

电力系统可编程序继电器保护初探

合肥工业大学

胡明远 沈明玉

摘要

本文将探讨一种电力系统继电器保护的新技术、新装置。

电力系统可编程序继电器保护,运用可编程序控制技术,以传统继电器控制概念为软件设计思想;用逻辑触点完全代替传统继电器保护中的物理触点;以程序代替传统继电器保护中的连接线;以电气操作维护人员和电气工程师们所熟悉的梯形图语言代替通用计算机语言;并采用模块化的封装结构,使其具有工作可靠、安装简单、维护方便等一系列优点,并可以在恶劣环境下运行。由于采用了微机技术,使其具有能够自动显示、自动检查各触点的工作状态等功能,有利于除隐患。可望为电力系统安全运行提供更可靠的保证,也给调试和查错提供方便。

一 前 言

电子技术特别是超大规模集成电路的迅速发展,给电力系统继电器保护带来了蓬勃生机。六十年代初以来,静态继电器从晶体管型发展到以数字原理为一设计基础的第三代产品。八十年代初期,日本又推出“数字电流差动继电器”,首创了以微处理机为设计基础的第四代产品。

本文介绍的以可编程序控制技术为设计基础的电力系统可编程序继电器保护,将作为新一代产品问世。

可编程序控制技术的核心是可编程序控制器(Programmable Controller)简称PC。PC最初运用于继电器保护中作为取代继电器控制盘为主的顺序控制装置。近年来PC发展极为迅速,应用面越来越广泛。它的主要功能和特点:

1. 条件控制:PC具有逻辑运算功能,可以代替继电器进行开关量的控制。
2. 时限控制:PC具有定时控制功能,它为用户提供了若干个电子定时器,并设置了定时指令,可根据用户的设定值对某个操作进行限时控制或延时控制。
3. 计数控制:PC具有计数控制功能。它为用户提供了若干个计数器,并设置了计数指令。计数值可以在运行中读出和修改,操作灵活方便,这是继电器控制屏无法比拟的。
4. 步进控制:PC具有步进控制功能,它在前道工序指令完成之后,方能转入下

道工序指令，并且一台PC可做为多台步进控制器使用。

5. A/D、D/A转换：PC具有模拟量与数字量之间的相互转换，A/D、D/A的转换在PC中做成模块插件，选择与调换极为方便。

6. 数据处理：有的PC具有数据处理功能，还可以对数据存储器进行间接寻址及与打印机相连接，完成有关数据和程序的打印工作。

7. 通讯和联网：由于在PC中采用了通讯技术，实现了远程I/O通道控制，可实现多台PC之间的相互联接。

8. 对控制系统进行监控：PC设置了较强的监控功能。它能记忆某些异常情况，或在异常情况发生时自动终止运行。操作人员通过监控命令可以监视有关部分的运行状态，调整定时、计数等整定值。

9. 冗余处理功能：在某些可靠性要求很高的场合，运用容错技术，可以构成双重或三重PC控制的冗余机构：两台PC可互为动态备用，同时运行。运行过程中，若出现两台不一致，就封锁PC的输出，并将控制功能从工作PC自动切换到备用PC，三重冗余机构则是采用多数表决的方法来检出错误并切除故障。

10. 小型化、模块化：可灵活选用不同功能的模块在同一框架上进行组合。

11. 梯形图编程，易学易懂，使用方便。由于PC使用梯形图编程，对用户来说，除突出计算机可编程序的优点外，几乎可以不考虑计算机的一切特性，这就基本消除了电气操作人员与计算机之间的专业隔阂。

