

# 维修电工

## 技能实战训练

(高级)

主 编 杨学坤 邵争鸣



WUXIU DIANGONG  
JINENG SHIZHAN XUNLIAN



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

# 维修电工技能实战训练

## (高级)

主 编 杨学坤 邵争鸣  
副主编 刘建农 齐明琪  
参 编 周泽天 杨婷婷 薛 飞 杨亚会 宋 珏  
肖 剑 童剑波 黄建敏 徐兆龙  
顾 慧 吴小龙



机械工业出版社

本书依照《国家职业技能标准 维修电工》高级的技能知识要求设立训练项目,以任务驱动模式编写,以大量照片图、线条图、表格的形式讲述高级维修电工应掌握的技能知识,主要包括继电控制电路实战训练、自动控制电路实战训练、应用电子电路实战训练、自动控制电路检修实战训练4个单元,共22个任务。

本书可作为技工院校、职业院校电气维修、电气自动化、机电一体化等专业学生的实训用书,也可作为高级维修电工的培训用书,还可作为维修电工的自学用书。

## 图书在版编目(CIP)数据

维修电工技能实战训练:高级/杨学坤,邵争鸣主编. —北京:机械工业出版社,2013.2

ISBN 978-7-111-40816-1

I. ①维… II. ①杨…②邵… III. ①电工—维修—技工学校—教材  
IV. ①TM07

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第305646号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:陈玉芝 责任编辑:林运鑫

版式设计:霍永明 责任校对:樊钟英

封面设计:张静 责任印制:乔宇

北京瑞德印刷有限公司印刷(三河市胜利装订厂装订)

2013年2月第1版第1次印刷

184mm×260mm·20.25印张·498千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-40816-1

定价:39.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066 教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010)68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010)88379203 封面无防伪标均为盗版



温家宝总理说“千方百计增加就业是政府的重要责任”。就业问题一直是各国政府时刻高度关注的重要问题。在中国，就业问题显得尤其重要，已成为目前社会最为关注的焦点问题之一。而就业往往与技能是紧密联系的，掌握一门过硬的专业技能，在劳动力市场无疑会为就业者提供很重的就业砝码。

对技工院校、职业院校而言，如何使学生能快速地掌握维修电工所具备的技能，各级维修电工究竟实训哪些内容，一直是编者长期思考与探索的问题。编者在多年的理论和实践教学过程中，也一直寻觅着一种教材：它能一步一步、图文并茂、生动有趣、符合标准规范、遵循人类经验传承规律，规范各级维修电工实训内容，能教会学生掌握各级维修电工的各种技能，但却无果而终。本教材就是在这种背景下、按这种思维进行编写的。

为实现这一思想，本教材依据中华人民共和国人力资源和社会保障部 2009 年修订的《国家职业技能标准 维修电工》的要求，选取了一些重点的、有代表性的、可操作性强的技能要求和知识要点，采用任务驱动模式进行了编写。本教材在编写过程中，贯彻了“简明、实用、够用”的原则，在理论够用的前提下，强化技能，以体现“以就业为导向，以能力为本位，以应用为目的”的职教理念。

本教材的主要特色有：

- 1) 紧扣国家职业技能标准，内容全面、系统，目标明确、具体。
- 2) 强化技能训练，满足维修电工岗位“应知”、“应会”的需要。
- 3) 采用任务驱动模式，以能力为本位，采用知识、技能、态度为框架的能力本位教学评价体系。
- 4) 使用线条图、实物照片图和表格等多种形式将各知识要点、步骤生动地展示出来，力求给学生营造一个更加直观的认知环境。
- 5) 内容安排上循序渐进，符合学生心理特征和认知及技能养成规律，遵循设趣、激趣、诱趣、扩趣过程，激发学生的学习热情。
- 6) 实训内容上，吸取了企业维修电工实际工作经验，操作性强，符合工艺安装要求，遵循人类经验传承的规律。
- 7) 在初、中级教材的基础上，本教材强化了 PLC、变频器部分的实训内容，符合当今科学技术发展的趋势。

本教材由杨学坤、邵争鸣任主编，刘建农、齐明琪任副主编，周泽天、杨婷婷、薛飞、杨亚会、宋珏、肖剑、童剑波、黄建敏、徐兆龙、顾慧、吴小龙参加编写。其中，单元一由

杨学坤、刘建农、周泽天、杨婷婷、邵争鸣编写，单元二由周泽天、杨婷婷、宋珏、齐明琪、吴小龙编写，单元三由薛飞、童剑波、肖剑、顾慧编写；单元四由刘建农、杨亚会、杨学坤、黄建敏、徐兆龙编写。

