

## 一 概述



### 1.1 主要功能

SEL-351A 继电器是一种集保护、测量、监视、控制、逻辑编程、故障测距功能于一体的通用型综合保护测控装置。它包括各种保护元件，可实现过电流、低电压/过电压、低频率/过频率、功率方向保护，其相、接地、中性点保护元件可以完全独立整定。

SEL-351A 继电器的通用性的基础是其具有强大的可编程逻辑控制功能，可以实现复杂的保护及控制功能，也可以作为独立的 BZT 控制装置使用。

可以选择 SEL-351A 继电器支持 DNP3.0 通讯规约和灵敏接地故障保护功能，通用性更强。

#### 1.1.1 保护功能

采用相、负序、零序接地、中性点接地过电流元件、电压元件及其它继电器元件的组合来保护馈线及其它设备，用方向元件构成方向保护。各种继电器元件组合实现的保护功能主要包括：

- 六段（方向）瞬时/定时限相过电流保护
- 六段（方向）瞬时/定时限负序过电流保护
- 六段（方向）瞬时/定时限零序接地过电流保护
- 六段（方向）瞬时/定时限中性点接地过电流保护
- 六段复合电压闭锁瞬时/定时限相过电流保护
- （方向）相反时限过电流保护
- （方向）零序接地反时限过电流保护
- （方向）中性点接地反时限过电流保护
- （方向）负序反时限过电流保护
- 二段相及一段相间低电压和过电压保护
- 二段零序过电压保护
- 正序及负序过电压保护
- VS 电压通道低电压和过电压保护
- 六段系统低频率和过频率保护
- 四段低有功功率（无功功率）和过有功功率（无功功率）保护

## 同期检查闭锁保护

### 1.1.2 监视和测量

利用继电器记录的断路器分断信息可制定断路器的维护计划  
 直流电源监视可向运行人员发出变电站直流电源故障告警  
 交流三相电量测量功能包括瞬时量测量、需求量测量、电度量测量、最大最小值记录  
 事件报告和顺序事件记录

### 1.1.3 重合闸控制

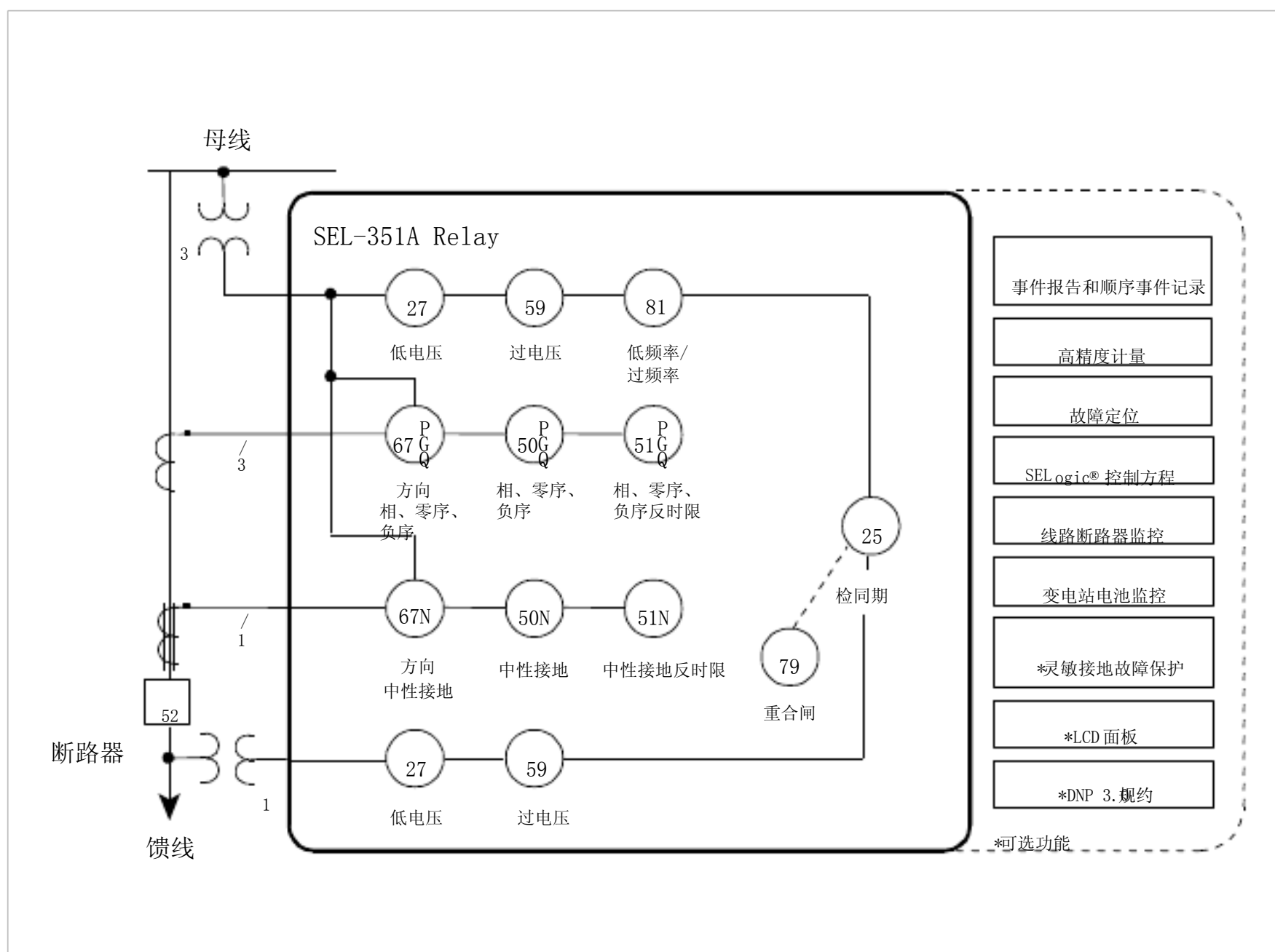
最少的控制开关和接线简化了二次控制回路，重合闸次数可达到四次，重合闸的启动和闭锁可满足不同的运行方式，可选择检无压、检同期、不检定三种重合闸方式。

