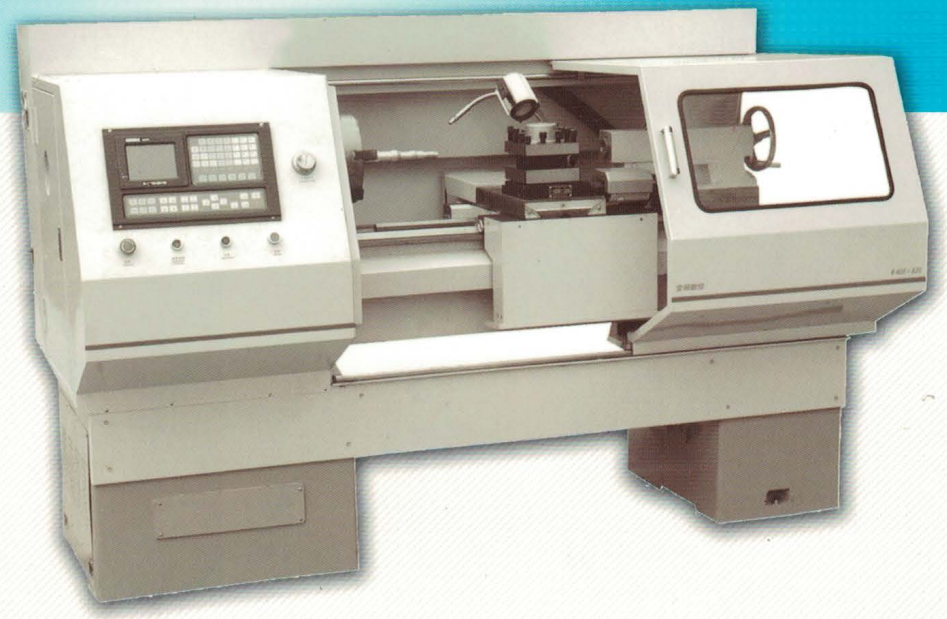
数控车床操作图解

陈为国 陈昊 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

数控车床操作图解

陈为国　陈　昊　编著

机 械 工 业 出 版 社

本书以 FANUC 0i mate-TC 数控车削系统为对象，以数控车削操作为目标，以图解形式为表现手法，兼顾了数控程序的手工编制与自动编制和数控加工工艺及刀具选择的相关知识。内容包括数控车削程序编制基础、数控车削加工工艺与刀具、数控加工的基本操作、数控车削的自动编程、数控车削操作示例与实训指导等。

书中的操作画面与实际的数控系统画面完全接轨，读者按照书中的操作图解提示，结合数控机床及其数控系统，可一步一步地进行练习，快速掌握数控车床的操作。对于有一定基础的读者，可直接学习第 4 章和第 5 章的内容，迅速提高数控车削编程与操作水平。

本书适合于各类企业培训数控车削操作与编程技术人员使用，也可作为数控技术人员进行数控编程与操作的参考工具书，并可作为本科、高等职业技术院校等进行数控编程与实训的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

数控车床操作图解/陈为国，陈昊编著. —北京：机械工业出版社，2011.11

ISBN 978-7-111-36313-2

Ⅰ.①数… Ⅱ.①陈…②陈… Ⅲ.①数控机床：车床—操作—图解 Ⅳ.①TG519.1-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 226015 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑：曾 红 责任编辑：曾 红

版式设计：霍永明 责任校对：申春香

封面设计：陈 沛 责任印制：乔 宇

北京铭成印刷有限公司印刷

2012 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm · 20.5 印张 · 520 千字

0001—3000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-36313-2

定价：48.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务 策划编辑：(010)88379734

社 服 务 中 心：(010)88361066 网络服务

销 售 一 部：(010)68326294 门户网：http://www.cmpbook.com

销 售 二 部：(010)88379649 教材网：http://www.cmpedu.com

读者购书热线：(010)88379203 **封面无防伪标均为盗版**

前　言

FANUC(发那科)数控系统是目前国内应用广泛的数控系统之一。FANUC 0i 系列数控系统作为新一代的数控系统，正在实际生产中被广泛采用。该系统具有性价比高，人机界面较好，控制功能丰富，应用面广等特点。

数控加工技术较传统加工技术而言，其技术性要求较高。数控机床的操作离不开数控程序的编制。同样，数控程序的编制也必须要有数控机床操作的知识。因此，从事数控加工的操作人员及数控编程的技术人员必须明白这一点，学习时两者不可偏废。

