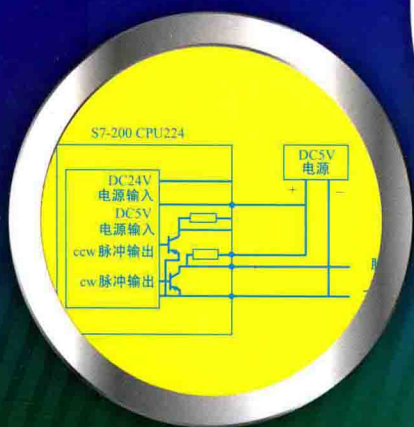
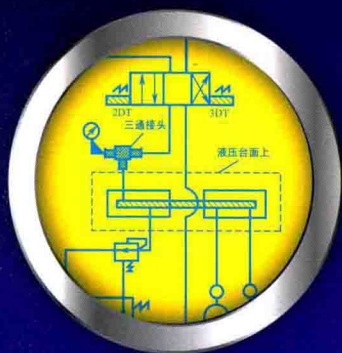


# 西门子 *SIEMENS*

## S7-200 PLC 控制系统 设计案例详解

陈涛 李军 编著



化学工业出版社

# 西门子 **SIEMENS**

## S7-200 PLC 控制系统 设计案例详解

陈涛 李军 编著



化学工业出版社

· 北京 ·

本书通过大量案例详解的形式,详述了西门子 S7-200 系列 PLC 综合设计方法与应用技巧,内容包括基础知识篇和应用案例篇。本书共精选了 12 个 PLC 设计案例,每个实例的讲解都给出了较为详细的案例功能、工作原理、硬件电路、软件设计等完整的设计步骤和过程,读者可根据这些设计案例,举一反三,快速应用和提高。

书中所讲案例的程序和图片,读者可以到网址 <http://download.cip.com.cn/>“配书资源”一栏中下载,这些程序和图片只需要略作修改就可直接应用在实际工程中。

本书可供从事电气控制系统设计、调试、维修的技术人员学习使用,也可用作工业自动化、电气技术、机电一体化和机械电子工程等本科专业学生毕业设计的指导教材,还可用作高专高职相关专业毕业实训教材。

## 图书在版编目 (CIP) 数据

西门子 S7-200PLC 控制系统设计案例详解/陈涛,李军  
编著. —北京:化学工业出版社,2015.5  
ISBN 978-7-122-23408-7

I. ①西… II. ①陈…②李… III. ①plc 技术-  
程序技术 IV. ①TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 058187 号

---

责任编辑:李军亮

文字编辑:陈喆

责任校对:王静

装帧设计:史利平

---

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印刷:北京永鑫印刷有限责任公司

装订:三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 14 $\frac{1}{2}$  字数 358 千字 2015 年 7 月北京第 1 版第 1 次印刷

---

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址:<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

---

定 价:48.00 元

版权所有 违者必究

# 前言

## Preface

本书从 PLC 基础知识开始，系统地介绍了 PLC 的工作原理及软、硬件应用方法，叙述了西门子 S7-200PLC 的编程技术；介绍了 S7-200PLC 系统组成、S7-200PLC 的主要技术性能、S7 系列中的块、S7 系列程序结构和编程语言、S7-200 基本指令系统等基础编程知识。

本书紧紧围绕“应用”和“实践”，首先介绍一些相关 PLC 控制技术的基础知识，然后根据不同的模块和应用领域，分章安排 S7-200PLC 应用案例精讲。基础知识用来为一些初学者打下一定的知识功底；基础好的读者则可以跳过这一部分，直接进入应用案例的学习。

全书共分 2 篇 8 章。第 1 篇为 PLC 基础知识（包括第 1、2 章），阐述了 PLC 的工作原理及软、硬件应用方法和西门子 S7-200PLC 的编程技术。第 1 章 PLC 概论，介绍了 PLC 的产生及发展、PLC 的定义及特点、PLC 工作原理、PLC 的硬件及其分类、PLC 的软件及其工作原理。第 2 章西门子 S7-200PLC 编程技术，介绍了 S7-200PLC 系统组成、S7-200PLC 的主要技术性能、S7 系列中的块、S7 系列程序结构和编程语言、数据类型、S7 系统存储区和寻址方式、S7-200 基本指令系统。

