



扫一扫

◀ 扫描书中的“二维码”，开启全新的微视频学习模式

 微视频全图讲解系列

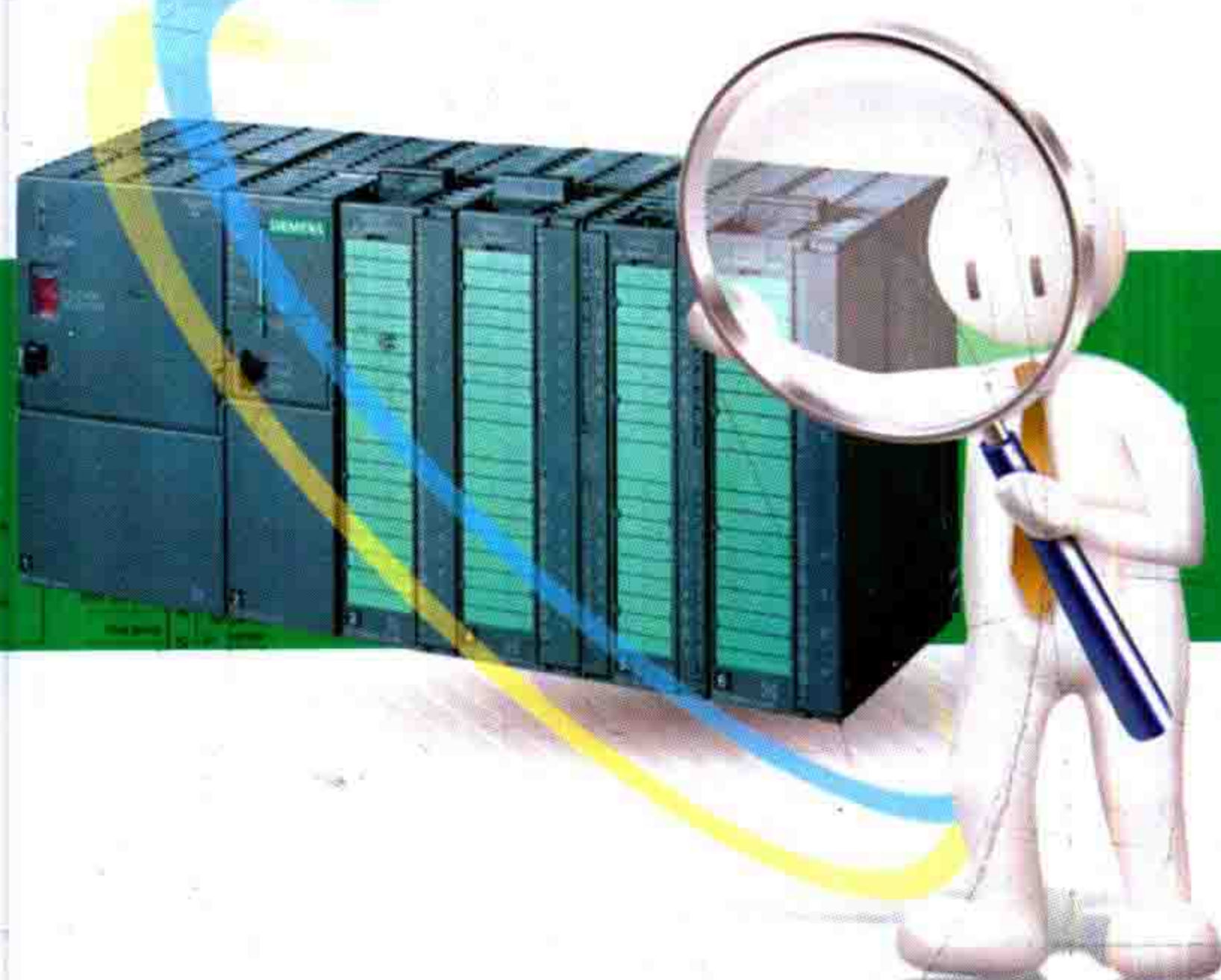
微视频

全图讲解

PLC及变频技术

- ▶ 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

Micro-video

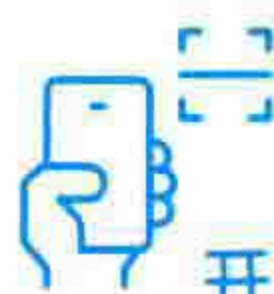


中国工信出版集团



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

微视频全图讲解系列



扫描书中的“二维码”
开启全新的微视频学习模式

微视频

全图讲解PLC及变频技术

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

精彩微视频
配合讲解



扫码观看
方便快捷

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书采用“全彩”+“全图”+“微视频”的全新讲解方式，系统全面地介绍PLC和变频技术的专业知识和应用技能，打破传统纸质图书的学习模式，将网络技术与多媒体技术引入纸质载体，开创“微视频”互动学习的全新体验。读者可以在学习过程中，通过扫描页面上的“二维码”即可打开相应知识技能的微视频，配合图书轻松完成学习。

本书适合相关领域的初学者、专业技术人员、爱好者及相关专业的师生阅读。



使用手机扫描书中的“二维码”，开启全新的微视频学习模式……

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

微视频全图讲解PLC及变频技术/韩雪涛主编. —北京：电子工业出版社，2018.3
（微视频全图讲解系列）

ISBN 978-7-121-33505-1

I. ①微… II. ①韩… III. ①PLC技术—图解 ②变频技术—图解 IV. ①TM571.6-64 ②TN77-64
中国版本图书馆CIP数据核字（2018）第010959号

责任编辑：富 军 特约编辑：刘汉斌

印 刷：中国电影出版社印刷厂

装 订：中国电影出版社印刷厂

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：15.75 字数：403.2千字

版 次：2018年3月第1版

印 次：2018年3月第1次印刷

定 价：69.80元

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）88258888，88254888。

质量投诉请发邮件至zlts@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式：（010）88254456。

编委会

主 编 韩雪涛

副主编 吴 瑛 韩广兴

编 委 张丽梅 马梦霞 朱 勇 张湘萍

王新霞 吴鹏飞 周 洋 韩雪冬

高瑞征 吴 玮 周文静 唐秀鸯

吴惠英

前言



“微视频”扫码轻松学

首先，本书是专门为从事PLC及变频技术的初学者和技术人员编写的，能够在短时间内迅速提升初学者的专业知识和专业技能，同时，也为从事相关工作的技术人员提供更大的拓展空间，丰富实践经验。

PLC及变频技术是电工必不可少的一项专项、专业、实用技能。随着技术的飞速发展及市场竞争的日益加剧，PLC及变频技术的学习和培训逐渐从知识层面延伸到技能层面。为了能够编写好本书，我们依托数码维修工程师鉴定指导中心进行了大量的市场调研和资料汇总，将PLC及变频技术进行了全新的梳理和整合，以国家相关职业资格标准为核心，结合岗位培训的特点，重组技能培训架构，制订符合现代行业技能培训特色的学习计划，确保读者能够轻松、快速地掌握PLC及变频技术的相关知识和实用技能，以应对相关的岗位需求。

其次，本书打破传统教材的文字讲述模式，在图书的培训架构、图书的呈现方式、图书的内容编排和图书的教授模式四个方面全方位提升图书的品质。

四大特色

- 1** 本系列图书的内容按照读者的学习习惯和行业培训特点进行科学系统的编排，适应当前实操岗位的学习需求。
- 2** 本系列图书全部采用“**全彩**”+“**全图**”+“**微视频讲解**”的方式，充分体现图解特色，让读者的学习变得轻松、简单、易学易懂。
- 3** 图书引入**大量实际案例**，读者通过学习，不仅可以学会实用的**动手技能**，同时可以掌握更多的**实践工作经验**。
- 4** 本系列图书全部采用**微视频讲解互动**的全新教学模式，每本图书在内页重要知识点相关图文的旁边附印二维码。读者只要用手机扫描书中相关知识点的二维码，即可在手机上实时浏览对应的教学视频。视频内容与图书涉及的知识完全匹配，晦涩复杂难懂的图文知识通过相关专家的语言讲解，帮助读者**轻松领会**，同时还可以极大地**缓解阅读疲劳**。

另外，为了确保专业品质，本书由数码维修工程师鉴定指导中心组织编写，由全国电子行业资深专家韩广兴教授亲自指导。编写人员有行业资深工程师、高级技师和一线教师。本书无处不渗透着专业团队的经验和智慧，使读者在学习过程中如同有一群专家在身边指导，将学习和实践中需要注意的重点、难点一一化解，大大提升学习效果。

值得注意的是，PLC及变频技术的理论性知识十分重要，要想活学活用、融会贯通，须结合实际工作岗位进行循序渐进的训练。因此，为读者提供必要的技术咨询和交流是本书的另一大亮点。如果读者在工作学习过程中遇到问题，可以通过以下方式与我们交流：

数码维修工程师鉴定指导中心

联系电话：022-83718162/83715667/13114807267

地址：天津市南开区榕苑路4号天发科技园8-1-401

网址：<http://www.chinadse.org>

E-mail：chinadse@163.com

邮编：300384



编者

第1章 PLC的种类和功能特点	1
1.1 PLC的种类	1
1.1.1 按结构形式分类	1
1.1.2 按I/O点数分类	2
1.1.3 按功能分类	4
1.1.4 按生产厂家分类	5
1.2 PLC的功能与应用	9
1.2.1 继电器控制与PLC控制	9
1.2.2 PLC的功能特点	11
1.2.3 PLC的实际应用	13
第2章 PLC的结构组成和工作原理	16
2.1 PLC的结构组成	16
2.1.1 三菱PLC的结构组成	16
2.1.2 西门子PLC的结构组成	27
2.2 PLC的工作原理	36
2.2.1 PLC的工作条件	36
2.2.2 PLC的工作过程	37
第3章 PLC周边电气部件的控制关系	42
3.1 电源开关的功能特点	42
3.1.1 电源开关的结构	42
3.1.2 电源开关的控制过程	43
3.2 按钮的功能特点	44
3.2.1 按钮的结构	44
3.2.2 按钮的控制过程	45
3.3 限位开关的功能特点	47
3.3.1 限位开关的结构	47
3.3.2 限位开关的控制过程	48
3.4 接触器的功能特点	49
3.4.1 接触器的结构	49
3.4.2 接触器的控制过程	50
3.5 热继电器的功能特点	52
3.5.1 热继电器的结构	52

