

● 高等学校教学用书 ●

可编程序控制器及 常用控制电器

何友华 主编

G AODENG
XUEXIAO
JIAOXUE
YONGSHU

冶金工业出版社

高等学校教学用书

可编程序控制器及常用控制电器

何友华 主编

何友华 陈国年 编著
闻朝中 何 莉

ND28/13

北 京
冶 金 工 业 出 版 社
1999

图书在版编目(CIP)数据

可编程序控制器及常用控制电器/何友华主编. --北京:冶金工业出版社,1999.9

高等学校教学用书

ISBN 7-5024-2322-2

I. 可… II. 何… III. 可编程序控制器-高等学校-教材
IV. TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 33927 号

出版人 卿启云(北京沙滩嵩祝院北巷 39 号,邮编 100009)

北京市顺义兴华印刷厂印刷;冶金工业出版社发行;各地新华书店经销

1999 年 9 月第 1 版,1999 年 9 月第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16; 20.5 印张;480 千字;317 页;1-4000 册

26.00 元

冶金工业出版社发行部 电话:(010)64044283 传真:(010)64013877

冶金书店 地址:北京东四西大街 46 号(100711) 电话:(010)65289081

(本社图书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)

前 言

可编程序控制器(简称 PLC 或 PC 机)是综合计算机和自动控制技术而发展起来的一种工业控制机。它在工业各部门得到日益广泛的应用。

本书共分 7 章,第 1 章和第 2 章介绍 PLC 的基本原理和特点、继电器接触器控制线路的应用,为后续章节的预备知识。第 3 章到第 7 章介绍几种目前国内广泛应用的 PLC 系列。第 3 章以三菱 FX2 小型 PLC 为例,介绍其指令、编程和 PLC 系统设计方法,列举了 PLC 在龙门刨床控制的实例。第 4 章介绍 OMRON C 系列 PLC,并列举 PLC 工业机械手控制应用实例。第 7 章介绍松下 FP1 小型 PLC。第 5 章 SIMATIC 的 S5 系列和第 6 章 MODICON 的 984 系列都属于中、大型 PLC,介绍其硬件配置和软件编程。每章都附有复习思考题。

本书授课学时为 30~45 学时,先讲第 1 章和第 2 章内容,然后选择第 3 章、第 4 章、第 7 章其中的一章作为小型 PLC 典型例子讲述 PLC 原理、结构、特点、编程和 PLC 控制系统的设计方法。选择第 5 章、第 6 章其中之一作为中、大型 PLC 典型例子,讲述其原理、特点、硬件配置和软件设计。

本书可作为工业自动化、计算机应用、仪表专业的本科、专科教材,也可作为厂矿继续工程教育的自动化和计算机应用培训教材,也可供研究生和从事计算机过程控制工作的技术人员参考。

本书由武汉科技大学何友华主编。陈国年编写第 3 章,何莉编写第 4 章,闻朝中编写第 5 章的 5.1,5.2,5.3 节,何友华编写第 1 章,第 2 章,第 5 章的 5.4,5.5 节,第 6 章和第 7 章。

