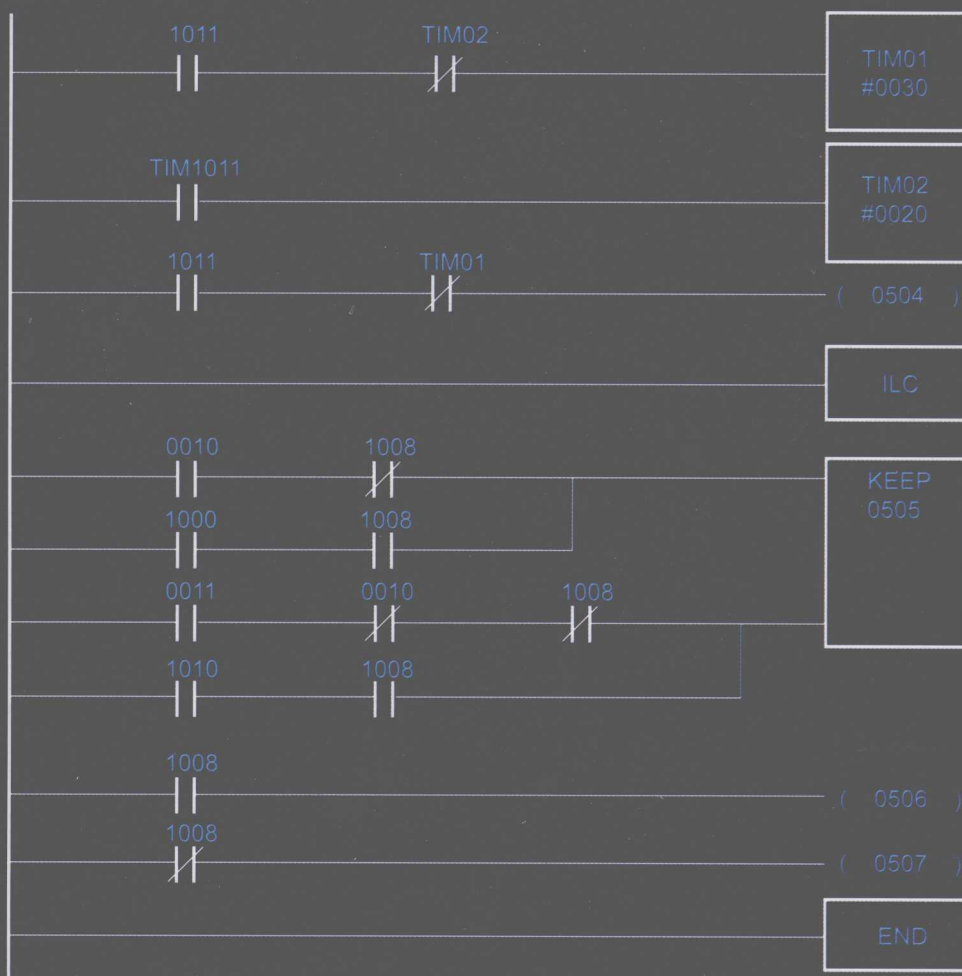


现代制造业职业教育集团公共实训基地
工学结合、顶岗实习，职业技能培训教学用书

工作过程系统化核心教程

PLC应用

王传艳 主编



高等教育出版社
Higher Education Press

现代制造业职业教育集团公共实训基地
工学结合、顶岗实习，职业技能培训教学用书

工作过程系统化核心教程

PLC 应用

王传艳 主编

游国祖 副主编

高等教育出版社

内容简介

本书是现代制造业职业教育集团公共实训基地工学结合、顶岗实习，职业技能培训教学用书之一。

本书分为3个子模块，包括了机电控制类工作岗位群所涉及的主要工作项目以及完成这些项目所需要的编程方法、编程软件应用、操作过程、系统仿真与调试、相关理论知识等内容。重点介绍继电器控制与PLC控制的区别与联系、三菱FX2N系列机型的面板布置与PLC外部电气控制接线、常用基本指令和功能指令的功能及正确使用；介绍常用的几种编程方法：电路移植法、经验法、起保停电路的编程方法、以转换为中心的编程方法、步进指令的编程方法；介绍编程软件的应用及系统的调试方法与步骤；还有针对性地介绍项目中所用到的传感器的使用方法及液压气动的简单知识。通过本书学习一般可以达到中级PLC程序员相关职业技能标准（或更高）要求。

