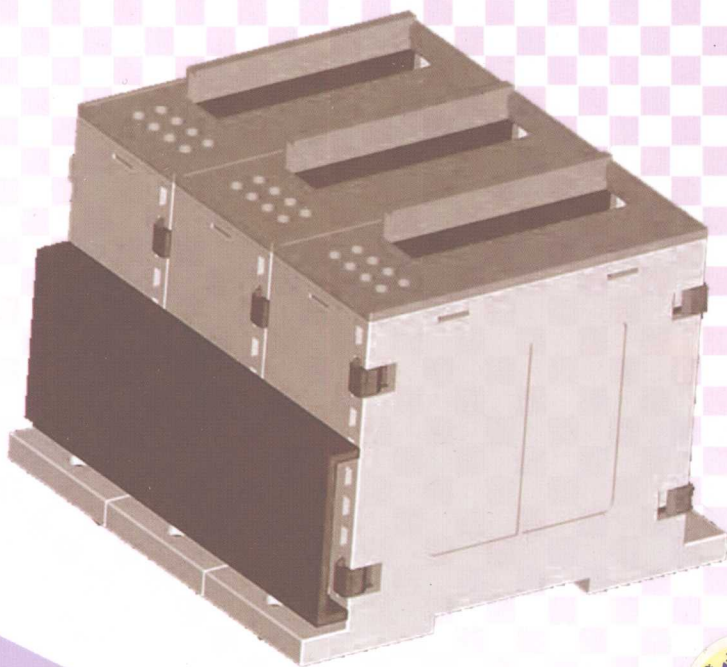




教育部中等职业教育示范专业规划教材

PLC应用技术

周建清 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



教育部中等职业教育示范专业规划教材

PLC 应用 技术

主 编 周建清

参 编 蒋翰成 王金娟

主 审 施 永



机械工业出版社

本书为教育部中等职业教育示范专业规划教材,可供机电、数控、电气、电子等相关专业使用。主要内容有:初识 PLC 控制系统、三相异步电动机单向运转控制、三相异步电动机可逆运转控制、水塔水位控制、自动送料装车控制、交通信号灯控制、液体混合装置控制、大小球分类传送控制、人行横道与车道灯控制、电动机的丫-△减压起动控制、送料车控制和天塔之光控制等十二个实践项目。

本书从中等职业学校学生实际出发,以任务为引领,以生产实践为主线,采用项目化教学形式,对 PLC 的知识与技能进行重新建构,突出够用实用、做学合一。本书内容新颖,形式活泼,图文并茂,通俗易懂。

图书在版编目 (CIP) 数据

PLC 应用技术/周建清主编. —北京:机械工业出版社, 2007. 11

教育部中等职业教育示范专业规划教材

ISBN 978-7-111-22710-6

I. P… II. 周… III. 可程序控制器 - 专业学校 - 教材
IV. TP332. 3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 171862 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:高倩 责任编辑:张值胜 版式设计:霍永明

责任校对:李秋荣 封面设计:王奕文 责任印制:杨曦

北京机工印刷厂印刷 (兴文装订厂装订)

2008 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 16 印张 · 395 千字

0 001—3 000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-22710-6

定价: 24.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010) 68326294

购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010) 88379182

封面无防伪标均为盗版

前言

可编程序控制器 (PLC) 是一种以微机为基础发展起来的新型自动控制装置, 它将传统的继电—接触器控制技术、计算机技术和通信技术融为一体, 具有性价比高、可靠性高、编程简单、使用方便等优点。近年来发展很快, 功能越来越完善, 已成为现代工业自动化的三大支柱之一。

随着 PLC 日益广泛的应用, 其控制技术已成为现代技术工人所必须掌握的一门技术。目前各中等职业学校也相继开设了这门课程, 但选用的教材大多为传统的学科体系式教程, 这就与目前中等职业教育的培养目标和企业对中职学生的技能要求有很大差距。为此编者以三菱 FX 系列 PLC 为样机, 从学生的实际出发, 结合自己多年的教学经验, 围绕十二个典型的项目来介绍 PLC 的基本知识与应用技能。

本书具有以下特点:

1. 遵循学生的认知规律, 打破传统的学科课程体系, 坚持以任务为引领, 以学生的行为为导向, 采取项目化教学形式对 PLC 的知识与技能进行重新建构, 突出技能的培养和职业习惯的养成, 力求做到学做合一, 理实一体。

2. 以就业为导向, 坚持“够用、实用、会用”的原则, 弱化了繁琐抽象的指令语句, 加强了系统梯形图及其硬件的学习, 重点培养学生的 PLC 应用能力, 有利于帮助学生学会方法, 养成习惯, 更好地满足企业岗位的需要。

3. 采取图文并茂的表现形式, 尽可能使用图片和表格展示各个知识点与小任务, 从而提高教材的可读性和可操作性。

本书由周建清担任主编。全书分为十二个项目, 项目一~项目五由周建清编写, 项目六~项目九由王金娟编写, 项目十~项目十二及附录部分由蒋翰成编写。

本书由施永主审, 在编写过程中也得到李添翼、徐明前和江苏省武进职业教育中心课改小组成员的大力支持与帮助, 他们对本书提出了许多宝贵的意见, 在此表示衷心的感谢!