### 1.1.4 故障测距

可有效地提供信息并协助检修人员快速解决线路问题，快速恢复供电。

### 1.1.5 自动化功能

可编程逻辑控制方程可构造自动化方案。继电器的通信串口提供了远方通信功能。。



图一 SEL-351A 功能框图

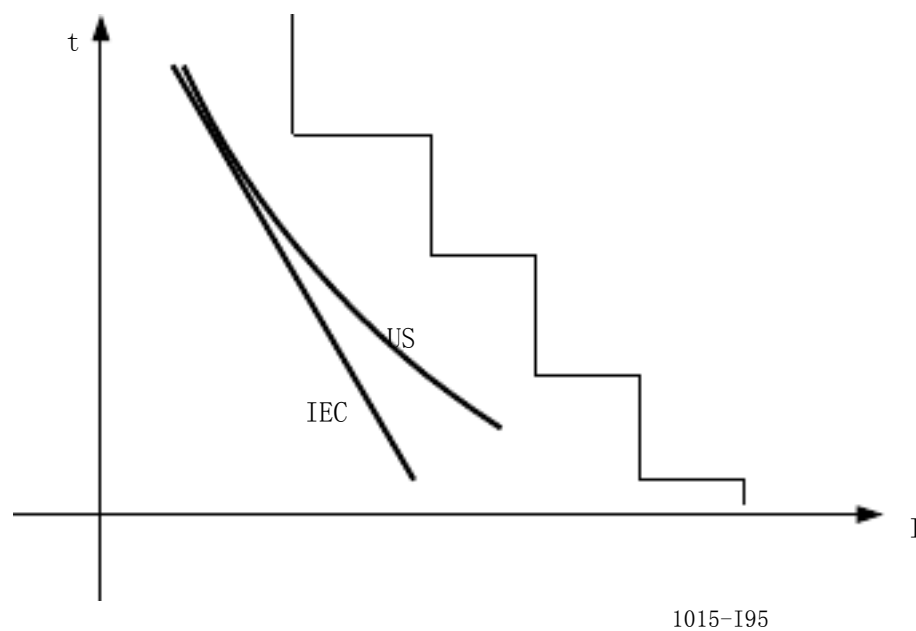
## 1.2 保护控制元件

ANSI 标准代号	元 件 名 称
25	同期检测元件
27	低电压元件
50	瞬时过电流元件
51	反时限过电流元件
59	过电压元件
67	方向过电流元件
79	重合闸元件
81	频率元件

## 二 功能说明

### 2.1 保护特性

SEL-351A 继电器包含相、负序、零序和中性点过电流元件。每种元件类型都有6段瞬时保护（其中4段本身具有定时限功能）。每种元件类型还具有一个反时限元件（相元件还包括一个最大相反时限过电流元件和三个单相反时限过电流元件）。上述每一个元件都可受方向控制。



