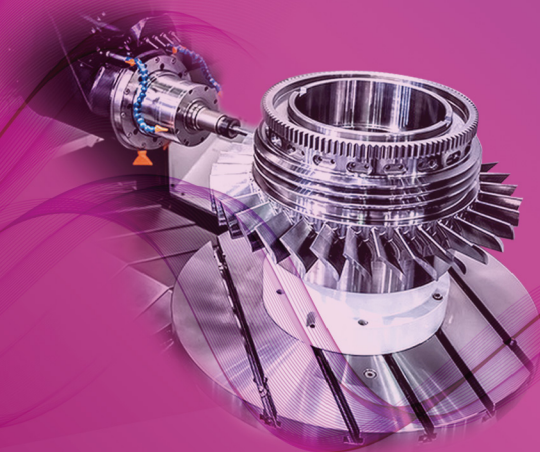




数控铣床/加工中心 编程及加工 (第2版)



定价: 45.00元

选题策划: 刘子嘉 责任编辑: 苏 莉 封面设计: 刘文东

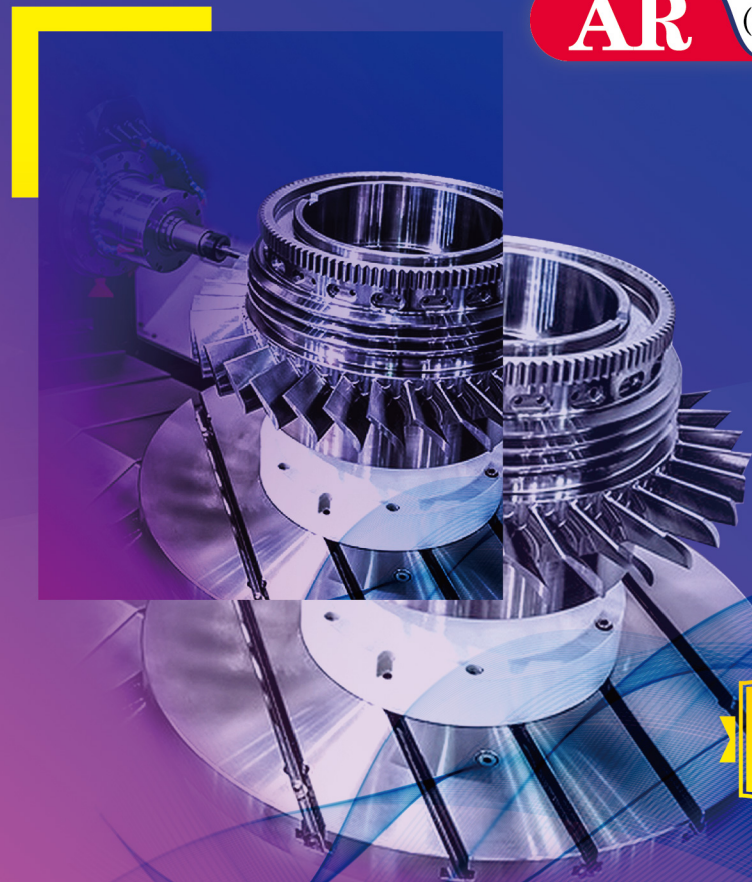


“十四五”职业教育国家规划教材

数控铣床/加工中心 编程及加工 (第2版)

主 编 许迎莹 戴 超

AR (增强现实)



FANUC及
SINUMERIK
双数控系统

数控铣床/加工中心编程及加工 (第2版)

主 编 许迎莹 戴 超



哈尔滨工程大学出版社
Harbin Engineering University Press

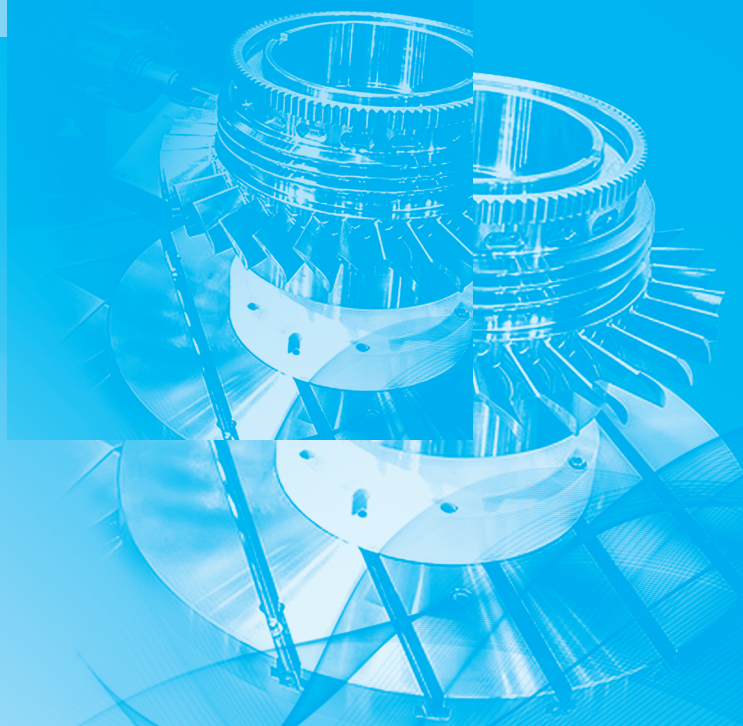
哈尔滨工程大学出版社
Harbin Engineering University Press



“十四五”职业教育国家规划教材

数控铣床/加工中心 编程及加工 (第2版)

主 编 许迎莹 戴 超
副主编 王 刚



哈尔滨工程大学出版社
Harbin Engineering University Press

内 容 简 介

本书是“十四五”职业教育国家规划教材。全书共8个项目,内容包括数控铣床的基础知识与基本操作、型槽加工、轮廓加工、型腔加工、孔系加工、综合零件加工、配合零件加工、中级工试题训练。

本书既可作为中等职业教育机械设计制造类中专业的教材,也可供从事数控加工工作的人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

数控铣床/加工中心编程及加工/许迎莹,戴超主编

.—2版.—哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,2022.4(2024.3重印)

ISBN 978-7-5661-3449-3

I. ①数… II. ①许… ②戴… III. ①数控机床—铣床—程序设计 ②数控机床—铣床—加工工艺 ③数控机床加工中心—程序设计 ④数控机床加工中心—加工工艺 IV. ①TG547 ②TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2022)第 060736 号

数控铣床/加工中心编程及加工(第2版)

SHUKONG XICHUANG /JIAGONG ZHONGXIN BIANCHENG JI JIAGONG (DI 2 BAN)

