

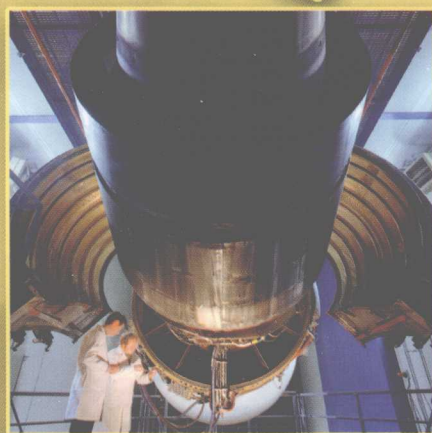
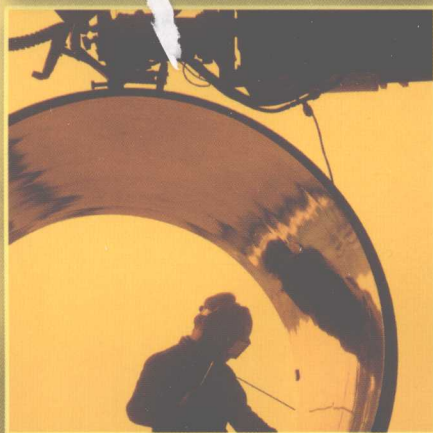
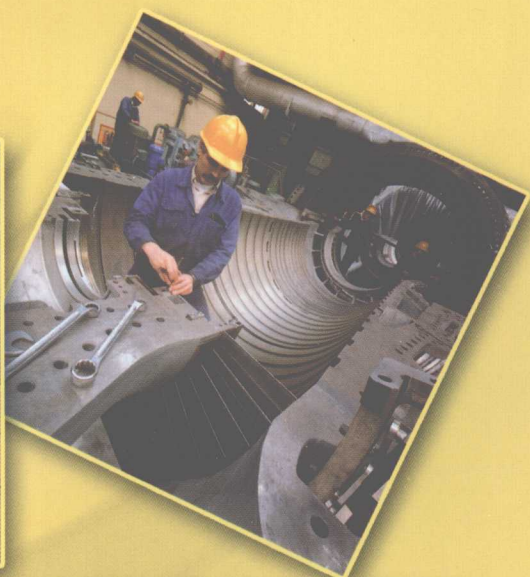


教育部重点职业院校教学改革规划教材

机床电气控制

(项目式教学)

周建清 主编
吴文龙 主审



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

教育部重点职业院校教学改革规划教材

机床电气控制(项目式教学)

主 编 周建清
副主编 王金娟 束 飞
参 编 王道林 徐建东
主 审 吴文龙



机械工业出版社

本书为教育部重点职业院校教学改革规划教材之一。全书分三个单元，由22个项目组成，主要内容有常用低压电器的识别、机床基本控制电路的安装与调试、PLC的硬件知识、常用软元件及梯形图编程、PLC控制系统的安装与调试、变频器的操作与参数设定、PLC变频器控制系统的安装与调试、常用机床电气控制电路的故障诊断等。

本书从职业院校学生的实际出发，以任务为引领，以生产实践为主线，采用项目化的形式，对机床电气控制的知识与技能进行重新建构，突出够用实用、做学合一。本书内容新颖，形式活泼，图文并茂，通俗易懂。

本书可作为职业技术学院电气类、机械类各专业的教材，也可以作为培训机构和企业的培训教材以及相关技术人员的参考用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

机床电气控制 (项目式教学)/周建清主编. —北京:机械工业出版社, 2008.2

教育部重点职业院校教学改革规划教材

ISBN 978-7-111-23525-5

I. 机… II. 周… III. 机床-电气控制-高等学校:技术学校-教材
IV. TG502.35

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 023692 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: 崔占军

责任编辑: 崔占军 版式设计: 霍永明 责任校对: 申春香

封面设计: 鞠 杨 责任印制: 李 妍

北京中兴印刷有限公司印刷

2008 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 21.5 印张 · 529 千字

0001—4000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-23525-5

定价: 32.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换
销售服务热线电话: (010) 68326294

购书热线电话: (010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话: (010) 88379201

封面无防伪标均为盗版

前 言

随着电子技术的迅速发展,可编程序控制器(PLC)、变频器与传统的继电器控制技术已融为一体,广泛应用于机床电气控制中。本教材以22个实训项目为载体,以项目化的形式介绍了这三部分内容。

在编写过程中,编者认真总结了多年来的教学和课程改革经验,从学生的实际及企业的需求出发,立足能力培养、技术应用的人才培养目标,将原来的老师教、学生学转变为学生自己做、自己学。本教材具有以下几个特点:

1. 教材遵循学生的认知规律,打破传统的学科课程体系,坚持以任务为引领,以学生的行为为导向,采取项目化的形式对机床电气控制技术进行重新建构。教材突出技能的培养和职业习惯的养成,力求做到学做合一,理论与实践一体。

2. 教材以就业为导向,坚持“够用、实用、会用”的原则,以操作表格代替繁琐抽象的原理,吸收了新产品、新知识、新工艺与新技能,重点培养学生的技术应用能力,帮助学生学会方法,养成习惯,更好地满足企业岗位的需要。

3. 教材图文并茂,尽可能使用图片和表格展示各个知识点与小任务,从而提高教材的可读性和可操作性。

本书由周建清担任主编。项目一~项目八、项目十六~项目十七由周建清编写,项目九~项目十五由王金娟编写,项目十八、项目二十一由王道林编写,项目十九、项目二十及项目二十二由束飞编写,附录由徐建东编写。有*号的项目为选学内容。

本书由常州市特级教师吴文龙主审,同时在编写过程中也得到江苏省武进职教中心领导和课改小组成员的大力支持与帮助,他们对本书提出了许多宝贵的意见,在此表示衷心的感谢!