图二 SEL-351A 的瞬时、定时限和反时限特性

反时限过电流曲线包括：

US - 中级反时限  
反时限  
非常反时限  
极端反时限  
短反时限

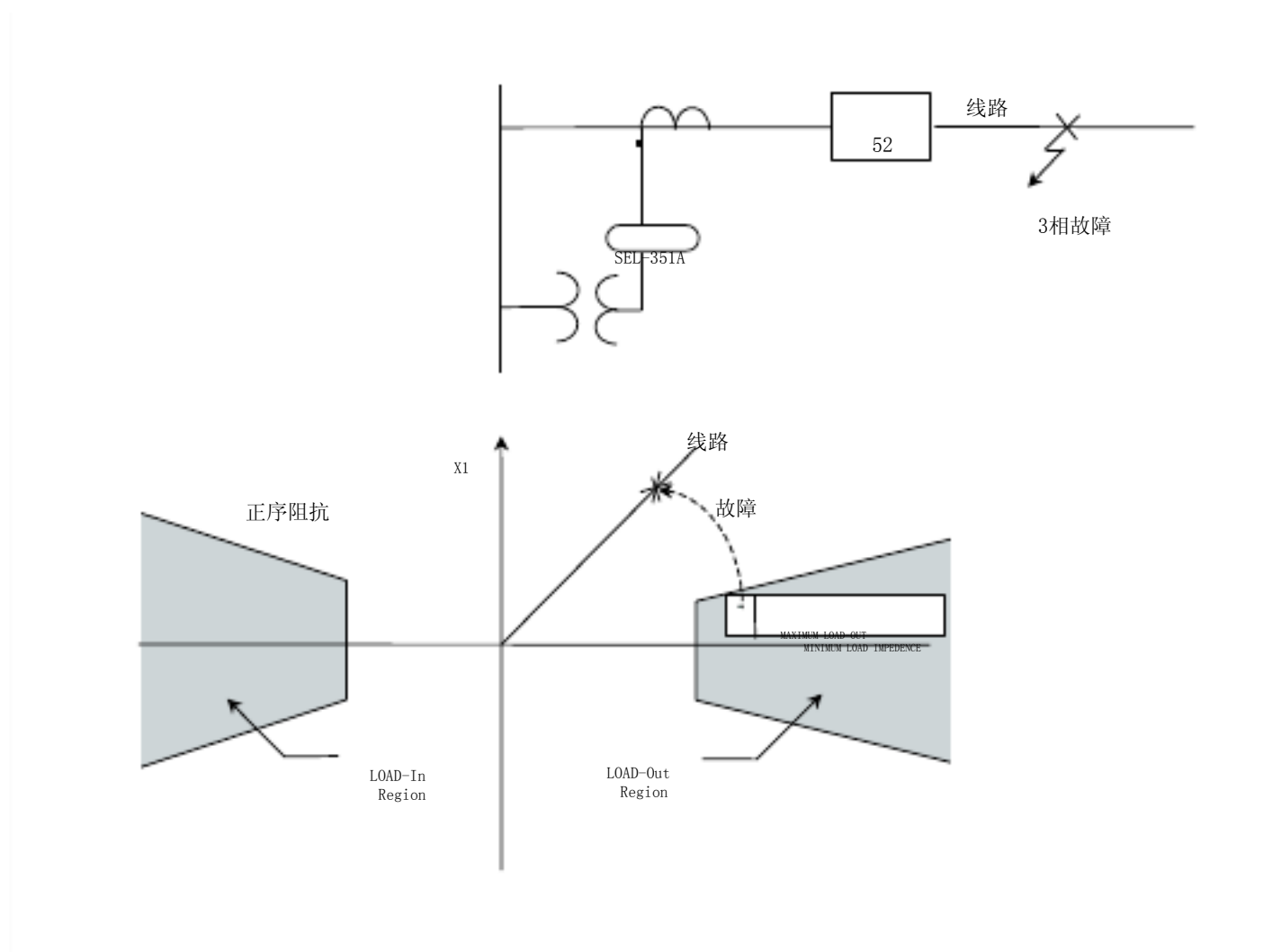
IEC - A 级（标准反时限）  
B 级（非常反时限）  
C 级（极端反时限）  
长反时限  
短反时限

每个反时限元件都可有两种复归特性选择。选择之一是电流下降到动作值以下1周波后复归，选择之二是模仿电磁感应式元件复归，复归时间要根据时标整定值，电磁式圆盘进程百分比以及电流大小。

### 2.1.1 用于相间故障检测的过电流元件

SEL-351A 继电器的相和负序过电流元件用于检测相间故障。负序电流元件可排除三相负荷的影响，增加相间故障的灵敏度。相过电流元件被用于三相故障，此时负序量不存在。

对于重负荷馈线，特有的负荷入侵逻辑可增加安全性。该逻辑允许相过电流元件的整定值低于负荷电流，而不影响其判断在重负荷情况下的线路末端相间故障。负荷入侵逻辑使用了正序进负荷和出负荷区域元件来区分负荷和故障状态（图3）。当负荷阻抗（ $Z_1$ ）进入负荷区域，相过电流元件被闭锁。如图3所示，当发生一次相间故障， $Z_1$ 从负荷区域进入到线路阻抗角方向的故障测量点，相间过电流元件闭锁解除。



图三 SEL-351A 的负荷入侵特性

负荷入侵特性同时可控制相间方向元件。相间过电流元件如果受相间方向元件控制就自动受负荷入侵逻辑控制。相间过电流元件也可受到外部输入控制。

### 2.1.2 用于接地故障的过电流元件

SEL-351A 继电器的零序（IG）和中性点（IN）过电流元件可用于检测接地故障。另外采用光电隔离输入或内部接地方向元件控制可以增进其安全性。SEL-351A 继电器的接地方向元件含有负荷自适应安全逻辑，可对轻重负荷不平衡馈线进行自动选择方向判据。

SEL-351A 继电器有一个灵敏接地故障（SEF）选项，它具有延时整定（可达 16,000 周波），它的灵敏电流可整定为 0.005 A 二次侧。如订购的电流通道 IN 为 0.05 A 二次侧额定值，就可提供这种最小灵敏电流整定值。

### 2.1.3 方向元件增进了灵敏性和安全性

SEL-351A 继电器中包含的自动模式为你整定方向元件的相关门槛定值，它是根据等效的线路阻抗整定值来计算。

相间方向元件 相间方向元件可为相和负序过电流元件提供方向控制。

接地方向元件 接地元件为接地和中性点过电流元件提供方向控制。

相间方向特性包含正序和负序方向元件，两者协同工作。正序方向元件具有记忆功能，可提供保护出口处正反向金属性以及各相电压为零的三相故障的可靠保护输出。负序方向元件可应用于各种应用场合而无论保护安装处负序电压量值大小。

接地方向由三个方向元件共同提供：

负序电压极化方向元件

零序电压极化方向元件

零序电流极化方向元件

SEL-351A 继电器中的最佳选择接地方向逻辑可针对系统条件选择最好的接地方向元件。最佳选择接地方向逻辑不需要特殊整定值。（你也可对特殊应用重新修改继电器的自动整定值）。

电压极化方向元件依赖于有效的电压输入来正确判断。SEL-351A 继电器具有电压断线逻辑，可检测一相、两相和三相电压断线，在电压断线情况下能够退出方向过电流保护，或将方向过电流保护设置为正方向动作。电压断线逻辑为继电器内含定值不需要人为的整定。

