

# U I X I E

中等职业教育**机械类**系列教材

◎ 总主编 董代进 张仁英

## 金属切削加工(四)

### —— 数控铣削与加工中心

Jinshu Qie Xiao Jiagong (si) — Shukong Xixiao Yu Jiagong Zhongxin

◎ 主 编 向 山 东

◎ 副 主 编 邓红梅 夏建刚



重庆大学出版社

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

# 金属切削加工(四)

## ——数控铣削与加工中心

重庆大学出版社

## 内容简介

本书主要介绍了数控铣/加工中心编程与操作所需的知识和技能。其内容主要包括:FANUC-0i、HNC22M系统数控铣/加工中心编程的基本知识、编程知识和数控铣面板仿真操作等,其中将编程指令的应用融入简单实例中,使读者易于理解与应用。本书力求使理论知识与实践技能并重,以“实用、够用”为原则,采用项目教学的编写方式,以实例介绍为主是本书的一大特色,具有条理清晰、文字精简、步骤详细等特点。

本书适用于中等职业学校的教学用书,也可以作为各种相关培训班教学用书,还可作为自学者参考用书。

### 图书在版编目(CIP)数据

金属切削加工.4,数控铣削与加工中心/向山东主编. —重庆:重庆大学出版社,2011.1

(中等职业教育机械类系列教材)

ISBN 978-7-5624-5556-1

I. ①金… II. ①向… III. ①金属切削—加工工艺—专业学校—教材②数控机床: 铣床—专业学校—教材③数控机床加工中心—专业学校—教材 IV. ①TG506②TG547③TG659

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第137935号

## 金属切削加工(四)

### ——数控铣削与加工中心

主 编 向山东

副主编 邓红梅 夏建刚

责任编辑:曾显跃 版式设计:曾显跃

责任校对:任卓惠 责任印制:赵 晟

\*

重庆大学出版社出版发行

出版人:邓晓益

社址:重庆市沙坪坝正街174号重庆大学(A区)内

邮编:400030

电话:(023) 65102378 65105781

传真:(023) 65103686 65105565

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:[fxk@cqup.com.cn](mailto:fxk@cqup.com.cn) (营销中心)

全国新华书店经销

重庆华林天美印务有限公司

\*

开本:787×1092 1/16 印张:10.25 字数:256千

2011年1月第1版 2011年1月第1次印刷

印数:1—3 000

ISBN 978-7-5624-5556-1 定价:19.00元

---

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究

## 序

当前,为配合社会经济的发展,职业教育越来越受到重视,加快高素质技术人才的培养已成为职业教育的重要任务。随着机械加工行业的快速发展,企业需要大批量的技术工人,机械类专业正逐步成为中等职业学校的主要专业,为培养出企业所需要的技术工人,大多数学校采用了“2+1”三年制教学模式。因此,编写适合中等职业学校新教学模式的特点,符合企业要求,深受师生欢迎,能为学生上岗就业奠定坚实基础的新教材,已成为职业学校教学改革的当务之急。为适应职业教育改革发展的需要,重庆大学出版社、重庆市教育科学研究院职成教所及重庆市中等职业学校机械类专业中心教研组,组织重庆市中等职业学校教学一线的“双师型”骨干教师,编写了该套知识与技能结合、教学与实践结合、突出实效、实际、实用特点的中等职业学校机械类专业的专业课系列教材。

在编写的过程中,我们借鉴了澳大利亚、德国等国外先进的职业教育理念,广泛参考了各地中等职业学校的教学计划,征求了企业技术人员的意见,并邀请了行业和学校的有关专家,多次对书稿进行评议和反复论证。为保证教材的编写质量,我们选聘的作者都是长期从事中等职业学校机械类专业教学工作的优秀的双师型教师,他们具有丰富的生产实践经验和扎实的理论基础,非常熟悉中等职业学校的教育教学规律,具有丰富的教材编写经验。我们希望通过这些工作和努力使教材能够做到:

第一,定位准确,目标明确。充分体现“以就业为导向,以能力为本位,以学生为宗旨”的精神,结合中等职业学校双证书和职业技能鉴定的需求,把中等职业学校的特点和行业的需求有机地结合起来,为学生的上岗就业奠定起坚实的基础。

中等职业学校的学制是三年,大多采用“2+1”模式。学生在校只有两年时间,学生到底能够学到多少知识与技能;学生上岗就业,到底应该需要哪些知识与技能;我们在编写过程中本着实事求是的原则,进行了反复论证和调研,并参照了国家职业资格认证标准,以中级工为基本依据,兼顾中职的特点,力求做到精简整合、科学合理地安排知识与技能的教学。

第二,理念先进,模式科学。利用澳大利亚专家来重庆开展项目合作的机会,我们学习了不少澳大利亚职业教育的先进理念和教学方法,同时也借鉴了德国等

其他国家先进的职教理念,汲取了普通基础教育新课程改革的精髓,摒弃了传统教材的编写方法,从实例出发,采用项目教学的编写模式,讲述学生上岗就业需要的知识与技能,以适应现代企业生产实际的需要。

第三,语言通俗,图文并茂。中等职业学校学生绝大多数是初中毕业生,由于种种原因,其文化知识基础相对较弱,并且中职学校机械类专业的设备、师资、教学等也各有特点。因此,在教材的编写模式、体例、风格和语言运用等方面,我们都充分考虑了这些因素。尽量使教材语言简明、图说丰富、直观易懂,以期老师用得顺手,学生看得明白,彻底摒弃大学教材缩编的痕迹。

第四,整体性强、衔接性好。中等职业学校的教学,需要全程设计,整体优化,各教材浑然一体、互相衔接,才能够满足师生的教学需要。为此,充分考虑了各教材在系列教材中的地位与作用以及它们的内在联系,克服了很多教材之间知识点简单重复,或者某些内容被遗漏的问题。

第五,注重实训,可操作性强。机械类专业学生的就业方向是一线的技术工人。本套教材充分体现了如何做、会操作、能做事的编写思想,力图以实作带理论,理论与实作一体化,在做的过程中,掌握知识与技能。

第六,强调安全,增强安全意识。充分体现机械类行业的“生产必须安全,安全才能生产”的特点,把安全意识和安全常识贯穿教材的始终。

本系列教材在编写过程中,得到重庆市教育科学研究院职成教所向才毅所长、徐光伦教研员,重庆市各相关职业学校的大力支持与帮助,在此表示衷心地感谢。同时,在系列教材的编写过程中,澳大利亚专家给了我们不少的帮助和支持,在此表示衷心地感谢。

我们期望本系列教材的出版,能对我国中等职业学校机械类专业的教学工作有所促进,并能得到各位职业教育专家与广大师生的批评指正,便于我们能逐步调整、补充、完善本系列教材,使之更加符合中等职业学校机械类专业的教学实际。

中等职业教育机械类系列教材  
编委会

## 前 言

在我国加入 WTO 以后,国内制造业得到快速发展。近年来,企业对机电人才的需求量也逐年上升,对技术工人的专业知识和操作技能也提出了更高的要求。为满足机电行业对人才的需求,中等职业学校机电类专业的招生规模也在不断地扩大,教学内容和教学方法也在不断地调整。

本书在编写过程中力求使理论知识与实践技能结合。以“实用、够用”为原则,采用项目教学的编写方式,以实例介绍为主是本书的一大特色。以实例介绍为主,较为详细地介绍 FANUC-0i、HNC22M 系统数控铣/加工中心编程的基本知识、编程知识和数控铣面板仿真操作等,具有条理清晰、文字精简、步骤详细、叙述清晰等特点,较为符合中等职业学校学生的学习规律。

本书由向山东主编。全书共七个项目,其中项目三、五、七由邓红梅编写;项目四由欧宇编写;项目一、二由夏建刚编写;项目六由赵澄清编写;肖文龙、张建波也参与了此书的编写工作。

