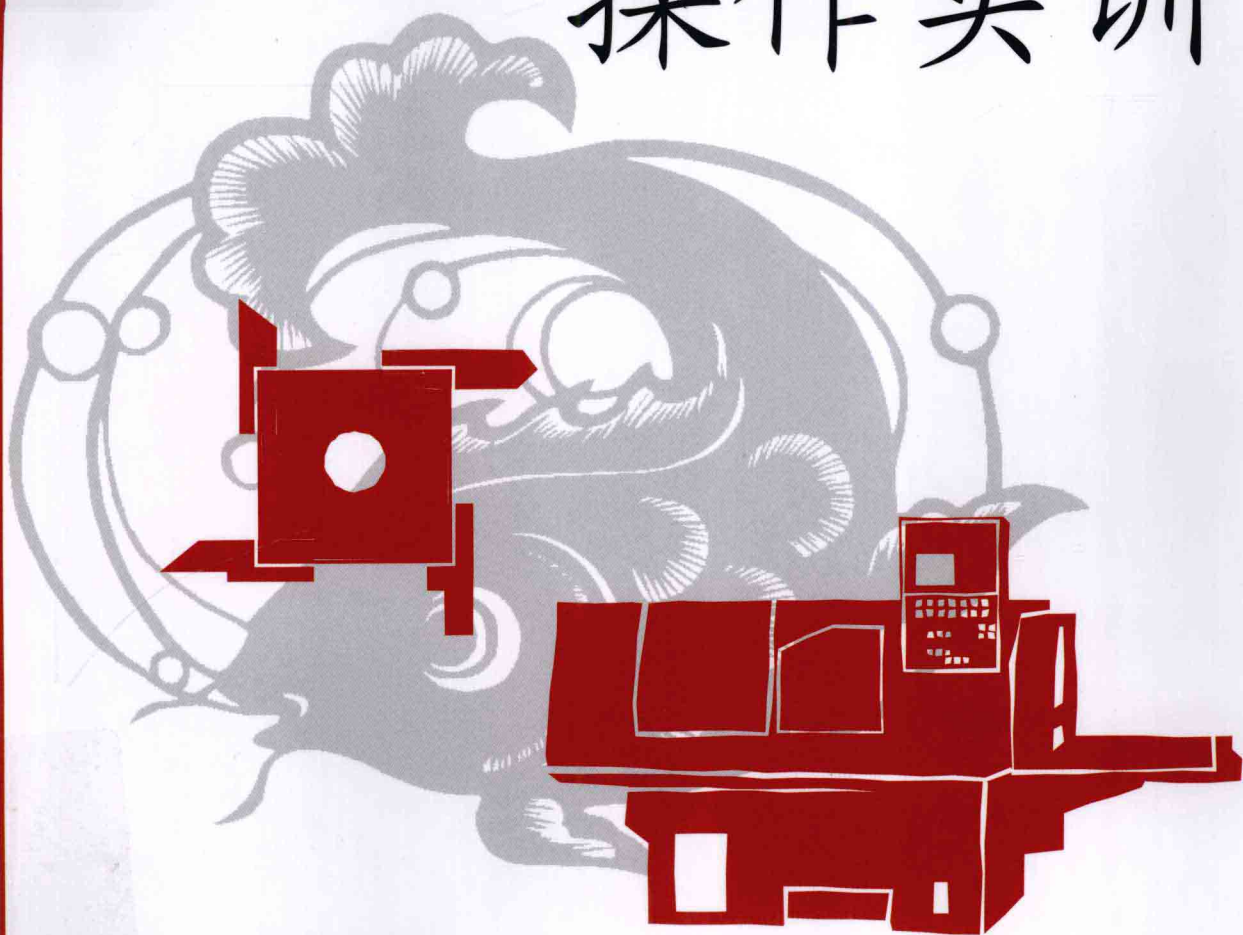


数控机床编程与 操作实训



谭 斌 袁名伟 主 编
陈晓曦 副主编

数控机床编程与 操作实训



主 编 王 伟 副 编 王 伟
参 编 王 伟 王 伟 王 伟



机械工业出版社

内容简介

高新技术型紧缺人才培养系列教材·模具专业

数控机床编程与操作实训

谭 斌 袁名伟 主 编
陈晓曦 副主编

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书介绍了数控机床实训的相关内容,从数控加工工艺分析、编程指令、计算机自动编程,到机床的实操训练,以典型零件的工艺分析和编程为重点,既强调了实际加工训练,又具有很强的数控实训的可操作性。内容包括数控加工基础知识、数控车床的编程与操作基础、加工中心的编程与操作基础、Mastercam 软件和复杂零件的造型与加工,共五章。本书是工程实训中心教师多年从事数控机床教学和实训的经验总结,集中体现了本中心注重实际应用能力培养的教学特点。

