



国家级职业教育规划教材
人力资源和社会保障部职业能力建设司推荐
高等职业技术学院电类专业教材

数控机床电气检修

SHUKONG JICHUANG DIANQI JIANXIU

人力资源和社会保障部教材办公室组织编写

(第二版)



中国劳动社会保障出版社



国家级职业教育规划教材
人力资源和社会保障部职业能力建设司推荐
高等职业技术学院电类专业教材

数控机床电气检修

(第二版)

SHUKONG JICHUANG DIANQI JIANXIU

主编 张鑫 副主编 李长军



中国劳动社会保障出版社

简介

本书主要内容包括数控机床电气故障检修基础、数控装置的故障检修、主轴驱动系统的电气故障检修、进给伺服驱动系统的电气故障检修、自动换刀装置的电气故障检修、冷却泵与润滑系统的电气故障检修、数控机床 PLC 的电气故障检修、数控铣床的电气故障检修、立式数控加工中心的电气故障检修、卧式数控加工中心的电气故障检修。

本书由张鑫主编，李长军副主编，李长城、关开芹、肖云、沈东辉、郭庆玲、卢强、卢旭辰参与编写，刘加勇主审。

图书在版编目(CIP)数据

数控机床电气检修/张鑫主编. —2 版. —北京: 中国劳动社会保障出版社, 2014
高等职业技术学院电类专业教材
ISBN 978 - 7 - 5167 - 0735 - 7

I. ①数… II. ①张… III. ①数控机床-电气设备-检修-高等职业教育-教材 IV. ①TG659
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 030396 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码: 100029)

*

新华书店经销

北京地质印刷厂印刷 三河市华东印刷装订厂装订
787 毫米×1092 毫米 16 开本 19 印张 438 千字
2014 年 3 月第 2 版 2014 年 3 月第 1 次印刷
定价: 35.00 元

读者服务部电话: (010) 64929211/64921644/84643933

发行部电话: (010) 64961894

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

如有印装差错, 请与本社联系调换: (010) 80497374

我社将与版权执法机关配合, 大力打击盗印、销售和使用盗版图书活动, 敬请广大读者协助举报, 经查实将给予举报者奖励。

举报电话: (010) 64954652

前 言

为了更好地适应全国高等职业技术学院电类专业教学要求,全面提升教学质量,人力资源和社会保障部教材办公室组织有关学校的一线教师 and 行业、企业专家,充分调研企业生产和学校教学情况,广泛听取各职业技术学院对教材使用情况的反馈意见,对 2006 年至 2007 年出版的全国高等职业技术学院电类专业基础平台教材和电气自动化技术专业模块教材进行了修订,并做了适当的补充开发。

本次教材修订(新编)工作的重点主要体现在以下四个方面:

第一,科学合理安排内容,融入先进教学理念。

根据电类专业毕业生所从事职业的实际需要和教学实际情况的变化,合理确定学生应具备的能力与知识结构,适当调整部分教材的内容及其深度、难度,如《数控机床电气检修(第二版)》中增加了教学中广泛使用的广数 GSK980T 系统的相关知识;根据相关工种及专业领域的最新发展,在教材中充实“四新”内容,如《变频器应用技术(三菱 第二版)》中改用目前广泛应用的较新型的 FR-E740 型通用变频器。同时,结合教学改革要求,在教材中融入较为成熟的课改理念和教学方法,以完成具体典型工作任务为主线组织教材内容,将理论知识的讲解与具体的任务载体有机结合,激发学生学习兴趣,提高学生实践能力。

第二,进一步完善教材体系,充分满足教学需求。

在进一步完善现有教材教学内容的基础上,适应专业发展趋势,新开发了《电力电子技术》《过程控制技术》《工业组态软件应用技术》《自动化综合实训》教材,以充分满足当前电气自动化技术专业教学的实际需求。同时,相关教材还可满足“生产过程自动化技术”“工业网络技术”“计算机控制技术”等其他电类专业方向的教学需要。