本书可作为制造业职业教育集团及职业教育公共实训基地工学结合、顶岗实习以及职业技能培训的教学用书，也可作为中等职业学校工科类相关专业教学用书和岗位培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

PLC应用/王传艳主编. —北京: 高等教育出版社, 2008.6

ISBN 978-7-04-024576-9

I. P… II. 王… III. 可编程序控制器—教材
IV. TP332.3

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第061964号

策划编辑 陈大力 责任编辑 李宇峰 封面设计 张楠 责任绘图 尹莉
版式设计 张岚 责任校对 杨凤玲 责任印制 尤静

出版发行 高等教育出版社
社址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100120
总机 010-58581000

经销 蓝色畅想图书发行有限公司
印刷 北京东光印刷厂

开本 850×1168 1/16
印张 13.75
字数 330 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版次 2008年6月第1版
印次 2008年6月第1次印刷
定价 22.30元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题，请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 24576-00

现代制造业职业教育集团公共实训基地
工学结合、顶岗实习，职业技能培训教学用书
工作过程系统化核心教程

编写指导委员会

名誉主任 徐剑波

主任 李振江

副主任

王洪立 王 铨 刘振海 李一鸥 牛旭光

迟本理 蔡希岗 孙焕利 周厚斌

成 员

于万成 石俊寿 代明尧 刘庆才 李克华 邢大伟 陈玉水 张友波 陆仁发

陆威崑 段永田 贺刚林 武光亮 梁显宗 于德水 邱卫东 叶忠先 苗进国

尹洪旺 夏秀陶 刘常青 刘宗毅 黄 松

出版说明

职业教育集团化办学和推行工学结合、顶岗实习是我国职业教育发展过程中大力推进体制、机制创新，增强职业教育发展的生机与活力，推动中等职业教育又好又快发展的必然选择，是贯彻职业教育与生产劳动和社会实践相结合原则的生动体现和重大创举。

职业教育的集团化运作、职业教育公共实训基地的建立与运行，工学结合、顶岗实习的推行使得职业教育教学模式、教学方法等都必须进行相应的改革，教材建设作为这种改革的重要载体和支撑，其作用尤为重要。高等教育出版社以打造精品教学资源，引领教学改革潮流为己任，与青岛市现代制造业职业教育集团合作，组织来自企业、教育管理部门和学校的现代制造业相关专业领域的专家和教师深入企业、学校、实训基地，在广泛调研的基础上编写了“现代制造业职业教育集团公共实训基地工学结合、顶岗实习，职业技能培训教学用书”系列教材，该系列教材力求突出以下特色。

第一，该系列教材立足现代制造业职业教育集团公共实训基地的硬件环境，充分满足工学结合、顶岗实习职业教育机制体制创新条件下对教材的需求，突出教材的实用性和针对性。

第二，该系列教材在“学中做，做中学”的教学原则下，按照“工作过程系统化”的活动课程模式，采用“模块—项目—任务”结构形式构建教材内容，结合不同课程教学内容的具体特点组织编写。

第三，该系列教材以最新的国家技术标准和相关国家职业标准及有关行业技能鉴定规范为编写的重要依据，融入了新知识、新技术、新工艺和新方法，贯彻了以就业为导向，以突出就业岗位能力培养为主的职业教育思想。

第四，该系列教材在编写过程中，遵循学生掌握知识、技能的认知规律和教学规律，语言表述平实，图文并茂，通俗易懂，具有较强的可操作性，便于学生学习和教师组织教学。

为了做好教材编写工作，促进教材的推广使用，由青岛市现代制造业相关专业领域的优秀教育管理专家、教师、学者组成了现代制造业职业教育集团公共实训基地工学结合、顶岗实习，职业技能培训教学用书编写指导委员会，指导教材的编写工作。伴随职业教育教学改革不断深化，本套教材在推广使用中，将根据反馈信息和教学需求的变化进行修订与完善。

高等教育出版社

中等职业教育出版中心

2008年5月

序

过去的几年，我国职业教育工作全面推进，取得了明显成效，党中央、国务院高度重视职业教育工作。2002年和2005年，国务院先后召开两次全国职业教育工作会议，都做出了大力发展职业教育的决定，明确了我国职业教育改革和发展的指导思想、目标任务和政策措施。教育系统认真贯彻落实科学发展观，坚持职业教育面向人人、面向社会的发展方向和以服务为宗旨，以就业为导向的发展方针，职业教育的规模迅速扩大，改革不断深入，质量不断提高，促进了教育结构的战略调整和教育持续协调健康发展，为社会主义现代化建设做出了重要贡献。