本书适合数控机床操作方面的职业培训,可做大学、高职和中职的机械类专业数控机床操作与编程的实训教材,也可供从事数控机床的科研、工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

数控机床编程与操作实训/谭斌,袁名伟主编.--北京:
北京航空航天大学出版社,2010.3

ISBN 978-7-81124-992-7

I. ①数… II. ①谭… ②袁… III. ①数控机床—程
序设计 IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 004605 号

数控机床编程与操作实训

谭 斌 袁名伟 主 编

陈晓曦 副主编

王健民 方 沂 主 审

责任编辑 李文轶

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(100191) 发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

http://www.buaapress.com.cn E-mail:bhpress@263.net

北京时代华都印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×1 092 1/16 印张:17.25 字数:442 千字

2010 年 3 月第 1 版 2010 年 3 月第 1 次印刷 印数:4 000 册

ISBN 978-7-81124-992-7 定价:31.00 元

前 言

数控制造技术是集机械制造技术、计算机技术、微电子技术、现代控制技术、网络信息技术、机电一体化技术于一身的多学科高新制造技术,数控技术水平的高低、数控机床的拥有量已经成为衡量一个国家工业现代化的重要标志。

随着我国大力发展装备制造业,数控机床越来越成为机械工业设备更新和技术改造的首选。数控机床的发展与普及,需要大批高素质的数控机床编程与操作的人员。全国许多院校纷纷设置了数控专业。在数控专业的课程中,数控实训环节尤其重要,基于目前数控教学的特点,编者根据多年一线的操作和教学经验,编写了本书。

本书介绍了数控机床实训的相关内容,从数控加工工艺分析、编程指令、计算机自动编程,到机床的实际操作训练,以典型零件的工艺分析和编程为重点,既强调了实际加工训练,又具有很强的数控实训的可操作性。内容包括数控加工基础知识、数控车床的编程与操作基础、加工中心的编程与操作基础、Mastercam 软件和复杂零件的造型与加工,共五章。

本书是工程实训中心教师多年从事数控机床教学和实训的经验总结,语言通俗易懂,重点突出,图文并茂,书中节选了大量实例,内容更加清晰明了,使读者接受起来更加容易。适合数控机床操作方面的职业培训,可作大学、高职和中职的机械类专业数控机床操作与编程的实训教材,也可供从事数控机床的科研、工程技术人员参考。

本书由谭斌、袁名伟主编,由谭斌组织和统稿。参加编写的有:谭斌(第1章、第3章的第1节),谭斌和刘文刚(第2章),袁名伟(第3章的第2节、第3节),陈晓曦(第4章),陈晓曦和王安(第5章)。

天津工程师范学院王健民教授认真审阅了全书,并提出了许多宝贵意见和建议,在此谨致谢意。

本书在编写过程中,得到了天津工程师范学院许多老师的大力支持和帮助,同时参考了许多文献,在此谨向所有支持和帮助的老师及参考文献作者表示衷心的感谢。

由于编者的水平有限,书中难免存在一些缺点,恳请读者批评指正。

编 者

2009 年 12 月

目 录

第 1 章 数控加工基础知识	1
1.1 数控加工的主要内容及加工工艺基础	1
1.1.1 数控加工的主要内容	1
1.1.2 加工工艺基础	2
1.2 数控车削加工工艺	4
1.2.1 数控车削工艺概述	4
1.2.2 加工准备和装夹工艺	5
1.2.3 切削液	8
1.2.4 工件的定位方法和定位基准	8
1.2.5 加工工序的安排	9
1.2.6 典型数控车削零件的加工工艺分析	15
1.3 数控铣削加工工艺	19
1.3.1 数控铣削加工零件的工艺性分析	19
1.3.2 数控铣床和加工中心的选用	21
1.3.3 加工方法选择及加工方案确定	21
1.3.4 加工余量的选择	23
1.3.5 加工路线的确定	23
1.3.6 工件定位与安装的确定	27
1.3.7 切削用量的确定	32
第 2 章 数控车床编程与操作	37
2.1 数控车床的基本功能	37
2.1.1 数控车床的基本功能	37
2.1.2 数控车床各种常用指令	40
2.1.3 刀具半径补偿功能	50
2.1.4 子程序的调用	54
2.1.5 复合固定循环指令	55
2.2 数控车床的编程实例	63
2.3 数控车床的操作	97
2.3.1 操作面板	97
2.3.2 输入、寻找和编辑程序	101
2.3.3 刀具补偿	103

