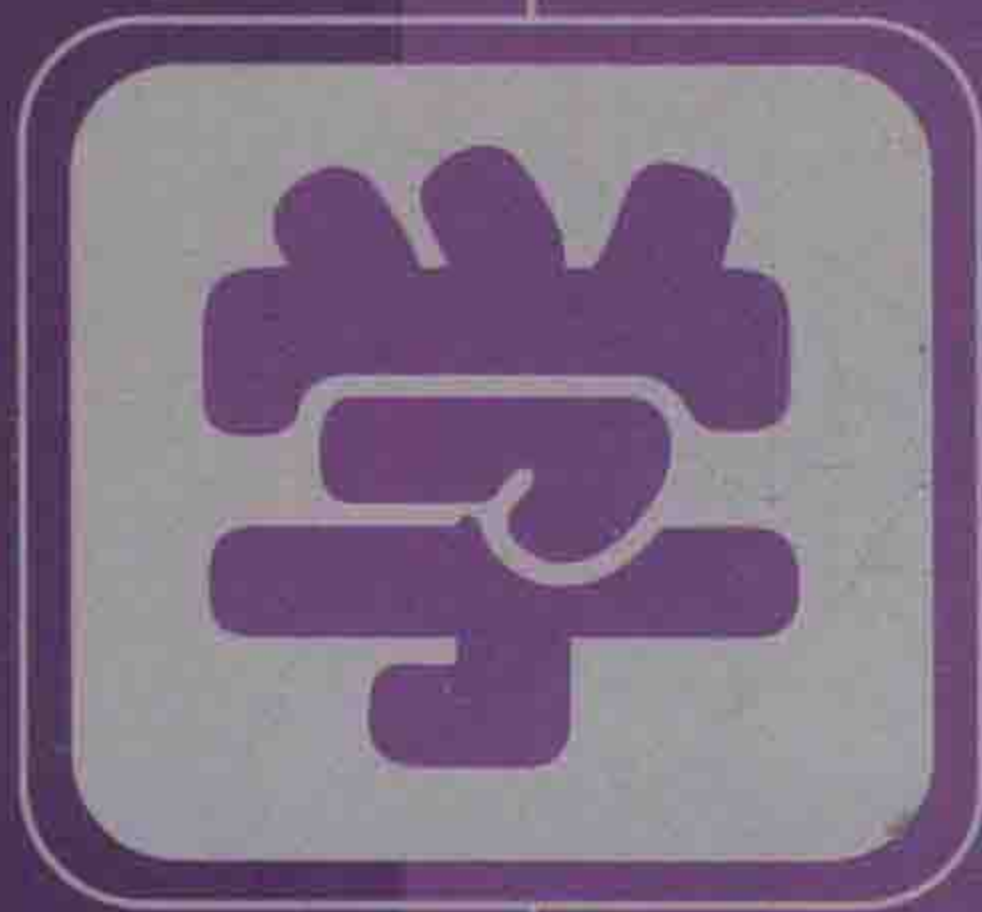


工控技术精品丛书

# 西门子

# S7-200 PLC轻松学

黄义定 编著



 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>

工控技术精品丛书

# 西门子 S7-200 PLC 轻松学

黄义定 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

## 内 容 简 介

本书从初学者的角度出发,首先较系统地讲解可编程逻辑控制器(PLC)的概貌,以及其电气基础和控制基础;然后介绍S7-200 PLC的编程语言、基本指令系统、应用系统设计和编程软件的应用;最后简要介绍了S7-200 PLC的网络通信知识。本书语言简练、通俗易懂,内容由浅入深,注重理论和实际应用相结合。

本书可供工控技术人员阅读参考,也可作为高等院校电气工程及其自动化、机电一体化等专业的教材使用。

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

西门子S7-200 PLC轻松学 / 黄义定编著. —北京:电子工业出版社, 2018.4  
(工控技术精品丛书)

ISBN 978-7-121-33833-5

I. ①西… II. ①黄… III. ①PLC技术 IV. ①TM571.61

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第045678号

策划编辑:陈韦凯

责任编辑:陈韦凯

印刷:三河市华成印务有限公司

装订:三河市华成印务有限公司

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:787×1 092 1/16 印张:14.25 字数:364.8千字

版次:2018年4月第1版

印次:2018年4月第1次印刷

印数:2 000册 定价:49.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,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, 88258888。

质量投诉请发邮件至 zllts@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:bjcwk@163.com。

# 前 言

随着半导体技术、计算机技术和通信技术的发展, PLC 应运而生, 至今已有 40 多年的历史, 如今它在工业控制领域得到了广泛的应用。

控制技术日新月异的进步促进了 PLC 的不断发展。PLC 技术现在有两个发展趋势: 一是朝着大型、高速、多功能和多层分布式全自动网络化方向发展, 这类 PLC 一般为多处理器系统, 有较大的存储能力和功能很强的输入/输出接口, 用于大型复杂的工业控制系统; 二是朝着小型、简易、价格低廉的方向发展, 这类 PLC 可以广泛地取代继电器控制系统, 用于单机控制和规模较小的自动化生产线控制。

本书作者结合近 20 年的 PLC 教学和应用经验, 系统地阐述了西门子 S7-200 PLC 的工作原理, 以及控制系统的结构、设计方法、实际应用及其网络通信等。

如何通过本书达到入门、会用的效果, 作者提出几点建议供读者参考。

(1) 先要学习第 1 章的概述, 通过第 1 章的学习, 使读者对 PLC 有个简单的了解, 同时也明白了 PLC 控制与继电器控制的区别和联系, 另外, 对于 PLC 的主要应用和目前主要的生产厂家有所了解。

(2) 由于本书是针对初级入门读者, 有必要对第 2 章的电气基础有所了解, 对于常用的低压电器, 特别是控制按钮、行程开关, 以及继电器和接触器的工作原理和应用要搞明白。

(3) 第 3 章的内容可先大致浏览, 等掌握第 4 章、第 5 章的内容后再回头仔细阅读第 3 章也可以。对于不同的读者可以选择不同的编程语言, 若完全是零基础的话, 可以选择从梯形图语言入手; 若有其他编程语言基础的话, 可以从语句表语言入手; 若是一个过程控制工程师的话, 可以选择逻辑功能图语言。此时可以把 PLC 的编程软件安装在 PC 上, 同时可以实现这三种语言之间的转换, 这也是本书中第 7 章的内容。

(4) 对于第 5 章的 PLC 指令可以按照本书的先后顺序来学习, 同时可以参考书中的指令应用实例, 边学习指令边进行操作, 这样效果会好些。

(5) 掌握了前面几章内容之后, 就可以设计一些简单的控制系统了, 根据第 6 章设计控制系统的步骤, 再加上该章的经典电路、经验设计方法及顺序控制设计方法, 就可以把该章中的实例完全操作一遍了。

(6) 对于第 8 章的网络通信知识, 读者在实际使用过程中, 随时查阅即可。

本书语言简练、通俗易懂, 内容由浅入深, 注重理论和实际应用相结合。书中的实例来自作者的理论教学、实验教学、课程设计和毕业设计指导, 从事本课程教学的教师可以将有关实例经过改编后应用在各个教学环节中。