选题策划 刘子嘉

责任编辑 苏 莉

封面设计 刘文东

出版发行 哈尔滨工程大学出版社

社 址 哈尔滨市南岗区南通大街 145 号

邮政编码 150001

发行电话 0451-82519328

传 真 0451-82519699

经 销 新华书店

印 刷 三河市骏杰印刷有限公司

开 本 787 mm×1 092 mm 1/16

印 张 18

字 数 385 千字

版 次 2022 年 4 月第 2 版

印 次 2024 年 3 月第 3 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5661-3449-3

定 价 45.00 元

<http://www.hrbeupress.com>

E-mail:heupress@hrbeu.edu.cn

第2版前言



为了增强“四个意识”，坚定“四个自信”，做到“两个维护”，全面推进习近平新时代中国特色社会主义思想 and 党的二十大精神融入教材，编者根据“十四五”职业教育国家规划教材建设工作精神，以“积极推进思政教育，符合人才培养需求，体现教育改革成果，确保教材质量，形式新颖创新”为指导思想对第1版教材进行了修订。

为了使教材充分发挥培养德智体美劳全面发展的高素质劳动者和技能型人才的作用，编者在第1版教材的基础上做了如下调整：

（1）及时将产业发展的新技术、新工艺、新规范纳入教材，实现内容紧贴数控技术的发展趋势；引入国际标准，任务实践案例来自生产实际，使教材更具有职业化特色。

（2）每个项目增加了“制造强国战略”“大国工匠”“职业素质教育”等思政内容，使学生了解大国制造的技术能力及国家对职业教育的重视程度，增强学生制造强国的民族自豪感，培养学生自强不息的价值观、自力更生、艰苦奋斗的创业精神，以及赶超先进的创新魄力。

（3）整合项目内容，在整体编排上更有利于学生学习理解；力求语言简明，通俗易懂，内容精练，图面清晰；充分利用信息化教学手段，在第1版教材的基础上增加了二维码信息化资源作为配套的教学资源。

（4）每个教学任务的任务拓展模块均以二维码形式添加了任务解析的相关内容，从加工工艺到程序编制均给出了重要提示，便于学生在课下进行自主学习与探索。

（5）为了方便学生更好地学习与总结，编者在每个教学任务中均设置了任务总结和每课寄语模块。

（6）在附录部分增加了任务完成质量考核评定情况汇总表，可以把每项任务的完成分数进行汇总，针对性更强，便于学生观察自己的学习成长轨迹，找出不足，提升学习效率。

本教材由天津市经济贸易学校的许迎莹、戴超任主编，王刚任副主编，王昕和杨丙超参与了部分内容的编写。

根据本课程的特点，编者认真梳理教学内容，深入挖掘课程思政元素，给出如下建议。

序 号	项 目 名 称	思政元素
项目一	数控铣床的基础知识与基本操作	大国制造，步履铿锵，不断进取
项目二	型槽加工	夯实基础和专业知识，锻炼专业技能
项目三	轮廓加工	大国工匠精神，身边人的励志故事
项目四	型腔加工	立足本专业，不忘初心，方得始终
项目五	孔系加工	锐意进取、刻苦学习、持之以恒的品质
项目六	综合零件加工	激发行业创新精神
项目七	配合零件加工	团结协作，激发拼搏精神
项目八	中级工试题训练	奋勇争先、一往无前的气魄

由于编者水平有限，书中难免存在不足之处，敬请广大读者批评指正。

编 者

第1版前言



本书按照数控加工的工作过程对课程内容进行序化，即将陈述性知识与过程性知识以工作过程为参照系整合，理论知识学习与实践技能训练整合，专业能力的培养与职业素质培养整合，工作过程与学生认知心理过程整合，通过科学的教学设计将学习内容细化成具体的学习项目与学习任务。

针对中等职业教育“突出实际技能操作培养”的要求，在编写本书时，编者考虑到中等职业教育“教学做一体化”的特点，以及不断调整专业结构和教学计划（各类职业院校教学计划差异甚大）的现状，突出以下鲜明特点：

（1）体现以素质为基础、以就业为导向、以能力为本位、以学生为主体的课程改革指导思想。

（2）淡化理论，强化应用，突出中等职业教育的特色。

（3）编写形式新颖多样、生动活泼、简洁直观。

（4）设定了明确的学习目标。

（5）理论内容为操作技能服务。

（6）理论例题与技能训练贴近数控加工工作与相应的铣工中级证书考核。

（7）编写语言通俗易懂。

（8）大量采用视觉信息，图文并茂，能用图说明的就不用语言说明。

（9）采用 FANUC 及 SINUMERIK 双数控系统编程。

本书以培养岗位技术人员的综合能力为目标，旨在培养岗位适应性强、需求量和紧缺性较大、具有较强数控加工操作技能和较丰富加工工艺知识的数控编程技术人员。

本书由天津市经济贸易学校的许迎莹、戴超任主编，王刚任副主编，王昕和杨丙超参与了部分内容的编写。

由于编者水平有限，书中难免存在疏漏和不足之处，敬请广大读者批评指正。

编 者

目 录



项目一 数控铣床的基础知识与基本操作 001

- 任务一 认识数控铣床001
- 任务二 数控铣床安全操作规程及数控车间8S管理制度008
- 任务三 认识FANUC-0i Mate及SINUMERIK 828D面板012
- 任务四 数控铣削常用刀具及工件毛坯的装夹018
- 任务五 数控加工坐标系认识及进给操作034
- 任务六 数控铣床编程格式、常用功能及MDI操作041
- 任务七 建立工件坐标系（对刀）046

项目二 型槽加工 051

- 任务一 直线沟槽的加工051
- 任务二 圆弧沟槽的加工062
- 任务三 组合沟槽的加工074

项目三 轮廓加工 086

- 任务一 凸台轮廓的加工087
- 任务二 凸台轮廓的分层加工103

项目四 型腔加工 116

- 任务一 矩形型腔的加工117
- 任务二 圆形型腔的加工130
- 任务三 凸台型腔的加工142

项目五 孔系加工 153

- 任务一 钻孔加工154
- 任务二 铰孔加工165
- 任务三 攻丝加工179

任务四 镗孔加工	196
项目六 综合零件加工	214
任务一 综合零件加工训练一	214
任务二 综合零件加工训练二	224
任务三 综合零件加工训练三	229
项目七 配合零件加工	235
任务一 配合零件加工训练一	236
任务二 配合零件加工训练二	248
项目八 中级工试题训练	261
任务一 中级工试题训练一	262
任务二 中级工试题训练二	268
附录	274
参考文献	280

项目一

数控铣床的基础知识与基本操作

项目目标

1. 掌握数控铣床的基本操作。
2. 掌握机床坐标系和工件坐标系的概念和区别。
3. 掌握数控铣床操作面板的使用方法。
4. 掌握数控编程的基础知识。
5. 掌握数控铣床的对刀方法。

