



高等职业教育“十二五”规划教材
国家技能型人才培养培训系列教材

数控铣床零件 编程与加工

申晓龙 ◎ 主编
皮智谋 ◎ 主审



YZLI0890162829



化学工业出版社



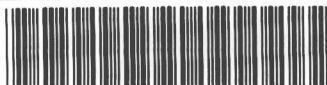
高等职业教育“十二五”规划教材
国家技能型人才培养培训系列教材

数控铣床零件 编程与加工

申晓龙◎主 编

任成高 任 东 王新德◎副主编

皮智谋◎主 审



YZLI0890162829



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书以国家职业标准中级数控铣床铣工考核要求为基本依据,以工作任务项目式教学为导向,通过8个综合模块,在数控铣床结构认知、操作与安全生产的基础上,重点讲述了平面零件编程与加工、外形轮廓编程与加工、沟槽和内轮廓加工、孔和孔系加工(含镗孔加工)、空间曲面编程加工及仿真、综合零件(含配合件)加工等基本技能。

全书在内容上,主要讲解了目前职业教育广泛使用的华中数控系统,并与发那科系统进行了对比介绍,有利于学生掌握和实践应用。在结构上,从职业院校学生基础能力出发,遵循专业理论的学习规律和技能的形成规律,按照由简到难的顺序,设计一系列项目(课题),使学生在课题引领下学习数控铣床零件编程与加工的技能及相关的理论知识,避免理论教学与实践相脱节。在形式上,通过教学目标和内容、项目任务与加工实训、相关支撑知识与操作等形式,引导学生思考,突出关键部分和重点、难点,提高学生的实际编程与加工能力。

本书是国家示范性高等职业教育数控技术专业和课程建设的成果之一。本教材可作为高职高专院校、成人高校、中等职业学校等数控技术专业、机电一体化、模具设计与制造等相关专业的理实一体化教材,也可作为鉴定的培训教材及相关工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

数控铣床零件编程与加工/申晓龙主编. —北京:化学工业出版社, 2011.12

高等职业教育“十二五”规划教材 国家技能型人才培养培训系列教材

ISBN 978-7-122-12840-9

I. 数… II. 申… III. ①数控机床: 铣床-程序设计-高等职业教育-教材②数控机床: 铣床-零部件-加工-高等职业教育-教材 IV. ①TG547②TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 238822 号

责任编辑: 韩庆利

文字编辑: 张燕文

责任校对: 陶燕华

装帧设计: 尹琳琳

出版发行: 化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码 100011)

印 装: 大厂聚鑫印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张 11½ 字数 278 千字 2012年1月北京第1版第1次印刷

购书咨询: 010-64518888(传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价: 22.00 元

版权所有 违者必究



前

言

本书是国家示范性专业建设的成果之一，它是我们努力实现“工学结合，校企合作”的人才培养模式，认真贯彻“以服务为宗旨，以就业为导向，走产学研合作的发展道路”的办学方针，进行的项目化教学课程改革的系列教材。全书紧紧围绕职业能力目标的实现，突出以能力为目标，以职业活动为导向，以学生为主体，以项目为载体，以实训为手段，教学做一体，项目化教学。

本书以数控铣床、加工中心机床的编程与操作为核心，以华中数控系统为主，按照学习与教学的规律，深入浅出地详细介绍数控加工工艺、数控铣削的编程、数控机床的操作以及典型零件的应用实例等内容。在内容编排上，分基础知识和项目实训两部分。基础知识中介绍了编程基础知识、铣床安全操作规程、日常维护和保养，重点讲解了华中数控铣床面板功能及操作方法与步骤、铣床常用刀具及对刀方法。项目实训中以项目为载体，具体介绍了各种常见平面槽加工、轮廓加工、孔加工、凹槽加工、综合零件加工的工艺分析、编程和加工操作要领。在形式上，通过项目能力目标、项目任务、项目相关知识点、项目实施、项目操作提示与备忘、项目思考与练习等形式，提出问题，认识问题，分析问题，解决问题，提出思考。

本书可作为高等职业技术学院和技师学院模具设计与制造、数控技术应用、机械制造及自动化等专业的教学用书，也可供有关工程技术人员、数控机床编程与操作人员学习及培训使用。

