



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

数控机床装调 维修技术训练

主 编 董海云 阴 曙

数控机床装调维修技术训练



主
编
阴 董
海 曙
云

SHUKONG JICHUANG ZHUANGTIAO
WEIXIU JISHU XUNLIAN

北京出版集团公司
北京出版社

北京出版集团公司
北 京 出 版 社

图书在版编目(CIP)数据

数控机床装调维修技术训练 / 董海云, 阴曙主编.
—北京: 北京出版社, 2015.4 (2020 重印)
“十二五”职业教育国家规划教材
ISBN 978-7-200-11401-0

I. ①数… II. ①董… ②阴… III. ①数控机床—安
装—中等职业教育—教学参考资料②数控机床—调试方法
—中等职业教育—教学参考资料③数控机床—维修—中等
职业教育—教学参考资料 IV. ①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 118389 号

数控机床装调维修技术训练

SHUKONG JICHUANG ZHUANGTIAO WEIXIU JISHU XUNLIAN

主 编: 董海云 阴 曙
出 版: 北京出版集团公司
北 京 出 版 社
地 址: 北京北三环中路 6 号
邮 编: 100120
网 址: www.bph.com.cn
总 发 行: 北京出版集团公司
经 销: 新华书店
印 刷: 定州市新华印刷有限公司
版 次: 2015 年 4 月第 1 版 2020 年 9 月修订 2020 年 10 月第 2 次印刷
开 本: 787 毫米×1092 毫米 1/16
印 张: 15
字 数: 249 千字
书 号: ISBN 978-7-200-11401-0
定 价: 39.80 元

质量监督电话: 010-82685218 010-58572750 010-58572393

目 录

单元一 常用低压电器元件的认识与检测	1
任务 1 认识常用的电工工具和仪表	2
任务 2 常用低压开关电器的认识与检测	12
任务 3 熔断器的认识与检测	19
任务 4 接触器的认识与维修	23
任务 5 主令电器的认识与检测	28
任务 6 常用继电器的认识与检测	33
任务 7 直流稳压电源与变压器的认识与检测	40
单元二 基本机床电气控制线路的安装接线与调试	46
任务 1 三相异步电动机直接启动控制线路的安装接线与调试	47
任务 2 三相异步电动机正、反转控制线路的安装接线与调试	54
任务 3 两台电动机顺序启动控制线路的安装接线与调试	64
任务 4 数控机床电气控制原理图的识读与分析	70
单元三 认识数控机床控制系统硬件及其连接	80
任务 1 掌握数控系统基础知识	81
任务 2 认识 (FANUC) 数控系统的硬件连接	90
任务 3 FANUC 0i Mate - TD 数控车床电气线路连接	106
单元四 机床部件的拆卸与更换安装	122
任务 1 数控车床主轴传动系统的结构与调整	123
任务 2 数控加工中心主轴传动系统的结构与调整	129
任务 3 数控机床进给传动系统的结构与调整	134
任务 4 数控车床换刀装置的结构与调整	145
任务 5 数控加工中心换刀装置的结构与调整	151
任务 6 数控机床辅助部件的安装与调整	160
任务 7 数控车床的精度检验与验收	166
任务 8 数控铣床的精度检验与验收	173
任务 9 数控机床部件的日常维护与保养	178

单元五 机床参数的调整	186
任务 1 FANUC 系统启动参数的调整与优化	187
任务 2 FANUC 系统通用参数的调整与优化	196
任务 3 FANUC PMC 参数的调整与优化	201
单元六 数控机床常见故障排除	210
任务 1 FANUC 0i 系统常见故障报警及处理	211
任务 2 常见电气类故障判断与排除	214
任务 3 常见机械类故障判断与排除	218
参考答案	226
参考文献	230

北京出版社

单元一

常用低压电器元件的认识与检测

通常，数控机床的控制部分包含很多电器元件。这些电器元件在机床的使用过程中会出现老化甚至出现一些故障。对这些电器元件经常进行检测是保障机床正常运行的必要条件。所以在本单元的活动中，安排了通过检测活动来重点学习这些电器元件的检测方法。

数控机床的电气设备安装、维护、修理过程离不开电工工具，正确选择和使用电工工具与仪器、仪表能提高工作效率和工作质量，同时还能保障作业安全，所以在本单元学习数控机床上常用的低压电器元件的认识和检测时，作为工作准备，要先对常用的电工工具和常用的仪器、仪表进行认识。

电器元件的质量是数控机床安全运行的重要因素之一，在装配与维修过程中，正确进行测试是保证机床安全的重要环节之一。本单元的主要任务是通过对各个电器元件进行学习，完成以下工作：

1. 学习机床常见低压电器元件的相关内容，根据各自的特点制定相关元器件的检测方案。
2. 对机床常见的低压电器元件进行检测，并完成检测报告。

任务 1

认识常用的电工工具和仪表

任务描述 > >

数控机床是机电一体化的典型产品，其装调维修是一项技术性强、实践能力要求很高的工作。要做好这项工作，需要具备相关的理论知识和一定的实践经验，且能正确地使用和选择相关的电气维修工具和仪器、仪表等，这些是数控装调维修从业人员必备的基本技能。

现数控车间有数套常用的电工工具和仪器、仪表，在进行装调维修之前，作为工作准备，要求认识并选择常用的电工工具，并可以正确使用常用的电工工具和仪器、仪表。

任务目标 > >

- 能正确认识并选择常用的电工工具。
- 能正确使用常用的电工工具。
- 能认识常用的电工仪器、仪表。
- 能正确使用常用电工仪器、仪表。

任务实施 > >

一、任务分析

数控机床的电气设备安装、维护修理过程离不开电工工具，正确选择和使用电工工具能提高工作效率和质量，同时还能保障作业安全。

电工仪器、仪表的作用是测量各种电参量，如电流、电压、频率、电功率等。通过测量这些电参量的值，可监视电路和电气设备的工作情况，以便进行适当的处理和必要的调整，从而保证电路的正常工作和设备的安全运行。

二、实施步骤

1. 常用的电工工具

(1) 试电笔

试电笔又称作低压验电器，是检验导线、电器是否带电的一种常用工具。检验范围为 50 ~ 500 V，有钢笔式、旋具式、组合式等。试电笔由金属体笔尖、降压电阻、弹簧、氖管、金属体笔尾等组成，如图 1-1-1 (a) 所示。使用试电笔时，必须掌握正确的方法，如图 1-1-1 (b) 所示，手指接触笔尾金属体或顶部的金属螺钉，当用电

笔测试带电体时, 电流经带电体、电笔、人体及大地形成通电回路, 当带电体与大地之间的电位差达到 50 V 时, 试电笔中的氖泡就会发光。使用验电笔可以辨别火线和零线。测量方法为, 手拿试电笔, 手指按住笔卡或抵住笔尾金属体, 使笔接触被测的导线, 如果氖管发光, 则接触的是火线; 如果氖管不发光, 则接触的是零线。注意: 使用试电笔时, 手指不能接触笔尖金属, 否则会发生触电。



图 1-1-1 试电笔

(2) 电工刀

电工刀是一种切削工具, 在没有专用的剥线工具时, 它可用于电线、电缆的剥线, 还可用来切割绳索、木桩以及软金属材料。如图 1-1-2 所示, 普通的电工刀由刀片、刀刃、刀柄、刀挂等构成。不用时, 应把刀片收缩到刀柄内。

(3) 电工钳

电工钳包括钢丝钳、尖嘴钳、斜口钳、剥线钳等。如图 1-1-3 所示。



图 1-1-2 电工刀



图 1-1-3 电工钳

(4) 紧固工具

①扳手。扳手是一种工具，可以转动螺栓、螺帽及其他难以用手转动的部件，如图 1-1-4 所示是几种常用的扳手。



(a) 活动扳手 (b) 两用扳手 (c) 内六角扳手 (d) 丁字扳手

图 1-1-4 扳手

②旋具。俗称螺钉起子（螺丝刀），是一种以旋转方式将螺钉固定或取出的工具，主要有“一”字形（负号）和“十”字形（正号）两种。如图 1-1-5 所示。

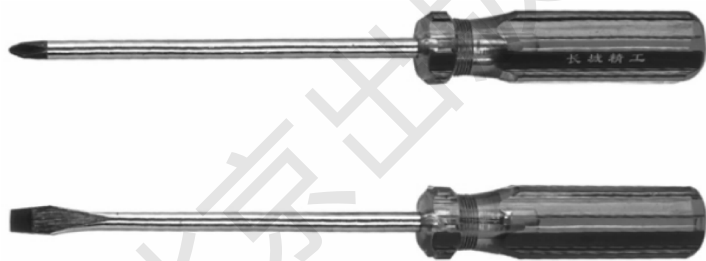


图 1-1-5 旋具

(5) 绝缘工具

①绝缘手套、绝缘靴。由于高压电可击穿 1 cm 以上的橡胶绝缘层或 30 cm 的空气，高压电主回路上空气都处于电离状态，很容易发生电击，而且大地的电势为零，高压主回路和大地有很大的电势差，在高压电缆上带电作业的工作人员必须戴绝缘手套、穿绝缘靴，有时候还要穿屏蔽服。如图 1-1-6 所示。



图 1-1-6 绝缘手套和绝缘靴

②绝缘棒。一般根据不同的电网电压应选用不同的绝缘棒规格。如图 1-1-7 所示。

(6) 其他工具

其他工具包括电烙铁、喷灯、携带型接地线等。携带型接地线用于在被检修设备



图 1-1-7 绝缘棒

和线路上进行短路接地，其目的是释放残余电荷，防止工作人员触电或被灼伤。如图 1-1-8 所示。



(a) 电烙铁

(b) 喷灯

(c) 携带型接地线

图 1-1-8 其他工具

2. 常用的仪器、仪表

(1) 电流表

电流表又称安培计，是用来测量电路电流的仪表，如图 1-1-9 (a) 所示。

(2) 电压表

电压表用于测量电路电压。电压表由一个磁铁和一个导线线圈组成，电流通过会使线圈产生磁场，线圈在磁铁的作用下表针旋转，并指示测量值。如图 1-1-9 (b) 所示。



(a) 电流表

(b) 电压表

图 1-1-9 电流表和电压表

(3) 万用表

万用表又叫多用表、三用表、复用表，万用表分为指针式万用表和数字万用表两种，是一种多功能、多量程的测量仪表。一般的万用表可测量直流电流、直流电压、交流电流、交流电压、电阻和音频电平，有的还可以测量电容量、电感量及半导体的一些参数。如图 1-1-10 所示。



(a) 指针式万用表

(b) 数字万用表

图 1-1-10 万用表

万用表由表头、测量电路及转换开关三个主要部分组成。万用表符号的含义如下：

- ① ∞ 表示交直流。
- ② $V-2.5kV\ 4\ 000\Omega/V$ 表示对于交流电压及 2.5 kV 的直流电压挡，其灵敏度为 $4\ 000\Omega/V$ 。
- ③ $A-V-\Omega$ 表示可测量电流、电压及电阻。
- ④ $45-65-1\ 000\ Hz$ 表示使用频率范围为 1 000 Hz 以下，标准工频范围为 45 ~ 65 Hz。
- ⑤ $2\ 000\Omega/V\ DC$ 表示直流挡的灵敏度为 $2\ 000\ \Omega/V$ 。

万用表的使用方法如下：

①熟悉表盘上各符号的意义及各个旋钮和选择开关的主要作用。

②进行机械调零。

③根据被测量的种类及大小来选择转换开关的挡位及量程，找出对应的刻度线。

④选择表笔插孔的位置。

⑤测量电压。在测量电压（或电流）时要选择好量程，如果用小量程去测量大电压，则会有烧表的危险；如果用大量程去测量小电压，那么指针偏转太小，就可能无法读数。量程的选择应尽量使指针偏转到满刻度的 $2/3$ 左右。如果事先不清楚被测电压的大小时，应先选择最高量程挡，然后逐渐减小到合适的量程。

a. 交流电压的测量：将万用表的一个转换开关置于交、直流电压挡，另一个转换开关置于交流电压的合适量程上，万用表两表笔和被测电路或负载并联即可。

b. 直流电压的测量：将万用表的一个转换开关置于交、直流电压挡，另一个转换开关置于直流电压的合适量程上，且把“+”表笔（红表笔）接到高电位处，“-”表笔（黑表笔）接到低电位处，即让电流从“+”表笔流入，从“-”表笔流出。若表笔接反，表头指针会反方向偏转，则容易撞弯指针。

