



21世纪高等职业技术教育 机电一体化专业规划教材
数控技术

可编程控制器

原理与应用

■ 主编 范次猛

Kebiancheng kongzhiqi
yuanli yu yingyong



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS



中国矿业大学北京

可编程控制器

原理与应用

第2版

张耀明 主编
张耀明 张耀明 张耀明
张耀明 张耀明 张耀明



中国矿业大学出版社
CHINA UNIVERSITY OF GEOSCIENCES PRESS

21 世纪高等职业技术教育机电一体化·数控技术专业规划教材

可编程控制器 原理与应用

主编 范次猛

 北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

可编程控制器 (PLC) 的应用几乎遍及所有工业企业, 是工业现代化的一个重要标志。本书以松下 FPI 系列可编程控制器为例系统地介绍了 PLC 的基础知识、工作原理、控制指令、编程语言和编程方法、控制系统的设计与应用、安装、维护及通信, 并用较大的篇幅介绍了一些应用实例。

本书可作为高职高专电气工程、机电一体化专业学生的教材, 也可作为工程技术人员学习 PLC 的参考书。

版权专有 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

可编程控制器原理与应用 / 范次猛主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2006. 8

ISBN 7-5640-0687-0

I. 可… II. 范… III. 可编程序控制器-高等学校: 技术学校-教材
IV. TP332. 3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 081227 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (办公室) 68944990 (批销中心) 68911084 (读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京国马印刷厂

开 本 / 787 毫米 × 960 毫米 1/16

印 张 / 19.75

字 数 / 402 千字

版 次 / 2006 年 8 月第 1 版 2006 年 8 月第 1 次印刷

印 数 / 1 ~ 3000 册

定 价 / 25.00 元

责任校对 / 张 宏

责任印制 / 母长新

图书出现印装质量问题, 本社负责调换

出版说明

当前，高度发达的制造业和先进的制造技术已经成为衡量一个国家综合经济实力和科技水平的重要标志之一，成为一个国家在竞争激烈的国际市场上获胜的关键因素。

如今，中国已成为制造业大国，但还不是制造业强国。我们要从制造业大国走向制造业强国，必须大力发展以数控技术为主的先进制造技术，提高计算机辅助设计与制造（CAD/CAM）的技术水平。

制造业要发展，人才是关键。尽快培养一批高技能人才和高素质劳动者，是先进制造业实现技术创新和技术升级的迫切要求。高等职业教育既担负着培养高技能人才的任务，也为自身的发展提供了难得的机遇。

为适应制造业的深层次发展和数控技术的广泛应用，根据高等职业教育发展与改革的新形势，北京理工大学出版社组织知名专家、学者，与生产制造企业的技术人员反复研讨，以教育部《关于加强高职高专人才培养工作的若干意见》等文件对高职高专人才培养的要求为指导思想，确立了“满足制造业对人才培养的需求，适应行业技术改革，紧跟前沿技术发展”的思路，编写了这套高职高专教材。本套教材力图实现：以培养综合素质为基础，以能力为本位，把提高学生的职业能力放在突出位置，加强实践性教学环节，使学生成为企业生产服务一线迫切需要的高素质劳动者；以企业需求为基本依据，以就业为导向，增强针对性，又兼顾适应性；课程设置和教学内容适应技术发展，突出机电一体化、数控技术应用专业领域的新知识、新技术、新工艺和新方法；教学组织以学生为主体，提供选择和创新的空間，构建开放、富有弹性、充满活力的课程体系，适应学生个性化发展的需要。

本套教材的主要特色有：

1. 借鉴国内外职业教育先进教学模式，顺应现代职业教育教学制度的改革趋势；
2. 以就业为导向，进行了整体优化；
3. 理论与实践一体化，强化了知识性和实践性的统一。

本套教材适合于作为高职高专院校机电一体化、数控技术、机械制造及自动化、模具设计与制造等专业的课程教学和技能培训用书。

北京理工大学出版社

前 言

本书是根据国家教育部数控技术应用专业技能紧缺人才培养方案和劳动与社会保障部制定的有关国家职业标准及相关的职业技能鉴定规范，结合编者多年的教学和实践经验编写而成的。

