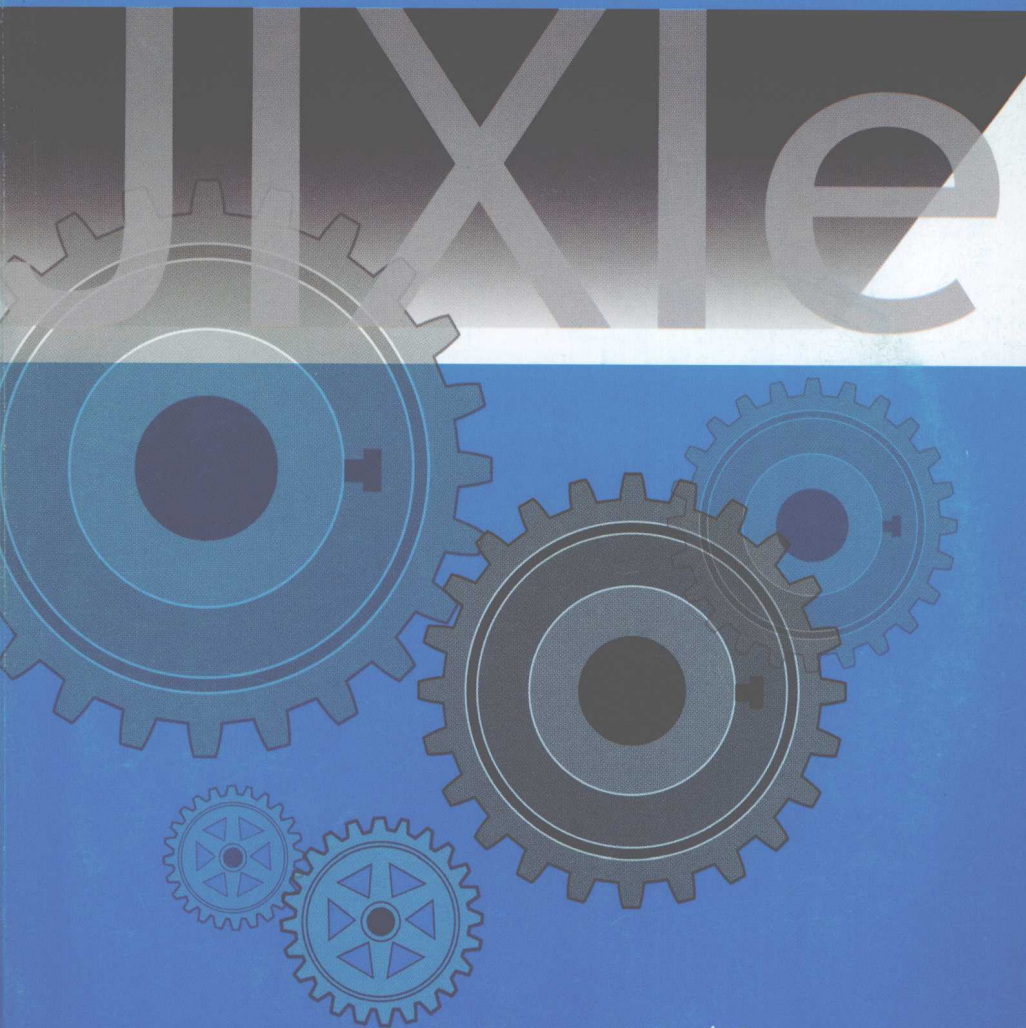




全国中等职业技术学校机械类专业

数控加工基础课教学参考书

与《数控加工基础（第二版）》配套使用



中国劳动社会保障出版社

全国中等职业技术学校机械类专业

数控加工基础课 教学参考书

与《数控加工基础（第二版）》配套使用

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

数控加工基础课教学参考书/黄伟林主编. —北京:中国劳动
社会保障出版社, 2007

ISBN 978-7-5045-6343-9

I. 数… II. 黄… III. 数控机床-加工-专业学校-教学参考
资料 IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 167108 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码: 100029)

出版人: 张梦欣

*

北京市艺辉印刷有限公司印刷装订 新华书店经销
850 毫米×1168 毫米 32 开本 1.75 印张 42 千字
2007 年 11 月第 1 版 2007 年 11 月第 1 次印刷

