

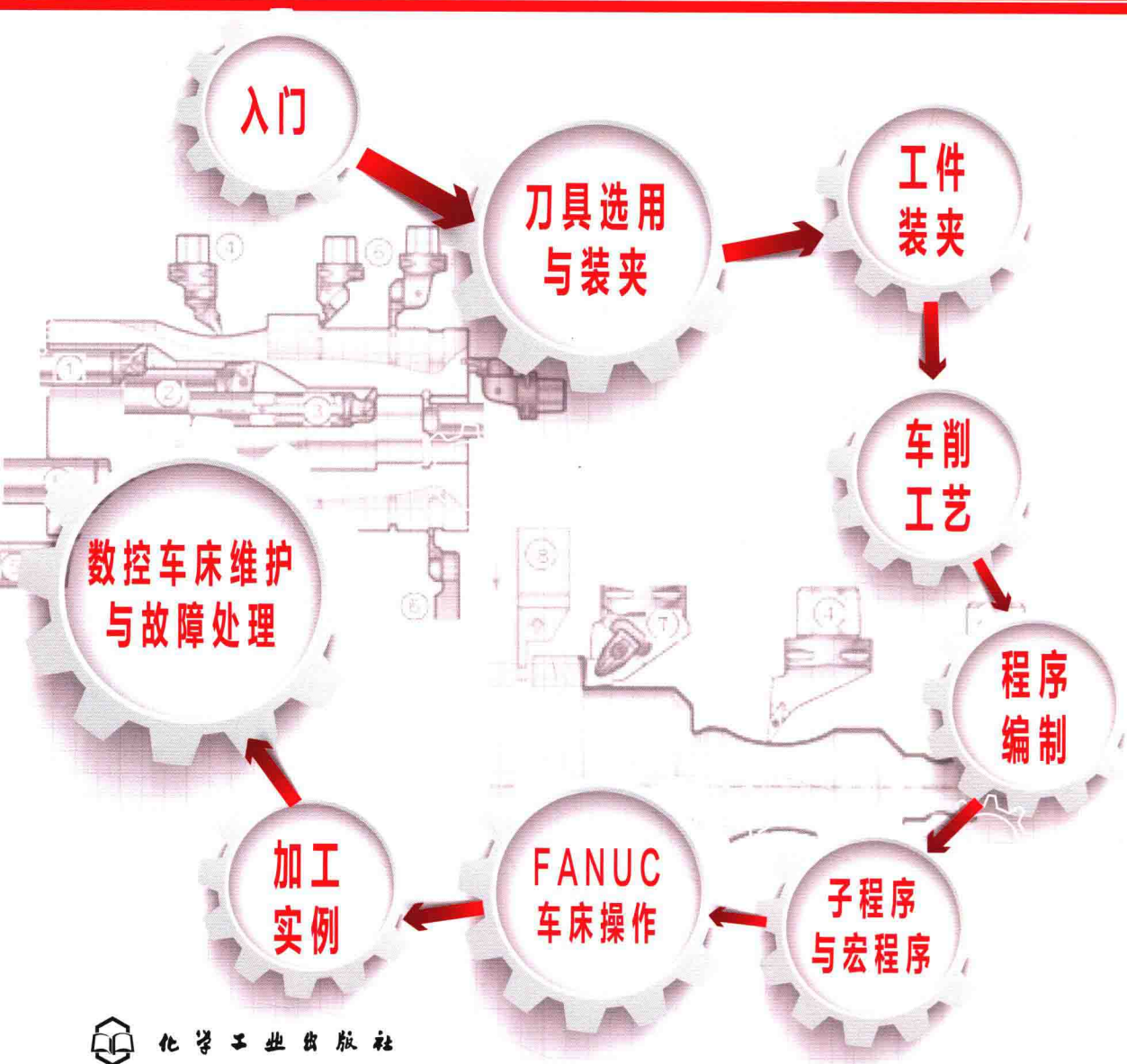
边看边学



手机扫描封底二维码
身临其境看现场加工视频

FANUC 数控车削 加工一本通

徐衡 编著



化学工业出版社

边 看 边 学

FANUC 数控车削 加工一本通

徐衡 编著



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书结合数控加工实例,精讲数控车削编程、机加工工艺基础、数控车床操作技能等知识,可操作性和实用性强,利于读者自学;在数控机床操作技能中增加了数控加工工艺守则、数控车床的维护保养等岗位知识,提升数控车工岗位能力和职业操守;介绍了数控操作工应会的几个实用数控系统操作方法,如手动数控数据备份与恢复、手动设置机床参数、数控机床与 PC 计算机通信等,扩展数控从业人员的知识面和操作技能;本书还附赠数控车削现场加工视频,以增强读者学习的直观感受。本书内容注重实践环节,兼顾理论知识,力求做到理论联系实际,着眼于应用。

本书既适合初学者学习,又是数控车削加工人员提升岗位能力的参考书,可作为职业院校机械制造专业数控技术、机电技术等课程的学习参考书,还可作为数控加工岗位培训教材或自学用书。

