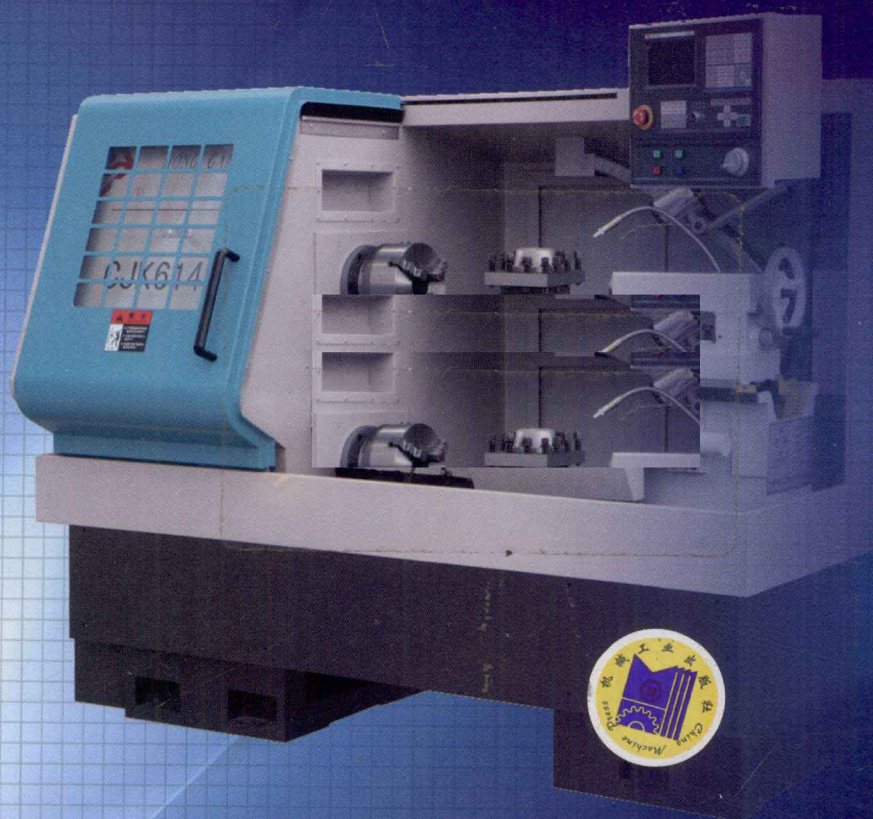


机电专业新技术普及丛书

数控车床加工技术

SHUKONG CHECHUANG JIAGONG JISHU (FANUC系统)
(FANUC XITONG)

李红波 夏东亮 马永军 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

机电专业新技术普及丛书

数控车床加工技术 (FANUC 系统)

主 编	李红波	夏东亮	马永军	
副主编	盛艳君	朱立新	吕福玲	王 建
	伊洪彬			
参 编	张莉娟	丁泽庆	郭 剑	袁 磊
	吴长有	卢超宇		



机械工业出版社

本书主要内容包括：数控车床概述，数控车床操作基础，数控车削编程加工基础，内、外轮廓加工，切槽加工，螺纹加工，宏程序编程，配合零件的编程及加工。书中安排了大量典型加工实例，使读者能够结合实例进行学习，快速掌握数控车床的编程方法及操作技巧。

本书可供中、高级数控车床操作工培训和自学使用，也可作为企业培训部门、职业技能培训机构的培训教材，还可作为工程技术人员的参考书。

图书在版编目（CIP）数据

数控车床加工技术：FANUC 系统/李红波，夏东亮，马永军主编. —北京：机械工业出版社，2012.3

（机电专业新技术普及丛书）

ISBN 978 - 7 - 111 - 36837 - 3

I. ①数… II. ①李… ②夏… ③马… III. ①数控机床：车床 - 车削 - 加工工艺 - 技术培训 - 教材 IV. ①TG519.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2011）第 270850 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：朱 华 责任编辑：邓振飞

版式设计：常天培 责任校对：肖 琳

封面设计：路恩中 责任印制：乔 宇

北京瑞德印刷有限公司印刷（三河市胜利装订厂装订）

2012 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 11.75 印张 · 287 千字

0001—3000 册

标准书号：ISBN 978 - 7 - 111 - 36837 - 3

定价：26.00 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

网络服务

社服务中心：(010)88361066

门户网：<http://www.cmpbook.com>

销售一部：(010)68326294

教材网：<http://www.cmpedu.com>

销售二部：(010)88379649

读者购书热线：(010)88379203 封面无防伪标均为盗版

前言

FOREWORD

随着经济全球化进程的不断加快,发达国家的制造能力加速向发展中国家转移,我国已成为全球的加工制造基地,这就凸显了我国高技能型人才严重短缺的现实问题,特别是对掌握数控加工技术以及自动化新技术人才的需要越来越多,而很多工人受条件限制,无法到学校接受系统的数控加工技术以及自动化新技术的职业教育;对于离开校园数年、有一定工作经验的人员,也需要进行“充电”,以适应新技术发展的需要。

