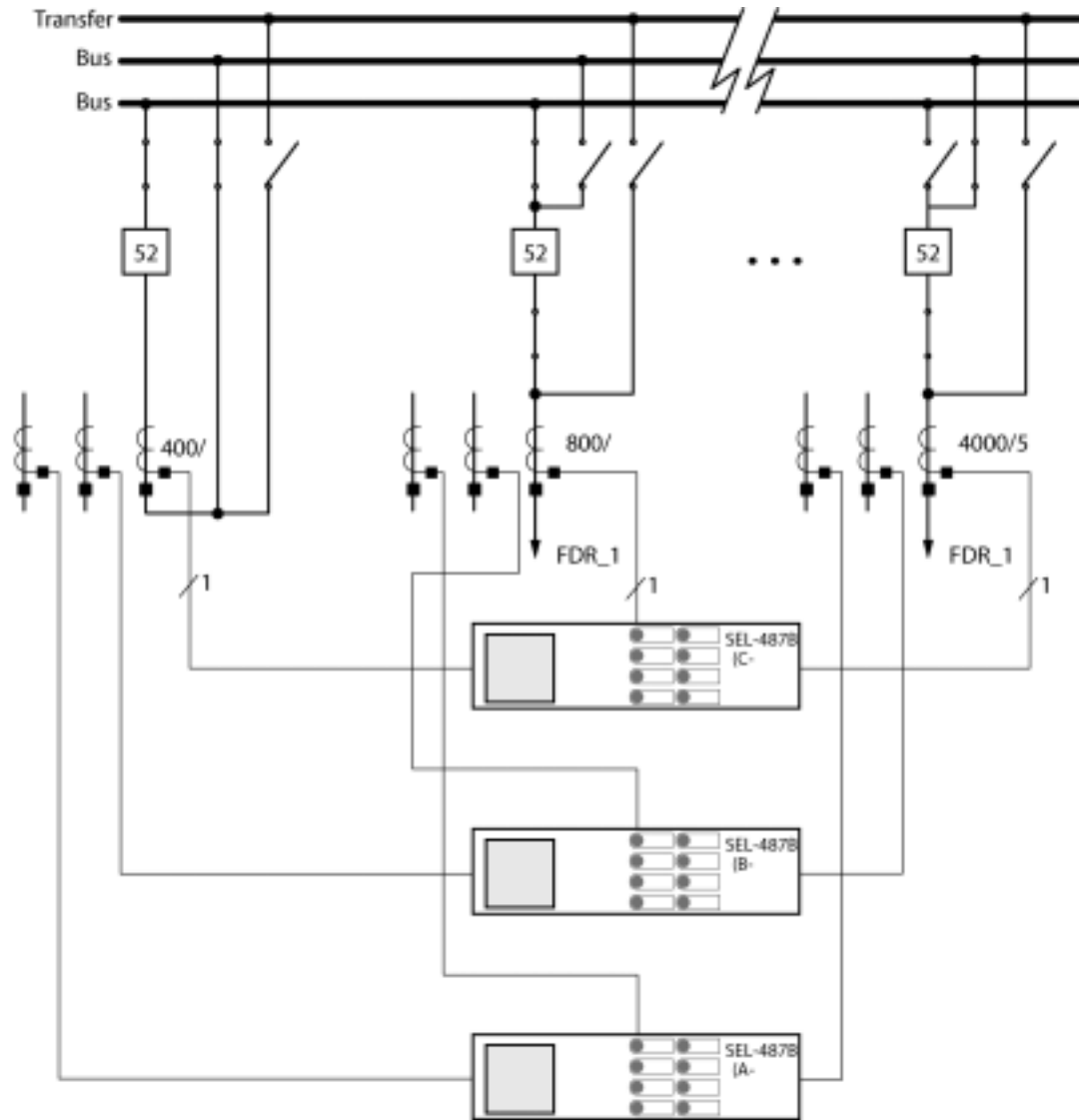


图 18 三个 SEL-487B 继电器保护双母线带旁母、一个母联和 17 个回路

对三个 SEL-487B 继电器进行优化组合可以保护 HV 和 LV 高低压两侧的母线。图 19 表示的是两段 HV 高压母线和两段 LV 低压母线。利用四个保护区来保护四段母线（两段 HV 和两段 LV），还有两个保护区可用作两个全差动检测保护区，一个用于高压侧，另一个用于低压侧母线保护。