近几年来，青岛市职业教育工作认真贯彻落实党和国家的教育方针，坚持以服务为宗旨、以就业为导向，面向社会、面向市场办学，大力推行工学结合、校企合作、顶岗实习的人才培养模式，积极开展职业教育集团化办学，不断深化教育教学改革，职业教育的质量有了显著提高。2005年7月，我们对21家企业和27所学校进行整合，组建了以山东省轻工工程学校为龙头的青岛市现代制造业教育集团。2005年8月，教育部周济部长视察青岛市现代制造业教育集团时，对教育集团校企合作、工学结合、东西部联合办学等办学模式给予充分肯定。

2007年10月，青岛市职业教育集团以其“政府统筹、名校主导”的鲜明特色作为重要案例写进了教育部课题《职业教育集团化办学的理论与实践研究》的相关研究报告之中。2006年作为政府当年市办10件大事之一，青岛市在中央财政支持下投资1.3亿元，在山东省轻工工程学校实训中心的基础上建成了青岛市现代制造业职业教育公共实训基地。职业教育集团化办学和职业教育公共实训基地建设实现了教育资源的整合和共享，同时也对职业教育体制和机制创新提出了新要求。在职业教育集团和职业教育公共实训基地这样的平台上运作职业教育，硬件基础具备之后，与之相适应的教学模式、课程建设等软件的配套，是一个必须解决的问题。

山东省轻工工程学校为此做了大量的研究和实践，取得了很多可喜的成果，其中之一就是这套现代制造业职业教育集团公共实训基地工学结合、顶岗实习，职业技能培训教学用书。他们与高等教育出版社合作，邀请行业内许多知名专家、技术人员和相关专业教学专家、教育管理者，深入企业、学校进行了大量的调查研究，确定了教材的“模块—项目”结构框架。教材采用大量来自生产现场的工作任务作为承载教学内容载体的学习项目，完成这些学习项目的工作过程，将引领学生掌握操作技能、理解理论知识、积累工作经验和培养职业道德等等。这套教材的推广使用，必将为职业教育改革创新提供强有力的支持，为青岛市制造业发展和山东半岛制造业基地建设培养更多高素质劳动者做出更大贡献。

徐剑波

2008年4月

前 言

PLC 应用旨在使学习者据此掌握机电控制类工作岗位群所需要的理论知识和 PLC 编程方法,能够从事简单自动控制设备相关控制电路中所用元器件选择、程序设计、编程软件的应用、电路安装及系统调试等工作,以适应相关岗位群的需要。

本书采用“模块—项目”结构形式,若干个自动控制类的工作项目(任务)承载了课程标准所规定的全部内容,相关的理论知识和编程方法,都在一系列项目实施的工作过程中分别学习。形象思维方式将是学习者在学习过程中采用的主要思维方式。

本书的主要特色有:

(1) 根据工业控制中 PLC 机型应用情况,将 PLC 应用相关内容划分为三个模块(三菱、松下、欧姆龙),每个模块又由若干工作项目组成,通过各个工作项目的实施完成教学。

(2) 模块内容按照专业技能的系统性编排,每一工作项目都有明确的知识目标和技能要求,强调学生动手能力的培养。

(3) 教材只列出每个项目所需的“相关知识”,理论知识以“必需、够用”为度。学科理论的系统性不再作为内容排列的唯一原则。

(4) 每个项目按工序列出了详尽的操作步骤,操作性强。

(5) 教材包含有职业观念、安全意识和合作、交流、协调能力培养等内容。

使用本书的建议:

(1) 由具备较强动手能力的双师型教师任教。教学中宜采用练讲结合的教学方法,由学生按照操作步骤完成项目操作,达到规定的目标。需要的相关理论知识有针对性地随练随讲,并做适当拓展。

(2) 理论与实践课程的比例约为 1:2,应尽量留出更多时间让学生操作。

(3) 各学校可根据专业具体要求以及教学和培训条件,选择相应模块和项目进行教学。

学时分配建议如下:

序号	教学内容	学时数
1	项目一 继电器与 PLC 控制电动机运转比较	4
2	项目二 认识三菱 FX2N 系列 PLC	4
3	项目三 电动机正反转的 PLC 控制	6
4	项目四 电动机 Y- Δ 的 PLC 控制	6
5	项目五 运料小车的 PLC 控制	8
6	项目六 人行横道交通信号灯的 PLC 控制	10
7	项目七 液体混合的 PLC 控制	10

续表

序号	教学内容	学时数
8	项目八 自动门的 PLC 控制	10
9	项目九 彩灯两种闪烁模式的 PLC 控制	6
10	项目十 组合机床动力头运动的 PLC 控制	8
11	项目十一 多台设备的 PLC 控制	6
12	项目十二 机械手的 PLC 控制	12
13	项目十三 八段码显示的 PLC 控制	6
14	项目十四 物流检测系统的 PLC 控制	8
15	项目十五 原料运输系统的 PLC 控制	10
16	项目十六 材料分拣系统的 PLC 控制	8
17	项目十七 运料小车的 PLC 自动控制	6
18	项目十八 两处运料小车的 PLC 控制	8
19	项目十九 剪板机的 PLC 控制	10
	合 计	146

本书由王传艳担任主编，游国祖担任副主编。参加本书编写工作的有袁聿东、付宁宁。由于作者水平有限，本书错误与不足在所难免，敬请各位读者批评指正。

编 者

2008年3月

序号	内 容	学时
1	项目一 三相异步电动机正反转控制	10
2	项目二 三相异步电动机正反转控制	10
3	项目三 三相异步电动机正反转控制	10
4	项目四 三相异步电动机正反转控制	10
5	项目五 三相异步电动机正反转控制	10
6	项目六 三相异步电动机正反转控制	10
7	项目七 三相异步电动机正反转控制	10
8	项目八 三相异步电动机正反转控制	10
9	项目九 三相异步电动机正反转控制	10
10	项目十 三相异步电动机正反转控制	10
11	项目十一 三相异步电动机正反转控制	10

目 录

第一子模块	三菱 PLC 编程应用	1
项目一	继电器与 PLC 控制电动机运转 比较	3
项目二	认识三菱 FX2N 系列 PLC	11
项目三	电动机正反转的 PLC 控制	25
项目四	电动机 Y- Δ 的 PLC 控制	37
项目五	运料小车的 PLC 控制	48
项目六	人行横道交通信号灯的 PLC 控制	61
项目七	液体混合的 PLC 控制	69
项目八	自动门的 PLC 控制	77
项目九	彩灯两种闪烁模式的 PLC 控制	85
项目十	组合机床动力头运动的 PLC 控制	90
项目十一	多台设备的 PLC 控制	100
项目十二	机械手的 PLC 控制	106
第二子模块	松下 PLC 编程应用	119
项目十三	八段码显示的 PLC 控制	121
项目十四	物流检测系统的 PLC 控制	128
项目十五	原料运输系统的 PLC 控制	133
项目十六	材料分拣系统的 PLC 控制	139
第三子模块	欧姆龙 PLC 编程应用	151
项目十七	运料小车的 PLC 自动 控制	153
项目十八	两处运料小车的 PLC 控制	162
项目十九	剪板机的 PLC 控制	170
附录 A	FX2N 系列 PLC 基本指令一览表	177
附录 B	FX 系列 PLC 功能指令一览表	180
附一	FX-20P-E 手持编程器使用	186
附二	FXGPWIN 编程软件应用	199
参考文献		208

