

模块1

入门篇

本模块通过设置工厂广泛应用的实际案例（包括CA6140卧式车床故障检测与维修、Z3040摇臂钻床故障检测与维修、M7120平面磨床故障检测与维修），深入浅出地阐述常用低压电器的结构原理、使用 and 选择方法；展示车床、钻床、磨床的结构特点；介绍电气控制线路分析和故障检测、故障定位、故障排除的方法。本模块内容对应于维修电工（中级）考证中继电控制电路装调维修项目中的机床电气控制线路维修部分。

CA6140 卧式车床 故障检测与维修



【项目导入】

车床是机床中的一种，在机械加工行业中被认为是所有设备的工作“母机”。车床主要用于加工轴、盘、套和其他具有回转表面的工件，以圆柱体为主，是机械制造和修配工厂中使用最广的一类机床。CA6140卧式车床是普通车床中的一种，加工范围较广，自动化程度低，适用于小批量生产，亦常见于修配车间。

同学们通过典型机床控制电路的学习，进行归纳总结，以便深刻理解各类机床的特殊性与普遍性。重点学会阅读、分析机床电气控制线路的原理图；学会常见故障的分析方法以及维修技能，做到举一反三、触类旁通。

【项目学习指导】

图1-1所示为CA6140卧式车床的电气原理图，可从以下几个方面进行学习：

- ① 分析图纸，了解每个电气元件的名称、功能及选择的依据。
- ② 读懂车床主电路、控制电路、照明电路，掌握它们之间的相互关系。
- ③ 判断车床电气故障。
- ④ 选择检测器具，确定机床故障点。
- ⑤ 掌握车床电气系统日常保养与维护的方法。
- ⑥ 撰写检测报告。

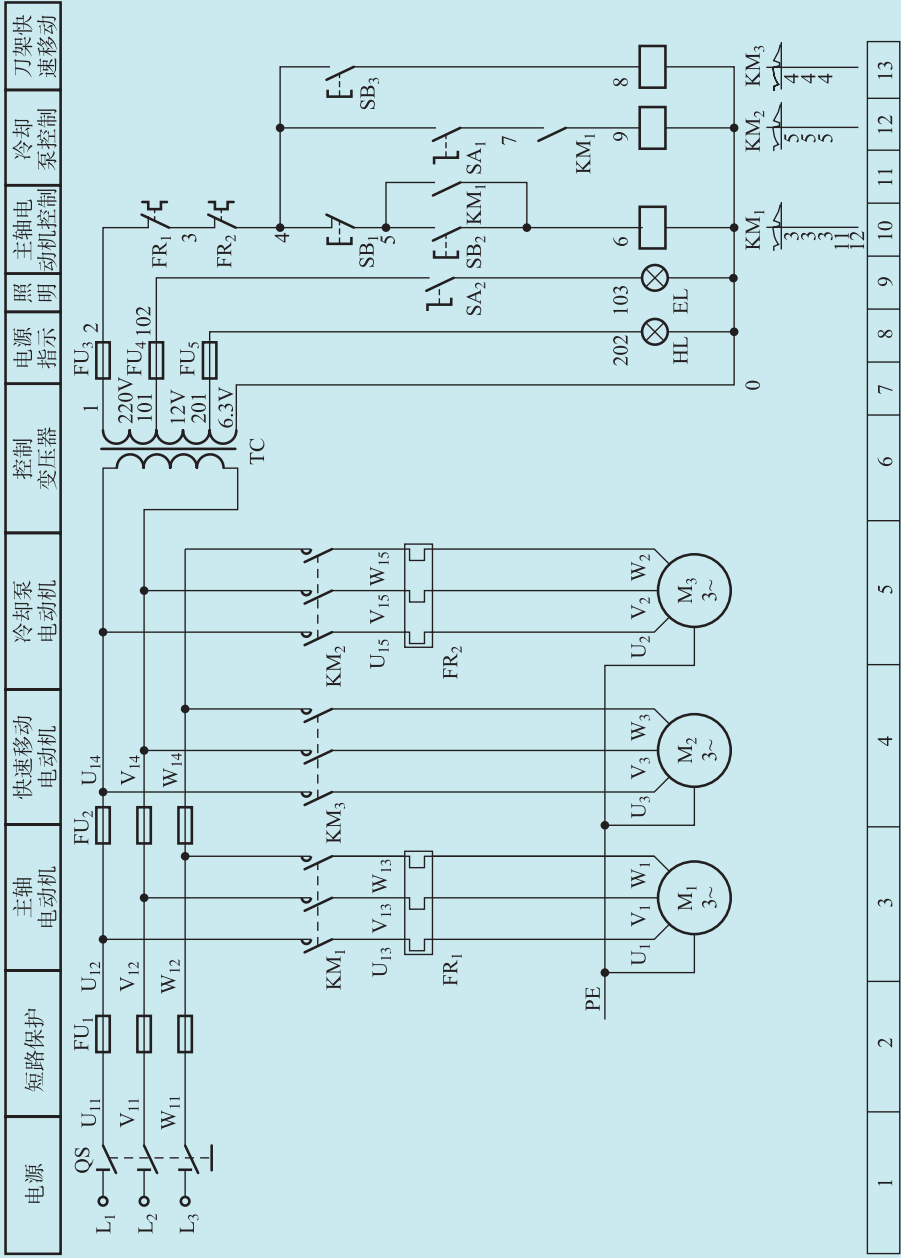
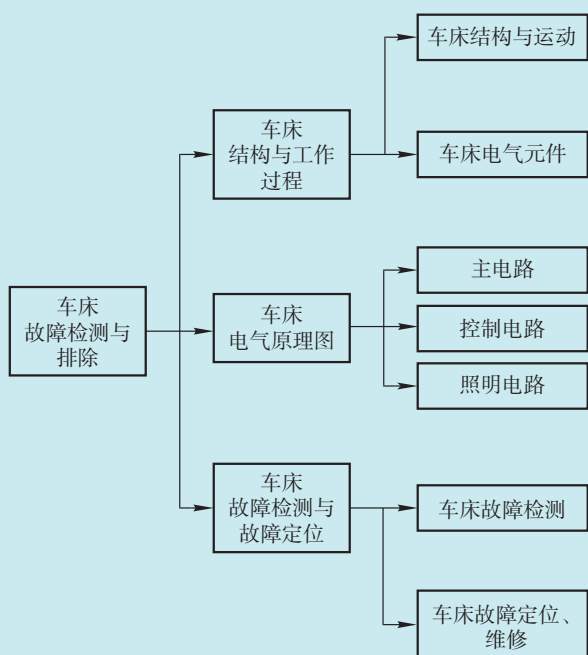