⑥测电流。测量直流电流时，将万用表的一个转换开关置于直流电流挡，另一个转换开关置于 $50\ \mu\text{A} \sim 500\ \text{mA}$ 的合适量程上，电流的量程选择和读数方法与电压一样。测量时，必须先断开电路，然后按照电流从“+”到“-”的方向，将万用表串联到被测电路中，即电流从红表笔流入，从黑表笔流出。如果误将万用表与负载并联，则因表头的内阻很小，会造成短路烧毁仪表。其读数方法如下：

$$\text{实际值} = \text{指示值} \times \text{量程} / \text{满偏}$$

⑦测电阻。用万用表测量电阻时，应按下列方法操作：

a. 机械调零。在使用之前，应该先调节指针定位螺丝使电流示数为零，以避免不必要的误差。

b. 选择合适的倍率挡。万用表欧姆挡的刻度线是不均匀的，所以倍率挡的选择应使指针停留在刻度线较稀的部分为宜，且指针越接近刻度尺的中间读数越准确。一般情况下，应使指针指在刻度尺的 $1/3 \sim 2/3$ 。

c. 欧姆调零。测量电阻之前，应将2个表笔短接，同时调节“欧姆（电气）调零旋钮”，使指针刚好指在欧姆刻度线右边的零位。如果指针不能调到零位，说明电池电压不足或仪表内部有问题。每换一次倍率挡，都要再次进行欧姆调零，以保证测量准确。

d. 读数：表头的读数乘倍率，就是所测电阻的电阻值。

（4）兆欧表

兆欧表分为摇表和便携式电子兆欧表，如图 1-1-11 所示，是电工常用的一种测量仪表。兆欧表主要用来检查电气设备、家用电器或电气线路对地及相间的绝缘电阻，以保证这些设备、电器和线路工作在正常状态，避免发生触电伤亡及设备损坏等事故。



(a) 摇表 (b) 便携式电子兆欧表

图 1-1-11 兆欧表

任务评价 > >

考核评价表

检测项目	检测内容	分值	检测标准	学生自评	学生互评	教师评价	检测结果
				30%	30%	40%	
知识目标	安全用具	10	能正确叙述安全用具的正确使用方法（10 分）				
			能基本正确叙述安全用具的正确使用方法（6 分）				
			能部分正确叙述安全用具的正确使用方法（4 分）				
	万用表	15	能正确叙述万用表的正确使用方法（15 分）				
			能基本正确叙述万用表的正确使用方法（10 分）				
			能部分正确叙述万用表的正确使用方法（8 分）				
	常用电工工具的使用	15	能正确叙述常用电工工具的使用（15 分）				
			能基本正确叙述常用电工工具的使用（10 分）				
			能部分正确叙述常用电工工具的使用（8 分）				
能力目标	安全用具的使用	10	安全用具的使用完全正确（10 分）				
			安全用具的使用基本正确（6 分）				
			安全用具的使用部分正确（4 分）				
	万用表的使用	10	万用表的使用完全正确（10 分）				
			万用表的使用基本正确（6 分）				
			万用表的使用部分正确（4 分）				
	常用电工工具的使用	10	常用电工工具的使用完全正确（10 分）				
			常用电工工具的使用基本正确（6 分）				
			常用电工工具的使用部分正确（4 分）				

续表

检测项目	检测内容	分值	检测标准	学生自评	学生互评	教师评价	检测结果
				30%	30%	40%	
情感目标	职业道德	10	着装整齐、遵守纪律、服从管理（10分）				
			基本能做到着装整齐、遵守纪律、服从管理(6分)				
			不服从管理（0分）				
	职业规范	10	安全文明生产，电器、工具码放符合规范(10分)				
			安全文明生产，电器、工具码放基本符合规范（6分）				
			违反操作规程，造成人身或设备事故（0分）				
	团队合作	10	小组合作顺利，组间交流融洽（10分）				
			小组合作基本顺利，组间能够交流融洽（6分）				
			小组合作不顺利，组间不能交流（4分）				
总 分	100	得 分					

知识链接 >>

一、常用的电工工具

1. 试电笔

试电笔的使用注意事项:

(1) 使用前, 必须在有电源处对验电器进行测试, 以证明该验电器确实良好, 方可使用。

(2) 验电时, 应使验电器逐步靠近被测物体, 直至氖管发亮, 不可直接接触被测体。应尽量使氖管背光, 并且使试电笔观察窗朝向自己, 这样观察较准确。

(3) 验电时, 手指必须触及笔尾的金属体, 否则带电体也会误判为非带电体。

(4) 验电时, 要防止手指触及笔尖的金属部分, 以免造成触电事故。

2. 电工刀

在使用电工刀时应注意以下几个方面:

(1) 不得用于带电作业, 以免触电。

(2) 应将刀口朝外剖削, 并注意避免伤及手指。

(3) 在剖削导线绝缘层时, 应使刀面与导线成较小的锐角, 切忌把刀刃垂直对着导线切割绝缘层, 以免割伤导线线芯。

(4) 使用完毕, 随即将刀身折进刀柄。

3. 电工钳

电工钳包括钢丝钳、尖嘴钳、斜口钳、剥线钳等。

(1) 在电工作业时, 钢丝钳的用途广泛。钳口可用来弯绞或钳夹导线线头; 齿口

可用来紧固或起松螺母；刀口可用来剪切导线或钳削导线绝缘层；侧口可用来铡切导线线芯、钢丝等较硬线材。钢丝钳的使用注意事项：

①在使用前，先检查钢丝钳的绝缘是否良好，以免带电作业时造成触电事故。

②在带电剪切导线时，不得用刀口同时剪切不同电位的两根线（如相线与零线、相线与相线等），以免发生短路事故。

（2）尖嘴钳因其头部尖细，适用于在狭小的工作空间操作。尖嘴钳可用来剪断较细的导线，夹持较小的螺钉、螺帽、垫圈、导线等，也可用来对单股导线进行整形（如平直、弯曲等）。若使用尖嘴钳带电作业，应检查其绝缘是否良好，并在作业时金属部分不要触及人体或邻近的带电体。

（3）斜口钳专用于剪断各种电线、电缆，对粗细不同、硬度不同的材料，应选用大小合适的斜口钳。

（4）剥线钳是专用于剥削较细导线绝缘层的工具。使用剥线钳剥削导线绝缘层时，先将要剥削的绝缘长度用标尺定好，然后将导线放入相应的刀口中（比导线直径稍大），再用手将钳柄一握，导线的绝缘层即被剥离。

4. 紧固工具

（1）扳手。使用时应注意活动扳手不可反用，以免损坏活络板唇；不可用加力杆接长手柄以加大扳拧力矩；不得当作撬棒和手锤使用。

（2）旋具。使用时应注意，带电作业时手不可触及螺丝刀的金属杆，以免发生触电事故；作为电工，不应使用金属杆直通握柄顶部的螺丝刀；为防止金属杆触到人体或邻近带电体，金属杆应套上绝缘管。

5. 绝缘工具

（1）绝缘手套、绝缘靴

绝缘手套和绝缘靴，均由特种橡胶制成，一般作为辅助安全用具。但绝缘手套可以作为在低压带电设备或线路等工作的基本安全用具，而绝缘靴在任何电压等级下可以作为防护跨步电压的基本安全用具。

绝缘手套可以使人的两手与带电体绝缘，是用特种橡胶（或乳胶）制成的，分12 kV（试验电压）和5 kV两种。绝缘手套是不能用医疗手套或化工手套代替使用的。绝缘手套一般作为辅助安全用具，在1 kV以下电气设备上使用时可以作为基本安全用具看待。绝缘手套要按规定进行定期试验。

绝缘靴：采用特种橡胶制成，其作用是使人体与大地绝缘，防止跨步电压，分20 kV（试验电压）和6 kV两种。它的高度不小于15 cm，而且上部另加高边5 cm。必须按规定进行定期试验。

绝缘鞋：有高、低腰两种，多为5 kV，在明显处标有“绝缘”和耐压等级，作为1kV以下辅助绝缘用具，1kV以上禁止使用。

在使用中，不能用防雨胶靴代替绝缘靴。

(2) 绝缘棒

在使用绝缘棒时，工作人员应戴绝缘手套和穿绝缘靴，以加强绝缘棒的保护作用。在下雨、下雪或潮湿天气，在室外使用绝缘棒时，应装设防雨的伞形罩，以使伞下部分的绝缘棒保持干燥。在使用绝缘棒时，要防止碰撞，以免损坏表面的绝缘层。

此外，常用的绝缘工具还有老虎钳、试电笔、斜口钳、尖嘴钳、电工专用安全帽等。

二、常用的仪器、仪表

1. 机械式万用表

机械式万用表的使用注意事项：

- (1) 在测电流、电压时，不能带电换量程。
- (2) 在选择量程时，要先选大的，后选小的，尽量使被测值接近于量程。
- (3) 在测电阻时，不能带电测量。因为测量电阻时，万用表由内部电池供电，如果带电测量则相当于接入一个额外的电源，可能损坏表头。
- (4) 使用完毕，应使转换开关在交流电压最大挡位或空挡上。
- (5) 注意在欧姆表改换量程时，需要进行欧姆调零，无须机械调零。

2. 数字式万用表

现在，数字式测量仪表已成为主流，已经取代模拟式仪表。与模拟式仪表相比，数字式仪表的灵敏度高、精确度高、显示清晰、过载能力强、便于携带、使用更简单。

- (1) 将刀盘拨离 OFF 位置即为开机。
- (2) 基本测量：根据需要拨到相应位置。
- (3) 交、直流电压的测量：将不同表的转换开关置于交流、直流电压挡，开关置于交流、直流电压的合适量程上，万用表两表笔和被测电路或负载并联，表笔插入相应的插孔。
- (4) 其他测量：二极管筛选、温度、频率、占空比、快速脉冲、dB、逻辑分析、示波、趋势绘图、谐波分析、通断性、电导、电容的测量均可以实现。

数字式万用表的使用注意事项：

- (1) 电流插孔是为了测量电流用的，不用的时候禁止使用本插孔，否则万用表将被烧毁。
- (2) 使用规定量程，请按量程选择键。
- (3) 当插错插孔时，万用表有报警。使用趋势绘图、示波、逻辑分析、谐波分析等功能时，请查看量程选择和刀盘位置。

任务 2

常用低压开关电器的认识与检测

任务描述 > >

在数控机床控制电气柜等的控制部分中，包含很多低压开关电器元件，这些开关电器元件在使用过程中会产生老化甚至出现一些故障。对于这些电器元件的经常检测是保障机床正常运行的必要条件，所以在数控车间要求对相关的低压开关电器元件进行认识和检测。

任务目标 > >

- 认识低压开关电器元件的外形。
- 了解低压开关电器元件的功能。
- 学习万用表等检测工具的使用方法。
- 利用检测工具对低压开关电器元件进行简单的检测。
- 能正确进行拆卸、组装和排除低压开关电器的常见故障。

任务实施 > >

一、任务分析

对数控车间的低压开关电器元件进行认识，熟悉其在机床电气柜中的作用，并利用万用表等检测工具进行电器元件的检测。熟悉万用表的使用方法，并能正确进行低压开关电器元件的拆卸、组装等工作。

二、实施步骤

1. 认识低压开关电器元件的外形和结构

(1) 闸刀开关

闸刀开关是一种手动配电电器，主要用来隔离电源或手动接通与断开交、直流电路，也用于不频繁的接通与分断额定电流以下的负载，如小型电动机、电炉等，其外形与结构如图 1-2-1 所示。

闸刀开关主要有：与操作瓷柄相连的动触头、静触头刀座、熔丝、进线及出线接线座，这些导电部分都固定在瓷底板上，且用胶盖盖着。所以当闸刀合上时，操作人员不会触及带电部分。闸刀开关的图形符号如图 1-2-2 所示。