本书由申晓龙担任主编，由任成高、任东、王新德任副主编，李强、李美林、陈年华、罗皓、马向阳、曹艳、阳华参编，全书由皮智谋主审。

本教材的编写，得到了湖南工业职业技术学院领导和数控中心全体老师的大力支持，在此一并表示感谢。

本书有配套电子课件，可赠送给用本书作为授课教材的院校和老师，如有需要，可发邮件至 hglbook@126.com 索取。

由于编者水平所限，书中不足之处，恳请广大读者批评指正。

编者



目

录

模块一 数控铣床结构认知 1

第一部分 教学目标和内容	1
第二部分 数控铣床结构认知项目任务	1
第三部分 相关支撑知识与操作	5
思考与练习题	16

模块二 数控铣床操作与安全生产 17

第一部分 教学目标和内容	17
第二部分 数控铣床安全生产与基本操作项目任务	17
第三部分 相关实训知识与操作	30
思考与练习题	35

模块三 平面零件编程与加工 36

第一部分 教学目标和内容	36
第二部分 平面零件编程与加工项目任务	36
第三部分 相关实训知识与操作	41
思考与练习题	52

模块四 外形轮廓编程与加工 53

第一部分 教学目标和内容	53
第二部分 外形轮廓零件项目任务与实训	53
第三部分 相关支撑知识与操作	63
思考与练习题	69

模块五 沟槽和内轮廓加工 71

第一部分 教学目标和内容	71
第二部分 具有沟槽和内轮廓零件的编程与加工	71

第三部分 相关实训知识与操作	76
思考与练习题	89

模块六 孔和孔系加工（含镗孔加工）.....91

第一部分 教学目标和内容	91
第二部分 孔和孔系（钻、铰、镗、攻螺纹）加工项目任务与实训	91
第三部分 相关支撑知识与操作	102
思考与练习题	111

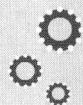
模块七 空间曲面编程加工及仿真..... 113

第一部分 教学目标和内容	113
第二部分 空间曲面编程加工及仿真项目任务与实训	113
第三部分 相关实训知识与操作	126
思考与练习题	137

模块八 综合零件（含配合件）加工.....138

第一部分 教学目标和内容	138
第二部分 综合零件（含配合件）项目任务的编程与加工	138
第三部分 用户宏程序	161
思考与练习题	170

参考文献.....174



模块一 数控铣床结构认知

第一部分 教学目标和内容

一、教学目标

- ① 了解数控铣床的结构、布局特点。
- ② 掌握数控铣床加工的工艺范围。

二、教学内容与训练项目

- ① 数控铣床的主要组成。
- ② 数控铣床的工艺范围，数控铣床的分类。
- ③ 数控铣床的主轴单元结构，数控铣床的伺服进给系统传动结构和主要部件，铣刀及其他旋转刀具。

三、教学载体、教学手段和方法

- ① 立式数控铣床 V600 和立式加工中心 VC600。
- ② 采用现场教学法，利用机床实物进行直观教学。
- ③ 配合挂图、多媒体等帮助学生认识机床结构和部件。

第二部分 数控铣床结构认知项目任务

项目一 认知数控铣床的结构和布局特点

一、数控机床的组成

数控机床一般由输入装置、输出装置、数控装置、可编程控制器、伺服系统、检测反馈装置和机床主机等组成，如图 1-1 所示。

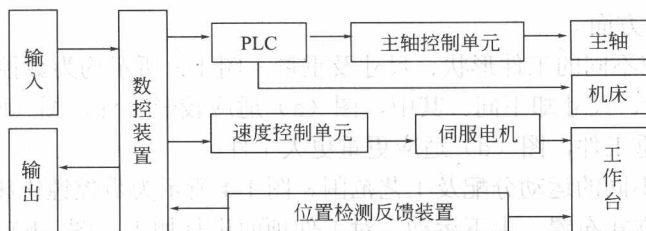


图 1-1 数控机床组成

二、数控铣床的组成与结构

本项目对数控铣床的布局、基本结构及其功用加以阐述，使学习者对数控车床作进一步了解，为下一步操作打下良好的基础。

如图 1-2 所示，数控铣床一般由数控系统、主传动系统、进给伺服系统、冷却润滑系统等几大部分组成。

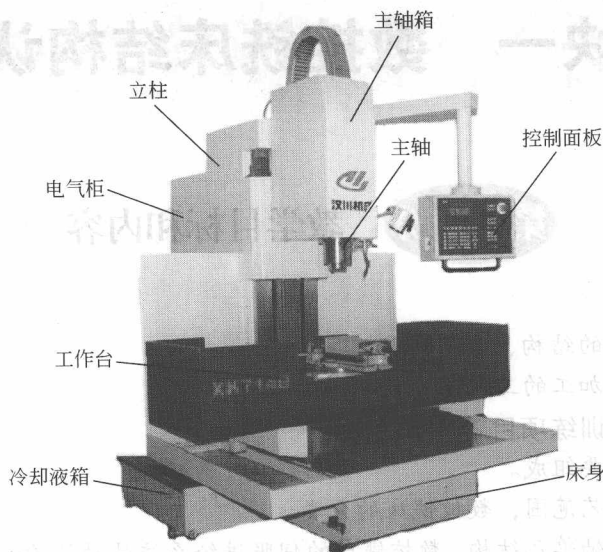


图 1-2 数控机床组成

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转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。

三、数控铣床布局特点

数控铣床的总体结构布局应按上述要求，既满足从铣床性能、加工适应范围等内部因素考虑确定各构件间位置，同时也满足从外观、操作、管理到人机关系等外部因素考虑安排铣床总布局。

数控铣床不同的布局形式给机床工作带来了不同的影响，从而形成不同的特点，其影响主要表现在如下几个方面。

① 不同布局适应不同的工件形状、尺寸及重量。图 1-3 所示均为数控铣床，但四种布局方案适应的工件重量、尺寸却不同。其中，图（a）适应较轻工件，图（b）适应较大尺寸工件，图（c）适应较重工件，图（d）适应更重更大工件。