由于编者水平有限,书中难免有错漏之处,恳请读者批评指正。

编 者

2007年8月

后 记

目 录

前言

第一单元 基本控制电路的安装与调试

项目一	点动正转控制电路的安装与调试	1
项目二	具有过载保护的接触器自锁正转控制电路的安装与调试	18
项目三	接触器联锁的正反转控制电路的安装与调试	30
项目四	工作台自动往返控制电路的安装与调试	40
项目五	Y— Δ 减压起动控制电路的安装与调试	52
项目六	双速电动机低速起动高速运转控制电路的安装与调试	70
项目七	单向运转反接制动控制电路的安装与调试	83

第二单元 PLC、变频器控制系统的安装与调试

项目八	三相异步电动机单向运转控制系统的安装与调试	93
项目九	丝杠传动机构的电动机控制系统的安装与调试	119
项目十	两电动机顺序起动控制系统的安装与调试	135
项目十一	三台电动机循环起停运转控制系统的安装与调试	150
项目十二	液压动力滑台进给控制系统的安装与调试	172
项目十三	流水线小车运行控制系统的安装与调试	191
* 项目十四	四台电动机循环动作控制系统的安装与调试	204
* 项目十五	Y— Δ 减压起动控制系统的安装与调试	219
项目十六	电动机正反转变频器控制系统的安装与调试	232
项目十七	电动机三速运行 PLC、变频器控制系统的安装与调试	247

第三单元 常用机床电气控制电路的故障诊断

项目十八	CA6140 型卧式车床电气控制电路的故障诊断	255
* 项目十九	Z3050 型摇臂钻床电气控制电路的故障诊断	265
项目二十	MA1420A 型万能外圆磨床电气控制电路的故障诊断	277
* 项目二十一	XA6132 型万能铣床电气控制电路的故障诊断	289
* 项目二十二	T68 型卧式镗床电气控制电路的故障诊断	302

附录

附录 A	常用电器、电机图形符号与文字符号	315
附录 B	FX _{1N} 系列 PLC 的规格	318
附录 C	FX _{1N} 系列 PLC 的一般软元件	321

附录 D	FX _{IN} 系列 PLC 的特殊软元件	322
附录 E	FX 系列 PLC 的指令列表	326
附录 F	三菱 FR-E540 型变频器的参数设定表	331
参考文献	336

第一单元 基本控制电路的安装与调试

项目一 点动正转控制电路的安装与调试

一、学习目标

1. 会识别、使用 RL1-15 型螺旋式熔断器、GJT1-10 型交流接触器和 LA4-3H 型按钮。
2. 会识读点动正转控制电路图和接线图，并能说出电路的动作程序。
3. 会板前布线，能根据电路图正确安装与调试点动正转控制电路。

二、学习任务

1. 项目任务

本项目的任务是安装与调试点动正转控制电路。要求电路具有电动机点动运转控制功能，即按下起动按钮，电动机运转；松开起动按钮，电动机停转。

2. 任务流程图

具体的学习任务及学习过程如图 1-1 所示。

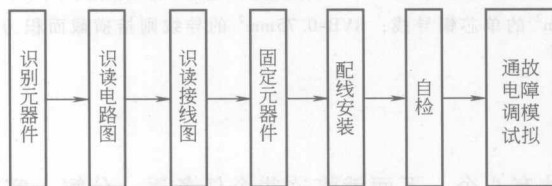


图 1-1 任务流程图

三、环境设备

学习所需工具、设备见表 1-1。

表 1-1 工具、设备清单

序号	分类	名称	型号规格	数量	单位	备注
1	工具	常用电工工具		1	套	
2		万用表	MF47	1	只	
3	设备	熔断器	RL1-15	5	只	

(续)

序号	分类	名称	型号规格	数量	单位	备注
4		熔管	5A	3	只	
			2A	2	只	
5		交流接触器	CJT1-10,380V	1	只	
6		按钮	LA4-3H	1	只	
7		三相笼型异步电动机	0.75kW,380V, Y联结	1	台	
8		接线端子	TD-1520	1	只	
9		安装铁板	600mm × 700mm	1	块	
10		三相电源插头	16A	1	只	
11		消耗材料	铜导线	BV-1.5mm ²	6	m
12	BV-1.5mm ²			2	m	双色
13	BV-1.0mm ²			3	m	
14	BVR-0.75mm ²			2	m	
15	紧固件		M4 × 20 螺钉	若干	只	
16			M4 螺母	若干	只	
17			φ4mm 垫圈	若干	只	
18	编码管		φ1.5mm	若干	m	
19	编码笔		小号	1	支	

