

继电保护培训教材

1.	系统准备知识.....	3.
1.1	电力系统的组成。.....	
1.2	一次设备、二次设备、电气主接线.....	
1.3	断路器、隔离开关、母线.....	
1.4	互感器.....	
2.	基本概念.....	4.
2.1	电力系统继电保护的概念与作用.....	
2.2	继电保护的基本原理、构成与分类.....	
2.2.1	基本原理.....	
2.2.2	构成.....	
2.2.3	分类.....	
2.3	对继电保护的基本要求.....	
2.4	微机保护装置的基本概念.....	
3.	保护种类.....	12.
3.1	过流保护.....	
3.2	电压联锁速断保护.....	
3.3	方向性电流保护.....	
3.4	线路的接地保护.....	
3.5	自动重合闸.....	
3.5.1	自动重合闸在电力系统中的作用.....	
3.5.2	对自动重合闸的基本要求.....	
3.5.3	三相自动重合闸.....	
3.5.4	重合闸动作时限的选择原则.....	
3.5.5	自动重合闸与继电保护的配合.....	
3.5.6	与低周低压减载的配合.....	
3.6	电压并列.....	
3.7	备用电源自投.....	
4.	元件保护.....	17.
4.1	电容器保护.....	
4.1.1	电容器故障和不正常运行情况.....	
4.1.2	电容器组的保护.....	
4.2	电动机保护.....	
4.2.1	电动机的故障类型.....	
4.2.2	电动机的不正常运行状态.....	
4.3	变压器保护.....	
4.3.1	变压器的故障类型.....	
4.3.2	变压器不正常工作状态.....	
4.3.3	应装设的继电保护装置.....	
4.4	发电机保护.....	
4.4.1	发电机的故障类型.....	
4.4.2	发电机的不正常运行状态.....	

4.4.3.	发电机的保护类型	
4.4.4.	发电机的失磁运行及其产生的影响.....	
5.	高压断路器的操作回路.....	21
5.1	高压断路器简介.....	
5.2	操作回路简介	
5.3	操作回路原理图.....	
5.3.1.	位置监视	
5.3.2.	合闸回路	
5.3.3.	手动操作与保护操作.....	
5.3.4.	跳闸回路	
5.3.5.	防跳回路	
5.3.6.	压力闭锁回路	
6.	产品硬件介绍.....	24
6.1	CSF206 系列装置的操作	
6.2	各单板功能介绍.....	
6.3	背板端子定义说明	
6.4	屏图说明	
6.5	CSF206L 的整体框图	
7.	综合自动化系统.....	30
7.1	综合自动化系统的构成	
7.2	保护测控装置	
7.3	总控及单元监控装置.....	
7.4	后台系统	
7.5	变电站配置说明.....	
8.	附录.....	35
8.1	电业安全工作规程	

加入：（1）常见问题处理；（2）工程实践经验总结

1. 系统准备知识

1.1 电力系统的组成。

电能成为国民经济不可缺少的一部分，生产和科学技术的进步，使得发电机单机容量不断增大，发电厂的规模不断扩大，输送距离增大，并且对电能的可靠性提出了更高的要求。于是逐步地将一个个孤立的发电厂、变电所连接起来，形成强大的电力系统。

电力系统由发电厂、变电所、输电线路、用户等部分组成。

发电厂把不同的能量转化成电能。在输电过程中，为了满足用户对经济供电的要求，就得采用多种电压等级的方式输送电能，电力系统中的电压等级的升高及降低，是通过变压器完成的，安装变压器及其它装置的整体，称为变电所。

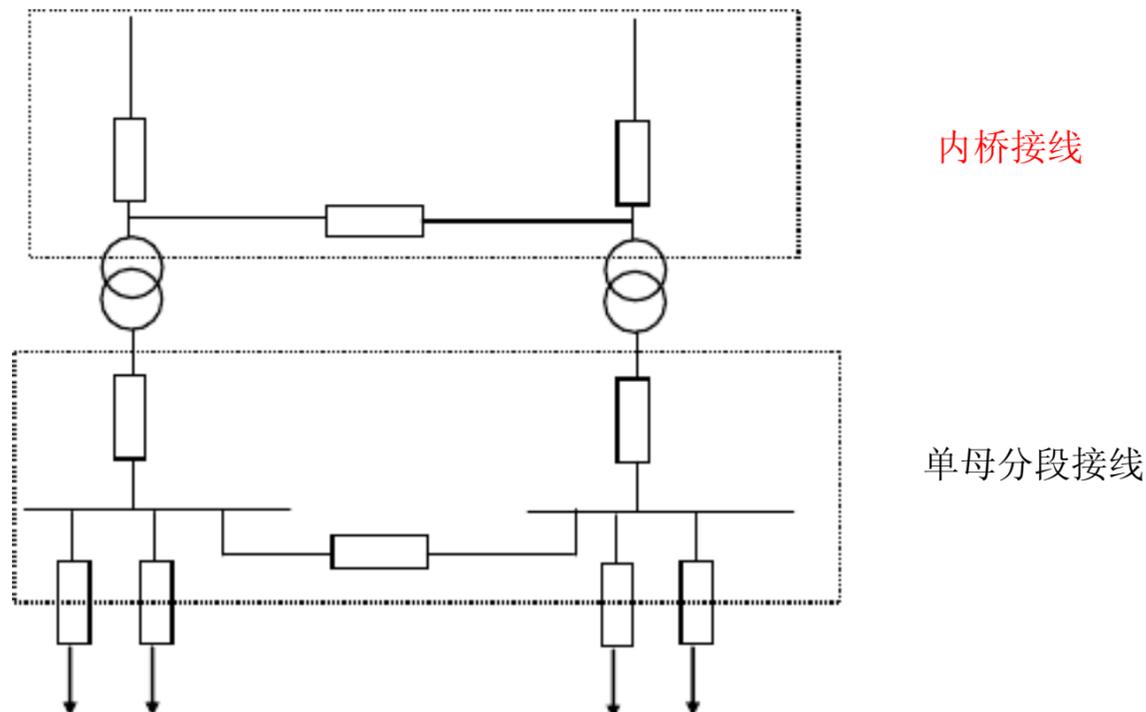
1.2 一次设备、二次设备、电气主接线

一次设备。直接生产和输配电能的设备称为一次设备。电能由发电机发出，经过一系列的一次设备直接送到用电器，从而完成电能的生产与使用的全过程。一次设备主要包括发电机、变压器、断路器、隔离开关、限流电抗器、母线、电缆、互感器等。

二次设备。对一次设备的工作进行**监察、测量、控制和保护**的辅助设备，称为二次设备。二次设备主要包括仪表、信号、继电保护装置和自动控制设备等。

电气主接线。在发电厂和变电所中，为了适应各种运行方式的需要，将各种设备根据要求，按着一定次序连接成为固定的电路。一次设备所连成的电路，称为一次电路或电气主接线。

常见的主接线为单母分段接线、内桥接线。典型接线图如下图所示。



1.3 断路器、隔离开关、母线

断路器：又称开关。是用于在高压电路正常或故障状态下，接通与断开电路的专用电器。断路器部分的触头部分装有特殊的灭弧装置。灭弧装置能迅速地熄灭在切断电路过程中触头间的电弧，使电路可靠迅速地断开。电力系统运行中，如果系统发生故障，则由继电保护装置动作，自动断开断路器，使故障点与系统正常部分断开。