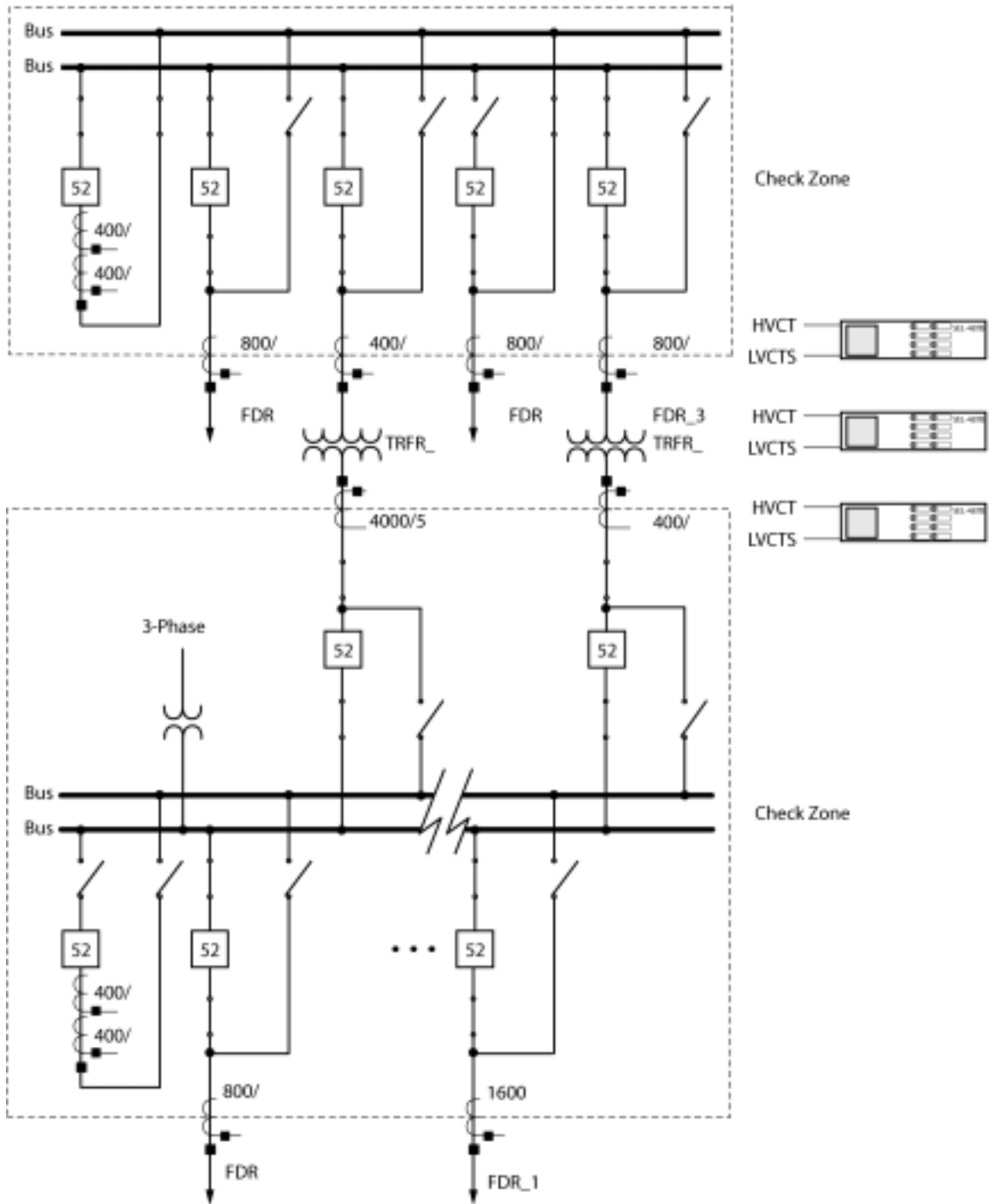


图 19 三个 SEL-487B 继电器保护高压和低压侧母线

时间同步、自动化以及通讯

时间同步

要实现三继电器应用中的继电器同步，可使用安装在每个继电器上的 IRIG-B 连接器的专用 IN 和 OUT 端口来接收和发送 IRIG-B 信号。参考图 20 的外部信号源连接，将 IRIG-B 信号源连接到继电器 A 的 IN 连接器端口用以更新时间。连接继电器 A 的 OUT 连接器端口到继电器 B 的 IN 连接器端口以更新继电器 B 的时间。同样地可以连接继电器 B 和继电器 C。如果没有外部的 IRIG-B 信号源，如图 20 所示的连接也可以将内部信号源连接起来，使得继电器 B 和继电器 C 的时间与继电器 A 同步。不同的继电器内部产生的事件报告可以同步在 10us 以内。

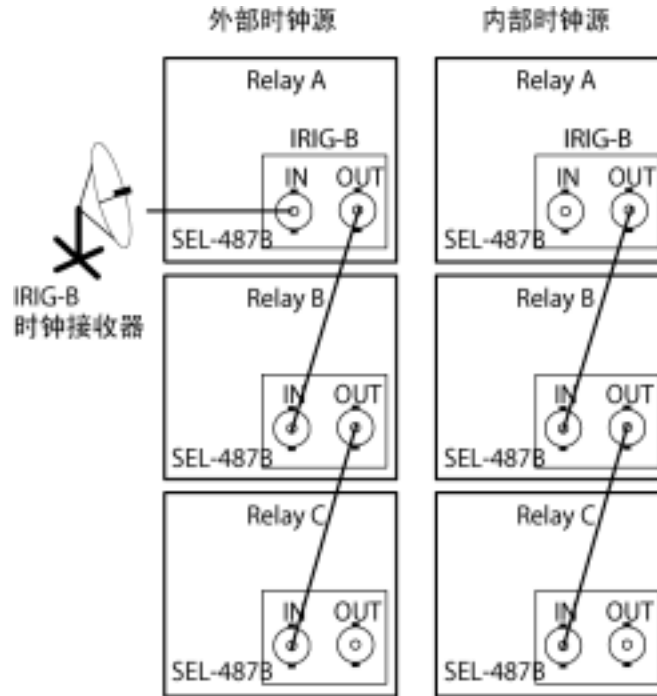


图 20 SEL-487B 继电器的时间同步，有或没有外部时钟源

自动化

灵活的控制逻辑和集成特性

使用 SEL-487B 的控制逻辑可以取代以下功能：

- 传统的盘面控制开关
- RTU 到继电器的连线
- 传统的自保持继电器
- 传统的盘面信号指示灯

内部 32 个就地控制点可以免去对传统盘面控制开关的需求。可以利用前面板的按钮和显示屏来设置、清除或脉动就地控制点，在将就地控制点通过 SELogic 控制方程编程，用以完成控制方案。例如，可以用就地控制点作为某个回路调试期间退出该回路进入差动保护区的功能。

可利用内部 32 个遥控控制点来减少 RTU 到继电器的接线。遥控控制点是通过串行口来设置、清除或脉动。可采用 SELogic 控制方程将遥控控制点融入保护方案。遥控控制点主要用于 SCADA 类型的控制操作（例如，跳闸、定值组切换）。

用 32 个自保持控制点可以取代诸如“遥控控制投入”等功能的传统自保持继电器。可以用 SELogic 控制方程来编程设置和复位条件，这些条件可以是控制输入、遥控控制点、就地控制点或其它任何可以编程的逻辑条件。继电器自保持控制点的状态在电源中断期间是可以自保持的。

继电器具有 16 个自保持的信号指示 LED 以及 8 个可编程的自带 LED 的按钮，可以用来取代传统的信号盘面指示等。在液晶显示屏 LCD 上用户也可以自行定义报文来报告电力系统和继电器的状态。显示的报文是由 SELogic 控制方程控制，并可由继电器内部的任何逻辑点来驱动。

具有扩展能力以及别名功能的 SELogic 控制方程

扩展的 SELogic 控制方程（表格 6）使得继电器逻辑完全掌握于保护工程师手中。包括继电器输入输出接点的定义，对所选择的继电器元件进行逻辑组合用于不同的控制功能等等。SELogic 控制方程的编程，主要是指用 SELogic 控制方程运算符对继电器元件、输入以及输出进行组合。任何继电器内部变量（继电器字位）都可用于这些方程。对于复杂的或专业的应用场合，扩展的 SELogic 控制方程功能赋予使用者强大的灵活性。可以将编程的控制功能用于您的保护和自动化系统。新功能还可以使用模拟量值以及条件逻辑判断。新的别名功能可为继电器变量赋予便于理解的变量名称，增加用户编程的可读性。最多可以有 200 个数字或模拟量变量可以被赋予别名。下面是一个应用别名的 SELogic 控制方程举例：

```
==>>SET T
1: PMV01, THETA
  (为数学变量 PMV01 起别名为“THETA”)
2: PMV02, TAN
  (为数学变量 PMV02 起别名为“TAN”)
==>>SET L
1: #CALCULATE THE TANGENT OF THETA
2: TAN:=SIN(THETA)/COS(THETA)
  (在方程中使用了别名)
```

表格 6 扩展的 SELogic 控制方程运算符

运算符类型	运算符	注释
边沿触发器	R_TRIG, F_TRIG	内部功能状态变化时动作。
数学运算功能	SQRT, LN, EXP, COS, SIN, ABS, ACOS, ASIN, CEIL, FLOOR, LOG	这些运算符的组合还可以形成其它三角运算功能，例如， TAN:=SIN(THETA)/COS(THETA)
算术运算功能	*, /, +, -	在简单的编程方程中计算模拟量
比较运算功能	<, >, <=, >=, =, <>	模拟量与预设门槛或相互之间的比较
布尔逻辑运算功能	AND, OR, NOT	变量组合以及变量的状态取反
优先级控制	()	允许最多 14 重嵌套
注释功能	#	为控制和保护逻辑提供简单的文字记录

ACSELERATOR SEL-5030 软件

ACSELERATOR[®] SEL-5030 软件可用于离线地开发保护整定值以及母线配置方案。该系统可以自动检查相关的整定值并对超出范围的定值进行高亮突出显示。离线生成的整定值可以通过与 PC 的通讯连接发送到 SEL-487B 继电器。继电器可将事件报告转换成具有元件动作时序以及

向量图的录波报告。软件的界面支持 Windows[®]95, 98, 2000, XP, ME 以及 Windows NT[®]操作系统。

继电器与继电器数字通讯 (Mirrored Bits)

