

农村劳动力转移就业职业培训教材



湖北省人力资源和社会保障厅 编
湖北省劳动就业管理局

数控铣工

SHUKONG XIGONG

李文渊 主编

湖北科学技术出版社

机械加工制造类

JIXIE JIAGONG ZHIZAO LEI

请农民朋友和转岗人员按书后所附地址免费参加培训

湖北省人力资源和社会保障厅 编
湖北省劳动就业管理局

数控铣工

SHUKONG XIGONG

编委会

主任	邵汉生				
副主任	皮广洲	鄢楚怀	高忻	李齐贵	
	熊娅玲	党铁娃			
委员	罗海浪	李湘泉	彭明良	程明贵	
	姜铭	周大铭	李国俊	阎晋	
	金晖	卢建文	高铮	李琪	
	刘健飞	刘长胜	陆军	陈飞	
	李贞权	刘君	李雯莉	苏公亮	
	龚荣伟	周建亚	胡正	汪袁香	
本书主编	李文渊				
本书副主编	王兵				
本书参编	葛涛	张圣锋	郭志刚	曹喾	

湖北科学技术出版社

机械加工制造类
JIXIE JIAGONG ZHIZHAOLEI

图书在版编目 (C I P) 数据

数控铣工/李文渊主编. —武汉: 湖北科学技术出版社,
2009.7

(农村劳动力转移就业职业培训教材丛书)

ISBN 978-7-5352-4037-8

I. 数… II. 李… III. 数控机床: 铣床—技术培训—教材 IV. TG547

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 062305 号

策 划: 刘健飞 李慎谦 刘 玲

责任校对: 蒋 静

责任编辑: 高 然

封面设计: 喻 杨

出版发行: 湖北科学技术出版社

电话: 027-87679468

地 址: 武汉市雄楚大街 268 号

邮编: 430070

(湖北出版文化城 B 座 12-13 层)

网 址: <http://www.hbstp.com.cn>

印 刷: 武汉珞珈山学苑印刷有限公司

邮编: 430072

850×1168 1/32

5.125 印张

124 千字

2009 年 7 月第 1 版

2009 年 7 月第 1 次印刷

定价: 9.50 元

本书如有印装质量问题 可找本社市场部更换

序

中国共产党十七届三中全会明确指出：农业、农村、农民问题关系党和国家事业发展全局。解决三农问题，最根本的出路在于城镇化，创造有效的就业岗位，引导农村劳动力向制造业和服务业等非农产业转移。我省是农业大省，农村劳动力资源丰富，做好农村劳动力的转移就业工作，对统筹城乡发展、建设和谐社会，具有重大意义。

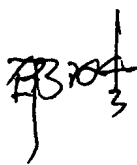
近年来，我省农村劳动力转移就业步伐加快，成效明显。但是，由于长期以来的二元经济结构，形成了城乡分割的就业管理体制，致使农村劳动力转移就业仍然面临较大困难。专业技能的缺乏，也在一定程度上成为制约农村劳动力转移就业的“瓶颈”所在。一方面，随着部分企业生产项目调整、生产方式转变、产品更新换代加快，企业对劳动者的技能要求、管理能力要求有了较大的提高，符合企业用工要求的技术工人、高级管理人员相对缺乏；另一方面，许多农村外出务工人员由于教育培训不足，文化程度偏低，职业素质与专业技能与用工单位的要求还存在一定的差距，形成有人无事做，有事无人做的局面。因此，切

实加强农村劳动力技能培训,对于有效帮助农村劳动力实现转移就业具有十分重要的意义。

加强农村劳动力的技能培训是人力资源和社会保障部门的重要职责,为提高农村劳动力的职业技能和就业能力,我们针对湖北省的实际情况,组织有关专家编写了一套《农村劳动力转移就业职业培训教材丛书》,涉及服务类、建筑类、机械加工类、电工电子类等适合农村劳动力转移就业的50多个岗位,对帮助农村劳动力转移就业有着现实的指导意义。全省各有关机构要适应形式的发展要求,积极引导和保护好农民朋友参加培训的积极性,大力推动我省农村劳动力转移就业工作上新台阶。