由于维修电工所涉及的知识面较广，加之编者的水平有限，时间仓促，所以在编写中难免有遗漏和错误之处，恳请院校师生和广大读者提出宝贵意见，不胜感谢！

编 者



## 前言

|                                    |     |
|------------------------------------|-----|
| <b>单元一 继电控制电路实战训练</b>              | 1   |
| 任务一 三相交流异步电动机Y-Δ减压起动带反接制动控制电路的安装   | 1   |
| 任务二 三相交流异步电动机双重联锁正、反转起动能耗制动控制电路的安装 | 15  |
| 任务三 三相交流双速异步电动机自动变速控制电路的安装         | 28  |
| <b>单元二 自动控制电路实战训练</b>              | 42  |
| 任务四 Y-Δ起动带能耗制动的 PLC 控制电路的安装调试      | 42  |
| 任务五 双重联锁正、反转起动反接制动 PLC 控制电路的安装调试   | 61  |
| 任务六 红绿灯 PLC 控制电路的安装调试              | 77  |
| 任务七 七段码 PLC 控制电路的安装调试              | 90  |
| 任务八 天塔之光 PLC 控制电路的安装调试             | 105 |
| 任务九 用 PLC 控制四台电动机顺序起动逆序停止控制电路的安装调试 | 120 |
| 任务十 机械手 PLC 控制电路的安装与调试             | 136 |
| 任务十一 用变频器控制一台电动机连续运转电路的安装调试        | 153 |
| 任务十二 用变频器控制一台电动机两地正、反转控制电路的安装调试    | 163 |
| 任务十三 用 PLC-变频器控制电动机的三段速运转电路的安装调试   | 174 |
| <b>单元三 应用电子电路实战训练</b>              | 189 |
| 任务十四 信号发生器、双踪示波器的使用                | 189 |
| 任务十五 声控电路的安装调试                     | 202 |
| 任务十六 单相可控调压电路的安装调试                 | 215 |
| 任务十七 红外线遥控电路的安装调试                  | 227 |
| 任务十八 三相桥式全控整流电路的安装调试               | 239 |
| 任务十九 阶梯波信号发生器的安装调试                 | 251 |
| <b>单元四 自动控制电路检修实战训练</b>            | 264 |
| 任务二十 X62W 型万能铣床电气控制电路的分析测绘         | 264 |
| 任务二十一 T68 型镗床电气控制电路的分析测绘           | 282 |
| 任务二十二 电梯常见故障分析与检修                  | 303 |
| <b>参考文献</b>                        | 315 |

# 单元一 继电控制电路实战训练

—

根据《国家职业技能标准 维修电工》中对高级维修电工的操作技能要求：通过培训使培训对象能够对新型与大型设备的复杂电气控制系统进行维修，能够按图安装、调试较复杂电路并能够按实际电路测绘，能够结合生产应用可编程序控制器等新技术。本单元将在中级任务的基础上，再进行一些较复杂继电控制电路的安装实训，以进一步贴近工厂机械电气设备的控制。

## 学习目标

- 会进行三相交流异步电动机Y- $\Delta$ 减压起动带反接制动控制电路的安装。
- 会进行三相交流异步电动机双重联锁正、反转起动能耗制动控制电路的安装。
- 会进行三相双速交流异步电动机自动变速控制电路的安装、调试。

## 任务一 三相交流异步电动机Y- $\Delta$ 减压起动带反接制动控制电路的安装

### 训练目标

- 根据控制要求会设计满足要求的正确的电路图。
- 根据控制要求会选择合适的元器件。
- 会正确安装三相交流异步电动机Y- $\Delta$ 减压起动带反接制动控制电路的安装。
- 会用万用表进行电路检查分析。



### 任务描述

在初、中级任务中，我们已经学习了继电控制电路的一些基本控制单元电路：自锁控制、联锁控制、位置控制、时间控制、顺序控制、速度控制等，在实际生产机械电气控制过程中，对异步电动机的控制经常会提出很多要求，控制电路也要复杂很多，但无论多么复杂的控制电路，都是由一些基本的控制单元组成的，本单元将引领大家来设计比较复杂的控制电路。首先，本任务是完成三相交流异步电动机Y- $\Delta$ 减压起动带反接制动控制电路的设计安装。



## 任务分析

本任务要实现三相交流异步电动机 $\text{Y}-\Delta$ 减压起动带反接制动控制电路的安装，首先应掌握如何实现电动机的 $\text{Y}-\Delta$ 减压起动，然后实现电动机的反接制动控制，进而正确设计绘制出其控制电路图，做到按图施工、按图安装、按图接线，并了解其组成，熟悉其工作原理。

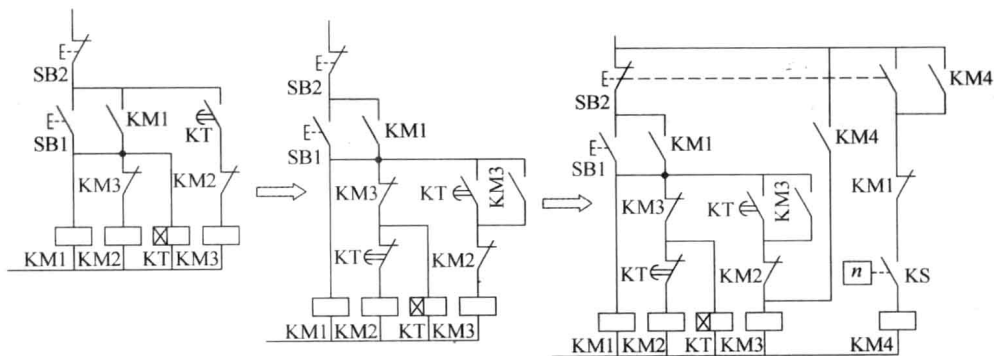
### 一、电路设计

#### 1. 主电路的设计

根据本任务的要求， $\text{Y}-\Delta$ 减压起动主电路可以用3个接触器来实现。其中，接触器 $\text{KM1}$ 控制电动机绕组的电源，接触器 $\text{KM2}$ 将电动机绕组接成 $\text{Y}$ 联结，接触器 $\text{KM3}$ 将电动机绕组接成 $\Delta$ 联结；再考虑到反接制动时需一个接触器 $\text{KM4}$ 将电源反接，所以主电路的控制需四个接触器，再加以必要的保护元件即可。

