

"十三五"机电工程实践系列规划教材

机电工程控制基础实训系列

电气控制与 PLC 实训教程（三菱）

总策划 · 郁汉琪

编 著 · 钱厚亮 张卫平 崔茂齐

焦玉成 徐行健



东南大学出版社
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

“十三五”机电工程实践系列规划教材
机电工程控制基础实训系列

电气控制与 PLC 实训教程 (三菱)

总策划	郁汉琪	
编 著	钱厚亮	张卫平
	崔茂齐	焦玉成
	徐行健	

 东南大学出版社
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

· 南京 ·

内 容 提 要

本书为《“十三五”机电工程实践系列规划教材》。本书以实训项目为教学载体,由浅入深、逐层递进,重点讲述可编程序逻辑控制器(PLC)系统、变频系统、伺服驱动系统、人机界面及工业机器人的开发应用。内容翔实、丰富、新颖,体现了现代工业生产的先进手段,符合应用型人才培养需求。

本书可作为应用型本科院校、高职高专、成人高校等机电一体化、电气工程、自动化及机器人等相关专业或方向“电气控制与 PLC”、“伺服运动系统”及“工业机器人应用与开发”等相关课程的实训教材,也可供从事相关工作的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电气控制与 PLC 实训教程:三菱/钱厚亮等编著. —南京:东南大学出版社,2017. 6

“十三五”机电工程实践系列规划教材·机电工程控制基础实训系列

ISBN 978-7-5641-7233-6

I. ①电… II. ①钱… III. ①电气控制—教材 ②plc 技术—教材 IV. ①TM571.2 ②TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 150666 号

电气控制与 PLC 实训教程(三菱)

出版发行 东南大学出版社
出 版 人 江建中
社 址 南京市四牌楼 2 号
邮 编 210096

经 销 全国各地新华书店
印 刷 常州市武进第三印刷有限公司
开 本 787 mm×1092 mm 1/16
印 张 10.5
字 数 269 千字
版 次 2017 年 6 月第 1 版
印 次 2017 年 6 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5641-7233-6
印 数 1—3000 册
定 价 27.00 元

(本社图书若有印装质量问题,请直接与营销部联系。电话:025-83791830)

《“十三五”机电工程实践系列规划教材》编委会

编委会主任:郑 锋

编委会委员:郁汉琪 缪国钧 李宏胜 张 杰

郝思鹏 王红艳 周明虎 徐行健(三菱)

何朝晖(博世力士乐) 肖 玲(台达)

罗 锋(通用电气) 吕颖珊(罗克韦尔)

朱 珉(出版社) 殷埏生 陈 巍 刘树青

编审委员会主任:孙玉坤

编审委员会委员:胡仁杰 吴洪涛 任祖平 陈 勇(西门子)

侯长合(发那科) 王 华(三菱)

总 策 划:郁汉琪

序

南京工程学院一向重视实践教学,注重学生的工程实践能力和创新能力的培养。长期以来,学校坚持走产学研之路、创新人才培养模式,培养高质量应用型人才。开展了以先进工程教育理念为指导、以提高实践教学质量为抓手、以多元校企合作为平台、以系列项目化教学为载体的教育教学改革。学校先后与国内外一批著名企业合作共建了一批先进的实验室、实验中心或实训基地,规模宏大、合作深入,彻底改变了原来学校实验室设备落后于行业产业技术的现象。同时经过与企业实验室的共建、实验实训设备共同研制开发、工程实践项目的共同指导、学科竞赛的共同举办和教学资源的共同编著等,在产教融合协同育人等方面积累了丰富的丰富经验和改革成果,在人才培养改革实践过程中取得了重要成果。