本书适用于中等职业学校的教学用书,也可以作为各种相关培训班教学用书,还可作为自学者参考用书。

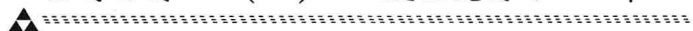
由于编写时间仓促,加之作者水平有限,书中难免有错误和不妥之处,敬请读者批评指正。

编 者

2010 年 10 月

# 目 录

|     |                           |     |
|-----|---------------------------|-----|
| 项目一 | 安全文明生产教育                  | 1   |
| 课题一 | 数控铣/加工中心安全文明生产知识          | 1   |
| 课题二 | 数控铣/加工中心日常维护与保养           | 3   |
| 项目二 | 数控铣/加工中心机床初步知识            | 6   |
| 课题一 | 数控机床发展历史和发展趋势             | 6   |
| 课题二 | 数控铣/加工中心的结构与分类            | 7   |
| 项目三 | 数控铣/加工中心编程概述              | 12  |
| 课题一 | 数控铣床的坐标系与编程格式             | 12  |
| 课题二 | G00、G01、G02、G03 插补指令      | 20  |
| 课题三 | 刀具补偿指令                    | 22  |
| 课题四 | 编程举例                      | 25  |
| 课题五 | 固定循环功能                    | 27  |
| 项目四 | 数控铣/加工中心的基本操作             | 31  |
| 课题一 | 零件的装夹和找正                  | 31  |
| 课题二 | 刀具的装夹                     | 35  |
| 课题三 | 量具的使用                     | 39  |
| 项目五 | 数控铣面板仿真操作                 | 47  |
| 课题一 | 华中世纪星(HNC22M)数控铣面板仿真操作    | 47  |
| 课题二 | CZK-FANUC-0i 数控铣面板仿真操作    | 58  |
| 项目六 | FANUC-0i 数控铣/加工中心的编程      | 70  |
| 课题一 | FANUC-0i 数控铣/加工中心编程       | 70  |
| 课题二 | FANUC-0i 数控铣/加工中心编程的实用功能  | 80  |
| 课题三 | FANUC-0i 数控铣/加工中心固定循环编程   | 89  |
| 课题四 | FANUC-0i 数控铣/加工中心考级练习(中级) | 99  |
| 项目七 | 华中世纪星(HNC22M)数控铣/加工中心编程   | 118 |
| 课题一 | 华中世纪星编程指令详解               | 118 |



|               |     |
|---------------|-----|
| 课题二 加工实例..... | 124 |
| 综合练习题.....    | 146 |
| 参考文献.....     | 152 |

# 项目一 安全文明生产教育

## 项目内容

- ①数控铣与加工中心安全文明生产知识;
- ②数控铣/加工中心日常维护与保养。

## 项目目的

- ①了解数控铣与加工中心安全文明生产知识;
- ②了解数控铣/加工中心日常维护与保养。

## 项目实施过程

### 课题一 数控铣/加工中心安全文明生产知识

#### 一、操作数控铣床/加工中心时的注意事项

操作人员必须仔细阅读数控系统的说明书,熟悉铣床的操作规程。为了确保安全文明生产,除严格遵守普通铣床的安全操作规程外,在操作数控铣床时,特别应注意以下几点:

##### 1. 开机前的检查

- ①确认各滑动面、主轴头、工作台表面清洁。
- ②电控箱门、操作箱门均关好,各控制开关均在良好操作条件下。
- ③液压油、润滑油、切削液的油液量是否充足,空气压力是否正常。
- ④确认机器及系统周围无任何妨碍物。
- ⑤无其他人员在机床侧和后方。
- ⑥当使用刀具补偿时,要仔细检查补偿方向与补偿量。
- ⑦CNC 与 PMC 参数通常都是机床厂设置的,不需要修改。如果必须修改参数,在修改前应当确信对参数有深入、全面的了解。

