

数控编程100例丛书

第2版

数控手工编程

陈艳红 主编

100例

- 详细讲解手工编程的方法与技巧。
- 涉及数控车床、数控铣床（加工中心）、数控电火花线切割机床。

数控编程 100 例丛书

数控手工编程 100 例

第 2 版

主 编 陈艳红

副主编 吴长有 刘自范

参 编 李自鹏 齐红卫

主 审 刘德平

机械工业出版社

本书以国内外主流的 FANUC 系统、SIEMENS 系统为平台,以典型零件的数控编程与加工为主线,精选 100 个实例,由浅入深、循序渐进地介绍数控机床手工编程的方法与技巧,语言简洁,层次清晰。全书共分三篇 8 章,第 1 篇(第 1~3 章)介绍数控车床编程基础知识与编程实例,第 2 篇(第 4~6 章)介绍数控铣床(加工中心)编程基础知识与编程实例,第 3 篇(第 7、8 章)介绍数控电火花线切割机床编程基础知识与编程实例。

本书可作为生产一线从事数控机床应用的工程技术人员的参考用书和继续教育书籍,也可作为高等院校、高职高专、中职中专相关专业的实训教材。

图书在版编目(CIP)数据

数控手工编程 100 例/陈艳红主编. —2 版. —北京:机械工业出版社,2014.8
(数控编程 100 例丛书)

ISBN 978-7-111-47245-2

I. ①数… II. ①陈… III. ①数控机床—程序设计 IV. ①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 147193 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:周国萍 责任编辑:周国萍

版式设计:霍永明 责任校对:肖琳

封面设计:马精明 责任印制:乔宇

唐山丰电印务有限公司印刷

2014 年 9 月第 2 版第 1 次印刷

184mm×260mm·19.25 印张·463 千字

0 001—3000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-47245-2

定价:59.00 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) 88379733

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010) 68326294

机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010) 88379649

机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

第2版前言

数控机床是制造业的加工母机和国民经济的重要基础。它为国民经济各个部门提供装备和手段, 具有较大的经济与社会效应。为提高加工效率, 改善产品质量, 完成难以加工的部件加工, 用数控设备取代传统的普通设备已成为大势所趋。随着制造业中数控设备所占的份额越来越大, 现代企业对掌握数控编程和加工技术人才的需求量越来越大。既有较强编程和数控工艺设计能力, 又有较高数控操作加工能力的数控技术高技能人才已被各制造业竞相引进。

本书根据教育部等国家部委组织实施的“职业院校制造业和现代服务业技能型紧缺人才培养培训工程”中有关数控技术应用专业领域技能型紧缺人才培养指导方案的精神, 及教育部《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》, 按照国家职业技能鉴定标准中级工(部分提高到高级工)的要求进行编写, 目的在于普及和提高数控加工技术, 推广现代制造技术的应用。通过本书100个编程实例的学习, 读者可以很快掌握数控手工编程技巧, 提高数控编程水平。

本书在第1版的基础上, 精选100个实例进行讲解, 以目前数控机床的主流操作系统——FANUC系统、SIEMENS系统为平台, 着重介绍数控车削、数控铣削(加工中心)、数控电火花线切割机床的手工编程方法及技巧。每个实例从零件加工特征分析、工件坐标系的设定、加工工艺制订到数控程序的编制, 语言简洁、层次清晰、步骤详细。

本书由陈艳红任主编, 吴长有、刘自范任副主编, 李自鹏、齐红卫参加编写。其中, 陈艳红编写第3、6章, 吴长有编写第2章, 刘自范编写第5章, 李自鹏编写第7、8章, 齐红卫编写第1、4章及附录。全书由陈艳红负责统稿, 并由郑州大学刘德平教授担任主审。

本书在编写过程中得到了有关企业和兄弟院校的支持与帮助, 并参考了有关文献资料, 在此一并表示感谢! 由于时间仓促和水平有限, 书中难免存在一些不足和疏漏之处, 敬请读者批评指正!

