



高职高专“十二五”规划教材

电气控制与PLC

DIANQI KONGZHI YU PLC

主 编 仲崇生

- 机电产品的电气控制
- 工学结合，项目教学
- 理实一体，重在实践

上海科学技术出版社



中国电力出版社
CHINA ELECTRICITY PRESS

电气控制与PLC

第2版

主编 王兆安

副主编 王兆安

主审 王兆安

主审 王兆安

主审 王兆安

主审 王兆安

主审 王兆安

主审 王兆安

主审 王兆安

主审 王兆安

主审 王兆安

主审 王兆安

主审 王兆安

主审 王兆安

主审 王兆安

主审 王兆安

主审 王兆安

主审 王兆安

主审 王兆安

中国电力出版社
CHINA ELECTRICITY PRESS



高职高专“十二五”规划教材

电气控制与PLC

DIANQI KONGZHI YU PLC

主 编 仲崇生

上海科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

电气控制与 PLC / 仲崇生主编. —上海:上海科学技术出版社,2011.8

高职高专“十二五”规划教材
ISBN 978 - 7 - 5478 - 0770 - 5

I. ①电… II. ①仲… III. ①电气控制 - 高等职业教育 - 教材②可编程控制器 - 高等职业教育 - 教材
IV. ①TM571.2②TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 055348 号

上海世纪出版股份有限公司 出版、发行
上海科学技术出版社

(上海钦州南路 71 号 邮政编码 200235)

新华书店上海发行所经销

常熟市兴达印刷有限公司印刷

开本 787 × 1092 1/16 印张:15.25

字数: 340 千字

2011 年 8 月第 1 版 2011 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5478 - 0770 - 5/TM · 18

定价: 33.80 元

本书如有缺页、错装或损坏等严重质量问题,
请向工厂联系调换

本书以项目化的方式,比较全面、系统地对机电产品电气控制方面的技术和技能进行了介绍。主要内容包括机电产品的电气控制系统、机电产品的传感器控制技术、继电器控制技术、可编程控制技术和人机界面技术。可编程控制技术以市场上使用量比较大的西门子小型可编程控制器 S7-200 系列为例,详细介绍了其工作原理和编程指令。

本书结合高职教育的特点,以项目为导向,以工业上的典型产品为例。书中大量工程实践项目都是作者结合工程应用实例编著,在同类教材中首次出现。本书力求做到“实用、适用、够用”,重在实践能力的培养,能够解决工程应用中的电气控制问题。

本书可供高职高专电气控制、机电一体化、机电设备维修等专业教学使用,也可供从事机电控制的工程技术人员参考。

作者名单

Authors

电气控制与 PLC

主 编 仲崇生
副主编 熊新国 田红彬
参 编 杨英发 徐利德

电气控制与 PLC(机电产品的电气控制)是工业控制中最基本的控制技术,在工业产品自动化中得到了广泛的应用,也是高职高专机电类专业一门重要的核心课程。

工业产品自动化,是机械部分、液压气动、电气控制的综合应用,其中电气控制部分在工业自动化中占有极其重要的作用,它涉及传感器技术、继电器控制技术、PLC 控制技术以及人机界面等相关技术。

本书在编写过程中,从高职教育的特点出发,以项目为导向,采用工程上普遍使用的搅拌机、皮带机、砌块成型机、水泵等工业应用产品为项目,大量的实践项目都是作者结合工程实际中的应用,在教材中首次出现。全书采用图文并茂的编写方式,侧重对机电产品的结构、工作过程以及机、电、液的综合应用控制原理进行解析,理论与实际相结合,重点突出对学生机电产品电气控制应用能力的培养。

本书内容共设有五个项目:项目一介绍了机电产品的概念、机电产品的组成,继电器和 PLC 电路。项目二介绍了常用机电控制的相关技术,如速度、加速度、位置、温度等传感器的结构以及工作原理等。项目三介绍了继电器控制电路,基本的继电器控制元件的结构和工作原理,电动机控制的基本电路以及应用。项目四介绍了西门子 S7-200 PLC 控制技术和 S7-200 PLC 的结构、工作原理、基本指令和编程方法。项目五介绍了人机界面技术,以及组态软件的应用方法。在学习过程中,可根据具体情况组织教学。