本次编写的《“十三五”机电工程实践系列规划教材》是围绕机电工程训练体系四大部分内容而编排的,包括“机电工程基础实训系列”“机电工程控制基础实训系列”“机电工程综合实训系列”和“机电工程创新实训系列”等 26 册。其中“机电工程基础实训系列”包括《电工技术实验指导书》《电子技术实验指导书》《电工电子实训教程》《机械工程基础训练教程(上)》和《机械工程基础训练教程(下)》等 5 册;“机电工程控制基础实训系列”包括《电气控制与 PLC 实训教程(西门子)》《电气控制与 PLC 实训教程(三菱)》《电气控制与 PLC 实训教程(台达)》《电气控制与 PLC 实训教程(通用电气)》《电气控制与 PLC 实训教程(罗克韦尔)》《电气控制与 PLC 实训教程(施耐德电气)》《单片机实训教程》《检测技术实训教程》和《液压与气动控制技术实训教程》等 9 册;“机电工程综合实训系列”包括《数控系统 PLC 编程与实训教程(西门子)》《数控系统 PMC 编程与实训教程(发那科)》《数控系统 PLC 编程与实训教程(三菱)》《先进制造技术实训教程》《快速成型制造实训教程》《工业机器人编程与实训教程》和《智能自动化生产线实训教程》等 7 册;“机电工程创新实训系列”包括《机械创新综合设计与训练教程》《电子系统综合设计与训练教程》《自动化系统集成综合设计与训练教程》《数控机床电气综合设计与训练教程》《数字化设计与制造综合设计与训练教程》等

5 册。

该系列规划教材,既是学校深化实践教学改革的成效,也是学校教师与企业工程师共同开发的实践教学资源建设的经验总结,更是学校参加首批教育部“本科教学质量与教学改革工程”项目——“卓越工程师人才培养教育计划”“CDIO 工程教育模式改革研究与探索”和“国家级机电类人才培养模式创新实验区”工程实践教育改革的成果。该系列中的实验实训指导书和训练讲义经过了十年来的应用实践,在相关专业班级进行了应用实践与探索,成效显著。

该系列规划教材面向工程、重在实践、体现创新。在内容安排上既有基础实验实训、又有综合设计与集成应用项目训练,也有创新设计与综合工程实践项目应用;在项目的实施上采用国际化的 CDIO[Conceive(构思)、Design(设计)、Implement(实现)、Operate(运作)]工程教育的标准理念,“做中学、学中研、研中创”的方法,实现学、做、创一体化,使学生以主动的、实践的、课程之间有机联系的方式学习工程。通过基于这种系列化的项目教育和学习后,学生会在工程实践能力、团队合作能力、分析归纳能力、发现问题解决问题的能力、职业规划能力、信息获取能力以及创新创业能力等方面均得到锻炼和提高。

该系列规划教材的编写、出版得到了通用电气、三菱电机、西门子等多家企业的领导与工程师们的大力支持和帮助,出版社的领导、编辑也不辞辛劳、出谋划策,才能使该系列规划教材如期出版。该系列规划教材既可作为各高等院校电气工程类、自动化类、机械工程类专业,相关高校工程训练中心或实训基地的实验实训教材,也可作为专业技术人员培训用参考资料。相信该系列规划教材的出版,一定会对高等学校工程实践教育和高素质创新人才的培养起到重要的推动作用。

教育部高等学校电气类教学指导委员会主任

胡敏强

2016 年 5 月于南京

前 言

《电气控制与 PLC 实训教程》是一本集可编程序逻辑控制器(PLC)技术、变频技术、伺服驱动系统、人机界面及工业机器人技术于一体的综合实训类教材,是南京工程学院及相关合作院校开展项目化教学改革的重要成果,也是《“十三五”机电工程实践系列规划教材》。

教材分为两篇。第 1 篇主要介绍三菱电机 PLC 常用指令使用方法、变频器及伺服驱动系统的基本应用方法;第 2 篇重点分析五个综合训练项目,内容由易到难,训练对象由简单到复杂,几乎完全涵盖现代工业现场所涉及控制类产品,每个训练项目讲解详细,结构清晰,通俗易懂。

综合训练项目 1,详细分析一套过程控制系统,重点讲述流量、液位、温度、FX 系列 PLC 及特殊功能模块、人机界面、变频器等常规过程控制系统的控制手段和方法,对系统的结构、电气控制电路、控制流程、程序及 PID 调节进行了阐述。