为解决上述矛盾,本丛书编委会组织一批学术水平高、经验丰富、实践能力强,身处企业、行业一线的专家在充分调研的基础上,结合企业实际需要,共同研究培训目标,编写了这套机电专业新技术普及丛书。

本套丛书的编写特色有:

1. 坚持以“以技能为核心,面向青年工人的继续充电、继续提高”为培养方针,把企业和技术工人急需的高新技术进行普及和推广,加快高技能人才的培养,更好地满足企业的用人需求。
2. 更注重实际工作能力和动手技能的培养,内容贴近生产岗位,注重实用,力图实现培训的“短、平、快”,使学员经过培训后能立即胜任本岗位的工作。
3. 在内容上充分体现一个“新”字,即充分反映新知识、新技术、新工艺和新设备,紧跟科技发展的潮流,具有先进性和前瞻性。
4. 以解决实际问题为切入点,尽量采用以图代文、以表代文的编写形式,最大限度降低学习难度,提高读者的学习兴趣。

本套丛书涉及数控技术和电气技术两大领域,是面向有志于学习数控加工、机电一体化以及自动控制实用技术,并从事过相关工作的技术工人的培训用书。适合有一定经验的工人进行自学或转岗培训。

我们希望这套丛书能成为读者的良师益友,能为读者提供有益的帮助!

本书由李红波、夏东亮、马永军任主编,盛艳君、朱立新、吕福玲、王建、伊洪彬任副主编。参加编写的人员有:张莉娟、丁泽庆、郭剑、袁磊、吴长有、卢超宇。全书由张习格任主审,朱丽军参审。

由于时间和水平有限,书中难免存在不足之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

目 录

CONTENT

前言

1 第一章 数控车床概述

1 第一节 数控车削加工工艺文件

4 第二节 数控车削刀具及选用

8 第三节 数控车床系统的基本功能

20 第二章 数控车床操作基础

20 第一节 数控车床安全操作规程

23 第二节 FANUC 系统操作面板

28 第三节 数控车床基本操作方法

32 第四节 数控车床切削加工

36 第三章 数控车削编程加工基础

36 第一节 台阶轴的编程及加工

42 第二节 圆锥轮廓零件的编程及加工

46 第三节 圆弧轮廓零件的编程及加工

54 第四章 内、外轮廓加工

54 第一节 单一固定循环 G90 车削外圆

59 第二节 单一固定循环 G94 车削端面

64 第三节 粗车复合循环 G71 车削内、外轮廓

75 第四节 粗车复合循环 G72 车削端面轮廓

80 第五节 封闭轮廓复合循环 G73 车削外轮廓

87	第五章 切槽加工
87	第一节 G01 指令切槽
93	第二节 径向切槽循环 G75 切深槽
97	第三节 端面切槽循环 G74 切端面槽
101	第四节 调用子程序车均布梯形槽
108	第六章 螺纹加工
108	第一节 普通外螺纹加工
119	第二节 双线内螺纹加工
126	第三节 梯形螺纹加工
135	第四节 变导程螺纹加工
142	第七章 宏程序编程
142	第一节 B 类宏程序介绍
146	第二节 B 类宏程序应用实例
157	第八章 配合零件的编程及加工
157	第一节 圆锥配合零件的编程及加工
162	第二节 圆弧螺纹配合零件的编程及加工
170	第三节 椭圆螺纹配合零件的编程及加工
180	参考文献

第一章

数控车床概述

第一节 数控车削加工工艺文件

学习目标

1. 掌握数控加工编程任务书的书写格式。
2. 了解数控加工工序卡。
3. 了解数控机床调整单及刀具调整单。
4. 掌握数控加工程序单的书写格式。

数控加工工艺文件不仅是进行数控加工和产品验收的依据，也是操作者需要遵守和执行的规程。数控加工工艺文件是利用数控机床进行加工的具体说明。该文件包括编程任务书、数控加工工序卡、数控机床调整单、数控刀具调整单、数控加工程序单等。

编写数控加工工艺文件是数控加工工艺设计的内容之一。各企业可根据自己的情况自行设计数控加工工艺文件的格式，其内容也各不相同。为了加强技术文件管理，数控加工工艺文件也应向标准化、规范化发展，但国家工业标准尚无统一规定。

一、数控加工编程任务书

数控加工编程任务书是工艺人员对数控加工要求的说明，如工序说明、技术要求和数控加工前应保证的加工余量等，见表 1-1。

表 1-1 数控加工编程任务书

××工厂 数控加工基地	数控编程任务书	产品代号	QT001	任务书编号
		零件编号	QT—01	RWS001

主要技术说明：
.....