本书提供 PPT 作为学习辅助参考, 读者可登录华信教育资源网 ([www.hxedu.com.cn](http://www.hxedu.com.cn)) 查找本书免费下载 (该网站须先注册才可下载资源)。

为了适合不同层次读者的需要, 本书尽量做到难易结合, 每一个实例都给出注释, 以便读者更好地理解。为了体现解决问题的多种思路, 在有些例子中给出了几种不同的编程方法, 以便读者了解不同指令的编程特点。

本书在编写过程中参考了有关资料，在此对参考文献的作者表示衷心的感谢。  
由于作者水平和时间所限，本书疏漏和不当之处在所难免，敬请读者批评、指正！

编著者  
2018年1月

# 目 录

第 1 章 PLC 概述 .....	(1)
1.1 什么是 PLC .....	(1)
1.2 PLC 的产生和发展 .....	(2)
1.3 PLC 的工作原理 .....	(5)
1.4 PLC 的主要应用 .....	(9)
1.5 PLC 的生产厂家 .....	(9)
第 2 章 电气基础 .....	(11)
2.1 低压电器的分类 .....	(11)
2.2 控制按钮 .....	(12)
2.3 行程开关 .....	(13)
2.3.1 行程开关的结构分类 .....	(13)
2.3.2 行程开关的用途 .....	(14)
2.4 接近开关 .....	(15)
2.4.1 接近开关的工作原理 .....	(15)
2.4.2 接近开关的分类 .....	(15)
2.4.3 接近开关的功能 .....	(16)
2.4.4 接近开关的选用 .....	(17)
2.5 接触器 .....	(18)
2.6 继电器 .....	(19)
2.6.1 继电器的分类 .....	(19)
2.6.2 继电器的继电特性 .....	(20)
2.6.3 几种常见类型的继电器 .....	(21)
2.6.4 继电器应用实例 .....	(22)
第 3 章 PLC 控制基础 .....	(24)
3.1 PLC 的基本组成 .....	(24)
3.2 各部分的作用 .....	(26)
3.2.1 中央处理单元 (CPU) .....	(26)
3.2.2 存储器 .....	(26)
3.2.3 I/O 单元 .....	(27)
3.2.4 智能单元 .....	(30)
3.2.5 编程工具 .....	(30)
3.2.6 其他外部设备 .....	(31)
3.3 PLC 控制原理 .....	(31)
3.3.1 PLC 的循环扫描工作过程 .....	(31)
3.3.2 PLC 的 I/O 滞后现象 .....	(34)
3.3.3 PLC 对输入点计数的频率问题 .....	(36)

第4章 PLC 编程语言 .....	(37)
4.1 梯形图 (LAD) .....	(37)
4.2 语句表 (STL) .....	(39)
4.3 逻辑功能图 (FBD) .....	(40)
4.4 数据类型 .....	(41)
4.4.1 基本数据类型 .....	(41)
4.4.2 数据类型检查 .....	(41)
4.5 存储器类型 .....	(43)
4.5.1 数字量输入和输出映像区 .....	(43)
4.5.2 模拟量输入映像区和输出映像区 .....	(43)
4.5.3 变量存储器区 (V) .....	(44)
4.5.4 位存储器区 (M) .....	(44)
4.5.5 顺序控制继电器区 (S) .....	(44)
4.5.6 局部存储器区 (L) .....	(45)
4.5.7 定时器存储器区 (T) .....	(45)
4.5.8 计数器存储器区 (C) .....	(45)
4.5.9 高速计数器区 (HC) .....	(45)
4.5.10 累加器区 (AC) .....	(46)
4.5.11 特殊存储器区 (SM) .....	(46)
4.6 寻址方式 .....	(47)
4.6.1 直接寻址 .....	(47)
4.6.2 间接寻址 .....	(51)
第5章 PLC 基本指令系统 .....	(53)
5.1 位逻辑指令 .....	(53)
5.1.1 位操作指令 .....	(53)
5.1.2 位逻辑运算指令 .....	(56)
5.2 定时器与计数器指令 .....	(61)
5.2.1 定时器指令 .....	(62)
5.2.2 计数器指令 .....	(65)
5.3 数据处理指令 .....	(69)
5.3.1 传送指令 .....	(70)
5.3.2 移位和循环移位指令 .....	(71)
5.3.3 比较指令 .....	(74)
5.4 程序控制指令 .....	(75)
5.4.1 子程序指令 .....	(75)
5.4.2 中断程序指令 .....	(78)
5.5 顺序控制继电器指令 .....	(82)
5.6 高速计数器指令 .....	(86)
5.6.1 高速计数器定义指令与高速计数器指令 .....	(86)
5.6.2 理解不同的高速计数器 .....	(87)

5.6.3	高速计数器编程	(88)
5.6.4	高速计数器应用举例	(98)
5.7	脉冲输出指令	(99)
5.7.1	脉冲串操作 (PTO)	(100)
5.7.2	脉宽调制 (PWM)	(101)
5.7.3	使用 SM 来配置和控制 PTO/PWM 操作	(102)
5.7.4	计算包络表的值	(104)
5.7.5	脉冲输出指令应用举例	(105)
5.8	PID 指令	(109)
5.8.1	PID 算法	(109)
5.8.2	回路输入的转化和标准化	(112)
5.8.3	回路输出值转换成刻度整数值	(113)
5.8.4	正作用或反作用回路	(114)
5.8.5	PID 指令应用举例	(117)
<b>第 6 章</b>	<b>PLC 应用系统设计</b>	<b>(119)</b>
6.1	梯形图的基本电路	(121)
6.1.1	启保停电路	(121)
6.1.2	双向控制电路	(122)
6.1.3	定时器和计数器的应用程序	(124)
6.2	梯形图的经验设计方法	(129)
6.2.1	送料小车自动控制系统	(129)
6.2.2	两处卸料的小车自动控制系统	(131)
6.2.3	电动机优先启动控制	(133)
6.2.4	通风机监视	(133)
6.3	梯形图的顺序控制设计方法	(135)
6.3.1	顺序控制的特点	(135)
6.3.2	功能表图及其对应的梯形图	(135)
6.3.3	顺序控制程序设计举例	(138)
6.4	PLC 控制举例	(143)
6.4.1	全自动洗衣机 PLC 控制程序	(143)
6.4.2	自动门 PLC 控制程序	(145)
6.4.3	商场照明电路 PLC 控制程序	(146)
6.4.4	深孔钻组合机床 PLC 控制程序	(148)
6.4.5	密码锁控制程序	(150)
6.4.6	自动车库 PLC 控制程序	(153)
6.4.7	用 S7-200 实现 PID 控制	(154)
6.4.8	锅炉水位 PLC 控制程序	(164)
<b>第 7 章</b>	<b>PLC 编程软件的应用</b>	<b>(168)</b>
7.1	软件的安装	(168)
7.2	软件的使用	(169)



