



21世纪 高职高专通用教材

机械制造 技术实训教程

高国平 主编
陈立德 主审

上海交通大学出版社

机械制图 技术实训教程

机械制图
技术实训教程

21 世纪高职高专通用教材

机械制造技术实训教程

高国平 主编

陈立德 主审

上海交通大学出版社

内 容 简 介

本书是 21 世纪高职高专通用教材《机械制造技术》的配套教材,是根据社会对高职机械制造专业人才的技能与技艺的实际要求编写的。内容包括工艺实验(机床结构、刀具、切削量和工件表面加工质量等)、刀具设计、零件的机械加工工艺规程设计、夹具设计、装配工艺规程设计和部分典型零件图。书中各部分均提供了典型的设计实例,并附有部分常用工艺参数表供读者查阅。本书可供高职高专院校作为教材,也可作为机械工人实训材料。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造技术实训教程 / 高国平主编. —上海:上海
交通大学出版社, 2001

21 世纪高职高专通用教材

ISBN 7-313-02694-3

I. 机… II. 高… III. 机械制造工艺—高等学校:
技术学校—教材 IV. TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 26387 号

机械制造技术实训教程

高国平 主编

上海交通大学出版社出版发行

(上海市番禺路 877 号 邮政编码 200030)

电话:64071208 出版人:张天蔚

上海交通大学印刷厂印刷 全国新华书店经销

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:7.75 字数:191 千字

2001 年 9 月第 1 版 2001 年 9 月第 1 次印刷

印数:1~5050

ISBN 7-313-02694-3/TH·093 定价:11.50 元

版权所有 侵权必究

21 世纪高职高专通用教材

编 审 委 员 会

主任名单

(以姓氏笔划为序)

编审委员会顾问

白同朔 詹平华

编审委员会名誉主任

王式正 叶春生

编审委员会主任

闵光泰 潘立本

编审委员会副主任

王永祥	王俊堂	王继东	牛宝林
东鲁红	冯伟国	朱家建	朱懿心
吴惠荣	房世荣	郑桂富	赵祥大
秦士嘉	黄 斌	黄永刚	常立学
薛志兴			

序

发展高等职业技术教育,是实施科教兴国战略、贯彻《高等教育法》与《职业教育法》、实现《中国教育改革与发展纲要》及其《实施意见》所确定的目标和任务的重要环节;也是建立健全职业教育体系、调整高等教育结构的重要举措。

半个多世纪以来,高等职业教育以自己鲜明的特色,独树一帜,打破了高等教育界传统大学一统天下的局面,在适应现代社会人才的多样化需求、实施高等教育大众化等方面,做出了重大贡献。从而在世界范围内日益受到重视,得到迅速发展。

我国从1980年开始,在一些经济发展较快的中心城市就先后开办了一批职业大学。1985年,中共中央、国务院在关于教育体制改革的决定中提出,要建立从初级到高级的职业教育体系,并与普通教育相沟通。1996年《中华人民共和国职业教育法》的颁布,从法律上规定了高等职业教育的地位和作用。目前,我国高等职业教育的发展与改革正面临着很好的形势和机遇:职业大学、高等专科学校和成人高校正在积极发展专科层次的高等职业教育;部分民办高校也在试办高等职业教育;一些本科院校也建立了高等职业技术学院,为发展本科层次的高等职业教育进行探索。国家学位委员会1997年会议决定,设立工程硕士、医疗专业硕士、教育专业硕士等学位,并指出,上述学位与工程学硕士、医学科学硕士、教育学硕士等学位是不同类型的同一层次。这就为培养更高层次的一线岗位人才开了先河。

高等职业教育本身具有鲜明的职业特征,这就要求我们在改革课程体系的基础上,认真研究和改革课程教学内容及教学方法,努力加强教材建设。但迄今为止,符合职业特点和要求的教材却似凤毛麟角。由泰州职业技术学院、上海第二工业大学、金陵职业大学、扬州职业大学、彭城职业大学、沙州职业工学院、上海交通高等职业技术学校、上海交通大学农学院、上海汽车工业总公司职工大学、江阴职工大学、江南学院、常州职业技术师范学院、苏州职业大学、锡山市职业教育中心、上海商业职业技术学院、福州大学职业技术学院、芜湖职业技术学院、青岛职业技术学院、宁波高等专科学校、上海工程技术大学等70余所院校长期从事高等职业教育、有丰富教学经验的资深教师共同编写的《21世纪高职高专通用教材》,将由上海交通大学出版社陆续向读者朋友推出,这是一件值得庆贺的大好事,在此,我们表示衷心的祝贺。并向参加编写的全体教师表示敬意。

高职教育的教材面广量大,花色品种甚多,是一项浩繁而艰巨的工程,除了高职院校和出版社的继续努力外,还要靠国家教育部和省(市)教委加强领导,并设立高等职业教育教材基金,以资助教材编写工作,促进高职教育的发展和改革。高职教育以培养一线人才岗位与岗位群能力为中心,理论教学与实践训练并重,二者密切结合。我们在这方面的改革实践还不充分。在肯定现已编写的高职教材所取得的成绩的同时,有关学校和教师要结合各校的实际情况和实训计划,加以灵活运用,并随着教学改革的深入,进行必要的充实、修改,使之日臻完善。

阳春三月,莺歌燕舞,百花齐放,愿我国高等职业教育及其教材建设如春天里的花园,群芳争妍,为我国的经济建设和社会发展作出应有的贡献!

