

中等职业教育课程改革规划新教材

PLC与变频器

应用技术项目教程

(西门子)

段刚 主编



赠电子教案

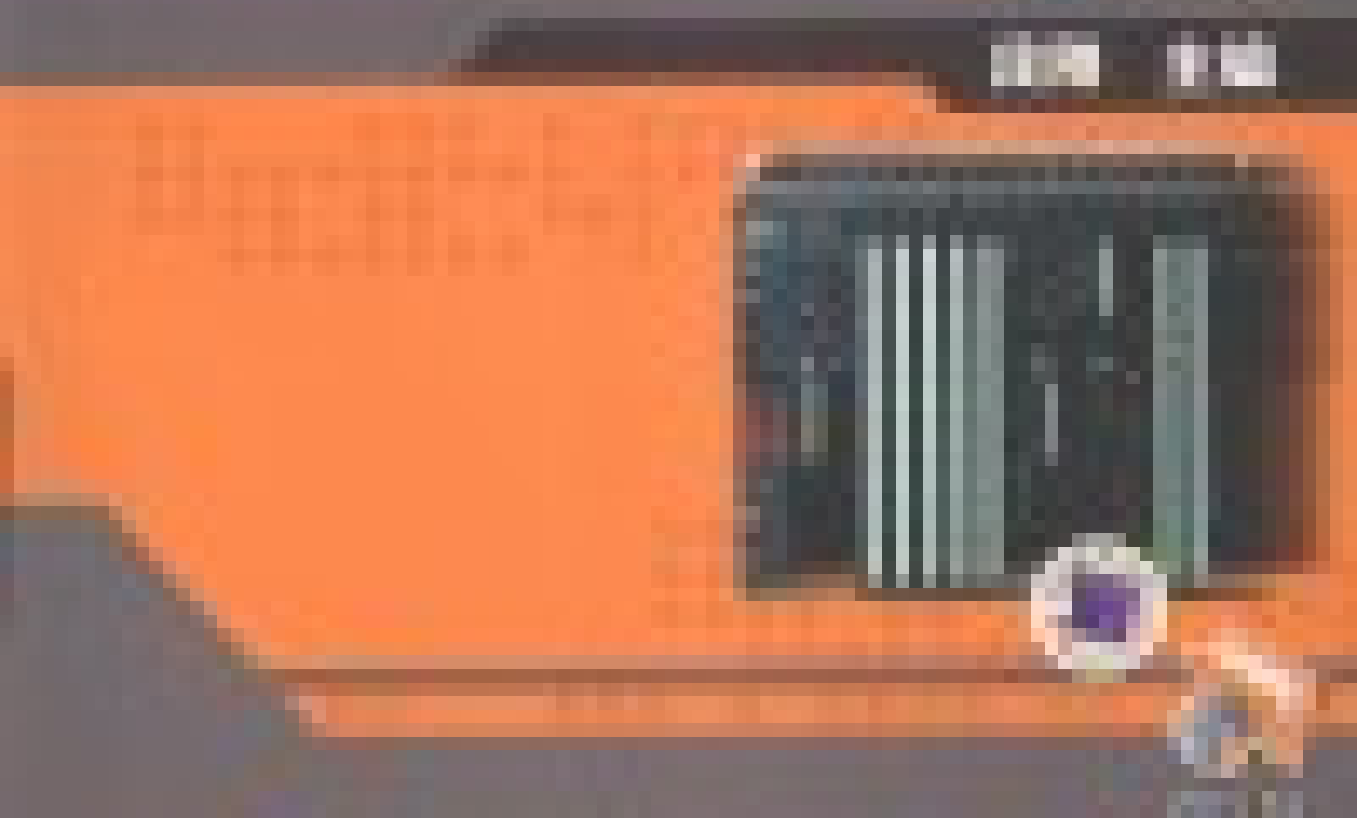


机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

PLC与变频器应用技术项目教程

PLC与变频器 应用技术项目教程 (第3版)

第3版 李雄



机械工业出版社

PLC 与变频器应用技术 项目教程(西门子)

主编 段 刚

参编 马 兰 杨 鹤



机械工业出版社

本书以 S7—200 系列 PLC 为对象,根据以实践教学为先导、项目教学为主体、实际操作为根本的教学思路,着眼于培养学生实际应用能力,在做中学习,在做中解决实际问题。将理论和实践有机结合,由浅入深、循序渐进,注重新知识、新工艺的融入及使用。主要包括 PLC 控制的红外线报警装置、三相异步电动机正反转控制、单按钮起停控制、信号灯闪烁控制、交通信号灯控制系统、旋转工作台的自动控制、运输带自动控制系统、多种液体自动混合装置、全自动洗衣机控制系统、电镀生产线控制系统、天塔之光控制系统、电梯控制系统、S7—200 与变频器的通信、气动系统的 PLC 自动控制等。每个项目都来自于生产实际,并根据中职学生的认知规律设计了学习目标、项目分析、必要知识讲解、操作指导、考核评价、知识拓展、习题等栏目;同时还配有原理图、接线图、元器件布局及配线图等,可操作性强,便于实现。项目中对程序设计进行了细致的指导,有些重难点程序还辅以说明。在拓展内容中,对 PLC 软硬件的使用及有难度的指令作了详细的分析与讲解。

