

电工彩虹桥

赠送  
学习卡

# 全彩图解 PLC与变频技术

▶ 数码维修工程师鉴定指导中心 组织编写  
▶ 韩雪涛 主编 ▶ 吴 瑛 韩广兴 副主编

- ❖ 本书最大特点是“全彩”与“图解”的完美结合
- ❖ “全彩”将PLC及变频技术中所应用的知识技能“真实还原”
- ❖ “图解”用线框图、结构图、示意图取代“文字叙述”

**Electrician**  
**Full Color**



电子工业出版社  
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY  
<http://www.phei.com.cn>

电工彩虹桥

# 全彩图解PLC与变频技术

数码维修工程师鉴定指导中心 组织编写

韩雪涛 主编

吴 瑛 韩广兴 副主编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

## 内 容 简 介

本书以现代电子电工领域的实际岗位需求作为编写目标,从岗位就业的实际应用出发,对PLC及变频技术的特点和应用进行细致的归纳与整理,按照读者的学习习惯和技能培养特点,将PLC及变频技术划分成8个部分。书中的主要内容包括PLC的结构和功能特点,PLC的编程语言,PLC的编程方法,PLC技术的实际应用,PLC系统的安装、调试与维护,变频器的结构和功能特点,变频器的安装、使用与检测代换,变频技术的实际应用。书中所选知识和技能均来源于实际工作,能够确保学习的实际效果。

本书可作为电子电工专业技能培训的辅导教材,也可作为各职业技术学院电子电工专业的实训教材,同时也适合从事电子电工行业生产、调试、维修的技术人员和业余爱好者阅读。

全彩图解演绎PLC与变频技术……

精益求精突破技术难点……

真实案例丰富实战经验……

注:为了更好地满足读者的需求,达到最佳的学习效果,本书得到了数码维修工程师鉴定指导中心的大力支持。除可获得免费的专业技术咨询外,每本图书都附赠一张远程学习卡,读者可凭借此卡登录数码维修工程师鉴定指导中心的官方网站(www.chinadse.org)获得技术服务和技术交流。读者通过学习与实践还可参加相关资质的国家职业资格或工程师资格认证,可获得相应等级的国家职业资格或数码维修工程师资格证书。如果读者在学习和考核认证方面有什么问题,可通过以下方式与我们联系。

数码维修工程师鉴定指导中心

网址: <http://www.chinadse.org>

联系电话: 022-83718162/83715667/13114807267

E-mail: chinadse@163.com

地址: 天津市南开区榕苑路4号天发科技园8-1-401

邮编: 300384

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

全彩图解PLC与变频技术/韩雪涛主编. —北京:电子工业出版社,2014.10  
(电工彩虹桥)

ISBN 978-7-121-24312-7

I. ①全… II. ①韩… III. ①plc技术-图解②变频技术-图解 IV. ①TM571.6-64②TN77-64  
中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第209636号

责任编辑:富军

印刷:北京千鹤印刷有限公司

装订:北京千鹤印刷有限公司

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: 787×1092 1/16 印张: 16 字数: 409.6千字

版次: 2014年10月第1版

印次: 2014年10月第1次印刷

印数: 3000册 定价: 59.00元(含学习卡1张)

凡所购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,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



# 编委会

主 编 韩雪涛

副主编 吴 瑛 韩广兴

编 委 张丽梅 马 楠 宋永欣 梁 明

宋明芳 孙 涛 张湘萍 吴 玮

高瑞征 周 洋 吴鹏飞 吴惠英

韩雪冬 庞明齐 王 斌 马 来

孙继雄



## 前言

近几年，电气设备（系统）的智能化程度越来越高，PLC与变频技术无疑成为电子电工生产、调试、维修领域中一项非常重要的知识技能。

为了满足市场的需求和广大读者的需要，我们编写了“全彩图解PLC与变频技术”实用技能培训图书。本书从岗位的实际需求出发，以国家职业考核标准为依托，系统、详实地介绍PLC及变频器的技术特点和应用技能，注重知识性、系统性、操作性的结合，具备很强的实用性。

考虑到知识技能要与市场需求紧密结合，本书还收集了大量PLC及变频技术在实际工作中的应用案例，采用“学习”与“训练”相结合的教授模式，对当前电子电工领域PLC及变频技术的知识技能进行全新的讲解和演示，使读者开阔眼界，最终掌握PLC及变频技术的特点，精通PLC及变频技术的实用技能。

本书在内容编排上突出实用性和时效性，注重技术与技能的融合，根据PLC及变频技术与技能的特点，由浅入深、由易到难地安排培训内容；选用实际工作中的经典案例进行技能引导，本着技术为技能服务的思想，强调过程，着眼细节，强化技能的培养和锻炼。

在呈现方式上，本书的最大特点是“**全彩**”与“**图解**”的完美结合。

“**全彩**”不仅仅是在印刷方式上由黑白变为彩色，更重要的意义是将PLC及变频技术中所应用的知识技能“真实还原”，突出每一个重点和细节，通过丰富的色彩让读者感知PLC及变频技术的主要知识和技能特点，将被动的学习变为主动的感受，充分调动读者的感知器官，实现全新的学习体验效果。

“**图解**”也不单单是几张插图这么简单，而是依据多媒体的制作特点，将烦琐冗长的文字描述变成生动形象的线框图、结构图、示意图等多种图解演示形式，用“图解演示”取代“文字叙述”，将“读字”的学习习惯变为“看图”，在最短的时间内让读者明白并掌握知识技能。

本书由数码维修工程师鉴定指导中心联合多家专业维修机构，组织众多高级维修技师、一线教师和多媒体技术工程师组成的专业制作团队编写，特聘请国家电子电工行业资深专家韩广兴教授担任指导。书中所有的内容及维修资料均来源于实际工作，确保图书的实用性和权威性。