图 1-1 CA6140 卧式车床电气原理图



【思维导图】



任务 1 了解 CA6140 卧式车床结构与电气元件



学习目标

一、知识目标

1. 了解 CA6140 卧式车床的基本组成、运动形式与电气元件。
2. 理解 CA6140 卧式车床低压电器的结构、工作原理与技术参数。
3. 熟悉 CA6140 卧式车床电气元件布置图绘制流程与方法。

二、技能目标

1. 能够根据车床的控制特点、低压电器的结构、工作原理与技术参数进行低压电器的选型。
2. 能够参考机床电器柜，进行车床电气元件布置图的绘制。



任务描述

图 1-1 为 CA6140 卧式车床电气原理图，找出所有电气元件，并填写在下面的框中，同时结合以前的实训或参观经历，在考虑车床加工的工作原理的基础上，将车床的基本结构、组成也填写在下面的框中。



任务分析

根据电路电流走向辨认电气元件，这样不容易遗漏。结合过往实训或参观活动，按照一定的空间顺序，在考虑车床加工的工作原理的基础上，填写框中内容。

思考：认识机床的结构与电气元件对维修有何帮助？



必备知识

一、CA6140 卧式车床的基本组成与运动形式

CA6140 卧式车床的基本组成如图 1-2 所示，其运动形式为：

- (1) 主运动是主轴电动机通过卡盘带动工件的旋转运动的过程。
- (2) 进给运动是刀架带动刀具的直线进给运动。由主轴电动机拖动，其动力通过挂轮架传递给进给箱，从而实现刀具的纵向和横向进给。在加工螺纹时，要求刀具的移动和主轴的转动有固定的比例关系。
- (3) 辅助运动是除主运动及进给运动外的其他运动：电动机拖动刀架的快速前进与后退、尾架的纵向移动、工件的夹紧与放松、工件加工过程的冷却等。