本书可供中等职业学校机电类专业及技校相关专业的师生作为教材使用,也可以供相关专业工程技术人员作为参考书使用。

图书在版编目(CIP)数据

PLC 与变频器应用技术项目教程:西门子/段刚主编. —北京:机械工业出版社, 2009. 10
ISBN 978-7-111-28259-4

I. P… II. 段… III. ①可编程序控制器—教材②变频器—教材
IV. TM571.6 TN773

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 160612 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)
策划编辑:高倩 责任编辑:王娟 版式设计:霍永明
责任校对:李婷 封面设计:路恩中 责任印制:李妍
北京诚信伟业印刷有限公司印刷
2010 年 1 月第 1 版第 1 次印刷
184mm×260mm·14.5 印张·354 千字
0001—3000 册
标准书号:ISBN 978-7-111-28259-4
定价:25.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
电话服务 网络服务

社服务中心:(010)88361066 门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294
销售二部:(010)88379649 教材网:<http://www.cmpedu.com>

读者服务部:(010)68993821 封面无防伪标均为盗版

前 言

本书是根据中等职业学校机电类专业“PLC与变频器”课程要求编写的教材。

可编程序逻辑控制器(Programmable Logical Controller, PLC), PLC是以计算机技术、自动控制技术和通信技术为一体的工业控制装置。在设计中充分的考虑了工业控制的各种要求、特点及环境等情况,有很强的控制能力和抗干扰能力。除此而外,它工作可靠、使用灵活方便,还可以根据不同复杂控制场合进行模块的更换和扩展。尤其是采用梯形图程序时,设计思路与工业电气控制图很接近,易于学习和掌握,编程也简便,因而PLC被广泛地应用在工业控制中。

S7—200系列PLC是德国西门子公司生产的小型可编程序控制器。它具有设计紧凑、扩展能力强、界面友好的编程软件、高速处理能力及强大的指令集等特点。在市场上占有较高的份额,使用十分广泛。

本书以S7—200系列PLC为对象,以项目教学的形式讲述PLC的基本原理、软硬件资源及指令的应用。每个项目都来自生产实际,同时又是教学典范。在做项目中学习知识、提高操作技能、学习PLC的具体应用。

同时注重新知识、新工艺的融入,扩大知识面、拓宽专业领域,涉及了红外传感器、变频器、气动系统、电梯等领域。

本书共计15个项目,主编段刚编写了项目一~四、项目十三及附录;马兰编写了项目五~九;杨鹤编写了项目十~十二、项目十四~十五。

本书在编写过程中,得到了沈阳市装备制造工程学校郑志勇老师的大力支持,所有各项项目中电器元件实际布局及配线由该老师制作,并协助拍成照片,同时也得到了沈阳市装备制造工程学校孙建维老师大力支持和帮助。特别是在编写过程中参阅了很多优秀专家的大量资料,受益匪浅,在此一并表示衷心的感谢。

由于编者学识和水平有限,书中难免有错误和疏漏,恳请读者提出宝贵意见。

编 者

目 录

前言		项目十一 多路抢答器.....	142
项目一 PLC 控制的红外线报警装置.....	1	项目十二 天塔之光控制系统.....	156
项目二 三相异步电动机正反转控制 ...	17	项目十三 电梯控制系统.....	167
项目三 单按钮起停控制	35	项目十四 S7—200 与变频器的通信	184
项目四 信号灯闪烁控制	46	项目十五 气动系统的 PLC 自动	
项目五 交通信号灯控制系统	62	控制.....	196
项目六 旋转工作台的自动控制	77	附录.....	213
项目七 运输带自动控制系统	90	附录 A S7—200 SIMATIC 指令	
项目八 多种液体自动混合装置.....	103	速查表.....	213
项目九 全自动洗衣机控制系统.....	115	附录 B 特殊存储器(SM)标志位 ...	218
项目十 电镀生产线控制系统.....	128	参考文献.....	225

项目一

PLC 控制的红外线报警装置



一、学习目标

1. 知识目标

- 1) 了解与掌握 PLC 的组成与硬件结构。
- 2) 了解 CPU 的工作模式。
- 3) 掌握 PLC 的工作方式。
- 4) 了解 S7—200 系列 PLC 的功能扩展模块。

2. 技能目标

- 1) 认识 S7—200 系列 PLC，了解面板上的标志。
- 2) 掌握输入/输出端子的形状、标号、分组及公共端。
- 4) 掌握 PLC 外接交流(AC 220V)电源与直流(DC 24V)电源的方法。
- 5) 能够正确使用按钮、红外传感器和蜂鸣器。
- 6) 会读电路图，能够对照电路图、接线图进行电路检查。
- 7) 会读接线图，能够按接线图进行元器件布局和配线。
- 8) 培养动手能力及分析、解决实际问题的能力。

二、项目分析

本项目中，PLC 控制的红外线报警电路可实现以下功能：

当红外线传感器检测到有人(人体辐射 $10\mu\text{m}$ 红外线波)通过禁区时，把检测到的信号传输到由 PLC 组成的红外报警电路，电路发出报警信号。

1. 项目要求

- 1) 当红外报警系统检测到有人通过禁区时，能及时报警，警灯闪烁，警铃响。灯每次点亮 1s，熄灭 1s，不断闪烁。只有监控人员关闭报警电路后，系统才停止工作。
- 2) 执勤人员也可以人工报警，警灯常亮，蜂鸣器发出报警音。
- 3) 警报解除时，报警信号消失。

