

电工电气技术 实训指导书

主编 李晓宁



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS

电工电气技术实训指导书

主 编 李晓宁

副主编 许丽川 阎 娜 梁永春

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书是按照电子科技大学电工电气技术实训教学大纲的基本要求编写的、专门面向全校公共实践教学环节的实训指导书。本书内容分为六个项目:项目一为工程软件实训;项目二为电工基础实训;项目三为维修电工实训;项目四为传感器与测量基础实训;项目五为机电一体化实训;项目六为数控机床电气故障诊断实训。学生学习本课程以后,除了掌握基本的用电知识和安全操作规范外,还得到较为系统的电气工程基本技能训练,同时在机电一体化、传感器与测量、数控机床、工业过程测量与控制等方面也学习了相关工程应用知识,为后续相关课程的学习以及复合应用型人才培养奠定坚实的基础。

本书可作为高等院校各类工科技术及相关专业的实训教材或指导书,也可供从事电气、电子技术工作的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电工电气技术实训指导书 / 李晓宁主编. -- 北京 :
北京航空航天大学出版社, 2018. 2
ISBN 978 - 7 - 5124 - 2659 - 7

I. ①电… II. ①李… III. ①电工技术—高等学校—
教学参考资料 IV. ①TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 029285 号

版权所有,侵权必究。

电工电气技术实训指导书

主 编 李晓宁

副主编 许丽川 阎 娜 梁永春

责任编辑 尤 力

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(邮编 100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

读者信箱: bhpress@263.net 邮购电话:(010)82316936

三河市华骏印务包装有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×1 092 1/16 印张:11.25 字数:245 千字

2018 年 2 月第 1 版 2018 年 2 月第 1 次印刷 印数:3 000 册

ISBN 978 - 7 - 5124 - 2659 - 7 定价:29.00 元

若本书有倒页、脱页、缺页等印装质量问题,请与本社发行部联系调换。联系电话:(010)82317024

编 委 会

主 编 李晓宁

副主编 许丽川 阎 娜 梁永春

编 委 申世军 刘 洋 宫大为

前 言

电工电气技术实训是对学生进行工程感性认知和基本技能训练的实践性教学环节,目的在于通过实训教学,培养以电工电气为主的大工程素养和核心实践技能,在实训过程中强调实用性,为后续课程的学习奠定一个坚实的工程基础。全书共分六个项目,包含 34 个实训内容,本书涵盖了电子类高校对大学生在电工电气及电子方面所必备的基础工程认知和实践操作技能,全书突出工程实践训练,体现了 21 世纪对电子类复合创新性人才培养的要求。

项目一为工程软件实训。介绍了西门子可编程逻辑控制器 S7-200 及其编程软件 STEP7-Micro/WIN V4.0 和现代一体化电子设计软件 Altium Designer,首先讲授了两种软件的编程环境及使用方法;然后分别介绍了 S7-200 PLC 的基本指令编程和电路原理图及 PCB 的设计流程,使读者对软件的使用有一个比较全面的认识,并在此基础上分别设计了典型的练习帮助学生掌握相关技能。

项目二为电工基础实训。介绍了电工基础知识和常见电工仪表的使用方法;首先讲解电工仪表的特点和使用方法;然后分别介绍了三相功率测量方法、相序测量及负序测量方法、互感电路系数确定方法、变压器的工作原理、三相鼠笼异步电动机的启动方法等;并在此基础上示范、指导学生独立完成三相交流电路、相序测量及负序测量电路、互感电路、变压器、三相鼠笼异步电动机等的接线与测量。

项目三为维修电工实训。介绍了常用电气元件与电工工具的使用和操作方法;首先讲解机床电气技能实训装置的主要组成部分及其作用;然后分别介绍了日光灯、一盏灯的电路控制、三相负载、单相电度表等的工作原理及机床电气控制原理;并在此基础上示范、指导学生独立安装和控制日光灯、一盏灯的电路控制、三相负载、单相电度表以及如何排除机床电气故障。

项目四为传感器与测量基础实训。介绍了传感器系统综合实验装置的组成和工作原理;分别讲解了铂热电阻测温原理、金属箔式应变片的应变效应、光电传感器测量转速原理、霍尔传感器测量转速原理、工业过程测量知识及相关自动化仪表的安装、测量及使用知识;并在此基础上示范、指导学生独立操作温度传感器、压力传感器、光电传感器、霍尔传感器、工业过程仪表的测量及自动化仪表的安装、测量及使用等。

项目五为机电一体化实训。介绍了机电一体化基础知识;然后分别讲解了传送带控制知识、机械手控制知识、自动售货机控制知识、液体混合控制知识和电梯控制的知识,并在此基础上示范并指导学生独立完成传送带控制系统的 PLC 控制、机械手控制系统的 PLC 控制、自动售货机的 PLC 模拟控制、液体混合的 PLC 控制、三层楼电梯的 PLC 控制。

项目六为数控机床电气故障诊断实训。介绍了学习数控机床的电气控制及故障诊断;熟悉数控机床伺服驱动单元的调试与故障诊断、数控机床主轴变频单元的调试与故障诊断。讲解数控系统的基本单元、伺服驱动单元、交流变频器的基本知识;并在此基础上示范并指导学生独立完成 FANUC Oi - C/D 系统伺服驱动单元参数设置、FANUC Oi C/Oi mate C 系列数控系统交流变频器的工作原理及参数设置、FANUC Oi C/Oi mate C 系列数控系统基本的 PMC 参数设定、FANUC PMC 编程、FANUC Oi C/Oi mate C 系列数控系统外围机床故障模拟与诊断、FANUC Oi C/Oi mate C 系列数控系统的回参功能调整。

本书是在电子科技大学电工电气技术实训讲义基础上整理而成的,是“电工电气技术实训”课程配套的实训指导书,充分考虑了电子类高校电工电气实训所需的知识结构和基本工程技能要求,各部分之间既相对独立,又有相互的有机联系,也可作为相关实践课程指导书,也可供从事电气、电子技术工作的工程技术人员参考。

鉴于本书学科涉及面较广,理论知识与实践应用联系紧密,而作者的知识水平与实践经验有限,因此书中错误在所难免,敬请读者予以谅解与指正。

李晓宁

2014 年 12 月于成都

目 录

项目一 工程软件实训	1
实训 1 可编程控制器编程基础	1
实训 2 S7 - 200 基本指令编程	9
实训 3 Altium Designer 原理图设计	12
实训 4 Altium Designer PCB 设计	19
项目二 电工基础实训	24
实训 1 电工实训基础	24
实训 2 三相电路相序测量	30
实训 3 互感电路观测	34
实训 4 变压器的连接与测试	39
实训 5 三相交流电路电压、电流及功率测量	43
实训 6 三相鼠笼异步电动机	49
项目三 维修电工实训	54
实训 1 电工实训认识	54
实训 2 晶闸管应用实训	61
实训 3 照明电路安装实训	64
实训 4 单相电度表安装实训	67
实训 5 电动机点动控制电路安装实训	69
实训 6 机床电气维修	72
项目四 传感器与测量基础实训	78
实训 1 传感器与测量基础认识	78
实训 2 铂热电阻测温	85
实训 3 金属箔式应变片测力	88
实训 4 光电、霍尔传感器转速测量及转速控制试验	90
实训 5 电涡流传感器的位移特性实验	94
实训 6 气敏传感器与湿敏传感器	97
项目五 机电一体化实训	100
实训 1 机电一体化基础	100

实训 2	传送带控制实训	105
实训 3	机械手控制实训	113
实训 4	自动售货机控制实训	116
实训 5	液体混合控制实训	119
实训 6	电梯控制实训	122
项目六	数控机床电气故障诊断实训	127
实训 1	数控机床进给伺服驱动实训	127
实训 2	数控机床主轴驱动及变频器实训	134
实训 3	PMC 参数设定实训	139
实训 4	PMC 编程实训	143
实训 5	外围机床故障模拟与诊断实训	148
实训 6	机床回参考点实训	151
附录 I	机床参数下载操作步骤	154
参考文献	156

项目一 工程软件实训

实训 1 可编程控制器编程基础

实训目的

1. 熟悉 STEP7 的编程环境及软件的使用方法;
2. 熟悉可编程控制器(PLC)的基本编程指令。

实训内容

1. 学习 PLC 的原理及基本编程指令;
2. 进行 PLC 的基本编程练习。

实训原理

1. PLC 基础

PLC 是 Programmable Logic Control(可编程逻辑控制器)的英文缩写,是一种过程控制装置。1985 年,国际电工委员会(IEC)对 PLC 作了定义:“PLC 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。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(I/O)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。”

2. PLC 的工作原理

1) 硬件结构

PLC 主要由微处理器(CPU)模块、输入模块、输出模块和编程器组成,如图 1-1-1 所示。

① CPU 模块:中央处理单元或控制器,主要由 CPU 和存储器组成。

② I/O 模块:输入模块用来接收和采集输入信号,输出模块控制执行器动作。

③ 编程器:编程器是 PLC 的外部编程设备,也可以通过专用的编程电缆线将 PLC 与计算机连接起来,并利用编程软件进行计算机编程和监控。

2) 工作原理

PLC 有两种基本的工作状态,即运行(RUN)状态与停止(STOP)状态。在运行状态,PLC 采用集中输入、集中输出、周期性循环扫描的方式反复不断地重复执行用户程序,直至停机或切换到 STOP 工作状态。