设备编号		经手人		编程日期	
工艺员		编程员		共 页 第 页	
审核		批准			

二、数控加工工序卡

数控加工工序卡与普通的加工工序卡很相似，表述的也是加工工艺内容，但同时还反映了使用的辅具、刀具、切削参数、切削液等，它是操作人员配合数控程序进行数控加工的主要指导性工艺资料。数控加工工序卡应按确定的工步顺序填写，具体内容见表 1-2。

表 1-2 数控加工工序卡

××工厂 数控加工基地		数控加工工艺卡	产品编号	QT001		工序内容	
			零件编号	QT—01			
工序号		01	工件材料	45 钢		编程日期	
工步号	程序号	内容	刀具号	刀具材料	刀具规格	刀具参数	
						主轴转速/(r/min)	进给量/(mm/r)
01	O0001	加工左端端面	T0101	硬质合金	80°刀片	800	0.3
02	O0002	加工外轮廓面	T0202	硬质合金	35°刀片	1000	0.2
03	O0003	加工外沟槽	T0303	硬质合金	刀宽 3mm	500	0.1
04	O0004	加工管螺纹	T0404	硬质合金	60°刀片	800	1.5
编制		审核		批准		共 页	第 页

三、刀具调整单

数控机床刀具调整单主要包括数控刀具卡片和数控刀具明细表两部分。数控加工对刀具的要求十分严格，一般在机外对刀仪上预先调整好。刀具调整单主要反映了刀具编号、刀具名称、刀具参数的设定与实际测量结果等。刀具调整单是调刀人员和机床操作者进行刀具参数输入的主要依据。具体内容参见表 1-3。

表 1-3 刀具调整单

××工厂 数控加工基地		刀具调整单	产品编号	QT002		零件名称	
			零件编号	QT—02		螺纹轴	
工步号	刀具号	刀具种类	直径/mm		长度/mm		备注
			理论值	实测值	理论值	实测值	
01	T02	外圆刀	50	50.05	100	100.1	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	
制表		测量员			日期		

四、刀具卡

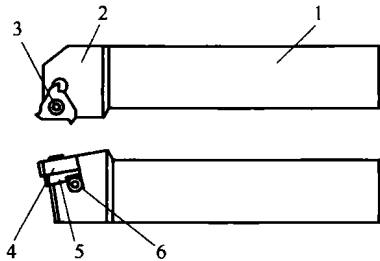
刀具卡主要反映了刀具编号、刀具的规格、刀具名称等参数，它是组装刀具和调整刀具的依据。具体内容参见表 1-4。

表 1-4 刀具卡

刀具卡		零件编号	QT—03		程序编号	O0001
单位名称		刀具编号	CD—04		刀具名称	螺纹车刀
刀具组成	序号	编 号	刀具名称	规格	数量	备注
	1	JC—01	刀杆		1	

(续)

刀具卡		零件编号	QT-03		程序编号	00001
	序号	编 号	刀具名称	规格	数量	备注
刀具组成	2	JC-02	刀头		1	
	3	JC-03	刀片锁紧螺钉		1	
	4	JC-04	刀片		1	
	5	JC-05	刀垫		1	
	6	JC-06	刀垫锁紧螺钉		1	



编 制		审 核		批 准		日 期
-----	--	-----	--	-----	--	-----

五、加工程序单

加工程序单是编程人员根据工艺分析情况，经过数值计算，按照数控机床说明书指定的代码格式编制的，它记录了工件的加工工艺过程、工艺参数和切削参数等内容，见表 1-5。

表 1-5 加工程序单

数控车床 程序卡	编程原点	工件端面的中心上			编程系统	FANUC
	零件名称	圆弧加工	零件图号	SQC-11	材 料	45 钢
	机床型号	SKC6136	夹具名称		实训车间	数控中心
程序 段号	程序内容				注释	
	O0001;				程序起始符	
N010	T0404;				调用 4 号螺纹车刀	
N020	M03 S600;				主轴正转 600r/min	
N030	G00 G99 X30.0 Z5.0;				快速定位至直径 $\phi 30$ ，距端面正向 5mm	
N040	G92 X26.2 Z-13.0 F1.5;				用 G92 车削外螺纹	
N050	X25.6;					
N060	X25.2;					
N070	X25.04;					
N080	G00 X100.0 Z10.0 M05;				返回刀具换刀点，停主轴	
N090	M30;				程序结束	

第二节 数控车削刀具及选用

学习目标

1. 了解数控车床上所使用的刀具。
2. 了解数控机床刀具的材料和适用范围。
3. 能够正确选用刀具及合理的加工参数。

刀具的标准化和模块化不但提高了数控机床的工作效率，而且在使用中非常方便。数控车床的刀具分为刀杆与刀片两部分，在数控车床加工中如需更换磨损的刀片，只需松开螺钉，将刀片转位，将新的刀片放于切削位置即可，因此又称之为可转位刀片。由于可转位刀片的尺寸精度较高，所以刀片转位固定后一般不需要刀具尺寸补偿或仅需要少量刀具尺寸补偿就能正常使用。

数控车床刀具如图 1-1 所示，其加工形式按进刀方向不同可分为左进刀、右进刀和中间进刀三种形式；按刀具对工件的加工位置不同可分为内孔加工、外圆加工和端面加工三种形式；按加工工件形状不同可分为切槽加工、螺纹加工和成形加工三种形式。