综合训练项目 2,重点分析了由变频调速系统、双轴伺服驱动系统、Q 系列 PLC、定位模块及人机界面等构成的随动控制系统,对系统的结构、电气控制电路、控制流程及程序等进行了阐述。

综合训练项目 3,详细分析一套模拟微型分布式发电系统,重点讲述微型风力发电系统、光伏发电系统、投切系统及能量监控系统的结构、控制手段和方法,对系统的结构、电气控制电路、控制流程及程序等进行了阐述。

综合训练项目 4,详细分析一套工业机器人高速装配系统,重点讲述高速装配系统中六轴工业机器人、伺服驱动系统、人机界面及传感器的开发应用方法,对系统的结构、电气控制电路、控制流程及程序等进行了阐述。

综合训练项目 5,详细分析一套组合式工业机器人系统,重点讲述垂直六关节工业机器人、水平四关节工业机器人、视觉检测系统、伺服驱动系统及人机界面的开发应用方法,对系统的结构、电气控制电路、控制流程及程序等进行了阐述。

教材每一部分内容均通过南京工程学院与南京菱电自动化工程有限公司联合开发的实训装备验证,做到准确可行。教材中任何一部分内容未经作者授权,任何组织机构或个人进行复制引用,作者及出版机构将追究其法律责任。

本书由天津大学袁浩研究员审阅,由于编者水平有限,书中难免会有错漏之处,敬请广大读者批评指正。

编著者

2017 年 3 月于南京

目 录

第 1 篇 基础实验训练

实验 1	GX Works2 编程软件应用练习	(3)
实验 2	八段码显示编程练习	(6)
实验 3	天塔之光编程练习	(8)
实验 4	交通信号灯控制编程练习	(10)
实验 5	水塔水位自动控制编程练习	(14)
实验 6	自动送料装车系统编程练习	(16)
实验 7	液体混合系统编程练习	(18)
实验 8	邮件分拣系统编程练习	(20)
实验 9	A/D、D/A 及 HMI 实验编程练习	(24)
实验 10	变频器多段调速练习	(27)
实验 11	变频器模拟量调速练习	(33)
实验 12	伺服位置控制系统练习一	(36)
实验 13	伺服位置控制系统练习二	(39)

第 2 篇 综合实训课题

项目 1	单回路过程控制装置控制系统设计	(45)
项目 2	基于三菱电机定位模块 QD75 的伺服随动控制系统设计	(55)
项目 3	微型分布式发电控制系统设计	(73)
项目 4	串联关节工业机器人高速搬运控制系统设计	(105)
项目 5	组合机器人及视觉检测搬运控制系统设计	(121)

参考文献	(157)
------------	---------

第 1 篇

基础实验训练

实验1 GX Works2 编程软件应用练习

1) 实验目的

掌握可编程控制器的组成和基本单元,掌握软件 GX Works2 的编程和程序的调试方法。

2) 实验器材(见图 1.1.1)

- | | |
|---------------------------|-----|
| (1) LD-ZH14 三菱可编程控制器主机实验箱 | 1 台 |
| (2) LD-ZH14 PLC 功能模块(二) | 1 台 |
| (3) 连接导线 | 1 套 |
| (4) 计算机 | 1 台 |

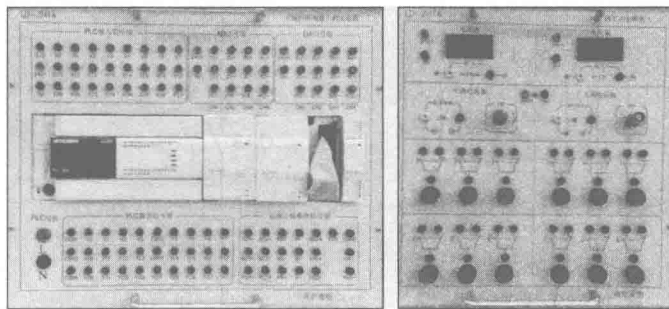


图 1.1.1 实验装置

3) 实验内容

(1) 熟悉编程环境 GX Works2

用鼠标双击屏幕上 GX Works2 的图标,打开图选“工程”菜单条后选“新建”(建立一个新的文件),在弹出的对话框中选择 CPU 类型、工程类型、程序语言。

生成一个新的 PLC 程序文件的过程如下:(采用简单工程——梯形图程序)

