



普通高等教育“十二五”规划教材（高职高专教育）

电气控制与 PLC实验指导教程

赵红顺 主编 ●



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



普通高等教育“十二五”规划教材（高职高专教育）

电气控制与 PLC实验指导教程

主编 赵红顺

编写 邹剑翔

主审 莫莉萍



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书是根据“电气控制与 PLC”课程的教学大纲编写的。全书共分上、下两篇：上篇是电气控制电路实验，主要训练三相异步电动机控制电路的安装接线与调试、机床电气控制电路图的识读和常见电气故障的检测与排除等技能；下篇是 PLC 实验，主要训练 PLC 基本指令、步进指令、功能指令的编程使用及程序设计运行技能。每个实验后面附有“预习报告及实验记录”，可供实验预习、实验现场数据记录用。书后附有附录，包括常用电气符号、常用低压电器的使用方法、三菱 GX Developer 编程软件的使用、三菱 FX-TRN-BEG-C 仿真软件的使用、实验报告填写范例等内容。

本书可作为高职高专院校电气自动化技术、电机与电器、供用电技术、机电一体化技术、机电设备管理与维修等专业的“电气控制与 PLC”及“电气控制技术”课程的实验指导书，也可供相关专业从业人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

电气控制与 PLC 实验指导教程/赵红顺主编. —北京：中国电力出版社，2014.8

普通高等教育“十二五”规划教材·高职高专教育

ISBN 978-7-5123-5912-3

I. ①电… II. ①赵… III. ①电气控制—实验—高等职业教育—教材 ②plc 技术—实验—高等职业教育—教材
IV. ①TM571.2-33 ②TM571.6-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 146721 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2014 年 8 月第一版 2014 年 8 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 8.25 印张 193 千字

定价 18.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

前 言

《电气控制与 PLC 实验指导教程》是根据“电气控制与 PLC”课程的教学大纲编写的，是电气自动化技术、电机与电器、供用电技术、机电一体化技术、机电设备管理与维修等专业的必修课程“电气控制与 PLC”及“电气控制技术”的实验指导用书。

本书共分上、下两篇。上篇是电气控制电路实验，主要训练三相异步电动机基本控制电路的安装接线与调试、机床电气控制电路图的识读和常见电气故障的检测与排除等技能，包括三相异步电动机起动、正反转、顺序控制、电气制动、调速控制电路的安装接线与通电调试，以及典型机床电气控制电路的常见电气故障检修等内容。完成这些实验，可以培养学生的电气基本操作技能，使学生掌握常用低压电器元件的主要结构、工作原理、型号规格、使用方法及其在控制电路中的作用；掌握三相异步电动机常用电气控制电路的工作原理、接线方法、调试及故障排除方法；会分析机床电气控制电路原理，能够根据故障现象来判断故障原因，并初步具备利用万用表排除常见电气故障和解决实际工程技术问题的能力。下篇是 PLC 实验，主要训练 PLC 基本指令、步进指令、功能指令的编程使用及程序设计运行技能，包括 PLC 基本指令编程、PLC 控制系统设计等内容。完成这些实验，可培养学生 PLC 基本指令的编程应用及初步设计 PLC 控制系统的能力。书后附有附录，包括常用电气符号、常用低压电器使用方法、三菱 FX 系列 PLC 编程软件、仿真软件的使用以及实验报告填写范例等内容。

本书由常州机电职业技术学院赵红顺老师主编，实验管理员邹剑翔老师参与编写了附录部分内容，由常州机电职业技术学院副教授、高级工程师莫莉萍老师主审。限于编写时间紧迫，难免存在不当之处，敬请读者批评指正。

编 者

2014 年 4 月

目 录

前言

课程说明	1
------------	---

上篇 电气控制电路实验

实验一 三相异步电动机单向起动控制电路的安装接线与通电调试	5
实验二 三相异步电动机正反转控制电路的安装接线与通电调试	9
实验三 按钮控制的星—三角减压起动控制电路的安装接线与通电调试	14
实验四 时间继电器控制的星—三角减压起动控制电路的安装接线与通电调试	19
实验五 双速电动机控制电路的安装接线与通电调试	23
实验六 三相异步电动机反接制动控制电路的安装接线与通电调试	28
实验七 三相异步电动机能耗制动控制电路的安装接线与通电调试	33
实验八 C6140T 型普通车床电气控制电路常见电气故障检修	38
实验九 X6132 型卧式万能铣床控制电路常见电气故障检修	43

