



国家中等职业教育改革发展示范性院校校本教材

数控铣床操作 与加工实训

SHUKONG XICHUANG CAOZUO
YU JIAGONG SHIXUN

主编 冯超凡



郑州大学出版社

国家中等职业教育改革发展示范性院校校本教材

数控铣床操作与加工实训

主 编 冯超凡

郑州大学出版社

• 郑州 •

图书在版编目(CIP)数据

数控铣床操作与加工实训/冯超凡主编. — 郑州: 郑州大学出版社,
2014.7

国家中等职业教育改革发展示范性院校校本教材

ISBN 978-7-5645-1891-2

I. ①数… II. ①冯… III. ①数控机床-铣床-操作-中等专业学校-教材
②数控机床-铣床-加工-中等专业学校-教材 IV. ①TG547

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 120901 号

郑州大学出版社出版发行

郑州市大学路 40 号

出版人: 王 锋

全国新华书店经销

郑州市金汇彩印有限公司印制

开本: 787 mm×1 092 mm 1/16

印张: 15.25

字数: 364 千字

版次: 2014 年 7 月第 1 版

邮政编码: 450052

发行电话: 0371-66966070

印次: 2014 年 7 月第 1 次印刷

书号: ISBN 978-7-5645-1891-2

定价: 32.00 元

本书如有印装质量问题, 由本社负责调换



编 审 委 员 会

主任委员 周 超 陈云雁 冯超凡

副主任委员 梁 才 赵洪明

成 员 (以姓氏笔画为序)

刘中阳 李书杰 惠延岭



作者名单

主 编 冯超凡

副主编 钱文焕

编 委 (以姓氏笔画为序)

冯超凡 李书杰 和 欢

侯会娟 钱文焕 惠延岭



内 容 简 介

数控铣削加工是现代机械制造产业中颇具代表性的先进技术,市场对编程和操作人员的需求量极大。本书以就业为导向,综合编排各知识模块,同时结合具体案例,深入浅出地讲解数控铣床编程及其加工的相关知识,具有很强的实用性。书后附大量的考级习题,以供读者在学习后能够及时巩固所学知识。

本书可作为中等职业学校数控专业学生的教材,也可作为数控铣削技术人员的入门参考书。



前言

本书根据教育部数控技术应用型紧缺人才培养方案的指导思想,结合中等职业学校培养具有实际操作技能的应用型人才这一目标,参照最新的数控专业教学计划,本着“基本理论的教学以应用为目的,以必须和够用为尺度”这一原则编写。本教材力求体现“以职业活动为导向,以职业能力为核心”的指导思想。考虑目前各企业所用的数控设备种类的不同,在教材中采用了华中世纪星HNC-21M/22M 数控加工系统、FANUC Oi-MA 数控加工系统的编程与操作,并且补充了各类主流数控系统最新功能以及先进的工艺路线和加工方法,使本教材更具有针对性、可操作性和实用性,力争为数控加工制造领域人才的培养,起到促进作用。

本教材在内容的编排上循序渐进,以突出实际操作技能为主导,在分析加工工艺的基础上应用多种实例,重点讲述了数控加工的编程与操作方法。既有实例又有考级试题,力争做到既内容丰富,又简洁明了,而且图文并茂,通俗易懂,适合学校学生及技术工人阅读,同时也可以作为数控加工实训的指导书。

本教材的项目一、项目二、项目三由冯超凡、李书杰、惠延岭编写,项目四、项目五、项目六、项目七由冯超凡、侯会娟、和欢编写。本教材各章内容、考级理论及实操试题由冯超凡、钱文焕改编和统稿。

在教材的编写过程中,各位参编老师付出了艰辛的劳动,余君主任提出了许多宝贵意见。在此,谨向为编写本教材付出艰辛劳动的全体人员表示衷心的感谢!限于作者的水平,书中难免有错误和不妥之处,敬请读者批评指正。