第三,涵盖国家职业技能标准,与职业技能鉴定要求相衔接。

教材编写坚持以国家职业技能标准为依据,涵盖《维修电工》等国家职业技能标准中(中、高级)的知识和技能要求,并在与教材配套的习题册中增加针对相关职业技能鉴定考试的练习题。同时,严格贯彻国家有关技术标准的要求。

第四，进一步开发辅助产品，提供优质教学服务。

根据大多数学校的教学实际需求，部分教材还配套开发了习题册，以便于学生巩固练习使用。本套教材均提供多媒体教学课件，可通过中国人力资源和社会保障出版集团网站（<http://www.class.com.cn>）免费下载，进入主页后搜索相应教材并进入图书详细页面即可找到下载链接。

本次教材的修订（新编）工作得到了江苏、安徽、山东、河南、湖南、广东、广西、四川等省人力资源和社会保障厅及一些高等职业技术学院的大力支持，教材的编审人员做了大量的工作，在此我们表示诚挚的谢意。

人力资源和社会保障部教材办公室

2013年11月

目 录

国家级职业教育规划教材

CONTENTS

课题一 数控机床电气故障检修基础	1
任务 1 认识数控机床	1
任务 2 数控车床的基本操作	12
任务 3 数控机床的电气系统维护	33
课题二 数控装置的故障检修	45
任务 1 认识数控装置	45
任务 2 数控装置的故障检修	63
课题三 主轴驱动系统的电气故障检修	87
任务 1 识读主轴驱动系统电气线路	87
任务 2 主轴通用变频器故障检修	97
课题四 进给伺服驱动系统的电气故障检修	112
任务 1 识读进给伺服驱动系统电气线路	112
任务 2 交流进给伺服驱动系统电气故障检修	134
任务 3 位置检测系统故障检修	153
课题五 自动换刀装置的电气故障检修	177
任务 1 识读回转刀架电气控制线路	177
任务 2 回转刀架电气故障检修	185

课题六 冷却泵与润滑系统的电气故障检修	194
任务 1 识读冷却泵与润滑系统电气线路	194
任务 2 冷却泵与润滑系统电气故障检修	199
课题七 数控机床 PLC 的电气故障检修	204
任务 1 认识数控机床 PLC	204
任务 2 数控机床 PLC 电气故障检修	215
课题八 数控铣床的电气故障检修	227
任务 1 数控铣床的基本操作	227
任务 2 数控铣床的电气故障检修	247
课题九 立式数控加工中心的电气故障检修	257
任务 1 立式加工中心的基本操作	257
任务 2 立式加工中心的电气故障检修	272
课题十 卧式数控加工中心的电气故障检修	287
任务 卧式数控加工中心刀库换刀系统电气线路检修	287

课题一 数控机床电气故障检修基础

数控机床是采用数字控制技术的机床，它是一种技术密集度和自动化程度都很高的机电一体化加工设备，目前广泛应用于制造业的各个领域。由于数控机床在运行使用中不可避免地会产生各种故障，而其投资又比普通机床高得多，因此降低数控机床故障率、缩短故障修复时间、提高机床利用率就显得尤为重要。数控机床的技术先进、结构复杂、智能化程度高，对维修人员理论知识和专业技术要求也很高。因此，为了更好地掌握数控机床故障诊断与维修技术，应通过以下3个任务的学习来奠定维修基础。

任务1 认识数控机床

学习目标

1. 了解数控机床的基本概念。
2. 熟悉数控机床的工作过程。
3. 掌握数控机床的组成及工作原理。
4. 认识数控机床中的电气元件。

任务引入

数控机床是数控技术与机床相结合的产物，能实现机械加工的高速度、高精度和高度自动化，代表了机床的发展方向。本任务是从电气角度来认识数控机床的，具体认识数控机床的结构和电气控制系统组成及电气元件。