下篇 PLC 实验

实验十 GX Developer 编程软件的使用	51
实验十一 与、或、非指令编程练习	54
实验十二 置位、复位和脉冲指令编程练习	57
实验十三 定时器、计数器的使用	60
实验十四 三相异步电动机单向起动电路的 PLC 控制	64
实验十五 三相异步电动机正反转电路的 PLC 控制	67
实验十六 交通信号灯的 PLC 控制	70
实验十七 自动售货机的 PLC 控制	75

附录

附录 A 常用电气符号	81
附录 B 常用低压电器的使用	84
附录 C 三菱 GX Developer 编程软件的使用	104
附录 D 三菱 FX-TRN-BEG-C 仿真软件的使用	112
附录 E 实验报告要求及实验报告填写范例	117

参考文献	123
------------	-----

课 程 说 明

实验是整个教学过程中的一个重要环节,也是培养学生独立工作、使用所学理论解决实际问题的能力以及巩固基本理论并获得实践技能的重要手段。

一、本课程的开设目的

- (1) 进行基本技能的训练。
- (2) 巩固、加深并扩大所学的基本理论知识,培养解决实际问题的能力。
- (3) 培养实事求是、严肃认真、细致踏实的科学作风和良好的实验习惯,为将来从事生产和科研工作打下必要的基础。

二、本课程的任务

- (1) 观察常用低压电器的结构,了解其规格和用途,学会正确使用电器元件。
- (2) 掌握继电—接触器控制电路的基本环节。
- (3) 掌握典型电气线路分析与排除故障的基本方法。
- (4) 掌握小型 PLC 的使用方法及程序编制与调试方法。

三、实验过程

完成一个实验大致可分为三个阶段:实验前的准备,进行实验,实验后的数据处理、分析及写出实验报告。

1. 实验前的准备

(1) 实验前应认真阅读实验指导书,明确实验目的、要求、内容、步骤,并复习有关理论知识,在实验前要能记住有关电路和实验步骤。按要求完成预习报告。

(2) 进入实验室后,不要急于连接线路,应先检查实验所用的电器、仪表、设备性能及外观是否良好,了解各种电器的结构、工作原理、型号规格,熟悉仪器设备的技术性能和使用方法,并合理选用仪表及其量程。发现实验设备有故障时,应立即请指导教师检查并处理,以保证实验顺利进行。

2. 实验的进行

(1) 建立小组,分工合作。做实验时应以小组为单位,实验过程中的接线、检查线路、调节负载、记录数据等工作明确到每一个人,以保证实验的顺利进行。

(2) 连接实验电路。接线前应合理安排所用组件的位置,通常以便于操作和观测读数为原则。接线时,要注意以下原则:先接串联主回路,后接并联支路;先接主电路,后接控制电路;先接控制触点,后控制线圈等。

(3) 观察和记录。观察实验中的各种现象及记录实验数据是整个实验过程中最主要的步骤,必须认真对待。

实验过程中,应有目的地操作主令电器,观察电器的动作情况,进一步理解电路的工作原理。

**注意**

运用万用表检查线路故障，一般在断电情况下进行，采用电阻挡检测故障点；需要在通电情况下检测故障点时，应用电压挡测量（注意电压性质和量程）。

（4）实验结束工作。实验结束应先断开电源，并认真检查实验结果，确认无遗漏及其他问题后，经指导教师检查同意，便可拆除线路。在清理实验设备、导线、工具后报告指导教师，方可离开实验室。

3. 实验时注意事项

（1）各电器相互间距离适当，以连线整齐美观并便于检查为原则。

（2）连接电路完成后，应全面检查，认为无误后，请指导教师检查，方可通电实验。

（3）在连线过程中，要掌握一般的接线规律，例如先串联后并联、先主电路后控制电路、先控制触点后保护触点、最后控制线圈等。

（4）观察实验中各种现象及记录实验数据是整个实验过程中最主要的步骤，必须认真对待。

（5）实验时，若出现不正常的实验现象，应立即断开电源，并检查分析，排除故障后继续进行实验。

（6）实验结束，各小组应按 5S 要求清理实验现场，工具应摆放整齐，保持工位整洁。

四、实验报告及要求

实验报告是实验工作的全面总结，要用简明的形式将实验结果完整和真实地表达出来。实验报告要求简明扼要，字迹工整，分析合理。实验电路图、接线图等用铅笔、直尺等绘图工具按要求绘制，不应徒手描画。实验报告包括以下内容：