第3章 加工中心编程与操作	105
3.1 加工中心的基本功能	105
3.1.1 数控编程的内容	105
3.1.2 数控编程的方法	106
3.1.3 编程的基本概念	106
3.1.4 FANUC 数控系统常用编程指令	110
3.2 加工中心的编程实例	135
3.3 加工中心的操作	170
3.3.1 加工中心概述	170
3.3.2 加工中心的工艺特点	170
3.3.3 加工中心的辅助工具及设备	172
3.3.4 数控机床面板的基本操作	176
3.3.5 机床操作面板的基本操作	190
第4章 Mastercam 软件编程	199
4.1 数控自动编程简介	199
4.2 Mastercam 软件简介	202
4.3 Mastercam 软件铣削实例	203
4.3.1 理解零件图纸以确定加工内容	204
4.3.2 确定加工工艺和刀具原点位置	204
4.3.3 建立加工模型	205
4.3.4 选择合适的加工策略以自动生成刀具轨迹	215
4.3.5 进行加工仿真或刀具路径模拟	236
4.3.6 通过相应后置处理文件 CAM 将刀具路径转换成加工代码	238
4.3.7 将加工代码传输给加工机床完成零件加工	240
4.4 Mastercam 针对数控加工仿真系统后置处理文件的生成	240
4.5 数控编程的误差控制	242
第5章 复杂零件的造型及加工	245
5.1 软件简介	245
5.1.1 CATIA 软件简介	245
5.1.2 PowerMILL 软件简介	245
5.2 实例造型	246
5.2.1 创建曲面模型	246
5.2.2 由曲面创建实体模型	251
5.2.3 补充设计	252
5.3 加工实例	256

5.3.1 启动 PowerMILL	256
5.3.2 导入产品数据	257
5.3.3 坐标平移、生成工件毛坯.....	257
5.3.4 粗加工策略选择及参数定制	259
5.3.5 精加工策略选择及参数定制	262
5.3.6 边角修整策略及参数定制	264
参考文献.....	268

第1章 数控加工基础知识

1.1 数控加工的主要内容及加工工艺基础

1.1.1 数控加工的主要内容

数控机床是一种按照输入的数字程序信息进行自动加工的机床。数控加工泛指在数控机床上进行零件加工的工艺过程。数控加工技术是指高效、优质地实现产品零件特别是复杂形状零件加工的有关理论、方法与实现的技术,它是自动化、柔性化、敏捷化和数字化制造加工的基础与关键技术。该技术集传统的机械制造、计算机、现代控制、传感检测、信息处理、光机电技术于一体,是现代机械制造技术的基础。它的广泛应用,给机械制造业的生产方式及产品结构带来了深刻的变化。数控技术的水平和普及程度,已经成为衡量一个国家综合国力和工业现代化水平的重要标志。

一般来说,数控加工涉及数控编程技术和数控加工工艺两大方面。数控加工过程包括由给定的零件加工要求(零件图纸、CAD 数据或实物模型)进行加工的全过程,其主要内容如图 1.1 所示。