三菱 PLC 编程应用

第一子模块

项目一 继电器与 PLC 控制电动机运转比较

特殊 工具, 接线器材自备 1-1 表

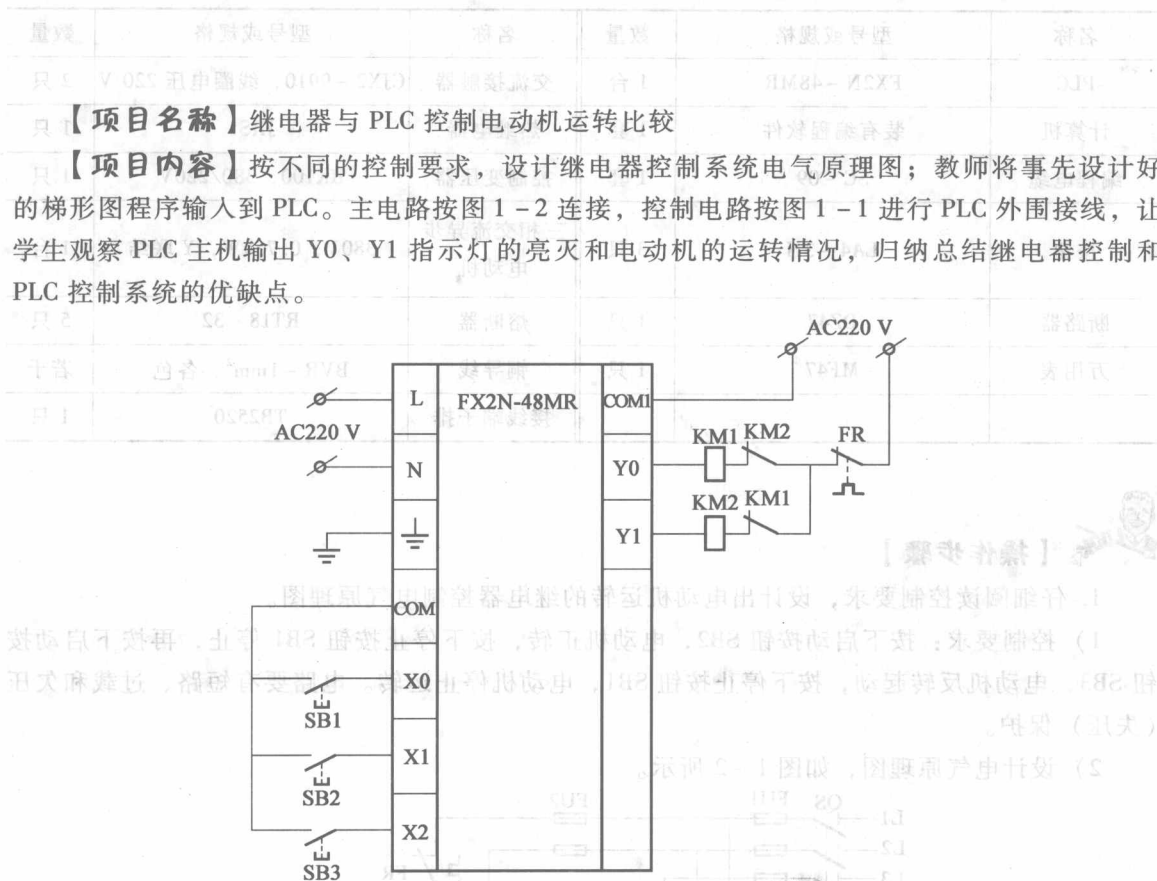


图 1-1 电动机正反转 PLC 外部接线



【项目目标】

1. 明确继电器控制系统的缺点和 PLC 控制的优点。
2. 领会继电器控制与 PLC 控制系统的区别与联系。
3. 了解 PLC 的产生与发展。
4. 明确 PLC 的技术特点及应用领域。



【项目要求】

1. 按不同要求设计电动机运转的继电器控制电路。
2. 教师演示: 按不同的控制要求, 用 PLC 来实现电动机运转。

3. 学生观察，和教师一起归纳出继电器控制和 PLC 控制的优缺点。



【实训器材】

项目所需设备、工具、材料见表 1-1。

表 1-1 项目所需设备、工具、材料

名称	型号或规格	数量	名称	型号或规格	数量
PLC	FX2N-48MR	1 台	交流接触器	CJX2-9910, 线圈电压 220 V	2 只
计算机	装有编程软件	1 套	热继电器	JRS1	1 只
编程电缆	SC-09	1 套	控制变压器	BK100, 380/220V	1 只
按钮	LA4-3H	3 只	三相交流异步电动机	380V, 0.75kW, Y 联结	1 台
断路器	DZ47	1 只	熔断器	RT18-32	5 只
万用表	MF47	1 只	铜导线	BVR-1mm ² , 各色	若干
			接线端子排	TB2520	1 只



【操作步骤】

1. 仔细阅读控制要求，设计出电动机运转的继电器控制电气原理图。

1) 控制要求：按下启动按钮 SB2，电动机正转，按下停止按钮 SB1 停止，再按下启动按钮 SB3，电动机反转起动，按下停止按钮 SB1，电动机停止运转。电路要有短路、过载和欠压（失压）保护。