（1）实验名称、专业、班级、姓名、实验日期。

（2）实验中所用电器元件、仪表、设备等。

（3）实验原理图和安装接线图。

（4）实验过程中出现的问题以及解决方法。

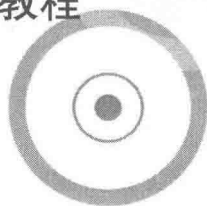
（5）回答实验指导书所提出的问题。

（6）实验小结，写出本次实验收获和体会。

实验小结是本次实验成绩评定的重要依据，必须独立完成，若发现抄袭，不论抄与被抄，本次实验成绩均降一等级处理。实验小结一般围绕以下几个方面写：本次实验做了什么？如何做的？有什么收获？实验过程中遇到了什么困难？是如何解决的？

► 普通高等教育“十二五”规划教材（高职高专教育）

电气控制与PLC实验指导教程



上 篇



电气控制电路实验

实验一 三相异步电动机单向起动控制电路的安装接线与通电调试

一、实验目的

(1) 通过对三相异步电动机单向起动控制电路的安装接线，掌握由电气原理图接成实际电路的方法。

(2) 加深对电气控制系统中各种保护、自锁等环节的理解。

(3) 会对所接电路进行检测，能排除常见电气故障。

二、实验器材（见表 1-1）

表 1-1

实 验 器 材

序号	符号	名称	数量	备注
1	QF	低压断路器	1 只	
2	FU1、FU2	熔断器	5 只	
3	KM	交流接触器	1 只	线圈额定电压 380V
4	FR	热继电器	1 只	
5	M	三相异步电动机	1 台	
6	SB1、SB2	按钮	2 只	
7		万用表	1 只	

三、实验原理

三相异步电动机单向起动控制电路如图 1-1 所示。

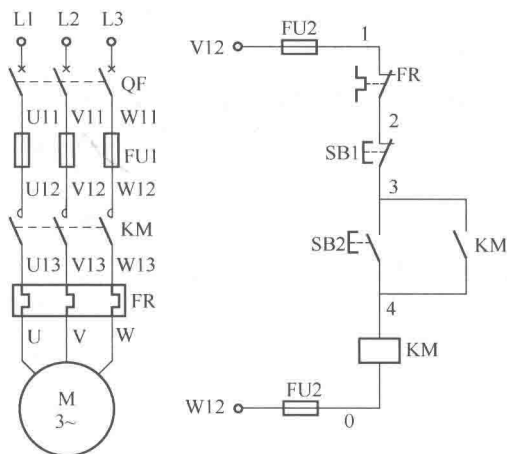


图 1-1 三相异步电动机单向起动控制电路

1. 起动控制

合上 QF, 按下 SB2, KM 线圈得电吸合, KM 主触点闭合, 电动机接通三相电源起动运转; 同时 KM 辅助动合触点闭合, 实现自锁。

2. 停止控制

按下 SB1, KM 线圈断电释放, KM 主触点断开, 电动机断开三相电源停止运转。KM 辅助动合触点复位。

四、实验内容与步骤

(1) 熟悉本次实验所使用的电器元件, 记录其型号规格, 并用万用表检测其好坏。

1) 操作电源开关 QF, 用万用表检测其触点通断情况。

2) 检测按钮的动合触点和动断触点。

3) 检测热继电器的动断触点。

4) 检测接触器的主触点、辅助(动合、动断)触点。

(2) 在电气原理图中标注各接线端子的编号, 画出安装接线图。按图完成电路的安装接线。

1) 主电路接线。从上到下、从左到右按原理图或接线图完成接线。

2) 控制电路接线。从上到下、从左到右按原理图或接线图完成接线, 注意按钮盒中的出线连接到接线端子排。

(3) 不通电检查所接控制电路。万用表置于电阻挡, 两表笔放在控制电路的两个熔断器下端, 按下起动按钮 SB2 或压下接触器 KM 的衔铁, 万用表显示的应是接触器线圈的电阻值。

(4) 通电调试。

1) 合上 QF, 按下起动按钮 SB2, 接触器 KM 得电吸合, 电动机起动并运转。松开起动按钮 SB2, 电动机 M 应继续保持运转。

2) 按下停止按钮 SB1, 接触器 KM 断电释放, 电动机 M 停止运转。

五、实验原始记录

(1) 记录本次实验所使用电器元件的型号。

(2) 绘制本次实验电路的安装接线图。

(3) 记录所接电路的检查结果(分断电检查和通电检查)。

(4) 记录实验过程中发生的故障现象, 分析产生原因并给出解决措施。

六、思考题

(1) 自锁触点错接成辅助动断触点, 会发生怎样的现象?

