

中等职业教育机电技术应用专业规划教材

电气控制与PLC 应用技术技能训练

◎ 李乃夫 丛书主编
◎ 曾庆乐 伍金浩 主编



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

中等职业教育机电技术应用专业规划教材

电气控制与 PLC 应用技术 技能训练

李乃夫 丛书主编
曾庆乐 伍金浩 主 编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书是中等职业教育机电技术应用专业规划教材之一,是与《电气控制与 PLC 应用技术》相配套的实训教材。

本书配有与《电气控制与 PLC 应用技术》内容相对应的 14 个实训项目,其中实训 1 至实训 7 为电力拖动(电气控制)的基本技能训练和常用机床电路的检修;实训 8 至实训 13 为 PLC 的应用及编程技能训练;实训 14 为变频器的使用技能训练。本书附有相关技术资料,在每个实训中还附有相关知识的思考题。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

电气控制与 PLC 应用技术技能训练/曾庆乐,伍金浩主编. —北京:电子工业出版社,2009.7

中等职业教育机电技术应用专业规划教材

ISBN 978-7-121-09047-9

I. 电… II. ①曾… ②伍… III. ①电气控制-专业学校-教材 ②可编程序控制器-专业学校-教材 IV. TM921.5 TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 097329 号

策划编辑:白楠

责任编辑:韩玲玲

印 刷: 北京京师印务有限公司
装 订:

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 6.75 字数: 172.8 千字

印 次: 2009 年 7 月第 1 次印刷

印 数: 4000 册 定价: 11.50 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zltts@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

前 言

本书是中等职业教育机电技术应用专业规划教材之一，是与《电气控制与 PLC 应用技术》相配套的实训教材。为了进一步突出职业技术教育的特点，加大对职业学校学生技能训练的力度，以求达到培养技能型人才的需要，本书把技能训练部分的内容从主教材中分离出来，与主教材配套使用。

本书内容的选取主要围绕主教材中的相关知识，紧扣人力资源和社会保障部关于维修电工初、中级技能鉴定的考核要求，并考虑现场的实际需要及学生参加职业技能鉴定时所需具备的实践技能知识。每个训练课题均根据目前我国各职业学校技能训练的实际状况编写，适用性强，同时设计有相应的拓展内容，有利于学生实践技能的培养与提高。

对于每个技能训练课题中所列的设备、仪表和材料，各校在进行训练时可按本校实际情况选用或代用。对于所列的每个课题的训练及考核时间、要求，各校也可按实际情况确定。但在训练中必须特别注意安全操作及安全用电、文明生产的培养；必须重视训练与培养学生的独立动手操作能力；注意训练与培养学生减少原材料消耗和节约能源的知识。

本书由曾庆乐、伍金浩主编。具体编写分工是：伍金浩编写实训 1 至实训 7；曾庆乐编写实训 8 至实训 14。本书在编写过程中得到了广州轻工技师学院领导和教师的大力支持，在此表示衷心的感谢。

由于编者学识水平有限，存在错误及其他不足之处在所难免，恳请使用本书的读者给予指正。

编 者

2009 年 4 月

目 录

实训 1 三相异步电动机的点动与连续运转控制线路	1
1.1 实训目的	1
1.2 相关知识	1
1.2.1 电气元件安装工艺	1
1.2.2 电力拖动控制线路接线工艺	1
1.2.3 电气线路检测方法	2
1.3 实训工具、仪表及器材	3
1.4 元件安装图	3
1.5 实训电路与原理	4
1.6 实训步骤	4
1.7 注意事项	5
1.8 成绩评定(见表 1.2)	5
1.9 拓展与提高	5
1.10 实训报告	6
实训 2 三相异步电动机的正反转控制线路	7
2.1 实训目的	7
2.2 相关知识	7
2.3 实训工具、仪表及器材	8
2.4 元件安装图	8
2.5 实训电路与原理	9
2.6 实训步骤	9
2.7 注意事项	10
2.8 成绩评定(见表 2.2)	10
2.9 拓展与提高	10
2.10 实训报告	11
实训 3 三相异步电动机的Y/Δ 降压启动控制线路	12
3.1 实训目的	12
3.2 相关知识	12
3.2.1 接触器的选择	12
3.2.2 交流接触器的安装与使用	12
3.2.3 时间继电器的安装与使用	13
3.2.4 时间继电器动作形式的转换(通电延时型和断电延时型的转换)	13
3.3 实训工具、仪表及器材	13