本书由南京化工职业技术学院仲崇生教授担任主编,河南职业技术学院熊新国、田红彬担任副主编。具体分工如下:仲崇生编写了本书的项目一,项目三之任务一~三,项目四之任务一~六、任务十,著写了项目任务中的工程实践性事例。南京化工职业技术学院杨英发编写了项目二之任务二、任务三。熊新国编写了项目三之任务四~六,项目五之任务一、任务二。田红彬编写了项目四之任务七~九。江苏万力机械股份有限公司

徐利德高级工程师编写了项目二之任务一、任务四,项目四之任务十一。主编仲崇生负责本书的统稿和定稿工作。

本书在编写过程中,参考了已有的电气控制技术方面的教材和资料,并采用了一些企业的产品图片,这些宝贵的资料对本书的编写起了非常重要的作用。本书的编写还得到了南京航空航天大学童明波教授的大力支持和帮助,编者在此一并表示衷心的感谢!

由于水平所限,书中如有不足之处,恳请广大师生和读者批评指正并提出宝贵意见。

编者

项目一 项目入门	1	(四) 温度传感器	25
任务一 认识机电产品	1	二、相关实践	27
一、相关知识	1	任务三 认识变压器	28
二、相关实践	2	一、相关知识	28
任务二 认识电气控制系统	4	(一) 变压器的结构	28
一、相关知识	4	(二) 变压器的型号和额定值	30
(一) 继电器接触式控制电路	5	(三) 变压器的工作原理	30
(二) PLC 控制电路	5	二、相关实践	31
二、相关实践	7	任务四 认识电动式驱动执行机构	32
任务三 明确本课程的学习任务	8	一、相关知识	33
项目二 电气控制相关技术的应用	9	(一) 伺服电机	33
任务一 工业用电的基本知识	9	(二) 三相异步电动机	35
一、相关知识	9	(三) 步进电动机	40
(一) 三相四线制相关知识	9	(四) 直线电动机	42
(二) 接地保护与接零保护	9	二、相关实践	43
(三) 触电方式与触电解救	10	项目三 识读与绘制继电器接触器控制电路	45
二、相关实践	12	任务一 绘制皮带输送机电路图	45
(一) 触电急救	12	一、相关知识	45
(二) 工厂安全用电	13	(一) 常用的电器元件	45
(三) 电火灾的紧急处理	14	(二) 电气控制线路的绘制	56
任务二 认识常用的几种传感器	14	二、相关实践	59
一、相关知识	14	任务二 绘制实验用搅拌机的继电器控制电气原理图	60
(一) 位移传感器	15	一、相关知识	61
(二) 速度检测传感器	20	(一) 继电器的识别	61
(三) 加速度传感器	24		

(二) 三相异步电动机点动直接 启动控制线路	63	系列 PLC	99
(三) 三相异步电动机多地控制 线路	65	一、相关知识	99
(四) 电气控制线路设计	65	(一) PLC 的产生	99
二、相关实践	66	(二) PLC 的发展	100
任务三 绘制强力搅拌机继电器 电气原理图	68	(三) 可编程控制器的特点及 应用	101
一、相关知识	68	(四) PLC 的分类	102
(一) 行程开关及识别	68	(五) PLC 的硬件组成	102
(二) 三相异步电动机正反转 直接启动控制线路	70	(六) SIMATIC PLC 的 种类	103
二、相关实践	72	(七) S7-200 PLC 的硬件 组成	105
任务四 识读 C6140 普通车床电气 原理图	73	(八) S7-200 系列 PLC 的 主要技术性能	106
一、相关知识	73	(九) S7-200 系列 PLC 的 系统内部资源	109
(一) 电动机的降压启动	73	二、相关实践	114
(二) 电动机的制动	77	任务二 异步电动机自锁正转控制 设计	115
二、相关实践	83	一、相关知识	115
任务五 识读 M1432A 型万能外圆 磨床电气控制线路	86	(一) 梯形图(LAD)	116
一、相关知识	86	(二) 语句表(STL)	118
二、相关实践	87	(三) 功能块图(FBD)	118
任务六 识读 XA6132 型卧式万能 铣床电气控制电路	90	二、相关实践	118
一、相关知识	90	(一) 三相异步电动机接触器 控制的自锁正转控制	118
(一) XA6132 型卧式万能 铣床的结构及工作要求	90	(二) 三相笼型异步电动机 Y- Δ 降压启动 PLC 控制系统设计	119
二、相关实践	91	任务三 水泵运行的 PLC 编程	121
(一) XA6132 型卧式万能 铣床电力拖动特点及 控制要求	91	一、相关知识	121
(二) XA6132 型卧式万能铣床 工作原理分析	92	二、相关实践	126
(三) 故障排除	97	任务四 运料小车控制系统设计	129
项目四 西门子 S7-200 系列 PLC 的 应用	99	一、相关知识	129
任务一 认识 S7-200	99	(一) 定时器分类	129
		(二) 典型的简单定时应用 程序	132
		二、相关实践	135
		任务五 液体混合的 PLC 控制	142