#### 2. 三相交流异步电动机 $\text{Y}-\Delta$ 减压起动控制电路的设计

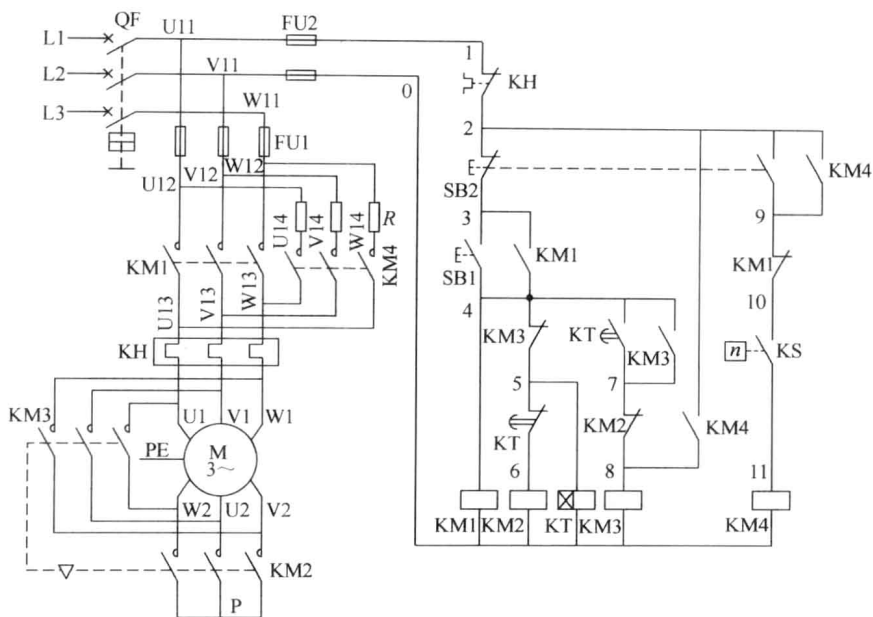
任何复杂的控制电路都是由基本的控制单元组成的， $\text{Y}-\Delta$ 减压起动的基本控制单元是由自锁和联锁电路再加以时间控制单元组成的。根据 $\text{Y}-\Delta$ 减压起动要求，按下起动按钮 $\text{SB1}$ 后， $\text{KM1}$ 、 $\text{KM2}$ 应吸合，将电动机接成 $\text{Y}$ 联结起动，同时时间继电器开始延时，延时一段时间后， $\text{KM3}$ 吸合将电动机接成 $\Delta$ 联结正常运行，考虑到 $\text{Y}-\Delta$ 间的联锁，所以还要加上联锁触头。



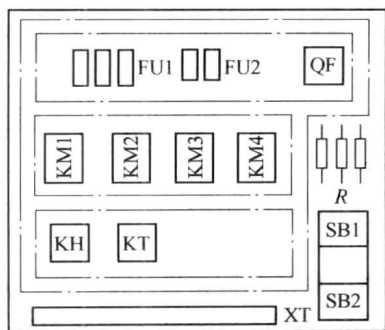
#### 3. 三相交流异步电动机反接制动停止控制电路的设计

要实现反接制动停止的功能，为保证电动机不反转，用速度继电器的常开辅助触头串联在 $\text{KM4}$ 的线圈电路中，制动时当电动机转速下降到一定转速时自动切断反接电源。同时考虑到正常运转电路切断时，反接制动才能开始，故需在 $\text{KM4}$ 线圈电路中再串入 $\text{KM1}$ 的常闭辅助触头。

## 二、三相交流异步电动机Y-Δ减压起动带反接制动控制电路图



电路图



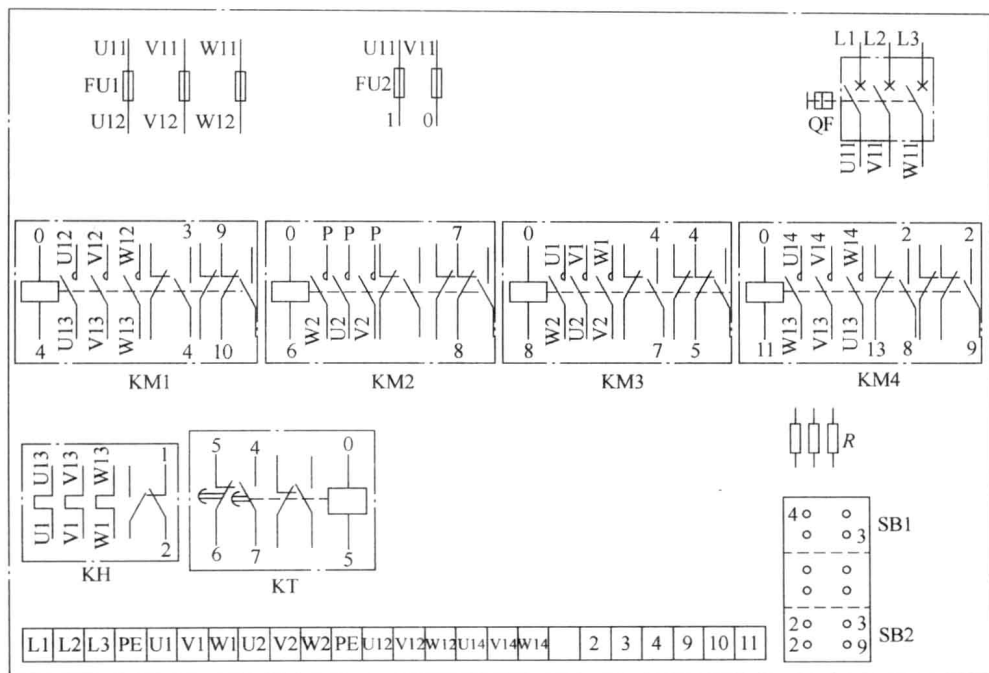
布置图



## 相关知识

## 一、继电控制电路设计的一般原则

- 1) 在满足生产对象、生产工艺要求的前提下,控制电路应力求简单、经济、合理。
- 2) 尽量选择典型环节和典型控制电路,根据各部分的联锁条件将其组合起来,综合成满足控制要求的完整的控制电路。
- 3) 要保证控制的可靠性和安全性,应操作和维修方便。