定价: 11.00 元

读者服务部电话: 010-64929211

发行部电话: 010-64927085

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010-64954652

目 录

说 明	(1)
第一章 数控机床基础知识	(2)
第二章 数控加工工艺设计	(10)
第三章 数控车床加工基础	(17)
第四章 数控铣床、加工中心加工基础	(24)
第五章 电火花加工	(32)
第六章 自动编程简介	(40)
第七章 新型制造技术应用简介	(44)
第八章 数控机床的操作与维护	(48)

说 明

1. 课程的性质

《数控加工基础》课程是一门普及数控机床加工知识的技术基础课程。

2. 课程的任务

《数控加工基础》课程的主要任务是使非数控加工专业的学生具备一定的数控加工基础知识，对数控加工的新工艺、新技术有一个初步的认识，为今后进一步学习相关专业基础知识打下基础。

3. 课程的要求

学生在学完本课程后，应达到以下要求：

(1) 熟悉数控和数控机床的概念，了解数控机床的应用范围及工作原理。

(2) 熟悉数控加工的工艺分析，了解加工程序编制的基本知识。

(3) 了解数控机床加工的常用刀具、夹具。

(4) 了解自动编程的过程及应用常识。

(5) 了解数控加工的新设备、新技术、新工艺的应用。

第一章 数控机床基础知识

一、教学目的和要求

1. 理解数控与数控机床的概念。
2. 了解数控机床的组成。
3. 了解数控机床的工作过程。
4. 理解数控机床的坐标系和各种原点的概念。
5. 了解数控机床的分类和常见数控机床的特点。

二、重点和难点

教学重点：

数控与数控机床的概念，数控机床各组成部分的作用，数控机床的工作过程。数控机床的坐标系和各种原点的概念。

教学难点：

数控机床各组成部分的作用，数控机床的坐标系和各种原点的概念，数控机床的分类。

三、教学内容及学时分配表

章节内容	总学时	讲授	练习	实验
第一章 数控机床基础知识	6	6		

续表

章节内容	总学时	讲授	练习	实验
§ 1—1 数控与数控机床		4		
§ 1—2 数控机床的分类和常见数控机床简介		1.5		
§ 1—3 数控机床的加工特点		0.5		

四、教材分析

本章共 6 个学时，其中：

§ 1—1 安排 4 个学时，2 个学时讲解清楚数控与数控机床的概念，数控机床各组成部分的作用，数控机床的工作过程。2 个学时讲解清楚数控机床的坐标系和各种原点的概念。§ 1—2 安排 1.5 个学时，讲解数控机床的分类和常见数控机床的特点。§ 1—3 安排 0.5 个学时，讲解数控机床的加工特点。

五、教学建议

§ 1—1 数控与数控机床

具体安排建议如下：

1. 说明数控机床的产生

- (1) 提高加工精度。
- (2) 为了加工形状复杂的零件。
- (3) 为了提高加工效率。

2. 讲解清楚数控的概念

- (1) 数控是数字控制的简称，是用数字化信号进行控制的

一种方法。

(2) 数字信号是指突然变化（不是连续变化）的信号，例如方波信号。

3. 讲解清楚数控机床的概念

(1) 数控机床是用数字化信号对机床的运动及其加工过程进行控制的机床。

(2) CNC 系统和 CNC 机床的概念。

4. 讲解清楚数控机床各组成部分的作用

(1) 控制介质 控制介质的作用是将零件加工信息传送到数控装置去。

(2) 数控装置 数控装置的作用是接受控制介质上的数字化信息，经过控制软件或逻辑电路进行编译、运算和逻辑处理后，输出各种信号和指令，控制机床的各个部分，进行规定的、有序的运动。

(3) 伺服机构 伺服机构的作用是它接受数控装置的指令信息，并按指令信息的要求控制执行部件的进给速度、方向和位移。

(4) 辅助控制装置 辅助控制装置的作用是接受数控装置输出的主运动变速、刀具选择和交换、辅助动作等指令信息，经过必要的编译、逻辑判断、功率放大后，直接驱动相应的电器、液压和机械部件，以完成各种规定的动作。

(5) 检测反馈装置 检测反馈装置的作用是检测反馈装置将数控机床各个坐标轴的实际位移量、速度参数检测出来，转换成电信号，并反馈到机床的数控装置中。

(6) 机床本体。

5. 讲解清楚数控机床的工作过程

6. 讲解清楚数控机床的坐标系和原点

(1) 机床坐标系 讲解机床坐标系的概念时要强调：

1) 始终认为工件静止，而刀具是运动的。

- 2) 机床坐标系用于确定机床上运动的位移和运动的方向。
- 3) 重点说明数控机床上的 X、Y、Z 坐标轴的确定。
- 4) 机床原点是在机床装配、调试时就已确定下来的。
- 5) 机床参考点与机床原点的位置。

(2) 编程坐标系 讲解编程坐标系的概念时要强调：编程坐标系是编程人员根据零件图样及加工工艺等建立的坐标系，是供编程使用的。

(3) 对刀点与换刀点 讲解对刀点与换刀点的概念时要强调：

- 1) 对刀点是“起刀点”或“程序起点”。
- 2) 刀位点是刀具的定位基准点。

§ 1—2 数控机床的分类和常见数控机床简介

1. 数控机床的分类

使学生了解几种常用的数控机床的分类方法。

(1) 按控制运动的方式分类

1) 点位控制数控机床 点位控制数控机床强调的是准确点定位，而不是控制移动轨迹。

2) 直线控制数控机床 直线控制数控机床强调的是不仅控制移动轨迹是平行坐标轴方向的直线，而且要精确定位。

3) 轮廓控制数控机床 轮廓控制数控机床强调的是对两个或两个以上坐标轴同时进行控制，将工件加工成一定的轮廓形状。

(2) 按伺服系统的控制方式分类

1) 开环控制数控机床 开环控制数控机床的特征是其控制系统不安装有检测反馈装置，其控制精度主要取决于传动链及步进电动机本身。

2) 闭环控制数控机床 闭环控制数控机床的特征是在机床移动部件上安装有直线位移检测装置，检测工作台的实际位移

量，故闭环控制的精度很高。

3) 半闭环控制数控机床 半闭环控制数控机床的特征是安装有角度位移检测装置，通过检测丝杠的转角间接地检测移动部件的实际位移。

2. 常见数控机床简介

使学生了解常用的数控机床的功能、特点和用途。有条件的可带领学生观看实际的各种数控机床，增加学生对各种数控机床的感性认识。

§ 1—3 数控机床的加工特点

使学生了解数控机床的加工和普通机床的加工相比有哪些优点和特点。

六、关于思考与练习题

(1) 教材中的思考题可以帮助学生检查对所学基本内容的掌握程度。要求讲课过程中指导学生对本章的思考题都能进行分析和讨论，可在课堂讲授或答疑时进行启发式教学、提问和引导，使学生掌握正确结论，加深对基本内容的理解。

(2) 课外作业是使学生深入掌握所学知识，提高独立分析问题、解决问题能力的重要一环。学生每次课后要独立完成一定数量的课外作业。课外作业可从本教材配套的习题册中选取。

(3) 为了更好地提高本课程的教学质量，建议在教学过程中某些内容可以采用教具、模型、挂图，以及采用电化教学手段等。在条件许可的情况下，还可进行现场参观教学，以增加学生的感性认识。

教材课后思考与练习题参考答案。

1. 简述数控、数控机床的概念。

数控是数字控制的简称（英文缩写为 NC），是用数字化信号进行控制的一种自动控制技术。

数控机床是用数字化信号对机床的运动及其加工过程进行控制的机床，或者说是装备了数控系统的机床。它是一种技术密集度及自动化程度很高的机电一体化加工设备，是数控技术与机床相结合的产物。

2. 数控机床由哪些部分组成？各有什么作用？

数控机床主要是由控制介质、数控装置、伺服机构、辅助控制装置、检测装置和机床本体组成。

控制介质的作用是将零件加工信息传送到数控装置。

数控装置的作用是接受控制介质上的数字化信息，经过控制软件或逻辑电路进行编译、运算和逻辑处理后，输出各种信号和指令，控制机床的各个部分进行规定的、有序的运动。

伺服机构的作用是接受数控装置的指令信息，并按指令信息的要求控制执行部件的进给速度、方向和位移。

辅助控制装置的作用是接受数控装置输出的主运动变速、刀具选择和交换、辅助动作等指令信息，经过必要的编译、逻辑判断、功率放大后，直接驱动相应的电器、液压和机械部件，以完成各种规定的动作。

检测反馈装置的作用是检测反馈装置将数控机床各个坐标轴的实际位移量、速度参数检测出来，转换成电信号，并反馈到机床的数控装置中。

3. 简述数控机床的工作过程。

数控机床的工作过程如下：

(1) 根据被加工零件的图样与工艺方案，用规定的代码和程序段格式编写出加工程序。

(2) 将所编加工程序指令输入到机床数控装置中。

(3) 数控装置对程序（代码）进行处理之后，向机床各个坐标的伺服驱动机构和辅助控制装置发出控制信号。

(4) 伺服机构接到执行信号指令后，驱动机床的各个运动部件，并控制所需的辅助动作，使机床自动加工出合格的零件。

4. 数控机床的 X、Y、Z 坐标轴及其正方向是如何规定的？

数控机床的 Z 坐标轴是由传递切削动力的主轴所决定的，即平行于主轴轴线的坐标轴即为 Z 坐标轴，Z 坐标的正向为刀具离开工件的方向。

X 坐标平行于工件的装夹平面，一般在水平面内，并与 Z 坐标轴垂直。确定 X 轴的方向时，要考虑两种情况：(1) 如果工件做旋转运动，则刀具离开工件回转中心的方向为 X 坐标的正方向。(2) 如果刀具做旋转运动，则分为两种情况：Z 坐标水平时，观察者沿刀具主轴向工件看时，+X 运动方向指向右方；Z 坐标垂直时，观察者面对刀具主轴向立柱看时，+X 运动方向指向右方。

Y 坐标是在确定 X、Z 坐标的正方向后，根据 X 和 Z 坐标的方向，按照右手直角坐标系来确定 Y 坐标的方向。

5. 数控机床的机床原点、编程原点、参考点有什么区别？

机床原点是在机床上设置的一个固定点，它在机床装配、调试时就已确定下来，是数控机床进行加工运动的基准参考点。

编程原点是编程人员根据零件图样及加工工艺等确定的，是供编程使用的。

参考点也是在机床上设置的一个固定点，由机床制造厂家在每个进给轴上用限位开关精确调整好的，通常在数控铣床上机床原点和机床参考点是重合的；而在数控车床上机床参考点是离机床原点最远的极限点。

6. 点位控制、直线控制、轮廓控制数控机床各有何特点？

点位控制数控机床的特点是只控制从一点到另一点位置的精确定位，而不控制移动轨迹，在移动和定位过程中不进行任何加工。

直线控制数控机床的特点是机床移动部件不仅要实现由一

个位置到另一个位置的精确定位，而且要控制工作台以给定的速度，沿平行坐标轴方向进行直线切削加工运动。

轮廓控制数控机床的特点是对两个或两个以上坐标轴同时进行控制。它不仅控制机床移动部件的起点和终点，而且要控制加工过程中每一点的速度、方向和位移量，运动轨迹是任意的直线、圆弧、螺旋线等，将工件加工成一定的轮廓形状。

7. 开环、闭环、半闭环控制数控机床各有何特点？

开环控制数控机床的特点是其控制系统不带反馈装置。其执行机构通常采用功率步进电动机或电液脉冲马达。这类机床的控制精度主要取决于传动链及步进电动机本身，故控制精度不高。

闭环控制数控机床的特点是在机床移动部件上直接安装直线位移检测装置，直接检测机床移动部件的实际位移量。故控制精度很高。

半闭环控制数控机床的特点是在伺服电动机的轴或数控机床的传动丝杠上装有角度检测装置，通过检测丝杠的转角间接地检测移动部件的实际位移。由于传动丝杠的传动误差会影响工作台的位移精度，故半闭环控制的精度没有闭环控制高。

8. 数控机床的加工特点是什么？

数控机床的加工特点是：

- (1) 加工精度高；
- (2) 对加工对象的适应性强；
- (3) 自动化程度高；
- (4) 生产效率高；
- (5) 良好的经济效益；
- (6) 有利于现代化管理。

第二章 数控加工工艺设计

一、教学目的和要求

1. 理解确定数控加工的内容的原则。
2. 理解数控加工工艺文件的内容。
3. 理解数控加工工艺分析的内容。
4. 了解数控加工刀具系统。
5. 理解工件的安装与夹具的选择原则。

二、重点和难点

教学重点：

数控加工工艺文件，工序的划分，加工路线的确定，工件的安装与夹具的选择。

教学难点：

工序的划分，加工路线的确定，工件的安装与夹具的选择。

三、教学内容及学时分配表

章节内容	总学时	讲授	练习	实验
第二章 数控加工工艺设计	6	6		
§ 2-1 数控加工工艺概述		1		

续表

章节内容	总学时	讲授	练习	实验
§ 2—2 数控加工工艺分析		3		
§ 2—3 数控加工刀具系统		1		
§ 2—4 工件的安装与夹具的选择		1		

四、教材分析

本章共 6 个学时，其中：§ 2—1 安排 1 个学时，讲解清楚确定数控加工的内容的原则和数控加工工艺文件的内容。§ 2—2 安排 3 个学时，讲解清楚零件图样的分析，工序的划分，加工顺序的安排，加工路线的确定等数控加工工艺分析的内容。§ 2—3 安排 1 个学时，介绍数控加工的刀具系统。§ 2—4 安排 1 个学时，讲解清楚工件的安装与夹具的选择的原则。

五、教学建议

§ 2—1 数控加工工艺概述

使学生了解数控机床的加工工艺特点。

1. 确定数控加工的内容

说明确定数控加工内容的原则。强调要合理使用数控机床，达到使产品质量、生产率及综合经济效益等得到明显提高的目的。

2. 数控加工工艺文件

讲解清楚数控加工工艺文件的内容。强调各种数控加工工

艺文件的重要性。

(1) 数控加工编程任务书是编程人员与工艺人员协调工作和编制数控程序的重要依据。

(2) 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。

(3) 数控加工刀具明细表是调刀人员调整刀具、操作人员进行刀具数据输入的主要依据。

(4) 数控加工程序单是记录数控加工工艺过程、工艺参数、位移数据的清单，以及手动数据输入实现数控加工的主要依据。

§ 2—2 数控加工工艺分析

必须使学生知道，数控加工程序中必须包括零件加工的整个过程，只有对零件的加工过程进行全盘考虑，仔细研究，才能正确地编制加工程序。

1. 分析零件图样

使学生理解分析零件图样的主要工作内容。

(1) 分析构成零件轮廓的几何条件 是检查构成零件轮廓的几何元素的条件是否存在不充分的情况。

(2) 分析尺寸公差要求 分析零件图样上的尺寸公差要求，目的是确定控制其尺寸精度的加工工艺。

(3) 分析形状和位置公差要求 分析图样上给定的形状和位置公差要求，便于确定其定位基准和检测基准。

(4) 分析表面粗糙度要求 是合理选择机床、刀具及切削用量的重要依据。

2. 工序的划分

使学生理解数控加工工序划分的原则。强调在数控机床上加工零件采用工序集中的原则划分工序，即尽量在一次装夹中完成全部工序。

3. 加工顺序的安排

使学生理解数控机床上加工顺序的安排原则。强调应保证工件的刚度不被破坏, 尽量减少变形。

4. 加工路线的确定

使学生理解确定加工路线时, 应注意的事项。强调加工路线应保证被加工工件的精度和表面粗糙度。

5. 切削用量的选择

强调其确定原则与普通机床相似, 具体数值应根据数控机床使用说明书, 参考切削用量手册, 并结合实践经验加以确定。

§ 2—3 数控加工刀具系统

使学生了解数控刀具的三大系统, 即车削刀具系统、镗铣刀具系统和钻削刀具系统。

1. 数控车削刀具

(1) 使学生了解常规车削刀具的种类和特点。

(2) 强调为适应自动化加工的需要, 提高产品的加工质量和生产效率, 应大力推广使用可转位车刀等高效车刀和标准化车刀。

(3) 讲课时介绍机夹可转位车刀的结构、安装和使用方法。

2. 数控镗铣刀具

(1) 使学生了解整体式镗铣类刀具系统的结构特点。

(2) 使学生了解模块式数控刀具的结构特点和使用优点。

§ 2—4 工件的安装与夹具的选择

使学生理解在数控机床上安装工件, 要合理地选择定位基准和夹紧方案。

1. 工件的定位

(1) 使学生掌握基准的种类和定位基准的合理选择。