一、相关知识	142	项目五 人机界面及组态软件	204
二、相关实践	145	任务一 电机运行监控系统设计 ...	204
任务六 计数器的应用	147	一、相关知识	204
一、相关知识	147	(一) 人机界面认识	204
二、相关实践	150	(二) HMI 和 PLC 的联系 ...	205
任务七 五层电梯的楼层定位显示的		(三) 监控组态软件简介	205
PLC 控制	152	(四) 力控监控组态软件	
一、相关知识	152	PCAuto3.1 简介	206
二、相关实践	162	(五) 力控开发系统	207
任务八 编制汽车库自动门控制		二、相关实践	210
系统的 PLC	164	三、扩展提高	216
一、相关知识	164	任务二 楼宇监控系统设计	217
二、相关实践	165	一、相关知识	217
任务九 应用随机逻辑控制方法编制		(一) 力控中的复杂图形	
一计数器程序	169	对象	217
一、相关知识	169	(二) 力控中图形对象的	
二、相关实践	170	编辑	218
任务十 应用顺序控制的功能图法		(三) 动画连接	220
编制压力机 PLC 程序	172	(四) 动作脚本简介	222
一、相关知识	173	二、相关实践	224
二、相关实践	176	(一) 仿真系统组成	224
任务十一 S7-200PLC 编程软件		(二) 楼宇监控系统功能	
STEP7 - Micro/WIN 32		要求	224
软件的使用	188	(三) 画面设计	224
一、相关知识	188	(四) 组态过程	226
(一) STEP7 - Micro/WIN 32		(五) PLC 部分程序设计	229
软件	188	(六) 显示屏设计	231
(二) 功能	191	三、扩展提高	231
(三) 编程	193		
(四) 编辑程序	194	参考文献	234
二、相关实践	198		

项目一

项目入门

任务一 认识机电产品

【任务目的】

1. 了解什么是机电产品。
2. 了解机电产品的基本要素。

一、相关知识

随着社会生产和科学技术的发展与进步,机电一体化技术正在不断地深入到各个领域,并得到了迅猛发展。近几年来随着机械的产品升级换代,机械的自动化水平、可靠性不断提高,机械产品再也不是单机的自动化,而是要求能实现一条生产线、一个车间、一个工厂甚至更大规模的自动化。机电产品是指使用机械、电器、电子设备所生产的各类生产设备和生活用机具,是机、电、液的集成,是多门技术的复合。学习电气控制技术,更重要的是学习机电产品的控制原理及控制方式,了解机电产品的结构,懂得机电产品的工作原理,从而最大限度地发挥机电一体化产品的功能。

机电产品一般包括以下几个基本要素:机械本体、动力源、传感装置、驱动执行机构、控制器,各要素和环节之间通过接口相联系。

1. 机械本体

机械本体是系统所有功能元素的机械支撑结构,包括机架、机身、机械连接部件等,它是机器各组成部分的连接载体,例如剪板机的床身、支架等。

2. 动力源

按照系统的控制要求,为系统提供所需要的能量和动力,使系统能按要求正常运行。动力源包括电机、液压源、气压源等,如剪板机上的驱动电机,砌块成型机上振动器的液压动力源。

3. 传感装置

对系统运行中系统本身和外界环境的各种参数及状态进行检测,并转化成可识别的电信号,然后把电信号传输到信息处理单元,经过分析、处理并产生相应的控制信息,这样的功能一般由专门的传感器和仪表来实现。在自动化的生产设备中,产品性能的控制和自动化的实现都是由传感器来检测传递信号的。例如,全自动砌块成型机各动作过程中,控制运动的起始、终点的位置的接近开关,控制混凝土干湿度用的湿度传感器等。

