



普通高等教育“十二五”规划教材（高职高专教育）

可编程序控制器应用技术

（欧姆龙机型）

王新娜 孙新凤 姜秉梁 编 ●

571.61
14



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

TM571.61

14

普通高等教育“十二五”规划教材（高职高专教育）

主要内容

可编程序控制器应用技术 (欧姆龙机型)

王新娜 孙新凤 姜秉梁 编
范永胜 主审



太原工业学院图书馆



B0636629



中国电力出版社

CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书为普通高等教育“十二五”规划教材（高职高专教育）。本书采用任务驱动、项目导向的模式，通过任务驱动技能训练，帮助读者掌握欧姆龙 CPM2A 系列 PLC 的基础知识、编程指令的应用以及程序设计方法与技巧，提高欧姆龙 CPM2A 系列 PLC 的综合应用能力。本书包括初步认识篇、学习应用篇和综合实用篇，分别设置了认识欧姆龙 CPM2A 系列 PLC、学会使用 CX-Programmer 编程软件、用 PLC 控制模拟系统进行编程训练、PLC 的通信和组态制作等训练项目。本书贴近教学实际，大部分项目的设计来源于教学实践。

本书可作为高职高专院校电气自动化、工业自动化、机电一体化等相关专业教材，也可作为相关高技能人才的培训教材，同时还可供从事 PLC 应用开发的工程技术人员参考。

图书在版编目（CIP）数据

可编程序控制器应用技术：欧姆龙机型 / 王新娜，孙新风，姜秉梁编. —北京：中国电力出版社，2012.6

普通高等教育“十二五”规划教材. 高职高专教育

ISBN 978-7-5123-3254-6

I. ①可… II. ①王… ②孙… ③姜… III. ①可编程序控制器—高等职业教育—教材 IV. ①TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2012）第 146838 号

中国电力出版社出版、发行

（北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>）

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2012 年 8 月第一版 2012 年 8 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 18 印张 438 千字

定价 33.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪

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

可编程序控制器（PLC）是微电子技术、继电器控制技术和计算机及通信技术相结合的新型通用的自动控制装置。PLC 具有体积小、功能强、可靠性高、使用便利、易于编程控制、适合工业应用环境等一系列优点，便于应用于机械制造、电力、交通、轻工、食品加工等行业，既可应用于旧设备改造，也可用于新产品的开发，在机电一体化、工业自动化方面的应用极其广泛。

本书以 CPM2A 型 PLC 为例，采用任务驱动的项目训练模式，介绍工作任务所需的 PLC 基础知识和完成任务的方法，通过完成工作任务的实际技能训练提高读者 PLC 的综合应用技能和技巧。

全书共包括初步认识、学习应用和综合实用三大篇，共二十四个项目。初步认识篇主要介绍了欧姆龙 CPM2A 系列 PLC 的特点，CX-Programmer 编程软件的使用，PLC 的软件/硬件系统以及 PLC 基础知识；学习应用篇通过多个模拟项目形象地介绍了 PLC 的指令功能及应用方法；综合实用篇介绍了 PLC 的一些实际应用，如 PLC 通信以及组态软件等。通过各个项目的技能训练，读者可以掌握欧姆龙 C 系列 PLC 的基础知识及程序设计方法和技巧。项目后还设有技能训练内容，可全面提高读者 PLC 的综合应用能力。项目训练的内容设置适用于理论实践一体化教学模式，充分体现了教材的科学性、实用性和可操作性，内容由浅入深、通俗易懂、注重应用。

本书由保定职业技术学院教师王新娜、孙新风、姜秉梁老师编写，其中项目一至项目八及附录二由孙新风老师编写，项目九至项目二十一及附录一、三、四由王新娜老师编写，项目二十二至项目二十四由姜秉梁老师编写。

本书由河北建筑工程学院范永胜教授主审，提出了宝贵的修改意见；另外，本书在编写过程中，得到了保定三伊电子有限公司的技术总工程师郑庆红的支持，在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，加之时间仓促，书中难免存在疏漏和不妥之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

2012 年 2 月

目 录

前言

第一篇 初步认识篇	1
项目一 初步认识 PLC	1
项目二 PLC 的硬件与软件系统	12
项目三 欧姆龙型 PLC 编程软件 CX-Programmer 的使用	19
项目四 PLC 的硬件接线	36
项目五 PLC 的内部资源分配	42
项目六 PLC 的工作方式	46
项目七 PLC 的简单应用	53
项目八 更多了解 PLC	55
第二篇 学习应用篇	60
项目九 四路抢答器的设计与调试	60
任务一 连续工作控制	61
任务二 抢答器的设计	68
任务三 带数码显示功能的四路抢答器的设计	74
项目十 走廊灯的控制	80
项目十一 倒计时指示牌的设计	85
项目十二 电机交替间歇运行系统的模拟控制	93
项目十三 车库车辆管理系统的模拟控制	99
项目十四 具有时间参数选择功能的单按钮、多输出系统设计	110
项目十五 天塔之光彩灯控制系统的设计	121
项目十六 十字路口交通灯控制器的设计	131
项目十七 液体混合装置的模拟控制	140
项目十八 电镀生产线的模拟控制	149
项目十九 广告牌边框饰灯的控制	157
项目二十 生产线产品检测系统的模拟控制	164
第三篇 综合实用篇	184
项目二十一 运料小车自动往返控制	184
项目二十二 多台电动机顺序启动控制	193
项目二十三 恒压供水控制系统中的 PLC 的 1:1 网络通信	210
项目二十四 油罐控制系统的组态软件操作界面的设计	217
附录一 CPM2A 的一般规格指标和主要性能指标	238

