

职业院校通用教材

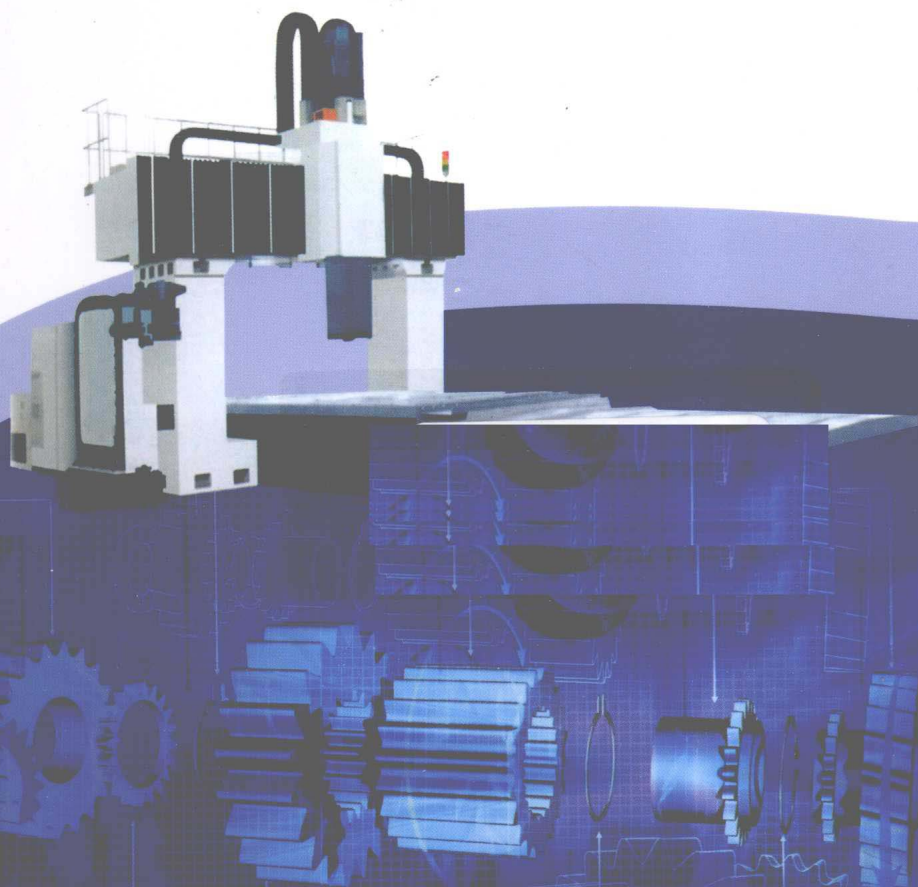
数控加工

实训与考证



张晓红◎主编

何佳兵◎副主编

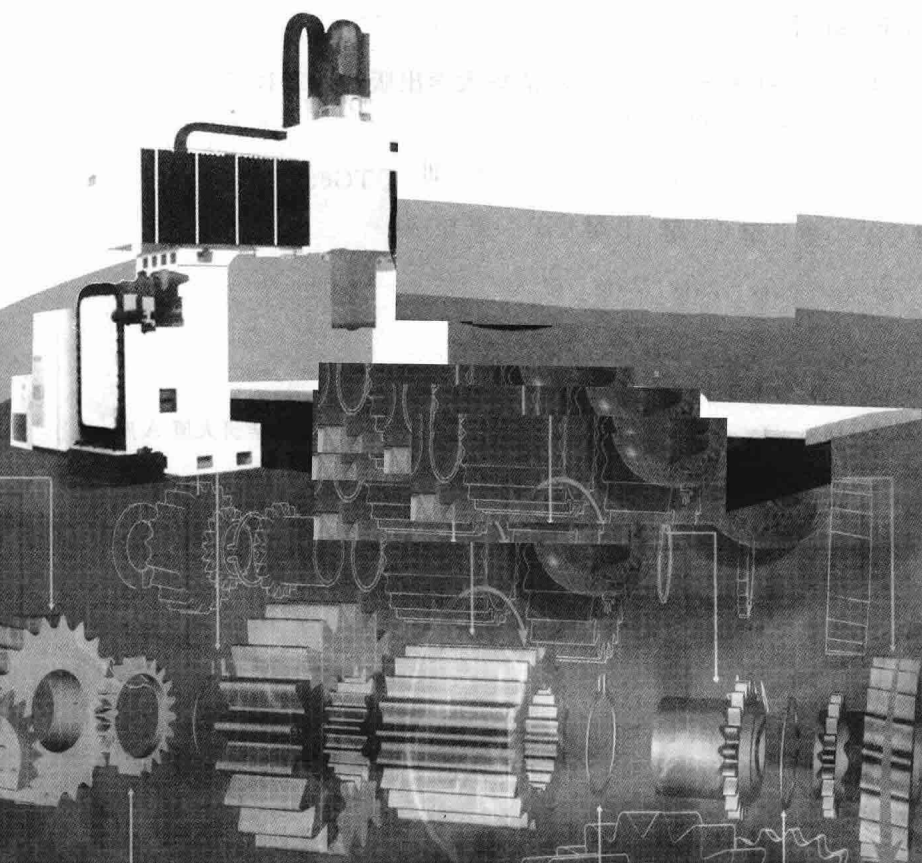


清华大学出版社

职业院校通用教材

数控加工 实训与考证

→ 张晓红◎主编 何佳兵◎副主编



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书按照数控专业教学大纲及数控中级工、高级工考证的要求,并从数控技能鉴定的应知、应会两方面入手,通过大量典型零件的数控加工技术综合实训项目,全面系统地介绍了数控车床、数控铣床(加工中心)和数控电火花线切割机床的相关数控加工基础知识和操作技能。本书附有数控车削、数控铣削的中级工、高级工考证习题汇总,供学生练习,以利于全面提升学生的实际操作能力。