由于编者水平有限, 书中难免有错漏之处, 恳请读者批评指正。

编者

目 录

前言	1
项目一 初识 PLC 控制系统	1
项目二 三相异步电动机单向运转控制	32
项目三 三相异步电动机可逆运转控制	55
项目四 水塔水位控制	76
项目五 自动送料装车控制	97
项目六 交通信号灯控制	114
项目七 液体混合装置控制	134
项目八 大小球分类传送控制	156
项目九 人行横道与车道灯控制	176
项目十 电动机的 Y— Δ 减压起动控制	193
项目十一 送料车控制	208
项目十二 天塔之光控制	221
附录	237
附录 A FX _{1N} 系列 PLC 的性能规格	237
附录 B FX _{1N} 系列 PLC 的一般软元件	238
附录 C FX _{1N} 系列 PLC 的特殊软元件	239
附录 D FX 系列 PLC 的指令列表	244
参考文献	251

项目一 初识 PLC 控制系统

一、学习目标

1. 学会识别和使用按钮、行程开关、热继电器、熔断器、接触器等 PLC 的外围设备。
2. 认识三菱 PLC 的外部端子；了解其功能及连接方法。
3. 学会识读 PLC 控制系统线路图，能独立完成 PLC 控制工作台自动往返系统硬件电路的安装与检测；通过运行 PLC 控制工作台自动往返系统，掌握 PLC 控制系统的组成及实现三相异步电动机正反转的方法。

二、学习任务

1. 项目任务

本项目的任务是安装工作台自动往返 PLC 控制系统的硬件电路。系统控制要求如下：

- (1) 起停控制 按下左移按钮 SB1，工作台左移；按下右移按钮 SB2，工作台右移；按下停止按钮 SB3，系统停止工作。
- (2) 往返控制 如图 1-1 所示，工作台在位置 A 和位置 B 之间做自动往返运动。当工作台左移到位置 A 时，行程开关 SQ1 动作，工作台右移；当工作台右移至位置 B 时，行程开关 SQ2 动作，工作台左移。
- (3) 保护措施 系统具有必要的短路保护和过载保护措施。

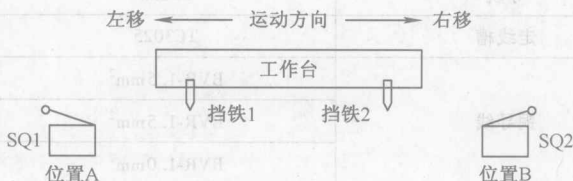


图 1-1 工作台自动往返工作示意图

2. 任务流程图

本项目的学习过程如图 1-2 所示。

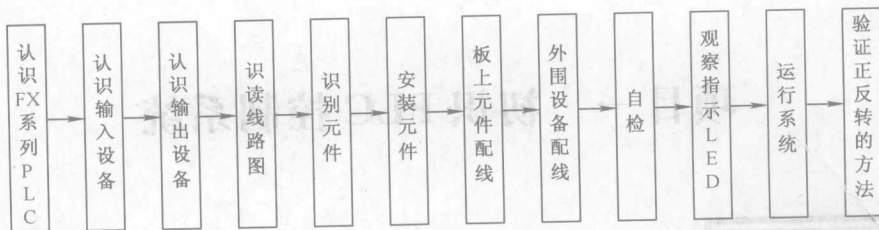


图 1-2 任务流程图

三、环境设备

学习所需工具、设备见表 1-1。

表 1-1 工具、设备清单

序号	分类	名称	型号规格	数量	单位	备注
1	工具	常用电工工具		1	套	
2		万用表	MF47	1	只	
3		PLC	FX _{1N} -40MR	1	只	
4	设备	小型三极断路器	DZ47-63	1	只	
5		控制变压器	BK100, 380/220V	1	只	
6		三相电源插头	16A	1	只	
7		熔断器底座	RT18-32	6	只	
8		熔管	2A	3	只	
9			6A	3	只	
10		热继电器	JRS2-63/F	1	只	
11		交流接触器	CJX1-9, 220V	2	只	
12		按钮	LA4-3H	1	只	
13		行程开关	JLXKI-111	2	只	
14		三相笼型异步电动机	380V, 0.75kW, 丫形联结	1	台	
15		端子板	TD-1520	1	只	
16		安装铁板	600mm × 700mm	1	块	
17		导轨	35mm	0.5	m	
18		走线槽	TC3025	若干	m	
19	消耗材料	铜导线	BVR-1.5mm ²	8	m	
20			BVR-1.5mm ²	3	m	双色
21			BVR-1.0mm ²	8	m	
22		紧固件	M4 × 20mm 螺钉	若干	只	
23			M4 螺母	若干	只	
24			φ4mm 垫圈	若干	只	
25		编码管	φ1.5mm	若干	m	
26		编码笔	小号	1	支	

四、背景知识

微型计算机的硬件系统主要由主机、输入设备和输出设备组成。与之相同, PLC 控制系统除了有起运算控制作用的“大脑”——PLC 外, 还需要向 PLC 提供输入信号的输入设备和接收、执行 PLC 输出信号的输出设备。认识这三部分硬件设备并将其正确连接起来是构建 PLC 控制系统, 控制工作台自动往返的第一步。