随着我国工业化进程的加速、产业结构的调整和升级，数控技术在现代企业中大量应用，使制造业朝着数字化的方向迈进。同时经济发展对高素质技能人才的需求不断上升，当前急需一大批能够熟练掌握数控技术基本知识和能力的数控应用型高素质人才。

可编程序控制器（简称 PLC），是以微处理器为核心的通用工业自动控制装置。它将传统的继电器控制技术与计算机技术和通信技术融为一体，具有结构简单、性能优越、可靠性高、灵活通用、易于编程、使用方便等优点。因此，近年来在工业自动控制、机电一体化、改造传统产业等方面得到广泛的应用，是工业自动化的三大技术支柱之一。

本书从实际应用出发，从 PLC 的产生、构成、工作原理、控制指令、编程方法及技巧、工程应用等方面进行了论述。在原理论述中力求深入浅出，以便为合理编程服务。本书主要以松下电工 FPI - C40 型 PLC 为例讲解控制指令、编程技巧，最后一章介绍了 OMRON C 系列 P 型 PLC。为使各指令易于理解及应用，书中附有大量例题及习题，以便学生通过学习对其他 PLC 产品触类旁通。在应用方面，根据工程设计实践及学生特点，采用了大量能被学生理解的控制过程作为应用实例，通过提出控制要求，给出部分引导性参考程序，充分调动学习的积极性，为更好应用 PLC 打下良好基础。

全书共分九章，第一、二章由江苏联合职业技术学院无锡交通分院刘阿玲编写，第三、

四、五、六、七、八章由无锡交通分院范次猛编写，第九章由无锡交通分院陈静编写，全书由范次猛任主编并统稿。

由于编者学识和水平有限，书中难免存在缺点和错误，恳请同行和使用本书的广大读者批评指正。

编者

目 录

第 1 章 可编程控制器的基础知识	(1)
1.1 概论	(1)
1.2 PLC 的特点及控制功能	(5)
1.3 PLC 的分类	(7)
本章小结	(9)
习题与思考题	(9)
第 2 章 可编程控制器的结构及工作原理	(10)
2.1 PLC 系统的组成及功能	(10)
2.2 可编程控制器的等效电路	(17)
2.3 PLC 的主要逻辑部件	(20)
2.4 PLC 的编程语言	(23)
2.5 PLC 的基本工作原理	(26)
2.6 PLC 的主要技术指标	(28)
本章小结	(30)
习题与思考题	(30)
第 3 章 松下电工 FP1 系列可编程控制器	(32)
3.1 FP 系列产品的分类及特点	(32)
3.2 FP1 系列产品的硬件组成	(35)
3.3 FP1 的内部寄存器及 I/O 配置	(41)
本章小结	(47)
习题与思考题	(47)
第 4 章 FP1 的指令系统	(49)
4.1 基本顺序指令	(49)

4.2	基本功能指令	(62)
4.3	基本控制指令	(79)
4.4	比较指令	(94)
4.5	高级指令	(103)
	本章小结	(113)
	习题与思考题	(114)
第5章	可编程控制器应用举例	(122)
5.1	电机正、反转控制	(122)
5.2	电机星形 - 三角形启动控制	(124)
5.3	运料小车自动往返运动控制	(126)
5.4	绕线式异步电机转子串电阻启动控制	(128)
5.5	周期性通断控制	(130)
5.6	多级皮带输送机控制	(132)
5.7	自动开关门控制	(134)
5.8	自动注油控制	(136)
5.9	传送带卡阻检测与报警控制	(137)
5.10	分段传送带电机控制	(139)
5.11	汽车自动清洗控制	(141)
5.12	瓶签检测控制	(143)
5.13	产品质检与分选控制	(145)
5.14	液压动力滑台运动控制	(146)
5.15	霓虹灯闪烁控制	(148)
5.16	十字路口交通信号灯控制	(151)
5.17	送料小车随机运动控制	(154)
5.18	工业机械手控制	(157)
5.19	电梯控制	(162)
5.20	全自动洗衣机控制	(168)
	本章小结	(171)
	习题与思考题	(172)
第6章	FP1 的特殊功能及功能模块	(178)
6.1	FP1 的特殊功能及指令	(178)
6.2	FP1 的功能模块	(185)

6.3 FPI 的通信与网络	(188)
本章小结	(194)
习题与思考题	(195)
第7章 FPWIN GR 编程软件的使用	(196)
7.1 FPWIN GR 的启动和退出	(196)
7.2 FPWIN GR 的基本操作	(200)
7.3 FPWIN GR 的程序编辑	(204)
7.4 传输程序	(220)
7.5 程序保存与打印	(230)
第8章 PLC 系统的安装与维护	(235)
8.1 PLC 的安装与接线	(235)
8.2 PLC 的维护	(239)
本章小结	(241)
习题与思考题	(242)
第9章 OMRON C 系列 P 型可编程控制器	(243)
9.1 概述	(243)
9.2 C 系列 P 型 PLC 的软继电器及其编号	(246)
9.3 基本指令及编程方法	(250)
9.4 定时器、计数器指令及编程方法	(254)
9.5 功能指令及编程方法	(262)
本章小结	(279)
习题与思考题	(280)
附录一 指令表	(283)
附录二 特殊内部继电器表	(295)
附录三 特殊数据寄存器表	(298)
附录四 C 系列 P 型 PLC 功能指令一览表	(302)
参考文献	(305)

第 1 章

可编程控制器的基础知识

1.1 概 论

可编程控制器是以微处理器为核心,综合计算机技术、自动控制技术和通信技术发展起来的一种新型工业自动控制装置。经过 30 多年的发展,在工业生产中获得极其广泛的应用。目前,可编程控制器成为工业自动化领域中最重要、应用最多的控制装置之一,居工业自动化三大支柱(可编程控制器、机器人、计算机辅助设计与制造)的首位。其应用的深度和广度成为衡量一个国家工业自动化程度高低的标志。

1.1.1 可编程控制器的定义

由于早期的可编程控制器主要是用来替代接触器-继电器控制系统,因此功能较为简单,只能进行开关量逻辑控制,称为可编程逻辑控制器(Programmable Logic Controller, PLC)。

随着微电子技术、计算机技术和通信技术的发展,20 世纪 70 年代后期微处理器被用作可编程控制器的中央处理单元(Central Processing Unit, CPU),从而大大扩展了可编程控制器的功能,除了进行开关量逻辑控制外,还具有模拟量控制、高速计数、PID 回路调节、远程 I/O 和网络通信等许多功能。1980 年,美国电气制造商协会正式将其命名为可编程控制器(Programmable Controller, PC)。

国际电工委员会(IEC)在 1987 年 2 月颁布的可编程控制器标准草案的第三稿中将其定义为:“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,并通过数字式、模拟式的输入和输出,控制各种类型的机械或生产过程。可编程控制器及其有关设备,都应按易于与工业控制系统连成一个整体、易于扩充其功能的原则设计。”

从上述定义可以看出,可编程控制器是“专为在工业环境下应用而设计”的“一种数字运算操作的电子系统”,因此,可以认为其实质是一台工业控制计算机。为避免与个人计

算机 (Personal Computer) 的简称 PC 相混淆, 人们通常仍习惯地把可编程控制器简称为 PLC, 本书中也统一使用 PLC 的表示方法。

1.1.2 可编程控制器的由来

早期工业生产中广泛使用的电气自动控制系统是接触器 - 继电器控制系统, 所谓接触器 - 继电器控制系统就是用导线把各种继电器、接触器、开关及其触点, 按一定的逻辑关系连接起来所构成的控制系统。它具有价格低廉、对维护技术要求不高的优点, 适用于工作模式固定、控制要求简单的场合, 缺点是系统的布线连接不易更新、功能不易扩展, 可靠性不高。对一些比较复杂的控制系统来讲, 查找和排除故障往往十分困难。另外, 当产品更新、生产工艺发生变化时, 接触器 - 继电器控制系统的元件和接线也须做相应的变动, 而且这种变动工作量很大, 工期长, 费用高。

随着 20 世纪工业生产的迅速发展, 市场竞争越来越激烈, 工业产品更新换代的周期日趋缩短, 新产品不断涌现, 传统的接触器 - 继电器控制系统难以满足现代社会小批量、多品种、低成本、高质量的生产方式的要求, 因此, 迫切需要一种新的更先进的自动控制装置来取代传统的接触器 - 继电器控制系统。20 世纪 60 年代初, 随着电子技术在自动控制领域中的应用, 出现了半导体逻辑元件装置, 利用半导体二极管、三极管和中小规模集成电路构成的逻辑式顺序控制器, 具有体积小、无触点、可靠性较高和动作顺序变更更方便等优点; 其缺点是控制规模较小 (一般输入输出点数不超过 64 点)、程序编写不够灵活。随着计算机技术的发展, 曾用小型计算机取代接触器 - 继电器控制系统实现控制目标, 但是由于计算机对使用环境要求较高, 而且现场的输入输出信号与计算机本身不匹配, 同时计算机程序的编写较复杂, 使用者需要掌握一定的计算机技术, 一般工程技术人员不易熟练运用, 加上计算机成本高, 因而一直没有得到广泛应用。

1968 年, 美国通用汽车公司 (GM) 为适应汽车工业激烈的竞争, 满足汽车型号不断更新的要求, 向制造商公开招标, 想寻求一种取代传统接触器 - 继电器控制系统的新的控制装置, 并提出 10 条要求:

- ① 编程方便, 可在现场修改程序;
- ② 维修方便, 最好是插件式结构;
- ③ 可靠性高于继电器控制装置;
- ④ 体积小于继电器控制装置;
- ⑤ 数据可以直接输入管理计算机;
- ⑥ 可以直接用交流 115 V 电压输入;
- ⑦ 输出为交流 115 V 电压, 负载电流要求 2 A 以上, 可直接驱动电磁阀、接触器等负载元件;
- ⑧ 通用性强, 易扩展, 扩展时原系统只需稍作变更;

- ⑨ 用户存储器容量大于4 KB;
- ⑩ 成本可与继电器控制装置竞争。

这就是著名的GM 10条。1969年,美国数字设备公司(DEC)根据以上要求,研制出了第一台可编程控制器,型号为PDP-14,用它取代传统的接触器-继电器控制系统在美国通用汽车公司的汽车自动装配线上使用,取得了成功。随后,这种新型的工业控制装置很快就在美国其他工业领域得到推广使用。1971年,日本从美国引进了这项新技术,并很快研制成功了日本第一台可编程控制器。1973年至1974年,德国、法国也相继研制成功了他们的可编程控制器。我国从1974年开始研制,1977年研制成功了以一位微处理器MC14500为核心的可编程控制器,并开始应用于工业生产控制。

从第一台PLC诞生至今,PLC大致经历了4次更新换代。

第1代PLC,多数用1位机开发,采用磁芯存储器存储,仅具有逻辑控制、定时、计数功能。

第2代PLC,使用了8位微处理器及半导体存储器,其产品逐步系列化,功能也有所增强,已能实现数字运算、传送、比较等功能。

第3代PLC,采用了高性能微处理器及位片式CPU,工作速度大幅度提高,同时促使其向多功能和联网方向发展,并具有较强的自诊断能力。

第4代PLC,不仅全面使用16位、32位微处理器作为CPU,内存容量也更大。可以直接用于一些规模较大的复杂控制系统;编程语言除了可使用传统的梯形图、流程图等外,还可使用高级语言;外设也更加多样化。

目前,世界上有上百家工厂生产可编程控制器,竞争十分激烈,可编程控制器的品种、规格繁多,产品的更新换代也很快,平均每两年左右便有新一代产品问世。

1.1.3 PLC的发展趋势

1. 在系统构成规模上,PLC向大、小两个方向发展

近年来,随着微电子技术、计算机技术和通信技术的快速发展,PLC的结构和功能不断改进,应用范围迅速扩大。目前,PLC在规模上的发展有两个主要趋势:其一是向体积更小、速度更快、功能更强、价格更低的小型化或微型化方向发展,以至完全取代接触器-继电器控制系统,适应复杂单机、数控机床和工业机器人等领域的控制要求;其二是向大容量、高速度、多功能的大型高档PLC方向发展。目前,开关量输入输出点数达到8192点以上的大型PLC不在少数,随着控制系统规模的不断扩大,输入输出点数还在快速增加,有的已经超过16000点,大型PLC不但容量大,运算速度快(如三菱公司的A3A型PLC的指令扫描速度可达 $0.15\ \mu\text{s}/\text{步}$),而且具有PID、多轴定位、高速计数、远程I/O、光纤通信等多种功能,能与计算机组成多级分布式控制系统,实现对工厂生产全过程的集中管理。

2. 开发各种智能模块，不断增强过程控制能力

为满足工业自动化各种控制系统的需要，国内外众多 PLC 生产厂家不断致力于开发各种新器件和智能 I/O 模块。智能 I/O 模块是以微处理器为基础的功能部件，模块的 CPU 与 PLC 的主 CPU 并行工作，可以大大减少占用主 CPU 的时间，有利于提高 PLC 的扫描速度；又可以使模块具有自适应、参数自整定等功能，使调试时间减少，控制精度得到提高，极大地增强了 PLC 的过程控制能力。智能 I/O 模块目前主要有模拟 I/O 模块、PID 回路控制模块、机械运动控制（如轴定位、步进电机控制等）模块、高速计数模块等。

3. 向网络化发展，通信联网功能不断增强

日前，几乎所有的 PLC 都具有通信联网功能，加强 PLC 的联网能力已成为 PLC 产品的发展趋势之一。PLC 的通信联网功能可使 PLC 之间、PLC 与计算机之间相互交换信息，实现近距离或远距离通信，形成一个统一的分散集中控制系统。由于历史的原因，各个厂家的 PLC 通信协议往往是专用的，因此，各厂家的 PLC 产品之间难以互相兼容。近年来，许多 PLC 生产厂家都在努力使自己的产品与制造自动化协议（MAP）兼容，这将使不同机型的 PLC 之间、PLC 与计算机之间能方便地进行通信与联网，实现资源共享。

4. 编程语言与编程工具向标准化和高级化方向发展

PLC 的编程语言主要有梯形图、流程图、专用语言指令等。其中最常用的是梯形图，深受用户的欢迎，因此得到了广泛的应用。目前，美国、法国、日本等生产的 PLC 产品在基本控制方面的编程语言均采用梯形图，且已标准化。随着现代 PLC 产品应用领域的快速扩展，尤其是 PLC 在一些复杂的大规模的控制系统以及通信联网方面的应用，仅靠梯形图编程已经不够，因此，近年来 PLC 编程语言出现了向高级语言（如 BASIC、Pascal、C、FORTRAN 等）发展的趋势。

PLC 的编程工具以往主要有简易编程器和图形编程器两种。目前个人计算机也用于 PLC 编程，只要配上相应的硬件接口及软件包，就可作为编程器使用，能用多种编程语言编写用户程序，使用简单方便，应用日益广泛。

5. 发展容错技术

国外一些主要的 PLC 生产厂家为适应大规模、复杂控制系统及高可靠性控制场合对 PLC 产品的要求，在其生产的 PLC 中增加了容错功能，如双机热备、自动切换 I/O、双机表决（当输出状态与 PLC 的逻辑状态不符时，会自动断开该输出）和 I/O 三重表决（对 I/O 状态进行软硬件表决，采用三取二逻辑表决），以大幅提高 PLC 控制系统的可靠性。

1.2 PLC 的特点及控制功能

1.2.1 PLC 的特点

1. 可靠性高，抗干扰能力强

现代 PLC 采用了集成度很高的微电子器件，大量的开关动作由无触点的半导体电路来完成，其可靠程度是使用机械触点的接触器 - 继电器系统所无法比拟的。为了保证 PLC 在恶劣的工业环境下可靠工作，在其设计和制造过程中采取了一系列硬件和软件方面的抗干扰措施来提高它的可靠性。

硬件方面采取的主要措施有：

① 隔离。PLC 的输入、输出接口电路一般都采用光电耦合器来传递信号，这种光电隔离措施使外部电路与 PLC 内部之间完全隔绝了电的联系，有效地抑制了外部干扰源对 PLC 的影响，还可防止外部强电窜入内部 CPU。

② 滤波。在 PLC 电源电路和输入/输出 (I/O) 电路中设置多种滤波电路，可有效抑制高频干扰信号。

③ 在 PLC 内部对 CPU 供电电源采取屏蔽、稳压、保护等措施，防止干扰信号通过供电电源进入 PLC 内部，另外各个输入/输出 (I/O) 接口电路的电源彼此独立，以避免电源之间的互相干扰。

④ 内部设置连锁、环境检测与诊断等电路，一旦发生故障，立即报警。

⑤ 外部采用密封、防尘、抗振的外壳封装结构，以适应恶劣的工作环境。

软件方面采取的主要措施有：

① 设置故障检测与诊断程序，每次扫描都对系统状态、用户程序、工作环境和故障进行检测与诊断，发现出错后，立即自动做出相应的处理，如报警、保护数据和封锁输出等。

② 对用户程序及动态数据进行电池后备，以保障停电后有关状态及信息不会因此而丢失。

采用以上抗干扰措施后，一般 PLC 的抗电平干扰强度为峰值电压 1 000 V、脉宽 10 μ s，其平均无故障时间可高达 30 万 ~ 50 万小时以上。

2. 编程简单易学

PLC 采用与接触器 - 继电器控制线路图非常接近的梯形图作为编程语言，它既有继电器电路清晰直观的特点，又充分考虑到电气工人和技术人员的读图习惯；对使用者来说，几乎不需要专门的计算机知识，因此，易学易懂，程序改变时也容易修改。

3. 功能完善，适应性强

目前 PLC 产品已经标准化、系列化和模块化，不仅具有逻辑运算、计时、计数、顺序控制等功能，还具有 A/D、D/A 转换、算术运算及数据处理、通信联网和生产过程监控等功能。它能根据实际需要，方便灵活地组装成大小各异、功能不一的控制系统：既可控制一台单机、一条生产线，又可以控制一个机群、多条生产线；既可以现场控制，又可以远程控制。

针对不同的工业现场信号，如交流或直流、开关量或模拟量、电流或电压、脉冲或电位、强电或弱电等，PLC 都有相应的 I/O 接口模块与工业现场控制器件和设备直接连接，用户可以根据需要方便地进行配置，组成实用、紧凑的控制系统。

4. 使用简单，调试维修方便

PLC 的接线极其方便，只需将产生输入信号的设备（如按钮、开关等）与 PLC 的输入端子连接，将接收输出信号的被控设备（如接触器、电磁阀等）与 PLC 的输出端子连接，仅用螺丝刀即可完成全部接线工作。

PLC 的用户程序可在实验室模拟调试，输入信号用开关来模拟，输出信号可以用 PLC 的发光二极管来模拟。调试后再将 PLC 在现场安装通调。调试工作量要比接触器 - 继电器控制系统少得多。

PLC 的故障率很低，并且有完善的自诊断功能和运行故障指示装置。一旦发生故障，可以通过 PLC 机上各种发光二极管的亮灭状态迅速查明原因，排除故障。

5. 体积小、质量小、功耗低

由于 PLC 采用半导体大规模集成电路，因此整个产品结构紧凑、体积小、质量小、功耗低，所以，PLC 很容易装入机械设备内部，是实现机电一体化的理想的控制设备。

1.2.2 PLC 的控制功能

PLC 的应用范围极广，经过 30 多年的发展，目前 PLC 已经广泛应用于冶金、石油、化工、建材、电力、矿山、机械制造、汽车、交通运输、轻纺、环保等各行各业。几乎可以说，凡是有控制系统存在的地方就有 PLC。概括起来，PLC 的应用主要有以下 5 个方面。

1. 开关量控制

这是 PLC 最基本的应用领域，可用 PLC 取代传统的接触器 - 继电器控制系统，实现逻辑控制和顺序控制。在单机控制、多机群控和自动生产线控制方面都有很多成功的应用实例，如机床电气控制、起重机、皮带运输机和包装机械的控制，注塑机的控制，电梯的控制，饮料灌装生产线、家用电器（电视机、冰箱、洗衣机等）自动装配线的控制，汽车、化工、造纸、轧钢自动生产线的控制等。

2. 模拟量控制

目前，很多 PLC 都具有模拟量处理功能，通过模拟量 I/O 模块可对温度、压力、速度、