

高等职业教育电工类系列教材
高技能人才培训系列丛书

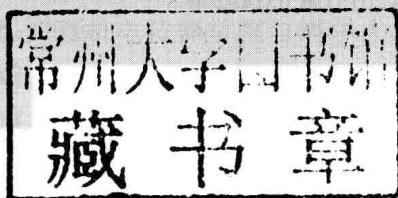
常用机床电气检修

杨杰忠 邹火军 主编

清华大学出版社

高等职业教育电工类系列教材

常用机床电气检修



杨杰忠 邹火军 主编

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书是依据《国家职业技能标准 维修电工》高级工的知识要求和技能要求,按照岗位培训需要的原则编写的,本书以任务驱动教学法为主线,以应用为目的,以具体的任务为载体,主要任务有:CA6140型车床电气控制线路安装调试与检修;M7130型平面磨床电气控制线路安装与检修;Z3040型摇臂钻床电气控制线路安装与检修;X62W型万能铣床电气控制线路安装与检修;T68型卧式镗床电气控制线路安装与检修。

本书理论联系实际,突出实用性,可作为高等职业技术学校电工类专业的教学用书,也可供职业培训使用。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

常用机床电气检修 / 杨杰忠等主编. —北京:清华大学出版社,2016

高等职业教育电工类系列教材

ISBN 978-7-302-39420-4

I. ①常… II. ①杨… III. ①机床—电气设备—维修—高等教育—教材 IV. ①TG502.34

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 031492 号

责任编辑:庄红权 赵从棉

封面设计:常雪影

责任校对:王淑云

责任印制:杨 艳

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:11.5

字 数:277千字

版 次:2016年6月第1版

印 次:2016年6月第1次印刷

印 数:1~2000

定 价:29.00元

产品编号:062218-01

序 言

“十二五”期间,加速转变生产方式,调整产业结构,将是我国国民经济和社会发展的重中之重。而要完成这种转变和调整,就必须有一大批高素质的技能型人才作为坚实的后盾。根据《国家中长期人才发展规划纲要(2010—2020年)》的要求,至2020年,我国高技能人才占技能劳动者的比例将由2008年的24.4%上升到28%(目前一些经济发达国家的这个比例已达40%)。可以预见,作为高技能人才培养重要组成部分的高级技工教育,在未来的10年必将会迎来一个高速发展的黄金期。近几年来,各职业院校都在积极开展高级工培养的试点工作,并取得了较好的效果。但由于起步较晚,课程体系、教学模式都还有待完善和提高,教材建设也相对滞后,至今还没有一套适合高级技工教育快速发展需要的成体系、高质量的教材。即使一些专业(工种)有高级工教材也不是很完善,或是内容陈旧、实用性不强,或是形式单一、无法突出高技能人才培养的特色,更没有形成合理的体系。因此,开发一套体系完整、特色鲜明、适合理论实践一体化教学、反映企业最新技术与工艺的高级工教材,就成为高级技工教育亟待解决的课题。

鉴于高级技工短缺的现状,广西机电技师学院与清华大学出版社从2012年6月开始,组织相关人员采用走访、问卷调查、座谈会等方式,对全国具有代表性的机电行业企业、部分省市的职业院校进行了调研,对目前企业对高级工的知识、技能要求,学校高级工教育教学现状、教学和课程改革情况以及对教材的需求等有了比较清晰的认识。在此基础上,紧紧依托行业优势,以为企业输送满足其岗位需求的合格人才为最终目标,组织了行业和技能教育方面的专家对编写内容、编写模式等进行了深入探讨,形成了本系列教材的编写框架。

本系列教材的编写指导思想明确,坚持以达到国家职业技能鉴定标准和就业能力为目标,以专业(工种)的工作内容为主线,以工作任务为引领,由浅入深,循序渐进,精简理论,突出核心技能与实操能力,使理论与实践融为一体,充分体现“教”“学”“做”合一的教学思想,致力于构建符合当前教学改革方向的,以培养应用型、技术型和创新型人才为目标的教材体系。