- ① 双击指令树中的命令,再选某一具体指令;
- ② 在编辑窗口方框键入图形与软元件(或指令),按回车键;
- ③ 存盘;
- ④ 下载(先在“转换/编译”菜单条中选“转换”,再选择“在线”菜单条中的“PLC 写入”);
- ⑤ 运行。

(2) 将图 1.1.2 所示程序装入 PLC 的程序。

(3) 运行已装入 PLC 的程序。若将 X0 接入起动按钮 SF1, X1 接入停止按钮 SF2, Y0 外接驱动接触器线圈 KF, KF 接触器控制电机启停, 则上述 PLC 程序所实现的为电动机启停, 保护控制电路。

(4) 自编小程序熟悉编程环境及指令。

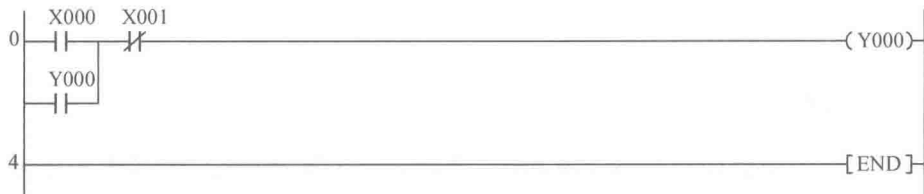


图 1.1.2 电动机启停控制

(5) 电机正反转实验

编程实现图 1.1.3 三相异步电动机的正反转控制。

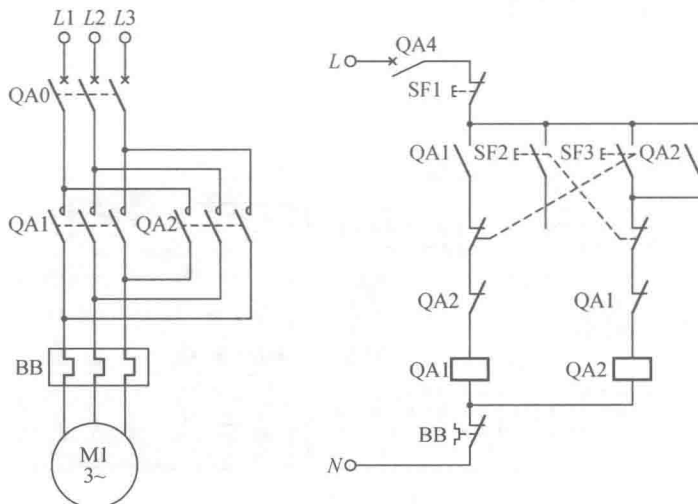


图 1.1.3 三相异步电动机的正反转控制电路

① 输入、输出信号

X0: 正转按钮 (SF1), X1: 反转按钮 (SF2), X2: 停机按钮 (SF3), X3: 热继电器保护触点 (用 SF4 代替);

Y0: 正转接触器线圈 (QA1 用发光二极管代替), Y1: 反转接触器线圈 (QA2 用发光二极管代替)。

② PLC 接线图

PLC 接口电路见图 1.1.4。

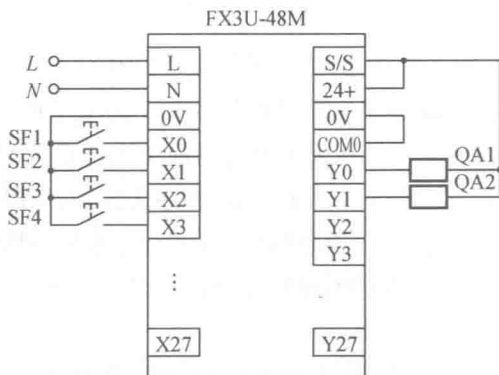


图 1.1.4 PLC 接口电路

③ 梯形图(见图 1.1.5)