本书可作为职业院校数控技术应用、机电一体化、模具设计与制造等专业的数控加工技术实训教材,也可作为机电类专业课教师及从事数控加工的工程技术人员的参考书,还可作为数控车削、数控铣削的中级工、高级工考证培训教材以及企业培训数控技术应用人才的参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

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

数控加工实训与考证/张晓红主编. —北京:清华大学出版社,2010.5

ISBN 978-7-302-21670-4

I. ①数… II. ①张… III. ①数控机床—加工 IV. ①TG659

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第233259号

责任编辑:金燕铭 张弛

责任校对:袁芳

责任印制:李红英

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦A座

<http://www.tup.com.cn>

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 刷 者:北京四季青印刷厂

装 订 者:三河市兴旺装订有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:25.75

字 数:624千字

版 次:2010年5月第1版

印 次:2010年5月第1次印刷

印 数:1~4000

定 价:38.00元

产品编号:033019-01

前言

《数控加工实训与考证》课程为数控技术应用专业的一门专业必修综合实践课,是以与生产环境相适应的实训方式进行实践性教学,按照数控车削、数控铣削等工种开展实训,通过实训使学生掌握数控加工过程中的必备知识和操作技能,从而提高学生的实践生产能力,并采取以职业技能鉴定的方式进行考核,使学生达到数控机床操作工中(高)级水平。

本书选择了发那科数控系统,CAM 软件可选择 CAXA、UG II 和 Master-CAM 作为教学内容,具有广泛的实用价值。

全书主要包括以下内容。

数控加工基础知识:介绍了数控机床安全和文明生产基本知识、数控机床操作规程及日常维护保养、数控机床常见故障诊断,以及数控编程概述。

数控车削加工实训:介绍了数控车削加工的工作流程、工件的定位与装夹、刀具的准备及选用、对刀,以及数控车床控制面板及其操作等基本知识;通过十个数控车床操作中中级工实训任务和十个数控车床操作高级工实训任务,以达到数控车削加工实训与考证的训练要求。

数控铣削加工实训:介绍了数控铣削加工的工作流程、工件与刀具的装夹、加工参数的选用、对刀,以及数控铣床控制面板及其操作等基本知识;通过十个数控铣床操作中中级工实训任务和十个数控铣床操作高级工实训任务,以达到数控铣削加工实训与考证的训练要求。

数控电火花线切割加工实训:介绍了数控电火花线切割机床的分类、组成、主要技术参数,加工前的准备工作,以及电火花线切割机床操作面板及其基本操作等基本知识;通过五个数控电火花线切割加工实训任务,以达到数控电火花线切割加工的训练要求。

本书理论与实践一体,深入浅出,易于理解和掌握。通过本书的学习,可以使达到以下能力。

- (1) 能读懂中等复杂程度的零件图,并能根据零件图编制加工工艺文件;
- (2) 能安装和调整常用刀具,并能根据数控机床特性、零件材料、加工精度、工作效率等选择刀具及其几何参数、切削参数、切削用量;
- (3) 掌握数控车床、数控铣床(加工中心)、数控电火花线切割机床的基本操作,以及刀具的选用与装夹,并具备数控机床一般的维护保养能力;
- (4) 掌握数控车床、数控铣床(加工中心)、数控电火花线切割等机床的程序编制及操作能力;



(5) 具有运用手工编程和自动编程对中等复杂程度工件进行加工的能力；
(6) 通过实训加工，可以为学生通过数控车削、数控铣削中(高)级工考证打下坚实的基础；

(7) 通过实训加工，可以使学生具备数控加工的一般工程素质。

本书实训项目中各任务的参考程序可登录清华大学出版社网站获取。

本书由中山职业技术学院张晓红主编，参与编写的还有中山职业技术学院何佳兵、朱家贤。何佳兵参与了教材编写大纲的编写，朱家贤参与了训练项目的编写。在本书的编写过程中，还得到了中山职业技术学院数控技术应用专业其他教师的大力支持和帮助，在此表示感谢。由于编者水平所限，书中可能还存在一些缺点和不足，恳请各位读者给予指正。