3.5.2 热继电器的控制过程	52
3.6 其他常用电气部件的功能特点	54
3.6.1 传感器的功能特点	54
3.6.2 速度继电器的功能特点	55
3.6.3 电磁阀的功能特点	56
3.6.4 指示灯的功能特点	57

第4章 PLC的编程语言.....58

4.1 PLC梯形图	58
4.1.1 梯形图的构成及符号含义	59
4.1.2 梯形图中的继电器	61
4.1.3 梯形图的基本电路	66
4.2 PLC语句表	70
4.2.1 语句表的构成及符号含义	71
4.2.2 语句表指令的含义及应用	72

第5章 PLC的编程方法.....81

5.1 三菱PLC的编程方法	81
5.1.1 三菱PLC梯形图的编程	81
5.1.2 三菱PLC语句表的编程	89
5.2 西门子PLC的编程方法	98
5.2.1 西门子PLC梯形图的编程	98
5.2.2 西门子PLC语句表的编程	110

第6章 PLC的安装、调试与维护.....119

6.1 PLC系统的安装	119
6.1.1 PLC硬件系统的选购原则	119
6.1.2 PLC系统的安装和接线要求	124
6.1.3 PLC系统的安装方法	132
6.2 PLC系统的调试与维护	135
6.2.1 PLC系统的调试	135
6.2.2 PLC系统的日常维护	136

第7章 PLC在电气控制电路中的应用.....137

7.1 三菱PLC在电动机启、停控制电路中的应用	137
7.1.1 电动机启、停PLC控制电路的结构	137
7.1.2 电动机启、停PLC控制电路的控制过程	138
7.2 三菱PLC在电动机反接制动控制电路中的应用	139
7.2.1 电动机反接制动PLC控制电路的结构	139
7.2.2 电动机反接制动PLC控制电路的控制过程	139

7.3 三菱PLC在通风报警系统中的应用	141
7.3.1 通风报警PLC控制电路的结构.....	141
7.3.2 通风报警PLC控制电路的控制过程.....	142
7.4 三菱PLC在交通信号灯控制系统中的应用	144
7.4.1 交通信号灯PLC控制电路的结构.....	144
7.4.2 交通信号灯PLC控制电路的控制过程.....	146
7.5 西门子PLC在电动机交替运行电路中的应用	148
7.5.1 电动机交替运行PLC控制电路的结构.....	148
7.5.2 电动机交替运行PLC控制电路的控制过程.....	148
7.6 西门子PLC在电动机Y— Δ 降压启动控制电路中的应用	151
7.6.1 电动机Y— Δ 降压启动PLC控制电路的结构	151
7.6.2 电动机Y— Δ 降压启动PLC控制电路的控制过程	151
7.7 西门子PLC在C650型卧式车床控制电路中的应用.....	154
7.7.1 C650型卧式车床PLC控制电路的结构	154
7.7.2 C650型卧式车床PLC控制电路的控制过程	156

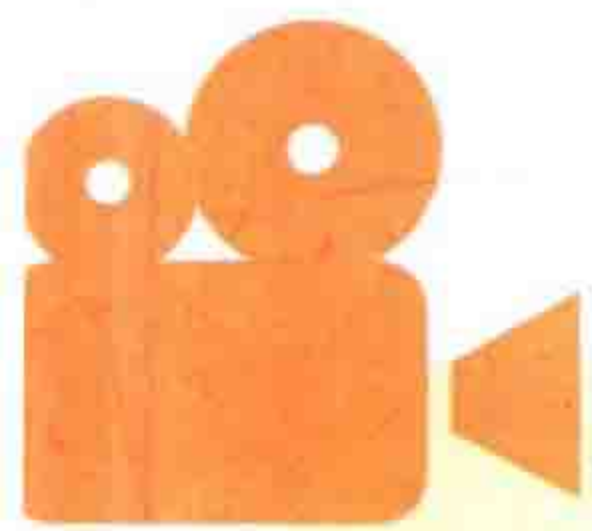
第8章 变频器的结构和功能特点.....159

8.1 变频器的种类和功能特点	159
8.1.1 变频器的种类	159
8.1.2 变频器的功能应用	162
8.2 变频器的结构组成	167
8.2.1 变频器的外部结构	167
8.2.2 变频器的内部结构	171
8.3 变频电路的结构形式和工作原理	173
8.3.1 变频电路的结构形式	173
8.3.2 变频电路中的主要器件	175
8.3.3 变频电路的工作原理	181

第9章 变频器的安装使用与检测代换

9.1 变频器的安装与连接	185
9.1.1 变频器的安装	185
9.1.2 变频器的连接	192
9.2 变频器的使用与调试	200
9.2.1 变频器的使用	200
9.2.2 变频器的调试	206
9.3 变频器的检测与代换	210
9.3.1 变频器的检测	210
9.3.2 变频器的代换	214

第10章 变频技术的实际应用	216
10.1 制冷设备中变频电路的实际应用	216
10.1.1 海信KFR—4539 (5039) LW/BP型变频空调器中的变频电路	216
10.1.2 海信KFR—25GW/06BP型变频空调器中的变频电路	218
10.1.3 海信KFR—5001LW/BP型变频空调器中的变频电路	220
10.1.4 中央空调器中的变频电路	222
10.2 工业设备中变频电路的实际应用	226
10.2.1 变频器控制工业拉线机的应用案例	226
10.2.2 变频器控制多台电动机正/反转运行的应用案例	228
10.2.3 变频电路在单水泵恒压供水变频电路中的应用案例	232
10.2.4 变频电路在数控机床中的应用	237



第1章

PLC 的种类和功能特点

1.1 PLC 的种类

PLC 的英文全称为 Programmable Logic Controller，即可编程序控制器。它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，广泛应用于农机、机床、建筑、电力、化工、交通运输等行业中。

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

1.1.1 按结构形式分类

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。

1 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成为统一的整体，当控制点数不符合要求时，可连接扩展单元，以实现较多点数的控制，体积小巧。目前，小型、超小型 PLC 多采用这种结构，如图 1-1 所示。



图 1-1 常见整体式 PLC 实物图

2 组合式 PLC

组合式 PLC 的 CPU、I/O 接口、存储器、电源等部分以模块形式按一定规则组合配置而成，也称模块式 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，如图 1-2 所示。

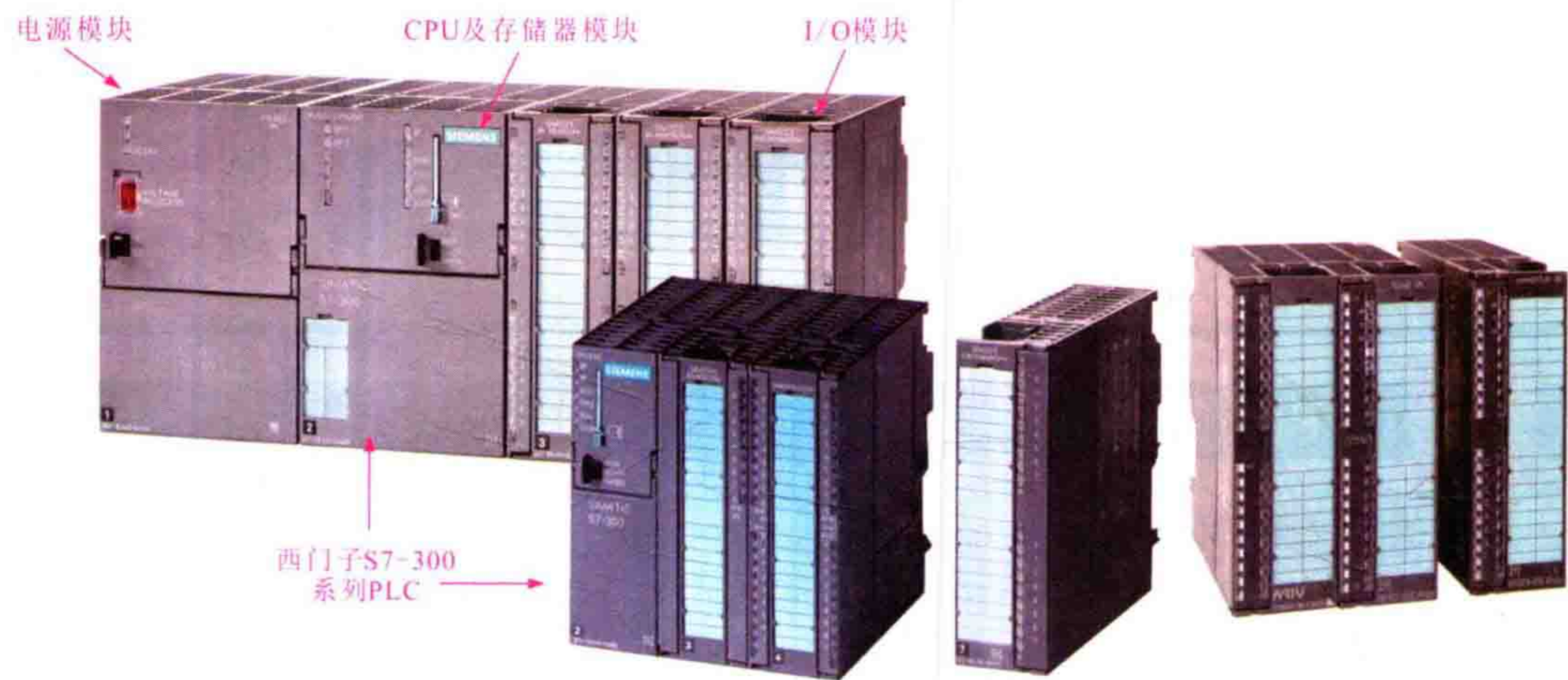


图 1-2 常见组合式 PLC 实物图

3 叠装式 PLC

叠装式 PLC 是一种集合整体式 PLC 的结构紧凑、体积小巧和组合式 PLC 的 I/O 点数搭配灵活于一体的 PLC，如图 1-3 所示。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，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即可。