2. 任务流程

本项目的任务流程如图 1-1 所示。

3. 知识点链接

本项目相关的知识点链接如图 1-2 所示。

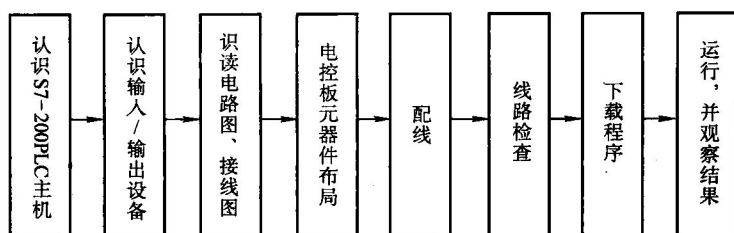


图 1-1 任务流程图

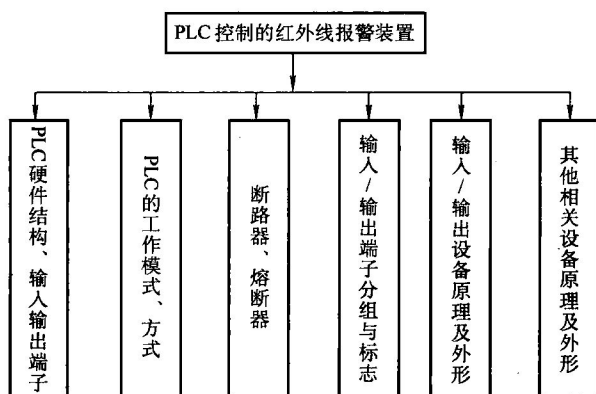


图 1-2 知识点链接

4. 环境设备

项目运行所需的工具、设备见表 1-1。

表 1-1 工具、设备清单

序 号	分 类	名 称	型 号 规 格	数 量	单 位	备 注
1	工具	常用电工工具		1	套	所有元器件选择都可以根据学校实际情况变化
2		万用表	MF47 型或其他	1	块	
3	设备	PLC	S7—200 CPU 226	1	台	
4		熔断器	RT18—32	1	只	
5		熔体	2A	1	只	
6		按钮	LA4	2	只	
7		红外传感器	TDL—2100BR	1	只	
8		灯座	普通螺口	1	只	
9		灯泡	普通螺口	1	个	
10		蜂鸣器	HYT3015A	1	个	
11		断路器	DZ47 系列	1	只	
12		接线端子	TD—1520	1	块	
13	消耗材料	导线	BVR 1.5mm ²	若干	m	
14		导线	BVR 1.0mm ²	若干	m	

5. 电路图、I/O 点分配、电路组成及各元器件功能

(1) 电路图 电路图是用图形符号详细表示电路、设备或成套装置的组成和连接关系，而不考虑其实际位置的一种连接图。PLC 控制红外报警电路图如图 1-3 所示。

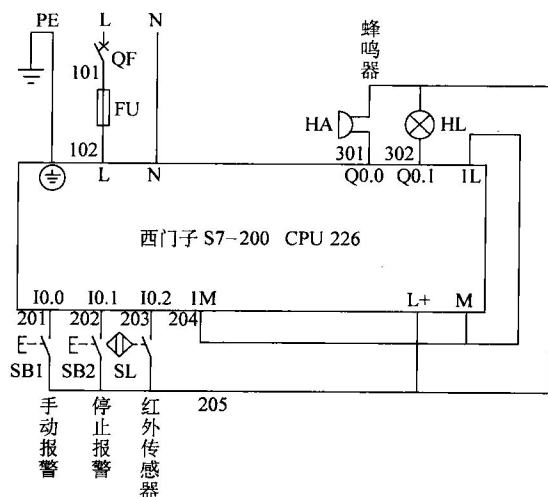


图 1-3 PLC 控制红外报警电路图

(2) I/O 点分配 I/O 点分配见表 1-2。

表 1-2 I/O 点分配

输 入			输 出		
元器件代号	功能	输入点	元器件代号	功能	输出点
SB1	手动报警	I0.0	HA	声音报警	Q0.0
SB2	停止报警	I0.1	HL	闪光报警	Q0.1
SL(红外传感器)	自动报警	I0.2			

(3) 电路组成及各元器件的功能 电路组成及各元器件的功能见表 1-3。

表 1-3 电路组成及各元器件的功能

序 号	电 路 名 称		电 路 组 成	元器件功能	备 注
1	电源电路		QF	电源开关	
2			FU	PLC 电源电路短路保护	
3	控制电路	PLC 输入电路	SB1	手动报警	
4			SB2	停止报警	
5			SL	红外传感器自动报警	
6		PLC 输出电路	HL	闪光报警	
7			HA	蜂鸣器声音报警	
8	主机	S7—200 系列 CPU 226	主要控制部件(主控)		

三、必要知识讲解

1. S7—200 的硬件结构

S7—200 系列有 CPU 221、CPU 222、CPU 224、CPU 226 等几种机型，它们都为整体结构，即把 CPU、电源、输入/输出(I/O)点集成在一个紧凑、独立的设备中，如图 1-4 所示。