1. 认识三菱 FX 系列 PLC

可编程控制器是一种专门为工业环境下应用而设计的数字运算电子装置, 简称 PC 或 PLC, 为了区别于微型计算机“PC”, 人们习惯称它为 PLC。FX 系列 PLC 是日本三菱公司生产的小型可编程控制器, 其新一代产品有 FX_{1S}、FX_{1N}、FX_{2N}、FX_{2NC} 等系列, 它们是 FX₀、FX₁ 及 FX₂ 系列 PLC 的换代产品。图 1-3 所示的 PLC 为 FX 系列的部分产品, 这些产品的基本指令和步进指令相同, 外部特征基本相似, 本书将选用 FX_{1N}-40MR 机型 PLC 进行演示。

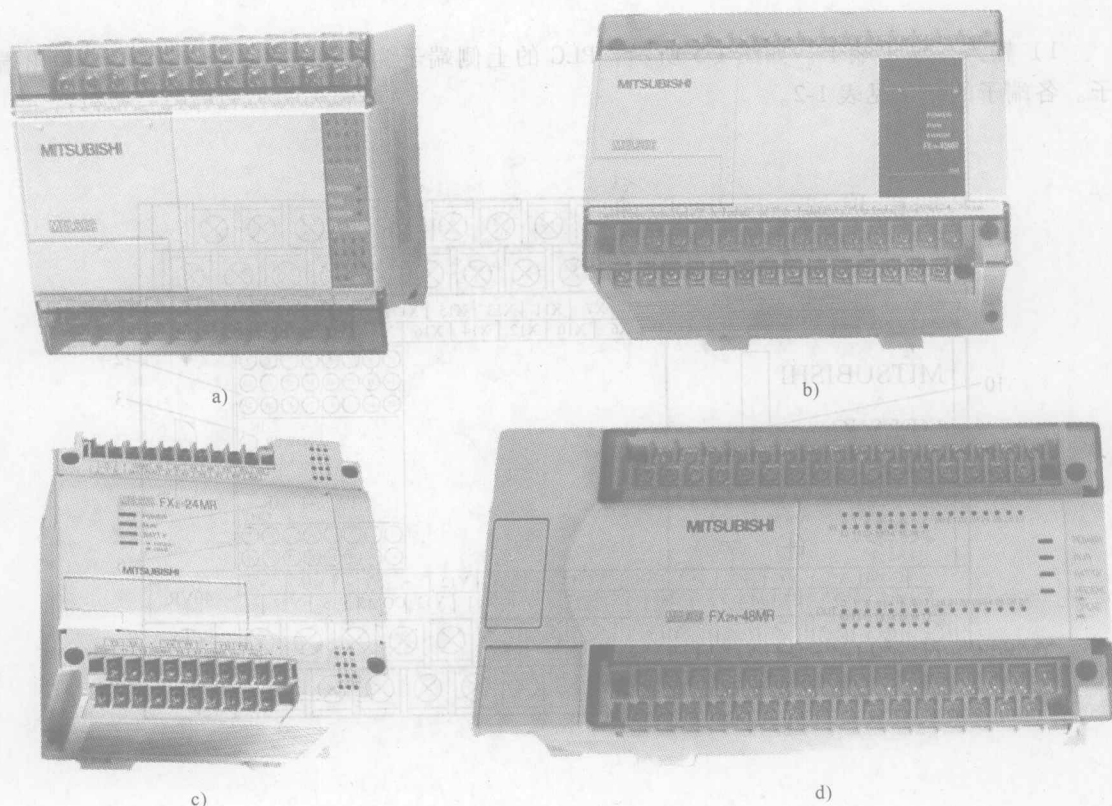
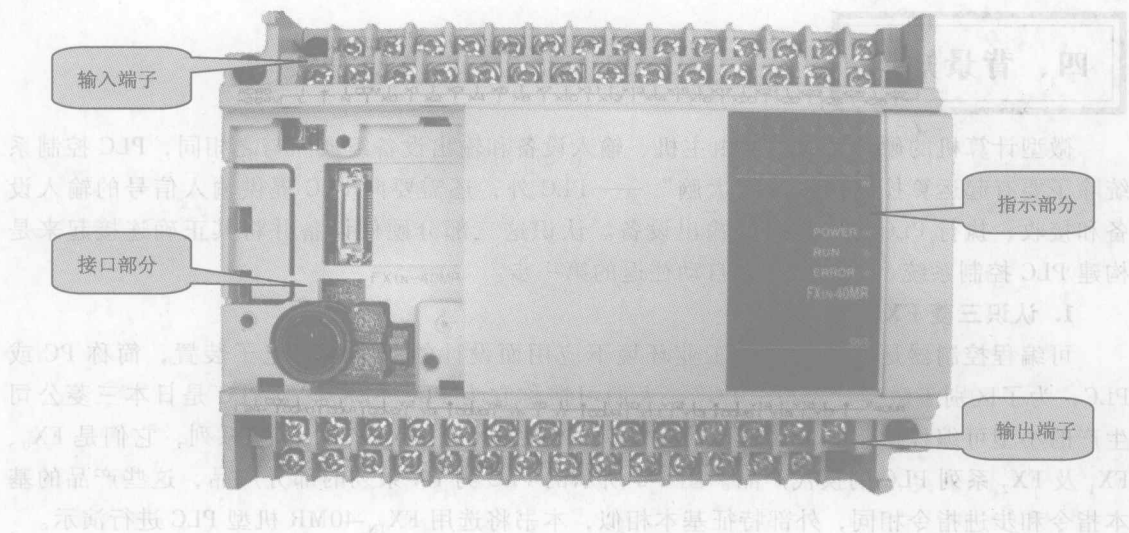