叶春生

2001年4月5日

前 言

《机械制造技术实训教程》是与高等职业教育系列教材《机械制造技术》配套的实践性教材。本教材充分体现了高等职业教育的特征,根据社会对高职人才动手能力的实际需要,要求学生在完成理论学习的基础上再进行本教材提供的实践性教学活动,从而使学生在毕业后能较快地适应职业岗位工作。本书在编写时始终坚持了理论联系实际的原则,重点是提高学生实际操作的能力,同时深化理论知识。

本书主要包含下述内容:

第一部分为工艺实验。学生通过本书提供的有关实验可以加深对机床结构、刀具角度、切削用量、工件表面加工质量的了解,初步培养学生分析零件加工误差的能力。

第二部分为刀具设计。学生通过设计一专用刀具可以初步掌握刀具设计的方法并提高选择刀具几何角度的能力。

第三部分为零件的机械加工工艺规程设计。学生可以从本教材选编的典型零件中选取课题或直接从生产实际中选取课题完成零件的工艺规程设计,从而培养学生学会查用《工艺设计手册》和编写工艺文件的能力。为适应现代制造技术的发展需要、开拓学生的工艺思路,本书列举了三种不同生产类型的工艺设计过程,供学生编制工艺规程时参考:即用于大批量生产、采用通用设备的传统工艺方法;采用组合机床生产线的专业化高效率的生产工艺;使用加工中心的单件小批量、高精度、高效率的生产工艺。

第四部分为夹具设计。本书列举了车、钻、铣、镗等典型夹具的设计过程供学生参考。学生可以在本书提供的典型零件中选取课题或结合工艺设计中的某一工序设计若干套夹具,从而提高对零件的定位、夹紧的分析能力和结构设计能力。

第五部分为装配工艺规程设计。学生通过看装配图、确定装配方法和装配顺序,以及编写装配工艺规程等可以初步培养装配工作的能力。

本书的第六部分收集编制了部分典型零件图,供教师和学生在进行以上各项实践教学时选用。

为配合教师和学生的实践教学,本书各部分都提供了典型的设计实例,供师生参考。本书的最后还附有部分常用工艺参数表,便于学生随手查用。

为结合实际生产的需要,本书对部分繁琐的计算过程(如切削力计算、夹紧力计算、工时定额计算等)作了删减,读者可根据教材提供的公式自己计算。

参加本书编写的有江阴职工大学高国平、芜湖职业技术学院何全陆、扬州职业大学奚日宁等,全书由江阴职工大学高国平主编。

本书由金陵职大陈立德教授主审。

本书的不足之处,请读者批评,指正。

编 者

2000年12月

目 录

第一部分 工艺实验	1
实验一 机床传动系统和操纵系统结构剖析及调整	1
实验二 刀具几何角度的测量	5
实验三 刀具几何角度和切削用量对表面粗糙度的影响	8
实验四 镗削加工中的自激振动和控制	9
实验五 加工精度的统计分析	11
第二部分 非标准刀具设计	14
第三部分 机械加工工艺规程设计	20
一、工艺规程设计的内容、方法和步骤	20
二、设计实例(一):传统工艺规程设计	21
三、设计实例(二):组合机床生产线工艺规程设计	27
四、设计实例(三):加工中心工艺规程设计	41
第四部分 夹具设计	55
一、夹具设计的方法和步骤	55
二、夹具的尺寸、公差和技术条件的标注	56
三、钻夹具设计实例	56
四、其他夹具设计实例	64
第五部分 装配工艺规程设计	75
一、装配工艺规程设计的内容、方法和步骤	75
二、装配工艺编制实例:蜗轮与圆锥齿轮减速器的装配	75
第六部分	83
典型零件附图	83
工艺参数附表	96
参考文献	111

第一部分 工艺实验

实验一 机床传动系统和操纵系统结构剖析及调整

一、实验目的和要求

- (1) 了解机床的用途、总体布局以及机床的主要技术性能。
- (2) 对照机床传动系统图,分析机床的传动路线,调整并获得各级转速。
- (3) 了解和分析机床主要零部件的构造和工作原理。