附录二 CPM2A 内部资源配置一览表	241
附录三 欧姆龙 CPM2A 指令	250
附录四 工作任务单	254

参考文献	280
------	-----

1	第一章 绪论
1	第一节 概述
15	第二节 PLC 的发展概况
19	第三节 PLC 的应用
30	第四节 PLC 的组成
35	第五节 PLC 的编程
40	第六节 PLC 的接口
53	第七节 PLC 的选型
55	第八节 PLC 的维护
60	第九节 PLC 的故障排除
60	第二章 常用指令
60	第一节 常用指令
68	第二节 常用指令
75	第三节 常用指令
80	第四节 常用指令
85	第五节 常用指令
90	第六节 常用指令
95	第七节 常用指令
100	第八节 常用指令
105	第九节 常用指令
110	第十节 常用指令
115	第十一节 常用指令
120	第十二节 常用指令
125	第十三节 常用指令
130	第十四节 常用指令
135	第十五节 常用指令
140	第十六节 常用指令
145	第十七节 常用指令
150	第十八节 常用指令
155	第十九节 常用指令
160	第二十节 常用指令
165	第二十一节 常用指令
170	第二十二节 常用指令
175	第二十三节 常用指令
180	第二十四节 常用指令
185	第二十五节 常用指令
190	第二十六节 常用指令
195	第二十七节 常用指令
200	第二十八节 常用指令
205	第二十九节 常用指令
210	第三十节 常用指令
215	第三十一节 常用指令
220	第三十二节 常用指令
225	第三十三节 常用指令
230	第三十四节 常用指令
235	第三十五节 常用指令
240	第三十六节 常用指令
245	第三十七节 常用指令
250	第三十八节 常用指令
255	第三十九节 常用指令
260	第四十节 常用指令
265	第四十一节 常用指令
270	第四十二节 常用指令
275	第四十三节 常用指令
280	第四十四节 常用指令
285	第四十五节 常用指令
290	第四十六节 常用指令
295	第四十七节 常用指令
300	第四十八节 常用指令
305	第四十九节 常用指令
310	第五十节 常用指令
315	第五十一节 常用指令
320	第五十二节 常用指令
325	第五十三节 常用指令
330	第五十四节 常用指令
335	第五十五节 常用指令
340	第五十六节 常用指令
345	第五十七节 常用指令
350	第五十八节 常用指令
355	第五十九节 常用指令
360	第六十节 常用指令
365	第六十一节 常用指令
370	第六十二节 常用指令
375	第六十三节 常用指令
380	第六十四节 常用指令
385	第六十五节 常用指令
390	第六十六节 常用指令
395	第六十七节 常用指令
400	第六十八节 常用指令
405	第六十九节 常用指令
410	第七十节 常用指令
415	第七十一节 常用指令
420	第七十二节 常用指令
425	第七十三节 常用指令
430	第七十四节 常用指令
435	第七十五节 常用指令
440	第七十六节 常用指令
445	第七十七节 常用指令
450	第七十八节 常用指令
455	第七十九节 常用指令
460	第八十节 常用指令
465	第八十一节 常用指令
470	第八十二节 常用指令
475	第八十三节 常用指令
480	第八十四节 常用指令
485	第八十五节 常用指令
490	第八十六节 常用指令
495	第八十七节 常用指令
500	第八十八节 常用指令
505	第八十九节 常用指令
510	第九十节 常用指令
515	第九十一节 常用指令
520	第九十二节 常用指令
525	第九十三节 常用指令
530	第九十四节 常用指令
535	第九十五节 常用指令
540	第九十六节 常用指令
545	第九十七节 常用指令
550	第九十八节 常用指令
555	第九十九节 常用指令
560	第一百节 常用指令

第一篇 初步认识篇

项目一 初步认识 PLC



【项目描述】

查阅资料，明确可编程序控制器的定义，了解 CPM2AH 型号 PLC 的特点及类型等信息。



【教学目标】

- (1) 了解 PLC 的定义、特点、分类方法、技术指标等。
- (2) 初步具备辩证思维的能力。
- (3) 具有借助编程手册、安装手册、用户手册等工具书和设备铭牌、产品说明书、产品目录等资料，查阅可编程序控制器系统有关数据、功能和使用方法的能力。



【任务准备】

- (1) 什么是 PLC?
- (2) PLC 的特点及应用领域有哪些?
- (3) PLC 的分类方式有哪几种? 分类标准是什么?
- (4) PLC 的技术指标有哪些?



【任务实施】

- (1) 查阅历史上著名的“GM 十条”。
- (2) 比较 PLC 控制与传统继电器—接触器控制系统、计算机控制系统的优缺点。
- (3) 收集 PLC 在实际生活中的应用。
- (4) 查阅资料，了解 PLC 的分类方式和技术指标。



【相关知识】

一、PLC 的产生及定义

在 PLC 出现以前，生产线的控制多采用继电器—接触器控制系统。其特点是构成简单、价格低廉、能在一定范围内满足单台电动机和自动生产线的需要。但是它是有触点的控制系统，触点繁多，组合复杂，因而可靠性差。此外，它是采用固定接线的专用装置，当生产工艺或控制对象改变时必须改变接线，灵活性差，不能满足控制要求比较复杂的场合。因此，对于日新月异的工业发展，人们寻求一种新型的通用控制设备，取代原有的继电器—接触器控制系统。20 世纪 60 年代，计算机技术开始应用于工业控制，但由于其本身的复杂性，编

程难度高,难以适应恶劣的工业环境以及价格昂贵等原因未能广泛地应用于工业控制领域。

当时的美国汽车制造工业竞争激烈,为了使汽车型号不断翻新,缩短新产品的开发周期,1968年美国通用汽车公司(GM公司)为了适应生产工艺不断变化的需要,希望能设计一种新型工业控制器,在汽车改型时尽可能减少重新设计和更换继电器控制系统的后期成本,缩短周期。于是设想把继电器控制系统的简单易懂、价格便宜的优点与计算机功能强大、灵活性好、通用性强的优点结合起来,提出了研制新型工业控制装置的十项指标,历史上称为“GM十条”。其主要内容如下。