SEL 公司专利的 Mirrored Bits 技术可提供双向的继电器与继电器数字通讯。图 21 是两个 SEL-487B 继电器利用 SEL-2815 光纤转换器实现 Mirrored Bits 通讯。SEL-487B 继电器中的任何两个串行口都可以同时实现 Mirrored Bits 通讯。这种双向的数字通讯为运行 Mirrored Bits 通讯模式的串行口提供了额外的输出 (发送 Mirrored Bits) 和额外的输入 (接收 Mirrored Bits)。

通讯的信息可以包括数字量、模拟量以及虚拟端口数据。虚拟端口使得操作人员可以通过就地继电器来访问远方继电器。这种 Mirrored Bits 规约可以被用于变电站之间的信息交换, 以增进配合, 达到快速跳闸的目的。

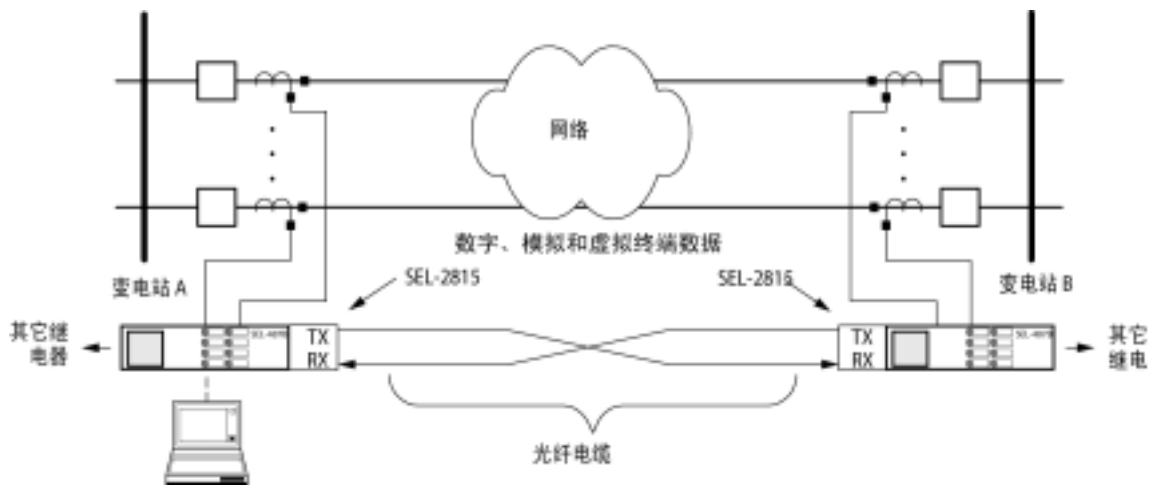


图 21 集成的通讯提供安全保护、监视和控制, 以及通过一端连接并利用终端访问方式实现对两个继电器的操作控制

通讯特点

SEL-487B 可提供下面的串行口通讯特性:

- 四个独立的 EIA-232 串行通讯口
- 从串行通讯口可实现对事件历史、继电器状态以及测量信息的完全访问
- 整定值以及定值组切换的口令控制
- SCADA 接口能力包括 FTP (通过安装 SEL-2701 以太网卡选件) 以及 DNP 3.0 第 2 级从属规约

继电器不要求特殊的通讯软件。ASCII 终端、打印终端或具有终端仿真支持的计算机外加一个串行通讯线即可实现通讯连接。表格 7 是对 SEL-487B 内部通讯规约的综述。

SEL-2701 以太网卡

安装了 SEL-2701 以太网卡的 SEL-487B 继电器具有以太网络通讯能力。详细功能描述参考 SEL-2701 以太网卡的简介和使用手册。远程连接协议 (Telnet) 可以用来连接 SEL 继电器以及

其它设备。快速文件下载的数据传输速度可以达到 10Mbps 或 100Mbps。以太网络连接的介质选项可以为：

- 10/100BASE-T 双绞线网络
- 10BASE-FL 光纤网络
- 100BASE FX 光纤网络

表格 7 开放的通讯规约

类型	描述
ASCII	用于简单人机通讯的无格式语言命令。主要用于测量、整定、自检状态、事件报告或其它功能
压缩的 ASCII	逗号分割的 ASCII 数据报告，允许外部设备以适当的方式获取继电器数据，并直接输入数据表格或数据库程序。数据受到校验码保护。
扩展的 SEL 快速测量、SEL 快速操作以及 SEL 快速 SER	用于机器间通讯的二进制规约。快速更新 SEL-2030、RTU 以及其它变电站设备的测量信息、继电器元件、I/O 状态、时间标记、跳合闸命令以及摘要的事件报告。数据受到校验码保护。
YModem	支持读取事件报告、整定值以及录波文件。
可选的 DNP 3.0 第 2 级从属规约	带有点重映射的分布式网络规约。包括对测量数据、保护元件、I/O 接点、信号、SER、继电器摘要事件报告以及整定值组的处理。
Mirrored Bits	SEL 公司的用于在 SEL 继电器之间进行数字以及模拟量信息交换的规约，主要用于低速的节点连接。
可选的 FTP 和 Telnet	通过 SEL-2701 以太网网络处理器选件获得。使用 Telnet 可建立终端到继电器的以太网网络连接。使用 FTP 可通过以太网网络将文件输入或输出继电器。

其它特性

前面板显示

图 22 和图 23 是 SEL-487B 继电器前面板的近视图。前面板包括一个 128*128 解析度（76.2mm*76.2mm 或 3”*3”）的 LCD 液晶显示屏、18 个 LED 信号指示灯以及 8 个带信号指示灯的直接控制按钮可用于就地控制功能。信号灯以及按钮的定义可以由用户配置，而且可以方便地更换标牌。

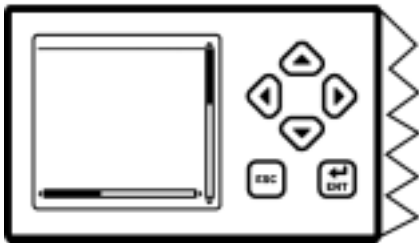


图 22 前面板显示屏和按钮

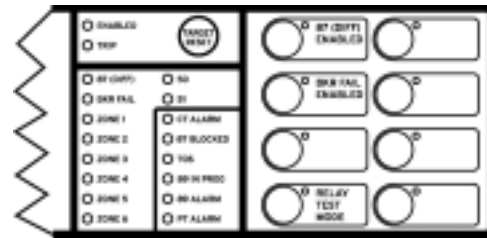


图 23 可重配置的标牌、可编程的信号指示灯以及控制按钮

LCD 液晶显示屏可用于显示事件报告、测量值、整定值以及继电器自检状态信息，并由方位按钮控制（图 22），自动显示继电器产生的信息，还可显示用户编程的显示点。任何投入的非空显示点都是滚动显示的。如果所有的显示点都没有投入，继电器将滚动显示差动作量和

制动量、每个投入的保护区的回路及其一次电流和电压量值。每个显示点可以维持 5 秒钟。任何继电器告警状态产生的信息优先于滚动显示。

状态和跳闸信号指示灯

SEL-487B 包括 24 个可编程的状态和跳闸信号指示灯，以及 8 个可编程的直接控制按钮。这些信号指示灯表示在图 23，下表 8 对其做了解释。

表格 8 工厂默认信号指示灯的定义

信号指示灯	功能
87(DIFF)	差动元件跳闸
BKR FAIL	断路器失灵保护跳闸
ZONE 1	保护区 1 发生故障
ZONE 2	保护区 2 发生故障
ZONE 3	保护区 3 发生故障
ZONE 4	保护区 4 发生故障
ZONE 5	保护区 5 发生故障
ZONE 6	保护区 6 发生故障
50	瞬时过电流元件跳闸
51	反时限过电流元件跳闸
CT ALARM	电流互感器告警
87 BLOCKED	差动元件闭锁
TOS	任意回路退出运行
89 IN PROG	隔离刀闸操作进行过程中
89 ALARM	隔离刀闸操作失败
PT ALARM	电压互感器告警