注：导线规格中的 BV 是单芯铜导线的代号；BVR 是橡胶塑料绝缘铜软线的代号。例如，规格为 BV-1.5mm² 的导线是指横截面积为 1.5mm² 的单芯铜导线；BVR-0.75mm² 的导线则指横截面积为 0.75mm² 的橡胶塑料绝缘铜软线。

四、学习过程

本项目的学习任务共有八个。下面就将这些个任务逐一分解、实施，逐点学习，最终完成整个项目任务。

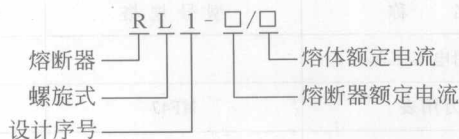
1. 识别元器件

(1) 识别 RL1-15 型熔断器

1) 阅读产品使用说明。图 1-2 所示为 RL1 系列螺旋式熔断器的外形图。

① 用途。RL1 系列熔断器适用于交流额定电压至 500V、额定电流至 200A 的电路中，在控制箱、配电屏和机床设备的电路中，主要作短路保护之用。

② 型号及其含义。RL1 系列螺旋式熔断器的型号及其含义如下：



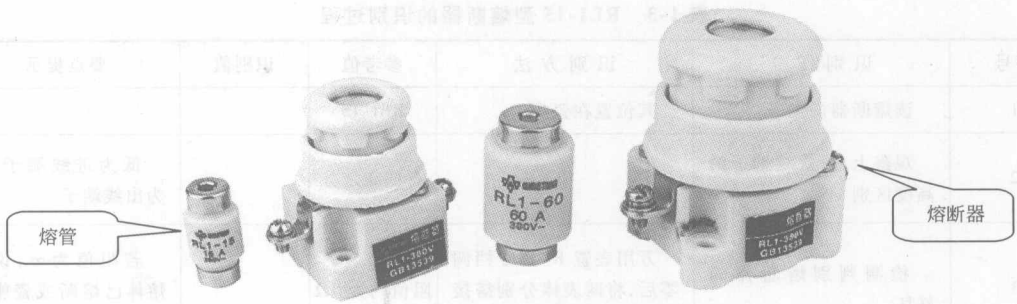


图 1-2 RL1 系列螺旋式熔断器

③ 主要技术参数。RL1 熔断器的主要技术参数见表 1-2。

表 1-2 RL1 系列熔断器的主要技术参数

熔断器额定电压/V	熔断器额定电流/A	熔体额定电流/A	极限分断能力/kA
500	15	2、4、6、10、15	2
	60	20、25、30、35、40、50、60	3.5
	100	60、80、100	20
	200	100、125、150、200	50

④ 结构与符号。如图 1-3 所示，螺旋式熔断器由瓷帽、熔管、瓷套、上接线端子、下接线端子及瓷座组成。当电路发生短路或通过熔断器的电流达到甚至超过规定电流值时，熔管中的熔体熔断，从而分断电路，起到保护作用。其文字符号与图形符号如图 1-3b 所示。

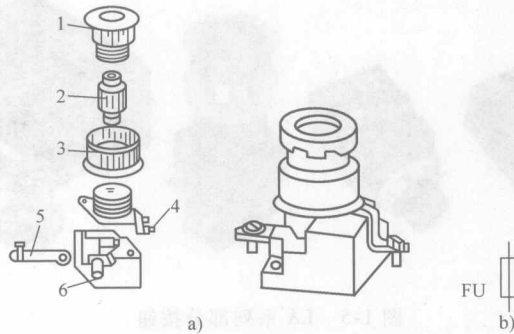


图 1-3 螺旋式熔断器的结构与符号

a) 结构图 b) 符号

1—瓷帽 2—熔管 3—瓷套 4—上接线端子 5—下接线端子 6—瓷座

2) 识别过程。阅读图 1-4 后，按照表 1-3 识别 RL1-15 型熔断器。

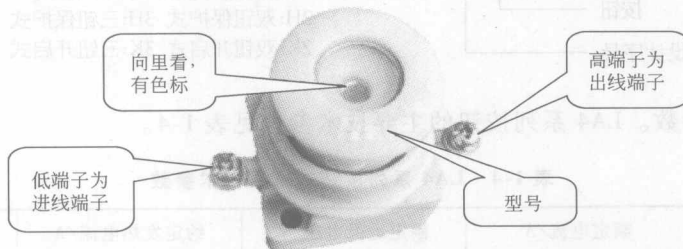


图 1-4 RL1-15 型螺旋式熔断器

表 1-3 RL1-15 型熔断器的识别过程

序号	识别任务	识别方法	参考值	识别值	要点提示
1	读熔断器的型号	其位置在瓷帽上	RL1-15		
2	观察上、下接线端子的高度区别		有低高之分		低为进线端子,高为出线端子
3	检测判别熔断器的好坏	万用表置 $R \times 1\Omega$ 档调零后,将两表棒分别搭接 FU 的上下接线端子	阻值约为 0Ω		若阻值为 ∞ ,说明熔体已熔断或瓷帽未旋好,造成接触不良
4	看熔管的色标	从瓷帽玻璃向里看	有色标		若色标已掉,说明熔体已熔断
5	读熔管的额定电流	旋下瓷帽,取出熔管	5A		