第 2 篇西门子 S7-200 PLC 应用案例（包括第 3~8 章）是本书的重点，精选出了 12 个 S7-200PLC 控制系统综合设计案例，并给出了完整的设计过程。第 3 章西门子 S7-200 PLC 基础编程案例，介绍了 PLC 控制系统的设计原则、步骤、技巧和注意事项，并给出了 2 个 S7-200PLC 基础编程案例，即 PLC 在多层自动货仓的应用课程设计和 PLC 在十字路口智能交通灯的课程设计案例。第 4 章西门子 S7-200 PLC 在网络控制系统中的应用，介绍了智能控制和现场总线技术的温室环境控制系统设计以及基于 Web 的 PLC 远程实验室设计的 PLC 在网络控制系统中的应用案例，并给出了完整的设计过程。第 5 章西门子 S7-200 PLC 在机电控制系统中的应用，介绍了 PLC 在气动机械手控制系统设计和 PLC 在工业汽轮机控制系统设计应用案例，并给出了完整的设计过程。第 6 章西门子 S7-200 PLC 在电气控制系统中的应用，介绍了 PLC 在钢轨群吊集控系统设计和 PLC 在电液位置控制系统设计，并给出了完整的设计过程。第 7 章西门子 S7-200 PLC 在机床控制系统中的应用，介绍了 PLC 在 CA6140 车床数控系统设计、PLC 高速数控冲床性能测试系统设计的应用案例，并给出了完整的设计过程。第 8 章西门子 S7-200 PLC 在电机控制系统中的应用，叙述了 PLC 在桥式起重机调速控制系统设计和 PLC 在步进电机调速系统控制设计案例，并给出了完整的设计过程。

本书特点：

- 从控制技术的相关知识着手讲解 PLC 控制系统知识，使得基础知识扎根于底层控制电路之上，并且涵盖 PLC 控制系统技术领域的主要概念和知识点。
- 案例多。在读者学习的过程中，全书通过大量的案例阐述了 PLC 控制系统完整的设计过程。通过这些案例的学习，读者可以很容易掌握 PLC 控制技术的应用开发。

● 原理介绍和控制接口电路介绍并重，并注意理论与实践的结合，通过大量案例帮助读者理解重要的概念和理论。

● 内容精练。本书摒弃了一些较深的理论推导，深入浅出，言简意赅。

● 突出实用性。本书很多案例都取自于笔者多年的科研课题。学完本书后，只要把本书的内容稍加修改，串联起来即可构成一个实用的课题。因此，本书对进行毕业设计的学生、首次涉足 PLC 控制系统设计的人员特别实用。

书中所有案例的程序和图片，读者略作修改即可在工程中直接应用。本书免费提供多媒体电子课件和一些扩展资料，欢迎有兴趣的读者索取，Email: qdlea2004@163.com。

本书可作为从事 PLC 控制系统设计、调试、维修的技术人员的实用参考书，也可以作为高校工业自动化、电气技术、机电一体化和机械电子工程等本科专业的现代 PLC 控制技术教材，还可用作高专高职相关专业实训教材。

书中所讲案例的程序和图片，读者可到网址：<http://download.cip.com.cn/>

### ② 配书资源 一栏中查找下载。

本书由陈涛、李军编著，石少忠、万浩等对本书的部分文稿、图稿进行了校对和绘制。限于时间和笔者水平，书中难免存在不足之处，恳请读者批评指正。

编著者

#### 第 1 章 ▶ PLC 概论

1.1 PLC 的产生及发展 .....	1
1.1.1 PLC 的产生 .....	1
1.1.2 PLC 应用现状 .....	2
1.1.3 PLC 发展趋势 .....	3
1.2 PLC 的定义及特点 .....	5
1.2.1 PLC 定义 .....	5
1.2.2 PLC 常用术语 .....	5
1.2.3 PLC 的分类 .....	5
1.2.4 PLC 的特点 .....	6
1.3 PLC 的组成及工作原理 .....	8
1.3.1 PLC 的组成 .....	8
1.3.2 PLC 主要部件功能 .....	9
1.3.3 PLC 的工作原理 .....	15

#### 第 2 章 ▶ 西门子 S7-200PLC 编程技术

2.1 S7-200 系统组成 .....	20
2.1.1 S7-200 系统基本构成 .....	20
2.1.2 主机单元 .....	21
2.1.3 数字量扩展模板 .....	22
2.1.4 模拟量扩展模板 .....	22
2.1.5 智能模板 .....	22
2.1.6 其他设备 .....	22
2.2 S7-200 PLC 的主要技术性能 .....	23
2.2.1 一般性能 .....	23
2.2.2 输入特性 .....	24
2.2.3 输出特性 .....	24
2.2.4 扩展单元的主要技术特性 .....	24
2.3 S7 系列中的块 .....	25
2.3.1 组织块 OB .....	26
2.3.2 功能 FC 和功能块 FB .....	27
2.3.3 系统功能 SFC 和系统功能块 SFB .....	27

