

欧姆龙 PLC 机械电气控制设计 及应用实例

陈继文 李丽 逢波 等编著



OUMULONG PLC
JIXIE DIANQI KONGZHI SHEJI JI YINGYONG SHILI



化学工业出版社

欧姆龙 PLC

机械电气控制设计

主编 李 强 副主编 李 强

项目案例驱动
任务驱动
理实一体化

机械工业出版社

欧姆龙 PLC

机械电气控制设计 及应用实例

陈继文 李丽 逢波 等编著



化学工业出版社

· 北京 ·

全书主要介绍欧姆龙 PLC 机械电气控制结构原理、控制设计、应用实例等,以便帮助从事机械设计的技术人员如何利用 PLC 来进行机电控制系统的设计。内容主要包括继电器-接触器控制的基本电路及 PLC 常用的外围器件,欧姆龙 CP1 系列 PLC 的基本指令和功能指令系统,PLC 控制系统程序设计方法及设计实例,以及 PLC 在机械电气控制中的应用实例等。

本书可供电气控制、机械设计的工程技术人员,高等院校机械工程及自动化、机械电子工程、机器人及相近专业的师生学习和参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

欧姆龙 PLC 机械电气控制设计及应用实例/陈继文等编著.

北京:化学工业出版社,2017.11

ISBN 978-7-122-30536-7

I. ①欧… II. ①陈… III. ①PLC 技术 IV. ①TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 211801 号

责任编辑:张兴辉

文字编辑:陈喆

责任校对:边涛

装帧设计:王晓宇

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印装:大厂聚鑫印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张13 字数302千字 2018年1月北京第1版第1次印刷

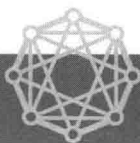
购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:69.00 元

版权所有 违者必究



可编程控制器是在计算机技术、通信技术和继电器控制技术的基础上发展起来的一项新的电气控制技术,经过 30 多年的发展,已经形成了完整的工业产品系列。它以微处理器为核心,通过程序进行逻辑控制、定时、计数、算术运算、人机对话、网络通信等,并通过数字量和模拟量的输入/输出来控制机械设备或生产过程。目前,PLC 已广泛应用于机械制造等行业,成为从事机械电气控制研发人员必须掌握的一门专业技术。

本书从可编程控制器机械电气控制的实际情况出发,在内容安排上突出科学性和系统性,理论联系实际,实用性强,内容新颖、系统和详尽,原理介绍深入浅出,图文并茂,难易适度,便于自学和实践。

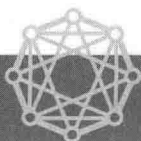
全书共分 8 章,主要内容包括可编程控制器机械控制基本原理,欧姆龙 PLC 技术规格、特点和硬件结构,PLC 的编程软件及编程语言,欧姆龙 PLC 的指令系统及编程方法,PLC 的机械控制系统设计方法,PLC 的应用与开发,PLC 在电梯控制中的应用,PLC 的使用维护等。

本书可供从事机械设计和电气自动控制的工程技术人员参考,也可作为机械工程及自动化、机械电子工程以及相近专业的参考书。

本书由陈继文、李丽、逢波、胡秀龙、程伟志、曹广折编写,感谢山东建筑大学机电工程学院的大力支持。在本书编写过程中,参阅了相关文献资料,在此一并表示感谢。

由于编著者经验不足,水平有限,书中难免有不足之处,恳请读者批评指正。

编著者



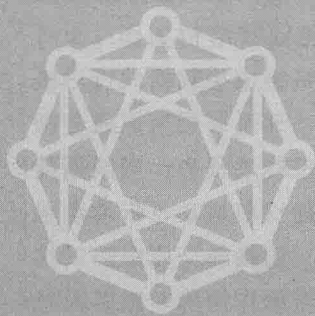
第 1 章 可编程控制器机械控制基本原理	1
1.1 电气控制基础	1
1.1.1 继电器-接触器控制	1
1.1.2 PLC 常用的外围器件	5
1.2 PLC 的发展	10
1.2.1 PLC 工业控制应用的基本模式	10
1.2.2 PLC 的发展	11
1.2.3 PLC 的功能	12
1.2.4 PLC 的特点	13
1.3 PLC 的典型应用	14
第 2 章 欧姆龙 PLC 技术规格、特点和硬件结构	16
2.1 欧姆龙 CP1 系列模块简介	16
2.2 欧姆龙 CP1 系列的 CPU 模块及其接线	16
2.2.1 欧姆龙 CP1 的 CPU 模块	16
2.2.2 欧姆龙 CP1L 的 CPU 接线	18
2.3 欧姆龙 CP1 的扩展模块	22
2.3.1 数字量 I/O 扩展模块	22
2.3.2 模拟量 I/O 扩展模块	23
2.3.3 其他扩展模块	26
2.4 PLC 的安装	28
2.4.1 安装的预留空间	28
2.4.2 欧姆龙 CP1 模块的安装和拆卸	28
2.5 最大 I/O 配置	29
2.5.1 最大 I/O 的限制条件	29
2.5.2 电源需求计算	30
第 3 章 PLC 的编程软件及编程语言	31
3.1 PLC 编程软件介绍与安装	31
3.2 PLC 软件的使用	33
3.2.1 CX-Programmer 软件的打开	33
3.2.2 CX-Programmer 软件的界面介绍	34
3.2.3 创建新工程	43