(2) 识别 LA4-3H 型按钮

1) 阅读产品使用说明。图 1-5 是 LA 系列部分按钮的外形图。

① 用途。LA4 系列按钮适用于交流 50Hz、额定工作电压至 380V,或直流工作电压至 220V 的工业控制电路中,在磁力起动器、接触器、继电器及其他电器线路中,主要作远程控制之用。

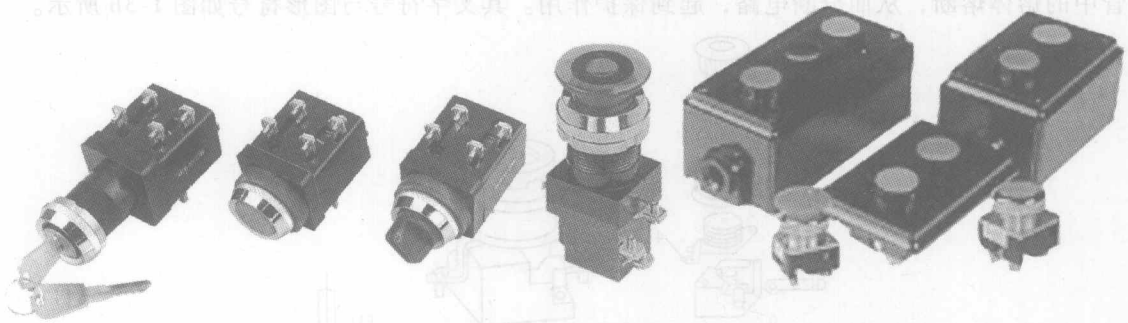
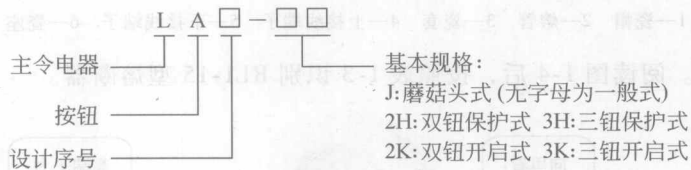


图 1-5 LA 系列部分按钮

② 型号及其含义。LA 系列按钮的型号及其含义如下:



③ 主要技术参数。LA4 系列按钮的主要技术参数见表 1-4。

表 1-4 LA4 系列按钮的主要技术参数

额定电压/V	额定电流/A	额定绝缘电压/V	约定发热电流/A	机械寿命
380	2.5	380	5	100 万次以上

④ 结构与符号。如图 1-6 所示,按钮一般由按钮帽、复位弹簧、桥式动触头、静触头和外壳等组成。当按钮未被按下时,其常开触头处于断开状态、常闭触头处于闭合状态;当按钮被按下时,其常开触头闭合、常闭触头断开。按钮符号如图 1-7 所示。

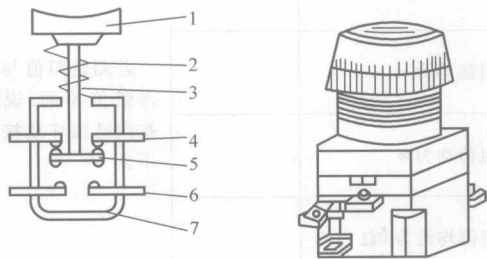


图 1-6 LA4 系列按钮的结构图

1—按钮帽 2—复位弹簧 3—支柱连杆 4—常闭静触头
5—桥式动触头 6—常开静触头 7—外壳

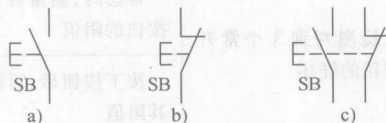


图 1-7 按钮的符号

a) 常开按钮 b) 常闭按钮 c) 复合按钮

2) 识别过程。阅读图 1-8 后,按照表 1-5 识别 LA4-3H 型按钮。

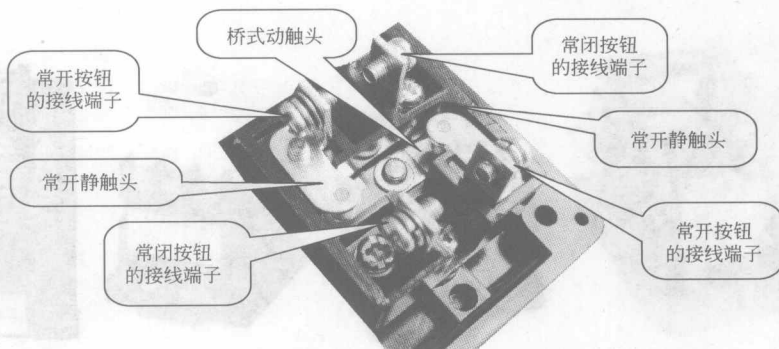


图 1-8 按钮的触头系统

表 1-5 LA4-3H 型按钮的识别过程

序号	识别任务	识别方法	参考值	识别值	要点提示
1	看 3 个按钮的颜色	看按钮帽的颜色	绿、黑、红		绿色、黑色为启动,红色为停止
2	逐一观察 3 个常闭按钮	先找到对角线上的接线端子	动触头闭合在常闭静触头上		
3	逐一观察 3 个常开按钮	先找到另一个对角线上的接线端子	动触头与静触头处于分断状态		
4	按下按钮,观察触头的动作情况	边按边看	常闭触头先断开,常开触头后闭合		动作顺序有先后
5	松开按钮,观察触头的复位情况	边松边看	常开触头先复位,常闭触头后复位		复位顺序有先后