隔离开关：又称刀闸。隔离开关的触头部分没有特殊的灭弧装置，它不能熄灭在切断电路过程中触头间所产生的电弧。隔离开关主要起隔离电压和切换电路的作用。隔离开关一般应与断路器串联接入电路。

母线：母线起着汇集和分配电能的作用。一段母线上有进线和出线，这些线路有共同的电压，但是负荷电流分配不同。变电站的主接线不同，所拥有的母线段数也不同。

1.4 互感器

电力系统中的一次信号一般都是很大的信号，如 10KV 的电压，5KA 的电流等等，这种大信号是无法输入保护装置及测量回路的，需要有一种装置把这些大信号按比例变换到小信号，这就是互感器。

目前大部互感器是应用变压器原理（即电磁感应原理）来变换电压和电流，这种互感器也称电磁式互感器。根据所变换的信号不同，互感器可分为电压互感器和电流互感器。

电压互感器和电流互感器是一次系统和二次系统间的联络元件，用以分别是向**测量仪表**（电度表、电流表、电压表）、**继电保护**及**自动装置**等供给信号，实现对电力系统的主要**运行参数的监测**。

互感器在电力系统中的作用具体表现在如下两个方面：

1) 将一次回路的高电压和大电流变换成二次回路标准的低电压、小电流。电压互感器二次侧的额定电压规定为 100V（线电压）或 57.7V（相电压）。电流互感器二次侧的额定电流规定一般为 5A。这可以使测量仪表和继保装置标准化、小型化，二次设备的绝缘水平按低电压统一的标准进行设计，以降低成本和价格，而且使用方便。

2) 一次系统和二次系统是通过互感器联络的，这样它就起到了一次高压与二次低压的隔离作用。**并且互感器必须有一点接地**，从而确保了运行人员和二次设备的安全。

电流互感器的特点和要求：

- 1) 一次绕组与高压回路串联， I_1 只取决于所在高压回路电流，而与二次负荷大小无关。
- 2) **二次回路不允许开路**，否则会产生危险的高电压，危及人身及设备安全。
- 3) CT 二次回路必须有一点直接接地，防止一、二次绕组绝缘击穿后产生对地高电压，但仅一点接地。

电压互感器的特点和要求：

- 1) 一次绕组与高压电路并联。
- 2) **二次绕组不允许短路**（短路电流烧毁 PT），装有熔断器。
- 3) 二次绕组有一点直接接地。

电流互感器在变电站中一般根据精度及量程分为两种，即保护 CT、测量 CT。在变压器保护中，保护 CT 还会分为过流 CT 及差动 CT。**电压互感器在大多数站里是保护和测量合用的**，但有的厂站也会分开。

虽然二次设备已经把电流和电压变为标准的低电流和低电压，但是仍不在计算机可以采集的信号量程内，所以，在百利四方 CSF 系列的产品中，交流采样板的任务就是将二次侧的电流和电压，通过自身的电流和电压变送器再次进行降低，降低到 AD 采样板可以接受的电流和电压等级。我们的保护 CT 和监测 CT 是分开的，PT 是共用的。

2. 基本概念

2.1 电力系统继电保护的概念与作用

1. 继电保护包括继电保护技术和继电保护装置。

* 继电保护技术是一个完整的体系，它主要由电力系统故障分析、继电保护原理及实现、继电保护配置设计、继电保护运行及维护等技术构成。

* 继电保护装置是完成继电保护功能的核心。

继电保护装置就是能反应电力系统中电气元件发生故障或不正常运行状态，并动作于断路器跳闸或发出信号的一种自动装置。如我公司现在的 DEP820 系列保护装置。

2. 电力系统的故障和不正常运行状态：（三相交流系统）

* **故障**：各种**短路**（三相短路、两相短路、单相接地短路等）和**断线**（单相、两相），其中最常见且最危险的是各种类型的短路。其后果：

- 1 电流增加 危害故障设备和非故障设备；
- 2 电压降低 影响用户正常工作；
- 3 破坏系统稳定性，使事故进一步扩大（系统振荡，互解）

* **不正常运行状态**：

电力系统中电气元件的正常工作遭到破坏，但没有发生故障的运行状态。如：过负荷、过电压、频率降低、系统震荡等。

以上不正常运行态可能会动作于发信号或动作于解列（跳闸）。

3. 继电保护装置的作用：

在最短的时间辨认出故障状态、不正常运行状态，并作出相应处理。

继电保护装置被形象的比喻为“静静的哨兵”

2.2 继电保护的基本原理、构成与分类

2.2.1. 基本原理

继电保护主要是为区分系统正常运行状态与故障或不正常运行状态，这就决定了其原理是找差别。举例说明：

故障时电流增加 —>过电流保护

故障时电压降低 —>低电压保护

区内故障功率方向与区外故障功率方向相反 —>方向保护

故障时阻抗降低 —>阻抗保护

区内故障与区外故障的差动电流（大小??）不同 —>电流差动保护

故障时有负序分量或零序分量 —>序分量保护

另外还有非电气量：瓦斯保护，过热保护

原则上说：只要找出正常运行与故障时系统中电气量或非电气量的变化特征（差别），即可找出一种原理，且差别越明显，保护性能越好。

继电保护分为两种原理：过量保护及欠量保护。所有的保护原理都是根据电流/电压/开入量套入原理中计算，最终得出一个结果：跳闸与否。

无论是过量或欠量，其实都是电力系统稳态与暂态的两种不同运行状态导致的各电气信号不平衡，如：过流、低压，低周等等。保护装置就要针对这种不平衡迅速反应，以最快的速度，最小的代价切除发生不平衡的故障区。

2.2.2. 构成

以过电流保护为例：

一般由测量元件、逻辑元件和执行元件三部分组成。

（1） 测量元件

作用：测量从被保护对象输入的**有关物理量模拟量**（如电流、电压、阻抗、功率方向等）。

（2） 逻辑元件

作用：根据测量部分输出量的大小、性质、输出的逻辑状态、出现的顺序或它们的组合，使保护装置按一定的原理及时序逻辑工作，最后确定是否应跳闸或发信号，并将有关命令传给执行元件。

（3） 执行元件：

作用：根据逻辑元件传送的信号，最后完成保护装置所担负的任务。如：故障时→跳闸；不正常运行时→发信号；正常运行时→不动作。

2.2.3. 分类

几种方法如下：

- (1) 按被保护的對象分类：输电线路保护、发电机保护、变压器保护、电动机保护、母线保护等；
- (2) 按保护原理分类：电流保护、电压保护、距离保护、差动保护、方向保护、零序保护等；
- (3) 按保护所反应故障类型分类：相间短路保护、接地故障保护、匝间短路保护、断线保护、失步保护、失磁保护及过励磁保护等；
- (4) 按继电保护装置的实现技术分类：机电型保护（如电磁型保护和感应型保护）、整流型保护、晶体管型保护、集成电路型保护及微机型保护等；
- (5) 按保护所起的作用分类：主保护、后备保护、辅助保护等；

