

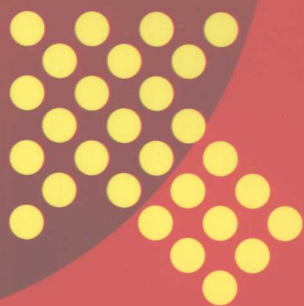
21世纪高等学校规划教材



PLC YUANLI JI GONGCHENG YINGYONG

PLC原理及工程应用

刘星平 主编



中国电力出版社

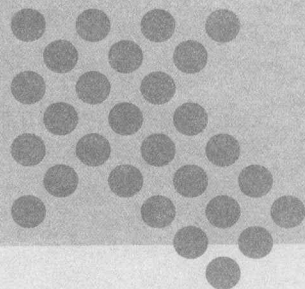
<http://jc.cepp.com.cn>

21世纪高等学校规划教材



PLC YUANLI JI GONGCHENG YINGYONG

PLC原理及工程应用



本书可作为高等院校电气工程及其自动化专业及相关专业的教材，也可供从事PLC工作的工程技术人员参考。

—— 编 者 告 白

本书可作为高等院校电气工程及其自动化专业及相关专业的教材，也可供从事PLC工作的工程技术人员参考。

—— 编 者 告 白

本书可作为高等院校电气工程及其自动化专业及相关专业的教材，也可供从事PLC工作的工程技术人员参考。



中国电力出版社
<http://jc.cepp.com.cn>

内 容 提 要

本书为 21 世纪高等学校规划教材。

本书以国内广泛使用的西门子公司 S7-200 (CN) 系列 PLC 为背景, 介绍了电气控制的基本知识、PLC 的工作原理、特点、硬件结构、编程元件与指令系统, 并从工程应用出发详细介绍了梯形图程序的常用设计方法、PLC 系统设计与调试方法、PLC 在实际应用中应注意的问题。本书不仅介绍了 PLC 在开关量、模拟量控制系统中的应用, 同时还突出了 PLC 的脉冲输出控制、网络通信、现场总线等新技术。

本书可作为普通高等院校自动化、电气工程、电子信息、机电一体化、测控技术等相关专业的教材, 也可供工程技术人员自学或作为培训教材使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

PLC原理及工程应用 / 刘星平主编. —北京: 中国电力出版社, 2010.2

21世纪高等学校规划教材

ISBN 978-7-5123-0045-3

I. ①P… II. ①刘… III. ①可编程序控制器—高等学校—教材 IV. ①TM571.6

中国版本图书馆CIP数据核字 (2010) 第012325号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号 100044 <http://jc.cepp.com.cn>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2010年2月第一版 2010年2月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 13.25印张 319千字

定价 21.20元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签, 加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

前 言

随着技术的发展,可编程控制器的功能越来越强大,因此原来很多由继电器—接触器控制系统(俗称电气控制技术)实现的功能可以很容易地由可编程序控制器来实现,正是基于这一考虑,而把电气控制技术与可编程控制器这两门课程合并,书中只保留了电气控制的经典知识及基本应用。

可编程控制器简称 PLC,是以微处理器为核心的工业自动控制通用装置。它具有控制功能强、可靠性高、使用灵活方便、易于扩展、通用性强等一系列优点,不仅可以取代继电器控制系统,还可以进行复杂的生产过程控制和应用于工厂自动化网络,被誉为现代工业生产自动化的三大支柱之一。因此,学习和掌握 PLC 应用技术已成为工程技术人员的紧迫任务。

本书编写时力求由浅入深、通俗易懂、理论联系实际、注重应用,充分体现教材内容的适用性和先进性。结合编者多年的工程应用实践和教学经验,在书中的相关章节列举了大量的工程实例,所列举的例子都是可以作为教学案例来讲课和学习。

本书从应用的角度出发,系统地介绍了 PLC 硬件组成、工作原理和性能指标,以国内使用西门子公司 S7-200 系列 PLC 为样机,详细介绍了其指令系统及应用、PLC 程序设计的方法与技巧、PLC 控制系统设计应注意的问题。为了适应新的发展需要,本书还介绍了 PLC 在模拟量过程控制系统中的应用、S7-200 网络通信的编程应用、高速计数及脉冲输出的应用等。

全书共分为 9 章。第 1 章为继电接触器控制基本知识,第 2 章为可编程控制器概述,第 3 章为 S7-200 系列 PLC 的硬件组成及编程软件,第 4 章为 S7-200 PLC 的编程指令,第 5 章为 S7-200 PLC 的编程方法,第 6 章为 S7-200 PLC 在模拟量闭环控制中的应用,第 7 章为 S7-200 PLC 的通信及网络控制,第 8 章为 S7-200 PLC 控制系统的设计与应用,第 9 章为 HMI 及组态软件的应用。

每章后附有习题,供读者练习与上机实践。书中标有 * 号的章节可根据教学的要求和学时选用。

本书由湖南工程学院刘星平任主编,湖南工程学院赖指南(第 1 章、第 2 章)和湘潭职业技术学院杨德良(第 8 章)任副主编,参加编写的有湘潭大学易灵芝、湖南工程学院沈细群本书由南京工程学院郁汉琪教授担负主审,提出了许多宝贵的意见,在此表示诚挚的谢意。全书由刘星平统稿。