除了执行用户程序之外,在每次循环过程中,PLC 还要完成内部处理、通信处理等工作,一次循环可分为 5 个阶段,如图 1-1-2 所示。

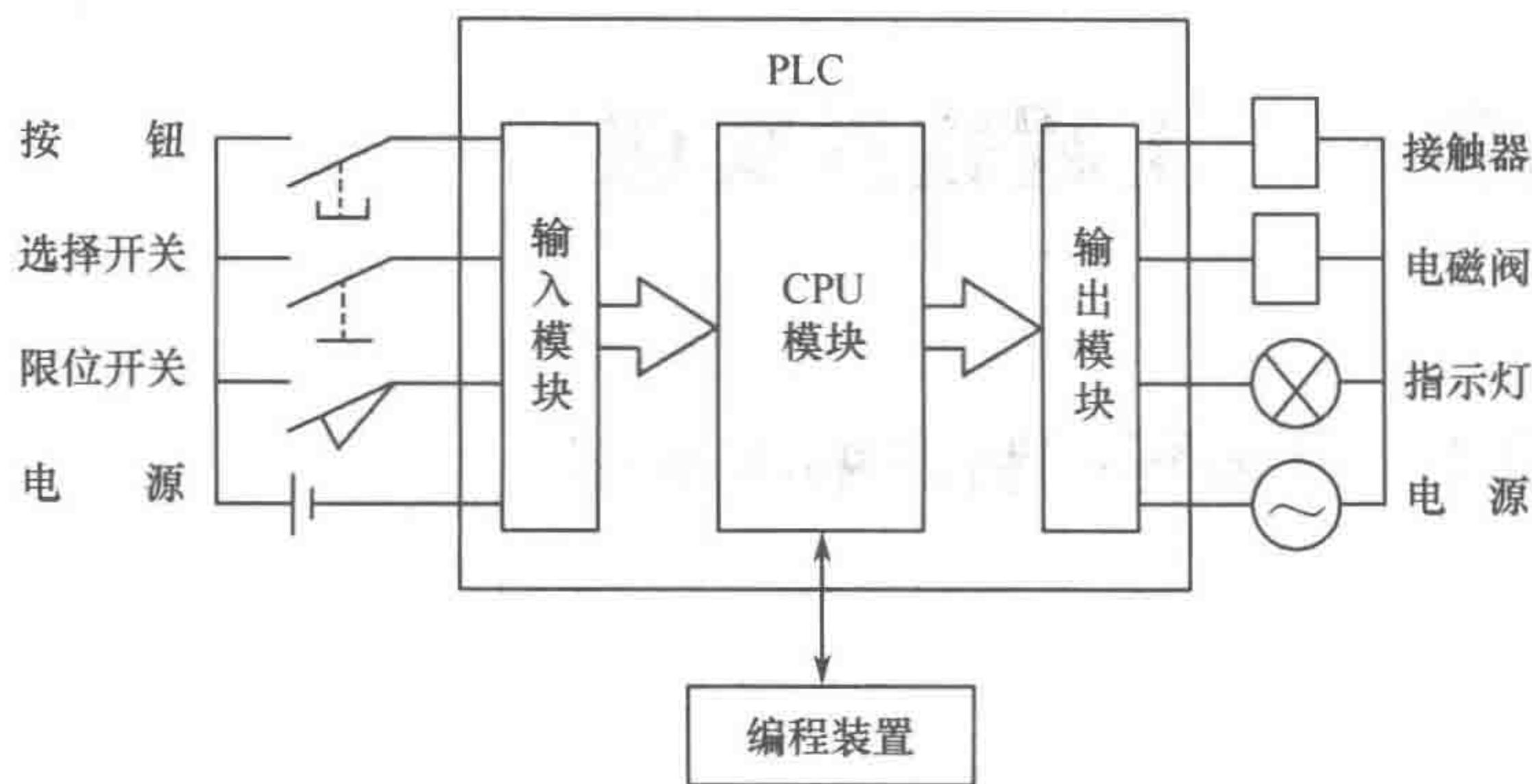


图 1-1-1 PLC 基本结构

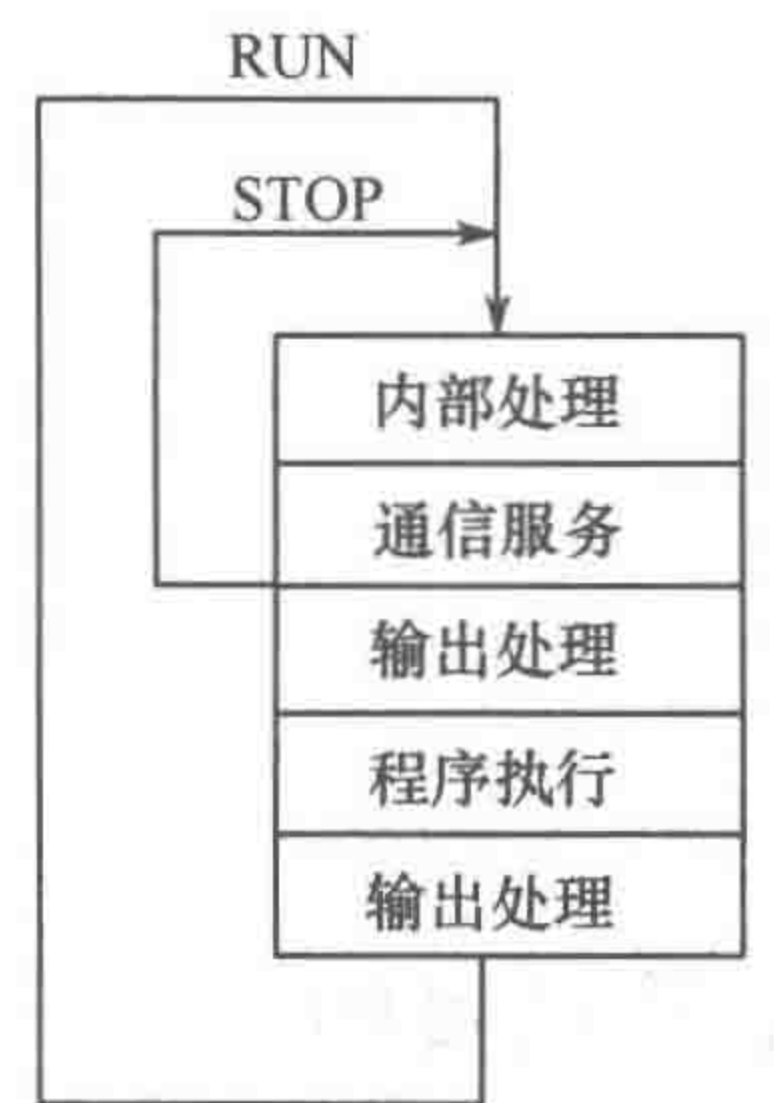


图 1-1-2 PLC 的工作过程

- (1) 内部处理:检查 CPU 模块内部的硬件是否正常,将监控定时器复位等。
 - (2) 通信服务:PLC 与带微处理器的智能装置通信。
 - (3) 输入处理:PLC 把所有外部输入电路的通/断(ON/OFF)状态读入输入映像寄存器。
 - (4) 程序执行:执行用户程序。
 - (5) 输出处理:CPU 将输出映像寄存器的通/断状态传送到输出锁存器。
- 整个程序执行的过程如图 1-1-3 所示。

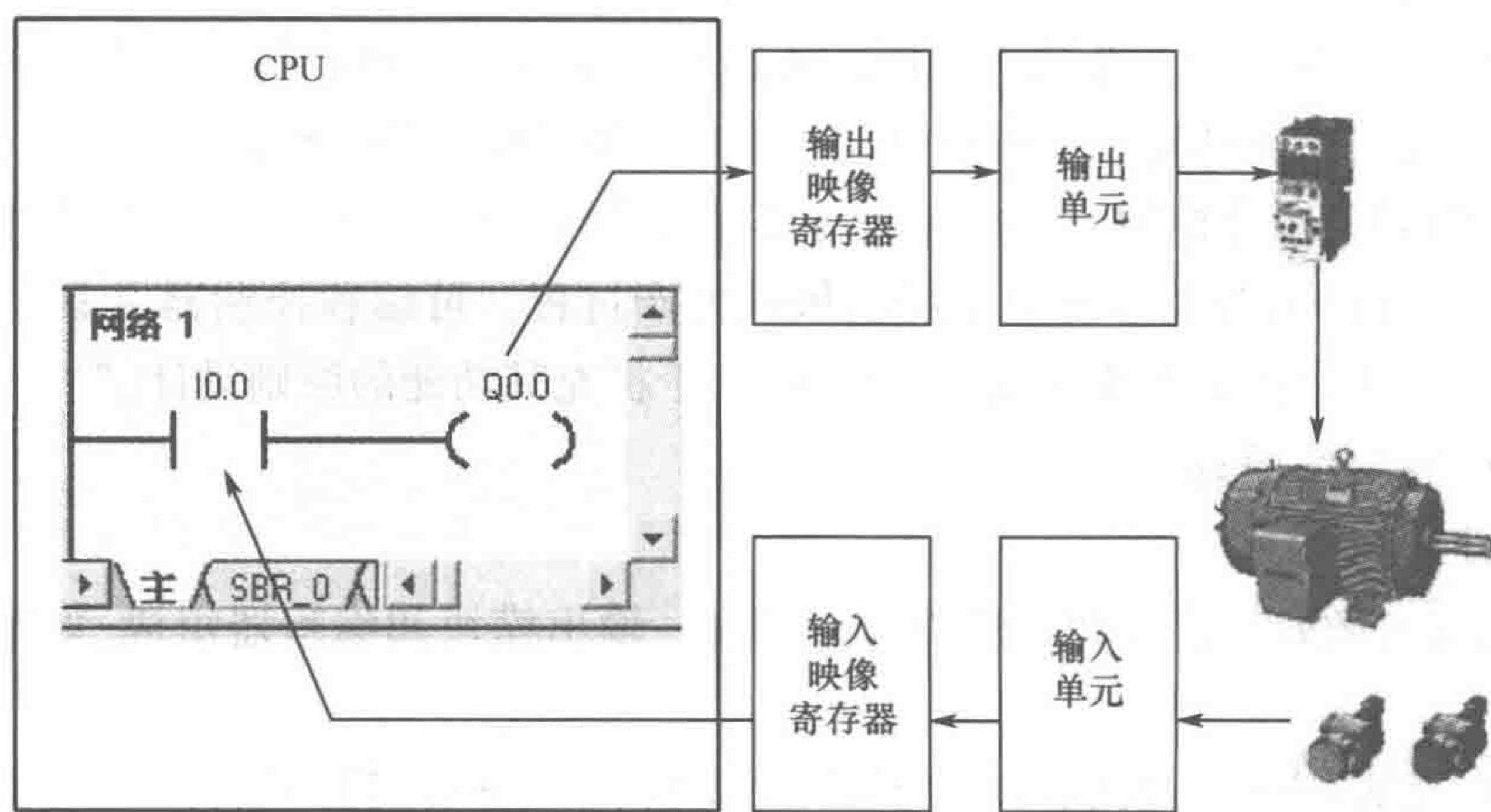


图 1-1-3 PLC 的程序执行

3. PLC 分类

按照 PLC 的结构可分为整体式、组合式两大类。

1) 整体式

把电源、CPU、存储器、I/O 系统都集成在一个基本单元中。小型 PLC 一般都是整体式结构,例如西门子(Siemens)公司生产的 S7-200 系列 PLC(图 1-1-4)。