② 不同布局有不同的运动分配及工艺范围。图 1-4 所示为数控镗铣床的三种布局方案。其中，图（a）主轴立式布置，上下运动，对工件顶面进行加工；图（b）主轴卧式布置，加工工作台上分度工作台的配合，可加工工件多个侧面；图（c）在图（b）基础上再增加一个数控转台，可完成工件上更多内容的加工。

③ 不同布局有不同的铣床结构性能。其中 T 形床身布局，工作台支承于床身，刚度好，工作台承载能力强；工作台为十字形布局，主轴箱悬挂于单立柱一侧，使立柱受偏载；主轴箱装在框式立柱中间，对称布局，受力后变形小，有利于提高加工精度。

④ 不同布局影响铣床操作方便程度。

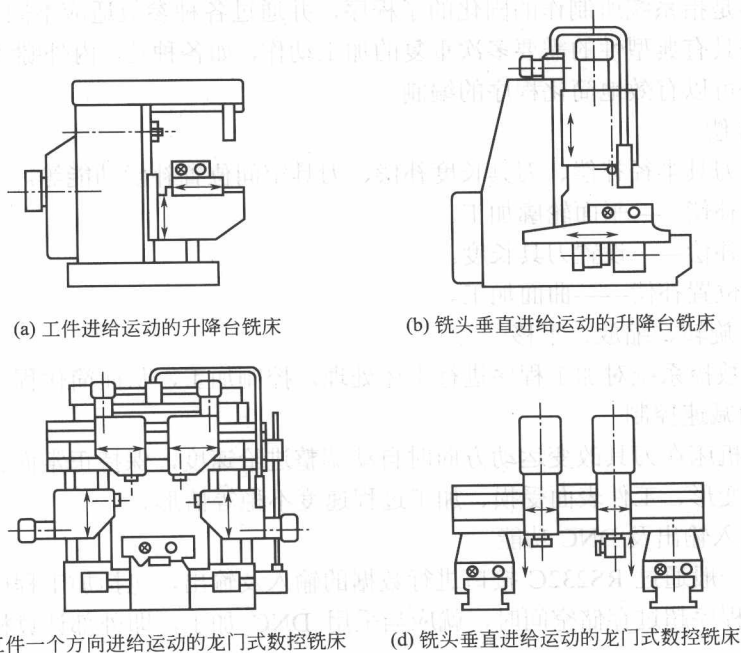


图 1-3 数控铣床不同总体布局

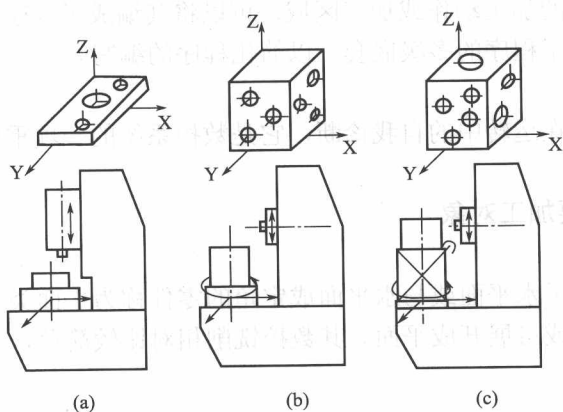


图 1-4 数控镗铣床不同布局

项目二 认知数控铣床加工的工艺范围

一、数控铣床主要功能

不同档次数控铣床的功能有较大的差别，但都应具备以下主要功能。

1. 直线插补

完成数控铣削加工所应具备的最基本功能之一，可分为平面直线插补、空间直线插补、逼近直线插补等。

2. 圆弧插补

完成数控铣削加工所应具备的最基本功能之一，可分为平面圆弧插补、逼近圆弧插补等。

3. 固定循环

固定循环是指系统所制作的固化的子程序, 并通过各种参数适应不同的加工要求, 主要用于实现一些具有典型性的需要多次重复的加工动作, 如各种孔、内外螺纹、沟槽等的加工。使用固定循环可以有效地简化程序的编制。

4. 刀具补偿

一般包括刀具半径补偿、刀具长度补偿、刀具空间位置补偿功能等。

刀具半径补偿——平面轮廓加工。

刀具长度补偿——设置刀具长度。

刀具空间位置补偿——曲面加工。

5. 镜向、旋转、缩放、平移

通过机床数控系统对加工程序进行上述处理, 控制加工, 从而简化程序编制。

6. 自动加减速控制

该功能使机床在刀具改变运动方向时自动调整进给速度, 保持正常而良好的加工状态, 避免造成刀具变形、工件表面受损、加工过程速度不稳等情形。

7. 数据输入输出及 DNC 功能

数控铣床一般通过 RS232C 接口进行数据的输入及输出, 包括加工程序和机床参数等。当执行的加工程序超过存储空间时, 就应当采用 DNC 加工, 即外部计算机直接控制数控铣床进行加工。