4. 控制器

控制器是机电一体化产品控制系统的核心,把来自各传感器的检测信息和外部输入命令(按钮、开关控制的操作信号)进行集中、存储、分析、加工,并根据信息处理结果,发出相应的指令,控制整个系统的运行。控制器一般由可编程控制器(PLC)、人机界面等构成。例如,全自动砌块成型机的运动是由电气控制箱内的 PLC 和实现动作控制的人机界面联合控制的。

电气控制是和机电一体化产品联系在一起的。电气控制系统的控制目的是为了机械产品按一定的要求执行一定的功能,提高自动化水平。它是在与传统机械产品高度结合的基础上,综合运用微电子、自动控制、信息、传感测试、电力电子、接口、信号变换以及软件编程等技术的一项综合技术。

5. 驱动执行机构

驱动执行机构是根据控制信息和指令来驱动各种执行机构以完成要求的动作和实现要求的功能。目前广泛使用的执行机构有电动式、液压式和气动式三种。例如,液压式剪板机的运动是由液压缸驱动的。

6. 接口

接口的作用是实现系统中各单元和环节之间物质、能量和信息的交换,使各组成要素连接成为一个有机的整体。接口包括人机接口和机电接口。例如,液压式剪板机上的 PLC、人机界面等构成了人机接口部分。

二、相关实践

以下是几种机电产品,都包括了机械本体、动力源、传感装置、驱动执行机构、控制器五个部分。

1. 剪板机

图 1-1 所示是剪板机的外形结构,剪板机借助于运动的上刀片和固定的下刀片,采用合理的刀片间隙,对各种厚度的金属板材施加剪切力,使板材按所需要的尺寸断裂分离,常用来剪裁直线边缘的板料毛坯。图 1-1a 是一台机械式的剪板机,图 1-1b 所示是一台液压驱动的剪板机。

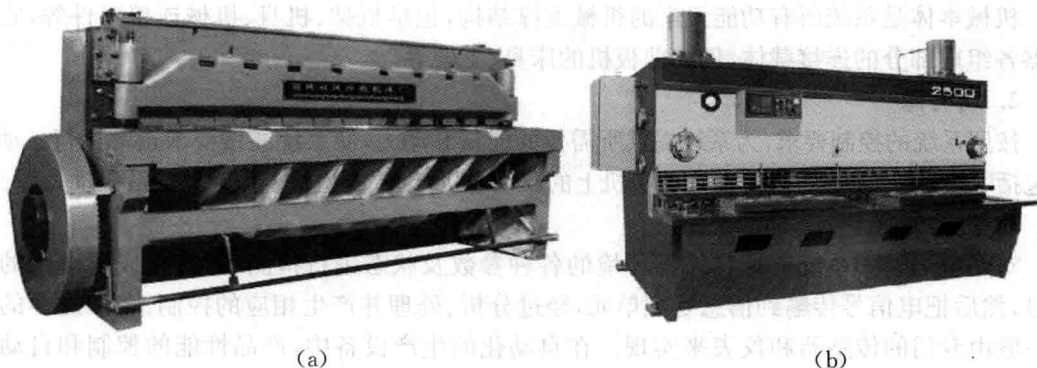


图 1-1 剪板机的外形结构

(a) 机械式的剪板机; (b) 液压驱动的剪板机

2. 卷板机

图 1-2 所示是卷板机的外形结构,卷板机(rolling machine)是对板料进行连续点弯曲的塑形机床,能卷制 O 型、U 型、多段 R 型等不同形状的零件。金属板位于卷板机的三根工作辊(两根下辊、一根上辊)之间,借助上辊的下压及下辊的旋转运动,使金属板进行多道次连续弯曲,产生永久性的塑性变形,卷制成所需要的圆筒、锥筒或它们的一部分。工作时,卷板上辊在两下辊中央对称位置,通过液压缸内的液压油作用使活塞作垂直升降运动,通过主减速机的末级齿轮带动两下辊齿轮啮合作旋转运动,为卷制板材提供扭矩。