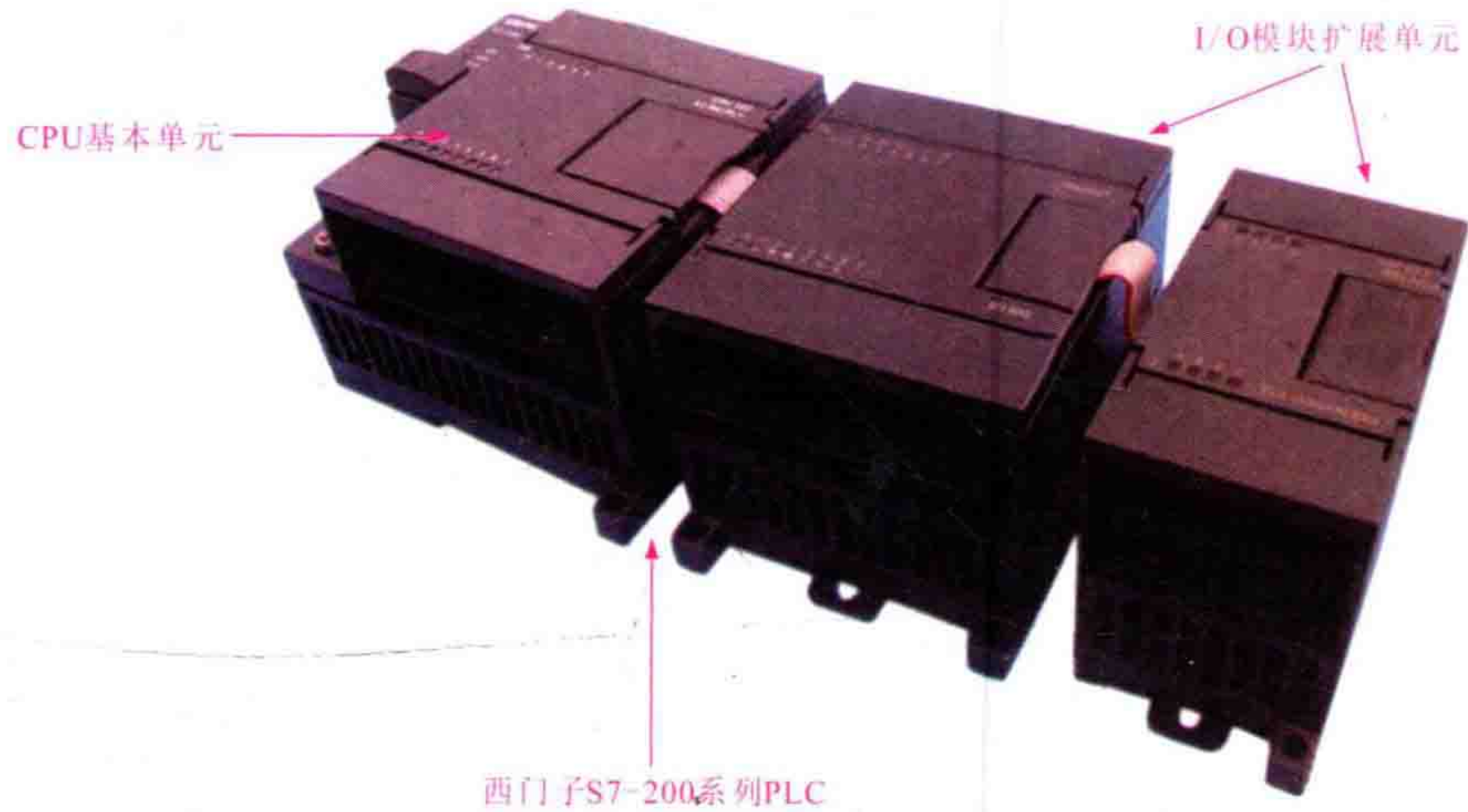


图 1-3 常见叠装式 PLC 实物图

1.1.2 按 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 可接入的输入点、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。

1 小型 PLC

小型 PLC 是指 I/O 点数在 24 ~ 256 点之间的小规模 PLC，一般用于单机控制或小型系统的控制。图 1-4 为常见小型 PLC 实物图。

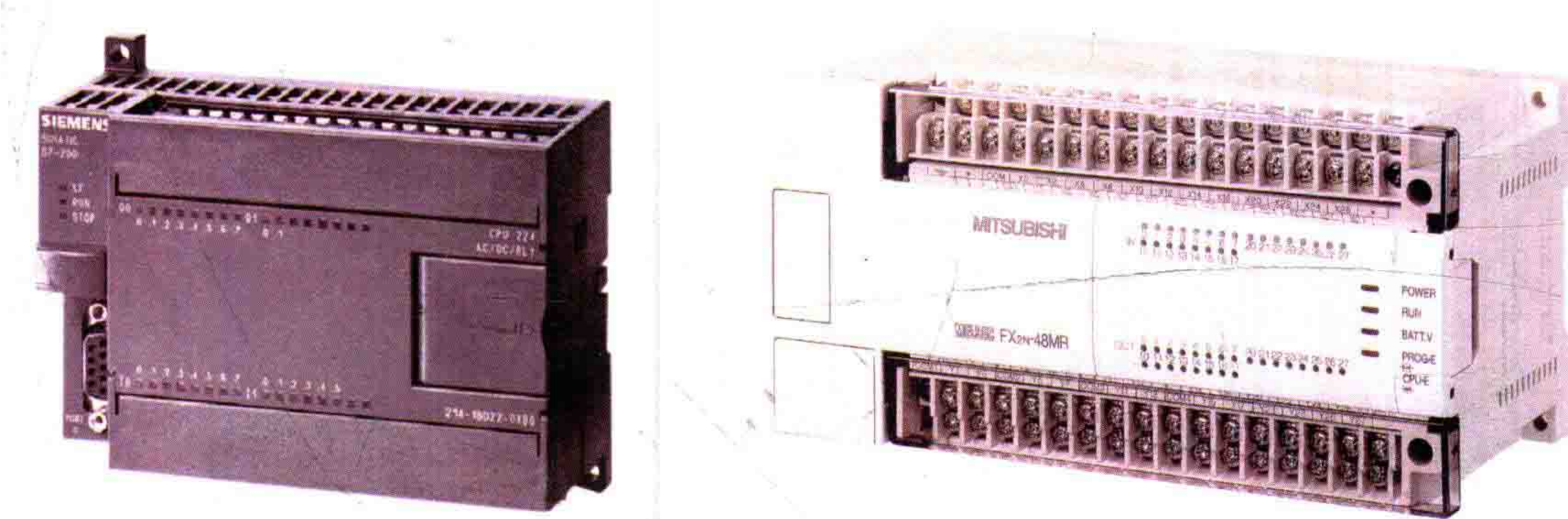


图 1-4 常见小型 PLC 实物图

2 中型 PLC

中型 PLC 的 I/O 点数一般在 256 ~ 2048 点之间，如图 1-5 所示，不仅可对设备进行直接控制，同时还可对下一级的多个可编程序控制器进行监控，一般用于中型或大型系统的控制。

3 大型 PLC

大型 PLC 的 I/O 点数一般在 2048 点以上，如图 1-6 所示，能够进行复杂的算数运算和矩阵运算，可对设备进行直接控制，同时还可对下一级的多个可编程序控制器进行监控，一般用于大型系统的控制。