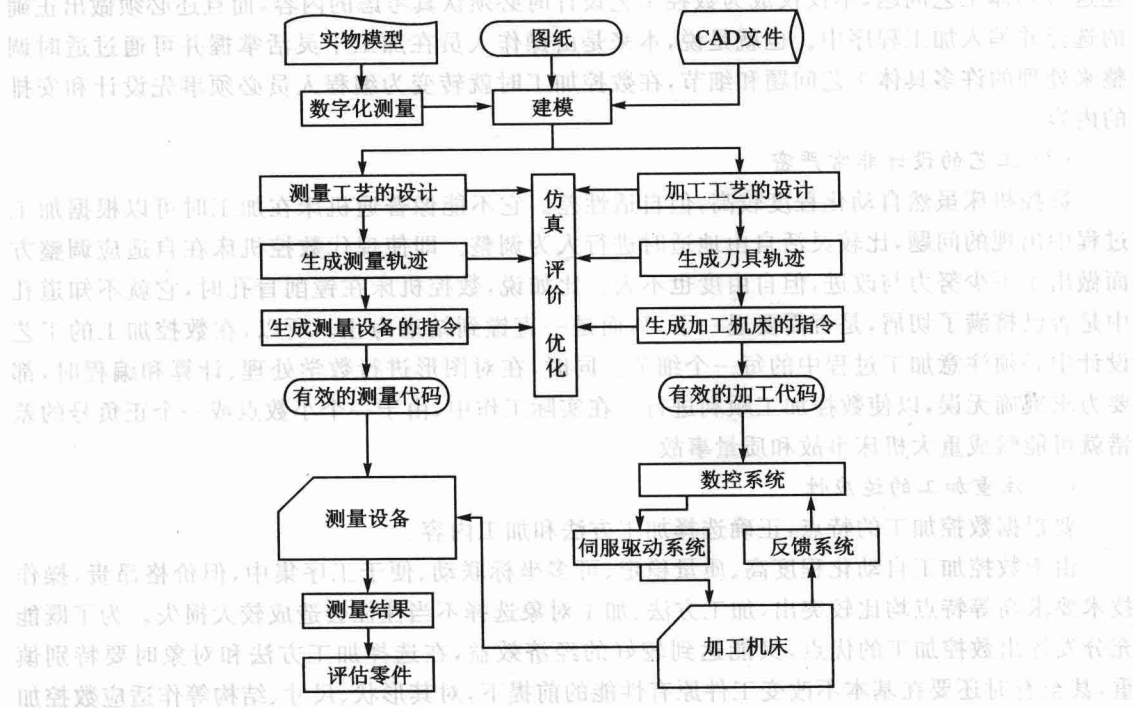


图 1.1 数控加工过程及内容

数控编程技术涉及制造工艺、计算机技术、数学、计算几何、微分几何、人工智能等众多学科领域知识,它所追求的目标是如何更有效地获得满足各种零件加工要求的高质量数控加工程序,以便更充分地发挥数控机床的性能、获得更高的加工效率与加工质量。数控编程是实现数控加工的重要环节,特别是对于复杂零件加工,编程工作的重要性甚至超过数控机床本身。在现代生产中,由于产品形状及质量信息往往需通过坐标测量机或直接在数控机床上测量来得到,测量运动指令也有赖于数控编程来产生,因此数控编程对于产品质量控制也有着重要的作用。

根据零件复杂程度的不同,数控加工程序可通过手工编程或计算机自动编程来获得。

1.1.2 加工工艺基础

数控机床按照工艺用途分为数控车床、数控铣床、加工中心、数控磨床等类型,本章讲解的是数控车床、三坐标联动数控铣床与加工中心的工艺特点及零件编程加工要求。

1. 数控加工工艺的概念

数控加工工艺是采用数控机床加工零件时所运用的方法和技术手段的总和。

数控加工与普通机床加工相比较,在许多方面遵循的原则基本一致。但由于数控机床本身自动化程度较高,控制方式不同,设备费用也高,使数控加工工艺相应形成了以下几个特点:

(1) 工艺的内容十分具体

用普通机床加工时,许多具体的工艺问题,如工艺中各工步的划分与顺序安排、刀具的几何形状、走刀路线及切削用量等,在很大程度上都是由操作人员根据自己的实践经验和习惯自行考虑而决定的,一般无需工艺人员在设计工艺规程时进行过多的规定。而在数控加工时,上述这些具体工艺问题,不仅仅成为数控工艺设计时必须认真考虑的内容,而且还必须做出正确的选择并编入加工程序中。也就是说,本来是由操作人员在加工中灵活掌握并可通过适时调整来处理的许多具体工艺问题和细节,在数控加工时就转变为编程人员必须事先设计和安排的内容。

(2) 工艺的设计非常严密

数控机床虽然自动化程度较高,但自适性差。它不能像普通机床在加工时可以根据加工过程中出现的问题,比较灵活自由地适时进行人为调整。即使现代数控机床在自适应调整方面做出了不少努力与改进,但自由度也不大。比如说,数控机床在镗削盲孔时,它就不知道孔中是否已挤满了切屑,是否需要退一下刀,而是一直镗到结束为止。所以,在数控加工的工艺设计中必须注意加工过程中的每一个细节。同时,在对图形进行数学处理、计算和编程时,都要力求准确无误,以使数控加工顺利进行。在实际工作中,由于一个小数点或一个正负号的差错就可能酿成重大机床事故和质量事故。

(3) 注重加工的适应性

要根据数控加工的特点,正确选择加工方法和加工内容。

由于数控加工自动化程度高、质量稳定、可多坐标联动、便于工序集中,但价格昂贵,操作技术要求高等特点均比较突出,加工方法、加工对象选择不当往往会造成较大损失。为了既能充分发挥出数控加工的优点,又能达到较好的经济效益,在选择加工方法和对象时要特别慎重,甚至有时还要在基本不改变工件原有性能的前提下,对其形状、尺寸、结构等作适应数控加工的修改。

一般情况下,在选择和决定数控加工内容的过程中,有关工艺人员必须对零件图或零件模型作足够具体和充分的工艺性分析。在进行数控加工的工艺性分析时,编程人员应根据所掌握的数控加工基本特点及所用数控机床的功能和实际工作经验,力求把这一前期准备工作做得更仔细、更扎实一些,以便为下面要进行的工作铺平道路,减少失误和返工、不留隐患。

也就是说,数控加工的工艺设计必须在程序编制工作开始以前完成,因为只有工艺方案确定以后,编程才有依据。工艺方案的好坏不仅会影响机床效率的发挥,而且将直接影响零件的加工质量。根据大量加工实例分析,工艺设计考虑不周是造成数控加工差错的主要原因之一,因此在进行编程前做好工艺分析规划是十分必要的。

数控加工工艺设计主要包括如下内容:

- ① 选择适合在数控机床上加工的零件,确定工序内容;
 - ② 分析被加工零件的图纸,明确加工内容及技术要求,确定零件的加工方案,制定数控加工工艺路线。如划分工序、处理与非数控加工工序的衔接等;
 - ③ 加工工序、工步的设计。如选取零件的定位基准,夹具、辅具方案的确定、切削用量的确定等;
 - ④ 数控加工程序的调整。选取对刀点和换刀点,确定刀具补偿,确定加工路线;
 - ⑤ 分配数控加工中的加工余量;
 - ⑥ 处理数控机床上的部分工艺指令;
 - ⑦ 首件试加工与现场问题处理;
 - ⑧ 数控加工工艺文件的定型与归档。
- 不同的数控机床,工艺文件的内容也有所不同。一般来讲,数控机床的工艺文件应包括:

- ① 编程任务书;
 - ② 数控加工工序卡片;
 - ③ 数控机床调整单;
 - ④ 数控加工刀具卡片;
 - ⑤ 数控加工进给路线图;
 - ⑥ 数控加工程序单。
- 其中以数控加工工序卡片和数控刀具卡片最为重要。前者是说明数控加工顺序和加工要素的文件,后者是刀具使用的依据。

为了加强技术文件管理,数控加工工艺文件也应向标准化、规范化方向发展。但目前尚无统一的国家标准,目前在企业中,一般是根据自身的实际情况来制订上述有关工艺文件。

2. 数控加工的工艺适应性

根据数控加工的优缺点及国内外大量应用实践,一般可按工艺适应程度将零件分为下列3类:

(1) 最适应类

① 形状复杂,加工精度要求高,用普通加工设备无法加工或虽然能加工但很难保证产品质量的零件;

② 用数学模型描述的复杂曲线或曲面轮廓零件;

③ 具有难测量、难控制进给、难控制尺寸的不开敞内腔的壳体或盒型零件;

④ 须在一次装夹中合并完成多工序的零件。

对于上述零件,可以先不要过多地考虑生产率与经济上是否合理,而首先应考虑能不能把它们加工出来,要着重考虑可能性的问题。只要有可能,都应把采用数控加工作为优选方案。

(2) 较适应类 这类零件,数控加工时,其生产率比传统加工高,且其成本比传统加工低。

较适应数控加工的零件大致有下列几种:

① 在普通机床上加工时易受人为因素干扰,零件价值又高,一旦质量失控便造成重大经济损失的零件;

② 在普通机床上加工必须制造复杂的专用工装的零件;

③ 需要多次更改设计后才能定型的零件;

④ 在普通机床上加工需要做长时间调整的零件;

⑤ 用通用机床加工时,生产率很低或体力劳动强度很大的零件。

这类零件在首先分析其可加工性以后,还要在提高生产率及经济效益方面做全面衡量,一般可把它们作为数控加工的主要选择对象。

(3) 不适应类 这类零件,其加工成本比传统加工高,且其生产率比传统加工低。

① 生产批量大的零件(当然不排除其中个别工序用数控机床加工);

② 装夹困难或完全靠找正定位来保证加工精度的零件;

③ 加工余量很不稳定,且数控机床上无在线检测系统可自动调整零件坐标位置的零件;

④ 必须用特定的工艺装备协调加工的零件。

以上零件采用数控加工后,在生产效率与经济性方面一般无明显改善,更有可能弄巧成拙或得不偿失,故一般不应作为数控加工的选择对象。

1.2 数控车削加工工艺

1.2.1 数控车削工艺概述

数控车床是目前使用最广泛的数控机床之一。数控车床主要用于加工轴类、盘状类等回转体零件。通过执行数控程序,可以自动完成内外圆柱面、成形表面、螺纹、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。由于数控车床具有加工精度高、能作直线和圆弧插补及在加工过程中能自动变速等特点,因此其工艺范围要比普通车床宽的多,而数控车削中心和数控车铣中心可在一次装夹中完成更多的加工工序,更加提高了加工精度和生产率。

编写数控加工专用技术文件是数控加工工艺设计的内容之一。这些专用技术文件既是数控加工、产品验收的依据,也是需要操作者遵守、执行的规程;有的则是加工程序的具体说明或附加说明,目的是让操作者更加明确程序的内容、定位装夹方式、各个加工部位所选用的刀具及其他问题。

编制数控车工艺编制要点为:

- ① 根据工件的要求合理选择毛坯种类和加工方法以提高材料利用率和生产率;
- ② 合理安排工序;
- ③ 选择工序余量应能消除以前工序的尺寸形状热处理变形及本工序的装夹定位等误差;
- ④ 选择工件的装夹方法应尽可能在一次装夹中加工出多个加工表面,以避免两次装夹误差;

⑤ 加工顺序应符合车间机床布局,同工序中的切槽,车螺纹应在半精车之后精车之前进行精度高的孔应在精车外圆之后进行精车;