2.3.4	背景数据块和共享数据块 .....	28
2.4	S7 系列程序结构和编程语言 .....	28
2.5	数据类型 .....	28
2.5.1	基本数据类型 .....	28
2.5.2	复杂数据类型 .....	29
2.5.3	参数数据类型 .....	29
2.6	S7 系统存储区和寻址方式 .....	29
2.6.1	系统存储区 .....	29
2.6.2	绝对地址寻址 .....	29
2.6.3	符号地址寻址 .....	31
2.7	S7-200 基本指令系统 .....	31
2.7.1	S7-200 PLC 的 CPU 中的寄存器 .....	31
2.7.2	位逻辑指令 .....	32
2.7.3	定时器指令 .....	35

**第 3 章 ▶ 西门子 S7-200 PLC 基础编程案例**

3.1	PLC 控制系统的设计 .....	38
3.1.1	PLC 控制系统设计原则与内容 .....	38
3.1.2	PLC 控制系统的设计步骤 .....	39
3.1.3	PLC 控制系统设计技巧 .....	40
3.1.4	PLC 控制系统设计注意事项 .....	41
3.2	PLC 在多层自动货仓的应用课程设计 .....	42
3.2.1	选题背景 .....	42
3.2.2	PLC 控制方案的设计 .....	42
3.2.3	自动货仓仿真程序 .....	46
3.2.4	小结 .....	59
3.3	PLC 在十字路口智能交通灯的应用课程设计 .....	60
3.3.1	十字路口交通灯总体设计 .....	60
3.3.2	交通灯模拟系统主界面设计 .....	61
3.3.3	交通灯模拟系统仿真程序 .....	64
3.3.4	小结 .....	69

**第 4 章 ▶ 西门子 S7-200 PLC 在网络控制系统中的应用**

4.1	智能控制和现场总线技术的温室环境控制系统设计 .....	71
4.1.1	案例功能 .....	71
4.1.2	工作原理 .....	72
4.1.3	硬件电路 .....	82
4.1.4	软件设计 .....	88
4.2	基于 Web 的 PLC 远程实验室设计 .....	90

4.2.1	案例功能 .....	90
4.2.2	工作原理 .....	91
4.2.3	硬件电路 .....	93
4.2.4	软件设计 .....	96
<b>第5章</b>	<b>▶ 西门子 S7-200 PLC 在机电控制系统中的应用</b>	
5.1	PLC 在气动机械手控制系统设计 .....	101
5.1.1	案例功能 .....	101
5.1.2	工作原理 .....	102
5.1.3	硬件电路 .....	107
5.1.4	软件设计 .....	110
5.2	PLC 在工业汽轮机控制系统设计 .....	111
5.2.1	案例功能 .....	112
5.2.2	工作原理 .....	112
5.2.3	硬件电路 .....	116
5.2.4	软件设计 .....	123
<b>第6章</b>	<b>▶ 西门子 S7-200 PLC 在电气控制系统中的应用</b>	
6.1	PLC 在钢轨群吊集控系统设计 .....	130
6.1.1	案例功能 .....	130
6.1.2	工作原理 .....	130
6.1.3	硬件电路 .....	135
6.1.4	软件设计 .....	138
6.2	PLC 在电液位置控制系统设计 .....	146
6.2.1	案例功能 .....	147
6.2.2	工作原理 .....	147
6.2.3	硬件电路 .....	151
6.2.4	软件设计 .....	152
<b>第7章</b>	<b>▶ 西门子 S7-200 PLC 在机床控制系统中的应用</b>	
7.1	PLC 在 CA6140 车床数控系统设计 .....	156
7.1.1	案例功能 .....	156
7.1.2	工作原理 .....	156
7.1.3	硬件电路 .....	158
7.1.4	软件设计 .....	165
7.2	PLC 高速数控冲床性能测试系统设计 .....	168
7.2.1	案例功能 .....	168
7.2.2	工作原理 .....	168
7.2.3	硬件电路 .....	170
7.2.4	软件设计 .....	172
<b>第8章</b>	<b>▶ 西门子 S7-200 PLC 在电机控制系统中的应用</b>	
8.1	PLC 在桥式起重机调速控制系统设计 .....	175
8.1.1	案例功能 .....	175
8.1.2	工作原理 .....	175



8.1.3	硬件电路 .....	179
8.1.4	软件设计 .....	180
8.2	PLC 在步进电机调速系统控制设计 .....	193
8.2.1	案例功能 .....	194
8.2.2	工作原理 .....	194
8.2.3	硬件电路 .....	197
8.2.4	软件设计 .....	202

## 附录 ▶

附录 A	S7-200 的特殊存储器标志位 .....	207
附录 B	S7-200 出错代码表 .....	217
B.1	错误代码和信息 .....	217
B.2	运行程序错误 .....	217
B.3	编译规则错误 .....	218
附录 C	S7-200 的 SIMATIC 指令集表 .....	219