思政园地

当前，我国正处在由高速发展向高质量发展的转型时期。从制造大国逐步迈入制造强国行列，要通过“互联网+工业”，实现制造业转型升级。数控技术是高端数控机床及机器人的核心技术之一，是智能制造的重要基础。因此，同学们要学好数控技术，将来投身到智能制造领域，实现科技报国，为中华民族的伟大复兴贡献力量。



视频饱览
五轴联动
加工

任务一 认识数控铣床

【学习目标】

1. 了解数控铣床的概念。
2. 掌握数控铣床的结构组成、工作过程及其与普通铣床的区别。
3. 了解数控铣床的类型及发展史。

【实训目标】

正确认识现场铣床。

任务描述

带学生到数控车间实地观看数控铣床,通过观察及讲解,让学生对数控铣床的结构组成、工作过程及类型等有初步的认识。

知识储备

一、数控与数控机床的概念

数控即数字控制(numerical control, NC),是20世纪中期发展起来的一种自动控制技术,是用数字化信号进行控制的一种方法。

数控机床(numerical control tool)是用数字化信号对机床的运动及其加工过程进行控制的机床,或者说是装备了数控系统的机床。

计算机数控(computer numerical control, CNC)是采用计算机控制加工功能,实现数字控制,并通过接口与外围设备连接的一种控制技术。

世界上第一台数控机床就是数控铣床,它适于加工三维复杂曲面,在汽车、航空航天、模具等行业被广泛应用。图1-1所示为数控铣床。随着时代的发展,数控铣床趋于加工中心。

加工中心是具有自动刀具交换装置,并能进行多种工序加工的数控机床。在其上工件可在一次装夹中进行铣、镗、钻、扩、铰、攻螺纹等多工序的加工,如图1-2所示。



图 1-1 数控铣床



图 1-2 加工中心

二、数控铣床的结构组成

数控铣床主要由控制介质、数控装置、伺服机构、辅助控制装置、检测装置和机床本体组成。数控铣床的结构与结构框图如图 1-3、图 1-4 所示。

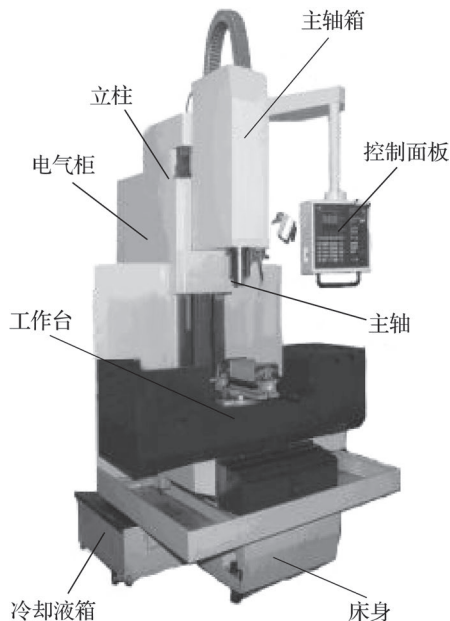


图 1-3 数控铣床的结构

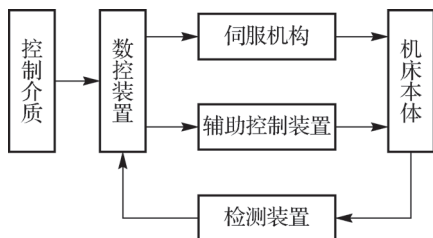


图 1-4 数控铣床的结构框图

1. 控制介质

控制介质是指将零件加工信息传送到数控装置的程序载体。控制介质随数控装置类型的不同而不同，常用的有移动硬盘、U 盘等，如图 1-5 所示。

2. 数控装置

数控装置是数控机床的核心。图 1-6 所示为某数控车床的数控装置，它由输入装置（如键盘）、控制运算器和输出装置（如显示器）等构成。

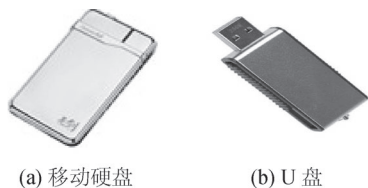


图 1-5 常用的控制介质



图 1-6 数控装置

3. 伺服机构

伺服机构是数控机床的执行机构,由驱动装置和执行部件(如伺服电动机)两大部分组成,如图 1-7 所示。

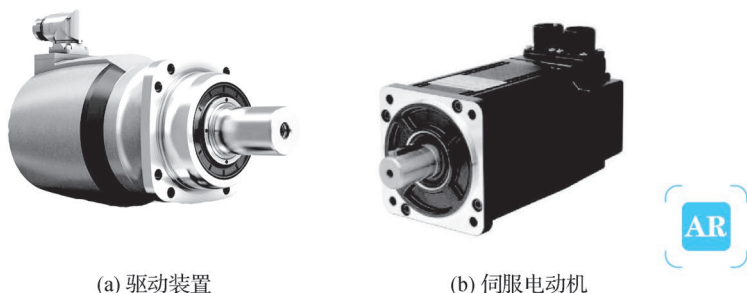


图 1-7 伺服机构

4. 辅助控制装置

辅助控制装置是介于数控装置和机床机械、液压部件之间的强电控制装置。可编程控制器(programmable logical controller, PLC)由于具有响应快,性能可靠,易于使用、编程和修改程序,并可直接驱动机床电器等特点,现已广泛用作数控机床的辅助控制装置,如图 1-8 所示。