(2) 通电试车时发现一接通电源开关, 电动机就自动运转, 经查主电路接线正确, 试分析原因。

实验一 预习报告及实验记录

(一) 实验目的要求

(二) 实验器材

(三) 实验原理（此部分要求画出本次实验所用电路图，并分析其工作原理。）

(四) 实验原始记录

(1) 记录本次实验所使用电器元件的型号，填入表 1-2 中。

表 1-2 电器元件的型号

序号	符号	名称	型号
1	QF	低压断路器	
2	FU1、FU2	熔断器	
3	KM	交流接触器	
4	FR	热继电器	
5	SB1、SB2	按钮	

(2) 绘制本次实验电路的安装接线图。

(3) 不通电检查记录。按下 SB2 按钮, 用万用表电阻挡测量控制电路两端 (V12—W12) 电阻, 填入表 1-3 中;

压下接触器 KM 衔铁, 测量控制电路两端 (V12—W12) 电阻, 填入表 1-3 中。

表 1-3 断 电 检 查 记 录

	控制电路 (V12—W12)	
操作	按下 SB2	压下 KM 衔铁
电阻值 (Ω)		

(4) 通电调试。经不通电检查无误后, 接入电源通电试车。观察各接触器得电吸合情况及电动机运行情况, 将结果填入表 1-4 中。

表 1-4 通 电 检 查 记 录

现象 \ 操作	合上 QF	按下 SB2	松开 SB2	按下 SB1
电动机 M 动作 (或 KM 线圈得电与否)				

(5) 记录实验过程中发生的故障现象, 分析产生原因并给出相应的解决措施。

故障现象: _____

故障原因: _____

解决措施: _____

(五) 实验步骤

(六) 实验小结或体会 (实验小结可围绕以下几个方面写: 本次实验做了什么? 如何做的? 有什么收获? 实验过程中遇到了什么困难或实验没有成功是何原因? 最后如何解决的?)

实验二 三相异步电动机正反转控制电路的安装接线与通电调试

生产机械往往要求运动部件可以正反两个方向运动，如机械工作台的前进与后退、主轴的正反转、起重机吊钩的上升与下降等。这就要求拖动生产机械的三相异步电动机可以正、反向运转，以满足生产工艺要求。由以前所学知识可知，只要将接至电动机的三相电源进线中任意两相互换，即可达到电动机反向运行目的。电动机正反转控制电路常用的是按钮、接触器双重互锁的正反转控制电路。

一、实验目的

(1) 通过对三相异步电动机正反转控制电路的安装接线，进一步掌握由电气原理图接成实际电路的方法。

(2) 理解电气互锁、按钮互锁在正反转电路中的作用和实现方法。

(3) 会对所接电路进行检测，能排除常见电气故障。

二、实验器材（见表 2-1）

表 2-1

实 验 器 材

序号	符号	名称	数量	备注
1	QF	低压断路器	1 只	
2	FU1、FU2	熔断器	5 只	
3	KM1、KM2	交流接触器	2 只	线圈额定电压 380V
4	FR	热继电器	1 只	
5	M	三相异步电动机	1 台	
6	SB1、SB2、SB3	按钮	3 只	
7		万用表	1 只	

三、实验原理

具有双重互锁的三相异步电动机正反转控制线路如图 2-1 所示。

1. 正转起动控制

合上 QF，按下 SB2，使 KM1 线圈得电吸合，KM1 主触点闭合，电动机接通正相序电源起动正转；同时 KM1 辅助动断触点断开，对 KM2 互锁；KM1 辅助动合触点闭合，实现自锁。

2. 反转起动控制

按下 SB3，其动断触点断开，使 KM1 线圈断电释放，KM1 所有触点复位；同时 SB3 动合触点闭合，使 KM2 线圈得电吸合，KM2 主触点闭合，电动机接通反相序电源起动反转，KM2 辅助动断触点断开，对 KM1 互锁；KM2 辅助动合触点闭合，实现自锁。