3.2.4	保存工程	44
3.2.5	打开工程	44
3.2.6	程序调试	45
3.2.7	交叉引用表	48
3.2.8	地址引用	49
3.2.9	帮助菜单	49
3.3	PLC 以太网 FINSTCP 通信例程与操作步骤	50
3.3.1	操作步骤	50
3.3.2	配置 PC IP 地址	53
3.3.3	FINS /TCP 命令	55
3.4	PLC 仿真软件的使用	58
3.4.1	仿真软件简介	58
3.4.2	仿真软件 CX-Simulator 的使用	58
第 4 章	欧姆龙 PLC 的指令系统及编程方法	60
4.1	PLC 的基本指令	60
4.1.1	时序输入指令	60
4.1.2	时序输出指令	65
4.2	PLC 的定时器和计数器指令	68
4.2.1	定时器指令	68
4.2.2	计数器指令	76
4.2.3	基本指令的应用实例	80
4.3	PLC 的数据传送和数据比较指令	87
4.3.1	比较指令	87
4.3.2	数据传送指令	90
4.3.3	PLC 的数据移位和数据循环指令	96
4.3.4	PLC 的数据运算指令	100
4.4	PLC 时序控制指令	111
4.4.1	NOP 和 END 指令	111
4.4.2	IL 和 ILC 指令	111
4.4.3	JMP 和 JME 指令	111
4.4.4	循环指令	112
4.4.5	工序步进控制指令	113
第 5 章	PLC 的机械控制系统设计方法	115
5.1	控制系统的设计步骤和 PLC 选型	115
5.1.1	控制系统的设计步骤	115
5.1.2	可编程控制器的选择	117
5.2	可编程控制器控制硬件设计方法	118

5.2.1	系统硬件设计总体方案	118
5.2.2	系统硬件设计文件	120
5.2.3	PLC 输入/输出电路设计	121
5.2.4	系统供电及接地设计	126
5.3	可编程控制器系统软件设计方法	128
5.3.1	软件设计概述	128
5.3.2	软件设计的内容	128
5.3.3	程序设计的一般步骤	129
5.3.4	控制程序的局部设计方法	130
5.3.5	控制程序的整体设计方法	133
5.4	信号处理及程序设计	137
5.4.1	输入信号的处理	137
5.4.2	故障信号的检测及程序设计	141
5.5	人机交互设备-触摸屏	142
5.5.1	TPC1262H 基本信息	143
5.5.2	MCGS 嵌入板组态软件的介绍	144
5.5.3	MCGS 嵌入版组态软件的四种工作方式	145
5.5.4	组态开发简介	146
第 6 章	PLC 的应用与开发	151
6.1	PLC 的应用开发步骤	151
6.2	三相异步电动机的星形-三角形降压启动控制	152
6.3	基于 OMRON PLC 的机械手定位控制	153
6.4	基于 OMRON PLC 的自动送料小车控制	159
6.5	基于 OMRON PLC 的台车的呼车控制	163
第 7 章	PLC 在电梯控制中的应用	167
7.1	电梯的构造及控制要求	167
7.1.1	电梯的构造	167
7.1.2	电梯主要控制要求	168
7.2	PLC 在高速计数器定位电梯控制中的应用	169
7.2.1	交流双速电梯的主电路及电器元件	169
7.2.2	PLC 的选型及输入、输出端口安排	171
7.2.3	梯形图的设计	172
7.3	PLC 在感应器定位电梯控制中的应用	179
7.3.1	光电编码器与 PLC 的高速计数器	179
7.3.2	基于高速计数器的轿厢位置确定	183
第 8 章	PLC 的使用维护	188

8.1 PLC 的安装和维护.....	188
8.1.1 安装时应注意的问题.....	188
8.1.2 PLC 的维护检查.....	191
8.2 PLC 应用系统的设计与调试.....	191
8.2.1 系统设计的基本步骤.....	191
8.2.2 系统调试方法和步骤.....	193
8.3 PLC 控制系统的维护.....	198