编 者

2014年8月

目 录

第2版前言

第1篇 数控车床编程实例.....1

第1章 数控车床编程基础.....2

1.1 数控车床概述.....2

1.1.1 数控车床的功能及特点.....2

1.1.2 数控车床的分类.....3

1.2 数控车削加工工艺基本知识.....5

1.2.1 数控车床的工件装夹.....5

1.2.2 数控车床的刀具.....6

1.2.3 数控车削加工工艺的制订.....10

1.2.4 数控车床切削用量的选择.....14

1.3 数控车床的编程要点.....16

1.3.1 数控车床的编程特点及坐标系.....16

1.3.2 对刀及设置工件原点的方法.....17

1.3.3 刀具补偿及参数的设定.....19

第2章 FANUC 数控车床编程实例.....23

2.1 阶梯轴类零件编程加工(4例).....23

2.1.1 实例1——阶梯轴类零件 编程加工(一).....23

2.1.2 实例2——阶梯轴类零件 编程加工(二).....25

2.1.3 实例3——阶梯轴类零件 编程加工(三).....27

2.1.4 实例4——阶梯轴类零件 编程加工(四).....29

2.2 成形面类零件编程加工(2例).....31

2.2.1 实例5——成形面类零件 编程加工(一).....31

2.2.2 实例6——成形面类零件 编程加工(二).....34

2.3 槽类零件编程加工(2例).....35

2.3.1 实例7——槽类零件 编程加工(一).....35

2.3.2 实例8——槽类零件 编程加工(二).....36

2.4 螺纹类零件编程加工(3例).....39

2.4.1 实例9——螺纹类零件 编程加工(一).....39

2.4.2 实例10——螺纹类零件 编程加工(二).....41

2.4.3 实例11——螺纹类零件 编程加工(三).....44

2.5 盘套类零件编程加工(3例).....46

2.5.1 实例12——盘套类零件 编程加工(一).....46

2.5.2 实例13——盘套类零件 编程加工(二).....48

2.5.3 实例14——盘套类零件 编程加工(三).....51

2.6 非圆曲线类零件编程加工(2例).....53

2.6.1 实例15——非圆曲线类零件 编程加工(一).....53

2.6.2 实例16——非圆曲线类零件 编程加工(二).....56

2.7 综合类零件编程加工(4例).....59

2.7.1 实例17——综合类零件 编程加工(一).....59

2.7.2 实例18——综合类零件 编程加工(二).....61

2.7.3 实例19——综合类零件 编程加工(三).....65

2.7.4 实例20——综合类零件 编程加工(四).....69

2.8 配合类零件编程加工(2例).....71

2.8.1 实例21——配合类零件 编程加工(一).....71

2.8.2 实例22——配合类零件 编程加工(二).....74

第3章 SIEMENS 数控车床编程实例.....80

3.1 阶梯轴类零件编程加工(4例).....80

3.1.1 实例23——阶梯轴类零件

编程加工 (一)	80	编程加工 (二)	116
3.1.2 实例 24——阶梯轴类零件		3.7.3 实例 41——综合类零件	
编程加工 (二)	81	编程加工 (三)	118
3.1.3 实例 25——阶梯轴类零件		3.7.4 实例 42——综合类零件	
编程加工 (三)	83	编程加工 (四)	120
3.1.4 实例 26——阶梯轴类零件		3.8 配合类零件编程加工 (2 例)	122
编程加工 (四)	85	3.8.1 实例 43——配合类零件	
3.2 成形面类零件编程加工 (2 例)	87	编程加工 (一)	122
3.2.1 实例 27——成形面类零件		3.8.2 实例 44——配合类零件	
编程加工 (一)	87	编程加工 (二)	128
3.2.2 实例 28——成形面类零件		第 2 篇 数控铣床 (加工中心) 编程实例	135
编程加工 (二)	90	第 4 章 数控铣床 (加工中心) 编程基础	136
3.3 槽类零件编程加工 (2 例)	92	4.1 数控铣床 (加工中心) 概述	136
3.3.1 实例 29——槽类零件		4.1.1 数控铣床 (加工中心)	
编程加工 (一)	92	的功能及特点	136
3.3.2 实例 30——槽类零件		4.1.2 数控铣床 (加工中心) 的分类	137
编程加工 (二)	93	4.2 数控铣削加工工艺基本知识	139
3.4 螺纹类零件编程加工 (3 例)	95	4.2.1 数控铣床 (加工中心) 的工件装夹	139
3.4.1 实例 31——螺纹类零件		4.2.2 数控铣床 (加工中心) 的刀具	140
编程加工 (一)	95	4.2.3 数控铣床 (加工中心)	
3.4.2 实例 32——螺纹类零件		加工工艺的制订	142
编程加工 (二)	97	4.2.4 数控铣削切削用量的选择	146
3.4.3 实例 33——螺纹类零件		4.3 数控铣床 (加工中心) 的编程要点	147
编程加工 (三)	98	4.3.1 数控铣床 (加工中心) 的编程	
3.5 盘套类零件编程加工 (3 例)	100	特点及坐标系	147
3.5.1 实例 34——盘套类零件		4.3.2 对刀及设置工件原点的方法	148
编程加工 (一)	100	4.3.3 刀具补偿及参数的设定	151
3.5.2 实例 35——盘套类零件		第 5 章 FANUC 数控铣床 (加工中心)	
编程加工 (二)	102	编程实例	154
3.5.3 实例 36——盘套类零件		5.1 平面图形类零件编程加工 (1 例)	
编程加工 (三)	103	实例 45——平面图形类零件编程加工	154
3.6 非圆曲线类零件编程加工 (2 例)	106	5.2 轮廓类零件编程加工 (3 例)	156
3.6.1 实例 37——非圆曲线类零件		5.2.1 实例 46——轮廓类零件	
编程加工 (一)	106	编程加工 (一)	156
3.6.2 实例 38——非圆曲线类零件		5.2.2 实例 47——轮廓类零件	
编程加工 (二)	110	编程加工 (二)	158
3.7 综合类零件编程加工 (4 例)	114	5.2.3 实例 48——轮廓类零件	
3.7.1 实例 39——综合类零件		编程加工 (三)	160
编程加工 (一)	114	5.3 槽类零件编程加工 (4 例)	162
3.7.2 实例 40——综合类零件			

5.3.1 实例 49——槽类零件	
编程加工（一）	162
5.3.2 实例 50——槽类零件	
编程加工（二）	163
5.3.3 实例 51——槽类零件	
编程加工（三）	165
5.3.4 实例 52——槽类零件	
编程加工（四）	167
5.4 孔系编程加工（4 例）	169
5.4.1 实例 53——孔系编程加工（一）	169
5.4.2 实例 54——孔系编程加工（二）	171
5.4.3 实例 55——孔系编程加工（三）	173
5.4.4 实例 56——孔系编程加工（四）	174
5.5 型腔类零件编程加工（2 例）	176
5.5.1 实例 57——型腔类零件编程加工（一）	176
5.5.2 实例 58——型腔类零件编程加工（二）	179
5.6 曲面类零件编程加工（2 例）	181
5.6.1 实例 59——曲面类零件编程加工（一）	181
5.6.2 实例 60——曲面类零件编程加工（二）	183
5.7 综合类零件编程加工（4 例）	184
5.7.1 实例 61——综合类零件编程加工（一）	184
5.7.2 实例 62——综合类零件编程加工（二）	187
5.7.3 实例 63——综合类零件编程加工（三）	190
5.7.4 实例 64——综合类零件编程加工（四）	193
5.8 配合类零件编程加工（2 例）	196
5.8.1 实例 65——配合类零件编程加工（一）	196
5.8.2 实例 66——配合类零件	