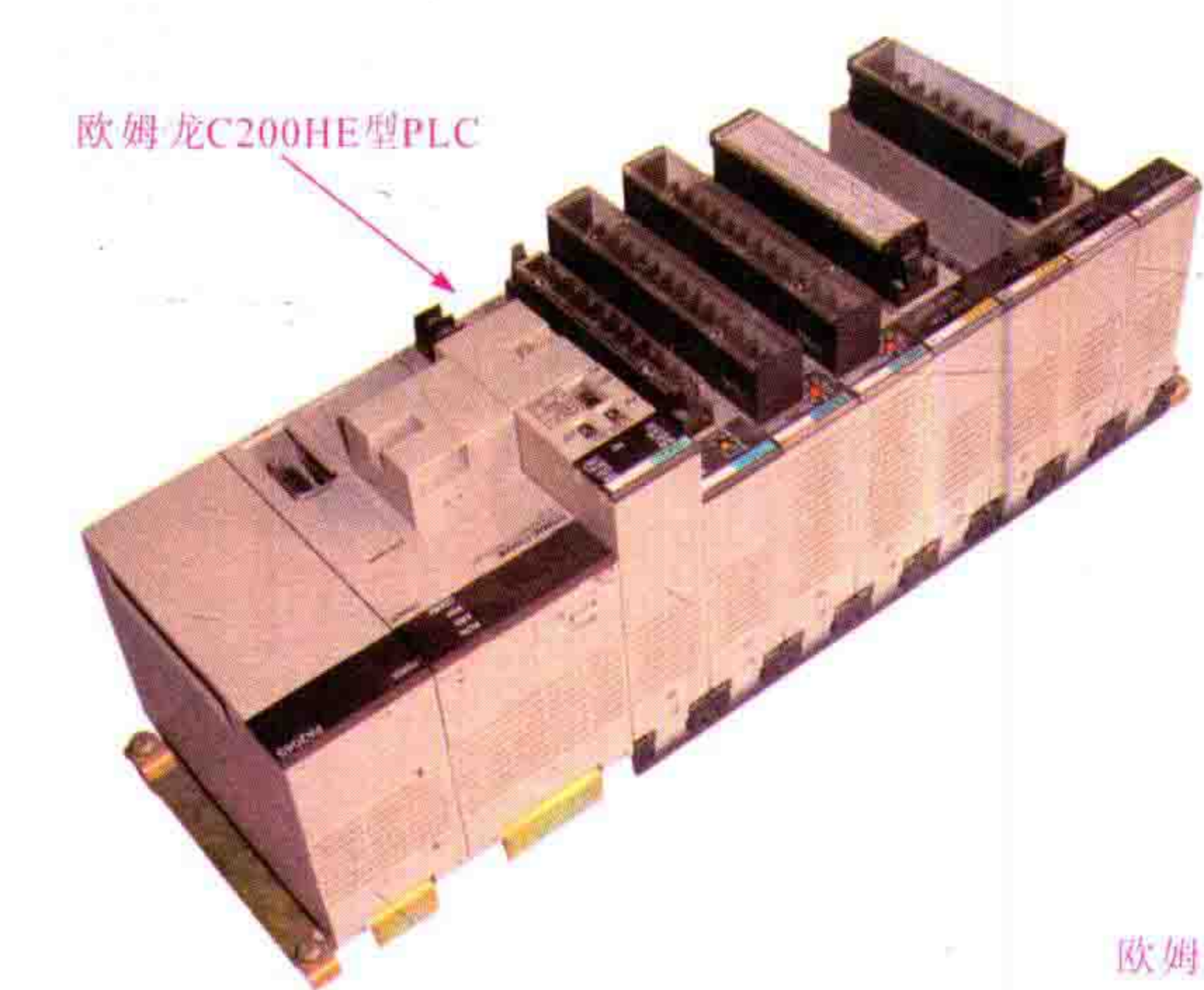


图 1-5 常见中型 PLC 实物图

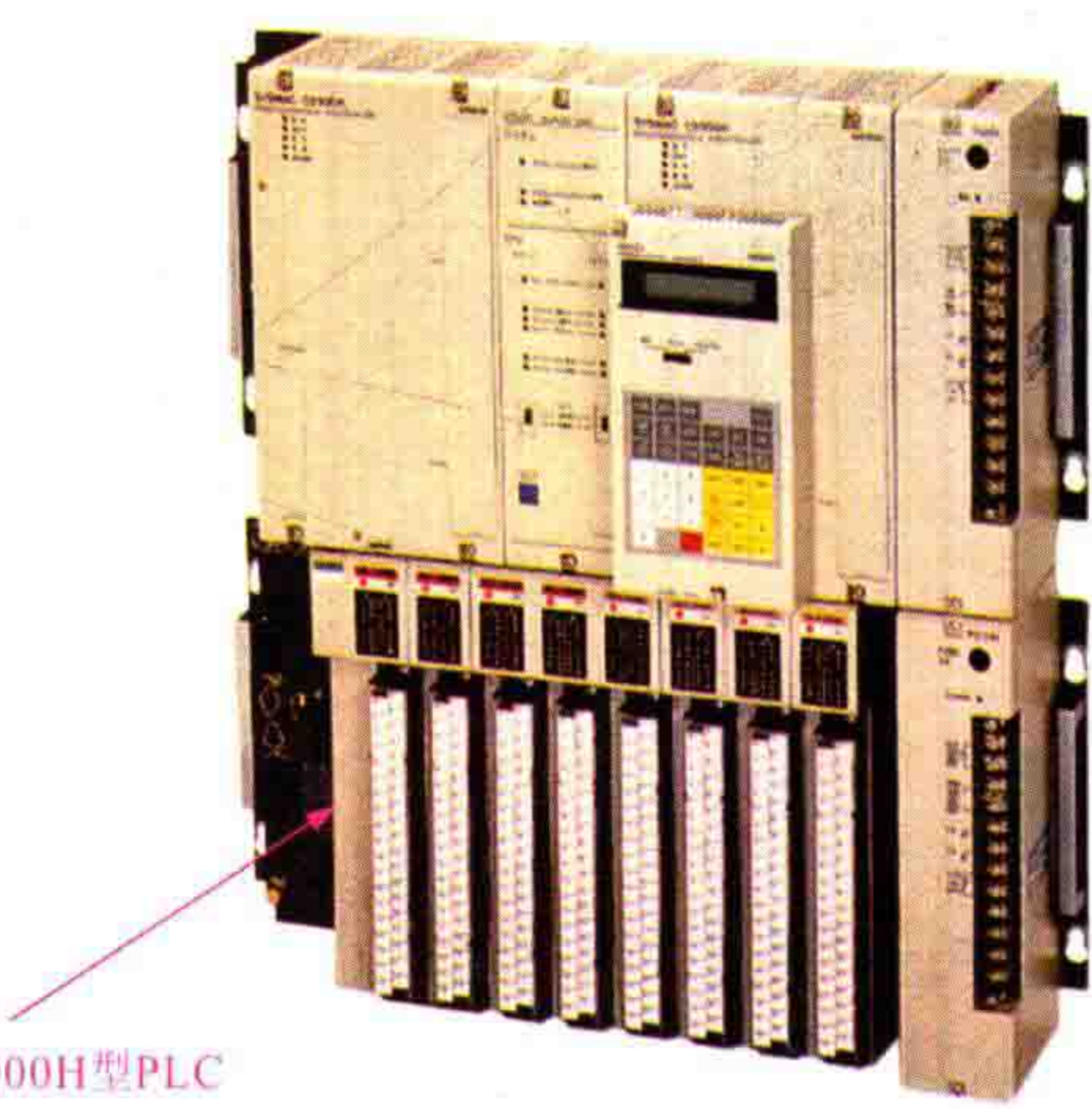


图 1-6 常见大型 PLC 实物图

1.1.3 按功能分类

PLC 根据功能的不同可分为低档 PLC、中档 PLC 和 高档 PLC。

1 低档 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 被称为低档 PLC，如图 1-7 所示。这种 PLC 工作速度较低，能带动 I/O 模块的数量也较少。

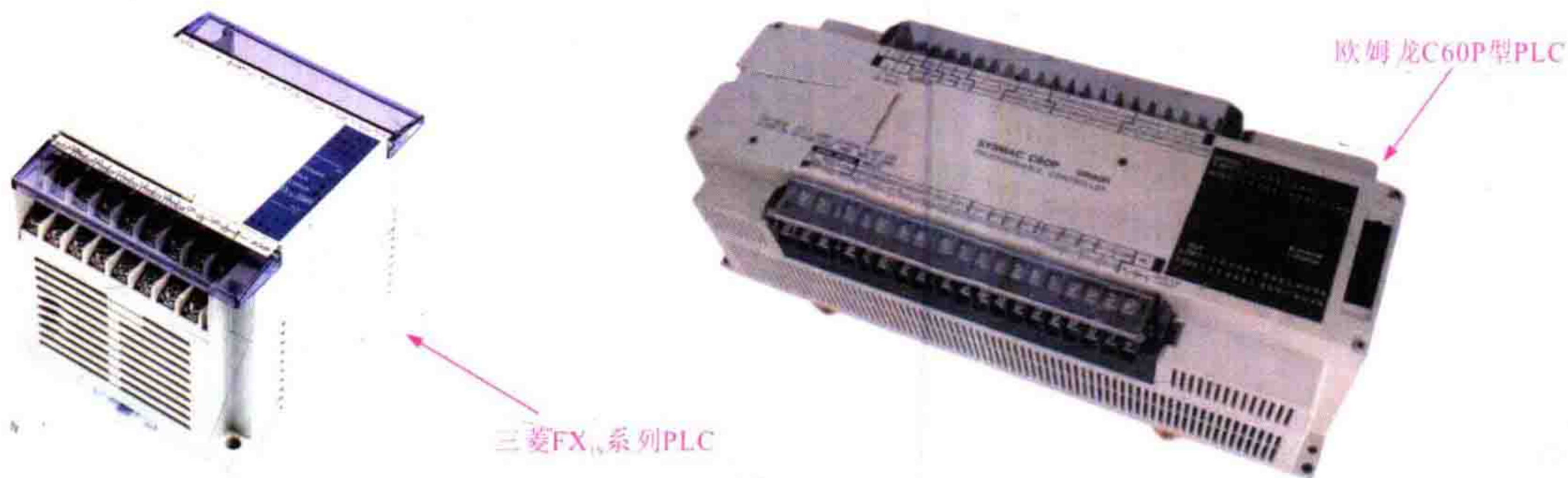


图 1-7 常见低档 PLC 实物图

2 中档 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，工作速度较快，能带动 I/O 模块的数量也较多。

图 1-8 为常见中档 PLC 实物图。



图 1-8 常见中档 PLC 实物图

3 高档 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，工作速度很快，能带动 I/O 模块的数量也很多。