序号	识别任务	识别方法	参考值	识别值	要点提示
6	检测判别 3 个常闭按钮的好坏	常态时,测量各常闭按钮的阻值	阻值均约为 0Ω		若测量阻值与参考阻值不同,说明按钮已损坏或接触不良
		按下按钮后,再测量其阻值	阻值均为 ∞		
7	检测判别 3 个常开按钮的好坏	常态时,测量各常开按钮的阻值	阻值均为 ∞		
		按下按钮后,再测量其阻值	阻值均约为 0Ω		

(3) 识别 CJT1-10 型交流接触器

1) 阅读产品使用说明。图 1-9 所示为 CJT1 系列接触器的外形图。

① 用途。CJT1 系列交流接触器主要用于交流 50Hz (或 60Hz), 额定工作电压至 380V 的电路中, 主要作接通和分断电路之用。

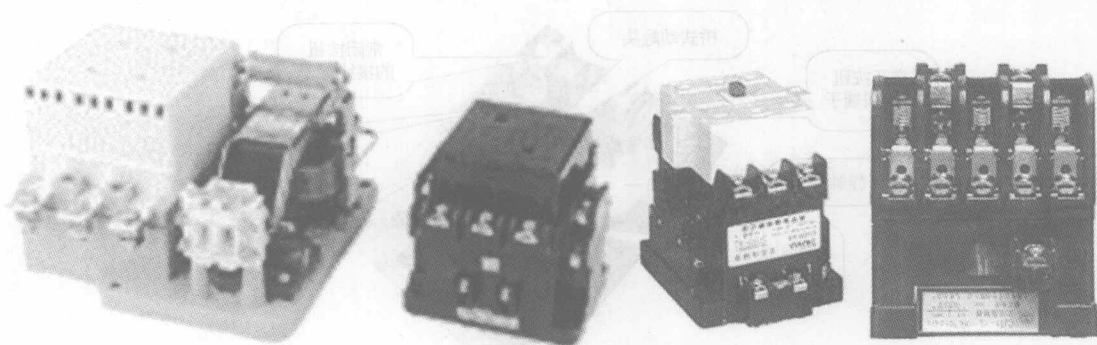
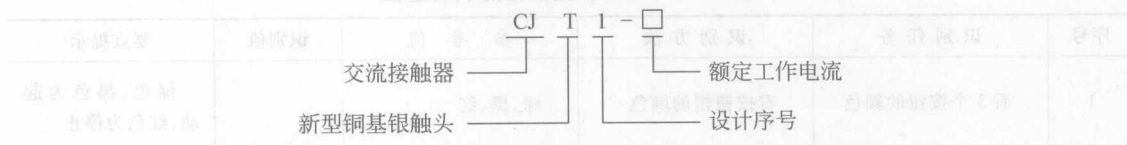


图 1-9 CJT1 系列部分接触器

② 型号及其含义。CJ 系列交流接触器的型号及其含义如下:



③ 主要技术参数。CJT1 系列交流接触器的主要技术参数见表 1-6。

表 1-6 CJT1 系列交流接触器的主要技术参数

线圈额定电压 U_c/V	额定电流/A	吸合电压	释放电压
36、110、127、220、380	10、20、60、100、150	$(85\% \sim 110\%) U_c$	$(20\% \sim 75\%) U_c$

④ 结构与符号。如图 1-10 所示, 交流接触器由触头系统、电磁系统、灭弧装置及辅助结构等部分组成。当接触器的线圈得电时, 其衔铁和铁心吸合, 从而带动其常闭触头断开、常开触头闭合; 当接触器的线圈失电时, 其衔铁和铁心释放, 从而带动其常开触头复位断开、常闭触头复位闭合。接触器的符号如图 1-11 所示。

