

GUOJIASHIFANXINGGAOZHUYUANXIAOJIANSHEXIANGMUCHENGGUO

国家示范性高职院校建设项目成果

机电专业系列

数控机床

PLC控制技术

陈芳◎编著

清华大学出版社

GUOJIASHIFANXINGGAOZHUYUANXIAOJIANSHEXIANGMUCHENGGUO

国家示范性高职院校建设项目成果

机电专业系列

数控机床

PLC控制技术

陈芳◎编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书采用“项目驱动,任务导向”的总体编写思路,以技能训练为主线,相关知识为支撑,以实际案例为切入点,合理地设计实践项目,最后深入浅出地归纳知识点。

本书主要分为三个学习情境。学习情境一主要以目前最流行的三菱 FX2N 型号 PLC 为例,介绍 PLC 的基本知识和应用;学习情境二以一台三菱 60S 数控机床为实际案例,完整地介绍了如何对一台数控机床进行 PLC 的编程与控制;学习情境三以一台 FANUC 0iC 数控机床实际案例为对象进行介绍,是对数控机床 PLC 编程能力的扩展。

本书可作为高等职业技术学院及高等专科学校数控、机电类专业教材,也可作为成人教育相关专业的教材,还可供工程技术人员参考。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

数控机床 PLC 控制技术/陈芳编著. —北京:清华大学出版社,2009.9

国家示范性高职院校建设项目成果. 机电专业系列

ISBN 978-7-302-20569-2

I. 数… II. 陈… III. 可编程序控制器—应用—数控机床—高等学校:技术学校—教材
IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 113784 号

责任编辑:朱怀永

责任校对:李 梅

责任印制:杨 艳

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者:北京市世界知识印刷厂

装 订 者:三河市漂源装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:22.5 字 数:516 千字

版 次:2009 年 9 月第 1 版 印 次:2009 年 9 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:31.50 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770177 转 3103 产品编号:033821-01

当今世界,大力发展以数控技术为核心的先进制造技术已成为世界各国加快经济发展、提高综合国力和国家地位的重要途径。数控设备的装调与维修一直是企业组织生产的重要环节,而其中数控机床的 PLC 控制技术为其关键技术之一。根据教育部高职高专机电设备类教学指导委员会制定的新的教学标准,“数控机床 PLC 编程”为该教学标准中的核心课程。

本书在编写过程中,总结了几年来深圳职业技术学院和其他院校“数控机床 PLC 控制技术”课程的理论和实践教学经验,打破了以往教材的编写思路,根据当前我国职业教育中“基于工作过程”的课程改革理论,采用“项目驱动,任务导向”的总体编写思路,注重职业能力的培养。

基于工作过程,本书共分为三个学习情境,每个学习情境分为项目和知识点两部分。

学习情境一:可编程控制器基本应用。该部分采用目前最流行的三菱 FX2N 型号 PLC,以两个项目为主线进行讲解,主要掌握 PLC 的基本知识。

学习情境二:三菱数控机床 PLC 编程。以一台三菱 60S 数控机床为实际案例,完整地讲解了如何对一台三菱数控机床进行 PLC 的编程与调试,是对学习情境介绍的相关知识的巩固和对专业知识的深入,也是专业核心能力的体现。

学习情境三:FANUC 数控机床 PLC 编程。以一台 FANUC 0iC 数控机床为对象,对 FANUC 数控机床进行 PLC 的编程与调试进行了完整的讲解,本部分是对数控机床 PLC 编程能力的扩展。

其中,每个情境中按照工作过程分为许多个项目,每个项目由简单到复杂,下一项目是上一项目的递进;每个项目再细分为许多任务。每个情境最后系统地归纳出知识点,使读者在项目训练过程中学习理论知识点。

本书的特色如下:

1. 从职业岗位分析入手,按照新的专业标准,确定教材内容。以数控维修专业对应的典型职业情境为导向确定学习情境。三个学习情境各有侧重,可独立成篇,又相互衔接,读者可根据拥有的设备情况进行选读。
2. 贯彻先进的教学理念,采用“项目驱动,任务导向”的总体思路,注重职业能力的培养。以技能训练为主线,相关知识为支撑,较好地处理了理论教学与技能训练的关系,切实落实“管用,够用,适用”的教学指导思想。
3. 本书项目遵循循序渐进的规律,由浅入深,层层引入,讲述详细,分析透彻。
4. 突出教材的先进性,使用当今国内应用最为广泛的新设备 FANUC 0iC 和三菱 60S 数控系统,以期缩短学校教育与企业需要的距离,更好地满足企业用人的需要。
5. 以实际案例为切入点。本书使用的案例全部来自企业一手资料,并采用图文并茂的