参考文献.....	199
-----------	-----



第 1 章

可编程控制器机械控制 基本原理

1.1 电气控制基础

1.1.1 继电器-接触器控制

电气控制，这里主要指工业电气控制，涉及的内容广泛。例如，电灯点亮或熄灭的控制、电动阀门的开启或关闭控制、电动机的启动或调速控制。继电器-接触器控制系统是由接触器、继电器、主令电器和保护电器按照一定的控制逻辑接线组成的控制系统，其工作原理就是采用硬接线逻辑，利用继电器触点的串联或并联及延时继电器的滞后动作等组成控制逻辑，从而实现对电动机或其它机械设备的启动、停止、反向、调速及多台设备的顺序控制和自动保护功能。由于继电器-接触器控制系统操作简单直观，维护、调整方便，现场人员容易掌握使用等优点，它曾被广泛用于工矿企业的生产控制系统。但随着 PLC 技术的发展和应用，继电器-接触器控制系统已逐渐被 PLC 控制系统所取代。

图 1-1 所示为一台电动机最简单的控制电路，通过一个手动开关即可以控制电动机的启动或停止，这也是最简单的工业电气控制设备。但实际工业现场的控制设备要比图 1-1 复杂，因为即使简单地控制一盏灯或者一台电动机，电路中只有通电、断电的设备还不够，至少还需要针对电路及用电器的保护电器。图 1-2 的电路在图 1-1 的基础上增加了熔断器，即增加了短路保护。但当电动机容量比较大时，需接通及分断的电流较大，使用手动开关操作既不安全又不可靠。这时就可以使用电磁开关-接触器作为接通及断开电路的主要电器。

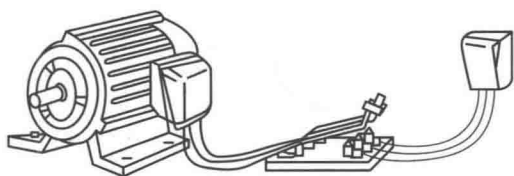


图 1-1 手动开关控制电动机的启停



图 1-2 具有部分保护电器的电动机启停电路

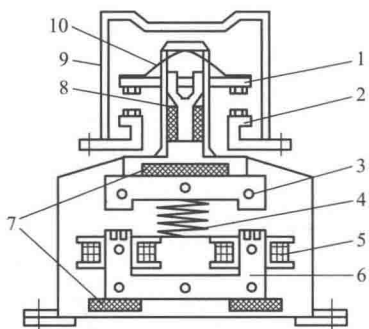


图 1-3 CJ20 系列交流接触器结构

- 1—动触头；2—静触头；3—衔铁；4—弹簧；
5—线圈；6—铁芯；7—垫毡；8—触头弹簧；
9—灭弧罩；10—触头压力弹簧

接触器主要由铁芯、线圈、反力弹簧、触头及灭弧罩等组成。CJ20 系列交流接触器结构如图 1-3 所示，其中铁芯、线圈及反力弹簧组成接触器的操动机构，触头为接触器的工作机构，灭弧罩用来熄灭分断电路时产生的电弧。接触器的工作过程为：当线圈接入电源时，磁场力使动铁芯向静铁芯运动，带动动触头向静触头运动，从而利用触头的接触完成电路的接通；而线圈断电时，在反力弹簧的作用下，铁芯及触头则恢复成线圈未通电时的状态，将线圈通电时接通的电路断开。

但以上所述的一通一断只表达了接触器一类触头的情况：动合触头（动合触头也称为常开触头）。接触器通常还有动断触头（动断触头也称为常闭触头），一类在线圈未通电时接通电路，线圈通电时断开电路的触头。在接触器及其它普通开关中，动合触头常作为主触头，也即接通、断开主电路的触头；动断触头则一般多用作辅助触头，即用于控制电路中。但动合触头在控制电路中也常用，因此区分主触头和辅助触头的标准不是触头在通断过程中的状态变化，而是触头分断电流的能力。主触头分断电流能力强（主触头分断电流的能力常用接触器的额定电流值表示），用于主电路；辅助触头的额定电流一般为 5A，用于控制电路。

一台接触器或继电器往往有多组触头，这里要强调的是，同一接触器的所有触头不论是主触头还是辅助触头，不论是动合触头还是动断触头，在线圈通电或断电时都同时动作，并改变通断状态，也即具有连动特性。此外，触头在电路分析中也叫触点，以线圈不通电时的状态为常态，即常开触点（动合触点）与常闭触点（动断触点）。