相关知识

一、数控机床的概念

数控机床是用数字化信号控制机床的运动及其加工过程。国际信息处理联盟对数控机床的定义是：数控机床（Numerical Control Machine Tools）是一个装有程序控制系统的机床，该系统能够逻辑地处理，具有使用号码或其他符号编码指令规定的程序并将其译码，从而使机床动作并加工零件。定义中的程序控制系统即数控系统。

现代数控系统是利用计算机控制加工功能，实现数字控制，并通过接口与外围设备连接，这种系统称为计算机数控（Computer Numerical Control，简称 CNC）系统。具有 CNC 系统的机床称为 CNC 机床，人们提及数控机床，一般是指 CNC 机床。

常见的数控机床有数控钻床（见图 1—1—1）、数控车床（见图 1—1—2）、数控铣床（见图 1—1—3）、立式数控加工中心（见图 1—1—4）等。



图 1—1—1 数控钻床

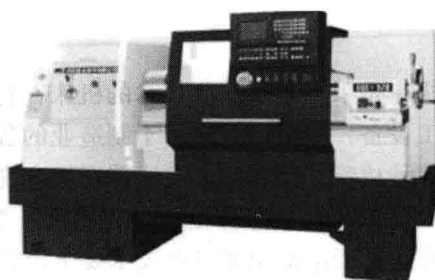


图 1—1—2 数控车床

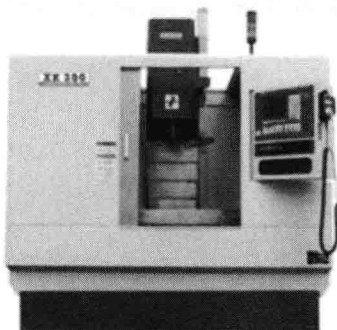


图 1—1—3 数控铣床



图 1—1—4 立式数控加工中心

二、数控机床的工作过程

数控机床加工零件时，根据零件图样要求及加工工艺，将所用刀具、刀具运动轨迹与速度、主轴转速与旋转方向、冷却等辅助操作以及相互间的先后顺序，以规定的数控代码形式编制成程序，并输入到数控装置中，在数控装置内部控制软件的支持下，经过处理、计算后，向机床伺服系统及辅助装置发出指令，驱动机床各运动部件及辅助装置进行有序的动作与操作，实现刀具与工件的相对运动，加工出所要求的零件，如图 1—1—5 所示。

三、数控机床的组成

图 1—1—6 所示是 CAK3665NJ 数控车床，该机床为万能型通用产品，适合于各种轴类及盘类零件的加工，可加工内、外圆柱面、锥面、螺纹、铰孔、镗孔及各种曲线回转体，可对工件进行多次重复循环加工。下面以此机床为例，学习数控机床的组成。

数控机床一般由输入/输出装置、数控装置（或称 CNC 装置）、可编程逻辑控制器（PLC）、主轴驱动系统、进给伺服驱动系统、位置检测装置、强电控制电路、辅助装置和机床本体等组成。图 1—1—7 所示为数控机床的组成框图。