- (1) 编程简单,可在现场修改和调试程序。
- (2) 价格便宜,性价比高于继电器控制系统。
- (3) 可靠性高于继电器控制系统。
- (4) 体积小于继电器控制装置,能耗少。
- (5) 能与计算机系统数据通信。
- (6) 输入量是交流 115V 电压信号(美国电网电压是 110V)。
- (7) 输出量是交流 115V 电压信号、输出电流在 2A 以上,能直接驱动电磁阀等。
- (8) 具有灵活的扩展能力。
- (9) 硬件维护方便,采用插入式模块结构。
- (10) 用户存储器容量至少在 4KB 以上(根据当时的汽车装配过程的要求提出)。

1969年,美国数字设备公司(DEG)根据上述要求研制出第一台 PLC,型号为 PDP-14,并在 GM 公司的汽车生产线上使用成功,于是第一台 PLC 诞生了,从而开创了工业控制的新局面。从此这一技术在工业领域迅速发展起来。

早期的 PLC 在功能上只能进行逻辑控制,替代以继电器、接触器为主的各种顺序控制,因此,称之为可程序逻辑控制器(Programmable Logic Controller),简称 PLC。随着技术的发展,国外一些厂家采用微处理器作为中央处理单元,使其功能大大增强。它不仅具有逻辑运算功能,还具有算术运算、模拟量处理和通信联网等功能。PLC 这一名称已不能准确反映它的特性。1980年,美国电气制造商协会(NEMA)将它命名为可程序控制器(Programmable Controller)。由于个人计算机(Personal Computer)也称 PC,为避免混淆,可程序控制器仍简称为 PLC。图 1-1 所示为 PLC 常见外形图。

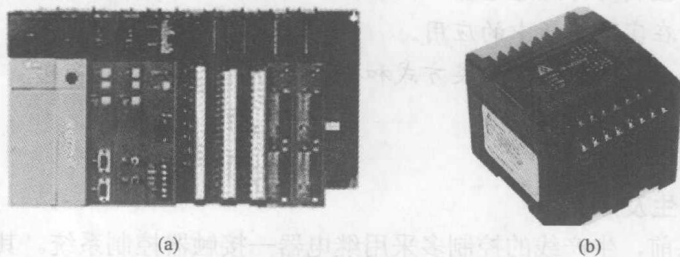


图 1-1 PLC 外形图

1987年国际电工委员会(IEC)颁布的可程序控制器标准草案中,给出了可程序控制器的定义:可编程控制器是一种专为在工业环境下应用而设计的数字运算操作的电子系统。它采用可程序的存储器,在其内部存储执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算

等操作指令,并通过数字或模拟式的输入/输出,控制各种类型的机械设备或生产过程。可编程程序控制器及其有关设备,都应按易于与工业控制系统形成一个整体,易于扩充的原则进行设计。

目前 PLC 的生产厂家很多,国内国外都有,其点数、容量、功能各有差异,但都自成系列,比较有影响的产品有:日本立石(OMRON)公司的 C 系列可编程序控制器;日本三菱(MITSUBISHI)公司的 F、F1、F2、FX2 系列可编程序控制器;日本松下(PANASONIC)电工公司的 FP1 系列可编程序控制器;美国通用电气(GE)公司的 GE 系列可编程序控制器;美国艾伦—布拉德利(A-B)公司的 PLC-5 系列可编程序控制器;德国西门子(SIEMENS)公司的 S5、S7 系列可编程序控制器等。

二、PLC 的特点、应用条件及领域

1. PLC 的主要特点

(1) 工作可靠性高、抗干扰能力强。高可靠性是选择工业控制装置时的首要条件。PLC 采用了微电子技术,大量的开关动作由无触点的半导体集成电路完成。内部处理过程不依赖于机械触点,而是通过对存储器的内容进行读或写来完成,因此不会出现继电器—接触器控制系统的接线老化、触点接触不良等现象。此外,在硬件及软件上采取了一系列抗干扰措施:输入、输出接口均采用光隔离,使外部电路与内部电路之间避免了直接的电联系,可有效地抑制外部的电磁干扰;外壳采用特殊的外壳封装结构,使其有良好的密封、防尘、抗振等特点,能很好地适用于环境恶劣的工业现场;完善的自诊断功能,能方便、快速地检查判断故障。

(2) 程序设计简单、直观、易学。PLC 采用与继电器—接触器控制系统线路图相当接近的梯形图编程语言,直观易懂。只要通过阅读 PLC 的使用手册或接受短期培训,电气操作人员就可以编写用户程序。如图 1-2(a)所示为继电器系统实现的电动机启停的控制电路部分,图 1-2(b)为可编程控制器实现的电动机启停控制的梯形图程序,相比较两者相当接近。

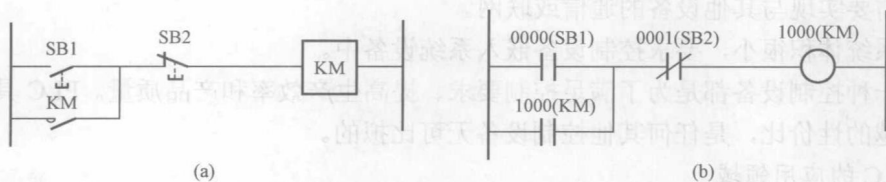


图 1-2 继电器与 PLC 实现电动机启停控制图

(3) 通用性好、扩展灵活。PLC 是通过软件来实现控制的。同一台 PLC 可用于不同的控制对象,只需改变软件就可以实现不同的控制要求,充分体现了灵活性和通用性。各种 PLC 都有各自的系列化产品。同一系列 PLC,不同机型功能基本相同,可以互换,可以根据控制要求进行扩展。

(4) 控制功能强大。PLC 不仅可以完成逻辑运算、计数、定时功能,还可以完成算术运算以及 A/D、D/A 转换等功能。PLC 最广泛的应用是对开关量进行逻辑运算和顺序控制,同时还可以对模拟量进行控制。PLC 可以控制一台单机、一条生产线,还可以控制一个机群、多条生产线;可以现场控制,也可以远距离控制。在大系统控制中,PLC 可以作为下位机与