可配置的前面板标牌

SEL-487B 的前面板可根据用户需要进行配置。可以利用 SELogic 控制方程以及前面板标牌的改变来变换信号指示灯、操作控制按钮以及按钮信号灯的定義和功能。空白的标牌是随 SEL-487B 继电器一起发运的。应用 ACSELERATOR 软件可方便地配置这些功能。标牌可以打印也可以手写。

控制接点输入和输出

基本的 SEL-487B 继电器包含 5 个独立型和 2 个公用型输入接点，以及 5 个 A 型和三个 C 型标准输出接点，如图 24 所示。

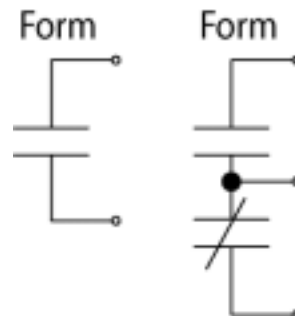


图 24 A 型和 C 型输出接点

如果增加最多 4 块 I/O 接口板，可得到以下附加的输入/输出 (I/O)：

- 6 个独立型输入
- 18 个公用型输入 (9 个一组)
- 6 个高速高分断电流的 A 型输出
- 2 个 A 型标准输出接点

继电器的高度为 9U，而且高度不受接口板安装的影响。控制输入接点可用来配置隔离刀闸辅助接点状态以及断路器辅助接点状态。可逐个或整组设置这些输入接点的缓冲时间。每个控制输出接点都可以通过 SELogic 控制方程编程。

监视和测量

通过测量功能可以从继电器中获得许多有用的信息。可测量的量值包括每个回路一次和二次电压和电流量的幅值和角度。二次量值同时还包括每个回路的 PT 和 CT 变比。保护区信息可显示各个回路的一次电流和电压幅值和角度，以及变电站中每个保护区的母线段和 CT 极性。同样的信息也可以以二次量值方式获得并包括 CT 变比和极性。差动测量可显示每个保护区的动作以及制动电流和参考电流。

表格 9 灵活的测量能力以及大屏幕显示，节省盘面仪表

能力	描述
V01, V02, V03	一次和二次基波相电压幅值和角度
I01, I02, I03	一次和二次基波相电流幅值和角度
IOP, IRT, IREF	每个保护区的动作和制动电流以及参考电流
保护区 n 中的母线段	在保护区 n 中的母线段名称 (n=1~6)
PTR, CTR	每个回路的 CT 和 PT 变比
POL	各个 CT 的极性

事件报告和顺序事件记录器 (SER)

事件报告和顺序事件记录器功能可以简化故障后的分析，并且有助于增进对简单以及复杂的保护方案动作顺序的理解。这些特性同时也有助于继电器整定值以及保护方案的调试和问题处理。

录波和事件报告

根据用户选择的外部或内部触发条件，每次故障继电器都会产生事件报告，包括电压、电流以及元件状态信息，可反映继电器、保护方案以及系统信息。继电器可最多可存储每周波 24 点采样、15 周波长度的 20 个事件报告。事件报告是存储再不丢失内存中。继电器动作当时的整定值也被附在每个事件报告之后。

每个 SEL-487B 都提供用于诸如 SEL-5601 软件分析的事件报告。对于超过六个回路的变电站，母线保护需要三个 SEL-487B 继电器。当在三继电器应用中发生多相故障，需要利用来自多个继电器的事件报告作事故后分析。利用 SEL-5601 软件，可以在一个窗口中显示来自三个继电器的事件报告，使得事件分析更加简便和直观。因为来自不同继电器的事件报告都具有各自的时间标记，因此三个 SEL-487B 继电器需要进行同步 (见图 20)。图 25 显示了选择了三个事件的软件屏幕。

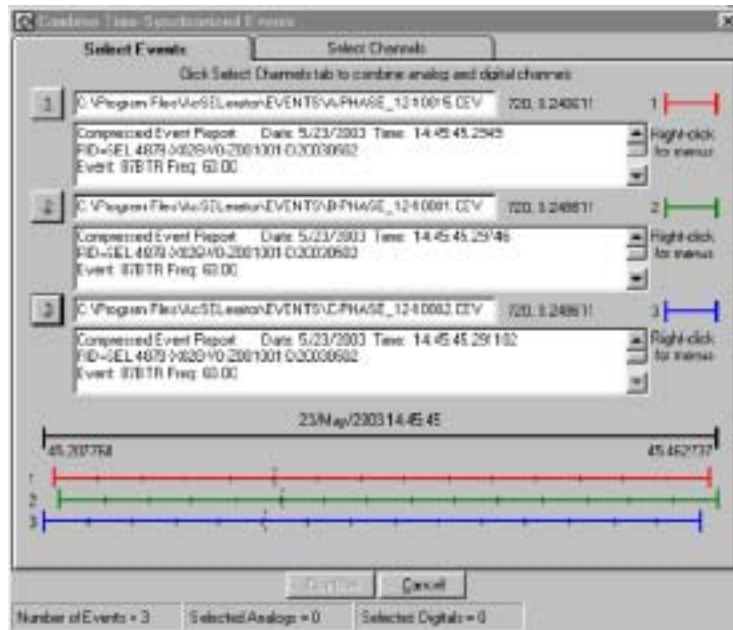


图 25 读取了三个差动继电器事件的软件画面

从每个事件报告中选择感兴趣信息并组合到一个窗口，如图 26 所示，母联断路器的 A 相电流（继电器 1）、B 相电流（继电器 2）以及 C 相电流（继电器 3）被组合到一个窗口。

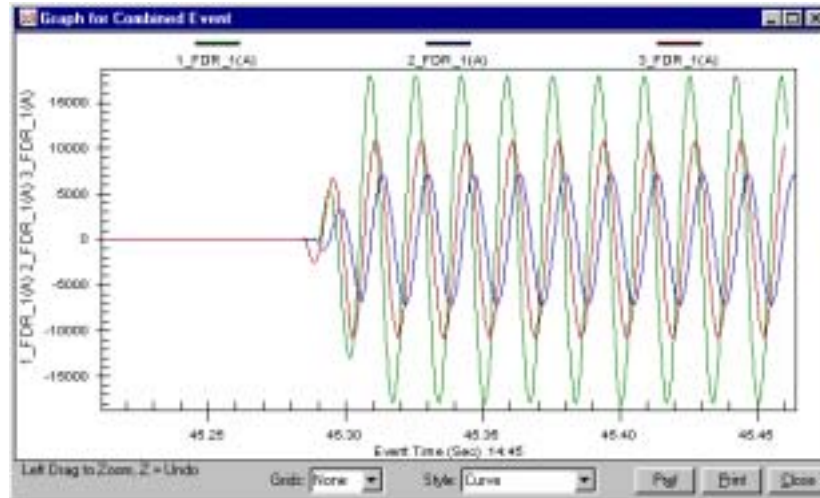


图 26 单窗口显示的来自三个继电器的信息组合

事件摘要

每次继电器产生一个标准的事件报告，也同时产生一个相应的事件摘要。它是对事件报告的简要描述，包括：

- 继电器/回路标号
- 事件发生日期和时间
- 事件类型

- 事件序号
- 时钟源
- 运行整定值组
- 故障时点亮的信号指示灯
- 每个回路的电流幅值和角度
- 电压幅值和角度
- 本次故障跳闸的回路
- 在保护区 n 中的母线段 (n=1~6)