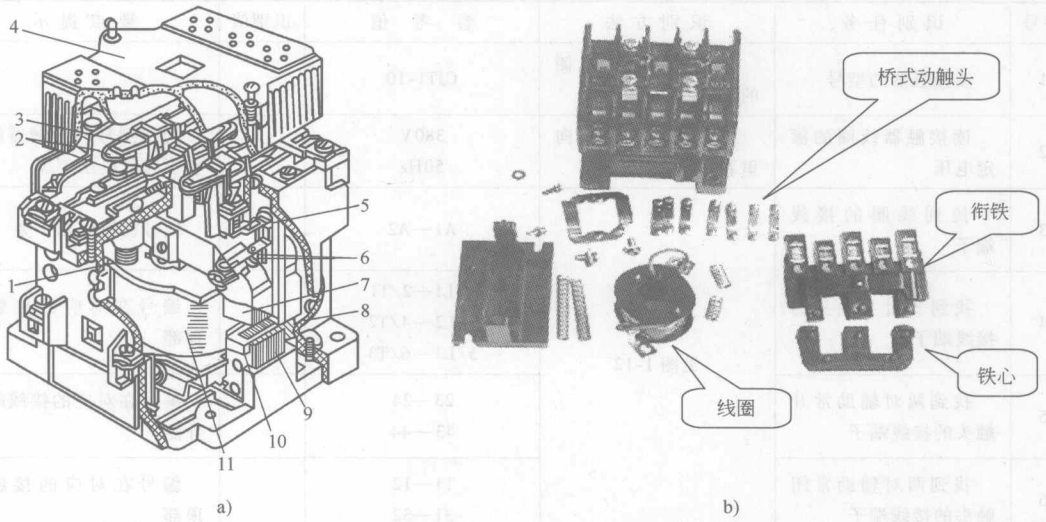


图 1-10 CJ 系列交流接触器的结构图

a) CJT1-20 型接触器的结构图 b) CJT1-10 型接触器的结构组成

- 1—反作用弹簧 2—主触头 3—触点压力弹簧 4—灭弧罩 5—辅助常闭触头 6—辅助常开触头
- 7—动铁心 8—缓冲弹簧 9—静铁心 10—短路环 11—线圈

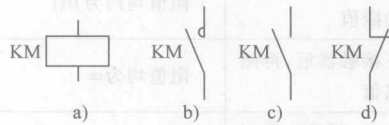


图 1-11 接触器的符号

a) 线圈 b) 主触头 c) 辅助常开触头 d) 辅助常闭触头

2) 识别过程。阅读图 1-12 后，按照表 1-7 识别 CJT1-10 型交流接触器。

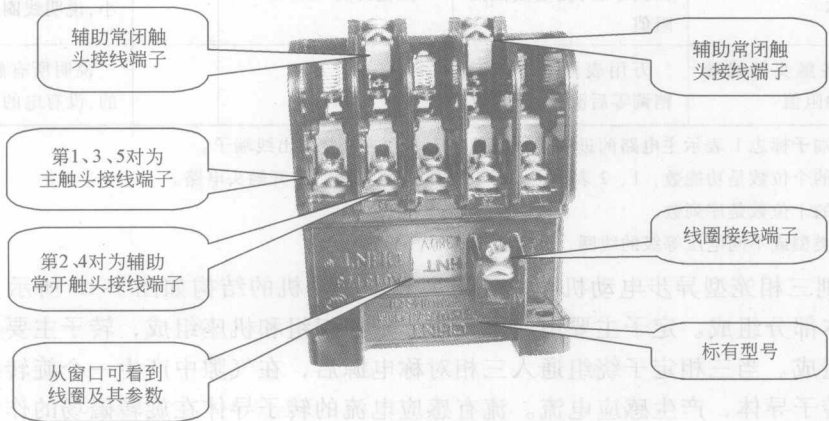


图 1-12 CJT1-10 型交流接触器

表 1-7 CJT1-10 型交流接触器的识别过程

序号	识别任务	识别方法	参考值	识别值	要点提示
1	读接触器的型号	读的位置在窗口侧的下方	CJT1-10		
2	读接触器线圈的额定电压	从接触器的窗口向里看	380V 50Hz		同一型号的接触器线圈有不同的电压等级
3	找到线圈的接线端子	见图 1-12	A1—A2		编号在接线端子旁
4	找到 3 对主触头的接线端子		1/L1—2/T1 3/L2—4/T2 5/L3—6/T3		编号在对应的接触器顶部
5	找到两对辅助常开触头的接线端子		23—24 43—44		编号在对应的接线端子外侧
6	找到两对辅助常闭触头的接线端子		11—12 31—32		编号在对应的接触器顶部
7	压下接触器,观察触头的吸合情况	边压边看	常闭触头先断开,常开触头后闭合		吸合时,常开常闭触头的动作顺序有先后
8	释放接触器,观察触头的复位情况	边放边看	常开触头先复位,常闭触头后复位		释放时,常闭常开触头的复位顺序也有先后
9	检测判别 2 对常闭触头的好坏	常态时,测量各常闭触头的阻值	阻值均为 0Ω		若测量阻值与参考阻值不同,说明触头已损坏或接触不良
		压下接触器后,再测量其阻值	阻值均为 ∞		
10	检测判别 5 对常开触头的好坏	常态时,测量各常开触头的阻值	阻值均为 ∞		
		压下接触器后,再测量其阻值	阻值均为 0Ω		
11	检测判别接触器线圈的好坏	万用表置 $R \times 100\Omega$ 档调零后,测量线圈的阻值	阻值约为 1800Ω		若测量阻值过大或过小,说明线圈已损坏
12	测量各触头接线端子之间的阻值	万用表置 $R \times 10k\Omega$ 档调零后测量	均为 ∞		说明所有触头都是独立的,没有电的直接联系

注: 1. 接线端子标志 L 表示主电路的进线端子, 标志 T 表示主电路的出线端子。

2. 标志的个位数是功能数, 1、2 表示常闭触头电路; 3、4 表示常开触头电路。

3. 标志的十位数是序列数。

4. 不同类型或不同电压等级的线圈, 其阻值不相等。

(4) 识别三相笼型异步电动机 三相笼型异步电动机的结构如图 1-13 所示, 由定子和转子两个基本部分组成。定子主要由定子铁心、定子绕组和机座组成, 转子主要由转子绕组和转子铁心组成。当三相定子绕组通入三相对称电源后, 在气隙中产生一个旋转磁场, 此旋转磁场切割转子导体, 产生感应电流。流有感应电流的转子导体在旋转磁场的作用下产生转矩, 使转子旋转。根据左手定则可判断出转子的旋转方向与旋转磁场的旋转方向相同。三相异步电动机的外形与符号如图 1-14 所示。