编程加工（二）	200
---------	-----

第 6 章 SIEMENS 数控铣床（加工中心）编程实例

6.1 平面图形类零件编程加工（1 例）	209
实例 67——平面图形类零件编程加工	209
6.2 轮廓类零件编程加工（3 例）	211
6.2.1 实例 68——轮廓类零件编程加工（一）	211
6.2.2 实例 69——轮廓类零件编程加工（二）	215
6.2.3 实例 70——轮廓类零件编程加工（三）	216
6.3 槽类零件编程加工（4 例）	218
6.3.1 实例 71——槽类零件编程加工（一）	218
6.3.2 实例 72——槽类零件编程加工（二）	221
6.3.3 实例 73——槽类零件编程加工（三）	223
6.3.4 实例 74——槽类零件编程加工（四）	224
6.4 孔系编程加工（4 例）	226
6.4.1 实例 75——孔系编程加工（一）	226
6.4.2 实例 76——孔系编程加工（二）	228
6.4.3 实例 77——孔系编程加工（三）	230
6.4.4 实例 78——孔系编程加工（四）	232
6.5 型腔类零件编程加工（2 例）	235
6.5.1 实例 79——型腔类零件编程加工（一）	235
6.5.2 实例 80——型腔类零件编程加工（二）	237
6.6 曲面类零件编程加工（2 例）	241
6.6.1 实例 81——曲面类零件编程加工（一）	241
6.6.2 实例 82——曲面类零件编程加工（二）	243

6.7 综合类零件编程加工 (4 例)	245	7.2 数控电火花线切割加工工艺基本知识	271
6.7.1 实例 83——综合类零件		7.2.1 工件的装夹与调整	271
编程加工 (一)	245	7.2.2 数控电火花线切割加工工艺	272
6.7.2 实例 84——综合类零件		7.3 数控电火花线切割机床编程要点	274
编程加工 (二)	248	第 8 章 数控电火花线切割机床	
6.7.3 实例 85——综合类零件		编程实例	277
编程加工 (三)	251	8.1 3B 代码编程 (3 例)	277
6.7.4 实例 86——综合类零件		8.1.1 实例 89——3B 代码编程 (一)	277
编程加工 (四)	254	8.1.2 实例 90——3B 代码编程 (二)	278
6.8 配合类零件编程加工 (2 例)	258	8.1.3 实例 91——3B 代码编程 (三)	280
6.8.1 实例 87——配合类零件		8.2 ISO 代码编程 (9 例)	281
编程加工 (一)	258	8.2.1 实例 92——ISO 代码编程 (一)	281
6.8.2 实例 88——配合类零件		8.2.2 实例 93——ISO 代码编程 (二)	282
编程加工 (二)	261	8.2.3 实例 94——ISO 代码编程 (三)	284
第 3 篇 数控电火花线切割		8.2.4 实例 95——ISO 代码编程 (四)	285
机床编程实例	267	8.2.5 实例 96——ISO 代码编程 (五)	286
第 7 章 数控电火花线切割		8.2.6 实例 97——ISO 代码编程 (六)	289
机床编程基础	268	8.2.7 实例 98——ISO 代码编程 (七)	290
7.1 数控电火花线切割机床概述	268	8.2.8 实例 99——ISO 代码编程 (八)	291
7.1.1 数控电火花线切割加工的特点	268	8.2.9 实例 100——ISO 代码编程 (九)	293
7.1.2 数控电火花线切割机床的		附录 常用材料及刀具切削参数推荐值	295
分类与组成	269	参考文献	297

第 1 篇

数控车床编程实例

❏ 数控车床编程基础

❏ FANUC 数控车床编程实例

❏ SIEMENS 数控车床编程实例

第1章

数控车床编程基础

1.1 数控车床概述

1.1.1 数控车床的功能及特点

1. 数控车床的特点

数控车床是目前使用最广泛的数控机床之一。数控车床是由数控系统、床身、主轴、进给系统、回转刀架、操作面板和辅助系统等部分组成。数控车床是在普通车床的基础上发展而来的，数控车床加工有普通车床无法比拟的优点。

(1) 传动链短 与普通车床相比，主轴驱动不再是电动机→传送带→齿轮副机构变速，而是采用横向和纵向进给分别由两台伺服电动机驱动刀架运动完成，不再使用交换齿轮、离合器等传动部件，传动链大大缩短。

(2) 刚性高 为了与数控系统的高精度相匹配，数控机床的刚性高，以适应高精度的加工。

(3) 轻拖动 刀架移动采用滚珠丝杠副，摩擦小，移动轻便。丝杠两端的支撑是专用轴承，其压力角比普通轴承大，在出厂时便选配好；数控车床的润滑部分采用油雾自动润滑，这些措施都使数控车床移动轻便。

2. 数控车床的加工特点

数控车床主要用于加工轴类、盘类等回转体零件。通过数控加工程序的运行，可自动完成内外圆柱面、圆锥面、成形表面、螺纹和端面等工序的切削加工，并能进行车槽、钻孔、扩孔、铰孔等工作。数控车床可在一次装夹中完成更多的加工工序，提高了加工精度和生产效率，特别适合复杂形状的回转类零件的加工。图 1-1 所示为数控车床加工的典型零件。