2) 设计电气原理图，如图 1-2 所示。

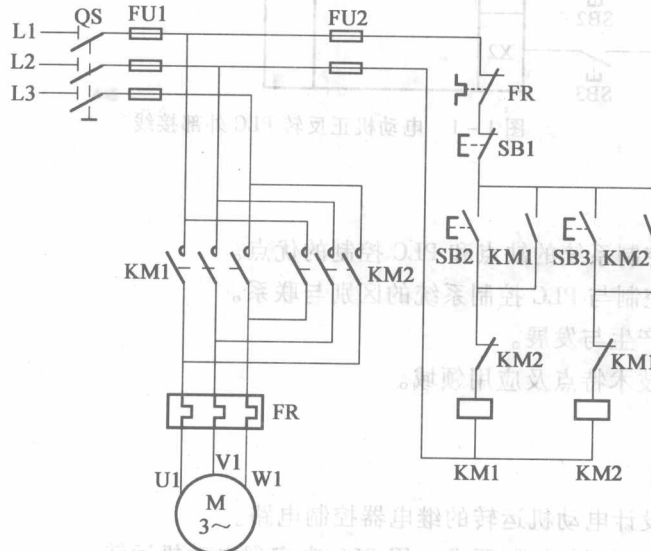


图 1-2 电动机正反转电气原理图

2. 演示 PLC 控制电动机正反转。

- 1) 主电路接线。参照图 1-2 安装主电路。
- 2) PLC 外部接线。按图 1-1 进行 PLC 外部接线。
- 3) 安装电动机。
- 4) 输入梯形图。

教师将设计好的梯形图，如图 1-3 所示，通过 SWOPC - FXGP/WIN - C 编程软件输入。

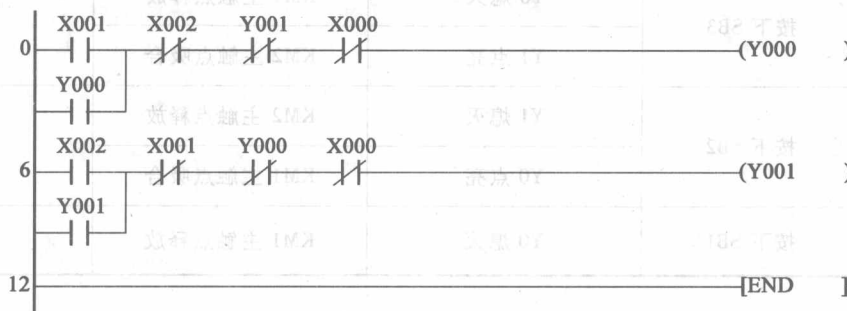


图 1-3 电动机正反转梯形图

- (1) I/O 分配 (见表 1-2)。

表 1-2 I/O 分配

输入		输出	
停止 SB1	X0	正转 KM1	Y0
正转起动 SB2	X1	反转 KM2	Y1
反转起动 SB3	X2		

- (2) 梯形图。

5) 系统通电调试。

(1) 连接计算机与 PLC。用 SC-09 编程电缆，将计算机的串行接口 COM1 和 PLC 的编程接口连接。

- (2) 程序写入。

① 接通系统电源，将 PLC 的 RUN/STOP 开关拨到“STOP”位置。

② 进行端口设置后，将程序写入 PLC 中。

(3) 系统调试。将 PLC 的 RUN/STOP 开关拨到“RUN”位置，参照表 1-3 操作，观察系统的运行情况。注意：若出现故障，应立即切断电源，分析原因，检查电路或梯形图后重新调试，直至系统实现控制功能。

表 1-3 系统运行情况

操作步骤	操作内容	观察内容		
		指示 LED	接触器	电动机
		正确结果	正确结果	正确结果
1	按下 SB2	Y0 点亮	KM1 主触点吸合	正转

操作步骤	操作内容	观察内容		
		指示 LED	接触器	电动机
		正确结果	正确结果	正确结果
2	按下 SB3	Y0 熄灭	KM1 主触点释放	反转
3		Y1 点亮	KM2 主触点吸合	
4	按下 SB2	Y1 熄灭	KM2 主触点释放	正转
		Y0 点亮	KM1 主触点吸合	
6	按下 SB1	Y0 熄灭	KM1 主触点释放	停转