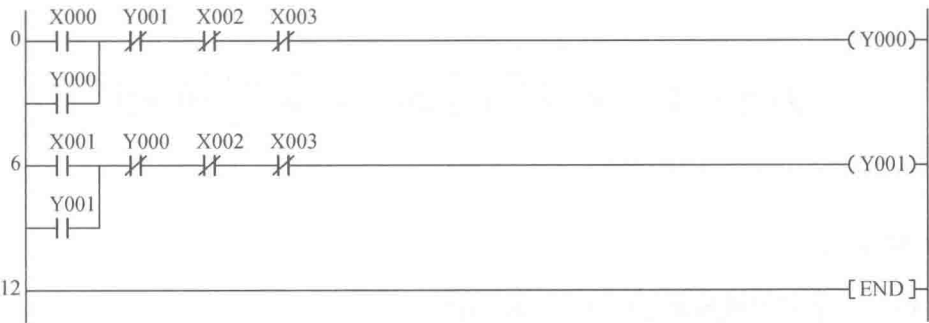


图 1.1.5 PLC 梯形图程序

实验 2 八段码显示编程练习

1) 实验目的

用 PLC 构成模拟抢答器系统并编制控制程序。

2) 实验设备(见图 1.2.1)

- (1) LD-ZH14 三菱可编程控制器主机实验箱

1 台
- (2) LD-ZH14 PLC 功能模块(一)

1 台
- (3) 连接导线

1 套
- (4) 计算机

1 台

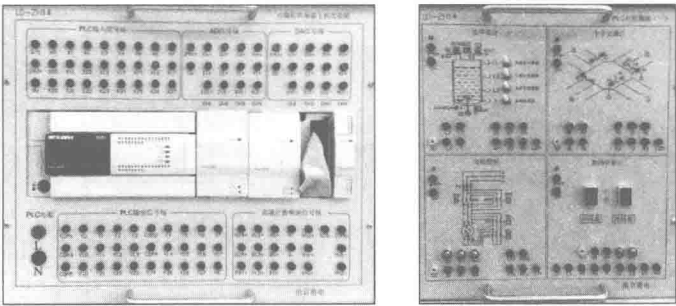


图 1.2.1 实验装置

3) 实验内容

(1) 控制要求

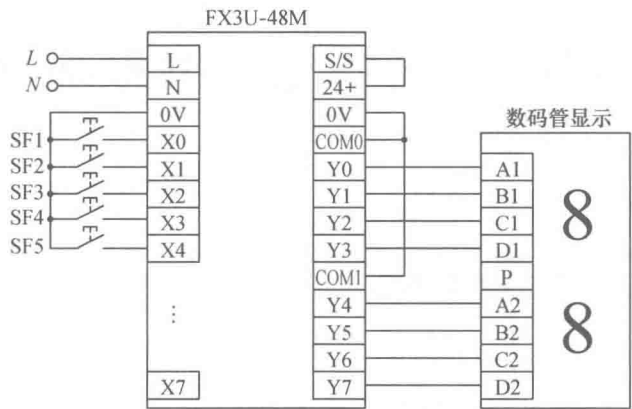
一个四组抢答器,任一组抢先按下后,显示器能及时显示该组的编号,同时锁住抢答器,使其他组按下无效。抢答器有复位开关,复位后可重新抢答。

(2) I/O 分配

输入		输出	
SF1	X0	A1 Y0	A2 Y4
SF2	X1	B1 Y1	B2 Y5
SF3	X2	C1 Y2	C2 Y6
SF4	X3	D1 Y3	D2 Y7
复位开关 SF5	X4		