5. 检测装置

检测装置将数控机床各个坐标轴的实际位移量、速度参数检测出来,转换成电信号,并反馈到机床的数控装置中。

检测装置的检测元件有多种,常用的有直线光栅(图 1-9)、光电编码器(图 1-10)、圆光栅和绝对编码尺等。

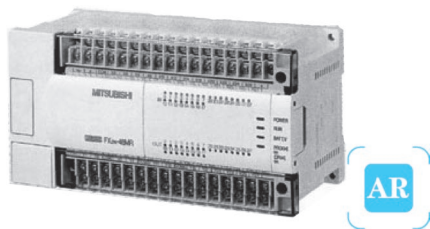


图 1-8 可编程控制器外观图



图 1-9 直线光栅



图 1-10 光电编码器

6. 机床本体

机床本体是数控机床的主体,是用于完成各种切削加工的机械部分,包括主运动部件、进给运动执行部件(如工作台、滑板及其传动部件)和床身、立柱、

支承部件等。

三、数控铣床的工作过程

数控铣床的工作过程如图 1-11 所示。其加工步骤如下：

(1) 根据被加工零件的图样与工艺方案，用规定的代码和程序段格式编写出加工程序。

(2) 将所编写加工程序指令输入机床数控装置中。

(3) 数控装置对程序（代码）进行处理后，向机床各个坐标的伺服机构和辅助控制装置发出控制信号。

(4) 伺服机构接到执行信号指令后，驱动机床的各个运动部件，并控制所需的辅助动作。

(5) 机床自动加工出合格的零件。

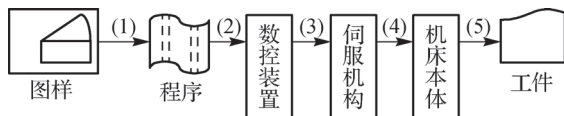


图 1-11 数控铣床的工作过程

四、数控铣床的分类

数控铣床可进行平面铣削、轮廓铣削、型腔铣削、钻孔、镗孔、攻螺纹及三维复杂型面的铣削等。

1. 按机床主轴的布置形式及机床的布局特点分类

按机床主轴的布置形式及机床的布局特点，数控铣床可分为立式数控铣床、卧式数控铣床、立卧两用数控铣床和龙门数控铣床。

(1) 立式数控铣床。立式数控铣床的主轴轴线垂直于水平面，是数控铣床中最常见的一种布局方式，应用范围也最广，如图 1-12 所示。立式数控铣床一般用于加工盘类、套类、板类零件，一次装夹后可对上表面进行平面铣削，钻、扩、镗、铰、攻螺纹等孔加工及侧面的轮廓加工。

(2) 卧式数控铣床。卧式数控铣床的主轴轴线平行于水平面，主要用于箱体类零件的加工，如图 1-13 所示。为了扩大加工范围和扩充功能，通常采用增加数控转台或万能数控转台的方式来实现四轴和五轴联动加工。一次装夹后可加工工件侧面的连续回转轮廓，也可通过转台改变零件的位置，进行多个位置或工作面的加工。

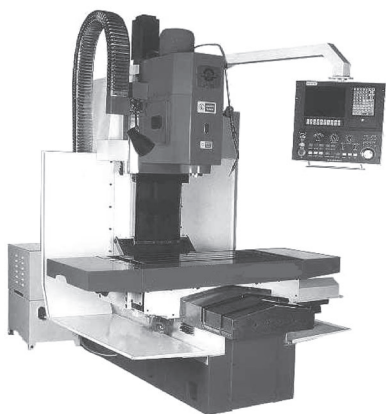


图 1-12 立式数控铣床



图 1-13 卧式数控铣床

(3) 立卧两用数控铣床。立卧两用数控铣床又称万能数控铣床,如图 1-14 所示,主轴可旋转 90° 或工作台带工件旋转 90° ,一次装夹后可完成对工件五个表面的加工。其使用范围更广,功能更全,选择加工对象的余地更大。

(4) 龙门数控铣床。采用对称双立柱结构的数控铣床通常称为龙门数控铣床,如图 1-15 所示。双立柱结构保证了机床的整体刚性和强度,有工作台移动和龙门移动两种形式。它适用于加工整体结构件、大型箱体及大型模具等。



图 1-14 立卧两用数控铣床

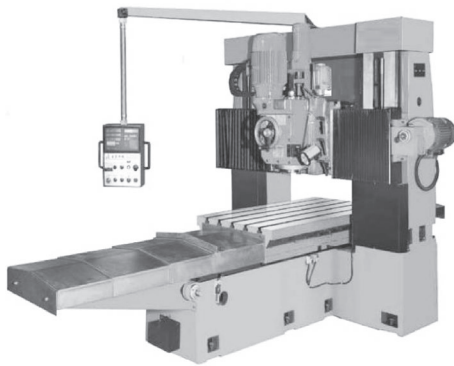


图 1-15 龙门数控铣床

2. 按数控系统的功能分类

按数控系统的功能,数控铣床可分为经济型数控铣床和全功能数控机床。

(1) 经济型数控铣床。经济型数控铣床一般采用经济型数控系统,采用开环控制,可以实现三坐标联动,如图 1-16 (a) 所示。

(2) 全功能数控机床。全功能数控机床采用半闭环控制或闭环控制,功能多样,加工适应性强,应用广泛,如图 1-16 (b) 所示。

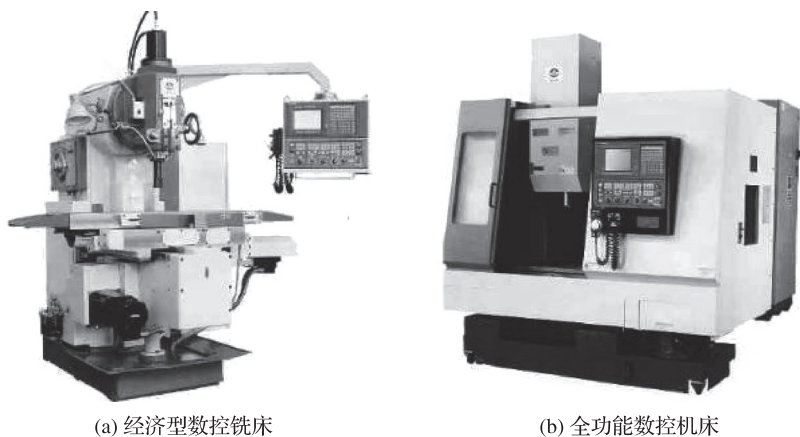


图 1-16 数控铣床按数控系统的功能分类

任务总结

任务主题	主要内容	具体内容
认识数控铣床	数控与数控机床的概念	(1) 数控即数字控制，是 20 世纪中期发展起来的一种自动控制技术，是用数字化信号进行控制的一种方法。 (2) 数控机床是用数字化信号对机床的运动及其加工过程进行控制的机床，或者说是装备了数控系统的机床。 (3) 加工中心是具有自动刀具交换装置，并能进行多种工序加工的数控机床
	数控铣床的结构组成	数控铣床主要由控制介质、数控装置、伺服机构、辅助控制装置、检测装置和机床本体组成
	数控铣床的工作过程	(1) 根据被加工零件的图样与工艺方案，用规定的代码和程序段格式编写出加工程序。 (2) 将所编写加工程序指令输入机床数控装置中。 (3) 数控装置对程序（代码）进行处理之后，向机床各个坐标的伺服机构和辅助控制装置发出控制信号。 (4) 伺服机构接到执行信号指令后，驱动机床的各个运动部件，并控制所需的辅助动作。 (5) 机床自动加工出合格的零件

续表

任务主题	主要内容	具体内容
认识数控铣床	数控铣床的分类	按机床主轴的布置形式及机床的布局特点分: (1) 立式数控铣床。 (2) 卧式数控铣床。 (3) 立卧两用数控铣床。 (4) 龙门数控铣床。 按数控系统的功能分: (1) 经济型数控铣床。 (2) 全功能数控机床