接线图

4) 在控制电路中,要有一定的安全保护措施。如:短路保护、过负荷保护、欠电压保护、限位保护等。

5) 在控制电路中,接触器或继电器线圈与操作电源应并联,不允许与操作电源串联。通常触头在上(左),线圈在下(右)。

6) 接通电源后,不按按钮时各电器应不动作。

## 二、控制电路设计的方法

电气控制电路的设计方法通常有经验法和逻辑设计法。我们常用的方法为经验法,所谓经验法就是根据生产机械的工艺要求选择适当的基本控制电路,再把它们综合地组成在一起。

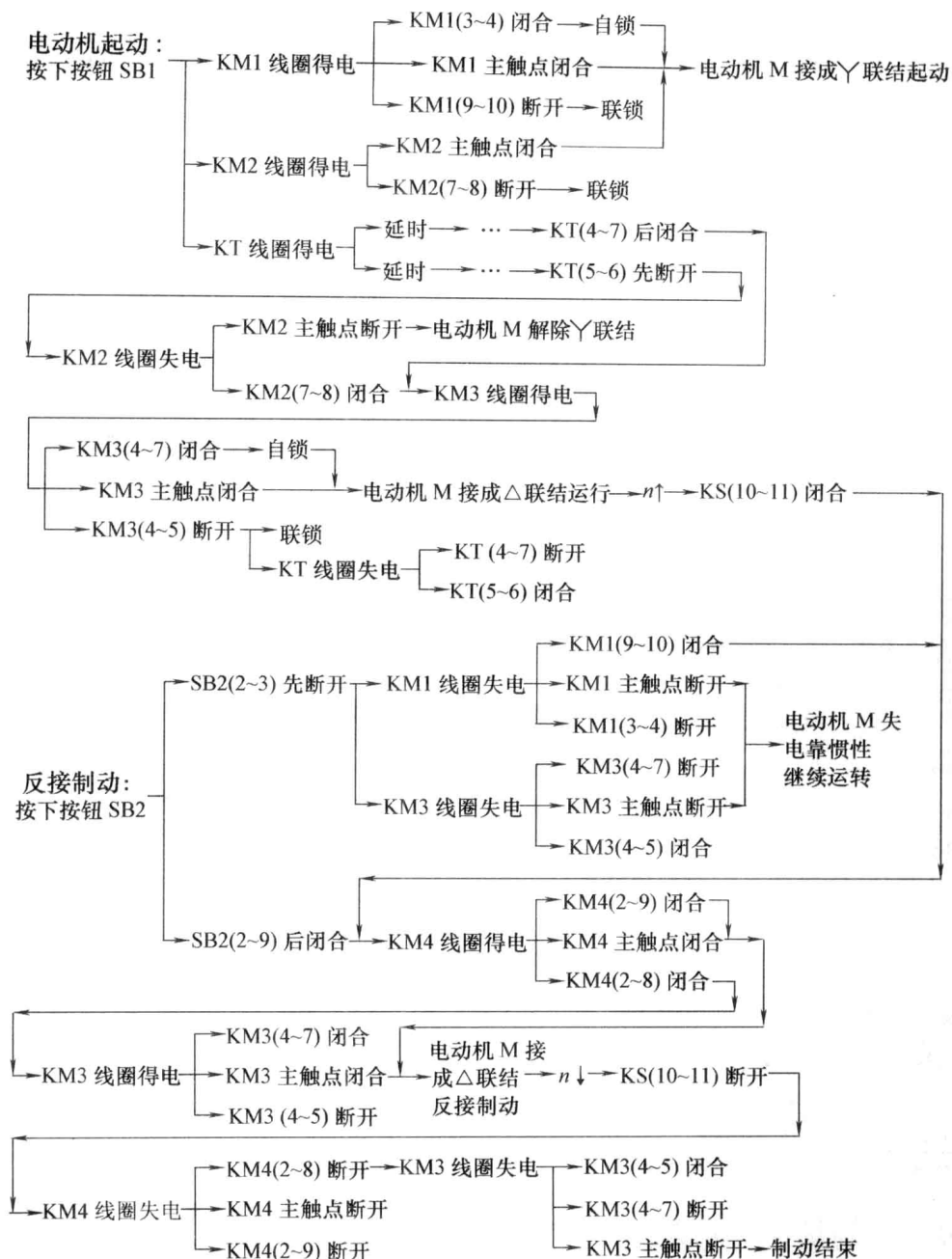
经验法的一般设计步骤为:

(1) 主电路设计 根据电动机的数量和对电动机的控制要求,确定接触器的数量和各自的作用,设计出必要的主电路。

(2) 控制电路设计 根据主电路的设计和控制要求,首先选择基本的控制单元,然后根据控制要求对电路进行修改完善,最后校核完成电路设计。

## 三、三相交流异步电动机Y-Δ减压起动带反接制动控制电路工作原理

三相交流异步电动机Y-Δ减压起动带反接制动控制电路工作原理如下:先合上低压断路器 QF,



## 任务实施

### 一、元器件选择

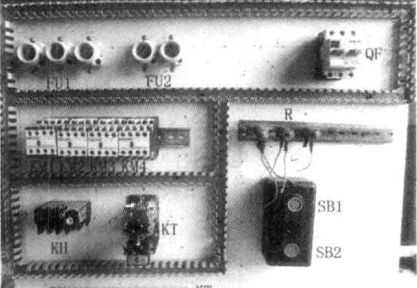
根据控制电动机的容量，选择合适容量、规格的元器件，并进行质量检查。

| 序号 | 元器件名称  | 型号、规格      | 数量 | 备注                 |
|----|--------|------------|----|--------------------|
| 1  | 螺旋式熔断器 | RL1-15     | 5  | 配熔体 15A 3 只，2A 2 只 |
| 2  | 低压断路器  | DZ108-20/3 | 1  |                    |