我衷心希望,这套丛书为广大农民朋友外出务工时获得理想的工作和收入提供帮助。

湖北省人力资源和社会保障厅厅长



2009年5月31日

目 录

第一章 数控铣床的基本知识	(1)
一、数控铣床的组成	(1)
二、数控铣床的操作规程与维护	(3)
第二章 数控铣削的加工工艺	(10)
一、数控铣床加工工艺	(10)
二、数控铣床上常用刀具	(19)
三、数控铣床上常用夹具	(37)
第三章 数控铣削编程基础	(45)
一、数控编程的基本概念	(45)
二、数控铣床编程中的坐标系	(53)
三、FANUC 系统数控铣床常用的准备功能指令	(62)
四、固定循环功能指令	(67)
五、刀具补偿功能指令	(89)
六、数控铣床常用的辅助及其他功能指令	(93)
第四章 数控铣床的基本操作	(96)
一、FANUC 系统数控铣床的操作面板、控制面板 简介	(96)
二、FANUC 系统数控铣床的基本操作	(102)
第五章 平面的铣削加工	(120)
一、直线的铣削加工	(120)
二、圆弧的铣削加工	(123)
三、一般形状的铣削加工	(127)
第六章 孔图形的铣削加工	(131)
一、钻孔	(131)
二、铰孔	(134)

三、铣孔	(137)
四、镗孔	(141)
第七章 轮廓图形的铣削加工	(145)
一、平面加工	(145)
二、平面外轮廓加工	(148)
三、平面内轮廓加工	(151)
培训机构名称、地址	(154)

第一章 数控铣床的基本知识

数控铣床在数控机床中是一类非常重要的机床,在数控应用中占最大的比例,尤其是在航空航天、汽车制造、模具行业应用非常广泛。数控铣床一般用于复杂的平面、三维曲面以及壳体类零件加工。

一、数控铣床的组成

典型的数控铣床一般由两大部分组成:机械系统和计算机数控系统。

1. 机械系统

机械系统分为五部分:基础部件、主轴部分、进给机构、辅助装置、自动换刀系统(ATC)。

(1)基础部件。主要包括床身、进给机构、立柱。床身的作用主要是承受静载荷及在加工时产生的切削载荷,通常是铸铁件或是焊接而成的钢结构件,因此床身要内部布肋合理,具有良好的刚性,底座上设有4~8个调节螺栓,便于机床调整水平。

(2)主轴部分。主要由主轴伺服电动机和主轴两个部件组成。铣头主轴支承在高精度轴承上,保证主轴具有高回转精度和良好的刚性。主轴装有快速换刀螺母,前端锥孔采用ISO30号锥度。主轴采用无级变速,调节范围宽、传动平稳、操作方便。制动机构能使主轴迅速制动,节省辅助时间,刹车时通过制动手柄撑开止动环,使主轴立即制动。铣头部件还装有Z向伺服电动机、内齿带轮、滚珠丝杆副及主轴套筒,它们形成Z向进给传动链,使主轴作Z向直线运动。

(3)进给机构。工作台的横向和纵向进给,是由安装在工作台上的伺服电动机驱动的,通过内齿带轮带动精密滚珠丝杆副,从而使工作台获得横向和纵向进给。位移测量元件将工作台的位移

量反馈到数控系统。床鞍的导轨面均采用了 TURCTTE - B 贴塑面,提高了导轨的耐磨性、运动的平稳性和精度的保持性,消除了低速爬行现象。

(4)辅助装置。辅助装置包括润滑、冷却、排屑、防护、液压、气动及检测系统等部分。这些系统不直接参与切削运动,但对加工效率、加工精度和可靠性起保障作用。

(5)自动换刀系统。自动换刀系统由刀库、机械手等部件组成,当需要换刀时,通过数控系统向换刀控制系统发出换刀指令,控制刀库选择目标刀具,然后控制机械手(或其他方式)取刀、装刀。加工中心是在数控铣床的基础上增加了自动换刀装置及刀库,并带有自动分度回转工作台或主轴箱(可自动改变角度)及其他辅助功能,从而使工件在一次装夹后,可以连续、自动完成多个平面或多个角度位置的钻、扩、铰、镗、攻螺纹、铣削等工序的加工,工序高度集中。

2. 数控系统

数控系统分为强电控制系统与弱电控制系统两部分。强电系统主要有高电压控制主轴、冷却水泵、润滑。弱电系统控制伺服单元,进而控制伺服电动机与编码器。数控铣床一般采用三相 380V 交流电源供电,空气开关控制机床总电源的通断;同时该空气开关的通断,还受钥匙开关和开门断电开关的保护,使机床只有在钥匙打开和电气箱门关闭的情况下才能通电。弱电系统主要由数控装置和可编程控制器组成,以实现低电压系统控制高电压系统。数控铣床的数控装置可采用多种数控系统,如 FAUNC 系统、SIMENS 系统等。该装置在控制电路中采用了 32 或 64 位高速微处理器、大规模集成电路、半导体存储器,实现了高速度、高可靠性的要求。计算机数控系统(CNC)主印刷板、电源板、输入/输出接口板全部安装在一块基板上,与机床的强电系统形成完善的控制系统。

