

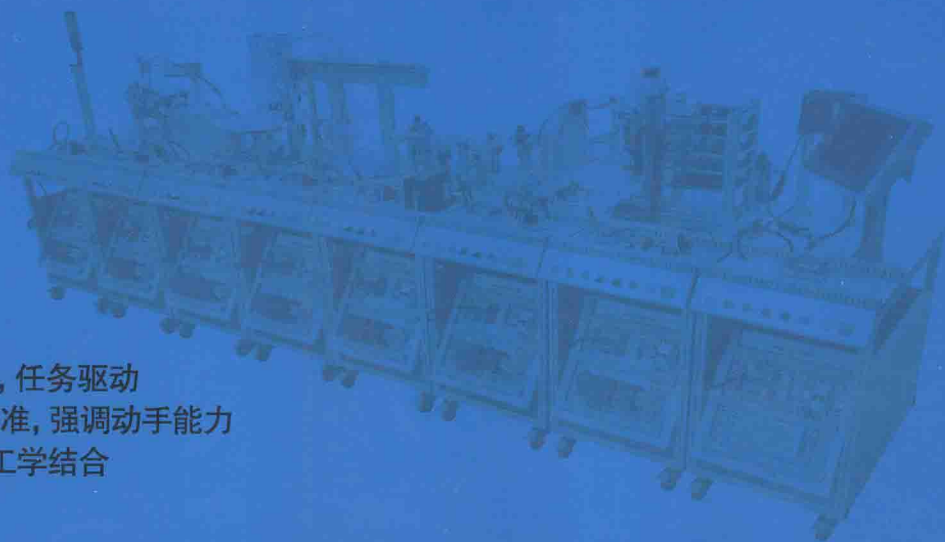


高等职业教育精品工程规划教材·机电类

工业和信息化部职业教育教学指导委员会“十二五”规划教材

自动生产线的拆装与调试

童 泽 主编



- 
- ★ 项目式教学, 任务驱动
 - ★ 融入职业标准, 强调动手能力
 - ★ 做学合一, 工学结合



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

高等

规划教材·机电类

自动生产线的拆装与调试

童 泽 主 编

杨 海 沈介娥 张 华 肖利平 副主编

杨翠明 主 审

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书是结合国家自动化实训基地建设经验,以工学结合为特点,服务于高职机电类职业能力培养的理想一体化的综合教材。

本书以天煌教仪公司的 MES 网络型模块式柔性自动化生产线实训系统(八站)为基础,共分为九个模块,主要内容分别为:上料检测单元、搬运单元、加工与检测单元、搬运分拣单元、变频传送单元、安装单元、安装搬运单元和分类单元及主控单元。控制系统选用西门子 PLC 进行控制,每站各有一套 PLC 控制系统独立控制,具有较好的柔性,在基本单元模块培训完成以后,又可以将相邻的两站、三站直至八站连在一起,学习复杂系统的控制、编程、装配和调试技术。每部分的知识都以具体的任务为载体,并分解为若干个分任务循序渐进。本书编写紧扣“准确性、实用性、先进性、可读性”的原则,力求深入浅出、图文并茂,达到方便实际教学同时提高学生学习兴趣以及易学、易懂、易上手的目的。

本书适合作为高职高专相关专业的教材,也可作为工程技术人员研究自动化生产线的参考书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容
版权所有,侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

自动生产线的拆装与调试/童泽主编. —北京:电子工业出版社, 2012.2

(高等职业教育精品工程规划教材. 机电类)

ISBN 978-7-121-15761-5

I. ①自… II. ①童… III. ①自动生产线—装配(机械)—高等职业教育—教材②自动生产线—调试—高等职业教育—教材 IV. ①TP278

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 011702 号

责任编辑:郭乃明

印 刷: 三河市鑫金马印装有限公司
装 订:

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1 092 1/16 印张: 14.75 字数: 378 千字

印 次: 2012 年 2 月第 1 次印刷

印 数: 3000 册 定价: 25.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

前 言

目前,以 PLC、触摸屏和变频器为主体的自动化生产线系统已广泛应用于各个生产领域。为了适应现代企业对高级机电技术人员既有较新知识,又有较强能力的素质要求,我们编写了这本适合高职高专院校机电类及相关专业使用的教材。本书以 MES 网络型模块式柔性自动化生产线实训系统为主要对象,详细介绍了机电一体化专业中的气动、电机驱动与控制、PLC、传感器等多种控制技术,适合相关专业学生进行工程实践、课程设计及初上岗位的工程技术人员进行培训等。

与当前高职高专同类教材相比,本教材具有以下特点。

1. 以项目单元为载体,为读者掌握机械、电气控制技术打下基础,同时又注重提高读者综合运用技术的能力。

2. 有较多的实习操作内容,体现了高职高专突出实践教学的特色。

3. 运用“边学边做”的方法。本书是理论与实习密切结合的教材,通过机械部件安装与调试、气动系统的安装与调试、电气控制电路的安装和 PLC 编程、机电设备安装与调试、自动控制系统安装与调试、工业网络控制系统安装与调试等相应的实习操作的实践过程,能使读者较快掌握相应的技能。