(1) 自动化程度高 可以减轻操作者的体力劳动强度。数控加工过程是按输入的程序自动完成的，操作者只需开始时对刀、装卸工件、更换刀具，加工过程中，主要观察和监督机床运行即可。但是，由于数控车床的技术含量高，操作者的脑力劳动强度相应提高。



图 1-1 数控车床加工的典型零件

(2) 加工的零件精度高、质量稳定 数控车床的定位精度和重复定位精度都很高, 较容易保证一批零件尺寸的一致性, 只要工艺设计和程序正确合理, 加上精心操作, 就可以保证零件获得较高的加工精度, 也便于对加工过程实行质量控制。

(3) 生产效率高 数控车床加工时能在一次装夹中加工多个加工表面, 但一般只检测首件, 所以可以省去普通机床加工时的不少中间工序, 如划线、尺寸检测等, 减少了辅助时间和机动时间。由于数控加工的零件质量稳定, 会给后续工序带来方便, 其综合效率明显提高。

(4) 便于新产品开发和改型 数控加工一般不需要很多复杂的工艺装备, 通过编制加工程序就可把形状复杂、精度要求较高的零件加工出来。当产品改型、更改设计时, 只要改变程序, 而不需要重新设计工艺装备。所以, 数控加工能大大缩短产品研制周期, 为新产品的研制开发和产品的改进、改型提供了捷径。

(5) 有利于现代化管理 数控车床加工所使用的刀具和夹具可进行规范化、现代化管理。数控车床使用数字信号和标准代码作为控制信息, 易于实现加工信息的标准化, 它与计算机辅助设计和制造 (CAD/CAM) 有机地结合起来, 是现代集成制造技术的基础。

1.1.2 数控车床的分类

随着数控车床制造技术的不断发展, 形成了产品繁多、规格不一的车床, 因而也出现了几种不同的分类方法。

1. 按车床主轴位置分类

(1) 立式数控车床 立式数控车床简称数控立车, 如图 1-2 所示。其车床主轴垂直于水平面, 一个直径很大的圆形工作台用来装夹工件。这类机床主要用于加工径向尺寸大、轴向尺寸相对较小的大型复杂零件。

(2) 卧式数控车床 卧式数控车床又分为数控水平导轨卧式车床和数控倾斜导轨卧式车床。其倾斜导轨结构可以使车床具有更大的刚性, 并易于排除切屑, 如图 1-3 所示。

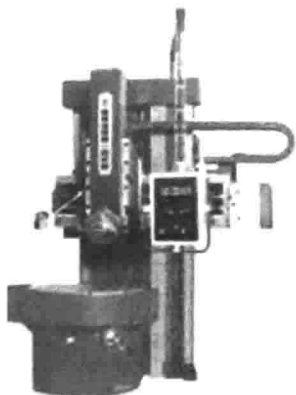


图 1-2 立式数控车床

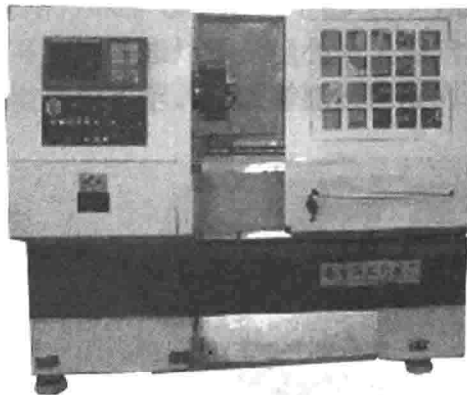


图 1-3 卧式数控车床

2. 按加工零件的基本类型分类

(1) 卡盘式数控车床 卡盘式数控车床没有尾座, 适合车削盘类 (含短轴类) 零件。夹紧方式多为电动或液动控制, 卡盘结构多具有可调卡爪或不淬火卡爪 (即软卡爪)。

(2) 顶尖式数控车床 顶尖式数控车床配有普通尾座或数控尾座, 适合车削较长的零件及直径不太大的盘类零件。

3. 按刀架数量分类

(1) 单刀架数控车床 单刀架数控车床一般都配置有各种形式的单刀架，如四工位卧式回转刀架或多工位转塔式自动转位刀架，如图 1-4 所示。

(2) 双刀架数控车床 双刀架数控车床的双刀架配置平行分布，也可以相互垂直分布，如图 1-5 所示。

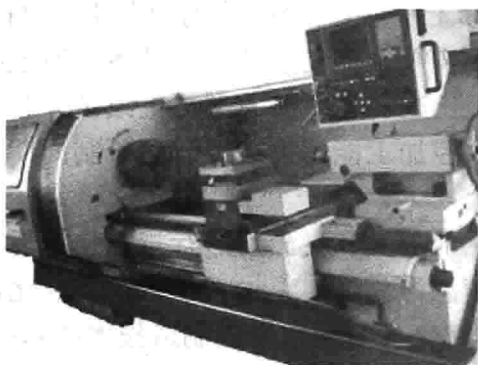


图 1-4 单刀架数控车床

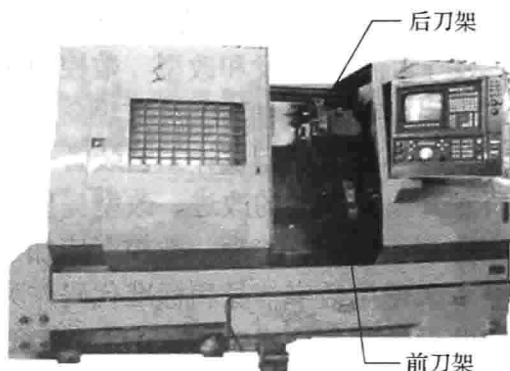


图 1-5 双刀架数控车床

4. 按功能分类

(1) 经济型数控车床 经济型数控车床一般用单板机或单片机进行控制，机械部分是在卧式车床的基础上改进设计的。它成本较低，但自动化程度和功能都比较差，车削加工精度也不高，适合要求不高的回转类零件的车削加工，如图 1-6 所示。