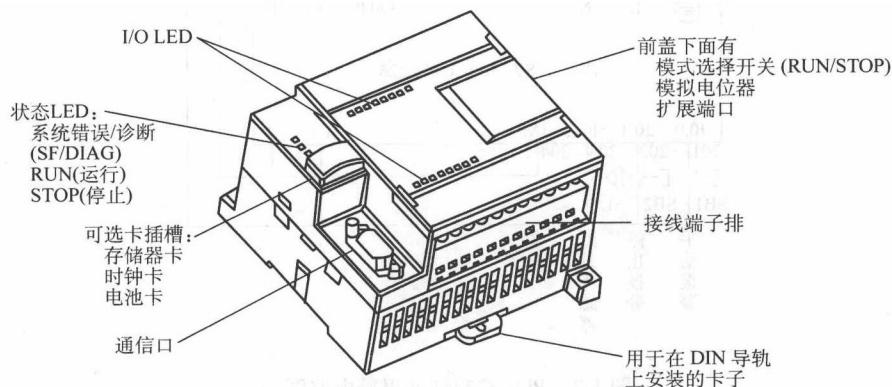


图 1-4 S7—200 系列 PLC 的结构与面板示意图

S7—200 系列 PLC 各主要部分功能介绍如下。

- 1) CPU：中央处理器，执行程序 and 存储数据。
- 2) 输入/输出：输入部分从现场设备采集信息，输出部分则对现场设备进行控制，驱动外部负载，输入与输出通过接线端子连接外部信号。
- 3) 电源：向 CPU 及其所连接的模块提供电能。
- 4) 通信端口：与编程设备或外部设备进行通信。
- 5) 状态灯指示：显示 CPU 的工作模式(运转或停止)、本机 I/O 的当前状态以及出错的系统状态。
- 6) 模式选择开关：将之打至“RUN”位置时，PLC 运行；打至“STOP”位置时，PLC 停止运行。
- 7) 外插卡插槽：可以根据需要插入存储器卡，时钟卡、电池卡等。存储器卡可以用来存储程序。

2. S7—200 系列 CPU 226 端子介绍

(1) 输入端子 CPU 226 基本单元提供 24 个 [(I0.0 ~ I0.7)、(I1.0 ~ I1.7)、(I2.0 ~ I2.7)] 输入点供用户使用。当系统扩展时，输入点随着扩展模块的增多还可以增加。

CPU 226 的输入电路采用双向光电耦合器，24V 直流电源极性可任意选择。1M、2M 分别为各段的公共端，如图 1-5 所示。

(2) 输出端子 CPU 226 基本单元提供 16 个输出端子，输出电路有晶体管输出和继电器输出两种形式供用户选择。晶体管输出电路中(型号为 CPU 226 DC/DC/DC)，采用 MOS-FET 功率驱动器，由 24V 直流电源供电，输出分为两组(Q0.0 ~ Q0.7、Q1.0 ~ Q1.7)，每组

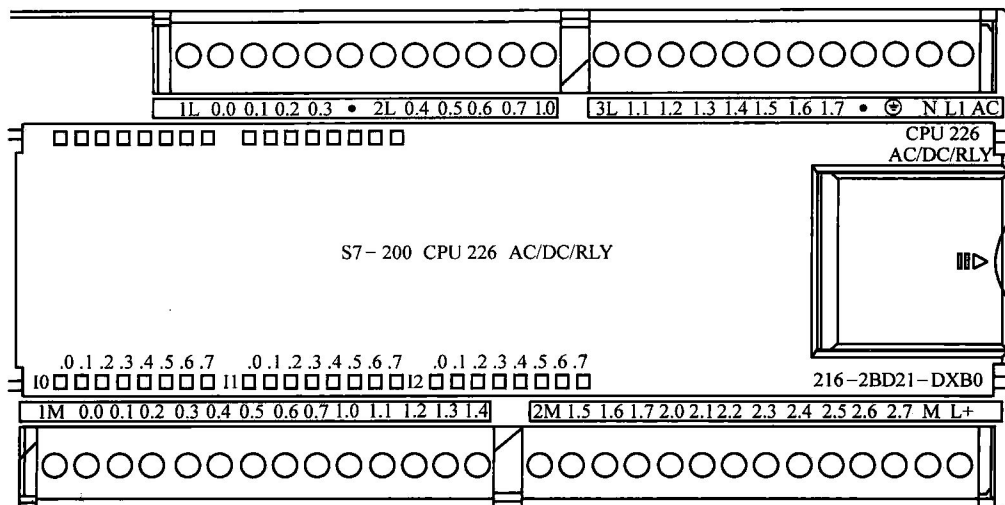


图 1-5 CPU 226 输入/输出端子

有一个公共端，分别为 1L 和 2L，可接不同的负载电源。

继电器输出(型号为 CPU 226 AC/DC/RLY)电路中，由 220V 交流或 24V 直流电源供电，输出分为 3 组(Q0.0 ~ Q0.3、Q0.4 ~ Q1.0、Q1.1 ~ Q1.7)，每组的公共端分别是 1L、2L 和 3L，如图 1-5 所示。

3. 认识输入设备

(1) 按钮

1) 外形 按钮是常见的开关电器之一，主要起到接通和断开电路的作用，在控制电路中用手发出控制信号。LA 系列按钮的外形如图 1-6 所示。

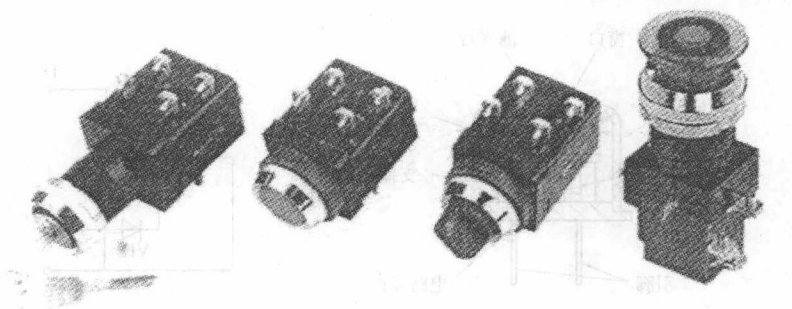


图 1-6 LA 系列按钮的外形

2) 结构与符号 按钮的结构和文字符号如图 1-7 所示。通常由钮帽、动触头、静触头、复位弹簧及外壳等组成，其中动触头与静触头可以组成常闭触头和常开触头。当按下钮帽时，常闭触头断开、常开触头闭合；当松开钮帽后按钮在复位弹簧的作用下返回，常闭触头和常开触头恢复常态。