3. 改变控制要求, 重新设计电动机运转的继电器控制电气原理图。

1) 控制要求: 按下起动按钮 SB2, 电动机正转, 10 s 后电动机反转, 按下停止按钮 SB1, 电动机停止运转。

2) 设计电气原理图, 如图 1-4 所示。

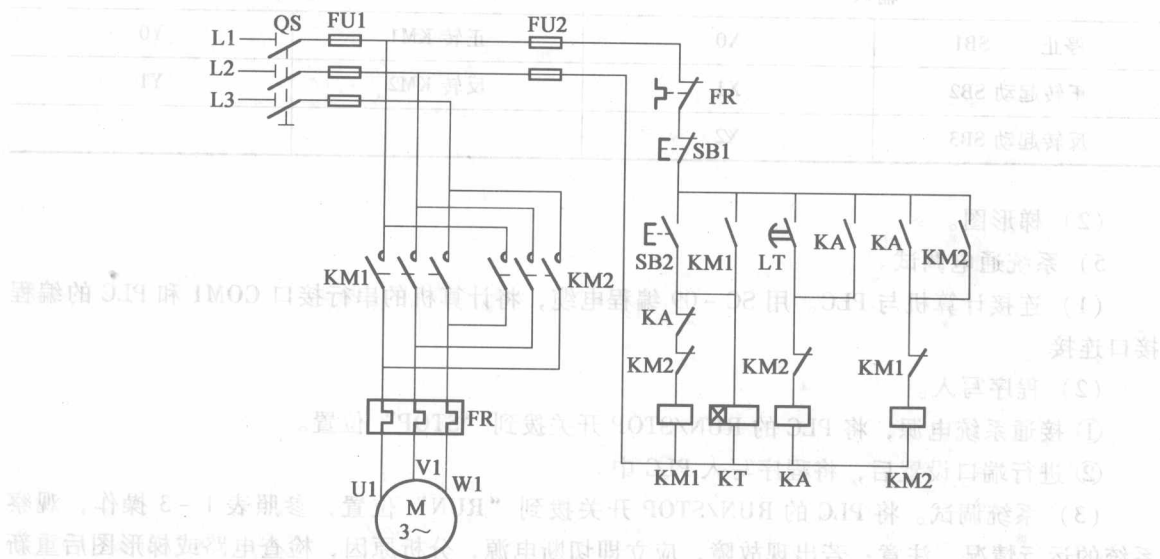


图 1-4 电动机正反转自动切换电气原理图

4. 演示 PLC 控制电动机自动切换正反转。

1) 主电路和 PLC 外部接线不变, 同上。

2) 按照要求, 教师修改程序并重新写入 PLC。修改后的新梯形图程序, 如图 1-5 所示。

3) 系统重新通电进行调试。

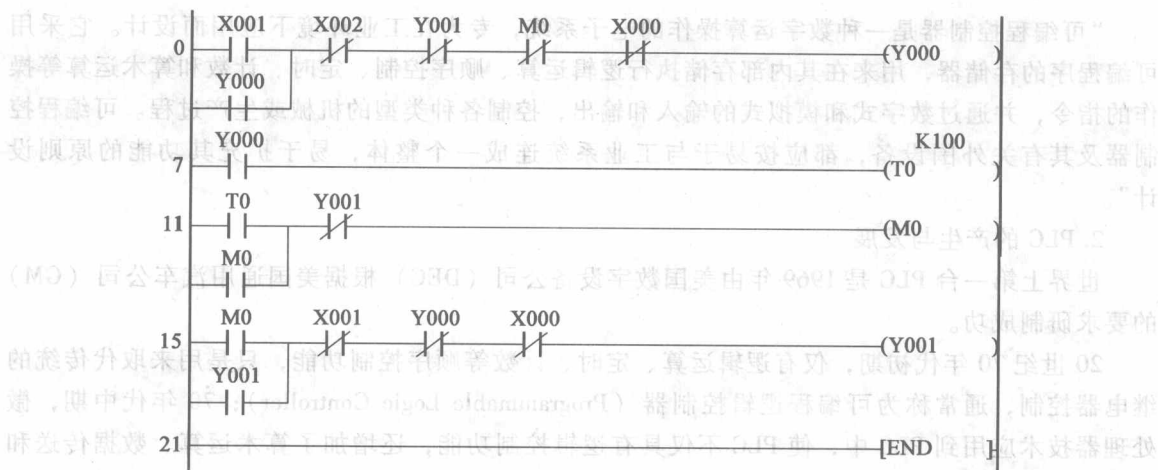


图 1-5 电动机正反转自动切换梯形图

参照表 1-4 操作，观察系统的运行情况。

表 1-4 系统运行情况

操作步骤	操作内容	观察内容		
		指示 LED	接触器	电动机
		正确结果	正确结果	正确结果
1	按下 SB2	Y0 点亮	KM1 主触点吸合	正转
2	10 s 后	Y0 熄灭	KM1 主触点释放	反转
		Y1 点亮	KM2 主触点吸合	
3	按下 SB1	Y1 熄灭	KM2 主触点释放	停转