编者
2014年3月



目 录

项目一 数控机床安全文明生产教育	1
项目二 数控铣床概述及基本操作	5
课题一 了解与熟悉数控铣床	5
课题二 数控铣床常用刀具介绍	10
课题三 数控铣床/加工中心数控铣床编程	24
课题四 数控铣床/加工中心操作面板实训	70
课题五 程序输入、编辑和调试实训	76
课题六 刀具安装、工件装夹和对刀实训	78
项目三 基本形状加工	82
课题一 平面零件	82
课题二 轮廓加工	85
课题三 槽类加工	91
课题四 孔类加工	97
项目四 组合零件加工	106
课题一 平面、轮廓、槽加工	106
课题二 平面、槽、孔类加工	112
课题三 镜像组合零件加工	118
课题四 旋转组合零件加工	123
项目五 综合零件加工	129
课题一 综合零件加工(一)	129
课题二 综合零件加工(二)	136
课题三 综合零件加工(三)	143
项目六 2D 零件铣削的自动编程与加工	150
课题一 2D 零件铣削的自动编程与加工(一)	150

课题二	2D 零件铣削的自动编程与加工(二)	155
课题三	2D 零件铣削的自动编程与加工(三)	159
课题四	2D 零件铣削的自动编程与加工(四)	164
项目七	3D 零件铣削的自动编程与加工	170
课题一	鼠标模型的自动编程与加工	170
课题二	五角星的自动编程与加工	174
附录一	数控铣工国家职业标准	179
附录二	试题库	194
参考文献		234

项目一 数控机床安全文明生产教育



实训目标

1. 熟悉数控铣床安全操作和文明生产的具体要求。
2. 熟悉数控铣床的安全操作规程。
3. 了解数控铣床的日常维护保养方法。



实训内容

1. 安全操作和文明生产的规定。
2. 数控铣床的安全操作规程。
3. 数控铣床的日常维护保养知识。



实训步骤

一、安全文明生产规定

数控机床是一种自动化程度较高,结构较复杂的先进加工设备,为了充分发挥机床的优越性,提高生产效率,管好、用好、修好数控机床,技术人员的素质及文明生产显得尤为重要。操作人员除了要熟悉掌握数控机床的性能,做到熟练操作以外,还必须养成文明生产的良好工作习惯和严谨的工作作风,具有良好的职业素质、责任心和合作精神。操作时应做到以下几点:

- (1) 严格遵守劳动纪律,不迟到、不早退、工作中不准打闹,坚守岗位。
- (2) 进入岗位前必须按规定穿戴好工作服,不得穿戴带有危险隐患的装饰品。
- (3) 认真执行岗位责任制,严格遵守操作规程,不做与本职无关的事。
- (4) 非本岗位操作者及维护使用人员,未经批准不得进入或触动机床及辅助设备。
- (5) 严格执行交接班制度,做好交接记录工作。
- (6) 下班前必须清理现场,切断电源,关闭门窗等。
- (7) 实行定期维护和保养制度,保证机床安全运行。
- (8) 一旦发生事故,应立即采取措施防止事故扩大,保护现场。