在阅读本书之前，读者可以先了解一下本书的编写思路。首先，要想学好数控车削加工技术，必须要有必要的数控机床与数控编程指令的基本知识，这是第 1 章的内容。而进行数控加工离不开数控车削加工工艺与刀具的知识，这是第 2 章编排的目的。第 3 章介绍的数控车床操作的知识，采取了图解形式的表现手法，突破了当前大部分同类书以文字叙述的方式，所有数控系统操作的画面与数控机床的数控系统完全一致，当你接触过数控车床时，你会觉得是多么的亲切和熟悉，所有这些画面似曾相识，仔细阅读你又会发现其实战性是很强的。当你手捧此书站在机床旁学习和操作机床时，你会觉得似乎有一个老师在你身旁手把手地教你一步一步地学习。学完这一章后，你会感到自己的数控车床操作水平已经提高了一个层次。这时，你必然会产生一种全面提升自己数控加工技术水平的想法，第 4 章的自动编程内容和第 5 章的典型操作示例正是为你的这种想法而设计的。学习数控加工技术到一定水平的人都知道，手工编程是学习数控加工的基础，必须掌握；自动编程是数控加工实际应用的主要手段，学好自动编程是解决设计问题的可靠保证。典型操作示例的安排可作为全面检查自己掌握数控技术水平的试金石，也是全面深刻理解数控车削加工的具体体现。当然，第 5 章数控车削典型操作示例的内容，作为培训数控车削加工的教学资料也是完整和实用的。写到这里我想说的是，拿到本书的读者，你可以根据自己的数控技术水平迅速地知道自己该阅读哪些内容。当然，如果你觉得以上说的东西理解不是很透彻的话，也许你必须按照本书的编排内容全部地阅读与练习。最后，想说明的是本书编写的初衷是面向数控车床的操作，在编程技巧与程序结构方面叙述的不是很多。读者要想提高编程水平还需参阅相关书籍。

本书内容的编排适合于从事数控机床编程与操作的技术人员使用。对于刚刚跨出校门，从事数控技术工作的毕业生而言，本书又是一本迅速补充实践知识，提升数控机床编程与操作能力的指导书。

本书在编写过程中得到了南昌航空大学科技处、教务处和航空制造工程学院等部门领导的关心和支持，得到航空制造工程学院数控技术实验室和工程训练中心数控教学部等部门相关老师的指导和帮助，在此表示衷心的感谢！

