



CATIA产品设计
与制造系列丛书

达索系统公司首次授权出版
CATIA V5简体中文培训教程



CATIA V5 数控加工

谢龙汉 沈奕辉 编著



清华大学出版社



CATIA

CATIA 产品设计与制造系列丛书

CATIA V5 数控加工

谢龙汉 沈奕辉 编著

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

CATIA V5 含有多个数控加工模块,包括 2.5 轴铣削加工、曲面加工、车削加工等,本书首先对数控编程及数控加工工艺作了简要的介绍,使读者能够初步了解数控加工的基本内容及方法。第 2 章介绍了数控加工各模块公共的基本操作,第 3 章和第 4 章结合实例介绍了 2.5 轴铣削加工和曲面加工这两个最为重要而又常用的加工模块。

本书适合具有中专以上文化程度的设计人员或在校学生,以及 CAD/CAE/CAM 相关领域的开发人员和技术人员使用,也可作为高职、高专等学校相关专业的教材。



是法国达索系统公司的 CATIA 标志,达索公司授权 SUNNYTECH 浙大旭日科技编写“CATIA 产品设计系列丛书”,由清华大学出版社独家出版!

“CATIA®”是法国达索系统公司的注册商标。

CATIA® is a registered trademark of Dassault Systèmes.”

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

本书防伪标签采用特殊防伪技术,用户可通过在图案表面涂抹清水,图案消失,水干后图案复现;或将表面膜揭下,放在白纸上用彩笔涂抹,图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

CATIA V5 数控加工/谢龙汉,沈奕辉编著. —北京:清华大学出版社,2005.7
(CATIA 产品设计与制造系列丛书)

ISBN 7-302-11319-X

I. C… II. ①谢… ②沈… III. 数控机床-程序设计-应用软件, CATIA V5 IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 074698 号

出 版 者: 清华大学出版社 地 址: 北京清华大学学研大厦
http://www.tup.com.cn 邮 编: 100084
社 总 机: 010-62770175 客 户 服 务: 010-62776969

组稿编辑: 许存权

文稿编辑: 马子杰

封面设计: 姜凌娜

版式设计: 崔俊利

印 装 者: 北京鑫海金澳胶印有限公司

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 185×260 印 张: 17.5 字 数: 402 千字

版 次: 2005 年 7 月第 1 版 2005 年 7 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-11319-X/TP·7458

印 数: 1~5000

定 价: 32.00 元(内附光盘 1 张)

“CATIA产品设计与制造系列丛书”序

CATIA是法国达索系统公司的CAD/CAE/CAM一体化软件,在世界CAD/CAE/CAM领域中处于领导地位,销售额蝉联第一至今。CATIA被广泛应用于航空航天、汽车制造、造船、机械制造、电子、电器以及消费品行业。它的集成解决方案覆盖所有的产品设计与制造领域,满足了工业领域各类大、中、小型企业的需要。世界前20名的汽车企业有18家采用CATIA作为其核心设计软件。世界上已有超过13 000个用户选择了CATIA,用户包括波音、克莱斯勒、宝马、奔驰、本田以及丰田等著名企业。波音飞机公司使用CATIA完成了整个波音777的零件设计和电子装配,创造了业界的一个奇迹,从而也确定了CATIA在CAD/CAE/CAM行业的领先地位。

CATIA是一个庞大的软件系统,包括了机械设计、曲面造型、工程分析、电子设计、人机工程等一系列一百多个模块。为了帮助读者扎实、高效率地学习和掌握CATIA的机械设计和曲面造型的设计方法,我们组织编写了这套“CATIA产品设计与制造系列丛书”,丛书包括《CATIA V5 零件设计》、《CATIA V5 机械设计》、《CATIA V5 机械设计应用实例》、《CATIA V5 逆向造型设计》、《CATIA V5 自由曲面造型》、《CATIA V5 曲面造型应用实例》、《CATIA V5 数控加工》、《CATIA V5 数控加工应用实例》和《CATIA V5 有限元分析及应用实例》等。

“CATIA产品设计与制造系列丛书”由浅入深,采用功能讲解和实际应用相结合的方式进行写作。对于CATIA的每一个功能模块,首先系统、详细地讲述每个功能的应用方法和技巧,帮助用户掌握功能操作,最后通过综合的实例,将模块的各项功能进行综合应用,使用户可以将所学的内容应用到实际工作中,做到学以致用。