8. 子程序功能

对于需要多次重复的加工动作或加工区域, 可以将其编成子程序, 在主程序需要的时候调用它, 并且可以实现子程序的多级嵌套, 以简化程序的编写。

9. 自诊断功能

自诊断是数控系统在运转中的自我诊断, 它是数控系统的一项重要功能, 对数控机床的维修具有重要的作用。

二、数控铣床主要加工对象

1. 平面类零件

加工面平行、垂直于水平面或与水平面成定角的零件称为平面类零件, 这一类零件的特点是加工单元面为平面或可展开成平面。其数控铣削相对比较简单, 一般用两坐标联动就可以加工出来。

2. 曲面类零件

加工面为空间曲面的零件称为曲面类零件, 其特点是加工面不能展开成平面, 加工中铣刀与零件表面始终是点接触。

3. 变斜角类零件

如图 1-5 所示, 加工面与水平面的夹角呈连续变化的零件称为变斜角类零件, 以飞机零部件常见。其特点是加工面不能展开成平面, 加工中加工面与铣刀周围接触的瞬间为一条直线。

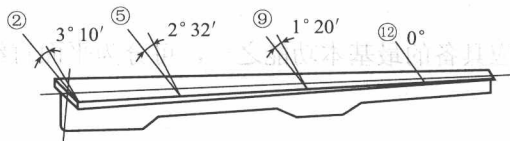


图 1-5 变斜角类零件

4. 孔及螺纹

采用定尺寸刀具进行钻、扩、铰、镗及攻螺纹等,一般数控铣都有镗、钻、铰功能。

第三部分 相关支撑知识与操作

数控机床的主传动系统包括主轴电机、传动系统和主轴组件。与普通机床的主传动系统相比,数控机床在结构上比较简单,这是因为变速功能全部或大部分由主轴电机的无级调速来承担,省去了繁杂的齿轮变速机构,有些只有二级或三级齿轮变速系统用以扩大电机无级调速的范围。

1. 数控机床对主传动系统的要求

数控机床主轴系统是数控机床的主运动传动系统。数控机床主轴运动是机床成形运动之一。它的精度决定了零件的加工精度。数控机床是具有高效率的机床,因此它的主轴系统必须满足如下要求。

① 具有更大的调速范围并实现无级调速。数控机床为了保证加工时能选用合理的切削用量,从而获得最高的生产率、加工精度和表面质量,必须具有更大的调速范围。对于加工中心机床,为了适应各种工序和各种加工材料的要求,主轴系统的调速范围还应进一步扩大。

② 具有较高的精度与刚度,传动平稳,噪声低。数控机床加工精度的提高,与主轴系统具有较高的精度密切相关。为此,要提高传动件的制造精度与刚度,齿轮齿面高频感应加热淬火增加耐磨性;最后一级采用斜齿轮传动,使传动平稳;采用精度高的轴承及合理的支承跨距等,以提高主轴组件的刚性。

③ 良好的抗振性和热稳定性。数控机床在加工时,可能由于断续切削、加工余量不均匀、运动部件不平衡以及切削过程中的自振等原因引起的冲击力和交变力的干扰,使主轴产生振动、影响加工精度和表面粗糙度,严重时甚至可能破坏刀具和主轴系统中的零件,使其无法工作。主轴系统的发热使其中所有零部件产生热变形,降低传动效率,破坏零部件之间的相对位置精度和运动精度,造成加工误差。为此,主轴组件要有较高的固有频率、实现动平衡、保持合适的配合间隙并进行循环润滑等。

2. 主轴变速方式

(1) 无级变速 数控机床一般采用直流或交流主轴伺服电机实现主轴无级变速。

交流主轴伺服电机及交流变频驱动装置(笼型感应交流电机配置矢量变频调速系统),由于没有电刷,不产生火花,所以使用寿命长,且性能已达到直流伺服系统的水平,甚至在噪声方面还有所降低。因此,目前应用较为广泛。

某数控机床的主轴功率转矩特性如图 1-6 所示。当机床处在连续运转状态下,主轴的转速在 $437\sim 3500\text{r/min}$ 范围内,主轴传递电机的全部功率 11kW ,为主轴的恒功率区域 II (实线)。在这个区域内,主轴的最大输出转矩 ($245\text{ N}\cdot\text{m}$) 随着主轴转速的增高而变小。主轴转速在 $35\sim 437\text{r/min}$ 范围内,主轴的输出转矩不变,称为主轴的恒转矩区域 I (实线)。在这个区域内,主轴所能传递的功率随着主轴转速的降低而减小。图中虚线所示为电机超载(允许超载 30min) 时,恒功率区域和恒转矩区域。电机的超载功率为 15kW ,超载的最大输出转矩为 $334\text{ N}\cdot\text{m}$ 。

