SIEMENS

西门子工业自动化系列教材

工业自动化技术

陈瑞阳　编著



附光盘

内含：
STEP 7 V5.4+S7-PLCSIM V5.4+
WinCC 6.2.2+ 中文手册+电子课件

机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

西门子工业自动化系列教材

工业自动化技术

陈瑞阳　编著

机械工业出版社

本书内容涵盖了工业自动化的核心技术，即可编程序控制器技术、现场总线网络通信技术和人机界面监控技术。在编写形式上，将理论讲授与解决生产实际问题相联系，书中以自动化工程项目设计为依托，采用项目驱动式教学模式，按照项目设计的流程，详细阐述了 PLC 硬件选型与组态、程序设计与调试、网络配置与通信、HMI 组态与设计以及故障诊断的方法。

本书可作为应用型、技能型人才培养的专业教材，也可供相关工程技术人员参考。

图书在版编目（CIP）数据

工业自动化技术 / 陈瑞阳编著. —北京：机械工业出版社，2011.7（2013.1重印）
西门子工业自动化系列教材
ISBN 978-7-111-35042-2

Ⅰ. ①工… Ⅱ. ①陈… Ⅲ. ①可编程序控制器－教材②计算机通信网－总线－控制系统－教材③人机界面－工业监控系统－教材 Ⅳ. ①TM571.6 ②TP336③TP11

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2011）第 112953 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）
策划编辑：时 静
责任编辑：时 静
责任印制：张 楠

北京中兴印刷有限公司印刷

2013 年 1 月第 1 版 • 第 2 次印刷
184mm×260mm • 17.5 印张 • 432 千字
4 001－6 500 册
标准书号：ISBN 978-7-111-35042-2
ISBN 978-7-89433-032-1（光盘）
定价：39.00 元（含 1DVD）

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务
社 服 务 中 心：（010）88361066
销 售 一 部：（010）68326294
销 售 二 部：（010）88379649
读者购书热线：（010）88379203

网络服务
门户网：http://www.cmpbook.com
教材网：http://www.cmpedu.com

封面无防伪标均为盗版

前　言

传统的自动化系统大多是以单元生产设备为核心进行检测与控制，生产设备之间易形成“自动化孤岛效应”。这种“自动化孤岛效应”式的单机自动化缺乏信息资源的共享和生产过程的统一管理，已无法满足现代工业生产的要求。

随着计算机和网络通信技术的发展，企业对生产过程的自动控制和信息通信提出了更高的要求。工业自动化系统已经由单机的可编程序控制器（Programmable Controller，PLC）控制发展到多 PLC 以及包含人机界面（Human Machine Interface，HMI）的网络控制。目前 PLC 技术、网络通信技术和 HMI 监控技术已广泛应用于现代工业的各个方面，涵盖了产品制造与过程控制的各个领域。

本书内容涵盖了工业自动化的核心技术，即可编程序控制器技术、现场总线网络通信技术和人机界面监控技术。在编写形式上，将理论讲授与解决生产实际问题相联系，书中以自动化工程项目设计为依托，采用项目驱动式教学模式，按照项目设计的流程，详细阐述了 PLC 硬件选型与组态、PLC 程序设计与调试、网络配置与通信、HMI 组态与设计以及故障诊断的方法。

为了使读者能够由简单到复杂、由易到难、循序渐进地掌握工业自动化技术，本书将工程项目分为 3 个层次进行描述，即可编程序控制器单机控制系统、PROFIBUS-DP 现场总线网络控制系统和 PC 上位监控系统。内容讲述由浅入深，由表及里，层层展开，语言简练，通俗易懂，使读者能够在很短的时间内轻松自如地掌握复杂的工业自动化技术。

全书共分为 7 章，内容分别如下：

第 1 章概述了工业自动化系统的构成及应用领域。

第 2 章介绍了可编程序控制器基础知识，包括可编程序控制器的由来、特点、分类、硬件组成和工作原理。

第 3 章以制造业自动生产线模型“物料灌装自动生产线”为例，介绍工业自动化项目设计方法，该设计任务将贯穿本书始终。

第 4 章以西门子 SIMATIC S7-300/400 产品为例详细讲述了 PLC 硬件的选型、安装及组态方法。

第 5 章以 STEP 7 软件为例详细讲述了 PLC 程序设计、调试及故障诊断的方法，包括 STEP 7 的指令系统、程序调试方法、数据块的应用、编写带形参的函数、组织块与中断系统、模拟量的处理方法以及故障诊断方法。