由于编者水平有限,对于书中的缺点和错误,敬请读者批评指正。

编 者

1999 年 2 月

目 录

1 绪论	(1)
1.1 可编程序控制器简介	(1)
1.1.1 可编程序控制器的定义	(1)
1.1.2 可编程序控制器的特点	(1)
1.1.3 可编程序控制器的工作原理	(1)
1.1.4 可编程序控制器扫描工作方式	(2)
1.1.5 可编程序控制器与普通计算机的比较	(3)
1.1.6 可编程序控制器的分类	(3)
1.2 可编程序控制器的产生与发展	(4)
2 继电器接触器控制线路	(8)
2.1 概述	(8)
2.2 常用控制电器	(8)
2.2.1 接触器	(9)
2.2.2 继电器	(13)
2.2.3 热继电器	(18)
2.2.4 其他控制电器	(19)
2.3 继电器接触器控制线路	(26)
2.3.1 笼型电动机启、停保护线路	(27)
2.3.2 电动机正反转控制线路	(27)
2.3.3 顺序工作联锁控制	(28)
2.3.4 连续工作与点动的联锁控制	(29)
2.3.5 异步电动机能耗制动线路	(30)
2.3.6 星/三角形降压启动线路	(30)
2.3.7 绕线式异步电动机按时间原则串电阻启动线路	(31)
2.3.8 绕线式异步电动机转子串电阻调速线路	(32)
2.3.9 按转速原则反接制动控制线路	(33)
2.3.10 龙门刨床横梁升降控制线路	(35)
3 三菱可编程序控制器	(38)
3.1 FX2 系列硬件及其参数	(38)
3.1.1 FX2 的组成	(38)

3.1.2	FX2 的 I/O 编址	(39)
3.1.3	FX2 的参数	(40)
3.1.4	输入接口	(40)
3.1.5	输出接口	(42)
3.2	FX2 基本逻辑指令及其应用	(44)
3.2.1	基本逻辑指令	(44)
3.2.2	“与”、“或”、“非”逻辑运算指令	(45)
3.2.3	多重输出回路指令	(47)
3.2.4	主控指令	(49)
3.2.5	自保持指令和解除指令	(50)
3.2.6	定时器	(51)
3.2.7	计数器	(54)
3.2.8	脉冲输出指令	(57)
3.2.9	空操作指令和结束指令	(58)
3.2.10	步序指令	(58)
3.3	功能指令	(63)
3.3.1	功能指令概述	(63)
3.3.2	功能指令的使用	(75)
3.4	龙门刨床 FX2 控制系统	(87)
3.4.1	龙门刨床的工艺要求和继电器控制线路	(88)
3.4.2	输入、输出信号与 PLC 的连接(即 PLC 外部接线图)	(90)
3.4.3	梯形图设计	(90)
3.4.4	编写程序	(91)
4	OMRON 的 C 系列 PLC	(95)
4.1	C20 可编程序控制器	(95)
4.1.1	C20 的性能	(95)
4.1.2	C20 的选件和配置	(97)
4.1.3	C20 的通道和继电器	(97)
4.1.4	C20 的专用继电器	(98)
4.1.5	工作原理和组成	(98)
4.1.6	C20 的部件	(98)
4.1.7	基本系统的构成	(99)
4.2	C 系列指令	(100)
4.2.1	基本指令	(100)
4.2.2	专用指令	(102)
4.3	I/O 通道和继电器的分配	(112)
4.4	C20P、C28P、C40P、C60P 袖珍机	(116)
4.5	具有数据处理和通信功能的 C500	(122)

4.6	功能强大的 C2000	(124)
4.6.1	C2000 型机性能指标	(124)
4.6.2	梯形图与程序举例	(125)
4.7	用 C20 控制的工业机械手	(125)
5	SIMATIC S5 可程序控制器	(129)
5.1	SIMATIC S5 系列概述	(129)
5.2	S5-115U 硬件结构	(130)
5.2.1	S5-115U 硬件组成及其工作方式	(130)
5.2.2	S5-115U 的功能模块	(131)
5.2.3	S5-115U 模块机架	(134)
5.2.4	集中型系统和分散型系统结构	(136)
5.2.5	I/O 模块编址方式	(139)
5.3	S5-115U 软件编程	(142)
5.3.1	STEP5 编程语言的表示方法	(142)
5.3.2	STEP5 程序结构	(144)
5.3.3	STEP5 语言的基本操作	(147)
5.3.4	STEP5 语句的补充操作	(158)
5.3.5	STEP5 语言的系统操作	(161)
5.3.6	条件码生成	(163)
5.4	S5-135U 和 S5-155U	(164)
5.4.1	S5-135U 的组成	(164)
5.4.2	镀锌线 S5-135U 控制系统	(165)
5.5	S5-115U 在高炉监控系统中的应用	(167)
5.5.1	高炉装配料系统的工艺要求	(168)
5.5.2	S5-115U 高炉装配料系统硬件配置	(168)
6	MODICON 84 系列 PLC	(172)
6.1	84 系列常用名词及工作原理	(172)
6.1.1	名词	(172)
6.1.2	构成及工作原理	(174)
6.2	PC-584	(176)
6.2.1	584 PLC 主机	(176)
6.2.2	584 PLC 系统硬件配置	(177)
6.2.3	200 系列 I/O 模块简介	(180)
6.2.4	584 程序设计基础	(184)
6.3	PC-984	(187)
6.3.1	简介	(187)
6.3.2	984 型 PLC 的系统配置	(190)