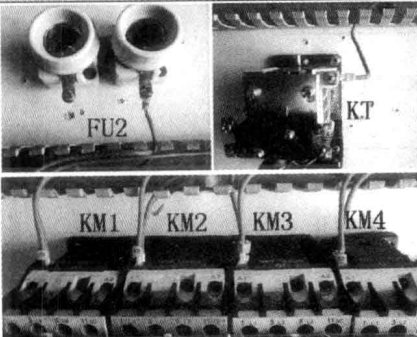
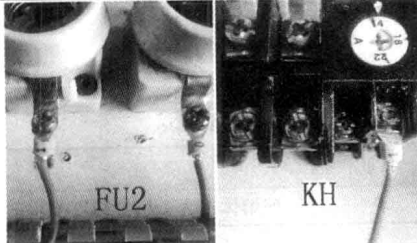
(续)

| 序号 | 元器件名称   | 型号、规格                   | 数量  | 备注            |
|----|---------|-------------------------|-----|---------------|
| 3  | 交流接触器   | CJX2-1210/380V          | 4   | 配 F4-22 辅助触头  |
| 4  | 热继电器    | JR36-20                 | 1   |               |
| 5  | 时间继电器   | JS7-2A                  | 1   |               |
| 6  | 按钮      | LA4-3H                  | 1   |               |
| 7  | 电阻      | RX20-16 5.1Ω            | 3   |               |
| 8  | 塑料导线    | BVR-1mm <sup>2</sup>    | 20m | 控制电路用         |
| 9  | 塑料导线    | BVR-1.5mm <sup>2</sup>  | 50m | 主电路用          |
| 10 | 塑料导线    | BVR-0.75mm <sup>2</sup> | 3m  | 按钮用           |
| 11 | 接线端子排   | JX3-1012                | 2   |               |
| 12 | 三相异步电动机 | Y112M-4 4kW 8.8A        | 3   | 1440r/min △联结 |
| 13 | 接线板     | 700mm×550mm×30mm        | 1   |               |

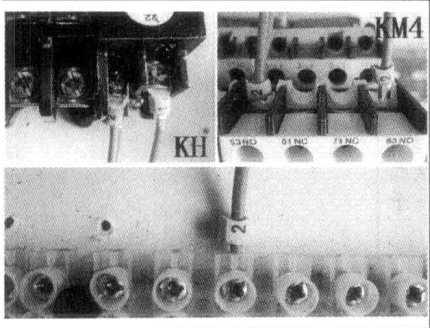
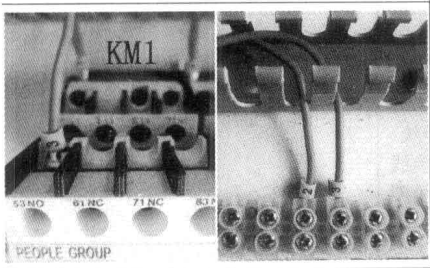
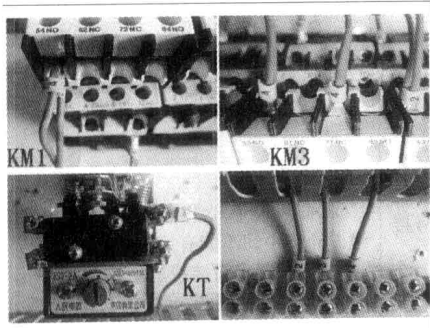
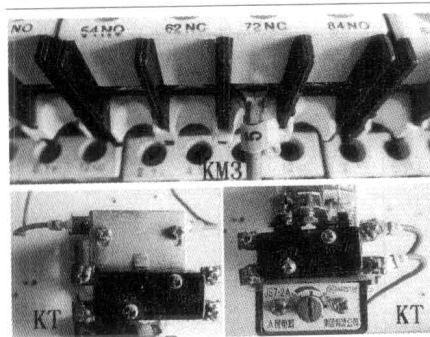
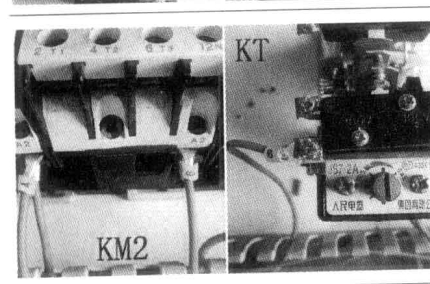
二、元器件安装

| 实训图片                                                                              | 操作方法                                        | 注意事项                                                                                                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>[安装元器件]：根据元器件布置图，将各元器件安装固定在接线板上各自的位置</p> | <p>① 元器件布置要整齐、匀称、合理，安装要牢固可靠</p> <p>② 固定木螺钉不能太紧，以免损坏元器件的安装固定脚</p> <p>③ 安装接触器前应先安装卡轨，接触器散热孔应垂直向上</p> <p>④ 布线槽的安装应端正牢固美观</p> |

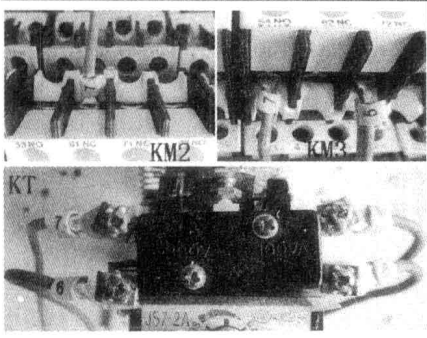
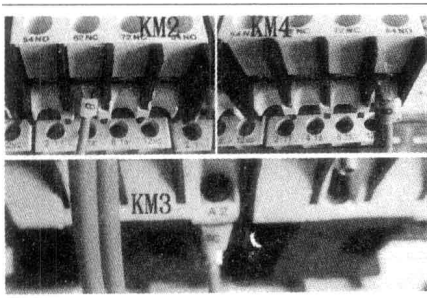
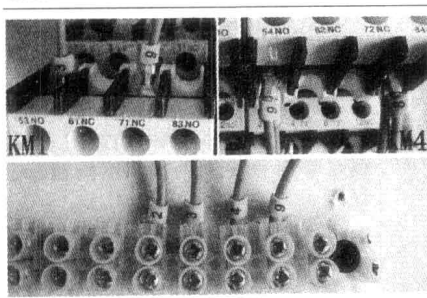
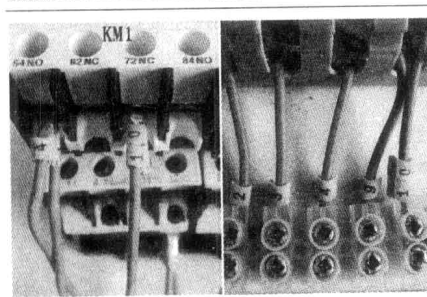
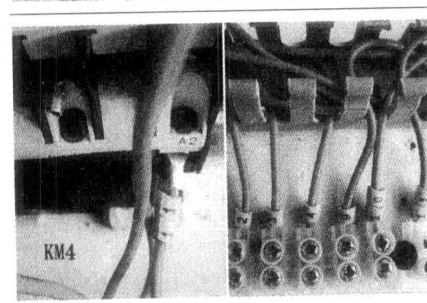
三、布线