3.4	元件安装图	14
3.5	实训电路与原理	14
3.6	实训步骤	15
3.7	注意事项	15
3.8	成绩评定(见表 3.2)	15
3.9	拓展与提高	16
3.10	实训报告	16
实训 4	双速异步电动机的自动变速控制线路	17
4.1	实训目的	17
4.2	相关知识	17
4.2.1	熔断器的选择	17
4.2.2	熔断器的安装与使用	17
4.2.3	热继电器的选用	18
4.2.4	热继电器的安装与使用	18
4.3	实训工具、仪表及器材	18
4.4	元件安装图	19
4.5	实训电路与控制原理	19
4.6	实训步骤	20
4.7	注意事项	21
4.8	成绩评定(见表 4.2)	21
4.9	拓展与提高	22
4.10	实训报告	22
实训 5	普通车床控制线路的安装、调试与故障维修	23
5.1	实训目的	23
5.2	相关知识	23
5.2.1	电压测量法	23
5.2.2	电阻测量法	24
5.2.3	短接法	25
5.3	实训工具、仪表及器材	26
5.4	元件安装图	27
5.5	实训电路与原理	27
5.6	实训步骤	27
5.7	注意事项	29
5.8	成绩评定(见表 5.3)	29
5.9	拓展与提高	30
5.10	实训报告	31
实训 6	Z535 型立式钻床的电气控制电路	32
6.1	实训目的	32

6.2	相关知识	32
6.2.1	机床电气设备的日常维护	32
6.2.2	机床电气故障的诊断方法	33
6.2.3	通电检查法	33
6.3	实训工具、仪表及器材	34
6.4	元件安装图	35
6.5	实训电路与原理	35
6.6	实训步骤	36
6.7	注意事项	38
6.8	成绩评定(见表 6.3)	38
6.9	拓展与提高	39
6.10	实训报告	39
实训 7	常用生产机械设备现场参观	41
7.1	实训目的	41
7.2	相关知识	41
7.3	工具、器材	41
7.4	参观内容与步骤	41
7.4.1	参观普通机床	41
7.4.2	参观一台专用生产机械设备	43
7.5	注意事项	44
7.6	成绩评定(见表 7.5)	44
7.7	拓展与提高	44
7.8	参观报告	44
实训 8	PLC 的接线与手持编程器的使用	46
8.1	实训目的	46
8.2	相关知识	46
8.3	实训工具、仪表及器材	46
8.4	内容与步骤	46
8.4.1	原理说明	46
8.4.2	手持式编程器功能	47
8.4.3	编程准备	48
8.4.4	程序输入	49
8.4.5	运行操作	51
8.4.6	监控操作	52
8.5	成绩评定(见表 8.4)	53
8.6	拓展与提高	54
8.7	实训报告	54
实训 9	PLC 基本指令编程实训	55

9.1 实训目的	55
9.2 相关知识	55
9.3 实训工具、仪表及器材	55
9.4 内容与步骤	55
9.4.1 基本逻辑指令	55
9.4.2 输出电路指令及定时指令	57
9.5 成绩评定(见表 9.5)	60
9.6 拓展与提高	60
9.7 实训报告	60
实训 10 PLC 功能指令编程实训	61
10.1 实训目的	61
10.2 相关知识	61
10.3 仪器与设备	61
10.4 内容与步骤	61
10.4.1 步进指令	61
10.4.2 传送指令	63
10.5 成绩评定(见表 10.5)	65
10.6 拓展与提高	66
10.7 实训报告	66
实训 11 PLC 电脑编程软件的使用	67
11.1 实训目的	67
11.2 相关知识	67
11.3 实训工具、仪表及器材	67
11.4 原理与说明	67
11.4.1 设备组成	67
11.4.2 设备连接	67
11.4.3 FXGP-WIN-C 编程软件的使用	68
11.5 内容与步骤	73
11.5.1 编程操作	73
11.5.2 程序的传送	74
11.5.3 运行程序	74
11.5.4 监控操作	74
11.6 成绩评定(见表 11.3)	75
11.7 拓展与提高	75
11.8 实训报告	75
实训 12 PLC 应用实训 1 机械手的 PLC 控制	76
12.1 实训目的	76
12.2 相关知识	76

