

普通高等院校“十一五”规划教材
普通高等院校机械类精品教材



顾 问 杨叔子 李培根

机械制造技术基础实验

JIXIE ZHIZAO JISHU JICHU SHIYAN

尹明富 主 编

宾鸿赞 主 审

华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>



TH16/163C

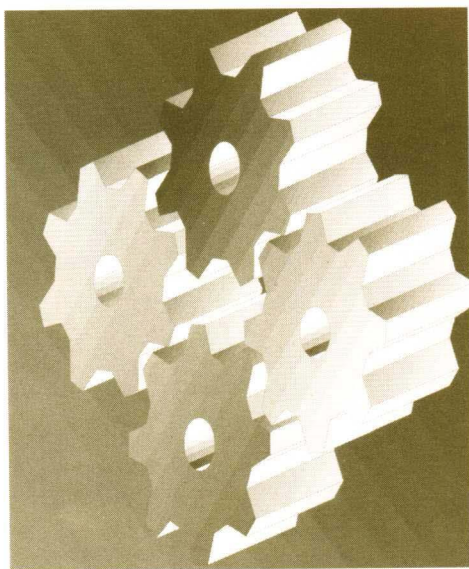
2008



普通高等院校“十一五”规划教材
普通高等院校机械类精品教材

顾 问 杨叔子 李培根

机械制造技术基础实验



主 编 尹明富
副主编 王 凡 饶锡新 柯建宏
 赵雪松 王红军 苗乃耕
参 编 杨 明 胡世军
主 审 宾鸿赞

华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>
中国·武汉

图书在版编目(CIP)数据

机械制造技术基础实验/尹明富 主编. —武汉:华中科技大学出版社,2008年5月
ISBN 978-7-5609-4531-6

I. 机… II. 尹… III. 机械制造工艺-高等学校-教材 IV. TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 068531 号

机械制造技术基础实验

尹明富 主编

责任编辑:谢佩玲

封面设计:潘 群

责任校对:张 梁

责任监印:周治超

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87557437

录 排:华中科技大学惠友文印中心

印 刷:华中科技大学印刷厂

开本:787 mm×1092 mm 1/16

印张:9 插页:2

字数:214 000

版次:2008年5月第1版

印次:2008年5月第1次印刷

定价:14.80元

ISBN 978-7-5609-4531-6/TH·168

(本书若有印装质量问题,请向出版社发行部调换)

普通高等院校“十一五”规划教材

普通高等院校机械类精品教材

编审委员会

顾问：杨叔子 华中科技大学

李培根 华中科技大学

总主编：吴昌林 华中科技大学

委员：（按姓氏拼音顺序排列）

崔洪斌 河北科技大学

冯浩 景德镇陶瓷学院

高为国 湖南工程学院

郭钟宁 广东工业大学

韩建海 河南科技大学

孔建益 武汉科技大学

李光布 上海师范大学

李军 重庆交通大学

黎秋萍 华中科技大学出版社

刘成俊 重庆科技学院

柳舟通 黄石理工学院

卢道华 江苏科技大学

鲁屏宇 江南大学

梅顺齐 武汉科技学院

孟逵 河南工业大学

芮执元 兰州理工大学

汪建新 内蒙古科技大学

王生泽 东华大学

闫占辉 长春工程学院

杨振中 华北水利水电学院

尹明富 天津工业大学

张华 南昌大学

张建钢 武汉科技学院

赵大兴 湖北工业大学

赵天婵 江汉大学

赵雪松 安徽工程科技学院

郑清春 天津理工大学

周广林 黑龙江科技学院

内 容 简 介

机械制造技术基础是机械设计制造及其自动化、机械工程及自动化专业的一门主干技术基础课,是为了适应“通才教育”,“宽口径、厚基础”的人才培养改革目标的要求,经过对原机械制造专业部分课程,如机械制造工艺学、机床夹具、金属切削原理与刀具、机床概论及先进制造技术等,按照“重基础、少学时、低重心、新知识、宽面向”的原则,重新整合而成;是为了给该专业的学生,在现代机械制造技术方面奠定最基本的知识和技能基础。

本实验教材与《机械制造技术基础》配套使用。全书分为两部分,第一部分为实验内容,分为5章,共18个实验;第二部分为实验报告,提供与每个实验对应的实验报告供学生使用。

序

“爆竹一声除旧，桃符万户更新。”在新年伊始，春节伊始，“十一五规划”伊始，来为“普通高等院校机械类精品教材”这套丛书写这个“序”，我感到很有意义。

近十年来，我国高等教育取得了历史性的突破，实现了跨越式的发展，毛入学率由低于10%达到了高于20%，高等教育由精英教育而跨入了大众化教育。显然，教育观念必须与时俱进而更新，教育质量观也必须与时俱进而改变，从而教育模式也必须与时俱进而多样化。

以国家需求与社会发展为导向，走多样化人才培养之路是今后高等教育教学改革的一项重要任务。在前几年，教育部高等学校机械学科教学指导委员会对全国高校机械专业提出了机械专业人才培养模式的多样化原则，各有关高校的机械专业都在积极探索适应国家需求与社会发展的办学途径，有的已制定了新的人才培养计划，有的正在考虑深刻变革的培养方案，人才培养模式已呈现百花齐放、各得其所的繁荣局面。精英教育时代规划教材、一致模式、雷同要求的一统天下的局面，显然无法适应大众化教育形势的发展。事实上，多年来许多普通院校采用规划教材就十分勉强，而又苦于无合适教材可用。

“百年大计，教育为本；教育大计，教师为本；教师大计，教学为本；教学大计，教材为本。”有好的教材，就有章可循，有规可依，有鉴可借，有道可走。师资、设备、资料（首先是教材）是高校的三大教学基本建设。

“山不在高，有仙则名。水不在深，有龙则灵。”教材不在厚薄，内容不在深浅，能切合学生培养目标，能抓住学生应掌握的要言，能做到彼此呼应、相互配套，就行，此即教材要精、课程要精，能精则名、能精则灵、能精则行。

华中科技大学出版社主动邀请了一大批专家，联合了全国几十个应用型机械专业，在全国高校机械学科教学指导委员会的指导下，保证了当前形势下机械学科教学改革的发展方向，交流了各校的教改经验与教材建设计划，确定了一批面向普通高等院校机械学科精品课程的教材编写计划。特别要提出的，教育质量观、教材质量观必须随高等教育大众

化而更新。大众化、多样化决不是降低质量,而是要面向、适应与满足人才市场的多样化需求,面向、符合、激活学生个性与能力的多样化特点。“和而不同”,才能生动活泼地繁荣与发展。脱离市场实际的、脱离学生实际的一刀切的质量不仅不是“万应灵丹”,而是“千篇一律”的桎梏。正因为如此,为了真正确保高等教育大众化时代的教学质量,教育主管部门正在对高校进行教学质量评估,各高校正在积极进行教材建设、特别是精品课程、精品教材建设。也因为如此,华中科技大学出版社组织出版普通高等院校应用型机械学科的精品教材,可谓正得其时。

我感谢参与这批精品教材编写的专家们!我感谢出版这批精品教材的华中科技大学出版社的有关同志!我感谢关心、支持与帮助这批精品教材编写与出版的单位与同志们!我深信编写者与出版者一定会同使用者沟通,听取他们的意见与建议,不断提高教材的水平!

特为之序。

中国科学院院士
教育部高等学校机械学科指导委员会主任

杨红子

2006.1

前 言

机械制造技术基础是机械设计制造及其自动化、机械工程及自动化专业的一门主干技术基础课,是为了适应“通才教育”,“宽口径、厚基础”的人才培养改革目标的要求,经过对原机械制造专业部分课程,如机械制造工艺学、机床夹具、金属切削原理与刀具、机床概论及先进制造技术等,按照“重基础、少学时、低重心、新知识、宽面向”的原则,重新整合而成;是为了给该专业的学生,在现代机械制造技术方面奠定最基本的知识和技能基础。从1999年专业整合至今已有9年时间,各高校基本形成了与机械制造技术基础课程相适应的实验课程体系,开设了能满足不同层次教学要求的实验项目,实验教材(讲义)经过多年的实践不断完善,形成了从认识实验、演示实验,到综合设计实验和创新实验的构成体系。教育部在《高等学校基础课实验教学示范中心建设标准》中指出:实验教学是构成高等学校课程教学的重要组成部分,应按照新世纪经济建设和社会发展对高素质创新性人才培养的需求,同理论教学紧密结合,科学地设置实验项目,并注重先进性、开放性和将科研成果转化为教学实验,形成适应学科特点及自身系统性和科学性的、完整的课程体系,全面培养学生的科学作风,实验技能以及综合分析、发现和解决问题的能力,使学生具有创新、创业精神和实践能力。本实验教材就是根据这一机械类专业人才培养要求编写的。本书参考学时为60~80学时。

本书由尹明富任主编并统稿。具体编写情况如下:天津工业大学尹明富、兰州理工大学胡世军编写第1章,沈阳理工大学王凡编写第2章,安徽工程科技学院赵雪松、杨明编写第3章,天津工业大学苗乃耕、昆明理工大学柯建宏编写第4章,南昌大学饶锡新、河南科技大学王红军编写第5章;实验报告部分由尹明富编写。全书由华中科技大学机械学院宾鸿赞教授主审。

本书在规划、编写及出版过程中,得到了华中科技大学机械学院,华中科技大学出版社的领导和老师们的全力支持,也得到了全国高校机械学科教学指导委员会的指导和帮助,在此谨表诚挚的谢意。

本书是作者在总结多年的教学研究、教学改革和教学实践的基础上编写而成的,但限于作者水平,书中一定有很多不尽人意的地方,甚至错误之处,因此恳请广大读者批评和指正。

编 者

2008年1月

目 录

第一部分 实验内容

第 1 章 机械加工方法	(3)
1.1 车铣刨钻等机床加工方法认识实验	(3)
1.2 磨削加工方法认识实验	(4)
第 2 章 金属切削原理与刀具	(6)
2.1 刀具几何角度及其测量实验	(6)
2.2 金属切削变形的测量实验	(9)
2.3 切削力的测量实验.....	(11)
2.4 切削温度的测量实验.....	(18)
第 3 章 金属切削机床	(23)
3.1 CA6140 车床结构剖析实验	(23)
3.2 CA6140 车床几何精度的检测实验	(30)
3.3 机床温度场和热变形的检测实验.....	(35)
3.4 Y3150E 滚齿机床的调整实验	(39)
第 4 章 车床夹具原理及设计	(46)
4.1 车床夹具认识与设计实验.....	(46)
4.2 铣床夹具认识与设计实验.....	(49)
4.3 钻床夹具认识与设计实验.....	(51)
4.4 组合夹具认识与设计实验.....	(53)
第 5 章 机械制造质量分析与控制	(59)
5.1 机床主轴回转精度的检验实验.....	(59)
5.2 机床静刚度实验.....	(63)
5.3 加工误差统计分析实验.....	(68)
5.4 镗杆的自激振动及消振实验.....	(71)

第二部分 实验报告

1. 车铣刨钻等机床加工方法认识实验报告	(77)
2. 磨削加工方法认识实验报告	(79)
3. 刀具几何角度及其测量实验报告	(81)
4. 金属切削变形的测定实验报告	(83)
5. 切削力的测量实验报告	(87)
6. 切削温度的测量实验报告	(91)

7. CA6140 车床结构剖析实验报告	(95)
8. CA6140 车床几何精度的检测实验报告	(97)
9. 机床温度场和热变形的检测实验报告	(101)
10. Y3150E 滚齿机床的调整实验报告	(105)
11. 车床夹具认识与设计实验报告	(109)
12. 铣床夹具认识与设计实验报告	(111)
13. 钻床夹具认识与设计实验报告	(113)
14. 组合夹具认识与设计实验报告	(115)
15. 机床主轴回转精度的检验实验报告	(117)
16. 机床静刚度测量实验报告	(121)
17. 加工误差统计分析实验报告	(125)
18. 镗杆的自激振动及消振实验报告	(133)
参考文献	(135)

第一部分 实验内容

第 1 章 机械加工方法

1.1 车铣刨钻等机床加工方法认识实验

1.1.1 实验目的

- (1) 学习车、铣、刨、钻等机床的加工方法。
- (2) 了解车、铣、刨、钻等机床的主切削运动和进给运动。
- (3) 学习车、铣、刨、钻等机床加工的典型工序。

1.1.2 实验设备及仪器

实验设备及仪器如表 1-1 所示。

表 1-1 实验设备及仪器

序 号	设备(工具)、仪器名称	数 量
1	车床	1 台
2	铣床	1 台
3	刨床	1 台
4	滚齿机床	1 台
5	钻床	1 台

1.1.3 实验任务

采用机械加工方法获得零件的尺寸和形状,是通过机床利用刀具将毛坯上多余的材料切除来实现的。根据机床运动的不同、刀具的不同,可分为不同的加工方法,主要有:车削、铣削、刨削、钻削、磨削、滚齿及特种加工等。

车削、铣削、刨削、钻削和滚齿加工方法的认识实验主要内容如下。

(1) 了解车床、铣床、刨床、钻床和滚齿机床的用途、技术性能、传动特点,以及机床的结构布局 and 主要特点。

(2) 分析车床、铣床、刨床、钻床的主运动和进给运动。

(3) 观察车床、铣床、刨床、钻床的特点及它们之间的区别。

(4) 了解车床、铣床、刨床、钻床和滚齿机床的标牌符号的意义及各操纵手柄的作用。

(5) 了解车床、铣床、刨床、钻床的主要部件的构造和工作原理。

(6) 了解车床、铣床、刨床、钻床和滚齿机床的润滑系统及各传动部件的润滑油流经路径。

(7) 了解车床、铣床、刨床、钻床、磨床和滚齿机床加工的典型工序。

(8) 了解车削、铣削、刨削所能成形的加工表面。

1.1.4 实验步骤

- (1) 由指导教师结合现场介绍各种机床的用途、布局、操作手柄的作用及操作方法,然后启动机床,空载运转演示,以观察机床各部件的运动。
- (2) 结合现场教学挂图加深对各种机床的了解。
- (3) 画出各机床的主运动和进给运动的草图。
- (4) 将相关数据记入实验报告。

1.1.5 注意事项

- (1) 学生进入实验室要保持实验室的整洁和安静,严禁吸烟。
- (2) 未经指导教师同意切忌乱动设备及相关附件。
- (3) 未经指导教师同意切忌开启机床电源。

1.1.6 思考题

- (1) 铣床和刨床的加工表面有什么异同?
- (2) 说出车床加工的几种典型工序。
- (3) 滚齿机床的内外传动链如何?与车、铣等加工方法有什么不同?

1.2 磨削加工方法认识实验

1.2.1 实验目的

- (1) 学习磨削的加工方法。
- (2) 了解磨削加工的主切削运动和进给运动。
- (3) 学习磨削加工的典型工序。

1.2.2 实验设备及仪器

实验设备及仪器如表 1-2 所示。

表 1-2 实验设备及仪器

序 号	设备(工具)、仪器名称	数 量
1	外圆磨床	1 台
2	平面磨床	1 台
3	无心磨床	1 台

1.2.3 实验原理和方法

为了满足零件的加工精度要求,出现了以磨粒为切削刃的磨削加工。现在,以磨料磨具为工具进行切削加工的机床,都统称为磨床。

由于砂轮表面上每一颗磨粒的硬度都很高,磨粒具有锋利的切削刃并能耐很高的切削温

度,因此,整个砂轮是一个在高速切削条件下的多刃刀具。在磨削过程中,通过对砂轮的经常“修整”,使磨粒保持锋利。

磨削加工具有如下特点。

- (1) 适合磨削硬度很高的淬硬钢及其他高硬度的特殊金属材料和非金属材料。
- (2) 具有较高的加工精度和表面粗糙度。
- (3) 通常情况下,磨削余量较其他切削加工的切削余量小得多。

因此,磨床广泛地应用于零件的精加工,尤其是淬硬钢件和高硬度特殊材料的精加工。

为了适应磨削各种加工表面、工件形状及生产批量的要求,磨床的种类很多,其中主要类型有:外圆磨床、内圆磨床、平面磨床、工具磨床、刀具刀具磨床、无心磨床、齿轮磨床、螺纹磨床和活塞环磨床及各种专门化磨床等。

1.2.4 实验任务

- (1) 学习磨床的工作原理,分析磨床的传动系统。
- (2) 了解磨床的主要用途、主要技术参数、主要部件及其运动。
- (3) 观察分析磨床的切削过程及典型工序的加工过程。
- (4) 了解几种常用磨床的特点、磨床的运动、磨床的总布局及加工零件的范围。

1.2.5 实验步骤

- (1) 由指导教师结合现场介绍各种磨床的用途、布局以及各操作手柄的作用和操作方法。
- (2) 启动机床,空载运转演示,以观察各种磨床的主运动和进给运动。
- (3) 结合现场教学挂图了解机床的传动系统及加工特点。
- (4) 了解无心磨床的磨轮和导轮的调整原理及方法。
- (5) 了解砂轮的修整方法。

1.2.6 思考题

- (1) 试述外圆磨床、平面磨床、无心磨床的特点及应用范围。
- (2) 说明外圆磨床的主运动、工件的圆周进给运动,磨削出工件全长所必需的纵向进给运动和间歇的切入进给运动。
- (3) 说明无心磨床的工作原理及加工方法。
- (4) 简述平面磨床的总体布局及运动。
- (5) 为什么说无心磨床的生产效率高?
- (6) 说明磨床液压系统的工作原理及各条油路的功用。
- (7) 外圆磨床保证加工精度及表面粗糙度的主要措施有哪些?
- (8) 对于无心磨床,为了避免磨削出椭圆形工件,工件的中心线应在磨削砂轮与导轮连心线的什么位置?