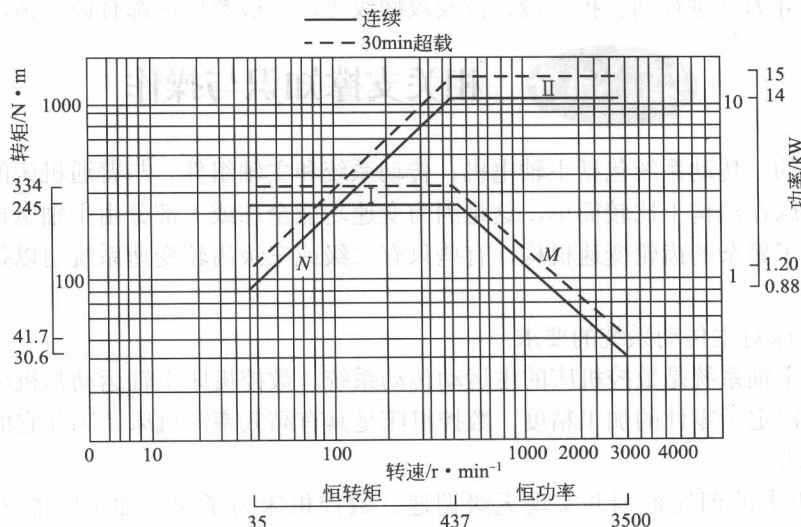


图 1-6 主轴功率转矩特性

(2) 分段无级变速 数控机床在实际生产中,并不需要在整个变速范围内均为恒功率。一般要求在中、高速段为恒功率传动,在低速段为恒转矩传动。为了确保数控机床主轴低速时有较大的转矩和主轴的变速范围尽可能大,有的数控机床在交流或直流电机无级变速的基础上配以齿轮变速,使之成为分段无级变速。

(3) 带有变速齿轮的主传动 [见图 1-7(a)] 这是大中型数控机床较常采用的配置方式,通过少数几对齿轮传动,扩大变速范围,当需要扩大调速范围时,常用齿轮变速的办法,滑移齿轮的移位大都采用液压拨叉或直接由液压缸带动齿轮来实现。

(4) 通过带传动的主传动 [见图 1-7(b)] 这种传动主要用在转速较高、变速范围不大的机床,电机本身的调整就能够满足要求,不用齿轮变速,可以避免由齿轮传动时所引起的振动和噪声。它适用于高速、低转矩特性的主轴。常用的传动带是同步齿形带。

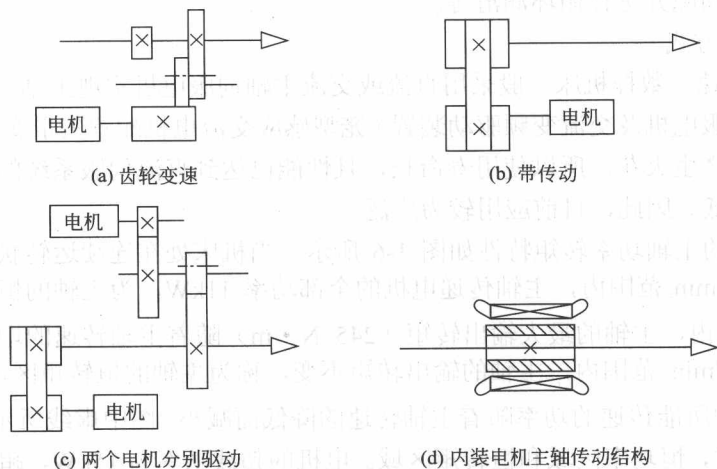


图 1-7 数控机床主传动的四种配置方式

(5) 用两个电机分别驱动主轴 [见图 1-7(c)] 这是上述两种方式的混合传动, 具有上述两种性能。高速时由一个电机通过带传动; 低速时由另一个电机通过齿轮传动。齿轮起到减速和扩大变速范围的作用。这样就使恒功率区域增大, 扩大了变速范围, 避免了低速时转矩不够且电机功率不能充分利用的问题。但两个电机不能同时工作, 也是一种浪费。

(6) 内装电机主轴变速 [见图 1-7(d)] 这种主传动是电机直接带动主轴旋转, 因而大大简化了主轴箱体与主轴的结构, 有效地提高了主轴组件的刚度, 但主轴输出转矩小, 电机发热对主轴的精度影响较大。

近年来, 出现了一种新式的内装电机主轴, 即主轴与电机转子合为一体。其优点是主轴组件结构紧凑, 重量轻, 转动惯量小, 可提高启动、停止的响应特性, 并利于控制振动和噪声。缺点是电机运转产生的热量易使主轴产生热变形。因此, 温度控制和冷却是使用内装电机主轴的关键问题。

3. 数控机床主轴部件

主轴部件是数控机床的一个关键部位, 它包括主轴的支承、安装在主轴上的传动零件等。数控机床主轴部件的精度、刚度和热变形对加工质量有直接的影响。

(1) 主轴的端部结构 主轴端部用于安装刀具或者夹持工件的夹具, 在结构上, 应能保证定位准确、安装可靠、连接牢固、装卸方便, 并能传递足够的转矩。主轴端部的结构形状都已标准化, 图 1-8 所示为几种机床上通用的结构形式。