感谢书后所列参考文献中作者资料的帮助，以及未能囊括进入参考文献的参考资料

的作者。他们的资料为本书的编写提供了极大的帮助。

本书内容虽经反复推敲，但因时间仓促，加上编者水平所限，书中难免存在不足和疏漏之处，敬请广大读者批评指正。

作者电子邮箱：wgchen0113@126.com。

作　者

目　录

前言

第 1 章　数控车床基础知识 …… 1

1.1　数控车床的结构、组成与工作原理 …… 1

1.1.1　数控车床的分类 …… 1

1.1.2　数控车床的结构与组成 …… 3

1.1.3　数控车床的工作原理 …… 6

1.2　数控车削刀具工作部分结构分析 …… 7

1.2.1　数控车削刀具工作部分的基本概念与结构 …… 7

1.2.2　典型车削刀具工作部分的标注角度及结构分析 …… 11

1.3　数控车床的坐标轴与坐标系 …… 12

1.3.1　标准坐标系 …… 12

1.3.2　坐标轴及方向 …… 13

1.3.3　机床坐标系与机床参考点 …… 13

1.3.4　工件坐标系 …… 14

1.4　FANUC 0i mate-TC 数控系统指令表 … 15

1.4.1　G 指令 …… 15

1.4.2　M 指令 …… 18

1.4.3　T 指令 …… 19

1.4.4　S 指令 …… 19

1.5　数控车削加工程序的结构图解与构成分析 …… 20

1.5.1　数控车削加工程序的格式分析 … 20

1.5.2　数控车削程序段的一般格式 …… 20

1.6　数控车削基本编程指令图解与分析 … 21

1.6.1　坐标系指令 …… 21

1.6.2　坐标值与尺寸 …… 23

1.6.3　插补功能指令 …… 25

1.6.4　进给功能 …… 30

1.6.5　主轴速度功能指令 …… 32

1.6.6　参考点指令 …… 33

1.6.7　刀具偏置(补偿) …… 34

1.6.8　刀尖圆弧半径补偿指令(G40/G41/G42) …… 37

1.6.9　子程序及子程序调用指令(M98/M99) …… 42

1.6.10　跳过任选程序段 …… 43

1.7　数控车削固定循环指令图解与分析 … 44

1.7.1　简单固定循环指令 …… 44

1.7.2　复合固定循环指令 …… 49

第 2 章　数控车削加工工艺 …… 59

2.1　加工顺序的分析与确定 …… 59

2.1.1　数控车削的特点 …… 59

2.1.2　加工方案的分析与确定 …… 59

2.1.3　工序划分的原则与方法 …… 60

2.1.4　工序划分的注意事项 …… 61

2.2　加工路线的分析与确定 …… 61

2.2.1　加工路径的划分原则 …… 61

2.2.2　加工路径的划分图例 …… 62

2.3　工件的装夹方式分析与确定 …… 65

2.4　数控车削刀具的结构分析与选择 …… 69

2.4.1　车床刀具的结构类型 …… 69

2.4.2　机夹可转位车刀 …… 70

2.4.3　可转位刀片型号表示规则 …… 72

2.4.4　机夹式车刀的结构类型和特点 … 73

2.5　数控车削切削用量的选择 …… 77

第 3 章　数控车床的基本操作 …… 82

3.1　机床数控系统操作面板的组成 …… 82

3.2　CKA6150 型卧式数控车床操作面板介绍 …… 86

3.3　数控车床的操作要点 …… 91

3.3.1　开机与关机 …… 91

3.3.2　手动返回参考点 …… 91

3.3.3　手动进给、增量进给与手轮操作 …… 92

3.3.4　机床的急停与超程处理 …… 95

3.3.5　数控车床的手动选刀与主轴手动启动 …… 96

3.4　数控车床的自动方式 …… 97

3.4.1 存储器运行 …… 97
3.4.2 MDI 运行 …… 99
3.4.3 DNC 运行 …… 100
3.4.4 存储卡(CF 卡)DNC 运行…… 100
3.5 程序的试运行 …… 102
3.5.1 机床锁住运行 …… 102
3.5.2 机床空运行…… 103
3.5.3 程序单段运行 …… 104
3.5.4 进给速度倍率与快速移动速度调整 …… 105
3.5.5 程序的跳选与选择停 …… 106
3.6 数控程序的输入与输出 …… 108
3.6.1 数控程序的输入与输出方法 … 108
3.6.2 数控程序的检索、建立与删除 …… 109
3.6.3 数控程序的输入 …… 112
3.6.4 数控程序的编辑 …… 113
3.6.5 数控程序的编辑功能扩展 …… 121
3.6.6 程序的后台编辑 …… 132
3.6.7 RS232 通信传输程序输入 …… 134
3.6.8 存储卡程序传输输入 …… 134
3.7 功能键 POS 显示的画面 …… 137
3.7.1 绝对坐标系位置显示 …… 137
3.7.2 相对坐标系位置显示 …… 140
3.7.3 综合位置坐标显示 …… 142
3.7.4 功能键 POS 显示画面的其他功能 …… 143
3.8 功能键 PROG 显示的画面 …… 145
3.8.1 程序内容显示画面 …… 145
3.8.2 程序检查画面 …… 145
3.8.3 当前程序段显示画面 …… 147
3.8.4 下一个程序段显示画面 …… 147
3.8.5 MDI 操作的程序画面 …… 148
3.9 EDIT 方式下按功能键 PROG 显示的画面 …… 149
3.9.1 显示使用的内存和程序清单 … 149
3.9.2 显示指定组的程序清单 …… 150
3.10 功能键 OFS/SET 显示的画面…… 151
3.10.1 刀具偏置量的显示与设定 …… 151
3.10.2 工件坐标系的显示与设定 …… 161
3.10.3 显示和输入设定数据 …… 165
3.10.4 顺序号的比较和停止 …… 167
3.11 功能键 SYSTEM 显示的画面 …… 168
3.11.1 系统参数的显示与设定 …… 168
3.11.2 显示和设定螺距误差补偿数据 …… 170
3.12 功能键 MESSAGE 显示的画面 …… 172
3.12.1 外部操作信息履历显示 …… 172
3.12.2 报警信息的显示 …… 173
3.12.3 报警履历的显示 …… 174
3.13 功能键 CSTM/GR 及图形显示功能…… 175
3.13.1 图形显示的基本知识 …… 175
3.13.2 图形显示的操作步骤 …… 177
3.13.3 图形显示的缩放操作 …… 178
3.14 帮助键 HELP 及其显示画面 …… 179
3.14.1 概述及帮助功能组织结构 …… 179
3.14.2 报警的详细信息查询 …… 179
3.14.3 操作方法的查询 …… 182
3.14.4 参数表查询 …… 183
3.15 清屏功能 …… 184
第 4 章 计算机辅助编程(CAM)基础 …… 185
4.1 Master CAM 功能简介 …… 185
4.2 Master CAM 数控车削编程 …… 205
4.2.1 编程的一般流程 …… 205
4.2.2 编程举例 …… 205
4.3 Master CAM 数控车削编程方法 …… 210
4.3.1 基本参数的设置与操作 …… 210
4.3.2 Master CAM 数控车削编程——粗车编程 …… 211
4.3.3 Master CAM 数控车削编程——精车编程 …… 215
4.3.4 Master CAM 数控车削编程——径向车削编程 …… 221
4.3.5 Master CAM 数控车削编程——车端面编程…… 223
4.3.6 Master CAM 数控车削编程——车螺纹编程…… 232
4.3.7 Master CAM 数控车削编程——

切断编程 …… 238
4.3.8 Master CAM 数控车削编程——综合编程练习示例 …… 242
4.4 Master CAM 软件自动生成程序的结构分析与修改 …… 243
第 5 章 数控车床的典型操作示例分析 …… 253
5.1 数控车削加工工件坐标系的设定方法 …… 253
5.1.1 工件坐标系设定方法回顾 …… 253
5.1.2 工件坐标系设定示例 …… 253
5.1.3 工件坐标系设定综合实训 …… 257
5.2 刀具指令及刀具偏置程序示例 …… 258
5.2.1 几何偏置对刀程序示例与分析 …… 258
5.2.2 标准刀对刀程序示例与分析 … 265
5.2.3 刀尖圆弧半径补偿分析与数据设定 …… 274
5.2.4 刀具偏置功能对工件加工尺寸的调整与控制 …… 281
5.2.5 刀具偏置补偿使用时的注意事项 …… 289
5.2.6 多刀加工实训 …… 290
5.3 数控程序的手工输入与存储器运行 …… 293
5.3.1 程序的手工输入与存储器运行基础 …… 293
5.3.2 固定循环指令的程序示例 …… 295
5.4 数控车床的程序传输与 DNC(计算机辅助编程及应用) …… 308
5.4.1 RS232 通信参数的设定 …… 308
5.4.2 RS232 通信口数控程序传输与试运行 …… 309
5.4.3 存储卡通信参数的设定及其程序的传输和试运行 …… 311
5.4.4 CF 卡的 DNC 加工示例 …… 313
5.5 计算机辅助编程与加工示例 …… 314
5.5.1 计算机辅助编程与程序修改 … 314
5.5.2 计算机辅助编程与存储卡 DNC 加工实训 …… 319
参考文献 …… 320