6.3.3	基本编程指令	(197)
6.3.4	四则运算指令	(205)
6.3.5	数据传送指令	(215)
6.3.6	矩阵功能	(223)
6.4	编程器(P190 和 IBM)	(229)
6.5	MODBUS 通讯协议	(230)
6.5.1	PLC 与计算机的通讯	(230)
6.5.2	MODBUS 通讯协议	(235)
6.6	PC-984 的应用	(238)
6.6.1	某焦化厂 PC-984 硬件配置	(239)
6.6.2	小车运行程序的编制	(241)
6.6.3	小车行走控制程序	(243)
6.6.4	料仓出料程序	(245)
6.6.5	检测温度信号的程序(采样滤波程序)	(246)
6.6.6	称量系统控制程序	(248)
6.7	Quantum 系统	(250)
7	松下电工 FP1 系列	(252)
7.1	松下电工 PLC 概述	(252)
7.2	FP1 硬件配置	(257)
7.2.1	FP1 单元部件	(257)
7.2.2	FP1 的内部寄存器及 I/O 配置	(261)
7.3	FP1 指令及其编程	(263)
7.3.1	FP1 指令系统	(263)
7.3.2	基本顺序指令	(268)
7.3.3	基本功能指令	(275)
7.3.4	控制指令	(282)
7.3.5	比较指令	(296)
7.3.6	FP1 高级指令	(301)
7.4	FP1 应用举例	(314)
	参考文献	(317)

1 绪 论

1.1 可编程序控制器简介

1.1.1 可编程序控制器的定义

可编程序控制器(programmable logic controller)简称 PLC 机。随着 PLC 机的发展,它不仅能完成逻辑运算控制,而且能实现模拟量、脉冲量的算术运算,故把原来的 logic 删去,简称可编程序控制器为 PC 机(programmable controller)。但是此 PC 机的名称与市面上的 IBM-PC 机和个人电脑 PC(personal computer)容易混淆,所以很多人仍称可编程序控制器为 PLC 机。

何谓可编程序控制器?国际电工委员会(IEC)对可编程序控制器作了如下定义:“可编程序控制器是一种专为在工业环境下应用而设计的数字运算操作的电子系统,它采用一种可编程序的存贮器,在其内部存贮执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作的指令,通过数字式或模拟式的输入输出来控制各种类型的机械设备或生产过程。可编程序控制器及其有关设备的设计原则是它应易于与工业控制系统联成一个整体和具有扩充功能。”现在可编程序控制器已是工业控制机的一个重要分支,特别适合于逻辑、顺序控制。

1.1.2 可编程序控制器的特点

可编程序控制器具有以下特点:

(1)适应工业现场的恶劣环境,可靠性高。工业生产一般要求控制设备具有很强的抗干扰能力,能在恶劣的环境中可靠地工作。而 PLC 在这方面有它的独到之处:硬件上采用许多屏蔽措施以防止空间电磁干扰;采用较多的滤波环节,以消除外部干扰和各模块之间的相互影响;还采用光电隔离、联锁控制、模块式结构、环境检测和诊断电路等措施,以提高硬件的可靠性;在软件上采用了故障检测、诊断等措施;在机械结构设计和加工工艺上都做了精心的安排。