(2) 普通数控车床 普通数控车床是根据车削加工要求在结构上进行专门设计并配备通用数控系统而形成的数控车床。其数控系统功能强，自动化程度和加工精度也比较高，适合一般回转类零件的车削加工。这种数控车床可同时控制两个坐标轴，即 X 轴和 Z 轴。

(3) 车削加工中心 车削加工中心是在普通数控车床的基础上增加了 C 轴和动力头的更高级的数控车床，带有刀库，可控制 X 、 Z 和 C 三个坐标轴，联动控制轴可以是 (X, Z) 、 (X, C) 或 (Z, C) 。由于增加了 C 轴和铣削动力头，这种数控车床的加工功能大大增强，除了可以进行一般车削外，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。车削中心如图 1-7 所示。



图 1-6 经济型数控车床



图 1-7 车削中心

5. 按数控车床的布局分类

数控车床的布局形式与普通车床基本一致，但数控车床刀架和导轨的布局形式直接影响着数控车床的使用性能及机床结构和外观。另外，数控车床上都设有封闭的防护装置。

数控车床床身导轨与水平面的相对位置如图 1-8 所示,它有四种布局形式,如图 1-8a 所示为平床身,图 1-8b 所示为斜床身,图 1-8c 所示为平床身斜滑板,图 1-8d 所示为立床身。

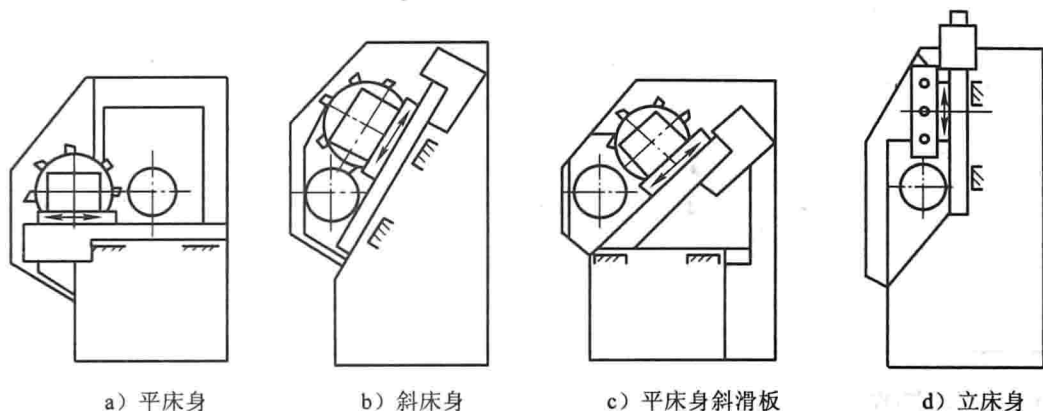


图 1-8 数控车床床身导轨与水平面的相对位置图

1) 平床身的工艺性好,便于导轨面的加工。平床身配上水平放置的刀架可提高刀架的运动精度,一般可用于大型数控车床或小型精密数控车床的布局。但是由于平床身下部空间小,故排屑困难。从结构尺寸上看,刀架水平放置使滑板横向尺寸较长,从而加大了机床宽度方向的结构尺寸。

2) 平床身配置倾斜放置的滑板,并配置倾斜式导轨防护罩,这种布局形式一方面有平床身工艺性好的特点,另一方面机床宽度方向的尺寸较水平配置滑板的小,且排屑方便。平床身配上倾斜放置的滑板和斜床身配置斜滑板的布局形式被中、小型数控车床普遍采用。这两种布局形式的特点是:排屑容易,热铁屑不会堆积在导轨上,也便于安装自动排屑器;操作方便,易于安装机械手,以实现单机自动化;机床占地面积小,外形简单、美观,容易实现封闭式防护。

3) 斜床身其导轨倾斜的角度分别为 30° 、 45° 、 60° 、 75° 和 90° (称为立床身)。若倾斜角度小,排屑不便;若倾斜角度大,导轨的导向性差,受力情况也差。导轨倾斜角度的大小还会直接影响机床外形尺寸高度与宽度的比例。综合考虑上面的因素,中小规格的数控车床其床身的倾斜角度以 60° 为宜。

1.2 数控车削加工工艺基本知识

1.2.1 数控车床的工件装夹

1. 定位基准的选择

在数控车削中,应尽量让零件在一次装夹下完成大部分甚至全部表面的加工。对于轴类零件,通常以零件自身的外圆柱面作定位基准;对于套类零件,则以内孔作定位基准。

2. 常用车削夹具和装夹方法

在数控车床上装夹工件时,应使工件相对于车床主轴轴线有一个确定的位置,并且在工件受到各种外力的作用下,仍能保持其既定位置。常用装夹方法见表 1-1。

表 1-1 数控车床常用的装夹方法

序 号	装 夹 方 法	特 点	适 用 范 围
1	自定心卡盘	夹紧力较小, 夹持工件时一般不需要找正, 装夹速度较快	适于装夹中小型圆柱形、正三角形或正六边形工件
2	单动卡盘	夹紧力较大, 装夹精度较高, 不受卡爪磨损的影响, 但夹持工件时需要找正	适于装夹形状不规则或大型的工件
3	两顶尖及鸡心夹头	用两端中心孔定位, 容易保证定位精度, 但由于顶尖细小, 装夹不够牢靠, 不宜用大的切削用量进行加工	适于装夹轴类零件
4	一夹一顶	定位精度较高, 装夹牢靠	适于装夹轴类零件
5	中心架	配合自定心卡盘或单动卡盘来装夹工件, 可以防止弯曲变形	适于装夹细长的轴类零件
6	心轴与弹簧卡头	以孔为定位基准, 用心轴装夹来加工外表面, 也可以外圆为定位基准, 采用弹簧卡头装夹来加工内表面, 工件的位置精度较高	适于装夹内外表面的位置精度要求较高的套类零件