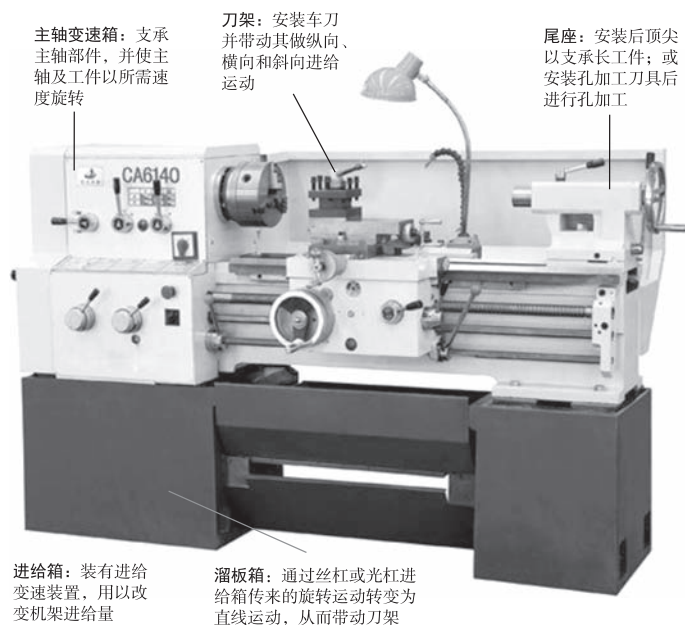
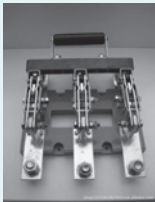
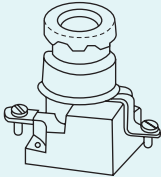
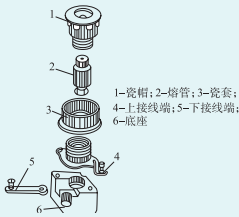
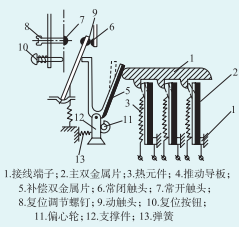
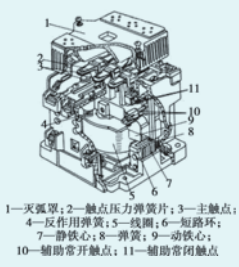
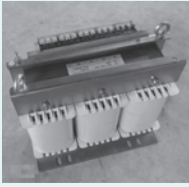
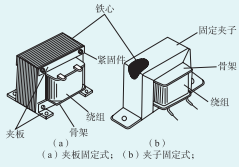


图 1-2 CA6140 卧式车床的基本组成

二、CA6140卧式车床中的低压电气元件

CA6140卧式车床中的低压电气元件见表 1-1。

表 1-1 CA6140 卧式车床中的低压电气元件

元器件	常见型号外观图	结构示意图	工作原理	用途与主要技术参数
隔 离 开 关 QS			由一组静触头与一组动触头组成的开关，没有灭弧能力	断开负载电流，隔离电源。 额定电压、额定电流、极限电流、5s 热稳定电流
熔 断 器 FU			利用金属导体作为熔体串联于电路中，当过载或短路电流通过熔体时，因其自身发热而熔断，从而分断电路的一种电器	短路和过电流保护。 额定电压、额定电流、极限分断能力、电流时间特性、限流特性
热 继 电 器 FR			由发热元件、双金属片和触头组成。通过热元件的电流使其发热，导致双金属片变形。当电流过载达到一定程度时，双金属片的变形量足以推动触头机构动作，即热继电器触头的通断可以反映是否过载	主要用来对异步电动机进行过载保护。 额定电压、额定电流、额定频率、整定电流范围
接 触 器 KM			接触器线圈通电后，线圈电流会产生磁场，产生的磁场使静铁心产生电磁吸力吸引动铁心，并带动交流接触器点动作，常闭触点断开，常开触点闭合，两者是联动的。当线圈断电时，电磁吸力消失，衔铁在释放弹簧的作用下释放，使触点复原，常开触点断开，常闭触点闭合	用小电流来控制大电流负载，可以远距离控制，同时可以自锁互锁，防止误动作造成事故。 额定电压、额定电流、通断能力、操作频率
变 压 器 TC			用电磁感应的原理来改变交流电压的装置，主要构件是初级线圈、次级线圈和铁心（磁心）	电压变换、电流变换、阻抗变换、隔离、稳压（磁饱和变压器）等。 额定容量、额定电压及其分接、额定频率和总重等



续表

元器件	常见型号外观图	结构示意图	工作原理	用途与主要技术参数
按钮开关 SB			通常按钮开关有两对触点。每对触点由一个常开触点和一个常闭触点组成。当按下按钮，两对触点同时动作，常闭触点断开，常开触点闭合	手动发出控制信号以控制接触器、继电器、电磁启动器等。额定电流、机械寿命、使用环境
转换开关 SA (旋钮开关)			转换开关的接触系统是由数个装嵌在绝缘壳体内的静触头座和可动支架中的动触头构成。配置不同的限位件，可获得不同挡位的开关	多用于机床电气控制线路中电源的引入开关，起隔离电源的作用，还可作为直接控制小容量异步电动机不频繁启动和停止的控制开关

