

“十二五”职业教育国家规划教材
创新机电一体化系列教材

可编程控制器应用 (OMRON 为主体)

总主编 ◎ 吕景泉

主 编 ◎ 蒋庆斌

副主编 ◎ 王 斌 李 蕊



华东师范大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

可编程控制器应用. OMRON 为主体 / 蒋庆斌主编. —
上海: 华东师范大学出版社, 2014. 2
十二五创新机电一体化系列教材
ISBN 978-7-5675-1733-2

I. ①可… II. ①蒋… III. ①可编程序控制器—高等
职业教育—教材 IV. ①TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 024247 号

可编程控制器应用(OMRON 为主体)

总 主 编 吕景泉
主 编 蒋庆斌
项目编辑 吴 余
装帧设计 创图文化

出版发行 华东师范大学出版社
社 址 上海市中山北路 3663 号 邮编 200062
网 址 www.ecnupress.com.cn
电 话 021-60821616 行政传真 021-62572105
客服电话 021-62865537 门市(邮购)电话 021-62869887
地 址 上海市中山北路 3663 号华东师范大学校内先锋路口
网 店 <http://hdsdcbs.tmall.com>

印 刷 者 成都市海翔印务有限公司
开 本 787×1092 16 开
印 张 18
字 数 450 千字
版 次 2014 年 6 月第 1 版
印 次 2014 年 6 月第 1 次
书 号 ISBN 978-7-5675-1733-2/TB·072
定 价 41.50 元

出 版 人 朱杰人

(如发现本版图书有印订质量问题,请寄回本社客服中心调换或电话 021-62865537 联系)

目 录



绪论 项目引导——教学设计	1
项目一 认识 PLC	3
任务一 了解 PLC 的产生背景及应用情况	4
任务二 认识 PLC 的基本组成及工作原理	12
任务三 认识 NJ 系列 PLC	21
知识技能训练	30
项目二 往返小车控制系统的设计	31
任务一 三相异步电动机自锁控制系统的设计	32
任务二 三相异步电动机接触器正反转控制系统的设计	47
任务三 自动往返小车控制系统的设计	61
知识技能训练	75
项目三 流动彩灯控制系统的设计	76
任务一 单灯控制程序的设计	77
任务二 流动彩灯控制系统的设计	93
知识技能训练	114
项目四 供料系统的设计	115
任务一 供料系统的硬件分析与认识	116
任务二 供料系统的程序设计	135
知识技能训练	143

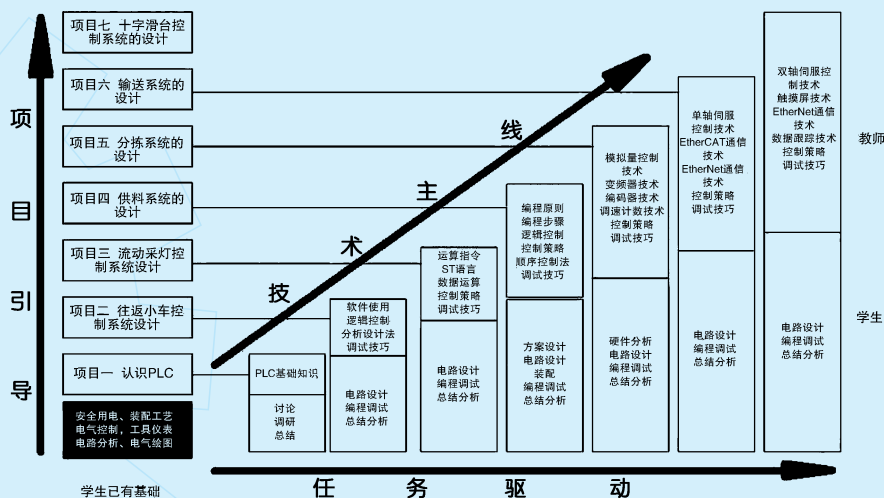


项目五 分拣系统的设计	145
任务一 传送带程序的设计	146
任务二 分拣系统程序的设计	161
知识技能训练	177
项目六 输送系统的设计	178
任务一 输送系统的硬件分析与认识	179
任务二 伺服系统控制程序的设计	193
任务三 输送系统的程序设计	215
知识技能训练	231
项目七 十字滑台控制系统的设计	232
任务一 十字滑台系统控制程序的仿真与运行	233
任务二 NS 触摸屏与 NJ 系列 PLC 的通信程序设计	257
知识技能训练	275
知识技能训练答案	276
参考文献	280

绪论 项目引导——教学设计

一、指导思想

本教材按照“项目载体、技术主线、任务驱动”的指导思路设计（图绪-1）。通过项目载体，将岗位需求融入项目，整合理论知识和实践知识，培养职业能力，实现教学内容和岗位职业能力培养的对接；通过技术主线，抓住职教课程的技术本质，解决项目课程存在的覆盖面窄、技术丢失等问题；通过任务驱动，便于教学目标的分层设定，适应“模仿、改进和创新”的“技术学习”规律，满足集中教学和分组教学相结合、过程评价和结果评价相结合的教学实施过程，进一步提高教学效率。



图绪-1 教材设计思路示意图

二、教学设计

1. 配备有实践经验的双师型教学团队

配备具有电气自动化专业基本知识,熟悉 PLC 综合应用技术,有较强的教学及项目开发能力的“双师”素质专业教师队伍。

2. 采用分组教学和集中教学相结合的教学组织形式

在完成工作任务时，按照组间同质、组内异质的原则实施分组教学，学

生之间轮换角色定位，分别承担硬件设计、软件编程等工作任务，教师负责组织、安排、指导和管理各个小组的活动。为提高教学效率，在任务安排、主题讲解、汇报成果等阶段可以实施集中教学的组织形式。集中教学阶段，教师可以集中讲解重点难点、分析任务完成过程中的典型问题，学生可以集中汇报工作成果等。

3. 采用“任务驱动、项目导向”等丰富多样的教学方法

教材的“项目化”结构适合于“任务驱动、项目导向”等教学方法，在教学的过程中要灵活应用。本教材的项目或任务的设计由简单到复杂，由单项到综合，而且理论知识分布在各任务中，所以，对于简单的、单项的项目，可以采用单一的教学方法，对于复杂的、综合的项目按照“资讯→计划→决策→实施→检查→评估”六步教学法。