| 实训图片                                                                               | 操作方法                                                                                                    | 注意事项                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>[布置 0 号线]：截取五段 1mm<sup>2</sup> 软导线，依次将第二个控制熔断器的上接线座与 KM1、KM2、KM3、KM4 的线圈 A1 接线座和 KT 线圈的一个接线座连接起来</p> | <p>① 布线前，先用布清除槽内的污物，使线槽内外清洁</p> <p>② 导线连接前应先做好线夹，线夹要压紧，使导线与线夹接触良好</p> <p>③ 线夹与接线座连接时，要压接良好；需垫片时，线夹要插入垫片之下</p> |
|  | <p>[布置 1 号线]：截取一段 1mm<sup>2</sup> 软导线，将其一端接于第一个控制熔断器的上接线座，另一端接于热继电器 KH 的 95 号接线座</p>                    |                                                                                                               |

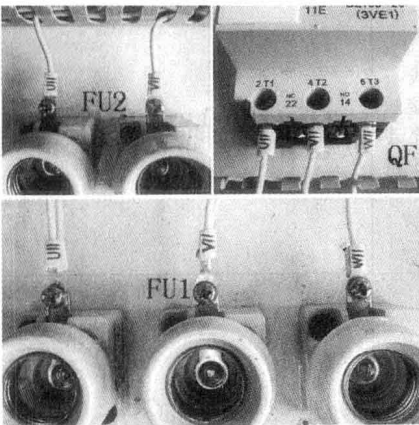
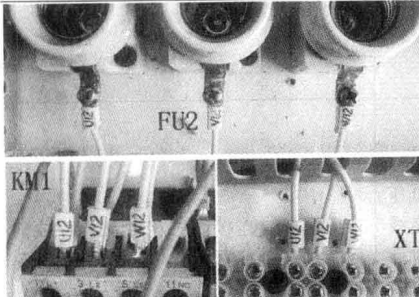
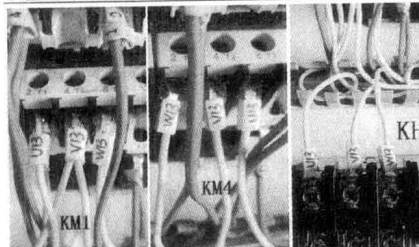
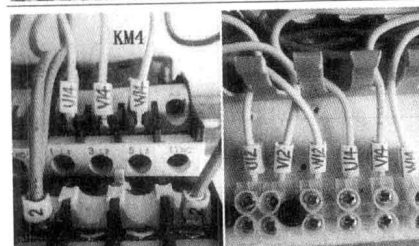
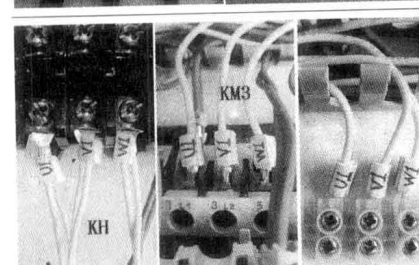
(续)

| 实训图片                                                                                | 操作方法                                                                                | 注意事项                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <p>[布置2号线]: 在热继电器KH的96号接线座上并联两根导线, 一根接于端子排2号接线座; 另一根接于KM4的53号接线座, 再并联KM4的83号接线座</p> |                                                                                                                                                                                                                                                  |
|    | <p>[布置3号线]: 用一段1mm<sup>2</sup>软导线, 将其一端接于KM1接触器的53号接线座, 另一端接于端子排3号接线座</p>           |                                                                                                                                                                                                                                                  |
|   | <p>[布置4号线]: KM1的54号→KT的一个常开延时触头接线座; KM1的54号→KM1的A2→KM3的53号→KM3的71号→端子排4号接线座</p>     | <p>① 两根软导线并接做线夹时, 导线线芯要绞合紧, 然后插入线夹孔内, 用工具夹紧</p> <p>② 线夹与线芯要接触良好, 不能露铜过长, 也不能压绝缘层</p> <p>③ 做线夹前要先套入编码套管, 且导线两端都必须套上编码套管; 编码套管上文字的方向一律从右看入; 编码套管标号要写清楚, 不能漏标、误标</p> <p>④ 导线与端子接线排连接时, 无需做线夹, 但要在线芯绞合紧, 与端子排连接要可靠、良好</p> <p>⑤ 线夹与接线座连接必须牢固、不能松动</p> |
|  | <p>[布置5号线]: 在KM3的72号接线座上接出两根软导线, 一根连接到KT的另一个线圈接线座, 另一根连接到KT的常闭延时断开接线座上</p>          |                                                                                                                                                                                                                                                  |
|  | <p>[布置6号线]: 用一根软导线, 一端连接到KT的另一个常闭延时断开接线座, 另一端连接到KM2的A2线圈接线座</p>                     |                                                                                                                                                                                                                                                  |