可编程序控制器的应用得到迅速地发展并受到用户的青睐,其重要原因在于用户把它所具有的高可靠性作为首选指标。

(2)使用方便。可编程序控制器编程中有一种特殊的编程方法,即使用梯形图(ladder diagram)编程。它类似于继电器控制线路图,只要具有继电器控制线路方面的知识,就可以很快学会编程和操作,特别适合于现场电气工作者学习和使用。

(3)系统扩展灵活。PLC 多采用积木式结构,具有各种各样的 I/O 模块,以供挑选和组合,便于根据需要配置成不同规模的分散式分布系统。即便是紧凑式的 PLC,它也可以用几个箱体进行配置。

1.1.3 可编程序控制器的工作原理

可编程序控制器的工作原理如图 1-1 所示。

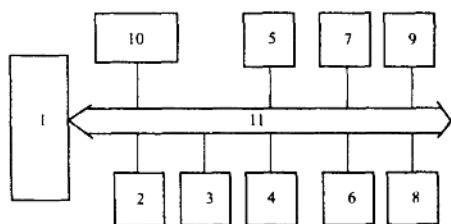


图 1-1 PLC 原理框图

1—中央处理器 CPU;2—ROM 操作系统;3—RAM 内存贮器;4—输出接口;5—输入接口;6—通讯接口;
7—智能接口;8—存贮器扩展接口;9—I/O 扩展接口;10—编程器接口;11—总线

可编程序控制器是一种工业控制机,有中央处理器(CPU)。它的 CPU 有如下类型;Z-80、Intel 8031、80386 等。在大中型的 PLC 中多采用运算速度快、抗干扰能力强的双极型单片机作为 CPU,如 AMD 2900 系列。

系统总线(BUS)包括数据总线(D-BUS)、地址总线(A-BUS)和控制总线(C-BUS)。所有的存贮器、外部设备都挂在系统总线上。

ROM 只读存贮器固化着生产厂家提供的监控程序或操作系统(2~8K)。

RAM 随机存贮器,其中一部分作为操作系统使用的输入、输出缓冲区(映象区)、定时器、计数器、内部继电器等,另一部分为用户程序区。小型机 RAM 为 2~4K,大中型机为 4~48K。

输入接口、输出接口是 PLC 与现场的接口,是 PLC 应用、连接的通道。

智能接口是连接热电偶、位置、计数等专用的模块接口。有的智能模块内带有单片机以处理和管理输入、输出的信号。

通讯接口多采用 RS232 等串行通讯接口,用以连接显示器、上位机、打印机等设备。

I/O 扩展接口作为增加 I/O 点数,连接 I/O 扩展模块的接口。

存贮器扩展接口作为增加用户程序内存容量的接口,可插入 RAM、EPROM 和 EEPROM。

编程器是人机对话的设备,用于用户程序输入、程序修改和监控。编程器有屏幕式如 CRT、液晶显示屏等,它可以输入梯形图和其他图形语言编辑。还有便携式编程器,它类似于计算器大小,可输入符号指令,便于现场调试。

从上述 PLC 原理图可看出;PLC 就是一台计算机,只不过它侧重于 I/O 接口输入输出控制环节。

1.1.4 可编程序控制器扫描工作方式

计算机用于控制、运行程序时常采用扫描工作方式和中断工作方式。PLC 主要采用扫描工作方式,顺序扫描工作方式简单直观,简化了程序设计,并为 PLC 可靠运行提供有力的保证。在有的场合也插入中断方式,允许中断正在扫描运行的程序,以处理急需处理的事件。

PLC 扫描工作方式可用图 1-2 框图表示。

PLC 扫描工作的第一步是采样阶段,它通过输入接口将所有输入端子的信号状态读入并存入输入缓冲区,即刷新所有输入信号的原有状态。第二步扫描用户程序,根据本周期输

入信号的状态和上周期输出信号的状态,对用户程序逐条进行扫描运算,将运算结果逐一填入输出缓冲区。第三阶段输出刷新,将刷新过的输出缓冲区各输出点状态通过输出接口电路全部送到 PLC 的输出端子。