⑥ 合理选用车削用量,以减少刀具磨损,抑制积屑瘤和鳞刺,防止产生自激振动以提高工件表面粗糙度,如表 1.1 所列。

表 1.1 车削精度及适用范围

加工方法	精 度	表面粗糙度 $R_a(\mu\text{m})$	适用范围
粗车	IT12~13	6.3~12.5	车削硬度低于 HRC35 钢件 的外圆内孔和端面
半精车	IT9~10	1.6~6.3	
精车	IT6~8	0.8~1.6	
精车	IT6~8	0.2~0.8	车削铜合金
金刚石车刀精细车	IT5~6	0.05~0.4	车削有色金属外圆

1.2.2 加工准备和装夹工艺

1. 刀具的选用

数控加工对刀具的刚性及耐用度要求较普通加工严格。因为刀具的刚性不好,一是影响生产效率;二是在数控自动加工中极易产生打断刀具的事故;三是加工精度会大大下降。刀具的耐用度差,则要经常换刀、对刀而要增加准备时间,也容易在工件轮廓上留下接刀阶差,影响工件表面质量。由于编程人员不直接设计刀具,仅能向刀具设计或采购人员提出技术条件及建议,因此,大多数情况下只能在现有刀具规格的情况下进行有限的选择。然而,数控加工中配套使用的各种刀具、辅具(刀柄、刀套、夹头等)要求严格,在如何配置刀具、辅具方面应掌握一条原则:质量第一,价格第二。只要质量好,耐用度高,即使价格高一些,也值得购买。这个原则常常不容易被管理人员所接受。工艺人员特别应注意国内外新型刀具的开发成果。

在如何使用数控机床刀具方面,也应掌握一条原则:尊重科学,按切削规律办事。众所周知,对不同的零件材质,在客观规律上就有一个切削速度(v)、切削深度(t)、进给量(s)三者互相适应的最佳切削参数。这对大零件,稀有金属零件、贵重零件更为重要,工艺编程人员应努力摸索这个最佳切削参数。

在选择刀具时,要注意对工件的结构及工艺性认真分析,结构工件材料,毛坯余量及具体加工部位综合考虑。在确定好以后,要把刀具规格、专用刀具代号和该所要加工的内容列表记录下来,供编程时使用。

数控车有车刀、镗刀、钻头等,现在以车刀参数的选择为例,进行分析。

(1) 车刀刀杆截面形式

车刀刀杆截面形式有圆形截面,正方形截面和矩形截面(高度与宽度之比常为 1.25, 1.6 和 2 三种)。刀杆的截面尺寸的选取通常与机床中心高、刀具形状及切削断面尺寸有关(如表 1.2 所列)。建议优先采用圆形截面、正方形截面或选用 H 与 B 之比约为 1.6 的矩形截面。因为这些截面具有较高的强度。

表 1.2 根据机床中心高选择刀杆截面尺寸

中心高	150	180~200	260~300	350~400
矩形截面(H×B)	20×12	25×16	32×20	40×25
方形截面(H×B)	16×16	20×20	25×25	32×32

(2) 车刀刀杆悬伸长度 d

该长度约等于刀杆高 H 的 1~1.5 倍为宜,垫片要平整,数量要尽量少,并与刀架对齐,以防车削时产生振动。当刀杆悬伸长度或重切削下有必要进行强度和刚度验算。

(3) 刀尖圆弧半径的选用

粗切削刀尖圆弧半径的选择:粗切时,为提高切削刃的强度,尽可能使用较大的刀尖圆弧半径,在可能出现振动的切削中,选用较小的刀尖圆弧半径;在进给量较大时,选用较大的刀尖圆弧半径。其关系如表 1.3 所列,不过,最好选用 1.2~1.6 mm 的刀尖圆弧半径。

表 1.3 粗车时,与刀尖圆弧半径相对应的最大推荐进给量

刀尖圆弧半径	0.4	0.8	1.2	1.6	2.4
最大进给量 f	0.25~0.35	0.4~0.7	0.5~1.0	0.7~1.3	1.0~1.8

精车车刀刀尖圆弧半径的选择:精车车刀刀尖圆弧半径受工件表面粗糙度和进给量的影响,其相互关系为:

$$R_y = \frac{f^2}{8r_e} \times 1000 \mu\text{m}$$

式中: R_y 为表面粗糙度轮廓最大高度(μm), r_e 为刀尖圆弧半径(mm), f 为进给量(mm/r)。

通常,表面粗糙度用 R_a 表示, R_a 与 R_y 不存在数学关系,为了便于选用刀尖圆弧半径,表 1.4 中给出 R_a 、 R_y 与进给量 f 的对应关系,为了获得精加工所需的表面粗糙度,进给量应小些。