##### 2. 操作机床过程中的要求

- ①在开机前,先开稳压电源,检查并确认三相电压值在规定范围并无跳动,才可以开启机床通电。
- ②通电后,有关显示正确无误,才可松开紧急停机按钮。
- ③检查各轴功能,主轴旋转、停止、变速,各坐标轴快、慢速及归零位,才可开始零件加工。
- ④机床通电后,务必先执行手动返回参考原点。若没有执行手动返回参考原点的操作,机床的运动不可预料。

⑤手动操作机床时,要确定刀具和工件的当前位置,并保证正确指定了运动方向和进给速度。

⑥手轮进给时,一定要选择正确的手轮进给倍率,过大的手轮进给倍率容易产生刀具或机床的损坏。

⑦坐标系的设置一定要正确,否则,尽管指令正确,但机床可能并不按照想象的动作运动。

⑧在编程过程中,一定要注意米制和英制单位转换,使用的单位制式一定要与机床当前使用的单位制式相同。

⑨每一班首个零件的加工应认真注意主轴及各坐标轴位置。加工程序及刀具是否正确无误,试运行程序。

⑩切削速度、切削量应遵守各机床使用规格规定,不可超规格使用。切削时,不应造成机床严重震动。

⑪运行过程中要密切注意机床、刀具的工作状况,根据实际加工情况调整加工参数。若出现异常情况,应就近按下紧急停机按钮,再迅速拉下电源闸刀。

⑫机床运转中,操作人员不得离岗,若需暂时离开,机床必须由其他人员代管,否则,人离岗时应停机和关电。

### 3. 关机步骤

①确认工件是否加工完毕。

②确认机床的全部运动均已完成。

③检查工作台面是否远离行程开关。

④将各轴移至适当位置。

⑤检查工作台面是否已清洁干净。

⑥主轴上有刀具时,最好将刀具拿下,清洁主轴锥孔,并涂上油脂。

⑦关机时,要求先关系统电源,再关机床电源,最后关气。

### 4. 操作人员安全操作守则

①必须穿着符合安全规定的服装及鞋,应配有口罩、眼罩及手套。

②开机前,能够熟练操作机床,有处理突发事件的能力。

③确认所有刀具是在锐利的条件下,绝对禁用不正确的刀具。

④绝不在加工当中清除铁屑、夹取物件、调整装夹。

⑤保持设备周围干净,避免地下滑湿,移去各类碎片、障碍物,擦除污垢,零件集中归类堆放。

⑥绝对禁止在设备操作当中进行保养、维护工作。在保养时,机床停止运行。

⑦在工作中绝对不可用手触摸旋转中的刀具,在主轴旋转起来以后,禁止戴手套做与工作台、主轴相关的作业。

⑧加工过程中零件的搬动不应磕碰到设备。

⑨处理任何液压油、切削液的泄露需小心处理,以免造成地面滑湿。

⑩切削前应确认刀具,禁止在机床运转中调整刀具,禁止用手或代用品使机器停止或变慢。

⑪禁止用破布或其他材料在旋转的刀具上擦拭。

- ⑫切削前应确认工件已被正确夹紧。
- ⑬主轴在切削运转中尽量不进行切削液量或气阀调整。
- ⑭工作中进行工件测量时,一定要使机器停下来。
- ⑮当进行自动换刀时,切勿试图从刀库中取出或放入刀具。
- ⑯切勿用湿手去触摸或清洁控制器。
- ⑰打扫设备清洁时,应关掉设备电源。
- ⑱除擦洗床座、工作台外,禁止用水清洗机床。
- ⑲周围有铸铁件在加工,应配戴眼罩;近距加工粉尘大的工件,应戴口罩。
- ⑳切勿自己维修电气故障(如更换保险等)。
- ㉑当自动铣床主轴带工件旋转时,应尽量拉上前门,若须开工作门时,应避开机床加工正面。