三、机床电气元件布置图

机床电气元件布置图主要是表明电气设备上所有电气元件的实际位置，为电气设备的安装及维修提供必要的资料。电气元件布置图可根据电气设备的复杂程度集中绘制或分别绘制。图中不需标注尺寸，但是各电气代号应与有关图纸和电气清单上所有的元器件代号相同，在图中往往留有 10% 以上的备用面积及导线管（槽）的位置，以供改进设计时使用。

电气元件布置图的绘制原则：

(1) 绘制电气元件布置图时，机床的轮廓线用细实线或点画线表示，电气元件均用粗实线绘制出简单的外形轮廓。

(2) 绘制电气元件布置图时，电动机要和被拖动的机械装置画在一起；行程开关应画在获取信息的地方；操作手柄应画在便于操作的地方。

(3) 绘制电气元件布置图时，各电气元件之间，上、下、左、右应保持一定的间距，并且应考虑器件的发热和散热因素，应便于布线、接线和检修。

图 1-3 所示为某车床电气元件布置图，其中 $FU_1 \sim FU_4$ 为熔断器、KM 为接触器、FR 为热继电器、TC 为照明变压器、XT 为接线端子板。

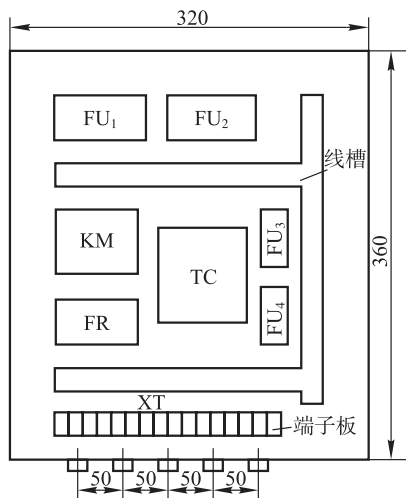


图 1-3 某车床电气元件布置图



任务实施

- 1. 结合教材、过往实训经历或网络资源，了解CA6140卧式车床的结构、运动形式。
- 2. 结合教材、实验室设备，认识并理解CA6140卧式车床各电气元件的外形、工作原理、技术参数，并完成表1-2。

表 1-2 CA6140 卧式车床的电气元件

序号	名称	图形符号	型号	数量	功能	备注
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						

- 3. 结合教材、实验室设备，按照适当的流程在下框内绘制CA6140卧式车床电气元件布置图。



任务评价

对照表1-3，对任务的完成情况进行评价。

表1-3 任务完成情况评价表

项目名称		姓名	
任务名称		时间	
一、综合职业能力成绩			
评分项目	评分内容	配分	自评 小组评分 教师评分
任务完成	完成项目任务，各项功能正常等	60	
操作工艺	方法步骤正确，动作准确等	20	
安全生产	符合操作规程，保障人员、设备安全等	10	
文明生产	遵守纪律，积极合作，工位整洁	10	
总分			
二、训练过程记录			
参考资料选择			
操作工艺流程			
技术规范情况			
安全文明生产			
完成任务时间			
自我检查情况			
三、评语	自我整体评价		学生签名
	教师整体评价		教师签名