图书在版编目(CIP)数据

边看边学 FANUC 数控车削加工一本通/徐衡编著.
北京:化学工业出版社,2018.1

ISBN 978-7-122-30026-3

I. ①边… II. ①徐… III. ①数控机床-车床-车削
IV. ①TG519.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 146318 号

责任编辑:张兴辉 王 烨
责任校对:王素芹

文字编辑:项 激
装帧设计:王晓宇

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 刷:大厂聚鑫印刷有限责任公司

装 订:三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 11½ 字数 286 千字 2018 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:49.80 元

版权所有 违者必究



随着数控加工技术在机械制造业中的广泛应用，社会需要大批既掌握数控编程知识，又具有数控机床操作能力的人才。本书是为有志学习数控加工的初学者、数控车床操作工、数控编程程序员及学习数控加工的学生编写的。数控加工具有较强的实用性。本书以数控加工的应用为目的，基于目前企业中广泛使用的 FANUC 数控系统，介绍数控车床加工中的手工编程、数控车床操作、工艺参数的选择、典型加工实例、数控系统实用操作、数控车床维护保养、实用数控系统操作等知识。

本书依据数控加工职业资格标准，旨在培养具备编制程序、操作数控机床和对设备进行维护保养能力的实用型数控车削加工人才。本书内容注重实践环节，兼顾理论知识，力求做到理论联系实际，着眼于应用。本书有四个特点。

一是结合数控加工实例，精讲数控车削编程、机加工工艺基础、数控车床操作技能等知识，可操作性和实用性强，利于读者自学。

二是在数控机床操作技能中增加了数控加工工艺守则、数控车床的维护保养等岗位知识，提升数控车工岗位能力和职业操守。

三是介绍了数控操作工应会的几个实用数控系统操作方法，如手动数控数据备份与恢复、手动设置机床参数、数控机床与 PC 计算机通信等，扩展数控从业人员的知识面和操作技能。

四是随书附赠数控车削加工的现场操作视频演示，增强学习的直观认识。读者可扫描封底的二维码观看。

本书属于实用型技术书籍，书中内容由浅入深，既满足初学者的学习需要，又是数控车削加工人员提升岗位能力的参考书。本书可作为职业院校机械制造专业数控技术、机电技术等课程的学习参考书，还可作为数控加工岗位培训教材或自学用书。

本书由徐衡编著，编写过程中李超、周光宇、栾敏、关颖、胡育辉、田春霞、段晓旭、赵宏立、孙红雨、杨海、汤振宁、赵玉伟、郎敬喜、徐光远、关崎炜、朱新宇、张元军、刘艳林、王丹、李宝岭、刘艳华等对本书的编写提供了很多帮助，在此一并表示感谢。

由于时间及水平所限，书中难免存在不足之处，欢迎读者批评指正。

编著者



第1章 数控车削基础 / 001

1.1 数控车床入门 / 002

- 1.1.1 数控车床与数控系统 / 002
- 1.1.2 数控机床加工过程 / 002
- 1.1.3 零件加工程序 / 002
- 1.1.4 数控机床坐标系 / 003

1.2 数控车削常用刀具 / 004

- 1.2.1 刀具材料 / 004
- 1.2.2 常用刀具分类 / 005
- 1.2.3 数控车刀选择 / 007
- 1.2.4 数控车床切削用量选择 / 008

1.3 数控车床上装夹工艺装备 / 011

- 1.3.1 车刀装夹要点 / 011
- 1.3.2 外圆车刀的装夹操作 / 012
- 1.3.3 切断刀的装夹操作 / 012
- 1.3.4 尾座工具的安装 / 012

1.4 数控车削中工件的定位与装夹 / 012

- 1.4.1 车削中工件的定位 / 012
- 1.4.2 定位基准的选择 / 013
- 1.4.3 工件的装夹 / 013

第2章 数控车削程序编制 / 019

2.1 FANUC 系统数控编程基础 / 020

- 2.1.1 编制零件加工程序过程 / 020
- 2.1.2 FANUC 系统数控程序组成 / 021
- 2.1.3 程序段格式 / 023
- 2.1.4 常用辅助功能 M 代码 / 025
- 2.1.5 车削程序 G 功能代码 / 025
- 2.1.6 数字单位英制与公制的转换 / 027
- 2.1.7 小数点编程 / 027

2.2 数控车床坐标系与工件坐标系 / 028

- 2.2.1 机床坐标系 / 028
- 2.2.2 工件坐标系 / 030
- 2.2.3 工件坐标系与机床坐标系的关系 / 030
- 2.2.4 用 G54~G59 设定工件坐标系 / 031
- 2.2.5 用 G50 设定工件坐标系 / 031
- 2.2.6 G54~G59 设置坐标系和 G50 设置坐标系的区别 / 032
- 2.2.7 直径编程与半径编程 / 032
- 2.2.8 绝对坐标值与增量坐标值 / 032
- 2.2.9 指定切削进给速度单位 G98、G99 / 033

2.3 基本编程指令 / 033

- 2.3.1 刀具快速定位 G00 / 033
- 2.3.2 直线插补指令 G01 / 034
- 2.3.3 圆弧插补指令 G02、G03 / 035
- 2.3.4 程序暂停 G04 / 039
- 2.3.5 返回参考点指令 / 039
- 2.3.6 恒表面切削速度控制 G96、G97 / 040