第 6 章是 PROFIBUS-DP 总线应用技术，将自动生产线工程项目扩展到 PROFIBUS-DP 现场总线网络控制系统，介绍如何建立一个分布式现场总线网络以及 PROFIBUS-DP 网络的故障诊断方法。

第 7 章介绍了如何应用 WinCC 软件组态监控系统，包括组态通信连接、创建过程画面、过程值归档、报警消息系统、报表系统、用户管理以及 OPC 技术。

最后在附录中对工程项目设计任务中的重点问题进行了分析和讨论。

为方便读者上机操作，本书中配有信息丰富的 DVD 光盘，内容包括 SIMATIC 编程与组

态软件、SIMATIC 技术手册和电子课件。

本书在编写过程中得到了西门子（中国）有限公司自动化与驱动集团自动化系统部西门子自动化教育合作项目部的大力支持，在此表示衷心的感谢!

由于编者的水平有限，错误和疏漏在所难免，恳请读者批评指正，对此深表谢意。编者的 E-mail 地址：jdtruiyang@buu.edu.cn。

陈瑞阳

目　　录

前言
第 1 章　工业自动化系统概述 ····· 1
第 2 章　可编程序控制器基础 ····· 2
2.1　可编程序控制器的产生和定义 ····· 2
2.2　可编程序控制器的特点 ····· 3
2.3　可编程序控制器的应用 ····· 3
2.4　可编程序控制器的分类 ····· 4
2.4.1　按照 I/O 点数容量分类 ····· 4
2.4.2　按照结构形式分类 ····· 4
2.4.3　按照使用情况分类 ····· 5
2.5　可编程序控制器的组成 ····· 5
2.5.1　中央处理单元 ····· 6
2.5.2　存储器 ····· 6
2.5.3　输入/输出单元 ····· 6
2.5.4　电源 ····· 9
2.5.5　I/O 扩展接口 ····· 9
2.5.6　通信接口 ····· 9
2.5.7　智能单元 ····· 9
2.5.8　外部设备 ····· 9
2.6　可编程序控制器的工作特点 ····· 9
2.6.1　PLC 循环扫描工作过程 ····· 9
2.6.2　PLC 的扫描周期 ····· 11
2.6.3　输入/输出映像寄存器 ····· 11
2.6.4　PLC 的输入/输出滞后 ····· 11
第 3 章　自动化工程项目设计 ····· 13
3.1　物料灌装自动生产线 ····· 13
3.2　自动化控制系统设计流程 ····· 13
3.2.1　确定系统控制任务与设计要求 ····· 14
3.2.2　制定电气控制方案 ····· 14
3.2.3　确定控制系统的输入/输出信号 ····· 15
3.2.4　硬件选型与配置 ····· 15
3.2.5　I/O 分配 ····· 15
3.2.6　控制程序设计 ····· 15

3.2.7 现场运行调试 …… 16
3.2.8 项目归档 …… 16
3.3 自动生产线控制要求 …… 16
3.4 自动生产线信号分析 …… 17
3.5 工程项目设计报告 …… 18
3.6 自动化项目设计软件 STEP7 …… 19
3.6.1 SIMATIC 管理器 …… 19
3.6.2 创建用户项目 …… 21
3.6.3 STEP7 帮助系统 …… 23
任务 1 新建物料灌装自动生产线项目 …… 24
第 4 章 PLC 的硬件设计 …… 25
4.1 S7-300/400 硬件模块 …… 25
4.1.1 机架 …… 25
4.1.2 电源模块 …… 26
4.1.3 CPU 模块 …… 26
4.1.4 接口模块 …… 29
4.1.5 信号模块 …… 30
4.1.6 通信模块 …… 31
4.1.7 功能模块 …… 31
4.1.8 占位模块 …… 32
4.1.9 仿真器模块 …… 32
4.2 硬件安装 …… 33
4.2.1 S7-300 系列模块的安装规范 …… 33
4.2.2 S7-400 系列模块的安装规范 …… 34
4.3 更换模块 …… 34
4.3.1 更换 S7-300 的 SM 模块 …… 34
4.3.2 更换 S7-400 的 SM 模块 …… 34
4.4 硬件组态 …… 34
4.4.1 组态硬件模块 …… 35
4.4.2 配置模块参数 …… 36
4.4.3 保存、下载和上传组态参数 …… 42
4.4.4 更新硬件目录 …… 44
4.4.5 复位 CPU 和暖启动 …… 46
4.5 自动生产线硬件设计 …… 46
4.5.1 硬件模块选择与配置 …… 46
4.5.2 I/O 分配表 …… 47
4.5.3 I/O 接线图 …… 48