由于编者水平有限,书中难免有不足和疏漏之处,恳请读者批评指正。

编 者

2010 年 1 月

目 录

前 言	
第 1 章 继电器接触器控制基本知识	1
1.1 继电器接触器控制系统的基本单元	1
1.2 继电器接触器控制系统常用的一些概念及基本控制方式	4
习 题.....	8
第 2 章 可编程控制器概述	9
2.1 可编程控制器的产生及定义	9
2.2 PLC 的组成	9
2.3 PLC 的工作原理	12
2.4 PLC 的特点及应用领域	15
习 题	17
第 3 章 S7-200 系列 PLC 的硬件和编程软件	19
3.1 S7-200 可编程控制器的组成	19
3.2 S7-200 (CN) PLC 的编程元件	23
3.3 S7-200 PLC 的数据类型及表示方法	27
3.4 S7-200 PLC 的寻址方式	28
3.5 S7-200 编程语言及程序结构	29
3.6 STEP7-Micro/WIN V4.0 编程软件的使用与安装	31
3.7 梯形图程序的执行原理及编程规则.....	36
习 题	37
第 4 章 S7-200 PLC 的编程指令	38
4.1 基本逻辑指令.....	38
4.2 运算指令.....	49
4.3 数据处理指令.....	55
4.4 程序控制类指令.....	58
* 4.5 特殊指令	64
习 题	77
第 5 章 S7-200 PLC 的编程方法	79
5.1 梯形图的基本电路.....	79
5.2 梯形图的经验设计法.....	84
5.3 顺序控制设计法与顺序功能图.....	86
5.4 使用启、保、停电路的顺序控制梯形图编程方法.....	93
5.5 使用置位复位指令的顺序控制梯形图编程方法	100
5.6 具有多种工作方式的系统的编程方法	104

习 题	110
第 6 章 S7-200 PLC 在模拟量闭环控制中的应用	113
6.1 模拟量闭环控制的基本概念	113
6.2 S7-200 PLC 的模拟量扩展模块	117
6.3 数字 PID 控制器	119
6.4 S7-200 PLC 的 PID 控制及其应用	121
习 题	132
第 7 章 S7-200 PLC 的通信及网络控制	133
7.1 计算机通信方式与串行接口	133
7.2 S7-200 PLC 的通信控制网络	135
7.3 网络读写	143
7.4 自由口通信现场总线技术	149
7.5 S7-200 PLC 的 PROFIBUS-DP 通信	156
习 题	161
第 8 章 S7-200 PLC 控制系统的设计与应用	162
8.1 系统设计	162
8.2 S7-200 PLC 应用系统的可靠性措施	165
8.3 节省 PLC 输入输出点数的方法	168
8.4 设计实例一：3 工位旋转工作台的 PLC 控制	170
8.5 设计实例二：移动式卫生间 PLC 控制系统的设计与应用	174
8.6 设计实例三：水箱加热系统的 PLC 位式温度控制	177
习 题	180
第 9 章 HMI 及组态软件的应用	183
9.1 HMI (人机操作界面)	183
9.2 TD 200 文本显示器	185
9.3 OPC Server 软件—PC Access	190
9.4 常用组态软件简介	194
9.5 组态软件对 S7-200 PLC 的监控应用举例一	197
9.6 组态软件对 PLC 的监控应用举例二	201
习 题	203
参考文献	204

第 1 章 继电接触器控制基本知识

PLC 是从继电器控制系统发展而来的。它的梯形图程序与继电器系统电路图相似，所以梯形图中的某些编程元件也沿用了继电器这一名称。

这种用计算机程序实现的软继电器，与继电器系统中的物理继电器在功能上有某些相似之处。下面先介绍一下继电接触器控制系统的基本知识。

1.1 继电接触器控制系统的基本单元

1.1.1 继电器

继电器用于控制电路，电流小，没有灭弧装置，可在电量或非电量的作用下动作。它由电磁线圈、铁芯、触点和复位弹簧组成。

继电器是一种电子控制器件，它具有控制系统（又称输入回路）和被控制系统（又称输出回路），通常应用于自动控制电路中，它实际上是用较小的电流去控制较大电流的一种“自动开关”。电磁式继电器一般由铁芯、线圈、衔铁、触点簧片等组成（如图 1-1 所示）。只要在电磁线圈两端加上一定的电压，线圈中就会流过一定的电流，从而产生电磁效应，衔铁就会在电磁力吸引的作用下克服返回弹簧的拉力吸向铁芯，从而带动衔铁的动触点与静触点（动合触点）吸合。当线圈断电后，电磁的吸力也随之消失，衔铁就会在弹簧的反作用下返回到原来的位置，使动触点与原来的静触点（动断触点）吸合。这样通过吸合、释放，从而达到了在电路中的导通、切断的目的。从继电器的工作原理可以看出，它是一种机电元件，通过机械动作来实现触点的通断，是有触点元件。

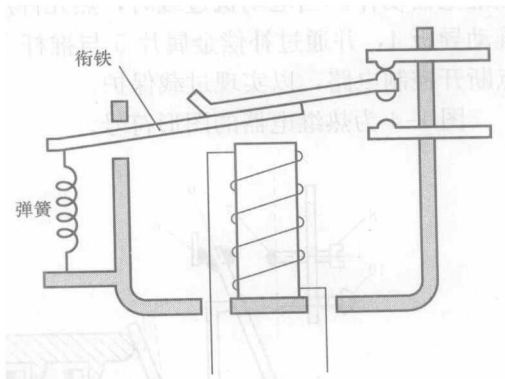


图 1-1 继电器原理

1.1.2 接触器

接触器的结构和工作原理与继电器的基本相同，接触器也是利用电磁吸力的原理工作的，主要由触头系统、电磁系统、灭弧装置、支架底座、外壳组成。它用于主电路，电流大，有灭弧装置，一般只能在电压作用下动作。电磁机构通常包括吸引线圈、铁芯和衔铁三部分。图 1-2 为接触器的原理结构示意图及图形符号。其中 1、2 之间是动断触点，3、4 之间是动合触点，7、8 之间是线圈。

1.1.3 热继电器

电动机长期过载、频繁启动、欠电压、断相运行均会引起过电流。热继电器是具有过载保护特性的过电流继电器，它是利用电流的热效应来切断电路的保护电器。它在控制电路中，用作电动机的过载保护和断相保护，既能保证电动机不超过容许的过载，又可以最大限