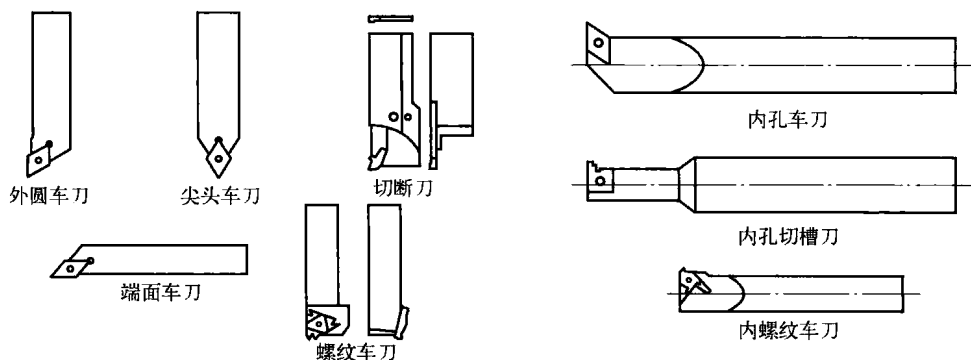


图 1-1 车床常用刀具

一、数控车削刀具材料

数控加工中常用的刀具材料有高速钢、硬质合金、陶瓷、金刚石、立方氮化硼等。目前广泛使用气相沉积技术来提高刀具的切削性能和刀具寿命。

1. 高速钢

高速钢是由 W、Cr、Mo 等合金元素组成的合金工具钢，相对碳素工具钢，高速钢具有较高的强度和韧性，并有一定的硬度，因而适合于加工有色金属和各种金属材料；又由于高速钢有很好的加工工艺性，所以适合制造成复杂的成形刀具。但是，高速钢耐磨性差、耐热性差，已难以满足现代切削加工对刀具材料越来越高的要求。

2. 硬质合金

硬质合金是数控车削刀具最常用的材料，它由难熔金属碳化物（如 WC、TiC、TaC、

NbC 等)和金属粘合剂 (Co、Mo、Ni 等)经粉末冶金的方法烧结而成。硬质合金是一种混合物,具有很高的硬度、耐热性、耐磨性和热稳定性,但抗弯强度和耐冲击性较差。按 GB/T 2075—2007 (参照采用 ISO513:1991)可分为 K、P、M 三类:

K 类 (我国的 YG 类属于 K 类),用于加工短切屑的黑色金属 (如铸铁类材料)、有色金属 (如铜、铝等)和非金属材料。用红色作标志,常用的是 WC-Co 类硬质合金,常用牌号有 YG3X、YG6X、YG6、YG8、YG10H 等。

P 类 (我国的 YT 类属于 P 类),用于加工长切屑的黑色金属 (如钢类材料)。用蓝色作标志,常用的是 WC-TiC-Co 类硬质合金 (在 YG 类中加入不同含量的 TiC),常用牌号有 YT5、YT14、YT15、YT30 等。

M 类 (我国的 YW 类属于 M 类),通用于上述材料,用黄色作标志,又称通用硬质合金,常用的是 WC-TiC-TaC (NbC) -Co 类硬质合金 (在 YT 类中加入不同含量的 TaC 或 NbC),常用牌号有 YW1、YW2 等。

3. 陶瓷

陶瓷刀具材料主要由硬度和熔点都很高的 Al_2O_3 (氧化铝)或 Si_3N_4 (氮化硅)等组成,另外还有少量的金属碳化物、氧化物等添加剂,通过粉末冶金工艺方法压制烧结而成,有很高的硬度、耐磨性、耐热性和耐氧化性。常用的陶瓷刀具材料有两种: Al_2O_3 基陶瓷和 Si_3N_4 基陶瓷。

但陶瓷刀具的强度、韧性和耐冲击性较差,一般用于高速精细加工。

4. 金刚石

金刚石分人造金刚石和天然金刚石两种,做切削刀具的材料大多数是人造金刚石,其硬度极高,可达 10000 HV (硬质合金仅为 1300 ~ 1800HV)。其耐磨性是硬质合金的 80 ~ 120 倍。但韧性差,对铁族材料亲和力大。因此一般不宜加工黑色金属,主要用于硬质合金、玻璃纤维塑料、硬橡胶、石墨、陶瓷、有色金属等材料的高速精加工。

5. 立方氮化硼 (CBN)

立方氮化硼 (CBN) 是纯人工合成的超硬刀具材料,其硬度可达 7300 ~ 9000HV,仅次于金刚石的硬度。其热稳定性好,能耐 1300 ~ 1500℃ 高温,与铁族材料亲和力小。但强度低,焊接性差。目前主要用于加工淬火钢、冷硬铸铁、高温合金和一些难加工材料。

6. 涂层刀具

涂层刀具是近 20 年出现的一种新型刀具材料,是刀具发展中的一项重要突破,是解决刀具材料中硬度、耐磨与强度、韧性之间矛盾的一个有效措施。涂层刀具是在一些韧性较好的硬质合金或高速钢刀具基体上,涂覆一层耐磨性高的难熔化金属化合物而获得的。目前涂层技术可分为两大类,即化学气相沉积技术 (Chemical Vapor Deposition, 缩写为 CVD) 和物理气相沉积技术 (Physical Vapor Deposition, 缩写为 PVD)。常用的涂层材料有 TiC、TiN 和 Al_2O_3 等。