任务 2　物料灌装自动生产线项目硬件设计 …… 50
第 5 章　PLC 的软件设计 …… 51
5.1　STEP7 编程基础 …… 51
5.1.1　数制和编码 …… 51
5.1.2　数据类型及表示格式 …… 52
5.1.3　S7-300/400 的内部资源 …… 54
5.1.4　存储区的寻址方式 …… 56
5.1.5　STEP7 编程语言 …… 58
5.2　程序结构设计 …… 61
5.2.1　程序块类型 …… 61
5.2.2　程序结构形式 …… 62
5.2.3　工程项目程序结构 …… 63
5.3　程序块的编辑 …… 64
5.3.1　新建用户程序块 …… 64
5.3.2　LAD/STL/FBD 编辑器 …… 65
5.3.3　程序块的调用 …… 66
5.3.4　下载块到 CPU …… 66
5.3.5　监视程序运行 …… 67
任务 3　设计手动运行程序 …… 68
5.4　符号表 …… 68
5.4.1　定义全局符号 …… 68
5.4.2　使用全局符号 …… 69
任务 4　编辑项目的符号表 …… 71
5.5　开关量的控制 …… 72
5.5.1　逻辑与、或、异或指令 …… 72
5.5.2　置位、复位指令 …… 73
5.5.3　触发器的置位/复位指令 …… 74
5.5.4　影响 RLO 的指令 …… 74
5.5.5　边沿检测指令 …… 74
任务 5　设计启动物料灌装生产线运行的程序 …… 76
5.6　数据传送指令 …… 77
5.7　计数器的使用——计数统计 …… 77
5.7.1　计数器各端口的功能 …… 77
5.7.2　加减计数器的功能图 …… 78
5.8　定时器的使用——时间控制 …… 79
5.8.1　接通延时定时器 ODT …… 79
5.8.2　带保持的接通延时定时器 ODTS …… 81

5.8.3 关断延时定时器 OFFDT ····· 81
5.8.4 脉冲定时器 PULSE ····· 82
5.8.5 扩展脉冲定时器 PEXT ····· 83
任务 6 设计物料灌装生产线自动运行的程序 ····· 84
5.9 数据的运算操作 ····· 85
5.9.1 基本数学运算指令 ····· 85
5.9.2 比较指令 ····· 86
5.9.3 转换指令 ····· 86
任务 7 生产线数据处理 ····· 88
5.10 程序调试方法 ····· 88
5.10.1 S7-PLCSIM 仿真软件 ····· 88
5.10.2 使用程序编辑器调试程序 ····· 89
5.10.3 使用变量表调试程序 ····· 90
5.11 数据块的使用 ····· 92
5.11.1 数据的类型 ····· 92
5.11.2 定义全局数据块 ····· 93
5.11.3 完全表示方法访问数据块 ····· 94
5.11.4 数据块的应用 ····· 95
5.11.5 恢复数据块的初值 ····· 98
任务 8 应用数据块进行计数统计 ····· 98
5.12 编写带形参的函数 ····· 99
5.12.1 任务要求——故障报警 ····· 99
5.12.2 编写带形参的 FC ····· 99
5.12.3 编写带形参的 FB ····· 101
5.12.4 调用修改了参数的函数 FC 或 FB ····· 104
任务 9 生产线故障报警 ····· 105
5.13 故障诊断 ····· 105
5.13.1 模块信息 ····· 106
5.13.2 硬件诊断 ····· 107
5.13.3 参考数据 ····· 109
5.13.4 重新接线 ····· 114
任务 10 重新接线点动传送带电动机 ····· 118
5.14 组织块与中断系统 ····· 119
5.14.1 组织块的类型与优先级 ····· 119
5.14.2 启动组织块 ····· 119
5.14.3 中断组织块 ····· 120
5.14.4 组织块的启动信息 ····· 124