总结提升

一、知识点

1. CA6140卧式车床的结构与运动形式。
2. CA6140卧式车床低压电器结构、工作原理与技术参数。

二、技能点

- 1. 正确选择车床低压电气元件。
- 2. 正确绘制CA6140卧式车床电气元件布置图。



拓展实训

C6150卧式车床的电气原理图如图 1-4 所示，识别其中的电气元件。

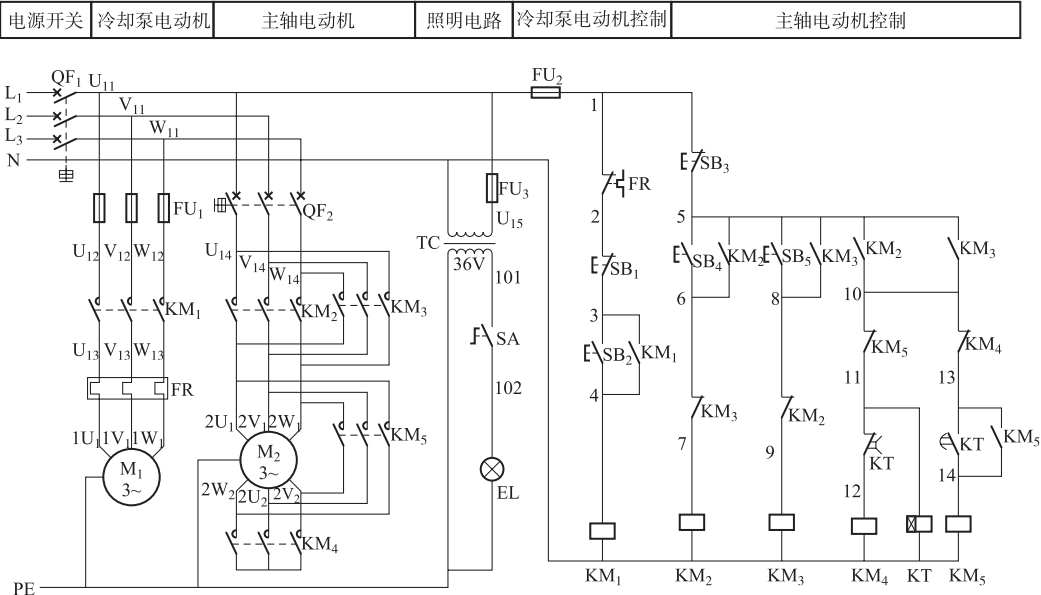


图 1-4 C6150 卧式车床电气原理图

其中的电气元件：



知识链接

一、车床简介

普通车床是最常见的一种机床，主要用车刀在工件上加工旋转表面，约占机床



总数的20%~35%。

在机械加工行业中，车床被认为是所有设备的工作“母机”。车床主要用于加工轴、盘、套和其他具有回转表面的工件，以圆柱体为主，是机械制造和修配工厂中使用最广泛的一类机床。铣床和钻床等旋转加工的机械都是从车床发展出来的。

二、车床的分类

按用途和结构的不同，车床主要分为卧式车床、落地车床、立式车床、转塔车床、单轴自动车床、多轴自动和半自动车床、仿形车床及多刀车床和各种专门化车床，如凸轮轴车床、曲轴车床、车轮车床、铲齿车床。在所有车床中，卧式车床应用最为广泛。

(1) 普通车床：加工对象广，主轴转速和进给量的调整范围大，能加工工件的内外表面、端面和内外螺纹。这种车床主要由工人手工操作，生产效率低，适用于单件、小批量生产，亦常见于修配车间。

(2) 转塔和回转车床：具有能装多把刀具的转塔刀架或回轮刀架，能在工件的一次装夹中由工人依次使用不同刀具完成多种工序，适用于批量生产。

(3) 自动车床：按一定程序自动完成中小型工件的多工序加工，能自动上下料，重复加工一批同样的工件，适用于大批、大量生产。

(4) 多刀半自动车床：有单轴、多轴、卧式和立式之分。单轴卧式的布局形式与普通车床相似，但两组刀架分别装在主轴的前后或上下，用于加工盘、环和轴类工件，其生产率比普通车床提高3~5倍。

(5) 仿形车床：能仿照样板或样件的形状尺寸，自动完成工件的加工循环，适用于形状较复杂的工件的小批和成批生产，生产率比普通车床高10~15倍。有多刀架、多轴、卡盘式、立式等类型。

(6) 立式车床：主轴垂直于水平面，工件装夹在水平的回转工作台上，刀架在横梁或立柱上移动。适用于加工较大、较重及难于在普通车床上安装的工件，分单柱和双柱两大类。

(7) 铲齿车床：在车削的同时，刀架周期地做径向往复运动，用于铲车铣刀、滚刀等的成形齿面。通常带有铲磨附件，由单独电动机驱动的小砂轮铲磨齿面。

(8) 专门化车床：加工某类工件的特定表面的车床，如曲轴车床、凸轮轴车床、车轮车床、车轴车床、轧辊车床和钢锭车床等。

(9) 联合车床：主要用于车削加工，附加一些特殊部件和附件后还可进行镗、铣、钻、插、磨等加工，具有“一机多能”的特点，适用于工程车、船舶或移动修理站上的修配工作。

(10) 马鞍车床：马鞍车床在车头箱处的左端床身为下沉状，能够容纳直径大的零件。车床的外形为两头高、中间低，形似马鞍，所以称为马鞍车床。马鞍车床适合加工径向尺寸大、轴向尺寸小的零件，适于车削工件外圆、内孔、端面、切槽和公制、英制、模数、径节螺纹，还可进行钻孔、镗孔、铰孔等加工，特别适合单件、成批生产。马鞍车床在马鞍槽内可加工较大直径工件。机床导轨经淬硬并精磨，操作方便可靠。车床具有功率大、转速高、刚性强、精度高、噪声低等特点。