接下来，赶快翻开书！

体验一次非凡的学习历程吧……

# 全

# 彩

# 图

# 解



# PLC 与 变频技术

# 学习卡的使用说明

您好，欢迎使用学习卡，首次登录数码维修工程师鉴定指导中心官方网站，请按以下步骤注册并使用学习卡。

① 打开计算机上的互联网浏览器，在地址栏内输入网址“www.chinadse.org”，回车，等待进入网站。



⑤ 单击左侧账户管理菜单中的“积分充值”选项，页面会显示“积分卡充值”对话框。



⑥ 学习卡背面可看到卡号、密码区和使用说明，将密码区的银漆刮开，即可看到本卡的密码。



② 网站打开后，在首页右侧可找到“非会员免费注册”，单击“免费注册”按钮，进入相关注册界面（若用户先前已注册成为会员，则可直接单击“会员立即登录”按钮登录）。



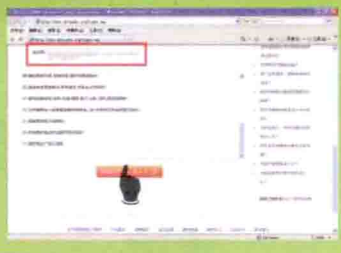
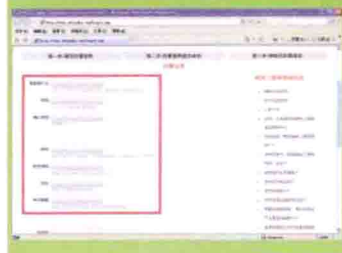
④ 注册或登录成功后，页面会返回首页，在首页最上方会显示欢迎语和用户的账户名，单击“个人账户中心”，进入个人账户管理页面。



⑦ 将学习卡上的卡号、密码填写到对话框中，单击“提交”按钮。



③ 页面将转到会员注册界面，用户需输入用户名、昵称、密码、邮箱等信息，将空缺项填写完毕后，认真阅读会员注册协议，并单击“同意协议、进入下一步”按钮，至此，会员注册成功。



⑧ 充值成功后，可看到用户积分变为“50”，这时便可进行在线学习和资源下载等操作。提醒：多张充值卡可以在同一账户中多次充值。

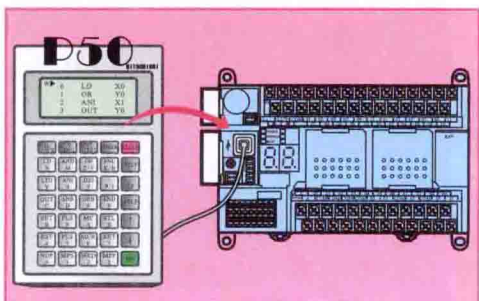
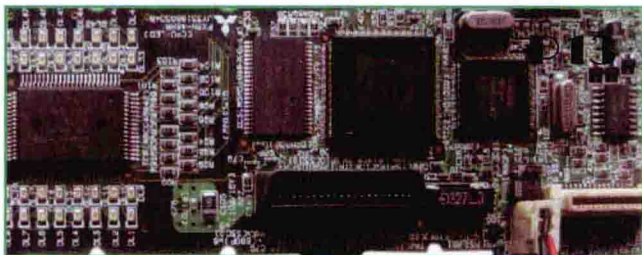
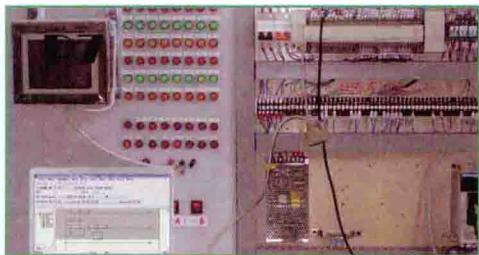
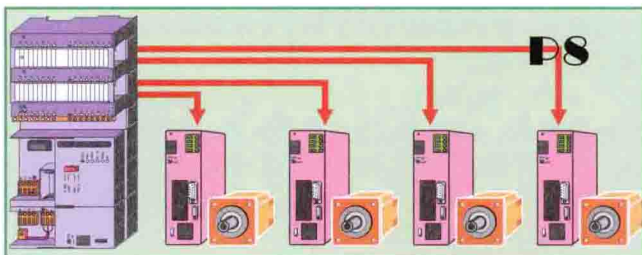






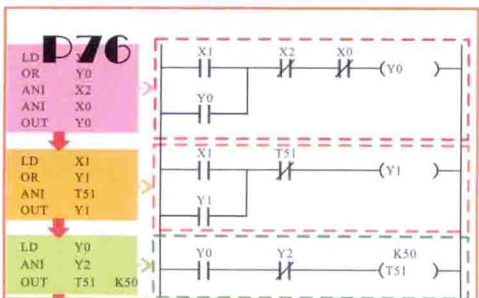
## 第1部分 PLC的结构和功能特点

- 1.1 PLC的种类和应用 (P2)
  - 1.1.1 PLC的种类特点 (P2)
  - 1.1.2 PLC的功能应用 (P5)
- 1.2 PLC的结构组成 (P10)
  - 1.2.1 三菱PLC的结构组成 (P10)
  - 1.2.2 西门子PLC的结构组成 (P21)
- 1.3 PLC的工作原理 (P31)
  - 1.3.1 PLC的工作条件 (P31)
  - 1.3.2 PLC的工作过程 (P32)



## 第2部分 PLC的编程语言

- 2.1 PLC梯形图 (P38)
  - 2.1.1 梯形图的构成及符号含义 (P39)
  - 2.1.2 梯形图中的继电器 (P41)
  - 2.1.3 梯形图的基本电路 (P46)
- 2.2 PLC语句表 (P50)
  - 2.2.1 语句表的构成及符号含义 (P51)
  - 2.2.2 PLC语句表指令的含义及应用 (P52)