任务 11　日期时间中断组织块的应用 …… 125
5.15　模拟量的处理方法 …… 126
5.15.1　模拟量模板的用途 …… 126
5.15.2　量程卡的设置 …… 126
5.15.3　AI/AO 地址分配 …… 126
5.15.4　模拟量输入模块的组态 …… 127
5.15.5　模拟量输出模块的组态 …… 129
5.15.6　模拟量转换的数值表达方式 …… 131
5.15.7　模拟量的规范化 …… 132
任务 12　模拟量液位值的处理 …… 134
第 6 章　PLC 的网络通信技术及应用 …… 135
6.1　通信基础知识 …… 135
6.1.1　数据传输方式 …… 135
6.1.2　数据传送方向 …… 135
6.1.3　传输介质 …… 136
6.1.4　串行通信接口 …… 136
6.1.5　西门子工业网络通信 …… 137
6.2　PROFIBUS 网络概述 …… 138
6.2.1　PROFIBUS 的优点 …… 138
6.2.2　PROFIBUS 的访问机理 …… 139
6.2.3　PROFIBUS 的通信协议 …… 139
6.2.4　PROFIBUS 的网络特性 …… 140
6.2.5　PROFIBUS 网络连接部件 …… 141
6.3　PROFIBUS-DP 网络的主站与从站 …… 143
6.3.1　PROFIBUS-DP 网络中的主站 …… 143
6.3.2　PROFIBUS-DP 网络中的从站 …… 143
6.3.3　PROFIBUS 通信处理器 …… 145
6.4　建立 PROFIBUS-DP 网络 …… 146
6.4.1　集成 DP 接口的 CPU 作主站 …… 146
6.4.2　CP342-5 作为主站 …… 150
任务 13　组态 PROFIBUS-DP 网络 …… 157
6.5　PROFIBUS-DP 网络故障诊断 …… 157
6.5.1　故障指示灯 LED …… 157
6.5.2　用 STEP7 软件进行网络诊断 …… 158
6.5.3　通过组织块 OB86 进行诊断 …… 159
6.5.4　用 BT200 进行硬件测试与诊断 …… 162
第 7 章　WinCC 监控系统 …… 164
7.1　人机界面概述 …… 164
7.1.1　HMI 的主要任务 …… 164

7.1.2 HMI 产品 …… 164
7.1.3 WinCC 的特点 …… 165
7.1.4 HMI 项目设计方法 …… 165
7.2 项目管理器 …… 166
7.2.1 启动 WinCC 项目管理器 …… 166
7.2.2 WinCC 项目管理器的结构 …… 166
7.2.3 项目类型 …… 167
7.2.4 创建和编辑项目 …… 168
7.2.5 运行项目 …… 174
7.2.6 复制项目 …… 175
任务 14 建立物料灌装自动生产线监控项目 …… 175
7.3 组态变量 …… 175
7.3.1 变量管理器 …… 176
7.3.2 通信驱动程序 …… 177
7.3.3 创建和编辑变量 …… 180
任务 15 建立 WinCC 与 PLC 的通信连接 …… 181
7.4 创建过程画面 …… 182
7.4.1 WinCC 图形编辑器 …… 182
7.4.2 组态过程画面 …… 186
7.4.3 对象动态化举例 …… 191
任务 16 组态物料灌装自动生产线监控画面 …… 216
7.5 过程值归档 …… 216
7.5.1 组态过程值归档 …… 216
7.5.2 显示过程数据 …… 219
7.5.3 使用 WinCC 变量模拟器 …… 223
任务 17 显示液位值和温度值趋势图 …… 225
7.6 消息系统 …… 226
7.6.1 组态报警系统 …… 227
7.6.2 报警显示 …… 234
任务 18 编辑监控系统报警消息 …… 236
7.7 报表系统 …… 236
7.7.1 报表系统概述 …… 236
7.7.2 组态报警消息报表 …… 236
7.7.3 组态过程值表格报表 …… 239
7.7.4 组态过程值趋势图报表 …… 241
7.8 用户管理 …… 242
任务 19 组态用户管理系统 …… 245
7.9 基于 OPC 的数据访问 …… 245
7.9.1 OPC 的概念 …… 245