2.4 刀具补偿指令 / 041

- 2.4.1 刀具补偿概念 / 041
- 2.4.2 刀具偏置补偿 / 042
- 2.4.3 刀具半径补偿 / 044

2.5 循环加工指令 / 046

- 2.5.1 外圆、内径车削固定循环指令 G90 / 046
- 2.5.2 端面车削循环 G94 / 049
- 2.5.3 外圆粗车多重循环 G71 / 050
- 2.5.4 精车循环 G70 / 051
- 2.5.5 平端面粗车循环 G72 / 052
- 2.5.6 型车复合循环 G73 / 053

2.6 轴类件的螺纹车削 / 056

- 2.6.1 等螺距螺纹切削指令 G32 / 056
- 2.6.2 螺纹切削循环指令 G92 / 058
- 2.6.3 车削螺纹多重循环 G76 / 059
- 2.6.4 多头螺纹切削 / 060

第3章 子程序与宏程序 / 063

3.1 子程序与宏程序基础 / 064

- 3.1.1 子程序 / 064
- 3.1.2 用户宏程序 / 065
- 3.1.3 常量、变量 / 066
- 3.1.4 变量的算术和函数运算 / 068
- 3.1.5 宏程序语句和 NC 语句 / 069
- 3.1.6 转移和循环 / 069

- 3.1.7 宏程序调用 / 071
- 3.2 数控车削宏程序应用 / 073
 - 3.2.1 系列零件加工宏程序 / 073
 - 3.2.2 加工椭圆表面宏程序 / 075
 - 3.2.3 加工抛物线表面宏程序 / 079

第4章 FANUC 系统数控车床操作 / 083

- 4.1 FANUC 数控系统数控车床操作设备 / 084
 - 4.1.1 安全操作规程 / 084
 - 4.1.2 数控车床操作屏面组成 / 084
 - 4.1.3 数控系统操作面板 / 085
 - 4.1.4 数控车床机床操作面板 / 087
- 4.2 数控机床屏面基本信息显示 / 090
 - 4.2.1 屏面显示内容 / 090
 - 4.2.2 屏面中显示的数控系统 (CNC) 当前状态信息 / 090
 - 4.2.3 显示屏面的切换 / 092
 - 4.2.4 在屏面上显示刀具的位置 / 093
 - 4.2.5 在屏面上显示程序和程序运行中信息 / 094
- 4.3 手动操作数控车床 / 096
 - 4.3.1 通电操作 / 096
 - 4.3.2 手动回零 / 097
 - 4.3.3 用按键手动移动刀架 (手动连续进给 JOG) / 097
 - 4.3.4 用手轮移动刀架 (手摇脉冲发生器 HANDLE 进给) / 098
 - 4.3.5 安全操作 / 099
 - 4.3.6 MDI 运行数控程序 / 100
- 4.4 创建、运行车削程序操作 / 101
 - 4.4.1 数控加工操作的一般步骤 / 101
 - 4.4.2 编写加工程序 / 101
 - 4.4.3 创建数控程序 / 102
 - 4.4.4 用 G50 建立工件坐标系的对刀 / 103
 - 4.4.5 运行程序 (自动加工) / 105
- 4.5 存储偏移参数操作 / 106
 - 4.5.1 编制加工程序 / 106
 - 4.5.2 用 G54 指令建立工件坐标系 / 108
 - 4.5.3 存储刀具偏移值操作 / 112
 - 4.5.4 多把刀具偏移值设置 / 114
- 4.6 自动运行 / 118
 - 4.6.1 检索数控程序 / 118
 - 4.6.2 运行程序 / 118
 - 4.6.3 检查程序 / 120
 - 4.6.4 试切削 / 120