㉒下班前,应关掉机床电源,检查配电箱,关闭周围的风扇及照明灯。

## 二、安全事故案例

### 1. 案例 1

某公司一名女员工在操作铣床时,由于未戴工作帽,头部过分接近主轴,以致头发被主轴缠绕,顶部头发大部分连根拔起,那场景惨不忍睹。众所周知,一切设备都是危险的,因此,在操作设备时,一定要提高警惕,强化安全意识,牢记“安全第一,预防为主”的安全方针,并落到实处,这样才能做到安全生产。

### 2. 案例 2

江苏省某个体机械加工厂,车工郑某和钻工张某两人在一个仅  $9\text{ m}^2$  的车间内作业,他们的两台机床的间距仅  $0.6\text{ m}$ ,当郑某在加工一件长度为  $1.85\text{ m}$  的六角钢棒时,因为该棒伸出车床长度较大,在高速旋转下,该钢棒被甩弯,打在了正在旁边作业的张某的头上,郑某发现立即停车,张某的头部已被钢棒连击数次,造成头骨碎裂,当场死亡。

### 3. 案例 3

陕西某厂职工小吴正在铣床上进行作业,测量零件时,小吴没有关停铣床,只是把升降台向下降了一定距离,就用戴手套的手去搬动工件,这时,飞速旋转的铣刀猛地绞住了小吴的手套,强大的力量拽着小吴的手臂往铣刀上缠绕。小吴一边喊叫,一边拼命挣扎,等其他工友听到喊声关掉铣床,小吴的手套、工作服已被撕烂,右手小拇指也被绞断。

时时注意安全,处处预防事故。麻痹大意只会招来伤害。在生产作业现场,一定要有“眼观六路,耳听八方”的警惕性,无论是在操作,还是在暂时空闲的时候,都要牢记安全第一,做到不伤害自己,不被别人伤害。

## 课题二 数控铣/加工中心日常维护与保养

数控设备是一种自动化程度较高、结构较复杂的先进加工设备,是企业的重点、关键设备。要发挥数控设备的高效益,就必须正确地操作和精心地维护,才能保证设备的完好率;正确的操作使用能够防止机床非正常磨损,避免突发故障。做好日常维护保养,可使设备保持良好的技术状态,延缓劣化进程,及时发现和消除故障隐患,从而保证安全运行。



### 一、数控设备使用中应注意的问题

#### 1. 数控设备的使用环境

为了提高数控设备的使用寿命,一般要求要避免阳光的直接照射和其他热辐射,要避免太潮湿、粉尘过多或有腐蚀气体的场所。腐蚀气体易使电子元件受到腐蚀变质,造成接触不良或元件间短路,影响设备的正常运行。精密数控设备要远离震动大的设备,如冲床、锻压设备等。在有空调的环境中使用,会明显地减少机床的故障率。

#### 2. 电源要求

为了避免电源波动幅度大(大于 $\pm 10\%$ )和可能的瞬间干扰信号等影响,数控设备一般采用专线供电(如从低压配电室分一路单独供数控机床使用)或增设稳压装置等,都可减少供电质量的影响和电气干扰。

#### 3. 操作规程

操作规程是保证数控机床安全运行的重要措施之一,操作者一定要按操作规程操作。机床发生故障时,操作者要注意保留现场,并向维修人员如实说明出现故障前后的情况,以利于分析、诊断出故障的原因,及时排除。

另外,数控机床不宜长期封存不用,购买数控机床以后要充分利用,尤其是投入使用的第一年,使其容易出故障的薄弱环节尽早暴露,尽可能在保修期内得以排除。在没有加工任务时,数控机床也要定期通电,最好是每周通电一两次,每次空运行1小时左右,以利用机床本身的发热量来降低机内的湿度,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,以防止系统软件和参数的丢失。

### 二、数控机床的维护保养

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其特色,具体应根据其机床种类、型号及实际使用情况,并参照机床使用说明书要求,制订和建立必要的定期、定级保养制度。下面是一些通用的日常维护要点。