1.2.2 数控车床的刀具

1. 数控车床刀具的分类

与普通机床加工方法相比, 数控加工对刀具提出了更高的要求: 不仅需要刚性好, 精度高, 而且要求尺寸稳定, 寿命长, 断屑和排屑性能好; 同时要求安装调整方便, 以满足数控机床高效率的要求。数控车床刀具种类繁多, 功能互不相同。根据不同的加工条件正确选择刀具是编制程序的重要环节, 因此必须对车刀的种类及特点有一个基本的了解。

(1) 根据加工用途分类 车床主要用于回转表面的加工, 如内(外)圆柱面、圆锥面、圆弧面、螺纹、切槽等切削加工。因此, 数控车床使用的刀具可分为外圆车刀、内孔车刀、螺纹车刀、切槽刀等。图 1-9 为常用车刀。

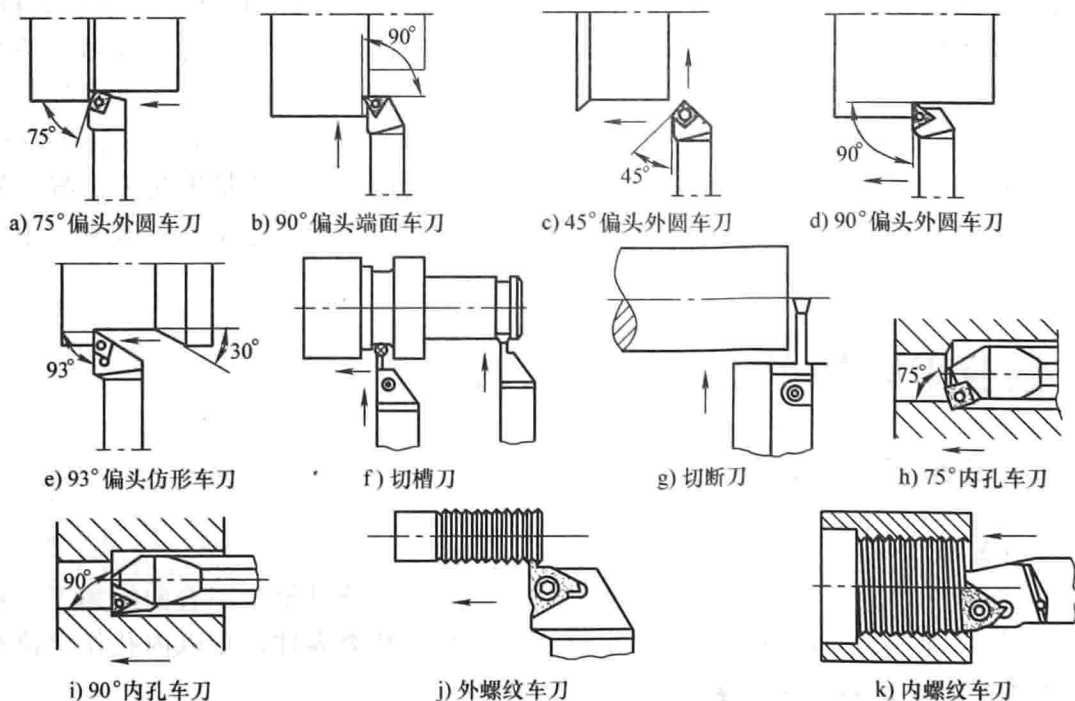


图 1-9 常用车刀

(2) 根据刀尖形状分类 数控车削常用的车刀按照刀尖的形状一般分为三类, 即尖形车刀、圆弧形车刀和成形车刀, 如图 1-10 所示。

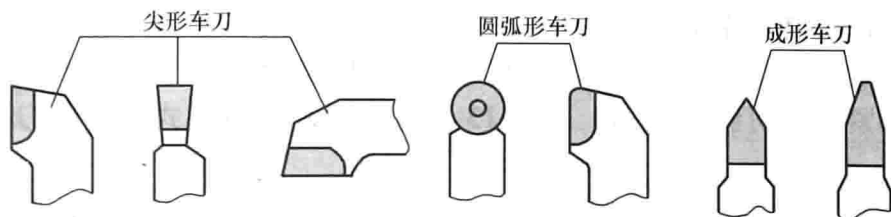


图 1-10 按刀尖形状分类的数控车刀

尖形车刀主要用于车削内外轮廓、直线沟槽等直线形表面。

圆弧形车刀可以用于车削内、外表面，特别适宜车削各种光滑连接（凹形）的成形面，如精度要求高的内外圆弧面及尺寸要求高的内外圆锥面等。由尖形车刀自然或经修磨而成的车刀也属于这一类。

常见的成形车刀有小半径圆弧车刀、非矩形切槽刀和螺纹车刀等。在数控车床上，除进行螺纹加工外，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。

(3) 根据车刀结构分类 数控车刀在结构上可分为整体式车刀、焊接式车刀和机械夹固（简称机夹）式车刀三类，其中机夹式车刀又分为机夹刀片可重磨式车刀和机夹刀片可转位式车刀两种，如图 1-11 所示。