“CATIA产品设计与制造系列丛书”既可以作为CATIA用户的培训教程,也可以作为在校学生的CAD/CAM专业教材或机械类工程技术人员自学参考书。

编 者

2005年4月

前 言

CATIA 是法国达索系统公司的 CAD/CAE/CAM 一体化软件, 在世界 CAD/CAE/CAM 领域中处于领导地位。CATIA 被广泛应用于航空航天、汽车制造、造船、机械制造、电子、电器、消费品行业, 它的集成解决方案覆盖所有的产品设计与制造领域, 满足了工业领域各类大、中、小型企业的需要。在汽车业, CATIA 已成为事实上的工业标准。世界前 20 名的汽车企业有 18 家采用 CATIA 作为其核心设计软件。世界上已有超过 13 000 个用户选择了 CATIA, 用户包括波音、克莱斯勒、宝马、奔驰、本田、丰田等著名企业。波音飞机公司使用 CATIA 完成了整个波音 777 的零件设计和电子装配, 创造了业界的一个奇迹, 从而也确定了 CATIA 在 CAD/CAE/CAM 行业的领先地位。

本书共分为 4 章, 介绍了数控编程及加工工艺基础、CATIA 数控加工基本操作、2.5 轴铣削加工和曲面加工等内容。

第 1 章 数控编程及加工工艺基础: 数控加工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, 它的广泛应用对机械制造业的生产方式、产品结构带来了深刻的变化。本章将主要介绍 CAM 数控编程的实现过程、数控加工的基本原理、数控机床以及数控程序等数控编程及加工工艺基础知识, 帮助读者快速掌握 CATIA V5 数控加工所必须首先掌握的基础知识。

第 2 章 CATIA 数控加工基本操作: 本章首先通过一个简单的实例向读者介绍一个完整数控程序的编制过程。CATIA V5 的数控加工包括了 2.5 轴铣削加工、曲面加工等多个加工模块, 本章主要向读者介绍 CATIA 数控加工的基本操作, 包括加工坐标系、几何参数设置、刀具的创建及调用、进刀退刀路径、刀路和切削过程仿真和生成数控程序等内容。

第 3 章 2.5 轴铣削加工: 本章结合实例, 向读者重点介绍了各种铣削加工的方式, 包括平面铣削、型腔铣削、轮廓铣削、曲线铣削、点位加工、钻孔加工等。最后以一个例子, 综合演练了铣削加工操作的建立过程。

第 4 章 曲面加工: 本章结合实例, 重点介绍了曲面加工的各种加工方式, 包括投影粗加工和等高线粗加工这两种粗加工以及投影加工、清根加工、等高线加工、轮廓驱动加工、沿面加工和螺旋加工等精加工。还介绍了加工特征、辅助几何元素的建立, 以及对数控刀路进行编辑等内容。

本书和《CATIA V5 数控加工应用实例》是配套的, 该书将以一些实际产品的加工编程为例子, 综合讲解数控加工的应用。

感谢达索系统公司袁美安高级专员对本书写作的指导与支持。

感谢杭州浙大旭日科技有限公司周超明工程师对本书写作的帮助。

由于时间仓促, 书中难免有疏漏之处, 请读者不吝指正。读者可通过网站 <http://www.sunnytech.cn> 与我们交流。

作者
2005 年 4 月

目 录

第 1 章 数控编程及加工工艺基础.....	1
1.1 数控编程的基本过程.....	1
1.2 数控加工.....	3
1.2.1 CAM 系统简述.....	3
1.2.2 加工原理.....	4
1.2.3 刀位计算.....	5
1.3 数控机床.....	6
1.3.1 数控机床的特点.....	6
1.3.2 数控机床的分类.....	8
1.3.3 数控机床的坐标系.....	11
1.4 数控程序.....	12
1.4.1 数控程序结构.....	13
1.4.2 数控指令.....	14
1.4.3 手工编程.....	18
1.5 数控工艺流程.....	19
1.5.1 数控加工工艺设计内容.....	20
1.5.2 工序的划分.....	21
1.5.3 加工工具的选择.....	22
1.5.4 走刀路线的选择.....	26
1.5.5 切削用量的确定.....	29
1.5.6 对刀点的选择.....	30
1.5.7 高度与安全高度.....	31
1.5.8 刀具半径补偿和长度补偿.....	32
1.5.9 顺铣与逆铣.....	33
1.5.10 冷却液开关.....	33
1.5.11 拐角控制.....	34
1.5.12 轮廓控制.....	34
1.5.13 区域加工顺序.....	35
1.6 数控编程的误差控制.....	35
第 2 章 CATIA 数控加工基本操作.....	40
2.1 进入加工模块.....	40