主保护——满足系统稳定和设备安全要求，能以最快速度有选择地切除被保护设备和线路故障的保护。

后备保护——主保护或断路器拒动时用来切除故障的保护。又分为远后备保护和近后备保护两种。

①远后备保护：当主保护或断路器拒动时，由相邻电力设备或线路的保护来实现的后备保护。

②近后备保护：当主保护拒动时，由本电力设备或线路的另一套保护来实现后备的保护；当断路器拒动时，由断路器失灵保护来实现后备保护。

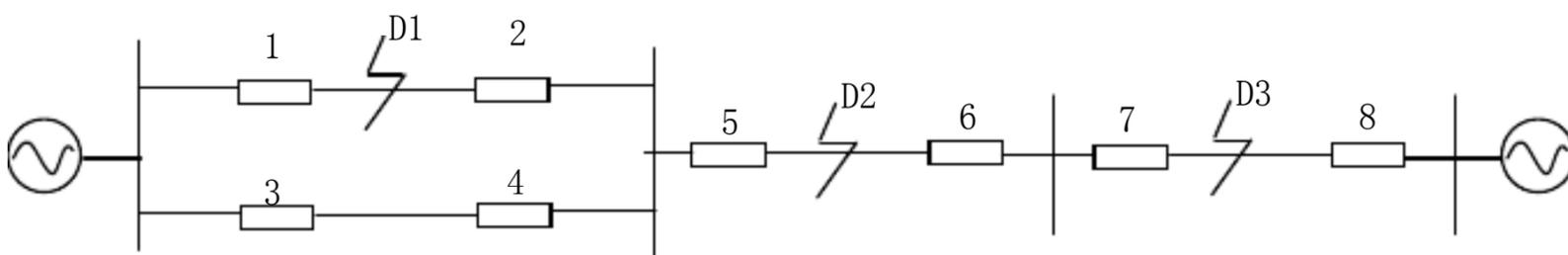
辅助保护：为补充主保护和后备保护的性能或当主保护和后备保护退出运行而增设的简单保护。

2.3 对继电保护的基本要求

对动作于跳闸的继电保护，在技术上一般应满足四个基本要求：选择性、速动性、灵敏性、可靠性。即保护四性。

- (一) 选择性（最小的代价）：选择性是指电力系统发生故障时，保护装置仅将故障元件切除，而使非故障元件仍能正常运行，以尽量缩小停电范围。

例：



当 D1 短路时，保护 1、2 动→跳 1DL、2DL，有选择性

当 D2 短路时，保护 5、6 动→跳 5DL、6DL，有选择性

当 D3 短路时，保护 7、8 动→跳 7DL、8DL，有选择性

若保护 7 拒动或 7DL 拒动，保护 5 动→跳 5DL（有选择性）

若保护 7 和 7DL 正确动作于跳闸，保护 5 动→跳 5DL，则越级跳闸（非选择性）

小结：选择性就是故障点在区内就动作，区外不动作。当主保护未动作时，由近后备或远后备切除故障，使停电面积最小。因远后备保护比较完善（对保护装置 DL、二次回路和直流电源等故障所引起的拒绝动作均起后备作用）且实现简单、经济，应优先采用。

- (二) 速动性（最快的速度）：快速切除故障。

其目的是：提高系统稳定性；减少用户在低电压下的动作时间；减少故障元件的损坏程度，避免故障进一步扩大。

$$T = t_{bh} + t_{DL};$$

T —故障切除时间；

t_{bh} —保护动作时间；

t_{DL} —断路器动作时间；

一般的快速保护动作时间为 0.06~0.12s，最快的可达 0.01~0.04s。

一般的断路器的动作时间为 0.06~0.15s，最快的可达 0.02~0.06s。

(三) 灵敏性：指在规定的保护范围内，对故障情况的反应能力。满足灵敏性要求的保护装置应在区内故障时，不论短路点的位置与短路的类型如何，都能灵敏地正确地反应出来。

对反应于数值上升而动作的称为过量保护（如电流保护）

对反应于数值下降而动作的称为欠量保护（如低电压保护）

(四) 可靠性（**不拒动、不误动**）：指发生了属于保护装置该动作的故障，它能可靠动作，即不发生拒绝动作（拒动）；而在不该动作时，能可靠不动，即不发生错误动作（简称误动）。

影响可靠性有内在的和外在的因素：

内在的：装置本身的质量，包括元件好坏、结构设计的合理性、制造工艺水平、内外接线简明，触点多少等；

外在的：运行维护水平、调试是否正确、正确安装

上述四性是分析研究继电保护性能的基础，它们之间既有矛盾的一面，又有在一定条件下统一的一面。

2.4 微机保护装置的基本概念

微机保护装置实际上就是 1 个具有继电保护功能的微机系统，因此，它具有一般微机系统的基本结构，为了实现继电保护功能也有自己的独特之处。微机保护装置的硬件系统一般包含以下部分：**模拟量输入、开入量输入、数据处理单元、开出量输出、人机界面、装置电源及通信接口**。对国内装置来说，大部分还包括断路器的**操作回路**。