### 2.1.4 电压和频率元件作为特别的保护和控制

#### （1）相低电压和过电压元件

相低电压（27）和过电压（59）元件可用于多种保护和逻辑，例如：

过电流保护的逻辑

热母线（线路）、冷母线（线路）重合控制

电压互感器高压侧熔丝检测逻辑

电压波动跳闸/告警或事件报告触发

低压减载（具有低电压和低频率两种减载方案来检测系统有功和无功平衡）

电容器组的控制方案

低电压和过电压元件以及 VS 电压通道都可用于其它附加的控制和监视：热线路/冷线路重合控制、不接地电容器中性点、三角形系统接地故障检测、发电机中性点过电压等等。

#### （2）序量电压元件

有独立整定值的正序、负序和零序电压元件也可用于保护和逻辑。应用包括：

变压器组单相跳闸方案。

三角形负荷反馈检测方案用于无电压线路重合控制。

#### （3）低频和过频保护

六段可靠的低频（81U）或过频（81O）元件可检测真实的频率扰动。使用这些元件独立的延时输出可用于负荷减载或切除当地发电机。相低电压监视可防止在故障时的不必要的频率元件动作。多等级低频/过频能够完成针对各个开关的一个多级频率跳闸/恢复方案。这种解决方案可避免因采用独立频率继电器构成复合频率跳闸/恢复而造成的复杂接线。

## 2.2 监视和测量

### 2.2.1 事件报告和顺序事件记录器

事件报告和顺序事件记录（SER）可用于简化故障后分析，并且可使你更能够了解简单和复杂保护方案动作情况。对于用户选择的触发条件，每一个事件报告都包含电压、电流、频率和元件状态信息，来表示继电器、逻辑方案以及系统状态。事件报告可选择为：1/4周波或1/16周波分辨率、滤波后的模拟量报告或原始模拟量数据。SEL-351A 继电器可存储最近15次30周波或29次15周波长事件报告在不丢失存储器中。整定值总是附加在每次事件报告之后。

共有三种模拟量数据格式。格式由事件报告命令后缀来选择。这些格式为：

- 1/4周波或1/16周波分辨率
- 未滤波或滤波后模拟量
- ASCII 或压缩 ASCII

1/4周波报告是1/16周波报告长度的四分之一，适合用于快速简捷地分析大扰动后的故障问题。1/16报告适宜用于更详细分析。

SEL-351A 继电器的SER 报告可存储最近512个事件。此事件报告可获得SEL-351A 继电器内部元件动作情况。SER 事件量可以反映：输入/输出状态变化、元件动作/返回、重合闸状态变化等等。

IRIG-B 时钟输入可在±5ms 内同步SEL-351A 继电器时钟。

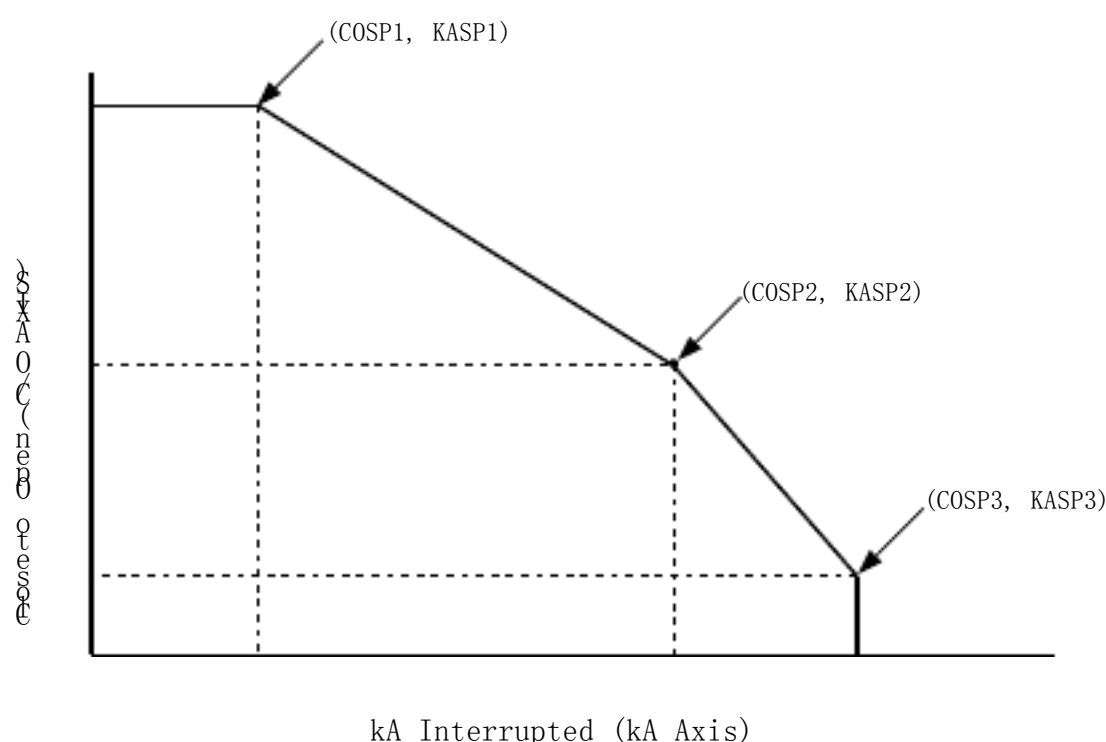
### 2.2.2 需量电流门槛告警

相、负序、中性点和零序需求量电流都有过负荷和不平衡电流门槛告警。当需求量电流值超过门槛时，相应的继电器字PDEM、NDEM、QDEM、GDEM 会分别动作。

可提供两类需求量测量技术：热和滚动。需求量安培计时间常数可选择为：5到60分钟。

### 2.2.3 断路器触点损耗监视

断路器在每次操作时都要经历机电损耗。这就需要我们根据生产厂商提供的针对分断电流水平和操作计数的触点损耗数据，来制定有效的维修计划。如果将断路器生产厂商提供的数据输入进SEL-351A 继电器，它可以将其与测量（未滤波）到的跳闸时刻交流电流和分合次数进行比较。