图 1-4 为交流接触器控制三相异步电动机单向运转的电路，它是由图形符号及文字符号绘出的。这种图就是电气工程中传统的电气原理图，图中的符号及其所表示的电器可以查阅相关标准。图 1-4 中同一电器的线圈及触点部件分绘在图的不同部位，但属于同一电器的部件用同样的文字符号表示。如图 1-4 中接触器的线圈及主辅触点都用 KM 表示。为配合电磁开关的使用，电路中选用了启动按钮 SB2 及停止按钮 SB1，还增加了热继电器 FR。热继电器是一种过载保护装置，它可以在电动机的工作电流少量地超过额定电流一定时间后自动断开电路，从而保护电动机中的绝缘材料不至于因过热而损坏。图 1-4 所示电路分为两部分，图 1-4(a) 为电动机供电的电路，是主电路，L1、L2、L3 表示三相交流电源；图 1-4(b) 为接触器线圈供电的电路，是控制电路。图 1-4(b) 中上下两根横线为电源线，具体与主电路电源连接，需根据接触器线圈的电压而定，线圈额定电压为 380V 时接两根相线，为 220V 时接一根相线一根零线（以下各电气原理图相同）。该电路的操作过程为：

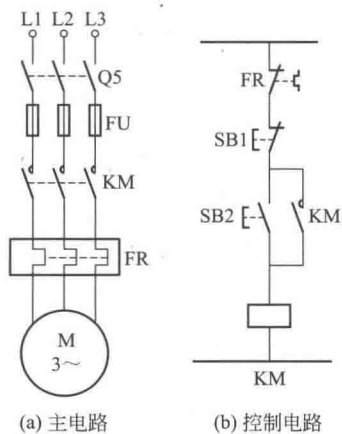


图 1-4 三相异步电动机
单向运转控制电路图

需启动电动机时,按下启动按钮 SB2,接触器 KM 得电,其动合主触点接通三相电源,其并接在启动按钮上的动合辅助触点接通,并在按钮松开时为线圈提供电流通道,电动机启动并运行。当需要停车时,按下停止按钮 SB1,接触器 KM 线圈断电,其动合主触点断开,动合辅助触点也断开,电动机断电停车。以上这个电路是继电器接触器电路中最简单的单元电路,由于线路中接触器的动合辅助触点 KM 为本身的线圈提供电流通路,被称为自锁触点。该电路由于具有启动、保持及停车功能,称为启-保-停电路。

三相异步电动机正反转控制的电气原理图如图 1-5 所示,由于正反转控制要换接电动机三相电源的相序,需要使用两台接触器。图 1-5(a) 所示主电路中的两台接触器可分别按正序及逆序两种方式将电源接入电动机,控制电路给出了三种接线图。在控制电路图 1-5(b) 中,每个接触器的线圈构成一个启-保-停支路,正转按钮 SB2 用于接通正转接触器 KM1,反转按钮 SB3 用于接通反转接触器 KM2。两个支路各自完成一个方向的运转控制。但是这个电路是不安全的。为了防止三相电源由于正转及反转接触器同时接通而短路,控制电路图 1-5(c) 在每个接触器线圈支路上增加了“互锁”环节。“互锁”是在不允许同时接通的线圈电路中互串制约方电器的动断触点的电路结构方法。在图 1-5(c) 电路中,当接触器 KM1 接通时,按下接触器 KM2 的启动按钮,将由于 KM1 的动断触点断开了 KM2 的线圈电路,使 KM2 不可能接通。即在需要电动机反转时必须先按下停止按钮 SB1 使电动机停车,才能再启动反转接触器 KM2 工作,因此该电路被称为正-停-反电路。