(2) 铁壳开关

铁壳开关也称封闭式负荷开关，其外形与结构如图 1-2-3 所示。

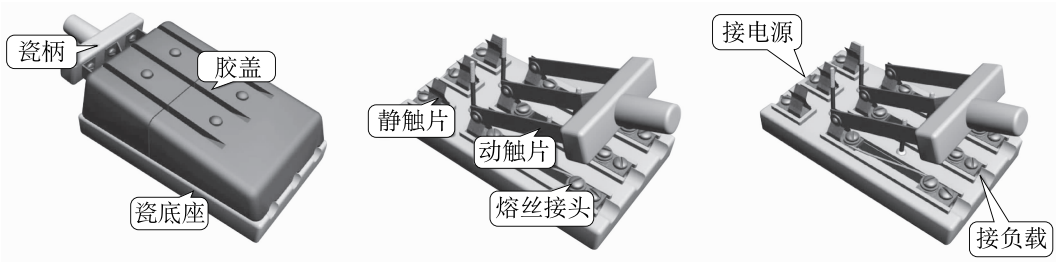


图 1-2-1 闸刀开关外形与结构图

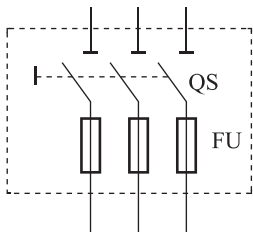


图 1-2-2 闸刀开关的图形符号



图 1-2-3 铁壳开关外形

(3) 低压断路器

低压断路器俗称自动开关或空气开关，用于低压配电电路中不频繁的通断控制。在电路发生短路、过载或欠电压等故障时能自动分断故障电路，是一种控制兼保护电器。

断路器主要由 3 个基本部分构成，即触头、灭弧系统和各种脱扣器，包括过电流脱扣器、失压（欠电压）脱扣器、热脱扣器、分励脱扣器和自由脱扣器。如图 1-2-4 所示。



图 1-2-4 低压断路器外形

断路器工作原理及图形符号如图 1-2-5 所示。断路器开关是靠操作机构手动或电动合闸的，触头闭合后，自由脱扣机构将触头锁在合闸位置上。当电路发生上述故障时，通过各自的脱扣器使自由脱扣机构动作，自动跳闸以实现保护作用。分励脱扣器则作为远距离控制分断电路的用途。

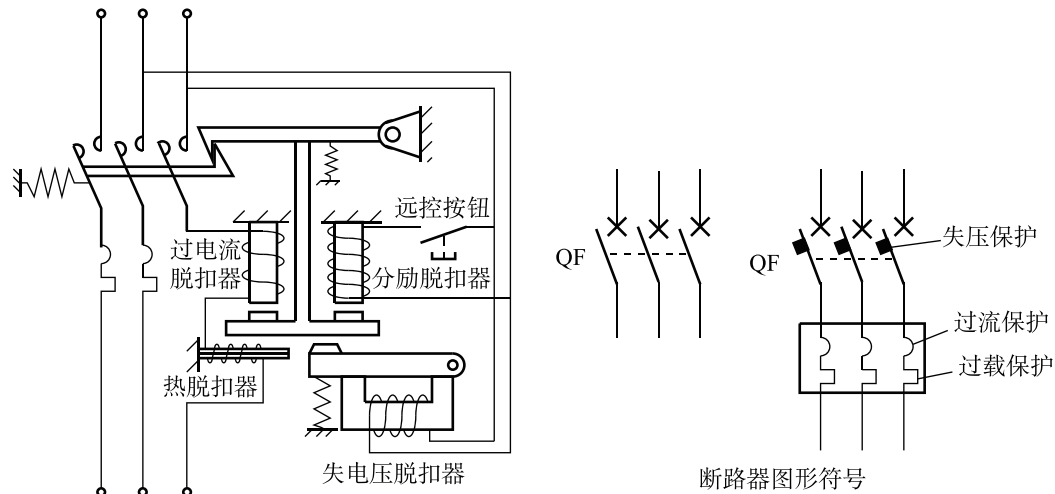


图 1-2-5 断路器工作原理示意图及图形符号

(4) 组合开关

转换开关又称组合开关，HZ10 组合开关外形与结构如图 1-2-6 所示。转换开关实质上是一种特殊刀开关，是操作手柄在与安装面平行的平面内左右转动的刀开关。转换开关的图形、文字符号如图 1-2-7 所示。



图 1-2-6 HZ10 组合开关外形

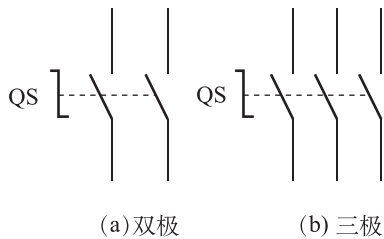


图 1-2-7 转换开关的
图形、文字符号

2. 检测与拆装低压开关电器元件

(1) 工作准备

工具：常用电工工具一套（螺钉旋具、镊子、钢丝钳、尖嘴钳等）。

仪表：万用表。

(2) 闸刀开关的检测与拆装

检测与拆装方法：打开胶盖盒检查各相保险丝是否完好，固定螺钉是否牢固，而

后将胶盖闸刀手柄闭合，用万用表电阻挡测试各组触点是否全部接通，若没有全部接通，则说明开关已坏。

胶盖闸刀手柄闭合，各触点应全部接通；闸刀手柄打开，各触点应全部断开。

外观检测各刀片与对应夹座是否直线接触，有无歪扭，有无各刀片与夹座开合不同步的现象，夹座对刀片接触压力是否足够。

拆开胶盖闸刀开关的胶盖，观察内部主要零部件名称和作用；闭合开关，用万用表电阻挡测量各对触点之间的接触电阻，用兆欧表测量每两相触点之间的绝缘电阻，将测量结果一并记入表 1-2-1 中。

表 1-2-1 闸刀开关测量记录单

型号	极数	触点接触电阻			相间绝缘电阻		
		L1 相	L2 相	L3 相	L1—L2	L2—L3	L1—L3

(3) 铁壳开关的检测与拆装

检测与拆装方法：将铁壳开关闭合，用万用表电阻挡测试各组触点是否全部接通，若未全部接通，则说明开关已坏。

在铁壳开关闭合后，各触点全部接通；在铁壳开关打开后，各触点应全部断开。

拆卸和组装一只铁壳开关，观察主要零部件名称；闭合开关，用万用表电阻挡测量各对触点之间的接触电阻，用兆欧表测量每两相触点之间的绝缘电阻，将各相触点间的接触电阻、绝缘电阻记入表 1-2-2 中。

表 1-2-2 铁壳开关测量记录单

型号	极数	触点接触电阻			相间绝缘电阻		
		L1 相	L2 相	L3 相	L1—L2	L2—L3	L1—L3

(4) 低压断路器的检测与拆装

检测与拆装方法：将自动空气开关闭合，用万用表电阻挡测试各组触点是否全部接通，若没有全部接通，则说明开关已坏。

自动空气开关闭合后，各触点全部接通；自动空气开关打开后，各触点应全部断开。

外观检测接线螺钉是否齐全，操作机构应灵活无阻滞，动、静触点的分、合迅速，松紧一致。

拆卸和组装一只自动空气开关，观察主要零部件名称；闭合开关，用万用表电阻挡测量各对触点之间的接触电阻，用兆欧表测量每两相触点之间的绝缘电阻，将各相

触点间的接触电阻、绝缘电阻记入表 1-2-3 中。

表 1-2-3 低压断路器测量记录单

型号	极数	触点接触电阻			相间绝缘电阻		
		L1 相	L2 相	L3 相	L1—L2	L2—L3	L1—L3

(5) 组合开关的检测与拆装

检测与拆装方法：将手柄顺时针或逆时针旋转 90°，用万用表电阻挡测试各组触点是否全部接通或全部断开，若未全部接通，则说明开关已坏。

当手柄在某一挡位时，若触点全部接通，将手柄顺时针或逆时针旋转 90°，触点应全部断开。

外观观察每层叠片配合是否紧密。旋转手柄，操作机构应灵活无阻滞，动、静触点的分、合迅速，松紧一致。

拆卸和组装一只组合开关，观察主要零部件名称；闭合开关，用万用表电阻挡测量各对触点之间的接触电阻，用兆欧表测量每两相触点之间的绝缘电阻，将各相触点间的接触电阻、绝缘电阻记入表 1-2-4 中。

表 1-2-4 组合开关测量记录单

型号	极数	触点接触电阻			相间绝缘电阻		
		L1 相	L2 相	L3 相	L1—L2	L2—L3	L1—L3

任务评价 > >

考核评价表

检测项目	检测内容	分值	检测标准	学生自评	学生互评	教师评价	检测结果
				30%	30%	40%	
知识目标	常用低压开关电器的结构认识	10	能正确认识常用低压开关电器的结构（10 分）				
			能基本正确认识常用低压开关电器的结构（6 分）				
			能部分正确认识常用低压开关电器的结构（4 分）				
	常用低压开关电器的图形和文字符号	10	能正确绘制低压开关电器的图形和文字符号（10 分）				
			能基本正确绘制低压开关电器的图形和文字符号（6 分）				
			能部分正确绘制低压开关电器的图形和文字符号（4 分）				

续表

检测项目	检测内容	分值	检测标准	学生自评	学生互评	教师评价	检测结果
				30%	30%	40%	
知识目标	常用低压开关电器的检测步骤	10	能正确叙述常用低压开关电器的检测步骤（10分）				
			能基本正确叙述常用低压开关电器的检测步骤（6分）				
			能部分正确叙述常用低压开关电器的检测步骤（4分）				
	常用低压开关电器的检测与拆装方法	10	能正确进行常用低压开关电器的拆装与检测（10分）				
			能基本正确进行常用低压开关电器的拆装与检测（6分）				
			能部分正确进行常用低压开关电器的拆装与检测（4分）				
能力目标	安全用具及万用表的使用	10	安全用具及万用表的使用完全正确（10分）				
			安全用具及万用表的使用基本正确（6分）				
			安全用具及万用表的使用部分正确（4分）				
	制定检测方案	10	检测方案完全正确（10分）				
			检测方案基本正确（6分）				
			检测方案部分正确（4分）				
	电器检测与拆装	10	电器检测完全正确（10分）				
			电器检测基本正确（6分）				
			电器检测部分正确（4分）				
情感目标	职业道德	10	着装整齐、遵守纪律、服从管理（10分）				
			基本能做到着装整齐、遵守纪律、服从管理（6分）				
			不服从管理（0分）				
	职业规范	10	安全文明生产，电器、工具码放符合规范（10分）				
			安全文明生产，电器、工具码放基本符合规范（6分）				
			违反操作规程，造成人身或设备事故（0分）				
	团队合作	10	小组合作顺利，组间交流融洽（10分）				
			小组合作基本顺利，组间能够交流融洽（6分）				
			小组合作不顺利，组间不能交流（4分）				
总分		100	得分				

知识链接 > >

一、闸刀开关

胶盖具有下列保护作用：将各极隔开，防止因极间飞弧导致电源短路；防止电弧飞出盖外灼伤操作人员；防止金属零件掉落在闸刀上形成极间短路。熔丝的装设，提

供了短路保护功能。

二、铁壳开关

铁壳开关也称为封闭式负荷开关。它由安装在铸铁或钢板制成的外壳内的刀式触头和灭弧系统、熔断器以及操作机构等组成。与闸刀开关相比，它具有以下特点：

(1) 触头设有灭弧室（罩），电弧不会喷出，可不必顾虑会发生相间短路事故；

(2) 熔断丝的分断能力高，一般为 5 kA，高者可达 50 kA 以上；

(3) 操作机构为储能合闸式，且有机械联锁装置，前者可使开关的合闸和分闸速度与操作速度无关，从而改善开关的动作性能和灭弧性能，后者则保证了在合闸状态下打不开箱盖及箱盖未关好前合不上闸，提高了安全性；

(4) 有坚固的封闭外壳，可保护操作人员免受电弧灼伤。

铁壳开关有 HH3、HH10、HH11 等系列，其额定电流由 10A 到 400A 可供选择，其中，60A 及以下的可用于异步电动机的全启动控制开关。

用铁壳开关控制电加热和照明电路时，可按电路的额定电流选择。用于控制异步电动机时，由于开关的通断能力为 $4I_e$ ，而电动机全压启动电流却在（4~7）额定电流以上，故开关的额定电流应为电动机额定电流的 1.5 倍以上。

三、低压断路器

过电流脱扣器用于线路的短路和过电流保护，当线路的电流大于整定值时，过电流脱扣器所产生的电磁力使挂钩脱扣，动触点在弹簧的拉力下迅速断开，从而实现断路器的跳闸功能。

热脱扣器用于线路的过负荷保护，工作原理和热继电器相同。失压（欠电压）脱扣器用于失压保护，失压脱扣器的线圈直接接在电源上，处于吸合状态，断路器可以正常合闸；当停电或电压很低时，失压脱扣器的吸力小于弹簧的反力，弹簧使动铁芯向上从而使挂钩脱扣，实现断路器的跳闸功能。