图四 断路器触点损耗曲线和整定值

每次断路器跳闸、测量的电流信息将自动汇总。当汇总的结果超过了断路器损耗曲线（图4）所定的门槛，SEL-351A 继电器可以通过输出接点、串行口或可选的前面板显示来告警。有了该监视回路。

## 2.2.4 直流电源监视

SEL-351A 继电器可测量并报告变电站直流电源电压，该电压取自 SEL-351A 继电器工作电源输入端子。SEL-351A 继电器内包含两个可编程的门槛比较器以及相关逻辑用于告警和控制。

测量的直流电压出现在 METER 显示（通过串行口通讯和/或可选的前面板显示）以及事件报告中的 VDC 一栏。使用事件报告中的该栏目数据，可以查看电源电压的录波图，从而可知跳闸、合闸以及其它控制操作期间电源电压波动情况。

## 2.2.5 完整的监测功能

SEL-351A 继电器具有多功能的精确表计能力。可测量的表计量包括相电压和相电流（包括需求量）、序电压和序电流、功率、频率和电度量（包括需求量），其中还有所选量值的最大/最小记录。所有表计量都以一次值表示（电流为 A，电压为 kV）：

电流	$I_{A,B,C,N}$ $I_G$	输入电流 零序接地电流 ( $I_G=3I_0=I_A + I_B + I_C$ )
电压	$V_{A,B,C}$ $V_S$	星型连接电压输入 同期检测电压输入
功率	$MW_{A,B,C}$ $MW_{3P}$ $MV_{AR}_{A,B,C}$ $MV_{AR}_{3P}$	单相有功功率 三相有功功率 单相无功功率 三相无功功率
电度量	$MWh_{A,B,C}$ $MWh_{3P}$ $MV_{ARh}_{A,B,C}$ $MV_{ARh}_{3P}$	单相有功电量 三相有功电量 单相无功电量 三相无功电量
功率因数	$PF_{A,B,C,3P}$	单相和三相功率因数，超前或滞后
序分量	$I_1, 3I_2, 3I_0$	正序、负序以及零序电流
频率	FREQ (Hz)	瞬时电力系统频率（通过通道 VA 监视）

## 2.3 重合闸控制

具备四次三相重合闸功能

利用内部继电器元件状态或外部输入可使自动重合闸满足不同的应用要求：

重合闸起动（例如，断路器状态、故障类型、保护跳闸）

重合闸闭锁（例如，手动或 SCADA 跳闸输入）

重合闸的跳越（例如，故障高于某一量时跳过瞬时重合）

暂停重合闸的计时（例如，暂停直到线路完全断开）

重合闸监视（例如，首次重合检同期，第二次重合检测无压）

保证 SEL-351A 继电器与下游重合闸顺序配合

断路器合闸失灵告警

重合闸周期和重合闸闭锁状态的复归具有各自独立的复归时间

重合闸计数器可被在每个重合期间涉及到的保护元件控制。前面板 LED 显示可跟踪重合闸状态：复归状态、重合周期状态和闭锁状态。



## 2.4 故障测距

SEL-351A 继电器可提供精确的故障位置估算，即使是负荷潮流条件下（区外故障启动时）。故障定位器使用了故障类型、等效线路阻抗整定值以及故障条件，而不需要通讯通道、特殊变压器或故障前信息。该定位特性可利于有效地派遣检修队伍并快速恢复供电。

## 2.5 自动化功能

### 2.5.1 灵活控制逻辑和集成特性

SEL-351A 继电器控制逻辑可以用来：

- 取代传统盘前控制开关
- 省去了 RTU 到继电器的接线
- 取代传统自保持继电器
- 取代传统盘前信号灯

本地控制逻辑（要求可选的 LCD 和按钮）可提供 16 个逻辑点（本地继电器位）。可以用可选的前面板按钮和显示（通过 CNTRL 按钮来处理）对本地位进行设置、清零或脉冲。通过 SELogic 控制方程可将本地继电器字位编程到控制方案中，用来进行跳闸测试、投入/退出重合闸、跳闸/合闸断路器等等。在失电条件下，本地继电器位可以自保持。

远方控制逻辑可提供 16 个逻辑点（远方继电器位）。可通过串行口命令或快速操作（二进制）命令来设置、清零或脉冲远方位。可通过 SELogic 控制方程将远方位编程到控制方案中，用来做 SCADA 类型控制操作：跳闸、合闸以及整定值组选择等等。

自保持逻辑也提供了 16 个自保持逻辑点（自保持继电器位）。可通过 SELogic 控制方程编程自保持设置和自保持复归。可通过光电隔离输入、远方位或本地位来设置或复归自保持位。自保持继电器位在 SEL-351A 失电时状态保留。

显示逻辑（要求使用可选的 LCD 和按钮）可提供 16 个可编程讯息，它们可被显示在前面板显示器上。可定义用户自己的讯息（如：BREAKER OPEN ，BREAKER CLOSE ）来报告系统或 SEL-351A 继电器状态。对所要显示的讯息的控制，要通过 SELogic 控制方程，并利用 SEL-351A 继电器内任何逻辑点来驱动。该功能可以取代传统盘前显示灯。