本系列教材重点突出三个特色:一是“新”字当头,即体系新、模式新、内容新。体系新是把教材以学科体系为主转变为以专业技术体系为主;模式新是把教材传统章节模式转变为以工作过程的项目任务为主;内容新是教材充分反映了新材料、新工艺、新技术、新方法等“四新”知识。二是注重科学性。教材从体系、模式到内容符合教学规律,符合国内外制造技术水平的实际情况。在具体任务和实例的选取上,突出先进性、实用性和典型性,便于组织教学,以提高学生的学习效率。三是体现普适性。由于当前高级工生源既有中职毕业生,又有高中生,各自学制也不同,还要考虑到在职员工,教材内容安排上尽量照顾到了不同的求学者,适用面比较广泛。

此外,本系列教材还配备了电子教学数字化资源库,以及相应的习题集,实习教程和现场操作视频等,初步实现教材的立体化。

我相信本系列教材的出版,对深化职业技术教育改革,提高高级工培养的质量,将会起到积极的作用。在此,我谨向各位作者和为这套教材出力的学者和单位表示衷心的感谢。

广西机电技师学院院长
广西机械高级技工学校校长

向金林

为贯彻全国职业技术学校坚持以就业为导向的办学方针,实现以课程对接岗位、教材对接技能的目的,为更好地适应工学结合、任务驱动教学的要求,我们编写了本书。

在本书的编写过程中,主要体现了以下特点。

(1) 坚持以应用为目的,精选任务内容。内容选择上本着“够用、适用”为度的指导思想,采用理论与技能训练一体化的行动导向教学模式,有利于提高学生分析问题和解决问题的能力,以及提高学生的动手能力和对工作的适应能力。

(2) 根据电气控制技术的发展,尽可能在本书中充实新知识、新技术。

(3) 在编写过程中,采用大量的图片、实物照片将知识点直观地展示出来,降低学生的学习难度,提高其学习兴趣。

(4) 各学习任务的习题全面覆盖了中、高级工职业资格证书的考试内容。

本书由杨杰忠、邹火军任主编,李仁芝、冯志坚、黄波任副主编,潘鑫、陈毓惠、吴云艳、吴昭、周立刚、潘协龙、刘朝林、韦文杰、屈远增、姚坚、谭俊新、覃光锋参编。

本书在编写过程中得到了江苏淮安技师学院、广西柳州钢铁集团、方盛车桥(柳州)有限公司、柳州九鼎机电科技有限公司的同行们的大力支持,在此一并表示感谢。

由于编者水平有限,书中若有错漏和不妥之处,恳请读者批评指正。

编 者

2016年3月

目 录

课题一 CA6140 型车床电气控制线路安装调试与检修	1
任务 1 认识 CA6140 型普通车床	1
任务 2 CA6140 型普通车床的读图分析、测绘和安装调试	10
任务 3 CA6140 型普通车床主轴控制线路电气故障检修	27
任务 4 CA6140 型普通车床冷却泵和刀架快速移动电动机控制线路电气 故障检修	44
任务 5 CA6140 型普通车床照明、信号电路常见故障检修	52
考证测试题	57
课题二 M7130 型平面磨床电气控制线路安装与检修	62
任务 1 认识 M7130 型平面磨床	62
任务 2 M7130 型平面磨床砂轮、冷却泵、液压泵电动机控制线路电气故障检修 ..	72
任务 3 M7130 型平面磨床电磁吸盘常见故障维修	76
考证测试题	81
课题三 Z3040 型摇臂钻床电气控制线路安装与检修	84
任务 1 认识 Z3040 型摇臂钻床	84
任务 2 Z3040 型摇臂钻床主轴电动机、冷却泵电动机控制线路电气故障检修	92
任务 3 Z3040 型摇臂钻床摇臂升降和主轴箱夹紧松开控制线路常见故障维修 ..	97
考证测试题	102
课题四 X62W 型万能铣床电气控制线路安装与检修	105
任务 1 认识 X62W 型万能铣床	105
任务 2 X62W 型万能铣床主轴、冷却泵电动机控制线路电气故障检修	123
任务 3 X62W 型万能铣床进给电路常见电气故障检修	131
考证测试题	141

课题五 T68 型卧式镗床电气控制线路安装与检修	144
任务 1 认识 T68 型卧式镗床	144
任务 2 T68 型镗床主轴启动、点动及制动控制电气故障检修	154
任务 3 T68 型镗床主轴变速或进给变速时冲动电路、快速进给及辅助电路 故障维修	165
考证测试题	171
参考文献	174