分励脱扣器用于远方跳闸，当在远方按下按钮时，分励脱扣器得电产生电磁力，使其脱扣跳闸。

不同断路器的保护是不同的，使用时应根据需要选用。在图形符号中也可以标注其保护方式，断路器图形符号中标注了失压、过负荷、过电流三种保护方式。

四、组合开关

转换开关又称作组合开关，转换开关实质上是一种特殊刀开关，是操作手柄在与安装面平行的平面内左右转动的刀开关。只不过一般刀开关的操作手柄是在垂直安装面的平面内向上或向下转动，而组合开关的操作手柄则是在平行于安装面的平面内向

左或向右转动而已。组合开关多用在机床电气控制线路中，作为电源的引入开关，也可以用作不频繁地接通和断开电路、换接电源和负载以及控制 5 kW 以下的小容量电动机的正、反转和星、三角启动等。

任务 3

熔断器的认识与检测

任务描述 >>

在数控机床控制电气柜等的控制部分中，有起到保护作用的很重要的电器元件——熔断器，熔断器在使用过程中会出现一些故障。对熔断器的检测是保障机床正常运行的必要条件，故在数控车间要求对相关的熔断器进行认识和检测。

任务目标 >>

- 认识熔断器的外形。
- 了解熔断器的功能。
- 学习万用表等检测工具的使用方法。
- 利用检测工具对熔断器进行简单的检测。
- 能对熔断器正确进行拆卸、组装和排除熔断器的常见故障。

任务实施 >>

一、任务分析

对数控车间的熔断器进行认识，熟悉其在机床电气柜中的作用，并利用万用表等检测工具进行电器元件的检测。熟悉万用表的使用方法，并可正确进行熔断器的拆卸、组装等工作。

二、实施步骤

1. 认识低压开关电器元件的外形和结构

熔断器是低压配电系统和电动机控制电路中最简单、最常用的保护电器。使用时串接在被保护电器或电路的前面，当电路或设备过载或短路时，过大的电流使熔体迅速熔断，切断电路，从而起到短路保护作用。常用的熔断器有插入式熔断器、螺旋式熔断器、管式熔断器和自复式熔断器等，如图 1-3-1 所示。

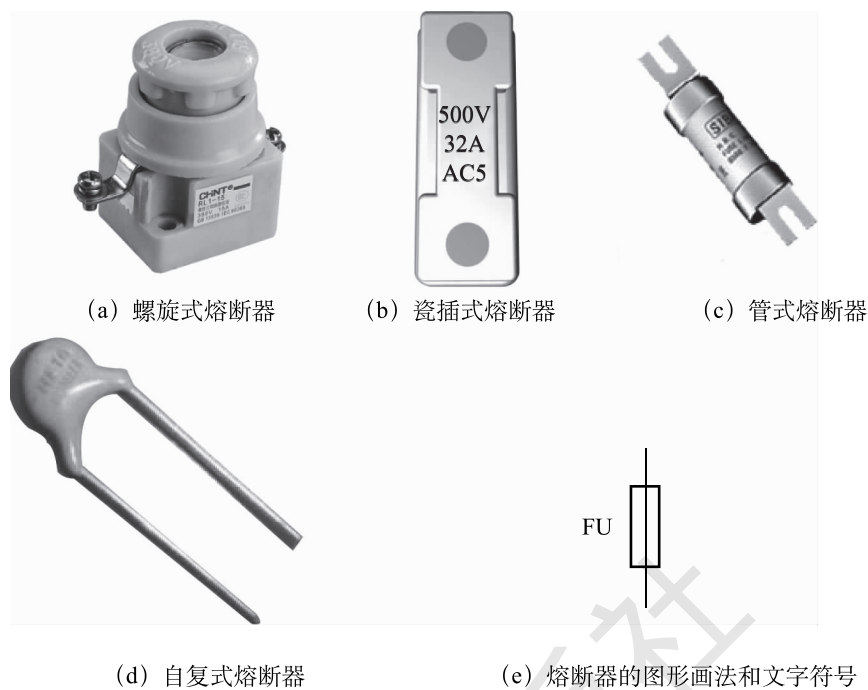


图 1-3-1 常用的熔断器

2. 检测与拆装低压开关电器元件

(1) 工作准备

工具：常用电工工具一套（螺钉旋具、镊子、钢丝钳、尖嘴钳等）。

仪表：万用表、兆欧表。

器材：瓷插式熔断器、螺旋式熔断器等，根据实际情况准备器材。

(2) 瓷插式熔断器的检测和拆装

检测与拆装步骤：打开瓷盖，观察动、静触点螺丝是否齐全牢固，熔丝选择是否合适。合上瓷盖，用万用表电阻挡测试输入点和输出点是否全部接通，若未全部接通，则说明熔断器已坏。

合上瓷盖，输入点和输出点接通；打开瓷盖，输入点和输出点断开。

外观检测动、静触点螺丝是否齐全牢固，熔丝选择是否合适，瓷盖闭合后是否牢固，不易脱落。按照以上的步骤进行拆装，如图 1-3-2 所示，并将测量结果记录在表 1-3-1 中。

表 1-3-1 瓷插式熔断器的检测结果

瓷插式熔断器的型号	取下瓷盖（不装熔体） 输入点和输出点接触电阻	合上瓷盖（装入熔体） 输入点和输出点接触电阻

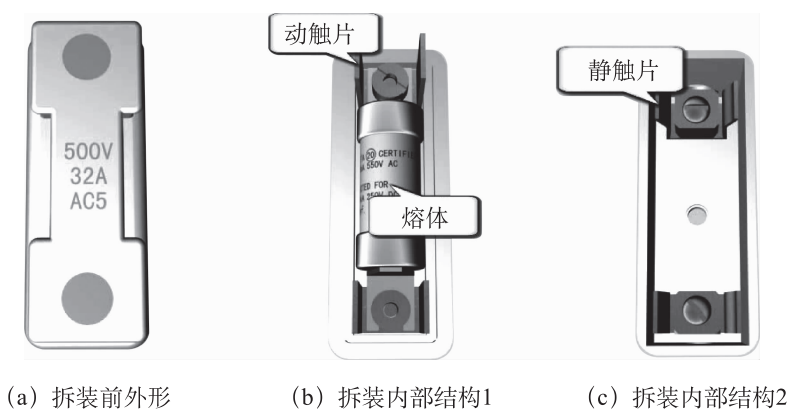


图 1-3-2 瓷插式熔断器的拆解

(3) 螺旋式熔断器的检测和拆装

检测与拆装步骤：旋开瓷帽，观察熔体、进线端、出线端螺丝是否齐全牢固；旋上瓷帽，用万用表电阻挡测量输入点和输出点是否全部接通，若未全部接通，则说明熔断器已坏。

旋上瓷帽，输入端点和输出端点接通；打开瓷帽，输入端点和输出端点断开。瓷帽旋紧后牢固，不易脱落。按照以上的步骤进行拆装，如图 1-3-3 所示，拆装步骤按照瓷帽—熔断指示器—熔体—下接线端—上接线端的顺序进行，并将测量结果记录在表 1-3-2 中。

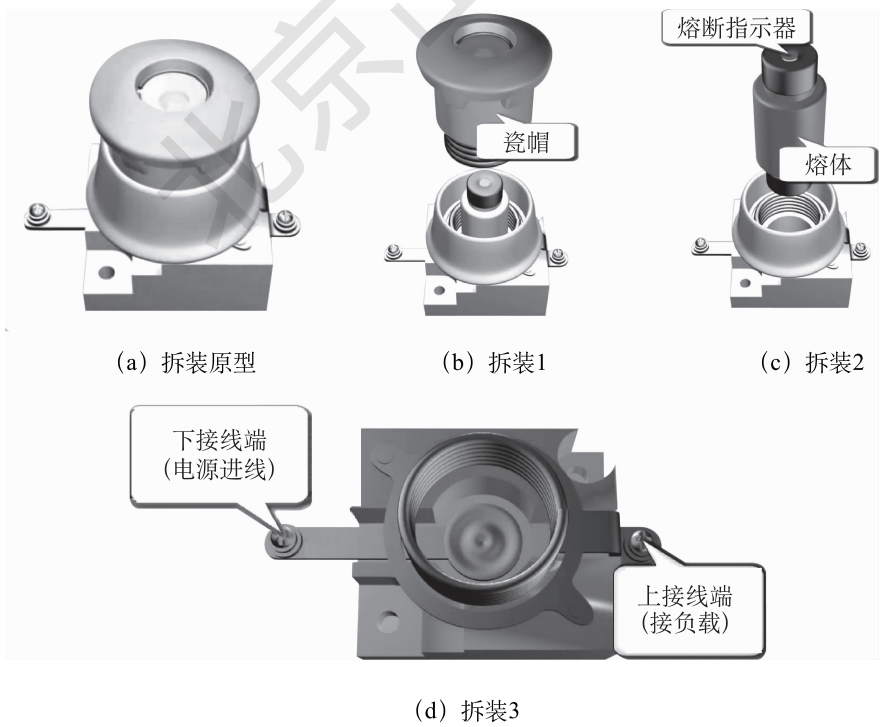


图 1-3-3 螺旋式熔断器的拆解

表 1-3-2 螺旋式熔断器的检测结果

螺旋式熔断器的型号	取下瓷盖（不装熔体） 输入点和输出点接触电阻	合上瓷盖（装入熔体） 输入点和输出点接触电阻

任务评价 > >

考核评价表

检测项目	检测内容	分值	检测标准	学生自评	学生互评	教师评价	检测结果
				30%	30%	40%	
知识目标	熔断器的功能结构认识	10	能正确认识熔断器的功能结构（10分）				
			能基本正确认识熔断器的功能结构（6分）				
			能部分正确认识熔断器的功能结构（4分）				
	熔断器的图形和文字符号	10	能正确绘制熔断器的图形和文字符号（10分）				
			能基本正确绘制熔断器的图形和文字符号（6分）				
			能部分正确绘制熔断器的图形和文字符号（4分）				
	熔断器的检测步骤	10	能正确叙述熔断器的检测步骤（10分）				
			能基本正确叙述熔断器的检测步骤（6分）				
			能部分正确叙述熔断器的检测步骤（4分）				
	熔断器的检测与拆装方法	10	能正确进行熔断器的拆装与检测（10分）				
			能基本正确进行熔断器的拆装与检测（6分）				
			能部分正确进行熔断器的拆装与检测（4分）				
能力目标	安全用具及万用表的使用	10	安全用具及万用表的使用完全正确（10分）				
			安全用具及万用表的使用基本正确（6分）				
			安全用具及万用表的使用部分正确（4分）				
	制定检测方案	10	检测方案完全正确（10分）				
			检测方案基本正确（6分）				
			检测方案部分正确（4分）				
	电器检测与拆装	10	电器检测完全正确（10分）				
			电器检测基本正确（6分）				
			电器检测部分正确（4分）				
情感目标	职业道德	10	着装整齐、遵守纪律、服从管理（10分）				
			基本能做到着装整齐、遵守纪律、服从管理（6分）				
			不服从管理（0分）				
	职业规范	10	安全文明生产，电器、工具码放符合规范（10分）				
			安全文明生产，电器、工具码放基本符合规范（6分）				
			违反操作规程，造成人身或设备事故（0分）				

续表

检测项目	检测内容	分值	检测标准	学生自评	学生互评	教师评价	检测结果
				30%	30%	40%	
情感目标	团队合作	10	小组合作顺利，组间交流融洽（10分）				
			小组合作基本顺利，组间交流基本融洽（6分）				
			小组合作不顺利，组间不能交流（4分）				
总 分		100	得 分				

知识链接 >>

熔断器的选择

根据线路的要求、使用场合和安装条件来选择熔断器类型。熔断器额定电压应大于或等于线路的工作电压。熔断器额定电流应大于或等于所装熔体的额定电流。熔体额定电流的选择方法如下：