可编程控制器是一种以微处理器为基础的通用型自动控制装置,专为在工业环境下应用而设计的。由于最初研制这种装置的

目的,是为了解决生产设备的逻辑及开关控制,故称它为可编程逻辑控制器(PLC)。当 PLC 用于控制机床顺序动作时,也可称为编程机床控制器(PMC)。

PLC 已成为数控机床不可缺少的控制装置。CNC 和 PLC 协调配合,共同完成对数控机床的控制。用于数控机床的 PLC 一般分为两类:一类是 CNC 的生产厂家为实现数控机床的顺序控制,而将 CNC 和 PLC 综合起来设计,称为内装型(或集成型)PLC,内装型 PLC 是 CNC 装置的一部分;另一类是以独立专业化的 PLC 生产厂家的产品来实现顺序控制功能,称为独立型(或外装型)PLC。

二、数控铣床的操作规程与维护

与普通设备一样,数控铣床的使用寿命和效率高低,不仅取决于机床本身的精度和性能,很大程度上也取决于它的正确使用及维护。正确的使用和精心的维护能防止设备非正常磨损,可使设备保持良好的技术状态,避免突发故障,可以延长机床使用寿命,防止恶性事故的发生,从而保障安全运行。

数控铣床是一种自动加工设备,实训工作会涉及到各种可能的事故,参加实训工作的操作员必须经过安全教育培训,才允许进行机床的操作。数控铣床操作员除了遵守机械加工车间一般的安全生产规范外,还要针对数控铣床的特点,严格遵守数控铣床的操作规程。为了确保人员和设备的安全,执行安全生产,下面从数控铣床加工的特点出发,介绍数控铣床操作安全规范和操作规程。

(一)数控机床操作安全规范

1. 零件加工前一定要首先检查数控机床运行情况

加工前应该通过试车,检查数控机床是否能够正确运行。例如:利用单程序段、进给倍率或机械锁住等功能,在不装夹工件和刀具的情况下,检查数控机床能否正确运行。如果在没有确认数控机床动作正确的情况下,就进行自动加工,那么一旦数控机床出现误动作,有可能损坏工件、数控机床或伤及操作者。

2. 操作数控机床之前仔细地检查输入的数据

如果使用了不正确的数据,可能使数控机床误动作,造成事故。

3. 设定进给速度

通常每一台数控机床都有最大许可进给速度,合适的进给速度根据不同的操作而变化,以确保指定的进给速度与想要进行的数控机床操作相适应。可以参阅机床厂提供的说明书来确定最大的进给速度。如果操作中没有正确地选择进给速度,数控机床有可能发生误动作,从而引起工件、数控机床本身的损坏或伤及操作者。

4. 刀具补偿功能

当使用刀具补偿功能时应仔细检查刀具补偿方向和补偿量。使用不正确刀具补偿数据操作数控机床,机床可能误动作,从而引起工件、数控机床本身的损坏或伤及操作者。

5. 修改数控系统中的 CNC 和 PLC 参数

数控机床出厂时,数控系统中的 CNC 和 PLC 中的参数都已经由机床厂设置好,通常不需要修改,当必须修改参数的时候,应确保改动参数之前对参数的功能有深入全面的了解,对不了解的参数,不得改动。如果错误地设置了参数,有可能引起数控机床的误动作,从而引起工件、数控机床本身的损坏或伤及操作者。

6. 操作 MDI 面板键盘

在数控机床通电后 CNC 装置尚未出现位置显示或报警画面之前,不要碰 MDI 面板上的任何键。MDI 面板上的有些键专门用于维护系统和完成特殊的操作功能,按下这其中的键可能使数控装置处于非正常状态,在这种状态下启动数控机床可能引起数控机床的误动作。

7. 数控机床可选择功能

数控系统的操作说明书和编程说明书对数控机床的功能进行了完整的叙述,包括各种可选择功能。但是可选择功能因数控机

床个体而有所不同,因此某些功能对所用的特定数控机床实际上并不适用。如有疑问,请查阅所选用的数控机床说明书。有些功能是在数控机床用户的请求下实现的,当使用这些功能时请参阅由机床制造商提供的说明书,以了解使用方法和一些相关的注意事项。

8. 程序参数和宏变量

程序参数和宏变量存储在数控装置的非易失性存储器中,通常在断电的情况下这些信息被保留,然而这些数据有可能在无意中删除,或诊断故障时必须将这些数据从非易失性存储器中删除,为避免偶然情况或保证被删除数据的快速恢复应备份所有数据,并将备份的数据妥善保管。