7.2.1	连接 S7-200 CPU	(169)
7.2.2	创建一个例子程序	(172)
7.2.3	下载例子程序	(177)
7.2.4	将 S7-200 转入运行模式	(177)
7.3	程序编辑器中使用的惯例	(178)
7.3.1	LAD 编辑器中使用的惯例	(178)
7.3.2	FBD 编辑器中使用的惯例	(178)
7.3.3	S7-200 编程的通用惯例	(179)
<b>第 8 章</b>	<b>S7-200 网络通信</b>	<b>(181)</b>
8.1	通信基础知识	(181)
8.1.1	串行通信和并行通信	(181)
8.1.2	同步传输和异步传输	(182)
8.1.3	信号的调制和解调	(182)
8.1.4	基带传输和频带传输	(182)
8.2	S7-200 网络通信	(183)
8.2.1	选择通信接口	(183)
8.2.2	多主站 PPI 电缆	(184)
8.2.3	在 PROFIBUS 网络上使用主站和从站器件	(184)
8.2.4	设置波特率和站地址	(185)
8.3	选择通信协议	(188)
8.3.1	PPI 协议	(189)
8.3.2	MPI 协议	(189)
8.3.3	PROFIBUS 协议	(190)
8.3.4	TCP/IP 协议	(190)
8.4	仅使用 S7-200 设备的网络配置实例	(190)
8.4.1	单主站 PPI 网络	(190)
8.4.2	多主站 PPI 网络	(191)
8.4.3	复杂的 PPI 网络	(191)
8.5	使用 S7-200、S7-300 和 S7-400 设备的网络配置实例	(192)
8.6	PROFIBUS 网络配置实例	(193)
8.7	以太网或互联网设备的网络配置实例	(194)
8.8	通信接口的安装和删除	(194)
8.9	网络的建立	(195)
8.9.1	基本原则	(195)
8.9.2	为网络确定通信距离、通信速率和电缆类型	(195)
8.9.3	引脚分配	(197)
8.9.4	网络电缆的偏压电阻和终端电阻	(197)
8.9.5	为网络选择 PPI 多主站电缆或 CP 卡	(198)
8.9.6	在网络中使用 HMI 设备	(199)
8.10	用自由口模式创建用户定义的协议	(200)

8.11 在网络中使用 Modem 和 STEP 7-Micro/WIN.....	(201)
8.11.1 配置一个 Modem 连接 .....	(202)
8.11.2 通过 Modem 连接 S7-200 .....	(203)
8.11.3 配置 PPI 多主站电缆连接远端 Modem.....	(204)
8.11.4 配置 PPI 多主站电缆连接自由口.....	(205)
附录 A S7-200 存储器范围及特性.....	(208)
附录 B S7-200 CPU 的操作数范围 .....	(209)
附录 C 特殊存储器位 .....	(210)
附录 D 特殊存储器字节 SMB36-SMD62.....	(211)
附录 E 从 CPU 读出的致命错误代码及其描述 .....	(213)
附录 F 运行程序错误.....	(214)
附录 G 编译规则错误.....	(215)
附录 H 部分电气符号图.....	(216)
参考文献 .....	(218)

# 第1章 PLC 概述

## 主要内容

- (1) 什么是 PLC。
- (2) PLC 的产生和发展。
- (3) PLC 的工作原理。
- (4) PLC 的主要应用。
- (5) PLC 的生产厂家。

## 1.1 什么是 PLC

PLC 是 Programmable Logic Controller 的缩写，意思就是可编程逻辑控制器。其实这是早期的 PLC，由于它仅仅是用来进行逻辑控制的，所以称为可编程逻辑控制器。但是随着微电子技术的发展，开始采用微处理器作为 PLC 的中央处理单元，使 PLC 不仅可以进行逻辑控制，而且可以进行模拟量的控制。所以在 1980 年美国电器制造协会（NEMA）又重新命名为可编程控制器（Programmable Controller），但是为了避免和个人计算机（PC, Personal Computer）混淆，继续沿用 PLC。

上面只是对它的字面意思的解释，那到底什么是可编程控制器呢？它的定义是可编程控制器是一种数字运算的电子系统，是专为工业环境下应用而设计的。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，并通过数字式或模拟式的输入和输出，控制各种机械或生产过程。

对于这个定义有几点说明。

(1) PLC 是一种数字运算的电子系统。这样就限制了它的范围，是在数字运算范围内的电子系统，和其他的电子系统就分开了。也许大家会想到个人计算机也是数字运算的电子系统，为什么不能用呢？这就是它定义的第二部分。

(2) 专为工业环境应用而设计的。个人计算机一般是在室温下应用的，而 PLC 是在工业环境下应用的，它的抗恶劣环境能力强，可以应用在高温下、沙漠中和海洋里等。

(3) 控制各种机械或生产过程。PLC 并不能做什么高级的工作，主要是做些机械的、生产性的活动。

(4) 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（这里主要是讲 PLC 的运行，主要是运行这些指令）。

通过上面对这个定义的理解，头脑中一定会形成这样一个印象，PLC 并不是一个简单

的器件，而是一个软件加硬件的结合，它的程序（软件）是核心部分，硬件主要是在外部用来控制机械或者生产过程。可以把 PLC 想象为就是放在某个地方能够用来做控制的东西。

PLC 与单片机有什么区别呢？

(1) PLC 更侧重于工业应用，对于防干扰、设备接口、联网、模块化都有完善的技术支撑，使用更简单，但成本高。

(2) 单片机技术含量高，使用灵活但是工作量很大，对于抗干扰、模块化要求低，成本低廉，应用广泛。特别适合开发消费电子、商业应用的电子、玩具、家电等。

(3) PLC 是建立在单片机之上的产品，单片机是一种集成电路，两者不具有可比性。

(4) 单片机可以构成各种各样的应用系统，从微型、小型到中型、大型都可以，PLC 是单片机应用系统的一个特例。

(5) 不同厂家的 PLC 有相同的工作原理，类似的功能和指标，有一定的互换性，质量有保证，编程软件正朝标准化方向迈进。这正是 PLC 获得广泛应用的基础。而单片机应用系统则是八仙过海，各显神通，功能千差万别，质量参差不齐，学习、使用和维护都很困难。

最后，从工程的角度，谈谈 PLC 与单片机系统的选用。

(1) 对单项工程或重复数极少的项目，采用 PLC 方案是明智、快捷的途径，成功率高，可靠性好，但成本较高。

(2) 对于量大的配套项目，采用单片机系统具有成本低、效益高的优点，但这要有相当的研发力量和行业经验才能使系统稳定、可靠地运行。最好的方法是将单片机系统嵌入 PLC，这样可大大简化单片机系统的研制时间，使性能得到保障，效益也就有保证。

那么，PLC 到底是哪里来的呢？下面就看本章的第二个问题。

## 1.2 PLC 的产生和发展

早期的控制系统都是继电器控制系统，但是到了 20 世纪 60 年代和 70 年代，继电器控制的缺点就暴露出来了。当然它是有很多优点的，简单易懂、操作方便、价格便宜（例如，一些常开常闭触点、线圈，就这些简单的符号就能表达一个系统，让别人一看简单易懂。在操作方面都是些按钮，操作简便，继电器价格也便宜）。到现在为止并不是说继电器已经完全抛弃了或者不用了，但是主要是用在一些小的系统上。

如果是在一些比较大的系统，对于继电器控制来说，就存在明显的缺点，如接线比较复杂（见图 1-1）、生产工艺变化的适应性较差等，特别是它是靠硬连线逻辑构成的系统（硬连线就是一般的导线）。对于这些情况大家会想到如果能用程序来修改不就更好了吗？这就是后来的 PLC。