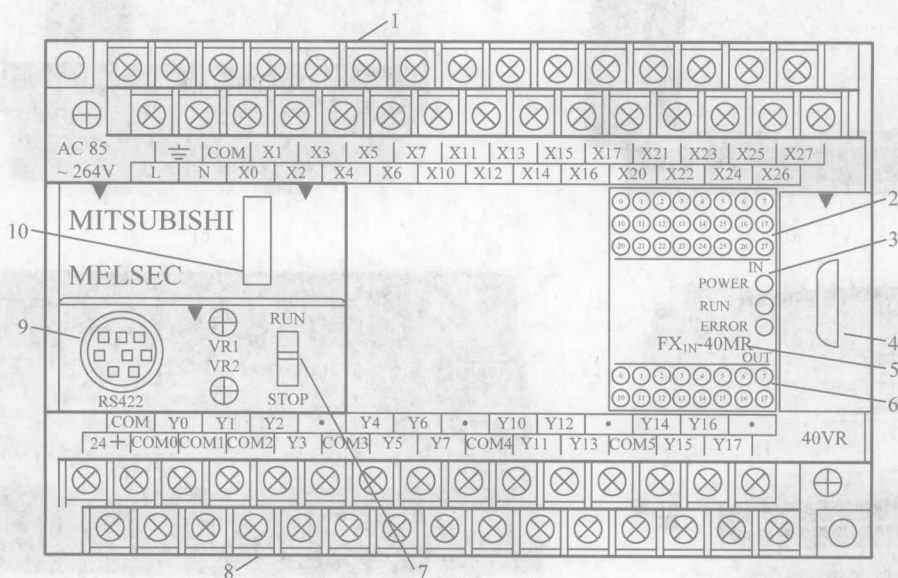
图 1-3 部分 FX 系列 PLC

a) FX_{1S}-30MR b) FX_{1N}-40MR c) FX₂-24MR d) FX_{2N}-48MR

如图 1-4 所示, FX_{1N}-40MR 型 PLC 的面板主要由输入端子、输出端子、指示部分和接口部分等组成。

图 1-4 三菱 FX_{IN}-40MR 型 PLC 的面板外形图

1) 输入、输出端子。如图 1-5 所示, PLC 的上侧端子为输入端子, 下侧端子为输出端子。各端子的用途见表 1-2。

图 1-5 三菱 FX_{IN}-40MR 型 PLC 的面板示意图

- 1—电源、输入信号端子 2—输入指示 LED 3—电源、运行及程序出错指示 LED
4—扩展用连接接口 5—PLC 型号 6—输出指示 LED 7—RUN/STOP 开关
8—直流 24V 电源、输出信号端子 9—编程设备连接接口 10—选件连接用接口

表 1-2 外部接线端子及其用途

端子分类	端子名称	用途
输入端子	电源端子 (L、N)、接地端子 	用于 PLC 引入外部电源
	输入信号端子 X0 ~ X27、公共端子 COM	用于连接 PLC 与输入设备
输出端子	电源端子 (24+、COM)	用于 PLC 提供 24V 直流电源输出
	输出信号端子 Y0 ~ Y17、公共端子 COM0、COM1、COM2、COM3、COM4、COM5	用于连接 PLC 与输出设备

注：1. 输出端子 Y0 与 Y1 分别单独使用公共端子 COM0 和 COM1；Y2 和 Y3 合用 COM2；剩余的输出端子均按四个一组分别合用 COM3、COM4 和 COM5。
2. 同组输出端子不能使用不同电源，使用时一定要查阅 PLC 使用手册，根据负载的大小，电源等级及电源类型，合理分配，正确使用。

2) 指示部分。如图 1-5 所示，PLC 的指示部分由输入指示 LED (IN)、输出指示 LED (OUT)、电源指示 LED (POWER)、运行指示 LED (RUN) 和程序出错指示 LED (ERROR) 等组成，各部分的作用见表 1-3。

表 1-3 指示 LED 及其动作表示

LED 名称	动作情况
IN LED	外部输入开关闭合时，对应的 LED 点亮
OUT LED	程序驱动输出继电器动作时，对应的 LED 点亮
POWER LED	PLC 处于通电状态时，LED 点亮
RUN LED	PLC 运行时，LED 点亮
ERROR LED	程序错误时，LED 闪烁；CPU 错误时，LED 点亮

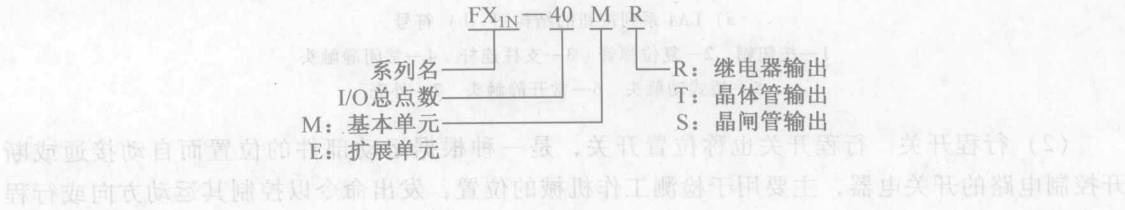
3) 接口部分。打开 PLC 的接口盖板和面板盖板，可看到图 1-5 所示的常用外部接口，各连接接口的作用见表 1-4。