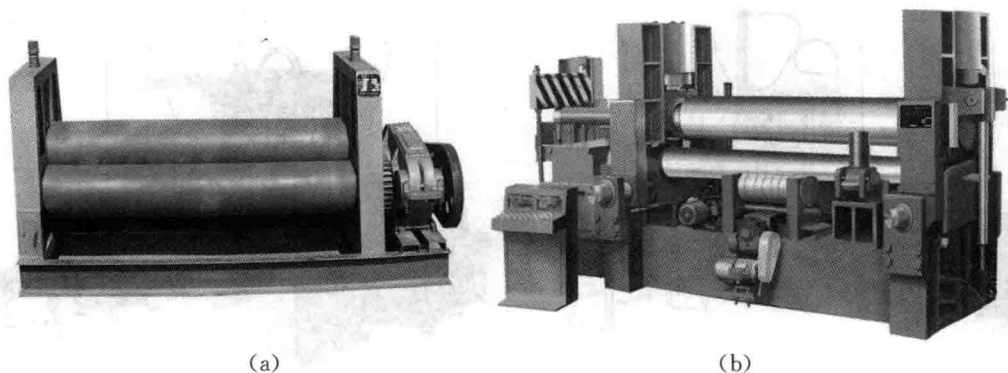


图 1-2 卷板机的外形结构

(a) 机械式的卷板机; (b) 液压式的卷板机

3. 砌块成型机

图 1-3 所示的是砌块成型机生产线的外形结构,砌块成型机是新型的建材产品,用于生产滚动空心砖,它利用加压振动成型的原理,把搅拌好的干湿性混凝土料在砌块模具中加压振动生产出不同规格的混凝土砌块。砌块的成型一般包括配料、搅拌、砌块成型等工艺过程。砌块成型机简易生产线由搅拌机 1、砌块皮带输送机 2、成型机 3 等组成。工作时,由人工将按一定配比的砂石料送入搅拌机 1 搅拌后由皮带输送机 2 混送入砌块成型机 3 的料斗

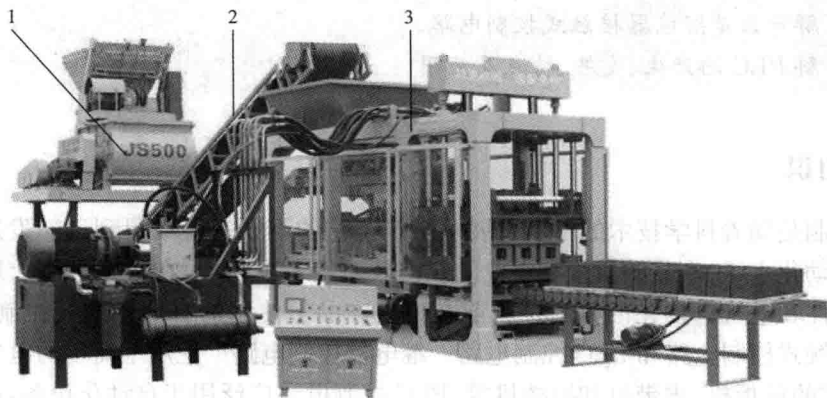


图 1-3 砌块成型机生产线外形

1—搅拌机; 2—皮带输送机; 3—砌块成型机

中,然后砌块成型机工作生产出混凝土砌块制品。砌块制品从砌块成型机输出后,再由人工操作手动液压搬运车将制好的砖块连同托板运到养护场地。等砌块自然养护后再由人工将砌块与托板分板,最后将砌块制品送养护场地保养后出厂。

砌块成型机根据自动化程度可分为半自动式和全自动式两种,它一般由主机、送料机、送板机、送砖机、液压站和电脑控制柜组成,其传动方式一般以液压为主、机械为辅,两者配合,实现砌块成型中振动台的垂直定向振动、压头振动、送料、破拱、送板等功能。图 1-4 所示的是砌块成型机的外形结构,图 1-4a 为半自动砌块成型机,图 1-4b 为全自动砌块成型机。