三、CA6140卧式车床的加工类型

CA6140卧式车床是卧式车床中最普通、最具代表性的机床，在工业制造中被广泛应用，其具体加工类型如图1-5所示。

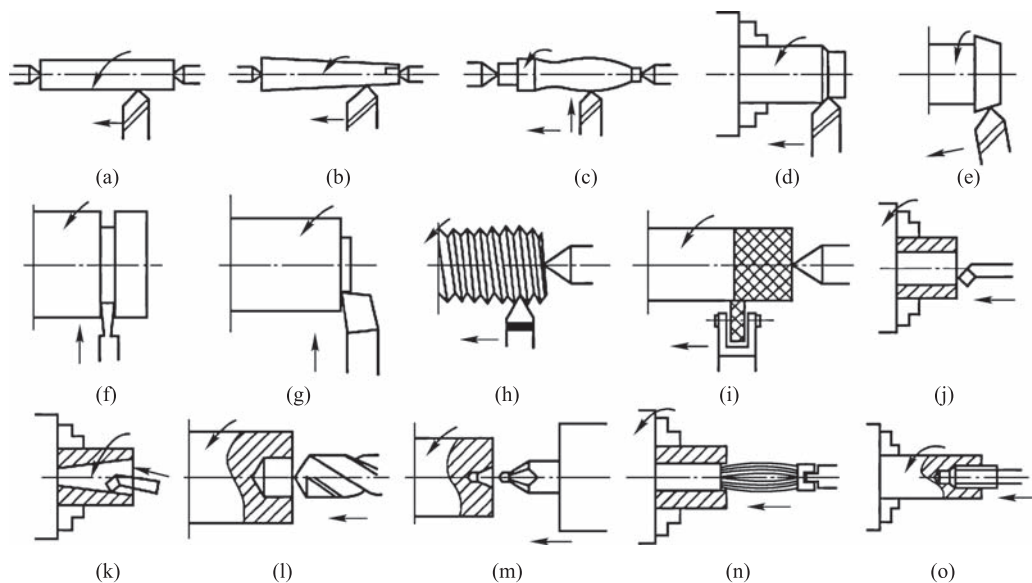


图1-5 CA6140卧式车床加工类型

(a) 车光轴；(b) 车锥轴；(c) 车成型面；(d) 车阶梯轴；(e) 车圆锥面；(f) 割槽；(g) 车端面；
(h) 车外螺纹；(i) 滚花；(j) 车内孔；(k) 车锥孔；(l) 钻孔；(m) 钻中心孔；(n) 镗孔；(o) 攻内螺纹

任务2 掌握 CA6140 卧式车床电气原理图



学习目标

一、知识目标

1. 理解 CA6140 卧式车床的主电路控制特点。
2. 熟悉 CA6140 卧式车床的控制电路环节。

二、技能目标

1. 能阐述 CA6140 卧式车床主电路的得电流程。
2. 能阐述 CA6140 卧式车床控制电路的得电流程。



任务描述

在理解 CA6140 卧式车床的组成结构与电气元件的基础上，让我们一起走进车床电气故障维修的重要环节——理解并掌握机床电气原理图。



任务分析

机床电气原理图一般由主电路、控制电路、照明电路、指示电路等组成。阅读方法如下：

1. 主电路的分析

在阅读主电路时，关键是先了解主电路中有哪些用电设备，所起的作用，由哪些电器来控制，需要采取哪些保护措施等；然后根据工艺流程，了解各用电设备之间的相互关系。

2. 控制电路的分析

在阅读控制电路时,根据主电路中接触器的主触点编号,找到相应的线圈以及控制电路;依次分析出电路的控制功能;从简单到复杂,从局部到整体;最后综合起来分析,就可以全面读懂控制电路。控制电路一般是依照生产工艺要求,按动作的先后顺序,自上而下、从左到右、并联排列。因此,在读图时也应当自上而下、从左到右,每个环节都要进行分析。

3. 照明电路的分析

在阅读照明电路时,查看变压器的变比、灯泡的额定电压。

概括地说,阅读的方法可以归纳为:从机到电、先“主”后“控”、化整为零、连成系统。



必备知识

CA6140卧式车床电气控制线路

CA6140卧式车床电气控制线路由主电路、控制电路和照明电路三部分组成,如图1-1所示。

1. 主电路分析

有三台电动机。 M_1 是主轴电动机; M_2 是快速移动电动机; M_3 是冷却泵电动机。

(1) 主轴电动机 M_1 由接触器 KM_1 控制,完成主轴主运动和刀具的纵横向进给运动的驱动。该电动机为笼型感应电动机,主轴采用机械变速,正反向运动采用机械换向机构。

(2) 快速移动电动机 M_2 为刀架快速移动电动机,由接触器 KM_3 控制,可根据需要使用需要,随时手动控制启动或停止。

(3) 冷却泵电动机 M_3 只能正转,由接触器 KM_2 控制,加工时提供冷却液。

(4) 熔断器 FU_1 作机床总短路保护,也兼作 M_1 的短路保护; FU_2 作为 M_2 、 M_3 及控制变压器TC、照明灯EL的短路保护;热继电器 FR_1 、 FR_2 分别作为 M_1 、 M_3 的过载保护。