(二) 数控设备的通用操作规程

1) 使用设备实行定人定机制,要求操作者凭操作证操作设备。大型设备多人操作时,必须有专人指挥。

2) 操作者要熟悉所使用设备的主要技术性能、结构、保养内容和完好标准。

3) 工作前的准备。

(1) 检查设备的传动系统、操作系统、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,上述系统要齐全、正确、灵敏、可靠、完好。紧固件、连接件不应松动。

(2) 按设备润滑图表注油润滑。

(3) 以手动方式低速试运转主轴及各伺服轴。

(4) 根据零件加工程序单,检查数控系统内存表中的刀具补偿值及零点偏置值是否有误,应调出刀具补偿值和零点偏置值,检查其是否正确。

(5) 在用纸带输入时,要经常检查所用纸带有无损伤,光电阅读机是否正常。

(6) 紧固零件使用 T 形螺栓的规格要和设备工作台的 T 形槽

规格一致。紧固时用力应适中。禁止在设备各部位加力校正零件。

(7)检查是否遵守了“机床使用说明书”中规定的注意事项。

4)接通电源后,没工作前的检查项目:压下 NC 装置电源启动键“ON”,在 CRT 显示器上就出现机床的初始位置坐标。检查安装在机床上部的总压力表,若表头读数为“4MPa”,说明系统压力正常,可以进行正式的操作。

5)工作中正确操作。

(1)按设备说明书合理使用,正确操作。禁止超负荷、超性能、超规范使用。

(2)首件编程试加工时,操作者要和编程人员密切配合,在确认程序无误后,方可转入正式加工。

(3)装卡刀具时,应将锥柄和主轴锥孔及定位面擦拭干净。

(4)工件、刀具必须安装牢固。装卸工件时防止碰撞机床。较重的零件、夹具在装卸时应用吊车或在他人协助下完成。

(5)在加工过程中,操作者不得擅离岗位或托人代管,不能做与工作无关的事情。暂时离岗可按“暂停”按钮。要正确使用“急停开关”,工作中严禁随意拉闸断电。

(6)设备导轨面、工作台面禁止放置工卡量具、零件和无关物件。禁止踩踏各防护罩,不许穿带金属钉的鞋踩踏工作台面。

(7)设备运行中注意异常现象,发生故障及时停车,采取措施,并记录显示故障内容。发生事故,应立即停车断电,保护现场,及时上报,不得隐瞒,并配合主管部门做好分析调查工作。

6)工作后的保养。

(1)操作者要及时清理设备上的切屑杂物(严禁使用压缩空气),整理工作现场,做好保养工作。

(2)设备保养完毕,操作者要将设备各开关手柄及部件移归原位。各工作台面涂油保护,按规定顺序切断电源。

(3)按交接班规定进行交换,并做好记录。

(三) 数控铣床操作规程

本规程适用于立式、卧式、龙门式数控铣床和数控仿形铣床等。

(1) 操作者必须遵守《数控设备通用操作规程》。

(2) 机床开动前,必须关闭防护罩。

(3) 在工作台上装卡工件和夹具时,应考虑重力平衡和合理利用台面。

(4) 加工铸铁、青铜、非金属等脆性材料时,要将导轨面的润滑油擦净,并采取保护措施。

(5) 加工中排屑装置应畅通无阻,不得有卡链现象。

(四) 数控铣床的日常维护

数控铣床因其功能、结构及系统的不同,维护保养的内容和规则也各有其特色,具体应根据数控铣床种类、型号及实际使用情况,并参照该数控铣床说明书要求,制订和建立必要的定期、定级保养制度。

(1) 使数控铣床保持良好的润滑状态。定期检查清洗自动润滑系统,添加或更换油脂油液,使丝杠、导轨等各运动部位始终保持良好的润滑状态,降低机械磨损速度。

(2) 定期检查液压、气压系统。对液压系统定期进行油质化验检查,更换液压油,并定期对各润滑、液压、气压系统的过滤器或过滤网进行清洗或更换,对气压系统还要注意及时对分水滤气器放水。

(3) 对直流电动机定期进行电刷和换向器检查、清洗和更换。如果换向器表面脏,应用白布沾酒精予以清洗;若表面粗糙,用细金相砂纸予以修整;若电刷长度为10mm以下时,予以更换。

(4) 适时对各坐标轴进行超程限位试验。尤其是对于硬件限位开关,由于切削液等原因使其产生锈蚀,平时又主要靠软件限位起保护作用,但关键时刻如因硬件限位开关锈蚀不起作用将产生碰撞,甚至损坏滚珠丝杠,严重影响其机械精度。试验时用手按一