如果整定适当，继电器将在每个事件报告触发的同时，自动向一个或多个串行口发送一个 ASCII 字符的事件摘要报告。

顺序事件记录器 (SER)

利用该特性可获得继电器元件动作的情况浏览。SER 触发的条件可以由用户选择，最多可以包括 250 个监视点，如输入/输出状态变化、元件的动作/返回等等。继电器的 SER 可存储最后的 1000 个事件。

变电站直流电源监视

SEL-487B 可测量和报告变电站的直流电压。继电器可为该直流电源以及充电系统提供告警、控制以及两点接地检测。直流电源监视器包括告警和警报门槛，与 SEL-2030 通讯处理器配合可以完成触发报文、电话或其它行为。测量的直流电压可以通过串行口、LCD 的 METER 命令显示，或表示在事件报告中。利用事件报告可以观察到直流电压的波形。通过该功能可以观察到在跳合闸以及其它控制操作下的直流电源电压变化情况。

功能概述

继电器可提供保护、监视、控制和自动化功能，同时还包含自检功能。具体特性如下：

- 差动保护。继电器包括六个低阻抗差动元件。
- 方向元件。继电器包括针对每个保护区的相位比较方向元件。
- 全差动检测区。继电器具有配置任何一个差动保护区构成全范围差动检测区的能力。
- 模拟量输入。继电器可接受 18 个电流输入和 3 个电压输入。
- 电流互感器输入。继电器可以接受不同类型的 CT，CT 变比差异可以达到 10:1。测量的量值为分相的，而非和电流。
- 最小 CT 要求。继电器要求在外外部故障情况下，CT 至少在 2ms 内不发生饱和现象。
- 电流互感器告警。继电器的每个保护区都包含 CT 开路或短路告警。
- 数字输入。安装了所有接口板，继电器可以提供总共 103 个输入以及 40 个接点输出。
- 输出。继电器可包含 40 个输出接点，其中 18 个为高电流分断输出接点。
- 断路器失灵保护。继电器包含针对每个回路的自带重跳闸功能的断路器失灵保护，同时接受外部的断路器失灵保护。
- 过电流故障保护。对于 18 个电流输入，继电器都具有瞬时以及反时限过电流保护功能。反时限过电流保护元件具有力矩控制。
- 电压元件。继电器具有三相的过电压和低电压元件以及负序和零序过电压元件。
- 终端（End-Zone）保护。继电器具有保护断开的断路器和 CT 之间故障的能力。
- 外部故障。继电器检测到外部故障时，会进入一个高安全性模式，但是不会闭锁差动保护。
- 动态母线分配。继电器不需要辅助继电器，而只利用隔离刀闸接点状态来复制母线联接图，用以分配回路电流进入正确的差动元件。
- 电流互感器切换。不允许进行 CT 切换。
- 隔离刀闸监视。继电器包含最多对 48 个隔离刀闸分合操作的监视逻辑，并提供分别的告警。
- 母联安全逻辑。继电器包含当母联断路器合于故障情况下，能够确保无故障保护区安全的逻辑。
- 辅助继电器。继电器不需要辅助继电器。所有的配置和逻辑都由继电器软件完成。
- 事件报告。继电器可以存储至少十次 30 周波的事件报告于不丢失内存中（每周波采样点为 24 点）。
- 顺序事件记录器。继电器的顺序事件记录器功能可以记录至少 250 监视点的最后 1000 条记录。
- 变电站直流电源监视。继电器可测量并记录变电站的直流电源电压并提供两点接地检测。两组可整定的参数可以用于告警和控制。
- 数字继电器与继电器通讯。继电器可以通过两个继电器与继电器通讯专用串行口发送和接收逻辑元件，并提供模拟量和虚拟终端服务。
- 自动化。继电器包括 32 个就地控制开关、32 个远方控制开关、32 个自保持开关以及与就地显示盘共同构成的可编程的显示报文。具有显示用户自定义报文的能力。
- 继电器逻辑。继电器的可编程逻辑功能可广泛用于用户可配置的保护、监视以及控制方案。该逻辑可以采用继电器元件、数学功能、比较功能以及布尔逻辑功能。
- 终端通讯。继电器不需要专用的软件就可以与任何 ASCII 终端进行通讯。
- IRIG-B。继电器包含一个解调的 IRIG-B 时钟同步信号输入接口。继电器可以产生并为其它继电器提供一个同步信号。
- 环境。继电器可以适用的连续运行环境温度范围为-40°~+85°C。