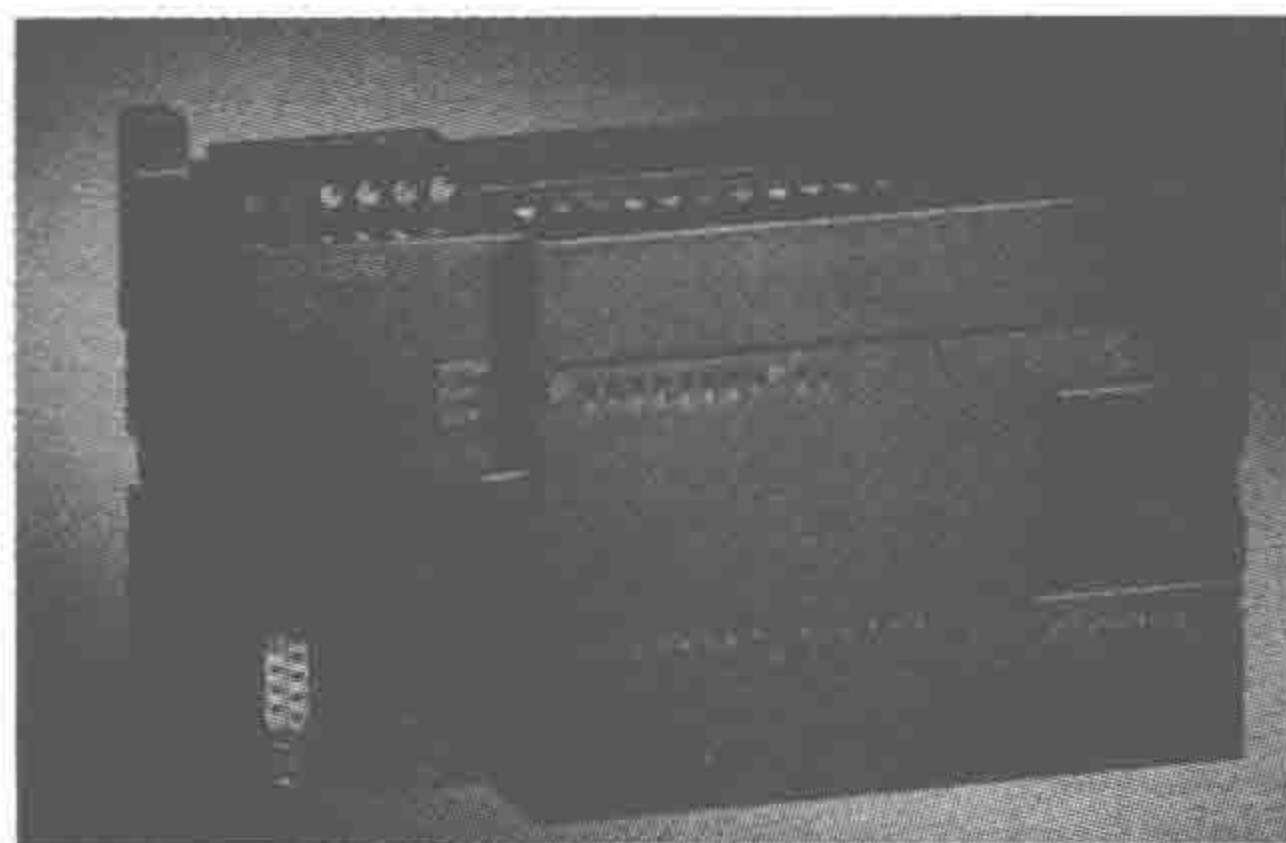


图 1-1-4 西门子公司生产的 S7-200 系列 PLC

2) 组合式

把 PLC 系统的各组成部分按照功能分成若干个模块,如 CPU 模块、输入模块、输出模块等。中大型 PLC 都是组合式,例如西门子公司生产的 S7-300 和 S7-400 系列 PLC(图 1-1-5)。

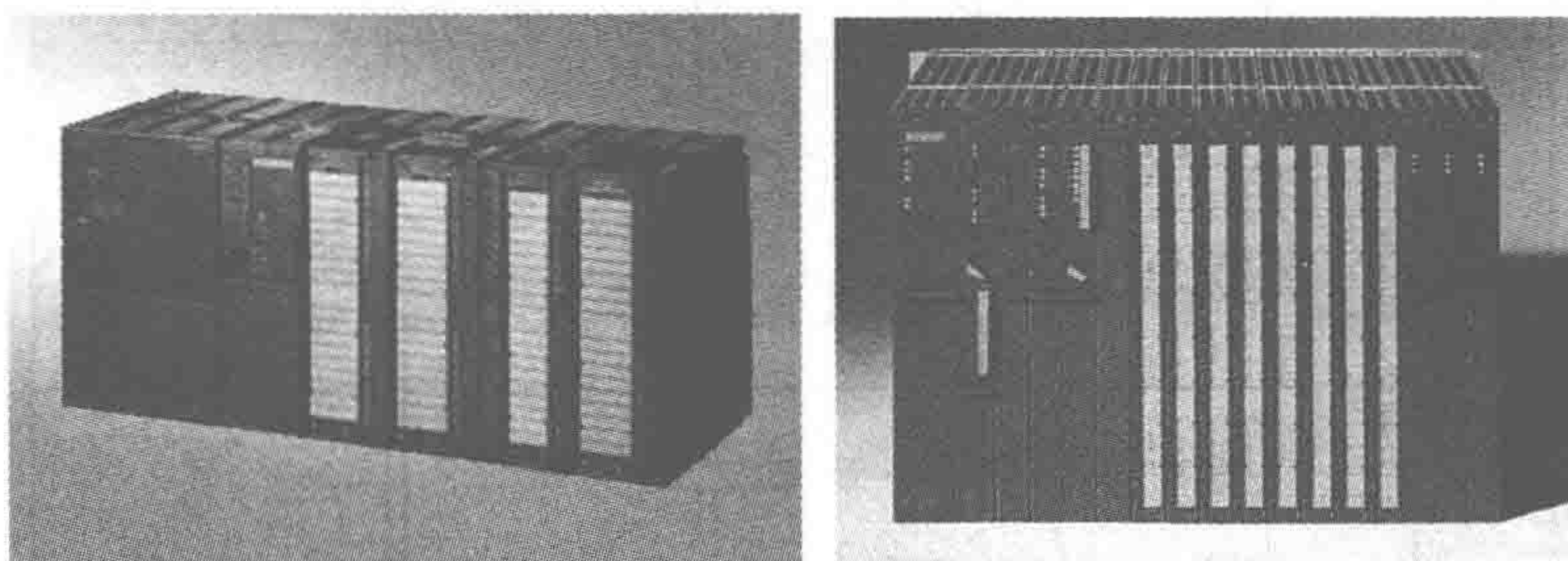


图 1-1-5 西门子公司生产的 S7-300 和 S7-400 系列 PLC

4. S7-200 PLC 硬件基础

(1) 输入接口:为了提高抗干扰能力,输入接口均有光电隔离电路(图 1-1-6)。

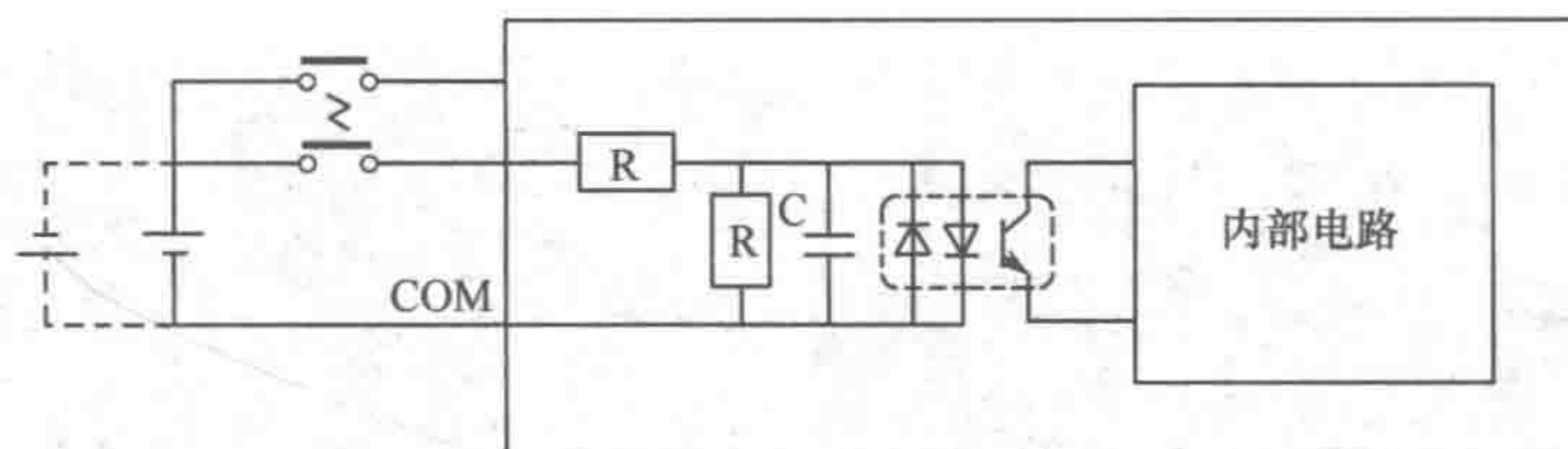


图 1-1-6 输入接口

(2) 输出接口:S7-200 主机配置的输出接口通常是继电器型,为有触点输出,外加负载电源既可以是交流,也可以是直流,响应时间为毫秒(ms)量级,如图 1-1-7 所示。