二、机夹可转位车刀

为了减少换刀时间和方便对刀,便于实现机械加工的标准化,数控车削加工时,应尽量采用机夹刀和机夹刀片,机夹刀片常采用可转位车刀。如图 1-2 所示。

这种车刀就是把经过研磨的可转位多边形刀片用夹紧组件夹在刀杆上。车刀在使用过程中,一旦切削刃磨钝后,通过刀片的转位,即可用新的切削刃继续切削,只有当多边形刀片

所有的切削刃都磨钝后，才需要更换刀片。

1. 刀片外形的选择

刀片的形状如图 1-3 所示。

刀片外形与加工的对象、刀具的主偏角、刀尖角和有效刃数等有关。一般外圆车削常用 80° 凸三边形 (W 型)、四方形 (S 型) 和 80° 棱形 (C 型) 刀片。成形加工常用 55° 菱形 (D 型)、 35° 菱形 (V 型) 和圆形 (R 型) 刀片。 90° 主偏角常用三角形 (T 型) 刀片。不同的刀片形状有不同的刀尖强度，一般刀尖角越大，刀尖强度越大，反之亦然。圆形 (R 型) 刀片刀尖角最大， 35° 菱形 (V 型) 刀片刀尖角最小。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。在机床刚性、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，机床刚性和功率小、小余量、精加工时宜选用刀尖角较小的刀片。

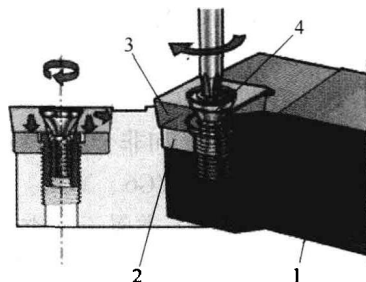


图 1-2 机夹可转位车刀

1—刀杆 2—刀垫 3—刀片 4—夹紧组件

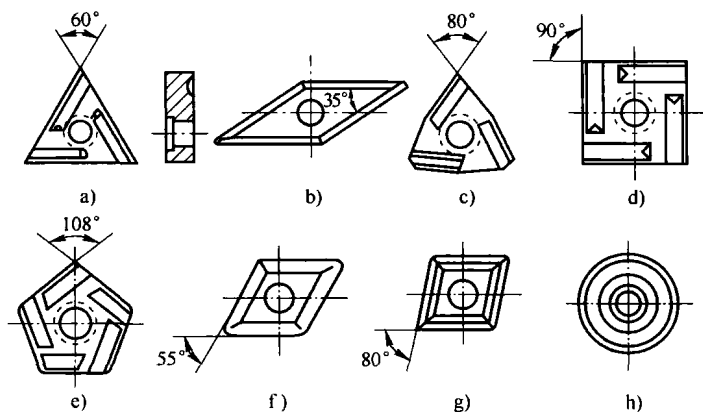


图 1-3 常用刀片的外形

a) T 型 b) V 型 c) W 型 d) S 型 e) P 型 f) D 型 g) C 型 h) R 型

2. 可转位刀片型号

按国家标准 GB/T 2076—2007。例如：车刀可转位刀片 CNMG120408EN 公制型号为

1 2 3 4 5 6 7 8 9

C N M G 12 04 08 E N

1——刀片形状；代号 C 表示刀尖角为 80° 的菱形刀片。

2——刀片法后角；代码 N 表示法后角为 0° 。

3——允许偏差等级，即刀片内切圆直径 d 与刀片的厚度 s 和刀尖位置尺寸 m 的偏差等级代号；代码 M 表示刀尖位置尺寸允许偏差 $\pm 0.08 \sim \pm 0.2\text{mm}$ ，刀片内切圆允许偏差 $\pm 0.05 \sim \pm 0.15\text{mm}$ ，厚度允许偏差 $\pm 0.13\text{mm}$ 。

4——夹固形式及有无断屑槽；代号 G 表示双面有断屑槽，有圆形固定孔。

5——刀片长度；代号 12 表示切削刃长度为 12mm 。

6——刀片厚度；代号 04 表示刀片厚度为 4.76mm 。

7——刀尖角形状；代号 08 表示刀尖圆弧半径为 0.8mm。

8——切削刃截面形状；代码 E 表示倒圆切削刃。

9——切削方向；代号 N 表示双向。

3. 可转位刀片的夹紧方式

对刀片的夹紧方式有如下基本要求：

- 1) 夹紧可靠，不允许刀片松动或移动。
- 2) 定位准确，确保定位精度和重复精度。
- 3) 排屑流畅，有足够的排屑空间。
- 4) 结构简单，操作方便，制造成本低，转位动作快。