## 第3部分 PLC的编程方法

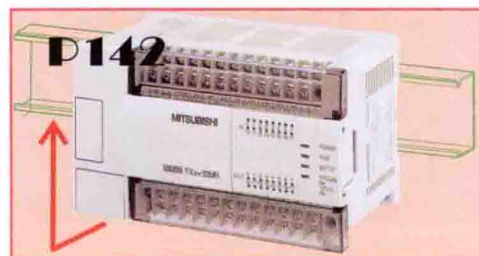
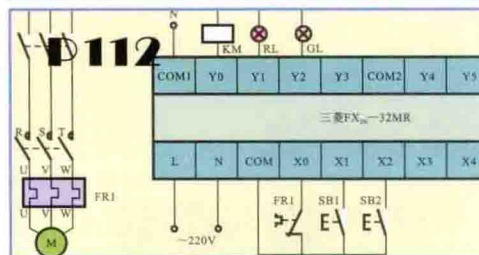
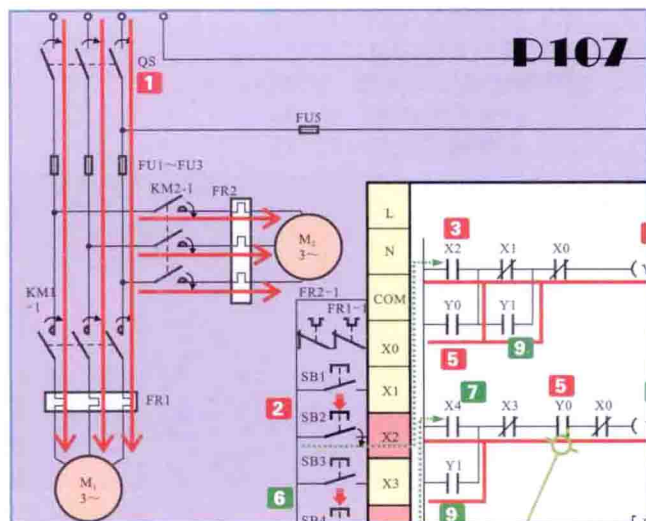
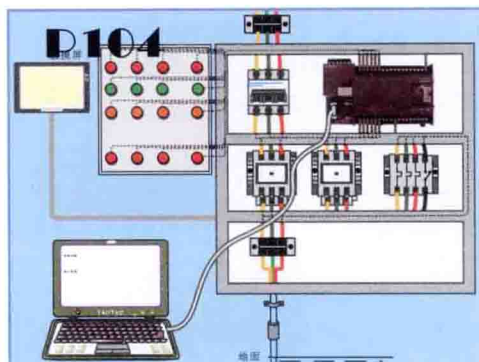
- 3.1 三菱PLC的编程方法 (P62)
  - 3.1.1 三菱PLC梯形图的编程 (P62)
  - 3.1.2 三菱PLC语句表的编程 (P71)
- 3.2 西门子PLC的编程方法 (P80)
  - 3.2.1 西门子PLC梯形图的编程 (P80)
  - 3.2.2 西门子PLC语句表的编程 (P93)

# 全彩图解PLC与变频技术

## 第4部分

### PLC技术的实际应用

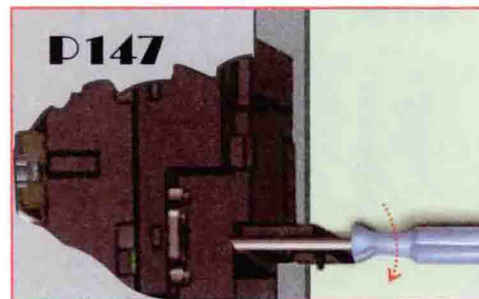
- 4.1 PLC技术在电动机控制系统中的应用 (P104)
  - 4.1.1 电动机的PLC控制系统 (P104)
  - 4.1.2 电动机PLC控制系统的实际应用案例 (P109)
- 4.2 PLC技术在机床控制系统中的应用 (P117)
  - 4.2.1 机床的PLC控制系统 (P117)
  - 4.2.2 机床PLC控制系统的实际应用案例 (P124)



## 第5部分

### PLC系统的安装、调试与维护

- 5.1 PLC系统的选购与安装 (P134)
  - 5.1.1 PLC系统的选购与安装原则 (P134)
  - 5.1.2 PLC系统的安装 (P146)
- 5.2 PLC系统的调试与日常维护 (P150)
  - 5.2.1 PLC系统的调试 (P150)
  - 5.2.2 PLC系统的日常维护 (P150)



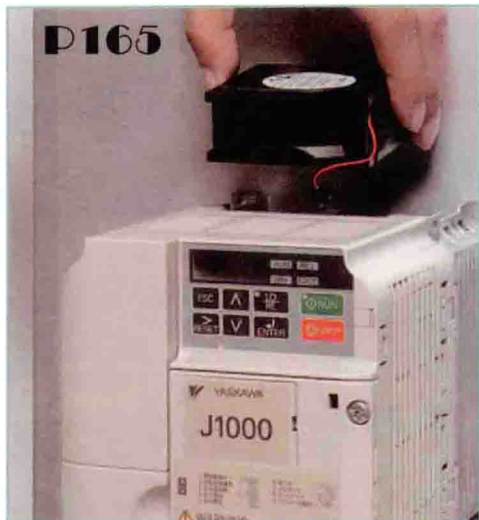
## 第6部分

### 变频器的结构和功能特点

- 6.1 变频器的种类特点和功能应用 (P152)
  - 6.1.1 变频器的种类特点 (P152)
  - 6.1.2 变频器的功能应用 (P155)
- 6.2 变频器的结构组成 (P161)
  - 6.2.1 变频器的外部结构 (P161)
  - 6.2.2 变频器的内部结构 (P165)