其他输出接口还有晶体管型(带直流负载)和晶闸管型(带交流负载)。

图 1-1-8 为输入元件的实际情况与输入信号的关系。

5. S7-200 的内部数据存储区及其寻址

1) 输入映像寄存器:I

在每次扫描周期的开始,CPU 对物理输入进行采样,并将采样值输入映像寄存器中。可以按位、字节、字或双字来存取输入过程映像存储器中的数据。

(1) 位:I[“字节地址”,“位地址”,例如:I0.0(图 1-1-9)。

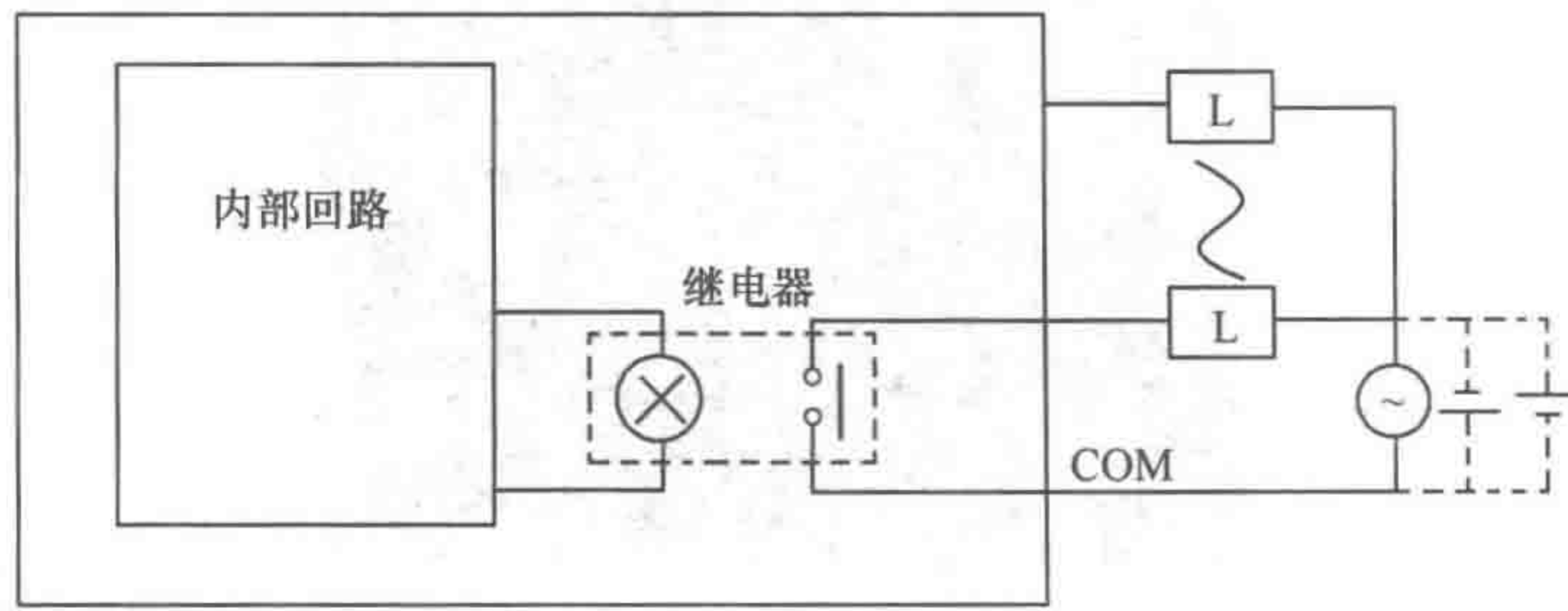


图 1-1-7 输出接口

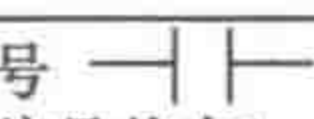


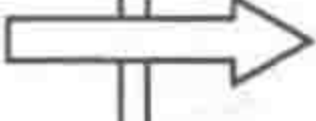

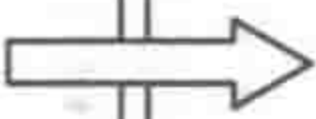





过程			PLC输入端的信号状态	判断
输入元件	实际情况	输入端电压		用符号  判断信号状态1
常开 	动作 	有	 1	“是” 1
	不动作 	无	 0	“否” 0
常闭 	动作 	无	 0	“否” 0
	不动作 	有	 1	“是” 1