前面板和后面板示意图

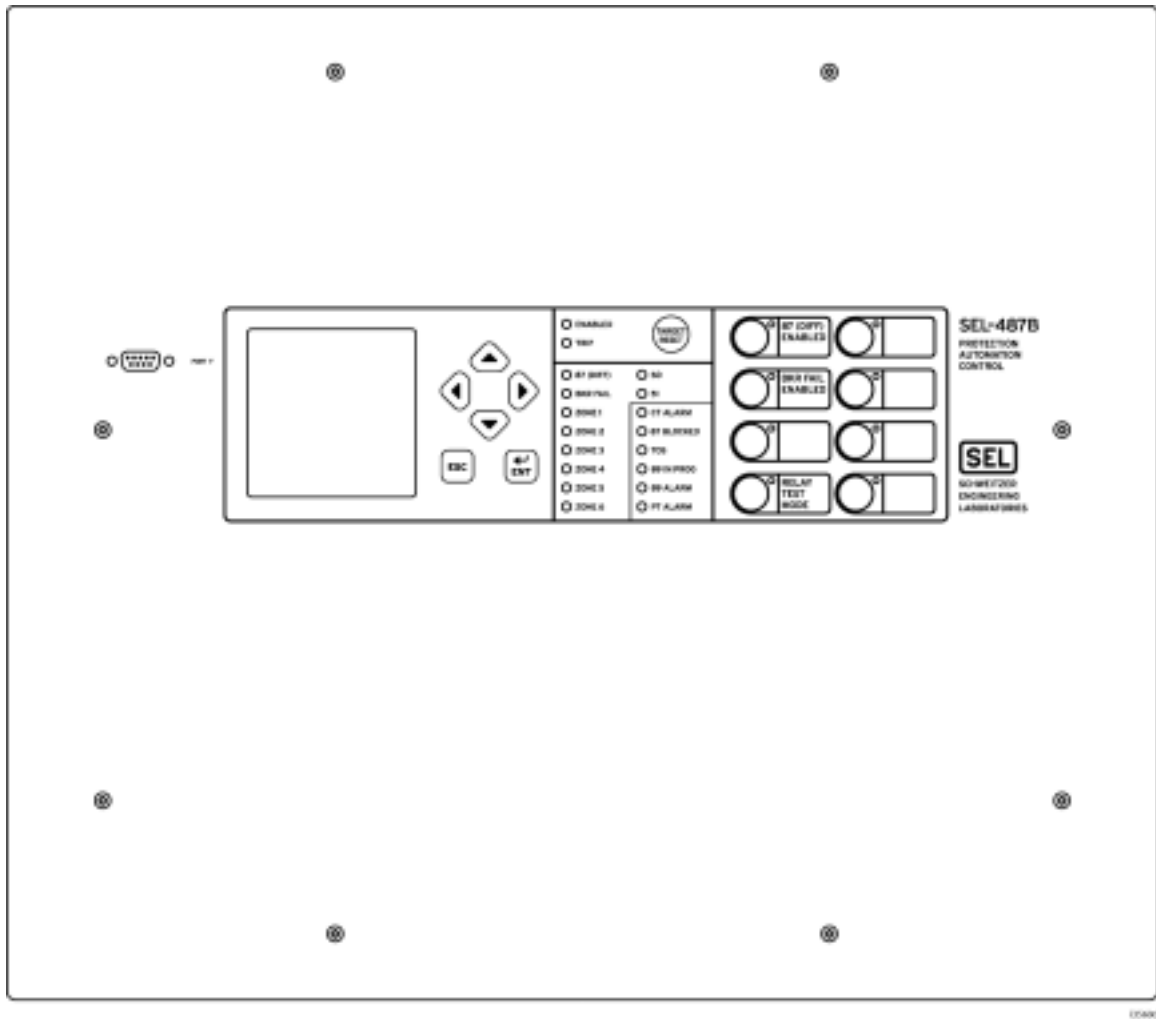


图 27 前面板示意图，具有盘式安装选项，显示了前面板 LCD、按钮、LED、复归以及可编程的按钮。

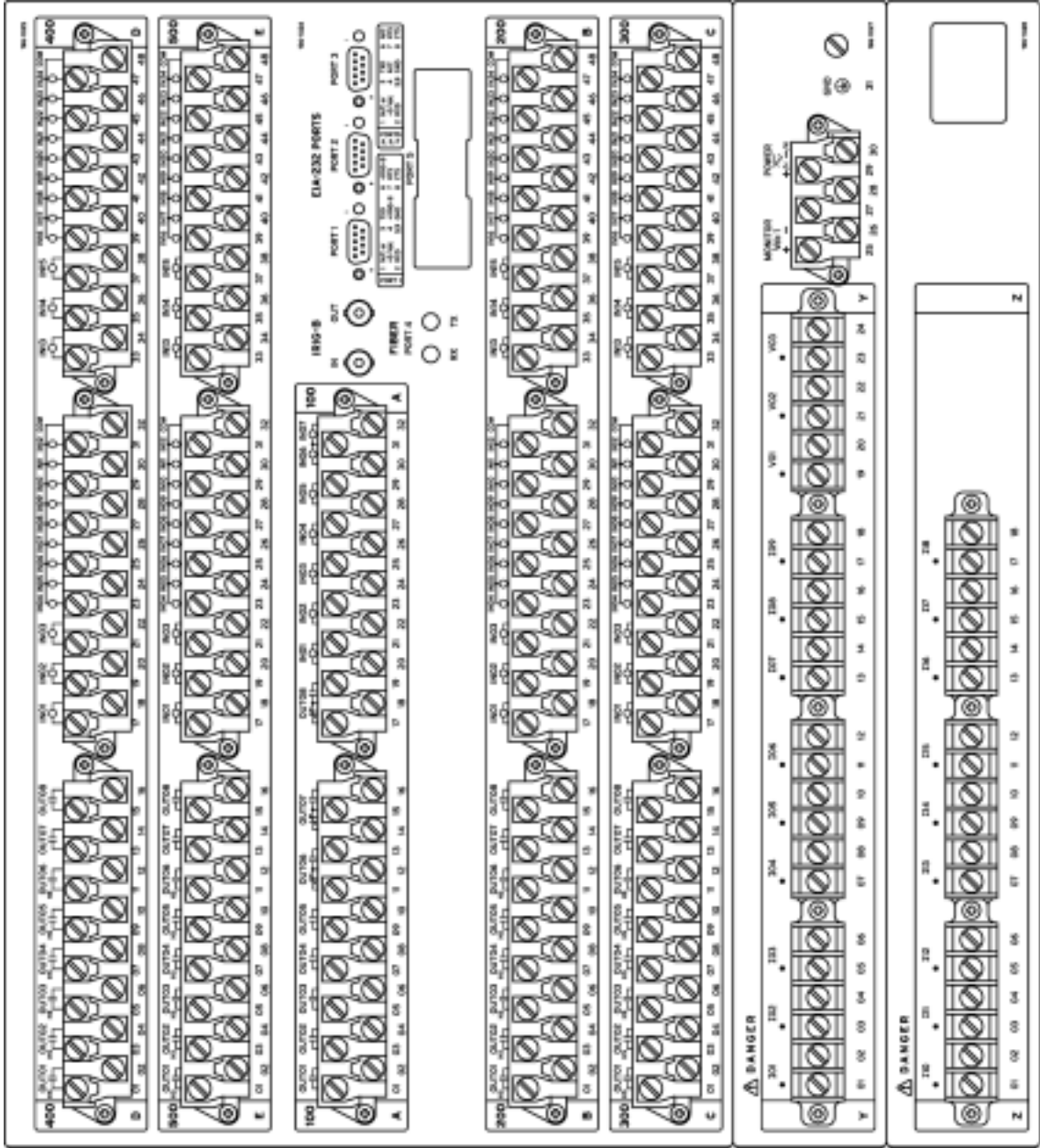


图 28 具有四块接口板的 SEL-487B 后面板示意图。

继电器尺寸

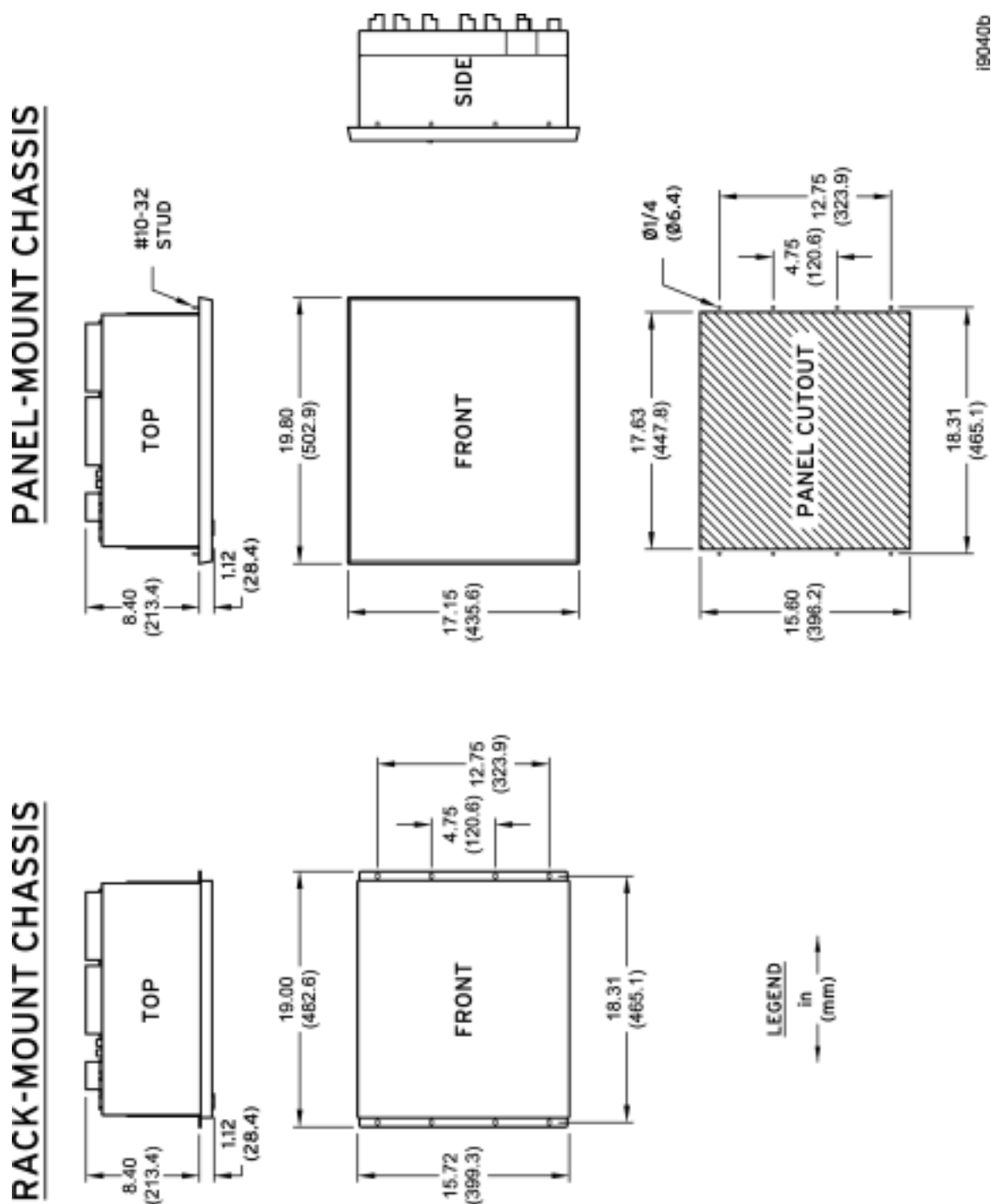


图 29 柜式和盘式安装型号的继电器尺寸。

性能指标

基本性能

电源

125/250Vdc 或 120/230Vac

直流范围：85-300Vdc

直流功耗：<35W

交流范围：85-264Vac

交流功耗：<180VA@pf=0.2

频率范围：30Hz-120Hz

48/125Vdc 或 120Vac

直流范围：38-140Vdc

直流功耗：<35W

交流范围：85-140Vac (30Hz-120Hz)

交流功耗：<170VA@pf=0.2

频率范围：30Hz-120Hz

24/48Vdc

直流范围：18-60Vdc

直流功耗：<35W

运行温度

-40°C~+85°C (-40°F~+185°F)。

注意：LCD 的对比度在温度范围-20°C ~+70°C 之外要被削弱。

湿度

无凝结的 5%-95%

重量 (最大)

9U 机箱：19.1kg (42lbs)

交流电流输入 (二次回路)

5A 额定15A 连续，100A 线性对称，500A 维持 1 秒钟，1250A 维持 1 周波。

功耗：0.27VA@5A；2.51VA@15A

1A 额定3A 连续，20A 线性对称，100A 维持 1 秒钟，250A 维持 1 周波。

功耗：0.13VA@1A；1.31VA@3A

交流电压输入

300VL-N 连续 (可连接最高 300Vac)，600Vac 维持 10 秒钟

功耗：0.03VA@67V；0.06VA@120V；0.8VA@300V

输出接点

主板：5 个 A 型和 3 个 C 型输出接点

I/O 板：2 个 A 型，6 个高速、高电流分断 A 型输出接点

标准型输出接点：

接通：30 A
 持续：70°C 时为 6 A；85°C 时为 4A
 1s 额定：50A
 MOV 保护（最大电压）：250 Vac/330 Vdc 连续
 动作/返回时间：6 ms，电阻负荷
 更新速度：1/12 周波
 分断能力(L/R = 40 ms)：

48 V	0.5 A	10,000 次操作
125 V	0.3 A	10,000 次操作
250 V	0.2 A	10,000 次操作

 循环能力(L/R = 40 ms)：

48 V	0.5 A	2.5 次开闭操作/秒
125 V	0.3 A	2.5 次开闭操作/秒
250 V	0.2 A	2.5 次开闭操作/秒

高速高电流分断型输出接点：

接通：30 A
 持续：70°C 时为 6 A；85°C 时为 4A
 1s 额定：50A
 MOV 保护（最大电压）：250Vac/330 Vdc 连续
 动作时间：10us，电阻负荷
 返回时间：8ms，电阻负荷
 更新速度：1/12 周波
 分断能力：10 A 10,000 次操作

48/125 V	(L/R=40ms)
250 V	(L/R=20ms)

 循环能力：10 A，4 次开闭操作/秒，后接 2 分钟用于散热

48/125 V	(L/R=40ms)
250 V	(L/R=20ms)

 注意：根据 IEC60255-23(1994)，采用简单评估原则。接通额定是根据 IEEE C37.90-1989。

光电隔离输入

主板：5 个独立的输入；2 个具有公共端子的输入
 I/O 板：6 个独立的输入；18 个具有公共端子的输入（2 组各有 9 个输入，每组公用一个公共端子）