图 1-9 为常见高档 PLC 实物图。

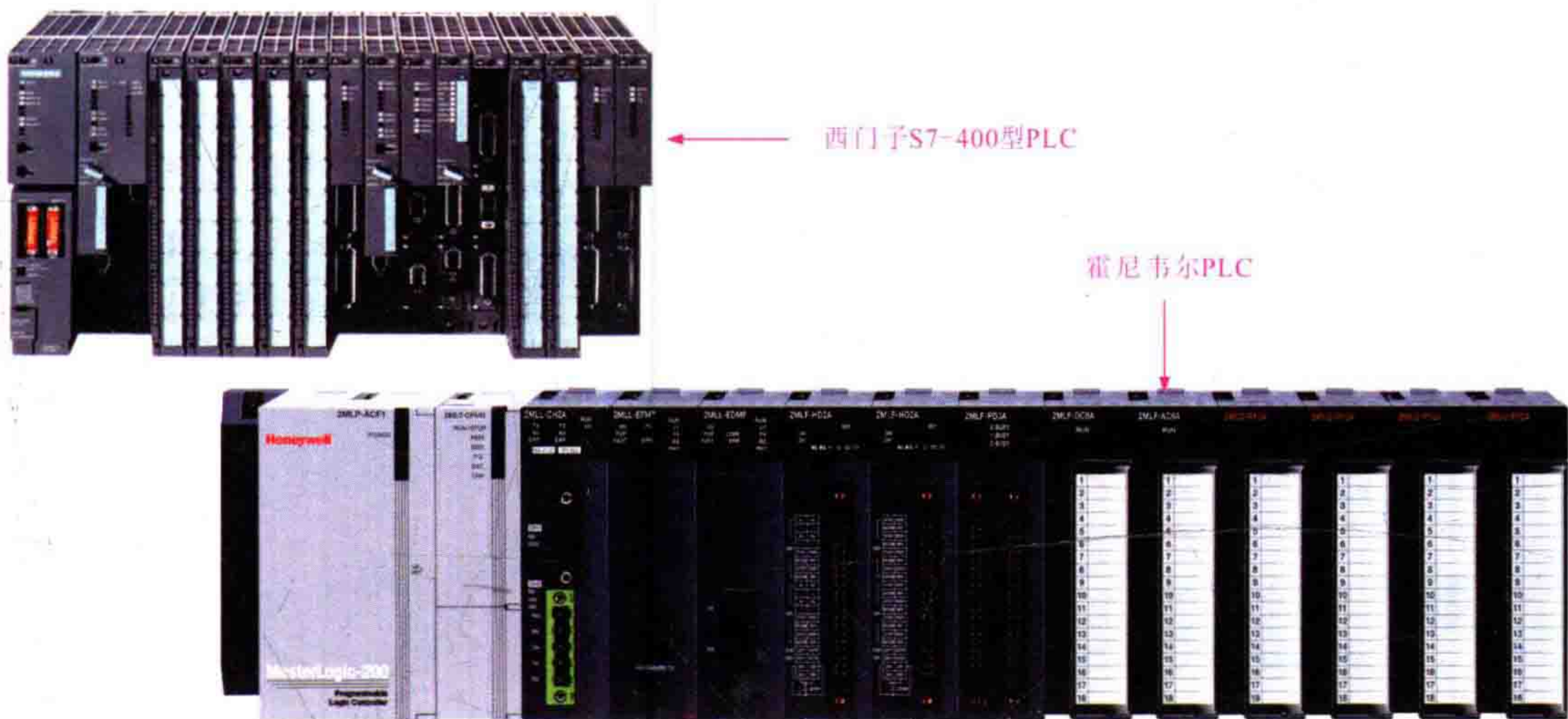


图 1-9 常见高档 PLC 实物图

1.1.4 按生产厂家分类

目前，PLC 被大范围采用，生产厂家不断涌现，推出的产品种类繁多，功能各具特色。其中，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、松下、富士等公司是目前市场上主流且极具有代表性的生产厂家。国内也自行研制、开发、生产出许多小型 PLC。

三菱、西门子、欧姆龙、松下的产品占有率较高、普及应用较广。下面介绍这些典型 PLC 的功能特点、相关参数及系统配置。

1 三菱 PLC

市场上，三菱 PLC 常见的系列产品有 FR-FX_{1N}、FR-FX_{1S}、FR-FX_{2N}、FR-FX_{3U}、FR-FX_{2NC}、FR-A、FR-Q 等。图 1-10 为几种常见三菱 PLC 系列产品实物图。

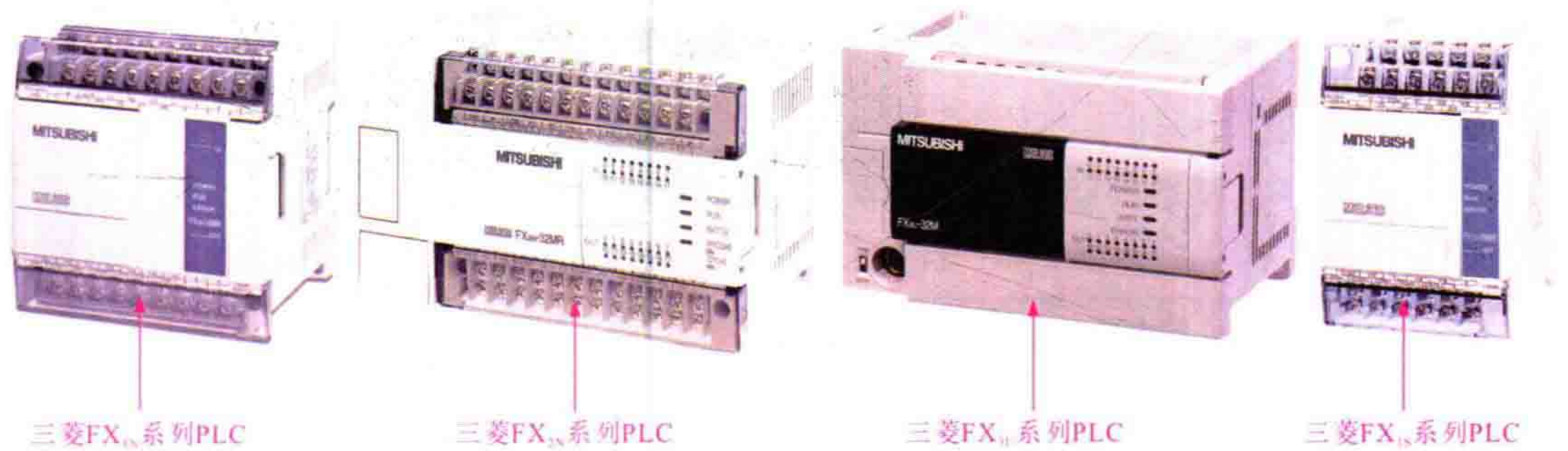


图 1-10 常见三菱 PLC 系列产品实物图

三菱 FX_{2N} 系列 PLC 属于超小型程序装置，是 FX 家族中较先进的系列，处理速度快，在基本单元上连接扩展单元或扩展模块，可进行 16 ~ 256 点的灵活输入 / 输出组合，为工厂自动化应用提供最大的灵活性和控制能力。

三菱 FX1S 系列 PLC 属于集成型小型单元式 PLC。

三菱 Q 系列 PLC 是三菱公司原先 A 系列的升级产品，属于中、大型 PLC 系列产品。Q 系列 PLC 采用模块化的结构形式，系列产品的组成与规模灵活可变，最大输入、输出点数达到 4096 点；最大程序存储器容量可达 252KB；采用扩展存储器后可以达到 32MB；基本指令的处理速度可以达到 34ns；整个系统的处理速度得到很多提升，多个 CPU 模块可以在同一基板上安装，CPU 模块间可以通过自动刷新进行定期通信，或通过特殊指令进行瞬时通信。三菱 Q 系列 PLC 被广泛应用于各种中、大型复杂机械、自动生产线的控制场合。

II 2 西门子 PLC

德国西门子（SIEMENS）公司的可编程序控制器 SIMATIC S5 系列产品在中国的推广较早，在很多的工业生产自动化控制领域都曾有过经典应用。西门子公司还开发了一些起标准示范作用的硬件和软件，从某种意义上说，西门子系列 PLC 决定了现代可编程序控制器的发展方向。

目前，市场上的西门子 PLC 主要为西门子 S7 系列产品，如图 1-11 所示，包括小型 PLC S7-200、中型 PLC S7-300 和大型 PLC S7-400。