12.3	实训工具、仪表及器材	76
12.4	内容与步骤	76
12.5	成绩评定表(见表 12.2)	80
12.6	拓展与提高	81
12.7	实训报告	81
实训 13	PLC 应用实训 2 洗衣机的 PLC 控制	82
13.1	实训目的	82
13.2	相关知识	82
13.3	实训工具、仪表及器材	82
13.4	内容与步骤	82
13.5	成绩评定表(见表 13.2)	86
13.6	拓展与提高	86
13.7	实训报告	87
实训 14	使用变频器的变频调速控制电路	88
14.1	实训目的	88
14.2	相关知识	88
14.3	仪器与设备	88
14.4	内容与步骤	88
14.5	成绩评定表(见表 14.7)	96
14.6	拓展与提高	96
14.7	实训报告	96
参考文献		97

实训 1

三相异步电动机的点动与连续运转控制线路

1.1 实训目的

1. 学习常用电力拖动低压电器的安装和使用方法,以及电路接线工艺要求。
2. 进一步理解和熟悉三相异步电动机的点动与连续运转控制原理。
3. 学会识读简单的电气控制电路图。
4. 学会使用万用表对三相异步电动机的点动与连续运转控制线路进行检测与维修。

1.2 相关知识

1.2.1 电气元件安装工艺

(1) 电气元件安装前检查

① 各电气元件的外观无损伤,技术数据(如型号、规格、额定电压、额定电流等)应完整并符合要求,备件、附件齐全完好。

② 各电气元件的电磁机构动作应灵活,衔铁无卡阻等不正常现象。用万用表检查电磁线圈的电阻及各触点的分合情况。

③ 接触器主触点额定电流与负载是否适合。

④ 对电动机的质量进行常规检查。

(2) 电气元件安装

① 组合开关、熔断器的受电端应安装在控制板的外侧,注意熔断器的受电端应为底座的中心端。

② 各元件的安装位置应整齐、匀称,间距合理,便于元件的更换。

③ 紧固各元件时用力要均匀,紧固程度适当。在紧固熔断器、接触器等易碎裂元件时,应当用手按住元件,一边轻轻摇动,一边用旋具轮换旋紧对角线上的螺钉,直到手摇不动后再适当旋紧些即可。

1.2.2 电力拖动控制线路接线工艺

板前明线布线的工艺要求如下。

① 布线通道尽可能少,同路并行导线按主、控电路分类集中,单层密排,紧贴安装面布线。



② 同一平面的导线应高低一致,不能交叉。非交叉不可时,该根导线应在接线端子引出时,就水平架空跨越,但必须走线合理。

③ 布线应横平竖直,分布均匀。变换走向时应垂直。

④ 布线时严禁损伤线芯和导线绝缘。

⑤ 布线顺序一般以接触器为中心,从里向外,从低至高,先主电路、后控制电路进行,以不妨碍后续布线为原则。

⑥ 所有从一个接线端子(或接线桩)到另一个接线端子(或接线桩)的导线必须连续,中间无接头。

⑦ 导线与接线端子或接线桩连接时,不得压绝缘层、不反圈及不露铜过长。

⑧ 同一元件、同一回路的不同接点的导线间距离应保持一致。

⑨ 一个电气元件接线端子上的连接导线不得多于两根,每节接线端子板上的连接导线一般只允许连接一根。

⑩ 所有与板外电器连接的导线均应通过板下的端子排对应连接。

1.2.3 电气线路检测方法

(1) 自检

① 核查线路

按电路图或接线图从电源端开始,逐段核对接线及接线端子处是否正确,有无漏接、错接等现象。检查导线接点是否符合要求,压接是否牢固。接触应良好,以免带负载运行时产生闪弧、发热的现象。

② 检查线路的通断情况

检查时,应选用万用表较低倍率的电阻挡,并进行校零,以防短路故障的发生。对控制电路进行检查时(可断开主电路),将表棒分别搭在 U_{11} 、 V_{11} 线端上,读数应为“ ∞ ”。按下启动按钮时,读数应为接触器线圈的直流电阻值。然后断开控制电路再检查主电路有无开路或短路现象,此时可用手动来代替接触器通电进行检查。