PC所具有的这些功能和特点，使电力系统可编程序继电保护装置的实现成为可能。

二 可编程序控制技术

1. 可编程序控制器的构成

可编程序控制器一般由：CPU、EPROM、RAM编程器、输入/输出模块（简称I/O模块）、电源等组成，如图1所示。

可编程序控制器在全面引入微机技术后，为其小型化、高可靠性、价格低廉奠定了基础。考虑到目前在工业控制领域里，占主导地位的是继电器控制系统，广大电气操作工人和技术人员熟悉的是继电器触点展开图（梯形图），为此把传统的继电器触点展开图技术引入PC中，在PC机内部以计算机程序编制技术，充分发挥程序存贮技术的优势，但对外部，对使用者，仍沿用传统的继电器触点展开图（梯形图）来描述控制过程，易学易懂，比计算机保护更容易为人们所接受和推广，这正是电力系统可编程序继电保护的突出特点之一。

2. 可编程序控制器工作原理

可编程序控制器是按照软件存贮程序巡回扫描原理进行工作。通常按照：读状态（信息）、解逻辑、写输出三个步骤进行：

读状态（信息）：把按钮、限位开关、继电器触点、A/D等输入信号读到存贮器

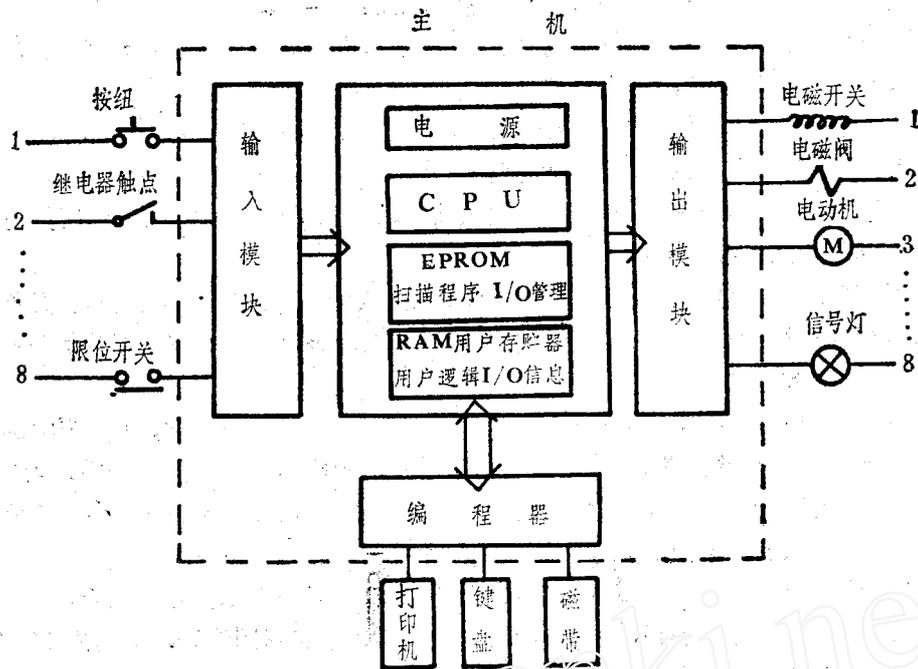


图1 可编程序控制器原理方框图

内，读入的信号一直保持到下一次信号输入时为止。

解逻辑：通过主机中的运算器对各种读入信号进行加、减、乘、除、与、或、非等逻辑运算并得出逻辑结果。

写输出：将解逻辑的运算结果，通过输出模块输出给现场的被控对象，使之完成事先设计的逻辑功能。

读状态、解逻辑、写输出均可在一个巡回扫描周期（10~50ms）内完成。为了使可编程序控制器具有通讯、信息处理功能，可在一个扫描周期末尾开一个窗口（即留出一定的时间）让它去完成通讯和信息处理。

3. 梯形图编程的基本命令

梯形图编程的基本命令，大体上分为开关量位处理命令符和数字量字处理命令符两大类，表1和表2中给出的命令符在不同厂家的PC中基本相同。它本质上是一种面向确定的高级语言。这种编程语言和机器脱钩，有利于推广应用PC技术。