表 1-4 常用外部接口及其用途

接口名称	用途
选件连接用接口	用于连接存储卡盒、功能扩展板
扩展连接用接口	用于连接输入、输出扩展单元
编程设备连接接口	用于连接手持编程器或计算机

4) RUN/STOP 开关。将之打至“RUN”位置时，PLC 运行；打至“STOP”位置时，PLC 停止运行，用户可以进行程序的读写、编辑和修改。

5) 型号及其含义。三菱 FX 系列 PLC 的型号及其含义如下：



2. 认识输入设备

(1) 按钮 按钮是一种最常用的主令电器，在控制电路中用于手动发出控制信号。图 1-6 所示为 LA 系列部分按钮的外形图。

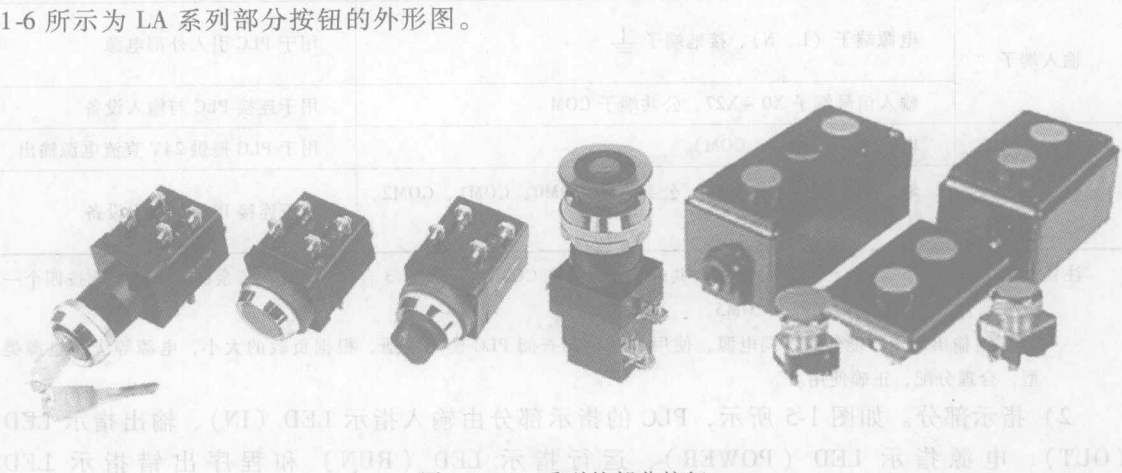
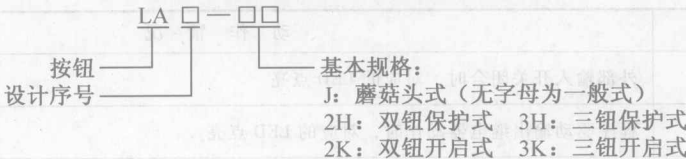


图 1-6 LA 系列的部分按钮

1) 型号及其含义。LA 系列按钮的型号及其含义如下：



2) 结构与符号。如图 1-7 所示，按钮一般由按钮帽、复位弹簧、桥式动触头、静触头、支柱连杆及外壳等组成。当按钮被按下时，按钮的常闭触头断开、常开触头闭合；松开后，在弹簧力的作用下其常开触头复位断开、常闭触头复位闭合。按钮的文字符号是 SB。