4. 建立“工学结合”的教学环境

教学场所应具备以下基本教学条件：

配有接触器、按钮、继电器等基础实训设备，能够完成“起保停”、“正反转”等典型电气控制电路的 PLC 控制系统设计；

配有供料站、加工站、分拣站等单元（如亚龙 YL-335B），能够完成综合项目 PLC 控制；

配有变频器、PLC 的 DA 转换模块，能进行变频调速的系统设计；

配有伺服驱动器伺服电机和传动装置，能进行伺服单轴或双轴运动控制的系统设计；

配有触摸屏，能进行 PLC 与上位机通信、PLC 与 PLC 之间的通信的系统程序设计。

5. 采用“五结合”教学评价形式

采用与项目课程相适应的教学评价形式，实行“过程评价和结果评价、理论评价和实践评价相结合、能力评价和素质评价相结合、课内评价和课外评价相结合、教师评价和学生评价相结合”的“五结合”评价形式。

6. 开发丰富的信息化教学资源

开发包括专业信息资源、课程教学资源、企业信息资源、自主学习资源等教学资源，建立师生互动的平台。资源开发聚焦在突出重点、破解难点上，既满足教师教学的需要，又要满足学生自主学习的需要，通过优化资源来提高教学效率。师生互动平台立足于破解时空障碍，实现师生实时互动。

项目一 认识 PLC

项目概述

本项目包括三个任务：了解 PLC 的产生背景及应用情况，认识 PLC 的基本组成和工作原理，认识 NJ 系列 PLC。其设计的基本思路是：任务一让学生初步了解 PLC 的应用情况，激发学生学习的兴趣；任务二让学生了解 PLC 的硬件结构和基本工作原理；任务三让学生了解 NJ 系列 PLC 的结构和特点。

项目目标

本项目通过对 PLC 基本概念及其应用情况的介绍，使学生对 PLC 软硬件系统有一个初步的认识。

知识目标	技能目标
了解 PLC 产生的背景； 熟悉 PLC 应用情况、 PLC 的基本组成、NJ 系统的构成及特点； 掌握 PLC 的工作原理、 主要参数的含义。	能绘制可编程控制器组成结构图； 能叙说可编程控制器的主要特点。



任务一 了解 PLC 的产生背景及应用情况

任务目标

了解 PLC 产生的背景；
熟悉 PLC 应用的范围。

任务描述

● 任务内容

通过参观可编程控制应用场所，搜索可编程控制器的相关资料，了解 PLC 的产生背景、种类及应用范围，分组讨论可编程控制器的特点，搜集整理 PLC 实际应用案例材料一份。

● 实施条件

1. 校内或校外实训基地，供学生了解可编程控制器的应用场所；
2. 计算机机房，供学生上网查询相关资料。

相关知识

一、PLC 的产生

PLC 是可编程逻辑控制器的简称，有时又简称 PC。为了避免与个人计算机 PC（Personal Computer）相混淆，所以一般简称为 PLC（Programmable Logic Controller）。常见的 PLC 如图 1-1 所示。

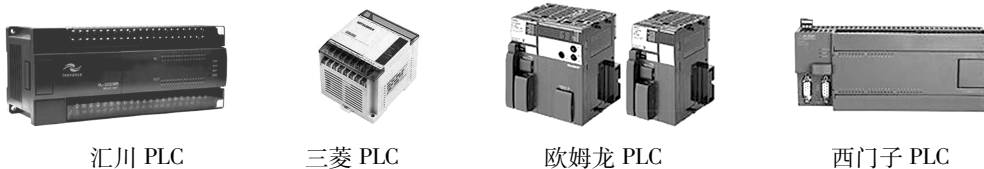


图 1-1 常见的 PLC 外观图

在 PLC 出现之前，机械控制及工业生产控制是用工业继电器实现的。如图 1-2 所示，在一个复杂的控制系统中，可能要使用成百上千个各式各样的继电器，接线、安装的工作量很大。如果控制工艺及要求发生变化，控制柜内的元件和接线也需要做相应的改动，但是这种改动往往费用高、工期长，以至于有的用户宁愿扔掉旧的控制柜，去制作一台新的控制柜。在一个复杂的继电器控制系统中，如果有一个继电器损坏，甚至某一个继电器的



某一对触点接触不良，都会导致整个系统工作不正常。由于元件多，线路复杂，查找和排除故障往往很困难。继电器控制的这些固有缺点，给日新月异的工业生产带来了不可逾越的障碍。



图 1-2 继电器系统电气柜

1968 年，为了适应汽车型号不断翻新的要求，美国最大的汽车制造厂家通用汽车公司（GM 公司）提出如下设想：能否把计算机功能完备、灵活、通用等优点和继电器控制系统的简单易懂、操作方便、价格便宜等优点结合起来，做成一个通用控制装置，并把计算机的编程方法和程序输入方式加以简化，用面向过程、面向问题的“自然语言”编程，使不熟悉计算机的人也能方便地使用。这样，使用人员不必在编程上花费大量的精力，而是集中力量去考虑如何发挥该装置的功能和作用。这一设想提出后，1969 年，美国数字设备公司（DEC）研制出第一台 PLC，如图 1-3 所示，型号为 PDP-14，在美国通用汽车自动装配线上试用，获得了成功。这种新型的工业控制装置以其简单易懂、操作方便、可靠性高、通用灵活、体积小、使用寿命长等一系列优点，很快地在美国其他工业领域推广应用。到 1971 年，已经成功地应用于食品、饮料、冶金、造纸等工业。这一新型工业控制装置的出现，也受到了世界其他国家的高度重视。