4. 梯形图程序编程规则：

梯形图程序编程规则可归纳为五点：

（1）编程时语句书写顺序：按逻辑行中的元件排列顺序，从上而下、从左到右顺序排列，各逻辑行的流向是从左到右、从上到下，不能逆流；以一个输出为一个逻辑行。

（2）同一接点编号允许多次重复使用，但是输出线圈编号则是唯一定义的，不允

表1

类别	命令符	梯形图符	操作键	功能说明
开关量位处理	STR		[STR] ×××	开始读入常开触点
	STR NOT		[STR] [NOT] ×××	开始读入常闭触点
	AND		[AND] ×××	串接常开触点
	AND NOT		[AND] [NOT] ×××	串接常闭触点
	OR		[OR] ×××	并接常开触点
	OR NOT		[OR] [NOT] ×××	并接常闭触点
	AND STR		[AND] [STR]	和前面结果与运算
	OR STR		[OR] [STR]	和前面结果或运算
	MCS		[MCS]	前面结果构成主控母线
	MCR		[MCR]	结束主控母线
	OUT		[OUT] ×××	输出
	TMR		[TMR] ××××	计时器
	CNT		[CNT] ××××	计数器
END		[END]	程序及跳转结束命令	

表2

类别	命令符	梯形图表示与键符	功能说明
数字量字处理	D·STR	-[D·STR××××]-1	从某单元读入数据(字或字节)* ¹
	D·AND	-[D·AND××××]-1	与某单元数据作与运算
	D·OR	-[D·OR××××]-1	与某单元数据作或运算
	D·OUT	-[D·OUT××××]-1	向某单元输出数据
	+	-[+××××]-1	与某单元数据相加* ²
	-	-[-××××]-1	与某单元数据相减
	×	-[××××]-1	与某单元数据相乘
	÷	-[÷××××]-1	与某单元数据相除
	BIN	-[BIN××××]-1	将累加器中结果变成二进制
	BCD	-[BCD××××]-1	将累加器中结果变成十进制

注: *1: 数据可以是间接数(单元号)也可以是直接数。

*2: 运算结果总是指存CPU累加器。

许重复使用。

(3) 组合逻辑要正确使用堆栈处理。例如：用STR命令把前面的逻辑结果暂时压入堆栈，后面新的逻辑行开始处理，然后将后面逻辑结果用AND STR 或OR STR 命令将堆栈顶部内容取出做与、或运算。

(4) 当一个触点，一组逻辑结果需要同时控制n个输出继电器时，要做主控(MCS)处理。编程时MCS和MCB必须前后呼应成对使用。主控功能也可做嵌套工作。

(5) PC采用连续扫描工作方式。编程时用户总是从“0000”地址开始，中间不留任何空地址(若中间出现空地址，则作END解释，后面程序认为不存在，不予理会)。若编程后的程序出现增加语句，删去语句等情况时，PC都会自动让出新地址，其后的程序顺序后移或提前，这对使用者来说非常方便。

三 可编程序控制技术在电力系统继电保护中的应用

由电力系统继电保护原理图画出的展开图(以下称之为：电力系统继电保护梯形图)