4. 内容贴近生产实际,书中所举案例来源于生产设备,并体现 PLC 在生产实践中的综合应用技术。

5. 书中内容每个项目各有一套 PLC 控制系统独立控制,在基本单元模块培训完成以后,又可以将相邻的两站、三站直至八站连在一起。每一部分时间安排是 6 小时,教师可根据课时和实际设备灵活安排教学。

本书配有教学电子教案(用 PowerPoint 制作,可以根据教学情况修改),可与本书配合使用,便于教师教学和学生课后练习提高。

本书可以作为高等职业、高等专科学校电气自动化、过程控制技术、机电一体化专业学生的教材,也可用做开发应用 PLC 的工程技术人员入门自学参考教材。

全书由童泽任主编,杨海,沈介娥,张华,肖利平任副主编。各项目编写分工如下:第 1、3 项目(童泽)、第 2、4 项目(沈介娥)、第 5 项目(张华)、第 6 项目(肖利平)、第 7、8、9 项目(杨海)。全书由杨翠明任主审。

由于编者水平有限和经验不足,书中错误和不妥之处在所难免,恳请广大读者批评指正。编者联系邮箱:TONGZE65@126.COM。

作 者

2011 年 12 月于长沙

目 录

项目一 上料检测单元	1
1.1 上料检测单元项目引入	1
1.2 上料检测单元项目准备	2
任务一 知识准备——生产线认知及 PLC 控制	3
任务二 技能准备	13
1.3 上料检测单元项目实施——单元技能训练	15
任务一 上料检测单元机械拆装与调试	16
任务二 上料检测单元电气控制拆装与调试	20
任务三 上料检测单元的调试及故障排除	25
1.4 重点知识、技能归纳	26
1.5 工程素质培养	27
项目二 搬运单元	27
2.1 搬运单元项目引入	27
2.2 搬运单元项目准备	28
任务一 知识准备——气动控制	28
任务二 技能准备	36
2.3 搬运单元项目实施——单元技能训练	38
任务一 搬运单元机械拆装与调试	39
任务二 搬运单元电气控制拆装与调试	43
任务三 搬运单元的调试及故障排除	48
2.4 重点知识、技能归纳	49
2.5 工程素质培养	49
项目三 加工与检测单元	51
3.1 加工与检测单元项目引入	51
3.2 加工与检测单元项目准备	52
任务一 知识准备——步进电动机的 PLC 控制	52
任务二 技能准备	58
3.3 加工与检测单元项目实施——加工与检测站技能训练	60
任务一 加工与检测单元机械拆装与调试	61
任务二 加工与检测单元电气控制拆装与调试	65
任务三 加工与检测单元的调试及故障排除	70
3.4 重点知识、技能归纳	72
3.5 工程素质培养	72

项目四 搬运分拣单元	73
4.1 搬运分拣单元项目引入	73
4.2 搬运分拣单元项目准备	74
任务一 知识准备——传感器认知	74
任务二 技能准备	79
4.3 搬运分拣单元项目实施——搬运分拣站技能训练	81
任务一 搬运分拣单元机械拆装与调试	82
任务二 搬运分拣单元电气控制拆装与调试	86
任务三 搬运分拣单元的调试及故障排除	90
4.4 重点知识、技能归纳	92
4.5 工程素质培养	92
项目五 传送分拣单元	93
5.1 传送分拣单元项目引入	93
5.2 传送分拣单元项目准备	94
任务一 知识准备——变频器的使用	94
任务二 技能准备	100
5.3 传送分拣单元项目实施——传送分拣站技能训练	102
任务一 传送分拣单元机械拆装与调试	103
任务二 传送分拣单元电气控制拆装与调试	107
任务三 传送分拣单元的调试及故障排除	111
5.4 重点知识、技能归纳	113
5.5 工程素质培养	113
项目六 搬运安装单元	114
6.1 搬运安装单元项目引入	114
6.2 搬运安装单元项目准备	115
任务一 知识准备——Step-7 编程软件的使用	115
任务二 技能准备	128
6.3 搬运安装单元项目实施——单元技能训练	130
任务一 搬运安装单元机械拆装与调试	131
任务二 搬运安装单元电气控制拆装与调试	135
任务三 搬运安装单元的调试及故障排除	139
6.4 重点知识、技能归纳	141
6.5 工程素质培养	141
项目七 安装单元	142
7.1 安装单元项目引入	142
7.2 安装单元项目知识准备——S7-300 的系统结构	143
任务一 S7-300/200 的用户程序结构	143

任务二 技能准备	150
7.3 安装单元项目实施——单元技能训练	152
任务一 安装单元机械拆装与调试	153
任务二 安装单元电气控制拆装与调试	157
任务三 安装单元的调试及故障排除	161
7.4 重点知识、技能归纳	162
7.5 工程素质培养	163
项目八 分类单元	164
8.1 分类单元项目引入	164
8.2 分类单元项目准备	165
任务一 知识准备——PROFIBUS-DP 网络通信	165
任务二 技能准备	171
8.3 分类单元项目实施——单元技能训练	173
任务一 分类单元机械拆装与调试	174
任务二 分类单元电气控制拆装与调试	178
任务三 分类单元的调试及故障排除	181
8.4 重点知识、技能归纳	183
8.5 工程素质培养	183
附录 A 可编程序控制系统设计师国家职业标准	217
参考文献	226