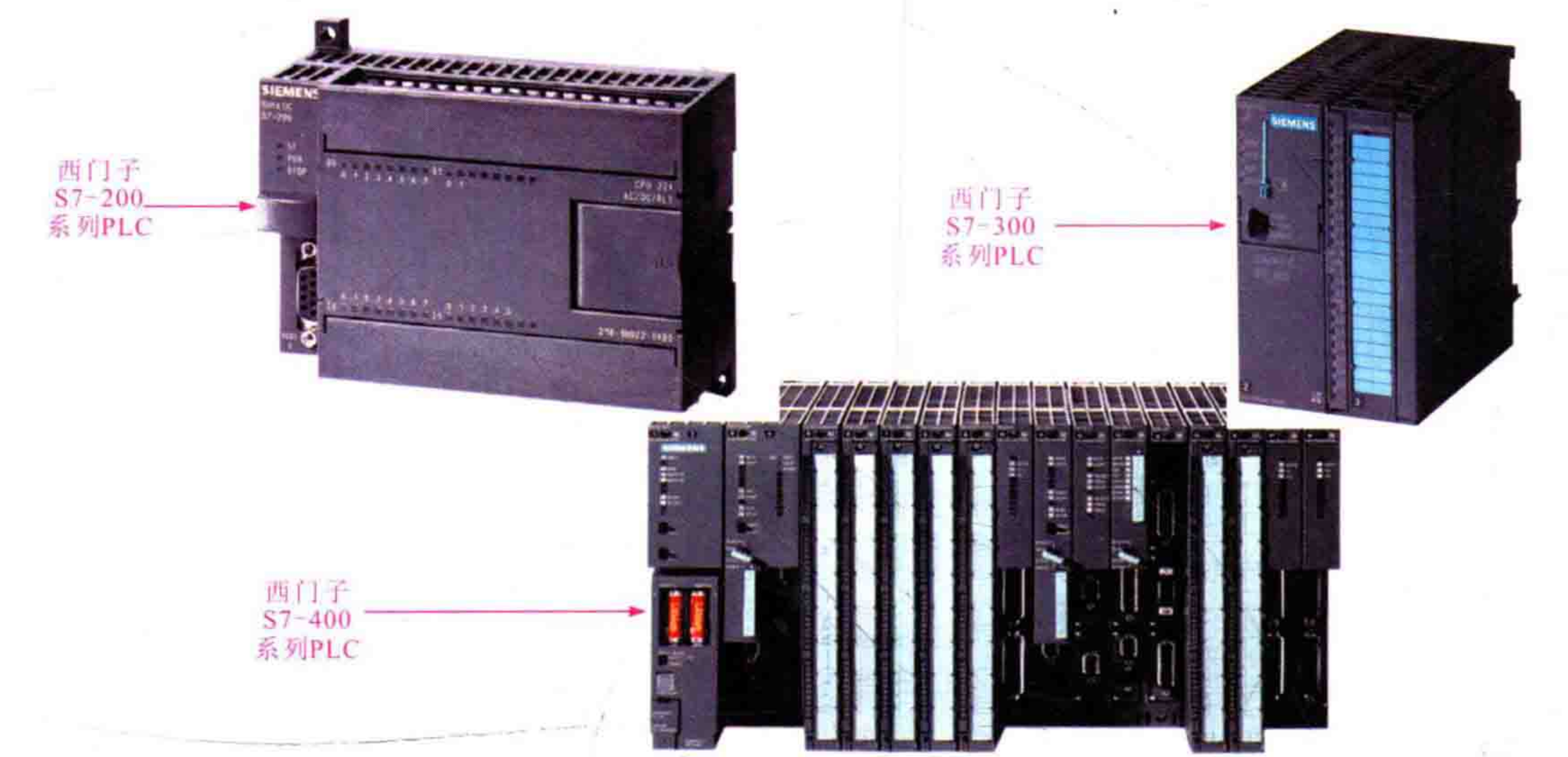


图 1-11 西门子 S7 系列 PLC 产品实物图



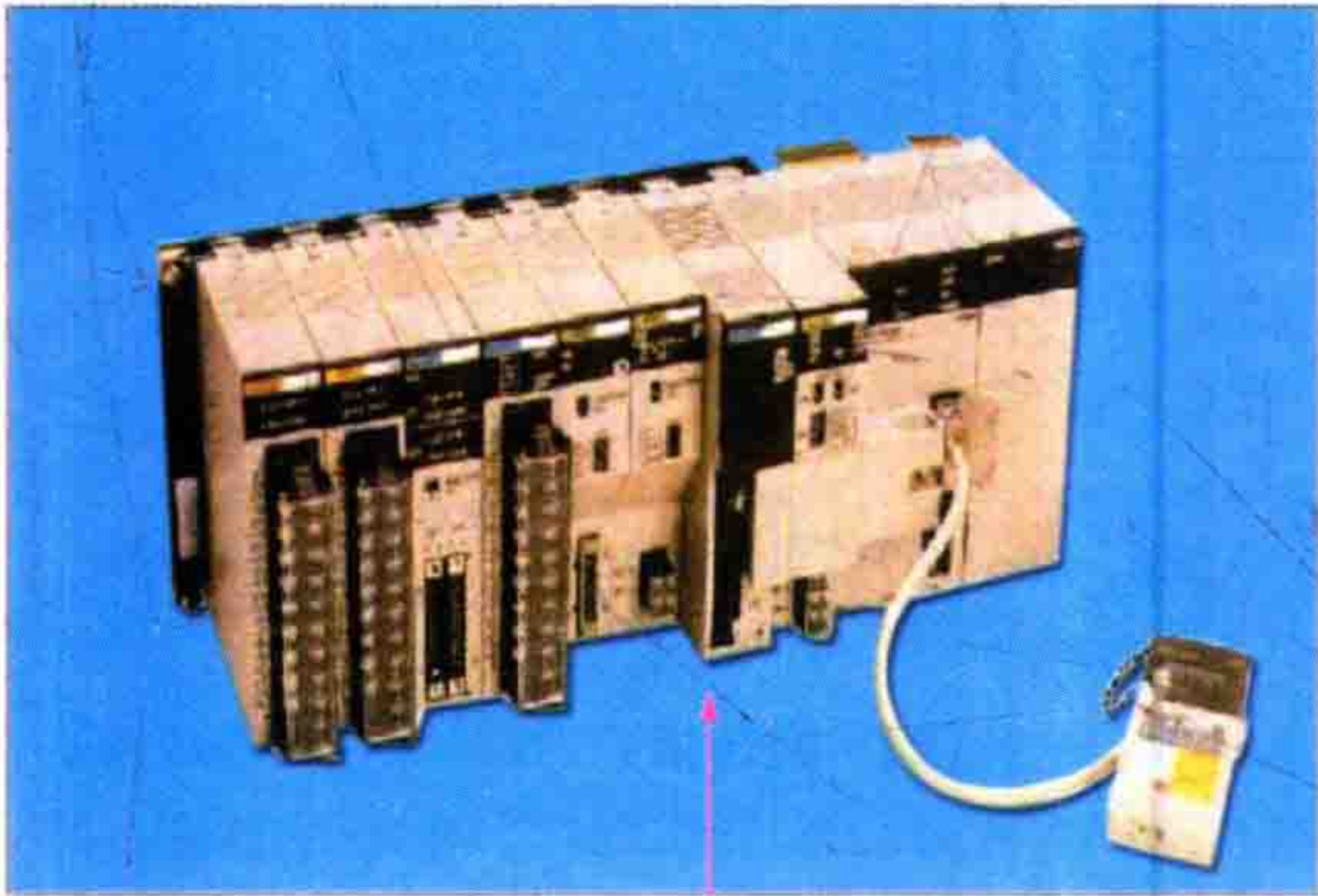
西门子 PLC 的主要功能特点：

- (1) 采用模块化紧凑设计，可按积木式结构进行系统配置，功能扩展非常灵活方便；
- (2) 以极快的速度处理自动化控制任务，S7-200 和 S7-300 的扫描速度为 0.37 μs；
- (3) 具有很强的网络功能，可以将多个 PLC 按照工艺或控制方式连接成工业网络，构成多级完整的生产控制系统，既可实现总线联网，也可实现点到点通信；
- (4) 在软件方面，允许在 Windows 操作平台下使用相关的程序软件包、标准的办公室软件和工业通信网络软件，可识别 C++ 等高级语言环境；
- (5) 编程工具更为开放，可使用普通计算机或便捷式计算机。

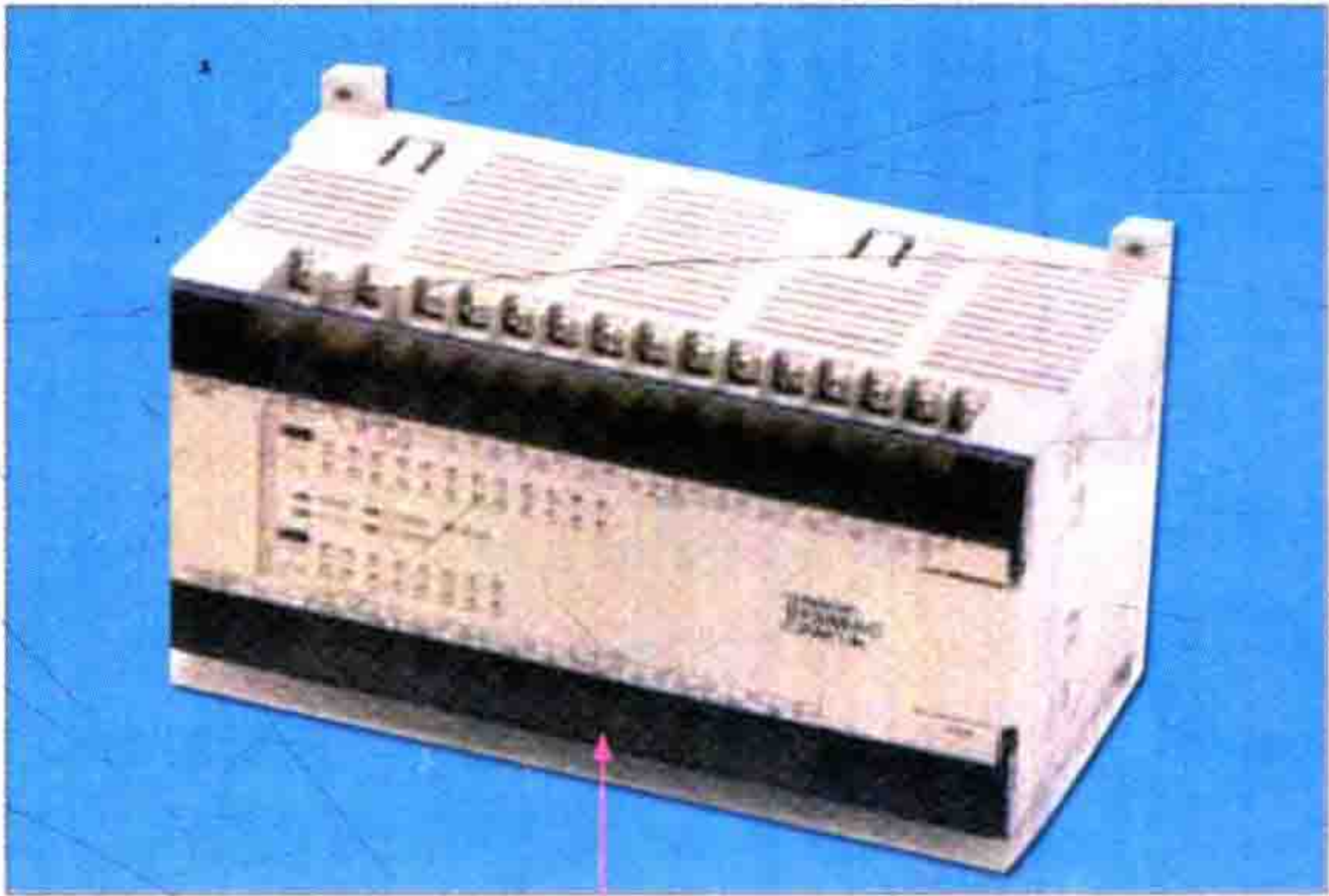
3 欧姆龙 PLC

日本欧姆龙（OMRON）公司的 PLC 较早进入中国市场，开发了最大 I/O 点数在 140 点以下的 C20P、C20 等微型 PLC，最大 I/O 点数为 2048 点的 C2000H 等大型 PLC，广泛应用于自动化系统设计的产品中。