编 者

2009 年 12 月

目 录

导言 数控加工基础知识	《《《1
一、数控机床安全和文明生产基本知识	《《《1
二、数控机床操作规程及日常维护保养	《《《2
三、数控机床常见故障诊断	《《《6
四、数控编程概述	《《《9
项目一 数控车削加工实训	《《《21
认知一 数控车削加工的工作流程	《《《21
认知二 工件的定位与装夹	《《《22
一、定位和装夹的基本概念	《《《22
二、六点定位原理及应用	《《《23
三、工件的定位方法和定位元件	《《《23
四、数控车床常用夹具的使用方法	《《《24
认知三 刀具的准备及选用	《《《28
一、切削基础知识	《《《28
二、数控车床常用刀具特点及应用	《《《30
技能一 数控车床控制面板及其操作	《《《34
一、数控车床控制面板	《《《37
二、数控车床的基本操作	《《《41
技能二 对刀	《《《49
实训一 数控车床操作中级工实训模块	《《《52
一、数控车床操作中级工考核要求	《《《52
二、数控车床操作中级工训练项目	《《《54
实训二 数控车床操作高级工实训模块	《《《86
一、数控车床操作高级工考核要求	《《《86
二、数控车床操作高级工训练项目	《《《87
项目二 数控铣削加工实训	《《《123
认知一 数控铣削加工的工作流程	《《《123
认知二 数控铣削加工工件与刀具的装夹	《《《124
一、工件的装夹与找正	《《《124



二、刀具的选用及装夹	〈〈〈〈125
认知三 数控铣削加工的参数选用	〈〈〈〈131
技能一 数控铣床控制面板及其操作	〈〈〈〈135
一、数控铣床控制面板	〈〈〈〈135
二、数控铣床基本操作	〈〈〈〈138
技能二 对刀	〈〈〈〈146
实训一 数控铣床操作中级工实训模块	〈〈〈〈147
一、数控铣床操作中级工考核要求	〈〈〈〈147
二、数控铣床操作中级工训练项目	〈〈〈〈150
实训二 数控铣床操作高级工实训模块	〈〈〈〈182
一、数控铣床操作高级工考核要求	〈〈〈〈182
二、数控铣床操作高级工训练项目	〈〈〈〈185
项目三 数控电火花线切割加工实训	〈〈〈〈219
认知一 数控电火花线切割机床的分类、组成及其主要技术参数	〈〈〈〈219
一、数控电火花线切割加工机床的分类	〈〈〈〈219
二、电火花线切割机床的组成	〈〈〈〈220
三、数控电火花线切割机床的主要技术参数	〈〈〈〈224
四、线切割加工的应用	〈〈〈〈226
认知二 数控电火花线切割加工前的准备	〈〈〈〈227
一、线切割加工工艺	〈〈〈〈227
二、线切割加工程序	〈〈〈〈237
技能一 数控电火花线切割机床操作面板及其操作	〈〈〈〈244
一、快走丝电火花线切割机床操作面板及其操作	〈〈〈〈244
二、慢走丝电火花线切割机床操作面板及其操作	〈〈〈〈253
技能二 数控电火花线切割机床的基本操作	〈〈〈〈256
一、快走丝电火花线切割机床的基本操作	〈〈〈〈256
二、慢走丝电火花线切割机床的基本操作	〈〈〈〈262
实训 电火花线切割机床加工训练项目	〈〈〈〈266
附录 A 数控加工职业资格考证题	〈〈〈〈286
附录 B 指令对照表	〈〈〈〈400
参考文献	〈〈〈〈405

导言 数控加工基础知识

一、数控机床安全和文明生产基本知识

1. 安全生产规程

① 操作者必须按规定穿戴好劳动保护用品,不穿拖鞋、凉鞋、高跟鞋上岗。操作时不得戴手套、围巾及戒指、项链等各类饰物,不得吸烟,不得与他人闲谈,精神要集中。严禁在车间内嬉戏、打闹。

② 操作者必须熟悉数控机床使用说明书等有关资料。如,主要技术参数、传动原理、主要结构、润滑部位及维护保养等一般知识。

③ 对于数控机床的使用环境,要避免在使用场所出现光的直接照射和其他热辐射、太潮湿或粉尘过多、有腐蚀气体等情况。数控机床应采取专线供电或设置稳压装置,以避免电源不稳定给电子元件造成损坏。

④ 所有实验或实践须在实践教师指导下进行,未经指导教师同意,不要擅自开机。

⑤ 开机前,操作者必须检查机床各部位的润滑、防护装置等是否符合要求,确认无误后方可操作。机床通电后,操作者应检查各开关、按钮和按键是否正常、灵活,机床有无异常现象。

⑥ 数控机床的开机、关机顺序,一定要按照机床说明书的规定操作。主轴启动开始切削之前,操作者一定要关好防护罩门,程序正常运行过程中严禁打开防护罩门。

⑦ 未装工件前,操作者要空运行一次程序,看程序能否顺利运行、刀具和夹具安装是否合理、有无超程现象。

⑧ 操作者必须在确认工件夹紧后才能启动机床,严禁工件转动时测量、触摸工件。

⑨ 机床在正常运行时不允许打开电器柜的门,禁止按动“急停”或“复位”按钮。

⑩ 如遇数控机床电动机出现异常发热、声音不正常等情况,应立即停车。机床发生事故,操作者要注意保留现场,并向维修人员如实说明事故发生前后的情况,以利于分析问题,查找事故原因。