模拟量输入：采集保护对象的电流、电压值，并通过变换，使用微机系统可采集。采用小型互感器。

开入量输入：又称数字量输入、遥信输入。主要是信号量的输入，用于保护装置的投退及现场信号（0、1）的采集。采用光耦采集的办法。

数据处理单元：即 CPU 板。对采样的模拟量、数字量进行逻辑运算，并得出最终的开出值。

开出量输出：主要指跳闸接点、重合闸接点、信号接点等。

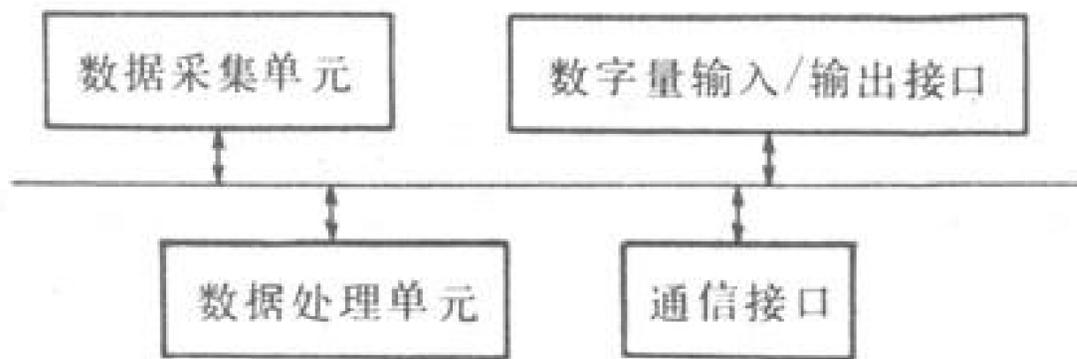
人机界面：用于用户的操作，**一般微机保护装置均自带小键盘与液晶**。

装置电源：用于提供整个装置的电源系统。

通信接口：微机保护装置与总控单元或后台系统的接口，上传详细的装置信息。通讯接口主要是为了满足变电站综合自动化的接口。

2.4.1. 微机保护的基本结构

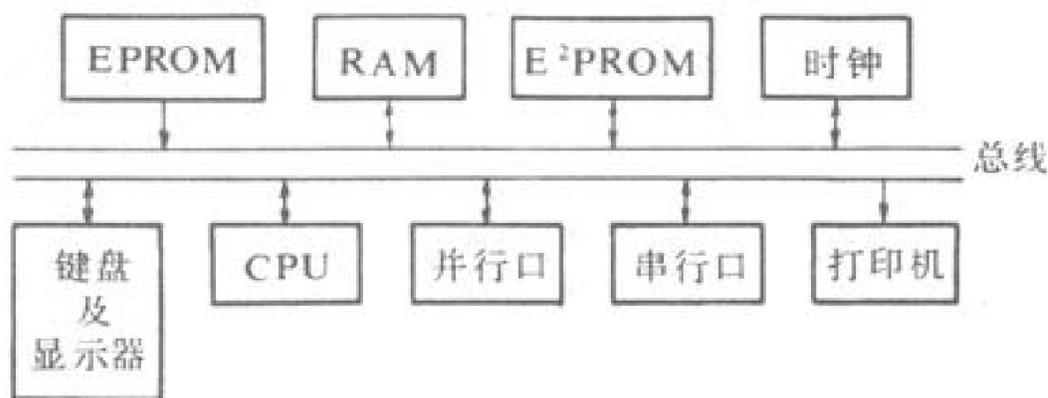
微机保护装置实际上就是 1 个具有继电保护功能的微机系统，因此，它具有一般微机系统的基本结构，为了实现继电保护功能也有自己的独特之处。图 1-1 示出微机保护装置的硬件系统方框图。它包含以下四部分：



- 1) 数据
- 2) 数据采集单元，即模拟量输入系统；
- 3) 数字量输入/输出接口，即开关量输入/输出系统；
- 4) 通信接口。

2.4.2. 数据处理单元

数据处理单元即微机主系统是微机保护装置的核心部分。图 1-2 是一个典型的微机保护装置中数据处理单元的方框图。其中各方框内容简单介绍如下。



存储器（EPROM、RAM 和 E²PROM）在微机保护装置中存储器用来存放程序、采样数据、中间运算结果和定值。目前是，微机保护尚未完全定型，一般都采用 EPROM 而用掩膜 ROM 存放程序。EPROM 的编程需要 12~24V 的高电压下进行。在编程前需将芯片放在紫外线灯下照射擦洗干净。

采样数据、中间运算结果和标志则需存放在 RAM 中以便随时存取。

继电保护的定值具有常数性质，但在运行过程中可能要承受系统的运行方式而改变。另外，定值应当不受装置停电的影响。由此可见，将定值放在 E²PROM 中是适宜的。早期将定值放在 EPROM 中是因为当时 E²PROM 芯片价格较贵。由于 EPROM 不具有电可擦性质，用 EPROM 存放定值时通常将其存储空间分成许多页，每页的容量应足够存放所有的定值。以后修改定值时无需将原定值擦去，而是写入下一页。使用 EPROM 存放定值需在装置中配备写入电路。

时钟 时钟电路为保护装置的各种事件记录提供时间基准。它具有独立的振荡器及专用的充电电池，故装置停电时时钟电路仍能运行。目前市场上有多功能与微机接口的时钟芯片。

键盘、显示器和串行口 它们主要作为本地的人—机接口，如修改和显示定值等。它们都有标准的接口电路，可查阅有关资料。

打印机 微机保护中打印机主要是用来打印定值、故障报告等。一般都使用并行打印机。为了避免打印机带来的干扰，通常用光耦将保护装置与打印机隔离。近几年为了减少干扰的影响，也有采用串行打印机的装置出现。

CPU 一般地讲，主要是根据保护的功能程序选择 CPU 类型。原理复杂、动作速度快的保护选择比较高档的 CPU。随着大规模集成电路制造技术的不断发展，已有品种繁多的 CPU 可供选择。80 年代初期开发的微机保护多采用单片微处理器如 Intel 8086、MC6809 等。将

这种 CPU 和存贮器、时钟发生器等支持芯片装在 1 块印刷电路板上就构成了单板机。80 年代中期以后，出现了将 CPU、存贮器、定时器以及 I/O 接口等集中在 1 块总片上的单片机。微机保护作为一种专用的控制装置采用单片机是适宜的，这是因为：

(1) 可靠性高。相当于一般规模的单板机的主要电路都集成在 1 块芯片上，所以单片机的抗电磁干扰、抗尘埃污染等能力都比单板机强。

(2) 性能高。由于主要部件都集成在芯片内部。如 MCS-96 系列单片机内部的 RAM 都有累加器的功能（不再有专门的累加器），整体运算速度大大提高，编程也更加简洁。

(3) 微型化。这节省了空间。

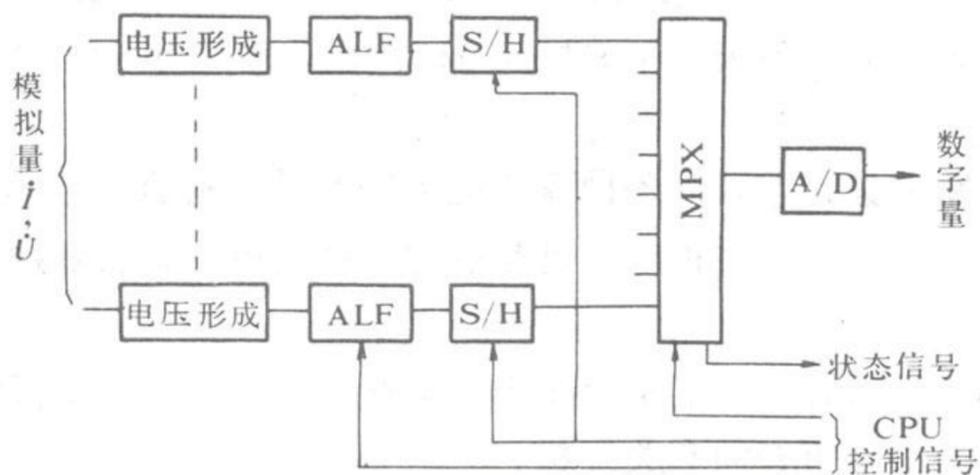
(4) 允许温度范围宽。一般单板机上 CPU 的温度范围为 $0\sim 70^{\circ}\text{C}$ ，而工业级的单片机为 $-40\sim 85^{\circ}\text{C}$ 。