 电压选项：24V 标准；48、110、125、220、250V 标准或电平灵敏输入
 直流门槛（返回门槛特指电平灵敏选项）

24Vdc:	动作 15.0-30.0Vdc
48Vdc:	动作 38.4-60.0Vdc; 返回 < 28.8Vdc
110Vdc:	动作 88.0-132.0Vdc; 返回 < 66.0Vdc
125Vdc:	动作 105-150Vdc; 返回 < 75Vdc
220Vdc:	动作 176-264Vdc; 返回 < 132Vdc

250Vdc:	动作 200-300Vdc; 返回<150Vdc
交流门槛 (返回门槛特指电平灵敏选项)	
24Vac:	动作 12.8-30.0Vac
48Vac:	动作 32.8-60.0Vac; 返回<28.8Vac
110Vac:	动作 75.1-132.0Vac; 返回<46.6Vac
125Vac:	动作 89.6-150Vac; 返回<53.0Vac
220Vac:	动作 150-264Vac; 返回<93.2Vac
250Vac:	动作 170.6-300Vac; 返回<106Vac
吸取电流:	额定电压为 5mA, 110V 选项为 8mA。
采样频率:	每周波 24 点。

频率和相序

60/50Hz 系统频率
ABC/ACB 相序由用户可选

串行口

EIA-232: 1 前, 3 后
串行口通讯速率: 300-57600 波特
可选串行通讯卡: SEL-2701 以太网卡

IRIG 时间输入

解调的 IRIG-B 时钟码
额定电压: 5Vdc±10%
最大电压: 8Vdc
输入阻抗: 333 欧姆
每英尺 28pF 电容的电缆传输距离: 300 英尺

IRIG 时间输出

可以驱动 300 欧姆, 传播延时小于 200ns

端子连接

后面板螺丝端子紧固力矩, #8 环型头
最小: 1.0Nm (9in-lb)
最大: 2.0Nm (18in-lb)
用户端子和标准的铜线应具有 105°C 的额定温度。推荐使用环形端子。

型式试验

电磁兼容性 (EMC)

电磁发射: IEC 60255-25: (2000)

电磁兼容性免疫

传导射频免疫: IEC 61000-4-6(1996), 10V rms

IEC 60255-22-6(2001), 10V rms
 数字无线电电话射频： ENV 50204：1995，10V/m 在 900MHz 和 1.89GHz
 静电放电： IEC 60255-22-2 (1996)，等级 1、2、3、4；
 IEC 61000-4-2 (1995)，等级 1、2、3、4；
 IEEE C37.90.3-2001，等级 2、4、8Kv 接触；4、8、15kV 空气
 快速暂态干扰： IEC 61000-4-8 (1995),
 IEC 60255-22-4(2002), 4Kv 在 2.5 和 5kHz.
 磁场免疫： IEC6000-4-8 (1993) 850A/m 3 秒；
 IEC 61000-4-9 (1993) 850A/m
 电源免疫： IEC 61000-4-11 (1994)，5 周波；
 IEC 60255-11 (1979)
 辐射无线电频率： IEC 60255-22-3(2002)
 IEC 61000-4-3(1998), 10V/m
 IEEE C37.90/2-1995, 35V/m
 冲击免疫： IEC 60255-22-5(2002),
 IEC 61000-4-5(1995), 1kV 相间，2kV 相对地
 抗冲击能力： IEC60255-22-1 (1988)，2.5kV 峰值共模，2.5kV 峰值差模；
 IEEE C37.90.1-1989，3.0kV 振荡，5.0kV 快速暂态；
 IEEE C37.90.1-2002，2.5Kv 振荡，4kV 快速暂态。