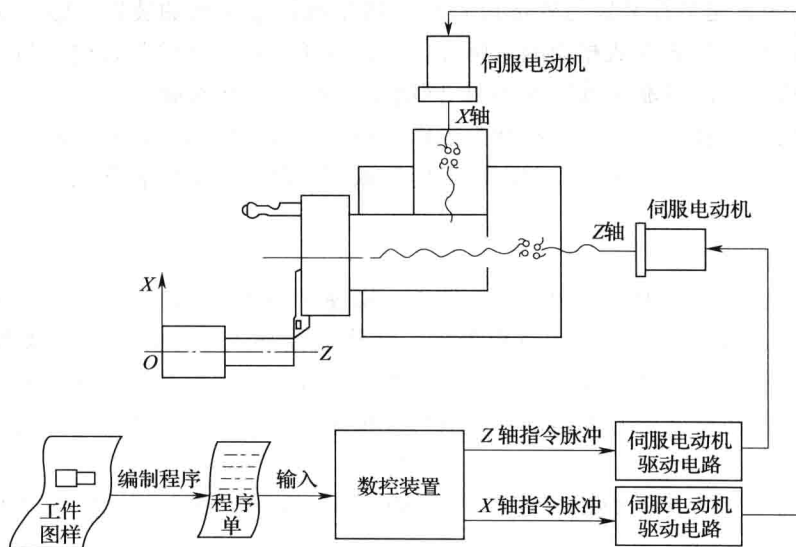


图 1—1—5 数控机床的工作过程示意图

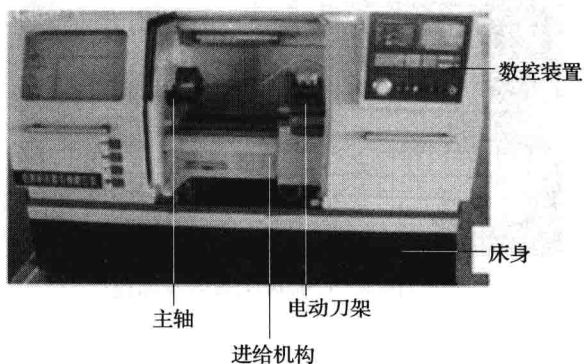


图 1—1—6 CAK3665NJ 数控车床

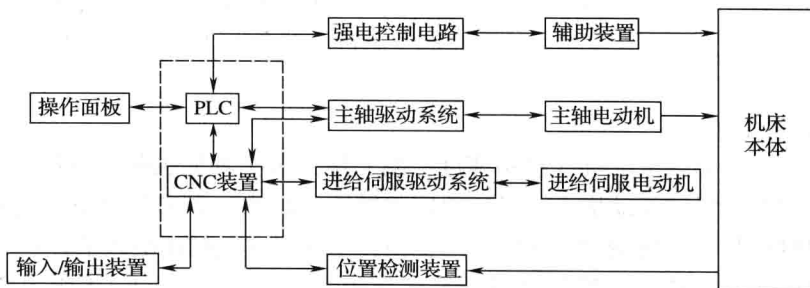


图 1—1—7 数控机床的组成框图

1. 输入/输出装置

输入/输出装置是数控装置与外部设备进行数据或信息交换的装置。输入装置的作用是将程序载体上的数控代码变成相应的电脉冲信号，传送并存入数控装置内。目前，数控机床的输入装置有键盘、磁盘驱动器以及 DNC 网络串行通信的方式输入，极大地方便了信息输入工作。输出装置的作用是通过显示器为操作人员提供必要的信息，显示的信息可以是正在编辑的程序、坐标值，报警信号以及内部工作参数等。目前，输出装置主要是彩色液晶显示器。

2. 数控装置（CNC）

数控装置是数控机床电气控制系统的核心，由硬件和软件两部分组成。它能够自动地对输入的加工程序进行解码、运算和逻辑处理，并将数控加工程序信息按两类控制量分别输出：一类是连续控制量，送往伺服系统；另一类是离散的开关控制量，送往机床强电控制电路，从而协调控制机床各部分的运动，完成数控机床所有运动的控制，实现数控机床的加工过程。

CAK3665NJ 数控车床的数控装置采用 GSK980TDb 系统，图 1—1—8 所示为 GSK980TDb 系统面板。

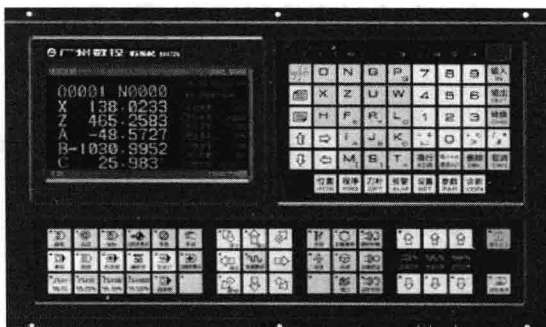


图 1—1—8 GSK980TDb 系统面板

3. 可编程逻辑控制器（PLC）

可编程逻辑控制器是机床各项功能的逻辑控制中心，一般数控装置都内置 PLC（例如，GSK980TDb 系统的 PLC 就是内置的）。它将来自 CNC 装置的各种运动及功能指令进行逻辑排序，使它们能够准确地、协调有序地安全运行；同时，将来自机床的各种信息及工作状态传送给 CNC 装置，使 CNC 装置能及时准确地发出进一步的控制指令，实现对整个机床的控制。