项目一 上料检测单元

1.1 上料检测单元项目引入

1. 主要组成与功能

上料检测单元主要组成见图 1-1，其主要任务是将工件从回传上料台送到检测工位，并通过提升装置将工件提升并检测工件颜色下面是对部分组件的功能介绍。

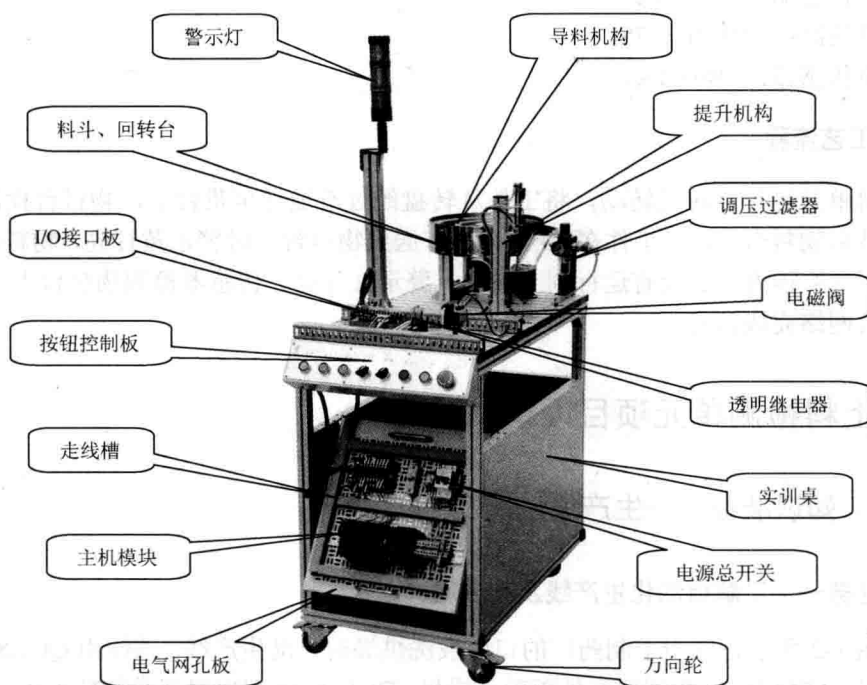


图 1-1 上料检测单元总图

(1) 料斗：用于存放物料。回转台：带动物料转动。导料机构：使物料在回转台上能按照设定好的方向旋转，输送工件。工件滑道：使物料下滑到物料台上。

(2) 直流减速电动机：用于驱动回转台转动，通过导料机构输送工件。

(3) 光电传感器 1：输送台上工件的颜色检测、物料检测，此传感器为光电漫反射型传感器，工件库中有物料时为 PLC 提供一个输入信号。光电传感器 2：检测物料是否到达等待抓取位。磁性传感器：用于气缸的位置检测。当检测到气缸准确到位后将给 PLC 发出一个到位信号（磁性传感器接线时注意蓝色接“-”，棕色接“PLC 输入端”）。

(4) 单杆气缸：由单向气动电控阀控制。当气动电磁阀得电，气缸伸出，同时将物料送

至直线移动装置上。

(5) 警示灯：系统的上电、运行、停止信号指示。

(6) 安装支架：用于安装提升气缸及各个检测传感器。控制按钮板：用于系统的基本操作、单机控制、联机控制。电气网孔板：主要安装 PLC 主机模块、空气开关、开关电源、I/O 接口板、各种接线端子等。

2. 主要技术指标

控制电源：直流 24V/4.5A。

PLC 控制器：西门子。

永磁直流减速电动机：ZGB60R-45SRZ/458i/24V。

电磁阀：4V110-06。

调速阀：出气节流式。

磁性传感器：D-C73L。

单杆气缸：CDJ2B16-75。

光电传感器：SB03-1K。

3. 工艺流程

上料单元运行，转盘转动，将工件从转盘经过滑道送至货台上，物料台检测传感器检测到有工件后物料台上升，工件在 30 秒内没有送到物料台上时警示黄灯亮，物料台在上升过程中卡住时（3 秒内气缸没有运行到上位）警示红灯亮。传感器检测物料台上工件，在 PLC 网络中给网络完成信号。

1.2 上料检测单元项目准备

任务一 知识准备——生产线认知及 PLC 控制

子任务一 了解自动化生产线及其应用

如图 1-2 所示是应用于制药厂的口服液洗烘灌封自动生产线。该线由 QCK80 型立式超声波洗瓶机、ASMZ620/42 型远红外灭菌干燥机、DGF16/24 型口服液灌装轧盖机三台单机组成，分为清洗、干燥灭菌和灌装封口三个工作区，全线可联动生产，也可单机使用。可完成淋水、超声波清洗、机械手夹瓶、翻转、冲水、冲气、预热、烘干灭菌、冷却、灌装、理盖、戴盖、轧盖等工序。