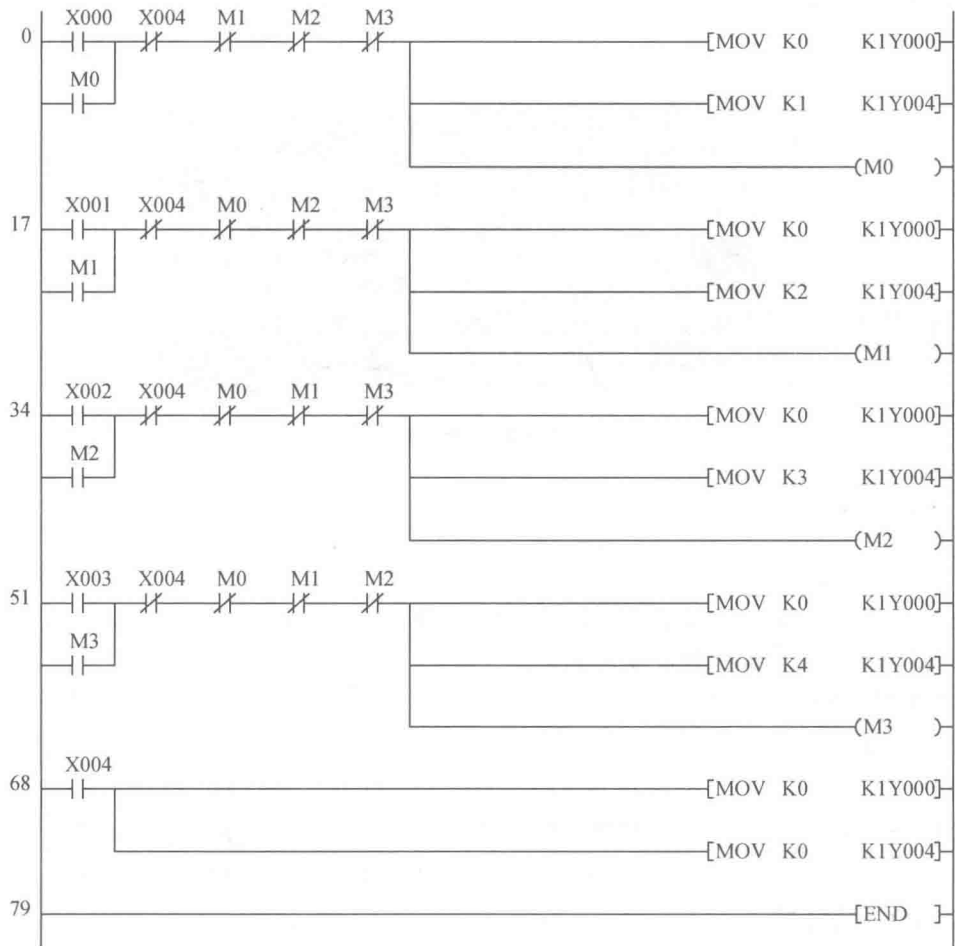
(3) PLC 接线图

PLC 接口电路如图 1.2.2 所示。



1.2.2 PLC 接口电路

(4) 输入程序(见图 1.2.3)



1.2.3 PLC 梯形图程序

(5) 调试并运行程序。

实验 3 天塔之光编程练习

1) 实验目的

用 PLC 构成模拟天塔之光控制系统。

2) 实验设备(见图 1.3.1)

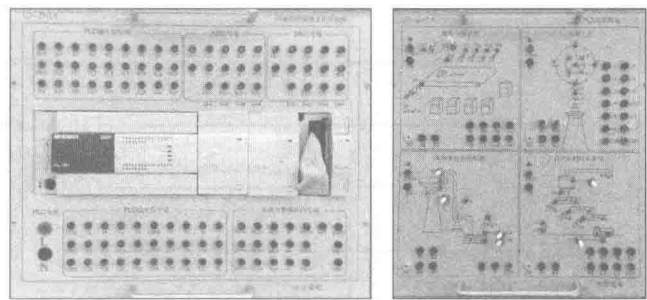
- (1) LD-ZH14 三菱可编程控制器主机实验箱

1 台
- (2) LD-ZH14 PLC 功能模块(三)实验箱

1 台
- (3) 连接导线

1 套
- (4) 计算机

1 台



1.3.1 实验装置

3) 实验内容

(1) 控制要求

隔灯闪烁:L1、L3、L5、L7、L9 亮,1s 后灭;接着 L2、L4、L6、L8 亮,1s 后灭;再接着 L1、L3、L5、L7、L9 亮,1s 后灭,如此循环下去。