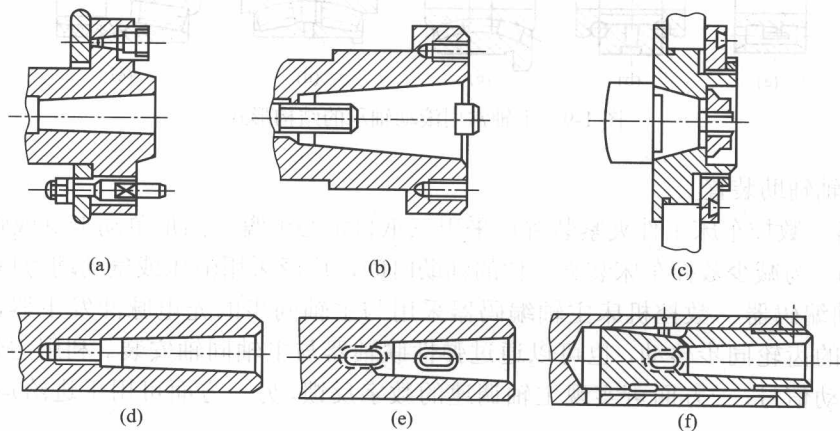


图 1-8 数控机床主轴端部的结构形式

图 1-8(a) 所示为车床主轴端部, 卡盘靠前端的短圆锥面和凸缘端面定位, 用拨销传递转矩, 卡盘装有固定螺栓, 卡盘装于主轴端部时, 螺栓从凸缘上的孔中穿过, 转动快卸卡板将数个螺栓同时卡住, 再拧紧螺母将卡盘固定在主轴端部。主轴为空心, 前端有莫氏锥度孔, 用于安装顶尖或者心轴。

图 1-8(b) 所示为铣、镗床的主轴端部, 铣刀或刀杆在前端 7:24 的锥孔内定位, 并用拉杆从主轴后端拉紧, 而且由前端的端面键传递转矩。

图 1-8(c) 所示为外圆磨床砂轮主轴的端部, 图 1-8(d) 所示为内圆磨床砂轮主轴端部, 图 1-8(e) 所示为钻床与普通镗床使用的形式, 刀杆或刀具由莫氏锥孔定位, 用锥孔后端第一个扁孔传递转矩, 第二个扁孔用于拆卸刀具。在数控镗床上使用图 1-8(f) 的形式, 因为 7:24 的

锥孔没有自锁功能, 便于自动换刀时拔出刀具。

(2) 主轴的支承部件 数控车床主轴的支承配置形式主要有以下三种。

① 前支承采用双列圆柱滚子轴承和 60° 角接触双列球轴承组合, 后支承采用成对安装的角接触球轴承, 这种配置形式使主轴的综合刚度大幅度提高, 普遍应用于各类数控机床主轴。

② 前轴承采用高精度双列(或三列)角接触球轴承, 后支承采用单列(或双列)角接触球轴承, 这种配置适用于高速、轻载和精密的数控机床主轴。

③ 前、后轴承采用双列和单列圆锥滚子轴承, 适用于中等精度、低速与重载的数控机床主轴。

图 1-9(a) 所示为锥孔双列圆柱滚子轴承, 图 1-9(b) 所示为双列推力向心球轴承, 图 1-9(c) 所示为双列圆锥滚子轴承, 图 1-9(d) 所示为带凸肩的双列圆柱滚子轴承, 图 1-9(e) 所示为带预紧弹簧的单列圆锥滚子轴承。

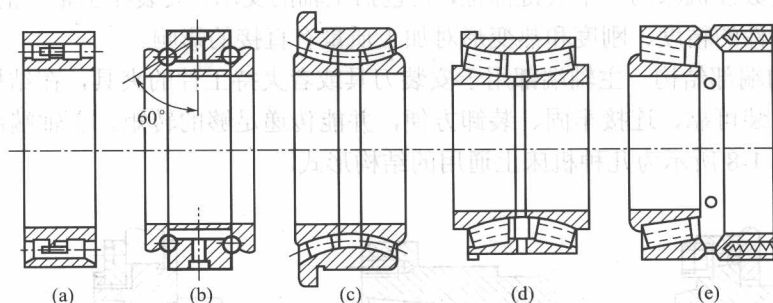


图 1-9 主轴常用滚动轴承的结构形式

(3) 主轴辅助装置

① 卡盘 数控车床工件夹紧装置可采用三爪自定心卡盘、四爪单动卡盘或弹簧夹头(用于棒料加工)。为减少数控车床装夹工件的辅助时间, 广泛采用液压或气动动力自定心卡盘。

② 主轴编码器 数控机床主轴编码器采用与主轴同步的光电脉冲发生器, 其可以通过中间轴上的齿轮同步传动, 也可以通过弹性联轴器与主轴同轴安装。利用主轴编码器检测主轴的运动信号, 一方面可实现主轴调速的数字反馈, 另一方面可用于进给运动的控制, 如车螺纹。

数控机床主轴的转动与进给运动之间, 没有机械方面的直接联系, 为了加工螺纹, 就要求输给进给伺服电机的脉冲数与主轴的转速应有相位关系。主轴脉冲发生器起到了主轴转动与进给运动的联系作用。

(4) 主轴准停装置 在数控镗床、数控铣床和以镗铣为主的加工中心上, 当主轴停止转动进行自动换刀时, 要求主轴每次停在一个固定的准确位置上, 所以在主轴上必须设有准停装置。准停装置分为机械式和电气式两种。