2.2	加工流程实例	43
2.2.1	零件操作定义	44
2.2.2	上平面铣削	47
2.2.3	刀路仿真	50
2.2.4	型腔铣削粗加工	51
2.2.5	型腔铣削精加工	54
2.2.6	轮廓铣削	55
2.2.7	钻孔加工	56
2.2.8	后处理	58
2.3	加工要素设置	60
2.3.1	特征树	61
2.3.2	数控机床	62
2.3.3	加工坐标系	64
2.3.4	几何参数设置	67
2.3.5	加工程序组	71
2.4	刀具	74
2.4.1	创建刀具	75
2.4.2	刀具管理	77
2.4.3	调用刀具	78
2.5	进退刀方式	79
2.6	刀路仿真及切削检验	90
2.6.1	刀路仿真	91
2.6.2	加工结果拍照	94
2.6.3	切削过程仿真	99
2.7	输出数控程序	101
第3章	2.5 轴铣削加工	107
3.1	平面铣削	107
3.1.1	设置几何参数	107
3.1.2	设置刀具路径参数	113
3.1.3	加工实例	120
3.2	型腔铣削	126
3.2.1	几何参数	126
3.2.2	刀具路径参数	132
3.2.3	加工实例	137
3.3	粗加工	142
3.4	多型腔铣削	147
3.5	轮廓铣削	152

3.5.1	两平面间轮廓铣削	152
3.5.2	两曲线间轮廓铣削	159
3.5.3	曲线和曲面间轮廓铣削	161
3.5.4	端平面铣削	163
3.5.5	加工实例	165
3.6	曲线铣削	170
3.7	凹槽铣削	172
3.8	点到点铣削	174
3.9	钻孔加工	178
3.9.1	中心钻	179
3.9.2	钻孔	181
3.10	加工应用实例	183
第4章	曲面加工	192
4.1	曲面加工入门实例	192
4.2	曲面加工操作	201
4.2.1	投影粗加工	201
4.2.2	等高线粗加工	209
4.2.3	投影加工	215
4.2.4	等高线加工	221
4.2.5	轮廓驱动加工	223
4.2.6	沿面加工	229
4.2.7	螺旋加工	232
4.2.8	清根加工	233
4.3	加工特征	235
4.3.1	加工区域	235
4.3.2	二次加工区域	238
4.3.3	建立几何区域	241
4.3.4	面向加工区域加工实例	243
4.4	辅助几何元素	247
4.4.1	建立毛坯零件	248
4.4.2	建立偏置毛坯	248
4.4.3	建立点线元素	250
4.5	编辑数控刀路	251
4.5.1	刀位点编辑	252
4.5.2	区域编辑	254
4.5.3	刀具碰撞点分离	254
4.5.4	刀路变换	255

4.5.5	刀路连接	256
4.5.6	改变进刀/退刀	257
4.5.7	其他操作	259
4.6	加工应用实例	260

第1章 数控编程及加工工艺基础

数控 (Numerical Control, NC) 的定义是: 用数字化信号对机床运动及其加工过程进行控制的一种方法。数控加工是计算机辅助设计与制造技术中最能明显发挥效益的生产环节之一。它不仅大大提高了具有复杂型面的产品的制造能力和制造效率, 而且保证产品能达到极高的加工精度和加工质量。

数控加工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、光机电一体化于一体, 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。

本章将主要介绍CAM数控编程的实现过程、数控加工的基本原理、数控机床以及数控程序等数控编程及加工工艺基础知识, 以帮助读者快速掌握CATIA V5数控加工所必须首先掌握的基础知识。

1.1 数控编程的基本过程

数控编程的主要任务是计算加工走刀中的刀位点 (Cutter Location, CL点)。CATIA提供了多种加工类型用于各种复杂零件的粗精加工, 用户可以根据零件结构、加工表面形状和加工精度要求选择合适的加工类型。对于不同的加工类型, CATIA V5的数控编程过程都需经过获取零件模型、加工工艺分析及规划、完善零件模型、设置加工参数、生成数控刀路、检验数控刀路和生成数控程序七个步骤。其流程如图1-1所示。