每课寄语

要想操作数控铣床加工零件,首先要对数控铣床有一个比较全面的了解。通过本任务的学习,相信同学们对无论数控铣床的外观还是内部结构等,都有了最基本的认识,这将为今后的学习打下良好的基础。



任务拓展

学生分组讨论并各派出一名代表介绍数控铣床的结构组成、工作过程及类型。教师根据各组表现进行打分,评出最佳小组。

任务二

数控铣床安全操作规程及数控车间8S管理制度

【学习目标】

1. 了解数控铣床安全操作规程,掌握保证人身和设备安全的方法。
2. 培养安全文明生产意识及责任感。

【实训目标】

严格遵循数控铣床安全操作规程操作。



任务描述

带学生到数控车间学习数控铣床安全操作规程及车间8S管理制度,并逐一讲解每条规定的重要性及违反规定可能的后果,增强学生的安全操作意识。

知识储备

一、数控铣床安全操作规程

1. 安全操作基本注意事项

(1) 工作时穿好工作服、安全鞋，戴好工作帽及防护镜。

注意：不允许戴手套操作机床。

(2) 不要移动或损坏安装在机床上的警告标牌。

(3) 不要在机床周围放置障碍物，工作空间应足够大。

(4) 当某一项工作需要两人或多人共同完成时，应注意相互间的协调一致。

(5) 不允许采用压缩空气清洗机床、电气柜及 NC 单元。

2. 工作前的准备工作

(1) 机床开始工作前要预热，认真检查润滑系统工作是否正常，如机床长时间未开动，可先采用手动方式向各部分供油润滑。

(2) 使用的刀具应与机床允许的规格相符，有严重破损的刀具要及时更换。

(3) 调整刀具所用工具不要遗落在机床内。

(4) 刀具安装好后应进行一两次试切削。

(5) 检查卡盘夹紧工件的状态。

3. 工作过程中的安全注意事项

(1) 禁止用手接触刀尖和铁屑，铁屑必须用铁钩子或毛刷来清理。

(2) 严禁接触正在旋转的主轴、工件或其他运动部位。

(3) 禁止在加工过程中测量工件、变速，更不能用棉丝擦拭工件，也不能清扫机床。

(4) 机床运转中，操作者不得离开岗位，发现异常现象立即停车。

(5) 经常检查轴承温度，过高时应找有关负责人进行检查。

(6) 在加工过程中，不允许打开机床防护门。

(7) 严格遵守岗位责任制，机床由专人使用，他人使用必须经本人同意。

4. 工作完成后的注意事项

(1) 清除切屑，擦拭机床，使机床与环境保持清洁状态。

(2) 检查润滑油、冷却液的状态，及时添加或更换。

(3) 依次关掉机床操作面板上的电源和总电源。

二、数控铣床维护保养

1. 日常保养内容和要求

(1) 操作前,对重要部位进行检查,擦拭外露导轨面。按规定加油,空运转并查看润滑系统是否正常。

(2) 结束后,清扫铁屑,擦拭机床,各部归位,认真填写好交接班记录及其他记录。

2. 各部位保养内容和要求

各部位保养内容和要求具体如下:

(1) 表面:清洗机床床身表面死角,做到漆见本色、铁见光;清除导轨面毛刺,无研伤。

(2) 主轴箱:清洁,润滑良好。

(3) 工作台:调整夹紧间隙,润滑良好。

(4) 升降台:调整夹紧间隙,调整锥齿轮啮合间隙,润滑良好。

(5) 液压系统:液压箱清洁,油量充足;调整压力表;清洗油泵、滤油网。

(6) 电气柜:擦拭电机,柜外无灰尘、油垢;各接触点良好,不漏电;柜内整洁,无杂物。

三、数控加工中心操作规程

(1) 读懂图纸,弄清楚需加工的尺寸。

(2) 确定加工方法(普通加工、数控加工、特种加工)。

(3) 若需要数控加工,则要制定加工工艺。

(4) 根据工艺确定机床、刀具、夹具、装夹方法。

(5) 编写程序(自动编程、手动编程)。

(6) 调试程序(模拟加工、空运行、图形检查)。

(7) 安装工件、刀具。

(8) 输入程序(手动输入、分布式数字控制)。

(9) 对刀。

(10) 试加工(单段执行程序)。

(11) 首件检验。

(12) 调整程序。

(13) 正式加工。

(14) 去毛刺、清理、检验、送交成品,加工结束。

(15) 清扫、保养。

四、数控车间 8S 管理制度

从整理 (seiri)、整顿 (seiton)、清扫 (seiso)、清洁 (seiketsu)、素养 (shitsuke)、安全 (safety)、节约 (save)、学习 (study) 8 个方面, 进行数控车间管理。具体内容如下:

- (1) 确保全体实训人员自身安全, 牢固树立“安全第一”的意识。
- (2) 数控车间内的实训设备、工量器具、设施, 未经管理人员允许, 不准随意挪动位置, 不准私自拿出数控车间。
- (3) 定期检查数控车间的设备情况, 做好检查记录。
- (4) 数控车间管理人员应负责本车间的安全工作, 并应经常检查本车间的不安全因素, 及时消除事故隐患。
- (5) 学生上课前进入数控车间, 衣着要符合安全要求, 教学中要严格按照安全操作规程进行实习、实训。
- (6) 保证数控车间环境整洁, 走道畅通, 设备器材摆放整齐。
- (7) 未经数控车间管理人员许可, 不许随意动用实训设备; 实训结束后, 做好教学设备、工量器具等的归位工作。
- (8) 实训人员必须遵守操作规程, 坚守岗位, 发现问题应及时处理。
- (9) 要加强数控车间电、门、窗、灯、扇及电教设施的管理, 日常检查消防设备, 做好防火、防爆、防盗、防雷电的安全防范工作。
- (10) 对违反规定者, 视情节轻重予以批评教育、记名备案、勒令退场、通报处分等处置。屡教不改者学校将按照学籍管理规定予以严肃处理; 造成损失者, 必须赔偿损失并追究相关责任。

任务总结

任务主题	主要内容	具体内容
数控铣床安全操作规程及数控车间 8S 管理制度	数控铣床安全操作规程	(1) 安全操作基本注意事项。 (2) 工作前的准备工作。 (3) 工作过程中的安全注意事项。 (4) 工作完成后的注意事项
	数控铣床维护保养	(1) 日常保养内容和要求。 (2) 各部位保养内容和要求