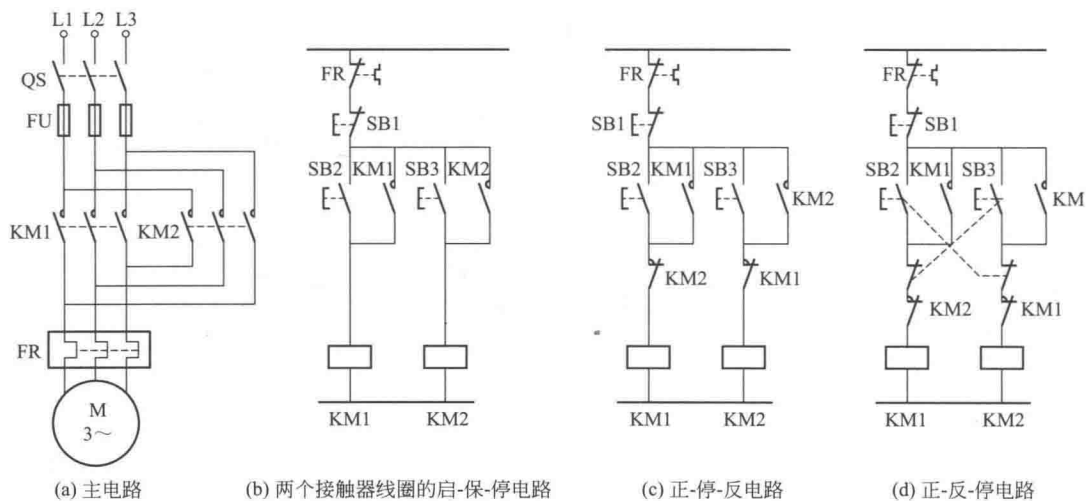


图 1-5 三相异步电动机正反转控制电路

图 1-5(d) 的电路较图 1-5(c) 中增加了按钮联锁,就形成了正-反-停电路,使反转控制的操作不需先按下停止按钮。图 1-5(d) 中用虚线相连的两对动合动断触点各是一只按钮的两对触点。这里巧妙地利用了按钮按下时动断触点先断开,动合触点后接通的特点,使按下反转启动按钮时完成了先断开正转接触器,再接通反转接触器的两个动作。

两台电动机的顺序启动控制电路如图 1-6 所示。图 1-6(a) 是主电路,图 1-6(b)、(c) 是控制电路。分析控制电路图 1-6(b) 中两台接触器线圈得电的制约关系可知:电动机 M2 只有在电动机 M1 工作后才可以启动,在停止 M1 工作时 M2 将同时停止。由于线路的连接



不同, 控制电路图 1-6(c) 所产生的控制结果就不同, 由于在 SB1 动断触点旁并上了 KM2 的动合触点, 停车时不能再直接按 SB1 停止两台电动机, 而必须先停止电动机 M2 才能停电动机 M1。

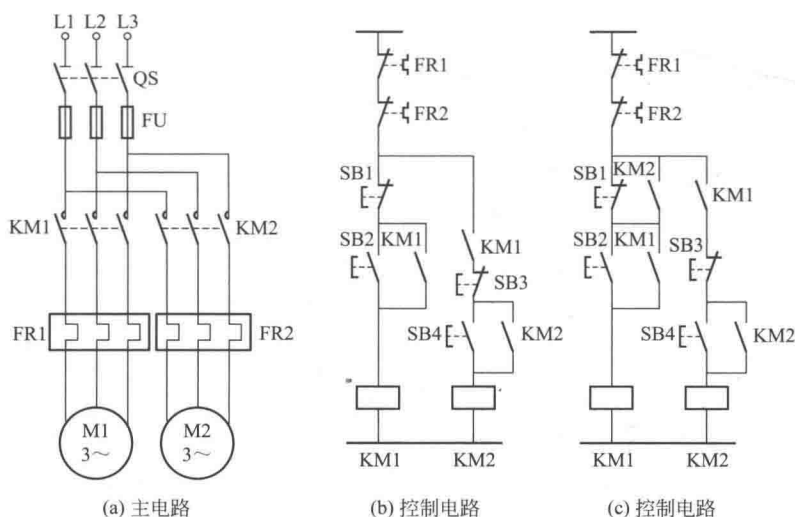


图 1-6 两台电动机顺序启动控制电路

图 1-6(a) 主电路上配上图 1-7 所示的控制电路, 可以在电动机 M1 启动一定时间后自动启动电动机 M2。图 1-7 是电气原理图的横置画法。左右两端的圆圈表示电源接点。图中

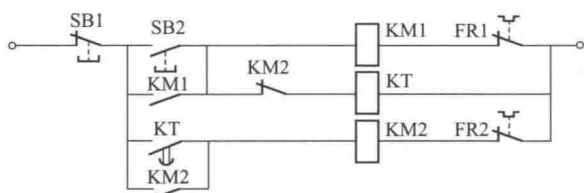


图 1-7 采用时间继电器的顺序启动控制电路

除了使用两台接触器外, 电路中还使用了时间继电器。时间继电器是一种具有时延功能的电器, 当其线圈通电或断电时, 作为工作机构的触点可以延时动作。从图 1-7 中可以看出, 第一台电动机的接触器 KM1 通电时, 时间继电器 KT 的线圈也开始通电, 这就使时间继电器

KT 开始计时, 计时时间到, 时间继电器通电延时闭合的动合触点接通第二台电动机的接触器 KM2, 使电动机 M2 开始转动。

继电器控制在 20 世纪 30~70 年代是世界上占统治地位的电气控制技术。除了上文中提到的接触器、按钮、热继电器、时间继电器等外, 常用的继电器类电器以及它们在电路中的用途如表 1-1 所示。