(1) 建立或者获取零件模型。零件的CAD模型是数控编程的前提和基础, CATIA数控程序的编制必须有CAD模型作为加工对象。CATIA是具有强大的CAD系统, 用户可以通过模块之间的切换, 在零件设计、曲面造型等模块中建立所需的零件CAD模型, 完成后再切换到相应的数控加工模块中。CATIA也具有健壮的数据转换接口, 用户可以首先将其他CAD系统所建立的零件模型转换为公共的数据转换格式, 如iges、step等, 再导入CATIA中并得到零件模型。获取零件模型的具体方法将在第2章中详细介绍。

(2) 加工工艺分析及规划。加工工艺分析和规划在很大程度上决定了数控程序的质量, 主要是确定加工区域、加工性质、走刀方式、使用刀具、主轴转速和切削进给等项目。加工工艺分析和规划主要包括以下内容。

- 加工对象的确定: 通过对模型的分析, 确定工件的哪些部位需要在数控铣床上或者数控加工中心加工。数控铣加工的工艺适应性也是有一定限制的, 对于尖角、

细小的筋条等部位是不适合加工的，应使用线切割或者电加工来加工；而某些加工内容可能使用普通机床有更好的经济性，如孔的加工可以使用钻床、回转体加工可以用车床来加工。

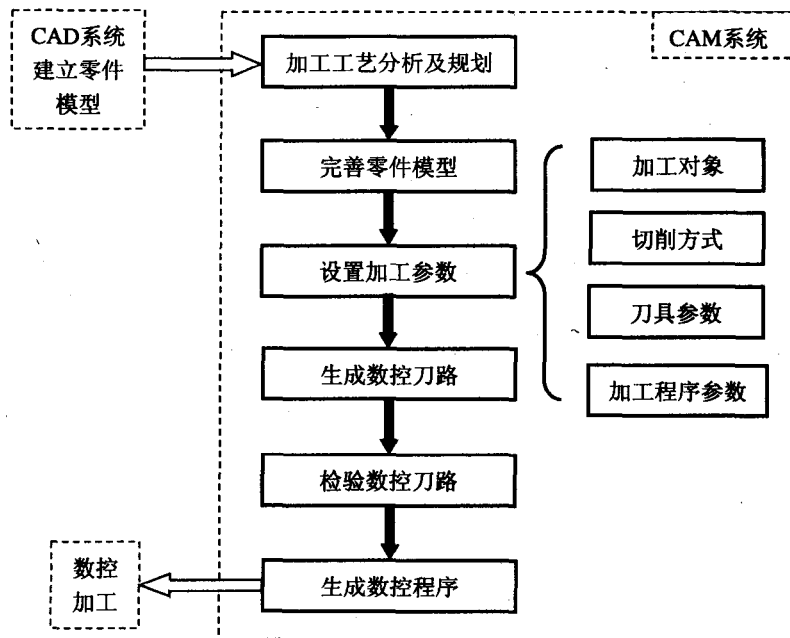


图 1-1

- ❑ 加工区域规划：即对加工对象进行分析，按其形状特征、功能特征及精度、粗糙度要求将加工对象分成若干个加工区域。对加工区域进行合理规划，可以达到提高加工效率和加工质量的目的。
- ❑ 加工工艺路线规划：从粗加工到精加工，再到清根加工的加工流程规划，以及加工余量分配。
- ❑ 加工工艺和加工方式确定：如刀具选择、加工工艺参数和切削方式的选择等。

(3) 完善零件模型。由于CAD造型人员更多地考虑零件设计的方便性和完整性，较少顾及零件模型对CAM加工的影响，所以要根据加工对象的确定及加工区域划分对模型做一些完善。零件模型的完善通常有以下一些内容。

- ❑ 确定坐标系。坐标系是加工的基准，将坐标系定位在适合机床操作人员确定的位置，同时保持坐标系的统一。
- ❑ 清理隐藏对加工不产生影响的元素。
- ❑ 修补部分曲面。对于因有不加工部位存在而造成的曲面空缺部位，应该补充完整。如钻孔的曲面，在狭小的凹槽部位等，应该将这些曲面重新做完整，这样获得的刀具路径规范而且安全。
- ❑ 增加安全曲面。

- ❑ 对轮廓曲线进行修整。对于通过公共数据转换格式得到的零件CAD模型，看似光滑的曲线可能存在断点，看似一体的曲面在连接处可能不相交，这样可以通过修整或者创建轮廓线构造出最佳的加工边界曲线。
- ❑ 构建刀路限制边界。需要使用边界来限制加工范围的加工区域，先构建出边界曲线。