①当电路上、下两极都装设熔断器时，为使两极保护相互配合良好，两极熔体额定电流的比值不小于1.6：1。

②用于电炉、照明等电阻性负载的短路保护，熔体的额定电流等于或稍大于电路的工作电流。

③保护一台异步电动机时，考虑电动机冲击电流的影响，熔体的额定电流按下式计算：

$$I_{fN} \geq (1.5 \sim 2.5) I_N$$

式中： I_{fN} ——熔体额定电流；
 I_N ——电动机额定电流。

④保护多台异步电动机时，若各台电动机不同时启动，则应按下式计算

$$I_{fN} \geq (1.5 \sim 2.5) I_{Nmax} + \sum I_N$$

任务 4

接触器的认识与维修

任务描述 >>

在数控机床控制电气柜等的控制部分中，包含着很多的接触器，接触器在使用过程中可能会出现一些故障。对于这些接触器的经常检测是保障机床正常运行的必要条件，所以在数控车间要求对接触器进行认识和检测。

任务目标 > >

- 认识接触器的外形。
- 了解接触器的功能。
- 学习万用表等检测工具的使用方法。
- 利用检测工具对接触器进行简单的检测。
- 能正确进行拆卸、组装和排除接触器的常见故障。

任务实施 > >

一、任务分析

对数控车间的接触器进行认识，熟悉其在机床电气柜中的作用，并利用万用表等检测工具进行电器元件的检测。熟悉万用表的使用方法，并能正确进行接触器的拆卸、组装等工作。

二、实施步骤

1. 认识接触器的外形和结构

接触器主要用于控制电动机、电热设备、电焊机、电容器组等，能频繁地接通或断开交、直流主电路，实现远距离自动控制。它具有低电压释放保护功能，在电力拖动自动控制线路中被广泛应用。

接触器有交流接触器和直流接触器两大类型。交流接触器的外形如图1-4-1所示。



图 1-4-1 交流接触器的外形

交流接触器的结构示意图及图形符号如图1-4-2所示。

2. 检测与拆装接触器

(1) 工作准备

工具：常用电工工具一套（螺钉旋具、镊子、钢丝钳、尖嘴钳等）。

仪表：万用表、兆欧表。

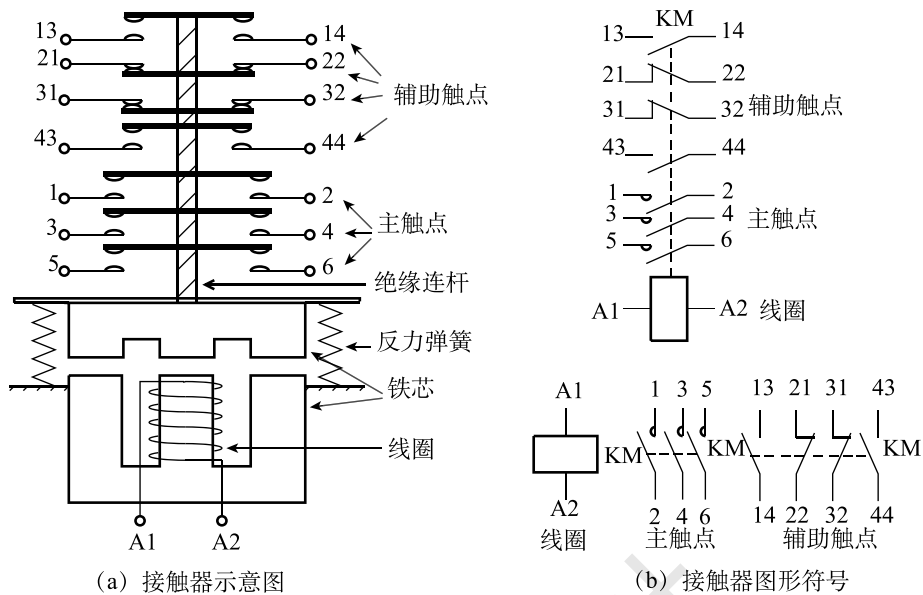


图 1-4-2 交流接触器的结构示意图及图形符号

器材：各类交流接触器，根据实际情况准备。

(2) 接触器的检测和拆装

检测和拆装方法：观察交流接触器动、静触点螺丝是否齐全牢固，动、静触点是否活动灵活。用万用表电阻挡测试常闭触点输入点和输出点是否全部接通，常开触点输入点和输出点是否全部不通；用手按下衔铁（动铁芯），常闭触点应断开，常开触点应闭合。若不是，则说明接触器相应触点已坏。

交流接触器不动作时常闭触点输入点和输出点全部接通，常开触点输入点和输出点全部不通。

外观检测动、静触点、螺丝是否齐全牢固，活动灵活，外壳无损伤等。

使用工具和仪表，进行接触器的拆装与检测，用万用表对接触器的线圈、主触点和辅助触点进行检测，检测如图 1-4-3 所示接触器的电磁线圈是否完好、如图 1-4-4 所示主触点能否正常的开闭、如图 1-4-5 所示辅助触点能否正常开闭等，并将拆装和检测结果记录在表 1-4-1 中。

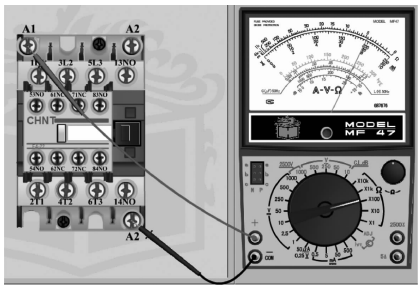


图 1-4-3 检测电磁线圈

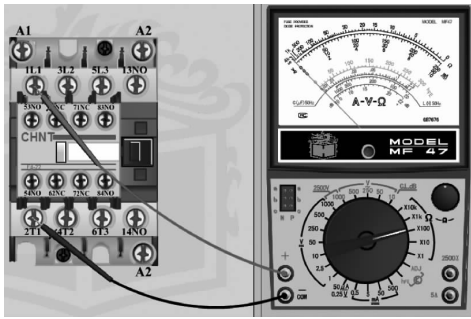


图 1-4-4 检测主触点

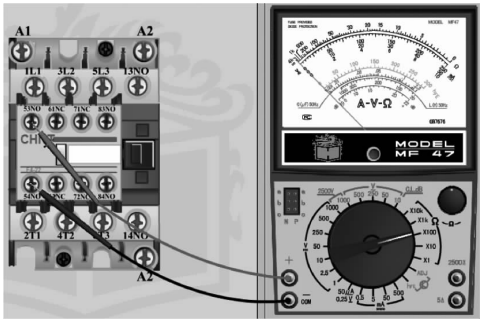


图 1-4-5 检测辅助触点

表 1-4-1 交流接触器的拆卸与测量记录表

型号		容量		拆装步骤	主要零部件	
					名称	作用
触点数						
主触点	辅助触点	辅助常开触点	辅助常闭触点			
触点电阻						
常开触点		常闭触点				
动作前	动作后	动作前	动作后			
线圈						
电压		电阻值				

任务评价 >>

考核评价表

检测项目	检测内容	分值	检测标准	学生自评	学生互评	教师评价	检测结果
				30%	30%	40%	
知识目标	接触器的功能和结构认识	10	能正确认识接触器的功能和结构（10 分）				
			能基本正确认识接触器的功能和结构（6 分）				
			能部分正确认识接触器的功能和结构（4 分）				

续表

检测项目	检测内容	分值	检测标准	学生自评	学生互评	教师评价	检测结果
				30%	30%	40%	
知识目标	接触器的图形和文字符号	10	能正确绘制接触器的图形和文字符号（10分）				
			能基本正确绘制接触器的图形和文字符号（6分）				
			能部分正确绘制接触器的图形和文字符号（4分）				
	接触器的检测步骤	10	能正确叙述常用接触器的检测步骤（10分）				
			能基本正确叙述常用接触器的检测步骤（6分）				
			能部分正确叙述常用接触器的检测步骤（4分）				
	接触器的检测与拆装方法	10	能正确进行常用接触器的拆装与检测（10分）				
			能基本正确进行常用接触器的拆装与检测（6分）				
			能部分正确进行常用接触器的拆装与检测（4分）				
能力目标	安全用具及万用表的使用	10	安全用具及万用表的使用完全正确（10分）				
			安全用具及万用表的使用基本正确（6分）				
			安全用具及万用表的使用部分正确（4分）				
	制定检测方案	10	检测方案完全正确（10分）				
			检测方案基本正确（6分）				
			检测方案部分正确（4分）				
	电器检测与拆装	10	电器检测完全正确（10分）				
			电器检测基本正确（6分）				
			电器检测部分正确（4分）				
情感目标	职业道德	10	着装整齐、遵守纪律、服从管理（10分）				
			基本能做到着装整齐、遵守纪律、服从管理（6分）				
			不服从管理（0分）				
	职业规范	10	安全文明生产，电器、工具码放符合规范（10分）				
			安全文明生产，电器、工具码放基本符合规范（6分）				
			违反操作规程，造成人身或设备事故（0分）				
	团队合作	10	小组合作顺利，组间交流融洽（10分）				
			小组合作基本顺利，组间交流基本融洽（6分）				
			小组合作不顺利，组间不能交流（4分）				
总分	100	得分					

知识链接 > >

交流接触器的构成

电磁机构：电磁机构由线圈、动铁芯（衔铁）和静铁芯构成。

触头系统：交流接触器的触头系统包括主触头和辅助触头。主触头用于通、断主电路，有3对或4对常开触头；辅助触头用于控制电路，起电气联锁或控制作用，通常有2对常开、2对常闭触头。

灭弧装置：容量在 10A 以上的接触器都有灭弧装置。对于小容量的接触器，常采用双断口桥形触头，以利于灭弧；对于大容量的接触器，常采用纵缝灭弧罩及栅片灭弧结构。

其他部件：包括反作用弹簧、缓冲弹簧、触头压力弹簧、传动机构及外壳等。

接触器上标有端子标号，线圈为 A1、A2，主触头 1、3、5 接电源侧，2、4、6 接负荷侧。辅助触头用两位数表示，前一位为辅助触头顺序号，后一位的 3、4 表示常开触头，1、2 表示常闭触头。接触器的控制原理很简单，当线圈接通额定电压时，产生电磁力，克服弹簧反力，吸引动铁芯向下运动，动铁芯带动绝缘连杆和动触头向下运动，使常开触头闭合、常闭触头断开；当线圈失电或电压低于释放电压时，电磁力小于弹簧反力，常开触头断开，常闭触头闭合。

任务 5

主令电器的认识与检测

任务描述 > >

在数控机床控制电气柜等的控制部分中，包含着很多的主令电器元件，这些主令电器元件在使用过程中可能会出现一些故障，从而导致机床的重要指令无法执行，所以对这些主令电器元件经常进行检测是保障机床正常运行的必要条件。在数控车间要求对主令电器进行认识和检测。

任务目标 > >

- 认识主令电器的外形。
- 了解主令电器的功能。
- 学习万用表等检测工具的使用方法。
- 利用检测工具对主令电器进行简单检测。
- 能正确进行拆卸、组装和排除主令电器的常见故障。

任务实施 > >

一、任务分析

对数控车间的按钮、行程开关等主令电器进行认识，熟悉其在机床电气柜中的作用，并利用万用表等检测工具进行电器元件的检测。熟悉万用表的使用方法，并能正确进行按钮、行程开关的拆卸、组装等工作。

二、实施步骤

1. 认识主令电器的外形和结构

主令电器是用于发布命令、改变控制系统工作状态的电器，主要包括控制按钮、行程开关、接近开关等。

(1) 控制按钮

控制按钮通常用作短时接通或断开小电流控制电路的开关。控制按钮是由按钮帽、复位弹簧、桥式触点和外壳等组成。通常制成具有常开触点和常闭触点的复合式结构，其结构如图 1-5-1 所示，按钮开关的图形符号及文字符号如图 1-5-2 所示。