4.7 加工工艺守则 / 121

4.7.1 金属切削加工工艺守则 / 121

4.7.2 数控加工工艺守则 / 122

第5章 FANUC 系统数控车削实例 / 123

5.1 轴件数控车削 / 124

5.1.1 工艺要点 / 124

5.1.2 加工程序 / 125

5.1.3 车削程序的基本内容 / 126

5.1.4 程序校验和加工尺寸修调 / 126

5.2 套类零件车削 / 127

5.2.1 工艺要点 / 127

5.2.2 加工程序 / 128

5.3 孔类零件车削 / 129

5.3.1 数控加工工艺要点 / 129

5.3.2 数控车削程序 / 130

5.3.3 车孔工艺特点 / 132

5.4 槽类件数控车削 / 132

5.4.1 工艺要点 / 132

5.4.2 数控车削程序 / 133

5.4.3 车槽工艺特点 / 135

5.5 配合件车削 / 136

5.5.1 编程数据处理 / 137

5.5.2 刀具选择 / 137

5.5.3 工艺要点 / 137

5.5.4 工件2(套)加工程序 / 138

5.5.5 工件1(轴)加工程序 / 140

5.5.6 编程技巧 / 142

第6章 数控车床维护与数控系统实用操作 / 143

6.1 数控车床维修与保养 / 144

6.1.1 数控机床的维修工作内容 / 144

6.1.2 机床本体的维护 / 145

6.1.3 数控机床电气控制系统日常维护 / 146

6.2 屏幕显示数控系统构成 / 147

6.2.1 数控系统构成 / 147

6.2.2 在屏面上显示数控系统构成 / 149

6.3 FANUC Oi 系统数据备份与数据恢复 / 151

6.3.1 数控系统软件组成 / 151

6.3.2 数据备份与数据恢复 / 152

- 6.3.3 屏显本机系统软件 / 153
- 6.3.4 由引导屏面进行数据备份与恢复 / 153
- 6.3.5 数据备份操作 / 153
- 6.3.6 数据恢复操作 / 155
- 6.3.7 C-F 存储卡格式化 / 156
- 6.3.8 引导屏面备份数据注意事项 / 156
- 6.4 手动 MDI 键盘设定机床参数 / 157
 - 6.4.1 参数用途 / 157
 - 6.4.2 屏显参数 / 158
 - 6.4.3 SETTING (设置) 屏面功能 / 160
 - 6.4.4 用 MDI 键盘设定参数 / 161
 - 6.4.5 数控机床基本功能参数 / 163
 - 6.4.6 参数在维修中的使用 / 164
- 6.5 数控系统与计算机通信 / 165
 - 6.5.1 数控系统通信 / 165
 - 6.5.2 数控系统与计算机通信所需参数设定 / 165
 - 6.5.3 由数控系统与计算机通信输入/输出参数 / 167
 - 6.5.4 由数控系统与计算机通信输入/输出数控程序 / 168
 - 6.5.5 数控系统与计算机通信应注意的问题 / 168
 - 6.5.6 数控系统与计算机通信常见故障 / 169
- 6.6 数控机床的安装调试 / 169
 - 6.6.1 机床开箱的检查工作 / 169
 - 6.6.2 机床的组装 / 169
 - 6.6.3 数控系统的连接与调整 / 170
 - 6.6.4 通电试车 / 172
 - 6.6.5 机床精度检测及调试 / 172
 - 6.6.6 机床验收 / 174

参考文献 / 175

第

1

章



数控车削基础

1.1 数控车床入门

1.1.1 数控车床与数控系统

数控车床是由加工程序控制的自动化加工设备，用于加工轴、套类等回转体类零件。数控车床由三个部分组成，即数控系统、伺服驱动系统和机床本体（光机），如图 1-1 所示。

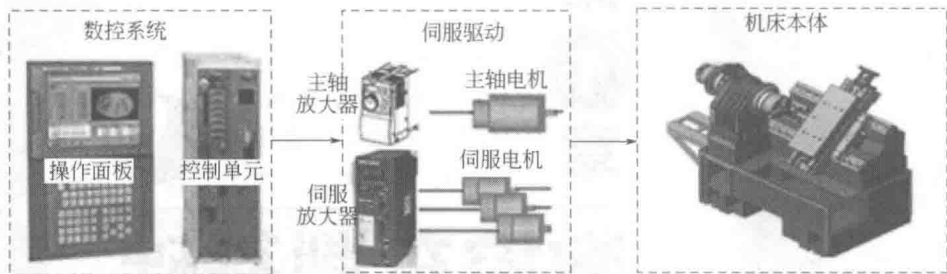


图 1-1 数控车床的组成

数控系统是数控机床的智能指挥系统，由专用的计算机组成，称为 CNC 系统。目前我国数控机床常采用数控系统有 FANUC 数控系统（如 F0/F00/F0i Mate 系列和 FANUC 0i 系列）、西门子系统、华中理工大学的华中系统、中科院沈阳计算机所的蓝天一型系统、北京航天机床数控集团的航天一型系统等。

伺服驱动系统是机床的动力装置，它把数控装置发来的各种动作指令，转化成机床移动部件的运动。伺服系统由伺服放大单元和伺服电动机组成，

机床本体也称作数控机床光机，是数控机床的机械部分。

1.1.2 数控机床加工过程

数控机床加工过程如下（图 1-2）。

- ① 对加工对象（零件图样）工艺分析，确定切削加工过程。
- ② 根据加工过程用规定代码编写零件加工程序。
- ③ 把加工程序输入数控装置，经过数控系统处理，发出指令，将零件程序转化为对机床的控制动作，控制机床切削加工。
- ④ 加工出符合要求的零件。

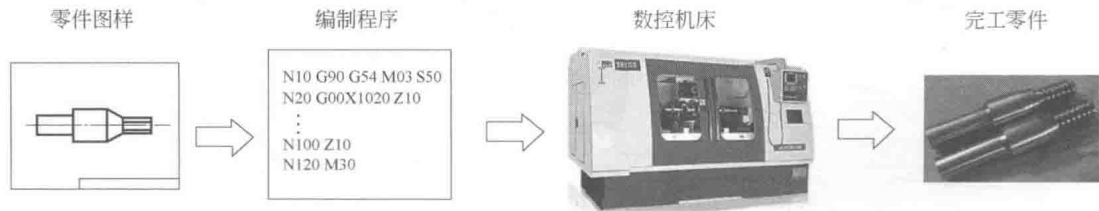


图 1-2 数控机床加工过程

1.1.3 零件加工程序

数控机床的加工是由零件加工程序控制的，数控装置把加工程序转化为数控机床的控

制动作。加工程序由一系列数控编程指令组成。为使零件加工程序通用化,实现不同数控系统程序数据的互换,数控程序的格式有一系列国际标准,即国际标准化组织规定的代码,称为 ISO 标准代码。我国关于数控程序的国家标准与国际标准基本一致。