#### 1. 数控系统的维护

##### (1) 严格遵守操作规程和日常维护制度

数控设备操作人员要严格遵守操作规程和日常维护制度,操作人员的技术业务素质的优劣是影响故障发生频率的重要因素。当机床发生故障时,操作者要注意保留现场,并向维修人员如实说明出现故障前后的情况,以利于分析、诊断出故障的原因,及时排除。

##### (2) 应尽量少开数控柜和强电柜的门

在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,其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,即使没有失效,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;检查主轴润滑的恒温油箱、调节温度范围,及时补充油量;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

应定期检查、调整丝杠螺纹副的轴向间隙,以确保轴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;若丝杠防护装置有损伤,应及时更换,以防灰尘或切屑进入。

#### (3) 刀库及换刀机械手的维护

严禁将超重、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;定期对气压系统分水滤气器放水。

### 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:其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。

## 项目二 数控铣/加工中心机床初步知识

### 项目内容

- ①数控机床发展历史和发展趋势;
- ②了解数控铣/加工中心的结构;
- ③了解数控铣/加工中心的分类。

### 项目目的

- ①了解数控机床发展历史和发展趋势;
- ②了解数控铣/加工中心的结构;
- ③了解数控铣/加工中心的分类。

### 项目实施过程

## 课题一 数控机床发展历史和发展趋势

### 一、数控机床发展历史

1948年,美国帕森斯公司接受美国空军委托,研制飞机螺旋桨叶片轮廓样板的加工设备。由于样板形状复杂多样,精度要求高,一般加工设备难以适应,于是,提出计算机控制机床的设想。1949年,该公司在美国麻省理工学院(MIT)伺服机构研究室的协助下,开始数控机床研究,并于1952年试制成功第一台由大型立式仿形铣床改装而成的三坐标数控铣床,不久即开始正式生产,于1957年正式投入使用。这是制造技术发展过程中的一个重大突破,标志着制造领域中数控加工时代的开始。数控加工是现代制造技术的基础,这一发明对于制造行业而言,具有划时代的意义和深远的影响。世界上主要工业发达国家都十分重视数控加工技术的研究和发展。

当时的数控装置采用电子管元件,体积庞大,价格昂贵,只在航空工业等少数领域用来加工复杂型面零件;1959年,制成了晶体管元件和印刷电路板,使数控装置进入了第二代,体积缩小,成本有所下降;1960年以后,较为简单和经济的点位控制数控钻床和直线控制数控铣床得到较快发展,使数控机床在机械制造业各部门逐步获得推广。我国于1958年开始研制数控机床,成功试制出配有电子管数控系统的数控机床,1965年开始批量生产配有晶体管数控系统的三坐标数控铣床。

1965年,出现了第三代的集成电路数控装置,不仅体积小,功率消耗少,且可靠性提高,价格进一步下降,促进了数控机床品种和产量的发展。20世纪60年代末,先后出现了由一台计

算机直接控制多台机床的直接数控系统(简称 DNC),又称群控系统。采用小型计算机控制的计算机数控系统(简称 CNC),使数控装置进入了以小型计算机化为特征的第四代。

1974 年,研制成功使用微处理器和半导体存储器的微型计算机数控装置(简称 MNC),这是第五代数控系统。第五代与第三代相比,数控装置的功能扩大了一倍,而体积则缩小为原来的  $1/20$ ,价格降低了  $3/4$ ,可靠性也得到极大的提高。

20 世纪 80 年代初,随着计算机软、硬件技术的发展,出现了能进行人机对话式自动编制程序的数控装置;数控装置愈趋小型化,可以直接安装在机床上;数控机床的自动化程度进一步提高,具有自动监控刀具破损和自动检测工件等功能。