## 参考文献 ▶

# 第①篇 PLC基础知识



## 第1章 PLC概论

PLC是在传统的顺序控制器的基础上引入了微电子技术、计算机技术、自动控制技术和通信技术而形成的一代新型工业控制装置，目的是用来取代继电器、执行逻辑、计时、计数等顺序控制功能，建立柔性的程控系统。国际电工委员会（IEC）颁布了对PLC的规定：可编程控制器是一种数字运算操作的电子系统，专为在工业环境下应用而设计。它采用可编程序的存储器，用来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的指令，并通过数字的、模拟的输入和输出，控制各种类型的机械或生产过程。可编程控制器及其有关设备，都应按易于与工业控制系统形成一个整体，易于扩充其功能的原则设计。

PLC具有通用性强、使用方便、适应面广、可靠性高、抗干扰能力强、编程简单等特点。可以预测，在工业控制领域中，PLC控制技术的应用必将形成世界潮流。

PLC程序既有生产厂家的系统程序，又有用户自己开发的应用程序，系统程序提供运行平台，同时，还为PLC程序可靠运行及信息与信息转换进行必要的公共处理。用户程序由用户按控制要求设计。

### 1.1 PLC的产生及发展

#### 1.1.1 PLC的产生

传统的控制系统（特别是1969年以前，那时PLC还未出现）中主要元件是各种各样的继电器，它可以可靠且方便地组成一个简单的控制系统，如图1.1所示。

但随着社会的进步，工业的发展，控制对象越来越多，其逻辑关系也越来越复杂，用继电器组成的控制系统就会变得非常庞大，从而造成系统的不稳定和造价昂贵。主要表现在：当某个继电器损坏甚至继电器的某触点接触不良都会影响系统的运行；继电器本身并不太贵，但控制柜内元件的安装和接线工作量极大，造成系统价格偏高；产品需要不断地更新换代，生产设备的控制系统不断地做相应的调整。但对庞大的系统而言，日常维护已很难，再

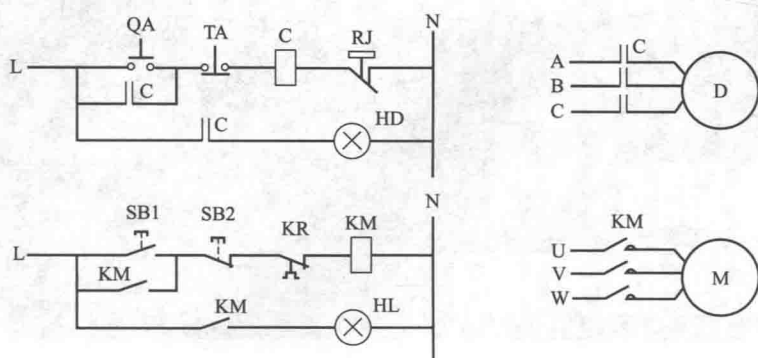


图 1.1 电机控制

做调整难度更大。

鉴于以上问题，1968年美国通用汽车公司（General Motors）向传统的继电器控制系统提出了挑战：设想是否能用一种新型的控制器，引入这种控制器后可使庞大的系统减小，并且能方便地进行修改、调整。按照这个宗旨，该公司向外公开招标，提出如下十大指标：

- ① 编程简单，可在现场改程序；
- ② 维护方便，最好是插件式；
- ③ 可靠性高于继电器控制柜；
- ④ 体积小于继电器控制柜；
- ⑤ 成本低于继电器控制柜；
- ⑥ 可将数据直接输入计算机；
- ⑦ 输入可以是市电（AC110V）；
- ⑧ 控制程序容量 $\geq 4\text{KB}$ ；
- ⑨ 输出可驱动市电 2A 以下的负荷，能直接驱动电磁阀；
- ⑩ 扩展时，原有的系统仅做少许更改。

这次招标引起了工业界的密切关注，吸引了不少大公司前来投标，最后 DEC 公司一举中标，并于 1969 年研制成功第一台 PLC，当时命名为 PC（Programmable Logic Controller）。这台 PLC 投运到汽车生产线后，取得了极为满意的效果，引发了效仿的热潮，从此 PLC 技术得以迅猛地发展。

### 1.1.2 PLC 应用现状

PLC 自问世以来，经多年的发展，在工业发达国家（如美、日、德等）已成为重要的产业之一，生产厂家不断涌现，PLC 的品种多达几百种。

PLC 在国内应用始于 20 世纪 80 年代。一些大中型工程项目引进的生产流水线上采用了 PLC 控制系统，使用后取得了明显的经济效益，从而促进了国内 PLC 的发展和应用。目前国内 PLC 的应用已取得了许多成功的经验和成果，证明了 PLC 是大有发展前途的工业控制装置，它与 DCS、SCADA、计算机网络系统相互集成，互相补充而形成的综合系统将得到更加广泛的应用。