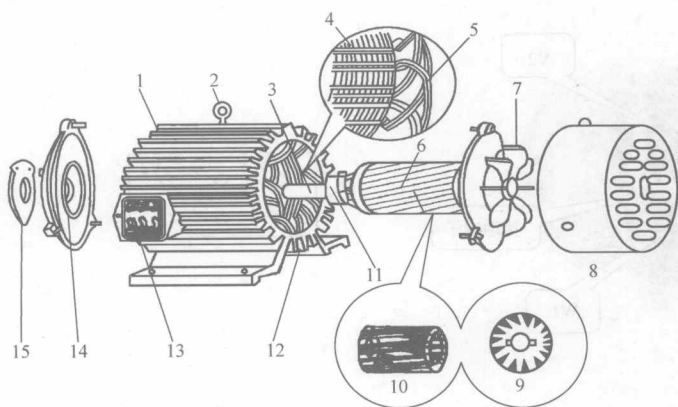


图 1-13 电动机的结构图

- 1—散热筋 2—吊环 3—转轴 4—定子铁心 5—定子绕组
6—转子 7—风扇 8—罩壳 9—转子铁心 10—笼型绕组
11—轴承 12—机座 13—接线盒 14—端盖 15—轴承盖

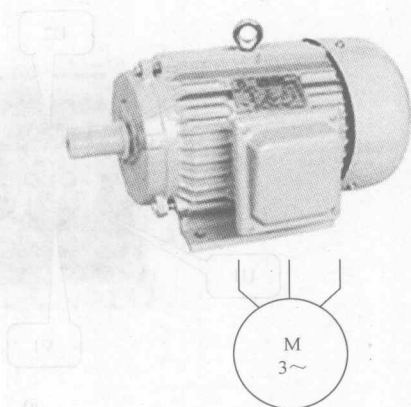


图 1-14 三相异步电动机的外形与符号

1) 识读电动机的铭牌。在三相异步电动机的机座上装有铭牌，铭牌上标有电动机的型号和主要技术数据，供使用时参考。如图 1-15 所示，电动机的额定功率为 0.75kW、额定电流为 2A、额定转速为 1390r/min、额定电压为 380V 及额定工作状态下的接法为 Y 联结。



图 1-15 某三相异步电动机的铭牌

2) 识读定子绕组的出线端子。拆下接线盒，可看到图 1-16 所示的三相对称定子绕组的出线端子，其编号分别为 U1—U2、V1—V2 与 W1—W2。根据铭牌要求，应将定子绕组连接成 Y 形，即 U2、V2 和 W2 短接，U1、V1 和 W1 接电压为 380V 的三相电源，如图 1-17 所示。

2. 识读电路图

机械设备电气控制电路常用电路图、接线图和布置图表示。其中，电路图是根据生产机械运动形式对电气控制系统要求，采用国家统一规定的电气图形符号和文字符号，按照电气设备和电气的工作顺序，详细表示电路、设备或成套装置的基本组成和连接关系。

点动正转控制电路如图 1-18 所示，它由电源电路、主电路和控制电路三部分组成。图中主电路在电源开关 QS 的出线端按相序依次编号为 U11、V11、W11，然后按从上至下、从左到右的顺序递增；控制电路的编号按“等电位”原则从上至下、从左到右的顺序依次从 1 开始递增编号。