表 1.4 R_a 、 R_y 、进给量 f 与刀尖圆弧半径的对应关系

表面粗糙度		刀尖圆弧半径/mm				
$R_a/\mu\text{m}$	$R_y/\mu\text{m}$	0.4	0.8	1.2	1.6	2.4
		进给量 $f/(\text{mm} \cdot \text{r}^{-1})$				
0.63	1.6	0.07	0.10	0.12	0.14	0.17
1.6	4	0.11	0.15	0.19	0.22	0.26
3.2	10	0.17	0.24	0.29	0.34	0.42
6.3	16	0.22	0.30	0.37	0.43	0.53
8	25	0.27	0.30	0.47	0.54	0.66
3.2	100				1.08	0.32

(4) 刀片与断屑槽型选用

刀片厚度选用原则是使刀片有足够的强度来承受切削力。切削深度增加,进给量增加,刀片厚度减少。

刀片有效长度选用:刀片有效长度 l_f 取决于刀具的主偏角和最大切削深度。

通常,粗车时, $l_f = \frac{1}{2} \sim \frac{2}{3} L$, 精车时, $l_f = \frac{1}{4} \sim \frac{1}{3} L$ 。

断屑槽型的选用:断屑槽亦称卷屑槽,其作用是使切屑在切削过程中能呈螺旋状或螺卷状折断而排出。断屑槽型有直线圆弧型、直线型和全圆弧型三种。直线圆弧型和直线断屑槽实用于切削碳钢型、全钢型和工具钢型等,其前角一般在 $r_o = 5^\circ \sim 15^\circ$ 范围内;当切削紫铜、不锈钢等高塑性材料时,应使用全圆弧型,前角增大到 $25^\circ \sim 30^\circ$ 。因为相同前角时,全圆弧型的切削刃强度比前两种好。槽底圆弧半径 R_o 和前角 r_o 之间存在以下关系: $\sin r_o = \frac{\omega}{2R_o}$ 。

2. 夹具的选用

在切削加工中,必须使工件相对刀具(或机床)有一个正确的位置,使工件在机床上占有正确的位置的过程称为定位;用于装夹工件,使之占有正确的位置的工艺装备称为机床夹具;使工件在机床上占有正确的位置并将工件夹紧的过程,称为工件的装夹。很明显,夹具是用于工件的定位和装夹的。数控加工的特点对夹具提出了两个基本要求:一是要保证夹具的坐标方向与机床的坐标方向相对固定;二是要能协调零件与机床坐标系的尺寸。

因为数控车床的结构和加工工艺特点,数控车床夹具有它的特点和技术要求。

(1) 特点

- ① 夹具和工件随机床主轴旋转,夹具使用安全和夹具平衡尤为重要;
- ② 当加工工件是回转体时,夹具具有定心作用;
- ③ 与机床的连接方式决定于主轴前端的结构形式;
- ④ 夹具的回转精度取决于和机床连接的精度;
- ⑤ 夹具与机床主轴、花盘或过渡法兰连接,要安全可靠;
- ⑥ 结构力求简单,紧凑,重量尽可能轻一些;
- ⑦ 夹具工作时就保持平衡,夹具的重心应尽量接近回转体轴线,平衡重的位置应远离回转轴线,并可沿圆周方向调整;
- ⑧ 当安装中需找正中心时,应将夹具的最大外圆设计成校准回转中心的基准(或找正圆);
- ⑨ 最大回转直径不允许与机床发生干涉;
- ⑩ 不应在圆周上有凸出部分,一般应设置防护罩防止事故发生。

(2) 技术要求

数控车床夹具常以工件的内孔或外圆表面作为定位基准。因此,这类夹具所采用的定位元件的尺寸及形位公差,即构成夹具的主要技术要求。一般包括以下几个方面:

- ① 与工件配合的圆柱面(即定位表面)对其轴线或相当于轴线的同轴度;
- ② 工件与夹具心轴为双重配合时,双重配合部分的同轴度;
- ③ 定位表面与其轴向定位台肩的垂直度;
- ④ 夹具定位表面对夹具在机床上安装、定位基准面的垂直度或平行度;
- ⑤ 定位表面的直线度和平面度的等高性。

卧式数控车床加工的典型装夹方法:工件装夹各定位形式依据工件大小、形状、精度和生产批量等不同而定,正确选用定位基准和装夹方法是保证工件精度各表面质量的关键。

(1) 装夹方式

① 三爪定心卡盘装夹:三爪自定心盘能自动定心,装夹方便,精度高,工件装夹后一般不需要找正。装夹效率比四爪单动卡盘高,但夹紧力较四爪单动卡盘小。只限于装夹圆柱形、正三角形、六边形等形状规则的短小工件。如工件伸出卡盘较长,则仍需找正;

② 四爪卡盘装夹:由于四爪单动卡盘的四个卡爪是各自独立运动的,因此必须通过找正,使工件的旋转中心与四床主轴的旋转中心重合,才能车削。四爪单动卡盘的夹紧力较大,适合于装夹形状不规则及直径较大的工件;

③ 花盘角铁装夹:形状复杂和不规则的工件(有平衡块);