在 20 世纪 60 年代到 70 年代，计算机系统也得到了发展，它优点就是功能完备、灵活性、通用性好。特别是计算机的计算能力特别强。在这个时候，有人就会想到把继电器系统和计算机系统二合一，计算机系统编程容易、计算速度快，就内置在继电器系统上，而继电器系统操作方便就负责外围的设备。提出这种设想的是 1968 年美国的通用汽车公司，当时主要是为它生产汽车而考虑的，但是他们对计算机不是很了解。到了 1969 年，美国数字

设备公司研制出了世界上第一台 PLC，型号称为 PDP-14。图 1-2 是德国西门子公司的 S7-200。

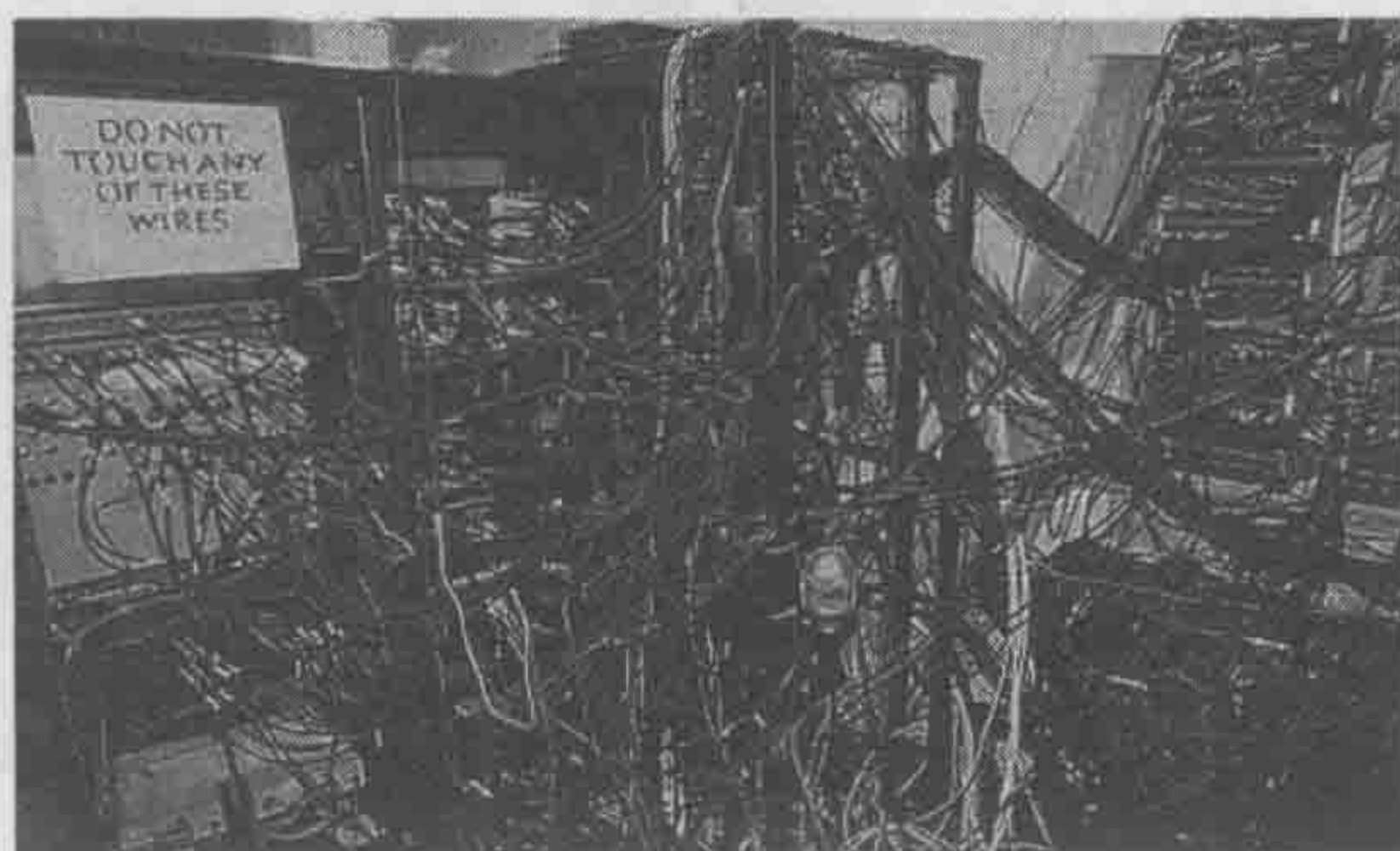


图 1-1 继电器控制系统

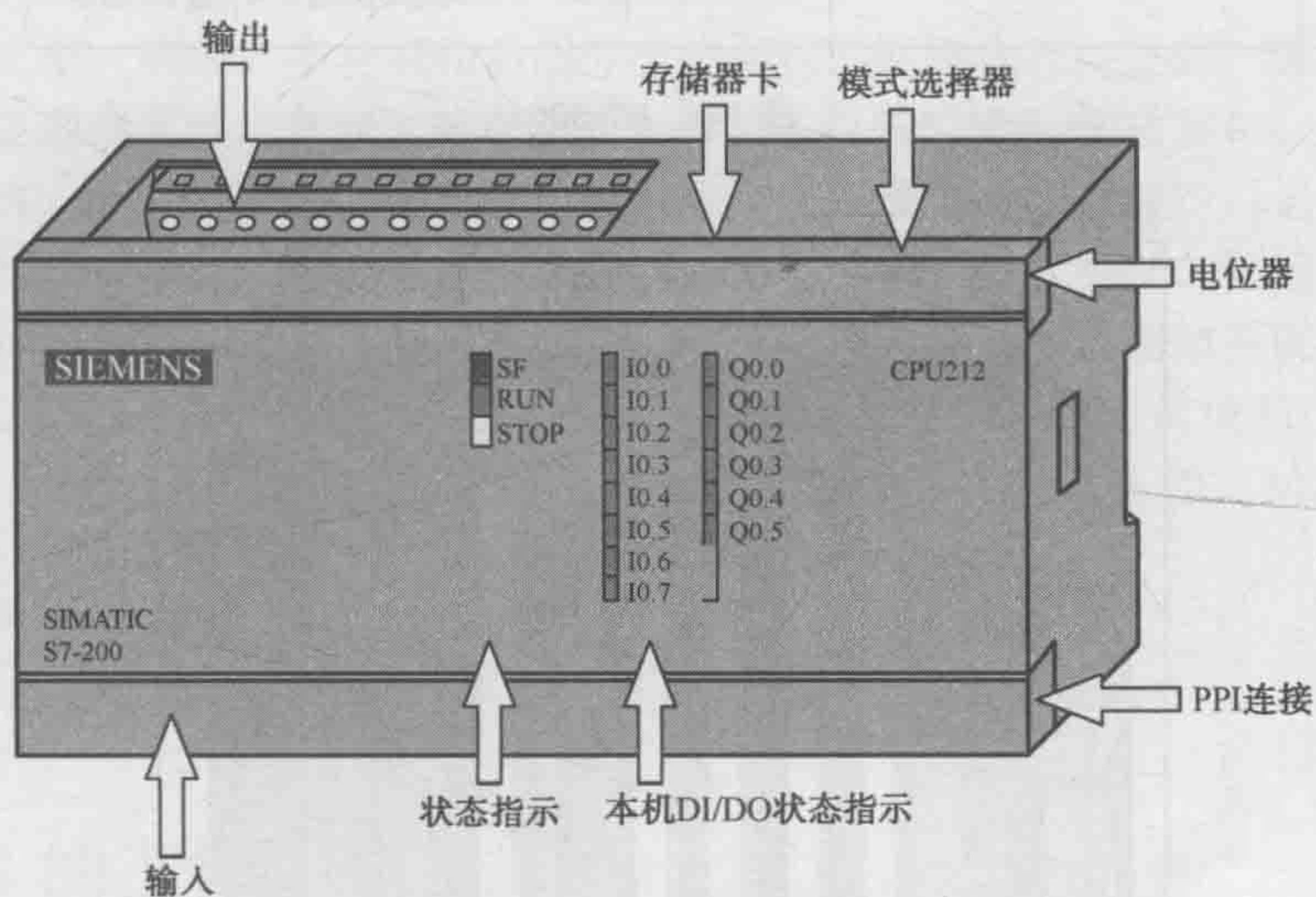


图 1-2 S7-200

(1) 模式选择器。用于手动选择操作模式：

- |      |   |                     |
|------|---|---------------------|
| STOP | = | 停机模式；不执行程序          |
| TERM | = | 运行程序；可以通过编程器进行读/写访问 |
| RUN  | = | 运行程序；通过编程器仅能进行读操作   |
- 状态指示器 (LED)
- |      |   |                      |
|------|---|----------------------|
| SF   | = | 系统错误；CPU 内部错误        |
| RUN  | = | 运行模式；绿灯              |
| STOP | = | 停机模式；黄灯              |
| DP   | = | 分布式 I/O (仅对 CPU 215) |