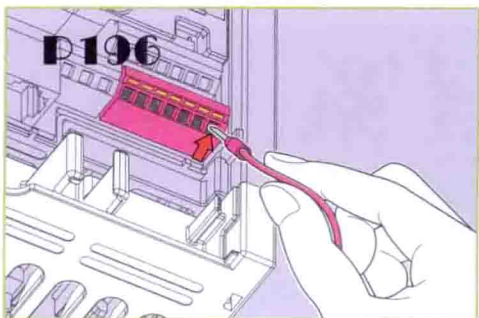
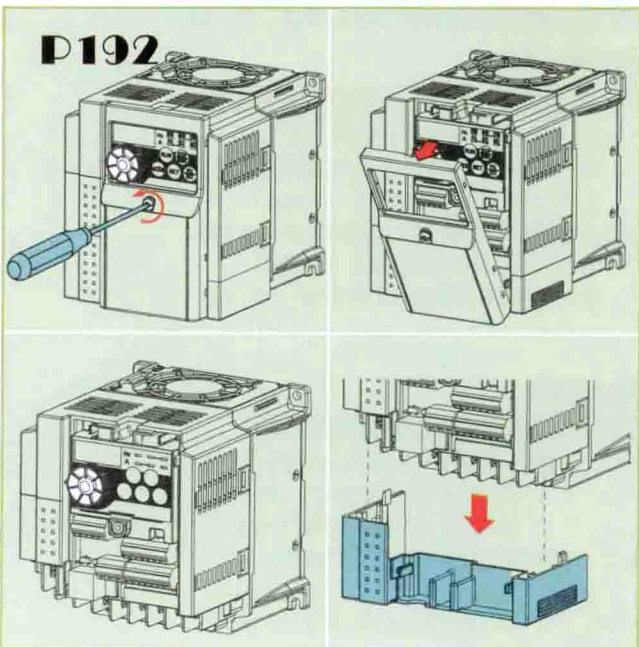
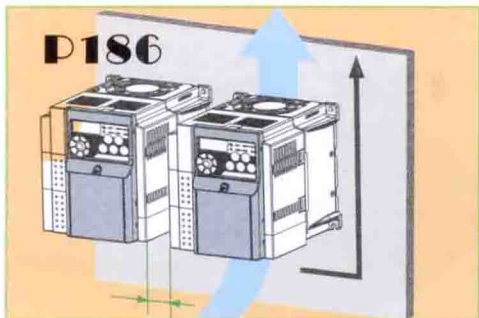
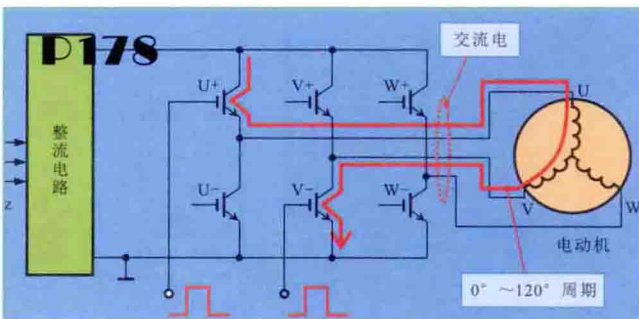
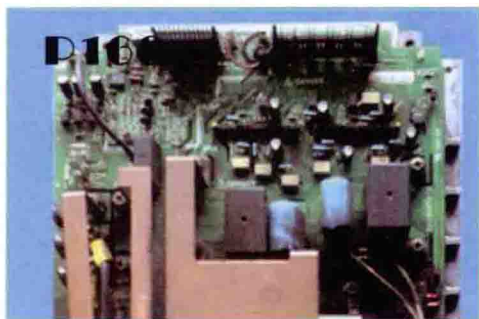




- 6.3 变频电路的结构形式和工作原理 (P167)
  - 6.3.1 变频电路的结构形式 (P167)
  - 6.3.2 变频电路中的主要器件 (P169)
  - 6.3.3 变频电路的工作原理 (P176)

## 第7部分 变频器的安装、使用与检测代换

- 7.1 变频器的安装与连接 (P180)
  - 7.1.1 变频器的安装 (P180)
  - 7.1.2 变频器的连接 (P188)
- 7.2 变频器的使用与调试 (P197)
  - 7.2.1 变频器的使用 (P197)
  - 7.2.2 变频器的调试 (P205)
- 7.3 变频器的检测与代换 (P209)
  - 7.3.1 变频器的检测 (P209)
  - 7.3.2 变频器的代换 (P213)



# 全彩图解PLC与变频技术

## 第8部分

### 变频技术的实际应用

#### 8.1 变频技术在制冷电路中的应用 (P216)

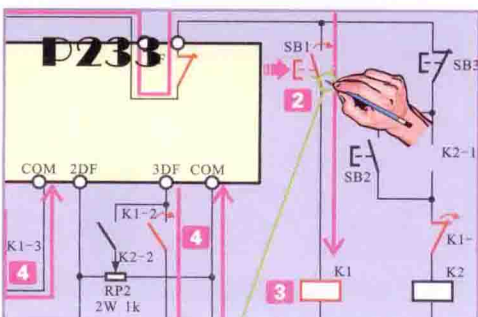
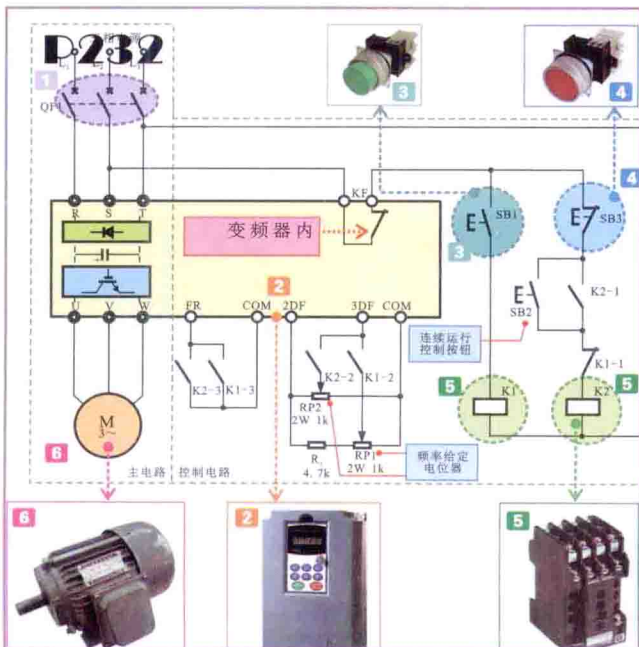
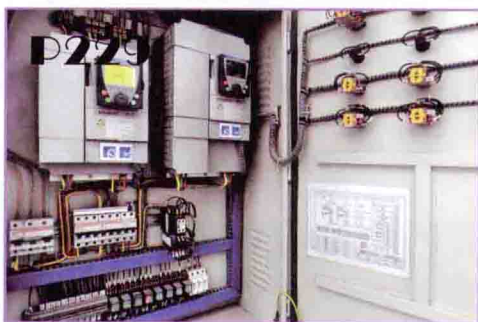
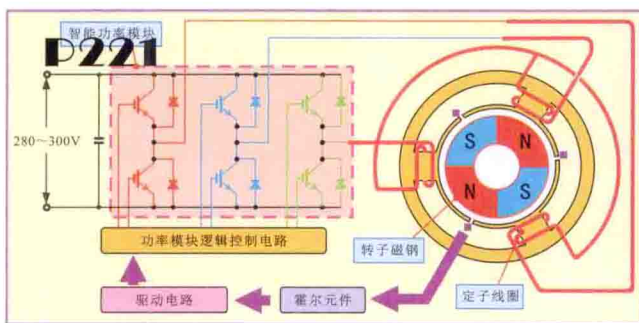
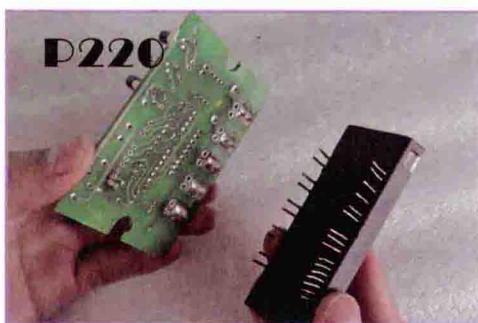
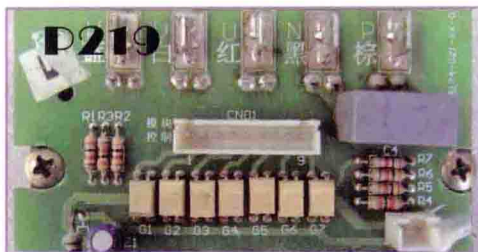
##### 8.1.1 变频制冷设备 (P216)