图 1-1-8 输入元件的实际情况与输入信号的关系

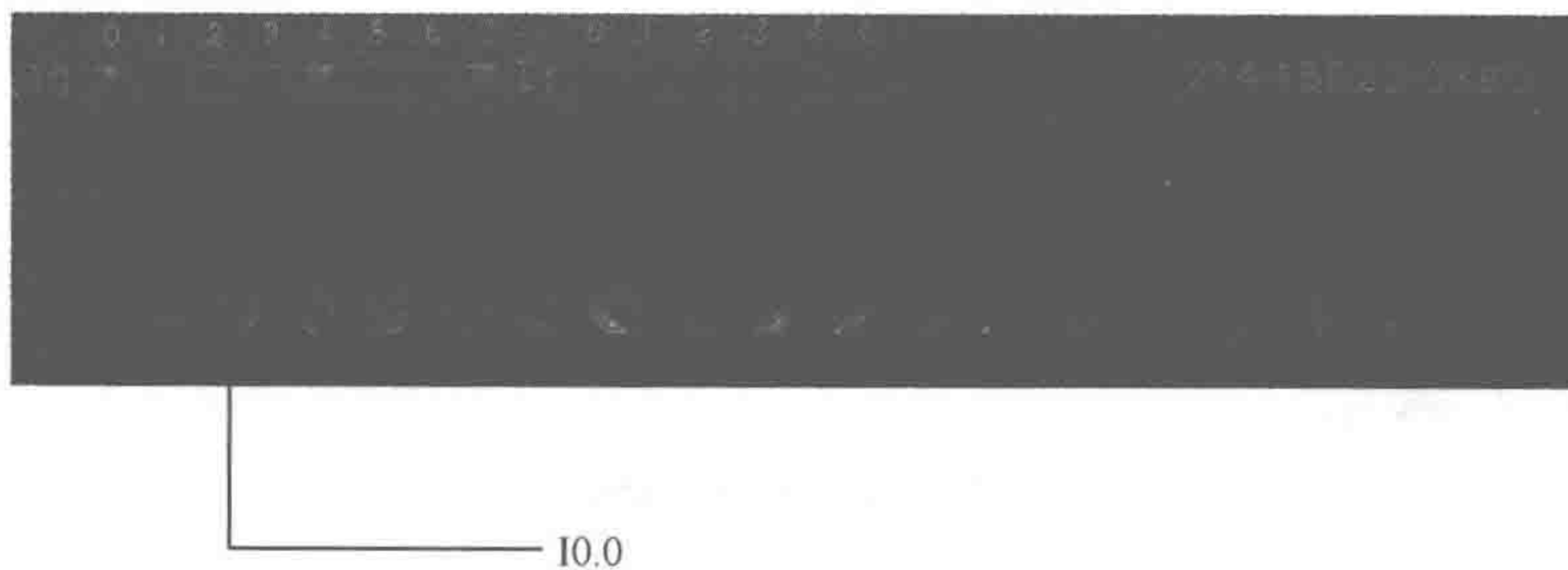


图 1-1-9 IO.0 的物理输入点

(2) 字节、字或双字: I[数据长度”, [起始字节地址”, 例如: IB0(图 1-1-10)。IW1、ID0 分别为字和双字的表达方法。

2) 输出映像寄存器: Q

在每次扫描周期的结尾, CPU 将输出映像寄存器中的数值复制到物理输出点上, 并将采样值输入。可以按位、字节、字或双字来存取输出映像存储器中的数据。

(1) 位: Q[字节地址”, [位地址”, 例如: Q0.0(图 1-1-11)。

(2) 字节、字或双字: Q[数据长度”, [起始字节地址”, 例如: QB0。

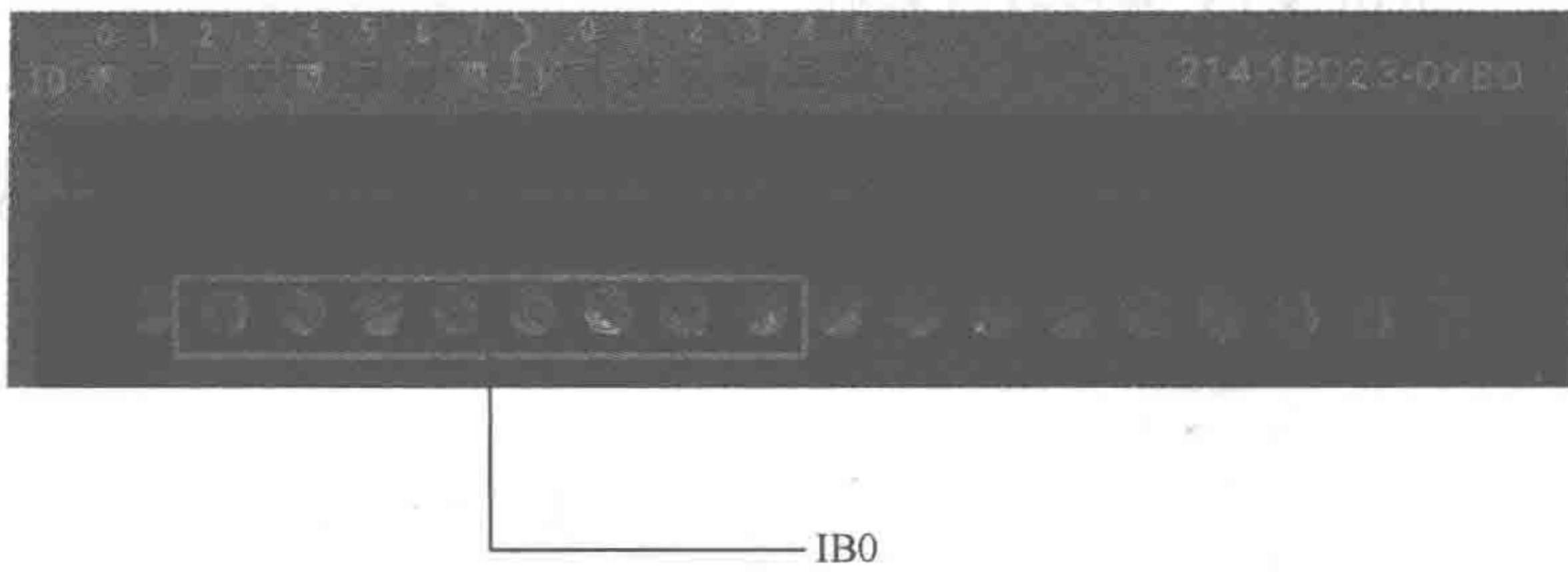


图 1-1-10 IB0 的物理输入

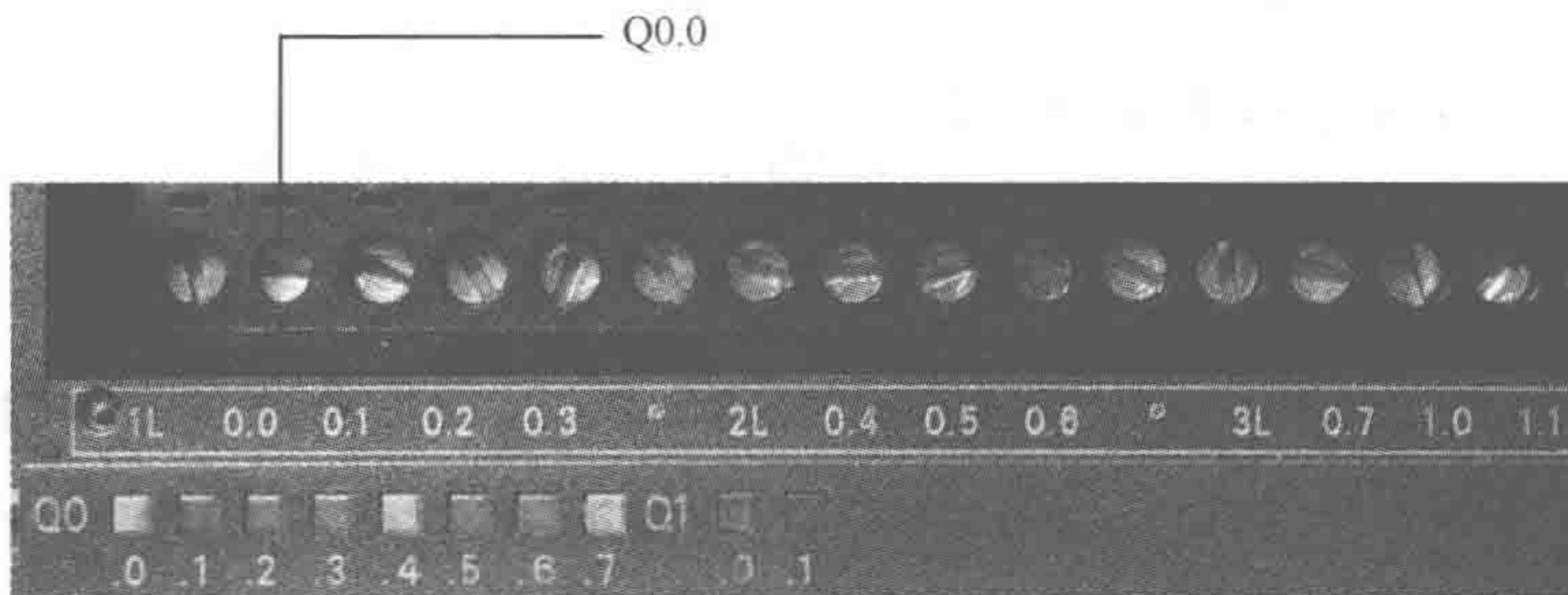


图 1-1-11 Q0.0 的物理输出点

6. PLC 的编程语言

PLC 的编程语言有多种如梯形图(LAD)、语句表、功能图等。梯形图是最常用的一种(也称为 LAD)。梯形图来源于继电器控制电路图,根据输入条件,由程序运行结果决定逻辑输出的允许条件。逻辑可分成小的部分,称为“网络”或“段”。

在图 1-1-12 中可以看出梯形图是由符号组成的图形化编程语言。梯形图与电路图十分相似,所不同的是在显示方式上梯形图分支的排列为上下横排,而电路图是左右竖排。

母线|:位于最左侧,代表电源。触点| | :代表逻辑“输入”条件。

线圈():位于最末端,代表逻辑“输出”结果。

指令盒 □ :代表附加指令,当能量流到此盒时,就执行一定的功能。

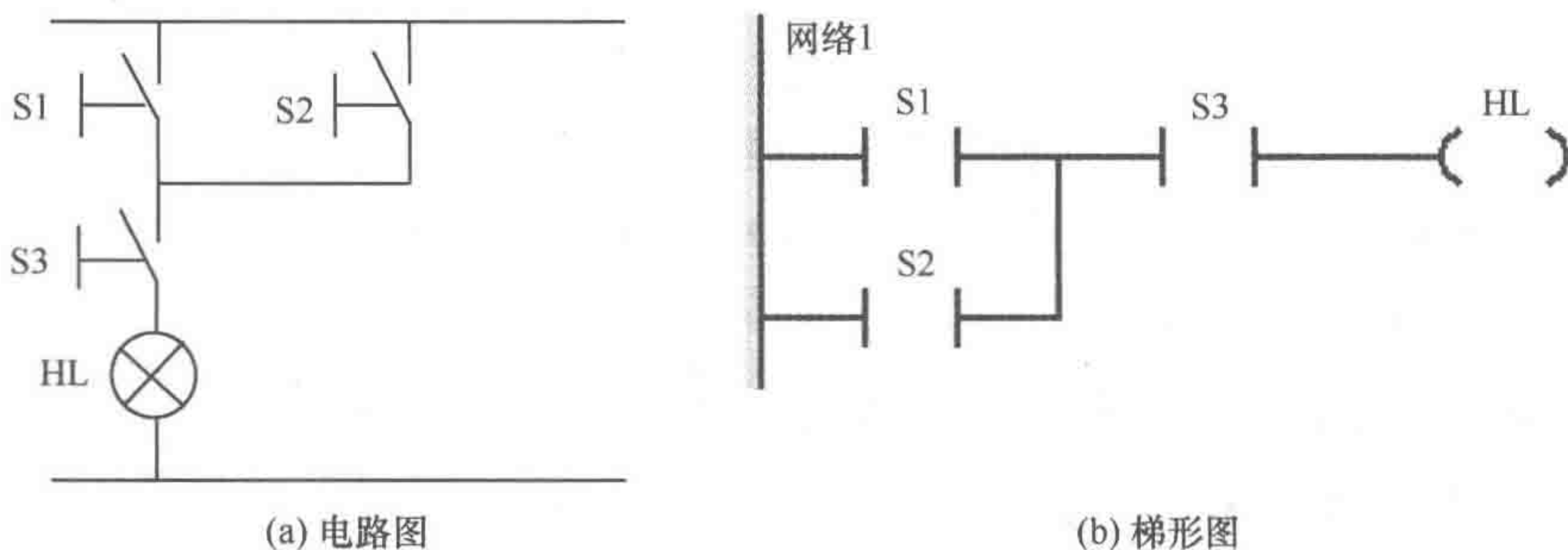


图 1-1-12 电路图与梯形图

7. STEP7 – Micro/WIN 编程软件基础

STEP7 – Micro/WIN32 编程软件是基于 Windows 的应用软件,由西门子公司专门为 S7 – 200 系列 PLC 设计开发。图 1 – 1 – 13 为 S7 – 200 Micro PLC 的编程系统。