我国 PLC 的生产厂家主要是在 20 世纪 80 年代涌现出来的，靠技术引进、转让、合资等方式进行生产，目前约有十几家，生产的 PLC 型号主要有：

天津中环自动化仪表公司，DJK-84；无锡华光电子工业有限公司，KCK 系列；

上海东屋电器有限公司, CF 系列; 北京椿树电子仪表厂, BCM-PIC;  
 杭州机床电器厂, DKK、D 系列; 上海电力电子设备厂, KKI-IC;  
 大连组合机床研究所, S 系列; 机械部北京自动化所, MPC、KB 系列;  
 上海国际程控公司, E、EM、H 系列; 上海工业自动化研究所, TCMS-300/D;  
 杭州通灵控制电脑公司, HZK 系列; 苏州电子计算机厂, YZ 系列;  
 苏州机床电器厂, CYK 系列。

此外还有联想计算机集团公司、中科院自动化所、上海机床电器厂、四川仪表十五厂、珠海春海电子设备厂、深圳科用开发公司、北京恒达机电技术发展公司、上海香岛斯迈克有限公司、辽宁无线电二厂、厦门 A-B 公司等也生产 PLC。

由上可看出国产 PLC 的品种只有二十多种, 主要集中在小型 PLC 品种上 (中型 PLC 的生产较少, 大型的更少), 生产和销售规模均不大。目前国产 PLC 的质量和技术性能与发达国家相比还有较大的差距, 远不能满足国内日益增长的市场需要, 故需要依赖进口, 尤其是大中型 PLC, 更是清一色的国外产品。国内流行的 PLC 多是国外产品, 主要有以下几种。

日本: 欧姆龙 (OMRON)、三菱、日立、夏普、松下、东芝、富士、安川、横河、光洋 (Koyo) 等公司。

美国: AB (Allen Bradley)、GM (Gould Modicon)、GE (GE-Fanuc)、Square D、西屋 (Westing House)、TI 仪器 (TexasInstruments, 德州仪器) 等公司。

德国: 西门子 (Siemens)、BBC、AEG 等公司。

法国: TE (Telemecanique) 公司等。

其中美国的 A-B (Allen-Bradley)、GE-Fanuc、Gonld Modicon, 德国的西门子 (Siemens), 法国的 TE (Telemecanique), 日本的三菱、欧姆龙 (OMRON) 7 家公司, 在所有 PLC 制造厂中占据主导地位。这 7 家公司占据着全世界 PLC 市场 80% 以上的份额, 它们的系列产品有其技术广度和深度, 从售价为 100 美元左右的微型 PLC 到有数千个 I/O 点的大型 PLC 应有尽有。

小型 PLC 以日本各厂家占领的市场份额最大, 其结构形式的优点也较为突出, 故其他国家小型 PLC 的结构形式也都向日本看齐。大、中型 PLC 市场份额的 90% 一直被美、日、欧三家占领, 具有三足鼎立之势, 近年来日本稍有颓势。

### 1.1.3 PLC 发展趋势

#### (1) 结构微型化、模块化

1973 年微处理机芯片 (CPU) 的问世, 为计算机应用产品 (PLC 也属其中之一) 微型化创造了条件, 一般小型的 PLC 产品只有 32 开~16 开书这样的大小 (高度 5~10mm)。一般小型 PLC 整体式的较多, 但功能较多的小型机, 结构形式大多采用模块式, 以便使用户有更多的选择余地, 配置成性能比较高的控制系统。

大、中型 PLC 几乎全部采用模块结构。采用模块式结构可让用户各取所需, 减少投资费用。

#### (2) 功能全面化、标准化

在 PLC 发展的初期, PLC 只具有开关量的 I/O、定时、计数、顺序控制等功能, 之后又增加了模拟量的 I/O、PID 调节、信号调制、数字量的 I/O、通信、高速计数器等功能模块, 现代 PLC 能完成 CNC 过程控制、集散控制器柔性制造单元等各种控制系统所能完成的功能。它大大加强了数学运算、数据处理图形显示、联网通信等功能, 使 PLC 向 IPC 方向

渗透和发展。

功能标准化后,使用同一系列的产品(甚至不同厂家、不同系列的PLC)均能选用同一功能的PLC模块。

### (3) 产品系列化

一家PLC生产公司往往以统一的设计思想设计其系列产品,在系列产品中,I/O模块和各种功能模块的接口功能是统一的,但有各种规格,可任意选择、组合,构成小型、中型或大型(小到几点,大到上万吨)规模的控制系统。编程器、软件、指令是兼容的,也有不同规格、型号可选。