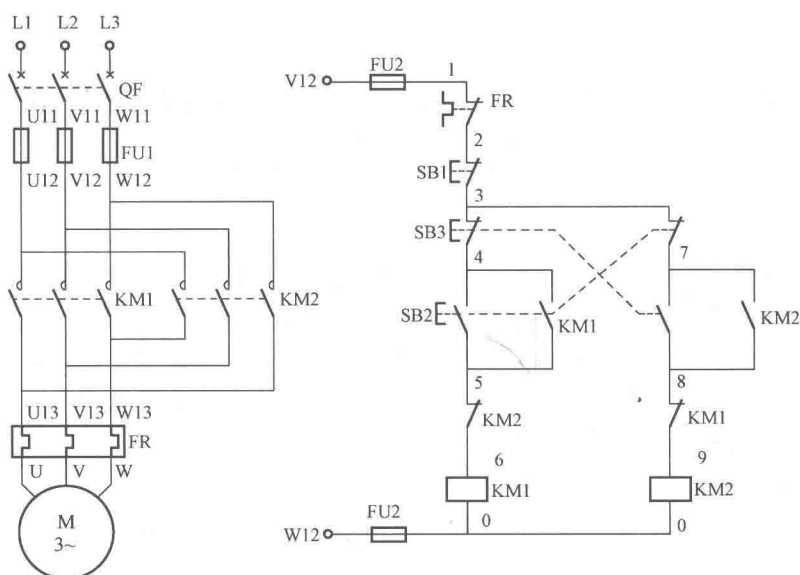


图 2-1 具有双重互锁的三相异步电动机正反转控制线路

3. 停止控制

按下 SB1, 使 KM1 (或 KM2) 线圈断电释放, 所有触点复位, 电动机断开三相电源停止运转。

四、实验内容与步骤

(1) 熟悉本次实验所使用的电器元件, 记录其型号规格, 用万用表检测其好坏。

(2) 在电气原理图中标注各线的标号, 画出安装接线图。按图完成电路的安装接线。

1) 主电路接线。从上到下、从左到右按电气原理图或接线图完成接线。注意 KM1、KM2 主触点接线时相序的改变。

2) 控制电路接线。从上到下、从左到右按电气原理图或接线图完成接线, 注意按钮盒中出线连接到接线端子排。

(3) 检查所接电路, 并通电调试。

1) 断电检查。万用表置于电阻挡, 两表笔放在控制电路的两个熔断器下端, 按下正转起动按钮 SB2 或强行压下接触器 KM1 的衔铁, 万用表显示的应是接触器 KM1 线圈的电阻值。

按下反转起动按钮 SB3 或压下接触器 KM2 的衔铁, 万用表显示的应是接触器 KM2 线圈的电阻值。

2) 通电检查。

①分别按下按钮 SB2、SB3, 观察接触器 KM1、KM2 是否得电吸合, 电动机是否做正反转运转。

②电气、机械互锁控制验证: 同时按下按钮 SB2、SB3, 接触器 KM1、KM2 均不得电, 电动机不转; 按下正转起动按钮 SB2, 电动机正转运行; 然后直接按反转起动按钮 SB3, 电动机立即从正转运转切换到反向运转。

五、实验原始记录

- (1) 记录本次实验所使用的电器元件型号。
- (2) 绘制本次实验电路的安装接线图。
- (3) 记录所接电路的检查结果（分断电检查和通电检查）。
- (4) 记录实验过程中发生的故障现象，分析产生原因和解决措施。

六、思考题

- (1) 分析电气互锁、按钮互锁在正反转控制电路中的作用。
- (2) 实验中如发现按下正（或反）转起动按钮，电动机旋转方向不变，试分析故障原因？
- (3) 若控制电路如图 2-2 所示，画出按钮盒安装接线图。与图 2-1 比较，按钮盒出线会多出几根？哪个图接线更合理？

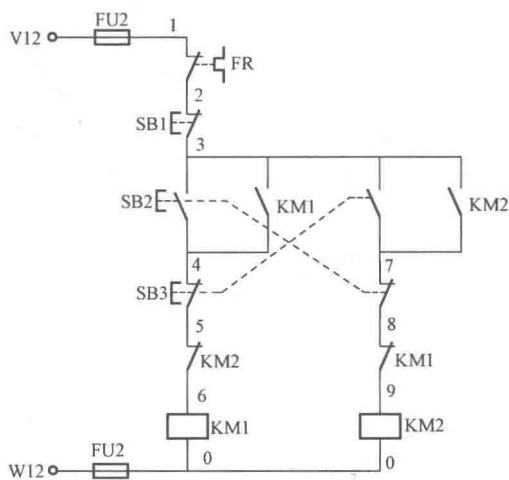


图 2-2 思考题电路图

实验二 预习报告及实验记录

(一) 实验目的要求

(二) 实验器材

(三) 实验原理 (此部分要求画出本次实验所用电路图, 并分析其工作原理。)

(四) 实验原始记录

(1) 记录本次实验所使用电器元件的型号, 填入表 2-2 中。

表 2-2 电器元件的型号

序号	符号	名称	型号
1	QF	低压断路器	
2	FU1、FU2	熔断器	
3	KM1、KM2	交流接触器	
4	FR	热继电器	
5	SB1、SB2、SB3	按钮	

(2) 绘制本次实验电路安装接线图。