如图 1-4 所示，常见的可转位刀片的夹紧方式有以下几种：杠杆式、螺销上压式、螺钉上压式、楔钩式、压孔式等。

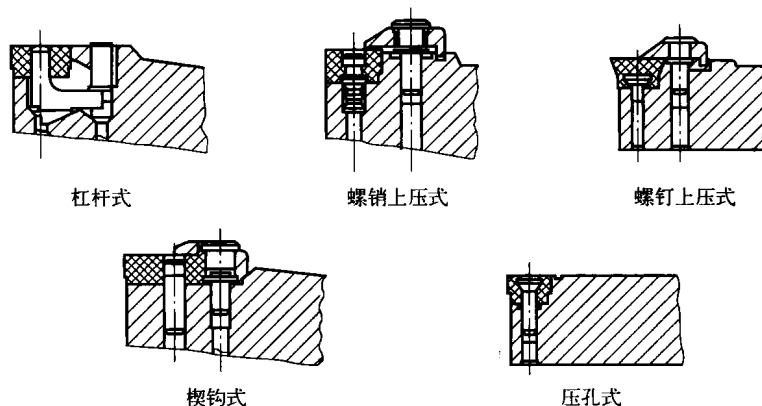


图 1-4 可转位车刀夹紧方式

4. 刀片后角的选择

常用的刀片后角有 N 型 (0°)、C 型 (7°)、P 型 (11°)、E 型 (20°) 等。一般粗加工、半精加工可用 N 型；半精加工、精加工可用 C、P 型，也可用带断屑槽的 N 型刀片；加工铸铁、硬钢可用 N 型；加工不锈钢可用 C、P 型；加工铝合金可用 P、E 型等；加工弹性恢复性好的材料可选用后角大一些的刀片角；一般孔加工可选用 C、P 型刀片，大尺寸孔可选用 N 型。

5. 刀尖圆弧半径的选择

刀尖圆弧半径不仅影响切削效率，而且关系到被加工表面的粗糙度及加工精度。从刀尖圆弧半径与最大进给量关系来看，最大进给量不应超过刀尖圆弧半径尺寸的 80%（见表 1-6），否则将恶化切削条件，甚至出现螺纹状表面和打刀等问题。刀尖圆弧半径还与断屑的可靠性有关，为保证断屑，切削余量和进给量有一个最小值。当刀尖圆弧半径减小，所得到的这两个最小值也相应减小，因此，从断屑可靠的角度出发，通常对于小余量、小进给量的车削加工应采用小的刀尖圆弧半径，反之宜采用较大的刀尖圆弧半径。

表 1-6 不同刀尖圆弧半径时的最大进给量

刀尖圆弧半径/mm	0.2	0.4	0.8	1.2	1.6	2.4
最大推荐进给量/(mm/r)	0.05 ~ 0.2	0.25 ~ 0.35	0.4 ~ 0.7	0.5 ~ 1.0	0.7 ~ 1.3	1.0 ~ 1.8

第三节 数控车床系统的基本功能

学习目标

1. 了解数控车床编程的基本概念，掌握数控车床编程中几个坐标系的相互关系。
2. 掌握数控车削编程的格式，熟悉车削编程的各种指令。
3. 了解刀具补偿的产生原因，掌握常见的刀具补偿方法。

一、机床坐标系和工件坐标系

为了保证数控机床的运动、操作及程序编制的一致性，数控机床统一规定了机床坐标系，编程时采用统一的标准坐标系。

1. 机床坐标系

(1) 坐标系建立的基本原则

1) 坐标系采用右手直角笛卡儿直角坐标系，如图 1-5 所示。基本坐标轴为 X、Y、Z 直角坐标轴；相对于各坐标轴的旋转坐标轴分别记为 A、B、C。

2) 采用假设工件固定不动，刀具相对工件移动的原则。由于机床的结构不同，有的是刀具运动，工件固定不动；有的是工件运动，刀具固定不动。为编程方便，一律规定工件固定不动，刀具运动。

3) 采用使刀具与工件之间距离增大的方向为该坐标轴的正方向，反之则为负方向。即取刀具远离工件的方向为正方向。旋转坐标轴 A、B、C 的正方向确定如图 1-5 所示，按右手螺旋定则确定。