表 1-1 部分常用控制电器

器件名称	功能及原理描述	主要用途
电流继电器	当其线圈所串电路中电流达到或低于某值时触点动作	过电流及欠电流保护
电压继电器	当其线圈所并电路中电压达到或低于某值时触点动作	过电压及欠电压保护
速度继电器	当同轴转动体的转速达到或低于某值时触点动作	速度控制
主令开关	多挡位置及多触点成组动作开关	多线路切换控制
限位开关	当运动体运行到限位开关处并触动开关时动作	位置控制

从功能实质上来说,继电器接触器系统中选用电器的种类及电器部件间的连接决定了各电器所代表的事件间的制约关系,也就决定了电路的功能。在图 1-5(c) 所示电动机正反转控制电路中,接触器 KM1 代表电动机正转这一事件,定义为事件 A;接触器 KM2 代表电动机反转这一事件,定义为事件 B。A、B 两个事件是不可以同时出现的,因而在接触器 KM1 及 KM2 的线圈电路中增加了互锁环节。接触器 KM1 及接触器 KM2 线圈得电条件的逻辑式表达为:

$$\text{事件 A 电动机正转事件: } F_{KM1} = \overline{FR} \overline{SB1} \overline{SB3} \overline{KM2} (SB2 + KM1)$$

$$\text{事件 B 电动机反转事件: } F_{KM2} = \overline{FR} \overline{SB1} \overline{SB2} \overline{KM1} (SB3 + KM2)$$

在工业控制中,只有接通及断开两种状态的物理量称为开关量。开关量控制的电路都可以用逻辑表达式表示,这类控制叫做逻辑控制。将这种元器件间以实际线路连接表达控制逻辑关系的方式称为接线逻辑。

除了开关量外,工业控制中还有另一类物理量,它们不像开关量那样非通即断,只有两种状态,而是在一定的范围内连续变化。如图 1-8 所示的具有温度反馈的炉温控制系统,即是模拟量控制系统。系统中电炉的温度、温度传感器的输出量、晶闸管调压装置的控制量及输出量都是模拟量。温度反馈控制装置的工作过程为:电炉是为某种恒温目的设置的加热装置,电炉采用晶闸管调压装置供电,炉温使用温度变送单元测量,炉温的给定值在信号综合单元与温度的测量值相比后得到的误差值用来控制晶闸管调压装置。这种系统中的模拟量可以是在 0~10V 范围内连续变化的直流电压,或 4~20mA 间连续变化的直流电流。晶闸管调压装置的输出则可以是 0~380V 间变化的交流或直流电压。正常工作中,当温度给定值不变且炉温下降时,温度变送单元输出的电量下降,综合单元相比后的输出电量则会上升,则引起晶闸管调压装置的输出电压增加,使温度上升,从而维持电炉的温度不变。

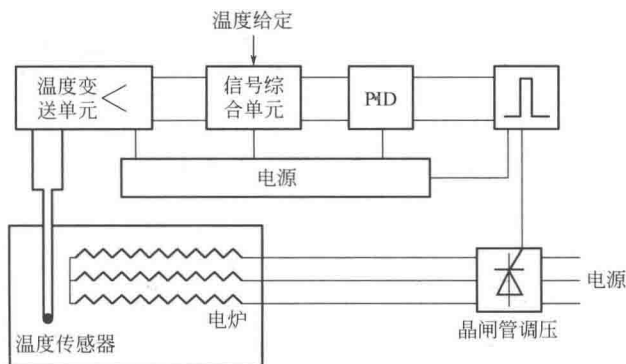


图 1-8 具有温度反馈的炉温控制装置

1.1.2 PLC 常用的外围器件

可编程控制器技术应用的关键是掌握可编程控制器的指令系统,根据生产设备的控制要求编写应用程序,而后在生产现场进行安装及调试。而外围器件对于可编程控制器系统的正



常运行起着重要作用,在此简单介绍可编程控制器常用的外围器件。PLC 是低压器件,其外围器件也都是低压器件。低压器件主要用于低压电力拖动系统中,对电动机的运行进行控制、调节、检测与保护,常用的有主令器件、执行装置等。

(1) 主令器件

主令器件主要用来切换控制电路,用以控制电力拖动系统的启动与停止以及改变系统的工作状态,如电动机的正反转等。主令电器应用广泛,种类繁多,主要有控制按钮、行程开关、接近开关等。可编程控制器系统的数字量(开关量)控制信号输入部分,就是由按钮、行程开关、光电开关等主令电器所构成。