##### 8.1.2 变频制冷设备的实际应用案例 (P224)

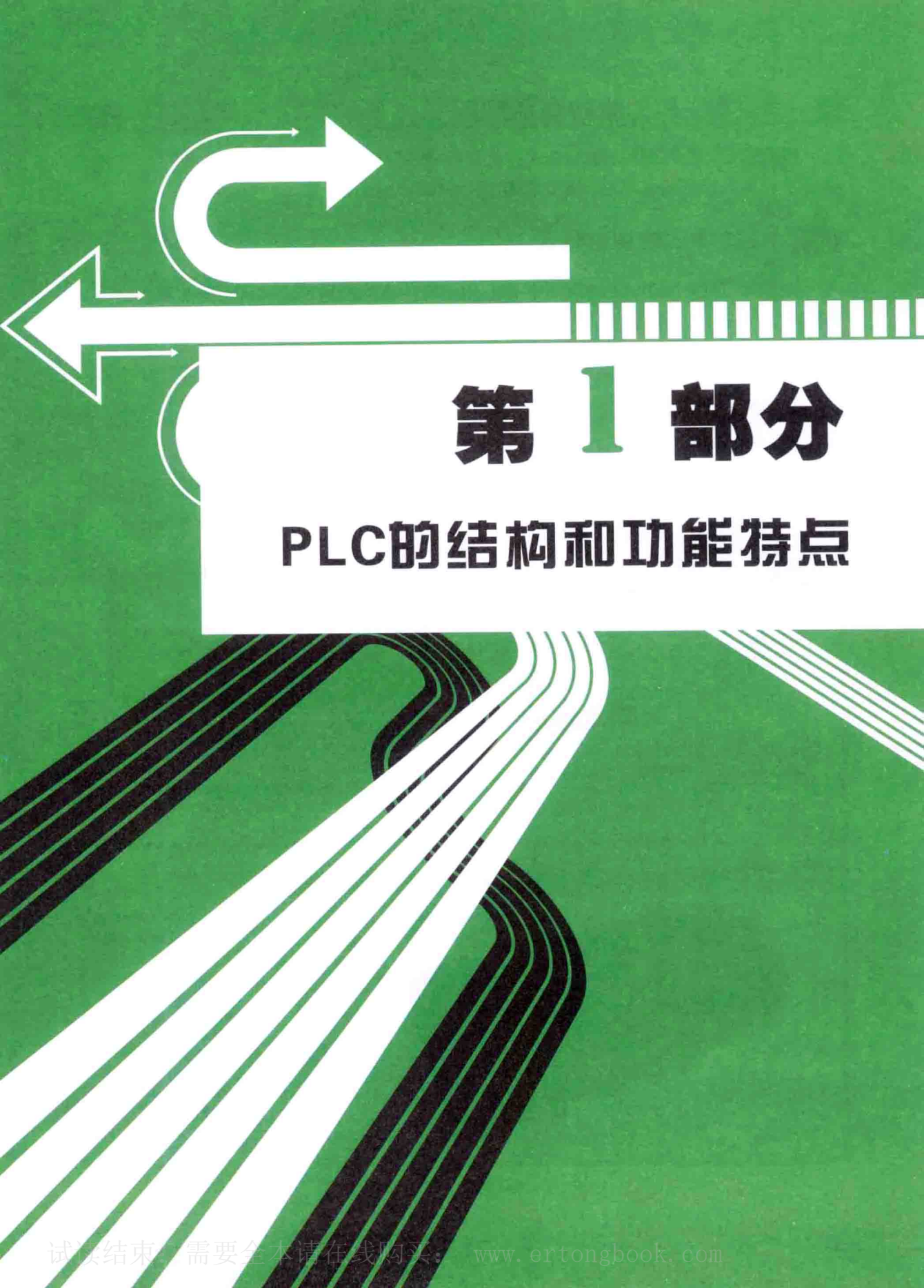
#### 8.2 变频技术在电动机控制系统中的应用 (P229)

##### 8.2.1 电动机的变频控制系统 (P229)

##### 8.2.2 电动机变频控制系统的实际应用案例 (P234)







# 第 1 部分

## PLC的结构和功能特点



## 1.1 PLC的种类和应用



PLC的英文全称为Programmable Logic Controller，即可编程控制器，是一种将计算机技术与继电器控制技术结合起来的现代化自动控制装置。



### 1.1.1 PLC的种类特点

随着PLC的发展和应用领域的扩展，PLC的种类越来越多，可从不同的角度分类，如结构、I/O接口的点数、功能、生产厂家等。

#### 1 根据结构形式分类

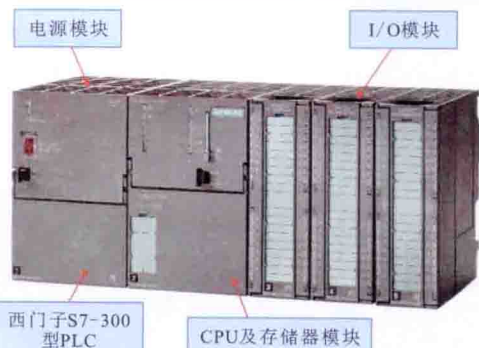
PLC根据结构形式的不同可分为整体式PLC、组合式PLC和叠装式PLC三种，如图1-1所示。

##### 整体式PLC



整体式PLC是将CPU、I/O接口、存储器、电源等部分全部固定安装在一块或几块印制电路板上，使之成为统一的整体。若控制点数不符合要求时，可再连接扩展单元，以实现较多点数的控制。这种PLC体积小巧。目前，小型、超小型PLC多采用整体式结构。