(4) 设置加工参数。参数设置可视为对工艺分析和规划的具体实施，它构成了利用CATIA进行数控编程的主要操作内容，直接影响生成的数控程序质量。参数设置的内容主要有以下几个方面。

- ❑ 设置加工对象：用户通过交互手段选择被加工的几何体或其中的加工分区、毛坯和避让区域等。
- ❑ 设置切削方式：指定刀轨的类型及相关参数。
- ❑ 设置刀具及机械参数：针对每一个加工工序选择适合的加工刀具并在CATIA中设置相应的机械参数，包括主轴转速、切削进给、切削液控制等。
- ❑ 设置加工程序参数：包括对进退刀位置及方式、切削用量、行间距、加工余量、安全高度等的设置。这是参数设置中最主要的内容之一。

(5) 生成数控刀路。在完成参数的设置后，CATIA将自动进行刀轨的计算。

(6) 检验数控刀路。为确保数控程序的安全性，必须对生成的刀轨进行检查校验，检查刀路是否有明显过切或者加工不到位，同时检查是否发生与工件及夹具的干涉。对检查中发现问题，应该调整参数的设置，再重新进行计算、校验，直到准确无误。

(7) 生成数控程序。前面生成的只是数控刀轨，还需要将刀轨以规定的标准格式转换为数控代码并输出保存。数控程序文件可以用记事本进行打开。在生成数控程序后，还需要检查这个程序文件，特别对程序及程序尾部分的语句进行检查，如有必要可以修改。数控程序文件可以通过传输软件传输到数控机床的控制器上，由控制器按程序语句驱动机床加工。

1.2 数 控 加 工

1.2.1 CAM系统简述

一个典型的CAM系统由两个部分组成：一是计算机辅助编程系统，二是数控加工设备。

计算机辅助编程系统的任务是根据工件的几何信息计算出数控加工的轨迹，并编制出数控程序。它由计算机硬件设备和计算机辅助数控编程软件组成。

计算机硬件设备主要有工作站和微机两种。一般而言，工作站的图形性能要优于微机，但随着微机性能的飞速提高，它与工作站的性能差别也越来越小。而且由于微机的价格要远低于工作站，因此其在CAD/CAM系统中的应用越来越广泛，其普及率也远高于工作站。

计算机辅助数控编程软件即是通常所说的CAM软件，它是计算机辅助编程系统的核

心。它的主要功能包括数据输入输出、加工轨迹计算与编辑、工艺参数设置、加工仿真、数控程序后处理和数据管理等。目前常用的CAM软件种类较多,其基本功能大同小异,并在此基础上发展出各自的特色。

数控加工设备的任务是接受数控程序,并按照程序完成各种加工动作。数控加工技术可以应用在几乎所有的加工类型中,如车、铣、刨、镗、磨、钻、拉、切断、插齿、电加工、板材成型和管料成型等。

数控铣床、数控车床、数控线切割机是模具行业中最常用的数控加工设备,其中以数控铣床应用最为广泛。

1.2.2 加工原理

机床上的刀具和工件间的相对运动,称为表面成形运动,简称成形运动或切削运动。数控加工是指数控机床按照数控程序所确定的轨迹(称为数控刀轨)进行表面成形运动,从而加工出产品的表面形状。图1-2和图1-3分别是一个平面轮廓加工和一个曲面加工的切削示意图。

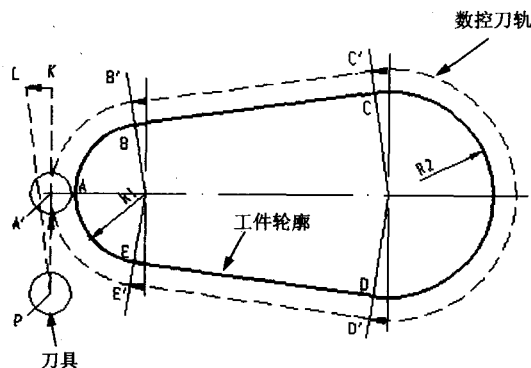


图 1-2

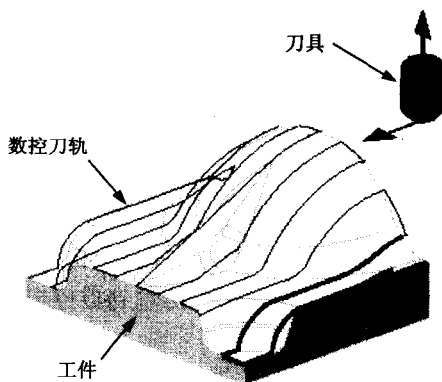


图 1-3

数控刀轨是由一系列简单的线段连接而成的折线,折线上的结点称为刀位点。刀具的中心点沿着刀轨依次经过每一个刀位点,从而切削出工件的形状。

刀具从一个刀位点移动到下一个刀位点的运动称为数控机床的插补运动。由于数控机床一般只能以直线或圆弧这两种简单的运动形式完成插补运动,因此数控刀轨只能是由许多直线段和圆弧段将刀位点连接而成的折线。