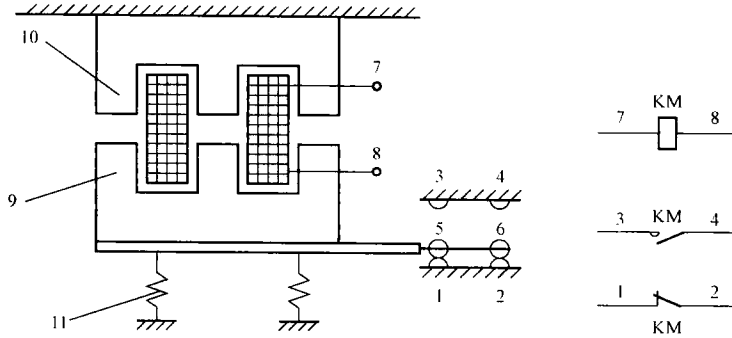


图 1-2 接触器的原理结构示意图及图形符号

1、2、3、4—静触点；5、6—动触点；7、8—吸引线圈；9—动铁芯；10—静铁芯；11—弹簧

度地保证电动机的过载能力。当然，首先要保证电动机的正常启动。

图 1-3 为热继电器结构原理图，作电动机过载保护时，将热元件 3 串接在电动机定子绕组中。当电动机正常运行时，热元件产生的热量虽然能使双金属片 2 发生弯曲，但不足以使热继电器动作。当电动机过载时，热元件产生的热量增大，使双金属片弯曲位移增大，从而推动导板 4，并通过补偿金属片 5 与推杆 14 带动触点系统动作。通常用热继电器的动断触点断开控制电路，以实现过载保护。

图 1-4 为热继电器的图形符号。

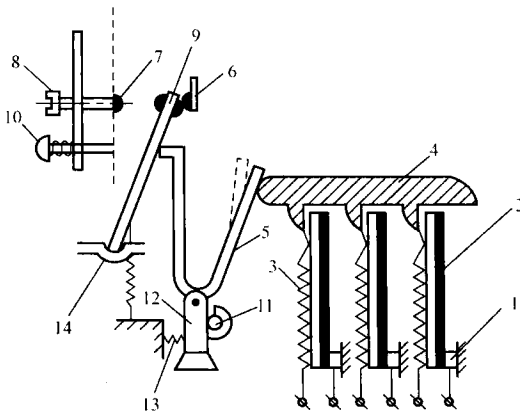


图 1-3 热继电器结构原理图

1—双金属片固定支点；2—双金属片；3—热元件；4—导板；5—补偿双金属片；
6—动断触点；7—动合触点；8—复位螺钉；9—动触点；10—复位按钮；
11—调节旋钮；12—支撑件；13—弹簧；14—推杆

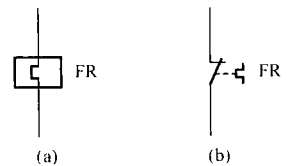


图 1-4 热继电器的图形符号

(a) 热元件；(b) 动断触点

* 1.1.4 时间继电器

时间继电器是一种实现触点延时接通或断开的自动控制电器，其种类很多，常用的有电磁式、电子式、钟表式、电动机式时间继电器。时间继电器的延时动作，区别于一般的固有动作时间。

1.1.5 速度继电器

速度继电器用来感受转速。它的感受部分主要包括转子和定子两大部分，执行机构是触

头系统。当被控电机转动时，带动继电器转子以同样速度旋转而产生电磁转矩，使定子克服外界反作用力转动一定角度，转速越高，角度越大。当转速高于设定值时，速度继电器的触点发生动作，当速度小于这一设定值时，触点又复原。速度继电器常用于电机的降压启动和反接制动，其图形符号如图 1-5 所示。

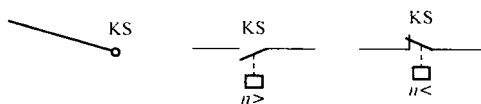


图 1-5 速度继电器图形符号

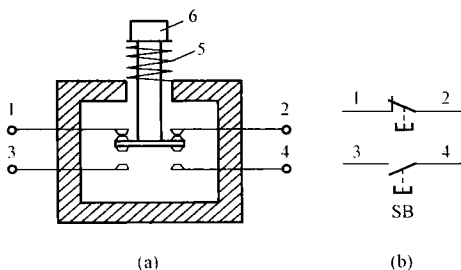


图 1-6 按钮的结构示意图及图形符号

(a) 结构示意图；(b) 图形符号

1、2—动断触点；3、4—动合触点；

5—复位弹簧；6—按钮帽

1.1.6 按钮

按钮是手动控制电器的一种，用来发出信号和接通或断开控制电路。图 1-6 是按钮的结构示意图和图形符号。

1.1.7 万能转换开关

万能转换开关用来选择工作状态，转换测信号回路，控制小容量电机。不同型号的万能转换开关，其手柄有不同的挡位（操作位置），其各触点的分合状态与手柄所处的挡位有关。万能转换开关的图形符号如图 1-7 所示。图中的万能转换开关具有 3 个挡位、5 对触点，在电路图中除了要

画出相应触点外，还要标记出手柄位置（挡位）与触点分合状态的对应关系，有两种标记表示方法。一种是图形方法，用虚线表示挡位，而用有无实心点（·）表示触点在该挡位的分合状态，如图 1-7（a）所示；另一种方法是以表格的形式（称为接通表）描述手柄处于不同挡位时各触点的分合状态，如图 1-7（b）所示，表中符号“×”表示触点处于闭合状态。

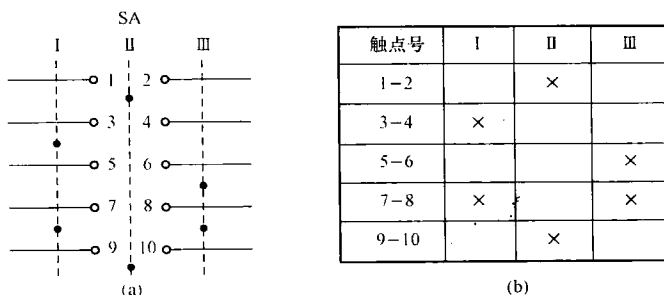


图 1-7 万能转换开关的图形符号及标记表示方法

(a) 图形方法；(b) 表格方法

1.1.8 接近开关

接近式位置开关是一种非接触式位置开关，简称接近开关。它由感应头、高频振荡器、放大器和外壳组成。当运动部件与接近开关的感应头接近时，就使其输出一个电信号。

接近开关分为电感式和电容式两种。

电感式接近开关的感应头是一个具有铁氧体磁芯的电感线圈，只能用于检测金属体。振荡器在感应头表面产生一个交变磁场，当金属块接近感应头时，金属中产生的涡流吸收了振荡的能量，使振荡减弱以至停振，因而产生振荡和停振两种信号，经整形放大器转换成二进制的开关信号，从而起到“开”、“关”的控制作用。