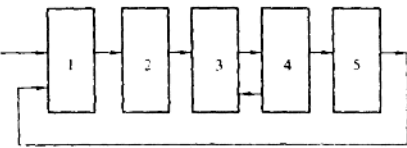


图 1-2 PLC 扫描工作方式

- 1—读入输入状态;2—刷新输入缓冲区;
- 3—扫描用户程序;4—刷新输出缓冲区;
- 5—输出状态,从输出接口输出

PLC 周期性地循环执行上述三个步骤,这种工作方式称为 PLC 扫描工作方式。上述三步执行一个周期所用的时间称为扫描周期。PLC 扫描周期是 PLC 重要的参数之一,它反映 PLC 对输入信号的灵敏度或滞后程度。通常工业控制要求 PLC 扫描周期在 60~30ms 以下。

1.1.5 可编程序控制器与普通计算机的比较

PLC 是一种工业控制计算机,它具有计算机共性的一面,但由于历史发展的原因和它的设备适用现场控制使它具有区别于普通计算机的特点。它们之间主要区别如下:PLC 的工作目的是生产过程自动化,普通计算机主要用于科学计算、数据处理;PLC 的工作环境是工业现场,普通计算机是在机房;PLC 的工作方式是扫描工作方式,普通计算机是中断工作方式;PLC 编程主要是采用梯形图,普通计算机是采用高级语言。还有输入输出设备等都有明显的不同。

1.1.6 可编程序控制器的分类

PLC 分类方法有多种;如按 I/O 点数分为大、中、小型;还可按功能分类,也可按结构分为箱体式和积木式,但通常还是按 I/O 点数来分类。相应的各类性能见表 1-1。

表 1-1 各机型的规模和性能

机 型	小 型	中 型	大 型
性 能			
I/O 能力	256 点以下 (无模拟量)	256~2048 点 (模拟量 64~128 路)	2048 点以上 (模拟量 128~512 路)
CPU	单 CPU 8 位处理器	双 CPU 8 位字处理器和位处理器	多 CPU 16 位字处理器、位处理器和浮点处理器
扫描速度	20~60ms/K	5~20ms/K	1.5~5ms/K
存储器	0.5~2K	2~64K	64K~
智能 I/O	无	有	有
联网能力	有	有	有
指令及功能	逻辑运算	逻辑运算	逻辑运算
	计时器 8~64 个	计时器 64~128 个	计时器 128~512 个以上
	计数器 8~64 个	计数器 64~128 个	计数器 128~512 个以上
	标志位 8~64 个 其中 1/2 可记忆	标志位 64~2048 个 其中 1/2 可记忆	标志位 2048 个以上 其中 1/2 可记忆
	具有寄存器和触发器功能	具有寄存器和触发器功能	具有寄存器和触发器功能
编程语言	梯形图	算术运算、比较、数制转换、三角函数、开方、乘方、微分、积分、中断	算术运算、比较、数制变换、三角函数、开方、乘方、微分、积分、PID、实时中断、过程监控
		梯形图、流程图、语句表	梯形图、流程图、语句表、图形语言、BASIC 等高级语言

1.2 可编程序控制器的产生与发展

可编程序控制器于 60 年代末在美国问世,至今已有 30 年的历史。当时美国汽车制造工业为了适应生产工艺的不断更新,需要一种使用灵活,交流 220V 输入,输出信号可以直接进入设备;随工艺要求的改变,其控制方式能灵活地变化;操作方便,价格便宜;能适应工作现场恶劣环境的工业自动化控制装置,于是在 1969 年研制出了世界上第一台可编程序控制器。从那时起,美国的可编程序控制器技术得到很快地发展,欧洲各国也相继投入一定力量研制可编程序控制器。日本凭借着本国集成电路技术的发展优势,进一步提高了可编程序控制器的集成度。