### (4) 大容量化、高速化

IC及CPU技术的发展为PLC的大容量化、高速化创造了条件,现代大型PLC存储器容量大到数兆,控制程序达到数万步,梯形图的扫描速度可达0.1ms/KB的数量级,速度上比许多DCS(分散型控制系统)快数十倍。

大容量及高速化的PLC为加工机具的精确定位、机床速度的精确调节、阀门的灵活控制以及PID过程控制等提供了更好的手段。

### (5) 模块化、模块智能化

大中型PLC几乎全用模块式结构,功能较多的小型PLC也采用模块式结构,因为这种结构最大的优点是让用户按需组合,避免功能资源的浪费,使控制系统的成本最小化,实现性价比最优。I/O模块的点数逐渐增多,小型机大多采用4、8及16点,大、中型机多采用64、32及16点。

模块智能化,就是模块的本身具有CPU,能独立工作,它们与主CPU模块并列运行,紧密结合,有助于克服PLC扫描算法上的局限性,使其在速度、精度、适应性、可靠性等各方面均更胜一筹,完成以前PLC本身无法完成的许多功能。

### (6) 通信化、网络化

现代工业生产规模大,控制复杂,被控对象分布广且具有一定的空间距离,因此要有许多PLC或其他控制器来分区控制,往往还有上位机对它们进行统一管理,以协调全厂的生产,这就需要各级控制器之间以及与上位机之间具有通信手段,实现信息交流。

现代的PLC机大多具有标准通信接口(例如RS-232C、RS-422、RS-485、Profibus、以太网等),具有通信联网功能。通过电缆或光纤,信息传送距离可达几十公里,联网后,各控制器形成一个统一的整体,实现集散控制。

各公司都有自己的专用通信网络,造成了各家PLC之间的通信困难,但是它们可以通过主机与遵循标准通信协议(如MAP网络通信协议)的网络联网。

### (7) 编程语言化

梯形图编程固然方便直观,但对复杂的控制领域编程则较烦琐,因此对复杂的应用场合需要高级的编程工具,当代PLC已发展出了许多编程语言,如面向顺序控制的步进顺控语言,面向过程控制的流程图语言(它能表示过程中动态变量与信号的相互连接)。还有用高级语言BASIS、PASCAL、C语言编程的。

### (8) 增强外部故障检测能力

据分析,PLC控制系统的故障中:内部故障占20%(其中CPU板占5%,I/O板占15%);外部故障(非PLC)占80%,其中传感器占45%,执行器占30%,接线占5%。

除了内部故障可通过PLC的软、硬件自动检测以外,其余80%都不能通过自诊断查

出，因此，检测外部故障的功能是很有价值的发展方向。

## 1.2 PLC的定义及特点

### 1.2.1 PLC定义

严格地讲，至今 PLC 没有最终的定义。

国际电工委员会（IEC）1985年在可编程控制器标准草案（第二稿）中做了如下的定义：“可编程序控制器是一种数字运算的电子系统，专为在工业环境条件下应用而设计。它采用可编程序的存储器，用来在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的指令，并通过数字式、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设备都应按易于使工业控制系统形成一个整体、易于扩充其功能的原则设计。”

美国电气制造协会（NEMA）1987年做的定义如下：“它是一种带有指令存储器、数字或模拟 I/O 接口，以位运算为主，能完成逻辑、顺序、定时、计数和算术运算功能，用于控制机器或生产过程的自动控制装置。”

IEC（国际电工委员会）在标准草案中，将这种装置定义为可编程控制器（Programmable Controller），简称 PC。为了避免同个人计算机 PC 混淆，现在一般将可编程控制器简称为 PLC（Programmable Logic Controller）。

### 1.2.2 PLC常用术语

#### （1）点数（I/O Points）

点数指能够输入/输出开关量、模拟量的总个数。一般是 4 或 8 的倍数。

#### （2）扫描周期

扫描周期是指 PLC 执行系统监控程序、用户程序、I/O 刷新一次所用的时间。它直接反映 PLC 的响应速度，因此是 PLC 的重要指标之一，其单位是 ms/KB。

#### （3）梯形图

梯形图是 PLC 用户编程时最常用的一种图形编程方法，是表示 I/O 点之间逻辑关系的一种图。它实质上是变形的继电器控制逻辑图，形式和规范非常相似，其目的是为了工厂技术人员不必懂计算机，就可使用（设计、阅读）它，梯形图如图 1.2 所示。