续表

任务主题	主要内容	具体内容
数控铣床安全操作规程及数控车间 8S 管理制度	三、数控加工中心操作规程	读懂图纸,确定加工方法(普通加工、数控加工、特种加工)。若需要数控加工,则要制定加工工艺。根据工艺确定机床、刀具、夹具、装夹方法。编写程序,调试程序,安装工件、刀具,输入程序,对刀,试加工,首件检验,调整程序,正式加工,去毛刺、清理、检验、送交成品。加工结束后清扫、保养机床
	四、数控车间 8S 管理制度	从整理(seiri)、整顿(seiton)、清扫(seiso)、清洁(seiketsu)、素养(shitsuke)、安全(safety)、节约(save)、学习(study) 8 个方面,进行数控车间管理

每课寄语

“按规矩办事”不仅是做人做事的原则,也是操作机床设备的基本原则。操作机床设备,安全最重要,要时刻树立安全责任意识,首先要保证操作人员的人身安全,其次要保证设备及工具的安全。因此,操作人员应按照正确的操作规程去做,养成良好的工作习惯。

任务拓展

要求学生熟记数控铣床的安全操作规程,并由教师对各组学生进行提问,考核掌握情况。教师根据各组表现选出最佳小组。

任务三 认识FANUC-0i Mate及SINUMERIK 828D面板

【学习目标】

1. 掌握数控铣床面板的结构。
2. 掌握数控铣床 FANUC-0i Mate 及 SINUMERIK 828D 面板的功能。

【实训目标】

正确识读操作面板。

任务描述

带学生到数控车间实地观看数控铣床,教师对面板的各个按键进行讲解说

明,通过实地观察及简单的操作,使学生在最短的时间内了解并学会运用面板。

知识储备

数控铣床面板包括操作面板和控制面板。

一、FANUC-0i Mate 操作面板

FANUC-0i Mate 数控系统的操作面板可分为 LED 显示区、MDI 键盘区(包括字符键和功能键等)、软键开关区和存储卡接口,如图 1-17 所示。

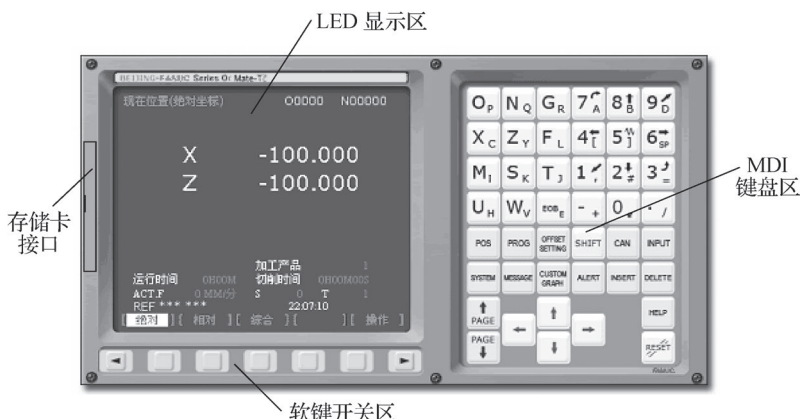


图 1-17 FANUC-0i Mate 操作面板

各按键功能说明如下:

- (1) MDI 键盘区上面四行为字母、数字和字符部分,操作时用于字符的输入;其中“EOB”为分号(;)输入键,其他为功能或编辑键。
- (2) POS 键:按下此键显示当前机床的坐标位置画面。
- (3) PROG 键:按下此键显示程序画面。
- (4) OFFSET/SETTING 键:按下此键显示刀偏/设定(SETTING)画面。
- (5) SHIFT 键:上挡键,按一下此键,再按字符键,将输入对应右下角的字符。
- (6) CAN 键:退格/取消键,可删除已输入缓冲器的最后一个字符。
- (7) INPUT 键:写入键,当按了地址键或数字键后,数据被输入缓冲器,并在屏幕上显示出来;为了把输入缓冲器的数据复制到寄存器,按此键将字符写入指定的位置。
- (8) SYSTEM 键:按此键显示系统画面(包括参数、诊断、PMC 和系统等)。
- (9) MESSAGE 键:按此键显示报警信息画面。
- (10) CSTM/GR 键:按此键显示用户宏画面(会话式宏画面)或显示图形画面。
- (11) ALTER 键:替换键。