(2) I/O 分配

输入		输出					
启动(SF1)	X0	PG1(L1)	Y0	PG4(L4)	Y3	PG7(L7)	Y6
停止(SF2)	X1	PG2(L2)	Y1	PG5(L5)	Y4	PG8(L8)	Y7
		PG3(L3)	Y2	PG6(L6)	Y5	PG9(L9)	Y10

(3) PLC 接线图

PLC 接口电路如图 1.3.2 所示。

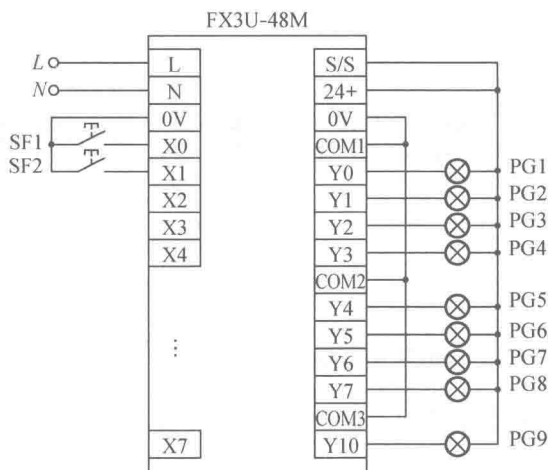


图 1.3.2 PLC 接口电路

(4) 输入程序(见图 1.3.3)

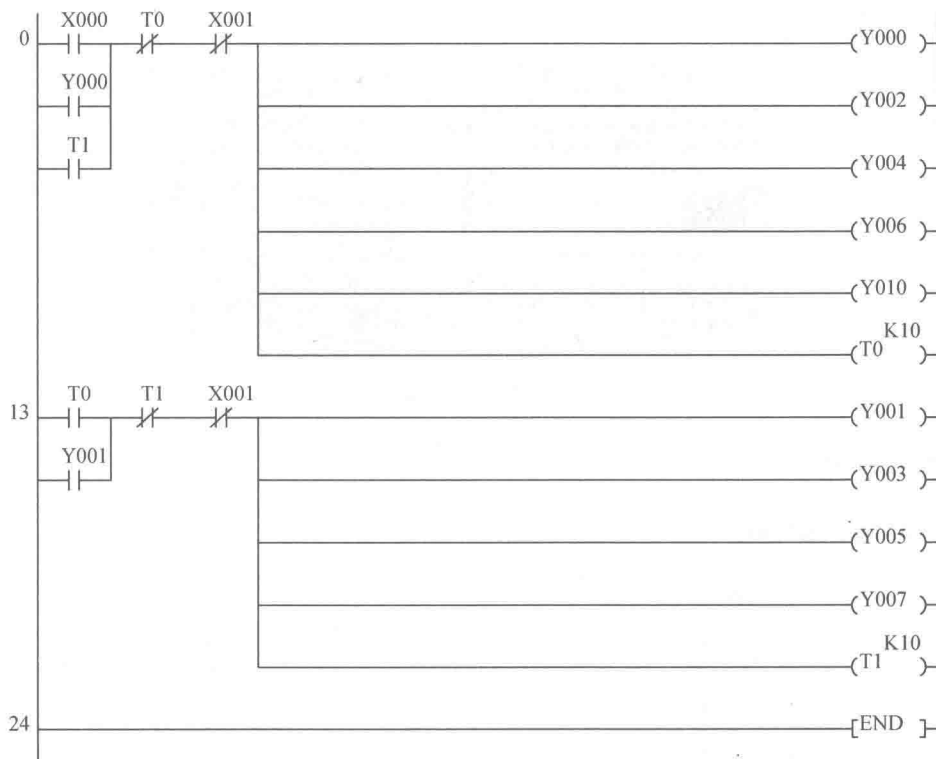


图 1.3.3 PLC 梯形图程序

(5) 调试并运行程序。