二、实验内容

由指导老师结合现场(以 CA6140 机床为例)介绍机床的用途、布局、各操纵手柄的作用及其操作方法。然后开车、空载运转,以观察机床各部件的运动。

1. 主轴箱

① 打开主轴箱盖,根据机床传动系统图和主轴箱展开图,看清各档传动路线及传动件的构造。

② 看懂标牌符号的意义,明确主轴各操纵手柄的作用。

③ 了解主传动系统的传动路线,弄清楚主轴的正转、反转、高速、低速是如何调整实现的。

④ 结合图 1.1 了解摩擦离合器的结构原理及其调整操纵情况。

⑤ 操纵Ⅱ-Ⅲ轴上两个滑移齿轮的移动,操纵Ⅳ轴上两个滑移齿轮及Ⅵ轴上的一个滑移齿轮,注意它们的动作过程和啮合位置。

⑥ 结合图 1.2 观察主轴前轴承、中轴承、后轴承、轴上齿轮离合器的构造,了解前后轴承的作用及调整方法。

⑦ 观察卸荷皮带轮的结构。

⑧ 了解主轴箱的润滑系统及各传动件的润滑油流经路径。

2. 挂轮架

了解挂轮架的构造、用途和调整方法。

3. 进给箱

结合进给箱展开图及传动系统图,观察基本组、增倍组操纵机构,螺纹种类移换机构,以及光杠、丝杠传动的操纵机构。

4. 溜板箱

观察纵向、横向的机动进给及快速移动的操纵机构,丝杠、光杠进给的互锁机构、对开螺母机构,结合图 1.3 了解超越离合器及过载保险装置。

5. 刀架

刀架总体由床鞍、横刀架、转盘、小刀架及方刀架五部分组成。结合这些部件的结构和装