电容式接近开关的感应头是一个圆形平板电极，与振荡电路的地线形成一个分布电容，当有导体或其他介质接近感应头时，电容量增大而使振荡器停振，经整形放大器输出电信号。电容式接近开关既能检测金属，又能检测非金属及液体。

常用的电感式接近开关型号有 L11、LJ2 等系列，电容式接近开关型号有 LXJ15、TC 等系列。

1.1.9 红外线光电开关

红外线光电开关分为反射式和对射式两种。

1. 反射式光电开关

反射式光电开关是利用物体对光电开关的红外线反射回去，由光电开关接收，从而判断是否有物体存在。如果有物体存在，光电开关接收到红外线，其触点动作，否则其触点复位。

它有三根连接线，分别连接直流电源的正极、负极、OUT（输出信号），如图 1-8 所示，当与挡块接近时输出电平为低电平，否则为高电平。需要注意检测距离不要离光电开关太近，否则光电开关不能动作。

2. 对射式光电开关

对射式光电开关由分离的发射器和接收器组成。当无遮挡物时，接收到发射器发出的红外线，其触点动作；当有物体挡住时，接收器便接收不到红外线，其触点复位。

对射式光电开关的输出状态一般为 NPN 输出，输出晶体管的动作状态可分为入光时 ON 和遮光时 ON 两种。入光时为 ON 的对射式光电开关的结构如图 1-9 所示，当 24V 电压加到发光二极管 LED1 时，它将光发射给发光二极管 LED2，LED2 接收到光导通，三极管导通，输出为 ON；当发光二极管 LED1 发射出的光被物体挡住使发光二极管 LED2 接收不到时，LED2 不导通，三极管也不导通，输出为 OFF。

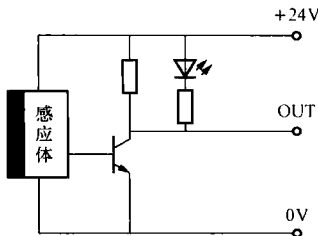


图 1-8 反射式光电开关原理图

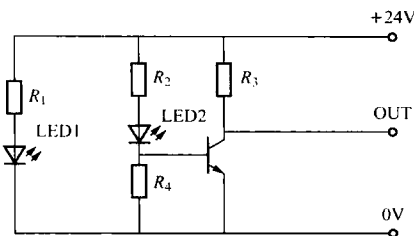


图 1-9 对射式光电开关原理图

光电开关和接近开关的用途已远超出一般行程控制和限位保护，可用于高速计数、测速、液面控制、检测物体的存在、检测零件尺寸等许多场合。

此外，继电器接触器控制系统还有行程开关、机械式凸轮开关、微动开关、干簧管开关、压力开关、液位开关、物位开关等，这些电器元件的图形符号可参见有关的低压电器设备手册。

1.2 继电器接触器控制系统常用的一些概念及基本控制方式

1.2.1 点动控制

1. 线路设计思想

点动，顾名思义，点一下，动一下，不点则不动。即要求按下启动按钮后，电动机启动运转，松开按钮时，电动机就停止转动，点动控制也叫短车控制或点车控制。

主电路由刀开关 Q、熔断器 FU1、接触器主触点 KM、热继电器 FR 和三相电动机组成。控制回路包括熔断器 FU2、按钮、接触器线圈和热继电器动断触点，如图 1-10 所示。

2. 三相异步电动机点动控制电路的动作流程

电动机启动时，按下按钮（SB）→线圈（KM）通电→触头（KM）闭合→电动机转动。

电动机停车时，按钮松开→线圈（KM）断电→触头（KM）打开→电动机停止。

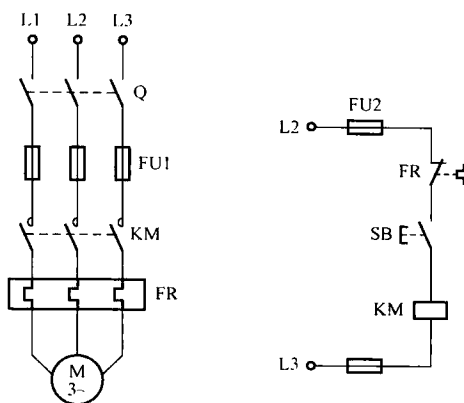


图 1-10 三相异步电动机的点动控制电路

1.2.2 长动控制

1. 线路设计思想

长动，又称连动，即控制对象能够持续运转，即使松开启动按钮后，吸引线圈通过其辅助触点仍保持继续通电，维持吸合状态。这个辅助触点常称为自锁触点。

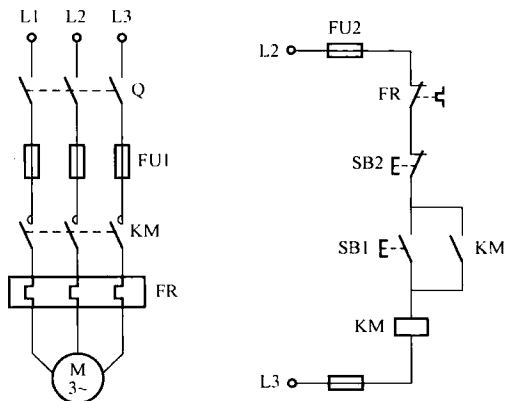


图 1-11 三相异步电动机的长动控制电路

2. 典型电路设计

如图 1-11 所示，合上开关 Q，按下启动按钮 SB1，控制电路中接触器 KM 的线圈得电，在主电路中，接触器的主触点 KM 闭合，电动机得电启动，在控制电路中的接触器的辅助动合触点 KM 闭合，虽然 SB1 可能已经松开了，但接触器线圈通过辅助触点得以继续供电，从而维持其吸合状态。也就是说，由于自锁触点的存在，使得电动机启动后，松开启动按钮，电动机仍可继续运行。当电动机正常运行时，按下停止按钮 SB2，接触器线圈 KM 失电，接触器主触点断开，电动机停止运行；同