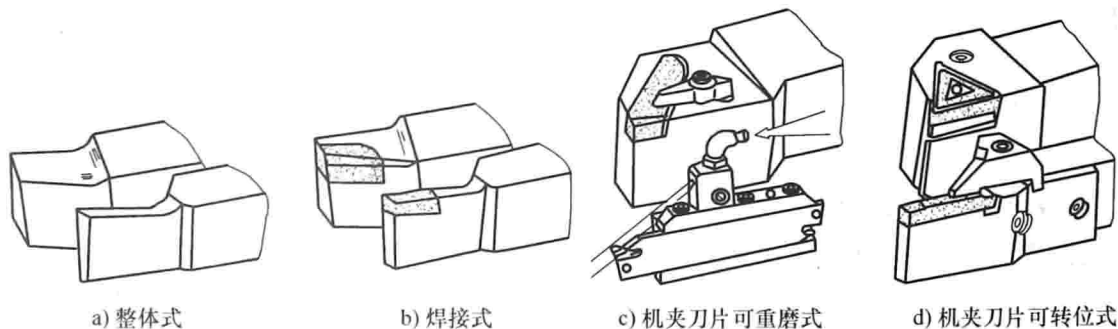


图 1-11 数控车刀的结构型式

整体式车刀（图 1-11a）主要是整体式高速钢车刀。通常用于小型车刀、螺纹车刀和形状复杂的成形车刀。它具有抗弯强度高、冲击韧度好、制造简单、刃磨方便和刃口锋利等优点。

焊接式车刀（图 1-11b）是将硬质合金刀片用焊接的方法固定在刀体上，经刃磨而成。这种车刀结构简单，制造方便，刚性较好，但抗弯强度低，冲击韧度差，切削刃不如高速钢车刀锋利，不易制作复杂刀具。图 1-12 为常用焊接式车刀。

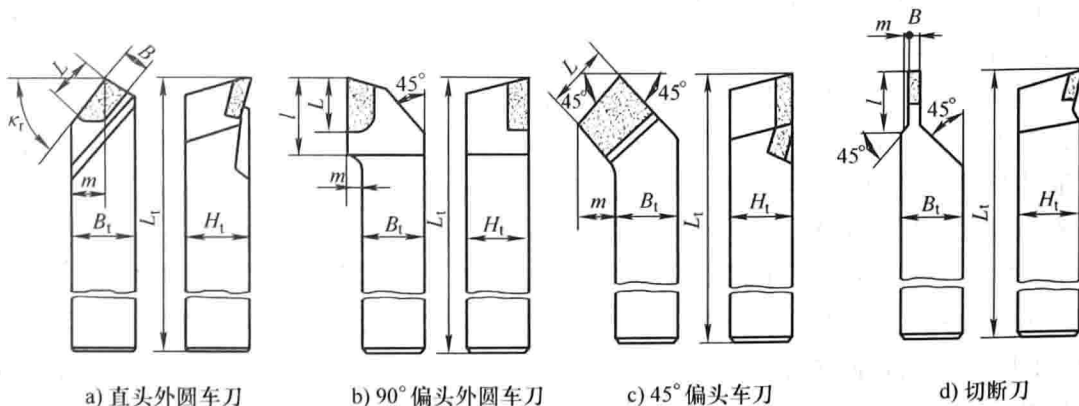


图 1-12 常用焊接式车刀

机夹刀片可重磨式车刀(图 1-11c)是将普通的硬质合金刀片通过机械夹固方法安装在刀杆上的一种车刀,刀片用钝后可以修磨,修磨后,通过调节螺钉把刃口调整到适当位置,压紧后便可继续使用。图 1-13 为机夹刀片可重磨式切断车刀和内、外螺纹车刀。

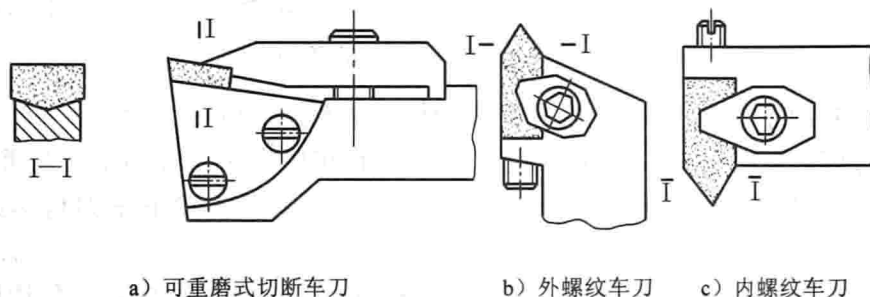


图 1-13 机夹刀片可重磨式切断车刀和内、外螺纹车刀

机夹刀片可转位式车刀(图 1-11d)是将标准的硬质合金刀片通过机械夹固方法安装在刀杆上的一种车刀,其刀片为多边形,有多条切削刃,当某条切削刃磨损钝化后,只需松开夹固元件,将刀片旋转一个位置便可继续使用。其最大优点是车刀的几何角度完全由刀片保证,切削性能稳定,刀杆和刀片已标准化,加工质量好,是当前数控车床上使用最广泛的一种车刀。