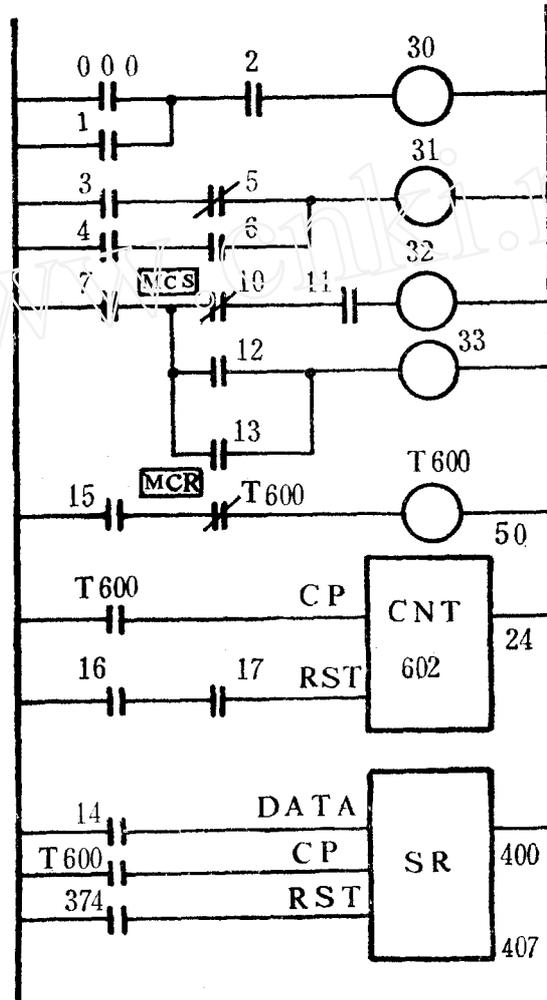


图2 电力系统可编程序继电保护梯形图示例

与PC中采用的梯形图编制方法一样，皆由动合触点、动断触点、延时打开（闭合）的动断（动合）触点、各种触点之间的串联、并联、逻辑，各种类型、各种用途的继电器线圈以及计数器、计时器、移位寄存器（SR）等组成，它们按梯形图程序规则编制成梯形图后，即可直接编写出程序。下面我们以图2所示梯形图说明其编程方法。该图尽量画得与电力系统继电保护梯形图相似，但它不表示电力系统继电保护的任何确定的装置。

由图2可以直接写出该电力系统可编程序继电保护的程序：

```
STR 0
OR 1
AND 2
OUT 30
STR 3
AND NOT 5
STR 4（压入堆栈）
AND 6
OR STR（堆栈弹出）
OUT 31
STR 7
MCS（主控继电器开始）
STR NOT 10
AND 11
OUT 32
STR 12
OR 13
OUT 33
MCR（主控结束）
STR 15
AND NOT TMR 600
TMR 600
50
STR TMR 600（计数）
STR 16（清零）
AND 17
CNT 602
24
STR 14（数据入）
```

STR TMR 600 (移位时钟)

STR 374 (清零)

SR 400

407

从此例可以看出,电力系统可编程序继电保护的编程十分简单,将编写好的程序上机调试后存入PC中或转存到外部盒式磁带中即可待用。

四 可构成电力系统可编程序继电保护的 基本单元模块

1. 通用I/O模块

通用输入/输出模块,根据操作电平和输入输出点数的不同而有不同的规格。可根据需要选用。

2. 功能I/O模块

根据所需功能的不同,可分别选用:模拟量I/O模块、快速响应输入模块、拨轮开关输入模块、高速计数器模块、阈值控制模块、高精度定位控制模块、智能控制模块、单回路或多回路PID调节器模块,中断控制模块等等。

3. 接口模块

通讯接口模块(CCM)、I/O接收器和发送器模块、远程I/O接收器和驱动器模块、ASCII/BASIC模块、打印机接口模块。

4. PC的其他选配装置

数据处理器、冗余处理机、大屏幕高分辨率彩色图形显示系统等等。

以上这些模块可以根据需要任意组合。

众多的功能模块为电力系统可编程序继电保护装置的实现,提供了可能。但是,要想把这项新技术、新装置推广应用,还必须做大量的工作,包括对可编程序控制器进行针对电力系统继电保护的专业技术的改造和设计,进一步降低成本等等。

五 结束语

1. 电力系统可编程序继电保护可望成为电力系统继电保护的新一代产品。
2. 在一台PC中,只要简单的改变程序即可构成不同类型的保护装置。
3. 在一台PC中,可编入若干不同类型的保护程序,即可实现一机多用和互为备用。
4. 运行中的安全可靠、寿命长、易于检测和维修、便于掌握等优点,将使电力系统可编程序继电保护装置具有无限的生命力。