类似的还有瓦楞纸生产线、硬糖灌注生产线等，这些生产线的特点是：每个单元都有独立的控制，选用各种机械手及可编程自动化装置，实现所加工产品的自动送料、自动装配、自动检测、自动包装等过程的自动化，采用网络通信监控、数据管理实现控制与管理。

1. 什么是自动生产线

自动化生产系统可在没有人直接参与的情况下，利用各种技术手段，通过自动检测、信息处理、分析判断、操纵控制，使机器、设备等按照预定的规律自动运行，实现预期的目标，

或使生产过程、管理过程、设计过程等按照人的要求高效自动地完成。其系统示意图见图 1-3。

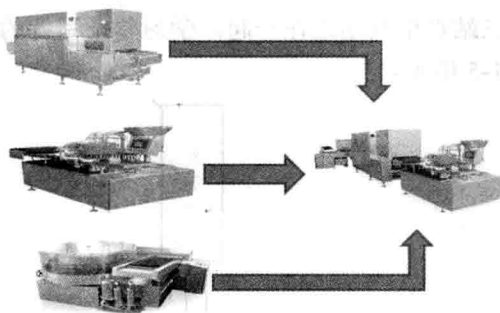


图 1-2 某制药厂的口服液洗烘灌封自动生产线图

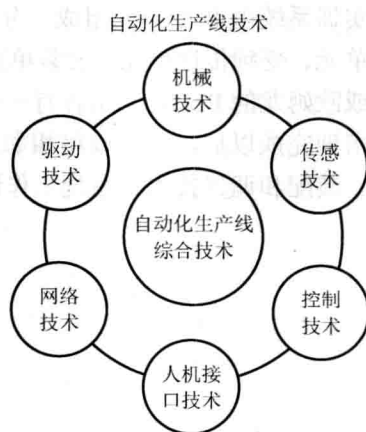


图 1-3 自动化生产线技术

自动化生产线的任务就是为了实现自动生产，如何才能达到这一要求呢？

自动化生产线综合应用机械技术、控制技术、传感技术、驱动技术、网络技术、人机接口技术等，通过一些辅助装置按工艺顺序将各种机械加工装置连成一体，并控制液压、气压和电气系统将各个部分动作联系起来，完成预定的生产加工任务。自动生产线所涉及的技术领域是很广泛的，所以它的发展、完善是与各种相关技术的进步及互相渗透相连的，因而与整个支持自动生产线有关技术的发展联系起来。1974 年由美国人哈林顿提出 CIMS（计算机集成制造系统）的概念，借助于计算机技术、现代系统管理技术、现代制造技术、信息技术、自动化技术和系统工程技术，将制造过程中有关的人、技术和经营管理三要素有机集成，通过信息共享以及信息流与物质流的有机集成实现系统的优化运行。现在信息时代已经到来，从技术发展前沿来看，CIMS 将是自动生产线发展的一个理想状态。

子任务二 实训设备认知

实训设备实物外观如图 1-4 所示。

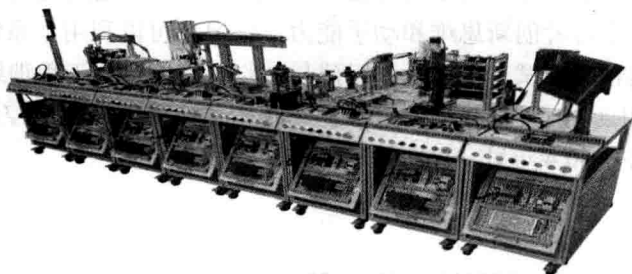


图 1-4 MES 网络型模块式柔性型自动化生产线

1. 产品概述

模块式柔性自动化生产线实训系统是一种最为典型的机电一体化、自动化类产品培训装置。它在相适于工业生产制造现场基础上又针对教学进行了专门设计，强化了各种控制技术

和工程实践能力。

实训系统由 8 个单元组成。分别为：上料检测单元、搬运单元、加工与检测单元、搬运分拣单元、变频传送单元、安装单元、安装搬运单元和分类单元，控制系统可以选用西门子，三菱或欧姆龙的 PLC，每站各有一套 PLC 控制系统独立控制，具有较好的柔性，在基本单元模块培训完成以后，又可以将相邻的两站、三站直至八站连在一起，学习复杂系统的控制、编程、装配和调试技术。系统工作过程如图 1-5 所示。