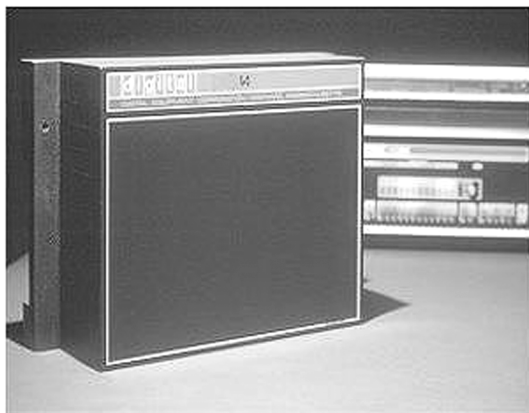


图 1-3 世界第一台 PLC PDP-14



1971 年日本从美国引进了这项新技术，很快研制出了日本第一台 PLC DCS-8。1973 年，西欧国家也研制出它们的第一台 PLC SIMATIC-S4。我国从 1974 年开始研制，于 1977 年研制成功了以微处理器 MC 14500 为核心的 PLC，并开始工业应用。

PLC 问世以来，尽管时间不长，但发展迅速。为了使其生产和发展标准化，国际电工委员会（IEC）先后颁布了 PLC 标准的草案第一稿、第二稿，并在 1987 年 2 月通过了对它的定义：“可编程控制器是一种数字运算操作的电子系统，专为在工业环境应用而设计的。它采用一类可编程的存储器，用于其内部存储程序，执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数与算术操作等面向用户的指令，并通过数字或模拟式输入/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外部设备，都按易于与工业控制系统联成一个整体，易于扩充其功能的原则设计。”

总之，可编程控制器是一台计算机，是专为工业环境应用而设计制造的计算机。它具有丰富的输入、输出接口，并且具有较强的驱动能力。但可编程控制器产品并不针对某一具体工业应用，在实际应用时，其硬件需根据实际需要进行选用配置，其软件需根据控制要求进行设计编制。

二、PLC 的发展趋势

随着微处理技术的发展，PLC 得到了迅速发展，其技术和产品日趋完善。它不仅以其良好的性能满足了工业生产的广泛需要，而且将通信技术和信息处理技术融为一体，使其功能更加完备。目前，为了适应大中小型企业不同需要，进一步扩大 PLC 在工业自动化领域的应用范围，PLC 正朝着以下三个方向发展：其一是小型 PLC 向体积缩小、功能增强、速度加快、价格低廉的方向发展，使之能更加广泛地取代继电器控制；其二是大中型 PLC 向大容量、高可靠性、高速度、多功能、网络化的方向发展，使之能对大规模、复杂系统进行综合性的自动控制；其三是各种专业化的 PLC 不断涌现，如安全型 PLC、运动控制 PLC、过程控制 PLC、软 PLC 等。总的趋势是：

1. CPU 处理速度进一步加快

PLC 的 CPU 使用 64bit RISC 芯片，多 CPU 并行处理、分时处理或分任务处理，各种模块智能化，部分系统程序用门阵列电路固化，以加快处理速度。近年来出现采用计算机先进微处理的新型控制器，其性能与功能较之传统的 PLC 全面跃升，这种新型控制器称为可编程自动化控制器（PAC）。

2. 控制系统将分散化

如图 1-4 所示，根据分散控制、集中管理的原则，PLC 控制系统的 I/O 模块将直接安装在控制现场。通过通信电缆或光缆与主 CPU 进行数据通信。这样使控制更有效，系统更可靠。

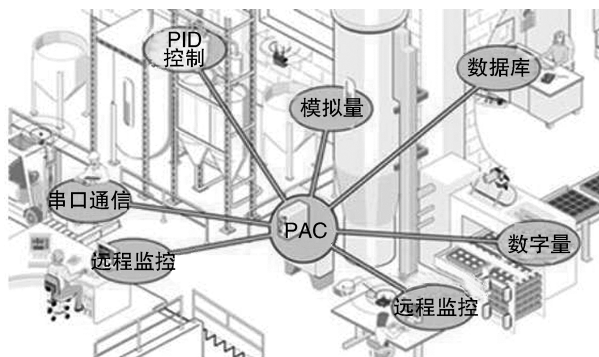


图 1-4 控制系统分散化

3. 可靠性进一步提高

随着 PLC 进入过程控制领域，对可靠性的要求进一步提高。硬件冗余的容错技术将进一步应用，今后不仅会有 CPU 单元冗余、通信单元冗余、电源单元冗余、I/O 单元冗余，甚至会有整个系统冗余。

4. 控制与管理功能一体化

为了满足现代化大生产的控制与管理的需要。PLC 将广泛采用计算机信息处理技术、网络通信技术和图形显示技术，使 PLC 系统的生产控制功能和信息管理功能融为一体，如图 1-5 所示。

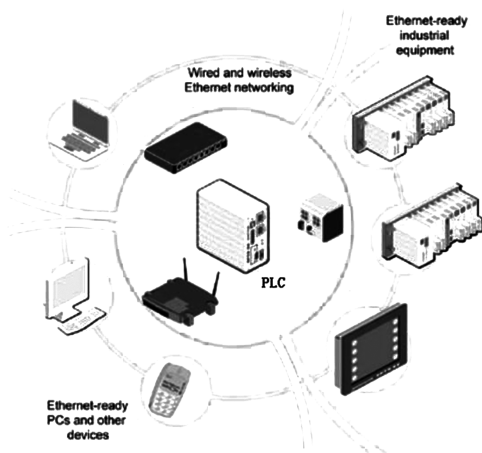


图 1-5 控制与管理功能一体化

三、PLC 的特点

PLC 的诞生给工业控制带来了一次革命性的飞跃，与继电器、微机控制相比，PLC 有它的独特之处。

1. 可靠性高、抗干扰能力强

对于工业控制器来讲，可靠性是一个非常重要的指标，如何能在各种恶劣的工业环境和条件下，平稳、可靠地工作，将故障率降低至最低，是研制每一种控制器件必须考虑的



问题。

PLC 采用的是微电子技术，如图 1-6 所示，大量的开关动作是由无触点的半导体电路来完成的，因此不会出现继电器控制系统中的接线老化、脱焊、触点电弧等现象，提高了可靠性。另外 PLC 还在硬件和软件量方面采取了许多有力措施来提高其可靠性。