第 1 章　数控车床基础知识

数控机床是指采用数控技术进行控制的机床。

NC 是英文 Numerical Control 的缩写，其直译为数控，但也可广义地理解为数控技术。NC 是数控技术出现时提出的，现在一般将其指定为早期的以硬件逻辑电路构成的数控系统。

CNC 是英文 Computer Numerical Control 的缩写，直译为计算机数控技术。随着计算机技术的发展，近年来的数控机床几乎均是采用软件程序代替硬件逻辑电路构成的数控系统，即 CNC 系统。

如果粗略的理解，NC 和 CNC 的含义基本相同。

1.1　数控车床的结构、组成与工作原理

数控车床是数控机床家族中重要的金属切削机床之一，广泛用于回转体类零件的加工，包括车外圆、车内孔、车端面、切断、车槽、钻中心孔、铰孔、锪孔、车螺纹、车锥面、车成形表面、滚花等，如图 1-1 所示。

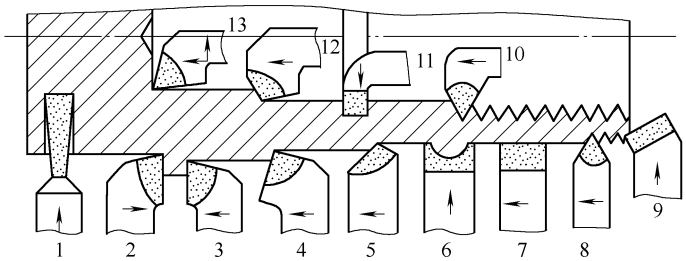


图 1-1　车削加工的种类

1—切断　2、3—车轴肩　4、5、7—车外圆　6—车成形表面
8、10—车螺纹　9—车端面　11—车槽　12、13—车内孔

1.1.1　数控车床的分类

数控车床种类繁多，规格不一。其分类方法主要有以下几种。

1. 按数控车床的主轴位置分类

（1）卧式数控车床　其主轴轴线水平布置，分为平床身和斜床身两种，如图 1-2 所示。

（2）立式数控车床　其主轴轴线垂直布置，如图 1-3 所示。主轴端面有一个很大的圆形工作台用于装夹工件，主要用于加工径向尺寸大、轴向尺寸相对较小的工件。

2. 按数控车床的功能分类

（1）经济性数控车床　又称简易型数控车床，一般指对普通车床进行数控化改造后的车床。其进给控制一般采用步进电动机驱动的开环伺服控制方式，数控系统多采用单片机为主体构造而成。近年来，这种形式的数控车床已不多见。



a)　　b)

图 1-2　卧式数控车床

a）平床身　b）斜床身

（2）普通型数控车床　这是根据车削加工的要求和特点而专门设计的数控车床，其控制系统多选取功能齐备的通用数控系统，进给控制一般选取伺服电动机驱动的闭环或半闭环控制方式，可完成图 1-1 所示各种表面的加工，并具有主轴无级调速、刀具半径补偿、恒线速度控制、固定循环、宏程序等先进功能。普通数控车床一般控制两个坐标轴，即 X 和 Z 轴。

（3）数控车削加工中心　数控车削中心的主体仍然是数控车床，但相对于普通数控车床而言，其增加了 C 轴和动力刀架，刀架上的刀位数量也更多，甚至还带有刀库和机械手等。数控车削中心控制的坐标轴一般为三个轴，包括 X、Z 和 C 轴。其加工功能大大增强，除可进行车削加工外，还可以进行径向和轴向铣削、曲面铣削、中心线不在零件回转中心的孔和径向孔的钻削等加工。数控车削加工中心一般均采取斜床身结构。图 1-4 所示为数控车削加工中心加工案例。



图 1-3　立式数控车床

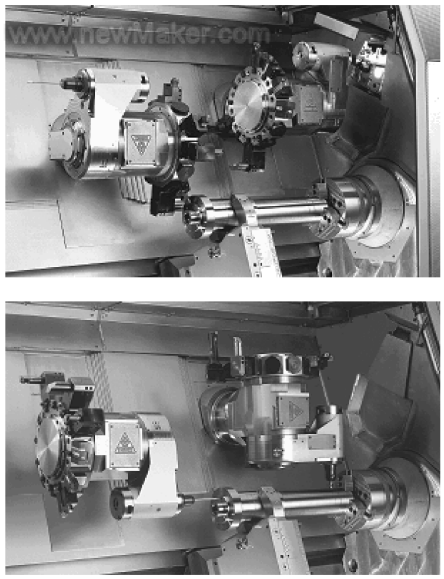


图 1-4　数控车削加工中心加工案例

3. 其他形式的数控车床

除上面常见的数控车床外，还有一些其他形式的数控车床，如双刀架数控车床、双主轴数控车床等。此外，还有按特殊要求或专门工艺设计的数控车床，如螺纹数控车床、活塞数控车床、曲轴数控车床等。