图 1-7 按钮的结构与符号

a) LA4 系列按钮的结构图 b) 符号

1—按钮帽 2—复位弹簧 3—支柱连杆 4—常闭静触头
 5—桥式动触头 6—常开静触头 7—外壳

(2) 行程开关 行程开关也称位置开关，是一种根据运动部件的位置而自动接通或断开控制电路的开关电器，主要用于检测工作机械的位置，发出命令以控制其运动方向或行程

长短。图 1-8 所示为 LX 系列部分行程开关的外形图。

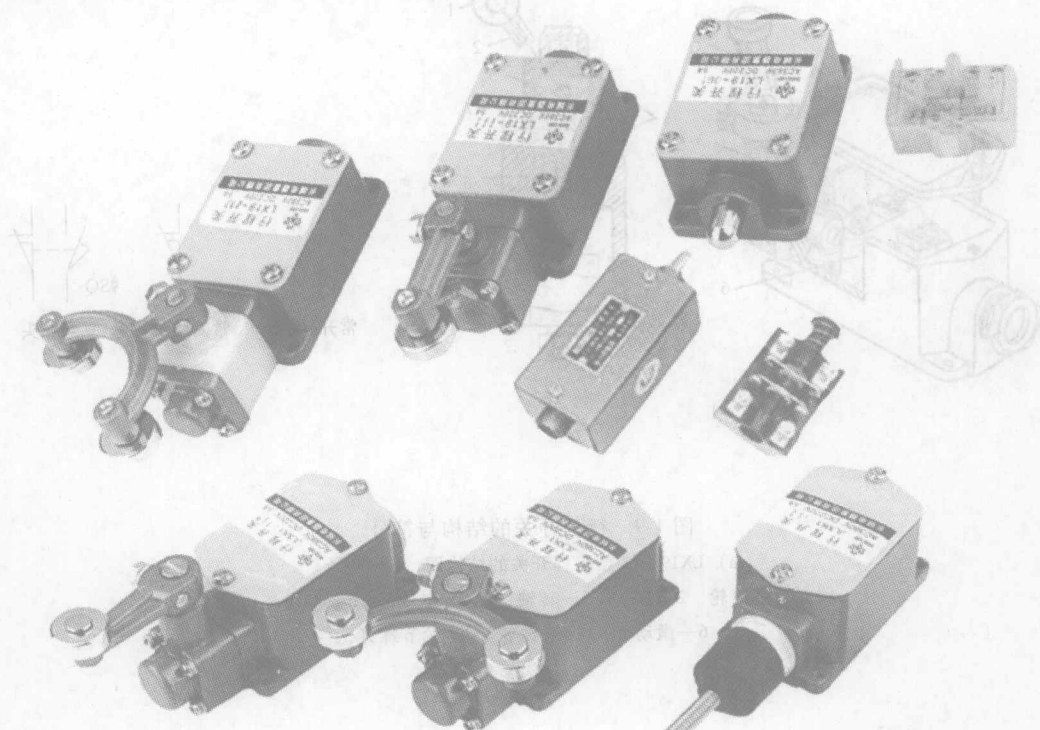
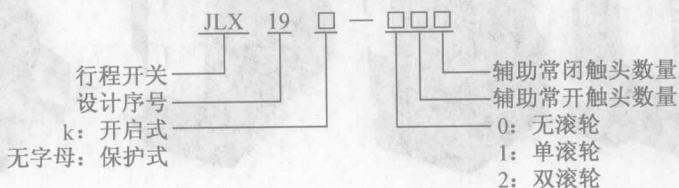


图 1-8 LX 系列部分行程开关的外形图

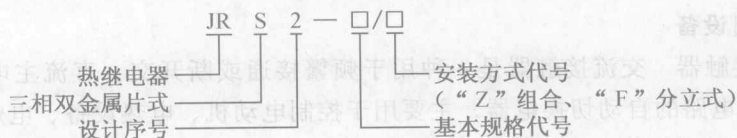
1) 型号及其含义。行程开关的型号及其含义如下：



2) 结构与符号。如图 1-9 所示，行程开关一般由触头系统、操作机构和外壳等组成。当生产机械运动部件碰压行程开关时，其常闭触头断开，常开触头闭合。

(3) 热继电器 热过载继电器简称热继电器（后文均称热继电器），是一种利用电流热效应工作的低压电器，主要用于电动机的过载保护和断相保护。图 1-10 所示为 JRS 系列部分热继电器的外形图。