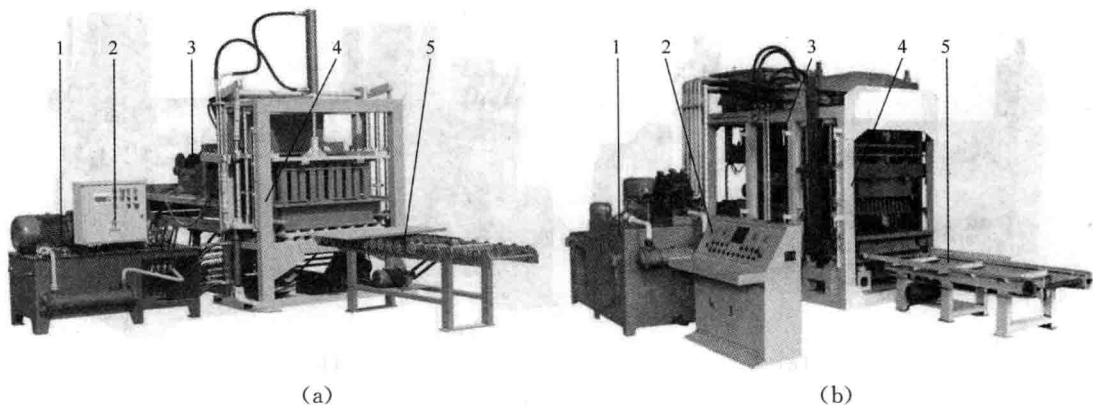


图 1-4 砌块成型机外形

(a) 半自动砌块成型机; (b) 全自动砌块成型机

1—液压站; 2—电脑控制柜; 3—送料机; 4—主机; 5—送砖机

任务二 认识电气控制系统

【任务目的】

1. 了解什么是继电器接触式控制电路。
2. 了解 PLC 的产生、发展、特点及应用。

一、相关知识

电气控制是随着科学技术的不断发展及生产工艺的不断完善而得到迅速发展的。现代化生产的自动化水平、产品的质量和企业的经济效益等各项指标,在很大程度上取决于生产设备的先进性和电气自动化的程度。目前在机电产品上使用的有两种电气控制电路,分别是继电器接触式控制电路和 PLC 控制电路。继电器控制电路广泛用于简单的电气控制电路中,如机械式的剪板机、皮带机和搅拌机; PLC 控制电路广泛用于自动化设备,如液压式卷板机、全自动砌块成型机等。

(一) 继电器接触式控制电路

继电器接触式控制电路由继电器、接触器、按钮、行程开关等组成,实现对机器设备驱动电机的启动、停车、有极调速等的控制。它的优点是结构简单、维护方便、抗干扰强、价格低,目前仍然是机床和其他机械设备最基本的电气控制形式之一。图 1-5 所示是机械式卷板机的结构,它由卷板机主体和继电器控制柜组成。图 1-6 所示是一种继电器控制电路接线版图。