编制程序是数控加工中的重要环节,有两种编程方法:手工编程和自动编程。手工编程是由人工依据程序指令编制加工程序,自动编程是利用专用编程软件,由计算机生成零件程序。手工编程知识是数控加工行业从业人员必备的基础知识。本书阐述手工编程知识。

1.1.4 数控机床坐标系

加工程序中根据坐标系记录的刀具运动轨迹,数控坐标系分为数控机床坐标系和工件坐标系,其中数控机床坐标系是生产厂家在数控机床上设定的坐标系,工件坐标系又称为编程坐标系,是编制零件程序时使用的坐标系。

数控机床坐标系的坐标轴和运动方向规定已标准化,我国相应的标准与 ISO 国际标准等效,其基本规定如下。

(1) 刀具相对工件运动的原则——工件相对静止,刀具运动

标准规定工件静止,刀具运动,刀具远离工件方向为坐标轴正向。由于规定工件是静止的,零件程序中记录的走刀路线是刀具运动的路线,这样编程人员不用考虑机床上是工件运动,还是刀具运动,只要依据零件图样,就可确定刀具的走刀路线。

(2) 机床坐标系的规定

机床坐标系采用右手笛卡儿直角坐标系。数控机床刀具直线进给的坐标轴用字母 X、Y、Z 表示,常称基本坐标轴 X、Y、Z,三轴关系用右手定则确定,如图 1-3 (a) 所示,即图中大拇指的指向为 X 轴正方向,食指的指向为 Y 轴正方向,中指的指向为 Z 轴正方向。

刀具绕 X、Y、Z 轴圆周进给坐标轴分别用 A、B、C 表示。根据右手螺旋定则,如图 1-3 (b) 所示,以大拇指指向 +X (+Y 或 +Z) 方向,则其余四指指向为圆周进给正向 +A (+B 或 +C)。

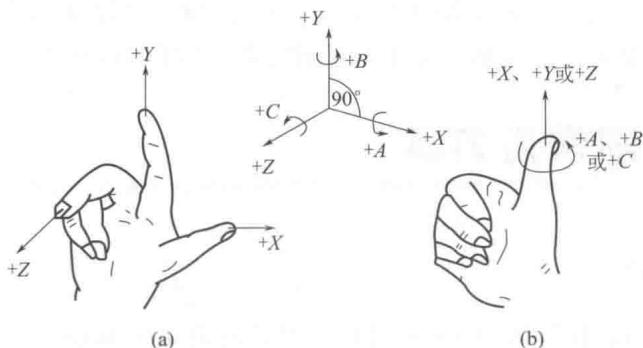


图 1-3 数控机床的坐标系

(3) 机床坐标轴的规定

数控机床坐标系的坐标轴与机床导轨平行。判断数控机床坐标轴的顺序是首先定 Z 轴,然后定 X 轴,最后根据右手法则定 Y 轴。刀具运动时坐标轴符号规定如下。

① Z 轴。数控机床的 Z 轴与机床主轴平行,刀具远离工件的方向为 Z 轴正向。对于钻加工,刀具钻入工件方向为 Z 轴的负方向,退出工件的方向为 Z 轴的正方向。

② X 轴。X 轴一般是水平的,平行于工件装夹面,对于工件回转类机床(如车床、

磨床), X 轴在水平面内且垂直于工件旋转轴线, 安装在横向滑座上的刀具离开工件的方向为 X 轴正向。

③ Y 轴。根据 X 轴和 Z 轴, 按右手系法则确定 Y 轴的正方向。

④ A、B、C 坐标轴。A、B、C 是旋转坐标轴, 其旋转轴线分别平行于 X、Y、Z 坐标轴, 旋转运动正向, 按右手螺旋法则确定, 如图 1-3 (b) 所示。

(4) 工件运动时坐标轴的符号 (附加坐标)

上述进给运动坐标轴符号指的是刀具运动, 如果数控机床上进给运动是工件运动 (刀具静止), 这时在机床上表示工件运动的坐标轴符号为: 在相应的坐标轴字母上加撇, 即 X、Y、Z、A、B、C 轴分别表示为 X' 、 Y' 、 Z' 、 A' 、 B' 、 C' 。带撇字母表示工件做进给运动, 按相对运动的关系, 显然工件运动的正方向与刀具运动的正方向相反, 即:

$$+X = -X', +Y = -Y', +Z = -Z'$$

$$+A = -A', +B = -B', +C = -C'$$

例如数控车床坐标系中 C' 轴, 如图 1-4 所示。

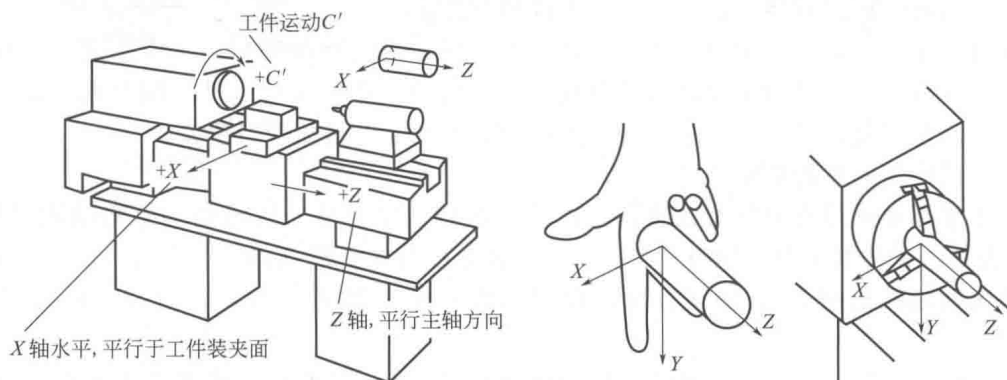


图 1-4 车床坐标系中 X 轴、Z 轴、 C' 轴

综上所述, 数控车床通常控制 2 个直线轴: 刀具直线运动的 Z 轴和 X 轴, 如图 1-4 所示。车削中心机床可控制 3 个轴, 即在控制 X、Z 轴基础上还控制主轴旋转 (C 轴), 如图 1-4 所示 C' 轴。车床旋转轴 (C 轴) 是工件回转运动, 所以图 1-4 中的 C 轴标注符号为 C' 。

1.2 数控车削常用刀具

1.2.1 刀具材料

刀具材料主要是指刀具切削部分的材料。刀具材料是影响加工表面质量、切削效率、刀具寿命的基本因素。生产中使用的刀具材料有高速钢、硬质合金、陶瓷、金刚石、立方碳化硼等。

(1) 高速钢

高速钢是含有较多的钨、铬、钼、钒等合金元素的高合金工具钢。高速钢具有较高的硬度 (热处理硬度可达 63~66HRC) 和耐热性 (600~650℃), 切削碳钢时的切削速度一般不高于 50~60m/min。高速钢具有较好的工艺性, 可以制造刃形复杂的刀具, 如钻头、丝锥、特种车刀等。高速钢刀具可加工碳钢、合金钢、有色金属、铸铁等多种材料。常用的高速钢种类有: 为 W18Gr4V, W6Mo5Gr4V2 等。

(2) 硬质合金

硬质合金的硬度高达 89~93HRA, 能耐 850~1000℃ 的高温, 具有良好的耐磨性。切削速度可达 100~300m/min 以上, 可加工包括淬火钢在内的多种材料, 因此获得广泛应用。但是硬质合金抗弯强度低、冲击韧性差, 工艺性差, 较难加工, 不易做成形状复杂的整体刀具。在实际使用中, 一般将硬质合金刀片焊接或机械夹固在刀体上使用。

常用的硬质合金有钨钴类 (YG 类)、钨钛钴类 (YT 类) 和通用硬质合金 (YW 类) 3 类。

① 钨钴类硬质合金 (YG 类)。YG 类常用的牌号中 YG3 和 YG8 常用于粗加工, YG6 常用于精加工等, YG 类硬质合金的抗弯强度和冲击韧性较好, 不易崩刃, 适宜切削呈崩碎切屑的铸铁等脆性材料, 切削有色金属及合金的效果也较好。

② 钨钛钴类硬质合金 (YT 类)。YT 类常用的牌号中 YT5 常用于粗加工, YT15、YT30 常用于精加工。由于 YT 类硬质合金的抗弯强度和冲击韧性较差, 适用于切削呈带状切屑的普通碳钢及合金钢等塑性材料。

③ 钨钛钽 (铌) 钴类硬质合金 (YW 类)。YW 类具有较好的综合切削性能。常用的牌号有 YW1, YW2 等。YW 类硬质合金主要用于加工不锈钢、耐热钢、高锰钢, 也适用于加工普通碳钢和铸铁, 因此称为通用型硬质合金。

国际标准化组织 [ISO 513—1975 (E)] 规定, 将切削加工用硬质合金分为三大类, 分别用 K、P、M 表示。

- K 类适用于加工短切屑的黑色金属、有色金属和非金属材料, 相当于我国的 YG 类硬质合金, 外包装用红色标志。

- P 类适用于加工长切屑的黑色金属, 相当于我国的 YT 类硬质合金, 外包装用蓝色标志。

- M 类适用于加工长、短切屑的黑色金属和有色金属, 相当于我国的 YW 类硬质合金, 外包装用黄色标志。

(3) 超硬材料

① 陶瓷。它有很高的硬度和耐磨性, 硬度达 78HRC, 耐热性高达 1200℃ 以上, 化学性能稳定, 故能承受较高的切削速度。但陶瓷材料的最大弱点是抗弯强度低, 冲击韧性差, 主要用于钢、铸铁、有色金属、高硬度材料及大件和高精度零件的精加工。

② 立方氮化硼 (CBN)。它具有仅次于金刚石的硬度和耐磨性, 硬度可达 8000~9000HV, 耐热高达 1400℃, 化学稳定性好, 与铁族元素亲和力小, 但强度低, 焊接性差, 主要用于淬硬钢、冷硬铸铁、高温合金和一些难加工材料。

③ 金刚石。金刚石是目前已知的最硬物质, 其硬度接近 10000HV, 是硬质合金的 80~120 倍, 但韧性差, 金刚石刀具可用于加工非金属及有色金属材料。金刚石刀具不能用于加工黑色金属, 因为黑色金属中的某些元素会腐蚀金刚石, 从而导致刀具快速磨损。金刚石刀具更多地应用于高速精加工及半精加工中。