③ 绝缘电阻检测

用兆欧表检测线路的绝缘电阻不应小于 $1M\Omega$ 。

(2) 通电试车

① 通电试车前,必须征得指导教师同意,由教师接通三相电源 L_1 、 L_2 、 L_3 ,并在现场监护。学生合上电源开关 QS 后,用测电笔检查熔断器出线端,氖管亮说明电源接通。按下启动按钮 SB,观察接触器情况是否正常,是否符合线路功能要求;观察电气元件动作是否灵活,有无卡阻及噪声过大等现象;观察电动机运行是否正常等。但不得对线路接线进行带电检查。观察过程中,若有异常现象应马上停车。当电动机运转平稳后,用钳形电流表测量三相电流是否平衡。

② 以通电后电路一切运行正常为试车成功,否则必须重新检查,直到正常为止。计算通电检查次数,作为评分的依据。

③ 出现故障后,学生应独立进行检修。若需带电进行检查,则教师必须在现场监护。检修完毕后,如需再次试车,也应该有教师监护,并做好记录。

④ 通电试车完毕,停机、切断电源;待电动机停转后,先拆除三相电源线,再拆除电动机接线。

1.3 实训工具、仪表及器材

1. 工具:一字及十字螺丝刀、测电笔、尖嘴钳、剥线钳、钢丝钳等。
2. 仪表:5050 型兆欧表、T301—A 型钳形电流表、MF30 型万用表。
3. 器材:见表 1.1。

表 1.1 三相异步电动机点动与连续运转控制线路电气元件明细表

序 号	代 号	名 称	型 号	规 格	数 量
1	M	三相异步电动机	JW6314	180W、380V、 Δ 接法、0.4A、1440r/min	1
2	QS	组合开关	HZ10-25/3	三极、25A	1
3	FU ₁	熔断器	RL1-15/3	500V、15A、配熔体 3A	3
4	FU ₂	熔断器	RL1-15/2	500V、15A、配熔体 2A	2
5	KM	接触器	CJ10-10	10A、线圈电压 380V	1
6	FR	热继电器	JR16-20/3	热元件整定电流 0.4A	1
7	SB ₁ ~ SB ₃	按钮	LA10-3H	保护式、380V、5A、按钮数 3 位	1
8	XT	接线端子排	JX2-1015	380V、10A、15 节	1
9		主电路导线	BVV-1.5	铜芯 BVV-1.5mm ²	若干
10		控制电路导线	BVV-1.0	铜芯 BVV-1mm ²	若干
11		接地线	BVV-1.5	铜芯 BVV-1.5mm ² (黄绿双色)	若干
12		木螺钉		$\Phi 5 \times 15\text{mm}$; $\Phi 5 \times 25\text{mm}$	若干
13		木板		600mm $\times$ 500mm $\times$ 20mm	1

1.4 元件安装图

实训电路板元件布置如图 1.1 所示。

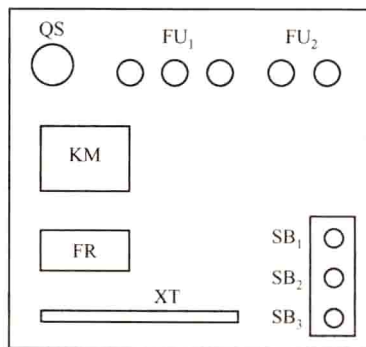


图 1.1 电路板元件布置



1.5 实训电路与原理

1. 三相异步电动机点动与连续运转控制线路如图 1.2 所示。

2. 电路的控制原理

接通电源,合上 QS:

(1) 电动机的连续工作

当按下按钮 SB_2 时 $\rightarrow$ KM 线圈得电 $\left\{ \begin{array}{l} \text{其动合辅助触点闭合形成自锁} \\ \text{其主触点闭合} \rightarrow \text{实现电动机的连续工作} \end{array} \right.$

(2) 电动机的点动工作

当按下按钮 SB_3 时 $\rightarrow$ 其动断触点先断开,动合触点再闭合 $\rightarrow$ KM 线圈得电 $\rightarrow$ KM 的动合主触点和辅助触点闭合,但是由于没有形成自锁,因此只能实现点动功能。