(12) INSERT 键：插入键。

(13) DELETE 键：删除键。

(14) PAGE 键：翻页键，包括上、下两个键，分别表示屏幕上页键和屏幕下页键。

(15) HELP 键：帮助键，按此键用来显示如何操作机床。

(16) RESET 键：复位键，按此键可以使 CNC 复位，用以消除报警等。

(17) 方向键：分别代表光标的上、下、左、右移动。

(18) 软键开关区：这些键对应各种功能键的各种操作功能，根据操作界面相应变化。

(19) Next 键：此键用以扩展软键菜单，按下此键菜单改变，再次按下此键菜单恢复。

(20) 返回键：按下对应软键时，菜单顺序改变，用此键将菜单复位到原来的菜单。

二、FANUC-0i Mate 控制面板

FANUC-0i Mate 控制面板如图 1-18 所示。

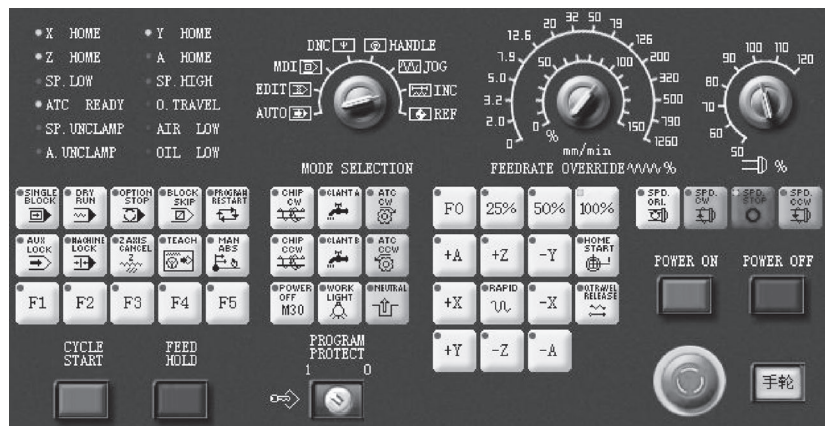


图 1-18 FANUC-0i Mate 控制面板

1. 方式选择键

(1) EDIT 键 ：编辑方式键，设定程序编辑方式，其左上角带指示灯。

(2) 参考点键 ：按此键切换到运行回参考点操作，其左上角指示灯点亮。

(3) 自动键 ：按此键切换到自动加工方式，其左上角指示灯点亮。

(4) 手动键 ：按此键切换到手动方式，其左上角指示灯点亮。

(5) MDI 键 ：按此键切换到 MDI 方式运行，其左上角指示灯点亮。

(6) DNC 键: 按此键设定 DNC 运行方式, 其左上角指示灯点亮。

(7) 手轮键: 在此方式下执行手轮相关动作, 其左上角带有指示灯。

2. 功能选择键

(1) 单步键: 该键用于检查程序, 按此键后, 系统一段一段执行程序, 其左上角带有指示灯。

(2) 跳步键: 此键用于程序段跳过。自动操作中若按下此键, 会跳过程序段开头带有 “/” 和用 “;” 结束的程序段, 其左上角带有指示灯。

(3) 空运行键: 在自动方式下按下此键, 各轴以手动进给速度移动, 此键用于无工件装夹时检查刀具的运动, 其左上角带有指示灯。

(4) 选择停止键: 按下此键后, 在自动方式下, 当程序段执行到 M01 指令时自动运行停止, 其左上角带有指示灯。

(5) 机床锁定键: 在自动方式下按下此键, X、Z 轴不移动, 只在屏幕上显示坐标值的变化, 其左上角带有指示灯。

(6) 超程释放键: 当 X、Z 轴达到硬限位时, 按下此键释放限位。此时, 限位报警无效, 急停信号无效, 其左上角带有指示灯。

3. 点动和轴选键

(1) +X 点动键: 在手动方式下按下此键, X 轴向正方向点动。

(2) -X 点动键: 在手动方式下按下此键, X 轴向负方向点动。

(3) +Z 点动键: 在手动方式下按下此键, Z 轴向正方向点动。

(4) -Z 点动键: 在手动方式下按下此键, Z 轴向负方向点动。

(5) 快速叠加键: 在手动方式下同时按此键和一个坐标轴点动键, 坐标轴按快速进给倍率设定的速度点动, 其左上角带有指示灯。

(6) X 轴选键: 在回零或手轮方式下对 X 轴操作时, 需先按下此键以选择 X 轴, 选中后其左上角指示灯点亮。

(7) Z 轴选键: 在回零或手轮方式下对 Z 轴操作时, 需先按下此键以选择 Z 轴, 选中后其左上角指示灯点亮。

4. 手轮 / 快速倍率键

(1) $\times 1/F0$ 键: 手轮方式时, 进给率执行 1 倍动作; 手动方式时, 同时按下快速叠加键和点动键, 进给轴按进给倍率设定的 F0 速度进给; 其左上角带有指示灯。

(2) $\times 10/25\%$ 键: 手轮方式时, 进给率执行 10 倍动作; 手动方式时,

同时按下快速叠加键和点动键,进给轴按手动快速运行速度值 25% 的速度进给;其左上角带有指示灯。

(3) $\times 100/50\%$ 键: 手轮方式时,进给率执行 100 倍动作;手动方式时,同时按下快速叠加键和点动键,进给轴按手动快速运行速度值 50% 的速度进给;其左上角带有指示灯。

(4) 100% 键: 手动方式时,同时按下快速叠加键和点动键,进给轴按手动快速运行速度值 100% 的速度进给;其左上角带有指示灯。

5. 辅助功能键

(1) 润滑键: 按下此键,润滑功能输出,其指示灯点亮。

(2) 冷却键: 按下此键,冷却功能输出,其指示灯点亮。

(3) 照明键: 按下此键,机床照明功能输出,其指示灯点亮。

(4) 刀塔旋转键: 在手动方式下按下此键,执行换刀动作,每按一次刀架顺时针转动一个刀位,换刀过程中其指示灯点亮。

6. 主轴键

(1) 主轴正转键: 在手动方式下按下此键,主轴正方向旋转,其左上角指示灯点亮。

(2) 主轴停止键: 在手动方式下按下此键,主轴停止转动,其左上角指示灯点亮。

(3) 主轴反转键: 在手动方式下按下此键,主轴反方向旋转,其左上角指示灯点亮。

7. 指示灯区

(1) 机床就绪: 机床就绪后灯亮,表示机床可以正常运行。

(2) 机床故障: 当机床出现故障时,机床停止动作,此指示灯点亮。

(3) 润滑故障: 当润滑系统出现故障时,此指示灯点亮。

(4) X HOME: 回零过程和 X 轴回到零点后指示灯点亮。

(5) Z HOME: 回零过程和 Z 轴回到零点后指示灯点亮。

8. 波段旋钮和手摇脉冲发生器

(1) 进给倍率(%): 当波段开关旋到相应刻度时,各进给轴将按设定值乘以刻度对应百分数执行进给动作。

(2) 主轴倍率(%): 当波段开关旋到对应刻度时,主轴将按设定值乘以刻度对应百分数执行动作。

(3) 手轮^{手轮}：在手轮方式下，可以对各进给轴进行手轮进给操作，其倍率可以通过 $\times 1$ 、 $\times 10$ 、 $\times 100$ 键选择。