(2) 存储器卡。存储器卡的插槽。存储器卡用来在没有供电的情况下不需要电池就可以保存用户程序。

(3) PPI 连接。编程设备、文本显示器或其他的 CPU 通过这里连接。

图 1-3 和图 1-4 所示是德国西门子公司的 S7-300 及 S7-400 PLC。

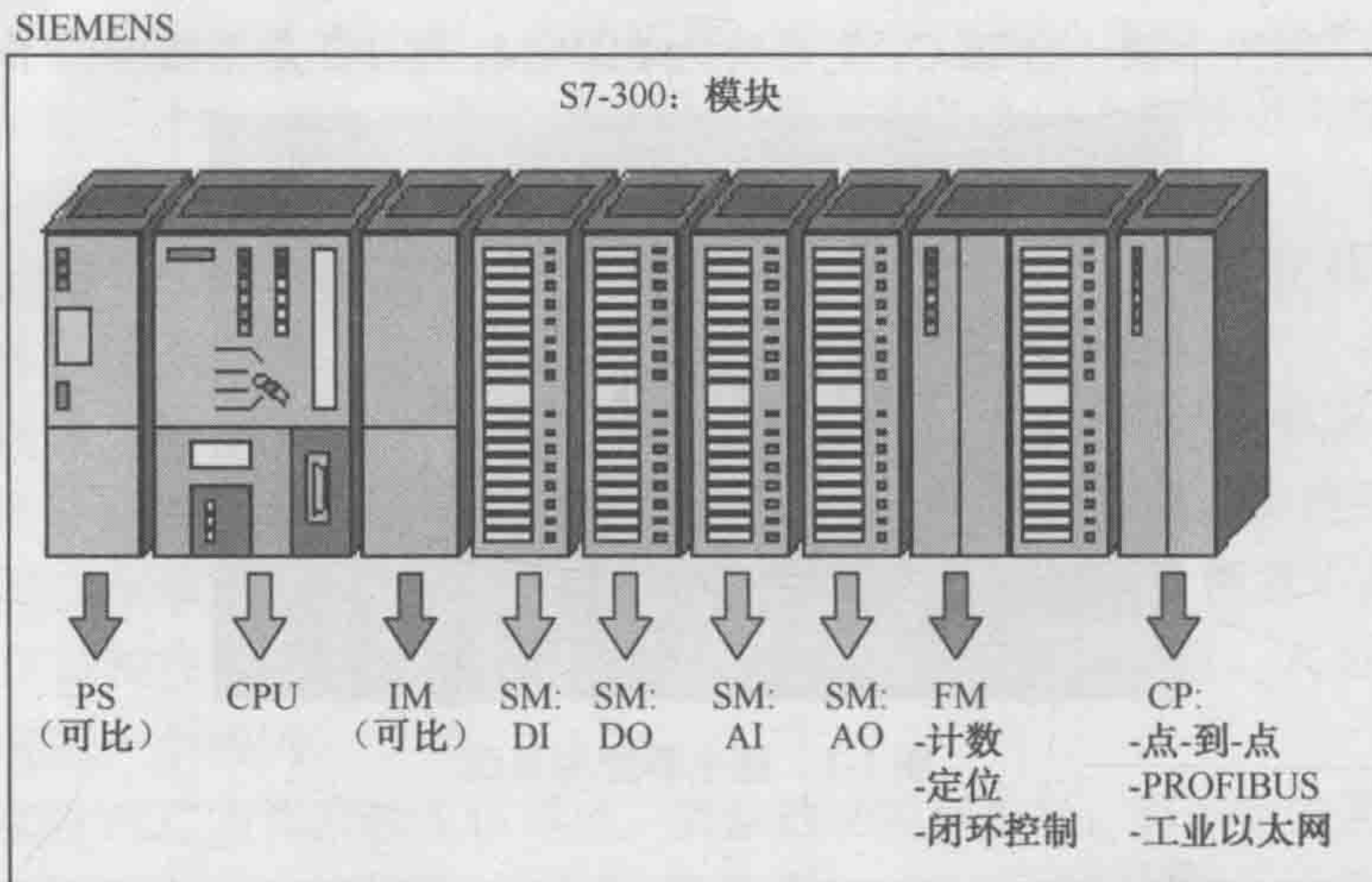


图 1-3 S7-300

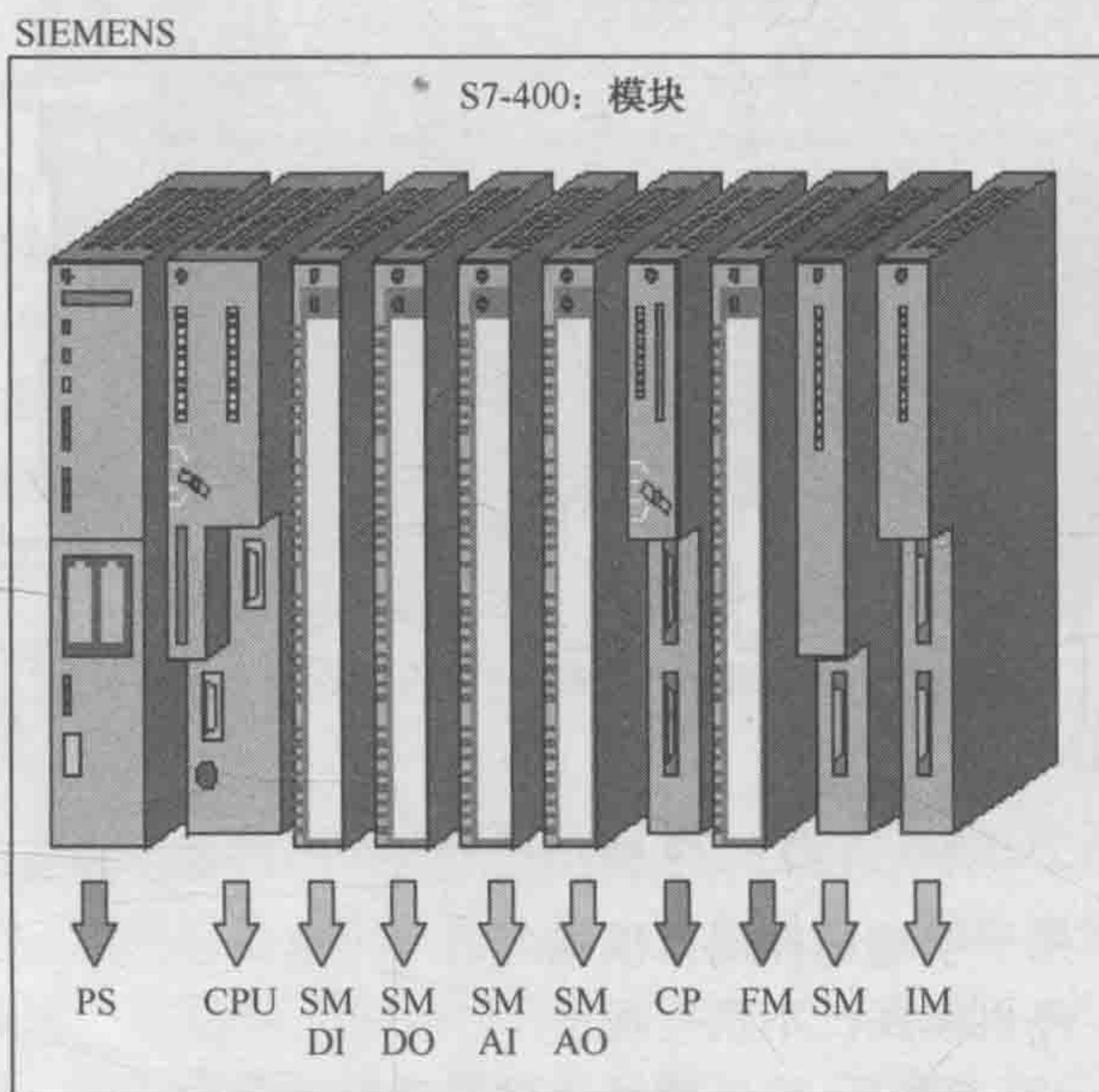


图 1-4 S7-400

到目前为止，PLC 的发展经历了五个阶段：

第一阶段：从第一台 PLC 到 20 世纪 70 年初期，CPU 是采用中小规模集成电路，存储器为磁芯存储器（抗电磁干扰能力差）。

第二阶段：20 世纪 70 年代初期到 70 年代末期。CPU 是采用微处理器，存储器是 EPROM。

第三阶段：20 世纪 70 年代末期到 80 年代中期。CPU 采用 8 位和 16 位微处理器，有些还采用多微处理器。存储器采用 EPROM、EAROM、CMOS RAM。

第四阶段：20 世纪 80 年代中期到 90 年代中期。PLC 全面采用 8 位、16 位的微处理芯片的位片式芯片，处理速度达到 1ns/步。

第五阶段：20世纪90年代中期到现在。PLC采用16位和32位微处理芯片，有的已经使用RISC芯片。