图 1-10 所示为 V 形槽轮定位盘准停装置。在主轴上固定一个 V 形槽轮定位盘, 使 V 形槽与主轴上的端面键保持所需要的相对位置关系。其工作原理为: 准停前主轴必须是处于停止状态, 当接收到主轴准停指令后, 主轴电机以低速转动, 主轴箱内齿轮换挡使主轴以低速旋转, 时间继电器开始动作, 并延时 $4\sim 6\text{s}$, 保证主轴转稳后接通无触点开关 1 的电源, 当

主轴转到图示位置即 V 形槽轮定位盘 3 上的传感器 2 与无触点开关相接触后发出信号,使主轴电机停转,另一延时继电器延时 $0.2\sim 0.4\text{s}$ 后,压力油进入定位液压缸下腔,使定向活塞 5 向左移动,当定向活塞上的定向滚轮 4 顶入定位盘的 V 形槽内时,行程开关 LS2 发出信号,主轴准停完成,若延时继电器延时 1s 后行程开关 LS2 仍不发信号,说明准停没有完成,需使定向活塞后退,重新准停,当活塞杆向右移到位时,行程开关 LS1 发出定向滚轮退出凸轮定位盘凹槽的信号,此时主轴可启动工作。

机械准停装置比较准确可靠,但结构较复杂。现代的数控机床一般都采用电气式主轴准停装置。只要数控系统发出指令信号主轴就可以准确地定向。较常用的电气方式有两种:一种是利用主轴上光电脉冲发生器的同步脉冲信号;另一种是用磁力传感器检测定向,其工作原理如图 1-11 所示。在主轴上安装一个永久磁铁 4 与主轴一起旋转,距离永久磁铁 4 旋转轨迹外 $1\sim 2\text{mm}$ 处,固定有一个磁传感器 5,当机床主轴需要停车换刀时,数控装置发出主轴停转的指令,主轴电机 3 立即降速,使主轴以很低的转速回转,当永久磁铁 4 对准磁传感器 5 时,磁传感器发出准停信号,经放大后,由定向电路使电机准确地停止在规定的周向位置上。这种准停装置机械结构简单,发磁体与磁传感器间没有接触摩擦,准停的定位精度可达 $\pm 1^\circ$,能满足一般换刀要求,而且定向时间短,可靠性较高。

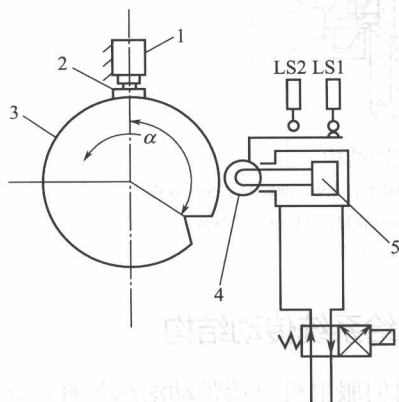


图 1-10 V 形槽轮定位盘准停装置

1—无触点开关; 2—传感器; 3—V 形槽轮定位盘;
4—定向滚轮; 5—定向活塞

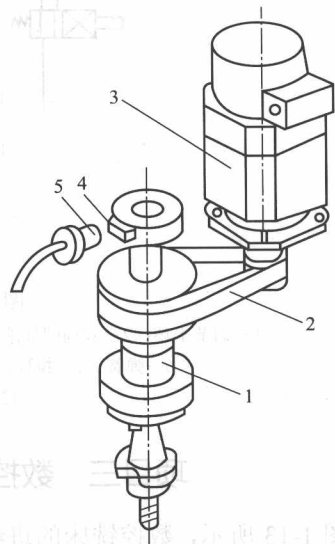


图 1-11 电气式主轴准停装置

1—主轴; 2—感应同步器; 3—主轴电机;
4—永久磁铁; 5—磁传感器

(5) 主轴 图 1-12 所示为数控镗铣床的主轴部件,其主轴前端的 $7:24$ 锥孔用于装夹锥柄刀具或刀杆。主轴的端面键可用于传递刀具的转矩,也可用于刀具的周向定位。主轴的前支承由 B 级精度的 3182120 型锥孔双列圆柱滚子轴承 2 和 2268120 型双列向心球轴承 3 组成。为了提高前支承的回转精度和刚度,可以修磨前端的调整半环 1 和轴承 3 的中间调整环 4,待收紧锁紧螺母后,可消除两个轴承滚道之间的间隙并且进行预紧。后支承采用两个 D 级精度 46115 型向心推力球轴承 8,修磨中间调整环 9 以进行预紧。