CA6140 型车床电气控制线路 安装调试与检修

任务 1 认识 CA6140 型普通车床

学习目标

知识目标：

1. 了解 CA6140 型车床的结构、作用和运动形式。
2. 熟悉构成 CA6140 型车床的操纵手柄、按钮和开关的功能。
3. 熟悉 CA6140 型车床的元器件的位置、线路的大致走向。

能力目标：

能进行 CA6140 型车床的基本操作及调试。

素质目标：

养成独立思考和动手操作的习惯，培养小组协调能力和互相学习的精神。

工作任务

CA6140 型普通车床是一种工业生产中应用极为广泛的金属切削通用机床，如图 1-1-1 所示。在机加工过程中，主要用于车削外圆、内圆、端面、螺纹、螺杆以及车削定型表面等。普通车床的控制是机械与电气一体化的控制，本次工作任务：通过观摩操作，认识 CA6140 型

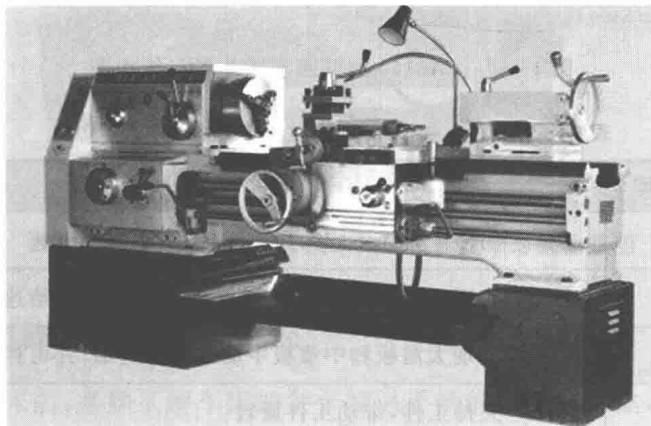


图 1-1-1 CA6140 型普通车床外形图

普通车床。具体任务要求如下：

(1) 识别 CA6140 型普通车床主要部件(主轴箱、主轴、进给箱、丝杠与光杆、溜板箱、溜板、刀架等),清楚元器件位置及线路布线走向。

(2) 通过车床的切削加工演示观察车床的主运动、进给运动及刀架的快速运动,主要观察各种运动的操纵、电动机的运转状态及传动情况。

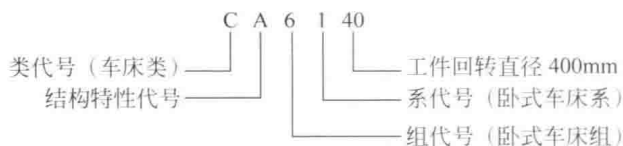
(3) 细心观察体会主轴与冷却泵之间的连锁关系。

(4) 在教师指导下进行 CA6140 型普通车床启停、快速进给操作。

相关理论

一、CA6140 型普通车床的型号规格

CA6140 型普通车床的型号规格及含义如下：



二、CA6140 型普通车床的主要结构及功能

CA6140 型普通卧式车床主要由主轴箱、进给箱、溜板箱、卡盘、方刀架、尾座、挂轮架、光杠、丝杠、大溜板、中溜板、小溜板、床身、左床座和右床座等组成,如图 1-1-2 所示。其主要结构及功能见表 1-1-1。

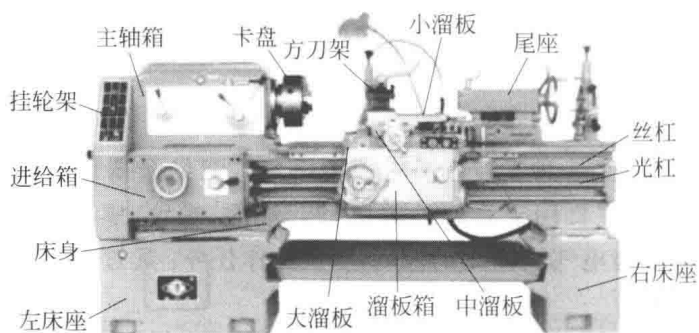


图 1-1-2 CA6140 型普通车床外形与结构图

表 1-1-1 CA6140 型普通卧式车床主要结构及功能

序号	结构名称	主要功能
1	主轴箱	由多个直径不同的齿轮组成,实现主轴变速
2	进给箱	实现刀具的纵向和横向进给,并可改变进给速度
3	溜板箱	实现大溜板和中溜板手动或自动进给,并可控制进给量
4	卡盘	夹持工件,带动工件旋转