##### 组合式PLC



组合式PLC的CPU、I/O接口、存储器、电源等部分都是以模块形式按一定规则组合配置而成，因此也称模块式PLC。这种PLC可以根据实际需要灵活配置。目前，中型或大型PLC多采用组合式结构。

##### 叠装式PLC



叠装式PLC是一种集合了整体式PLC的紧凑、体积小巧和组合式PLC的I/O点数搭配灵活于一体的PLC结构形式。这种PLC将CPU（CPU和一定的I/O接口）独立出来作为基本单元。其他模块为I/O模块作为扩展单元，且各单元可一层层地叠装，连接时，使用电缆进行单元之间的连接。

【图1-1 根据结构形式分类的PLC】

## 2 根据I/O点数分类

I/O点数是指PLC可接入外部信号的数目。I指PLC可接入输入点的数目；O指PLC可接入输出点的数目；I/O点指PLC可接入的输入、输出点的总数。

PLC根据I/O点数的不同可分为小型PLC、中型PLC和大型PLC三种，如图1-2所示。

### 小型PLC



欧姆龙CP1L型  
PLC



西门子S7-200型  
PLC

小型PLC的I/O点数一般在24~256点之间，一般用于单机控制或小型系统的控制。

### 中型PLC

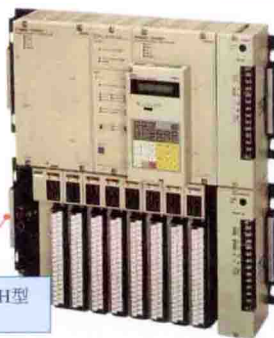
欧姆龙C200HE型PLC



中型PLC的I/O点数一般在256~2 048点之间，不仅可直接控制设备，同时还可用于监控下一级的多个可编程控制器，一般用于中型或大型系统的控制。

### 大型PLC

欧姆龙2000H型  
PLC



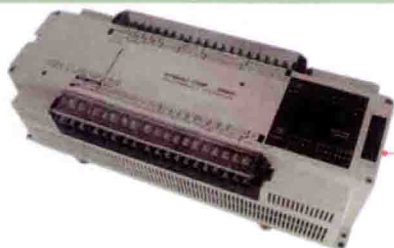
大型PLC的I/O点数一般在2 048点以上，能够进行复杂的算术运算和矩阵运算，可直接控制设备，同时还可用于监控下一级的多个可编程控制器，一般用于大型系统的控制。

【图1-2 根据I/O点数分类的PLC】

## 3 根据功能分类

PLC根据功能的不同可分为低档PLC、中档PLC、高档PLC三种，如图1-3所示。

### 低档PLC

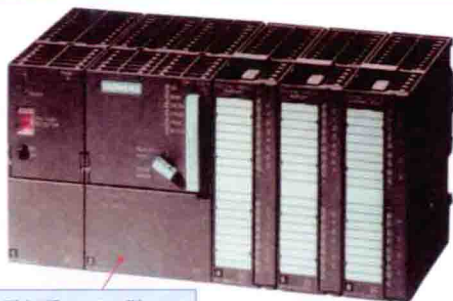


欧姆龙C60P型  
PLC

具有简单的逻辑运算、定时、计算、监控、数据传送、通信等基本控制功能和运算功能的PLC称为低档PLC。这种PLC工作速度较低，能带动输入、输出模块的数量也较少。

【图1-3 根据功能分类的PLC】

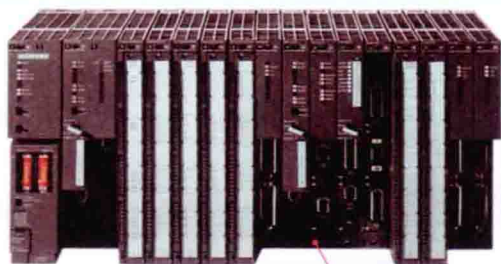
### 中档PLC



西门子S7-300型PLC

中档PLC除具有低档PLC的控制功能外，还具有较强的控制功能和运算能力，如比较复杂的三角函数、指数和PID运算等，同时还具有远程I/O、通信联网等功能。这种PLC工作速度较快，能带动输入、输出模块的数量也较多。

### 高档PLC



西门子S7-400型PLC

高档PLC除具有中档PLC的功能外，还具有更为强大的控制功能、运算功能和联网功能，如矩阵运算、位逻辑运算、平方根运算及其他特殊功能函数运算等。这种PLC工作速度很快，能带动输入、输出模块的数量也很多。

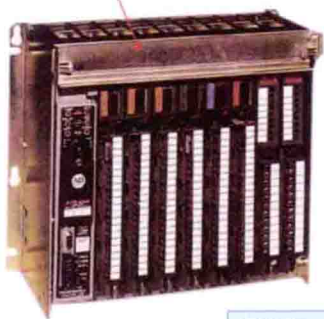
【图1-3 根据功能分类的PLC（续）】

## 4 根据生产厂家分类

PLC的生产厂家较多，如美国的AB公司、通用电气公司，德国的西门子公司，法国的TE公司，日本的欧姆龙、三菱、富士等公司，都是目前市场上非常主流且极具有代表性的生产厂家。图1-4为不同生产厂家生产的PLC实物外形。

### 不同生产厂家生产的PLC

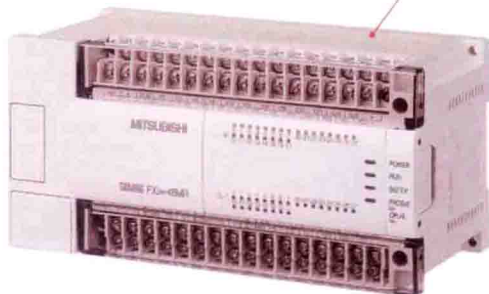
AB PLC 5系列PLC



欧姆龙CP1L系列PLC



三菱FX<sub>2N</sub>-48MR型PLC



松下FEP-X系列PLC



【图1-4 根据生产厂家分类的PLC】



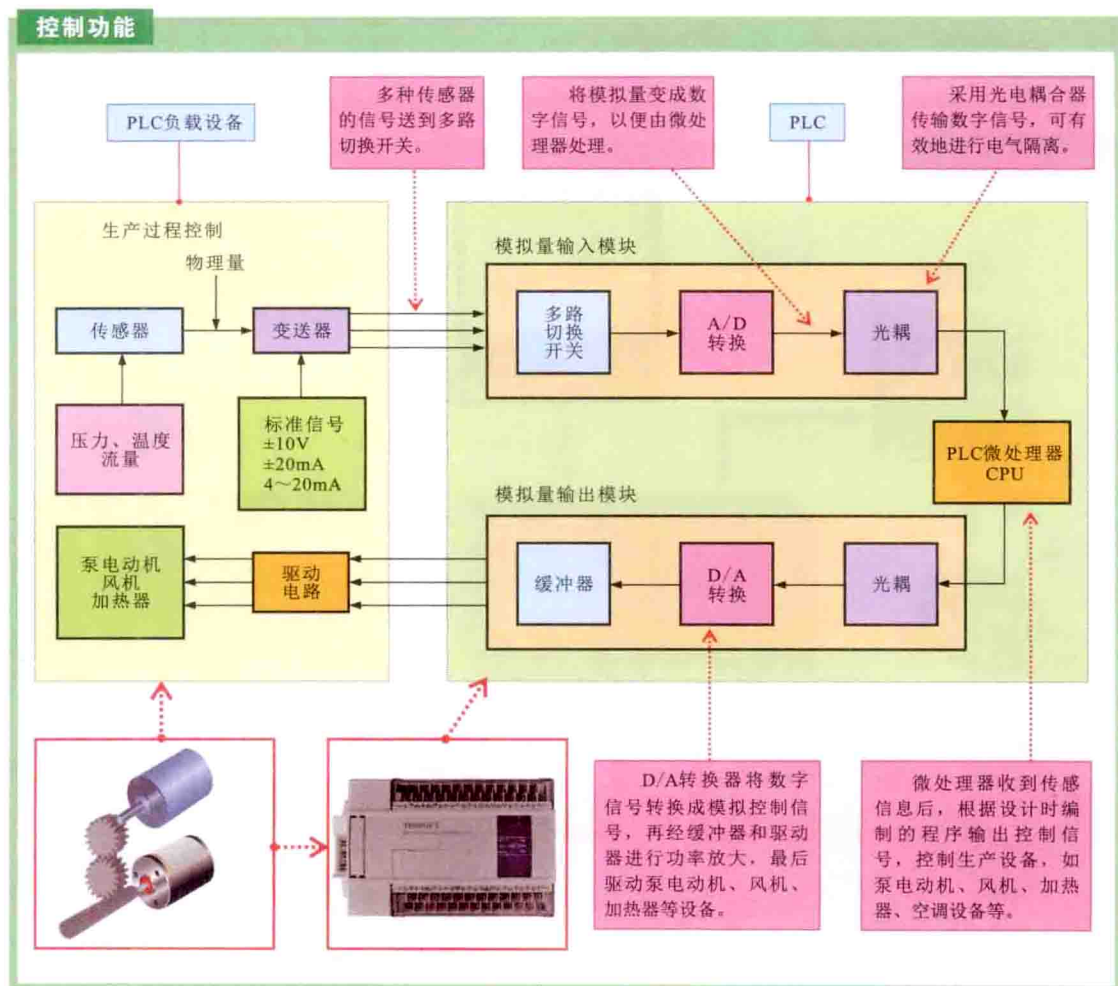


## 1.1.2 PLC的功能应用

国际工委会（IEC）将PLC定义为“数字运算操作的电子系统”，专为在工业环境下应用而设计。它采用可程序的存储器，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，并通过数字的或模拟的输入和输出，控制各种类型的机械或生产过程。

### 1 PLC的功能

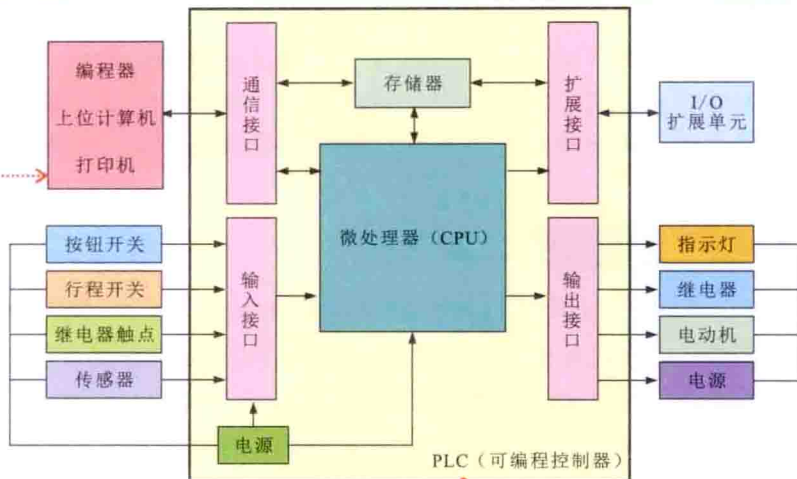
图1-5为PLC在生产过程控制系统的功能图。生产过程中的物理量由传感器检测后，经变压器变成标准信号，经多路开关和A/D转换器变成适合PLC处理的数字信号，经光耦送给CPU，光耦具有隔离功能；数字信号经CPU处理后，再经D/A转换器变成模拟信号输出。模拟信号经驱动电路驱动控制泵电动机、加温器等设备，可实现自动控制。



【图1-5 PLC在生产过程控制系统的功能图】

## 数据采集、存储、处理功能

PLC具有数学运算及数据的传送、转换、排序、移位等功能，可以完成数据的采集、分析、处理、模拟处理等。这些数据还可以与存储在存储器中的参考值比较，完成一定的控制操作，也可以将数据传输或直接打印输出。