上位机或同级的 PLC 之间进行通信,完成数据处理和信息交换,实现对整个生产过程的信息控制和管理。

(5) 体积小、功耗低。PLC 由于采用半导体集成电路,因此具有体积小、质量轻、功耗低的特点,而且设计结构紧凑,易于装入机械设备内部,是实现机电一体化的理想控制设备。

(6) 设计、安装容易,调试工作量小。使用 PLC 完成一项控制工程时,在系统设计完成以后,现场设计柜等硬件的设计及现场施工和 PLC 程序设计可以同时进行。PLC 的程序设计可以在实验室进行模拟调试。程序设计好后,再将 PLC 安装在现场统调。PLC 用软件取代继电器—接触器控制系统中大量的中间继电器、时间继电器、计数器等低压电器,使整个设计、安装、接线工作量大大减少。

2. 采用 PLC 控制的一般条件

伴随着微电子技术和计算机技术的快速发展,PLC 的成本不断下降,因此促进了 PLC 的使用。其应用领域越来越广泛,特别是在新建、扩建项目和设备技术改造中,大都使用 PLC 作为控制装置。但并不是所有的控制都必须使用 PLC,有些系统使用计算机控制或继电器—接触器控制可能更适合。

在确定具体方案时,首先应明确采用 PLC 控制是否必要。如果控制系统非常简单,所需要的 I/O 点很少,或者虽然 I/O 点较多但控制关系简单,则可以采用传统的继电器—接触器控制。

是否采用 PLC 控制,一般考虑下列条件。

- (1) 系统所需 I/O 点数较多(如在十几个点以上),控制要求比较复杂。
- (2) 现场处于较恶劣的工业环境,而又要求控制系统具有较高的可靠性。
- (3) 系统的工艺流程可能经常发生变化,输入、输出控制量需经常调整。
- (4) 要求完成多种定时、计数功能,甚至复杂的逻辑、算术运算以及对模拟量的控制功能。
- (5) 需要实现与其他设备的通信或联网。
- (6) 系统体积很小,要求控制设备嵌入系统设备中。

任何一种控制设备都是为了满足控制要求、提高生产效率和产品质量。PLC 具有独特的特点、优越的性价比,是任何其他控制设备无可比拟的。

3. PLC 的应用领域

最初,PLC 主要用于开关量的逻辑控制。随着 PLC 技术的进步,它的应用领域不断扩大。如今,PLC 不仅用于开关量控制,还用于模拟量及数字量的控制,可采集与存储数据,还可对控制系统进行监控;还可联网、通信,实现大范围、跨地域的控制与治理。PLC 已日益成为产业控制装置家族中一个重要的角色。

(1) 用于开关量控制。PLC 控制开关量的能力很强。所控制的输入、输出点数,少的十几点、几十点,多的可到几百、几千,甚至几万点。由于它能联网,点数几乎不受限制,不管多少点都能控制。所控制的逻辑题目可以是多种多样的,如组合的、时序的,即时的、延时的,不需计数的,需要计数的,固定顺序的,随机工作的等等。

用 PLC 进行开关量控制的实例有很多,如冶金、机械、轻工、化工、纺织等,几乎所有行业都需要用到它。目前,使用 PLC 的原因,也是别的控制器无法与其相比的,就是它能方

便并可靠地用于开关量的控制。图 1-3 所示的是冶金和纺织应用实例。

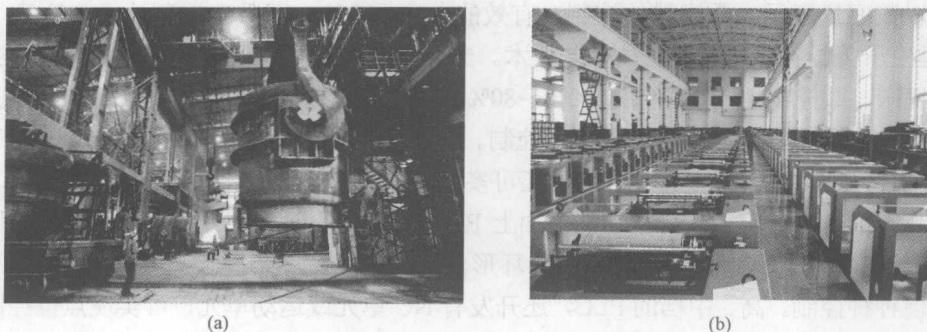


图 1-3 PLC 进行开关量控制的应用

(a) 冶金; (b) 纺织

(2) 用于模拟量控制。模拟量, 如电流、电压、温度、压力等, 其大小是连续变化的。生产过程, 特别是连续型生产过程, 常要对这些物理量进行控制。为此, 各 PLC 厂家都在这方面进行大量的开发。目前, 不仅大、中型机可以进行模拟量控制, 就是小型机, 也能进行这样的控制。

PLC 进行模拟量控制, 要配置有模拟量与数字量之间相互转换的 A/D、D/A 单元。它也是 I/O 单元, 不过是特殊的 I/O 单元。A/D 单元是把外电路的模拟量, 转换成数字量, 然后送进 PLC。D/A 单元, 是把 PLC 的数字量转换成模拟量, 再送给外电路。作为一种特殊的 I/O 单元, 它仍具有 I/O 电路抗干扰、内外电路隔离, 与输入输出继电器 (或内部继电器) 交换信息等特点。这里的 A/D 中的 A, 多为电流或电压, 也有为温度的。D/A 中的 A, 多为电压或电流。电压、电流变化范围多为 $0\sim 5V$, $0\sim 10V$, $4\sim 20mA$; 其中 D 在小型机多为 8 位二进制数, 中、大型多为 12 位二进制数。A/D、D/A 有单路, 也有多路。有了 A/D、D/A 单元, 余下的处理都是数字量。中、大型 PLC 处理能力更强, 不仅可进行数字的加、减、乘、除, 还可开方、插值, 还可进行浮点运算。有的还有 PID 指令, 可对偏差制量进行比例、微分、积分运算, 进而产生相应的输出。计算机能运算的它几乎都能运算。