4. 主轴驱动系统

主轴驱动系统由主轴电动机（包括速度检测元件）和主轴伺服驱动装置组成，主轴驱动系统接收来自数控装置的驱动指令，经过速度与转矩（功率）调节输出驱动信号驱动主轴电动机转动，同时接收速度反馈实施速度闭环控制，实现对主轴转速的调节控制。

CAK3665NJ 数控车床的主轴驱动系统采用变频主轴（见图 1—1—9 所示数控车床电气控制柜）。采用日立 SJ300-055HF/7.5 kW 变频调速器控制 5.5 kW 主轴电动机，与机械变速相配合可实现三挡无级调速。

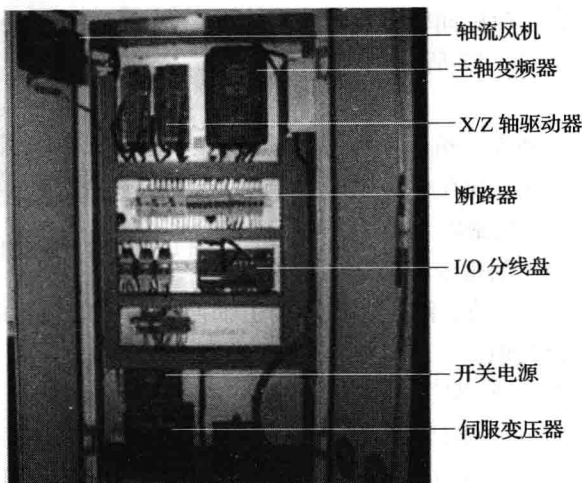


图 1—1—9 数控车床电气控制柜

5. 进给伺服驱动系统

进给伺服驱动系统由进给伺服电动机（一般内装速度和位置检测元件）和进给伺服驱动装置组成。进给伺服驱动系统接收来自数控装置的速度指令，经过速度与电流（转矩）调节输出驱动信号驱动伺服电动机转动，同时接收速度反馈信号实施速度闭环控制，实现机床坐标轴运动。

CAK3665NJ 数控车床进给伺服驱动系统中 X 轴和 Z 轴采用 GSKDA98b 交流伺服驱动装置（见图 1—1—9 所示数控车床电气控制柜），电动机采用 SJT 系列交流伺服电动机。 X 轴进给最高速度 8 m/min； Z 轴进给最高速度 12 m/min。传动丝杠采用精密滚珠丝杠，高刚性精密复合轴承结构，定位准确、传动效率高，两轴联动由数控系统控制。加工螺纹由光电编码器与交流伺服电动机配合实现。

6. 位置检测装置

位置检测装置是将数控机床各坐标轴的实际位移量、速度等参数检测出来，转变成电信号反馈给 CNC 装置，通过将反馈回来的实际位移量值与设定值进行比较，并由 CNC 装置发出相比较的差值去控制驱动装置，使各坐标轴按照指令值移动，从而实现对位置的精确控制。常用的位置检测元件有光栅、光电编码器、感应同步器、旋转变压器、磁栅尺等。现代机床多采用光电脉冲编码器（见图 1—1—10）和光栅尺（见图 1—1—11）作为位置测量元件。