1.1.2　数控车床的结构与组成

数控车床与普通车床相比，在结构上仍然是由主轴箱、刀架、进给传动系统、床身、冷却系统、润滑系统和液压系统等组成，并增加了数控系统(CNC)。

1. 数控车床的组成

数控车床是指采用数控技术进行控制的机床，数控车床包括数控系统与机床本体两大部分，如图 1-5 所示。

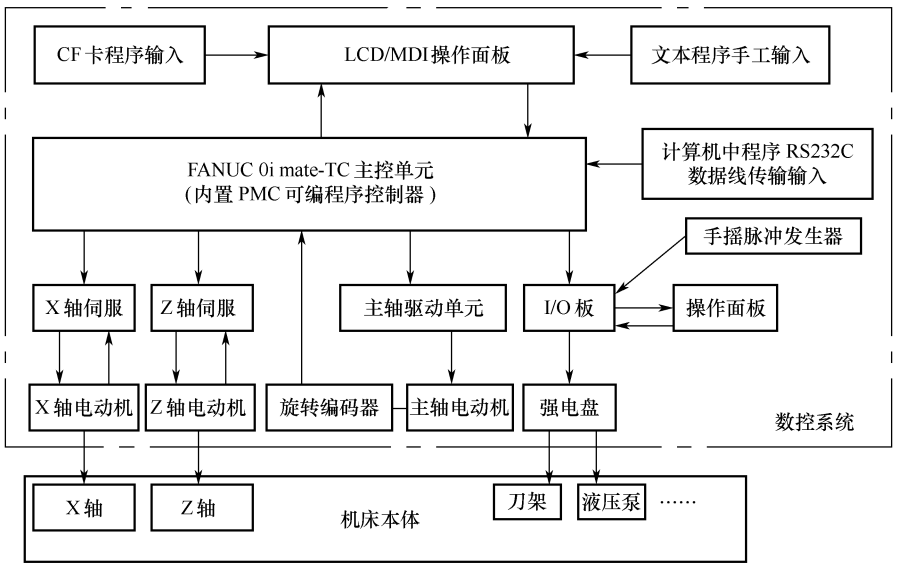


图 1-5　数控车床

FANUC 0i 系列数控系统主控单元中内置了 PMC(可编程序控制器)，PMC 主要用于机床上开关量的控制。数控程序的输入方法有三种——手工输入、CF 卡输入和数据线传输输入。主轴驱动有伺服驱动与变频器驱动两种，主轴电动机联动一个旋转编码器反馈给主控单元。进给轴的反馈有半闭环与闭环两种。

2. 数控车床的结构

图 1-2a 所示是大连机床厂生产的 CKA6150 型数控车床。该数控车床为两坐标连续控制的卧式车床，选配了典型的 FANUC 0i mate-TC 数控系统(根据用户的要求也可选用其他数控系统)。该机床的纵(Z)、横(X)向运动轴控制采用由伺服电动机驱动、精密滚珠丝杠副和高刚性精密复合轴承传动以及高分辨率位置检测元件(脉冲编码器)构成的半闭环 CNC 控制系统。导轨副采用国际流行的高频感应淬火(硬轨)加“贴塑”工艺制成，各运动轴响应快、精度高、寿命长。主轴转速控制可采用手动换档变频型(手动三档,档内无级调速)及自动换档变频型(自动三档,档内无级调速)控制。配有集中润滑器对滚珠丝杠及导轨结合面进行强制自动润滑。采用内喷淋式不抬起刀架冷却，更有利于提高工件表面质量及防止切削液飞

溅。机床标准配置采用立式四工位刀架。可根据要求配置手动、气动、液压卡盘或手动、气动、液压尾座等。其主要技术参数见表 1-1。

表 1-1　CKA6150 型数控车床主要技术参数

最大工件回转直径/mm	500
最大工件长度/mm	750、1000、1500、2000
主轴通孔直径/mm	48
主轴转速范围/(r/min)	手动三档变频型(手动换档或档内无级变速)，低档：7～135；中档：30～550；高档：110～2200
X 向(横向)快速移动速度/(mm/min)	6000
Z 向(纵向)快速移动速度/(mm/min)	10000
切削进给量范围/(mm/r)	0.01～500
自动回转刀架工位数	4/6(可选)
定位精度/mm	横向(X)0.03；纵向(Z)0.04
重复定位精度/mm	横向(X)0.012；纵向(Z)0.016
工件加工公差等级	IT6～IT7
工件表面粗糙度 *Ra*/μm	1.6
主电动机功率/kW	6.5
机床外形尺寸(长×宽×高)/mm	2830×1750×1620(1000 型)