① 控制按钮 控制按钮一般用作短时间的接通或断开小电流电路的开关。图 1-9 是按钮的结构示意图和图形符号。

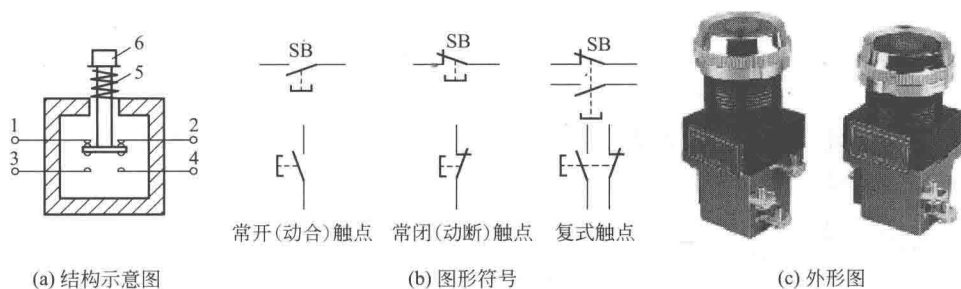


图 1-9 按钮的结构示意图及图形符号

1,2—常闭(动断)触点;3,4—常开(动合)触点;5—复位弹簧;6—按钮帽

按钮类型主要有指示灯式按钮(指示)、紧急故障处理的蘑菇状按钮(引人注意)、钥匙状旋式按钮(安全)和旋钮式按钮(自锁)等。

按钮的颜色一般有红、绿、黑、黄、白、蓝等,一般红色作为停止按钮,绿色作为启动按钮。一般“启动”与“停止”交替动作的按钮是黑白、白色或者灰色,不用红色和绿色;“电动”按钮是黑色;“复位”按钮是蓝色,当复位按钮还有停止作用时,必须是红色。

按钮的工作电压也是多样的,既有直流的,也有交流的。

控制按钮有多种形式,但是其基本功能相同,即为 PLC 提供用于数字量(开关量)控制的开关信号,用户可根据不同的情况进行选择。

② 行程开关 行程开关又称位置开关或限位开关,其作用与按钮相同,只是其触点的动作不是靠手动操作,而是利用生产机械某些运动部件上的挡铁碰撞其滚轮使触点动作来接通或分断某些电路,使之达到一定的控制要求。行程开关被用来限制机械运动的位置或行程,使运动机械按一定位置或行程自动停止、反向运动或自动往返运动等。

行程开关按其工作原理一般分为机械式和电子式两种。常用型号有 LX19 和 JLXK1,它们具备常开和常闭两对触点,并有单轮式自复位和双轮式非自复位两种类型。行程开关按其结构又分为直动式、滚动式和微动式三种。微动式开关 LXW-11 及 JLXW1-11 具有体积小、动作灵敏的特点。微动式行程开关的图形符号及结构如图 1-10 所示,其中图 1-10(b)是限位开关通用的图形符号。

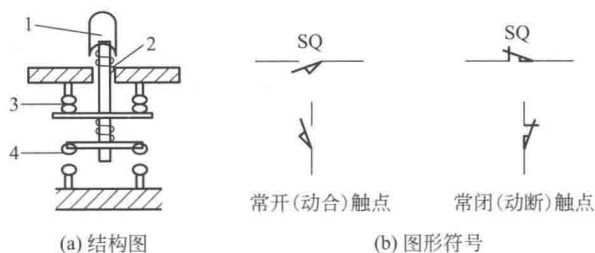


图 1-10 直动式行程开关

1—顶杆；2—弹簧；3—常闭触点；4—常开触点

③ 接近开关 接近开关是一种不必与运动部件进行机械接触就可以动作的位置开关，当物体与接近开关感应面的距离小于动作距离时，不需要机械接触及施加任何压力即可使开关动作，从而驱动交流或直流电器或给计算机装置提供控制指令。接近开关是开关型传感器（即无触点开关），它既有行程开关、微动开关的特性，又具有传感性能，且动作可靠、性能稳定、频率响应快、应用寿命长、抗干扰能力强并具有防水、防震、耐腐蚀等特点。在完成行程控制和限位保护方面，它完全可以代替机械式有触点行程开关。除此之外，它还常用作高频计数、测速、液面控制、零件尺寸检测、加工程序的自动衔接等的非接触式开关，在机床、纺织、印刷、塑料等工业生产中应用广泛。常用接近开关外形如图 1-11 所示。