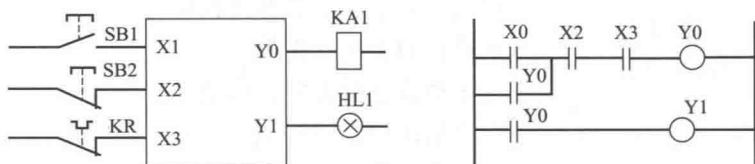


图 1.2 梯形图

### 1.2.3 PLC的分类

由于 PLC 的品种、型号、规格、功能各不相同，因此要按统一的标准对它们进行分类十分困难。通常，按 I/O 点数可划分成大、中、小型三类；按功能强弱又可分为低档机、

中档机和高档机三类。

一般，按 I/O 点数分类如下。

#### (1) 小型 PLC

I/O 点数 < 256 点；单 CPU，8 位或 16 位处理器，用户存储器容量 4KB 以下。

如：GE-I 型，美国通用电气（GE）公司；TI100，美国德州仪器公司；F、F1、F2，日本三菱电气公司；C20，C40 日本立石公司（欧姆龙）；S7-200，德国西门子公司；EX20、EX40 日本东芝公司；SR-20/21，中外合资无锡华光电子工业有限公司。

#### (2) 中型 PLC

I/O 点数 256~2048 点；双 CPU，用户存储器容量 2~8KB。

如：S7-300，德国西门子公司；SR-400，中外合资无锡华光电子工业有限公司；SU-5、SU-6，德国西门子公司；C-500，日本立石公司；GE-III，GE 公司。

#### (3) 大型 PLC

I/O 点数 > 2048 点；多 CPU，16 位、32 位处理器，用户存储器容量 8~16KB。

如：S7-400，德国西门子公司；GE-IV，GE 公司；C-2000，立石公司；K3，三菱公司等。

### 1.2.4 PLC 的特点

PLC 之所以能适应工业环境，并能够得以迅猛地发展，是因为它具有如下特点：

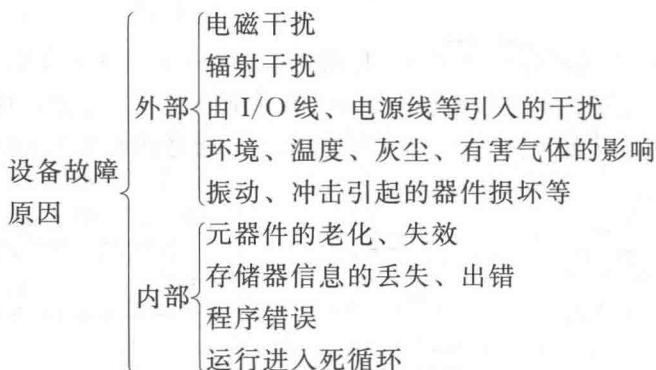
① 可靠性高、抗干扰能力强；② 程序可变、具有柔性；③ 编程简单、使用方便；④ 功能完善；⑤ 组合灵活、扩充方便；⑥ 减少了工作量；⑦ 体积小、重量轻、环境要求低；⑧ 成本低、水平高。

#### (1) 可靠性高、抗干扰能力强

据有关资料称：“到目前为止没有任何一种工业控制设备可达到 PLC 的可靠性”。

控制系统在使用时发生故障，绝大多数是由 PLC 外的开关、传感器、执行器引起的，而不是 PLC 本身。若是 PLC，多数是使用、设计不当引起的。

诱发电子设备故障的原因大概有如下几种：



针对以上故障原因，PLC 在硬、软件两方面采取了相应的解决方法，使其可靠性大为提高，PLC 本身发生故障的概率极小。

#### ① 硬件

a. 常规手段 选用优质元器件，设计合理的系统结构，实施加固使其易于抗冲击，印

制板的设计加工和焊接工艺严格规范。

b. 隔离 所有 I/O 电路一律采用光电器件进行隔离, 使内外无电气回路的连接点 (电浮空), 这样可以抗电干扰。

c. 滤波 对供电系统及输入回路采用模拟量滤波 (如 LC、 $\pi$  型滤波网络), 再加上数字滤波, 以消除或抑制高频干扰。

d. 屏蔽 采用导电、导磁性能良好的材料进行屏蔽, 以防电磁波辐射的干扰。

e. 增强电源的适应性 PLC 的供电系统 (内部为 DC) 采用开关电源, 并用集成电压调整器进行调整, 使之适应电网电压较宽范围的波动。

f. 采用模块式结构 一旦某模块有故障, 能迅速更换, 使系统停用时间减到最低程度。

## ② 软件

a. 设置警戒时钟 WDT (看门狗) PLC 在正常的运行程序中对 WDT 定时复位, 若超过了 WDT 规定的时间, WDT 会发出报警信号, 并强制系统 CPU 复位, 使之走入正常的运行程序。