数控车床根据床身和导轨的布置形式不同有平床身、斜床身、平床身斜滑块和立式床身四种，如图 1-6 所示。

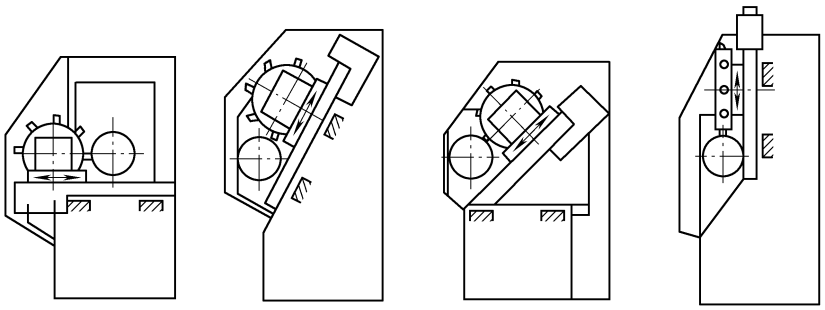


图 1-6　数控车床的形式

a）平床身　b）斜床身　c）平床身斜滑块　d）立式床身

刀架是数控车床的重要组成部分，刀架是用于夹持切削刀具的，因此其结构直接影响机床的切削性能和切削效率。常见的数控车床有四工位刀架、六工位刀架、排式刀架、回转式刀架以及动力刀架等，如图 1-7 所示。

数控车床的主轴有手动有级调速、手动换档无级调速(手动有级换档,档内无级调速)及无级调速三种形式。手动有级调速一般用于普通车床数控化改造后的经济型数控车床。数控车床的主轴一般设置了一个同步带连接主轴旋转编码器，用于检测主轴的运动信号，实现主轴调速的数字反馈，也可用于进给运动的精确控制，实现车螺纹时主轴转速与刀架移动之间

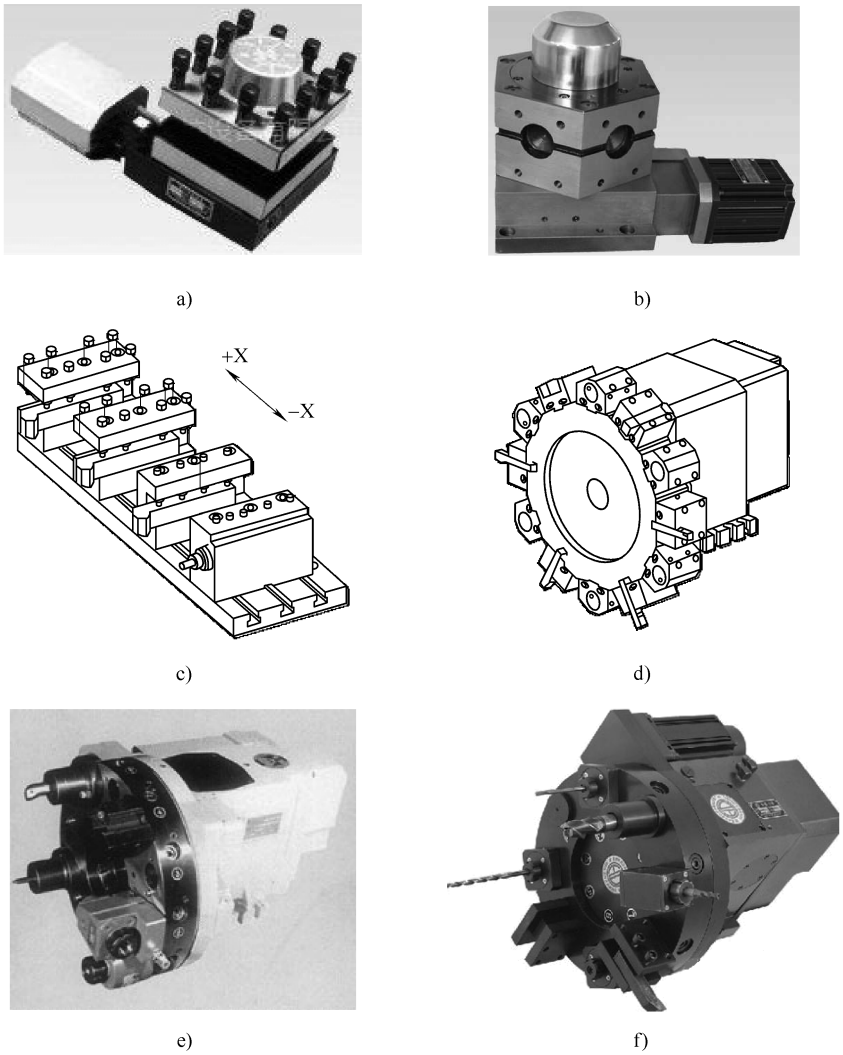


图 1-7　刀架的种类

a）四工位刀架　b）六工位刀架　c）排式刀架　d）回转式刀架　e）、f）动力刀架

的精确运动关系。数控车床的主轴根据需要可配备液压卡盘，实现自动化程度较高的工件夹紧与松开的动作。

数控车床的进给传动系统是控制 X、Z 坐标轴精确移动的主要组成部分，其与普通车床相比有很大的不同。数控车床的进给系统每一坐标轴有一个伺服电动机，通过高精度的滚珠丝杠-螺母传动副将旋转运动转化为刀架的直线运动。普通数控车床的进给系统一般采取闭环与半闭环控制方式，如图 1-8 所示。对于采用半闭环控制的进给系统，机床开机启动后必须执行返回坐标参考点操作。