2. 控制电路分析

(1) 主轴电动机的控制为电动机直接启动。

① 主要低压电器及用途:

a. SB_1 、 SB_2 分别是停止(制动)和启动按钮,实现电动机的停止、启动。

b. KM_1 是主轴电动机启动接触器。

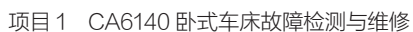


表 1-4 CA6140 卧式车床主轴电动机控制电路

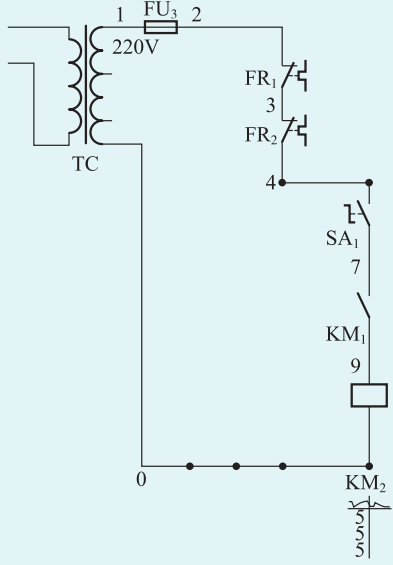
(2) 对于快速移动电动机 M_2 的控制电路, 对照图 1-1, 参考表 1-4, 完成表 1-5。

表 1-5 CA6140 卧式车床快速移动电动机控制电路

项目	操作及结果	得电回路	控制电路
电动机启动			
电动机停机			

(3) 对于冷却泵电动机 M_3 的控制电器，对照图 1-1，参考表 1-4，完成表 1-6。

表 1-6 CA6140 卧式车床冷却泵电动机控制电路

项目	操作及结果	得电回路	控制电路
电动机 启动			
电动机 停机			



任务实施

1. 结合实验室设备、教材中表 1-4，进行设备操作，仔细观察与体会操作车床手柄与电动机运行的关系；使用钳形电流表测量主电路、控制电路的电流，理解控制电路的得电回路。
2. 结合实验室设备、教材中表 1-5，进行设备操作，仔细观察与体会操作车床手柄与电动机运行的关系；使用钳形电流表测量主电路、控制电路的电流，理解控制电路的得电回路。
3. 结合实验室设备进行操作，参考表 1-6，使用钳形电流表测量主电路、控制电路的电流，理解控制电路的得电回路。



任务评价

对照表 1-7，对任务的完成情况进行评价。



表 1-7 任务完成情况评价表

项目名称			姓名		
任务名称			时间		
一、综合职业能力成绩					
评分项目	评分内容	配分	自评	小组评分	教师评分
任务完成	完成项目任务，各项功能正常等	60			
操作工艺	方法步骤正确，动作准确等	20			
安全生产	符合操作规程，保障人员、设备安全等	10			
文明生产	遵守纪律，积极合作，工位整洁	10			
总分					
二、训练过程记录					
参考资料选择					
操作工艺流程					
技术规范情况					
安全文明生产					
完成任务时间					
自我检查情况					
三、评语	自我整体评价			学生签名	
	教师整体评价			教师签名	



总结提升

一、知识点

1. CA6140 卧式车床的主电路电气控制特点。
2. CA6140 卧式车床的控制电路电气控制特点。

二、技能点

正确判断、检测车床控制电路的得电回路。



拓展实训

C6150卧式车床的电气原理图如图1-4所示，仿照表1-4～表1-6完成控制电路的得电回路。



知识链接

机床电气控制线路故障的一般分析方法

1. 前期调查研究

(1) 问。询问机床操作人员，了解故障发生前后的情况，有利于根据电气设备的工作原理来判断发生故障的部位，分析出故障的原因。

(2) 看。观察熔断器内的熔体是否熔断；其他电气元件是否有烧毁、发热、断线现象；导线连接螺钉是否松动；触点是否氧化、积尘等。要特别注意高电压、大电流的地方，活动机会多的部位，容易受潮的接插件等。