(2) 红外传感器 红外传感器是利用热释电元件的热效应探测物体用的传感器。它适用于防盗、报警、来客告知及非接触式开关等红外探测领域。TDL—2100BR 型红外传感器

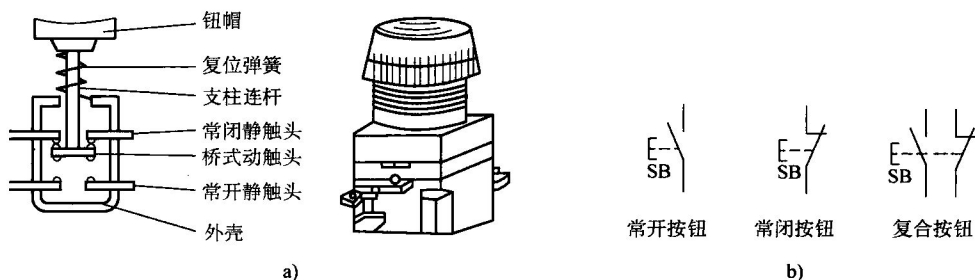


图 1-7 按钮的结构和文字符号

a) 结构 b) 符号

的外形及符号如图 1-8 所示。

红外传感器的结构和内部电路如图 1-9 所示，它主要由外壳、滤光片、热释电元件 PZT、结型场效应晶体管 VF、电阻 R 和二极管 VD 等电子元器件构成。其中滤光片设置在窗口处，为 $6\mu\text{m}$ 多层膜干涉滤光片，它对于太阳光和荧光灯光的短波(波长 $5\mu\text{m}$ 及以下)具有很高的反射率，而对 $6\mu\text{m}$ 以上从人体发出来的红外线(波长约为 $10\mu\text{m}$)具有高的穿透性。TDL—2100BR 红外传感器就是由热释电元件、放大、信号处理、延时和驱动等电路组成的。