用 PLC 进行模拟量控制的好处是, 在进行模拟量控制的同时, 开关量也可控制。这个优点是别的控制器所不具备的, 或控制的实现不如 PLC 方便。当然, 若纯为模拟量的系统, 用 PLC 可能在性能价格比上不如用调节器。图 1-4 所示分别为 PLC 燃油锅炉和燃油压力调节器。

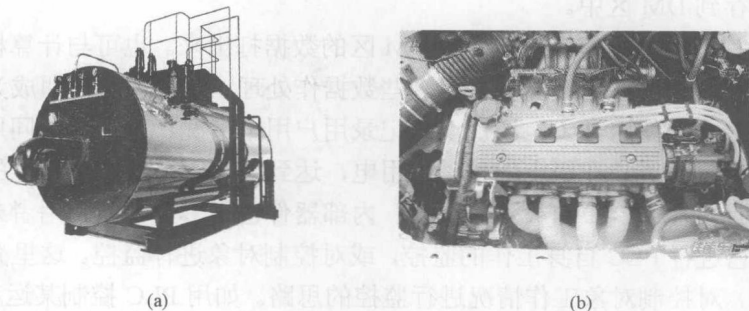


图 1-4 PLC 与调节器在模拟量中的应用

(a) PLC 燃油锅炉; (b) 燃油压力调节器

(3) 用于数字量控制。实际的物理量,除了开关量、模拟量,还有数字量。如机床部件的位移,常以数字量表示。数字量的控制,有效的办法是 NC,即数字控制技术。这是 20 世纪 50 年代诞生于美国的基于计算机的控制技术。当今已很普及,并也很完善。目前,先进国家的金属切削机床,数控化的比率已超过 40%~80%,有的甚至更高。PLC 也是基于计算机的技术,并日益完善,故它也完全可以用于数字量控制。PLC 可接收计数脉冲,频率可高达几千赫兹到几十千赫兹。可用多种方式接收这脉冲,还可多路接收。有的 PLC 还有脉冲输出功能,脉冲频率也可达几十千赫兹。有了这两种功能,加上 PLC 有数据处理及运算能力,若再配备相应的传感器(如旋转编码器)或脉冲伺服装置(如环形分配器、功放、步进电动机),则完全可以依 NC 的原理实现种种控制。高、中档的 PLC,还开发有 NC 单元或运动单元,可实现点位控制。运动单元还可实现曲线插补,可控制曲线运动。所以,若 PLC 配置了这种单元,则完全可以用 NC 的办法进行数字量的控制。新开发的运动单元,甚至还发行了 NC 技术的编程语言,为更好地用 PLC 进行数字控制提供了方便。图 1-5 所示为 PLC 在机械手及灌装生产线上的应用。

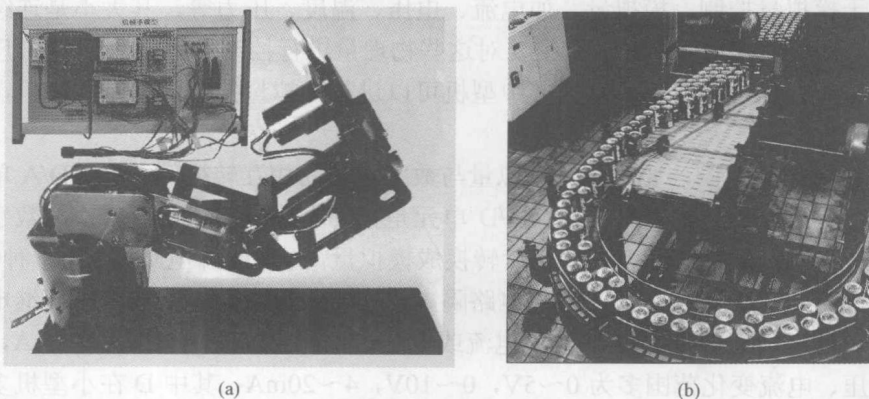


图 1-5 PLC 在数字量控制方面的应用

(a) 机械手; (b) 灌装生产线

(4) 用于数据采集。随着 PLC 技术的发展,其数据存储区越来越大。如欧姆龙公司的前期产品 C60P 的 DM 区仅 64 个字,而后来的 C60H 达到 1000 个字;到了 CQM1 可多达 6000 个字。这样庞大的数据存储区,可以存储大量数据。数据采集可以用计数器,累积记录采集到的脉冲数,并定时地转存到 DM 区中。数据采集也可用 A/D 单元,当模拟量转换成数字量后,再定时地转存到 DM 区中。

PLC 还可配置上小型打印机,定期把 DM 区的数据打出来。也可与计算机通信,由计算机把 DM 区的数据读出,并由计算机再对这些数据作处理。这时,PLC 即成为计算机的数据终端。电业部分曾这么使用 PLC,用以实时记录用户用电情况,以实现不同用电时间、不同计价的收费办法,鼓励用户在用电低谷时多用电,达到公道用电与节约用电的目的。

(5) 用于进行监控。PLC 自检信号很多,内部器件也很多,多数使用者未充分发挥其作用。完全可利用它进行 PLC 自身工作的监控,或对控制对象进行监控。这里介绍一种用 PLC 定时器作看门狗,对控制对象工作情况进行监控的思路。如用 PLC 控制某运动部件动作,看施加控制后动作进行了没有,可用看门狗定时器实现监控。具体做法是在施加控制的同时,令看门狗定时器计时。如在规定的时间内动作完成,即定时器未超过警戒值的情况下,已收

到动作完成信号,则说明控制对象工作正常,无需报警。若超时,说明不正常,可作相应处理。假如控制对象的各重要控制环节,都用这样一些看门狗“看”着,那么将对系统的工作了如指掌,出现了问题,卡在什么环节上也很好查找。