⑪ 数控机床的使用一定要有专人负责,严禁其他人员随意动用数控设备。

⑫ 操作完毕后,擦净机床,清理工作场地,断开电源,并要认真填写数控机床的工作日志,做好交接工作,消除事故隐患。

⑬ 不得随意更改数控系统内制造厂家设定的参数和操作程序。

2. 文明生产规程

文明生产是企业生产管理中的一项十分重要的内容,它直接影响产品质量,影响设备和

工、夹、量具的使用寿命,影响技能的发挥。因此,操作者除了要掌握数控机床的性能和精心操作外,一方面要管好、用好和维护好数控机床;另一方面还必须养成文明生产的良好工作习惯和严谨的工作作风,应具有较好的职业素质、责任心和良好的合作精神。常见的文明生产规程如下。

① 对数控机床主体,按照机床使用要求进行文明使用和养护。

② 操作数控机床时,对各按键及开关进行操作时不得用力过猛,更不允许用扳手或其他工具进行操作。

③ 数控机床开机前应认真检查各部分机构是否完好、位置是否正确,常用参数是否有改变,各电气附件插头是否连接牢靠,系统散热风机是否运转正常。

④ 数控机床使用前,应按要求进行低速空运转,对长期未使用的数控机床,在使用前应先通电预热一段时间方可进行操作。

⑤ 数控机床使用过程中,工、夹、量具要合理使用和码放,保持工作场地整洁有序,各类零件分类码放。

⑥ 数控系统在不使用时,要用防尘罩罩好,防止进入灰尘,并在专业人员指导下定期进行内部除尘处理。

⑦ 操作完毕,按照规定保养机床,认真做好交接班工作,对机床参数修改、程序执行情况做好文字记录。

二、数控机床操作规程及日常维护保养

1. 数控机床的操作规程

(1) 数控机床的操作规程

① 操作者应熟悉所用数控车床的组成、结构以及规定的使用环境,并严格按照机床操作手册的要求正确操作,尽量避免因操作不当而引起的故障。

② 开机前应对机床进行全面细致的检查,确认无误后方可操作。

③ 机床通电后,检查各开关、按钮和按键是否正常、灵活,机床有无异常现象。

④ 检查电压、油压是否正常,有手动润滑的部位先要进行手动润滑。

⑤ 各坐标轴手动回零(机械原点)。

⑥ 程序输入后,应仔细核对。其中包括对代码、地址、数值、正负号、小数点及语法进行核对。

⑦ 正确测量和计算工件坐标系,并对所得结果进行检查。

⑧ 输入工件坐标系,并对坐标、坐标值、正负号及小数点进行认真核对。

⑨ 未装工件前,空运行一次程序,看程序能否顺利运行,刀具和夹具安装是否合理,有无超程现象。

⑩ 无论是首次加工的零件,还是重复加工的零件,首件都必须对照图纸、工艺规程、加工程序和刀具调整卡,进行试切。

⑪ 试切时快速进给倍率开关必须打到较低挡位。

⑫ 每把刀首次使用时,必须先验证它的实际长度与所给刀补值是否相符。

⑬ 试切进刀时,在刀具运行至工件表面 30~50mm 处,必须在进给保持下,验证 Z 轴和

X 轴坐标剩余值与加工程序是否一致。

⑭ 试切和加工中,刃磨刀具或更换刀具后,要重新测量刀具位置并修改刀补值和刀补号。

⑮ 程序修改后,对修改部分要仔细核对。

⑯ 手动进给连续操作时,必须检查各种开关所选择的位置是否正确,运动方向是否正确,然后再进行操作。

⑰ 必须在确认工件夹紧后才能启动机床,严禁工件转动时测量、触摸工件。

⑱ 操作中出现工件跳动、打抖、异常声音、夹具松动等异常情况时必须立即停车处理。

⑲ 加工完毕,清理机床。

(2) 数控铣床的操作规程

① 检查设备的传动系统、润滑系统、气动系统、各种开关起始位置、安全制动、防护装置、电力稳压系统及电气指示等。

② 按设备润滑图表进行润滑。

③ 紧固零件使用的 T 型螺栓的规格型号要和机床的 T 型槽规格相一致,紧固力应适中,禁止在机床各部位加力校正零件。

④ 按机床说明书合理使用、正确操作,禁止超负荷、超性能、超规范使用。

⑤ 按顺序开、关机。先开机床再开数控系统,先关数控系统再关机床。

⑥ 开机后让机床空运转 15min 以上,使机床达到热平衡状态。然后进行返回机床参考点的操作,以建立机床坐标系。

⑦ 手动操作沿 X、Y 轴方向移动工作台时,必须使 Z 轴处于安全高度位置,移动时应注意观察刀具移动是否正常。

⑧ 按工艺规程要求使用刀具、夹具、程序。

⑨ 装夹刀具时,应将锥柄和主轴孔及定位面擦拭干净。装夹工件时,要检查夹具是否妨碍刀具运动。正确对刀,确定工件坐标系,并核对数据。

⑩ 刀具补偿值输入后,要对刀补号、补偿值、正负号、小数点进行认真核对。

⑪ 程序调试好后,在正式切削加工前,再检查一次程序、刀具、夹具、工件、参数等是否正确,并进行程序试运行。防止加工中刀具与工件碰撞,损坏机床和刀具。

⑫ 试切进刀时,进给倍率开关必须打到低挡。在刀具运行至工件表面 30~50mm 处,必须在进给保持下,验证 Z 轴剩余坐标值和 X、Y 轴坐标值与加工程序数据是否一致。