### 2.5.2 串行口通讯

- 共有三个 EIA-232 串口和一个 EIA-485 串口。每个串口都可独立运作
- 通过串口可设置继电器定值，控制继电器输出口，查看历史事件记录、继电器状态和表计测量信息
- 整定值设置以及定值组切换都有口令控制
- 具有点映射的 DNP 3.00 的 2 级规约选项
- 通讯规约对用户开放

- |              |   |   |
|--------------|---|---|
| 简单 ASCII     | - | 面向使用者和简单机器通讯的平台语言命令。  |
|              | - | 可用于表计、整定、自检、事件报告和其它功能。  |
| 压缩 ASCII     | - | 以逗号分隔的 ASCII 数据报告。允许外部设备以可直接输入电子数据表或数据库程序的格式接收 SEL-351A 数据。该数据受校验码保护。                             |
| 扩展的快速表计和快速操作 | - | 二进制规约用于机器间通讯。可快速更新 SEL-2020、RTU 及其它变电站设备的表计信息、SEL-351A 元件、输入输出接点状态以及摘要事件报告。快速操作允许主设备去设置、复归或脉冲远方位， |



并可打开或闭合相应的断路器。该数据也有校验码保护。

LMD

- 二进制和 ASCII 规约可同时同一条通讯线上操作，因此当技术人员在调用事件报告时，表计信息是不会丢失的。
- 使得多台 SEL 设备能公用通讯（双字符地址整定值范围为 01 到 99）。LMD 适宜用于低成本、低速串口切换，此时不需要实时更新数据库。

## 2.6 独有性能

### 2.6.1 增强型 SELogic 控制方程

增强型 SELogic 控制方程可使 SEL-351A 继电器的逻辑灵活掌握在保护应用工程师手中。它们可用于设置 SEL-351A 继电器输入，为各种控制功能选择 SEL-351A 继电器元件组合，以及设置 SEL-351A 继电器输出。

可编程的 SELogic 控制方程是由 SELogic 控制方程运算符将 SEL-351A 继电器元件、输入和输出组合而成。任何 SEL-351A 继电器字位表中的元件都可被用于方程中。

SELogic 控制方程运算符包括或、与、非、括号、元件状态改变的上升沿和下降沿。除了布尔型逻辑以外，具有 16 个 SELogic 控制方程计时器，以便省去外部计时器。每个计时器都有独立的延时起动和返回整定值（其中 6 个可整定到 999,999 周波，10 个计时器可整定到 16,000 周波）。可将任何需要的元件编程到计时器的输入（例如：对一个电压元件进行计时），再将计时器输出用于跳闸、重合或其它控制逻辑。

### 2.6.2 六个独立整定值组增进了运行灵活性

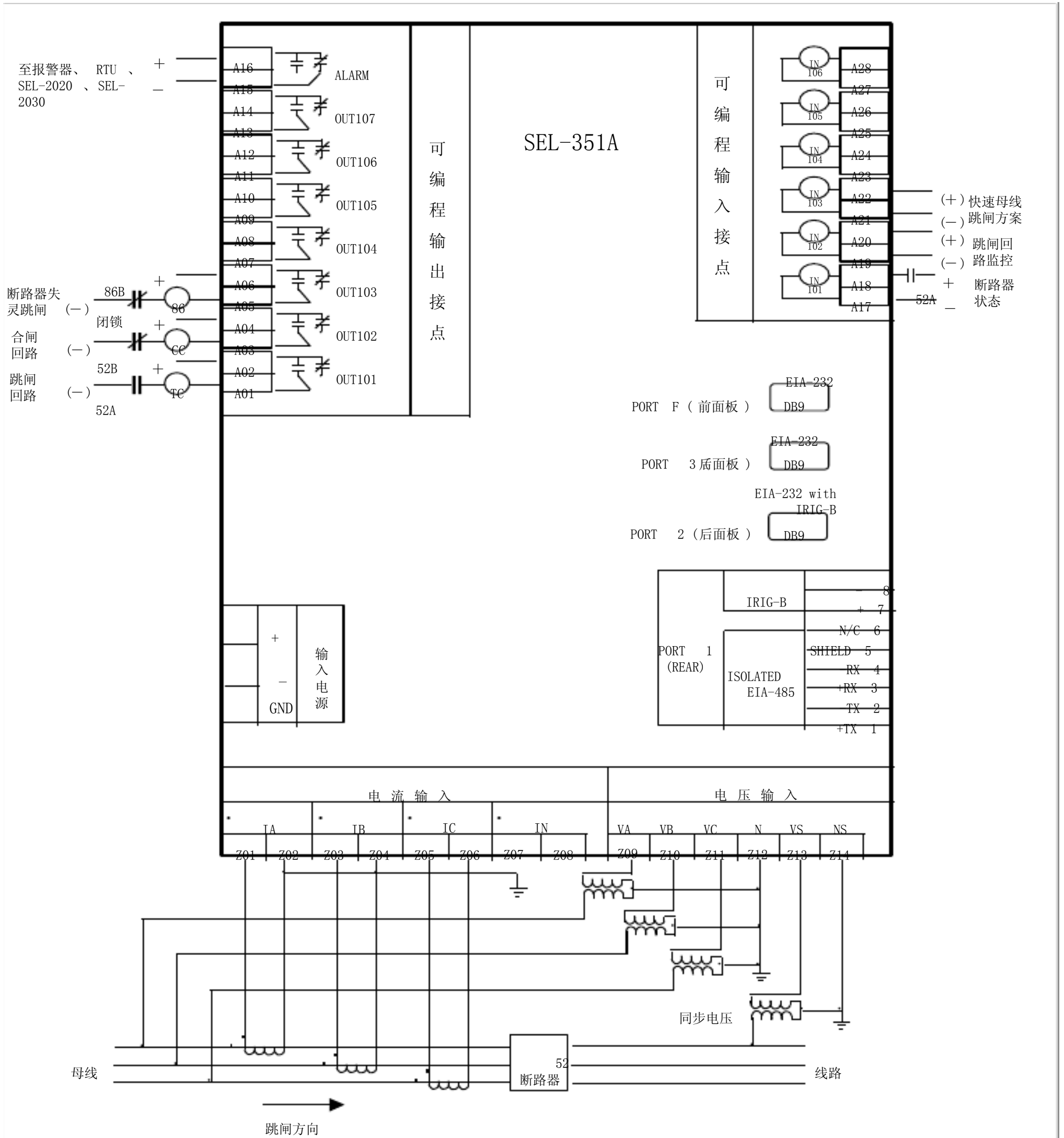
SEL-351A 继电器可保存六个整定值组。可通过接点输入、命令或其它可编程条件来选择运行整定值组。该特点使 SEL-351A 继电器能够适应系统运行条件的变化。