1) 型号及其含义。JRS 系列热继电器的型号及其含义如下：



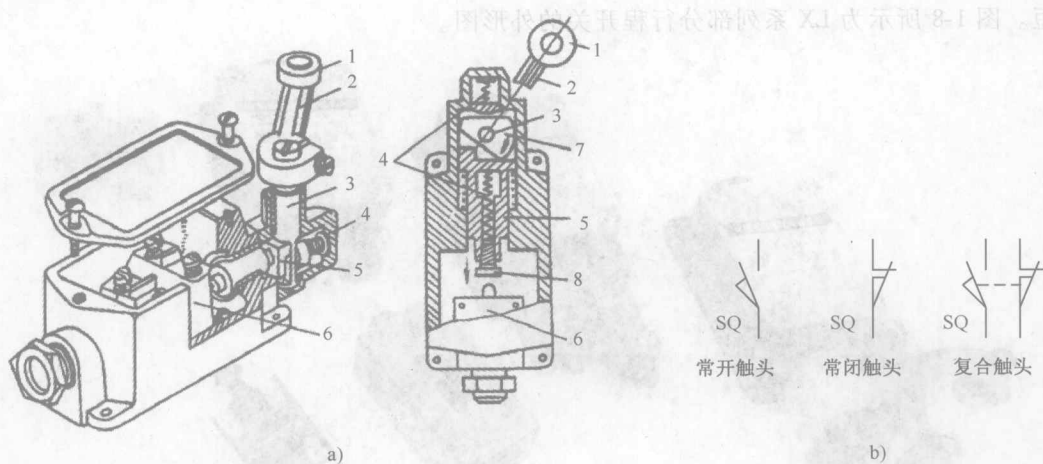


图 1-9 行程开关的结构与符号

a) LX19-111 型行程开关的结构图 b) 符号

1—滚轮 2—杠杆 3—转轴 4—复位弹簧 5—撞块
6—微动开关 7—凸轮 8—调节螺钉

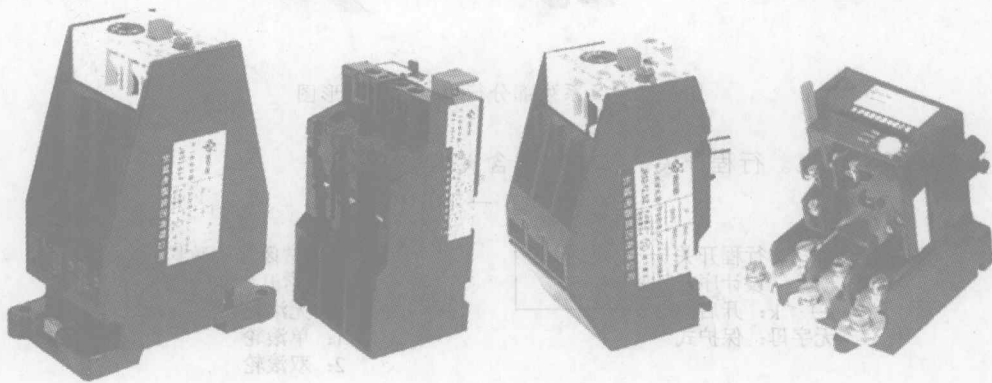


图 1-10 JRS 系列部分热继电器的外形图

2) 结构与符号。如图 1-11 所示, 热继电器一般由热元件、动作机构、触头系统、电流整定装置、复位机构和温度补偿元件等组成。当所保护的电动机或电器设备过载时, 流过热继电器热元件的电流产生的热量足以使双金属片弯曲, 从而推动导板使常闭触头断开、常开触头闭合。

3. 认识输出设备

(1) 交流接触器 交流接触器是一种用于频繁接通或断开交、直流主电路或大容量控制电路等大电流电路的自动切换电器, 主要用于控制电动机、电热设备、电焊机等设备。图 1-12 所示为 CJX 系列部分交流接触器的外形图。

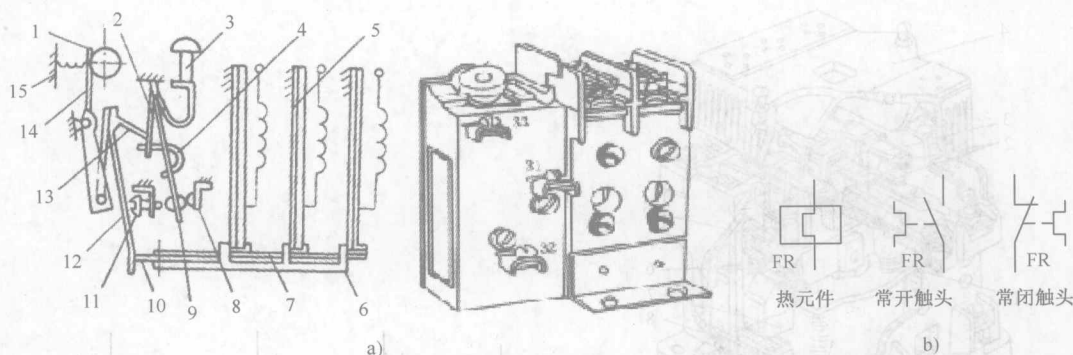


图 1-11 热继电器的结构与符号

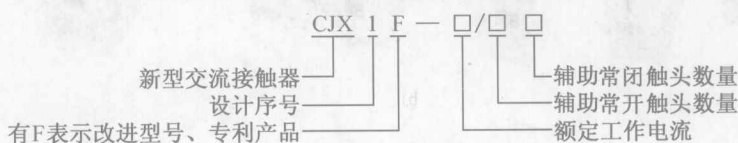
a) JR36-20 型热继电器的结构图 b) 符号

- 1—电流调节凸轮 2—片簧 3—手动复位按钮 4—弓簧 5—主双金属片
6—外导板 7—内导板 8—静触头 9—动触头 10—杠杆 11—复位调
节螺钉 12—补偿双金属片 13—推杆 14—连杆 15—压簧



图 1-12 CJX 系列部分交流接触器

1) 型号及其含义。CJX 系列交流接触器的型号及其含义如下：



2) 结构与符号。如图 1-13 所示，交流接触器主要由电磁系统、触头系统、灭弧装置及辅助部件等组成。其工作原理为接触器线圈加上额定电压后，在静铁心中产生磁通，该磁通对其衔铁产生克服复位弹簧拉力的电磁吸力，使衔铁通过传动机构带动其触头动作，即常闭触头断开、常开触头闭合；当接触器线圈两端的电压值降到一定数值（失电压或欠电压）时，铁心中的磁通下降，电磁吸力减小到不足以克服复位弹簧的反作用力时，衔铁就在复位弹簧的作用力下释放复位，使常开触头复位分断、常闭触头复位闭合。

4. 认识熔断器及断路器

(1) 熔断器 熔断器是一种在低压配电网和电力拖动系统中起短路保护用的低压电器。图 1-14 所示为 RT18 系列部分熔断器的外形图。当电路发生短路故障时，通过熔断器的电流就达到或者超过某一个电流规定值，熔管中的熔体熔断，从而分断电路，起