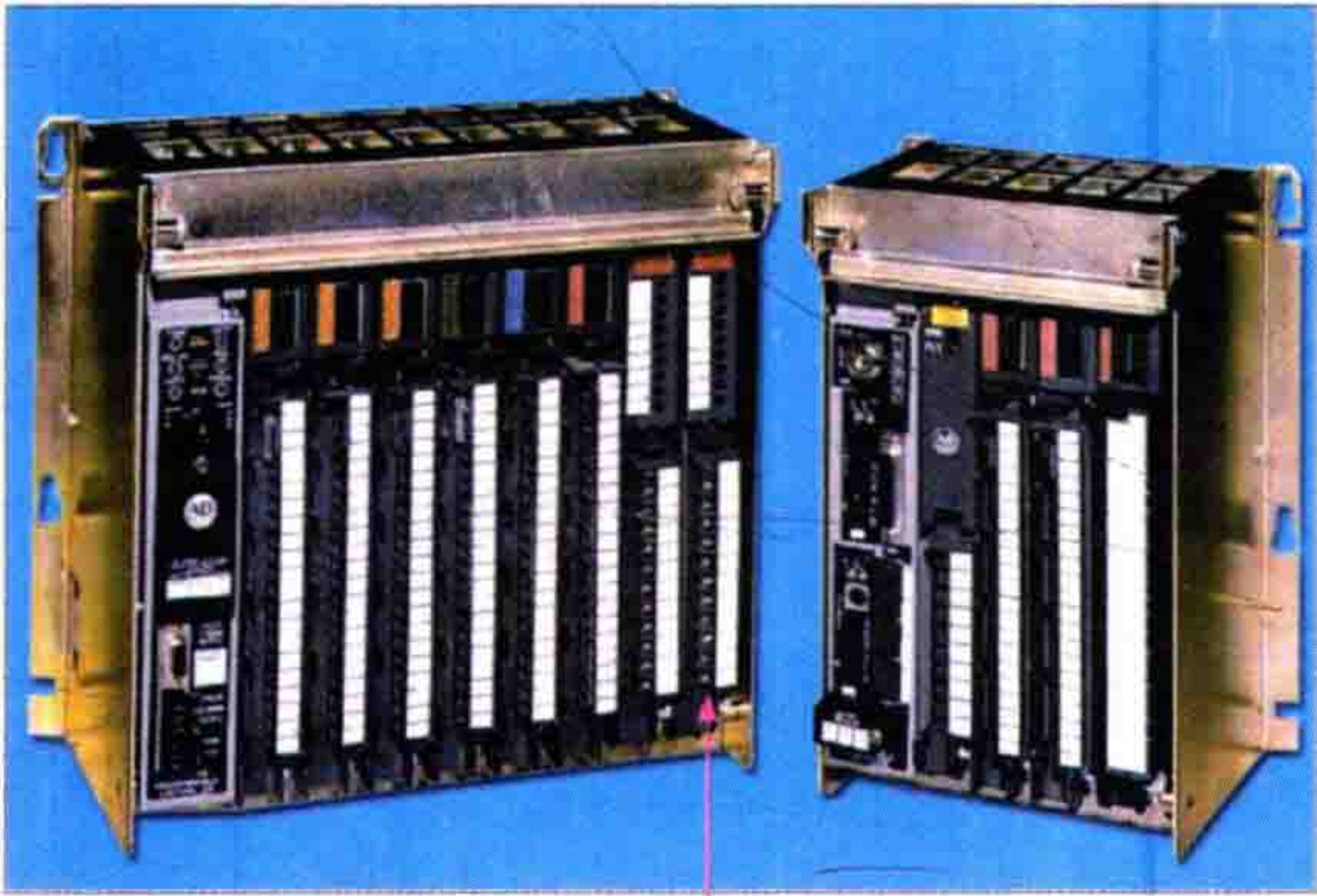
图 1-12 为常见欧姆龙 PLC 产品实物图。



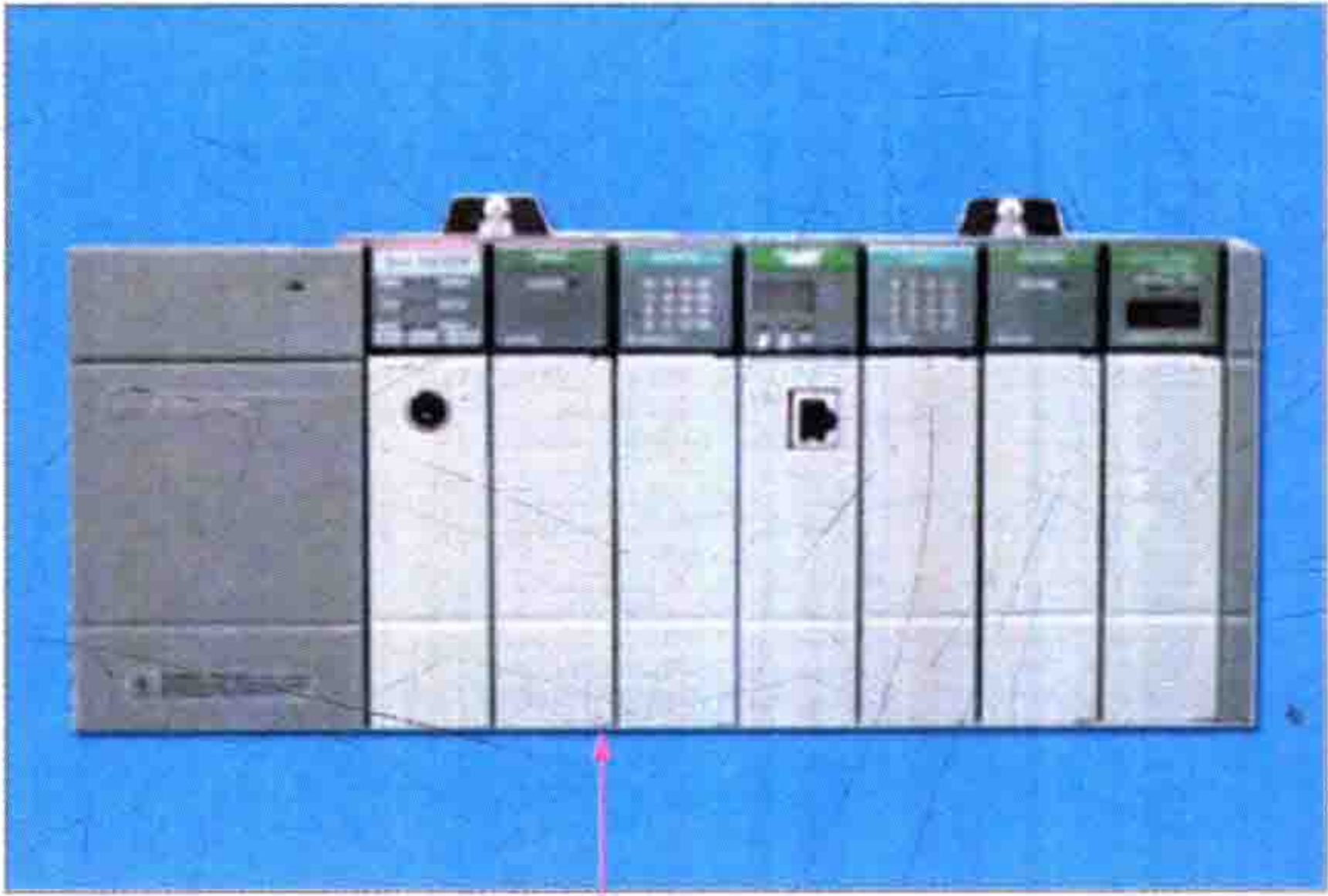
欧姆龙C200H系列PLC



欧姆龙CPM1A、CPM2A系列PLC



欧姆龙PLC 5系列PLC



欧姆龙SLC 500系列PLC

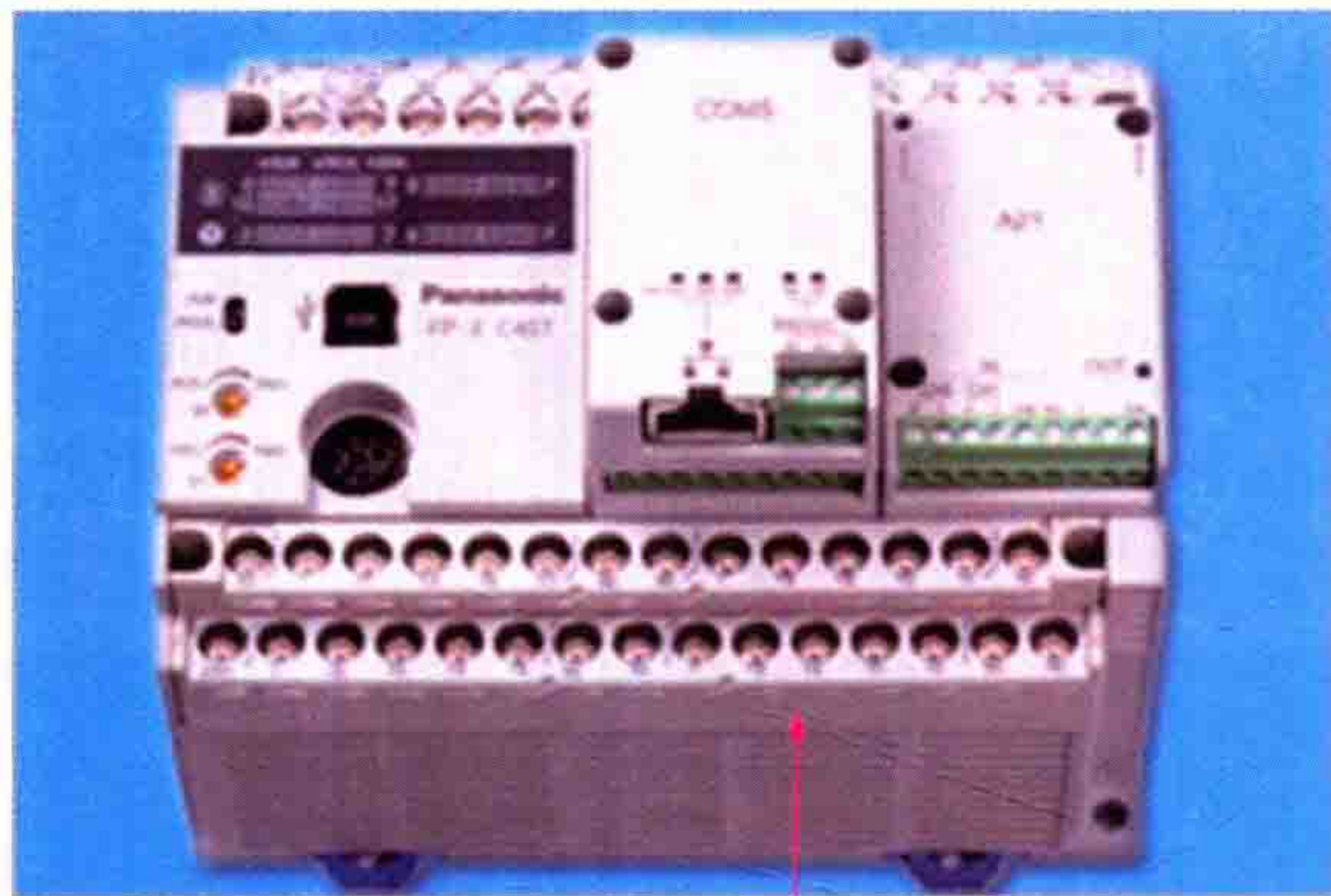
图 1-12 常见欧姆龙 PLC 产品实物图

欧姆龙公司对 PLC 及其软件的开发有自己的特殊风格。例如，C2000H 大型 PLC 将系统存储器、用户存储器、数据存储器 and 实际的输入、输出接口、功能模块等统一按绝对地址形式组成系统，把数据存储和电器控制使用的术语合二为一，命名数据区为 I/O 继电器、内部负载继电器、保持继电器、专用继电器、定时器 / 计数器。

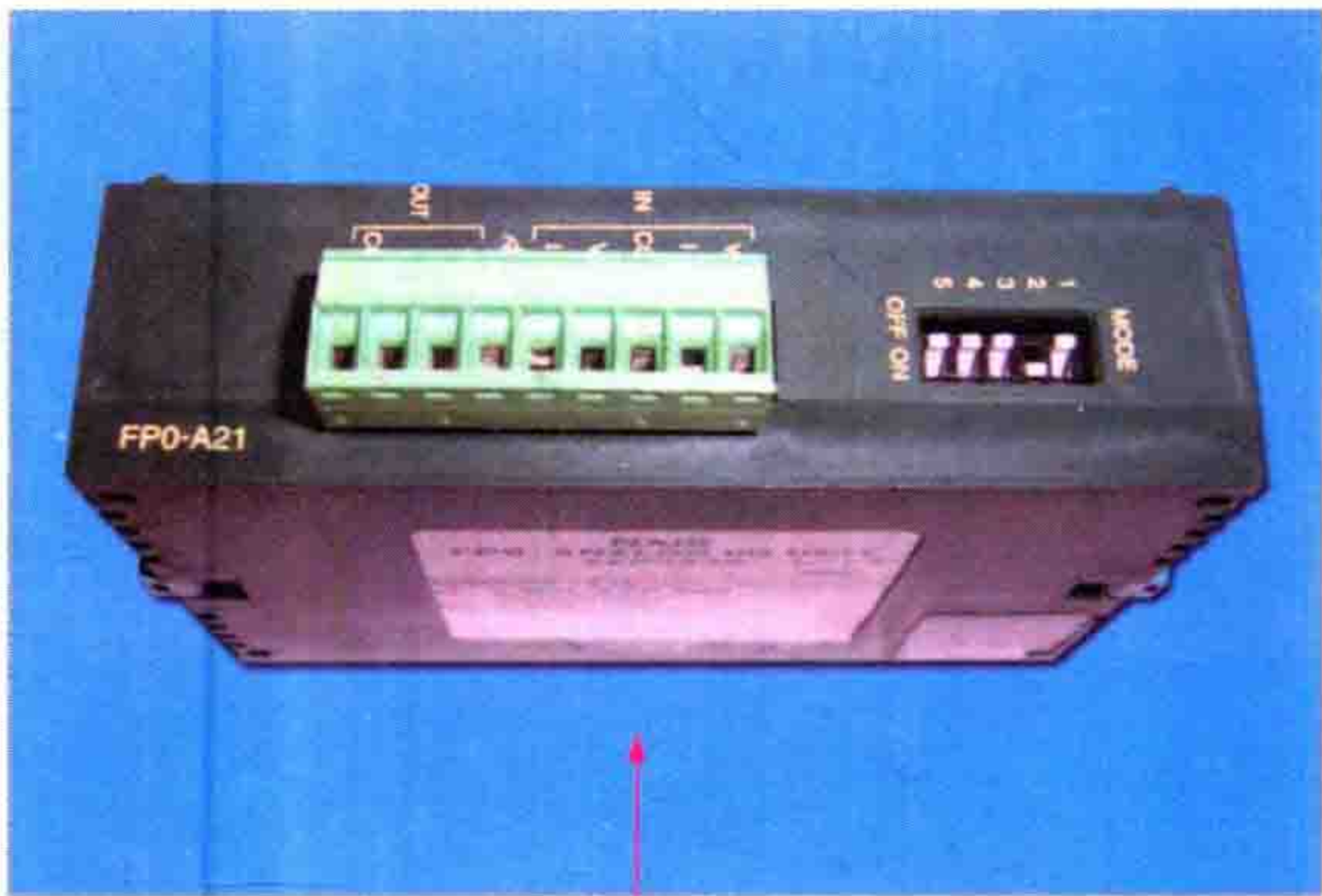
4 松下 PLC

松下 PLC 是目前国内比较常见的 PLC 产品之一，功能完善、性价比高，常用的有小型 FP-X、FP0、FP1、FP Σ 、FP-e 系列，中型的 FP2、FP2SH、FP3 系列，以及大型的 EP5 系列等。

图 1-13 为常见松下 PLC 产品实物图。



松下FP-X系列的PLC



松下FP0系列的PLC

图 1-13 常见松下 PLC 产品实物图



(1) 松下 FP1 系列 PLC 有 C14、C16、C24、C40、C56、C72 多种规格产品。虽然是小型机，但性价比很高，比较适合中小型企业。

FP1 硬件配置除主机外，还可加 I/O 扩展模块、A-D（模-数转换）、D-A（数-模转换）模块等智能单元，最多可配置几百点，机内有高速计数器，可输入频率高达 10kHz 的脉冲，并可同时输入两路脉冲，还可输出可调的频率脉冲信号（晶体管输出型）。

FP1 有 190 多条功能指令，除基本逻辑运算外，还可进行加（+）、减（-）、乘（×）、除（÷）四则运算，有 8bit、16bit 和 32bit 数字处理功能，并能进行多种码制变换。FP1 还有中断程序调用、凸轮控制、高速计数、字符打印、步进等特殊功能指令。