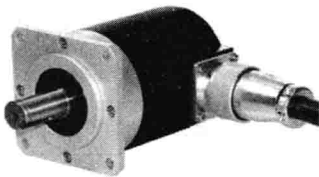


图 1—1—10 光电脉冲编码器

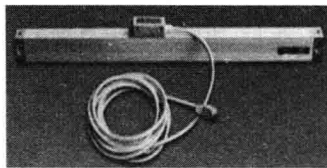


图 1—1—11 光栅尺

CAK3665NJ 数控车床的进给位置检测元件是编码器，此编码器和进给电动机同轴装在一起构成了伺服电动机，如图 1—1—12 所示。

7. 强电控制电路

随着 PLC 功能的不断强大，机床中传统的继电器逻辑电路已经很少存在。现在机床强电控制电路的主要任务是对电源的控制以及与 PLC 联合控制，把 PLC 输出的辅助控制指令转换成强电信号，以实现润滑、冷却、气动、液压、排屑和主轴换刀等辅助装置的逻辑控制（见图 1—1—9 所示数控车床电气控制柜）。

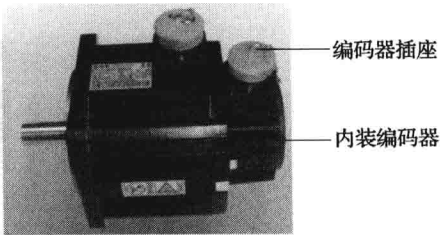


图 1—1—12 伺服电动机（内装编码器）

CAK3665NJ 数控车床配有四工位电动刀架，可实现自动换刀，刀架电动机功率为 0.18 kW，转速为 1 500 r/min；配有独立的集中润滑泵对导轨进行自动润滑，润滑电动机功率为 0.09 kW，转速为 1 400 r/min；配有独立的冷却系统，冷却电动机功率为 0.12 kW，转速为 2 900 r/min。

8. 机床本体

数控机床的机床本体与传统机床相似，由机床床身、主轴传动装置、进给机构、冷却与润滑装置、交换工作台及排屑装置等组成。但数控机床在整体布局、外观造型、传动系统和刀具系统的结构与操作机构等方面都已发生了很大的改变，满足了数控机床的要求和性能精度，充分发挥了数控机床的特点。

CAK3665NJ 数控车床的机械结构与普通卧式车床机械结构相似，由床身、主轴传动机构、进给传动机构、换刀装置（电动刀架）、尾座、冷却系统、润滑系统等部分组成，其外形如图 1—1—6 所示。机床的运动形式及控制要求见表 1—1—1。

表 1—1—1 机床的运动形式及控制要求

序号	运动种类	运动形式	控制要求
1	主运动	主轴通过卡盘带动工件的旋转运动	1. 主轴旋转运动采用变频调速器控制主轴电动机手动或自动正反转运行 2. 变频器与机械变速系统相配合可实现三挡无级调速 3. 车削螺纹由主轴光电编码器与交流伺服电动机配合实现
2	X 轴进给运动	带动滑板实现 X 轴的横向进给	X 轴和 Z 轴采用交流伺服电动机带动滚珠丝杠，由数控系统控制两轴联动，可实现手动或自动进给运行
3	Z 轴进给运动	带动床鞍实现 Z 轴的纵向进给	
4	刀架换刀运动	刀架的回转运动选刀	由三相异步电动机带动换刀装置，由数控系统控制刀具的手动或自动选刀
5	辅助运动	工件加工过程的冷却	冷却电动机可实现手动或自动的单方向运转
		机床润滑	集中润滑泵对导轨进行自动间歇润滑

任务实施

一、任务准备

实施本任务所需要的实训设备及工具材料表见表 1—1—2。

表 1—1—2 实训设备及工具材料表

序号	设备与工具	型号与说明	数量
1	数控车床	CAK3665NJ	1 台
2	机床资料	数控车床使用说明书、电气说明书、数控系统操作说明书	1 套
3	电工工具	自定	1 套

二、参观数控车间，认识数控车床

1. 在指导教师的指导下，对照数控车床了解其主要结构，并正确填写表 1—1—3。

表 1—1—3 数控车床主要结构的功能

序号	结构名称	功 能
1	数控装置	
2	主轴机构	
3	进给机构	
4	换刀机构	
5	润滑装置	
6	冷却装置	
7	电气控制箱	
8	机床本体	

2. 在指导教师的指导下，仔细观察数控车床及其电气控制柜，并对照图 1—1—13 所示数控车床电气整机连接示意图，识别各电气元件的型号、位置和用途，并正确填写表 1—1—4。