PLC的发展与PC的发展相比较是落后一点，主要原因不是CPU装不上去，而是PLC的发展一定要和外围设备的发展相配套。

PLC会向哪个方向发展呢？

同计算机的发展类似，目前，可编程序控制器正朝着两个方向发展。

一是朝着小型、简易、价格低廉的方向发展。如OMRON公司的CQM1、SIEMENS公司的S7-200一类可编程序控制器，2009年又推出了S7-1200，SIEMENS公司将会把最新的通信和控制技术应用在S7-1200这款产品上，同样，SIEMENS也将会用S7-1200这款产品强力打造全球PLC中低端市场。这种可编程序控制器可以广泛地取代继电器控制系统，用于单机控制和规模比较小的自动化生产线控制。

二是朝着大型、高速、多功能和多层分布式全自动网络化方向发展。这类可编程序控制器一般为多处理器系统，有较大的存储能力和功能很强的输入/输出接口。系统不仅具有逻辑运算、计时、计数等功能，还具备数值运算、模拟调节、实时监控、记录显示、计算机接口、数据传送等功能，还能进行中断控制、智能控制、过程控制、远程控制等。通过网络可以与上位机通信，配备数据采集系统、数据分析系统、彩色图像系统的操纵台，可以实现自动化工厂的全面要求。它会向高速度、大容量方向发展。目前很多已经使用64位RISC芯片，多CPU并行、分时、分任务处理，这样速度可以达到ns级。2013年西门子推出SIMATIC S7-1500，该系列专为中高端设备和工厂自动化设计。