形式,以降低学习难度,提高学生的学习兴趣。

本书由深圳职业技术学院陈芳编写。在编写过程中,得到了深圳职业技术学院数控专业领导的大力支持,得到了北京 FANUC 机电有限公司的大力帮助。其中王明友老师提供了大量的素材,李继中老师对本书提供了指导性的建议,本书还得到了朱仕学老师的大力支持,在此一并表示感谢。

由于编者水平限制,书中不足之处在所难免,欢迎读者批评指正。

编 者

2009 年 5 月

学习情境一 可编程控制器基本应用	1
项目一 电动机 PLC 控制	1
任务 1 PLC 控制电动机点动	1
任务 2 PLC 控制电动机长动	4
任务 3 PLC 控制电动机正—停—反	5
任务 4 PLC 控制电动机正—反—停	8
任务 5 两台电动机顺序正反转控制	9
任务 6 PLC 控制电动机 Y- Δ 减压启动(按钮控制)	11
任务 7 具有保护功能的 PLC 控制电动机 Y- Δ 减压启动	13
任务 8 具有保护功能的 PLC 控制电动机 Y- Δ 延时减压启动	14
项目二 多路智能抢答器的 PLC 程序设计	15
任务 1 三路抢答器程序设计	16
任务 2 区别对待多路抢答器程序设计	22
任务 3 定时抢答多路抢答器程序设计	25
任务 4 限定时间答题多路抢答器程序设计	29
任务 5 带数码显示抢答组号多路抢答器程序设计	31
任务 6 带数码显示时间多路抢答器程序设计	34
任务 7 带密码锁定多路抢答器程序设计	34
知识点一	35
1.1 可编程控制器概述	35
1.2 PLC 的内部编程资源	40
1.3 基本逻辑指令	44
1.4 基本逻辑指令编程实例	49
1.5 手持编程器的使用	54
1.6 功能指令及应用	62
1.7 GX Developer 编程软件	69
学习情境二 三菱数控机床 PLC 编程	76
项目一 急停,运行准备以及操作方式	76
任务 1 急停,运行准备	76

任务 2 操作模式	81
项目二 JOG 模式运行	84
任务 1 JOG 慢速运行	84
任务 2 JOG 快速运行	92
任务 3 回零模式操作	96
项目三 HANDLE/INC 模式运行	102
任务 1 HANDLE 模式运行	102
任务 2 INC 模式运行	105
项目四 自动模式运行	109
任务 1 程序自动运行基本功能	109
任务 2 程序控制与程序测试功能	115
任务 3 数据保护功能	121
项目五 冷却液控制	122
任务 1 冷却液手动控制	122
任务 2 冷却液自动控制	124
项目六 主轴控制	126
任务 1 主轴正转、反转、停止、定向基本功能控制	126
任务 2 主轴倍率控制	131
项目七 自动换刀控制	132
任务 1 松刀、紧刀的自动和手动控制	132
任务 2 刀库向前(推出)、刀库后退(退回)	135
任务 3 刀库点动控制	137
任务 4 M79 刀库回零控制	138
任务 5 M78 取刀控制(将目标刀号旋转到当前位置)	140
任务 6 M77 还刀控制(将主轴刀所在刀座旋转到当前位置)	146
任务 7 自动换刀控制	149
知识点二	151
2.1 数控机床 PLC 概述	151
2.2 三菱数控机床 PLC 接口信号	152
2.3 三菱数控机床硬件连接	160
2.4 三菱数控机床 PLC 系统参数	167
2.5 数控机床自动换刀	170
学习情境三 FANUC 数控机床 PLC 编程	177
项目一 急停、运行准备以及操作方式	177
任务 1 急停、运行准备	177
任务 2 操作方式	186