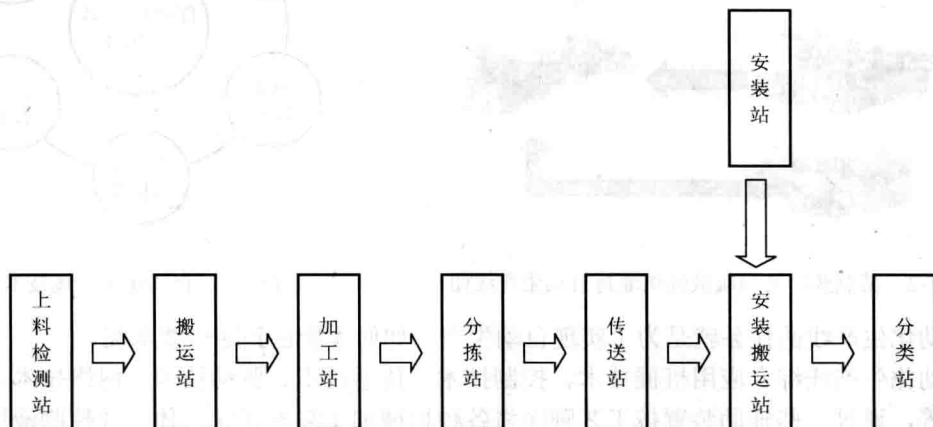


图 1-5 工作过程示意图

2. 产品特点

系统将机械、气动、电气控制、电动机传动、传感检测、PLC 以及工业网络控制技术有机地进行整合，并将结构模块化，集机械部件安装与调试、气动系统的安装与调试、电气控制电路的安装和 PLC 编程、机电设备安装与调试、自动控制系统安装与调试、工业网络控制系统安装与调试于一体，便于组合，可以完成各类单项技能训练和综合性项目训练，能较好地满足实训教学、工程训练的需要。

系统无论机械结构还是控制都采用统一标准接口，具有很高的兼容和扩展性，随工业现场技术的快速发展，本系统可以紧跟现场技术升级扩展，深入地满足实训教学的需要。

本系统可以锻炼学习者创新思维和动手能力，学习者可以利用本系统从机械组装、电气设计、接线、PLC 编程与调试、现场总线组建与维修等方面进行工程训练。

西门子 PLC 采用西门子 PROFIBUS-DP 网络通信，使各站之间的控制信息和状态数据能够实时相互交换，配有 10.4 英寸、256 色工业彩色触摸屏。

3. 技术性能

1. 输入电源：单相三线 AC220V $\pm$ 10%，50Hz。
2. 工作环境：温度-10℃ $\sim$ 40℃，相对湿度 $\leq$ 85%（25℃），海拔 $<$ 4000m；
3. 装置容量： $\leq$ 1.5kVA。
4. 外形尺寸：380cm $\times$ 170cm $\times$ 140cm。
5. 安全保护：具有漏电压、漏电流保护，安全符合国家标准。

子任务三 可编程控制器技术

1. PLC 的分类及特点

可编程控制器简称 PLC (Programmable Logic Controller), 在 1987 年国际电工委员会 (International Electrical Committee) 颁布的 PLC 标准草案中对 PLC 做了如下定义: PLC 是一种专门为在工业环境下应用而设计的数字运算操作的电子装置。它采用可以编制程序的存储器, 用来在其内部存储执行逻辑运算、顺序运算、计时、计数和算术运算等操作的指令, 并能通过数字式或模拟式的输入和输出, 控制各种类型的机械或生产过程。PLC 及其有关的外围设备都应该按易于与工业控制系统形成一个整体, 易于扩展其功能的原则而设计。

(1) PLC 的分类。按产地分, 可分为日系、欧美、韩台、大陆等。其中日系具有代表性的为三菱、欧姆龙、松下、光洋等; 欧美系列具有代表性的为西门子、A-B、通用电气、德州仪表等; 韩台系列具有代表性的为 LG、台达等; 大陆系列具有代表性的为合利时、浙江中控等。

按点数分, 可分为大型机、中型机及小型机等。大型机一般 I/O 点数大于 2048 点, 具有多 CPU, 16 位/32 位处理器, 用户存储器容量 8~16K 字节, 具有代表性的为西门子 S7-400 系列、通用公司的 GE-IV 系列等; 中型机一般 I/O 点数为 256~2048 点; 单/双 CPU, 用户存储器容量 2~8K 字节, 具有代表性的为西门子 S7-300 系列、三菱 Q 系列等; 小型机一般 I/O 点数少于 256 点, 单 CPU, 8 位或 16 位处理器, 用户存储器容量 4K 字节以下, 具有代表性的为西门子 S7-200 系列、三菱 FX 系列等。

按结构分, 可分为整体式和模块式。整体式 PLC 是将电源、CPU、I/O 接口等部件都集中装在一个机箱内, 具有结构紧凑、体积小、价格低的特点; 小型 PLC 一般采用这种整体式结构。模块式 PLC 由不同 I/O 点数的基本单元 (又称主机) 和扩展单元组成。这种模块式 PLC 的特点是配置灵活, 可根据需要选配不同规模的系统, 而且装配方便, 便于扩展和维修。大、中型 PLC 一般采用模块式结构。还有一些 PLC 将整体式和模块式的特点结合起来, 构成所谓的叠装式 PLC。

按功能分, 可分为低档、中档、高档三类。低档 PLC 具有逻辑运算、定时、计数、移位以及自诊断、监控等基本功能; 主要用于逻辑控制、顺序控制或少量模拟量控制的单机控制系统。中档 PLC 除具有低档 PLC 的功能外, 还具有较强的模拟量输入/输出、算术运算、数据传送和比较、数制转换、远程 I/O、子程序、通信联网等功能; 适用于复杂控制系统。高档 PLC 机具有更强的通信联网功能, 可用于大规模过程控制或构成分布式网络控制系统, 实现工厂自动化。