对一个复杂的控制系统,特别是自动控制系统,监控以至进一步能自诊断是非常必要的。它可减少系统的故障,出了故障也好查找,可累计均匀无故障运行时间,降低故障修复时间,提高系统的可靠性。

(6) 用于联网、通信。PLC 联网、通信能力很强,不断有新的联网的结构推出。PLC 可与个人计算机相连接进行通信,可用计算机参与编程及对 PLC 进行控制的治理,使 PLC 用起来更方便。为了充分发挥计算机的作用,可实行一台计算机控制与治理多台 PLC,多的可达 32 台,如图 1-6 所示为 PLC 与计算机的通信。也可一台 PLC 与两台或更多的计算机通信,交换信息,以实现多地对 PLC 控制系统的监控。PLC 与 PLC 也可通信,可一对一 PLC 通信,可几个 PLC 通信,更多可多到几十、几百 PLC 通信。

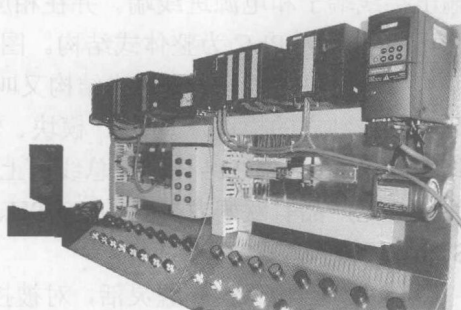


图 1-6 PLC 与计算机的通信图

PLC 与智能仪表、智能执行装置(如变频器),也可联网通信,交换数据,相互操纵。可连接成远程控制系统,系统范围面可大到 10km 或更大。可组成局部网,不仅 PLC,而且高档计算机、各种智能装置也都可进网。可用总线网,也可用环形网,网还可套网,网与网还可桥接。联网可把成千上万的 PLC、计算机、智能装置组织在一个网中。网间的节点可直接或间接地通信、交换信息。

联网、通信,正适应了当今计算机集成制造系统(CIMS)及智能化工厂发展的需要。它可使产业控制从点(Point)到线(Line)再到面(Aero),使设备级的控制、生产线的控制、工厂治理层的控制连成一个整体,进而可创造更高的效益。这个无穷美好的远景,已越来越清楚地展现在我们这一代人的眼前。

以上几点应用是着重从质上讲的。从量上讲,PLC 有大、有小。所以,它的控制范围也可大、可小。小的只控制一个设备,甚至一个部件,一个站点;大的可控制多台设备,一条生产线,以至于整个工厂。可以说,产业控制的大小场合,都离不开 PLC。

一般来讲,产业生产过程可分为两种类型:连续型生产过程(如化学产业)及非连续型,即离散型生产过程(如机械制造业)。前者生产对象是连续的,分不出件的;后者为离散的,一件件的。由于 PLC 有上述几个方面的应用,而且控制的规模又可大、可小,所以,这两种类型的生产过程都有其用武之地。

事实上,PLC 已广泛应用于产业生产的各个领域。从行业看,冶金、机械、化工、轻工、食品、建材等,几乎没有不用它的。不仅产业生产用它,一些非产业过程,如楼宇自动化、电梯控制也用到它;农业的大棚环境参数调控,水利浇灌也用到它。

PLC 能有上述几个范围广泛的应用,是 PLC 自身特点决定的,也是 PLC 技术不断完善的结果。

三、PLC 的分类

PLC 的品种繁多,型号、规格也不统一,机构形式、功能范围各不相同,一般按外部特

性进行分类。

1. 按结构形式分类

从硬件结构形式上可将 PLC 分为整体式结构和模块式结构。

(1) 整体式结构。一般的小型及超小型 PLC 多为整体式结构，这种 PLC 结构紧凑、体积小、质量轻、价格低，便于装入设备内部。整体式可程序控制器是把 CPU、存储器、I/O 接口、稳压电源及通信接口、扩展单元接口等都封装在一个机壳内，机壳两端分装有输入、输出接线端子和电源进线端。并在相应端子接有发光二极管以显示输入、输出状态。欧姆龙公司的 C 系列 PLC 为整体式结构。图 1-7 (a) 所示为 CPM2A 型 PLC 实物图。

(2) 模块式结构。模块式结构又叫积木式，这种结构形式的特点是把 PLC 的每个工作单元都制成独立的模块，如 CPU 模块、输入模块、输出模块、电源模块、通信模块等。模块式结构的 PLC 为总线结构，在总线板上有若干个总线插槽，每个插槽上可安装一个 PLC 的模块。常见产品有欧姆龙公司的 C200H、C1000H、C2000H，西门子公司的 S5-115U、S7-300、S7-400 系列等。

模块式结构系统配置灵活，对被控对象应变能力强，易于维修。一般大、中型 PLC 采用这种结构。图 1-7 所示为整体式 PLC 和模块式 PLC 实物图。

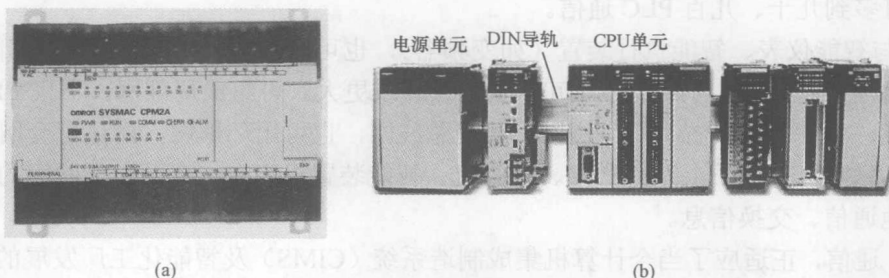


图 1-7 OMRON PLC 实物图

(a) CPM2A; (b) C200 H

2. 按点数和功能分类

一般将一路信号叫做一个点，将输入点数和输出点数的总和称为机器的点数，简称 I/O 点数。一般来讲，点数越多的 PLC，功能也越强。按照点数的多少，可将 PLC 分为超小（微）、小、中、大四种类型。