项目二 JOG 模式运行	191
任务 1 JOG 慢速运行	191
任务 2 JOG 快速运行	199
任务 3 回零模式操作	202
项目三 HANDLE/INC 模式运行	208
任务 1 HANDLE 模式运行	208
任务 2 INC 模式运行	212
项目四 自动模式运行	215
任务 1 程序自动运行基本功能	215
任务 2 程序控制与程序测试功能	217
任务 3 数据保护功能	223
项目五 冷却液控制	224
任务 1 冷却液手动控制	224
任务 2 冷却液自动控制	225
项目六 主轴控制	227
任务 1 主轴正转、反转基本功能控制	227
任务 2 主轴倍率控制	231
项目七 自动换刀控制	232
任务 1 松刀紧刀自动手动控制	233
任务 2 刀库向前(推出)刀库后退(退回)	234
任务 3 刀库点动控制	236
任务 4 M87 取刀控制(将目标刀号旋转到当前位置)	239
任务 5 M88 还刀控制(将主轴刀所在刀座旋转到当前位置)	248
任务 6 M19 主轴准停	251
任务 7 自动换刀控制	252
任务 8 报警显示	255
知识点三	257
3.1 FANUC 数控机床 PMC 概述	257
3.1.1 FANUC 数控机床 PMC 信号	257
3.1.2 FANUC 数控机床 PMC 程序结构	278
3.2 FANUC 数控机床电气控制	278
3.2.1 FANUC 0iC 调试台电气原理	278
3.2.2 操作面板实物图	289
3.3 FANUC PMC 功能指令	290
3.3.1 功能指令列表	290
3.3.2 功能指令详解	292
3.4 FANUC M 辅助功能的控制	306

3.4.1	M 功能的控制顺序	306
3.4.2	程序控制的 M 代码	309
3.5	加工中心随机自动换刀控制原理	310
3.5.1	数据表和计数器的设置及选刀控制	310
3.5.2	换刀与数据更新	311
3.5.3	PMC 程序设计与实现	312
3.6	FANUC 数控机床完整 PLC 程序	314
3.6.1	信号表	314
3.6.2	梯形图	319
参考文献		350

学习情境一

可编程控制器基本应用

学习情境一采用三菱 FX2N 型号 PLC 设备。通过两个项目的学习,要求掌握可编程控制器的基本应用。

项目一 电动机 PLC 控制

项目一主要用 PLC 控制电动机,达到各种控制要求。要求掌握可编程控制器基本逻辑指令的应用以及手持编程器的使用。

任务 1 PLC 控制电动机点动

1. 控制要求

- (1) 按下启动按钮 SB1,三相异步电动机运转。
- (2) 松开启动按钮 SB1,三相异步电动机停止。

2. 思路

(1) 主电路

据继电器-接触器控制系统三相异步电动机点动控制原理可知,三相异步电动机主电路可由三相空气开关 QF、交流接触器主触头 KM 以及三相电动机 M 组成,其电路图如图 1-1 所示。

其控制原理为:合上空气开关 QF 之后,当 KM 主触点接通,电动机运转;当 KM 主触点断开,电动机停止。

(2) PLC 外部接线图

根据对主电路控制原理的分析,可得出 PLC 控制电路的控制要求,即按下 SB1 时,KM 主触点接通,松开 SB1 时,KM 主触点断开。

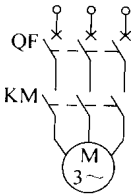


图 1-1 电动机点动控制主电路

又根据接触器的工作原理:接触器吸引线圈通电时,常开主触头接通;当线圈断电时,常开主触头断开。

由此,可推出 PLC 控制电路的具体要求:按下 SB1 时,KM 线圈得电;松开 SB1 时,

KM 线圈失电。因此,得到 PLC 的输入输出设备有:输入设备 SB1;输出设备 KM1 线圈。

要将以上设备与 PLC 相连,必须对以上设备进行 PLC 地址分配,见表 1-1。

表 1-1 电动机点动控制 I/O 分配

输入	SB1	X0
输出	KM1 线圈	Y0

分配号 I/O 信号后,可得出 PLC 接线图,如图 1-2 所示。

图 1-2 中,有两个重要的继电器:输入继电器 X 和输出继电器 Y。下面分别介绍。

输入继电器 X 与 PLC 的输入端子相连,是 PLC 接收外部开关信号的窗口,PLC 通过输入端子将外部信号的状态读入并存储在输入映像寄存器中。与输入端子连接的输入继电器是光电隔离的电子继电器,其线圈、常开触点、常闭触点与传统硬继电器表示方法一样。这些触点使用次数不限,在 PLC 内可以自由使用,且不能用程序驱动。