续表

序号	结构名称	主要功能
5	挂轮架	将主轴电动机的动力传递给进给箱
6	方刀架	安装刀具
7	大溜板	带动刀架纵向进给
8	中溜板	带动刀架横向进给
9	小溜板	通过摇动手轮使刀具纵向进给
10	尾座	安装顶尖、钻头和铰刀等
11	光杠	带动溜板箱运动, 主要实现内外圆、端面、镗孔等切削加工
12	丝杠	带动溜板箱运动, 主要实现螺纹加工
13	床身	主要起支撑作用
14	左床座	内装主轴电动机和冷却泵电动机、电气控制线路
15	右床座	内装冷却液

三、CA6140 型普通车床的主要运动形式及控制要求

CA6140 型普通车床的主要运动形式有切削运动、进给运动、辅助运动。进给运动是刀架带动刀具的直线运动; 辅助运动有尾座的纵向移动、工件的夹紧与放松等。如图 1-1-3 所示为 CA6140 型普通车床的主要运动形式示意图。值得一提的是, 车床工作时, 绝大部分功率消耗在主轴运动上。

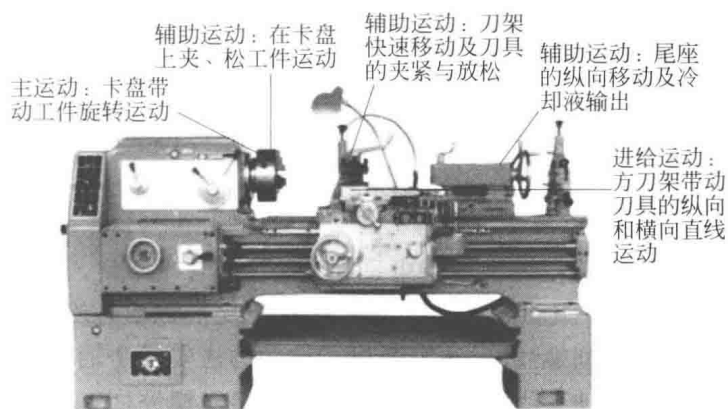


图 1-1-3 CA6140 型普通车床的主要运动形式示意图

四、CA6140 型普通车床的操纵系统

在操纵使用车床前, 必须了解车床的各个操纵手柄的位置和用途, 以免因操作不当而损坏机床。CA6140 型普通车床的操纵手柄及用途如图 1-1-4 及表 1-1-2 所示。

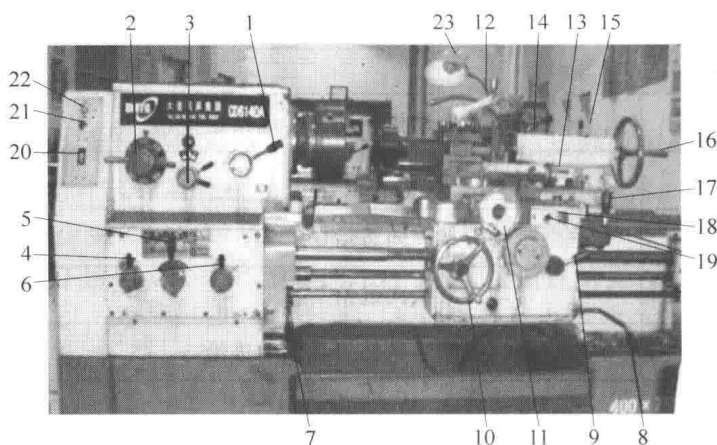


图 1-1-4 CA6140 型普通车床的操纵手柄系统示意图

表 1-1-2 CA6140 型普通车床操纵手柄功能表

图中编号	名称及用途	图中编号	名称及用途
1	主轴高、中、低挡手柄	14	尾台顶尖套筒固定手柄
2	主轴变速手柄	15	尾台紧固手柄
3	纵向正、反走刀手柄	16	尾台顶尖套筒移动手轮
4、5、6	螺距及进给量调整手柄,丝杠、光杠变换手柄	17	刀架纵向、横向进给控制手柄
7、8	主轴正、反转操纵手柄	18	急停按钮
9	开合螺母操纵手柄	19	主轴电机启动按钮
10	大溜板纵向移动手轮	20	电源总开关
11	中溜板横向移动手柄	21	冷却开关
12	方刀架转位、固定手柄	22	电源信号灯
13	小溜板纵向移动手柄	23	照明灯开关