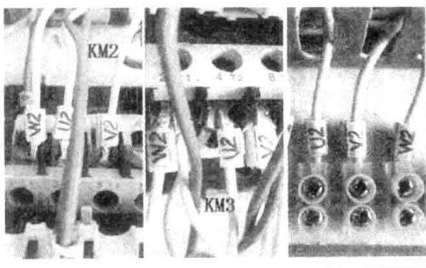
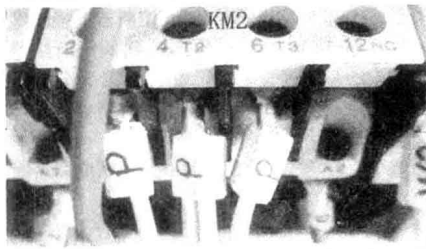
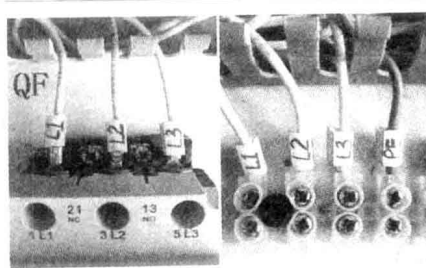
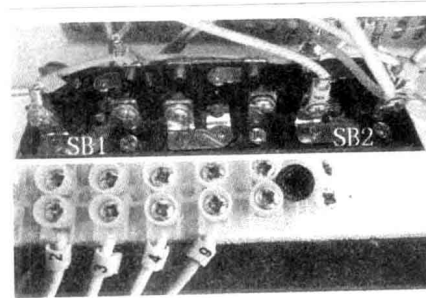
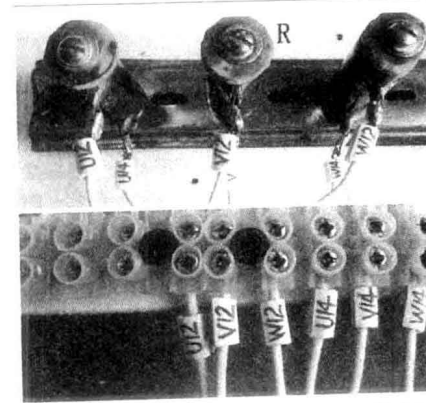
(续)

| 实训图片                                                                                | 操作方法                                                                                   | 注意事项                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <p>[布置7号线]: 在 KM2 的 61 号接线座上接出两根软导线, 一根连接到 KM3 的 54 号接线座, 另一根连接到 KT 的另一个常开延时闭合接线座上</p> |                                                                                                                                                                           |
|    | <p>[布置8号线]: 在 KM4 的 84 号接线座上接出两根软导线, 一根连接到 KM2 的 62 号接线座, 另一根连接到 KM3 的线圈 A2 号接线座上</p>  |                                                                                                                                                                           |
|   | <p>[布置9号线]: 在 KM4 的 54 号接线座上接出两根软导线, 一根连接到 KM1 的 71 号接线座, 另一根连接到端子排 9 号接线座上</p>        | <p>① 布线时不能损伤线芯和导线绝缘, 导线中间不能有接头<br/>② 各电器元件接线座上引入或引出的导线, 必须经过布线槽进行连接, 变换走向要垂直<br/>③ 与电器元件接线座连接的导线都不允许从水平方向进入走线槽内<br/>④ 进入布线槽内的导线要完全置于布线槽内, 并尽量避免交叉, 槽内导线数量不要超过其容量的 70%</p> |
|  | <p>[布置10号线]: 用一根软导线将 KM1 的 72 号接线座与端子排 10 号接线座连接起来</p>                                 |                                                                                                                                                                           |
|  | <p>[布置11号线]: 用一根软导线将 KM4 的 A2 号线圈接线座与端子排 11 号接线座连接起来</p>                               |                                                                                                                                                                           |

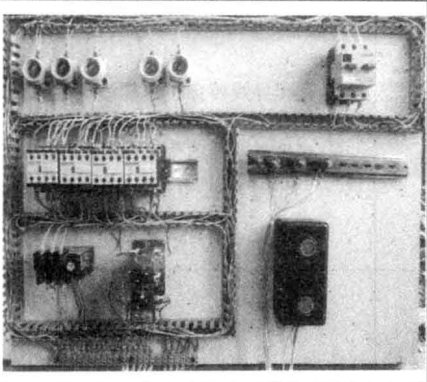
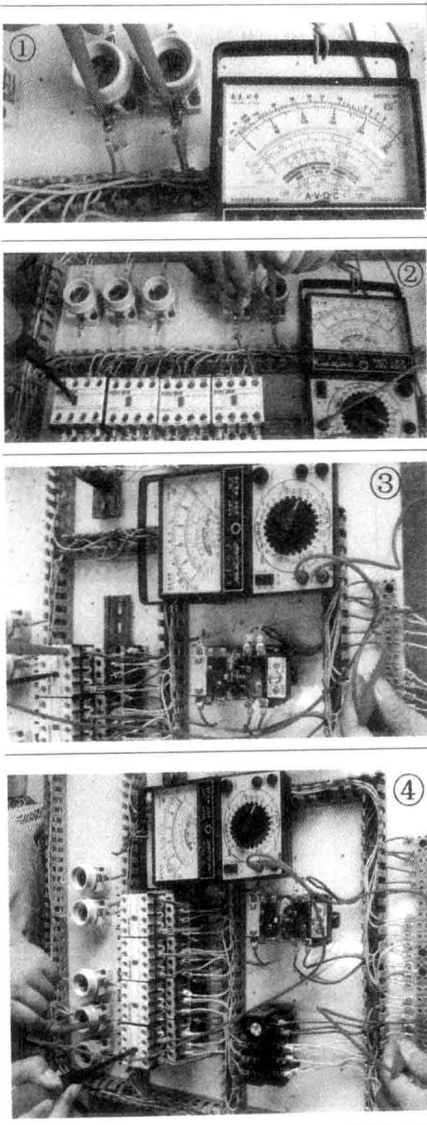
(续)