7.9.2 WinCC 支持的 OPC 服务器规范 …… 246
7.9.3 WinCC 作为 OPC DA 服务器 …… 247
7.9.4 WinCC 作为 OPC DA 客户机 …… 251
任务 20 组态 WinCC 与 Microsoft Excel 的连接 …… 255
附录 任务分析与讨论 …… 256
任务 3 设计手动运行程序 …… 256
任务 5 设计启动物料灌装生产线运行的程序 …… 257
任务 6 设计物料灌装生产线自动运行的程序 …… 258
任务 7 生产线数据处理 …… 261
任务 11 日期时间中断组织块的应用 …… 264
任务 12 模拟量液位值的处理 …… 265
参考文献 …… 268

第 1 章　工业自动化系统概述

传统的自动化系统大多是以单元生产设备为核心进行检测与控制，生产设备之间易形成“自动化孤岛效应”。这种“自动化孤岛效应”式的单机自动化缺乏信息资源的共享和生产过程的统一管理，已无法满足现代工业生产的要求。

随着计算机和网络通信技术的发展，企业对生产过程的自动控制和信息通信提出了更高的要求。工业自动化系统已经从单机的可编程序控制器（Programmable Controller，PLC）控制发展到多 PLC 以及包含人机界面（Human Machine Interface，HMI）的网络控制。目前 PLC 技术、网络通信技术和 HMI 监控技术已广泛应用于现代工业的各个方面，涵盖了“产品制造”与“过程控制”领域，包括钢铁、机械、冶金、石化、玻璃、水泥、水处理、垃圾处理、食品和饮料业、包装、港口、纺织、石油和天然气、电力、汽车等各个行业。

以西门子公司的自动化技术为例，图 1-1 展示了其工业自动化控制系统的组成。图中 SIMATIC 是 SIEMENS AUTOMATIC 的缩写。在一个全集成自动化（Totally Integrated Automation，TIA）平台中，以控制器 PLC 为核心，通过网络技术向下可以连接远程 I/O 从站，向上可以与 HMI 设备进行信息传输，实现了高度一致的数据管理，统一的编程和组态环境以及标准化的网络通信体系结构，为从现场级到控制级的生产及过程控制提供了统一的全集成系统平台。

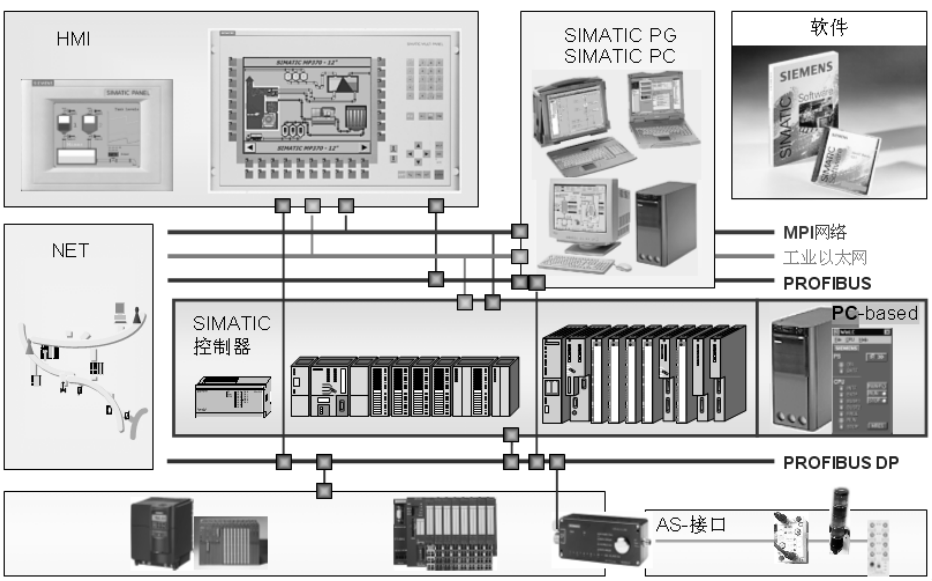


图 1-1　西门子工业自动化系统

本书基于 SIMATIC 自动化技术的应用，通过工程项目设计实例使读者快速掌握自动化系统的核心技术及其设计方法。

第 2 章　可编程序控制器基础

可编程序控制器是工业自动化的基础平台。在工业现场用于对大量的数字量和模拟量进行检测与控制，例如电磁阀的开/闭，电动机的启/停，温度、压力、流量等参数的 PID 控制等。在学习自动化系统设计之前，首先了解自动化系统的核心部件可编程序控制器的基础知识。