1.2.2 常用刀具分类

数控车床上用于车削加工的刀具称为数控车刀。车刀类型较多, 按照刀具材料可分为高速钢刀具、硬质合金刀具、涂层刀具及非金属材料刀具等。按照车刀切削刃形状可分为尖形车刀、圆弧形车刀和成形车刀等。按刀片与刀体固定方式可分为焊接式和机夹式两种。按用途不同可分为外圆车刀、端面车刀、切断刀、孔车刀、螺纹车刀以及成形车刀等, 如图 1-5 所示。

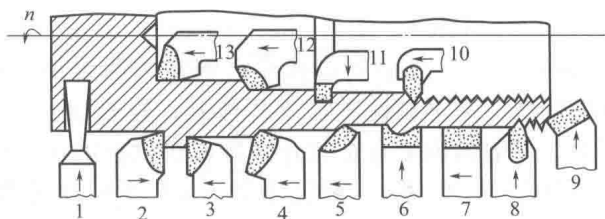


图 1-5 车刀种类

- 1—切断刀；2—90°左偏刀；3—90°右偏刀；4—弯头车刀；5—直头车刀；6—成形车刀；
7—宽刃车刀；8—外螺纹车刀；9—端面车刀；10—内螺纹车刀；
11—内槽车刀；12—通孔车刀；13—盲孔车刀

外圆车刀用于车削工件外圆、台阶、倒角，端面等。切断刀（切槽刀）用于切断工件，或切工件槽；车孔刀用于车削工件孔；螺纹车刀用于车螺纹。数控车刀应用如图 1-6 所示。

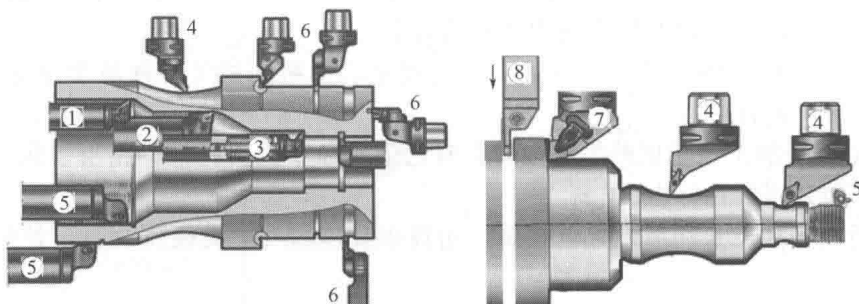


图 1-6 数控车刀应用

- 1, 2—车通孔刀；3—车盲孔刀；4—车外圆尖刀；5—内、外螺纹刀；
6—车槽刀；7—90°外圆车刀；8—切断刀

由于机械夹固式可转位车刀适合数控加工要求，可充分发挥数控加工的优势，数控车削大量使用机夹式可转位车刀。机夹式可转位车刀组成如图 1-7 所示。机夹式可转位车刀的优点是刀片磨损后刀体不用重新装夹对刀，将刀片转过一个角度，新的切削刃到达切削位置，夹紧后即可继续切削，节省刀具调整时间，使用方便，提高了生产效率。机夹刀具已标准化，尺寸稳定，刀杆、刀槽的制造精度高。切削刃不重磨，有利于使用涂层刀片，延长了刀具的使用寿命。机夹式可转位车刀类型和使用刀片如表 1-1 所示。

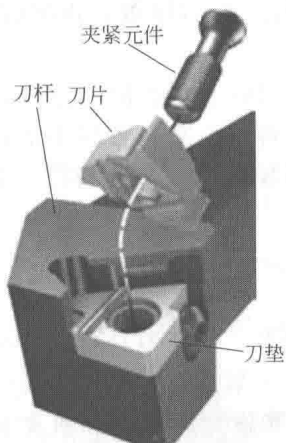


图 1-7 机夹式可转位车刀组成

数控车刀按切削刃形状可分为尖形车刀、圆弧形车刀和成形车刀三类。

① 尖形车刀。尖形车刀的特征是切削刃为直线，由直线型的主、副切削刃构成。尖形车刀有 90°外圆车刀、90°孔车刀、左、右端面车刀、切断（切槽）刀以及刀刃倒棱很小的外圆和孔车刀。数控编程时通常以该车刀的刀尖为刀位点。

表 1-1 机夹式可转位车刀类型和使用刀片

类型	使用刀片	主偏角
外圆车刀	TN、FN、WN、SN、PiN、RN、TP、SP	45°、50°、60°、75°、90°
孔车刀	SN、TN、SP、WN、DN、CN	45°、60°、75°、90°、91°、93°、95°、107.5°
切槽刀	QB 型及非标刀片	
仿形车刀	CN、DN、VN	93°、107.5°
螺纹车刀	L 型及非标刀片	
端面车刀	TN、Sly	90°、45°、75°
切断刀	QB	

用尖形车刀加工，零件的轮廓形状由车刀的刀尖或其直线型主切削刃移动后得到。尖形车刀车削加工成形原理与另两类车刀是不同的。

尖形车刀几何参数（主要是几何角度）的选择方法与普通车削时基本相同，但需考虑数控加工的特点（如加工路线、加工干涉等），并兼顾刀尖的强度。

② 圆弧形车刀。圆弧形车刀的特征是切削刃为圆弧形。该车刀圆弧刃上每一点都是圆弧形车刀的刀尖，因此，刀位点不在圆弧上，而在该圆弧的圆心上。

当某些尖形车刀或成形车刀（如螺纹车刀）的刀尖具有一定的圆弧形，并进行刀尖半径圆弧补偿，可作为圆弧形车刀使用。圆弧形车刀可用于车削工件内、外表面，特别适合于车削各种光滑连接（凹形）的成形面。选择车刀圆弧半径时应考虑两点：一是车刀切削刃的圆弧半径应小于或等于零件凹形轮廓上的最小曲率半径，以免发生加工干涉；二是该半径不宜选择太小，否则不但制造困难，还会因刀具强度弱或刀体散热能力差而降低车刀使用寿命。