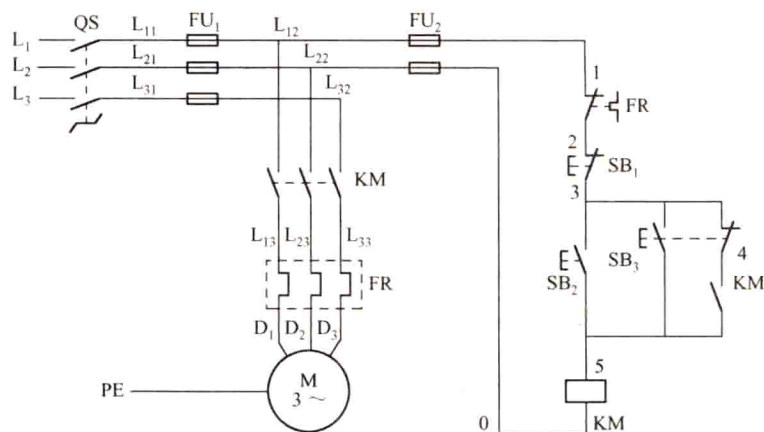


图 1.2 三相异步电动机点动与连续运转控制线路

1.6 实训步骤

1. 根据原理图,设计并画出安装图,作为接线安装的依据。
2. 根据实训电路选配元件的规格,并清点检查各个元件是否完好无损。
3. 安装接线:一般先接好主电路并作检测后,再接控制电路。接线时要注意工艺要求。
4. 注意接地线的连接,把电路中所有电气设备不带电的金属外壳用接地线连接到接地端子上。
5. 检查电动机正常后接入电路。
6. 接线完毕,经检查无误,在教师的监护下接上三相电源并验电后方可通电试车。
7. 观察电路和电动机的运行情况,测量电流并做好记录。
8. 实训结束后清点工具,整理好现场。



1.7 注意事项

1. 各个元件的安装位置要适当,安装要牢固,排列要整齐。
2. 按钮使用规定:红色—停止控制;绿色—正转控制;黑色—点动控制。
3. 按钮、电动机等金属外壳都必须接地,采用黄绿双色线。
4. 主电路必须接入热继电器的热元件,才能实现电动机的过载保护控制。
5. 接线时,注意分清接触器和按钮的动开与动合触点,不能用错。
6. 接线完毕,必须先自行检查,确认无误方可要求通电。
7. 通电时必须要有老师在现场监护,做到安全文明生产。
8. 实训结束后,拆除接线,清点工具,整理好现场,板上元件不必拆下,以留待下次使用。

1.8 成绩评定(见表 1.2)

表 1.2 实训成绩评定表

项目内容	配 分	评分标准	扣 分
电路元件检查及安装	25 分	(1)仪表使用不正确 每项扣 5 分 (2)电气元件检测不正确或漏检 每项扣 5 分 (3)电动机质量检查不正确或漏检 每项扣 5 分 (4)电路元件安装不合工艺要求 每项扣 5 分	
电路接线	40 分	(1)熔体规格配错或不合要求 每项扣 5 分 (2)热继电器未整定或整定错 每项扣 5 分 (3)元件、材料使用不当 每项扣 5 分 (4)接线工艺不合要求 每处扣 2 分 (5)漏接接地线 扣 10 分	
通电试车	35 分	(1)接线不正确,通电不成功 每次扣 15 分 (2)试车出现短路 每次扣 20 分	
安全、文明生产	违反的只作扣分处理	(1)违反安全文明生产规程 每次扣 10 分 (2)实训后不按要求整理好工位 扣 10 分	
工时:3 小时	超时部分按 5 分钟以内扣 5 分档计算,延时不超过 30 分钟		
备注	上述各项目中有配分的,累积扣分不应超出该项目的配分数		
实训开始时间		实训结束时间	
总得分		指导老师	

1.9 拓展与提高

为了让学生更好地学会电路的检查方法,在上述实训电路完成后可以由指导老师提出一些问题或在实训电路板上设置一些故障让学生探讨解决。



1. 电动机只能点动,缺少连续工作的功能。
2. 按下启动按钮后电动机启动困难并伴有“嗡嗡”的声音。
3. 电动机启动、运转均正常,但工作几分钟后出现停机现象。

1.10 实训报告

1. 异步电动机点动与连续运转线路的运用场合。
2. 异步电动机点动与连续运转控制线路的工作过程。
3. 指出电路图中 FU、KM、FR 的保护功能。
4. 线路安装、接线和通电试验情况总结。
5. 分析回答“拓展与提高”中的三个故障的原因。
6. 通过本次实训,你有何收获?