(1) 微型机：I/O 点数为 64 点以内，程序存储容量小于 1KB。具有逻辑运算功能，并有定时、计数等功能。随着微电子技术的发展，有的微型机功能也十分强大。由于其具有超小型尺寸，可镶嵌在小型机器或控制器上，因此有着十分广泛的应用前景。

(2) 小型机：I/O 点数为 64~256，程序存储容量小于 3.6KB。它不仅具有逻辑运算、定时、计数等基本功能，而且有少量的模拟量 I/O、通信等功能。机构形式多为整体式。小型机是 PLC 中应用最多的产品。

(3) 中型机：I/O 点数为 256~2048，程序存储容量小于 13KB，可完成较为复杂的系统控制。中型机结构形式多为模块式。

(4) 大型机：I/O 点数为 2048 点以上，程序存储容量大于 13KB，强大的通信联网功能可以和计算机构成集散型控制系统，以及更大规模的过程控制，形成整个工厂的自动化网络。

大型机结构形式多为模块式。

3. 按输出形式分类

常用的开关量输出接口按输出开关器件不同有三种类型,如图 1-8 所示。

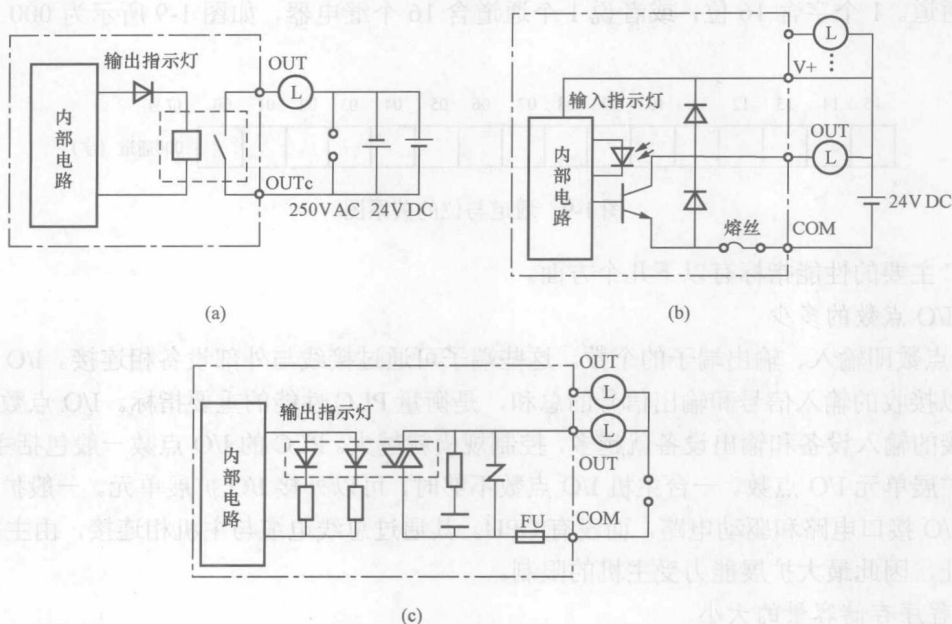


图 1-8 PLC 输出类型图

(a) 继电器输出; (b) 晶体管输出; (c) 晶闸管输出

(1) 继电器输出型。在继电器输出型 [如图 1-8 (a) 所示] 中, 继电器作为开关器件, 同时又作为隔离器件, 当 PLC 输出接通信号时, 内部电路使继电器线圈通电, 继电器动合触点闭合使负载回路接通, 同时 LED 点亮。根据负载要求可选用直流电源或交流电源。一般负载电流大于 2A, 响应时间为 8~10ms, 机械寿命大于 10^6 次。

继电器输出接口可驱动交流或直流负载, 但其响应时间长, 动作频率低。

(2) 晶体管输出型。在晶体管输出型 [如图 1-8 (b) 所示] 中, 输出回路的三极管作为开关器件。当 PLC 输出接通信号时, 内部电路通过光电耦合使三极管导通, 负载得电, 同时 LED 点亮, 指示该点有输出。由于无触点输出, 因而寿命长, 响应速度快, 响应时间小于 1ms, 负载电流约为 0.5A。晶体管输出型要求带直流负载。

(3) 晶闸管输出型。晶闸管输出型 [如图 1-8 (c) 所示] 中, 光控双向晶闸管为输出开关器件。PLC 输出接通信号时, 内部电路使双向晶闸管导通, 负载得电, 同时 LED 点亮, 表明该点有输出。双向晶闸管是交流大功率半导体器件, 负载能力强, 响应速度快 (μs 级)。双向晶闸管输出型 PLC 只能用于交流负载。

四、PLC 的主要性能指标

PLC 的性能指标通常是由一系列技术指标综合评价的。PLC 的品种繁多, 型号及规格也不统一, 功能也不尽相同。

在描述 PLC 的性能时, 常用到以下术语: 位(Bit)、数字(Digit)、字节(Byte)及字(Word)。位指二进制数的 1 位, 仅有 1、0 两种取值。1 位对应 PLC 的 1 个继电器, 某位的状态为 0

或 1, 分别对应该继电器线圈得电 (ON) 或失电 (OFF) 两种状态。4 位二进制构成一个数字, 这个数字可以是 0000~1001 (十进制数 0~9), 也可以是 0000~1111 (十六进制数 0~F)。2 位数字或 8 位二进制数构成一个字节, 2 个字节构成一个字。在 PLC 术语中, 字也称为通道。1 个字含 16 位, 或者说 1 个通道含 16 个继电器, 如图 1-9 所示为 000 通道的 16 个位。