9. 其他按钮开关

(1) 循环启动按钮^{CYCLE START}：按下此按钮，自动操作开始，其指示灯点亮。

(2) 进给保持按钮^{FEED HOLD}：按下此按钮，自动运行停止，进入暂停状态，其指示灯点亮。

(3) 急停按钮^{STOP}：按下此按钮，机床动作停止，待故障排除后，旋转此按钮，释放机床动作。

(4) 程序保护开关：把钥匙打到红色标记处，程序保护功能开启，不能更改 NC 程序；把钥匙打到绿色标记处，程序保护功能关闭，可以编辑 NC 程序。

(5) NC 电源开按钮^{POWER ON}：用以打开 NC 系统电源，启动数控系统的运行。

(6) NC 电源关按钮^{POWER OFF}：用以关闭 NC 系统电源，停止数控系统的运行。

三、SINUMERIK 828D 操作面板

SINUMERIK 828D 操作面板如图 1-19 所示。

四、SINUMERIK 828D 控制面板

SINUMERIK 828D 控制面板如图 1-20 所示。

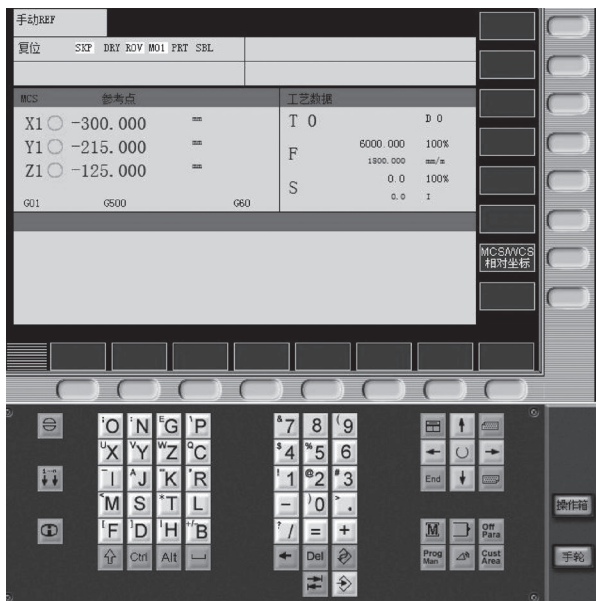


图 1-19 SINUMERIK 828D 操作面板



图 1-20 SINUMERIK 828D 控制面板

任务总结

任务主题	主要内容	具体内容
认识 FANUC-0i Mate 及 SINUMERIK 828D 面板	FANUC-0i Mate 操作面板及控制面板	(1) FANUC-0i Mate 数控系统的操作面板可分为 LED 显示区、MDI 键盘区(包括字符键和功能键等)、软键开关区和存储卡接口。 (2) 方式选择键有 EDIT 键、参考点键、自动键、手动键、MDI 键、DNC 键、手轮键等。 (3) 功能选择键有单步键、跳步键、空运行键、选择停止键等
	SINUMERIK 828D 操作面板及控制面板	SINUMERIK 828D 面板与 FANUC-0i Mate 面板只是在按键位置及名称上略有区别,而其功能含义都同于 FANUC-0i Mate 面板的



每课寄语

数控机床因数控系统不同而控制面板的按键有所区别,但操作方式、方法大同小异,类似于华为手机和小米手机的区别而已。同学们初学时会有按键及功能很多无法一一掌握的感触,这点不用担心,本任务主要是大体了解,后面会通过上机操作逐步深入学习。

任务拓展

学生分组讨论并结合任务内容对数控铣床面板功能进行考核,小组评比,选出表现最佳的小组。

任务四 数控铣削常用刀具及工件毛坯的装夹

【学习目标】

1. 掌握数控铣削常用刀具的类型及性能。
2. 掌握装夹工件毛坯的方法。

【实训目标】

正确装夹工件毛坯。



任务描述

带学生到数控车间，教师介绍真实的、常用的铣刀，并演示刀具与毛坯工件的装夹，讲明注意事项。



知识储备

一、数控铣削常用刀具

1. 数控铣削刀具的特点

数控铣床上所采用的刀具要根据被加工零件的材料、几何形状、表面质量要求、热处理状态、切削性能及加工余量等，选择刚性好、耐用度高的刀具。

数控铣削刀具必须适应数控铣床高速、高效和自动化程度高的特点，一般应包括通用刀具、通用连接刀柄及少量专用刀柄。刀柄要连接刀具并装在铣床动力头上，因此已逐渐标准化和系列化。

2. 数控铣床刀柄

(1) 刀柄的作用。数控铣床使用的刀具通过刀柄与主轴相连，刀柄通过拉钉和主轴内的拉刀装置固定在主轴上，由刀柄夹持刀具传递速度、扭矩，刀柄的强度、刚性、耐磨性、制造精度及夹紧力等对加工有直接的影响。

刀柄与主轴孔的配合锥面一般采用 7:24 的锥度，这种锥柄不自锁，换刀方便，与直柄相比有较高的定心精度和刚度，如图 1-21 所示。

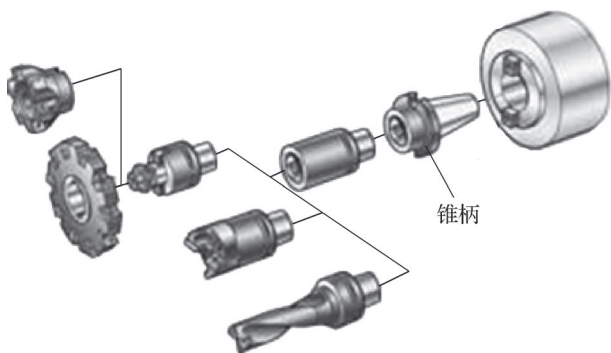


图 1-21 数控铣床刀柄——锥柄

(2) 刀柄的分类。

① 按结构，数控铣床刀柄可分为整体式刀柄和模块式刀柄，如图 1-22、图 1-23 所示。

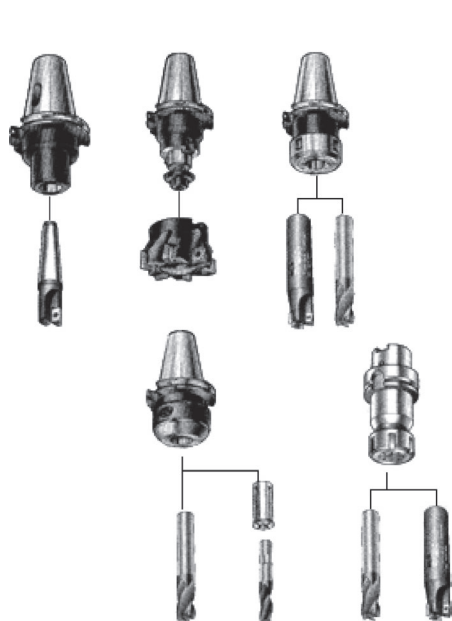


图 1-22 整体式刀柄



图 1-23 模块式刀柄

② 按与主轴的连接形式，数控铣床刀柄可分为一面定位式刀柄和两面定位式刀柄。一面定位连接时，刀柄以锥面与主轴孔配合，端面有 2 mm 左右的间隙，此种连接方式刚性较差。两面定位连接时，刀柄以锥面及端面与主轴孔配合，在高速、高精度加工时，两面定位才能确保可靠，如图 1-24 所示。

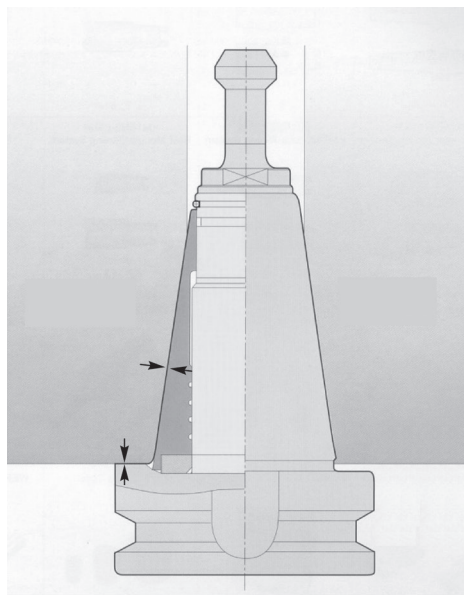


图 1-24 刀柄两面定位连接形式

③ 按刀具夹紧方式，数控铣床刀柄可分为弹簧夹头式、侧向夹紧式、液压夹紧式和冷缩夹紧式，如图 1-25 所示。