## 二、数控机床发展历史和发展趋势

### 1. 高速加工

数控机床主轴的转速从每分钟几千转发展到几万转、几十万转;快速移动速度从每分钟十几米发展到几十米和超过百米;换刀时间从十几秒下降到 10 秒、3 秒、1 秒以下,换刀速度加快了几倍到十几倍。应用高速加工技术达到缩短切削时间和辅助时间,从而实现加工制造的高质量和高效率。

### 2. 精密加工

通过机床结构优化、制造和装配的精化、数控系统和伺服控制的精密化、高精度功能部件的采用和温度、振动误差补偿技术的应用等,从而提高机床加工的几何精度、运动精度,减少形位误差、表面粗糙度,现已进入亚微米超精加工时代。

### 3. 技术集成和技术复合

技术集成和技术复合是数控机床技术最活跃的发展趋势之一,如工序复合型——车、铣、钻、镗、磨、齿轮加工技术复合,跨加工类别技术复合——金属切削与激光、冲压与激光、金属烧结与镜面切削复合等,目前已由机加工复合发展到非机加工复合,进而发展到零件制造和管理信息及应用软件的兼容,目的在于实现复杂形状零件的全部加工及生产过程集约化管理。技术集成和复合形成了新一类机床——复合加工机床,并呈现出复合机床多样性的创新结构。

### 4. 数字化控制

数字化控制技术发展经历了三个阶段:①数字化控制技术对机床单机控制;②集合生产管理信息形成生产过程自动控制;③生产过程远程控制,实现网络化和无人化工厂的智能化新阶段。智能化指工作过程智能化,利用计算机、信息、网络等智能化技术有机结合,对数控机床加工过程实行智能监控和人工智能自动编程等。

## 课题二 数控铣/加工中心的结构与分类

### 一、数控铣/加工中心的结构

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机床,因而其结构也与普通铣床有很大区别,其组成如图 2.1 所示,数控铣床的结构见表 2.1。

表 2.1 数控铣床的结构

| 名 称  | 结构及作用                                                  |
|------|--------------------------------------------------------|
| 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                            |
| 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与工件之间的相对运动,包括直线进给运动和旋转运动 |
| 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                           |
| 辅助装置 | 如液压、气动、润滑、冷却系统和排屑、防护等装置                                |
| 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                             |