(2) 定位方式

① 夹或拨顶:长径比大于等于8的轴类工件粗精车;

② 内梅花拨动顶尖,一端有中心孔且余量较小的轴类工件;

③ 外梅花拨动顶尖,车削两端有孔的轴类工件;

④ 光面拨动顶尖:车削工件余量较少,两端有孔的轴类工件;

⑤ 中心架装夹:车削长径比较大的阶梯轴和光轴类工件。中心架直接安装在工件中间的装夹方法可提高车削细长轴时工件的刚性。安装中心架前,须先在工件毛坯中间车出一段沟槽,使中心架的支承爪与工件能良好的接触;

⑥ 跟刀架:跟刀架固定在车床床鞍上,与车刀一起移动,主要用来车削不允许接刀的细长轴。使用跟刀架时,要在工件一端车一段安装跟刀架支承爪的外圆。支承爪与工件接触的压力适当,否则车削时跟刀架可能不起作用,或者工件车成竹节形或螺旋形;

⑦ 尾座卡盘装夹:除装夹轴类工件外还可夹持形状各异的顶尖以适用各种工件的装夹。

1.2.3 切削液

切削液主要起冷却、润滑、清洗及防锈作用,切削液主要分为水溶液、乳化液、切削油三类。车铣加工中心的切削液应按机床说明书的规定,最好选用特定厂家的特定牌号的切削液,不能随便选用切削液。

使用切削液的注意事项:

① 膏状的乳化剂,使用时应加 15~20 倍水冲成稀溶液;

② 冷却液用量,使用时不能过少,否则作用不大,用硬质合金刀具时,冷却液不可断续使用,否则易造成硬质合金刀片碎裂;

③ 冷却液应浇在刀具与切屑接触处,因为该处就是切削热源。

1.2.4 工件的定位方法和定位基准

工件的定位需要考虑如下几个方面。

(1) 定位基准与夹紧方案的确定

在确定定位基准与夹紧方案时应注意下列三点:

① 力求设计、工艺与程编计算的基准统一;

② 尽量减少装夹次数,尽可能做到在一次定位装夹后就能加工出全部待加工表面;

③ 避免采用人工调整式方案。

(2) 粗基准的选择

① 选加工余量小、较准确的、光洁的、面积较大的毛面做粗基准；
 ② 选重要表面为粗基准，因为重要表面一般要求余量均匀；
 ③ 选不加工的表面做粗基准，这样可以保证加工表面和不加工表面之间的相对位置要求，同时可以在一次安装下加工更多的表面；

④ 粗基准只能使用一次。因为粗基准为毛面，定位基准位移误差较大，如重复使用，将造成较大的定位误差，不能保证加工要求。因此在制定工艺规程时，第一工序、第二工序一般都是为了加工精基准的。

(3) 精基准的选择

① 基准重合的原则：设计基准为定位基准，这样就没有基准不重合误差；

② 基准单一原则：为了进行自动化生产，在零件的加工过程中，采取单一基准的原则。选择了单一基准，必然会带来基准不重合。因此基准重合原则和单一基准原则是有矛盾的，应根据具体情况处理；

③ 互为基准的原则：对某些空间位置精度要求很高的零件，通常采用互为基准、反复加工的原则；

④ 自为基准的原则：对于某些精度要求很高的表面，在精密加工时，为了保证加工精度，要求加工表面的余量很小并且均匀，这时常以加工面本身定位，待到夹紧后将定位元件移去，再进行加工。

1.2.5 加工工序的安排

1. 毛坯的选择

毛坯选择应考虑的因素如表 1.5 所列。

表 1.5 毛坯选择应考虑的因素

应考虑的因素	应掌握的原则
生产纲领和批量	生产纲领大时，宜采用高精度与高生产率的毛坯制造方法；生产纲领小时，宜采用设备投资小的毛坯制造方法
零件的结构形状和尺寸大小	1. 直径相差不大的阶梯轴宜采用棒料；直径相差较大的宜采用锻件 2. 尺寸较大的毛坯，不宜采用模锻、压铸和精铸，宜采用自由铸造和砂型铸造 3. 形状复杂、力学性能要求不高的毛坯可采用铸钢件 4. 形状复杂和薄壁的毛坯不宜采用金属型铸造 5. 外形复杂的小型零件宜采用压铸、熔模铸造等精密铸造方法，以减少切削加工或不进行切削加工
零件的力学性能	1. 铸铁件的强度按离心浇注、压力浇注的铸件，金属型浇注的铸件，砂型浇注的铸件依次递减 2. 钢质锻造毛坯的力学性能高于钢质棒料和铸钢件
工厂现有设备和技术水平	应考虑设备的加工范围和承载能力，可参看机床的参数说明书
技术经济性	在必要的时候，应对所选的毛坯进行技术经济分析，一般情况下，各种毛坯的平均相对成本