五、CA6140 型普通车床电气传动的特点

(1) 主驱动电动机选用三相笼型异步电动机,不进行电气调整。采用齿轮箱进行机械有级调速。为了减小振动,主驱动电动机通过几条 V 型皮带将动力传递到主轴箱。

(2) 该型号的车床在车削螺纹时,主轴通过机械的方法实现主轴的正反转。

(3) 刀架移动和主轴转动有固定的比例关系,以满足对螺纹加工的需要。

(4) 车削加工时,由于刀具及工件温度过高,有时需要冷却,配有冷却泵电动机,在主轴启动后,根据需要决定冷却泵电动机是否工作。

(5) 具有过载、短路、欠压和失压(零压)保护。

(6) 具有安全可靠的机床局部照明装置。

任务准备

实施本任务教学所使用的实训设备及工具材料可参考表 1-1-3。

表 1-1-3 实训设备及工具材料

序号	分类	名称	型号规格	数量	单位	备注
1	工具	电工常用工具		1	套	
2	仪表	万用表	MF47 型	1	块	
3		兆欧表	500V	1	只	
4		钳形电流表		1	只	
5	设备器材	CA6140 型普通车床		1	台	

任务实施

一、认识 CA6140 型普通车床的主要结构和操作部件

通过观摩 CA6140 型普通车床实物与如图 1-1-2 所示的车床外形及结构图和如图 1-1-4 所示的操纵手柄示意图进行对照,认识 CA6140 型普通车床的主要结构和操作部件。

二、熟悉 CA6140 型普通车床的电气设备名称、型号规格、代号及位置

首先切断设备总电源,然后在教师指导下,根据表 1-1-4 的电气元件明细表和如图 1-1-5 所示的元器件位置图熟悉 CA6140 型普通车床的电气设备名称、型号规格、代号及位置。

表 1-1-4 CA6140 型普通车床电气元件明细表

代号	名称	型号	规格	数量	用途
M1	主轴电动机	Y112M-4B3	4kW,1450r/min	1	主轴及进给传动
M2	冷却泵电动机	AYB-25	90W,3000r/min	1	供冷却液
M3	快速移动电动机	AOS5634	250W,1360r/min	1	刀架快速移动
FR1	热继电器	JR36-20/3	15.4A	1	M1 过载保护
FR2	热继电器	JR36-20/3	0.32A	1	M2 过载保护
KM	交流接触器	CJ10-20	线圈电压 110V	1	控制 M1
KA1	中间继电器	JZ7-44	线圈电压 110V	1	控制 M2
KA2	中间继电器	JZ7-44	线圈电压 110V	1	控制 M3
SB1	急停按钮	LAY3-01ZS/1		1	停止 M1
SB2	启动按钮	LAY3-10/3.11		1	启动 M1
SB3	启动按钮	LA9		1	启动 M3
SB4	旋钮开关	LAY3-10X/20		1	控制 M2

续表

代号	名称	型号	规格	数量	用途
SB	钥匙按钮	LAY3-01Y/2		1	电源开关锁
SQ1 SQ2	行程开关	JWM6-11		2	断电保护
FU1	熔断器	BZ001	熔体 6A	3	M2、M3 短路保护
FU2	熔断器	BZ001	熔体 1A	1	控制电路短路保护
FU3	熔断器	BZ001	熔体 1A	1	信号灯短路保护
FU4	熔断器	BZ001	熔体 2A	1	照明电路短路保护
HL	信号灯	ZSD-0	6V	1	电源指示
EL	照明灯	JC11	24V	1	工作照明
QF	低压断路器	AM2-40	20A	1	电源开关
TC	控制变压器	JBK2-100	380V/110V/24V/6V	1	控制电路电源
XT0	接线端子板	JX2-1010	380V,10A,10 节	1	
XT1	接线端子板	JX2-1015	380V,10A,15 节	1	
XT2	接线端子板	JX2-1010	380V,10A,10 节	1	
XT3	接线端子板	JX2-1010	380V,10A,10 节	1	