⑬ 刃磨刀具或更换刀具后,要重新测量刀长并修改刀补值和刀补号。

⑭ 程序修改后,对修改部分要仔细计算和认真核对。

⑮ 手动连续进给操作时,必须检查各种开关所选择的位置是否正确,确定正负方向,然后再进行操作。

⑯ 机床运行中,一旦发现异常情况,应立即按下红色急停按钮,终止机床的所有运动和操作。待故障排除后,方可重新操作机床及执行程序。

⑰ 加工过程中,操作者不得离开工作岗位做与操作无关的事情。暂时离岗可按“暂停”按钮,要正确使用急停开关,禁止随意拉闸断电。

⑱ 加工完毕后,将 X、Y、Z 轴移动到行程的中间位置,并将主轴速度和进给速度倍率开关都拨至低挡位,防止因误操作而使机床产生错误的动作。

⑮ 卸刀时应先用手握住刀柄,再按换刀开关;装刀时应在确认刀柄完全到位后再松手。换刀过程中禁止运转主轴。

⑯ 机床出现报警时,应根据报警号查明原因,及时排除故障。

⑰ 加工完毕,清理现场,并做好工作记录。

(3) 电火花线切割机床的操作规程

① 操作者必须经过操作培训,了解机床基本结构,掌握机床的使用方法。

② 操作者必须熟悉电火花线切割加工工艺,正确地选取加工参数,按规定操作顺序操作,防止造成断丝等故障。

③ 装卸电极丝时应防止电极丝伤手。用过的电极丝应统一处理,不得随意丢弃,防止混入电路和运丝系统中,造成电器短路、触电和断丝等事故。

④ 用摇柄操作储丝筒后,应及时将摇柄取出。

⑤ 加工之前应检查确认所有准备工作正确无误、工件位置已安装正确,安装好机床的防护罩,并尽量消除工件的残余应力,防止切割过程中工件爆裂伤人。

⑥ 在机床允许的范围内加工,防止出现运动干涉或超程等现象。

⑦ 加工时,不可将身体的任何部位伸入加工区域,不得同时接触工件与机床工作台,以防触电。

⑧ 禁止用湿手按动开关或接触电器部分。

⑨ 机床附近不得放置易燃、易爆物品,防止因工作液一时供应不足产生的放电火花引起事故。

⑩ 防止工作液等导电物进入机床的电器部分,一旦发生因电器短路造成火灾时,应首先切断电源,立即用二氧化碳等合适的灭火器灭火,不准用水灭火。

⑪ 工作结束后,关掉总电源。

2. 数控机床日常维护保养

(1) 数控系统日常维护保养

① 制定数控系统日常维护的规章制度。如,规定哪些地方需要天天清理,哪些部件需要定时加油或定期更换等。

② 应尽量少开数控柜和强电柜的门,以防止现场的油雾、飘浮的灰尘甚至金属粉末落在数控装置内的印制电路板或电子元器件上,引起元器件间绝缘电阻下降并导致元器件及印制电路板的损坏。

③ 定时清理数控装置的散热通风系统。每次实验、实践前,应检查数控装置上各个冷却风扇的工作是否正常,以防止数控装置内温度过高(一般不允许超过 $55\sim 60^{\circ}\text{C}$),致使数控系统不能可靠地工作,甚至发生过热报警现象。

④ 定期检查和更换直流电动机电刷。检查周期随机床使用频率而异,一般为每半年或一年检查一次。

⑤ 经常监视数控装置用的电网电压。数控装置通常允许电网电压在额定值的 $\pm 10\%\sim \pm 15\%$ 内波动,如果超出此范围就会造成系统不能正常工作,甚至会引起数控系统内的电子部件损坏。

⑥ 存储器用的电池需要定期更换。应每年更换一次,以确保系统能正常工作。电池的

更换应在数控装置通电状态下进行,以防数据丢失。

⑦ 数控系统长期不用时的维护。若数控系统处在长期闲置的情况下,需注意以下两点:一是要经常给系统通电,特别是在环境湿度较高的梅雨季节更是如此;二是如果数控机床的进给轴和主轴采用直流电动机来驱动,应将电刷从直流电动机中取出,以免由于化学腐蚀作用使换向器表面腐蚀,造成换向性能变坏,使整台电动机损坏。

⑧ 备用印制电路板的维护。对于已购置的备用印制电路板应定期装到数控装置上通电运行一段时间,以防损坏。

(2) 数控机床日常维护保养

对数控机床进行日常维护和保养可有效防止机床非正常磨损,避免突发故障,可使机床保持良好的技术状态,保持长时间的稳定工作。机床说明书中一般对日常维护保养的范围有每天、不定期、每半年和每年的内容。在数控加工实践中,必须落实每天的维护保养内容和要求。表 0-1 列举了数控机床日常维护保养的一些主要内容。