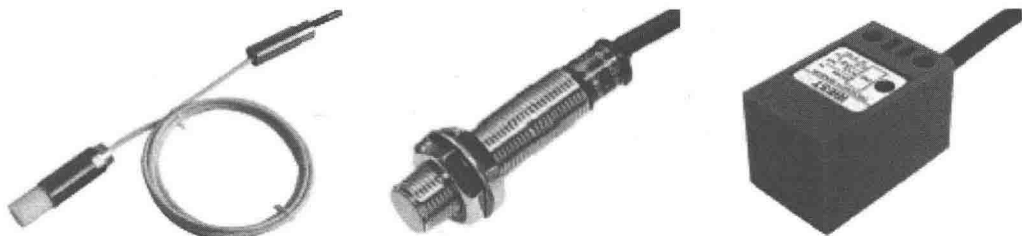


图 1-11 接近开关外形图

按照接近开关的工作原理，可以分为电容型、霍尔效应型、感应电桥型、高频振荡型、磁铁型等多种。

④ 光敏开关 光敏开关的功能在不断完善，现已成为与 PLC 相配套的系列产品，广泛用于自动包装、打胶、灌装、包装机以及自动装配流水线等。光敏开关分为透射型和反射型两类。

a. 透射型。发射器（光源）与接收器相对放置，发射器发射的红外线直接照射到接收器上。例如，生产线上有物体通过时，将红外线光源遮挡住，接收器收不到红外线，于是就发出一个信号。

b. 反射型。根据反射方式的不同，又分为镜反射和被测物体反射两种。镜反射的接收部分和发射部分合在一起，发射部分发射的红外线，由反射镜反射回来，被接收部分接收。当生产线上的物体通过时，接收部分接收不到红外线，则发出一个信号。被测物体反射是指被测物体对红外线的反射，接收器接收到物体反射的红外线，从而给出信号。



⑤ 传感器

a. 传感器分类。传感器种类繁多，而且新型传感器不断地大量涌现。一般有两种分类的方法：一种以传感器的工作原理来划分，另一种以被测参量来划分，以被测参量来分类见表 1-2。

表 1-2 根据被测参量分类的传感器

被测量	被测参量
温度	温度、热量、比热容、热导率等
电	电流、电压、电场、电位、电功率、电荷、电阻、电容、电感、电磁波、阻抗等
磁	磁通、磁场、导磁等
光	照度、亮度、色、紫外线、可见光、红外线、X 射线、γ 射线等
机械	长度、厚度、位置、位移、变形、斜位、角度、速度、加速度、精确度、重量、力、压力、力矩、流速、流量、振动等
化学	气体成分、液压成分、pH 值、气味、黏度、密度等

b. 传感器的性能。静态性能指标主要有测量范围、线性度、滞后、不重复性、灵敏度、分辨率等。动态性能指标主要有响应时间、精确度、零点时间漂移、零点温度漂移、灵敏度漂移、工作环境条件、响应速度等。

c. 传感器选用原则。PLC 系统检测方面质量的优劣关键在于传感器的选择。选择传感器的一般原则：借助于传感器分类表，按被测量的性质，从典型应用中可以初步确定几种可供选用的传感器类别；借助于几种常用的传感器比较表，按被检测量的检测范围、精度要求、环境要求等确定传感器的结构形式和传感器最后类别；借助于传感器的产品目录选择样本，查出传感器的规格型号和性能、尺寸。

(2) 执行装置

PLC 控制对象种类很多，有电动的、液压的和气动的。虽然负载的种类和大小各不相同，但是对于 PLC 本身而言，它主要的输出模块有三种：继电器型、晶体管型和双向晶闸管型，并且它承受负载的能力也是有限的，那么 PLC 如何带动庞大的机械电气设备？PLC 与这些被控对象之间还需要有一个环节，这就是执行装置。一般 PLC 系统中执行装置有以下三种：接触器或继电器、执行器和电磁阀。它们都是自动电器。

自动电器与手动电器的动作方式不同，它的执行元件（如接触器的触点、电磁铁的衔铁）的动作是由电器的感应元件（如励磁线圈）操作的。因此可以用小功率信号来控制感应元件，而使执行元件去控制大功率的主电路的切换，实现对被控对象的远距离自动控制。自动电器中用于切换主电路的主要有接触器和自动开关，用于控制环节的有各种继电器，直接利用电器机械运动的有电磁阀。接触器前面有介绍在此不再赘述。

① 继电器 继电器是一种能够感测到输入开关状态的变化，经过比较鉴别后相应地在执行机构（触点）输出开关量的自动控制电器。一个继电器要具备三个基本功能：一是感测功能，如电磁式继电器的铁芯线圈就具有感测输入电压（电流）的功能。二是比较功能，例如，感测到输入电压（电流）后，铁芯线圈因产生电磁吸力而吸引衔铁，吸力大小取决于输入电压（电流）的大小。当输入信号达到所要求的数值时，产生的吸力