数控编程的任务是计算出数控刀轨,并以程序的形式输出到数控机床,其核心内容就是计算出数控刀轨上的刀位点。

在数控加工误差中,与数控编程直接相关的有两个主要部分:

(1) 刀轨的插补误差。由于数控刀轨只能由直线和圆弧组成,因此只能近似地拟合理想的加工轨迹,如图1-4所示。

(2) 残余高度。在曲面加工中, 相邻两条数控刀轨之间会留下未切削区域, 如图1-5所示, 由此造成的加工误差称为残余高度, 它主要影响加工表面的粗糙度。

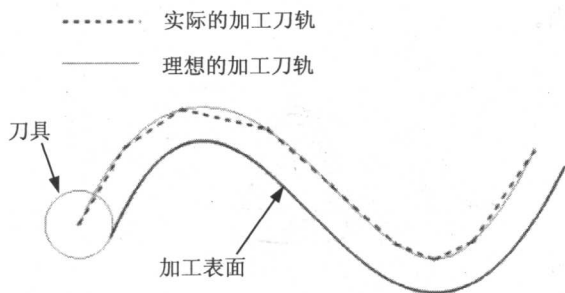


图 1-4

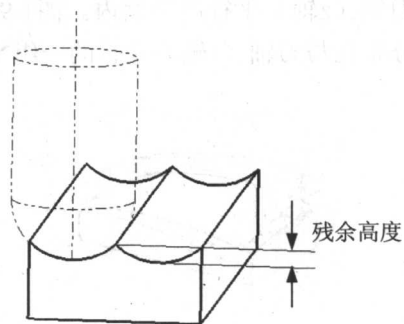


图 1-5

刀具的表面成形运动通常分为主运动和进给运动。主运动指机床的主轴转动, 其运动质量主要影响产品的表面光洁度。进给运动是主轴相对工件的平动, 其传动质量直接关系机床的加工性能。

进给运动的速度和主轴转速是刀具切削运动的两个主要参数, 对加工质量、加工效率有重要的影响。

1.2.3 刀位计算

如前所述, 数控编程的核心内容是计算数控刀轨上的刀位点。下面简单介绍数控加工刀位点的计算原理。

数控加工刀位点的计算过程可分为3个阶段。

(1) 加工表面的偏置。如图1-6所示, 刀位点是刀具中心点的移动位置, 它与加工表面存在一定的偏置关系。这种偏置关系取决于刀具的形状和大小。例如, 当刀具为半径 R 的球头刀时, 刀轨(刀具中心的移动轨迹)应当在距离加工表面为 R 的偏置面上, 如图1-7所示。由此可见, 刀位点计算的前提是首先根据刀具的类型和尺寸计算出加工表面的偏置面。

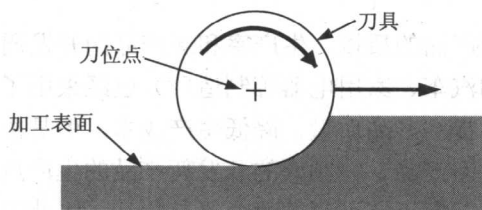


图 1-6

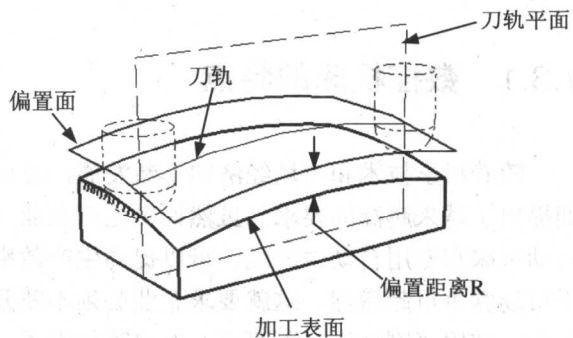


图 1-7

(2) 刀轨形式的确定。把刀位点在偏置面上的分布形式称为刀轨形式。图1-8和图1-9所示是两种最常见的刀轨形式。其中图1-8所示为行切刀轨,即所有刀位点都分布在一组与刀轴(z轴)平行的平面内。图1-9所示为等高线刀轨(又称环切刀轨),即所有刀位点都分布在与刀轴(z轴)垂直的一组平行平面内。