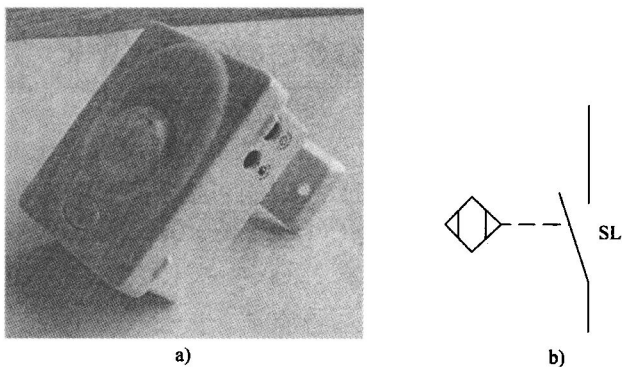


图 1-8 TDL—2100BR 型红外传感器的外形及符号

a) 外形 b) 符号

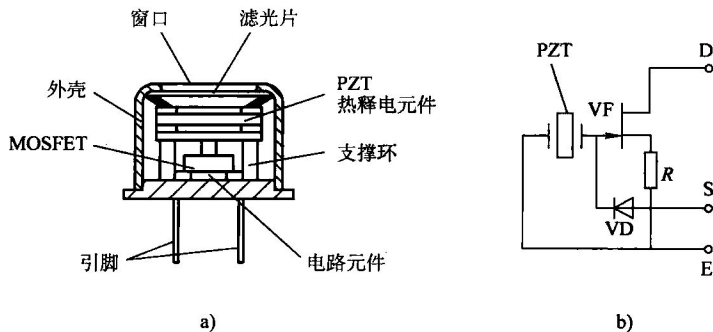


图 1-9 红外传感器的结构和内部电路

a) 结构 b) 内部电路

其工作原理为：当有人进入监视范围时，红外传感器接受到红外能量，将检测到的信号经过放大器放大，并由比较器进行比较判断后，再由信号整理电路处理输出控制(开关)信号。

4. 认识输出设备

(1) 报警灯 报警灯采用普通的直流 24V、10W 白炽灯泡。白炽灯泡和灯座的外形及符号如图 1-10 所示。

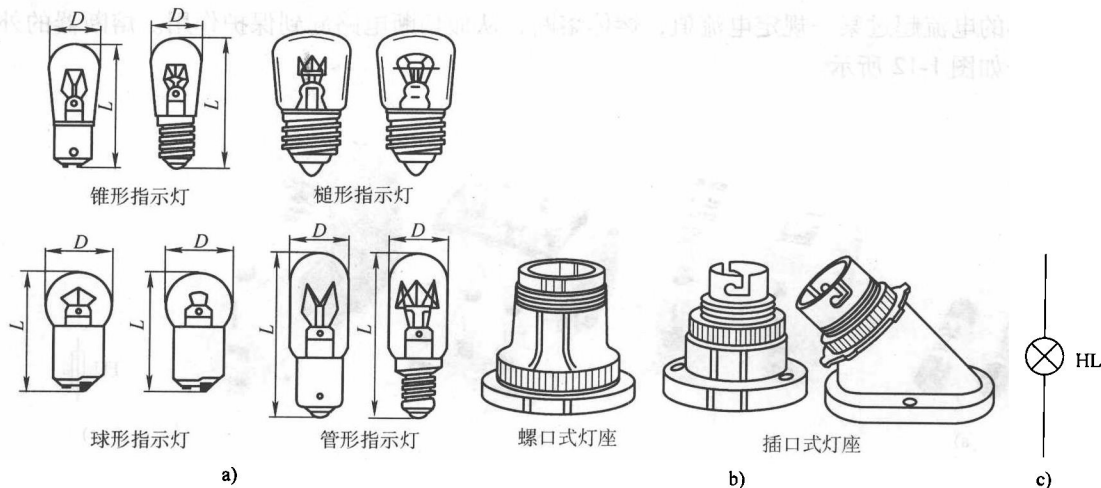


图 1-10 白炽灯泡、灯座的外形及符号

a) 白炽灯泡 b) 灯座 c) 符号

(2) 蜂鸣器 蜂鸣器是一种一体化结构的电子警报器，采用直流电压供电，广泛应用于计算机、打印机、复印机、报警器、电子玩具、汽车电子设备、电话机、定时器等电子产品中作发声器件。

常见的蜂鸣器有压电式蜂鸣器和电磁式蜂鸣器两种类型。

蜂鸣器在电路中用字母“H”或“HA”表示，其外形及符号如图 1-11 所示。

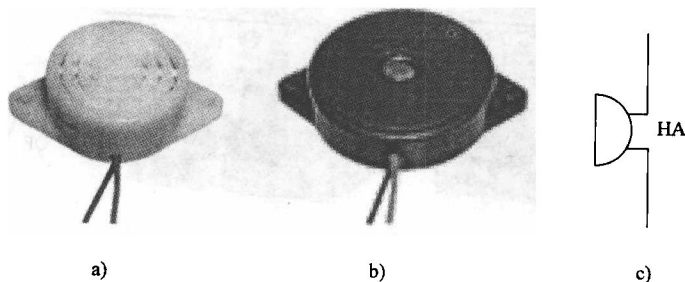


图 1-11 蜂鸣器的外形及符号

a) 压电式蜂鸣器 b) 电磁式蜂鸣器 c) 符号

1) 压电式蜂鸣器主要由多谐振荡器、压电蜂鸣片、阻抗匹配器及共鸣箱、外壳等组成。有的压电式蜂鸣器外壳上还装有发光二极管。

多谐振荡器由晶体管或集成电路构成。当接通电源后(6~24V 直流工作电压)多谐振荡器起振，输出 1.5~2.5kHz 的音频信号，阻抗匹配器推动压电式蜂鸣片发声。

压电式蜂鸣片由锆钛酸铅或铌镁酸铅压电陶瓷材料制成。在陶瓷片的两面镀上银电极，经极化和老化处理后，再与黄铜片或不锈钢片粘在一起。

2) 电磁式蜂鸣器由多谐振荡器、电磁线圈、磁铁、振动膜片及外壳等组成。接通电源后，多谐振荡器产生的音频信号转换成电流通过电磁线圈产生磁场。振动膜片在电磁线圈磁场和磁铁的相互作用下，周期性地振动发声。