时接触器的辅助触点也断开，自锁功能丧失，电路恢复至初始状态。

上述控制电路也称为电动机的启、保、停控制电路。

3. 点动控制与长动控制的区别

区别主要在于自锁触点的设置。点动控制电路没有自锁触点，同时点动按钮兼起停止按钮的作用；而长动控制电路，必须设有自锁触点，并另设停止按钮。

1.2.3 点动+长动复合控制

1. 线路设计思想

在工程应用中，单一的点动控制电路或长动控制电路使用场合十分受限，实际的控制电路往往要求既能实现点动控制，又能实现连续运行的复合电路。有鉴于此，在控制电路设计时，要想实现点动+长动复合控制，必须根据点动控制与长动控制线路的区别，着重强调对自锁触点的处理。

如图 1-12 所示，在 KM 的动合触点回路上串接点动按钮 SB3 的动断触点。

2. 三相电动机的点动+长动复合控制电路工作原理

当需要电动机连续运行时，按下长动按钮 SB1，电动机通电启动运转。欲使电动机停止，按下停止按钮 SB2 即可。

当需要电动机点动控制时，按下点动按钮 SB3，电动机通电启动运转。由于按钮 SB3 断开了接触器的自锁回路，故松开 SB3 时电动机断电停止运转。

值得注意的是，图 1-12 所示的控制电路存在一定的隐患。如果接触器 KM 的释放时间大于按钮 SB3 的恢复时间，则松开按钮 SB3 后，SB3 的动断触点先闭合，而 KM 的辅助动合触点尚未断开，将会使 KM 的自锁回路起作用，点动控制无法实现。这种现象称为触点间的“竞争”。存在竞争的电路工作是不可靠的，所以在设计控制电路时应尽可能避免竞争现象的发生。

解决竞争现象常用的方法是引入中间继电器，控制电路如图 1-13 (a) 所示。长期工作时中间继电器 KA 线圈得电并自锁，同时使接触器 KM 吸合；点动控制时按下 SB3，由于 KM 无法自锁，因此电路可以可靠地实现点动控制。

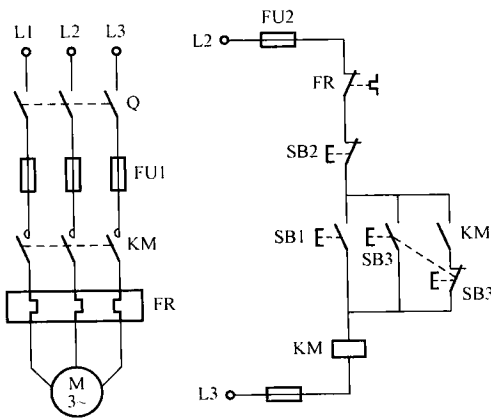


图 1-12 三相电动机的点动+长动复合控制电路

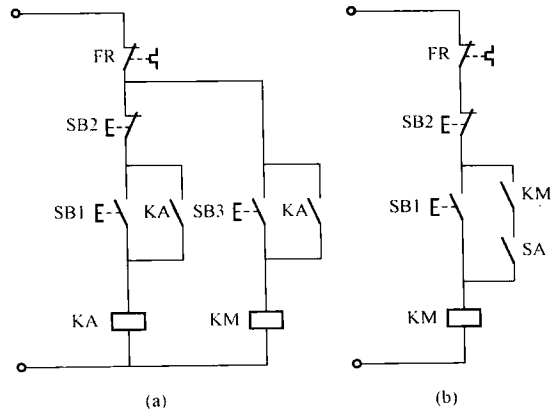


图 1-13 点动与长动结合的控制电路

图 1-13 (b) 所示的电路也能可靠地实现点动与连续运行。手动开关 SA 断开时，按动按钮 SB1 即可实现点动控制；当 SA 闭合时，KM 的自锁触点被接入，电路可方便地实现连续运行。

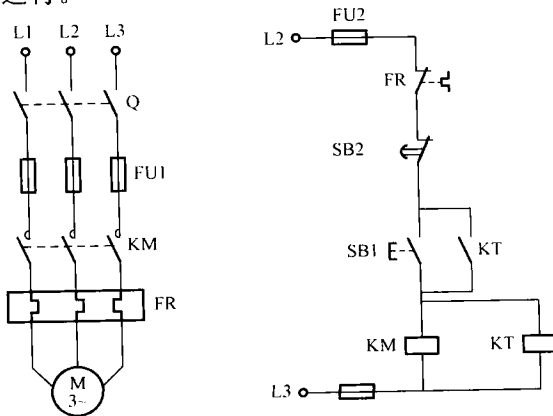


图 1-14 三相异步电动机的按钮延时控制电路

1.2.4 点动+延时复合控制

在工程应用中，常有一些用按钮起到延时一段时间又自动关闭的控制应用，这时可以用一个按钮和一个延时时间继电器来实现。在控制电路设计时，要想实现点动+延时复合控制，就要求时间继电器有一个瞬动的动合触点和一个延时断开的动断触点，着重强调对自锁动合触点的处理，如图 1-14 所示。

1.2.5 多地控制

有些生产机械和设备常要求可以在两

个或两个以上的地点进行启、停控制，称为多地控制或多点控制。多地控制要求在每个地点都装有启动按钮和停止按钮。若要求在任一地点按下启动按钮电动机均能启动，则应将所有的启动按钮（动合触点）并联起来（逻辑或）；若要求在任一地点按下停止按钮电动机均能停止，则应将所有的停止按钮（动断触点）串联起来（逻辑与）。