(2) 各坐标轴的确定 确定数控车床坐标系时，一般先确定 Z 轴，然后确定 X 轴和 Y 轴（如图 1-6 所示）。

Z 轴：一般以传递切削力的主轴定为 Z 坐标轴，如果机床有一系列主轴，则选尽可能垂直于工件装夹面的主要轴为 Z 轴。Z 轴的正方向为刀具远离工件的方向。

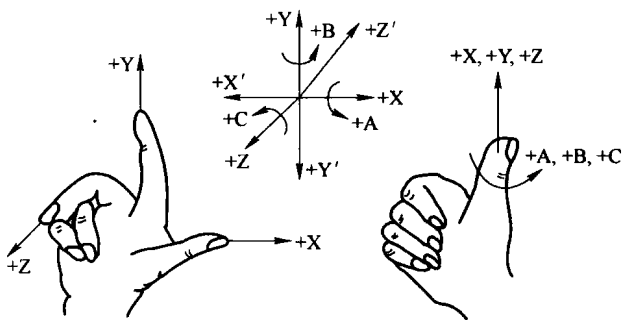


图 1-5 右手直角笛卡儿坐标系

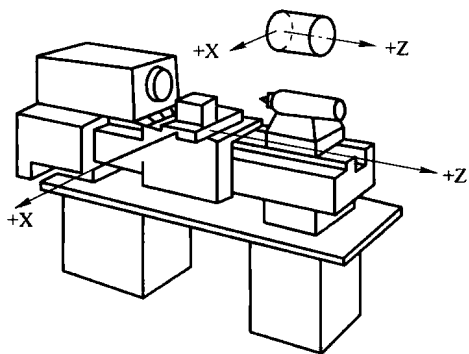


图 1-6 数控车床坐标系

X 轴：为水平的、平行于工件装夹平面的轴。对于数控车床，X 轴的方向在工件径向上，平行于车床的横导轨。对无主轴的机床（如刨床），X 轴正方向平行于切削方向。

(3) 数控车床坐标系 数控车床的坐标系如图 1-7 所示，其中：图 1-7a 所示为刀架前置的数控车床的坐标系。图 1-7b 所示为刀架后置的数控车床的坐标系。

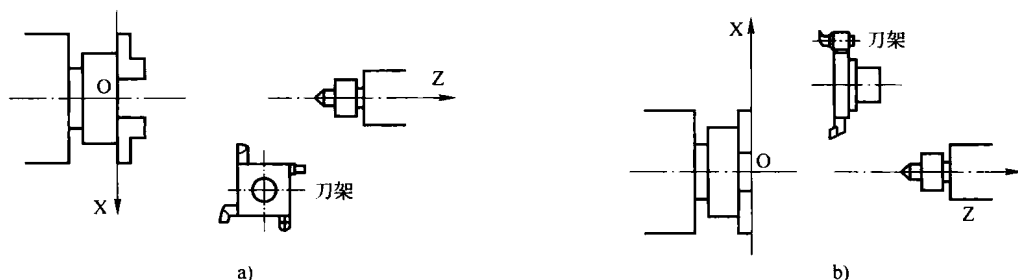


图 1-7 数控车床的坐标系
a) 刀架前置的数控车床的坐标系 b) 刀架后置的数控车床的坐标系

(4) 机床坐标系的原点 机床坐标系的原点是机床上固有的点，它是其他所有坐标系，如工件坐标系、编程坐标系以及机床参考点的基准点。从机床设计的角度看，该点位置可以任意选择，但对某一具体机床来说，该点是机床的固定点，其位置由机床制造商确定。数控车床的机床原点一般设在卡盘前端面或后端面与主轴中心线的交点处，如图 1-8 所示。

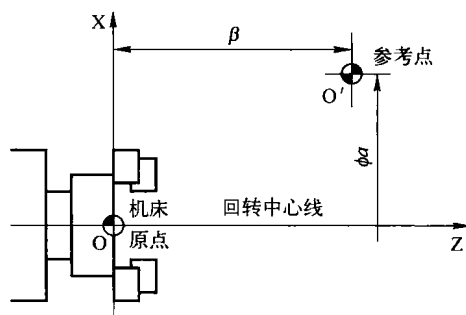


图 1-8 数控车床机床原点和参考点

(5) 机床参考点 机床参考点与机床原点不同，但两者又很容易混淆。机床参考点是用于对机床工作台、滑板以及刀具相对运动的测量系统进行定标和控制的点，有时也称机床零点。它是在加工之前和加工之后，用控制面板上的“回零”按钮使移动部件退回到机床坐标系中的一个固定不变的极限点。

机床参考点已由机床制造商测定后作为系统参数输入数控系统，并记录在机床说明书中，用户不得改变。数控机床在工作时，移动部件必须首先返回参考点，测量系统置零之后即可以参考点作为基准，随时测量运动部件的位置，刀具（或工作台）移动才有基准。

通常在数控车床上机床参考点是离机床原点最远的极限点。数控车床的机床原点、机床参考点位置如图 1-8 所示。

(6) 机床坐标系、机床零点和机床参考点关系 数控装置接通电源时并不知道机床零点，为了正确地在机床工作时建立机床坐标系，通常在每个坐标轴的移动范围内设置一个机床参考点（测量起点），机床起动时，通常要进行机动或手动回参考点，以建立机床坐标系。机床参考点可以与机床零点重合，也可以不重合，可通过参数指定机床参考点到机床零点的距离。机床回到了参考点位置，也就知道了该坐标轴的零点位置，找到所有坐标轴的参考点，就建立起了数控车床机床坐标系。

2. 工件坐标系

工件坐标系是为了编程方便，由编程人员在编制数控加工程序前在工件图样上设置的，也叫编程坐标系，其原点就是工件原点或编程原点。

工件坐标系的设置主要考虑工件形状、工件在机床上的装夹方法以及刀具加工轨迹计算等因素，选择工件原点的一般原则是：

- 1) 工件原点选在零件的设计基准上，这样可以直接用图样标注的尺寸作为编程点的坐标值，以减少计算工作量。
- 2) 工件原点尽可能选在尺寸精度高的工件表面上，这样可以提高工件的加工精度和同一批零件的一致性。
- 3) 对于结构对称的零件，工件原点应选在工件的对称中心上。
- 4) 选择工件原点时应便于各基点、节点坐标值的计算，以减小编程误差。
- 5) 工件原点的选择应方便对刀及测量。