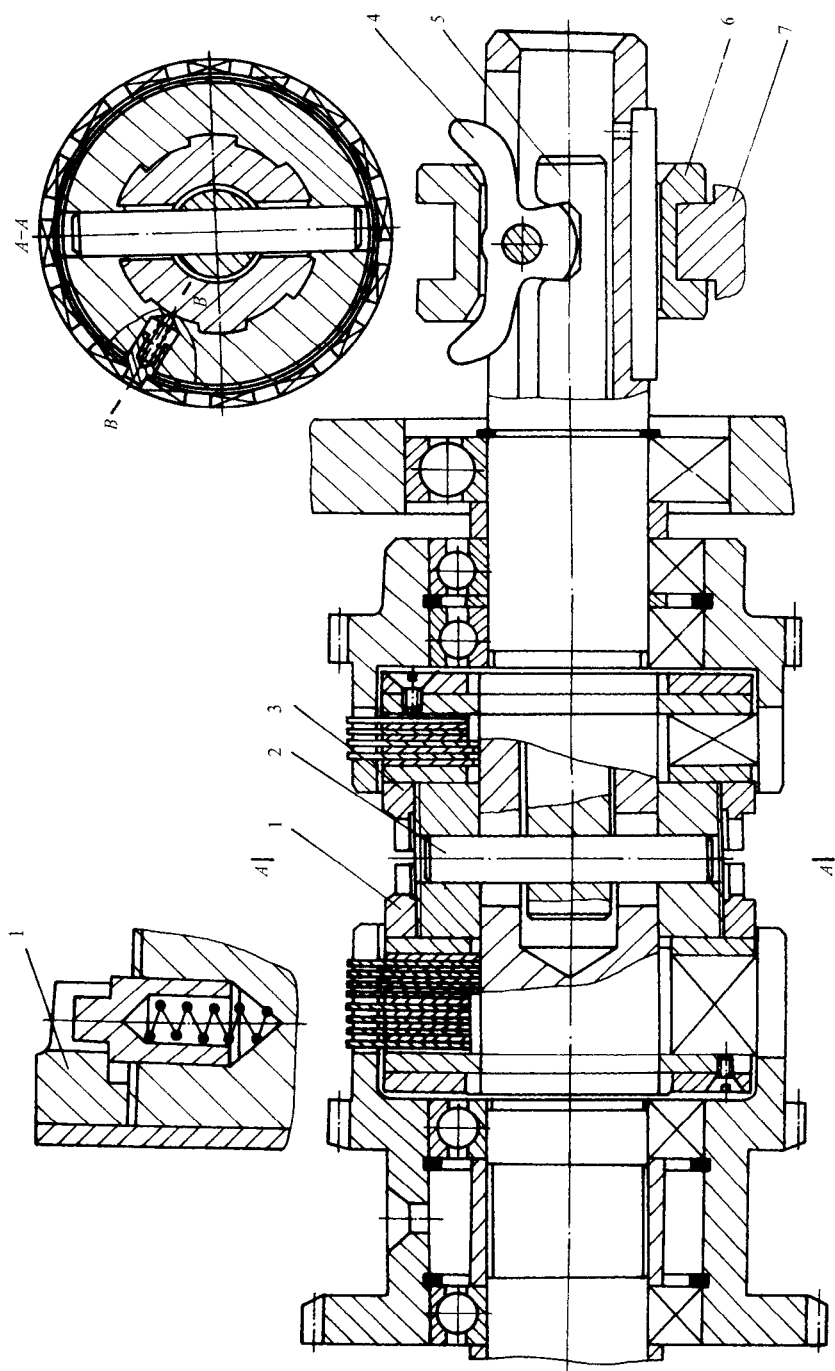


图 1.1 摩擦片离合器结构图

1、3—调整螺母；2—销子；4—元宝销；5—拉杆；6—滑套；7—拨叉

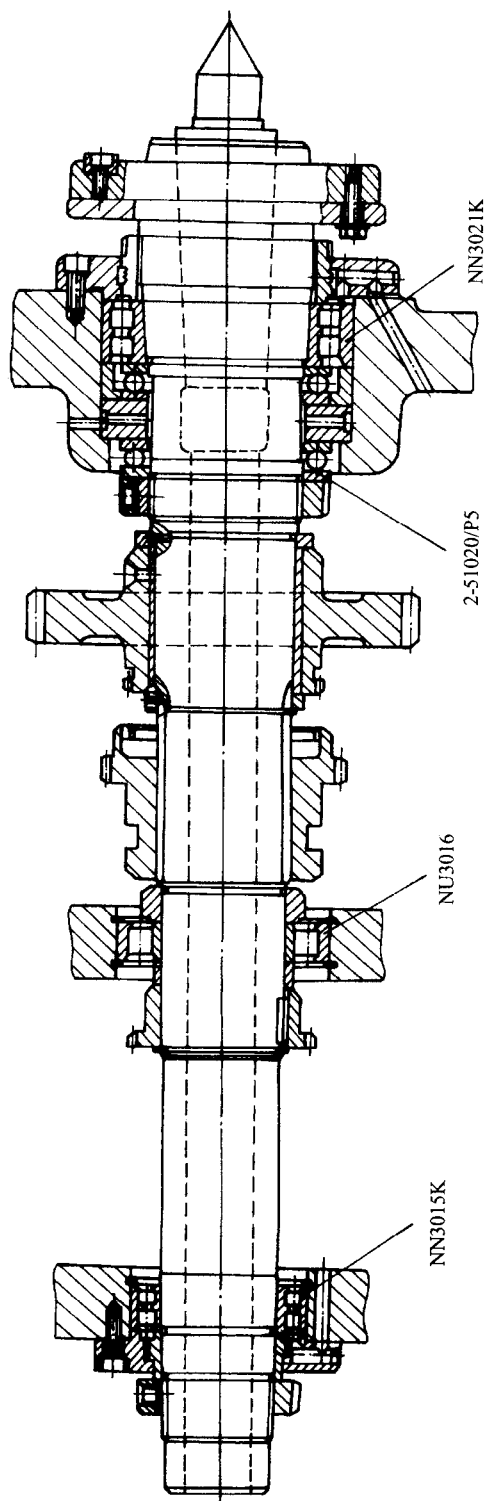


图 1.2 CA6140 车床主轴结构图

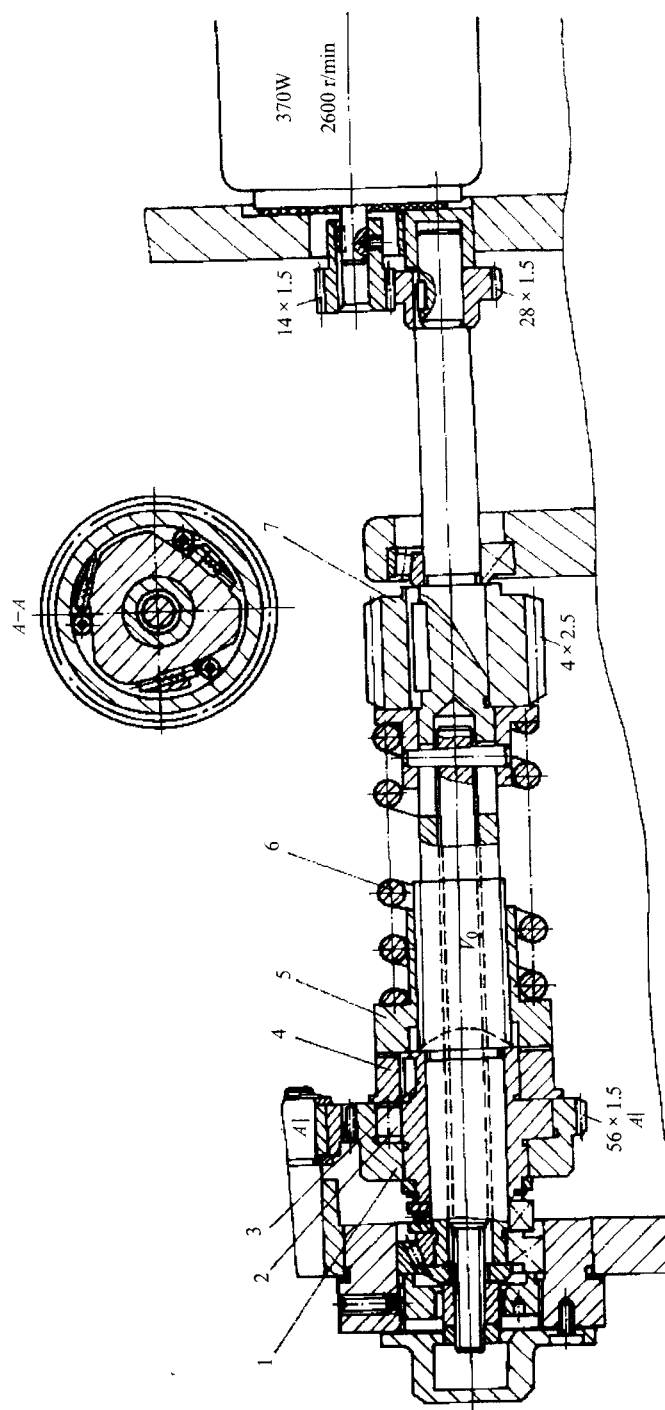


图 1.3 超越离合器及过载保险装置

1—齿轮；2—滚柱；3—星形体；4、5—离合器；6—弹簧；7—蜗杆

配图分析其工作原理。

6. 尾架

观察尾架的构造、尾架套筒的夹紧方法、尾架套筒与机床主轴中心线同轴度的调整方法。

7. 床身

了解床身的整体结构,床身导轨分几组及各组的作用是什么。

三、思考题

(1) 卸荷皮带轮工作原理是什么?

(2) 摩擦片离合器的工作原理是什么? 控制摩擦离合器,完成主轴正、反转,通过什么环节可以保持离合器的自锁?

(3) 超越离合器、安全离合器的用途和工作原理是什么?

实验二 刀具几何角度的测量

一、实验目的与要求

(1) 了解车刀量角仪的结构与工作原理。

(2) 通过测量车刀的角度加深理解车刀标注系平面及其有关角度的定义。

二、实验装备

仪器:车刀量角仪。

测量用车刀:45°弯头车刀、90°偏刀、切断刀、大刀倾角车刀、75°外圆车刀。

三、车刀量角仪的结构与使用方法

1. 回转工作台式(见图 1.4)

量角仪由底座 1、平台 3、立柱 7 和大小扇形盘 6、11、大小指针 5、10 等零件组成。

平台 3 可绕底座中心转动,底座上左、右各有刻度 100°。当基准线板 2 对准圆盘刻线 0°时,活动尺 4 侧边与指针 5 下端的测量平面垂直。测量板 5 上有三个测量刃口 A、B、C,其所在平面即为测量车刀角度时的测量平面。当小指针 10、大指针 5 均指向 0°时,刃口 A 与平台平面平行,B、C 与平台平面垂直。

测量车刀主偏角时先将车刀放在平台上并紧靠活动尺,然后转动平台,使主切削刃与测量板平面贴合,则板 2 上的基线指出的刻度即为 K_r 角值,如图 1.5 所示。同理测量副偏

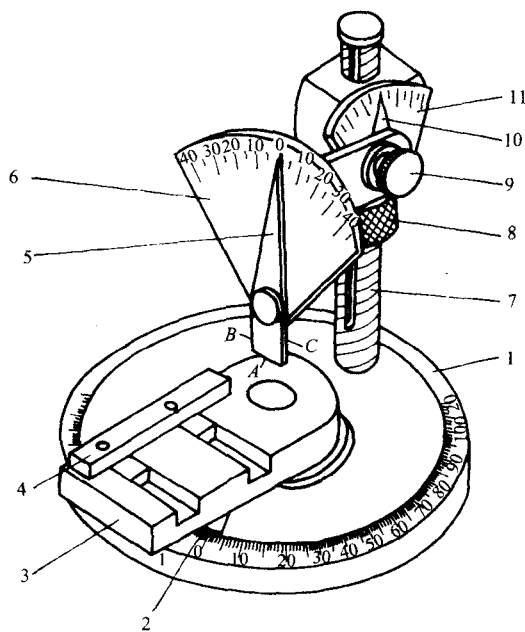


图 1.4 回转工作台式车刀量角仪

1—底座;2—基线板;3—平台;4—活动尺;5、10—大小指针;6、11—扇形盘;7—立柱;8—螺母;9—松紧螺母

角时,除应使副切削刃与测量板平面贴合,其他方法与测主偏角类似。

若转动螺母 8 调节扇形盘高度,并转动指针 5,使刃口 A 与主切削刃吻合,如图 1.6 所示,此时平台顶面即为车刀标注坐标系基面。测量板与切削刃贴合又垂直于平台顶面,相当于主切削平面。因此指针转动的角度就是切削平面中测量的切削刃与基面间的夹角 λ_s 。同理刃口 A 与副切削刃吻合,可测出副刃倾角 λ'_s 。

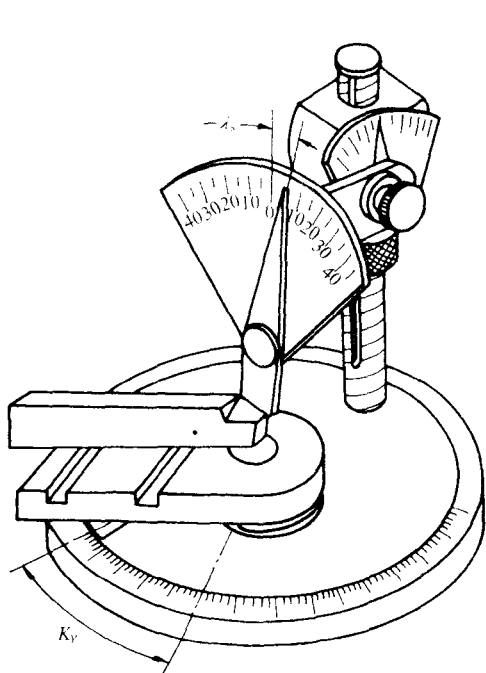


图 1.5 测量主偏角与刀刀斜角

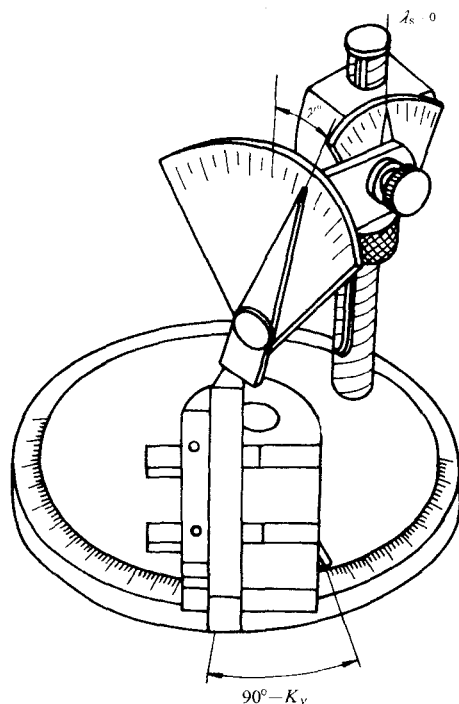


图 1.6 测量前角

如图 1.6 所示,若转动平台,使车刀主剖面方位平行于测量板平面。此时调整测量板高度与转角,当刃口 A 与主剖面中前面吻合时,指针转动角度即为前角 γ_0 。调整测量板,使刃口 C 与主剖面中后面吻合时,指针转动角度即为后角 α_0 。

2. 三工位测量片、转动工作台式车刀量角仪

图 1.7 所示的三工位测量片、转动工作台式车刀量角仪由底座 1、转盘 8、滑板 9、立柱 2、滑块 3 以及大小扇形刻度盘 6、4 和测量片 7 等零件组成。

滑块可沿立柱上下移动和绕立柱自由转动,以供选择合适的测量工位。

测量车刀角度时,刀具放在转盘 8 上,可随其回转或在底座 1 及滑板 9 上做纵、横向平移,以使车刀被测刀面或刀刃与测量片接触。

在图示中,测量片处于第 I 工位相当于割刀主剖面方位,且测量片侧刃口正好与割刀后刀面吻合,即能测量主剖面后角。若上移滑块,使测量片下刃口与前刀面吻合,则可测出剖面前角。

测量一般尖头车刀时,应先通过转盘 8、滑板 9 的移动,使主刀刃与测量片下刃口吻合,转盘指针指出的回转角即为主偏角,刻度盘 6 上反映出测量片的回转角即为主刃倾角。然后,将滑块转换一个工位,即可测量主剖面中的前、后角。同理,按上述方法能测副刀刃偏角、副刃倾

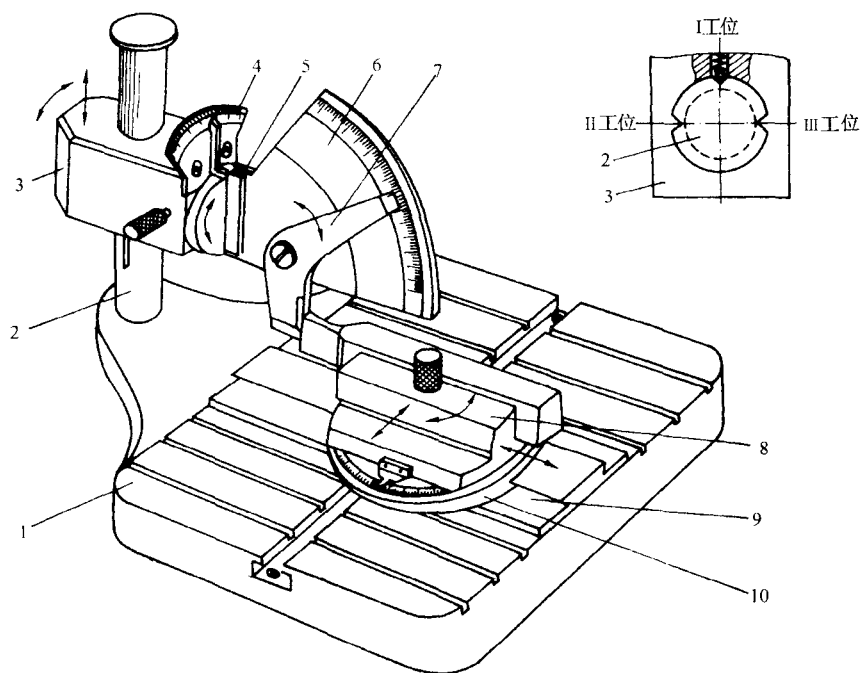


图 1.7 三工位测量片、转动工作台式车刀量角仪

1—底座；2—立柱；3—滑块；4、6—扇形刻度盘；5—转盘；7—测量片；8—转盘；9—滑板；10—刻度盘
角、副刃主剖面前、后角。

四、实验内容与步骤

实验前应熟悉车刀量角仪的结构与使用方法，找到各刻度盘的零位以及各活动部件的调整锁紧元件。

当测量一车刀角度时，首先应规定一个假定走刀方向，即先要确定车刀的主、副刀刃，前后刀面，以确定需要测量角度的位置；然后将车刀放在转盘上，左或右侧面靠在转盘上的一个垂直面。测量角度顺序一般为：

主刀刃： $K_r \rightarrow \lambda_s \rightarrow \alpha_0 \rightarrow \gamma_0$ ，

副刀刃： $K_r' \rightarrow \lambda_s' \rightarrow \alpha_0' \rightarrow \gamma_0'$ 。

实验内容如下：

测量 75° 、 90° 外圆车刀、 45° 弯头车刀及割断刀主副切削刃主剖面学中的基本角度。记录所测角度值，注意刃倾角的正负方向。

五、实验报告的内容与要求

记录所测车刀的名称，记录测得角度的值。

画出所测车刀简图。车刀简图可按 1:1 比例绘制，图线应符合投影关系，并将所测角度值标注在图中。

实验三 刀具几何角度和切削用量对表面粗糙度的影响

一、实验目的与要求

- (1) 观察切削时在已加工表面上产生的各种缺陷,如残留面积、鳞刺及犁沟等现象。
- (2) 研究切削用量(V 、 f)、刀具几何角度(γ_0 、 K_γ 、 K_γ' 、 γ_ϵ)及不同试件材料对表面粗糙度的影响。
- (3) 找出主要切削参数 V 、 f 、 K_γ 、 V_γ' 对表面粗糙度的影响规律。

二、实验装备

机床:普通车床(CA6140 或其他型号)。

试件:中碳钢(45)、低碳钢(20、30)。

刀具:高速钢车刀(W18Cr4V)、硬质合金车刀(YT15)。

仪器:表面粗糙度测定仪、光洁度样板、低倍放大镜、投影仪。

三、实验内容与步骤

1. 残留面积对加工表面粗糙度的影响

(1) 固定试件材料为 45 钢,刀具材料为 YT15,切削用量 $V=100\text{m/min}$, $a_p=2\text{mm}$, 刀具角度为: $\gamma_0=10^\circ$, $\alpha_0=8^\circ$, $K_\gamma=45^\circ$, $K_\gamma'=45^\circ$, $\lambda_s=0^\circ$, $\gamma_\epsilon=0.5\text{mm}$ 。

改变 f 为 0.05mm/r , 0.1mm/r , 0.2mm/r , 0.3mm/r , 0.4mm/r , 观察加工表面残留面积的变化规律。测定表面粗糙度值。

(2) 固定试件材料为 45 钢,刀具材料为 YT15,切削用量 $V=100\text{m/min}$, $a_p=2\text{mm}$, $f=0.3\text{mm/r}$, 刀具几何角度 $\gamma_0=10^\circ$, $\alpha_0=8^\circ$, $K_\gamma=45^\circ$, $\lambda_s=0^\circ$, $\gamma_\epsilon=0.5\text{mm}$ 。