大中型CPU的扫描速度在0.2ms/K步。

目前PLC最大容量是几百千字节(KB)，最大是几兆字节(MB)。

### 1.3 PLC的工作原理

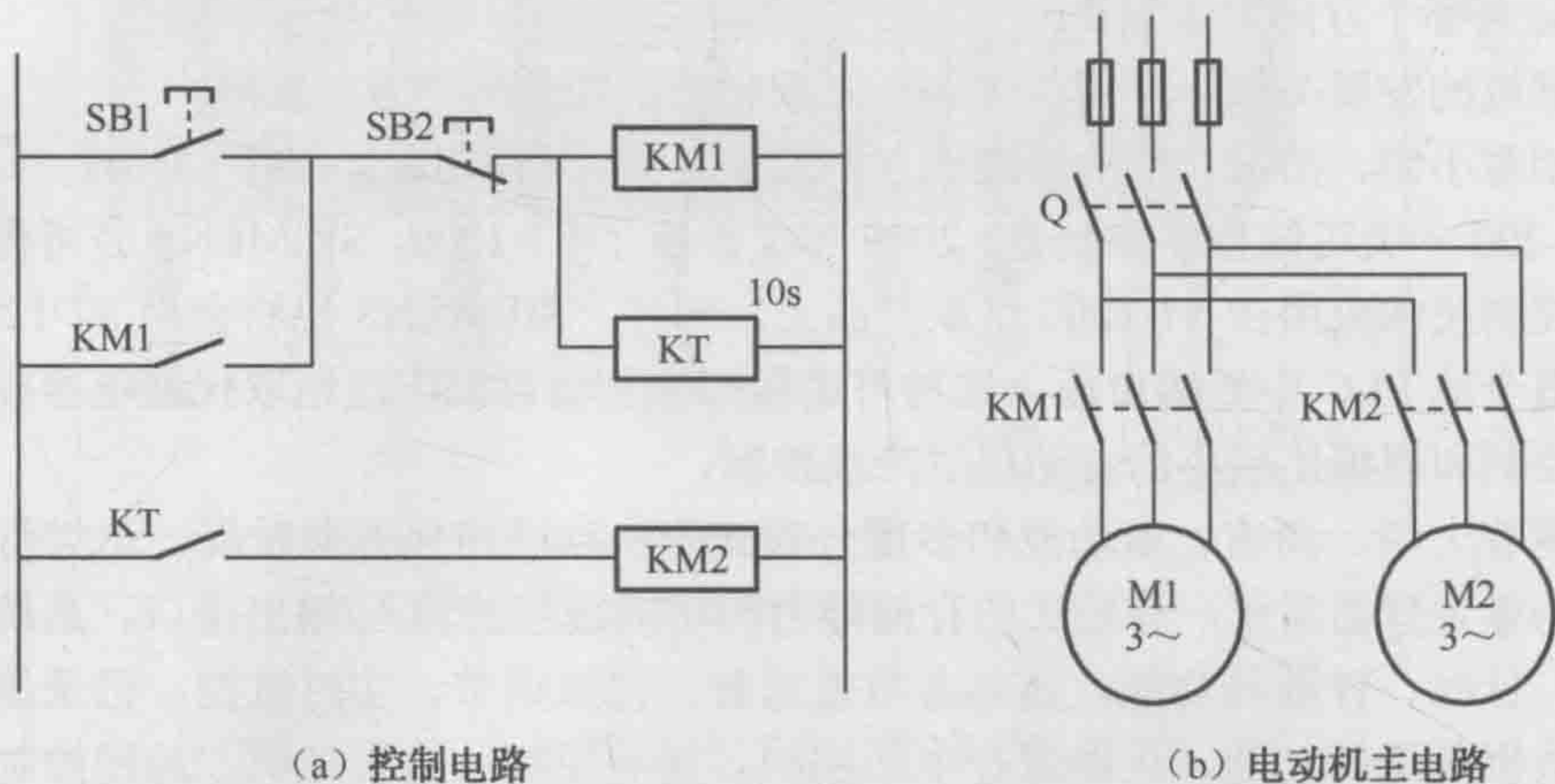
在讲述PLC工作原理之前我们先来看看继电器控制的例子，如图1-5所示。

#### 1. 采用继电器控制

图1-5(a)是它的控制原理图，图1-5(b)是一个电动机主电路图，也就是它的接线图。上面接的是电源，这个符号是熔丝标志，电源可以得到过滤，不会出现过载现象。虚线表示是联动开关，表明这三个开关一起动作。通过接线连接下面两个电动机M1和M2。KM1和KM2也是联动开关，在实际中就是强电开关，就是我们平时见到的闸刀开关，是手动方式操作的。如果采用继电器控制的话，KM1和KM2作为被控对象，用一个线圈的通和断，也就是1和0来决定开关KM1的通和断。从这个图中我们可以设计两个线圈KM1和KM2，通过线圈的吸合作用来实现对该电路的控制。这就是继电器控制。

图1-5(a)并不是一个完整的控制电路图，只是一个电路控制原理图。看到的并不是它的实际摆放图。先看图中的几个符号，SB1、SB2是按钮，SB1表示常开，SB2表示常闭，这都是在初始状态下的状况。KM1、KM2是接触器，KT是时间继电器。从图1-5(a)中

可以看到,有两个 KM1,右边的 KM1 表示一个线圈,通过它的吸合作用来决定左边的 KM1 的通和断,也就是右边的 KM1 起主动作用,左边的是被控对象。同样,KT 也是一样的,只不过它是在一定的时间延时之后才可以导通,图中显示的是 10s,也就是在 KT 通电 10s 时间后,开关 KT 才可以闭合。



(a) 控制电路

(b) 电动机主电路

图 1-5 采用继电器控制

下面看它是如何工作的。按下 SB1,因为 SB2 是常闭的, KM1 是通的,开关 KM1 被吸合,所以电动机 M1 就转动了。这个时候 KT 也是通的,但是开关 KT 是在 10s 之后才会被吸合,这个时候 KM2 才是通的,所以 M2 才会转动。从上面的过程中我们可以看出,通过一个开关 SB1 实现了两个电动机的启动。

从上面的过程中可以看出 SB2 好像没有用。其实它可以在这里实现两个电动机的停止。当我们按下 SB2 时,图 1-5 (a) 中右边的支路是断的,所以 M1 就停止了。那么这个时候 M2 会不会在 10s 之后停止?不会。因为支路一断电后,开关 KT 马上就断开了,并不像通电时的吸合过程要在 10s 之后。不过,也可以这样理解,SB2 是放在主干路上,当然可以同时实现对 M1 和 M2 的停止。

从这个简单的例子中,我们可以看到使用一个开关实现对两个电动机的启动,使用另外一个开关实现对两个电动机的停止。

既然 PLC 控制比继电器控制优越,那么怎么用 PLC 进行控制呢?下面我们来一一介绍。

## 2. 采用 PLC 控制

从图 1-6 中我们可以看到,比刚才的图 1-5 简单了不少。我们知道 PLC 控制是继电器控制和计算机控制的结合。继电器控制是负责外围的设备,计算机是负责里面的程序。在图 1-6 中,左边是输入,右边是输出,核心部分是里面的程序。这里强调一点就是上面仅仅显示的是输入/输出的连线问题,并不代表输入/输出的联系,它们之间的联系是通过中间的程序体现出来的。刚才我们知道 SB1 可以控制 KM1 和 KM2 来实现两个电动机的启动,SB2 实现两个电动机的停止。这个是留给我们的程序来做的,下面来看看我们的程序是如何设计的?



其实左边部分和右边部分刚才已经看到了，上面的 I0.0 和 I0.1 只是开关 SB1 和 SB2 的代号，把它转换成两个线圈了，但是编程用户并不把它当成 SB1 和 SB2，它们只是和程序之间有个对应关系罢了。比较一下图 1-5 的继电器控制和图 1-7 的 PLC 控制，其实它们基本上是一样的，只不过刚才采用的是继电器控制中的常开和常闭符号，现在采用的是梯形图中的常开和常闭符号。它们的工作原理是一样的。例如，当我们按下开关 SB1 后，线圈 I0.0 导通，通过吸合作用使梯形图中的常开闭合，I0.1 本来就是闭合的，Q0.0 线圈是导通的，所以开关 KM1 吸合，M1 启动。10s 之后，开关 T37 吸合，线圈 Q0.1 是导通的，所以开关 KM2 吸合，M2 启动。