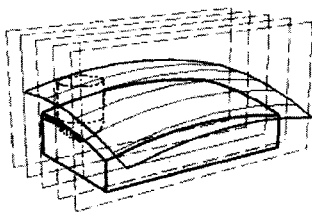


图 1-8

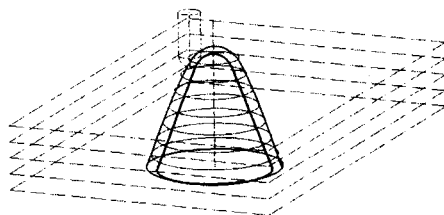


图 1-9

显然,对于这两种刀轨来说,其刀位点分布在加工表面的偏置面与一组平行平面的交线上,这组交线称为理想刀轨,平行平面的间距称为刀轨的行距。也就是说,刀轨形式一旦确定下来,就能够在加工表面的偏置面上以一定行距计算出理想刀轨。

(3) 刀位点的计算。如果刀具中心能够完全按照理想刀轨运动的话,其加工精度无疑将是最理想的。然而,由于数控机床通常只能完成直线和圆弧线的插补运动,因此只能在理想刀轨上以一定间距计算出刀位点,在刀位点之间做直线或圆弧运动,如图1-4所示。刀位点的间距称为刀轨的步长,其大小取决于编程允许误差。编程允许误差越大,则刀位点的间距越大;反之越小。

以上所描述的仅仅是刀位点计算的基本思路,而CAM软件中实际采用的计算方法要复杂得多,而且随着软件的不同会有许多具体的变化。

然而不管在哪种CAM软件中,刀位点计算有多么复杂多样,其技术核心都只有一点,即以一定的形式和密度在被加工面的偏置面上计算出刀位点。刀位点的密度不仅指刀轨的行距,还指刀轨的步长,它们是影响数控编程精度的主要因素。

1.3 数控机床

1.3.1 数控机床的特点

随着科学技术和市场经济的不断发展,对机械产品的质量、生产率和新产品的开发周期提出了越来越高的要求。虽然许多生产企业(如汽车、家用电器等制造厂)已经采用了自动机床和专用自动生产线,可以提高生产效率、提高产品质量、降低生产成本,但是由于市场竞争日趋激烈,这就要求企业必须不断开发新产品。在频繁的开发新产品的生产过程中,使用“刚性”(不可变)的自动化设备,由于其工艺过程的改变极其复杂,因此刚性自动化设备的缺点暴露无遗。另外,在机械制造业中,并不是所有产品零件都具有很大

的批量。据统计,单件小批量生产约占加工总量的75%~80%。对于单件、小批,复杂零件的加工,若用“刚性”自动化设备加工,则生产成本低、生产周期长,而且加工精度也很难符合要求。为了解决上述问题,并满足新产品的开发和多品种、小批量生产的自动化,国内外已研制生产了一种灵活的、通用的、万能的、能适应产品频繁变化的数控机床。美国麻省理工学院在20世纪50年代成功地研制出第一台数控铣床。1970年首次展出了第一台用计算机控制的数控机床(CNC)。图1-10左图所示就是CNC数控铣床,右图所示是数控加工中心。