2.1　可编程序控制器的产生和定义

可编程序控制器是将计算机技术、自动化技术和通信技术融为一体，专为工业环境下应用而设计的新型工业控制装置。

20 世纪 60 年代，生产过程及各种设备的控制主要是继电器控制系统。继电器控制简单、实用，但存在着明显的缺点：控制设备体积大，动作速度慢，可靠性低，特别是由于它靠硬连线逻辑构成的系统，接线复杂，一旦动作顺序或生产工艺发生变化时，就必须进行重新设计、布线、装配和调试，所以通用性和灵活性都较差。生产企业迫切需要一种使用方便灵活、性能完善、工作可靠的新一代生产过程自动控制系统。

1968 年美国最大的汽车制造商通用汽车公司（GM），为了适应汽车型号不断更新的需要，想寻找一种方法，尽可能减少重新设计系统和接线的工作量，降低成本。为此，美国通用汽车公司公开招标，提出需要一种新型的工业控制装置，既保留继电器控制系统的简单易懂、操作方便和价格便宜等优点，又具有较强的控制功能性、灵活性和通用性。

1969 年美国数字公司（DEC）根据招标的要求研制出了世界上第一台可编程序逻辑控制器（Programmable Logic Controller，PLC），并在通用公司汽车生产线上首次应用成功。初期的 PLC 仅具备逻辑控制、定时、计数等功能，只是用它来取代继电器控制。

20 世纪 70 年代中期，由于计算机技术的迅猛发展，PLC 采用通用微处理器为核心，不再局限于逻辑控制，具有了函数运算、高速计数、中断技术和 PID 控制等功能，并可与上位机通信、实现远程控制，故改称为可编程序控制器（Programmable Controller，PC）。但由于 PC 已成为个人计算机（Personal Computer）的代名词，为了不与之混淆，人们习惯上仍将可编程序控制器简称为 PLC。经过短短几十年的发展，可编程序控制器已经成为自动化技术的三大支柱（PLC、机器人和 CAD / CAM）之一。

1982 年 11 月国际电工委员会（IEC）制定了 PLC 的标准，在 1987 年 2 月颁布的第三稿中，对可编程序控制器的定义是：

“可编程序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命令，并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。可编程序控制器及其有关的设备，都应按照易于与工业控制系统联成一个整体，易于扩充功能的原则而设计。”

由 PLC 的定义可以看出：PLC 具有与计算机相似的结构，是一种工业通用计算机；PLC 为适应各种较为恶劣的工业环境而设计，具有很强的抗干扰能力，这也是 PLC 区别于

一般微机控制系统的一个重要特征；PLC 必须经过用户二次开发编程才能使用。

2.2 可编程序控制器的特点

可编程序控制器的特点如下：

1．可靠性高，抗干扰能力强

微型计算机虽然具有很强的功能，但抗干扰能力差，工业现场的电磁干扰、电源波动、机械振动、温度和湿度的变化等都可以使一般通用微机不能正常工作。而 PLC 是专为工业环境应用而设计的，已在 PLC 硬件和软件的设计上采取了措施，使 PLC 具有很高的可靠性。

在硬件方面，采用严格的生产工艺制造，内部电路采取了先进的抗干扰技术，对易受干扰影响工作的部件采取了电和磁的屏蔽，对 I/O 口采用了光电隔离。因此，对于可能受到的电磁干扰、高低温及电源波动等影响，PLC 具有很强的抗干扰能力。

在软件方面，采用故障检测、诊断、信息保护和恢复等手段，一旦发生异常 CPU 立即采取有效措施，防止故障扩大，使 PLC 的可靠性大大提高。

2．结构简单，应用灵活

PLC 发展到今天，已经形成了大、中、小各种规模的系列化产品，并且已经标准化、系列化、模块化，配备各种输入输出信号模块、通信模块及一些特殊功能模块。针对不同的控制对象，用户能灵活方便地进行系统配置，组成不同功能、不同规模的控制系统。当生产工艺要求发生变化时，不需要重新接线，通过编写应用软件，就可以实现新工艺要求的控制功能。