5. 教师和学生一起进行比较，总结出继电器控制和 PLC 控制系统的优缺点。

1) 继电器控制系统的缺点

(1) 故障的查找和排除是非常困难的，可能会花大量时间，严重地影响生产，继电器控制系统越复杂，此缺点越明显。

(2) 如果工艺要求发生变化，需重新设计线路连线安装，不利于产品的更新换代。

2) PLC 控制系统的优点

(1) 编程简单，可以在现场修改和调试程序。

(2) PLC 体积小、外围接线简单，易于分析和排除故障。

(3) 如果工艺要求发生变化，原系统不作或只需作很小的改动。



【相关知识】

(一) PLC 概述

1. PLC 的定义

可编程控制器 (Programmable Logic Controller) 简称 PLC，定义如下：

“可编程控制器是一种数字运算操作的电子系统，专为在工业环境下应用而设计。它采用可编程序的存储器，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，并通过数字式和模拟式的输入和输出，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围设备，都应按易于与工业系统连成一个整体，易于扩充其功能的原则设计”。

2. PLC 的产生与发展

世界上第一台 PLC 是 1969 年由美国数字设备公司 (DEC) 根据美国通用汽车公司 (GM) 的要求研制成功。

20 世纪 70 年代初期，仅有逻辑运算、定时、计数等顺序控制功能，只是用来取代传统的继电器控制，通常称为可编程逻辑控制器 (Programmable Logic Controller)；70 年代中期，微处理器技术应用到 PLC 中，使 PLC 不仅具有逻辑控制功能，还增加了算术运算、数据传送和数据处理等功能。

20 世纪 80 年代以后，随着大规模、超大规模集成电路等微电子技术的迅速发展，16 位和 32 位微处理器应用于 PLC 中，使 PLC 得到迅速发展。PLC 不仅控制功能增强，同时可靠性提高，功耗、体积减小，成本降低，编程和故障检测更加灵活方便，而且具有通信和联网、数据处理和图像显示等功能。

近年来 PLC 发展迅速，集电控、电仪、电传为一体、性能价格比高、高可靠性的特点，已成为自动化工程的核心设备。PLC 成为具备计算机功能的一种通用工业控制装置，其使用量高居首位。PLC 成为现代工业自动化的三大技术支柱 (PLC、机器人、CAD/CAM) 之一。就全世界自动化市场的过去、现在和可以预见的未来而言，PLC 仍然处于一种核心地位。

(二) PLC 的应用

目前，PLC 在国内外已广泛应用冶金、石油、化工、建材、机械制造、电力、汽车、轻工、环保及文化娱乐等各行各业，随着 PLC 性能价格比的不断提高，其应用领域不断扩大。

PLC 的用途大致可以归纳为以下几个方面。

1. 开关量的逻辑控制

PLC 具有“与”、“或”、“非”等逻辑指令，可以实现触点和电路的串、并联，代替继电器进行组合逻辑控制、定时控制与顺序逻辑控制。开关量逻辑控制可以用于单台设备，也可以用于自动生产线，其应用领域已遍及各行各业，甚至深入到家庭。

2. 运动控制

PLC 使用专用的或运动控制模块，对直线运动或圆周运动的位置、速度和加速度进行控制，可实现单轴、双轴、3 轴和多轴位置控制，使运动控制与顺序控制功能有机地结合在一起。PLC 的运动控制功能广泛地用于各种机械，如金属切削机床、金属成形机械、装配机械、机器人和电梯等场合。

3. 闭环过程控制

过程控制是指对温度、压力、流量等连续变化的模拟量的闭环控制。PLC 通过模拟量 I/O 模块，实现模拟量与数字量之间的 A/D 转换与 D/A 转换，并对模拟量实行闭环 PID 控制。现代的大中型 PLC 一般都有 PID 闭环控制功能，这一功能可以用 PID 子程序或专用的 PID 模块来实现。其 PID 闭环控制功能已经广泛地应用于塑料挤压成形机、加热炉、热处理炉、锅炉等