当切换定值组时，在切换 SEL-351A 继电器元件整定值的同时也切换了逻辑整定值。整定值组可用于各种不同的运行条件，如平行线路、电站维护期间、季节性运行、紧急事故、负荷或电源变化以及下级 SEL-351A 继电器整定值改变等等。

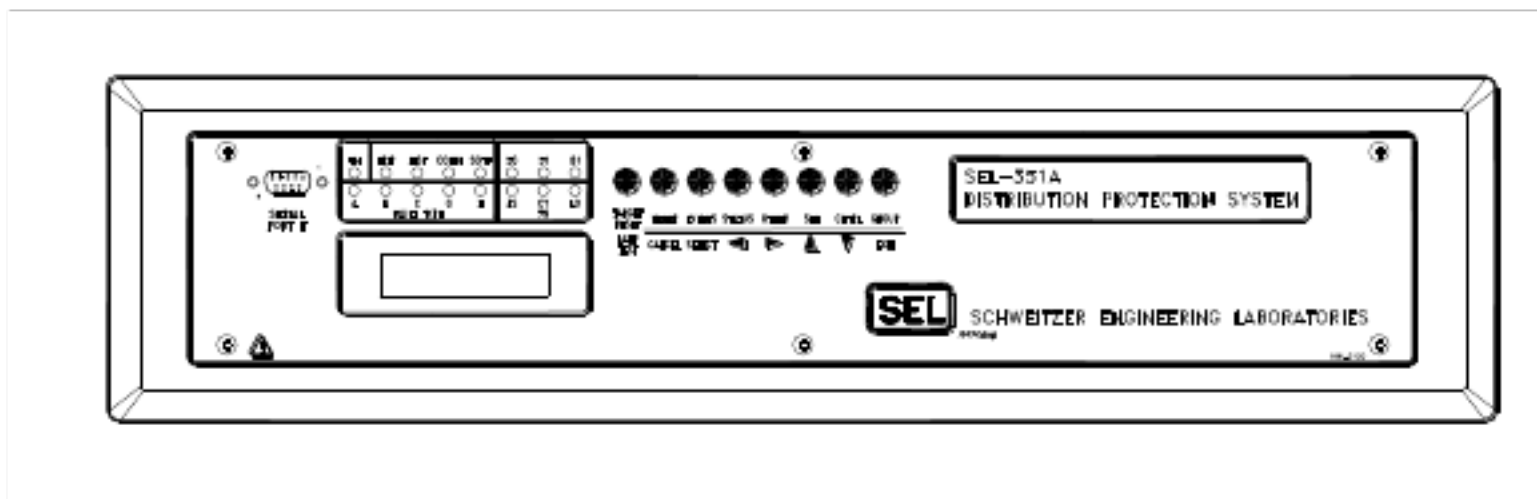
### 三 安装接线

#### 3.1 继电器端子及外观

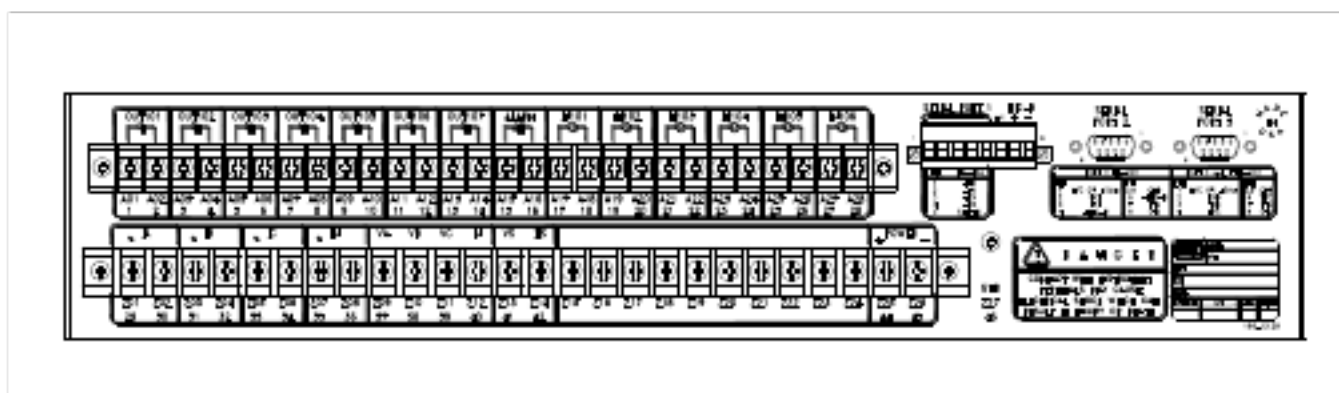
SEL-351A 继电器的端子连接、前面板及背板布置图如下图所示。



图五 SEL-351A 端子连接图



图六 SEL-351A 前面板布置图



图七 SEL-351A 背板布置图

## 3.2 端子接线连接

### 3.2.1 工作电源额定值及连接

额定值：85 - 264  $\pm 10\%$  Vac 50/60 Hz 85 - 264  $\pm 20\%$  Vdc ， <15 瓦

端子号：POWER (Z25 、 Z26)

工作电源可外接交、直流电流，连接工作电源到 POWER 端子，接入直流电源时应注意端子极性标识符 Z25 (+) 和 Z26 (-)。

### 3.2.2 接地的连接

继电器的接地端子 Z27 必需可靠接地。

### 3.2.3 相电流互感器输入

额定值：1A 或 5A

端子号：IA (Z01-Z02)、IB (Z03-Z04)、IC (Z05-Z06)、IN (Z07-Z08)

电流互感器的极性输入端子为 Z01、Z03、Z05、Z07。

### 3.2.4 Ir电流互感器输入

额定值：1A 、 5A 、 0.05A

端子号：IN (Z07-Z08)

### 3.2.5 电压互感器输入

额定值：120V

端子号：VA(Z09)、VB(Z10)、VC(Z11)、VN(Z12)

### 3.2.6 开关量输入

额定值：200-300 Vdc，输入额定控制电压时，每个光电隔离输入大约通入 4mA 的电流

端子号：IN101(A17-A18)、IN102(A19-A20)、IN103(A21-A22)、IN104(A23-A24)、IN105(A25-A26)、IN106(A27-A28)

### 3.2.7 开关量输出

额定值：持续 6A 电流，瞬时接通 30A 电流，动作/返回时间 $\leq 5\text{ms}$ ，分断能力在 250V 时分断 0.2A 10000 次操作

端子号：OUT101(A01-A02)、OUT102(A03-A04)、OUT103(A05-A06)、OUT104(A07-A08)、OUT105(A09-A10)、OUT106(A11-A12)、OUT107(A13-A014)

### 3.2.8 报警输出

端子号：ALARM (A15、A16)