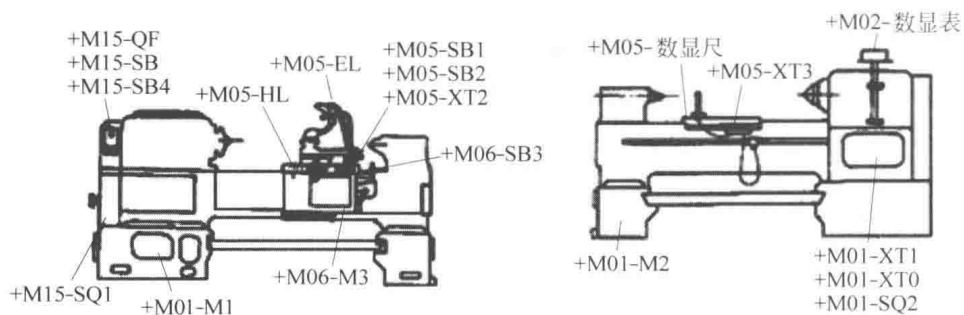


图 1-1-5 元器件位置图

位置图的识读方法是：代号表示在车床上的部位。例如，+M01 表示在车床的床身底座部位，+M01-M1 表示主轴电动机 M1 安装在车床的床身底座内；+M05-SB1 表示急停按钮 SB1 安装在车床的床鞍上。如图 1-1-5 所示元器件位置图的位置代号索引见表 1-1-5。

表 1-1-5 位置代号索引

序号	部件名称	代号	安装的元件
1	床身底座	+M01	-M1、-M2、-XT0、-XT1、-SQ2、-FR1、-FR1、-KM
2	床鞍	+M05	-HL、-EL、-XT0、-SB1、-SB2、-XT2、-XT3、数显尺
3	溜板	+M06	-M3、-SB3

续表

序 号	部件名称	代 号	安装的元件
4	传动带罩	+M15	-QF、-SB、-SB4、-SQ1
5	床身底座	+M01	KA1、KA2、FU1、FU2、FU3、FU4、TC

三、CA6140 型普通车床试车的基本操作方法和步骤

观察教师示范对 CA6140 型普通车床试车的基本操作方法和步骤。具体操作方法和步骤如下。

1. 开机前的准备工作

打开电气柜门,检查各电气元件安装是否牢固,各电气开关是否合上,接线端子上的电线是否有松动的现象,把各电气开关合上,各接线端子与连接导线紧固后,关好电气柜门。

2. 试机操作调试方法步骤

(1) 开机操作

合上电气柜侧面的总电源开关 QF,此时机床电气部分已通电。

(2) 主轴电动机的启动操作

按下启动按钮 SB2,交流接触器 KM 得电吸合并自锁,主轴电动机 M1 得电启动连续旋转。然后向上抬起机械操纵手柄,主轴立即正转(同时通过卡盘带动工件正向旋转),若向下压下机械操纵手柄,则主轴立即变为反转。

(3) 冷却泵电动机的启动操作

搬动 SB4 旋转开关至 I 位置,冷却泵启动;将 SB4 旋至 O 位置时,冷却泵停止。

(4) 主轴电动机的停止操作

按下 SB1 紧急停止按钮时,主轴电动机和冷却泵同时停止,机床处于急停状态。按照按钮上箭头方向(顺时针)旋转急停按钮 SB1,急停按钮将复位。

(5) 刀架快速移动电动机 M2 的启动操作

按下点动按钮 SB3,刀架快速移动电动机得电运转,带动刀架快速移动,实现迅速对刀。手松开启动按钮 SB3,刀架快速移动电动机失电停转,刀架立即停止移动。

(6) 溜板的进给操作

首先根据加工需求,扳动丝杠、光杠变换手柄,然后再扳动进给操作手柄,实现大溜板的纵向进给或中溜板的横向进给。也可摇动进给手轮,实现各溜板的手动进给。

(7) 关机操作

如果机床停止使用,为了确保人身和设备安全,一定要关断电源开关 QF。

四、在教师的监控指导下,按照上述操作方法,学生分组完成对 CA6140 型普通车床的试车操作训练

由于学生不是正式的车床操作人员,因此,在进行试车操作训练时,可不用安装车刀和工件进行加工,只需按照上述的试车操作步骤进行试车,观察车床的运动过程即可。

操作提示:

- (1) 试车操作过程中,必须做好安全保护措施,如有异常情况必须立即切断电源。
- (2) 必须在教师的监护指导下操作,不得违反安全操作规程。
- (3) 分组操作时,操作过程中不得围观人数太多,防止发生人身和设备安全事故。