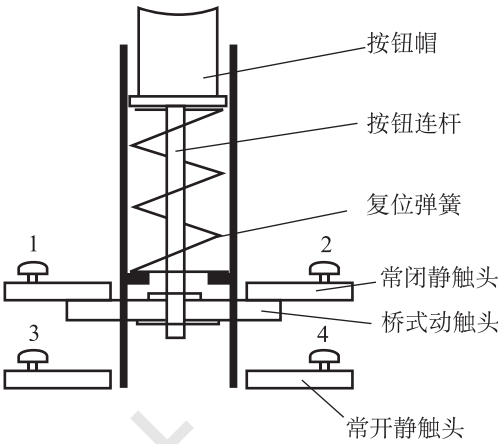


图 1-5-1 控制按钮结构示意图

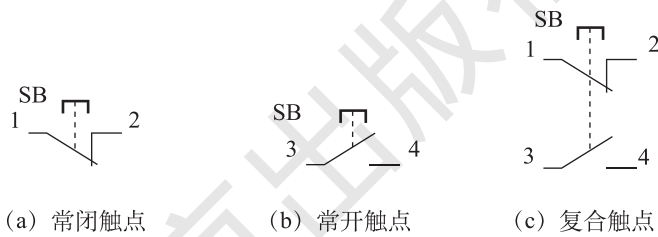


图 1-5-2 控制按钮开关的图形符号及文字符号

(2) 行程开关

行程开关用来反映工作机械的位置变化（行程），可用以发出指令，改变电动机的工作状态，又称为限位开关或终端开关。它不仅是控制电器，还是实现终端保护的保护电器。行程开关结构与控制按钮类似，但其动作要由机械撞击。行程开关的外形如图 1-5-3 所示。行程开关主要由类似控制按钮的触头系统和接收机械部件发来的信号的操作头组成，其内部结构示意图和图形符号如图 1-5-4 所示。



图 1-5-3 行程开关的外形

2. 检测与拆装主令电器

(1) 工作准备

工具：常用电工工具一套（螺钉旋具、镊子、钢丝钳、尖嘴钳等）。

仪表：万用表、兆欧表。

器材：各类按钮、行程开关等，根据实际情况准备。

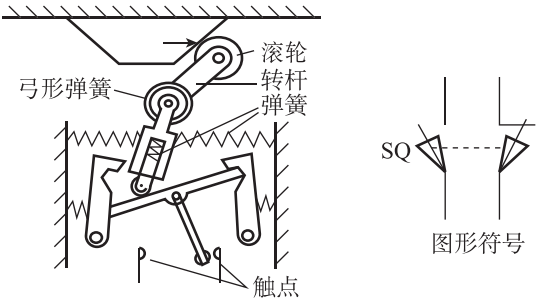


图 1-5-4 行程开关内部结构示意图和图形符号

(2) 复合按钮的检测与拆装

检测与拆装方法：观察复合按钮的动、静触点、螺丝是否齐全牢固，动、静触点是否活动灵活。用万用表电阻挡测试常闭触点输入点和输出点是否全部接通，常开触点输入点和输出点是否全部不通，若未全部接通，则说明按钮相应触点已坏。利用电工工具和仪表，对复合按钮进行检测和拆装，将拆装和检测结果记录在表 1-5-1 中。

表 1-5-1 复合按钮的拆卸与测量记录表

型号				拆装步骤	主要零部件			
					名称		作用	
触点数								
常开触点		常闭触点						
触点电阻								
常开触点		常闭触点						
动作前	动作后	动作前	动作后					

当复合按钮不动作（未按压）时，常闭触点输入点和输出点全部接通，常开触点输入点和输出点全部不通。复合按钮动作前、后如图 1-5-5 所示。

外观检测动静触点、螺丝是否齐全牢固、活动灵活，外壳有无损伤等。

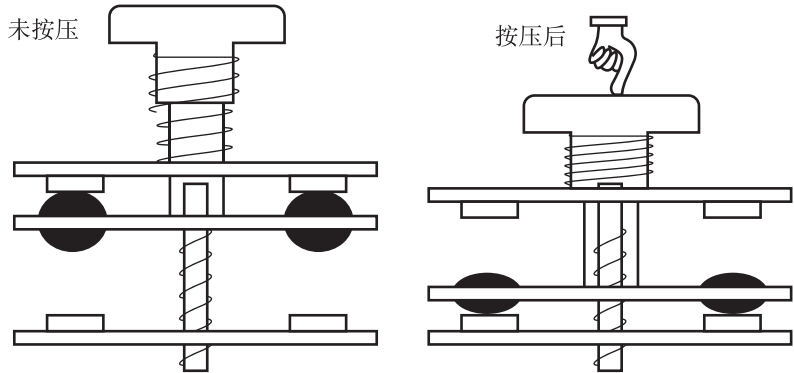


图 1-5-5 复合按钮的动作示意图

(3) 行程开关的检测与拆装

检测与拆装方法：观察行程开关动、静触点、螺丝是否齐全牢固，动、静触点机械部位是否活动灵活。用万用表电阻挡测试常闭触点输入点和输出点是否全部接通，常开触点输入点和输出点是否全部不通，若全部不通，则说明行程开关相应触点已坏。利用电工工具和仪表，对行程开关进行检测和拆装，将拆装和检测结果记录在表 1-5-2 中。

当行程开关不动作（未撞击）时，常闭触点输入点和输出点全部接通，常开触点输入点和输出点全部不通；当行程开关动作（受到撞击）时，它的触点状态会改变，如图 1-5-6 所示。

外观检测动、静触点及机械部位螺丝是否齐全牢固、活动灵活、外壳有无损伤等。

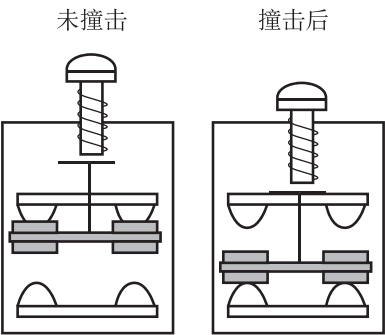


图 1-5-6 行程开关动作示意图

表 1-5-2 行程开关的拆卸与测量记录表

型号				拆装步骤	主要零部件			
					名称		作用	
触点数								
常开触点		常闭触点						
触点电阻								
常开触点		常闭触点						
动作前	动作后	动作前	动作后					

任务评价 >>

考核评价表

检测项目	检测内容	分值	检测标准	学生自评	学生互评	教师评价	检测结果
				30%	30%	40%	
知识目标	主令电器的功能和结构认识	10	能正确认识主令电器的功能和结构（10分）				
			能基本正确认识主令电器的功能和结构（6分）				
			能部分正确认识主令电器的功能和结构（4分）				
	主令电器的图形和文字符号	10	能正确绘制主令电器的图形和文字符号（10分）				
			能基本正确绘制主令电器的图形和文字符号（6分）				
			能部分正确绘制主令电器的图形和文字符号（4分）				

续表

检测项目	检测内容	分值	检测标准	学生自评	学生互评	教师评价	检测结果
				30%	30%	40%	
知识目标	主令电器的检测步骤	10	能正确叙述常用主令电器的检测步骤（10分）				
			能基本正确叙述常用主令电器的检测步骤（6分）				
			能部分正确叙述常用主令电器的检测步骤（4分）				
	主令电器的检测与拆装方法	10	能正确进行常用主令电器的拆装与检测（10分）				
			能基本正确进行常用主令电器的拆装与检测（6分）				
			能部分正确进行常用主令电器的拆装与检测（4分）				
能力目标	安全用具及万用表的使用	10	安全用具及万用表的使用完全正确（10分）				
			安全用具及万用表的使用基本正确（6分）				
			安全用具及万用表的使用部分正确（4分）				
	制定检测方案	10	检测方案完全正确（10分）				
			检测方案基本正确（6分）				
			检测方案部分正确（4分）				
	电器检测与拆装	10	电器检测完全正确（10分）				
			电器检测基本正确（6分）				
			电器检测部分正确（4分）				
情感目标	职业道德	10	着装整齐、遵守纪律、服从管理（10分）				
			基本能做到着装整齐、遵守纪律、服从管理（6分）				
			不服从管理（0分）				
	职业规范	10	安全文明生产，电器、工具码放符合规范（10分）				
			安全文明生产，电器、工具码放基本符合规范（6分）				
			违反操作规程，造成人身或设备事故（0分）				
	团队合作	10	小组合作顺利，组间交流融洽（10分）				
			小组合作基本顺利，组间交流基本融洽（6分）				
			小组合作不顺利，组间不能交流（4分）				
总 分	100	得 分					

知识链接 > >

一、按钮

控制按钮通常用作短时接通或断开小电流控制电路的开关。控制按钮由按钮帽、复位弹簧、桥式触点和外壳等组成。通常制成具有常开触点和常闭触点的复合式结构。指示灯式按钮内可装入信号灯显示信号；紧急式按钮装有蘑菇形按钮帽，以便于紧急操

作。旋钮式按钮是用手扭动旋钮来进行操作的。

按钮帽有多种颜色，一般红色用作停止按钮，绿色用作启动按钮。按钮主要根据所需的触点数、使用场合及颜色来进行选择。

二、接近开关

接近开关可以代替有触头行程开关来完成行程控制和限位保护，还可用于高频计数、测速、液位控制、零件尺寸检测、加工程序的自动衔接等非接触式开关。由于它具有非接触式触发、动作速度快、可在不同的检测距离内动作、发出的信号稳定无脉动、工作稳定可靠、寿命长、重复定位精度高以及能适应恶劣的工作环境等特点，被广泛应用于机床、纺织、印刷、塑料等工业生产中。

接近开关分为有源型和无源型两种，多数无触点行程开关为有源型，主要包括检测元件、放大电路、输出驱动电路三部分，一般采用 5 ~ 24V 的直流电流或 220V 交流电源等。

任务 6

常用继电器的认识与检测

任务描述 >>

在数控机床控制电气柜等的控制部分，继电器是一类很重要的控制元件。继电器在使用过程中可能会出现一些故障，从而导致机床无法正常运行，对这些继电器经常进行检测是保障机床正常运行的必要条件，所以在数控车间要求对继电器进行认识 and 检测。

任务目标 >>

- 认识继电器的外形。
- 了解继电器的功能。
- 学习万用表等检测工具的使用方法。
- 利用检测工具对热继电器与电磁继电器进行简单检测。
- 能正确进行拆卸、组装和排除热继电器与电磁继电器的常见故障。

任务实施 >>

一、任务分析

对数控车间的继电器进行认识，熟悉其在机床电气柜中的作用，并利用万用表等

检测工具进行电器元件的检测。熟悉万用表的使用方法，并可正确进行热继电器和电磁继电器的拆卸、组装等工作。

二、实施步骤

1. 认识继电器的外形和结构

(1) 热继电器

热继电器主要用于电气设备（主要是电动机）的过负荷保护。热继电器的外形如图 1-6-1 所示。

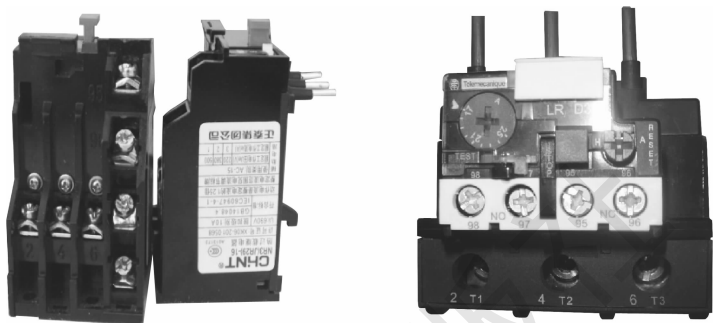


图 1-6-1 热继电器的外形

图 1-6-2 (a) 是双金属片式热继电器的结构示意图，图 1-6-2 (b) 是其图形符号。由图 1-6-2 可见，热继电器主要由双金属片、热元件、复位按钮、传动杆、拉簧、调节旋钮、复位螺丝、触点和接线端子等构成。

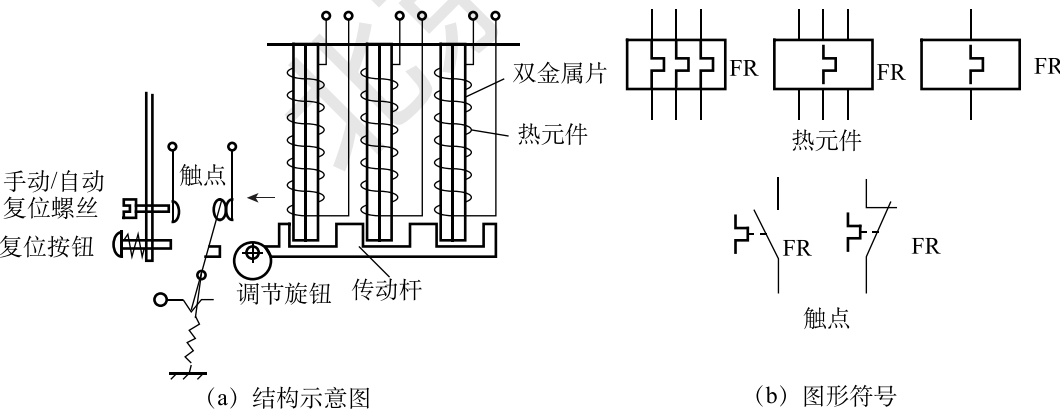


图 1-6-2 热继电器结构示意图及图形符号

双金属片是一种将两种线膨胀系数不同的金属用机械碾压方法使之形成一体的金属片。膨胀系数大的（如铁镍铬合金、铜合金或高铝合金等）称为主动层，膨胀系数小的（如铁镍类合金）称为被动层。由于两种线膨胀系数不同的金属紧密地贴合在一起，当产生热效应时，使得双金属片向膨胀系数小的一侧弯曲，由弯曲产生的位移带动触头动作。