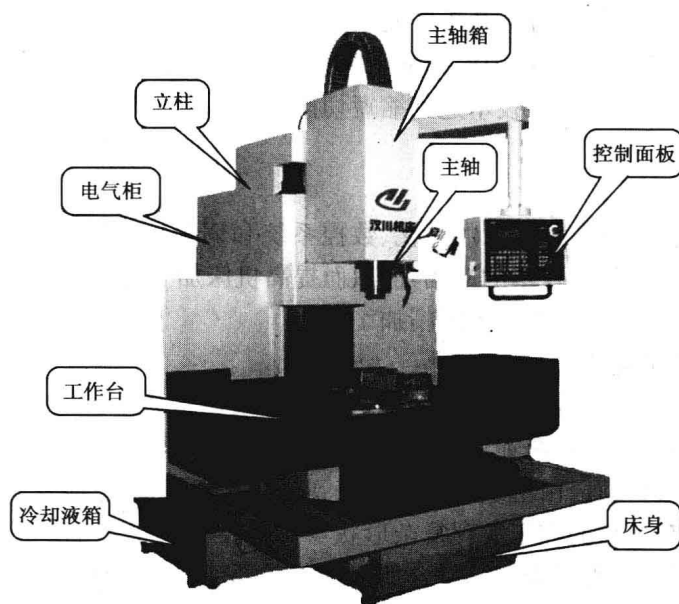


图 2.1 数控铣床的组成

## 二、数控铣/加工中心的分类

### 1. 按数控铣床的构造分类

#### (1) 工作台升降式数控铣床

工作台升降式数控铣床如图 2.2 所示,其特点是:工作台移动、升降,而主轴不动的方式,预留数控接口,适于小型企业生产。

#### (2) 主轴头升降式数控铣床

主轴头升降式数控铣床如图 2.3 所示,其特点是:工作台纵向和横向移动,且主轴沿垂向溜板上下运动。

#### (3) 数控仿形铣床

数控仿形铣床如图 2.4 所示,其特点是:用于各种不规则的三维曲面和复杂边界进行铣削加工。有手动、轮廓、部分轮廓、数字仿形等多种仿形方式。

#### (4) 龙门式数控铣床

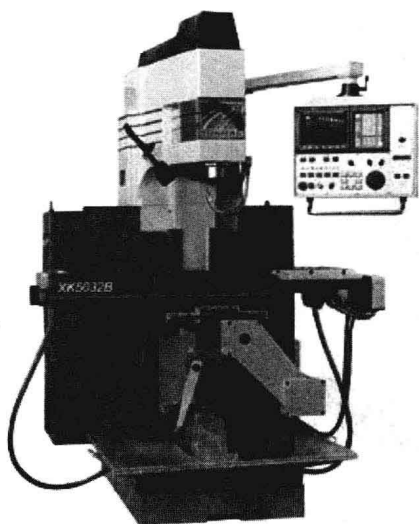


图 2.2 工作台升降式数控铣床

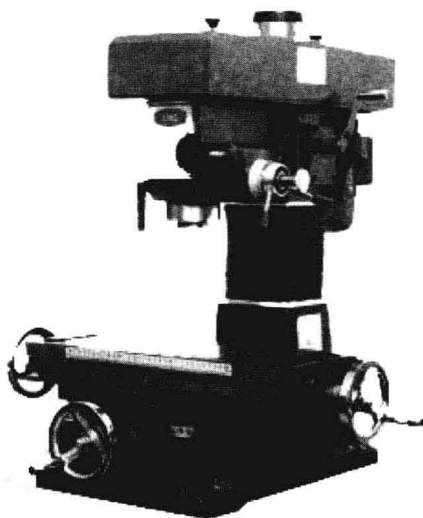


图 2.3 主轴头升降式数控铣床

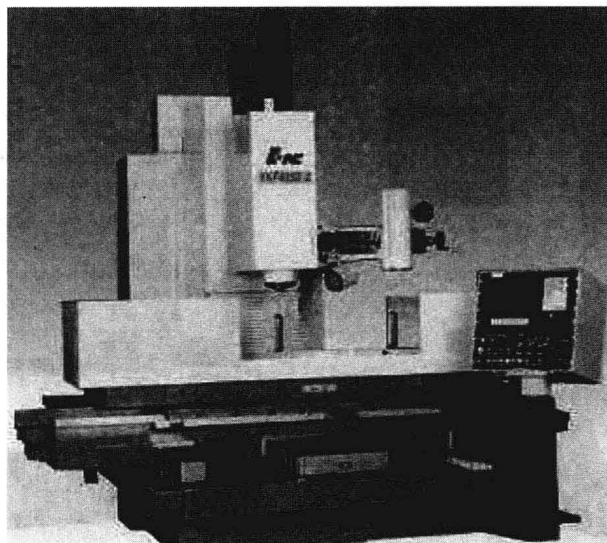


图 2.4 数控仿形铣床

龙门式数控铣床如图 2.5 所示,其特点是:铣床主轴可以在龙门架的横向与垂向溜板上运动,而龙门架则沿床身作纵向运动。

## 2. 按通用铣床分类

### (1) 数控立式铣床

数控立式铣床如图 2.6 所示,其特点是:数量上占数控铣床的大多数,应用范围也最广。目前 3 坐标数控立铣仍占大多数,除此之外为 4 坐标和 5 坐标数控立铣。

### (2) 卧式数控铣床

卧式数控铣床如图 2.7 所示。其特点是:主轴轴线平行于水平面,通过操控转盘或万能数控转盘回转来改变工位,进行“四面加工”。

### (3) 立卧两用数控铣床