(3) 听。电动机、变压器、接触器等正常运行和发生故障时的声音是有区别的，声音是否正常，可以帮助寻找故障的范围、部位。

(4) 摸。电动机、电磁线圈、变压器等发生故障时，温度会明显上升，可切断电源后，用手去触摸判断元件是否正常。

注意：不论电路通电还是断电，要特别注意不能用手直接去触摸金属触点，必须借助仪表来测量。

2. 从机床电气原理图进行分析

首先熟悉机床的电气控制线路，结合故障现象，对电路工作原理进行分析，便可以迅速判断出故障发生的可能范围。

3. 检查方法

根据故障现象分析，先查清是主电路的故障还是控制电路的故障，是电动机的故障还是控制设备的故障。当故障确认以后，应该进一步检查电动机或控制设备。



必要时可采用替代法,即用好的电动机或用电设备来替代。若是控制电路的故障,应该先进行一般的外观检查,检查控制电路的相关电气元件,如接触器、继电器、熔断器等有无硬裂、烧痕、接线脱落,熔体是否熔断等,同时用万用表检查线圈有无断线、烧毁,触点是否熔焊。

通过外观检查找不到故障时,将电动机从电路中卸下,对控制电路逐步检查,可以进行通电吸合试验,观察机床各电气元件是否按要求顺序动作,发现哪部分动作有问题,就在哪部分找故障点,逐步缩小故障范围,直到全部故障排除为止,决不能留下隐患。

有些电气元件的动作是由机械配合或靠液压推动的,应会同机修人员进行检查处理。

4. 检修机床电气故障的注意事项

(1) 检修前应将机床清理干净。

(2) 将机床电源断开。

(3) 电动机不能转动,要从电动机是否通电、控制电动机的接触器是否吸合入手,决不能立即拆修电动机。通电检查时,一定要先排除短路故障,在确认无短路故障后方可通电;否则,可能会造成更大的事故。

(4) 当需要更换熔断器的熔体时,必须选择与原熔体型号相同的熔体,不得选择熔断电流更大的熔体,以免造成意外的事故或留下更大的后患。因为如果电路中存在较大的冲击电流,如短路、严重过载、电压波动很大等,此时熔断电流较大的熔体可能不会熔断,而起不到保护电路的作用。

(5) 热继电器的动作或烧毁,也要求先查明过载原因,否则,故障还是会复发。修复后一定要按技术要求重新整定保护值,并要进行可靠性试验,以避免失控。

(6) 用万用表电阻挡测量触点、导线通断时,量程置于“ $\times 1\Omega$ ”挡。

(7) 如果用兆欧表检测电路的绝缘电阻,应断开被测支路与其他支路的联系,避免影响测量结果。

(8) 在拆卸元器件及端子连线时,特别是对不熟悉的机床,一定要仔细观察,厘清控制电路,千万不能蛮干。要及时做好记录、标号,避免在安装时发生错误,方便复位。螺丝钉、垫片等放在盒子里,被拆下的线头要做好绝缘包扎,以免造成人为的事故。

(9) 试车前先检测电路是否存在短路现象。在正常的情况下进行试车,应当注意人身及设备安全。

(10) 机床故障排除后,一切要恢复到原来的样子。



维修电工（中级）职业技能鉴定指导

一、知识技能点陈述

能进行与CA6140卧式车床难度类似的电气控制线路故障检查及排除。

二、理论复习题

- C6150卧式车床主轴电动机通过（ ）控制正反转。
A. 手柄 B. 接触器 C. 断路器 D. 热继电器
- C6150卧式车床控制电路中有（ ）行程开关。
A. 3个 B. 4个 C. 5个 D. 6个
- C6150卧式车床控制线路中变压器安装在配电板的（ ）。
A. 左方 B. 右方 C. 上方 D. 下方
- C6150卧式车床控制电路中有（ ）普通按钮。
A. 2个 B. 3个 C. 4个 D. 5个
- C6150卧式车床主轴电动机反转、电磁离合器YC₁通电时，主轴的转向为（ ）。
A. 正转 B. 反转 C. 高速 D. 低速
- C6150卧式车床（ ）的正反转控制线路具有中间继电器互锁功能。
A. 冷却液电动机 B. 主轴电动机
C. 快速移动电动机 D. 主轴
- C6150卧式车床其他正常，而主轴无制动时，应重点检修（ ）。
A. 电源进线开关
B. 接触器KM₁和KM₂的常闭触点
C. 控制变压器TC
D. 中间继电器KA₁和KA₂的常闭触点
- CA6140卧式车床4台电动机都缺相无法启动时，应首先检修（ ）。
A. 电源进线开关
B. 接触器KM₁
C. 三位置自动复位开关SA₁
D. 控制变压器TC



9. 检修CA6140卧式车床时,当启动主轴时,电动机不转的原因是:如果 KM_1 不吸合,则检查()。
- A. FR_1 动作了未复位 B. FR_2 动作了未复位
C. 熔断器 FU_2 熔断 D. 以上都正确
10. CA6140卧式车床调试时,控制电路试车时,先接通低压断路器QS,检查熔断器 FU_1 前后有无380V()。
- A. 电流 B. 电阻 C. 直流电压 D. 电压