1.2.6 正反向接触器的联锁控制

许多生产机械在工作过程中常要求具有上下、左右、前后、往返等相反方向的运动，这就要求能对电动机进行正反转控制。可以通过控制接触器改变定子绕组相序来实现。应用在要求两个控制对象不能同时处于动作状态的场合。

典型的控制电路如图 1-15 所示。该电路由两个基本的启、保、停电路构成，此外在控制电路中附加了一定的联锁条件，将 KM1（或者 KM2）的辅助动断触点串入接触器 KM2（或者 KM1）的控制电路中，这就能够保证在任何时刻只能有一个接触器工作。

可以避免因正反两个接触器同时工作而造成的短路事故，这种方法称为互锁或联锁控制。

为了能够实现直接正反转控制，可以采用带按钮联锁的正反转控制电路。如图 1-15 所示，电动机正转时，无需按下停止按钮 SB1，而直接按下反转启动按钮 SB3，即可实现电动机由正转向反转的切换。

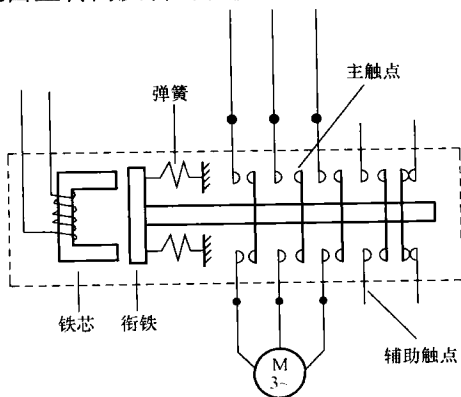


图 1-16 失压保护控制的动作示意图

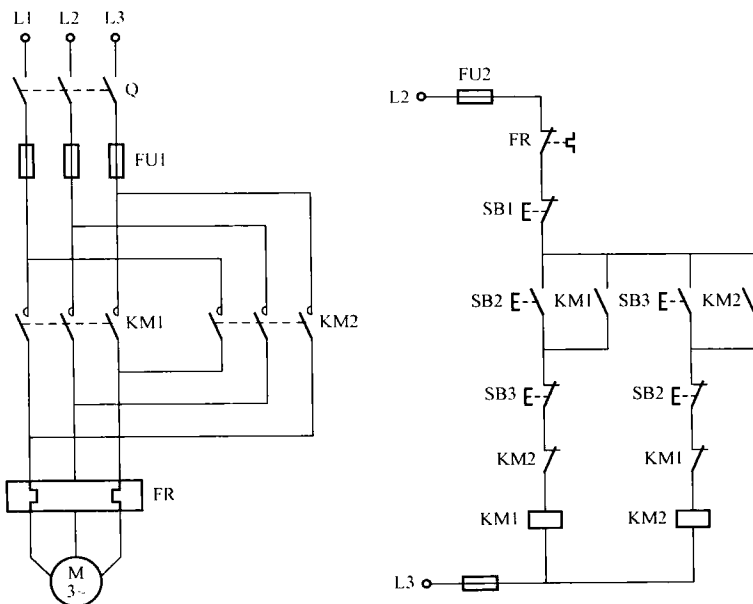


图 1-15 正反联锁控制原理图

1.2.7 三相异步电动机启动控制电路的相关保护

1. 失压保护

采用接触器实现保护控制，如图 1-16 所示。

保护原理：在线圈上施加交流电压后，铁芯中产生磁通，对衔铁产生克服弹簧拉力的电磁吸力，使衔铁带动触头动作。当线圈中电压的值降到电源电压值的 85% 时，铁芯中的磁通下降，吸力减小到不足以克服弹簧的反力时，衔铁就在弹簧的作用下复位。

失压保护控制的动作流程：

线圈通电→衔铁被吸合→触头闭合→电动机接通电源。

线圈失电→衔铁被断开→触头复位→电动机脱离电源。

当电源电压消失而又重新恢复时，要求所有的电动机或负载均不能自行启动，以确保操作人员和设备的安全。由于控制电路中采用的接触器的自锁触点能够保证这一点，在电源电压消失而又重新恢复时，接触器的线圈也不能得电，电动机也就不能再启动，除非再次按下启动按钮。

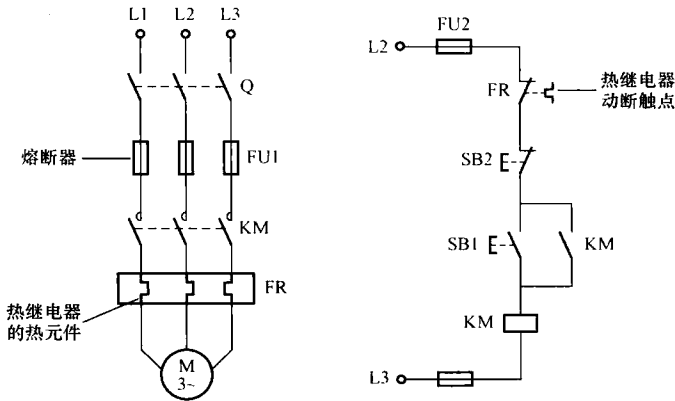


图 1-17 过载保护及熔断器保护控制的电路

2. 短路保护

采用熔断器实现保护控制。

保护原理：操作时熔断器串接于被保护电路中，当电路发生严重过载或短路时，利用电流的热效应原理，熔体熔断而切断电路，实现短路保护（见图 1-17）。

短路保护控制的注意事项：异步电动机的启动电流 I_{st} 约为额定电流 I_N 的 5~7 倍。选择熔体额定电流 I_{RT} 时，必须躲开启动电流，但对短路电流仍能起保护