根据上述原则，数控车床工件原点一般设在主轴中心线上与工件的左端面或右端面的交点处，如图 1-9 中所示的 O_1 或 O_2 。

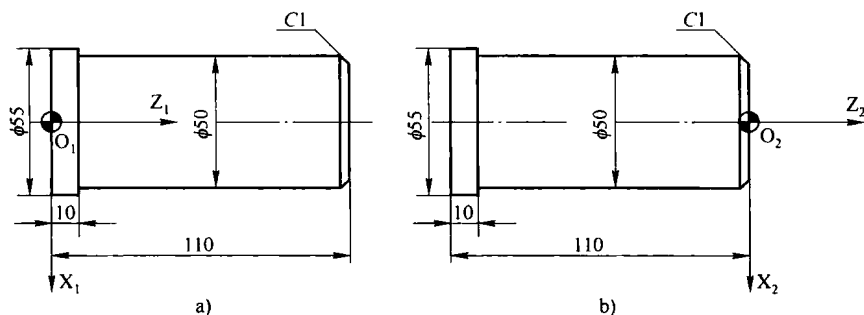


图 1-9 数控车床工件原点

二、数控车床基本编程指令

1. 数控车床 G 指令代码

数控车床系统常用的准备功能指令，见表 1-7。

2. 坐标系设定

当工件安装在卡盘上以后，机床坐标系一般和工件坐标系是不重合的，数控系统并不知道用户的编程坐标系在什么位置，因此，编程人员必须建立工件坐标系，使刀具在此坐标系中进行加工。

(1) 工件坐标系设定 (G50)

功能：该指令以程序原点为工件坐标系的中心（原点），程序原点与刀具起点之间的关系构成工件坐标系，用 G50 指令来建立，如图 1-10 所示。

指令格式：G50 X_ Z_ ；

其中，X_ Z_ 是刀具出发点在工件坐标系中的坐标值。

说明：

- 1) 通常 G50 编在加工程序的第一段。
- 2) 运行程序前，刀具必须位于 G50 指定的位置。

表 1-7 FANUC0i 系统常用准备功能 G 指令

G 代码	组	功 能	G 代码	组	功 能
* G00	01	快速定位（快速移动）	G56	14	选择工件坐标系 3
G01		直线插补（切削进给）	G57		选择工件坐标系 4
G02		圆弧插补（CW，顺时针）	G58		选择工件坐标系 5
G03		圆弧插补（CCW，逆时针）	G59		选择工件坐标系 6
G04	00	暂停	G65	00	宏程序调用
G20	06	英制输入	G66	12	宏程序调用模态
G21		米制输入	G67		宏程序调用取消
G22	04	内部行程限位有效	G70	00	精车循环
G23		内部行程限位无效	G71		内外径粗车循环
G27	00	检查参考点返回	G72		端面粗车循环
G28		参考点返回	G73		成形车削循环
G29		从参考点返回	G74		深孔钻削
G30		回到第二参考点	G75		切槽循环
G32	01	等螺距螺纹切削	G76		切螺纹循环
G34		变螺距螺纹切削	G90	01	单一形状固定循环
* G40	07	取消刀尖半径偏置	G92		螺纹切削循环
G41		刀尖半径偏置（左侧）	G94		端面切削循环
G42		刀尖半径偏置（右侧）	G96	02	恒表面切削速度控制
G50	00	主轴最高转速设置（坐标系设定）	* G97		恒表面切削速度控制取消
G53		选择机床坐标系	G98	05	指定每分钟移动量
* G54	14	选择工件坐标系 1	* G99		指定每转移动量
G55		选择工件坐标系 2			

注：带 * 号的 G 指令表示接通电源时，即为该 G 指令的状态。00 组的 G 指令为非模态 G 指令，其他均为模态 G 指令。

(2) 工件坐标系的选择指令（G54 ~ G59）

功能：在编程过程中进行编程坐标系（工件坐标系）的平移变换，使编程坐标系的零点偏移到新的位置，如图 1-11 所示。

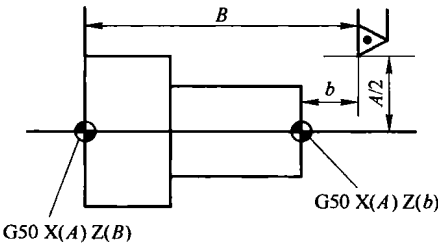


图 1-10 G50 工件坐标系设定

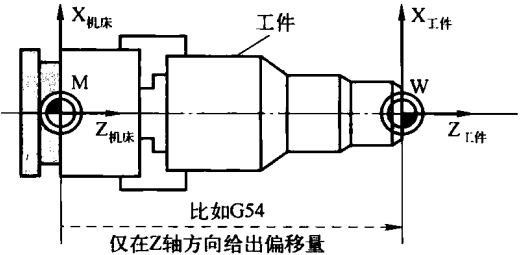


图 1-11 工件坐标系选择