实训 2

三相异步电动机的正反转控制线路

2.1 实训目的

1. 进一步熟悉三相异步电动机正反转的控制原理及动作过程分析。
2. 掌握使用按钮和接触器组成的双重联锁正反转控制线路的安装方法。
3. 掌握使用万用表对三相异步电动机正反转控制电路进行检测与维修的方法。

2.2 相关知识

机床电气线路板前线槽配线的工艺要求如下。

(1) 所有导线的截面积在等于或大于 0.5mm^2 时,必须采用软线。考虑机械强度的原因,所用导线的最小截面积,在控制箱外为 1mm^2 ,在控制箱内为 0.75mm^2 。

(2) 布线时,严禁损伤线芯和导线绝缘。

(3) 各电气元件接线端子引出导线的走向,以元件的水平中心线为界线,在水平中心线以上接线端子引出的导线,必须进入元件上面的走线槽;在水平中心线以下接线端子引出的导线,必须进入元件下面的走线槽。任何导线都不允许从水平方向进入走线槽内。

(4) 各电气元件接线端子上引出或引入的导线,除间距很小和元件机械强度很差时允许直接架空敷设外,其他导线必须经过走线槽进行连接。

(5) 进入走线槽内的导线要完全置于走线槽内,并应尽可能避免交叉,装线不要超过其容量的 70%,以便于能盖上线槽盖和装配及维修。

(6) 各电气元件与走线槽之间的外露导线,应走线合理,并尽可能做到横平竖直,变换走向要垂直。同一个元件上位置一致的端子和同型号电气元件中位置一致的端子上引出或引入的导线,要敷设在同一平面上,并应做到高低一致或前后一致,不得交叉。

(7) 所有接线端子、导线线头上都应套有与电路图上相应接点线点线号一致的编码套管,按接线号进行连接,连接必须牢靠,不得松动。

(8) 在任何情况下,导线不得于走线槽内连接,必须通过接线端子连接,接线端子必须与导线截面积和材料性质相适应。当接线端子不适合连接、为软线或较小截面积的软线时,可以在导线端头穿上针形或叉形轧头并压紧,也可以把导线端头打成羊眼圈在垫片下压紧。

(9) 一般一个接线端子只能连接一根导线,如果采用专门设计的端子,则可以连接两根导线。但导线的连接方式,必须是在工艺上成熟的各种方式,如夹紧、压接、焊接等,并应严



格按照连接工艺的工序要求进行。

2.3 实训工具、仪表及器材

1. 工具：一字及十字螺丝刀、测电笔、尖嘴钳、剥线钳、钢丝钳等。
2. 仪表：5050 型兆欧表、T301—A 型钳形电流表、MF30 型万用表。
3. 器材：见表 2.1，也可以在实训 1 中的电路板上加装一个接触器 KM_2 ，并且在板上装上塑料线槽。

表 2.1 三相异步电动机的正反转控制线路电气元件明细表

序 号	代 号	名 称	型 号	规 格	数 量
1	M	三相异步电动机	JW6314	180W、380V、 Δ 接法、0.4A、1440r/min	1
2	QS	组合开关	HZ10-25/3	三极、25A	1
3	FU ₁	熔断器	RL1-15/5	500V、15A、配熔体 5A	3
4	FU ₂	熔断器	RL1-15/2	500V、15A、配熔体 2A	2
5	KM ₁ 、KM ₂	接触器	CJ10-10	10A、线圈电压 380V	2
6	FR	热继电器	JR16-20/3	热元件整定电流 0.4A	1
7	SB ₁ ~ SB ₃	按钮	LA10-3H	保护式、380V、5A、按钮数 3 位	1
8	XT	接线端子排	JX2-1015	380V、10A、15 节	1
9		主电路导线	BVV-1.5	铜芯 BVV-1.5mm ²	若干
10		控制电路导线	BVR-1.0	铜芯 BVR-1mm ² 、(7×0.43mm)	若干
11		接地线	BVR-1.5	铜芯 BVR-1.5mm ² (黄绿双色)	若干
12		塑料线槽		18mm×25mm	若干
13		编码管		3 mm ²	若干

2.4 元件安装图

电路板元件和塑料线槽布置如图 2.1 所示。

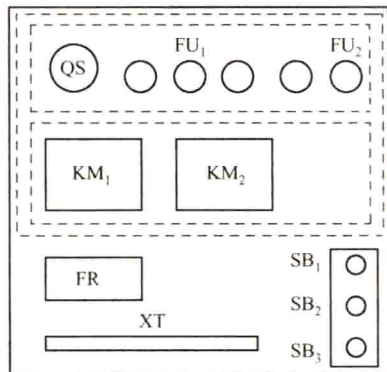


图 2.1 电路板元件和塑料线槽布置