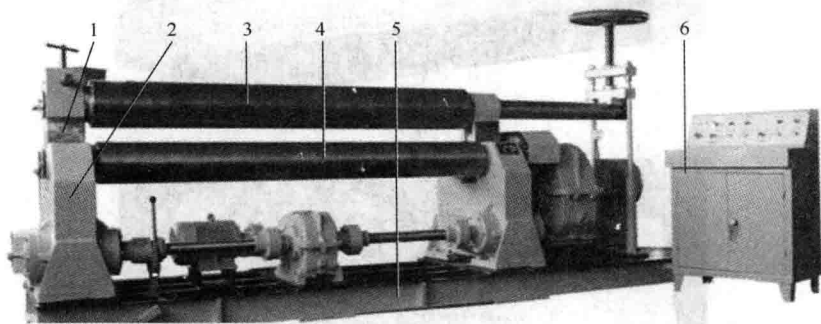


图 1-5 机械式卷板机的结构

1—可调支承板; 2—立板; 3—上辊; 4—下辊; 5—底板; 6—继电器的控制柜

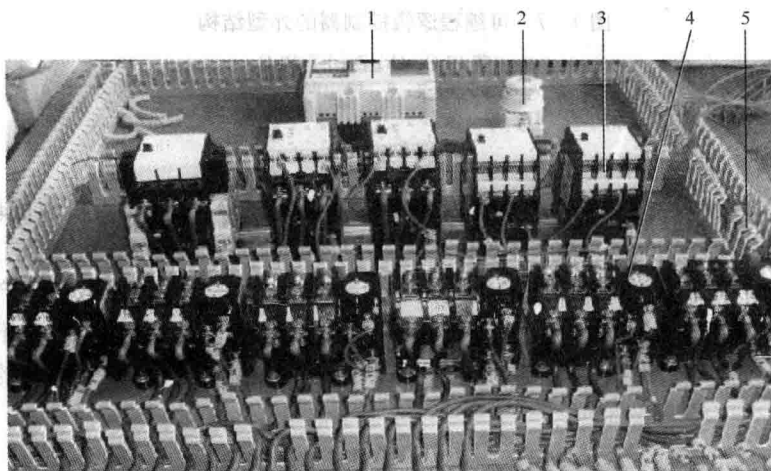


图 1-6 一种继电器控制电路接线图

1—空气开关; 2—熔断器; 3—接触器; 4—热继电器; 5—接线槽板; 6—接线

(二) PLC 控制电路

1. PLC 的产生

在 20 世纪 60 年代,汽车生产流水线的自动控制系统基本上都是由继电器控制装置构成的。随着生产的发展,汽车型号更新的周期愈来愈短,这样,继电器控制装置就需要经常重新设计和安装,十分费时、费工、费料,甚至阻碍了更新周期的缩短。为了改变这一现状,美国通用汽车公司在 1969 年公开招标,要求用新的控制装置取代继电器控制装置,以完成简单的逻辑控制及定时、计数等功能,称为可编程逻辑控制器,简称 PLC(Programmable Logical

Controller)。可编程逻辑控制器的外形结构如图 1-7 所示。

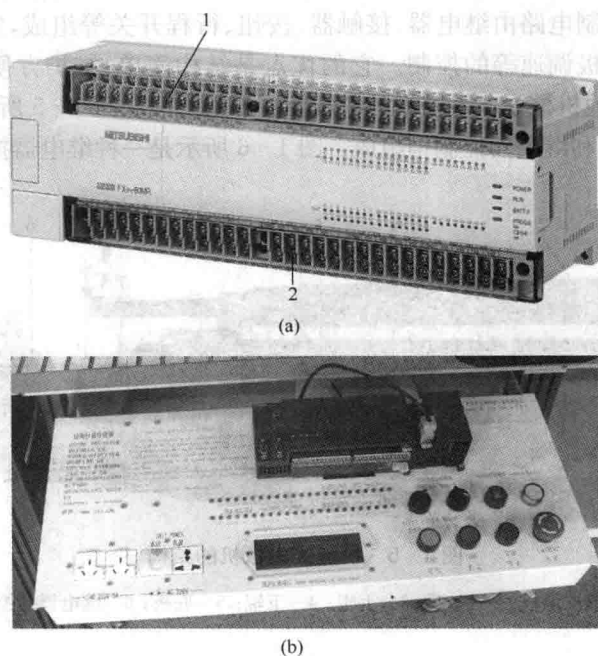


图 1-7 可编程逻辑控制器的外形结构

(a) 三菱 PLC; (b) 西门子 PLC
1—输入触点; 2—输出触点

2. PLC 与人机界面联合使用

PLC 兼备了计算机控制和继电器控制系统两方面的优点。PLC 与人机界面联合使用, 实现人机对话, 可大大提高机电产品的自动化程度和设备操作调试的灵活性。目前 PLC 和人机界面的联合使用已经成功应用到广泛的工业控制领域当中, 这样使得机床或机电产品的可靠性不断提高, 操作过程中的参数调整更加适时, 电气控制电路明显简化, 自动化水平不断提高。图 1-8 所示是全自动砌块成型机的电控柜, 图 1-9 所示是电控柜内 PLC 控制系统的布置图。

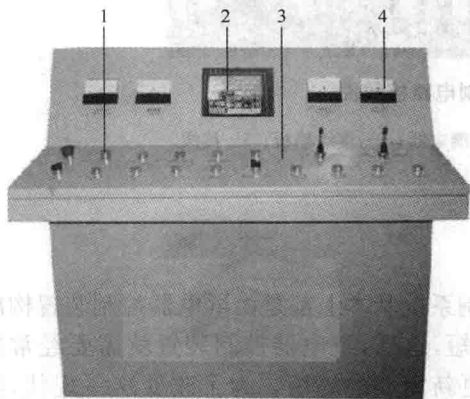


图 1-8 全自动砌块成型机的电控柜

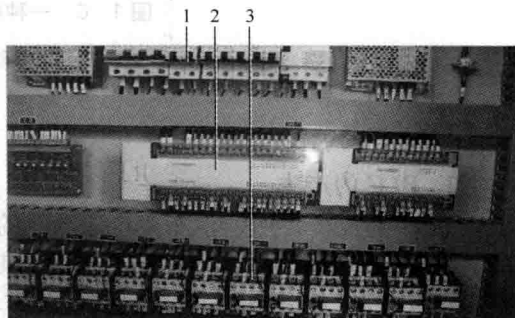


图 1-9 电控柜内的 PLC 的布置图

1—按钮; 2—人机界面; 3—操作面板; 4—电流表

1—空气开关; 2—PLC; 3—接触器