5. 其他设备

(1) 熔断器 熔断器在电路中主要起短路保护作用。当电路发生短路故障时，通过熔

断路器熔体的电流超过某一规定电流值,熔体熔断,从而切断电路起到保护作用。熔断器的外形及符号如图 1-12 所示。

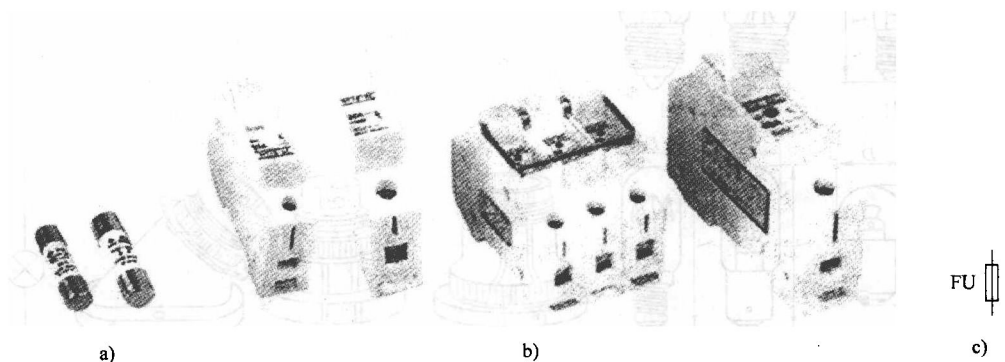


图 1-12 熔断器的外形及符号

a) 熔体 b) 熔断器底座 c) 符号

(2) 断路器 断路器俗称自动空气开关,是一种集过载、短路及欠电压保护功能于一体的开关电器。DZ47 系列断路器的外形及符号如图 1-13 所示。

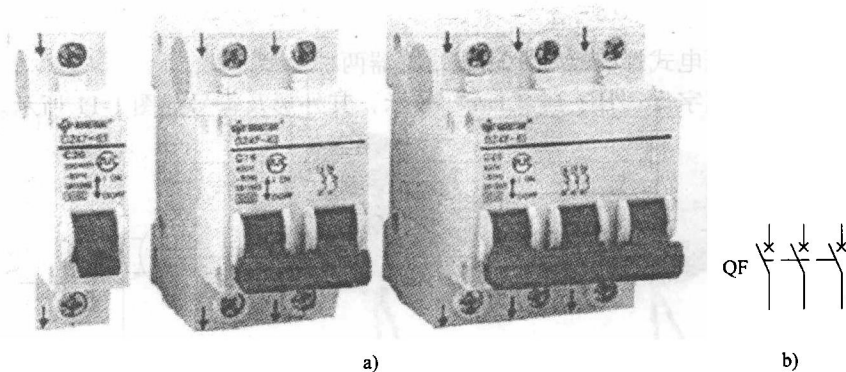


图 1-13 DZ47 系列断路器的外形及符号

a) 外形 b) 符号

(3) 接线端子 电路板与外部电气设备之间的连接一般要经过接线端子。TD—1520 型接线端子的外形如图 1-14 所示。

(4) 网孔板 网孔板又称多功能元器件安装板,如图 1-15 所示。

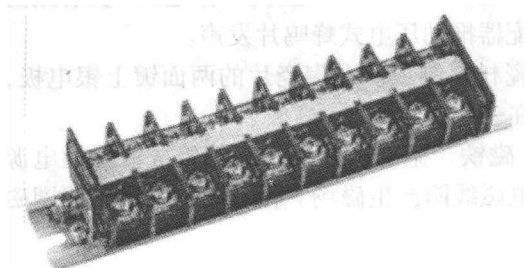


图 1-14 TD—1520 型接线端子的外形

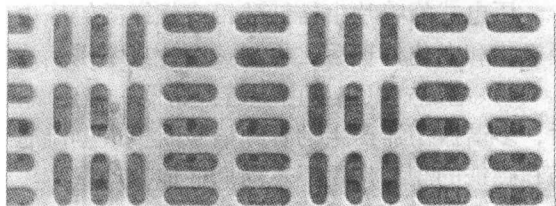


图 1-15 网孔板

四、操作指导

1. 绘制接线图

电路安装通常依照接线图进行。接线图是根据电气设备和电器元件的位置和安装情况绘制，用来表示电气设备和电器元件之间的位置、配线方法和接线方式，而不明显表示电气动作原理的电气图，主要用于安装、接线和检修。

本项目的接线图如图 1-16 所示。

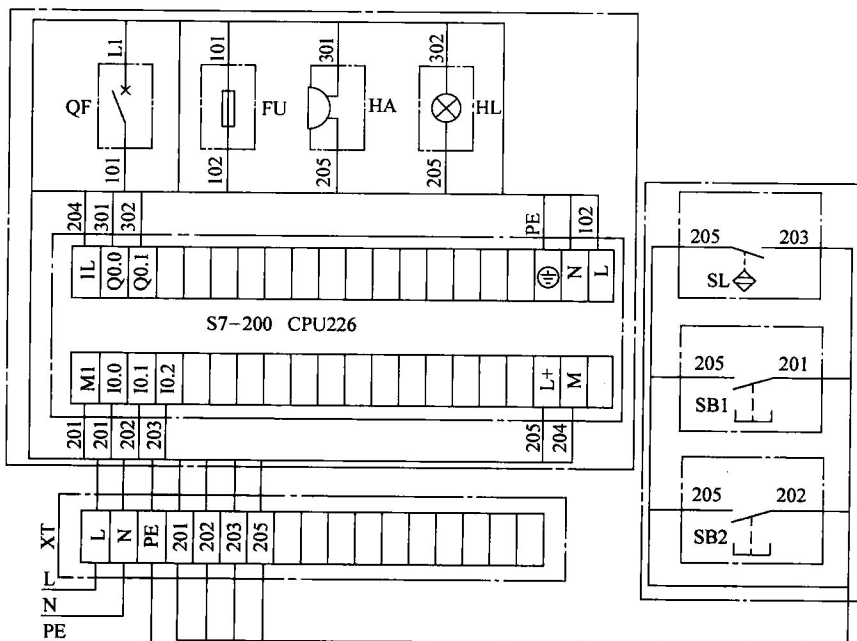


图 1-16 PLC 控制的红外线报警装置接线图

接线图绘制一般遵循如下原则：

- 1) 要标明电气设备和电器元件的位置、文字符号、端子号与导线号等。
- 2) 各元器件均根据其实际结构绘制，并使用与电路图相同的图形符号，且同一电器用点画线框上，图中各电器的文字符号以及接线端子的编号都与电路图中标注的一样。
- 3) 接线图中的导线有单根及导线组。对走线相同的导线进行合并，用线束表示，在到达端子 XT 或电器元件时再分别画出。

红外线报警电路的元器件布置及布线情况见表 1-4。

表 1-4 元器件布置及布线情况

序 号	项 目	具 体 内 容	备 注
1	板内元器件	QF、FU、PLC、HA、白炽灯泡 HL、灯座	使用截面积为 1.0mm ² 的橡胶塑 料绝缘软导线
2	外围元器件	SB1、SB2、红外传感器 SL	
3	电源走线	L1→QF(101)→FU(102)→L	
4		N→PLC(N)	
5		PE→PLC(⊕)	

(续)

序 号	项 目	具 体 内 容	备 注
6	PLC 输入电路走线	IO. 0(201)→SB1→L+(205)	使用截面积为 1.0mm ² 的橡胶塑 料绝缘软导线
7		IO. 1(202)→SB2→L+(205)	
8		IO. 2(203)→SL→L+(205)	
9		1M(204)→M→1L	
10	PLC 输出电路走线	Q0. 0(301)→HA→L+(205)	
11		Q0. 1(302)→HL→L+(205)	