表 0-1 数控机床日常维护保养的主要内容

序号	检查部位	检查内容			
		每 天	每 月	六 个 月	一 年
1	切削液箱	观察箱内液面高度,及时添加	清理箱内积存切屑,更换切削液	清洗切削液箱,清洗过滤器	全面清洗、更换过滤器
2	润滑油箱	观察油标上油面高度,及时添加	检查润滑泵工作情况,油管接头是否松动、漏油	清洁润滑箱,清洗过滤器	全面清洗、更换过滤器
3	各移动导轨副	清除切屑及脏物,用软布擦净,检查润滑情况及划伤与否	清理导轨滑动面上刮屑板	检查导轨副上的镶条、压板是否松动	检验导轨运行精度,进行校准
4	压缩空气气泵	检查气泵控制的压力是否正常	检查气泵工作状态是否正常、滤水管道是否畅通	检查空气管道是否渗漏	清洗气泵润滑油箱,更换润滑油
5	气源自动分水器、自动空气干燥器	工作是否正常,观察分油器中滤出的水分,及时清理	擦净灰尘、清洁空气过滤网	空气管道是否渗漏,清洗空气过滤器	全面清洗、更换过滤器
6	液压系统	观察箱体内存油面高度、油压力是否正常	检查各阀门工作是否正常、油路是否畅通、接头处是否渗漏	清洗油箱,清洗过滤器	全面清洗油箱、各阀门,更换过滤器
7	防护装置	清除切削区内防护装置上的切屑与脏物,用软布擦净	用软布擦净各防护装置表面,检查有无松动	折叠式防护罩的衔接处是否松动	因维护需要,全面拆卸清理
8	刀具系统	刀具夹持是否可靠、位置是否准确、刀具是否损伤	注意刀具更换后,重新夹持的位置是否正确	刀夹是否完好、定位固定是否可靠	全面检查,有必要更换固定螺钉

续表

序号	检查部位	检查内容			
		每天	每月	六个月	一年
9	换刀系统	观察转塔刀架定位、刀库送到、机械手定位情况	检查刀架、刀库、机械手的润滑情况	检查换刀动作的圆滑性,以无冲击为宜	清洗主要零部件,更换润滑油
10	CRT 显示屏及操作面板	注意报警显示、指示灯的显示情况	检查各轴限位及急停开关是否正常,观察 CRT 显示	检查面板上所有操作按钮、开关的功能情况	检查 CRT 电气线路、芯板等的连接情况,并清除灰尘
11	强电柜与数控柜	冷风扇工作是否正常、柜门是否关闭	清洗控制箱散热风道的过滤网	清理控制箱内部,保持干净	检查所有电路板、插座、插头、继电器和电缆的接触情况
12	主轴箱	观察主轴运转情况,注意声音、温度的情况	检查主轴上卡盘、夹具、刀柄的夹紧情况,注意主轴的分度功能	检查齿轮、轴承的润滑情况,测量轴承温升是否正常	清洗零部件、更换润滑油。检查主传动皮带,及时更换。检验主轴精度,进行校准
13	电气系统与数控系统	运行功能是否有障碍,监视电网电压是否正常	直观检查所有电气部件及继电器、连锁装置的可靠性。机床长期不用,则需通电空运行	检查一个试验程序的完整运转情况	注意检查存储器电池,检查数控系统的大部分功能情况
14	电动机	观察各电动机运转是否正常	观察各电动机冷却风扇运转是否正常	各电动机轴承噪声是否严重,必要时可更换	检查电动机控制板情况、检查电动机保护开关的功能。对于直流电动机要检查电刷磨损情况,如磨损严重应及时更换
15	滚珠丝杠	用油擦净丝杠暴露部位的灰尘和切屑	检查丝杠防护套,清理螺母防尘盖上的污物,丝杠表面涂油脂	测量各轴滚珠丝杠的反向间隙,予以调整或补偿	清洗滚珠丝杠上的润滑油,涂上新脂

三、数控机床常见故障诊断

1. 数控车床常见故障诊断

1) 数控车床常见故障的诊断方法

数控车床出现故障后,应仔细观察故障现象,根据故障现象找出故障点和故障原因,常见的故障诊断方法有以下几种。

① 直接追踪法。这是一种最基本的方法,维修人员通过对故障发生的时间、机床运行状态和故障现象进行详细了解,逐步排查,将故障范围缩小到某一个模块,找出故障的原因。这种方法要求维修人员具有丰富的实践经验,有多学科较宽的知识面和综合判断能力。

② 自诊断功能法。现代的数控系统都具备较强的自诊断报警系统功能,它能够随时监视数控系统的硬件和软件的工作状态,帮助维修人员查找故障,是数控车床故障诊断与维修的十分重要的手段,是当前数控维修最为有效的一种方法。

③ 参数检查法。数控车床的参数设置是否合理直接关系到机床的工作性能,这些参数有位置环增益、速度环增益、反向间隙补偿、参考点坐标等。通常因电池电量不足、外界干扰等会造成部分参数丢失,造成机床不能正常运行。另外,经过长时间的运行,由于机械传动部件的磨损、电气元件的老化等原因,也对机床性能产生一定的影响,需要及时调整修正机床参数。