检查评议

对任务的完成情况进行检查,并将结果填入任务测评表 1-1-6。

表 1-1-6 任务测评表

序号	主要内容	考核要求	评分标准	配分	扣分	得分
1	结构识别	(1) 正确判断各操纵部件位置及功能 (2) 正确判别电器位置、型号规格及作用	(1) 对操作部件位置及功能不熟悉,每处扣 5 分 (2) 对电器位置、型号规格及作用不清楚,每只扣 5 分	50		
2	开机操作	正确操作 CA6140 型普通车床	操作方法步骤错误每次扣 10 分	50		
3	安全文明生产	(1) 严格执行车间安全操作规程 (2) 保持实习场地整洁,秩序井然	(1) 发生安全事故扣总分 30 分 (2) 违反文明生产要求视情况扣总分 5~20 分			
工时	60min	合计				
开始时间		结束时间		成绩		

问题及防治

学生在进行 CA6140 型普通车床试车操作过程中,时常会遇到如下问题。

问题: 在进行刀架的快速移动操纵时,刀架及溜板的运动部件过于靠近卡盘或过于靠近尾座。

原因: 对于初学者来说,在进行刀架的快速移动操纵时,当刀架及溜板的运动部件过于靠近车头或过于靠近尾座时,如果操纵有误,容易造成刀架及溜板的运动部件与车头或尾座相撞,损坏机床设备。

预防措施: 在进行刀架的快速移动操纵时,应将刀架及溜板的运动部件置于行程的中间位置,以防刀架及溜板的运动部件与车头或尾座相撞,损坏机床设备。

知识拓展

一、电气系统的一般调试方法和步骤

1. 试车前的检查

(1) 用兆欧表(摇表)对电路进行测试,检查元器件及导线绝缘是否良好,相间或相线与底座之间有无短路现象。

(2) 用兆欧表对电动机及电动机引线进行对地绝缘测试,检查有无对地短路现象。断开电动机三相绕组间的连接头,检查电动机引线相间绝缘,检查有无相间短路现象。

(3) 用手转动电动机转轴,观察电动机转动是否灵活,有无噪声或卡阻现象。

(4) 在带电动机进行试车前,应先按下启动按钮,观察交流接触器是否吸合,松开启动按钮后接触器能否自动保持,然后用万用表 500V 交流挡量程测量需要接电动机三相定子绕组的接线端子排上有无三相额定电压,是否缺相。如果电压正常,按下停止按钮,观察交流接触器是否断开。一切动作正常后,断开总电源,将电动机的三相定子绕组的引线接上。

2. 试车

(1) 合上总电源开关。

(2) 先将左手手指触摸在启动按钮上,右手手指触摸在停止按钮上。然后按下启动按钮,电动机启动后,注意听和观察电动机有无异常声音及转向是否正确。如果有异常声音或转向不对,应立即按下停止按钮,使电动机断电。断电后,由于电动机因惯性仍然转动,此时,应注意观察是否有异常声音,若仍有异常声音,则可判定是机械部分的故障;若无异常声音,则可判定是电动机电气部分的故障。有噪声时应对电动机进行检修。如果电动机反转,则将电动机三相定子绕组电源进线中的任意两相对调即可。

(3) 再次启动电动机前,应用钳形电流表卡住电动机三相定子绕组引线中的任意一根引线,测量电动机的启动电流。电动机的启动电流一般是电动机额定电流的 4~7 倍。值得一提的是,测量时,钳形电流表的量程应该超过这一数值的 1.2~1.5 倍,否则容易损坏钳形电流表,或造成测量数据不准确。

(4) 电动机转入正常运转后,用钳形电流表分别测量电动机定子绕组的三相电流,观察三相电流是否平衡,空载和有负载时的电流是否超过额定值。

(5) 如果电流正常,使电动机运行 30min,运行中应经常测试电动机的外壳温度,检查长时间运行中的温升是否太高或太快。

二、试验记录

(1) 记录试验设备名称、位置,参加试验人员名单及试验日期等。

(2) 工具、材料清单,如万用表、钳形电流表、兆欧表、导线和调压器等。

(3) 试验中有关的图样、资料以及加工工件的毛坯。

(4) 列出试验步骤。