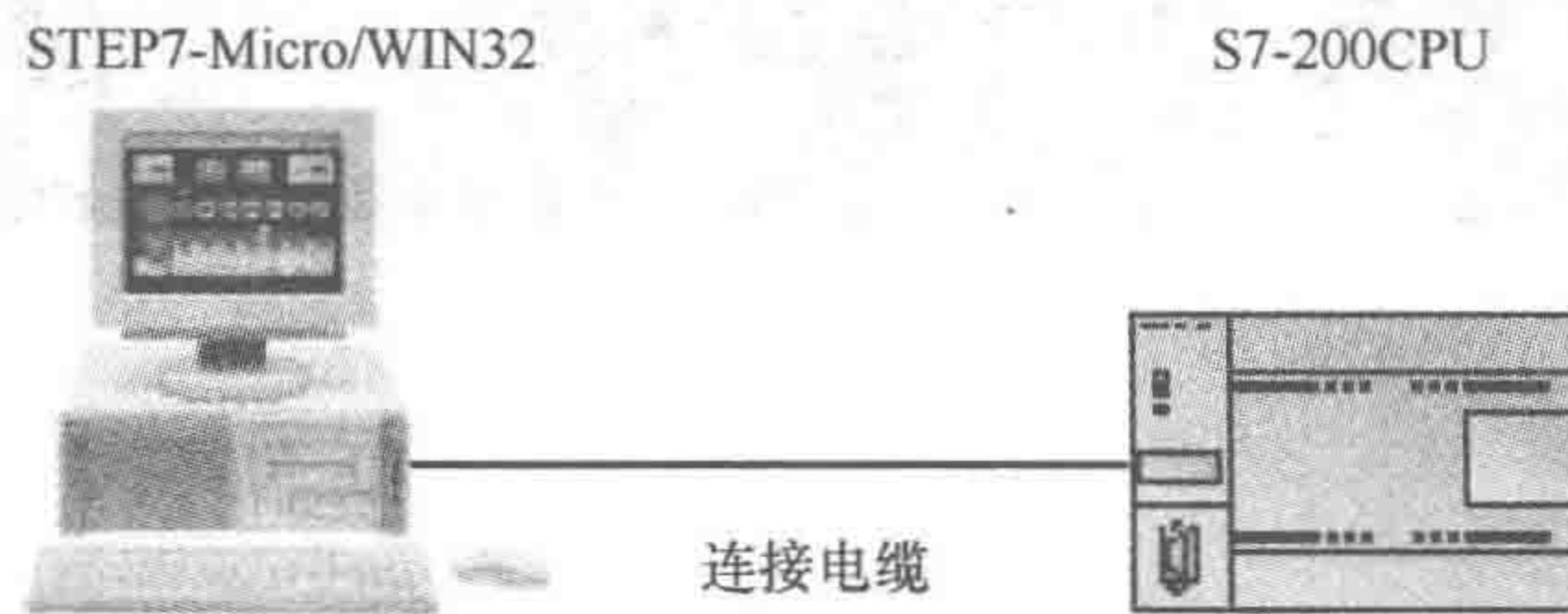


图 1 – 1 – 13 S7 – 200 Micro PLC 的编程系统

1) STEP7 – Micro/WIN 4.0 编程环境

图 1 – 1 – 14 为 STEP7 – Micro/WIN4.0 操作界面图。

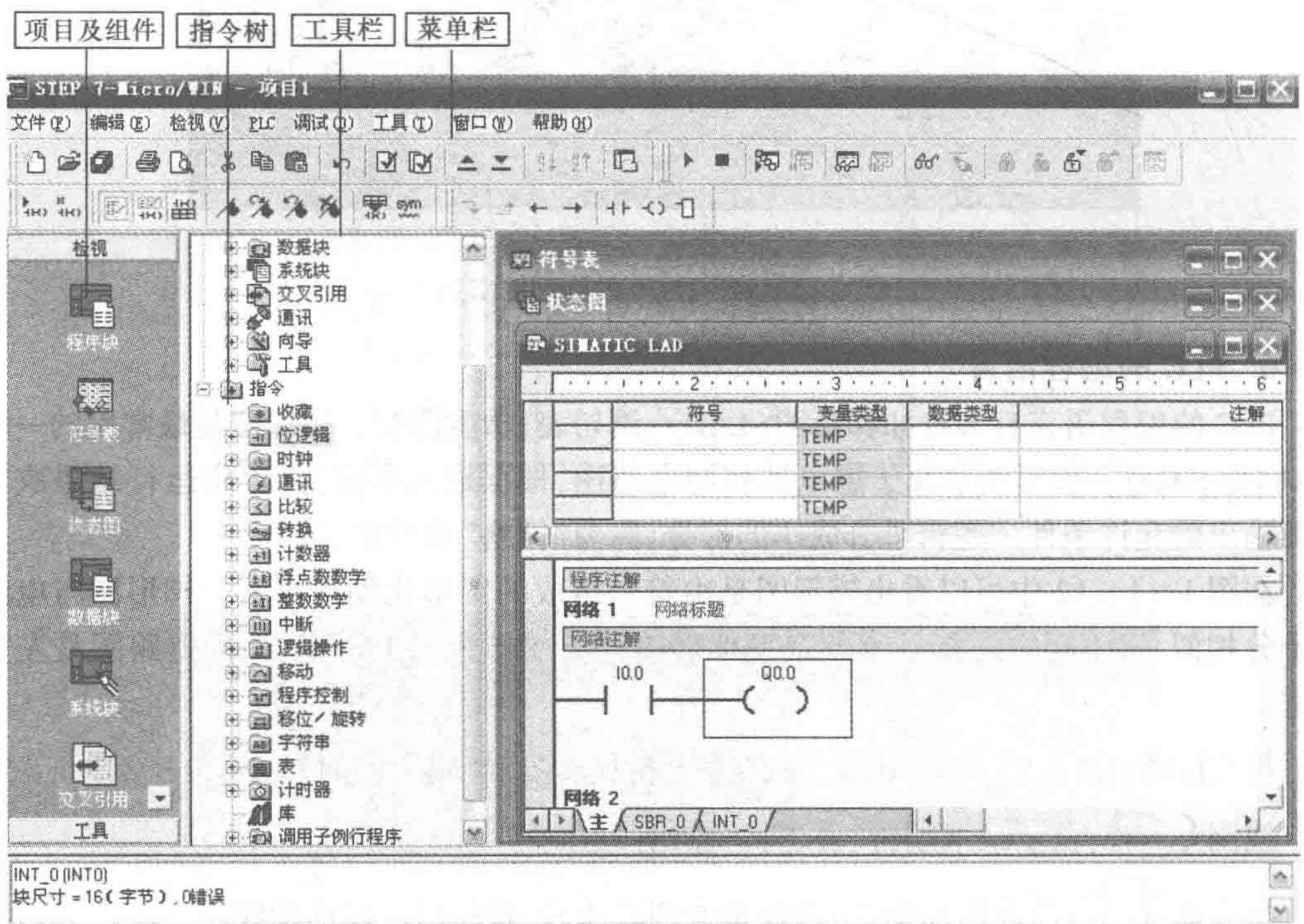


图 1 – 1 – 14 STEP7 – Micro/WIN 4.0 操作界面图

- (1) 项目及组件:提供项目编程特性的组件群。
- (2) 指令树:为当前程序编辑器(LAD、FBD 或 STL)提供的所有指令项目对象。
- (3) 工具栏:提供常用命令或工具的快捷按钮(图 1 – 1 – 15)。

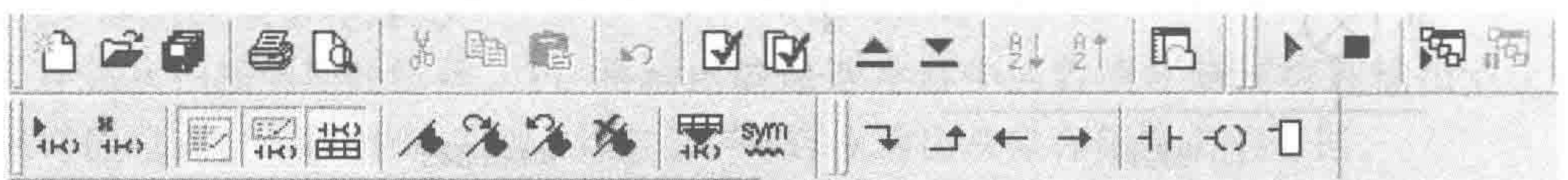


图 1 – 1 – 15 工具栏

① 标准工具栏(图 1-1-16)。

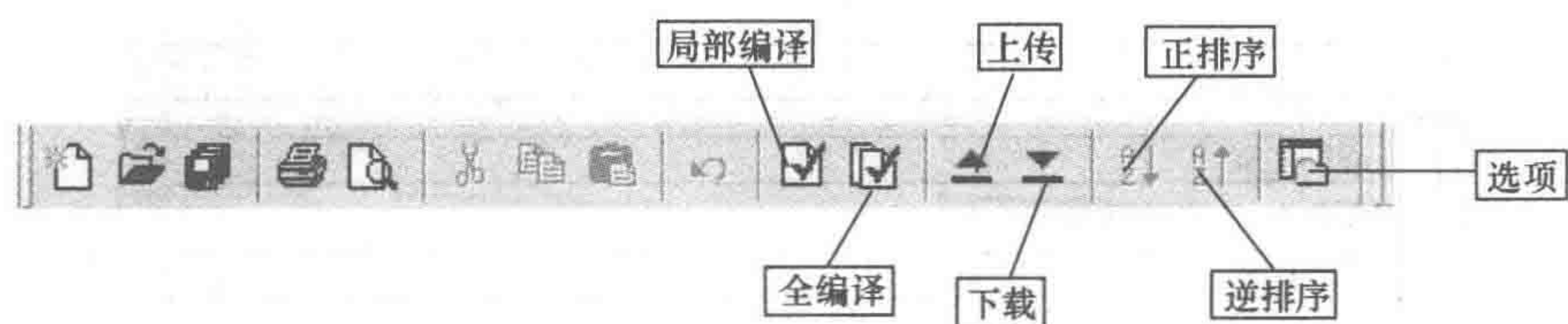


图 1-1-16 标准工具栏

② 调试工具栏(图 1-1-17)。

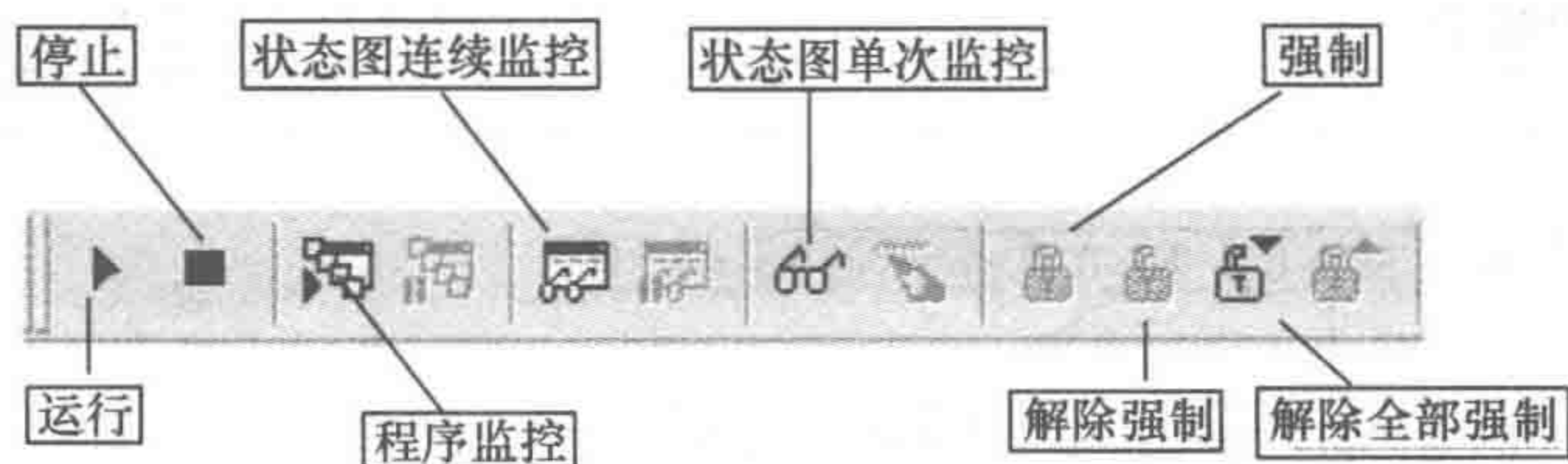


图 1-1-17 调试工具栏

③ 常用工具栏(图 1-1-18)。

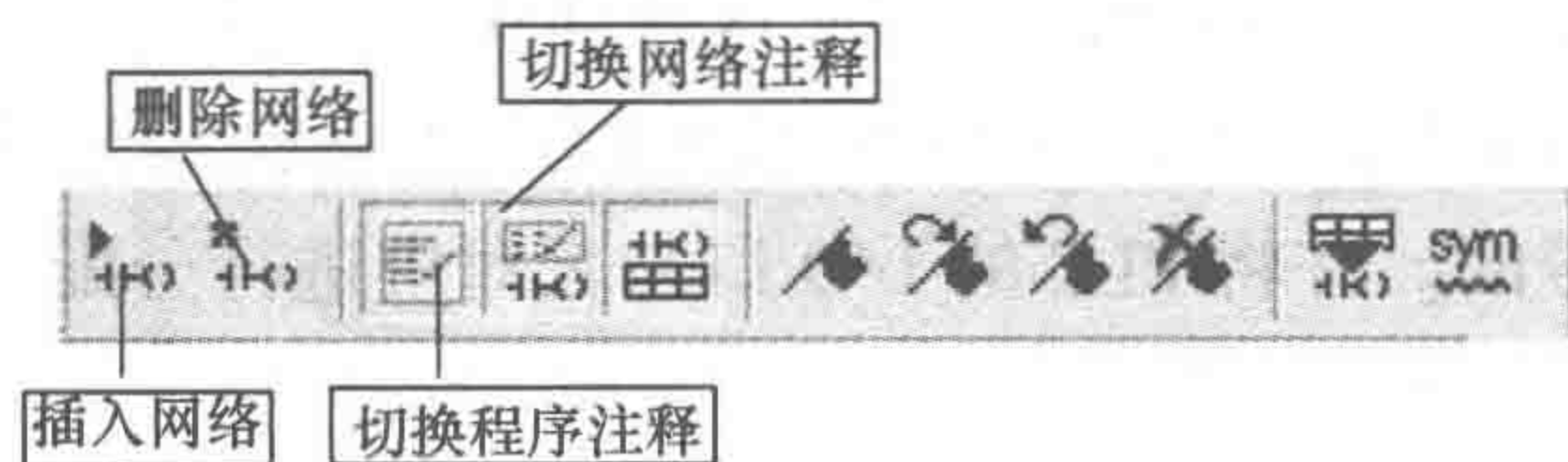


图 1-1-18 常用工具栏

④ 梯形图指令工具栏(图 1-1-19)。

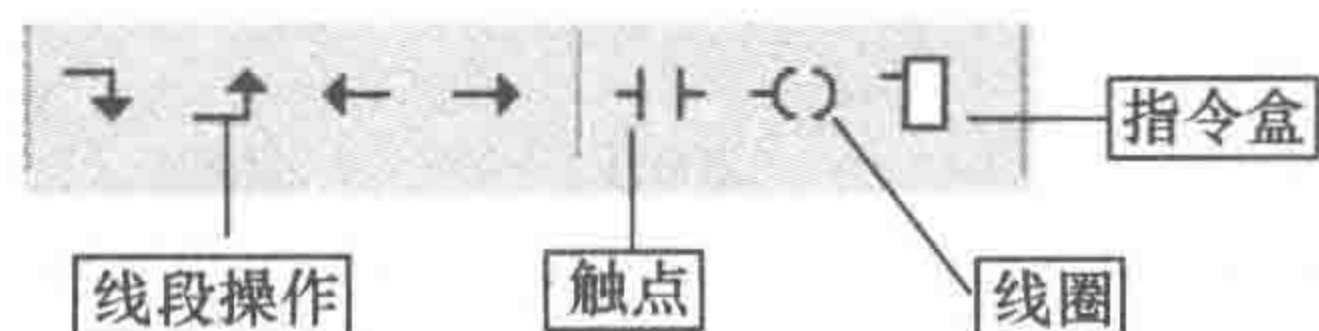



图 1-1-19 梯形图指令工具栏

⑤ 项目及其组件

Step7 - Micro/WIN4.0 为每个实际的 S7-200 系统的用户程序生成一个项目,项目以扩展名为 .mwp 的单一文件格式保存。在 STEP7 - Micro/WIN 中项目为用户提供程序和所需信息之间的联系。

程序块  完成程序的编辑及注释。包括:主程序(OB1)、子程序(SBR)和中断程序(INT)。

单击  ,进入程序块编辑窗口(图 1-1-20)。

2) 程序编译

单击【PLC】→【编译】菜单,进行编译,如图 1-1-20 所示。在信息框中可看到编译成功的消息,表明编译成功。

3) 编程步骤

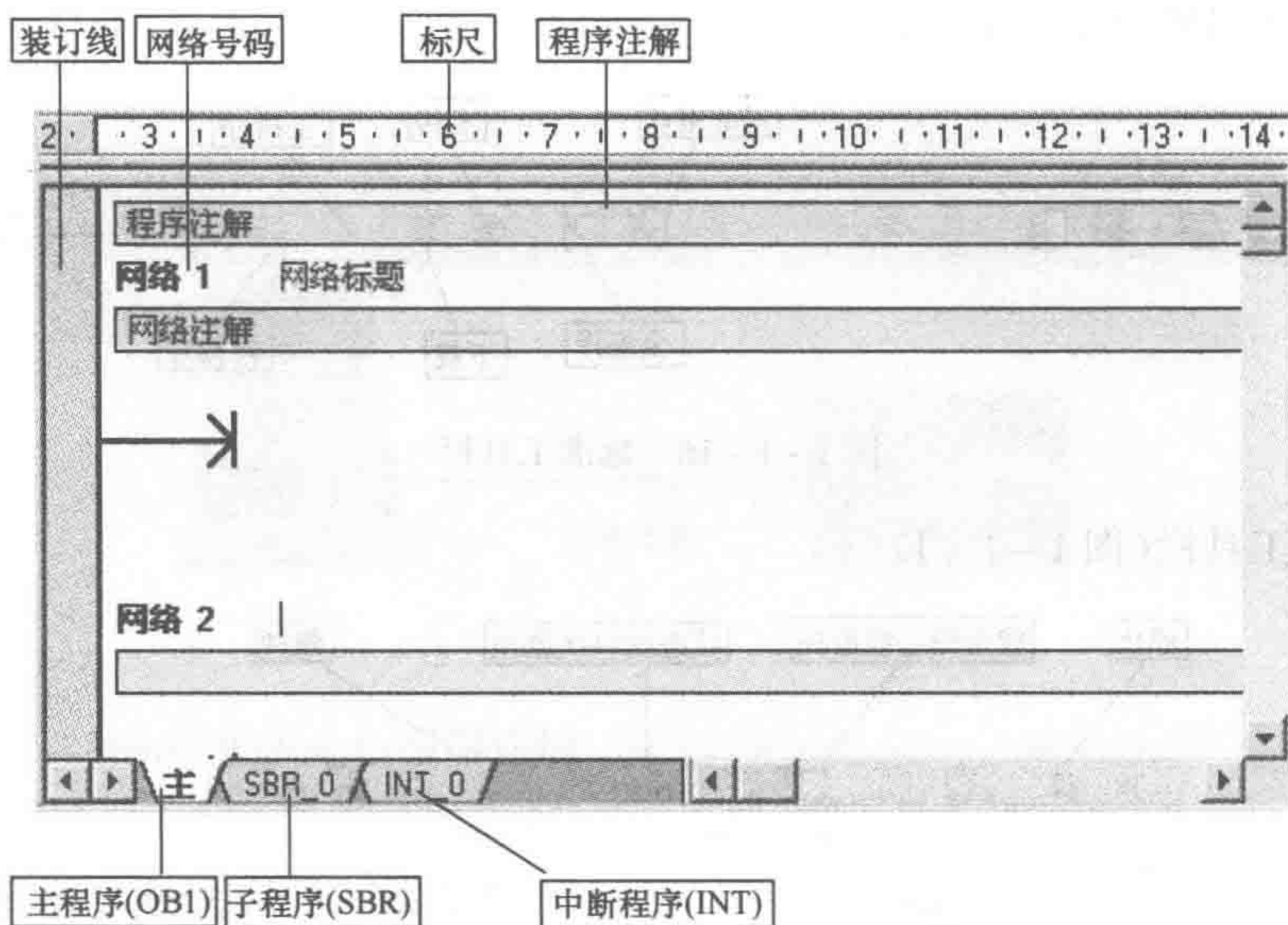


图 1-1-20 程序块编辑窗口

- ① 确定被控系统必须完成的动作及完成这些动作的顺序。
- ② 分配输入/输出(I/O)设备,即确定哪些外围设备是把信号送给 PLC,哪些外围设备是接收来自 PLC 信号的。并将 PLC 的 I/O 口与之对应进行分配。
- ③ 设计 PLC 程序,画出梯形图。
- ④ 在计算机上用 STEP7 - Micro/WIN V4.0 软件对 PLC 的梯形图直接编程。
- ⑤ 对程序进行调试(模拟和现场)。
- ⑥ 保存已完成的程序。

实训器材

序号	名称	型号与规格	数量	备注
1	计算机	—	1	—
2	编程软件	STEP7 - Micro/WIN V4.0	1	—

实训要求

在计算机上用 STEP7 - Micro/WIN V4.0 软件编辑梯形图:

- (1) 程序 1:梯形图如图 1-1-21 所示。
- (2) 程序 2:梯形图如图 1-1-22 所示。

实训步骤

1. 在计算机上用 STEP7 - Micro/WIN V4.0 软件编辑梯形图。
2. 编译并调试程序,确保程序无误。
3. 经指导教师检查无误后,恢复实验初始状态。

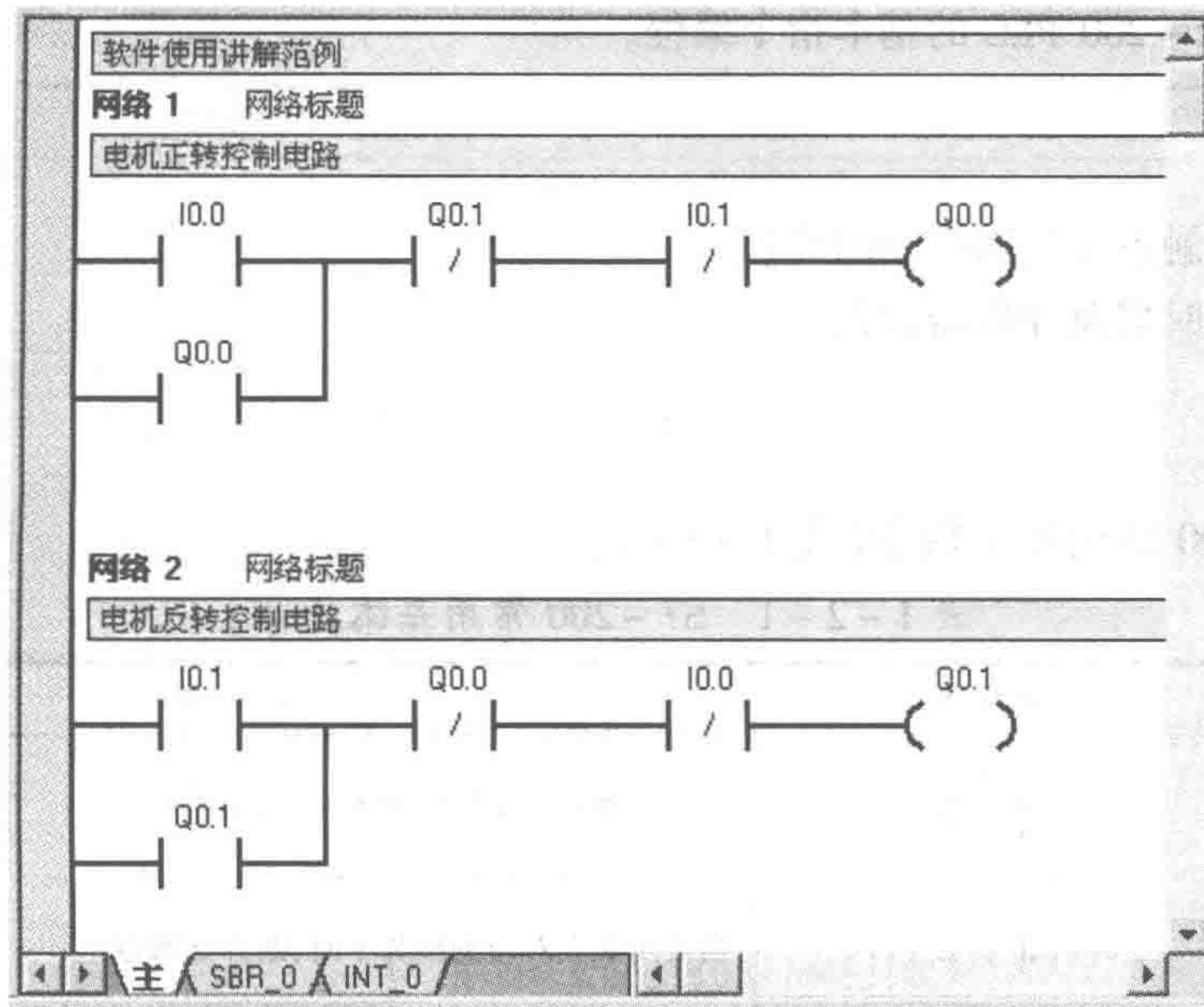


图 1-1-21 程序 1 梯形图

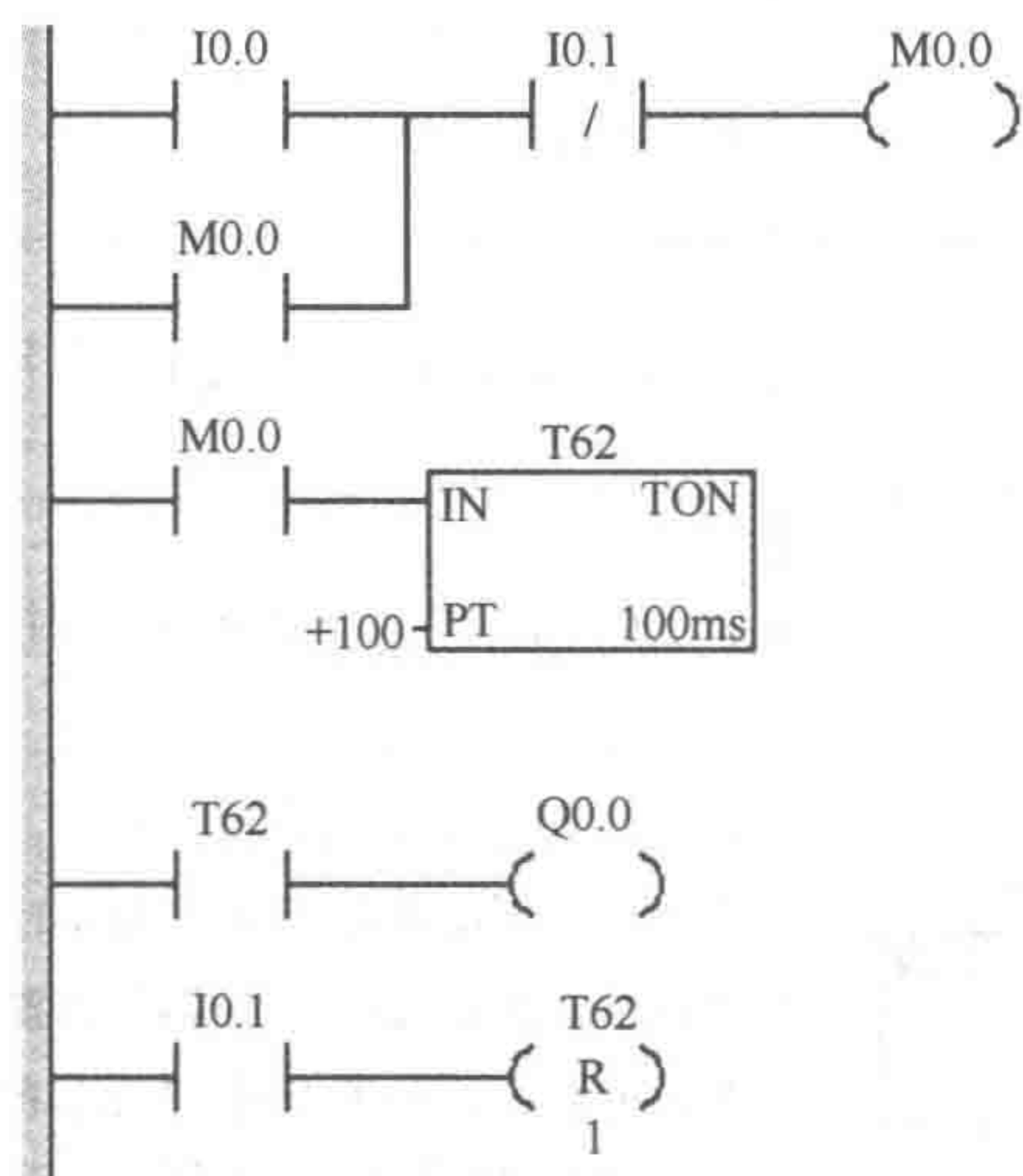


图 1-1-22 程序 2 梯形图

实训注意事项

未经允许不得随意接通实训台和模块电源开关。

实训 2 S7-200 基本指令编程

实训目的

1. 熟悉 S7-200 PLC 的基本指令；