到 70 年代中期,随着半导体技术的发展,各种位片机和八位微处理器相继问世。由于 CPU 的引入,使可编程序控制器技术产生了飞跃发展,成为工业控制计算机的一个重要分支。可编程序控制器在原有逻辑运算功能的基础上,增加了数值运算、闭环调节功能,提高了运算速度,扩大了输入输出规模,并开始与网络和小机相连,构成以可编程序控制器为重要部件的初级分散系统。目前可编程序控制器在冶金、石化、轻工等工业过程控制中得到广泛应用。

70 年代末和 80 年代,可编程序控制器进入成熟阶段,向大规模、高速度、高性能方面继续发展。90 年代,可编程序控制器仍迅速发展,各公司进一步完善自己的原有产品并开发新的产品系列,与局部网建成整体分布系统,不断向上发展并与计算机系统兼容。

西门子公司在其 SIMATIC S5 系列的基础上,近来又推出了微型高性能的 SIMATIC S7 系列。它包括小型 S7-200、中型 S7-300 和大型 S7-400 系列,软硬件上提高了集成度,提高了性能价格比。它的小型机每 K 语句执行时间达到 0.8~1.3ms,达到了过去大型机的速度。

三菱电机可编程序控制器在 F1、FX2、A 系列的基础上推出了小型遥控的 FX2C 系列,基本指令处理速度加快到 0.48ms/K,控制距离达 100m(最远可达 400m)。还有超薄型的 FXON 系列。

国际上可编程序控制器迅速发展,并出现 PLC 热,引起了国内技术人员的极大兴趣和关注,许多部门积极推广应用,引进其技术设备,并积极消化、移植和开展应用研究。

80 年代初我国几个大的钢铁厂首先在控制上最繁琐的高炉继电器控制系统中采用 PC-584 和 S5-115U 可编程序控制器,并取得明显效果。在宝钢、武钢等企业引进的设备中,带有大量的 PLC。不仅在生产线上 PLC 越来越多地代替原有的继电器控制线路,而且在单机自动化设备如龙门刨床、电梯等控制中也常采用 PLC 控制。

80 年代中期在成套设备和整机引进的同时,我国一些部门进行开发和应用研究,引进了生产 PLC 的生产线,建立生产 PLC 的合资企业,继而开发自己的产品。如 1982 年天津自动化仪表厂与美国哥德公司(Gould Modicon)签订 PC-584 散件组装和专有技术转让的协议。1986 年,辽宁无线电二厂与德国西门子公司签订建立一条 S5-101U 和 S5-115U 可编程序控制器的生产线引进协议。1988 年,在厦门经济特区建立了与美国 A-B 公司合资生产可编程序控制器的工厂。1989 年,在无锡建立与日本光洋公司合资生产 SR 等系列(相当于 GE 系列)可编程序控制器。

表 1-2 可编程序控制器产品、型号、功能表

厂 家	1	MODICON 公司				美国通用电气公司				美国 A-B 公司		美国德州仪器公司
		M84A	584	984	GE-1	GE-1	GE-1	GE-1	GE-1	PLC-4M	PLC-3	
型 号	2											TI550
结 构	3	小模板式	模块框架式	模块式	模块式	模块式	模块式	模块式	模块式	模块式	模块式	模块式
中央处理器	4	RS0032	AM2901.16 位		Z-80A	Z-80A	Z-80A	Z-80A	AMD2903	8031	AMD2900	TMS9900
编程语言	5	梯形图	梯形图	梯形图	语句表	语句表、梯形图	语句表、梯形图	语句表、梯形图	梯形图	梯形图	梯形图	梯形图
规 范	6	64	4096	2048	168	400	32K	32K	32	8192	640	
	7	504	8~32K	8~64K	1.7K	4K	32~96K	32~96K	4K	960K	7K	
	8	20	20	0.75~5	20	7	1	1			10	
模 拟	9		256/256	2048/2048	✓	✓	✓	✓		✓	✓	
	10		✓	✓	0~999.95	✓	0.1~999.95	0.1~999.95			0.1ms~54min	
	11		✓	✓	0~9999	✓	✓	✓			✓	
功 能	12	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
	13			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
	14		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
能 力	15		✓	✓			✓	✓		✓	✓	
	16		✓	✓			✓	✓		✓	✓	
	17		2 个串行口	2 个口			✓	✓		✓	✓	
其 他	18			热备用处理器	对应于国产 SR-20/21	SR-400						