表 1—1—4

电气元件的型号和用途

序号	电器名称	型号	用途
1	数控装置		
2	变频器		
3	X/Z 伺服驱动器		
4	伺服变压器		
5	开关电源		
6	润滑泵		
7	电动刀架		
8	伺服电动机		
9	主轴编码器		
10	X/Z 轴限位开关		
11	轴流风扇		

3. 由指导教师对机床进行操作, 观察数控车床主轴、进给、换刀、冷却、润滑等系统的运动, 加深理解表 1—1—1 中的机床运动形式和控制要求。



操作提示

本教材所涉及的工作任务, 在实施过程中都应遵守以下安全文明生产规定。

1. 在任务实施过程中, 要严格遵守安全用电操作规程, 未经指导教师同意严禁送电。
2. 爱护设备和工具, 未经指导教师同意, 严禁乱动数控设备。
3. 分组操作过程中, 不得围观人数太多 (5~6 人为宜), 防止发生人身安全事故。
4. 实训场所严禁打闹。
5. 带电工作时, 应严格遵守带电操作规程, 以防触电。
6. 任务结束后, 要停电、收拾工具、清扫卫生。

任务测评

完成操作任务后, 学生先按照表 1—1—5 进行自我测评, 再由指导教师评价审核。

表 1—1—5

测评表

序号	项目	考核内容及要求	配分	评分标准	扣分	得分
1	任务准备	检查工具、资料是否准备齐全	5	1. 工具不齐全, 每少一件扣 0.5 分 2. 资料不齐全, 扣 3 分		
2	数控装置	能正确理解数控装置的型号、功能	10	1. 不能正确填写型号, 扣 3 分 2. 不能正确解释数控装置的功能, 扣 7 分		

续表

序号	项目	考核内容及要求	配分	评分标准	扣分	得分
3	主轴机构	能识别主轴箱、主轴变频器、编码器、主轴电动机并说出其作用和所处位置	20	1. 不能正确说出主轴变频器型号及其作用，扣 5 分 2. 不能正确说出编码器型号及其作用，扣 5 分 3. 不能正确说出主轴电动机型号及其作用，扣 5 分 4. 不能正确指出各部件的机床位置，扣 5 分		
4	进给机构	能识别伺服驱动器、伺服变压器、进给机构、伺服电动机并说出其作用及它们在机床中的位置	20	1. 不能正确说出伺服驱动器型号及用途，扣 5 分 2. 不能正确说出伺服电动机型号及用途，扣 5 分 3. 不能正确说出伺服变压器的各组电压及用途，扣 5 分 4. 不能正确指出各部件的机床位置，扣 5 分		
5	换刀装置	能识别电动刀架型号并说出其用途及位置	10	1. 不能正确说出电动刀架的型号及用途，扣 8 分 2. 不能正确指出刀架的机床位置，扣 2 分		
6	润滑装置	能识别润滑装置型号并说出其用途及位置	10	1. 不能正确说出润滑装置型号及用途，扣 8 分 2. 不能正确指出润滑装置的机床位置，扣 2 分		
7	开关电源	能识别开关电源型号并说出各组电压	5	不能正确说出开关电源的型号与各组电压，扣 5 分		
8	轴流风扇	能识别轴流风扇的型号及用途	5	不能正确说出轴流风扇型号及用途，扣 5 分		
9	限位开关	能识别位置开关型号、用途与位置	5	1. 不能正确说出限位开关型号及用途，扣 3 分 2. 不能正确指出限位开关的机床位置，扣 2 分		
10	安全文明生产	应符合国家安全文明生产的有关规定	10	违反安全文明生产有关规定不得分		
指导教师评价					总得分	