数控车床的润滑系统主要包括机床导轨、传动齿轮、滚珠丝杠和主轴箱等的润滑。其形式有电动间歇润滑泵和定量式集中润滑泵等。其中电动间歇润滑泵使用较多，其自动润滑时间和每次泵油量可根据需要进行调整或用参数设定。图 1-9 所示为机床进给系统常用的润滑泵，对于自动化程度高的数控车床多采用电动润滑泵。

排屑系统也是数控车床上常常选配的装置之一。由于在数控机床的切屑中往往混合着切

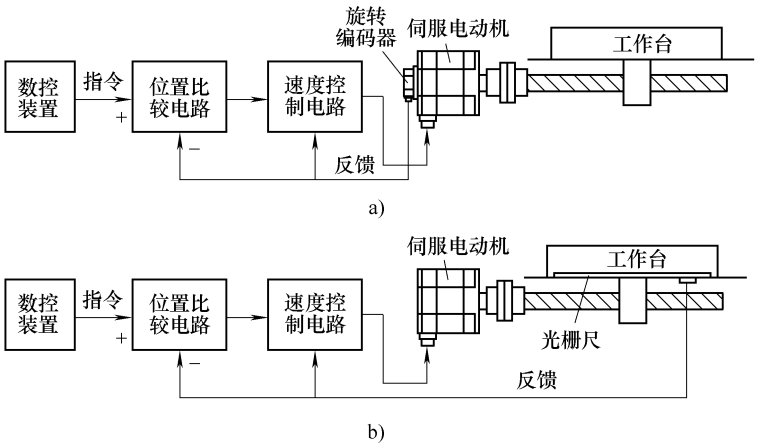


图 1-8　数控车床进给传动控制系统

a）半闭环控制　b）闭环控制

削液，排屑装置应从其中分离出切屑，并将它们送入切屑收集箱内，而切削液则被回收到切削液箱。常见的排屑装置有平板链式、刮板式、螺旋式，如图 1-10所示。

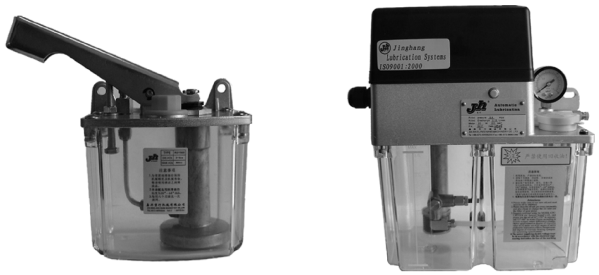


图 1-9　机床进给系统润滑泵

a）手动型　b）电动间隙型

1.1.3　数控车床的工作原理

数控车床通过对数控程序的读入与处理，然后驱动主轴旋转、进给轴移动以及切削液开关等，对工件进行预定的加工。数控车床加工的工作流程如图 1-11 所示。

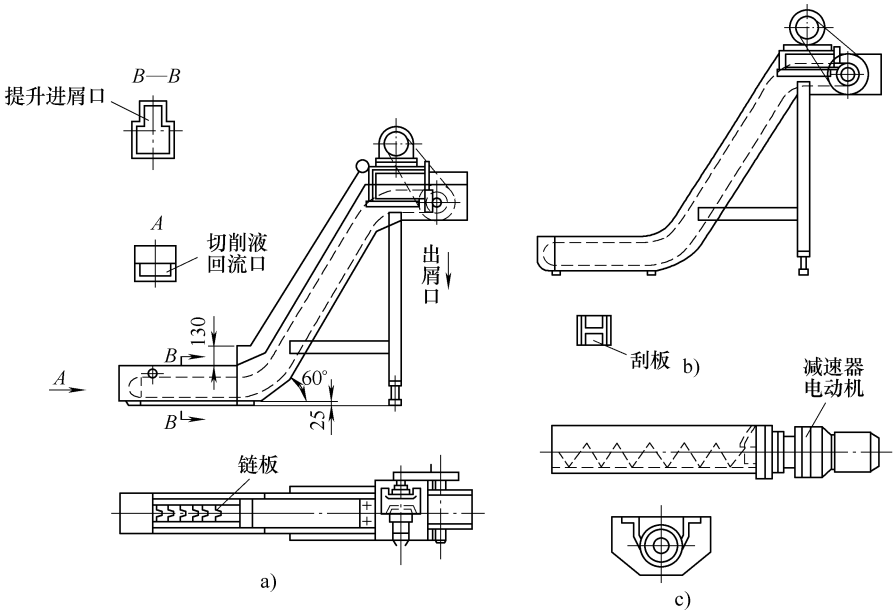


图 1-10　数控车床的排屑装置

a）平板链式　b）刮板式　c）螺旋式

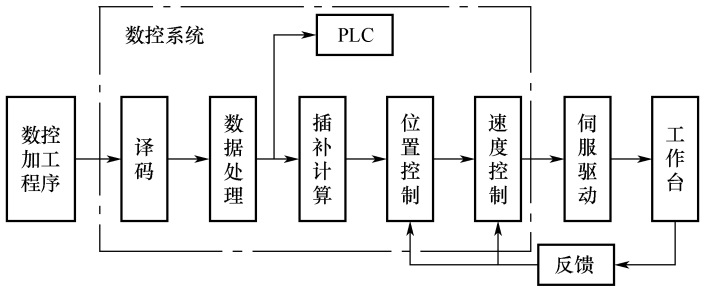


图 1-11　数控车床加工的工作流程

（1）加工程序等输入　将工件加工程序以及补偿数据等通过键盘、通信传输和在线加工等方式输入机床的数控系统中。

（2）译码　数控系统通过译码程序来识别输入的内容，将加工程序翻译成计算机内部能够识别的信息。

（3）数据处理　数据处理就是处理译码信息。数控系统的数据处理部分一般设置有若干个缓冲区，每读入一个程序段，先对其进行译码处理，然后将译码处理的数据存入一个缓冲区，同时继续读入下一个程序段，以此类推。译码数据处理包括刀补处理、速度预处理、控制机床顺序逻辑动作的开关量信号等。