2. 元器件布局、安装与配线

(1) 元器件布局 实际元器件布局如图 1-17 所示。元器件布局时要参照接线图 1-16 进行,若与这里所提供的元器件不同,则应按实际情况布局,不强求一致。一般元器件布局应遵守以下原则:

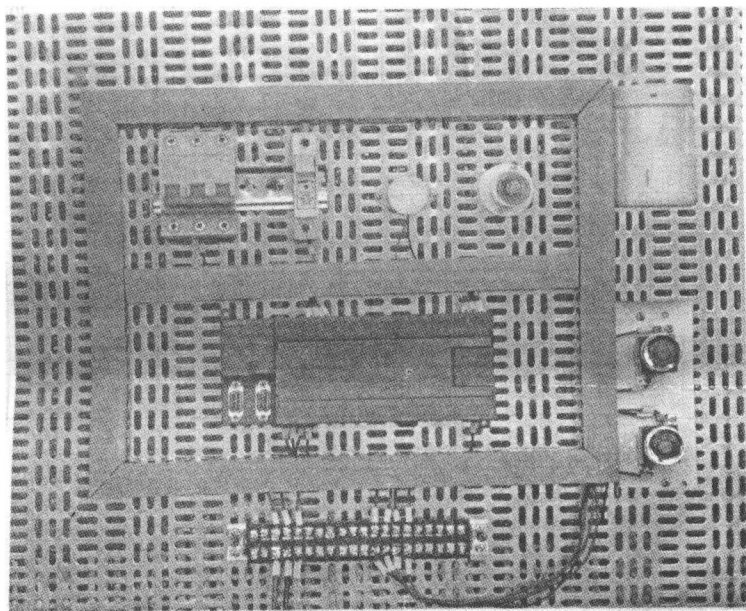


图 1-17 实际元器件布局

- 1) 网孔板的大小应按元器件的多少、线槽的宽度及元器件与线槽之间的距离确定。
- 2) 元器件布局时应将输入与输出分开,每个元器件之间都要有一定的间距,功率越大间距就越大,要符合国家电器安装标准。
- 3) 电器排列要整齐、美观。比较重的电器元件放置在下面,轻的放在上面。
- 4) 在满足方便安装、维修的前提下,各元器件间距尽量小,板面元器件安装要紧凑,布局合理。

(2) 元器件安装 元器件安装时每个元器件要摆放整齐,上下左右要对正,间距要均匀。拧螺钉时一定要加弹簧垫,而且松紧适度。

(3) 配线 配线的方法很多,有直线配线、板后配线和线槽配线等。目前应用较多的

是线槽配线，它的优点是配线灵活、节省工时和便于维修。线槽配线一般遵循如下原则：

- 1) 严格按接线图配线。
- 2) 配线时就近，直接入槽。不能交叉，端子留线多少要尽量一致。
- 3) 每根线长短选择得要合适，长了是浪费，短了不利于维修。
- 4) 线槽中的导线不能过多，一般占线槽横截面积的 70%。
- 5) 每个端子必须穿上规定的号码管，而且编号的文字方向要一致。
- 6) 多股线剥绝缘层时，不能断股。单股线不能剪痕过深而影响导电质量。剥去绝缘层的导线长度以接入端子不露裸线为宜。

3. 自检

- 1) 对照接线图检查接线是否正确，有否漏接、错接。同时检查线号与图纸是否一致。
- 2) 检查接线是否牢固，用手轻轻拽一下能否脱落。导线连接处是否有毛刺、裸线头等。
- 3) 对照电路图、接线图，按表 1-5 的步骤对布线进行检查。

表 1-5 用万用表检查电路

检测任务	操作方法		正确结果	备 注
检测电路导线连接是否良好	采用万用表电阻挡($R \times 1$)		阻值/ Ω	
	电源走线	L1 $\rightarrow$ QF(101) $\rightarrow$ FU(102)	QF 接通时为 0，断开时为 ∞	断电情况下进行
		N $\rightarrow$ PLC(N)	0	
		PE $\rightarrow$ PLC($\oplus$)	0	
	PLC 输入电路走线	IO. 0(201) $\rightarrow$ SB1 $\rightarrow$ L+(205)	接通时 0	
		IO. 1(202) $\rightarrow$ SB2 $\rightarrow$ L+(205)	接通时 0	
		IO. 2(203) $\rightarrow$ 红外传感器 $\rightarrow$ L+(205)	红外传感器有阻值，导线电阻为 0	
	PLC 输出电路走线	QO. 0(301) $\rightarrow$ 蜂鸣器 $\rightarrow$ L+(205)	蜂鸣器有阻值，导线电阻为 0	
		QO. 1(302) $\rightarrow$ HL(205) $\rightarrow$ L+(205)	指示灯有阻值，导线电阻为 0	

4. 输入梯形图

- 1) 红外线报警装置的 PLC 梯形图程序如图 1-18 所示。

- 2) 教师输入梯形图，学生连接系统。

按照下列步骤连接系统并输入梯形图。

- 1) 用 PC/PPI 编程电缆把计算机串行口与 PLC 的编程口连接起来。
- 2) 先插上电源插头，再合上断路器。
- 3) 将 PLC 的 RUN/STOP 开关拨到“STOP”位置。
- 4) 由老师下载程序或在老师指导下下载程序。
- 5) 将 PLC 的 RUN/STOP 开关拨到“RUN”位置。