热继电器的发热元件应接入电动机主电路中，而触点应接在辅助控制电路中。

(2) 继电器

继电器是一种利用电流、电压、时间、温度等信号的变化来接通或断开所控制的电路，以实现自动控制或完成保护任务的自动电器。

中间继电器是最常用的继电器之一，其外形如 1-6-3 所示。中间继电器与接触器的结构和工作原理大致相同，外形如图 1-6-4 (a) 所示，其图形符号如图 1-6-4 (b) 所示。

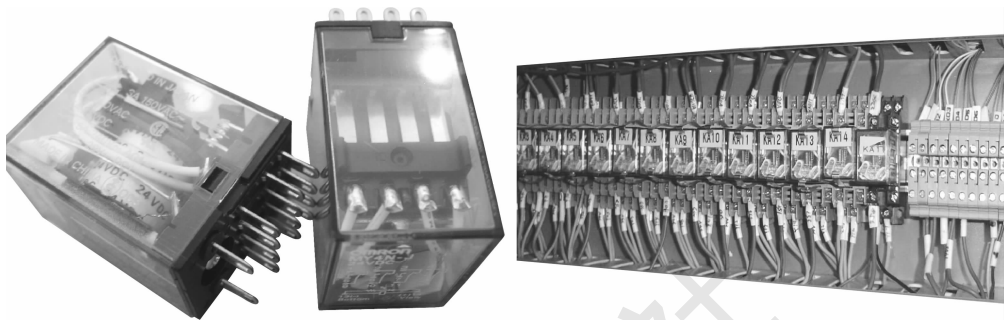


图 1-6-3 中间继电器的外形

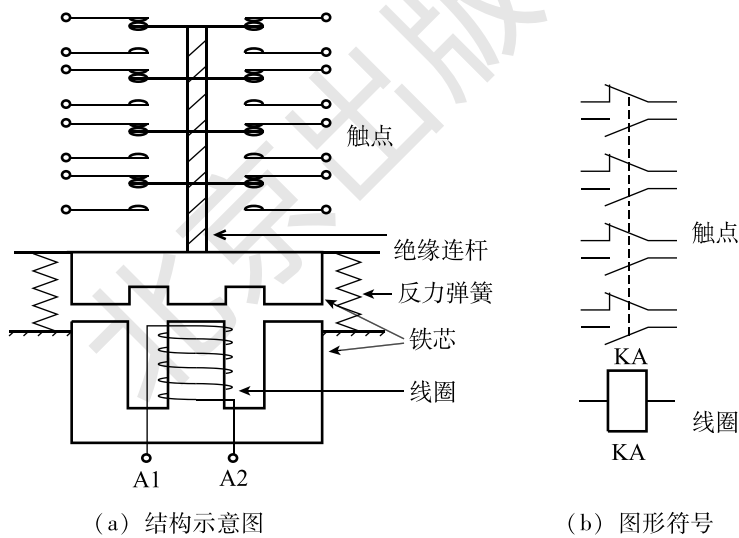


图 1-6-4 中间继电器的结构示意图及图形符号

中间继电器和接触器的主要区别在于：接触器的主触点可以通过大电流；继电器的体积和触点容量小，触点数目多，只能通过小电流。所以，继电器一般用于机床的控制电路中。

常用的中间继电器型号有 JZ7、JZ14 等。

2. 检测与拆装继电器和电磁继电器

(1) 工作准备

工具：常用电工工具一套（螺钉旋具、镊子、钢丝钳、尖嘴钳等）。

仪表：万用表、兆欧表。

器材：热继电器、各种电磁继电器，根据实际情况准备。

(2) 热继电器的检测和拆装

检测和拆装方法：观察热继电器热元件及动、静触点、螺丝是否齐全牢固，动、静触点是否活动灵活。用万用表电阻挡测试热元件及常闭触点输入点和输出点是否全部接通，常开触点输入点和输出点是否不通，若不是，则说明热继电器已坏。

当热继电器不动作时，常闭触点输入点和输出点全部接通；常开触点输入点和输出点全部不通。

外观检测动、静触点、螺丝是否齐全牢固，活动灵活，外壳无损伤等。

打开热继电器外盖，观察热继电器内部结构，检测各热元件电阻值，将各零件名称、作用及有关电阻值记入表 1-6-1 中。

表 1-6-1 热继电器的拆卸与测量记录表

型号			主要零部件	
			名称	作用
热元件电阻值				
L1	L2	L3		
整定电流值				
常闭触点		常开触点		

(3) 中间继电器的检测和拆装

检测和拆装方法：观察中间继电器的动、静触点、螺丝是否齐全牢固，动、静触点机械部位是否活动灵活。用万用表电阻挡测试线圈、常闭触点输入点和输出点是否全部接通，常开触点输入点和输出点是否全部不通，若不是，则说明继电器已坏。

中间继电器不动作时线圈及常闭触点输入点和输出点全部接通，常开触点输入点和输出点全部不通。

外观检测动、静触点及机械部位、螺丝是否齐全牢固、活动灵活、外壳有无损伤等。

观察中间继电器结构，将主要零件名称、作用触点数量及种类记入表 1-6-2 中。

表 1-6-2 中间继电器的拆卸与测量记录表

型号	线圈电阻	主要零部件	
		名称	作用
常闭触点数	常开触点数		

任务评价 > >

考核评价表

检测项目	检测内容	分值	检测标准	学生自评	学生互评	教师评价	检测结果
				30%	30%	40%	
知识目标	常用继电器的功能和结构认识	10	能正确认识常用继电器的功能和结构 (10 分)				
			能基本正确认识常用继电器的功能和结构 (6 分)				
			能部分正确认识常用继电器的功能和结构 (4 分)				
	常用继电器的图形和文字符号	10	能正确绘制常用继电器的图形和文字符号 (10 分)				
			能基本正确绘制常用继电器的图形和文字符号 (6 分)				
			能部分正确绘制常用继电器的图形和文字符号 (4 分)				
	常用继电器的检测步骤	10	能正确叙述常用继电器的检测步骤 (10 分)				
			能基本正确叙述常用继电器的检测步骤 (6 分)				
			能部分正确叙述常用继电器的检测步骤 (4 分)				
	常用继电器的检测与拆装方法	10	能正确进行常用继电器的拆装与检测 (10 分)				
			能基本正确进行常用继电器的拆装与检测 (6 分)				
			能部分正确进行常用继电器的拆装与检测 (4 分)				
能力目标	安全用具及万用表的使用	10	安全用具及万用表的使用完全正确 (10 分)				
			安全用具及万用表的使用基本正确 (6 分)				
			安全用具及万用表的使用部分正确 (4 分)				
	制定检测方案	10	检测方案完全正确 (10 分)				
			检测方案基本正确 (6 分)				
			检测方案部分正确 (4 分)				
	电器检测与拆装	10	电器检测完全正确 (10 分)				
			电器检测基本正确 (6 分)				
			电器检测部分正确 (4 分)				

续表

检测项目	检测内容	分值	检测标准	学生自评	学生互评	教师评价	检测结果
				30%	30%	40%	
情感目标	职业道德	10	着装整齐、遵守纪律、服从管理（10分）				
			基本能做到着装整齐、遵守纪律、服从管理（6分）				
			不服从管理（0分）				
	职业规范	10	安全文明生产，电器、工具码放符合规范（10分）				
			安全文明生产，电器、工具码放基本符合规范（6分）				
			违反操作规程，造成人身或设备事故（0分）				
	团队合作	10	小组合作顺利，组间交流融洽（10分）				
			小组合作基本顺利，组间交流基本融洽（6分）				
			小组合作不顺利，组间不能交流（4分）				
总 分	100	得 分					

知识链接 > >

一、热继电器

热继电器主要是用于电气设备（主是电动机）的过负荷保护。热继电器是一种利用电流热效应原理工作的电器，它具有与电动机容许过载特性相近的反时限动作特性，主要与接触器配合使用，用于对三相异步电动机的过负荷和断相保护。

在实际运行中，三相异步电动机常会遇到因电气或机械原因等引起的过电流（过载和断相）现象。如果过电流不严重，持续时间短，绕组不超过允许温升，这种过电流是允许的；如果过电流情况严重，持续时间较长，则会加快电动机绝缘老化，甚至会烧毁电动机，因此，在电动机回路中应设置电动机保护装置。常用的电动机保护装置种类很多，使用最多、最普遍的是双金属片式热继电器。目前，双金属片式热继电器均为三相式，有带断相保护和不带断相保护两种。

热元件一般由铜镍合金、镍铬铁合金或铁铬铝等合金电阻材料制成，其形状有圆丝、扁丝、片状和带材几种。热元件串接于电动机的定子电路中，通过热元件的电流就是电动机的工作电流（大容量的热继电器装有速饱和互感器，热元件串接在其二次回路中）。当电动机正常运行时，其工作电流通过热元件产生的热量不足以使双金属片变形，热继电器不会动作。当电动机发生过电流且超过整定值时，双金属片的热量增大而发生弯曲，经过一定时间后，使触点动作，通过控制电路切断电动机的工作电源。同时，热元件也因失电而逐渐降温，经过一段时间的冷却，双金属片恢复到原来状态。

热继电器动作电流的调节是通过旋转调节旋钮来实现的。调节旋钮为一个偏心轮，旋转调节旋钮可以改变传动杆和动触点之间的传动距离，距离越长动作电流就越大，反之，动作电流就越小。

热继电器的复位方式有自动复位和手动复位两种，将复位螺丝旋入，使常开的静触点向动触点靠近，这样动触点在闭合时处于不稳定状态，在双金属片冷却后动触点返回，为自动复位方式。如将复位螺丝旋出，触点不能自动复位，为手动复位方式。在手动复位方式下，需在双金属片恢复原状时，按下复位按钮才能使触点复位。

二、继电器

继电器的种类很多，按输入量可分为电压继电器、电流继电器、时间继电器、速度继电器、压力继电器等；按工作原理可分为电磁式继电器、感应式继电器、电动式继电器、电子式继电器等；按用途可分为控制继电器、保护继电器等；按输入量变化形式可分为有无继电器和量度继电器。

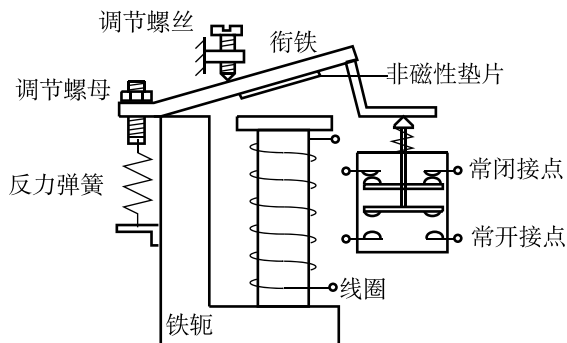
有无动作是根据输入量的有或无来动作的，无输入量时继电器不动作，有输入量时继电器动作，如中间继电器、通用继电器、时间继电器等。

量度继电器是根据输入量的变化来动作的，工作时，其输入量是一直存在的，只有当输入量达到一定值时继电器才动作，如电流继电器、电压继电器、热继电器、速度继电器、压力继电器、液位继电器等。

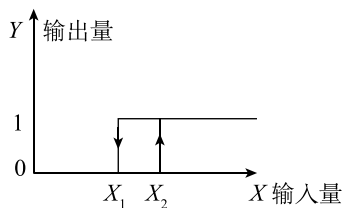
1. 电磁式继电器

在控制电路中用的继电器大多数是电磁式继电器。电磁式继电器具有结构简单、价格低廉、使用维护方便、触点容量小（一般在 5 A 以下）、触点数量多且无主、辅之分、无灭弧装置、体积小、动作迅速、准确、控制灵敏、可靠等特点，被广泛地应用于低压控制系统中。常用的电磁式继电器有电流继电器、电压继电器、中间继电器以及各种小型通用继电器等。