改变 K_γ' 为 5° , 10° , 15° , 20° , 30° , 观察加工表面残留面积变化规律。测定表面粗糙度值。

(3) 固定试件材料为 45 钢,刀具材料为 YT15,切削用量 $V=100\text{m/min}$, $a_p=2\text{mm}$, $f=0.3\text{mm/r}$, 刀具几何角度为: $\gamma_0=10^\circ$, $\alpha_0=8^\circ$, $K_\gamma=45^\circ$, $K_\gamma'=45^\circ$, $\lambda_s=0^\circ$ 。

改变 ϵ_γ 为 $<0.5\text{mm}$, 0.5mm , 1mm , 1.5mm , 2mm , 观察加工表面残留面积的变化规律,测定表面粗糙度值。

2. 积屑瘤对加工表面粗糙度的影响

(1) 固定试件材料 45 钢,刀具材料为 YT15,切削用量 $a_p=2\text{mm}$, $f=0.3\text{mm/r}$, 刀具角度为: $\gamma_0=5^\circ$, $\alpha_0=8^\circ$, $K_\gamma=45^\circ$, $K_\gamma'=45^\circ$, $\lambda_s=0^\circ$, $\gamma_\epsilon=0.5\text{mm}$ 。

改变 V 为 5m/min , 10m/min , 20m/min , 40m/min , 60m/min , 80m/min , 100m/min , 120m/min , 140m/min , 160m/min , 观察车刀前刀面上积屑瘤变化规律及积屑瘤对加工表面粗糙度的影响,测定表面粗糙度值。

(2) 固定试件材料为 20 或 30 低碳钢,刀具材料为 YT15,切削用量 $a_p=2\text{mm}$, $f=0.3\text{mm/r}$, 刀具几何角度为 $\gamma_0=5^\circ$, $\alpha_0=8^\circ$, $K_\gamma=45^\circ$, $K_\gamma'=45^\circ$, $\lambda_s=0^\circ$, $\gamma_\epsilon=0.5\text{mm}$ 。

改变 V 为 5m/min , 10m/min , 20m/min , 40m/min , 60m/min , 80m/min , 100m/min , 120m/min , 140m/min , 160m/min , 观察车刀前刀面上积屑瘤的变化规律及积屑瘤对加工表面粗糙度

的影响,测定表面粗糙度值。

3. 鳞刺对加工表面粗糙度影响

选用试件材料为低碳钢(10、20 或 30 钢),刀具材料为高速钢 W18Cr4V,切削用量 $V=5\text{m/min}$, $a_p=2\text{mm}$, $f=0.4\text{mm/r}$, 刀具几何角度为 $\gamma_0=0\sim5^\circ$, $\alpha_0=8^\circ$, $K_r=45^\circ$, $K_r'=45^\circ$, $\lambda_s=0^\circ$, $\gamma_e=0.5\text{mm}$, 观察在加工表面上产生的鳞刺现象及表面粗糙度情况。

四、实验报告的内容与要求

1. 找出切削参数对表面粗糙度的影响规律

- (1) 在直角坐标系中画出改变 f 对表面粗糙度值(R_a)的影响规律曲线。
- (2) 在直角坐标中画出改变 K_r' 对表面粗糙度值(R_a)的影响规律曲线。
- (3) 在直角坐标系中画出 γ_e 对表面粗糙度值(R_a)的影响规律曲线。

2. 研究积屑瘤的变化规律

- (1) 在加工 45 钢时,测定不同切削速度情况下所产生积屑瘤的高度值。
- (2) 在直角坐标系中画出切削速度(v)对积屑瘤高度(h)的影响规律曲线。

五、实验思考题和分析

- (1) 分别解释 f 、 K_r' 、 γ_e 对表面粗糙度的影响规律及其原因。
- (2) 分别解释加工中碳钢和低碳钢时,切削速度对积屑瘤高度的影响规律及其原因。
- (3) 分析鳞刺产生的条件,为什么?

实验四 镗削加工中的自激振动和控制

一、目的与要求

- (1) 了解影响自激振动的主要因素及控制途径。
- (2) 掌握用正交试验法分析影响自激振动的方法。
- (3) 了解所用仪器的基本原理及操作方法。

二、实验内容

- (1) 改变刀尖相对于矩形截面刀杆的方位角,找出系统的稳定区域和不稳定区域,从而达到控制自激振动的目的。
- (2) 冲击式消振镗杆与普通镗杆比较消振效果。
- (3) 用正交试验法分析刀具几何角度和切削用量对自激振动的影响。

三、实验仪器和设备

普通车床一台,安装镗杆的专用刀架一个,削扁镗杆两根(可改变刀尖与削扁的方法),圆截面镗杆一根,冲击式消振镗杆一根,各种几何角度的镗刀头若干把,CD-1 磁电式速度传感器和 GZ1 测振仪一台。