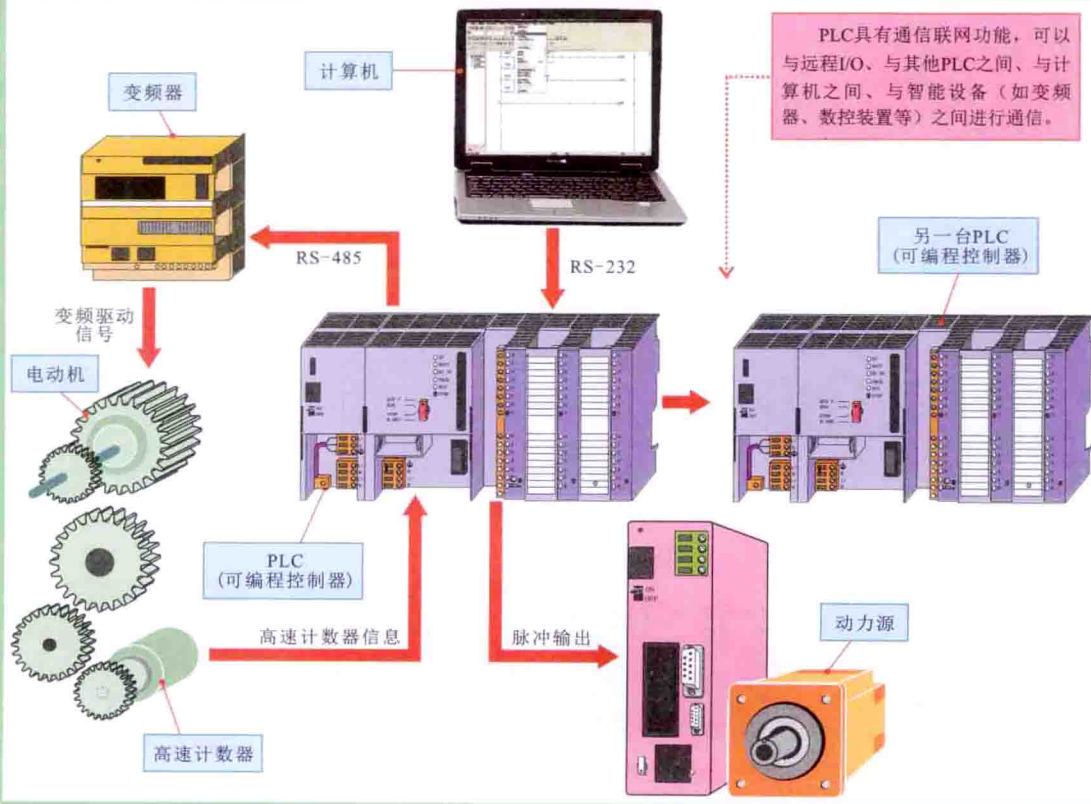


PLC的数据采集、存储、处理流程图

PLC的数据采集、存储、处理功能一般用于大型控制系统，如无人控制的柔性制造系统及造纸、冶金、食品工业中的一些大型控制系统。

## 通信联网功能

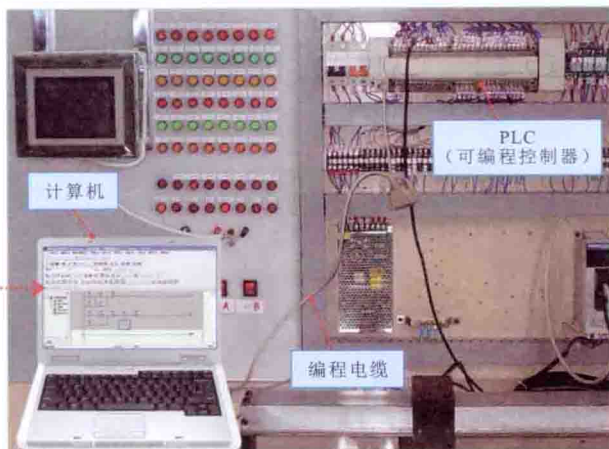
PLC具有通信联网功能，可以与远程I/O、与其他PLC之间、与计算机之间、与智能设备（如变频器、数控装置等）之间进行通信。



【图1-5 PLC在生产过程控制系统的功能图（续）】

## 可编程、调试功能

PLC通过存储器中的程序对I/O接口外接的设备进行控制,存储器中的程序可根据实际情况和应用进行编写,一般可将PLC与计算机通过编程电缆连接,实现对其内部程序的编写、调试、监视、实验和记录。这也是区别于继电器等其他控制系统最大的功能优势。



## 其他功能

## 运动控制功能

PLC使用专用的运动控制模块,对直线运动或圆周运动的位置、速度和加速度进行控制。该控制功能广泛应用于机床、机器人、电梯等。

## 过程控制功能

过程控制是指对温度、压力、流量、速度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。另外,为了使PLC能够完成加工过程中对模拟量的自动控制,还可以实现模拟量(Analog)和数字量(Digital)之间的A/D转换及D/A转换。该控制功能广泛应用于冶金、化工、热处理、锅炉控制等场合。

## 监控功能

操作人员可通过PLC的编程器或监视器对定时器、计数器及逻辑信号状态、数据区的数据进行设定,同时还对其PLC各部分的运行状态进行监视。

## 停电记忆功能

PLC内部设置停电记忆功能,该功能是在内部存储器所使用的RAM中设置了停电保持器件,使断电后该部分存储的信息不变,电源恢复后,可继续工作。

## 故障诊断功能

PLC内部设有故障诊断功能,该功能可对系统构成、硬件状态、指令的正确性等进行诊断,当发现异常时,会控制报警系统发出报警提示声,同时在监视器上显示错误信息,当故障严重时会发出控制指令停止运行,从而提高PLC控制系统的安全性。

【图1-5 PLC在生产过程控制系统的功能图(续)】

PLC问世以前,在农机、机床、建筑、电力、化工、交通运输等行业中是以继电器控制系统占主导地位的。继电器控制系统以其结构简单、价格低廉、易于操作等优点得到了广泛的应用,对于一些控制复杂的机械设备,采用继电器控制系统时,就会显现其继电器控制系统的一些不足之处,如控制装置体积庞大、接线复杂,可靠性、灵活性较差,出现故障可能性较高,工作模式固定等。

在现代化的生产过程中,由于生产设备的控制方式会随产品的不同而有所变动,因此对于传统的继电器控制系统就必须重新设计,改变硬件结构,这样便会增加企业的成本,延长生产周期,不能满足多变的市场需求。为了弥补继电器控制系统中的不足,同时降低成本,更加先进的自动控制装置——可编程控制器(PLC)应运而生。

PLC控制系统用标准接口取代了硬件安装连接,用大规模集成电路与可靠元件的组合取代线圈和活动部件的搭配,通过计算机控制,不仅大大简化了整个控制系统,而且使得控制系统的性能更加稳定,功能更加强大,在拓展性和抗干扰能力方面也有了显著的提高。

PLC控制系统最大的特色是在改变控制方式和效果时不需要改动电气部件的物理连接线路,只需要通过PLC程序编写软件重新编写PLC内部的程序即可。