二、机床安全操作规程

为了正确合理地使用数控机床,减少其故障的发生率,经机床管理人员同意方可操作机床。

1. 开机前的注意事项

(1) 操作人员必须熟悉该数控机床的性能,操作方法,经机床管理人员同意方可操作机床。

(2) 机床通电前,先检查电压、气压、油压是否符合工作要求。

(3) 检查机床可动部分是否处于可正常工作状态。

(4) 检查工作台是否有越位,超极限状态。

(5) 检查电气元件是否牢固,是否有接线脱落。

(6) 检查机床接地线是否和车间地线可靠连接(初次开机特别重要)。

(7) 已完成开机前的准备工作后方可合上电源总开关。

2. 开机过程注意事项

(1) 严格按机床说明书中的开机顺序进行操作。

(2) 一般情况下开机过程中必须先进行回机床参考点操作,建立机床坐标系。

(3) 开机后让机床空运转 15 min 以上,使机床达到平衡状态。

(4) 关机以后必须等待 1 min 以上才可以进行再次开机,没有特殊情况不得随意频繁进行开机或关机操作。

3. 调试过程注意事项

(1) 编辑、修改、调试好程序。若是首件试切必须进行空运行,确保程序正确无误。

(2) 按工艺要求安装、调试好夹具,并清除各定位面的铁屑和杂物。

(3) 按定位要求装夹好工件,确保定位正确可靠。不得在加工过程中发生工件松动现象。

(4) 安装好所要用的刀具,若是加工中心,则必须使刀具在刀库上的刀位号与程序中的刀号严格一致。

(5) 按工件上的编程原点进行对刀,建立工件坐标系。若用多把刀具,则其余各把刀具分别进行长度补偿或刀尖位置补偿。

(6) 设置好刀具半径补偿。

(7) 确认冷却液输出通畅,流量充足。

(8) 再次检查所建立的工件坐标系是否正确。

以上各点准备好后方可加工工件。

4. 加工过程注意事项

(1) 加工过程中,不得调整刀具和测量工件尺寸。

(2) 自动加工中,自始至终监视运转状态,严禁离开机床,遇到问题及时解决,防止发生不必要的事故。

(3) 定时对工件进行检验,确定刀具是否磨损等情况。

(4) 关机时,或交接班时,对加工情况、重要数据等做好记录。

- (5) 机床各轴在关机时远离其参考点,或停在中间位置,使工作台重心稳定。
- (6) 清洁机床,必要时涂防锈漆。

三、设备日常维护保养

数控机床种类多,各类数控机床因其功能,结构及系统的不同,各具不同的特性。其维护保养的内容和规则也各有特色,具体应根据机床种类、型号及实际使用情况,并参照机床使用说明书要求,制定和建立必要的定期、定级保养制度。下面是一些常见、通用的日常维护保养要点。

1. 数控系统的维护

- (1) 严格遵守操作规程和日常维护制度。

(2) 应尽量少开数控柜和强电柜的门。机加工车间的空气中一般都会有油雾、灰尘甚至金属粉末,一旦它们落在数控系统内的电路板或电子器件上,容易引起元器件间绝缘电阻下降,甚至导致元器件及电路板损坏。有的用户在夏天为了使数控系统能超负荷长期工作,采取打开数控柜的门来散热,这是一种极不可取的方法,最终将导致数控系统的加速损坏。

(3) 定时清扫数控柜的散热通风系统。应该检查数控柜上的各个冷却风扇工作是否正常。每半年或每季度检查一次风道过滤器是否有堵塞现象,若过滤网上灰尘积聚过多,不及时清理,会引起数控柜内温度过高。

(4) 数控系统的输入/输出装置的定期维护。20世纪80年代以前生产的数控机床,大多带有光电式纸带阅读机,如果读带部分被污染,将导致读入信息出错。为此,必须按规定对光电阅读机进行维护。

(5) 直流电动机电刷的定期检查和更换。直流电动机电刷的过度磨损,会影响电动机的性能,甚至造成电动机损坏。为此,应对电动机电刷进行定期检查和更换。数控车床、数控铣床、加工中心等,应每年检查一次。

(6) 定期更换存储用电池。一般数控系统内对 CMOS RAM 存储器件设有可充电电池维护电路,以保证系统不通电期间能保持其存储器的内容。在一般情况下,即使尚未失效,也应每年更换一次,以确保系统正常工作。电池的更换应在数控系统供电状态下进行,以防更换时 RAM 内信息丢失。

(7) 备用电路板的维护。备用的印制电路板长期不用时,应定期装到数控系统中通电运行一段时间,以防损坏。

2. 机械部件的维护

(1) 主传动链的维护:定期调整主轴驱动带的松紧程度,防止因带打滑造成的丢转现象;检查主轴润滑的恒温油箱、调节温度范围,及时补充油量,并清洗过滤器;主轴中刀具夹紧装置长时间使用后,会产生间隙,影响刀具的夹紧,需及时调整液压缸活塞的位移量。

(2) 滚珠丝杠螺纹副的维护:定期检查、调整丝杠螺纹副的轴向间隙,保证反向传动精度和轴向刚度;定期检查丝杠与床身的连接是否有松动;丝杠防护装置有损坏要及时更换,以防灰尘或切屑进入。