PLC 的输出端子是向外部负载输出信号的窗口。输出继电器 Y 的外部输出触点接到 PLC 的输出端子上。输出继电器的电子常开和常闭触点使用次数不限,在 PLC 中可自由使用,FX_{2N}的输入输出最多可扩展达 256 个触点。

图 1-3 所示电路中,没有按下 SB1 时,X0 和 COM 没有连通,X0 的输入信号为 0;当按下按钮 SB1 之后,COM 和 X0 接通,X0 的输入信号为 1。

图 1-3 所示电路中,当 PLC 程序输出 Y0 信号为 1 时,KM1 两端 AC220V 电压接通,KM1 线圈吸合,主电路中 KM1 三对主触点接通,电动机运转;当 PLC 程序输出 Y1 信号为 0 时,KM1 两端 AC220V 电压断开,KM1 线圈断开,主电路中 KM1 三对主触点断开,电动机停。

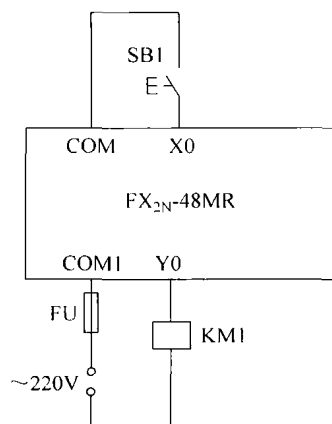


图 1-2 电动机点动控制 PLC 外部接线图

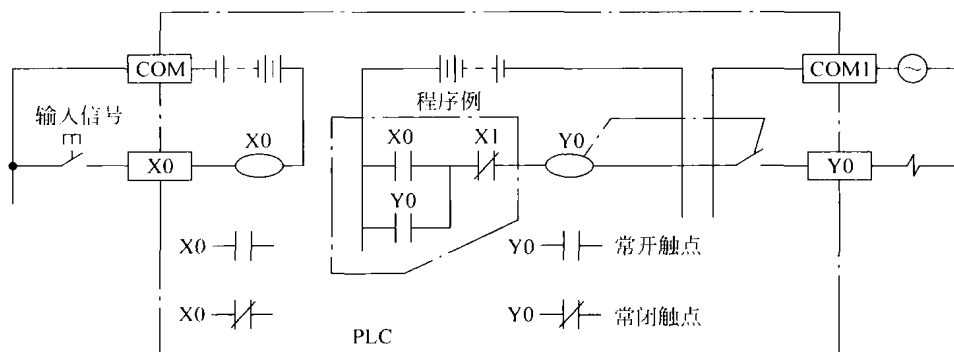


图 1-3 输入/输出继电器(X,Y)电路

(3) PLC 程序编制

接完主电路和 PLC 接线之后,原控制要求可以转化为对 PLC 控制程序的控制要求,即当 $X0=0$ 时, $Y=0$; 当 $X0=1$ 时, $Y=1$ 。

PLC 控制电动机点动程序梯形图如图 1-4 所示。

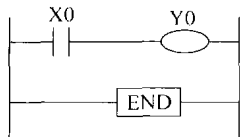


图 1-4 PLC 控制电动机点动程序梯形图

分析: 当按下启动按钮 SB1 时, PLC 的 $X0$ 输入信号变为 1, 再通过 PLC 程序运行, 输出 $Y0$ 信号为 1, KM1 线圈两端 AC220V 电源接通, KM1 线圈吸合, 主电路 KM1 三对主触点接通, 电动机运转。

松开启动按钮 SB1 时, PLC 的 $X0$ 输入信号变为 0, 再通过 PLC 程序运行, 输出 $Y0$ 信号为 0, KM1 线圈两端 AC220V 电源断开, KM1 线圈断开, 主电路 KM1 三对主触点断开, 电动机停止运转。其控制过程符合任务要求。

3. 程序调试

(1) 梯形图转化为指令语句表

梯形图是一种以图形符号及其在图中的相互关系来表示控制关系的编程语言, 是从继电器电路图演变过来的, 其中的逻辑关系很容易看出, 是使用得最多的 PLC 图形编程语言。但是使用手持式编程器, 必须将梯形图转换成指令语句表之后再写入 PLC 中。

将上述梯形图转化为指令语句表为:

```
LD X0
OUT Y0
END
```

注意: 梯形图转化为指令语句见知识点 1.3。

(2) 手持编程器的输入

步骤 1: 手持编程器接线

- 将控制板总电源关掉(不能带电插拔线)。
- 手持编程器通过串口线与 PLC 相连, 如图 1-5 所示。
- 打开电源。
- 检查 PLC 电源 POWER 指示灯是否亮。
- 检查手持编程器显示屏幕上是否有显示。
- 接好 PLC 接线之后, 打开电源, 按一下按钮, 观察 PLC 上对应 X 的指示灯是否变化。