b. 系统软件对用户软件自动进行检查 能对用户程序进行查错、报错, 使用户程序无语法、结构性错误, 错误的程序或参数得不到运行。

c. 掉电保护 对 RAM 区用后备电池或蓄能电容, 掉电时使 RAM 继续有电, 保证用户程序运行的状态信息和中间数据不会丢失。

d. 自检 系统程序中有对 CPU 及外围器件自动检测的功能, 一旦出错, 立即报警。

## (2) 程序可变、具有柔性

生产工艺或设备改变后, 在原设计的 PLC 功能备用量够用的情况下, 可不变 PLC 的硬件, 只要改编控制程序即可。

这点就充分体现了 PLC 具有继电器控制系统所不具备和无可比拟的优点。故 PLC 除应用于单机控制外, 还在柔性制造单元 (FMC)、柔性制造系统 (FMS)、工厂自动化 (FA) 中被大量采用。

## (3) 编程简单、使用方便

PLC 采用与继电器控制逻辑图非常接近的“梯形图”进行编程, 这种编程方法既具备传统控制线路的易懂易编、清晰直观优点, 又顾及了多数电气技术人员的读图习惯和微机应用水平, 易于被大众接受, 因此受到普遍欢迎。这种面向生产的编程方法与目前微机控制中常用的汇编语言或高级语言编程相比, 其优点是显而易见的。

为进一步优化编程, PLC 还针对实际问题设计了诸如步进顺控指令、移位指令、鼓形控制器等功能性指令, 减少编程工作量, 加快了开发速度。

## (4) 功能完善

现代的 PLC 还具有数字量及模拟量的输入输出、逻辑和算术运算、定时、计数、顺序检测、功率驱动、联网通信、人机对话、自检、记录和显示等功能, 使控制系统的水平大大提高, 功能更加完善。

## (5) 组合灵活、扩充方便

PLC 除模块化外, 还具有各种扩充单元, I/O 点数及各种 I/O 方式、I/O 量均可选择, 可以方便地适应不同的控制对象。

## (6) 减少了工作量

PLC 是采用软件编程来实现控制功能的, 而继电器控制采用硬接线来实现。这就减少



了设计、施工的工作量。同时, PLC 能事先进行模拟调试并且具有很强的监视功能, 所以系统的调试、检修、维护的工作量得到大大地减少。

### (7) 体积小、重量轻、环境要求低

由于 PLC 是专为工控而设计的专用计算机, 因此其结构紧密、坚固、体积小巧、功能齐全, 能直接投运在恶劣的工作环境。一般 PLC 的功能若用继电器来实现, 需用 3~4 个 1.8m 高的大继电器控制柜。

### (8) 成本低、水平高

① PLC 功能强大 (一台 PLC 相当于 3~4 个大控制柜), 使得控制系统的直接费用大大降低。

② PLC 具有易修改性、高可靠性、易扩展性、易维护性, 大大降低了日常运行的检修、维修工作量, 降低了今后改造的成本。

③ PLC 安装调试方便, 开发、调试周期短, 从而降低了设计、开发、安装、调试的工作量, 故减少了工资费用。

④ PLC 靠软件编程实现控制功能, 硬件及其备件均具有通用性, 也减少了采购的时间和费用。

⑤ 体积小、功能强, 所以占地少、耗电小 (仅为继电器柜的几十分之一), 每年节省的电费就可将投资收回。

⑥ PLC 实质上是一种专用工控计算机, 实现了智能控制, 从而使得控制水平上了新台阶, 并且具有联网功能, 很容易构成综合控制系统。

## 1.3 PLC 的组成及工作原理

### 1.3.1 PLC 的组成

PLC 由三个基本部分组成: 输入部分、逻辑处理部分、输出部分。基本结构示意图如图 1.3 所示。

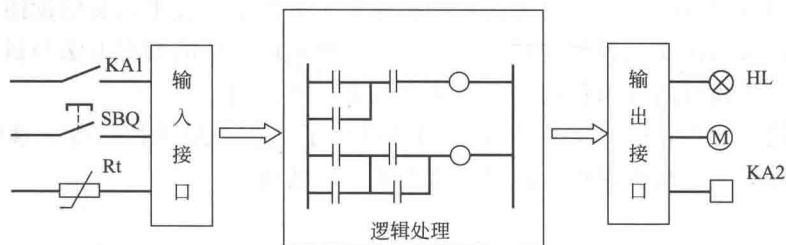


图 1.3 PLC 的基本组成框图

输入部分是指各类按钮、行程开关、传感器等接口电路, 它收集并保存来自被控对象的各种开关量、模拟量信息和来自操作台的命令信息等。

逻辑处理部分用于处理输入部分取得的信息, 按一定的逻辑关系进行运算, 并把运算结果以某种形式输出。

输出部分是指驱动各种电磁线圈、交/直流接触器、信号指示灯等执行元件的接口电路,