(2) PLC 的特点。

可靠性高, 抗干扰能力强

高可靠性是电气控制设备的关键性能。PLC 由于采用现代大规模集成电路技术, 具有很高的可靠性。从 PLC 的机外电路来说, 使用 PLC 构成控制系统, 和同等规模的继电器系统相比, 电气接线及开关接点已减少到数百甚至数千分之一, 故障也就大大降低。此外, PLC 带有硬件故障自我检测功能, 出现故障时可及时发出警报信息。

配套齐全, 功能完善, 适用性强

PLC 发展到今天, 已经形成了大、中、小各种规模的系列化产品。可以用于各种规模的

工业控制场合。

易学易用，深受工程技术人员欢迎

PLC 作为通用工业控制计算机，是面向工矿企业的工控设备。它接口配置容易，编程语言易于为工程技术人员接受。梯形图语言的图形符号与表达方式和继电器电路图相当接近，只用 PLC 的少量开关量逻辑控制指令就可以方便地实现继电器电路的功能。为不熟悉电子电路、不懂计算机原理和汇编语言的人使用计算机从事工业控制打开了方便之门。

系统的设计、建造工作量小，维护方便，容易改造

PLC 用存储逻辑代替接线逻辑，大大减少了控制设备外部的接线，使控制系统设计及建造的周期大为缩短，同时维护也变得容易起来。更重要的是使同一设备通过改变程序来改变生产过程成为可能。这很适合多品种、小批量的生产场合。

体积小，重量轻，能耗低

以超小型 PLC 为例，新近出产的品种底部尺寸小于 100mm，重量小于 150g，功耗仅数瓦。由于体积小很容易装入机械内部，是实现机电一体化的理想控制设备。

(3) PLC 的应用领域

目前，PLC 在国内外已广泛应用于钢铁、石油、化工、电力、建材、机械制造、汽车、轻纺、交通运输、环保及文化娱乐等各个行业，使用情况大致可归纳为如下几类。

开关量的逻辑控制

这是 PLC 最基本、最广泛的应用领域，它取代传统的继电器电路，实现逻辑控制、顺序控制，既可用于单台设备的控制，也可用于多机群控及自动化流水线。如注塑机、印刷机、订书机械、组合机床、磨床、包装生产线、电镀流水线等。

模拟量控制

在工业生产过程当中，有许多连续变化的量（如温度、压力、流量、液位和速度等）都是模拟量。为了使可编程控制器处理模拟量，必须实现模拟量（Analog）和数字量（Digital）之间的 A/D 转换及 D/A 转换。PLC 厂家都生产配套的 A/D 和 D/A 转换模块，使可编程控制器用于模拟量控制。

运动控制

PLC 可以用于圆周运动或直线运动的控制。从控制机构配置来说，早期直接用于开关量 I/O 模块连接位置传感器和执行机构，现在一般使用专用的运动控制模块。如可驱动步进电动机或伺服电动机的单轴或多轴位置控制模块。世界上各主要 PLC 厂家的产品几乎都有运动控制功能，广泛用于各种机械、机床、机器人、电梯等设备。

过程控制

过程控制是指对温度、压力、流量等模拟量的闭环控制。作为工业控制计算机，PLC 能编制各种各样的控制算法程序，完成闭环控制。PID 调节是一般闭环控制系统中用得较多的调节方法。大中型 PLC 都有 PID 模块，目前许多小型 PLC 也具有此功能模块。PID 处理一般是运行专用的 PID 子程序。过程控制在冶金、化工、热处理、锅炉控制等场合有非常广泛的应用。

数据处理

现代 PLC 具有数学运算（含矩阵运算、函数运算、逻辑运算）、数据传送、数据转换、排序、查表、位操作等功能，可以完成数据的采集、分析及处理。这些数据可以与存储在存

存储器中的参考值比较,完成一定的控制操作,也可以利用通信功能传送至别的智能装置,或将它们打印制表。数据处理一般用于大型控制系统,如无人控制的柔性制造系统;也可用于过程控制系统,如造纸、冶金、食品工业中的一些大型控制系统。

通信及联网

PLC 通信含 PLC 间的通信及 PLC 与其他智能设备间的通信。随着计算机控制的发展,工厂自动化网络发展得很快,各 PLC 厂商都十分重视 PLC 的通信功能,纷纷推出各自的网络系统。新近生产的 PLC 都具有通信接口,通信非常方便。

2. PLC 的结构与工作原理

(1) PLC 的结构。PLC 的类型繁多,功能和指令系统也不尽相同,但结构与工作原理则大同小异,通常由主机、输入/输出接口、电源、编程器扩展器接口和外部设备接口等几个主要部分组成,如图 1-6 所示。