(3) 刀库及换刀机械手的维护: 严禁把超重、超长的刀具装入刀库, 以避免机械手换刀时掉刀或刀具与工件、夹具发生碰撞; 经常检查刀库的回零位置是否正确, 检查机床主轴回换刀点位置是否到位, 并及时调整; 开机时, 应使刀库和机械手空运行, 检查各部分工作是否正常, 特别是各行程开关和电磁阀能否正常动作; 检查刀具在机械手上锁紧是否可靠, 发现不正常应及时处理。

3. 液压、气压系统维护

定期对各润滑、液压、气压系统的过滤器或分滤网进行清洗或更换; 定期对液压系统进行油质化验检查和更换液压油; 定期对气压系统分滤器放水。

4. 机床精度的维护

定期进行机床水平和机械精度检查并校正。机械精度的校正方法有软硬两种。软方法主要是通过系统参数补偿, 如丝杠反向间隙补偿、各坐标定位精度定点补偿、机床回参考点位置校正等; 硬方法一般要在机床大修时进行, 如进行导轨修刮、滚珠丝杠螺母副预紧调整反向间隙等。



注意事项

1. 非本岗位操作者及维护使用人员, 未经批准不得进入或触动机床及辅助设备。
2. 一旦发生事故, 应立即采取措施防止事故扩大, 保护现场。
3. 机床各轴在关机时远离其参考点, 或停在中间位置, 使工作台重心稳定。



实训思考

1. 结合自身实际, 谈谈安全文明生产教育在数控实训中的重要性。
2. 为什么要进行机床的日常维护与保养? 数控铣床保养的项目有哪些?



填写实训报告

项目二 数控铣床概述及基本操作

课题一 了解与熟悉数控铣床



实训目标

1. 了解数控铣床的分类。
2. 熟悉数控铣床组成、工作原理及主要功能。
3. 掌握数控铣床的加工特点。



实训内容

1. 数控铣床的定义。
2. 数控铣床的组成及工作原理。
3. 数控铣床的主要功能。
4. 数控铣床加工的特点。



实训步骤

一、数控铣床定义及应用

数控铣床是在一般铣床的基础上发展起来的,两者的加工工艺基本相同,结构也有些相似,但数控铣床是靠程序控制的自动加工的机床。

世界上第一台数控机床就是来自于数控铣床。数控铣床是主要采用铣削方式加工工件的数控机床,能完成平面铣削、平面型腔铣削、外形轮廓铣削、三维及三维以上复杂型面铣削,如各种凸轮、模具等。还可进行钻削、镗削、螺纹切削等孔加工。若再添加回转工作台等附件(此时变为四坐标),则应用范围更广,可用于加工螺旋桨、叶片等空间曲面零件。此外,随着高速铣削技术的发展,数控铣床可以加工形状更为复杂的零件,精度也更高。