下限位开关看是否出现超程警报,或检查相应 I/O 接口输入信号是否变化。

(5) 定期检查电气部件。检查各插头、插座、电缆、继电器的触点是否接触良好。检查各印制电路板是否干净。检查主电源变压器、各电机的绝缘电阻,使其在 $1\text{M}\Omega$ 以上。平时尽量少开电气柜门,以保持电气柜内清洁,夏天用开门散热是不可取的。定期对电气柜和有关电器的冷却风扇进行卫生清扫,更换其空气过滤网等。另外纸带光电阅读机的受光部件太脏,可能发生读数错误,应及时清洗。电路板上太脏或受湿,可能发生短路现象,因此,必要时对各个电路板、电气元件采用吸尘法进行卫生清扫等。

(6) 数控铣床长期不用时的维护。数控铣床不宜长期封存不用,购买数控铣床以后要充分地利用起来,尽量提高数控铣床的利用率,尤其是投入使用的第一年,更要充分地使用,使其容易出故障的薄弱环节尽早暴露出来,使故障的隐患尽可能在保修期内得以排除。有了数控铣床舍不得用,这不是对设备的爱护,反而会由于受潮等原因加快电子元件的变质或损坏,如数控铣床长期不用时要定期通电,并进行数控铣床功能试验程序的完整运行。要求每 1~3 周通电试运行一次,尤其是在环境湿度较大的梅雨季节,应每周通电两次,每次空运行 1h 左右,以利用机床本身的发热来降低机内湿度,使电子元件不致受潮。同时,也能及时发现有无电池报警发生,以防系统软件、参数的丢失等。

(7) 定期更换存储器用电池。一般数控系统内对 CMOS RAM 存储器器件设有可充电电池维持电路,以保证系统不通电期间能保持其存储器的信息。在一般的情况下,即使电池尚未失效,也应每年更换一次,以确保系统能正常工作。电池的更换应在 CNC 装置通电状态下进行,以防更换时 RAM 内信息丢失。

(8) 备用印制线路板的维护。印制线路板长期不用是很容易出故障的。因此,对于备用的印制电路板应定期装到 CNC 装置上通电运行一段时间,以防损坏。

(9)经常监视 CNC 装置用的电网电压。CNC 装置通常允许电网电压在额定值的 $+10\% \sim -15\%$ 的范围内波动,如果超出此范围就会造成系统不能正常工作,甚至会引起 CNC 系统内的电子元器件损坏。因此要经常监视 CNC 装置用的电网电压。

(10)定期进行数控铣床水平和机械精度检查并校正。数控铣床机械精度的校正方法有软硬两种。所谓软方法主要是通过系统参数补偿,如丝杠方向间隙补偿、各坐标定位精度定点补偿、数控铣床回参考点位置校正等。而硬方法一般在数控铣床大修时进行,如进行导轨修刮、滚珠丝杠螺母副预紧,调整其反向间隙,齿轮副的间隙调整等。

第二章 数控铣削的加工工艺

数控铣床加工工艺是以普通铣床的加工工艺为基础,结合数控铣床的特点,综合运用多方面的知识解决数控铣床加工过程中面临的工艺问题。

一、数控铣床加工工艺

(一) 数控铣床的加工范围

数控铣削是机械加工中最常用和最主要的数控加工方法之一,它除了能铣削普通铣床所能铣削的各种零件表面外,还能铣削普通铣床不能铣削的需要2~5坐标联动的各种平面轮廓和立体轮廓。根据数控铣床的特点,从铣削加工角度考虑,适合数控铣削的主要加工对象有以下几类。

(1) 平面类零件。加工面平行或垂直于水平面,或加工面与水平面的夹角为定角的零件为平面类零件(图2-1)。目前在数控铣床上加工的大多数零件属于平面类零件,其特点是各个加工面是平面,或可以展开成平面。图2-1中的曲线轮廓面 M 和正圆台面 N ,展开后均为平面。

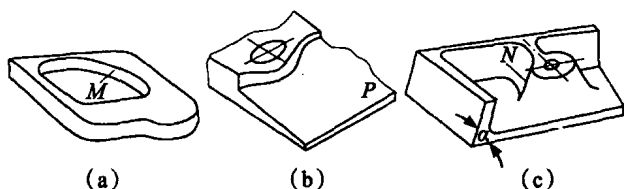


图2-1 平面类零件

- (a)带平面轮廓的平面零件 (b)带斜平面的平面零件
(c)带圆台和斜肋的平面零件