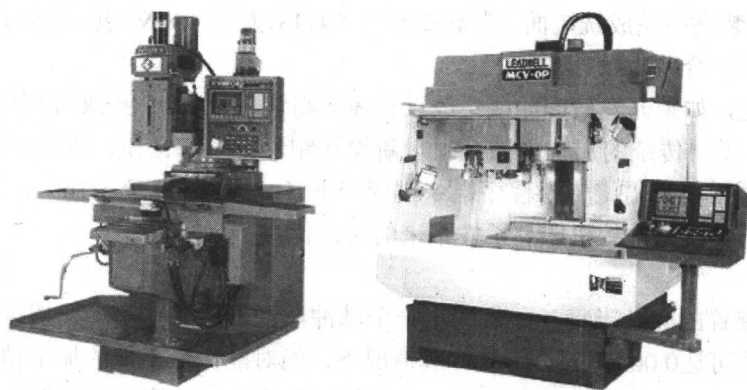


图 1-10

下面介绍数控机床的主要特点。

1. 高柔性

数控铣床的最大特点是高柔性,即可变性。所谓“柔性”即是灵活、通用、万能,可以适应加工不同形状工件的自动化机床。

数控铣床一般都能完成钻孔、镗孔、铰孔、铣平面、铣斜面、铣槽、铣曲面(凸轮)和攻螺纹等加工,而且一般情况下,可以在一次装夹中完成所需的加工工序。

如图1-11所示齿轮箱,齿轮箱上一般有两个具有较高位置精度要求的孔,孔周有安装端盖的螺孔,按照老的传统加工方法步骤如下:

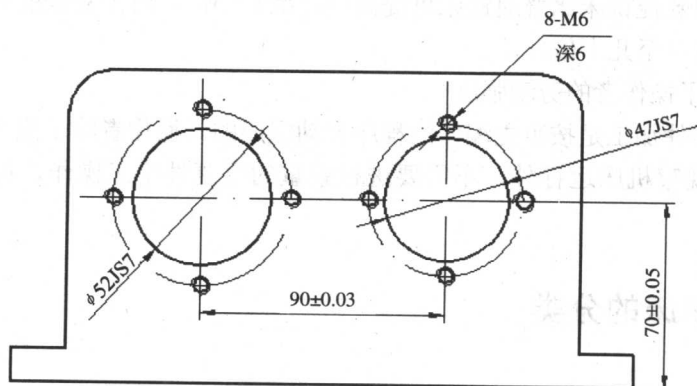


图 1-11

- (1) 划线 划底面线A, 划 $\phi 47JS7$ 、 $\phi 52JS7$ 及 90 ± 0.03 中心线。
- (2) 刨(或铣)底面A。
- (3) 平磨(或括削)底面A。
- (4) 镗加工(用镗模) 铣端面, 镗 $\phi 52JS7$ 、 $\phi 47JS7$, 保持中心距 90 ± 0.03 。
- (5) 划线(或用钻模) 划8-M6孔线。
- (6) 钻孔攻丝 钻攻8-M6孔。

以上工件至少需要6道工序才能完成。如果用数控铣床加工, 只需把工件的基准面A加工好, 可在一次装夹中完成铣端面、镗 $\phi 52JS7$ 、 $\phi 47JS7$ 及钻攻8-M6孔, 也就是将工序(4)、(5)和工序(6)合并为1道工序加工。

更重要的是, 如果开发新产品或更改设计需要将齿轮箱上2个孔改为3个孔, 8-M6螺孔改为12-M6孔, 采用传统的加工方法必须重新设计制造镗模和钻模, 则生产周期长。如果采用数控铣床加工, 只需将工件程序指令改变一下(一般只需0.5h~1h), 即可根据新的图样进行加工。这就是数控机床高柔性带来的特殊优点。

2. 高精度

目前数控装置的脉冲当量(即每轮出一个脉冲后滑板的移动量)一般为0.001mm, 高精度的数控系统可达0.0001mm。因此一般情况下, 绝对能保证工件的加工精度。另外, 数控加工还可避免工人操作所引起的误差, 一批加工零件的尺寸统一性特别好, 产品质量能得到保证。

3. 高效率

数控机床的高效率主要是由数控机床高柔性带来的。如数控铣床, 一般不需要使用专用夹具和工艺装备。在更换工件时, 只需调用储存于计算机中的加工程序、装夹工件和调整刀具数据即可, 可大大缩短生产周期。更主要的是数控铣床的万能形带来高效率, 如一般的数控铣床都具有铣床、镗床和钻床的功能, 工序高度集中, 提高了劳动生产率并减少了工件的装夹误差。

另外, 数控铣床的主轴转速和进给量都是无级变速的, 因此有利于选择最佳切削用量。数控铣床都有快进、快退、快速定位功能, 可大大减少机动时间。

据统计, 采用数控铣床比普通铣床可提高生产率3~5倍。对于复杂的成形面加工, 生产率可提高十几倍甚至几十倍。

4. 大大减轻了操作者的劳动强度

数控铣床对零件加工是按事先编好的程序自动完成的。操作者除了操作键盘、装卸工件和中间测量及观察机床运行外, 不需要进行繁重的重复性手工操作, 可大大减轻劳动强度。

1.3.2 数控机床的分类

数控机床的分类有多种方式。