二、数控铣床的组成

数控铣床由数控系统、主传动系统、进给伺服系统、冷却润滑系统等几大部分组成,

如图 2-1 所示。

1. 主轴箱

包括主轴箱体和主轴传动系统,用于装夹刀具并带动刀具旋转,主轴转速范围和输出扭矩对加工有直接的影响。

2. 进给伺服系统

由进给电机和进给执行机构组成,按照程序设定的进给速度实现刀具和工件之间的相对运动,包括直线进给运动和旋转运动。

3. 控制系统

数控铣床运动控制的中心,执行数控加工程序控制机床进行加工。

4. 辅助装置

如液压、气动、润滑、冷却系统和排屑、防护等装置。

5. 机床基础件

通常是指底座、立柱、横梁等,它是整个机床的基础和框架。

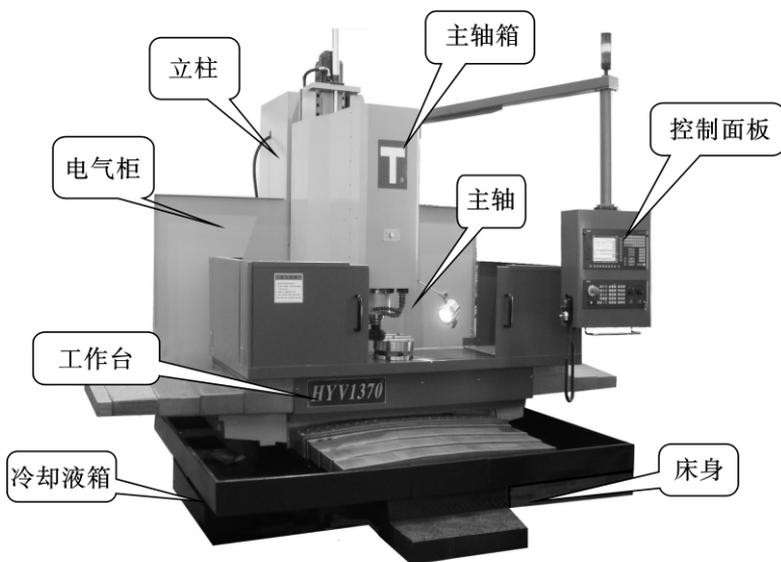


图 2-1 数控铣床组成

三、数控铣床的工作原理

根据零件形状、尺寸、精度和表面粗糙度等技术要求制定加工工艺,选择加工参数;通过手工编程或利用 CAM 软件自动编程,将编好的加工程序输入到控制器;控制器对加工程序处理后,向伺服装置传送指令;伺服装置向伺服电机发出控制信号,主轴电机使刀具旋转,X、Y 和 Z 向的伺服电机控制刀具和工件按一定的轨迹相对运动,从而实现工件的切削。

四、数控铣床的分类

1. 按通用铣床的分类方法分类

(1) 立式数控铣床: 立式数控铣床在数量上一直占据数控铣床的大多数, 应用范围也最广, 如图 2-2 所示。从机床数控系统控制的坐标数量来看, 目前 3 坐标数控立铣仍占大多数, 一般可进行 3 坐标联动加工, 但也有部分机床只能进行三个坐标中的任意两个坐标联动加工(常称为 2.5 坐标加工)。此外, 还有机床主轴可以绕 X, Y, Z 坐标轴中的其中一个或两个轴作数控摆角运动的 4 坐标和 5 坐标数控立铣。

(2) 卧式数控铣床: 与通用卧式铣床相同, 其主轴轴线平行于水平面, 如图 2-3 所示。为了扩大加工范围和扩充功能, 卧式数控铣床通常采用增加数控转盘或万能数控转盘来实现 4, 5 坐标加工。这样, 不但工件侧面上的连续回转轮廓可以加工出来, 而且可以实现一次安装中, 通过转盘改变工位, 进行“四面加工”。



图 2-2 立式数控铣床



图 2-3 卧式数控铣床

(3) 立卧两用数控铣床: 目前, 这类数控铣床已不多见。由于这类铣床的主轴方向可以更换, 能达到在一台机床上既可以进行立式加工, 又可以进行卧式加工, 同时具备上述两类机床的功能, 其使用范围更广, 功能更全, 选择加工对象的余地更大, 且给用户带来不少方便。特别是生产批量小, 品种较多, 又需要立、卧两种方式加工时, 用户只需买一台这样的机床就行了。

(4) 龙门式数控铣床: 这类数控铣床主轴可以在龙门架的横向与纵向溜板上运动, 而龙门架则沿床身作纵向运动, 如图 2-4 所示。大型数控铣床, 因要考虑扩大行程, 缩小占地面积及刚性等技术上的问题, 往往采用龙门架移动式。



图 2-4 龙门式数控铣床

2.按功能水平分类

可分为经济型数控铣床、全功能型数控铣床。

(1) 经济型数控铣床的目的是根据实际机床的使用要求,合理地简化系统,降低价格。在我国,经济型数控机床是指装备了功能简单、价格低、使用操作方便的低档数控系统的机床,如图 2-5 所示。



图 2-5 经济型数控铣床