FP1 监控功能很强，可实现梯形图监控、列表继电器监控、动态时序图监控（可同时监控 16 个 I/O 点的时序），具有几十条监控命令，多种监控方式，指令和监控结果可用日语、英语、德语和意大利语四种语言显示。

(2) 松下 FPΣ 系列 PLC 保持机身小巧、使用简便，同时加载了中型 PLC 的功能，采用通信模块插件大幅增强了通信功能，可以实现最大 100kHz 的位置控制；具有数据备份结构，可以对数据寄存器区进行完全备份，日历、时钟的数据也能由电池备份，I/O 注释可以与程序一同写入，大幅提高了系统保存性；具有高速、丰富的实数运算功能，实现了 PID 的控制指令，可以进行自动调整，实现简便、高性能的控制；为了防止出厂后的意外改写程序或保护原始程序不被窃取，还可以设置密码功能。

(3) 松下 FP2/FP2SH 系列 PLC。FP2 系列 PLC 有 FP2-C1、FP2-C1D、FP2-C1SL、FP2-C1A 等型号产品，外形结构紧凑，但保持了中规模 PLC 的功能，具有多种高功能单元，能够从事诸如模拟量控制、联网和位置控制，集多种功能于一体，具有优良的性能价格比，I/O 点数基本结构最大 768 点，扩展结构最大 1600 点，使用远程 I/O 系统最大 2048 点。它的 CPU 单元配有一个 RS232 编程口，可直接与人机界面相连，还带有一个用于远程监控和通过调制解调器进行维护的高级通信接口。

FP2SH 系列 PLC 的扫描时间为 1ms/20k 步（步指程序的步数，也通过步数显示程序容量），实现了超高速处理，程序容量最大为 120k 步（可理解为存储程序的步数），具有足够的程序容量。同时还配备了小型 PC 卡，可用于程序备份或用作扩展数据内存，应用与大量数据进行处理的领域，它还有内置注释和日历定时器功能。

(4) 松下 FP3/FP10SH 系列 PLC。FP10SH 系列 PLC 的特点如下：高速 CPU；最多可控制 2048 个 I/O 点；可利用中继功能执行高优先级的中断程序；编程器可在程序中插入注释，便于后期的检查与调试；具有高精度定时功能 / 日历功能；具备 16k 步的大程序容量；288 条方便指令功能；EPPROM 写入功能；网络的连接及安装十分简便。