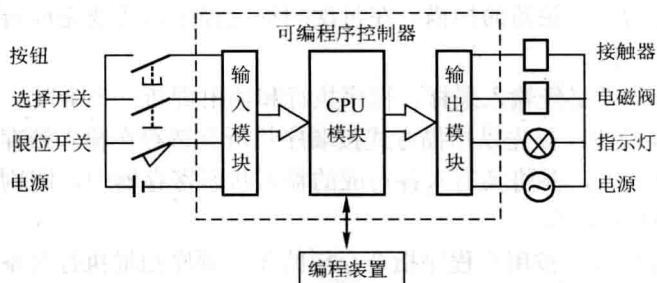


图 1-6 PLC 的结构简图

1) 主机

主机部分包括中央处理器 (CPU)、系统程序存储器和用户程序及数据存储器。CPU 是 PLC 的核心,它用以运行用户程序、监控输入/输出接口状态、进行逻辑判断和数据处理,即读取输入变量、完成用户指令规定的各种操作,将结果送到输出端,并响应外部设备(如编程器、电脑、打印机等)的请求以及进行各种内部判断等。PLC 的内部存储器有两类,一类是系统程序存储器,主要存放系统管理和监控程序及对用户程序作编译处理的程序,系统程序由厂家设定,用户不能更改;另一类是用户程序及数据存储器,主要存放用户编制的应用程序及各种暂存数据和中间结果。

2) 输入/输出 (I/O) 接口

I/O 接口是 PLC 与输入/输出设备连接的部件。输入接口接受输入设备(如按钮、传感器、触点、行程开关等)的控制信号。输出接口根据主机经处理后的结果通过功放电路去驱动输出设备(如接触器、电磁阀、指示灯等)。I/O 接口一般采用光电耦合电路,以减少电磁干扰,从而提高了可靠性。I/O 点数即输入/输出端子数,是 PLC 的一项主要技术指标,通常小型机有几十个点,中型机有几百个点,大型机超过千点。

3) 电源

图 1-6 中电源是指为 CPU、存储器、I/O 接口等内部电子电路工作所配置的直流开关稳压电源,通常也为输入设备提供直流电源。

4) 编程器

编程器是 PLC 的一种主要的外部设备，用于手持编程，用户可用以输入、检查、修改、调试程序或监示 PLC 的工作情况。除手持编程器外，还可通过适配器和专用电缆线将 PLC 与电脑连接，并利用专用的工具软件进行电脑编程和监控。

5 输入/输出扩展单元

I/O 扩展接口用于连接扩充外部输入/输出端子数的扩展单元与基本单元（即主机）。

1) 外部设备接口

此接口可将编程器、打印机、条码扫描仪等外部设备与主机相连，以完成相应的操作。

(2) PLC 的工作原理

PLC 是采用“顺序扫描，不断循环”的方式进行工作的，即在 PLC 运行时，CPU 根据用户按控制要求编制好并存储于用户存储器中的程序，按指令步序号（或地址号）周期性循环扫描，如无跳转指令，则从第一条指令开始逐条顺序执行用户程序，直至程序结束。然后重新返回第一条指令，开始新一轮新的扫描。在每次扫描过程中，还要完成对输入信号的采样和对输出状态的刷新等工作。

PLC 的扫描一个周期必经输入采样、程序执行和输出刷新三个阶段。

PLC 在输入采样阶段：首先以扫描方式按顺序将所有暂存在输入锁存器中的输入端子的通断状态或输入数据读入，并将其写入各对应的输入状态寄存器中，即刷新输入。随即关闭输入端口，进入程序执行阶段。

PLC 在程序执行阶段：按用户程序指令存放的先后顺序扫描执行每条指令，执行的结果再写入输出状态寄存器中，输出状态寄存器中所有的内容随着程序的执行而改变。

输出刷新阶段：当所有指令执行完毕，输出状态寄存器的通断状态在输出刷新阶段送至输出锁存器中，并通过一定的方式（继电器、晶体管或晶闸管）输出，驱动相应输出设备工作。

3. S7-200 系统结构

(1) 硬件组成

S7-200 CPU 将一个微处理器、一个集成电源和数字量 I/O 点集成在一个紧凑、独立的封装中，从而形成了一个功能强大的微型 PLC，具体见图 1-7。

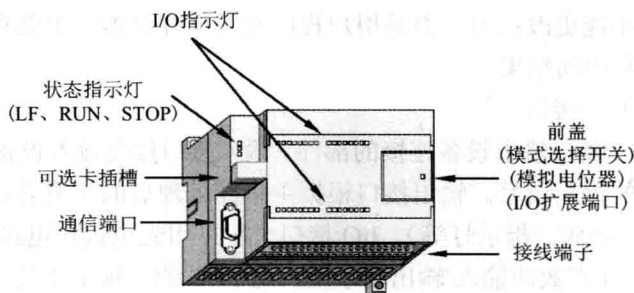


图 1-7 PLC 结构简图

CPU 负责执行程序 and 存储数据，以便对工业自动控制任务或过程进行控制。

输入和输出时系统的控制点：输入部分从现场设备中（例如传感器或开关）采集信号，输出部分则控制泵、电动机、指示灯以及工业过程中的其他设备。

电源向 CPU 及所连接的任何模块提供电力支持。

通信端口用于连接 CPU 与上位机或其他工业设备。

状态信号灯显示了 CPU 工作模式, 本机 I/O 的当前状态, 以及检查出的系统错误。

(2) 指令系统

1) 标准触点指令

LE 常开触点指令, 表示一个与输入母线相连的动合接点指令, 即动合接点逻辑运算起始。

LDN 常闭触点指令, 表示一个与输入母线相连的动断接点指令, 即动断接点逻辑运算起始。

A 与常开触点指令, 用于单个动合接点的串联。

AX 与非常闭触点指令, 用于单个动断开接点的串联。

O 或常开触点指令, 用于单个动合接点的并联。

ON 或非常闭触点指令, 用于单个动断接点的并联。

LD、LDN、A、AN、O、ON 触点指令中变量的数据类型为布尔 (BOOL) 型。LD、LDN 两条指令用于将接点接到母线上, A、AN、O、ON 指令均可多次重复使用, 但当需要对两个以上接点串联连接电路块的并联连接时, 要用后述的 OLD 指令。