(5) 价格低廉。

(6) 一般单片机都有支持多机通信的串行口，便于构成多单片机的保护装置。Intel 公司还推出了位总线局部网络控制器 8044，为变电站内微机联网提供了良好条件。

2.4.3. 数据采集单元

数据采集单元即模拟量输入系统，其作用是将保护元件（线路、变压器和母线等）的电流互感器和电压互感器二次侧的模拟量电流和电压变换成数据处理单元能够使用的数字量。图 1-3 是一种常用数据采集单元的方框图。其中各方框的作用和构成介绍如下。



1. 电压回路形成

电压形成回路是将被保护元件 TA 和 TV 二次电流和电压变换成满足模/数 (A/D) 变换器量程（一般为 $\pm 10\text{V}$ ）所要求的电压。通常采用电流—电压变换器和辅助电压互感器完成上述变换。这些变换器或互感器也起电气隔离作用。变换器的一次与二次绕组之间有屏蔽层，对高频干扰有一定的抑制作用。

2. 模拟低通滤波器 (ALF)

为了使模拟量经采样后所得的离散信号可以不失真地还原出原来的信号，根据采样定理，模拟量在采样前应采用模拟低通滤波器滤除频率高于采样频率 Ω_s 一半 ($\Omega_s/2$ 称为折叠频率) 的信号。

3. 采样/保持器 (S/H)

微机保护中的采样/保持器有两个作用：①保证在 A/D 变换过程中输入模拟量保持不变；②保证各通道同步采样，使各模拟量的相位关系经过采样后保持不变。

4. 多路开关 (MPX)

多路开关是一种电子型的单刀多掷开关，在数据采集系统中，用来将各路 S/H 中保持的模拟信号分时地接通于 A/D 变换器的输入端。常用的多路开关有 8 路、16 路等，可以接通单端或双端（即差分）信号。多路开关的接通与断开由外部控制。

5. 模/数变换器 (A/D)

A/D 变换器的作用是将模拟通道中已离散化的信号（保存在 S/H 中的模拟量）转变为计算机

所需要的数字量。

2.4.4. 数字量输入回路

微机保护输入的数字量包括面板上的切换开关、从装置外面引进的触点（如断路器的位置触点）、来自收信机的收信触点及由值班人员操作的装置压板等。

面板上的开关量可直接引到微机的并行口，如图 5-9 所示。CPU 可随时查询到开关 S 的状态。一般外部触点与装置的距离较远，通过连线直接引入装置会带来干扰，帮采用光耦隔离，并用与微机系统相独立的电源，如图 5-10 所示，光耦内发光二极管与光敏三极管集成在 1 个芯片内，如图 5-10 中虚线框所示。发光管与光敏管之间无电磁联系，它们之间的分布电容仅有几个皮法，因此由外部连线带来的干扰被大大地削弱。

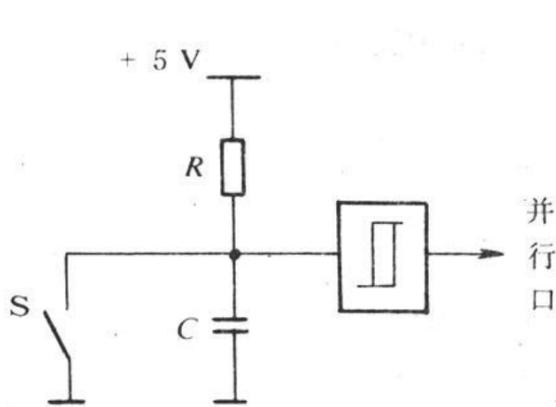


图 5-9 面板上开关量的引入方法

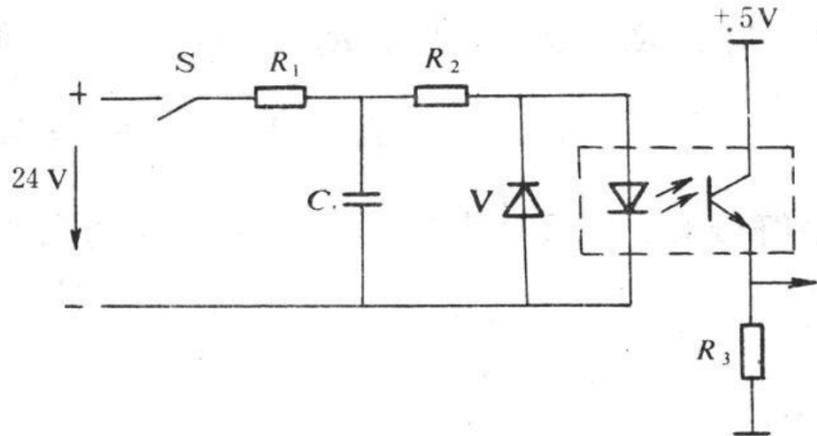


图 5-10 外部开关量的引入方法

2.4.5. 数字量输出回路

微机保护装置输出的数字量包括面板上显示的信号、控制发信机的触点输出、保护出口跳闸和发出中央信号的触点输出等。

面板上的显示信号采用发光二极管直接与逻辑门的输出端相连，如图 5-11 所示。发光二极管有体积小、功耗低的优点。保护装置发出的跳闸命令和中央信号等都采用继电器触点输出的方式。继电器采用与微机系统相独立的电源（不共地）并用光耦隔离，如图 5-12

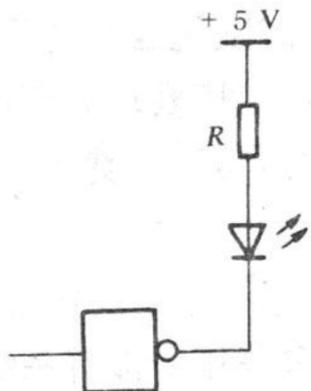


图 5-11 面板显示信号

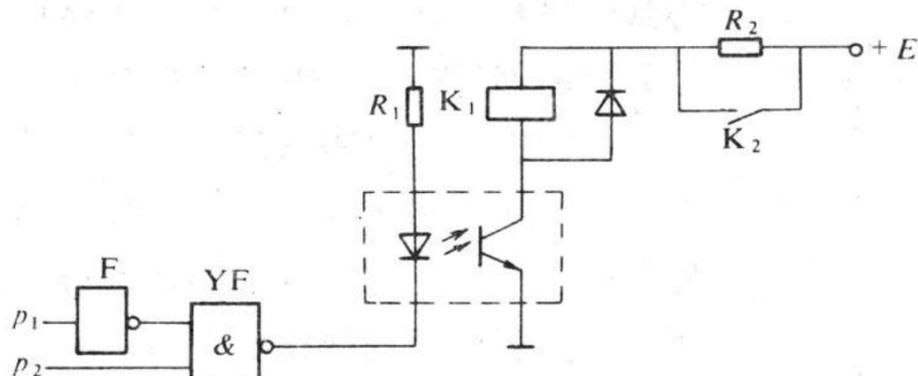


图 5-12 继电器输出方式

所示。图 p_1 和 p_2 来自微机中同 1 个并行口。 p_1 经过非门 F 同与非门 YF 相连，而 p_2 则直接与 YF 相连。这可防止在直流电源电压变动时造成出口继电器 K 误动。