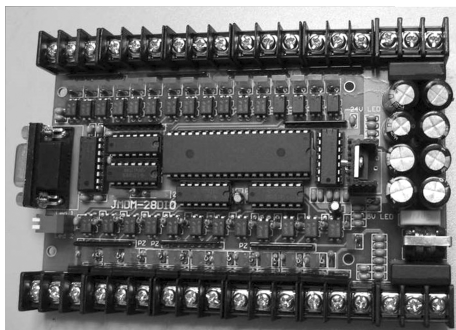


图 1-6 PLC 内部的集成电路

PLC 具有很高的可靠性和抗干扰能力，因此被称为“专为适应恶劣工业环境而设计的计算机”。

2. 控制系统结构简单、通用性强、应用灵活

如图 1-7 所示，PLC 产品系列化，品种齐全，外围模块多，可自由组合成各种大小不同要求的控制系统，只需根据控制要求配置系统，接线工作量很小。

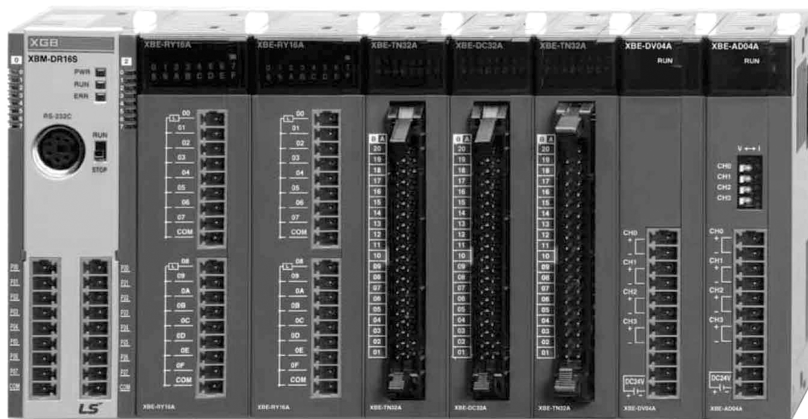


图 1-7 控制系统模块配置

3. 编程方便，易于使用

这是 PLC 优于微机的另一个特点。目前大多数 PLC 采用继电控制形式的“梯形图编程方式”，既有传统控制线路的清晰直观，又适合电气技术人员的读图习惯和微机应用水平，易于接受，与常用的汇编语言相比，更受欢迎。

这样进一步简化编程，当今的 PLC 还针对具体问题设计了诸如步进梯形指令、功能指令等。PLC 是为车间操作人员而设计的，一般只要很短时间的训练即能学会使用。而微电脑控



制系统则要求具有一定知识的人员操作。当然，PLC 的功能开发，需要有软件专家的帮助。

4. 功能完善，扩展能力强

PLC 内部含有数量巨大的开关量软元件，可用于开关量逻辑控制；还有许多控制功能，可实现 A/D、D/A 转换及 PID 运算，实现过程控制、数字控制等；可实现通信联网控制，不但可以现场控制，还可远程控制。

5. PLC 控制系统设计、安装、调试方便

PLC 具有数字和模拟量输入输出、逻辑和算术运算、定时、计数、顺序控制、功率驱动、通信、人机对话、自检、记录和显示功能，硬软件齐全，且为模块积木式结构，只需根据控制要求选用，安装接线工作量大大减少；由于 PLC 采用软件编程来达到控制功能，而不同于继电器控制采用接线来达到控制功能，能率先进行模拟调试方式，并且操作化的功能和监视化的功能很强，这些都减少了调试工作量。

6. 维修方便、维修工作量小

PLC 具有完善的自诊断、履历情报存储及监视功能，对内部工作状态、通信状态、异常、I/O 点的状态均有显示。通过显示的状态，可迅速处理、及时排除故障。

7. 结构紧凑、体积小、重量轻、易于实现机电一体化

一台收录机大小的 PLC 具有相当于 1.8 米高的继电器控制柜的功能，一般节电 50% 以上。由于 PLC 具备了以上特点，它把微型计算机技术与继电器控制技术很好地融合在一起，最新发展的 PLC 产品，还把 DDC（直接数字控制）技术加进去，并具有监控计算机联网的功能。因而它的应用几乎覆盖了所有的工业企业，既能改造传统机械产品成为机电一体化的新一代产品，又适用于生产过程控制，实现工业生产的优质、高产、节能与降低成本。

总之，PLC 技术代表了当前电气控制的世界先进水平，PLC 技术与数控技术、工业机器人已成为机械工业自动化的三大支柱。

四、PLC 应用领域

1. 开关量的逻辑控制

开关量的逻辑控制是 PLC 最基本的控制功能，所控制的逻辑可以是各种各样的：时序的、组合的、延时的、计数的、不计数的等。控制的输入、输出点数可以不受限制。少则十点、几十点，多则成千上万点，并通过联网来实现控制（如图 1-8、图 1-9 所示）。



图 1-8 音乐喷泉图



图 1-9 分拣输送线



2. 数据的处理

现代的 PLC 都具有数学运算、数据传送、转换、排序和查表等功能，可进行数据的采集、分析和处理，同时可通过通信接口将这些数据传送给其他智能装置进行处理。如图 1-10、图 1-11 所示。