③ 成形车刀。成形车刀俗称样板车刀，其加工零件的轮廓形状完全由车刀刀刃的形状和尺寸决定。数控车削加工中，常见的成形车刀有小半径圆弧车刀、非矩形槽车刀和螺纹车刀等。当车刀刀尖的圆弧半径与零件上最小的凹形圆弧半径相同，且加工程序中无此圆弧程序段时，例如加工半径 0.2mm 轮廓，属于成形车刀性质。

在数控加工中，应尽量少用或不用成形车刀，当确有必要选用时，则应在工艺准备文件或加工程序单上进行详细说明。

1.2.3 数控车刀选择

实际生产中，数控车刀主要根据数控车床回转刀架上的刀具安装尺寸、工件材料、加工类型、加工要求及加工条件从刀具样本中查表确定，机夹可转位车刀刀片的选择要点如下。

(1) 刀片材质的选择

车刀刀片的材料主要有高速钢、硬质合金、涂层硬质合金、陶瓷、立方氮化硼和金刚石等。其中应用最多的是硬质合金和涂层硬质合金。选择刀片材质，主要依据被加工工件的材料、被加工表面的精度、表面质量要求、切削载荷的大小以及切削过程中有无冲击和振动等。

(2) 刀片尺寸的选择

刀片尺寸的大小取决于有效切削刃长度 L 。有效切削刃长度与背吃刀量、车刀的主偏



角有关,使用时可查阅有关刀具手册。

(3) 刀片形状的选择

刀片形状主要依据被加工工件的表面形状、切削方法、刀具寿命和刀片的转位次数等因素选择。常见可转位车刀刀片及角度如图 1-8 所示。

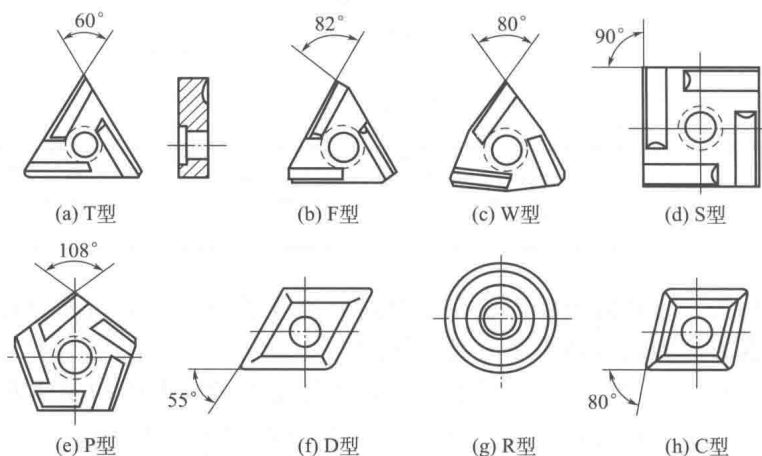


图 1-8 常见可转位车刀刀片及角度

正三角形刀片可用于主偏角为 60° 或 90° 的外圆车刀、端面车刀和孔车刀。由于此刀片刀尖角小、强度差、耐用度低,故只宜用较小的切削用量。

正方形刀片的刀尖角为 90° ,比正三角形的 60° 要大,因此其强度和散热性能均有所提高。该种刀片通用性较好,主要用于主偏角为 45° 、 60° 、 75° 等的外圆车刀、端面车刀和车孔刀。

正五边形刀片的刀尖角为 108° ,其强度、耐用度高,散热面积大。但切削时径向力大,只宜在加工系统刚性较好的情况下使用。

菱形刀片和圆形刀片主要用于成形表面和圆弧表面的加工,其形状及尺寸可结合加工对象参照国家标准来选定。

1.2.4 数控车床切削用量选择

切削用量包括主轴转速(切削速度)、切削深度(背吃刀量)、进给量。对于不同的加工方法,需要选择不同的切削用量,并编入数控程序中。

合理选择切削用量的原则是,粗加工时,以提高生产率为主,但也应考虑经济性和加工成本。半精加工和精加工时,应在保证加工质量的前提下,兼顾切削效率、经济性和加工成本。具体数值应根据机床说明书、切削手册,并结合经验而定。

(1) 切削深度 a_p (mm)

在机床动力足够(经机床动力校核确定)和工艺系统刚度许可的条件下,粗加工切削深度(背吃刀量)应尽可能大,以便提高生产率,可以选择切削深度等于加工余量,即粗车深度等于粗车余量,半精车深度等于半精车余量。在数控机床上,精加工余量选择可小于普通机床,一般取 $0.2 \sim 0.5 \text{ mm}$ 。

(2) 主轴转速 n (r/min)

主轴转速根据允许的切削速度 v_c (m/min) 选取。主轴转速 n 计算公式: