



- 实例素材
- 演示动画

UGNX

6.0

数控加工



李体仁 主编

李 佳

副主编



十可以·CAD技术中心

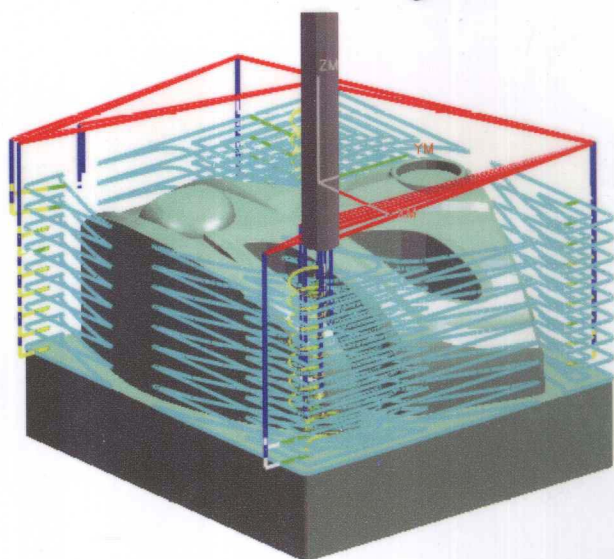
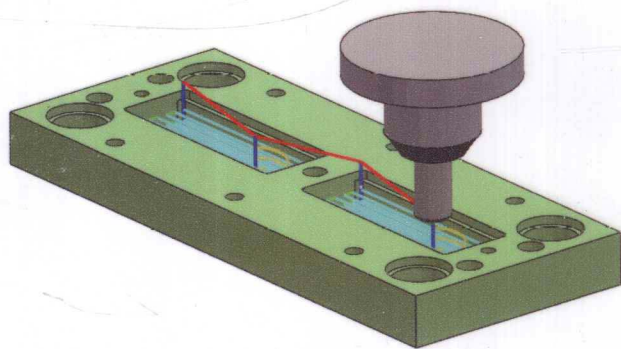
SHIKEYI CAD JISHUZHONGXIN

浓缩了作者多年数控加工的实践经验，所有实例均经过工程实际的检验

从读者的角度出发，以图解及实例的形式进行知识的讲述，直观易懂，使读者在最短的时间内获取最重要的知识

实例讲解过程中穿插对相关理论内容的分析和使用技巧的讲解，部分实例采用多种方法进行讲解，帮助和启发读者拓展思路，使读者在不同方法的对比学习中深刻理解数控加工的知识

对计算机操作中经常遇到的问题，适当增“小提示”的内容，使读者尽快上手



化学工业出版社

UG NX 6.0 基础及工程设计实例丛书

TG659-39
L275

UG NX 6.0 数控加工

李体仁 主 编

李 佳 副主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书是作者总结多年从事数控加工实践经验的基础上编写而成的。全书以经过工程实际检验的实例为基础,从工程的角度出发,通过实例精讲的方式,详细介绍 UG NX 6.0 数控加工的流程、方法和基本操作。全书内容由浅及深,注重实际,使读者能够深入理解 UG NX 6.0 数控加工的原理、方法和基本操作,达到灵活应用的目的。

本书以实用为宗旨,语言简洁、讲解直观、操作步骤详细,实例丰富、实用、典型,并且全部来自工程一线,操作性和指导性极强。为方便读者对本书的使用,光盘中包含书中实例的素材文件和视频演示。

本书适合广大 UG NX 6.0 初中级读者、公司数控编程人员使用,同时也是大中专院校机电和数控专业及相关专业学生和社会相关培训班学员的理想教材。

图书在版编目(CIP)数据

UG NX 6.0 数控加工 / 李体仁主编. —北京: 化学工业出版社, 2009. 10

(UG NX 6.0 基础及工程设计实例丛书)

ISBN 978-7-122-06726-5

ISBN 978-7-89472-180-8 (光盘)

I. U… II. 李… III. 数控机床-加工-计算机辅助设计-应用软件, UG NX 6.0 IV. TG659-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 172860 号

责任编辑: 陈 静 李 萃

装帧设计: 王晓宇

责任校对: 陶燕华

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 三河市延风印装厂

787mm×1092mm 1/16 印张 17³/₄ 字数 456 千字 2010 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 38.00 元 (含 1CD-ROM)

版权所有 违者必究

丛 书 序

我国是制造业的集中地，随着产业结构的不断调整与升级，我国也面临着由制造大国向制造强国的转变。制造业的核心就是要拥有具有核心竞争力的产品，即研发、生产出具有自主知识产权的产品并得到社会的认可。因此，运用先进的设计理念、方法、工具就显得特别重要。

UG 是一款先进和紧密集成的、面向制造业的 CAD/CAE/CAM 高端软件，系统提供了一个基于过程的产品设计环境，使产品开发从设计到加工真正实现了数据的无缝集成，优化了企业的产品设计与制造。UG 面向过程驱动的技术是虚拟产品开发的关键技术，在面向过程驱动技术的环境中，用户的全部产品以及精确的数据模型能够在产品开发全过程的各个环节保持相关，能有效地实现并行设计，在机械、汽车、航空航天等领域极大地提高了生产效率。因此 UG 已被广泛应用于概念设计、工业设计、机械设计与加工、工程计算等各个领域。

《UG NX 6.0 基础及工程设计实例丛书》以最新版 UG NX 6.0 为平台，系统全面地介绍了 UG NX 6.0 产品的功能特点，从工程实际应用的角度，详细讲解了 UG NX 6.0 软件从在产品开发阶段的产品设计到加工过程的各个环节中的应用案例。该丛书中所有实例均源于生产实践，具有实例设计针对性强、内容编排系统全面、讲解思路合理清晰等特点。

丛书基本覆盖了 UG NX 6.0 产品的大部分应用领域，通过本丛书的学习，使读者能够迅速地掌握 UG NX 6.0 各个功能模块的特点，提升对 UG NX 6.0 的运用水平。

本丛书编写组成员具有多年的 UG NX 6.0 使用、开发和教学实践经验，确保丛书的编写既能适应工程应用人员的要求，又能符合广大学生的学习特点，所以本丛书既可以作为工程技术人员的参考用书，也可以作为大专院校机械类和近机类学生学习掌握 UG NX 6.0 软件的教材。

丛书定位

《UG NX 6.0 基础及工程设计实例丛书》以 UG NX 6.0 的工程应用为编写目标，根据不同读者的专业需求，丛书分为基础理论和工程实例两大部分，基础理论部分为单独 1 册，工程实例部分按照 UG NX 6.0 的使用领域分为 3 册，具体如下。

基础理论部分

《UG NX 6.0 建模基础与实例》：以实例为编写主线，在实例中学习理论内容，详细讲解如何掌握 UG 的曲线功能、实体造型、自由曲面设计、虚拟装配、工程图生成等设计功能，以及如何使用环境配置等高级功能。

工程实例部分

《UG NX 6.0 产品设计》：通过综合实例和理论知识的穿插讲解，全面系统地介绍了使用 UG NX 6.0 进行产品设计的思路、方法和过程。

《UG NX 6.0 注塑模具设计》：以典型的塑料模具设计为例，讲解如何运用 UG NX 6.0 的 Mold Wizard 模块进行模具设计的过程，即从读取产品模型开始，到如何确定和构造拔模方向、收缩率、分型面、模芯、型腔、滑块、顶块、模架及其标准零部件、模腔布置、浇注系统、冷却系统、模具零部件清单等。

《UG NX 6.0 数控加工》：以典型机械零件的数控加工为主线，运用实例形式阐述在 UG NX 6.0 中实现车削、铣削、孔加工、线切割等的方法和途径，使读者快速掌握 UG NX 6.0 强大的数控加工功能。

读者对象

《UG NX 6.0 基础及工程设计实例丛书》的特色在于无论是基础知识还是高级应用，均采用大量实例。《UG NX 6.0 建模基础与实例》可作为 UG NX 6.0 初学者的入门教程，可跟随书中的实例快速掌握 UG NX 6.0 的基本理论。其他各册为不同领域的高级实例教程，读者可以根据自己所从事的工作领域的不同选择相应的教程，在《UG NX 6.0 建模基础与实例》的基础上，学习 UG NX 6.0 的高级功能。丛书的编排兼顾了初学者和中、高级读者的不同需求，因此既可作为大专院校本科生、研究生的教材也可作为工程技术人员进阶学习的参考书。

结构安排

《UG NX 6.0 基础及工程设计实例丛书》的各教程均采用统一的编写体例，即首先对 UG NX 6.0 中文版进行简单的介绍，接着采用大量生动的实例详细讲解各功能的实现方法，使读者即使对 UG NX 6.0 毫无基础，也可以在短期内迅速入门，并通过系统的学习快速进阶提高。

《UG NX 6.0 基础及工程设计实例丛书》由刘言松主编。

刘言松

2009 年 7 月

前 言

Siemens NX 是全球著名的 MCAD 供应商, 主要应用于汽车、交通、航空航天、日用消费品、通用机械以及电子工业等领域, 它通过虚拟产品开发的理念, 为客户提供多级化的、集成的、企业级的包括软件产品与服务在内的完整的 MCAD 解决方案。

CAM 是整个 Siemens NX 系统的一部分, 它以三维主模型为基础, 具有强大可靠的刀具轨迹生成方法, 可以完成铣削、车削、线切割等的编程。CAM 是模具数控行业最具代表性的数控编程软件, 其最大的特点就是生成的刀具轨迹合理、切削负载均匀、适合高速加工。另外, 在加工过程中的模型、加工工艺和刀具管理, 均与主模型相关联, 主模型更改设计后, 编程只需要重新计算即可, 编程的效率非常高。

目前已有关于 UG NX 软件的图书以介绍基础命令者居多, 大多以各个模块的使用方法和基础命令为主, 而缺少一些实际加工的实例。本书以实用为主, 侧重介绍较为常用的命令及其操作, 并通过实例导航的形式把 UG NX 6.0 的主要技术展示出来, 使读者能够快速上手。读者可通过随书光盘中的加工录像, 了解数控加工的全过程, 提高编程水平, 达到学以致用的效果。

本书特色

- 最新版软件。
- 随书光盘中, 包含零件编程完整过程的视频录像。
- 从实用角度出发, 以精炼的方法介绍零件的加工方法, 使读者轻松进行编程。

全书共分 5 篇: 基础篇、二维加工篇、曲面加工篇、曲面加工综合实例篇、后处理篇, 共 11 章。第 1 章, 数控加工与编程基础知识, 第 2 章 UG/CAM 基础知识, 第 3 章平面铣和面铣, 第 4 章钻削加工, 第 5 章动模板编程与加工实例, 第 6 章曲面轮廓铣, 第 7 章风扇凸模编程与加工实例, 第 8 章电池盒凹模编程与加工实例, 第 9 章导航仪后盖凸模加工实例, 第 10 章机器人头型凸模加工实例, 第 11 章后置处理。

第 1 章由李体仁(陕西科技大学)与曹辉合编; 第 2、5、8 章由杨云(陕西科技大学)编写; 第 3、4 章由念勇(汉川机床集团有限公司)编写; 第 6、7 章由李佳(西安技师学院)编写; 第 9 章由郑晓云(陕西科技大学)编写; 第 10 章由佟丽莲(河北省安平综合职业技术学校)编写; 第 11 章由任育(西安技师学院)编写。

我们期待本书对广大数控加工学习者有所裨益。

编者

2009 年 7 月

目 录

第一篇 基础篇

第 1 章 数控加工与编程基础知识	3
1.1 数控加工基础	3
1.1.1 数控加工基本原理	3
1.1.2 数控机床的结构与特点	5
1.1.3 数控机床的分类	8
1.2 数控编程基础	11
1.2.1 数控程序	11
1.2.2 数控程序编制方法	12
1.2.3 数控铣削编程要点	13
1.2.4 数控指令	13
1.2.5 机床坐标系和原点	17
1.2.6 工件坐标系	20
1.3 数控加工工艺	20
1.3.1 数控加工工艺设计	21
1.3.2 数控加工工艺的划分	22
1.3.3 数控加工刀具的选择	23
1.3.4 走刀路线的选择	27
1.3.5 切削用量的确定	29
1.3.6 对刀点的选择	31
1.3.7 起止高度与安全高度	32
1.3.8 刀具半径补偿与长度补偿	32
1.3.9 顺铣与逆铣	33
1.3.10 冷却液开关	34
1.3.11 拐角控制	34
1.3.12 轮廓控制	34
1.3.13 区域加工顺序	35
1.4 数控编程的误差控制	36
第 2 章 UG/CAM 基础知识	40
2.1 UG NX 6.0 基础知识	40
2.1.1 UG NX 6.0 概述	40
2.1.2 UG NX 6.0 界面介绍	40

2.2	操作导航器应用	43
2.2.1	导航器的操作	44
2.2.2	导航器的显示	46
2.3	创建加工对象	47
2.3.1	创建刀具	47
2.3.2	创建加工方法	50
2.3.3	创建几何体	50
2.3.4	创建程序组	52
2.4	加工操作及后处理	52
2.4.1	创建操作及产生刀具路径	52
2.4.2	刀具路径模拟及后处理	54
2.5	切削模式介绍	56
2.6	用户模板设置	59
2.7	非切削移动	70
2.8	UG NX 6.0 编程基本步骤	78
2.8.1	编程顺序	78
2.8.2	编程过程	79

第二篇 二维加工篇

第3章	平面铣和面铣	95
3.1	概述	95
3.1.1	异同	95
3.1.2	适用范围	96
3.2	岛屿	97
3.3	毛坯几何体	97
3.4	加工参数设置	98
3.5	切削层	104
3.6	面铣加工实例	105
3.7	平面铣加工实例	110
第4章	钻削加工	117
4.1	概述	117
4.2	加工参数	117
4.3	加工实例	119
第5章	动模板编程与加工实例	128
5.1	加工任务	128
5.2	动模板加工	128
5.2.1	加工工艺	128
5.2.2	创建程序	132

第三篇 曲面加工篇

第6章 曲面轮廓铣.....	145
6.1 概论	145
6.2 型腔铣	147
6.2.1 型腔铣简介.....	147
6.2.2 创建型腔铣操作.....	148
6.3 深度加工	159
6.3.1 深度加工简介.....	159
6.3.2 深度铣参数.....	160
6.3.3 切削参数	161
6.3.4 创建等高深度操作.....	165
6.4 固定轮廓铣	167
6.4.1 驱动方法	168
6.4.2 创建固定区域铣削操作.....	177

第四篇 曲面加工综合实例篇

第7章 风扇凸模编程与加工实例	181
7.1 加工任务	181
7.2 加工工艺	181
7.3 创建程序	183
7.3.1 粗加工	183
7.3.2 半精加工	191
7.3.3 精加工	197
7.4 加工模拟	203
7.5 后处理	203
第8章 电池盒凹模编程与加工实例	206
8.1 加工任务	206
8.2 加工工艺	206
8.3 创建程序	208
8.3.1 粗加工	208
8.3.2 精加工	213
8.4 加工模拟	220
8.5 后处理	221
第9章 导航仪后盖凸模加工实例	222
9.1 加工任务	222
9.2 加工工艺	222
9.3 创建程序	223

9.3.1	粗加工	223
9.3.2	精加工	228
9.4	加工模拟	234
9.5	后处理	235
第 10 章	机器人头型凸模加工实例	236
10.1	加工任务	236
10.2	加工工艺	236
10.3	创建程序	237
10.3.1	粗加工	237
10.3.2	精加工	243
10.4	加工模拟	250
10.5	后处理	251

第五篇 后处理篇

第 11 章	后置处理	255
11.1	后处理	255
11.2	后处理构造器	256
11.2.1	后处理构造器简介	257
11.2.2	NC 程序控制	259
11.3	创建后处理	262
参考文献		274



第一篇 基础篇

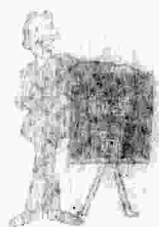
主要内容



第 1 章 数控加工与编程基础知识



第 2 章 UG/CAM 基础知识

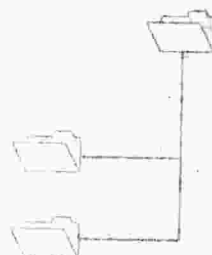


第一章 基础知识

主要内容

第1章 基础知识

第2章 MAC\OU



第1章 数控加工与编程基础知识



【学习目的】

为了更好地使用 UG NX 6.0 软件进行数控程序的编制,本章首先介绍一些编程过程中用到的基础知识,使读者对数控加工技术及编程的基础知识有一个整体认识。掌握这些基础知识是学习利用 NX 进行编程的前提,有助于利用 NX 生成高质量的加工程序。



【本章要点】

- 数控加工基础。
- 数控编程基础。
- 数控加工工艺。

1.1 数控加工基础

1.1.1 数控加工基本原理

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。如图 1-1 和图 1-2 所示分别是平面轮廓加工和曲面加工的切削示意图。

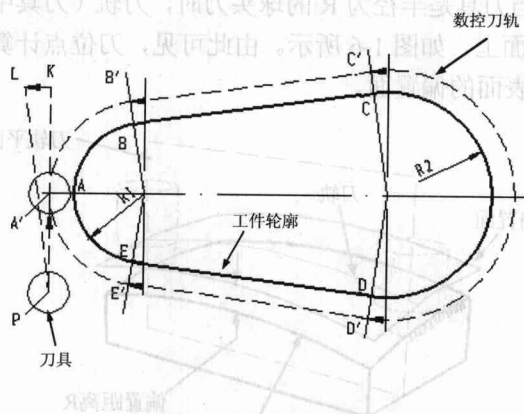


图 1-1 平面轮廓加工

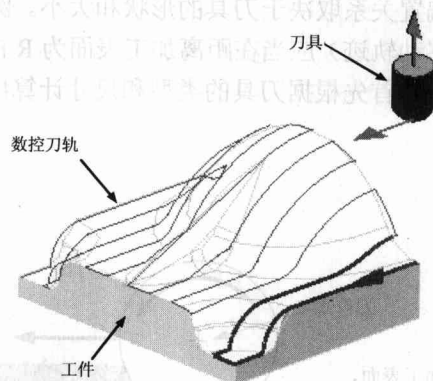


图 1-2 曲面加工

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 1-3 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 1-4 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。

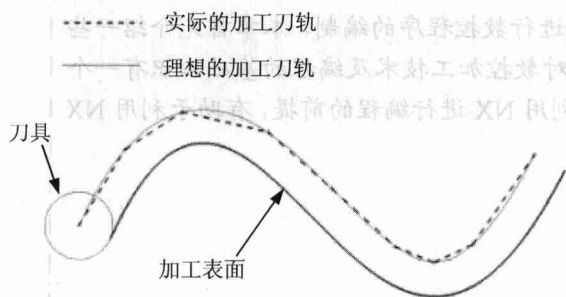


图 1-3 拟合加工轨迹

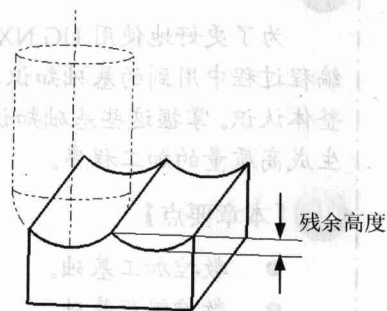


图 1-4 残余高度

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到机床的加工性能。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。

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。

1. 加工表面的偏置

如图 1-5 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, 当刀具是半径为 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 1-6 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。

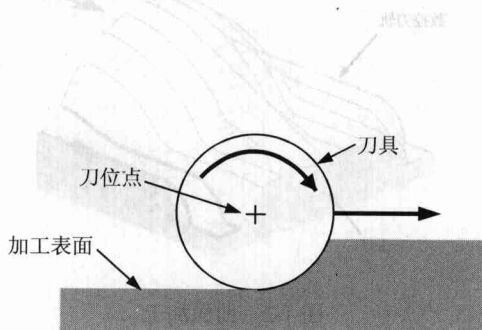


图 1-5 刀位点与加工表面的关系

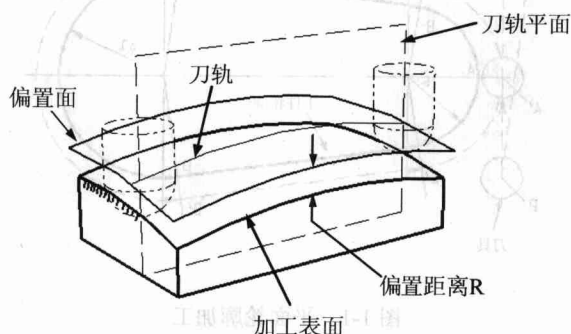


图 1-6 刀轨的偏置

2. 刀轨形式的确定

将刀位点在偏置面上的分布形式称为刀轨形式。如图 1-7 和图 1-8 所示是两种最常见的刀轨形式。其中如图 1-7 所示为行切刀轨, 即所有刀位点都分布在一组与刀轴“机床主轴”平行的平面内。如图 1-8 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“机床主轴”垂直的一组平行平面内。

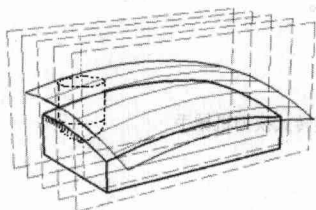


图 1-7 行切刀轨

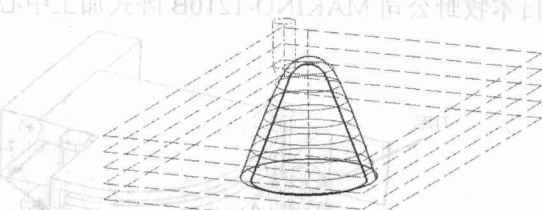


图 1-8 等高线刀轨

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, 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 1-3 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, 在 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也会有许多具体的变化。然而不管在何种 CAM 软件中, 不管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。

1.1.2 数控机床的结构与特点

1. 结构

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、产品质量及降低生产成本, 但是日趋激烈的市场竞争, 迫切要求企业必须不断开发新产品。在频繁的新产品开发的过程中, 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, 而使其缺点暴露无遗。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、小批量、复杂零件,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,并于 1970 年首次展出了第一台用计算机控制的数控机床(CNC)。如图 1-9 所示为日本牧野公司 MAKINO-1210B 卧式加工中心(MC)。

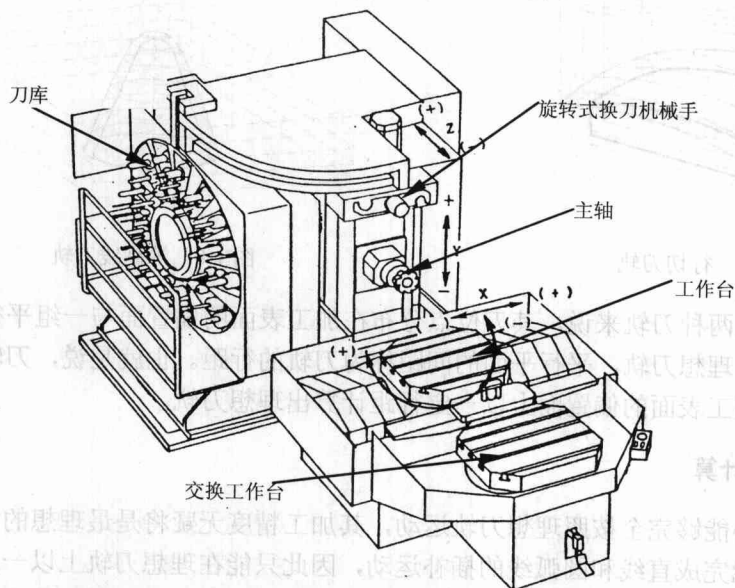


图1-9 日本牧野公司MAKINO-1210B卧式加工中心(MC)

数控机床一般由输入\输出装置、数控装置、可编程控制器、伺服系统、检测反馈装置和机床主体等组成。

(1) 输入装置

该装置可将不同加工信息传递于计算机。在数控机床产生的初期,输入装置为穿孔纸带,现已趋于淘汰。目前,使用键盘、磁盘等大大方便了信息输入工作。

(2) 输出装置

输出指输出内部工作参数(含机床正常、理想工作状态下的原始参数,故障诊断参数等),一般在机床刚工作状态需输出这些参数作记录保存,待工作一段时间后,再将输出与原始资料作比较、对照,可帮助判断机床工作是否维持正常。

(3) 数控装置

该装置是数控机床的核心与主导,完成所有加工数据的处理、计算工作,最终实现数控机床各功能的指挥工作。它包含微计算机的电路,各种接口电路、CRT 显示器等硬件及相应的软件。

(4) 可编程控制器

即 PLC,其作用是控制主轴单元,通过将程序中的转速指令进行处理而控制主轴转速;管理刀库,进行自动刀具交换、选刀方式、刀具累计使用次数、刀具剩余寿命及刀具刃磨次

数等的管理；控制主轴正反转和停止、准停、切削液开关、卡盘夹紧松开、机械手取送刀等动作；对机床外部开关（行程开关、压力开关、温控开关等）进行控制；对输出信号（刀库、机械手、回转工作台等）进行控制。

(5) 伺服系统

由驱动器、驱动电机组成，并与机床上的执行部件和机械传动部件组成数控机床的进给系统。它的作用是把来自数控装置的脉冲信号转换成机床移动部件的运动。对于步进电机来说，每一个脉冲信号使电机转过一个角度，进而带动机床移动部件移动一个微小距离。每个进给运动的执行部件都有相应的伺服驱动系统，整个机床的性能主要取决于伺服系统，如三轴联动的机床就有三套驱动系统。

(6) 检测反馈装置

该装置由检测元件和相应的电路组成，主要用于检测速度和位移，并将信息反馈于数控装置，实现闭环控制以保证数控机床加工精度。

(7) 机床主体

包括床身、主轴、进给传动机构等机械部件。

2. 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 1-10 所示的齿轮箱盖，盖上有螺孔，按照传统加工方法的加工步骤如下。

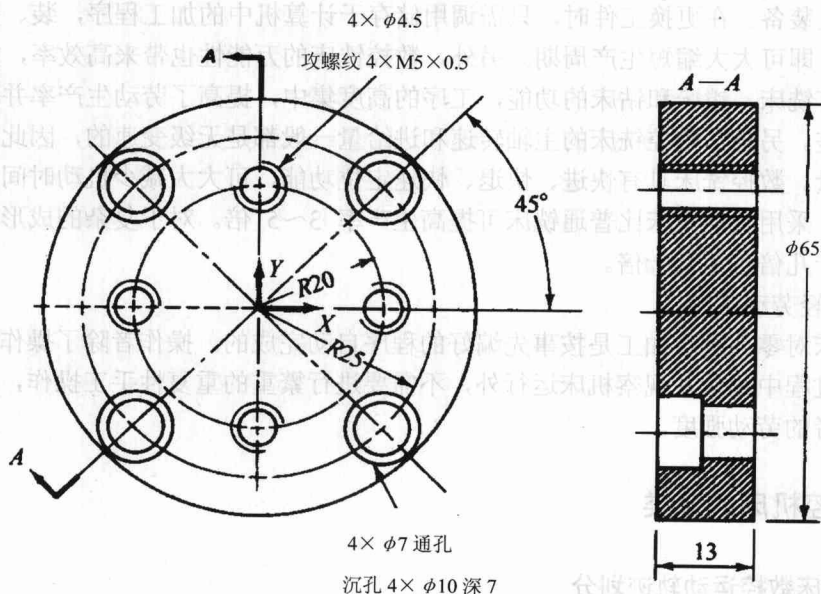


图1-10 齿轮箱盖