环境：

冷： IEC 60068-2-1 (1990) [EN 60068-2-1：1993]，测试：16 小时在-40°C
 干热： IEC 60068-2-2 (1974) [EN 60068-2-2：1993]，测试：干热，16 小时在+85°C
 湿热循环： IEC 60068-2-30 (1980)，测试：55°C，6 次循环，95%湿度
 物体渗透： IEC 60529 (1989)，IP30
 振动： IEC 60255-21-1 (1988)，1 级；
 IEC 60255-21-2 (1988)，1 级；
 IEC 60255-21-3 (1993)，2 级

安全：

绝缘强度： IEC 60255-5 (2000)。
 IEEE C37.90-1989，
 2500Vac 对于控制输入、控制输出以及模拟量输入；
 3100Vdc 对于电源部分
 冲击： IEC 60255-5 (2000)，0.5 J, 5kV
 绝缘电阻： IEC 60255-5 (2000)，电阻@500V>1 分钟。电阻 10MΩ~100MΩ
 激光安全 (SEL-2701 网卡选项)：
 21 CFR 1040.10,FDA,
 IEC60825-1 (1993), ANSI Z136.1-1993, 1 级；
 ANSI Z136.1-1988, Service Group 1

证书

发射： EN 50263：1999
 ISO： 继电器的设计生产，均采用 ISO-9001 质量认证程序。
 产品安全： IEC 60255-6 (1988) [EN 60255-6：1994]
 IEC 61010
 UL: 3111-1

CSA: IEC C22.2 No. 1010-1

报告功能

最大间隔： 30 周波事件报告可存储 10 个或 15 周波事件报告可存储 20 个。
分辨率： 每周波 4 点、12 点和 24 点采样。

事件摘要

存储： 100 个摘要

顺序事件记录器

存储： 1000 条
触发元件： 250 继电器元件
处理速率： 每周波 24 采样点

处理特性**交流电压和电流输入**

每周波 24 采样点，3dB 低通滤波，截止频率为 646Hz，±5%。

数字滤波

模拟滤波后的一周波余弦滤波。

保护和控制处理

每个电力系统周波处理 12 次。

控制点

32 个遥控位；32 个就地控制位；32 个保护逻辑自保持位；32 个自动化逻辑自保持位

继电器元件动作范围和精度**差动元件**

保护区： 6 (三继电器应用)
2 (单继电器应用)
回路数： 18 (三继电器应用)
6 (单继电器应用)
折线 1： 整定值范围：15-90%
精度：±5%±0.02*I_{NOM}
折线 2： 整定值范围：50-90%
精度：±5%±0.02*I_{NOM}

差动监视元件

数量： 6
整定值范围： 0.10-4.00 pu
精度： ±5%±0.02*I_{NOM}

突变量制动和动作门槛电流监视

整定值范围： 0.1-10.0 pu
精度： ±5%±0.02*I_{NOM}

灵敏差动电流告警

数量： 6
 整定值范围： 0.05-1.00 pu
 精度： $\pm 5\% \pm 0.02 * I_{NOM}$

瞬时/定时限过电流元件

相电流整定值范围：

5A 型：OFF, 0.25-100.00A 二次侧，0.01A 步长

1A 型：OFF, 0.05-20.00A 二次侧，0.01A 步长

精度（稳态）：

5A 型： $\pm 0.05A$ 加上定值的 $\pm 3\%$

1A 型： $\pm 0.01A$ 加上定值的 $\pm 3\%$

暂态超越：小于定值的 5%

计时器整定范围：0.00-99999.00 周波，1/6 周波步长

计时器精度： $\pm 0.1\%$ 的整定值 $\pm 1/6$ 周波

最大动作时间：1.5 周波

反时限过电流元件

动作范围：

5A 型：0.50-16.00A 二次侧，0.01A 步长

1A 型：0.10-3.20A 二次侧，0.01A 步长

精度（稳态）：

5A 型： $\pm 0.05A$ 加上定值的 $\pm 3\%$

1A 型： $\pm 0.01A$ 加上定值的 $\pm 3\%$

时标范围：

US: 0.50-15.00，0.01 步长

IEC: 0.05-1.00，0.01 步长

曲线计时精度： ± 1.50 周波加上曲线时间的 $\pm 4\%$ （对于电流在 2 到 30 倍启动值的情况）

复归：一个电力周波或电磁型复归模拟曲线

低电压/过电压元件（27，59）

处理速率： 1/12 周波

相低电压/过电压（2 段/相）

整定值范围： 1.0-200V_{LN} 步长 0.1

精度： 整定值的 $\pm 5\%$ ， $\pm 0.5V$

暂态超越： 小于启动值的 5%

最大延时： 1.5 周波

零序和负序过电压元件

整定值范围： 1.0-200V 步长 0.1

精度： 整定值的 $\pm 5\%$ ， $\pm 1V$

暂态超越： 小于启动值的 5%

断路器失灵瞬时过电流元件

整定值范围：

5A 型：OFF, 0.25-100.00A 二次侧，0.01A 步长

1A 型：OFF, 0.01-20.00A 二次侧，0.01A 步长

精度：

5A 型： $\pm 0.05A$ 加上定值的 $\pm 3\%$

1A 型： $\pm 0.01A$ 加上定值的 $\pm 3\%$

暂态超越：小于定值的 5%

最大动作时间：1.5 周波

最大复归时间：小于 1 周波

计时器整定值范围：

0-6000 周波，1/12 周波步长 (BFPUnn, RTPUnn)

0-1000 周波，1/12 周波步长 (BFISPnn, BFIDOnn)

时间延时精度：1/12 周波加上 ± 0.1 的整定值

隔离刀闸监视

数量：48

计时器整定值范围：0-99999 周波，1 周波步长

断路器状态监视

数量：18

母联安全逻辑

数量：4

计时器整定值范围：0-1000 周波，1/12 周波步长

控制输入计时器

整定值范围：

启动：0.00-1.00 周波

返回：0.00-1.00 周波

变电站直流电源系统监视特性

动作范围：0-350Vdc

输入采样速率：每周波 24 点采样

处理速率：每周波 6 次

最大动作时间：不大于 1.5 周波 (所有元件除了 DC1R)

不大于 1.5 秒 (DC1R)

整定值范围：

DC 整定值：OFF, 15-300Vdc, 1Vdc 步长

AC 纹波整定值：1-300Vac, 1Vac 步长

精度：

启动精度： $\pm 3\%$ ，加上 $\pm 2Vdc$ (所有元件除了 DC1RP)

$\pm 10\%$ ，加上 $\pm 2Vdc$ (DC1RP)

测量精度

所有测量精度都是基于 20°C 环境温度以及额定频率。

各个保护区的瞬时差动测量

IOP, IRT： $\pm 5.0\%$ ， $\pm 0.02 * I_{NOM}$

各相瞬时值测量以及 V01, V02 和 V03

$\pm 3\%$ ， $\pm 0.004 * I_{NOM}$ ， $\pm 2.0^\circ$