第 2 章 金属切削原理与刀具

2.1 刀具几何角度及其测量实验

2.1.1 实验目的

- (1) 了解各种机械加工刀具的种类和特点。
- (2) 了解各种机械加工刀具的材料。
- (3) 了解各种机械加工刀具的几何角度的构成。
- (4) 熟悉车刀测角仪,掌握刀具几何角度的测量方法。
- (5) 熟悉车刀的几何形状,根据刀具几何角度的定义测出车刀的几何角度。

2.1.2 实验设备及仪器

实验设备及仪器如表 2-1 所示。

表 2-1 实验设备及仪器

序 号	设备(工具)、仪器名称	数 量
1	车刀测角仪	6 台
2	常用的几种车刀(外圆车刀)	6 把
3	端面车刀	6 把
4	切断刀	6 把
5	内孔车刀	6 把
6	绞刀	若干把
7	滚刀	若干把
8	常用内拉刀	若干把
9	常用的铣刀	若干把
10	其他种类的刀具	若干把

2.1.3 实验原理和方法

测量刀具几何角度的量具很多,如万能量角器、摆针式重力量角器、车刀测角仪等。车刀测角仪是测量车刀角度的专用测角仪,它有多种类型,本实验采用的是既能测量车刀主剖面参考系的基本角度,又能测量车刀法剖面参考系的基本角度的一种车刀测角仪,其结构如图 2-1 所示。

测角仪圆形底盘的周边上刻有从 0° 起顺、逆时针两个方向各 100° 的刻度盘 1,其上面的支撑板可绕小轴转动,转动的角度由连在支撑板上的指针指示出来。支撑板上的导块和滑块 1、

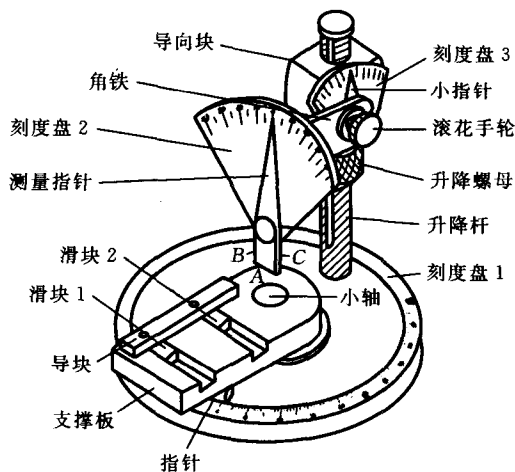


图 2-1 车刀测角仪

滑块 2 固定在一起,可在支撑板的滑槽内平行滑动。

升降杆固定安装在圆形底盘上,它是一根矩形螺纹丝杠,其上面的升降螺母可以使导向块沿升降杆上的键槽上、下滑动。导向块上面用螺钉固定装一个小刻度盘 3,在刻度盘 3 的外面用滚花手轮将角铁的一端锁紧在导向块上。当松开滚花手轮时,角铁以滚花手轮为轴,可以向顺、逆时针两个方向转动,其转动的角度用固定在角铁上的小指针在刻度盘 3 上指示出来。在角铁的另一端固定安装扇形刻度盘 2,其上安装着能顺时针转动的测量指针,并在刻度盘 2 上指示出转动的角度。

当指针、小指针和测量指针都处于 0° 时,测量指针的前面和侧面 B、C 垂直于支撑板的平面,而测量指针的底面 A 平行于支撑板的平面。测量车刀角度时,就是根据被测角度的需要,转动支撑板,同时调整支撑板上的车刀位置,再旋转升降螺母使导向块带动测量指针上升或下降而处于适当的位置。然后用测量指针的前面(或侧面 B、C 或底面 A),与构成被测角度的面或线紧密贴合,从刻度盘 2 上读出测量指针指示的被测量角度数值。

2.1.4 实验任务

- (1) 加深理解刀具标注角度的参考系和静态下各坐标平面的位置。
- (2) 根据测量结果绘制车刀的工作图。
- (3) 进一步熟悉各剖面之间的角度关系。

2.1.5 实验步骤

1. 校准车刀测角仪的原始位置

用车刀测角仪测量车刀的几何角度之前,必须先将测角仪的测量指针、小指针和指针全部调整到零位,然后将车刀平放在支撑板上,使其侧面紧贴导块侧面,称这种状态下的车刀测角仪位置为测量车刀标注角度的原始位置。

2. 主偏角 K_r 的测量

从测量车刀标注角度的原始位置起,顺时针转动支撑板使车刀主刀刃和测量指针前面紧密贴合,此时指针在底盘上所指示的刻度数值,即为主偏角 K_r 的数值。