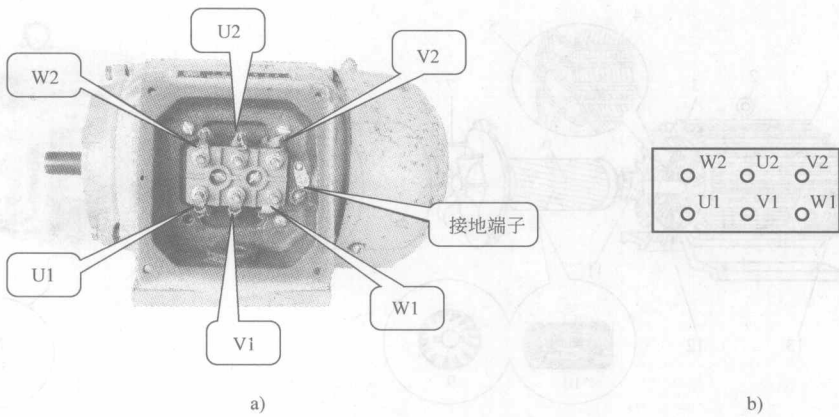


图 1-16 三相异步电动机的接线端子

a) 定子绕组的接线端子 b) 定子绕组的接线端子示意图

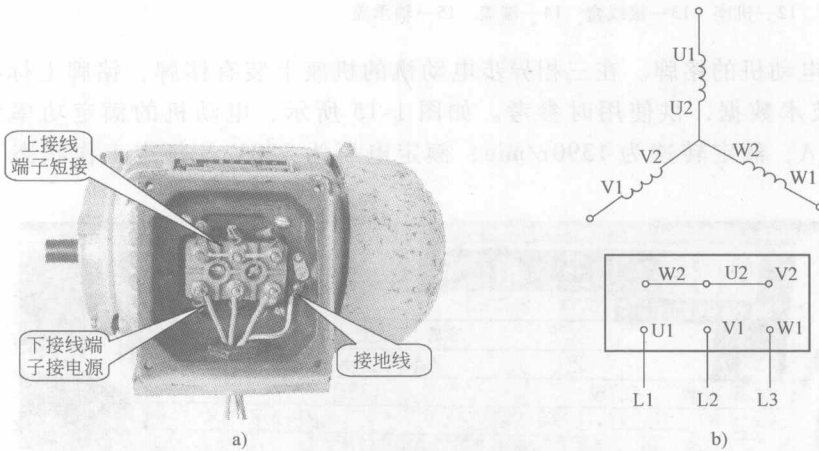


图 1-17 三相异步电动机的 Y 形联结

a) 定子绕组的 Y 联结 b) 定子绕组的 Y 联结示意图

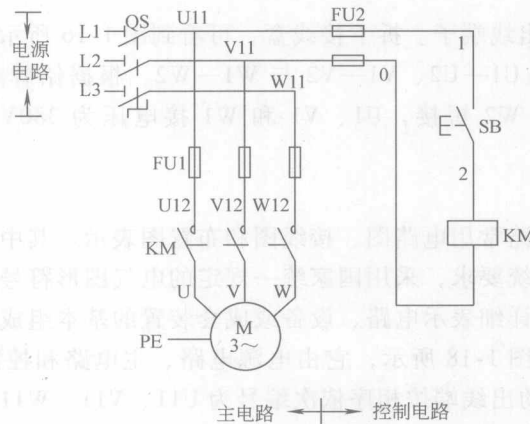


图 1-18 点动正转控制电路图

(1) 识读电路组成 点动正转控制电路组成的识读过程见表 1-8。

表 1-8 点动正转控制电路组成的识读过程

序号	识读任务	电路组成	元件功能	备注
1	读电源电路	QS	电源开关	水平绘制在电路图的上方
2		FU2	熔断器作控制电路短路保护用	
3	读主电路	FU1	熔断器作主电路短路保护用	垂直于电源线, 绘制在电路图的左侧
4		KM 主触头	控制电动机的运转与停止	
5		M	电动机	
6	读控制电路	SB	起动与停止	垂直于电源线, 绘制在电路图的右侧
7		KM 线圈	控制 KM 的吸合和释放	

(2) 熟悉电路动作程序 点动正转控制电路的动作程序如下:

先合上电源开关 QS。

1) 起动

按下 SB→KM 线圈得电→KM 主触头闭合→电动机 M 得电运转。

2) 停止

松开 SB→KM 线圈失电→KM 主触头断开→电动机 M 失电停转。

3. 识读接线图

接线图是根据电气设备和电气元件的实际位置、配线方式和安装情况绘制的, 主要用作安装接线和电路的检查维修。图 1-19 所示的接线图中有电气元件的文字符号、端子号、导线号和导线类型、导线横截面积等。图中的每一个元件都是根据实际结构, 使用与电路图相同的图形符号画在一起, 用点画线框上, 其文字符号以及接线端子的编号都与电路图中的标注一致, 便于操作者对照、接线和维修。同时接线图中的导线也有单根导线、导线组之分, 凡导线走线相同的采用合并的方式, 用线束表示, 到达接线端子 XT 或电气元件时再分别画出。下面按表 1-9 识读点动正转控制电路接线图。

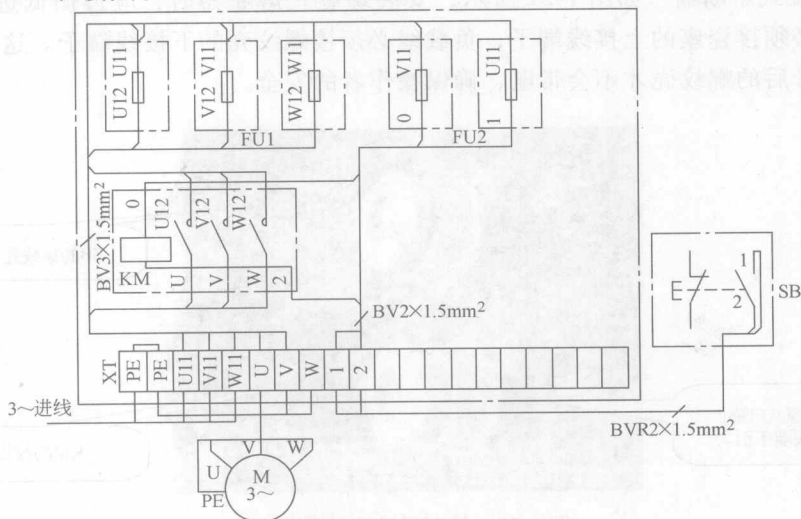


图 1-19 点动正转控制电路接线图