出口继电器 K_1 的正电源由保护启动元件 K_2 的触点接通。启动元件与微机系统完全独立。这样任何一方面故障都不会导致保护误出口。图 5-12 中在 K_2 触点旁并联 1 个阻值大，故即使光耦被击穿，继电器 K_1 也不会动作。

2.4.6. 通信接口

近年来随着计算机技术的快速发展，变电站内基于微机的装置不断增多，变电站的综合自动化已逐渐开始实现。图 5-13 为变电站综合自动化的计算机分层系统示意图。站内各种微机控制、测量及监视装置之间可以实现数据共享。由于保护的重要性，各种微机保护必须保持自身的独立性，即变电站主计算机故障时不会影响保护的工作。在综合自动化的

分层系统中微机保护装置除完成保护的功能外，还向站主机传送故障报告、事件记录等。它们之间的通信速率为几千波特就可以满足要求。在变电站无人值班时调度所可通过站主机对微机保护实行远方控制，如修改定值等。

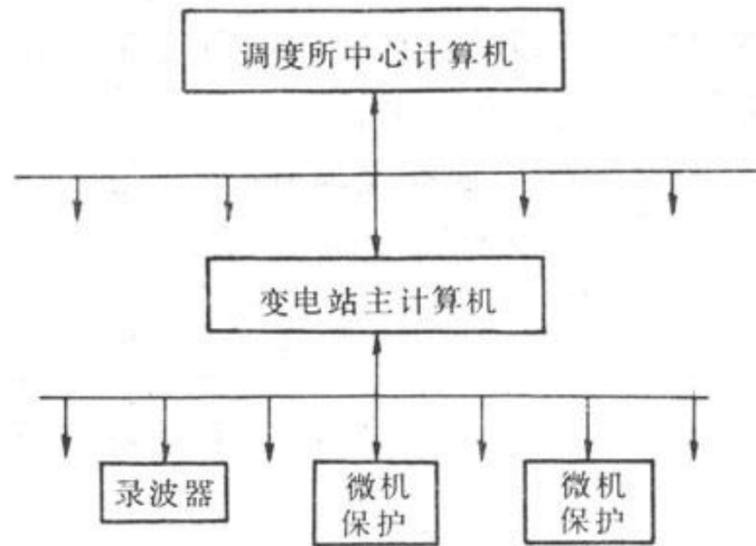
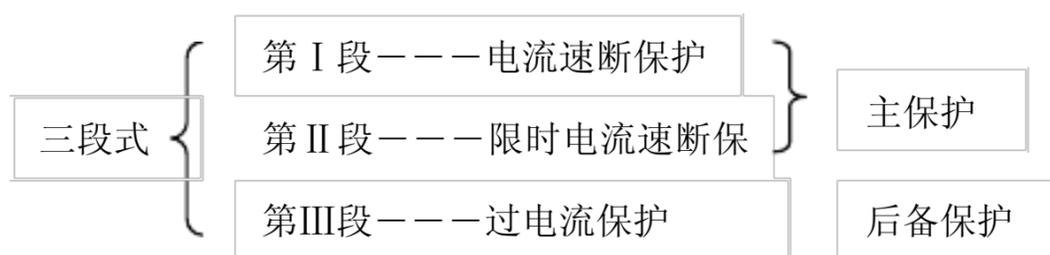


图 5—13 变电站计算机分层系统示意图

3. 保护种类

3.1 过流保护

配置：



一、电流速断保护（第 I 段）：

对于仅反应于电流增大而瞬时动作电流保护，称为电流速断保护。为了保护的选择性，动作电流按躲过本线路末端短路时的最大短路电流整定。

仅靠动作电流值来保证其选择性

能无延时地保护本线路的一部分（不是一个完整的电流保护）。

二、限时电流速断保护（第 II 段）

任何情况下能保护线路全长，并具有足够的灵敏性。在满足要求前一条的前提下，力求动作时限最小。

因动作带有延时，故称限时电流速断保护。

限时电流速断保护的保护区大于本线路全长

依靠动作电流值和动作时间共同保证其选择性

与第 I 段共同构成被保护线路的主保护，兼作第 I 段的近后备保护。

三、定时限过电流保护（第 III 段）

作为本线路主保护的近后备以及相邻线下一线路保护的远后备。其起动电流按躲最大负荷电流来整定的保护称为过电流保护，此保护不仅能保护本线路全长，且能保护相邻线路的全长。

第 III 段的 I_{dz} 比第 I、II 段的 I_{dz} 小得多，其灵敏度比第 I、II 段更高；

在后备保护之间，只有灵敏系数和动作时限都互相配合时，才能保证选择性；

保护区是本线路和相邻下一线路全长；

电网末端第 III 段的动作时间可以是保护中所有元件的固有动作时间之和（可瞬时动作），故可不设电流速断保护；末级线路保护亦可简化（I + III 或 III），越接近电源， n 越长，应设三段式保护。

3.2 电压联锁速断保护

电流速断保护具有很好的快速性，但当系统运行方式变化很大时，保护区可能很小，甚至没有保护区。为了在不增加保护动作时限的条件下增长保护区，可以再加一个低电压联锁逻辑。

简而言之，在故障情况下，电流增大，同时电压降低，必须电流大于电流定值，而电压小于电压定值时，还可以出口跳闸。

此外，还有复合电压联锁速断保护，复合电压由低电压元件与负序电压元件构成。

3.3 方向性电流保护

双电源多电源和环形电网供电更可靠，但却带来新问题。背侧与区内短路电流不易区分。

没有选择性。

原因分析：反方向故障时对侧电源提供的短路电流引起误动。

解决办法：加装方向元件——功率方向继电器。仅当它和电流测量元件均动作时才启动逻辑元件。这样双侧电源系统保护系统变成针对两个单侧电源子系统。

电流规定方向：从母电流向线路为正。

电流本身无法判定方向，需要一个基准——电压。

因此，利用判别短路功率方向或电流、电压之间的相位关系，就可以判别发生故障的方向。

死区：当正方向出口短路时，电压降到很低，甚至为零。这样功率方向判据中的方向公式最终结果为 0，没有方向，这种情况称之为死区。消除办法：加电压记忆回路。

3.4 线路的接地保护

大接地电流系统：系统中主变压器中性点直接接地在此系统中，当发生接地故障时，通过变压器接地点构成短路通路，使故障相流过很大的短路电流。

110KV 及以上电网

中性点直接接地系统

60KV 及以下电网

中性点不接地或不直接接地（小接地电流系统）

运行经验表明，在中性点直接接地系统中，单相接地故障几率占总故障率的 70% ~ 90%。所以如何正确设置接地故障的保护是该系统的中心问题之一。而在该系统中发生单相接地故障，系统中会出现零序分量，而正常运行时无零序分量。故可利用零序分量构成接地短路的保护。我公司产品中变压器后备保护中就使用了零序过流保护元件。