（4）PLC 控制　接收经数据处理后控制机床顺序逻辑动作的开关量信号，并用于控制各种辅助功能(M 功能)、主轴速度(S 功能)、选刀功能(T 功能)等。

（5）插补计算　接收经数据处理后控制机床切削运动的信息，并进行插补处理。插补处理就是依据插补原理，以给定的走刀轨迹类型(如直线、圆弧)及其特征参数(如直线的起点和终点,圆弧的起点、终点及半径)，在起点和终点之间进行数据点的密化处理，并给相应坐标轴的伺服系统进行脉冲分配。密化处理的实质就是采用一小段直线或圆弧来对实际的轮廓曲线进行拟合，以满足加工精度的要求。

（6）位置控制　对于闭环或半闭环控制系统，需要通过位置控制处理程序来计算理论指令坐标位置与工作台实际坐标位置的偏差，通过偏差信号来对伺服驱动系统进行控制。

（7）速度控制　对于闭环或半闭环控制系统，需要通过速度控制来控制工作台实际的移动速度。

（8）伺服驱动　由伺服驱动电动机和伺服驱动装置组成，它能对数控系统输出的位置和控制信号进行放大处理，并驱动工作台运动，它是数控机床的执行部分。

（9）反馈装置　这是闭环或半闭环控制所必需的一部分装置，它能将数控机床工作台的实际位置和移动速度反馈给数控系统，对工作台的位置误差和移动速度误差进行修正，实现高精度的控制。

1.2　数控车削刀具工作部分结构分析

1.2.1　数控车削刀具工作部分的基本概念与结构

1. 车削加工的基本运动和加工表面

以图 1-12 所示的外圆车削为例，工件的旋转运动和刀具的进给运动共同作用完成了外

圆的车削加工。

基本运动：

（1）主运动　工件旋转运动是外圆车削的基本运动，其消耗的功率最大。主运动转速用 n 表示，单位为 r/s 或 r/min，车削加工常用 r/min。

（2）进给运动　刀具的连续移动是刀具连续去除材料的保证，其消耗的功率远小于主运动。

切削表面：

（1）已加工表面　切削后在工件上形成的新表面，加工过程中逐渐扩大。

（2）待加工表面　工件上待切除切削层的表面，加工过程中逐渐缩小。

（3）过渡表面　切削刃正切削的表面，位于已加工表面与待加工表面之间，加工过程中不断变化。

2. 切削用量

切削用量是指切削速度、进给量和背吃刀量三个加工参数的总称，所以又称切削用量三要素，如图 1-13 所示。

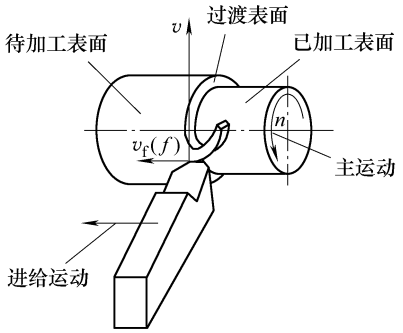


图 1-12　外圆车削切削运动与切削表面

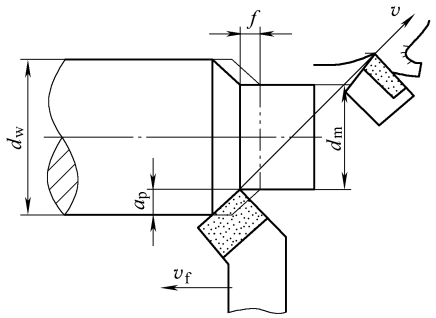


图 1-13　切削用量三要素

1）切削速度是切削刃上选定点的线速度，用 v 表示，单位为 m/min。

$$v = \frac{\pi dn}{1000}$$

2）进给量有每分钟进给量 v_f(mm/min)与每转进给量 f(mm/r)两种，两者关系为

$$v_f = nf$$

3）背吃刀量是已加工表面与待加工表面的垂直距离，用 a_p 表示，单位为 mm。

$$a_p = \frac{d_w - d_m}{2}$$

3. 车刀切削部分的几何要素

所有的车削刀具都是由刀柄(刀体)和刀头(刀齿)组成，如图 1-14 所示。刀柄(刀体)用于夹持刀具，刀头或刀齿构成刀具的切削部分，承担着切削的工作。所谓几何要素即构成几何体的点、线、面。

刀具切削部分的几何要素可归纳为三个刀面、两条切削刃和一个刀尖，具体如下。

（1）前刀面 A_γ　切屑流出的表面。

（2）主后刀面 A_α　与过渡表面相对的表面。