图 1-10 售货机



图 1-11 电梯系统

3. 运动控制

大多数 PLC 都有驱动步进电动机或伺服电动机的单轴或多轴位置控制模块。这一功能广泛用于各种机械设备。如图 1-12 所示。

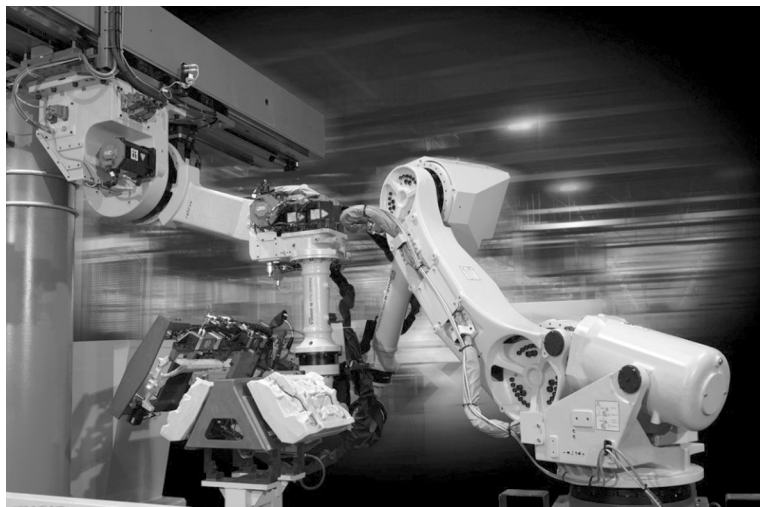


图 1-12 工业机器人多轴伺服控制

4. 通信联网

如图 1-13 所示，PLC 的通信包括 PLC 与 PLC、PLC 与上位计算机、PLC 与其他智能设备之间的通信，PLC 系统与通用计算机可直接或通过通信处理单元、通信转换单元相连构成网络，以实现信息的交换，并可构成“集中管理、分散控制”的多级分布式控制系统，满足工厂自动化（FA）系统发展的需要。

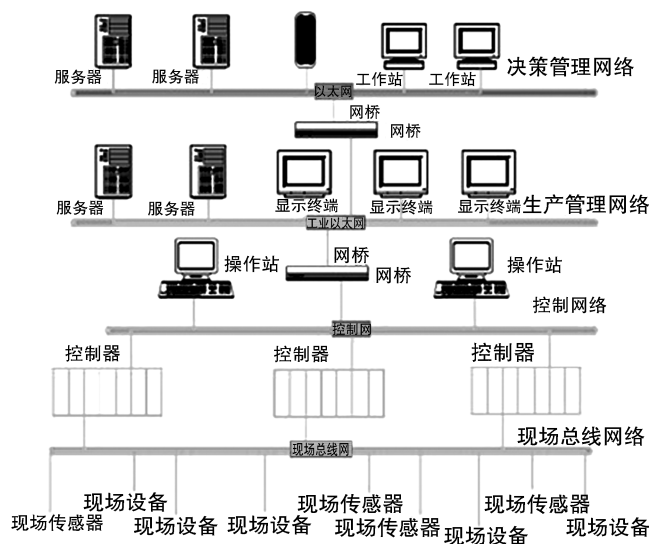


图 1-13 “集中管理、分散控制” 拓扑图

任务检查与评价

评分点	得分
查询的 PLC 的种类大于 5 种（20）	
图片资料的数量大于 10 张（20）	
PLC 作用描述正确（20）	
分组讨论时发言积极（10）	
案例内容条理清楚，图文并茂（30）	

巩固与拓展

巩固与自测

- 1. PLC 的定义是什么？
- 2. PLC 的应用范围有哪些？
- 3. 为什么 PLC 可以适应恶劣的工业环境？

拓展任务

撰写一份调查报告

内容要求：（1）PLC 的最新的应用技术有哪些？（2）国产 PLC 的主要品牌有哪些？



任务二 认识 PLC 的基本组成及工作原理

任务目标

熟悉 PLC 的基本组成；
掌握 PLC 的工作原理。

任务描述

● 任务内容

通过相关知识的学习，绘制 PLC 系统的结构原理图，分析 PLC 的工作过程。

● 实施条件

计算机机房，供学生上网查询相关资料、绘制图表。

相关知识

一、PLC 的基本组成

PLC 是一种通用的工业控制装置，其组成与一般的微机系统基本相同。按结构形式的不同，PLC 可以分成整体式和组合式两类。

如图 1-14 所示，整体式 PLC 是将中央处理单元（CPU）、存储器、输入单元、输出单元、电源、通信接口等组成一体。另外，还有独立的 I/O 扩展单元与主机配合使用。在主机中，CPU 是 PLC 的核心，I/O 单元是连接 CPU 与现场设备之间的接口电路，通信接口用于 PLC 与编程器和上位机等外部设备的连接。整体 PLC 的特点是结构紧凑、体积小、重量轻、价格低、输入/输出点数固定、实现的功能和控制规模固定，灵活性较低。小型 PLC 常采用这种结构，适用于工业生产中的单机控制。

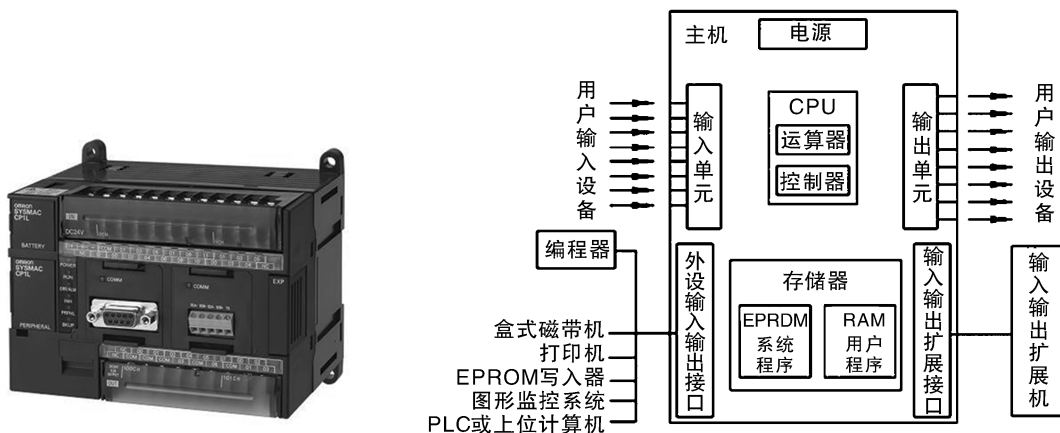


图 1-14 整体式 PLC 结构图



如图 1-15 所示, 组合式 (模块式) PLC 为总线结构, 其总线做成总线板, 上面有若干个总线槽, 每个总线槽上可安装一个 PLC 模块, 不同的模块实现不同的功能。PLC 的 CPU、存储器做成一个模块 (有的把电源也做在上面), 该模块在总线上的安装位置一般来说是固定的。其他的模块可根据 PLC 的控制规模、实现的功能选用, 安装在总线板的其他任一总线槽上。组合式 PLC 安装完成后, 需进行登记, 使 PLC 对安装在总线上的各模块进行地址确认。组合式 PLC 的总线板又称底板。装有 CPU 单元的底板称为 CPU 底板, 其他称为扩展底板。CPU 底板与扩展底板之间通过电路连接, 距离一般不超过 10m。组合式 PLC 的特点是: 系统配置灵活, 可构成具有不同控制规模和功能的 PLC, 但它的价格较高。一般大、中型 PLC 采用这种结构。

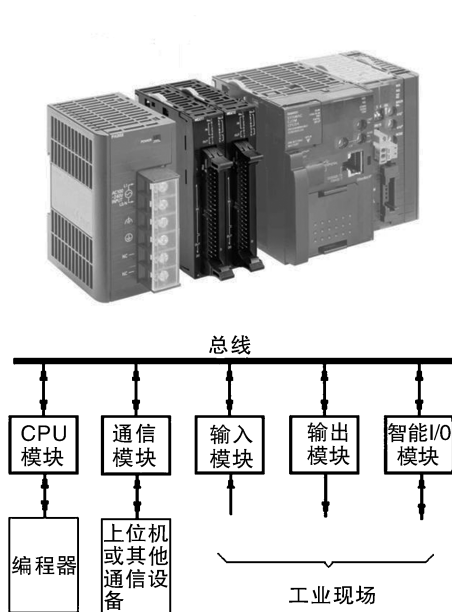


图 1-15 组合式 PLC 结构图

无论哪种结构类型的 PLC, 都可根据需要进行配置和组合。

二、PLC 各部分的作用

1. 中央处理器单元 (CPU)

CPU 是 PLC 的核心, 是运算与控制的中心, 由大规模或超大规模的集成电路微处理器芯片构成。

主要作用有:

- (1) 接受并储存从编程器输入的用户程序。
- (2) 执行系统诊断程序: 对系统电源、PLC 内部电路、用户程序的语法错误进行诊断, 并发出报警信号。



(3) 用扫描的方式读入现场状态和数据：用户输入设备的状态和数据通过输入单元读入，并储存在指定的输入映像存储器或数据寄存器中。

(4) 执行用户程序：根据输入信号的状态和数据，按程序要求进行运算。

(5) 输出运算结果：根据运算结果（包括逻辑运算和算术运算），去控制用户输出设备的状态。

(6) 与外部设备或计算机通信：包括 PLC、打印机、计算机、EPROM 写入器等。

现在 PLC 使用的 CPU 主要有以下几种：

(1) 通用微处理器，如 8080、6800 等。通用微处理器的价格便宜，通用性强，还可以借用微机成熟的实时操作系统、丰富软硬件资源。

(2) 单片机，如 8051 等。由于单片机集成度高、体积小、价格低和可扩充性好，很适合在小型 PLC 上使用，也广泛用于 PLC 的智能 I/O 模块。

(3) 位片式微处理器，如 AMD 2900 等。位片式微处理器是独立于微型机的另一分支。它主要追求运算速度快，它以 4 位为一片，用几个位片级联，可以组成任意字长的微处理器，改变微程序存储器的内容，可以改变计算机的指令系统。位片式结构可以使用多个微处理器，将控制任务划分为若干个可以并行处理的部分，几个微处理器同时进行处理。这种高运算速度与可以适应用户需要的指令系统相结合，很适用于以顺序扫描方式工作的 PLC 使用。

2. 存储器

PLC 配有三种不同类型的存储器：系统存储器、用户存储器和工作数据存储器。

(1) 系统存储器。用于固化 PLC 生产厂家编写的各种系统工作程序。

系统工作程序相当于个人计算机的操作系统，包括三种类型。

①系统管理程序。决定系统的管理节拍，包括运行管理、存储空间管理、系统自诊断管理。

②用户程序编辑和指令解释程序。编辑程序：将用户程序变为内码，以便于程序的修改、调试。解释程序：将编程语言变为 CPU 可以执行的机器码。

③标准子程序：为了提高运行速度，在程序执行过程中某些信息处理和特殊运算是通过调用标准子程序来完成的，如 I/O 处理、PID 调节等。

(2) 用户存储器 RAM 区。包括用户程序存储器和数据存储器。

①用户存储器：用于存放用户程序。

②数据存储器：用于存放用户程序执行过程中使用的 ON/OFF 状态量或数值量。用户存储器的内容可以任意读写、修改、增删。RAM 区的程序一般由锂电池实现掉电保护（5~10 年）；没有电池，如果经常运行，也可保持 2~5 年不丢失。



有些型号的 PLC 具有用户程序和数据的 ROM 区，用户可以将程序和数据存入 EPROM 或 EEPROM 中。每次开机时，PLC 自动将 EPROM 或 EEPROM 中的程序和数据调入 RAM 中，这样用户程序和数据就不会丢失。

(3) 工作数据存储器：工作数据是经常发生变化、经常存取的一些数据。这部分数据存储在 RAM 中，以适应随机存取的要求。在 PLC 的工作数据存储器区，开辟有元件映像寄存器和数据表。

3. I/O 单元

I/O 单元也称为 I/O 模块。PLC 通过 I/O 单元与工业生产过程现场相联系。输入单元接收操作指令和现场的状态信息，如控制按钮、操作开关和限位开关、光电管、继电器触点、行程开关、接近开关等信号，并通过输入电路的滤波、光电隔离和电平转换等将这些信号转换成 CPU 能够接收和处理的信号。输出单元将 CPU 送出的弱电控制信号通过输出电路的光电隔离和功率放大方法等转换成现场需要的强电信号输出，以驱动接触器、电磁阀、电磁铁等执行元件。

I/O 单元有多种类型，但各种 I/O 单元的原理基本相同。下面介绍几种常用的 I/O 单元。

(1) 开关量输入单元

PLC 的开关量输入单元按照输入端电源类型的不同，分为直流输入和交流输入单元。

如图 1-16 所示为直流输入单元。直流输入单元外接直接电源，虚线框内为 PLC 内部输入电路，框外左侧为外部用户接线，图中只画出对应于一个输入点的输入电路。各个输入点对应的输入电路均相同。图中 T 为光电耦合器，它是将发光二极管与光电晶体管封装在一个管壳中，当二极管有电流流过时，二极管发光，使光电晶体管导通；当二极管中无电流流过时，晶体管不导通。发光二极管 LED 指示该点输入状态。 R_1 为限流电阻， R_2 和 C 构成滤波电路，可滤除输入信号中的高频抖动。输入单元的外接直流电源的极性任意。

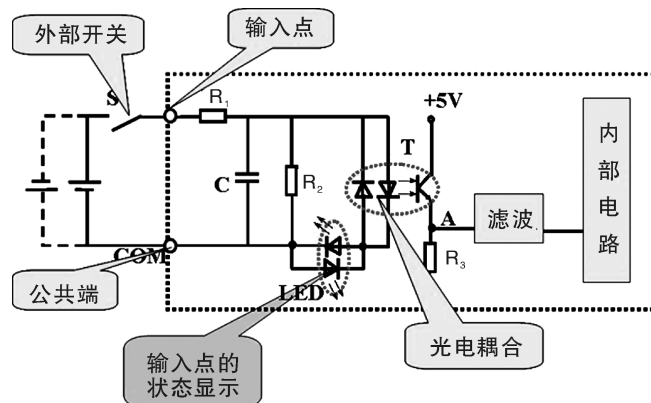


图 1-16 直流输入单元结构图



当 S 闭合后，光电耦合器导通，A 点为高电平，经滤波器送到 I/O 总线，CPU 访问该路信号时，将该点对应的输入映像寄存器状态置 1；发光二极管 LED 点亮，指示输入开关处于接通状态。

当 S 断开后，光电耦合器不导通，A 点为低电平，经滤波器送到 I/O 总线，CPU 访问该路信号时，将该点对应的输入映像寄存器状态置 0；发光二极管 LED 不亮，指示输入开关处于断开状态。

有的直流输入单元不需要外接电源，称为无源式输入单元。无源式输入单元的内部提供 24V 直流电源，用户只需要将开关接在输入端子和公共端子之间即可，不用再外接电源，简化了输入端的接线。

如图 1-17 所示为交流输入单元，工作原理与直流输入单元的类似。

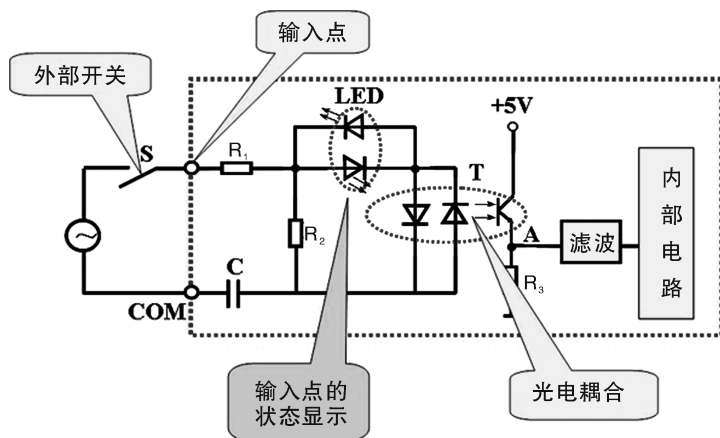


图 1-17 交流输入单元结构图

(2) 开关量输出单元

PLC 的开关量输出单元按输出电路所用开关器件不同可分为晶体管输出单元、晶闸管输出单元、继电器输出单元。

如图 1-18 所示为晶体管输出单元，只能驱动直流负载。特点：输出频率高，负载能力小。

在晶体管输出单元中，输出电路采用晶体管作为开关器件，虚线框内为 PLC 内部输出电路，框外右侧为外部用户接线。图中，LED 为输出指示灯， T_2 为输出晶体管，D 为保护二极管，FU 为熔断器。工作原理如下：当对应于 T_2 的内部继电器的状态为 1 时，CPU 通过 I/O 总线输出锁存器对应的位为高电平，LED 灯点亮，指示该输出点开关量为 1 状态；光耦合器导通，晶体管 T_2 饱和导通，负载得电。反之，当对应于 T_2 的内部继电器状态为 0 时，CPU 通过 I/O 总线输出锁存器对应的位为低电平，LED 灯不亮，指示该输出点开关量为 0 状态；光耦合器截止，晶体管 T_2 截止，负载失电。

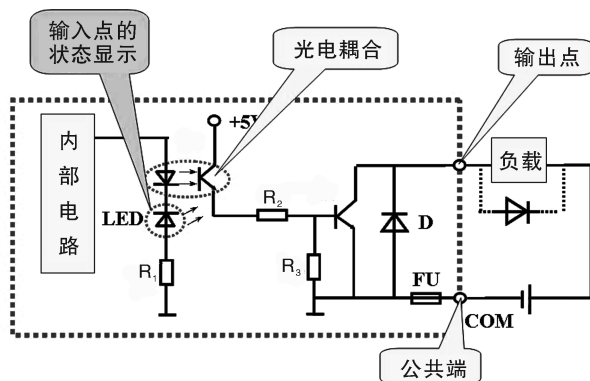


图 1-18 晶体管输出单元结构图

如图 1-19 所示为晶闸管输出单元, 只能驱动交流负载, 工作原理与晶体管型类似, 特点: 输出频率高, 负载能力大。

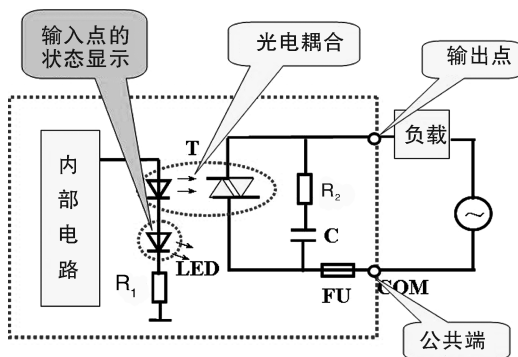


图 1-19 晶闸管输出单元结构图

如图 1-20 所示为继电器输出单元, 可以驱动交流负载与直流负载。特点: 输出频率低, 负载能力大。

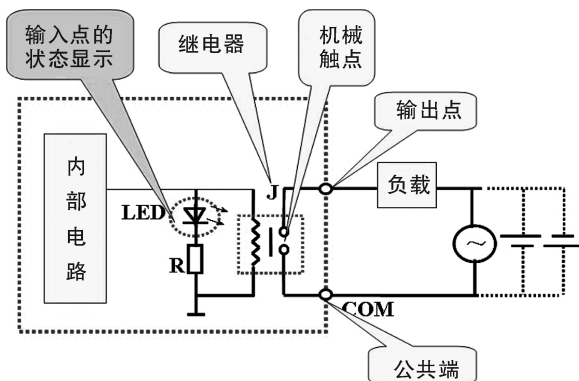


图 1-20 继电器输出单元结构图

4. 电源

现代 PLC 一般配有开关式稳压电源, 供内部电路使用。与普通电源相比, 开关电源的



输入电压范围宽、体积小、重量轻、效率高、抗干扰性好。有的 PLC 还向外提供 DC 24V 的直流电源，给开关量输入单元连接的现场无源开关使用，或给外部传感器供电，如图 1-21、1-22 所示。



图 1-21 整体式 PLC 电源板（三菱）



图 1-22 组合式 PLC 电源模块（欧姆龙）

5. 扩展口

扩展卡是 PLC 的总线接口。当用户所需的 I/O 点数或类型超过主机上的点数或类型时，可以通过加接 I/O 扩展单元来解决。主机与 I/O 扩展单元通过扩展口连接。

6. 智能单元

PLC 除开关量 I/O 基本单元外，还有多种智能单元。智能单元本身是一个独立的计算机系统，它有自己的 CPU、系统程序、存储器以及与外围设备相连的接口。

智能单元是 PLC 系统的一个模块，和 CPU 单元通过系统总线相连接，进行数据交换，并在 CPU 单元的协调管理下独立地进行工作。这里所说的独立是指智能单元的工作不参加循环扫描过程，而是按照它自己的规律参与系统工作，即多数情况下运算功能都由其本身的 CPU 完成。

目前，已开发的常用智能单元有：AD 单元、DA 单元、高速计数单元等，如图 1-23、1-24 所示。



图 1-23 整体式 PLC AD 智能单元（三菱）



图 1-24 组合式 PLC 高速计数器单元（欧姆龙）



7. 编程软件

编程软件的主要作用是用来编辑程序、调试程序和监控程序的执行，还可以在线测试 PLC 内部状态和参数，与 PLC 进行人机对话。因此，编程工具是开发、应用、监控运行和检查维护 PLC 不可缺少的设备。目前，编程方式主要为计算机辅助编程。

世界上各 PLC 生产厂家都开发了能在个人计算机上运行辅助编程软件。如三菱的 GX Developer、西门子的 STEP、欧姆龙的 CX - ONE 以及 Sysmac Studio 等。

三、PLC 的工作原理

PLC 在运行过程中一般由 CPU、存储器和输入/输出系统三个部分即可完成预定的各种控制任务。工作过程为三个阶段，即输入采样阶段、程序执行阶段和输出刷新阶段，如图 1-25 所示。

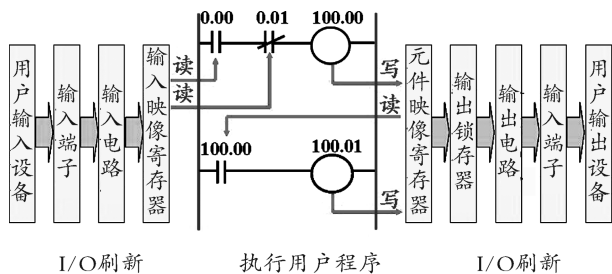


图 1-25 从输入到输出的信号传递过程

(1) 输入采样阶段

PLC 在输入采样阶段，首先扫描所有输入端子，并将各输入存入内存中各对应的输入映像寄存器。此时，输入映像寄存器的值被刷新。接着进入程序执行阶段，在程序执行阶段或输出阶段，输入映像寄存器与外界隔离，无论输入信号如何变化，其内容保持不变，直到下一个扫描周期的输入采样阶段，才重新写入输入端的新内容。

(2) 程序执行阶段

根据 PLC 的程序扫描原则，PLC 按先左后右，先上后下的步序语句逐句扫描。当指令涉及到输入、输出状态时，PLC 从输入映像寄存器中“读入”对应输入映像寄存器的当前状态，然后，进行相应的运算，运算结果再存入元件映像寄存器中。对元件映像寄存器来说，每一个元件的值会随着程序执行过程而变化。

(3) 输出刷新阶段

在所有指令执行完毕后，输出映像寄存器中所有输出继电器的状态在输出刷新阶段转存到输出锁存寄存器中，并通过一定的方式输出，驱动外部负载。采用集中采样，集中输出工作方式的特点是：在采样周期中，将所有输入信号（不管该信号当时是否采用）一起读入。此后在整个程序处理过程中 PLC 系统与外界隔绝，直到输出控制信号到下一个工作



周期再与外界交涉，从根本上提高了系统的工作可靠性。

PLC 在输入、输出的处理方面必须遵守以下原则：

- (1) 输入映像寄存器的数据，取决于输入端子上各输入端子在上一个周期期间的接通、断开状态。
- (2) 程序如何执行取决于用户所编程序和输入、输出映像寄存器的内容。
- (3) 输出映像寄存器的数据取决于输出指令的执行结果。
- (4) 输出锁存器中的数据，由上一次输出刷新期间输出映像寄存器中的数据决定。
- (5) 输出端子的接通断开状态，由输出锁存器决定。

任务检查与评价

评分点	得分
电脑绘图（10）	
布局合理（10）	
文字简明扼要（20）	
系统结构图内容完整（30）	
工作流程图逻辑正确（30）	

巩固与拓展

巩固与自测

1. 什么是整体式结构和组合式结构？各有什么特点？
2. 说明基本 I/O 单元的 output 类型有哪些？各自的应用场合是什么？
3. 列举 CJ1 系列常用的几种高功能模块，说明其型号及功能。

拓展任务

观察西门子 S7200、欧姆龙 CPM1H、三菱 FX1N 三种 PLC 的结构，记录各接口的种类与数量，并画出接线端子的分布图。