作用。

3. 过载保护

采用加装热继电器实现保护控制。

保护原理：发热元件接入电机主电路，若长时间过载，双金属片被烤热。因双金属片的下层膨胀系数大，使其向上弯曲，扣板被弹簧拉回，动断触头断开，从而切断电路，实现过载保护。

习 题

1. 自动控制线路中常设置哪几种保护？过载保护与短路保护有什么区别？各用什么电器实现？

2. 什么叫互锁？它有何作用？

3. 什么叫自保？它有何作用？

4. 图 1-18 所示控制电路能否实现既能点动又能长动连续运行？试分析原因。

5. 继电器和接触器有什么区别？

6. 在电动机的正反向接触器的联锁控制中，有了按钮的机械互锁后，电气互锁是否能省去？为什么？

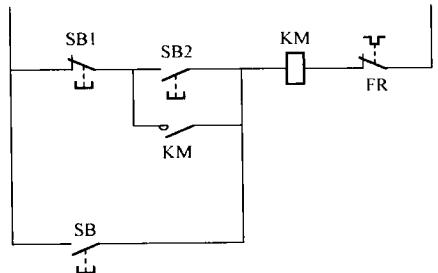


图 1-18 题 4 的图

第 2 章 可编程控制器概述

2.1 可编程控制器的产生及定义

2.1.1 可编程控制器的产生

1968 年由美国通用汽车公司 (GE) 提出了研制可编程序控制器 (即可编程控制器) 的基本设想, 希望尽量减少重新设计和更换继电器控制系统的硬件和接线, 减少系统维护和升级时间, 降低成本。希望将计算机的优点与继电器控制系统简单易懂、操作方便、价格便宜等优点相结合, 设计一种通用的控制装置来满足生产需求。

1969 年由美国数字设备公司 (DEC) 研制成功世界上第一台可编程控制器, 有逻辑运算、定时、计算功能, 称为 PLC (Programmable Logic Controller)。

1980 年后, 由于计算机技术的发展, PLC 采用通用微处理器为核心, 功能扩展到各种算术运算, PLC 运算过程控制并可与上位机通信, 实现远程控制。

2.1.2 可编程控制器的定义

国际电工委员会 (IEC) 1985 年颁布的可编程逻辑控制器的定义如下: “可编程逻辑控制器是专为在工业环境下应用而设计的一种数字运算操作的电子装置, 是带有存储器、可以编制程序的控制器。它能够存储和执行命令, 进行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作, 并通过数字式和模拟式的输入输出, 控制各种类型的机械或生产过程。可编程控制器及其有关的外围设备, 都应按易于工业控制系统形成一个整体、易于扩展其功能的原则设计”。

可编程控制器是一种用程序来改变控制功能的工业控制计算机, 它是以微处理器为基础的通用工业控制装置。

可编程控制器最初是用于替代继电器控制系统的新型控制器, 现在的 PLC 功能更加完善, 除了开关逻辑控制的场合能够大显身手外, 在要求有模拟量闭环控制的场合, 也不会比单片机逊色。单片机能够完成的工作 PLC 都能完成, 而且 PLC 更适用工业生产现场环境, 具有更高的可靠性及较好的电磁兼容性。

2.2 PLC 的组成

尽管 PLC 种类繁多, 有着不同的结构和分类, 但其基本组成是相同的。都是由中央处理单元 (CPU)、存储器、输入输出单元 (I/O 单元)、电源单元、编程器等组成, 如图 2-1 所示。

2.2.1 中央处理单元

与普通计算机一样, CPU 是系统的核心部件, 是由大规模或超大规模的集成电路微处理器芯片构成的, 主要完成运算和控制任务, 可以接收并存储从编程器输入的用户程序和数

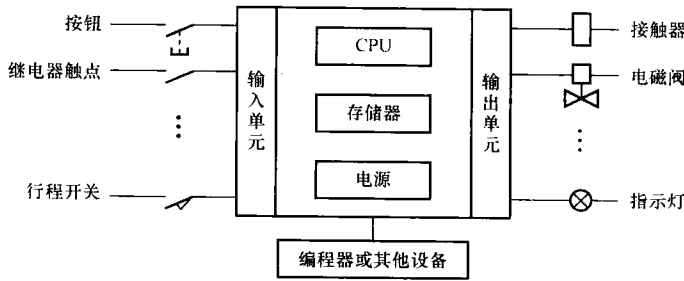


图 2-1 PLC 组成原理图

据。进入运行状态后，用扫描的方式接收输入装置的状态或数据，从内存逐条读取用户程序，通过解释后按指令的规定产生控制信号。分时、分渠道地执行数据的存取、传送、比较和变换等处理过程，完成用户程序设计的逻辑或算术运算任务，并

根据运算结果控制输出设备。PLC 中的中央处理单元多用 8~32 位字长的单片机。

2.2.2 存储器

存储器包括系统存储器和用户存储器。系统存储器存放系统管理程序。用户存储器存放用户编制的控制程序。

按照物理性能，存储器可以分为两类，即随机存储器（RAM）和只读存储器（ROM）。

随机存储器由一系列寄存器阵组成，每位寄存器可以代表一个二进制数，在刚开始工作时，它的状态是随机的，只有经过置“1”或清“0”的操作后，它的状态才确定。若关断电源，状态丢失。这种存储器可以进行读、写操作，主要用来存储输入输出状态和计数器、定时器以及系统组态的参数。只读存储器有两种。一种是不可擦除 ROM，这种 ROM 只能写入一次，不能改写；另一种是可擦 ROM，这种 ROM 经过擦除以后还可以重写。其中 EPROM 只能用紫外线擦除内部信息，EEPROM 可以用电擦除内部信息，这两种存储器的信息可保留 10 年左右。

对于不同的 PLC，其存储器的容量随 PLC 的规模不同而有较大的差别，大型 PLC 的用户程序存储器容量一般大于 40kB，而小型 PLC 的容量多小于 8kB，用户程序存储器容量的大小，关系到用户程序容量的大小和内部软元件的多少，是反映 PLC 性能的重要指标之一。

2.2.3 输入输出单元 (I/O)