④ 替换法。替换法是一种简单易行、现场判断时较常用的方法,是在分析出大致故障原因的情况下,维修人员利用备用模块、电路板或元器件替换有故障疑点的部分,观察故障转移情况,从而确定故障的部位。

⑤ 测量法。根据数控车床维修说明书和电路原理图,利用万用表、钳形电流表、相序表、示波器、频谱分析仪、振动检测仪等仪器对故障疑点进行电压、电流和波形等测量,与正常值进行比较,分析故障所在的位置。

2) 数控车床常见故障及其处理

(1) 数控系统开启后显示屏无任何画面显示

① 检查与显示屏有关的电缆及其连接。电缆连接不良,应重新连接。

② 检查显示屏的输入电压是否正常。

③ 如果此时还伴有输入单元的报警灯亮,则故障原因往往是+24V 负载有短路现象。

④ 如果此时显示屏无其他报警而机床不能移动,则其故障是由主印刷线路板或控制ROM 板的问题引起的。

⑤ 如果显示屏虽无显示但机床却正常地工作。这种现象说明数控系统的控制部分正常,只是显示器本身的印刷线路板出了故障。

(2) 机床不能动作

① 检查数控系统的复位按钮是否被接通、数控系统处于紧急停止状态。

② 程序执行时显示屏有位置显示变化,而机床不动,应检查机床是否处于锁住状态,进给速度设定是否有错误,系统是否处于报警状态。

(3) 不能正常返回零点,且有报警产生

脉冲编码器断线造成脉冲编码器的一转信号没有输入主印刷线路板中。解决此故障的方法是,检查脉冲编码器的连接电缆或插头是否断线。

(4) 面板显示值与机床实际进给值不符

检查位置检测元件是否正常,以免快速进给时脉冲丢失造成面板显示值与机床实际进给值不符。解决此故障需要更换位置检测元件。

(5) 系统开机之后死机

一般是由于机床数据混乱或偶然因素使系统进入死循环。解决此故障的方法是:将内存全部清除后,重新输入机床参数,或关机后,重新启动。

(6) 刀架连续运转不停或在某规定刀位不能定位

一般是由于发信盘接地线断路或电源线断路、霍尔元件断路或短路而造成。解决此故障的方法是:修理或更换霍尔元件。

(7) 刀架突然停止运转,步进电动机抖动而不运转

如果手动转动手轮,若某位置较重或出现卡死现象,则为机械问题,如滚珠丝杠滚道内有异物等;若全长位置均较轻,则判断为切削过深或进给速度太快。

措施:清除机械传动部异物、杂物及毛刺等;减少切削深度,调整进给速度以减小加工中的切削力。

(8) 电动刀架工作不稳定

造成此故障的原因有:切屑、油污等进入刀架体内;撞刀后,刀体松动变形;刀具夹紧力过大,使刀具变形;刀杆过长,刚性差。

(9) 超程处理

在手动、自动加工过程中,若机床移动部件超出其运动的极限位置(软件行程限位或机械限位),则系统出现超程报警,蜂鸣器尖叫或报警灯亮,机床锁住。

处理方法一般为:手动将超程部件移至安全行程内;解除报警。

(10) 报警处理

数控系统对其软、硬件及故障具有自我诊断能力,该功能用于监视整个加工过程是否正常,并及时报警。报警内容常见的是:程序出错、操作出错、超程、各类接口错误、伺服系统出错、数控系统出错、刀具破损等。

处理方法:一般当屏幕显示出错显示号时,可查阅维修手册的“错误代码表”,找出产生故障的原因,采取相应措施。

(11) 常见编程、操作故障的诊断解决

① 编辑程序时非法地址报警:检查数控加工程序,指令、参数输入有无非法字符或不正确的 G 代码错误。

② 编辑程序时非法半径报警:检查 G02/G03 指令终点到起点距离是否大于二倍半径值,圆心坐标(I、J、K)编程时,检查终点到圆心的距离是否与起点到圆心的距离相等。