[illegible]

目前国际上生产可编程序控制器的厂家很多,遍及美国、日本和欧洲各国。可编程序控制器的品种繁多,目前我国市场上常见的可编程序控制器系列有:

MODICON 生产的 M84、584、984、Quantum 等系列;通用电气公司生产的 GE 系列;ALLEN-BRADLEY (A-B)公司生产的 PLC-500 等系列;德州仪器公司生产的 TI 系列。三菱公司生产的 F1、FX2、A 系列;OMRON 生产的 C 系列;东芝生产的 EX 系列;西门子公司生产的 SIMATIC-S5 和 S7 系列,等等。

有关可编程序控制器的产品及其性能请参阅表 1-2。

可编程序控制器是工业过程控制中的重要装置,它将促进我国对传统电气设备的改造,缩小设备体积,提高系统性能。现有的控制室和操作站,都有大量继电器、接触器的盘箱柜,运行起来噪声大,故障多,维护工作量大,如果这些盘箱柜中的继电器逻辑控制线路用 PLC 代替,功率驱动部分用双向可控硅交流开关代替,可以想像:此时控制室或操作站将是无声的,而且故障少,维护也容易。工艺改变时,也只要修改 PLC 用户程序或参数,就可很容易地改变其控制方式和参数,可以取得很好的效益。今后 PLC 技术将会在我国取得越来越广泛的应用。

复习思考题

1. 可编程序控制器与普通计算机的主要区别。
2. 可编程序控制器的扫描工作方式及其扫描周期。
3. 大、中、小型可编程序控制器的区分主要根据哪些方面?
4. 目前常见的 PLC 产品系列及其厂家。

2 继电器接触器控制线路

2.1 概述

在冶金、机械、矿山等工业部门普遍采用电力拖动生产机械,这些生产机械受自动控制系统的控制,使被控对象按一定规律进行工作,这些系统称为自动控制系统。按其控制方式它们可分为断续控制与连续控制两大类。断续控制是有级控制,其系统所用的主要元件是继电器、接触器。断续控制与控制对象的物理变化过程无关,而只考虑其跳变值,所以控制元件都是两态元件。继电器接触器控制系统属于断续系统。连续控制反映物理量变化的整个过程,被控对象也是连续量。

继电器接触器控制系统是由继电器、接触器、按钮、开关等常用控制电器组成,按一定规律自动进行工作的系统。系统由四部分组成:(1)输入环节。控制指令和控制信号是由输入环节输入,它主要由主令元件(如按钮、主令控制器等)和反映控制信号物理量变化的检测元件(如行程开关、电压继电器、电流继电器、温度继电器、压力继电器等)组成。(2)控制环节。按生产工艺要求,对各信号及动作的记忆和联锁,控制信号和被控对象的联系和联锁,各被控对象之间的相互联锁和制约,各工作程序之间的联系与转换等均由控制环节实现其逻辑运算和控制。所以它是控制系统的主要部分,也是线路设计的重点,所用的元件主要是中间继电器。(3)执行环节。执行环节是直接控制被控对象动作和工作的部分,它的主要元件是接触器、电磁阀等。(4)被控对象。它是带动生产机械运动的部分,如电动机、液压缸、电磁铁、电热器、电灯等设备。这四部分与生产机械的工艺要求紧密相联,它们是有机结合起来完成一定控制要求。