输入输出单元通常也叫 I/O 单元或 I/O 模块，是 PLC 与被控对象间传递输入输出信号的接口部件。输入部件是开关、按钮、传感器等，PLC 通过输入接口可以检测被控对象的各种数据，以这些数据作为 PLC 对被控对象进行控制的依据。输出部件是指示灯、电磁阀、接触器、继电器、变频器等，PLC 通过输出接口将处理结果送给被控对象，以实现控制目的。

1. 输入接口电路

通常 PLC 的输入类型可以是直流、交流和交直流。输入电路的电源可由外部供给，有的也可由 PLC 内部提供。图 2-2 为 PLC 的直流输入接口电路的电路图，图 2-3 为 PLC 的交流输入接口电路的电路图，采用的是外接电源。

图 2-4 描述了一个输入点的接口电路。其输入电路的一次电路与

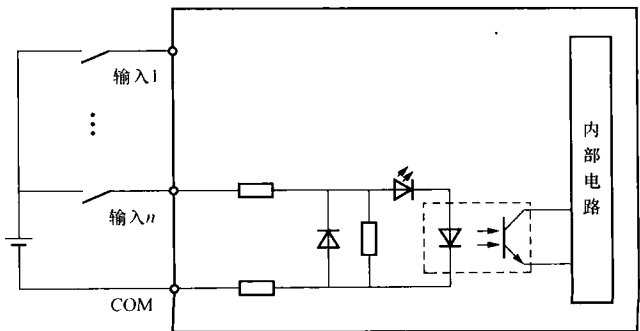


图 2-2 PLC 的直流输入接口电路的电路图

二次电路用光耦合器相连，当行程开关闭合时，输入电路和一次电路接通，上面的发光管用于对外显示，同时光耦合器中的发光管使三极管导通，信号进入内部电路，此输入点对应的位由 0 变为 1，即输入映像寄存器的对应位由 0 变为 1。

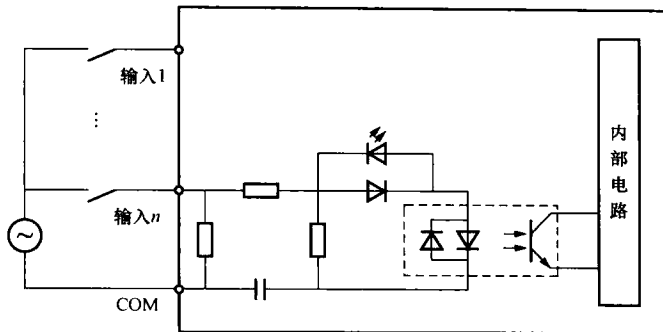


图 2-3 PLC 的交流输入接口电路的电路图

2. 输出接口电路

PLC 输出电路用来驱动被控负载（电磁铁、继电器、接触

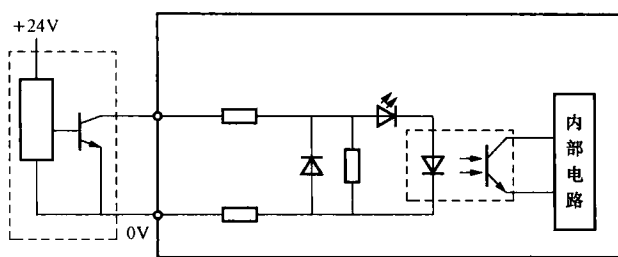


图 2-4 输入端为光电开关的电路图

器线圈等)。PLC 输出电路结构形式分为继电器型式、晶体管型式、晶闸管型式三种。

继电器型输出电路如图 2-5 (a) 所示。内部电路使继电器的线圈通电，它的动合触点闭合，使外部负载得电工作。继电器同时起隔离和功率放大的作用，每一路只给用户

提供一对动合触点。与触点并联的 RC 电路和压敏电阻用来消除触点断开时产生的电弧，以减轻它对 CPU 的干扰。继电器型输出电路的滞后时间一般在 10ms 左右。

晶体管集电极输出电路如图 2-5 (b) 所示。各组的公共点接外部直流电源的负极。输出信号送给内部电路中的输出锁存器，再经光耦合器送给输出晶体管，后者的饱、导通状态和截止状态相当于触点的接通和断开。图中的稳压管用来抑制关断过电压和外部的浪涌电压，以保护晶体管，晶体管输出电路的延迟时间小于 1ms。场效应晶体管输出电路的结构与晶体管输出电路基本相同。

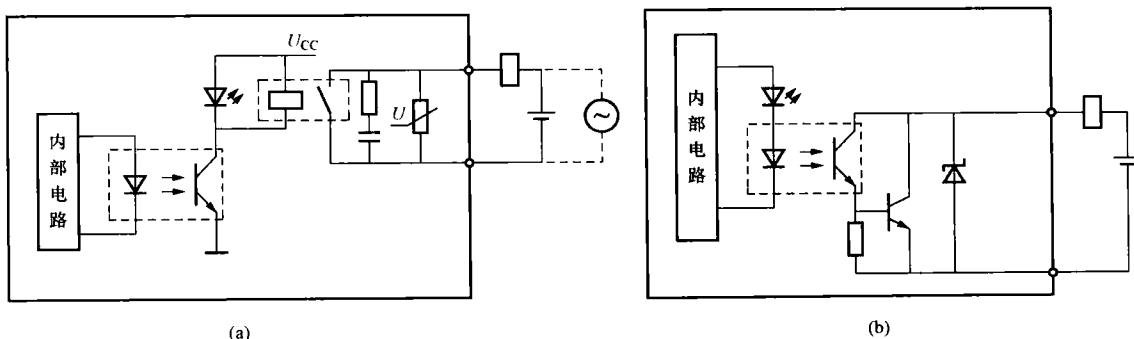


图 2-5 PLC 的开关量输出电路原理图

(a) 继电器型输出电路；(b) 晶体管集电极输出电路

除了上述两种输出电路外，还有双向晶闸管输出电路，它用光敏晶闸管实现隔离。双向