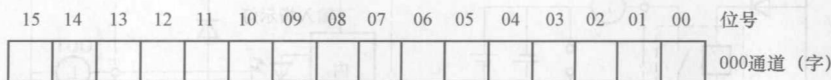


图 1-9 通道与位的关系图

PLC 主要的性能指标有以下几个方面。

1. I/O 点数的多少

I/O 点数即输入、输出端子的个数。这些端子可通过接线与外部设备相连接。I/O 点数是 PLC 可以接收的输入信号和输出信号的总和, 是衡量 PLC 性能的重要指标。I/O 点数越多, 外部可接的输入设备和输出设备就越多, 控制规模就越大。PLC 的 I/O 点数一般包括主机 I/O 点数和扩展单元 I/O 点数。一台主机 I/O 点数不够时, 可以外接 I/O 扩展单元。一般扩展单元内只有 I/O 接口电路和驱动电路, 而没有 CPU。其通过总线电缆与主机相连接, 由主机 CPU 进行寻址, 因此最大扩展能力受主机的限制。

2. 程序存储容量的大小

程序存储容量决定了存放用户程序的长短。用户程序存储器的容量大, 可以编制出复杂的程序。一般来说, 小型 PLC 的用户存储器容量为几千字节, 而大型机的用户存储器容量为几兆字节。

3. 扫描速度的快慢

扫描速度是指 PLC 执行用户程序的速度, 是衡量 PLC 性能的重要指标。一般以扫描 1KB 用户程序所需的时间来衡量扫描速度, 通常以 ms/KB 为单位。PLC 用户手册一般给出执行各条指令所用的时间, 可以通过比较各种 PLC 执行相同的操作所用的时间, 来衡量扫描速度的快慢。

4. 编程指令的种类和条数的多少

不同的厂家生产的 PLC 编程指令的种类和条数是不同的。编程指令种类和条数的多少是衡量 PLC 软件功能强弱的重要指标。编程指令种类和条数越多, 编程功能越强, PLC 的处理能力和控制能力也越强, 用户编程也越简单和方便, 越容易完成复杂的控制任务。

5. 内部器件的种类和数量的多少

在编制 PLC 程序时, 需要用到大量的内部器件来存放变量、中间结果、保持数据、定时计数、模块设置和各种标志位等信息。这些器件的种类与数量越多, 表示 PLC 的存储和处理各种信息的能力越强。

6. 特殊功能单元的多少

随着现代工业的发展, 对控制的方式和手段都提出了更多、更新的要求。PLC 为扩大其应用范围, 开发出品种繁多的特殊功能和高级模块。特殊功能如脉冲捕捉、高速计数、脉冲输出等; 高级模块有 A/D 和 D/A 转换模块、温度控制模块、PID 调节模块、高级语言编辑模

块等。

7. 可扩展能力

PLC 的可扩展能力包括 I/O 点数的扩展、存储容量的扩展、联网功能的扩展、各种功能模块的扩展等。在选择 PLC 时,经常需要考虑 PLC 的可扩展能力。

五、欧姆龙公司 CPM2A 型 PLC

在使用 PLC 进行控制之前,应根据使用环境选择合适的 PLC 型号。本书选用日本欧姆龙公司的 CPM2A 型 PLC。CPM2A 是 CPM1A 的升级版,其除继承了 CPM1A 所有功能外,还有新的发展。

1. 指令系统有新的增加

(1) 定时器/计数器指令 2 种:高精度定时器(单位:1ms),长定时器(单位:1s/10s)。

(2) 比较指令 2 种:区域比较,双字区域比较。

(3) 转换指令 6 种:双字 BCD→双字 BIN 转换,双字 BIN→双字 BCD 转换,ASCII→十六进制转换,二进制补码,小时→秒转换,秒→小时转换。

(4) 表格数据操作指令 5 种:帧校验,求和,数据搜索,取最大值,取最小值。

(5) 数据控制指令 5 种:比例转换,比例转换 2,比例转换 3,PID 控制,平均值。

(6) 脉冲输出控制指令 3 种:占空比可变脉冲输出,加速控制,同步脉冲控制。

(7) 通信指令 3 种:接收,发送,改变 RS-232C 口设置。

另外,在 CPM2A 中,INI、INT、PRV、CTBL、SPED、PULS 等指令比在 CPM1A 中的功能加强了。

2. 中断功能完善,高速计数的计数频率增加很多

CPM2A 具有 CPM1A 的各种中断功能,如输入中断(输入中断模式、计数中断模式)、间隔定时器中断(单次中断模式、重复中断模式)、高速计数器中断。高速计数器的工作模式增加到 4 种:相位差(两相)输入模式、脉冲十方向输入模式、增/减脉冲模式和递增模式。CPM2A 高速计数器的计数频率除相位差输入模式为 5kHz 外,其余模式都是 20kHz。CPM2A 输入中断下的高速计数频率为 2kHz,是 CPM1A 的 2 倍。

3. 高速脉冲输出功能更加完善

CPM2A 中的晶体管输出型具有此项功能,使用 01000、01001 两个输出点。CPM1A 仅有单点无加速/减速单相脉冲输出功能,而 CPM2A 的脉冲输出功能比 CPM1A 强得多,有下列三种情况。

(1) 两点无加速/减速的单相脉冲输出:输出频率为 10Hz~10kHz,占空比 50%。

(2) 两点不同占空比的脉冲输出:频率范围为 0.1Hz~999kHz,占空比 0~100%。

(3) 带梯形加速/减速的单相脉冲输出:分为脉冲十方向输出和增减(CW/CCW)脉冲输出两种情况,占空比 50%。

4. 同步脉冲控制

CPM2A 的晶体管输出型,它的高速计数器功能配合其脉冲输出功能,可以产生一个频率为输入脉冲特定倍数的输出脉冲(仅 SSS 支持该功能)。

5. 时钟功能

CPM2A 的内置时钟(精确度:±1min/月)允许从梯形图程序读取日期和时间。通过编程器和其他编程工具加以改写时间,CPM2A 还有一个 30s 的补偿位。当该位置 ON 时,时间