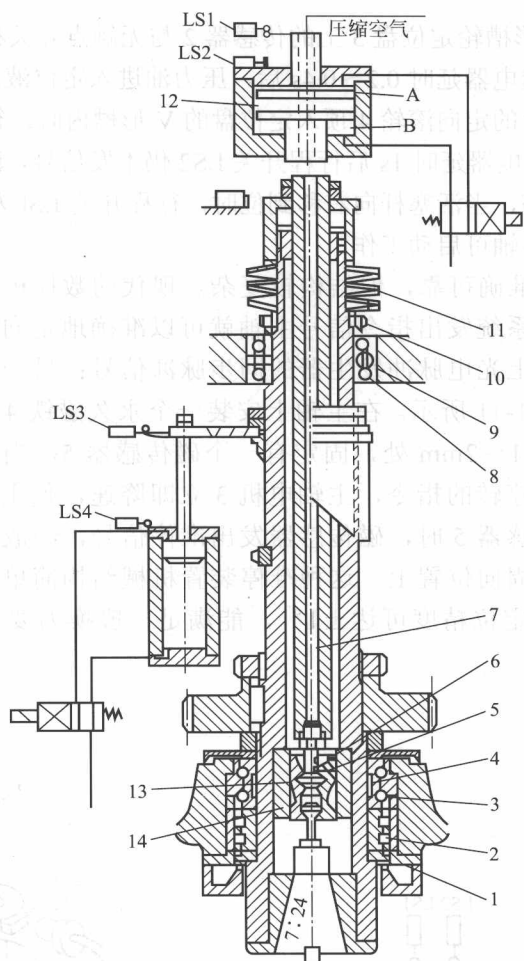


图 1-12 数控铣床主轴结构

- 1—调节半环；2—双列圆柱滚子轴承；3—双列向心球轴承；4,9—调整环；5—双瓣卡爪；
6—弹簧；7—拉杆；8—向心推力球轴承；10—油缸；11—碟形弹簧；
12—活塞；13—喷气头；14—套筒

项目三 数控铣床的伺服进给系统传动结构

如图 1-13 所示，数控铣床的进给传动装置多采用伺服电机直接带动滚珠丝杠旋转，在电机轴和滚珠丝杠之间用锥环无键连接或高精度十字联轴器结构，以获得较高的传动精度。

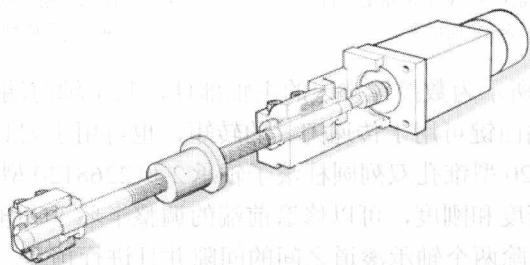


图 1-13 进给传动装置

在数控铣床上使用的工作台主要有以下几种。

- ① 矩形工作台 使用最多,以表面上的T形槽与工件、附件等连接,基准一般设在中间。
- ② 方形回转工作台 用于卧式铣床,表面以众多分布的螺纹孔安装工件。
- ③ 圆形工作台 可作任意角度的回转和分度,表面T形槽呈放射状分布(径向)。

项目四 数控铣床的分类

数控铣床种类很多,按其体积大小可分为小型、中型和大型数控铣床,其中规格较大的,其功能已向加工中心靠近,进而演变成柔性加工单元。

一、按主轴布置形式分类

1. 立式数控铣床

立式数控铣床的主轴轴线与工作台面垂直,是数控铣床中最常见的一种布局形式。立式数控铣床一般为三坐标(X、Y、Z)联动,其各坐标的控制方式主要有以下两种。

(1) 床身式数控铣床 工作台纵、横向移动并升降,主轴只完成主运动。目前小型数控铣床一般采用这种方式,如图1-14所示。

(2) 升降台式数控铣床 工作台纵、横向移动,主轴升降。这种方式一般用在中型数控铣床中,如图1-15所示。

立式数控铣床结构简单,工件安装方便,加工时便于观察,但不便于排屑。

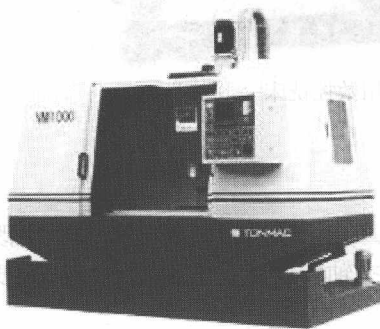


图 1-14 床身式数控铣床

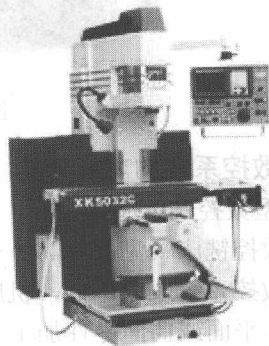


图 1-15 升降台式数控铣床

2. 卧式数控铣床

卧式数控铣床(见图1-16)的主轴轴线与工作台面平行,主要用来加工箱体类零件。一般配有数控回转工作台以实现四轴或五轴加工,从而扩大功能和加工范围。

卧式数控铣床相比立式数控铣床,结构复杂,在加工时不便观察,但排屑顺畅。

3. 龙门式数控铣床

大型数控立式铣床多采用龙门式布局(见图1-17),在结构上采用对称的双立柱结构,以保证机床整体刚性、强度。主轴可在龙门架的横梁与溜板上运动,而纵向运动则由龙门架沿床身移动或由工作台移动实现,其中工作台床身特大时多采用前者。

龙门式数控铣床适合加工大型零件,主要在汽车、航空航天、机床等行业使用。

4. 立卧两用数控铣床

立卧两用数控铣床(见图1-18)的主轴轴线可以变换,使一台铣床具备立式数控铣床和卧式数控铣床的功能。这类机床适应性更强,应用范围更广,尤其适合于多品种、小批量又需立卧两种方式加工的情况,但其主轴部分结构较为复杂。