③ 程序模拟时超程报警:检查数控加工程序中坐标点、参数是否有输入错误,检查刀具参数及零偏置库中参数是否有错误。

④ 操作机床时超程报警:按住数控车床超程解除按钮,按复位功能键清除报警状态,反向移动刀架,回到正常运行范围内。

⑤ 执行程序时坐标点错误:执行回零操作,检查零点偏置库中参数,检查刀具参数,检查数控加工程序。

⑥ 机床不能动作故障:检查机床是否处于报警状态,急停开关是否都松开,操作方式是否选择正确,机床是否被锁定,液压卡盘夹紧状态,倍率调节是否设置为 0。

2. 数控铣床常见故障诊断

数控铣床的故障种类繁多,有电气、机械、系统、液压、气动等部件的故障,原因也比较复杂,但大部分故障是由于操作人员操作机床不当引起的。数控铣床常见故障有如下几种。

① 防护门未关,机床不能运转。

② 机床未回零。

③ 主轴运转 S 超过最高转速限定值。

④ 程序内没有设置 F 或 S 值。

- ⑤ 进给修调或主轴修调开关设为空挡。
- ⑥ 回零时离零点太近或回零速度太快,引起超程。
- ⑦ 程序中 G00 位置超过限定值。
- ⑧ 刀具补偿测量设置错误。
- ⑨ 刀具换刀位置不正确(换刀点离工件太近)。
- ⑩ G40 撤销不当,引起刀具切入已加工表面。
- ⑪ 程序中使用了非法代码。
- ⑫ 刀具半径补偿方向搞错。
- ⑬ 切入、切出方式不当。
- ⑭ 切削用量太大。
- ⑮ 刀具钝化。
- ⑯ 工件材质不均匀,引起振动。
- ⑰ 机床被锁定(工作台不动)。
- ⑱ 工件未夹紧。
- ⑲ 对刀位置不正确,工件坐标系设置错误。
- ⑳ 使用了不合理的 G 功能指令。
- ㉑ 机床处于报警状态。
- ㉒ 断电后或报过警的机床,没有重新回零。

四、数控编程概述

数控编程是数控加工准备阶段的主要内容之一,通常是指根据被加工零件的图纸和技术要求、工艺要求,将零件加工的工艺顺序、工序内的工步安排、刀具相对于工件运动的轨迹与方向、工艺参数及辅助动作等,用数控系统所规定的规则、代码和格式编制成文件,并将程序单的信息制作成控制介质的整个过程。

数控编程有手工编程和自动编程两种方法。手工编程是指编程的各个阶段均由人工完成。对于几何形状复杂的零件需借助计算机使用规定的数控语言编写零件源程序,经过处理后生成加工程序,称为自动编程。

当对一个毛坯进行加工时,首先要按企业所拥有的数控机床的数控系统编程。虽然,每个数控系统的编程语言和指令各不相同,但其间也有很多相通之处。下面以 FANUC 数控系统为例,介绍符合 ISO 国际标准的数控加工程序的结构与程序编制中的常用指令。

1. 加工程序结构

加工程序通常由程序开始、程序内容和程序结束三部分组成。程序开头为程序号,通常由字母及其后的四位数字表示,用于标识加工程序的开始。程序通常由字符“%”开始,程序结束可用辅助功能指令 M02(程序结束)或 M30(程序结束,返回起点)等来表示。

〔例 0-1〕 某一个加工程序如下。

```
%
O1100
N001 G00 X10 Y20 Z50                                LF
N002 G01 X100 Y100 Z0 F1000 S1500 T1 M03            LF
```

```

N003 X100 Y100                                LF
...
N118 G00 X10 Y20 Z50 M30 (M02)                LF

```

该程序的主要内容有 118 个程序段组成。程序段是一个完整的机床控制信息,表示机床的一种操作。每个程序段都是由一个或若干个信息字组成,每个信息字又是由地址字符和数据字符组成。信息字是指令的最小单位。目前,常用的是字地址程序段格式,应用标准是 JB 3832—85。下面是一个典型的字地址程序段格式。

```
N001 G01 X120.0 Z-50.0 F150 S200 T0101 M03 LF
```

其中,N001 表示第一个程序段;

G01 表示直线插补;

X120.0 Z-50.0 分别表示 X、Z 坐标方向的移动量;

F、S、T 分别表示进给速度、主轴转速、刀具号;

M03 表示主轴按顺时针方向旋转;

LF 表示程序段结束。

在字地址程序段中,那些不需要的指令字或与上一程序段相同的续效字都可以省略不写,而且尺寸字的长度不固定。所以,字地址程序段格式又称为可变程序段格式。而且字地址程序段格式对字的前后顺序没有规定,编程时一般常按一定的顺序排列。

2. 程序编制中的常用指令

在数控加工的程序中,控制数控机床的各种运动方式的所有指令称为工艺指令,如主轴的启、停、正反转,冷却液的开、关等。工艺指令包括准备功能指令(G 指令)和辅助功能指令(M 指令)两大类。

我国根据 ISO 标准制定了 JB 3208—83《数控机床穿孔带程序段格式中的准备功能 G 和辅助功能 M 的代码》标准,它与 ISO 1056—1975E 等效。

1) 常用准备功能 G 指令

通常习惯上简称 G 指令,它是由字母 G 及其后的两位数字组成,从 G00 到 G99 共 100 种。G 指令的主要功能是控制数控机床的运动方式。表 0-2 为我国 JB 3208—83 标准规定的准备功能 G 代码。

(1) 工件坐标系设定指令(G92、G50)

G92 指令是规定工件坐标系原点的指令,工件坐标系原点又称编程零点。G92 的作用是以工件坐标系的原点为基准点,设定刀具起始点的坐标值。G92 是模态指令,其设定值在重新设定前一直有效。

当用绝对尺寸编程时,必须先建立一坐标系,用来确定刀具起始点在坐标系中的坐标值。编程格式如下。

```

G92 X__ Y__ Z__;      (数控铣床、加工中心)
G50 X__ Z__;          (数控车床)

```

坐标值 X、Y、Z 为刀位点在工件坐标系中的初始位置。执行 G92 指令时,机床不动作,即 X、Y、Z 轴均不移动,但 CRT 显示器上的坐标值发生了变化。