步骤 2: 编辑程序

- 将 PLC 开关置于 STOP。
- 手持编程器显示屏上选择“ONLINE”联

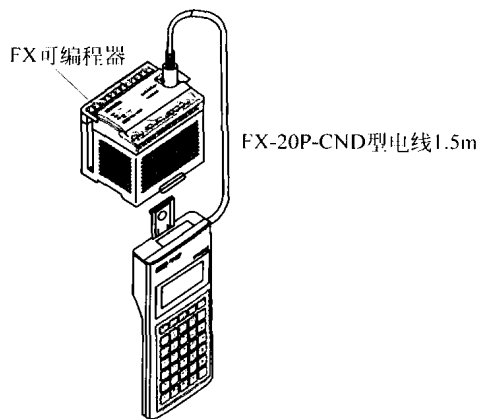


图 1-5 编程器与 PLC 接线图

机方式。

➤ 按功能键 **RD/WR**，直到显示屏左上角切换到 **W(写)** 状态。

➤ 清空内存：按 **NOP** → **A** → **GO** → **GO** 键，此时显示屏上全部显示为 **NOP**，程序为空。

➤ 添加程序：将光标置于第一行，按顺序按 **LD** → **X** → **0** → **GO** → **OUT** → **Y** → **0** → **GO** → **END** → **GO** 键。

注意：如果出现无法操作状态，按 **CLEAR** 键清除。

手持编程器的其他用法请参考知识点 1.5。

(3) 运行程序

将 PLC 置于 **RUN**，按按钮 **X1**，观察 PLC 指示灯和电动机的变化，即可检验程序。

任务 2 PLC 控制电动机长动

1. 控制要求

- (1) 按下启动按钮 **SB1**，三相异步电动机运转。
- (2) 松开启动按钮 **SB1**，三相异步电动机仍然运转。
- (3) 按下停止按钮 **SB2**，三相异步电动机停。
- (4) 松开停止按钮 **SB2**，三相异步电动机停。

2. 思路

(1) 主电路

分析控制要求，电动机的状态仍然只有两种，即运转和停止，因此，主电路可以不变。其控制原理为：当 **KM** 主触点接通，电动机运转；当 **KM** 主触点断开，电动机停。

(2) PLC 外部接线图

电动机长动的输入设备为启动按钮 **SB1**，停止按钮 **SB2**；输出设备仍然为 **KM1** 的线圈。因此，I/O 分配如表 1-2 所示。

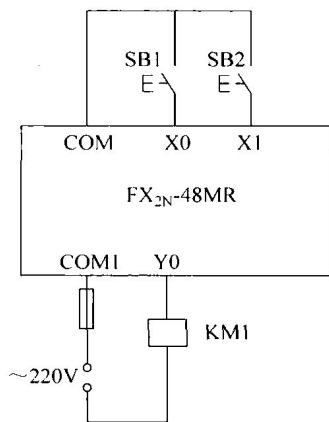


图 1-6 电动机长动控制 PLC 外部接线图

表 1-2 电动机长动 I/O 分配

输入	启动按钮 SB1	X0
	停止按钮 SB2	X1
输出	KM1 线圈	Y0

PLC 的接线图在原有基础上增加 **SB2** 停止按钮，如图 1-6 所示。

(3) 梯形图

PLC 的控制要求：**X0** 为 1 时，**Y0** 为 1；**X0** 由 1 变为 0 之后，**Y0** 仍然为 1，具有自保持

要求; X1 为 1 之后, Y0 变为 0。

PLC 控制电动机长动程序梯形图如图 1-7 所示。

自保持: 在启动按钮旁并联一个输出的常开触点, 就形成了自保持功能。这是 PLC 编程中常见的一个经典思路程序。其他编程思路请参考知识点 1.4。

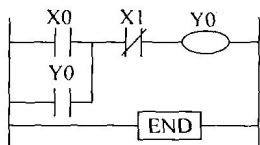


图 1-7 PLC 控制电动机长动程序梯形图

3. 程序调试

(1) 梯形图转化为指令语句表

将上述梯形图转化为指令语句表为:

```
LD X0
OR Y0
ANI X1
OUT Y0
END
```

(2) 手持编程器的输入

在原有 PLC 基础上修改:

- 编辑程序时, PLC 的状态要置于 STOP 状态。
- 按手持编程器功能键 **DEL/INS**, 直到显示屏左上角切换到 I(插入)状态。
- 把光标置于 OUT Y0 行。
- 添加程序, 按 **OR** → **Y** → **0** → **GO** → **ANI** → **X** → **1** → **GO** 键。
- 若编辑过程中出错, 可使用删除功能键。删除功能用法: 按 DEL/INS 键置于 D 状态; 把光标移到要删除的行; 再按 GO 键, 就可以删除该行程序。

注意: 如果 PLC 右边 PROG-E 指示灯闪烁, 说明程序有误。手持编程器的其他用法请参考知识点 1.5。

(3) 运行程序

将 PLC 置于 RUN, 运行程序, 按按钮 X0、X1, 观察 PLC 指示灯和电动机的变化。

任务 3 PLC 控制电动机正—停—反

1. 控制要求

- (1) 正转: 按下正转按钮 SB1, KM1 通电, 电动机正转。
- (2) 停止: 按下停止按钮 SB3, 电动机停。
- (3) 反转: 按下反转按钮 SB2, KM2 通电, 电动机反转。

2. 思路

(1) 主电路

分析控制要求, 电动机的状态由原来的两种变成了三种, 即正转、反转和停止。相对任

任务1和任务2多了反转功能。

根据电工基础知识可知：要使电动机反转，只要将三相电源的两相对调，即改变通入电动机绕组的三相电流的相序，电动机就可改变转动方向。

因此，我们可以在主电路中使用两个接触器：当KM1主触点接通，电动机正转；当KM2主触点接通，电动机反转；当KM1和KM2都断开时，电动机停。

注意：分析此时KM1和KM2的控制要求，若KM1和KM2同时接通，则三相电源火线与火线将会短接，出现主电路短路现象。因此，PLC接线图和PLC程序中必须采取相应措施，杜绝KM1和KM2同时接通的现象发生。

电动机正停反控制主电路如图1-8所示。

(2) PLC外部接线图

电动机正停反控制PLC I/O分配表见表1-3。

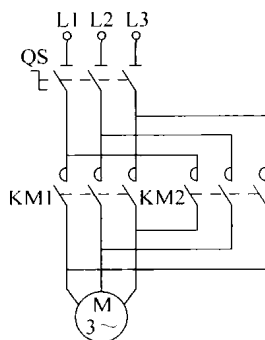


图 1-8 电动机正停反控制主电路

表 1-3 电动机正停反控制 PLC I/O 分配表

输入	正转启动按钮 SB1	X0
	反转启动按钮 SB2	X1
	停止按钮 SB3	X2
输出	KM1 正转线圈	Y0
	KM2 反转线圈	Y1

电动机正停反控制PLC外部接线图如图1-9所示。

如前所述，PLC接线要采取相应措施防止KM1和KM2同时接通，这种要求称为“互锁”。

互锁的实现：在输出线圈之前串联互锁对象的常闭触点。因此，PLC接线图需要改进，改进后的结果如图1-10所示。

当KM1线圈接通时，KM1的常闭触点断开，KM2的线圈不可能通电；同理，当KM2线圈接通时，KM1线圈不可能通电。因此，实现了KM1和KM2不能同时接通的控制要求。