2) 串联电路块的并联连接指令 OLD

两个或两个以上的接点串联连接的电路叫串联电路块。串联电路块并联连接时, 分支开始用 LD、LDN 指令, 分支结束用 OLD 指令。OLD 指令与后述的 ALD 指令均为无目标元件指令, 而两条无目标元件指令的步长都为一个程序步。OLD 有时也简称或块指令。

3) 并联电路的串联连接指令 ALD

两个或两个以上接点并联电路称为并联电路块, 分支电路并联电路块与前面电路串联连接时, 使用 ALD 指令。分支的起点用 LD、LDN 指令, 并联电路结束后, 使用 ALD 指令与前面电路串联。ALD 指令也简称与块指令, ALD 也是无操作目标元件指令, 步长是一个程序步指令。

4) 输出指令 (=)

输出指令与线圈相对应, 驱动线圈的触点电路接通时, 线圈流过“能流”, 输出类指令应放在梯形图的最右边, 变量为 BOOL 型。

5) 置位与复位指令 S、R

S 为置位指令, 使动作保持; R 为复位指令, 使操作复位。从指定的位置开始的 N 个点的映像寄存器都被置位或复位 ($N=1\sim 255$), 如果被指定复位的是定时器位或计数器位, 将清除定时器或计数器的当前值。

6) 跳变触点 EU, ED

正跳变触点检测到一次正跳变 (触点得输入信号由 0 到 1) 时, 或负跳变触点检测到一次负跳变 (触点得输入信号由 1 到 0) 时, 触点接通到一个扫描周期。正/负跳变的符号为 EU/ED, 它们没有操作数, 触点符号中间的“P”和“N”分别表示正跳变和负跳变。

7) 空操作指令 NOP

NOP 指令是一条无动作、无目标元件的一程序步指令。

(8) 程序结束指令 END

END 是一条无目标元件的一程序步指令。PLC 反复进行输入处理、程序运算、输出处理,

若在程序最后写入 END 指令, 则 END 以后的程序就不再执行, 直接进行输出处理。在程序调试过程中, 按段插入 END 指令, 可以按顺序扩大对各程序段动作的检查。要注意的是在执行 END 指令时, 也刷新监视时钟。

(3) 可编程控制器的编程语言概述

现代的可编程控制器一般备有多种编程语言, 供用户使用。《IEC1131-3》(可编程序控制器编程语言的国际标准) 详细说明了下述可编程控制器编程语言:

- 顺序功能图
- 梯形图 (见图 1-8)
- 功能块图
- 指令表
- 结构文本

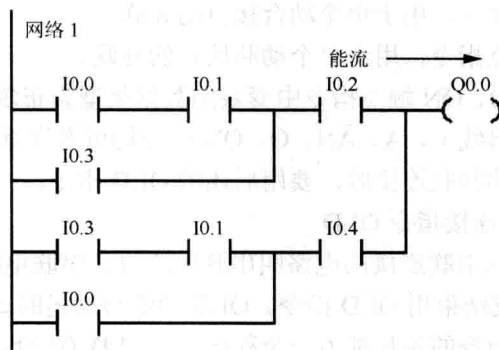


图 1-8 梯形图

其中梯形图是使用得最多的可编程控制器图形编程语言。梯形图与继电器控制系统的电路图很相似, 具有直观易懂的优点, 很容易被工厂熟悉继电器控制的电气人员掌握, 特别适用于开关量逻辑控制, 主要特点如下:

1) 可编程控制器梯形图中的某些编程元件沿用了继电器这一名称, 如输入继电器、输出继电器、内部辅助继电器等, 但是它们不是真实的物理继电器 (即硬件继电器), 而是在软件中使用的编程元件。每一编程元件与可编程序控制器存储器中元件映像寄存器的一个存储单元相对应。

2) 梯形图两侧的垂直公共线称为公共母线 (BUS bar)。在分析梯形图的逻辑关系时, 为了借用继电器电路的分析方法, 可以想象左右两侧母线之间有一个左正右负的直流电源电压, 当图中的触点接通时, 有一个假想的“概念电流”或“能流” (Power flow) 从左到右流动, 这一方向与执行用户程序时的逻辑运算的顺序是一致的。

3) 根据梯形图中各触点的状态和逻辑关系, 求出与图中各线圈对应的编程元件的状态, 称为梯形图的逻辑解算。梯形图中逻辑解算是按从上到下、从左到右的顺序进行的。

4) 梯形图中的线圈和其他输出指令应放在最右边。

5) 梯形图中各编程元件的常开触点和常闭触点均可以无限多次地使用。

可编程控制器的编程步骤:

1) 确定被控系统必须完成的动作及完成这些动作的顺序。