小接地电流系统：中性点不接地或经过消弧线圈和高阻抗接地的三相系统，称为“**小电流接地系统**”。

在小接地电流系统中，当发生单相接地时，由于故障点的电流很小，且三相电压仍保持对称，对负荷供电没有影响，因此，一般都允许再继续运行 1-2 小时，而不必立即跳闸。但是单相接地后，非故障相对地电压升高 1.732 倍，会危害绝缘。为防止故障进一步扩大，要求继电保护装置能有选择地发出信号，以便运行人员及时处理。

我公司的保护产品中，套管零序功率方向保护（IFP0）即为小接地系统的选线功能。

3.5 自动重合闸

3.5.1. 自动重合闸在电力系统中的作用

自动重合闸装置是将因故障跳开后的断路器按需要自动投入的一种自动装置。

运行经验表明，架空线路大多数故障是瞬时性的，如：

- (1) 雷击过电压引起绝缘子表面闪络。
- (2) 大风时的短时碰线。
- (3) 通过鸟类身体（或树枝）放电。

此时，若保护动——>熄弧——>故障消除——>合断路器——>恢复供电。

自动重合闸的作用：

- (1) 对暂时性故障，可迅速恢复供电，从而能提高供电的可靠性。
- (2) 对两侧电源线路，可提高系统并列运行的稳定性，从而提高线路的输送容量。
- (3) 可以纠正由于断路器或继电保护误动作引起的误跳闸。

但是，自动重合闸本身不能判断故障是瞬时性的，还是永久性的。所以若重合于永久性故障时，其不利影响：

- (1) 使电力系统又一次受到故障的冲击；
- (2) 使断路器的工作条件恶化（因为在短时间内连续两次切断短路电流）。

据运行资料统计，自动重合闸成功率 60~90%，经济效益很高，所以在电力系统中得到了广泛应用。

3.5.2. 对自动重合闸的基本要求

- (1) 动作迅速。一般 0.5秒~1.5秒。
- (2) 不允许任意多次重合，即动作次数应符合预先的规定，如一次或两次（最多四次）。
- (3) 动作后应能自动复归，准备好再次动作。
- (4) 手动跳闸时不应重合（手动操作或遥控操作）。
- (5) 手动合闸于故障线路不重合（多属于永久性故障）。

3.5.3. 三相自动重合闸

（一）单侧电源线路的三相一次重合闸：

当线路上故障（单相接地短路、相间短路）——>保护动作跳开三相——>重合闸起动——>合三相：故障是瞬时性的，重合成功；故障是永久性的，保护再次跳开三相，不再重合。

（二）两侧电源线路三相一次重合闸：

1、应考虑的两个问题：

(1) 时间的配合：考虑两侧保护可能以不同的延时跳闸，此时须保证两侧均跳闸后，故障点有足够的去游离时间。

(2) 同期问题：重合时两侧系统是否同期的问题以及是否允许非同期合闸的问题。

在两侧的断路器上，除装有单侧电源线路的自动重合闸外，在一侧（M 侧）装有低电压继电器，用以检查线路上有无电压（检无压侧），在另一侧（N 侧）装有同期检定继电器，进行同期检定（检同期侧）。

1) 工作过程：

当线路短路时，两侧 DL 断开，线路失去电压，M 侧低电压继电器动作，经自动重合闸重合。a、重合成功，N 侧同步检定继电器在两侧电源符合同步条件后再进行重合，恢复正常供电；b、重合不成功，保护再次动作，跳开 M 侧 DL 不再重合，N 侧不重合。

2) 两点说明：

a、有上述分析可见，M 侧 DL 如重合于永久性故障，就将连续两次切断短路电流，所以工作条件比 N 侧恶劣，为此，通常两侧都装设低电压继电器和同步检定继电器，利用联结片定期切换其工作方式，以使两侧工作条件接近相同。

b、在正常工作情况下，由于某种原因（保护误动、误碰跳闸机构等）使检无压侧（M 侧）误跳闸时，因线路上仍有电压，无法进行重合（缺陷），为此，在检无压侧也同时投入同步检定继电器，使两者的触点并联工作。这样，在上述情况下，同步检定继电器工作，可将误跳闸的 DL 重新合闸。

注：在使用同步检定的一侧，绝对不允许同时投入无压检定继电器。

3.5.4. 重合闸动作时限的选择原则

1、单侧电源线路的三相重合闸：

原则上越短越好，但应力争重合成功，保证：

(1) 故障点电弧熄灭、绝缘恢复；

(2) 断路器触头周围绝缘强度的恢复及消弧室重新充满油，准备好重合于永久性故障时能再次跳闸，否则可能发生 DL 爆炸，如果采用保护装置起动方式，还应加上 DL 跳闸时间。

根据运行经验，采用 0.5 到 1 秒左右。

2、两侧电源线路的三相重合闸：

除上述要求外，还须考虑时间配合，按最不利情况考虑：本侧先跳，对侧后跳。

3.5.5. 自动重合闸与继电保护的配合

两者关系极为密切，保护可利用重合闸提供的便利条件，加速切除故障，一般有如下两种配合方式：

1、重合闸前加速保护（简称“前加速”）

只在线路首端安装重合闸。**故障时先无选择地跳闸，再由重合闸重合**，若成功，恢复正常供电；若不成功，按选择性动作。

优点：快速切出故障，设备少。

缺点：永久性故障，再次切除故障的时间可能很长；装 ZCH 的 DL 动作次数多，若 DL 拒动，将扩大停电范围。

主要用于 35KV 以下的网络。

2、重合闸后加速保护（简称“后加速”）

每条线路上均装有选择性的保护和 ZCH。

第一次故障时，**保护按有选择性的方式动作跳闸，若是永久性故障，重合后则加速保护动作，切除故障。**

优点：第一次跳闸时有选择性的，再次切除故障的时间加快，有利于系统并联运行的稳定性。

缺点：第一次动作时间可能时限稍长。

应用于 35KV 以上的高压网络中。

3.5.6. 与低周低压减载的配合

当电力系统发生有功功率缺额引起系统频率大幅度下降时，按频率下降的不同程度自动断开相应的非重要负荷，阻止频率下降，并且频率迅速恢复到某期望值，这种安全自动装置称为自动低周（或低频）减载装置。

由于低周减载是属于线路的不正常运行状态，不需要重合闸，故低周减载动作后，应去闭锁重合闸。

3.6 电压并列

电压并列是一种控制 PT（电压互感器）的自动装置。

电压并列主要应用于单母线分段情况下。两段母线上各有一台 PT，正常运行时两 PT 各自给保护及测量装置提供二次电压，当其中一台 PT 检修时，本段母线上的保护测量装置不能失压，这时便采用了电压并列的方式。将分段开关合上，此时两段母线上 PT 的测量电压均相同，这时，把两段电压并列，其中一台 PT 退出运行，由工作 PT 提供两段母线上的保护及测量装置所需的二次电压。