(3) 梯形图

PLC程序控制要求转化为：X0接通，Y0接通并自锁；X2接通，Y0断开；X1接通，Y1接通并自锁；X1接通，Y1断开。Y0和Y1不能同时接通。

本任务相当于采用两个按钮长动控制，共用一个停止按钮，因此，PLC控制电动机正停反程序梯形图如图1-11所示。

又因为控制要求中Y0和Y1不能同时接通，即互锁，因此在Y0和Y1线圈之前分别串联Y1和Y0的常闭触点。改进程序梯形图如图1-12所示。

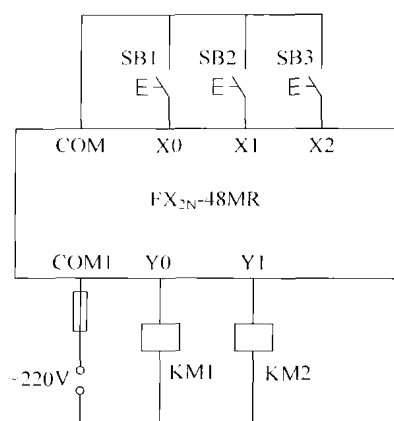


图 1-9 电动机正停反控制 PLC 外部接线图

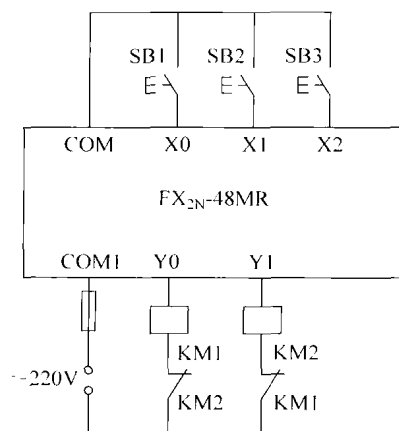


图 1-10 电动机正停反控制 PLC 外部接线图(改进后)

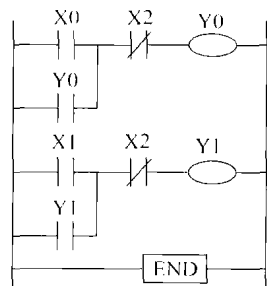


图 1-11 PLC 控制电动机正停反程序梯形图

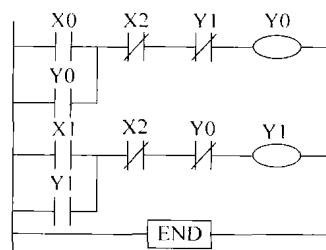


图 1-12 PLC 控制电动机正停反程序梯形图(改进后)

3. 程序调试

(1) 梯形图转化为指令语句表

将 PLC 控制电动机正停反程序梯形图转化为指令语句表如下：

```
LD X0
OR Y0
ANI X2
ANI Y1
OUT Y0
LD X1
OR Y1
ANI X2
ANI Y0
OUT Y1
END
```

(2) 手持编程器的输入

操作步骤同本项目任务 2。

(3) 运行程序

将 PLC 置于 RUN, 运行程序。

按一下 SB1 按钮, 电动机正转;

按一下 SB2 按钮, 电动机继续正转;

按一下 SB3 按钮, 电动机停;

按一下 SB2 按钮, 电动机反转;

按一下 SB1 按钮, 电动机仍然正转;

按一下 SB3 按钮, 电动机停。

注意: 电动机正转时, 按下反转按钮, 电动机没有反转仍然正转, 说明互锁起作用。这种控制只能实现正转—停—反转控制, 即正转和反转之间必须经过停止的过程。若要实现正转和反转直接切换, 应如何实现呢? 请看任务 4。

任务 4 PLC 控制电动机正—反—停

1. 控制要求

(1) 正转: 按下正转按钮 SB1, KM1 通电, 电动机正转。

(2) 停止: 按下停止按钮 SB3, 电动机停。

(3) 反转: 按下反转按钮 SB2, KM2 通电, 电动机反转。

(4) 实现正转反转互锁。

(5) 实现正转与反转直接切换。

2. 思路

(1) 主电路

主电路控制要求不变, 因此主电路不变, 参见图 1-8。

(2) PLC 外部接线图

输入输出设备不变, 因此 I/O 分配不变, PLC 接线图不变, 参见图 1-10。

(3) 梯形图

观察和分析本学习情境“任务 3”的程序, 查找不能实现正反转直接切换的原因。主要是因为正转的时候 KM1 接通, KM1 常闭触点使按 SB2 按钮时 KM2 无法接通, 导致正转不能由反转直接切换。因此, 若按 SB2 反转按钮的同时断开 KM1 线圈, 按 SB1 正转按钮的同时断开 KM2 线圈, 则问题得到解决。因此修改程序梯形图, 结果如图 1-13 所示。

3. 程序调试

(1) 梯形图转化为指令语句表

将图 1-13 所示梯形图转化为指令语句表如下:

```
LD X0
OR Y0
ANI X2
```

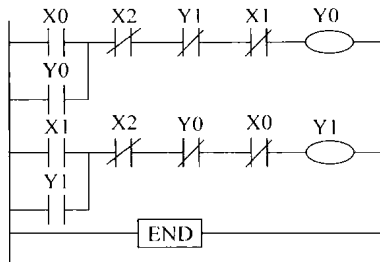


图 1-13 PLC 控制电动机正反转程序梯形图