### 3.2.9 通信串口连接

继电器的前面板与后面板共有四个通信串口，其接线方式和连接方法如下列表格所示，其通信电缆的屏蔽层单侧接地。

SEL351A 串口号	接线方式	连接方法
PORT 1	EIA 485(4线)	表格 3
PORT 2	EIA-232(9孔)	表格 1、表格 2
PORT 3	EIA-232(9孔)	表格 1、表格 2
PORT F	EIA-232(9孔)	表格 1、表格 2

表格 1：串口连接

SEL2020, 2030 EIA-232 (9孔)	SEL351A PORT EIA-232 (9孔)
(RXD) 2 ←	3 (TXD)
(TXD) 3 →	2 (RXD)
(+IRIG-B) 4 →	4 (+IRIG-B)
(GND) 5 —	5 (GND)
(-IRIG-B) 6 →	6 (-IRIG-B)
(RTS) 7 →	8 (CTS)
(CTS) 8 ←	7 (RTS)

表格 2：串口连接

SEL351A PORT EIA-232 (9孔)	计算机 EIA-232 (25针)
(RXD) 2 ←	3 (TXD)
(TXD) 3 →	2 (RXD)
(GND) 5 —	5 (GND)
(CTS) 8 ←	7 (RTS)
	8 (CTS)
	6 (DSR)
	1 (DCD)
	4 (DTR)

表格 3: 串口连接

SEL351A PORT EIA-485	通信管理器 PORT EIA-485
(+TX) 1	3 (+RX)
(-TX) 2	4 (-RX)
(+RX) 3	1 (+TX)
(-RX) 4	2 (-TX)
SHIELD 5	5 SHIELD

表格 4: 串口针脚/端子功能定义

针脚/端子符号	功能定义
N/C	无连接
+5 Vdc (0.5A限制)	5Vdc 电源连接
RXD, RX	接收数据
TXD, TX	发送数据
IRIG-B	IRIG-B 时间码输入
GND	接地
SHIELD	屏蔽地
RTS	请求发送
CTS	清除发送
DCD	数据载波检测
DTR	数据终端就绪
DSR	数据装置就绪
+TX	正发送数据端
-TX	负发送数据端
+RX	正接收数据端
-RX	负接收数据端

## 四 定值整定

完整详细的继电器整定值项目较多，在此不能详解的部分定值请参阅继电器说明书中详尽的整定值清单。

### 4.1 共用整定值-GLOBAL

符号	意义	整定范围	单位
TGR	整定值组切换延时	0.00 - 16000.0周波	周波
NFREQ	系统频率	50 Hz, 60 Hz	周波
PHORT	系统相序	ABC, ACB	
DATE_F	日期格式	MDY , YMD	
FP_TO	前面板睡眠时间	OFF, 0.00 to 30.00钟	分钟
LER	故障录波长度	15, 30周波	周波
PER	故障前录波长度	1 to LER-1周波	周波

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/008035127112007005>