电磁式继电器的结构和工作原理与接触器相似，主要由电磁机构和触点组成。电磁式继电器有直流和交流两种。直流电磁式继电器结构如图 1-6-5 所示，在线圈两端加上电压或通入电流，产生电磁力，当电磁力大于弹簧反力时，吸动衔铁使常开、常闭接点动作；当线圈的电压或电流下降或消失时衔铁释放，接点复位。



(a) 结构示意图



(b) 继电器输入-输出特性

图 1-6-5 直流电磁式继电器结构示意图

2. 中间继电器

中间继电器在控制电路中起逻辑变换和状态记忆的功能以及用于扩展接点的容量和数量。另外，在控制电路中还可以调节各继电器、开关之间的动作时间，以防止电路误动作的作用。中间继电器实质上是一种电压继电器，它是根据输入电压的有或无而动作的，一般触点对数多，触点容量额定电流为 $5 \sim 10 \text{ A}$ 。中间继电器体积小，动作灵敏度高，一般不用于直接控制电路的负荷，但当电路的负荷电流在 $5 \sim 10 \text{ A}$ 以下时，也可代替接触器起控制负荷的作用。中间继电器的工作原理和接触器一样，触点较多，一般为四常开和四常闭触点。

任务 7

直流稳压电源与变压器的认识与检测

任务描述 >>

在数控机床的控制电气柜等的控制部分中，直流稳压电源和变压器起到转换电源的重要作用，对直流稳压电源和变压器的经常检测是保障机床正常运行的必要条件，所以在数控车间要求对直流稳压电源和变压器进行认识和检测。

任务目标 >>

- 认识直流稳压电源和变压器的外形。
- 了解直流稳压电源和变压器的功能。
- 学习万用表等检测工具的使用方法。
- 利用检测工具对直流稳压电源和变压器进行简单检测。

任务实施 >>

一、任务分析

对数控车间的直流稳压电源和变压器进行认识，熟悉其在机床电气柜中的作用，并利用万用表等检测工具进行电器元件的检测。熟悉万用表的使用方法。

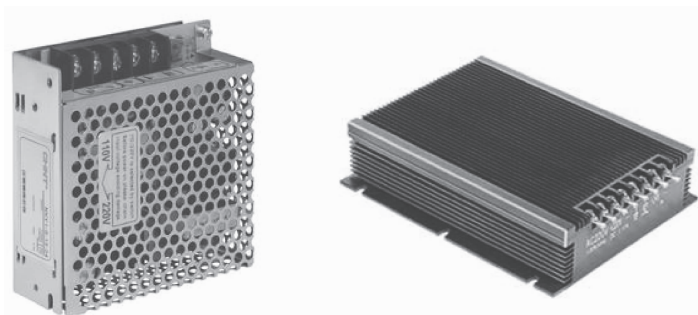
二、实施步骤

1. 认识直流稳压电源和变压器的外形和结构

(1) 直流稳压电源

直流稳压电源是将非稳定交流电源变成稳定直流电源。在数控机床电气控制系统中，为驱动器控制单元、直流继电器、信号指示灯等提供直流电源。

数控机床中主要使用开关电源和一体化电源两种。其外形如图 1-7-1 所示。开关电源被称作高效节能电源，一体化电源是采用外壳传导冷却方式的 AC/DC 开关电源。直流稳压电源的图形和文字符号如图 1-7-2 所示。



(a) 开关电源

(b) 一体化电源

图 1-7-1 直流稳压电源的外形

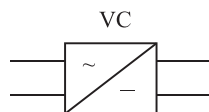


图 1-7-2 直流稳压电源的图形和文字符号

(2) 变压器

将某一数值的交流电压变换成频率相同但数值不同的交流电压。

①机床控制变压器。适用于 50~60 Hz，输入电压不超过 600 V 的电路，常作为各类机床机械设备中一般电器的控制电源和步进电动机驱动器、局部照明及指示灯的电源。机床控制变压器如图 1-7-3 所示。

②三相变压器。在三相交流系统中，三相电压的变换一般使用三相变压器来实现。

在数控机床中三相变压器主要是给伺服系统供电。三相变压器的外形和图形符号如图 1-7-4 所示。

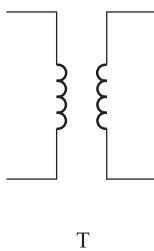
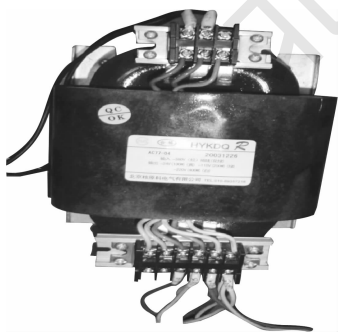


图 1-7-3 机床控制变压器的外形和图形符号

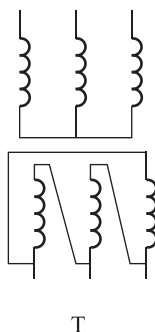


图 1-7-4 三相变压器的外形和图形符号

2. 检测与拆装开关电源和变压器

(1) 工作准备

工具：常用电工工具一套（包括螺钉旋具、镊子、钢丝钳、尖嘴钳等）。

仪表：万用表、兆欧表。

器材：直流稳压电源和变压器等，根据实际情况准备。

(2) 直流稳压电源

检测和拆装方法：观察直流稳压电源螺丝是否齐全、牢固。用万用表测试直流稳压电源输入点和输出点是否正常，若不正常，则说明直流稳压电源已损坏。

外观检测螺丝是否齐全、牢固、活动灵活、外壳有无损伤等。

用万用表的交流电压挡测量直流稳压电源的输入电压，用直流电压挡测量输出电压，并将测量结果记入表 1-7-1 中。

表 1-7-1 直流稳压电源测量记录表

型号	输入电压测量值	输出电压测量值

(3) 变压器

检测和拆装方法：观察变压器螺丝是否齐全、牢固。用万用表测试变压器输入点和输出点是否正常，若不正常，则说明变压器已损坏。

外观检测螺丝是否齐全、牢固、活动灵活、外壳有无损伤等。

用万用表的交流电压挡测量变压器的输入电压和输出电压，将测量结果记入表 1-7-2 中。

表 1-7-2 变压器测量记录表

型号	输入电压测量值	输出电压测量值

任务评价 > >

考核评价表

检测项目	检测内容	分值	检测标准	学生自评	学生互评	教师评价	检测结果
				30%	30%	40%	
知识目标	直流稳压电源和变压器的功能和结构认识	10	能正确认识直流稳压电源和变压器的功能和结构 (10 分)				
			能基本正确认识直流稳压电源和变压器的功能和结构 (6 分)				
			能部分正确认识直流稳压电源和变压器的功能和结构 (4 分)				
	直流稳压电源和变压器的图形和文字符号	10	能正确绘制直流稳压电源和变压器的图形和文字符号 (10 分)				
			能基本正确绘制直流稳压电源和变压器的图形和文字符号 (6 分)				
			能部分正确绘制直流稳压电源和变压器的图形和文字符号 (4 分)				

续表

检测项目	检测内容	分值	检测标准	学生自评	学生互评	教师评价	检测结果
				30%	30%	40%	
知识目标	直流稳压电源和变压器的检测步骤	10	能正确叙述直流稳压电源和变压器的检测步骤（10分）				
			能基本正确叙述直流稳压电源和变压器的检测步骤（6分）				
			能部分正确叙述直流稳压电源和变压器的检测步骤（4分）				
	直流稳压电源和变压器的检测与拆装方法	10	能正确进行直流稳压电源和变压器的拆装与检测（10分）				
			能基本正确进行直流稳压电源和变压器的拆装与检测（6分）				
			能部分正确进行直流稳压电源和变压器的拆装与检测（4分）				
能力目标	安全用具及万用表的使用	10	安全用具及万用表的使用完全正确（10分）				
			安全用具及万用表的使用基本正确（6分）				
			安全用具及万用表的使用部分正确（4分）				
	制定检测方案	10	检测方案完全正确（10分）				
			检测方案基本正确（6分）				
			检测方案部分正确（4分）				
	电器检测与拆装	10	电器检测完全正确（10分）				
			电器检测基本正确（6分）				
			电器检测部分正确（4分）				
情感目标	职业道德	10	着装整齐、遵守纪律、服从管理（10分）				
			基本能做到着装整齐、遵守纪律、服从管理（6分）				
			不服从管理（0分）				
	职业规范	10	安全文明生产，电器、工具码放符合规范（10分）				
			安全文明生产，电器、工具码放基本符合规范（6分）				
			违反操作规程，造成人身或设备事故（0分）				
	团队合作	10	小组合作顺利，组间交流融洽（10分）				
			小组合作基本顺利，组间交流基本融洽（6分）				
			小组合作不顺利，组间不能交流（4分）				
总分		100	得分				

知识链接 > >

变压器是变换交流电压、电流和阻抗的器件, 当初级线圈中通有交流电时, 铁芯 (或磁芯) 中便产生交流磁通, 使次级线圈中感应出电压 (或电流)。变压器由铁芯 (或磁芯) 和线圈组成, 线圈有两个或两个以上的绕组, 其中, 接电源的绕组叫作初级

线圈，其余的绕组叫作次级线圈。

变压器是利用电磁感应原理，从一个电路向另一个电路传递电能或传输信号的一种电器。输送电能的多少由用电器的功率决定。

机床常用控制变压器型号有 JBK 系列、BK 系列等。变压器的主要参数有初级电压、次级电压。

(1) 根据实际负载情况选择初级额定电压 U_1 ，再选择次级额定电压 $U_2, U_3 \dots$

(2) 根据实际负载情况，确定各次级绕组额定电流 $I_1, I_2 \dots$ 一般绕组的额定输出电流应大于或等于额定负载电流。

(3) 次级额定容量由总容量确定。总容量的算法： $P_2 = U_2 I_2 + U_3 I_3 + U_4 I_4 + \dots$

单元小结

在本单元的学习中，主要学习了数控机床上各种电器元件的工作和检测的方法，并学习了常用的电工工具和电工仪表。学习正确地使用和检测数控机床电气柜的电器元件，为以后故障的检查和排除打下了基础。

综合测试

1. 填空题

(1) 在电气控制电路中，熔断器用作_____保护，热继电器用作_____保护。

(2) 常开按钮可作为_____（“停止”或“启动”）按钮使用；常闭按钮可作为_____（“停止”或“启动”）按钮使用。

(3) 交流接触器的常开和常闭触头是一起动作的，当线圈通电时，_____触头先分断，_____触头随即闭合。

(4) SB 是_____的文字符号；QS 是_____的文字符号；KM 是_____的文字符号；FU 是_____的文字符号；FR 是_____的文字符号。

(5) 用万用表测量电阻时选挡：将转换开关拨到_____挡。万用表使用完毕应将转换开关拨到_____。测量电阻时，每次改变欧姆挡量程都要重新_____。

(6) 万用表分为_____和_____，是一种多功能、多量程的测量仪表，万用表由_____、_____及_____三个主要部分组成。

(7) 变压器利用_____原理，把一种电压的交流电能转变成_____相同的另一种电压的交流电能。

2. 选择题

- (1) 低压断路器即低压自动开关，它相当于()的组合。
- A. 刀开关、熔断器、热继电器、欠压继电器
B. 刀开关、熔断器、热继电器、启动器
C. 刀开关、熔断器、热继电器、压力继电器
D. 刀开关、熔断器、热继电器、操作手柄
- (2) 热继电器是一种利用()原理进行工作的保护电器。
- A. 电流的热效应
B. 监测导体发热
C. 监测线圈温度
D. 测量红外线
- (3) 将交流电变成稳定的直流电的电器元件是()。
- A. 变压器
B. 直流稳压电源
C. 接触器
D. 热继电器
- (4) 热继电器的发热元件应接入电动机()中，而触点应接在辅助控制电路中。
- A. 控制电路
B. 按钮电路
C. 主电路
D. 输入输出电路
- (5) ()用来反映工作机械的位置变化(行程)，用以发出指令，改变电动机的工作状态。
- A. 断路器
B. 按钮
C. 接触器
D. 行程开关

3. 简答题

- (1) 简述接触器的工作原理。
- (2) 简述万用表的三个主要组成部分及万用表的使用注意事项。