工矿企业拥有大量的继电器接触器控制线路,它们安装在现场、电磁站或控制室。运行起来其电磁铁接点冲击噪声大,维护工作量大,可靠性低。随着半导体技术、计算技术的发展和应用,继电器接触器控制线路将被无触点开关所组成的系统所取代,更有被可编程序控制器所替换的可能。

学习本章是为掌握继电器接触器线路打好基础,也为采用可编程序控制器改造原有控制系统作好准备。

2.2 常用控制电器

常用控制电器种类很多,按其工作电压可分为低压电器和高压电器。所谓低压电器是指它的工作电压低于 1200V 的电器。常用控制电器按其功能作用分为接触器、继电器、按钮、开关等。

2.2.1 接触器

电磁式的接触器是利用电磁吸力的作用使主触点闭合或断开电动机电路或负载电路的控制电器。用它可以实现频繁的远距离操作,它具有比工作电流大数倍的接通和分断能力。接触器最主要的用途还是控制电动机的启动、正反转、制动和调速等。因此,它是电力拖动控制系统中最重要的也是最常用的控制电器。

接触器按其主触点控制的电路中的电流分为直流接触器和交流接触器。

2.2.1.1 接触器结构及工作原理

电磁式接触器结构包括以下几部分,见图 2-1 所示。

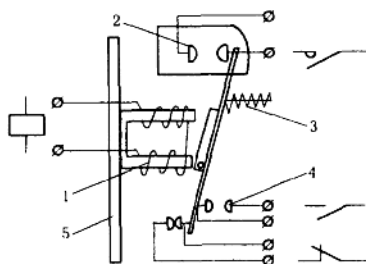


图 2-1 接触器工作原理

1—电磁系统;2—主触点及灭弧罩;3—释放弹簧;
4—辅助触点;5—底座

(1)电磁机构。它由线圈、铁心和衔铁组成。

(2)主触点及灭弧系统。根据主触点的容量大小,有桥式触点和指形触点之分。

(3)辅助接点。有常开和常闭辅助触点之分。接点容量较小,主要用于控制电路中起联锁、逻辑运算作用,所以它没有灭弧装置,一般不用来分合主回路。

(4)弹簧机构。

(5)支架和底座。

下面分别加以说明。

A 触点

主触点是用来接通和分断被控电路。触点由

动触点与静触点构成,其结构型式主要有桥式触点和指形触点,如图 2-2 所示。

为了使动、静触点接触紧密,减少接触电阻,在触点上装有弹簧以增加触点间的压力。桥式触点有两个断口,增加断弧距离,造成电力将电弧拉长,使电弧易于熄灭。指形触点在动、静触点的接触过程中有一个滚动过程,可使触点表面的氧化层脱落,所以接触电阻小,可以通过较大的电流。

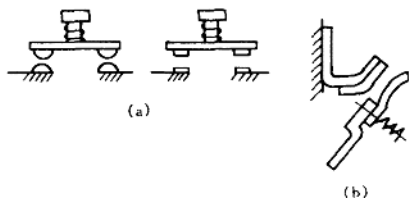


图 2-2 触点结构型式

触点有主触点和辅助触点之分。主触点尺寸较大,并附有灭弧装置,接在主电路中。由于主触点是切换主电路,它就可能在大于额定电流的情况下接通或断开负载电路,所以接触器的技术数据对它切换能力加以规定。辅助触点用于控制电路,通过较小的电流。

触点按其动作状态可分为常开触点和常闭触点。常开触点是指在其线圈不通电状态下,该接点是断开状态;当其线圈通电时,该接点就闭合。故常开接点又称动合接点。另一种是常闭触点,是指其线圈不通电状态,该接点是闭合的;当其线圈通电时,该接点断开,常闭接点又称动断接点。

B 灭弧

当接触器接点切断电路时,如果电路中电压超过 10~12V 和电流超过 100mA,此时两个触点之间将产生火花,产生气体放电现象,通常称为电弧。所谓气体放电,就是气体中大量