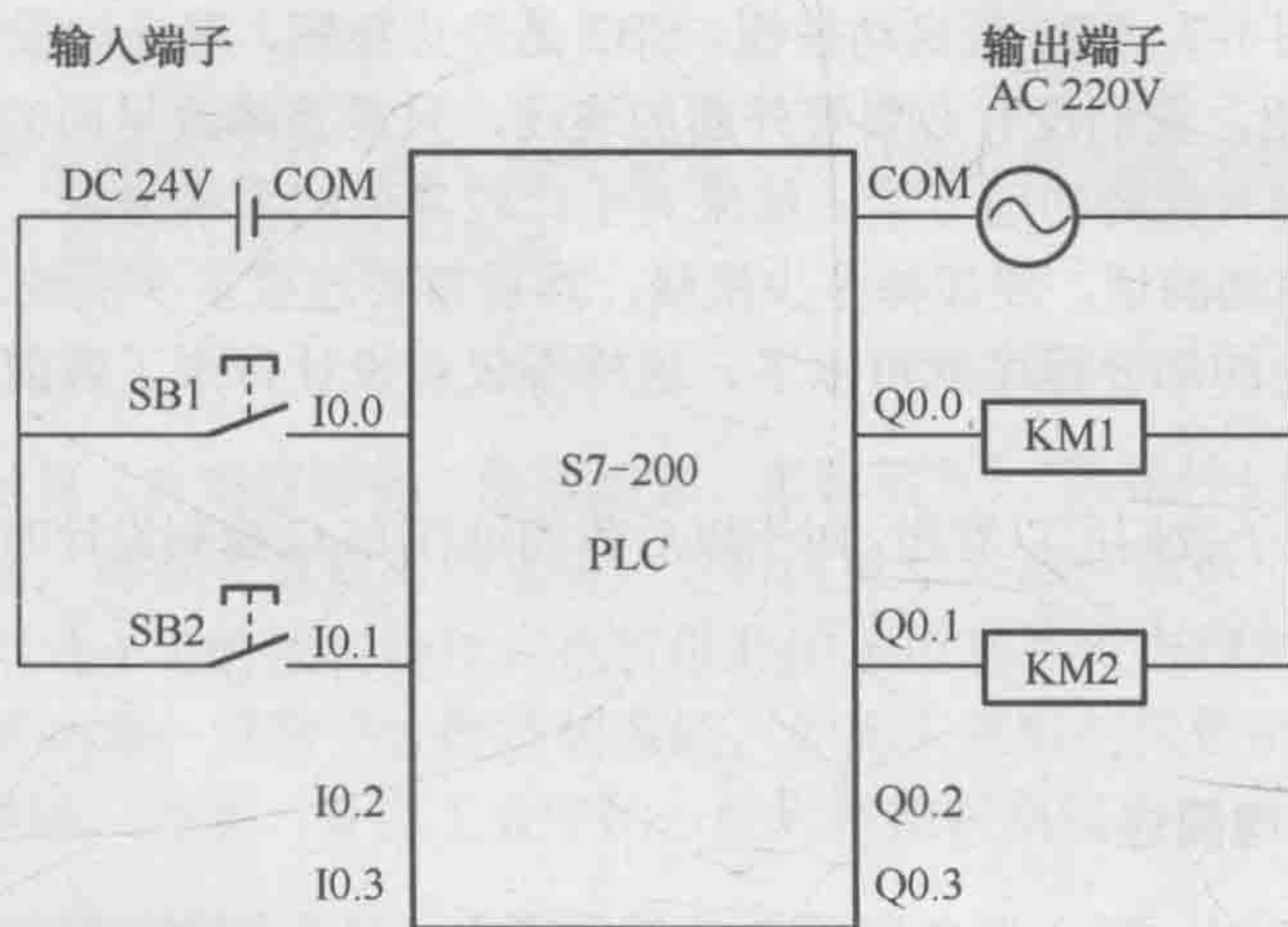


图 1-6 采用 PLC 控制

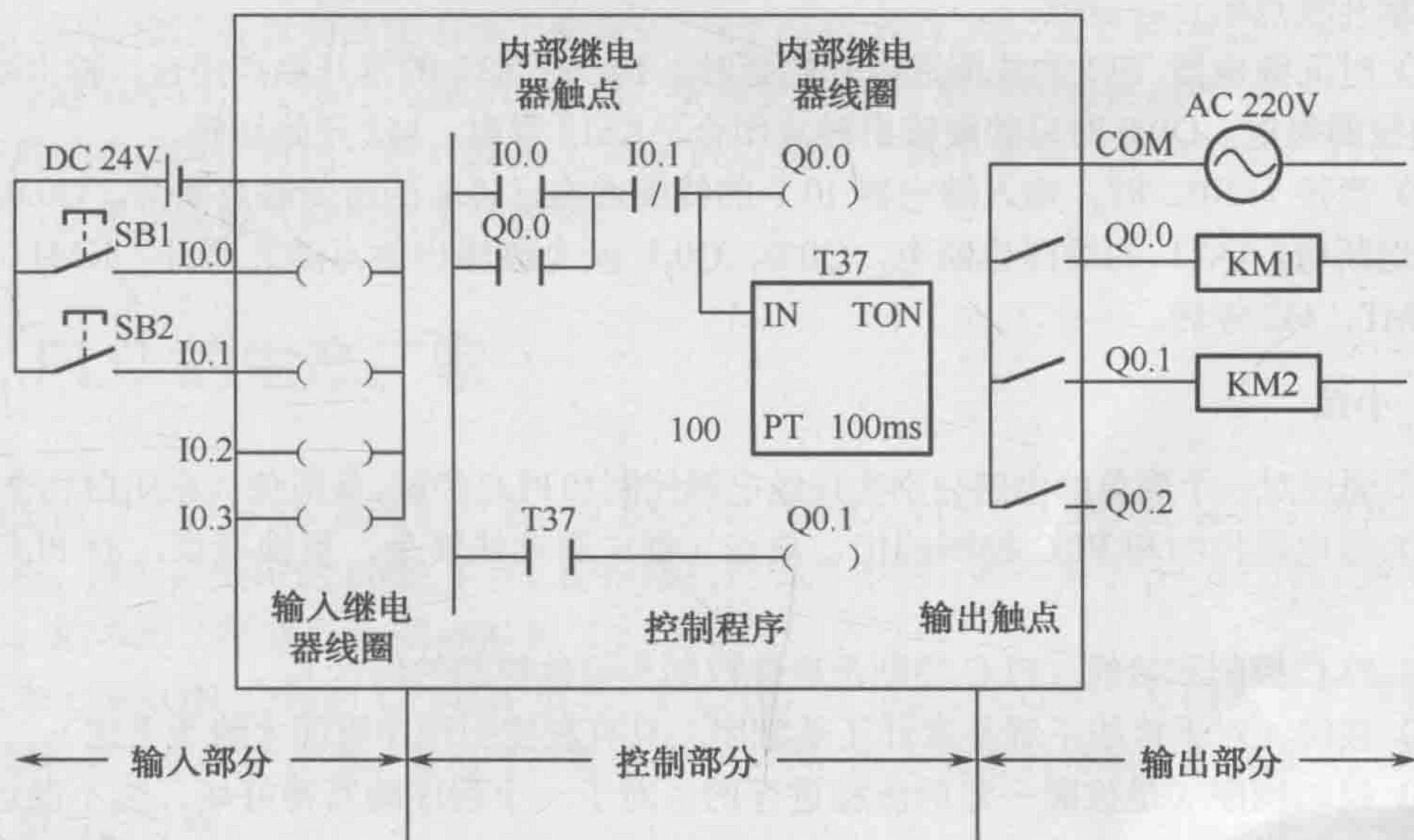


图 1-7 PLC 控制的等效电路图

停止过程也一样。细心的人可以看到，图 1-5 的继电器控制里面 SB2 是常闭的，在图