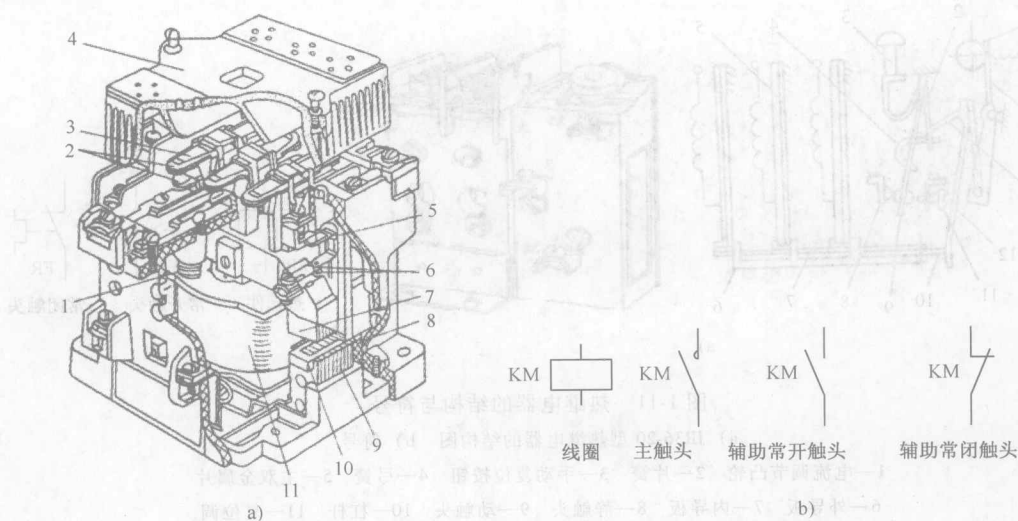


图 1-13 接触器的结构与符号

a) CJT1-20 型交流接触器的结构图 b) 符号

- 1—反作用弹簧 2—主触头 3—触头压力弹簧 4—灭弧罩 5—辅助常闭触头
6—辅助常开触头 7—动铁心 8—缓冲弹簧 9—静铁心 10—短路环 11—线圈

到保护作用。

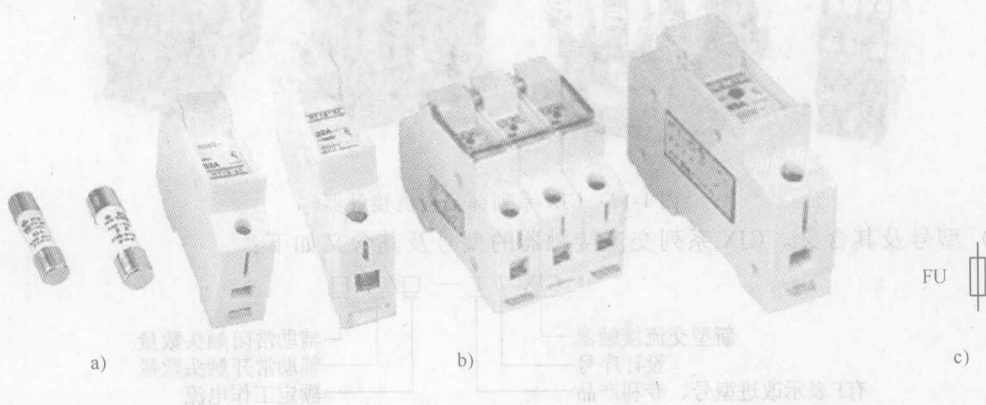
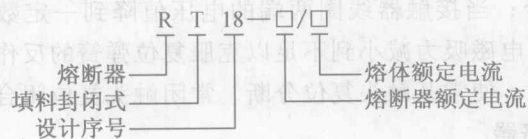


图 1-14 熔断器的外形与符号

a) RT18 系列熔管 b) RT18 系列熔断器底座 c) 符号

熔断器的型号及其含义如下：



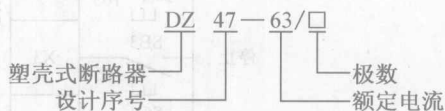
(2) 断路器 断路器又称自动空气开关，是一种具有过载、短路及欠电压保护功能的开关电器，主要用于不频繁接通和断开电路以及控制电动机运行等场合。图 1-15 所示为 DZ47 系列部分断路器的外形图。



图 1-15 断路器的外形与符号

a) DZ47 系列部分断路器 b) 符号

断路器的型号及其含义如下：



5. 学会读系统线路图

电气控制线路图常用电路图、接线图和布置图等表示。

(1) 电路图 电路图是用图形符号详细表示电路、设备或成套装置的全部基本组成和连接关系，而不考虑其实际位置的一种电气图。图 1-16 所示是工作台自动往返控制系统电路图，其主电路在电源开关 QF 的出线端按电源相序依次编号为 U11、V11、W11，然后按从上至下、从左到右的顺序递增。控制电路的编号按“等电位”原则从上至下、从左到右依次递增编号，PLC 的输入电路从 101 开始编号，输出电路从 201 开始编号。图中符号“▽”表示联锁关系（也称互锁关系）。

1) 输入/输出点分配（简称 I/O 点分配）。工作台自动往返控制系统的输入/输出设备及 I/O 点分配见表 1-5。

表 1-5 输入/输出设备及 I/O 点分配表

输入			输出		
元件代号	功能	输入点	元件代号	功能	输出点
SB1	左移起动	X1	KM1	控制电动机正转	Y0
SB2	右移起动	X2	KM2	控制电动机反转	Y1
SB3	停止	X3			
SQ1	左移到位	X4			
SQ2	右移到位	X5			
FR	过载保护	X6			

2) 电路组成。工作台自动往返控制系统的硬件电路组成及元件功能见表 1-6。

图 1-16 工作台自动往返控制系统电路图(续上) 相关元件示录 “▽”

绘制在电
上方