在数控车床的加工过程中,为了减少换刀时间和方便对刀,便于实现加工自动化,应尽量选用机夹可转位车刀。目前,70%~80%的自动化加工刀具已使用了机夹可转位车刀。

2. 数控车刀的刀具材料

常用的数控刀具材料有高速钢、硬质合金、涂层硬质合金、陶瓷、立方氮化硼、聚晶金刚石等。其中,高速钢、硬质合金和涂层硬质合金在数控车削刀具中应用较广。

在材料的硬度、耐磨性方面,以金刚石为最高,立方氮化硼、陶瓷、硬质合金、高速钢依次降低;而从材料的韧性来看,则高速钢最高,硬质合金、陶瓷、立方氮化硼、金刚石依次降低。在数控车床中,目前采用最为广泛的刀具材料是涂层硬质合金。因为从经济性、适应性、多样性、工艺性等多方面考虑,涂层硬质合金的综合效果都优于陶瓷、立方氮化硼和金刚石。

3. 机夹可转位刀片

在数控车床加工中,应用最多的是硬质合金和涂层硬质合金刀片。机夹可转位刀片的具体形状已经标准化,且每一种形状均有一个相应的代码表示。

(1) 机夹可转位刀片的形状 常用的可转位车刀刀片形状及角度如图 1-14 所示。

在选择刀片形状时要特别注意,有些刀片,虽然其形状和刀尖角度相等,但由于同时参加切削的切削刃数不同,因此其型号也不相同。

一般外圆车削常用 W 型、S 型和 C 型刀片;仿形加工常用 D 型、R 型刀片;90°主偏角车刀常用 T 型刀片。不同的刀片形状有不同的刀尖强度。一般刀尖越大,刀尖强度越大;反之亦然。R 型刀片刀尖最大。在选用时,应根据加工条件恶劣与否,按重、中、轻切削有针对性地选择。在机床刚度、功率允许的条件下,大余量、粗加工应选用刀尖角较大的刀片;反之,在机床刚度和功率小的条件下,小余量、精加工时宜选用较

小刀尖角的刀片。

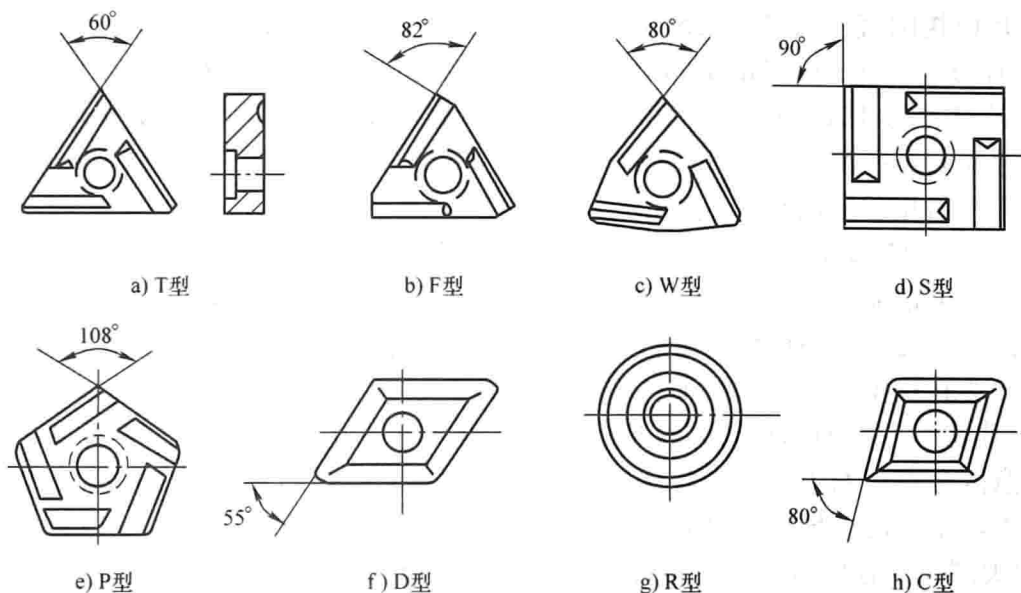


图 1-14 常用可转位车刀刀片

(2) 机夹可转位刀片的代码 硬质合金可转位刀片的国家标准采用了 ISO 国际标准。产品型号的表示方法、品种规格、尺寸系列、制造公差以及测量方法等，都与 ISO 国际标准相同。为适应我国国情，在国际标准规定的 9 个号位之后，加一短横线，再用一个字母和一位数字表示刀片断屑槽形式和宽度。因此，我国可转位刀片的型号，共用 10 个号位的内容来表示主要参数的特征。可转位刀片型号表示方法如图 1-15 所示。

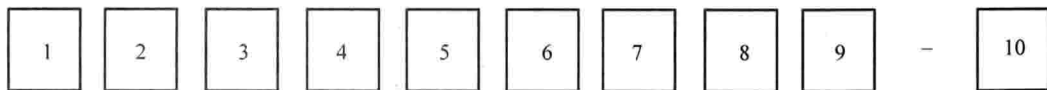


图 1-15 机夹可转位刀片型号表示方法

10 个号位所表示的内容见表 1-2。

表 1-2 可转位刀片 10 个号位表示的内容

位 号	表 示 内 容	代 表 符 号	备 注
1	刀片形状及其夹角	一个英文字母	具体含义应查有关标准
2	刀片主切削刃法向后角	一个英文字母	
3	刀片内接圆直径 d 与厚度 S 的精度级别	一个英文字母	
4	刀片类型、固定方式及有无断屑槽	一个英文字母	
5	刀片主切削刃长度	两位数字	
6	刀片厚度，主切削刃到刀片定位底面的距离	两位数字	
7	刀尖圆弧半径或刀尖转角形状	两位数字或一个英文字母	
8	切削刃形状	一个英文字母	
9	刀片切削方向	一个英文字母	
10	制造商选择代号（断屑槽形及槽宽）	英文字母或数字	