此外，对于双母线接线中，还需要一种电压切换的自动装置。在双母线接线中，两根母线上都有 PT，而断路器只能挂在一根母线上，该断路器上的保护、测量回路所需的电压也必须接入相应 PT 的量。电压切换就是把相应 PT 的电压切入装置的一种装置。它利用断路器刀闸的辅助接点，对两路电压进行切换。

3.7 备用电源自投

在现代电力系统中，为满足电网经济运行及可靠供电，常采用备用电源自动投入装置。备用电源自投装置使系统自动装置与继电保护装置相结合，是一种对用户不中断供电的经济

而又有效的技术措施。

一次系统的运行方式可能会根据需要而变动。为了自适应一次系统，备自投也有多种运行方式，但基本上都遵循以下的总则：

1. 工作母线失压（非 PT 断线造成）；
2. 跳开与原工作电源相连接的断路器，以免备用电源合闸于故障；
3. 检查备用电源是否合格，如满足要求则合上工作母线与备用电源相连的断路器。
4. 备自投只动作一次。

备自投适用的常见主接线方式如下：

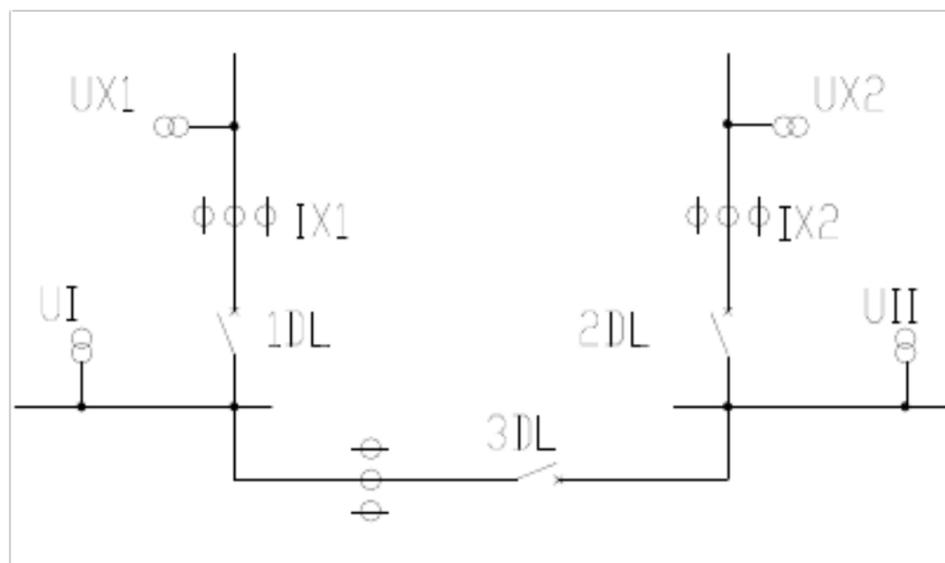


图 1 常见主接线方式

图中，UX1 和 UX2 表示进线的任一相电压；IX1 和 IX2 表示进线任一相电流；UI、UII 为一段母线和二段母线电压。1DL、2DL、3DL 为系统中的断路器。

在这种接线方式下，共有三种可能的运行方式，从而也就有三种备自投方式。以下分别详细说明。

第一种运行方式：

3DL 处于断开位置，I、II段母线分裂运行，分别由进线 1、进线 2 供电。在这种运行方式下，如果进线 1 故障，导致 I 段母线失压，此时备自投装置应能自动断开运行断路器 1DL，然后再投入分段开关 3DL，使母线 I 恢复供电。反之亦然。

第二种运行方式：

1DL 与 3DL 处于合闸位置，2DL 断开。正常运行时由进线 1 给两条母线供电。在这种运行方式下，如果进线 1 故障，导致两段母线均失压，此时备自投装置应能自动断开运行断路器 1DL，然后再投入 2DL，使进线 2 给母线供电。

第三种运行方式与第二种相似，正常时由进线 2 工作，进线 1 备用。

只要有足够的开入量和模拟量信息，在这种主接线方式就可以完成各种备自投功能。

备用电源和备用设备自动投入装置的动作时间的确定，是以使负荷的停电时间尽可能短为原则，以减少电动机的自启动时间。

4. 元件保护

4.1 电容器保护

电力系统是个瞬时系统，在这个系统中有功和无功应随时保持平衡。有功功率不足则会导致系统频率的下降，无功功率不足则会导致系统电压的下降。所以电压和频率是电网电能质量的重要指标。

在变电所的中、低压侧，通常装设并联电容器组（或称并联补偿电容器），以补偿系统无功功率的不足，从而提高电压质量，降低电能损耗，提高系统运行的稳定性。

电容器组可以接成星形、双星形，或三角形。在大容量的电容器组中，**为限制高次谐波的放大作用，可在每相电容器组中串接一只小电抗器。**

4.1.1. 电容器故障和不正常运行情况

电容器组一般应配置反应下列故障和不正常运行情况的保护装置：

- 1、电容器组和断路器之间连接线的短路；
- 2、电容器内部极间短路；
- 3、电容器组中多台电容器故障；
- 4、电容器组过负荷；
- 5、电容器组的母线电压升高；
- 6、电容器组失压。

4.1.2. 电容器组的保护

对电容器组和断路器之间连接线的短路，宜装设带短时限的过电流保护，动作于跳闸。保护应带 0.2 以上时限，以躲过电容器组投入时的涌流。

并联电容器组由许多台单个的电容器串、并联组成。内部极间短路一般采用专用的熔断器进行保护。

当电容器组多台电容器故障时，其电压或电流就会不平衡，可采用不平衡电流或不平衡电压来进行保护。具体保护方法视电容器组的接线方式而定。

电容器组的过负荷是由系统过压及高次谐波所引起的。按规定电容器只能在 1.1 倍额定电流下长期运行，超过允许值时，应反应于信号或跳闸。故电容器应装设反应稳态电压升高的过电压保护。

给电容器组供电的线路因故障断开后，电容器组失去电源，开始放电，其上电压逐渐降低。若残余电压未放电到 0.1 倍额定电压时，线路重合使电容器组重新充电，这样可能使电容器组承受高于长期允许的 1.1 倍额定电压的合闸过压，从而导致电容器组的损坏，因而应装设低电压保护。

需注意的是，电容器的低电压保护判据与其它元件的低电压原理不同。

电容器不平衡保护原理，接线方法

4.2 电动机保护

电动机分为异步电机和同步电机两种，中小型电机一般都采用异步电机，而大中型电机则采用同步电机。**CSF206GB 主要是面对异步电机的保护后备保护，CSF206GA 是面对容量在 2000KW 及以上的电动机差动保护。**

4.2.1. 电动机的故障类型

电动机的故障主要是定子绕组的相间故障，其次是单相接地短路和一相绕组的匝间短路。

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/828125100041007002>