| 实训图片                                                                                | 操作方法                                                                                                | 注意事项                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <p>[布置 U11、V11、W11 号线]: U 相: 用软导线从左至右将第 1、4 熔断器下接线座连接起来, 然后再连接到低压断路器的 2T1 接线座; 同理连接 V 相、W 相</p>     | <p>① 导线连接时要从上到下, 一相一相连接或用分色导线连接, 以保证从左至右依次为 U、V、W 三相</p> <p>② V 相: 将第 2、5 熔断器下接线座连接起来, 然后再连接到低压断路器的 4T2 接线座; W 相: 将第 3 个熔断器下接线座连接到低压断路器的 6T3 接线座;</p> <p>③ 第 4、5 个熔断器为控制电路熔断器</p> <p>④ 主电路接线时前后相序要对应, 不能接错</p> |
|   | <p>[布置 U12、V12、W12 号线]: 用三根软导线将 1、2、3 熔断器的上接线座分别连接到 KM1 接触器 1L1、3L2、5L3 的接线座上, 再并联到端子排</p>          |                                                                                                                                                                                                                |
|  | <p>[布置 U13、V13、W13 号线]: 用六根软导线分别将 KM1、KM4 接触器 2T1、4T2、6T3 的接线座与 KH 热继电器的 1L1、3L2、5L3 的接线座分别连接起来</p> | <p>由 KM1 并联到 KM4 时要对调两个边相的相序</p>                                                                                                                                                                               |
|  | <p>[布置 U14、V14、W14 号线]: 用三根软导线分别将 KM4 接触器 1L1、3L2、5L3 的接线座连接到端子排对应位置</p>                            | <p>① 手写套管编码, 文字编号要书写清楚、端正, 大小一致; 套入的方向一律以从右看入为准</p>                                                                                                                                                            |
|  | <p>[布置 U1、V1、W1 号线]: 用六根软导线分别将热继电器 KH 的 2T1、4T2、6T3 接线座连接到 KM3 的 1L1、3L2、5L3 接线座和端子排对应位置</p>        | <p>② 导线连接到端子排时, 要根据接线图预先分配好导线在端子排上的位置</p>                                                                                                                                                                      |

(续)

| 实训图片                                                                                | 操作方法                                                                                                  | 注意事项                                                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <p>[布置 U2、V2、W2 号线]: 用六根软导线分别将 KM3 接触器的 2T1、4T2、6T3 接线座连接到 KM2 的 1L1、3L2、5L3 接线座和端子接线排对应位置</p>        | <p>连接到 KM3、KM2 的接线座的顺序从左至右为 W2、U2、V2</p>                                                                             |
|    | <p>[布置 P 号线]: 用两根软导线将 KM2 的 2T1、4T2、6T3 接线座并接起来</p>                                                   | <p>将电动机绕组接成 Y 联结</p>                                                                                                 |
|   | <p>[布置 L1、L2、L3 电源线]: 用三根软导线一端分别连接低压断路器的 1L1、3L2、5L3 接线座, 另一端分别与接线端子排连接, 并在接线端子排上将 2 个 PE 接线座并联起来</p> | <p>电源导线连接时三相电源相序要对应, 从左至右依次为 L1、L2、L3</p>                                                                            |
|  | <p>[布置按钮线]: 将端子排上 2、3 号线连接 SB2 常闭按钮; 2、9 号线连接 SB2 常开按钮; 3、4 号连接 SB1 常开按钮</p>                          | <p>① 由端子排引接到按钮的导线一定要穿过开关盒的接线孔<br/>② 导线连接前一定要穿入编码套管<br/>③ 与按钮接线座连接时, 用线夹进行连接</p>                                      |
|  | <p>[布置外接电阻线]: 用软导线将端子排的 U12、V12、W12; U14、V14、W14 分别连接到三个电阻的三个上接线座和三个下接线座</p>                          | <p>① 与电阻接线座连接时采用焊接形式; 焊接时焊接要牢固, 不能虚焊、脱焊<br/>② 与接线端子排接线座连接时, 线芯要绞合紧, 压接要良好、不反圈, 不压绝缘层<br/>③ 外部导线连接完后, 要用线扎将导线理顺扎紧</p> |

### 四、电路检查

| 实训图片                                                                               | 操作方法                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 注意事项                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | <p>[目测检查]: 根据电路图或接线图从电源端开始, 逐段检查核对线号是否正确, 有无漏接、错接, 线夹与接线座连接是否松动</p>                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|  | <p>[万用表检查]:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>① 万用表两表笔搭接 FU2 的 0、1 端, 按下 SB1, 万用表应指示一定的线圈阻值</li> <li>② 万用表两表笔搭接 FU2 的 0、1 端, 用工具按下 KM1, 万用表应指示一定的线圈阻值</li> <li>③ 万用表两表笔搭接 2、4 端, 用工具按下 KM4, 万用表应指示为“0”</li> <li>④ 万用表两表笔分别搭接 FU1 的 V12 端和端子排的 V12 端, 用工具按下 KM1, 万用表应指示为“0”; 同理, 测量其他几相主电路的情况</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>① 检查时要断开电源</li> <li>② 要检查导线接点是否符合要求、压接是否牢固</li> <li>③ 要注意接点接触是否良好, 以免运行时产生电弧</li> <li>④ 要用合适的电阻挡位, 并“调零”进行检查</li> <li>⑤ 检查时可用手或工具按下按钮或接触器时, 要用力按到底, 使常闭触头断开, 常开触头闭合; 检查联锁电路时, 要轻轻按下, 使常闭触头断开即可</li> <li>⑥ 电路检查后, 应盖上线槽板</li> </ol> |