3．编程方便，易于使用

PLC 采用了与继电器控制电路有许多相似之处的梯形图作为主要的编程语言，程序形象直观，指令简单易学，编程步骤和方法容易理解和掌握，不需要具备专门的计算机知识，只要具有一定的电工和电气控制工艺知识的人员都可在短时间内学会。

4．功能完善，适用性强

PLC 具有对数字量和模拟量很强的处理功能，如逻辑运算、算术运算、特殊函数运算等。PLC 具有常用的控制功能，如 PID 闭环回路控制、中断控制等。PLC 可以扩展特殊功能，如高速计数、电子凸轮控制、伺服电动机定位、多轴运动插补控制等。PLC 可以组成多种工业网络，实现数据传送、HMI 监控等功能。

2.3 可编程序控制器的应用

由于 PLC 自身的特点和优势，在工业控制中已得到广泛应用，包括机械、冶金、化工、电力、运输、建筑等众多行业。PLC 主要的应用领域包括以下几个方面：

1．逻辑控制

逻辑控制是 PLC 最基本的应用，它可以取代传统的继电器控制装置，如机床电气控制、各种电动机控制等，可实现组合逻辑控制、定时控制和顺序逻辑控制等功能。PLC 的逻辑控制功能既可以用于单机控制，也可以用于多机群控制以及自动生产线控制，其应用领域已遍及各行各业。

2．运动控制

PLC 使用专用的运动控制模块，可对直线运动或圆周运动的位置、速度和加速度进行控

制，实现单轴、双轴和多轴联动控制。PLC 的运动控制功能可用于各种机械，如金属切削机床、金属成型机械、机器人、电梯等，可方便地实现机械设备的自动化控制。

3．闭环过程控制

过程控制是指对温度、压力、流量等连续变化的模拟量的闭环控制。PLC 通过其模拟量 I/O 模块以及数据处理和数据运算等功能，实现对模拟量的闭环控制。

4．工业网络通信

PLC 的通信包括主机与远程 I/O 之间的通信、多台 PLC 之间的通信和 PLC 与其他智能设备（如计算机、HMI 设备、变频器、数控装置等）之间的通信。PLC 与其他智能控制设备一起，可以组成“集中管理、分散控制”式的分布式控制系统。

2.4 可编程序控制器的分类

为满足工业控制要求，PLC 的生产制造商不断推出具有不同性能和内部资源的 PLC，形式多样。在对 PLC 进行分类时，通常采用以下三种方法。

2.4.1 按照 I/O 点数容量分类

按照 PLC 的输入/输出点数、存储器容量和功能分类，可将 PLC 分为小型机、中型机和大型机。

1．小型机

小型 PLC 的功能一般以开关量控制为主，其输入/输出总点数一般在 256 点以下，用户存储器容量在 4KB 以下。现在的高性能小型 PLC 还具有一定的通信能力和少量的模拟量处理能力。这类 PLC 的特点是价格低廉，体积小巧，适用于单机或小规模生产过程的控制。例如，西门子的 S7-200 系列和新型的 S7-1200 系列 PLC 属于小型机。

2．中型机

中型 PLC 的输入/输出总点数在 256～1024 点之间，用户存储器容量为 2～64KB。中型 PLC 不仅具有开关量和模拟量的控制功能，还具有更强的数字计算能力，它的网络通信功能和模拟量处理能力更强大。中型机的指令比小型机更丰富，适用于复杂的逻辑控制系统以及连续生产过程的过程控制场合。例如，西门子的 S7-300 系列 PLC 属于中型机。

3．大型机

大型 PLC 的输入/输出总点数在 1024 点以上，用户存储器容量为 32KB ～ 几 MB。大型 PLC 的性能已经与工业控制计算机相当，它具有非常完善的指令系统，具有齐全的中断控制、过程控制、智能控制和远程控制功能，网络通信功能十分强大，向上可与上位监控机通信，向下可与下位计算机、PLC、数控机床、机器人等通信。适用于大规模过程控制、分布式控制系统和工厂自动化网络。例如，西门子的 S7-400 系列 PLC 属于大型机。

以上划分没有一个十分严格的界限，随着 PLC 技术的飞速发展，某些小型 PLC 也具有中型或大型 PLC 的功能，这也是 PLC 的发展趋势。

2.4.2 按照结构形式分类

根据 PLC 结构形式的不同，PLC 主要可分为整体式和模块式两类。