



普通高校“十二五”规划教材

现代加工技术实验教程

主编 左敦稳 徐 锋

参编 孙玉利 赵建社

XIANDAI JIAGONG JISHU SHIYAN JIAOCHENG



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS

014061607

TG66
15

内容简介



普通高校“十二五”规划教材

现代加工技术实验教程

主编 左敦稳 徐 锋

参编 孙玉利 赵建社



北京航空航天大学出版社



北航

C1748076

ISBN 9787530351071

定价：28.00元

内 容 简 介

本书是工信部“十二五”规划教材《现代加工技术(第3版)》(北京航空航天大学出版社2013年版)的配套实验教程。书中系统地介绍了现代加工技术所涉及的基本实验,内容主要包括车刀角度的测量、切屑形成过程的观察、切削力的测量及建模、切削温度的测量及建模、刀具磨损观察及 $T-v_c$ 关系的建立、加工表面完整性评价、研磨加工、抛光加工、电火花加工以及激光加工实验。本书完整地阐述了材料去除加工的实验方法与技术,内容系统、先进、实用,满足机械工程类本科专业宽口径、创新型人才的培养要求。

本书可作为高等院校制造类专业本科生和硕士研究生的教材,也可作为相关专业工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

现代加工技术实验教程 / 左敦稳, 徐锋主编. -- 北京 : 北京航空航天大学出版社, 2014. 8
ISBN 978-7-5124-1569-0

I. ①现… II. ①左… ②徐… III. ①特种加工—实验—高等学校—教材 IV. ①TG66-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 168223 号

版权所有,侵权必究。

现代加工技术实验教程

主编 左敦稳 徐 锋

参编 孙玉利 赵建社

责任编辑 王 实

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(邮编 100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

读者信箱: goodtextbook@126.net 邮购电话:(010)82316524

北京时代华都印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×960 1/16 印张:8.5 字数:190 千字

2014 年 8 月第 1 版 2014 年 8 月第 1 次印刷 印数:3 000 册

ISBN 978-7-5124-1569-0 定价:19.00 元

若本书有倒页、脱页、缺页等印装质量问题,请与本社发行部联系调换。联系电话:(010)82317024

前 言

2005年北京航空航天大学出版社出版了国防科工委“十五”规划教材《现代加工技术》。该教材全面阐述了材料去除加工的理论与技术,满足了机械工程本科生专业宽口径、创新型人才的培养要求,获得了国内同行的好评。因此,2009年和2013年分别出版了该教材的第2版和第3版。2013年《现代加工技术(第3版)》入选工信部“十二五”规划教材。

实验教学是“现代加工技术”课程教学过程中必不可少的实践环节,它可以使学生加深理解课堂教学的基本理论,掌握加工实验的基本方法和技能,有助于学生加深工程实践意识,并在实践中培养创新能力。

为了配合“现代加工技术”课程的实践教学,我们在作者多年教学经验以及黎向锋教授主编的《现代加工技术实验指导书》讲义的基础上编写了本书。内容包括车刀角度的测量、切屑形成过程的观察、切削力的测量及建模、切削温度的测量及建模、刀具磨损观察及 $T-v_c$ 关系的建立、研磨加工、抛光加工、电火花加工以及激光加工等10个现代加工技术实验。

本教材由南京航空航天大学左敦稳教授和徐锋教授主编,左敦稳编写了实验一和实验三,徐锋编写了实验二、四~六,孙玉利副教授编写了实验七和实验八,赵建社副教授编写了实验九和实验十。此外,袁立新副教授及唐晓龙、张超和郁子欣等同学参加了本教材的部分编写工作,在此表示感谢。

由于水平所限,书中若有不当和疏漏之处,恳请读者批评指正。

编 者

2014年4月

实验一 刀具角度的测量

实验一	刀具角度的测量	1
实验二	切屑变形过程观察	8
实验三	切削力的测量及其经验公式的建立	20
实验四	切削温度的测量及其经验公式的建立	31
实验五	刀具磨损观察及 $T-v_c$ 关系式的建立	40
实验六	加工表面完整性分析	49
实验七	研磨加工实验	59
实验八	抛光加工实验	66
实验九	电火花成形加工电极损耗特性	73
实验十	激光穿孔	82
参考文献		90

(一) 刀具切削部分的要素

以外圆车刀为例, 切削部分的组成如图 1-1 所示。图中 I 为待加工表面, II 为过渡表面(加工表面); 在待加工表面和已加工表面之间, 它发生有积屑瘤的切削的表面; III 为已加工表面, 即已经切去多余金属而形成的新表面。

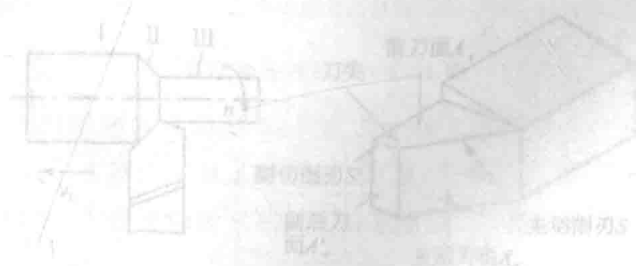


图 1-1 车刀切削部分的组成

“三面”指前刀面(A)、主后刀面(A')和副后刀面(A'')。切屑流经的表面为前刀面 I 与工件上待加工表面相对的表面为主后刀面; 与工件上已加工表面相对的表面为副后刀面。

“两刃”指主切削刃(S)和副切削刃(S')。主切削刃为前刀面与主后刀面的交线, 用以完成主要切削工作; 副切削刃为前刀面与副后刀面的交线, 辅助形成加工表面。

“一点”指刀尖。主切削刃与副切削刃之间的相交处, 实际在刀具上它不是一个点, 而是一

实验一 刀具角度的测量

一、实验目的

- 熟悉几种常用车刀(外圆车刀、端面车刀、切断刀)的几何形状,识别其前刀面、主后刀面、副后刀面、主切削刃、副切削刃和刀尖。
- 掌握车刀标注角度的参考平面、静止坐标系及车刀标注角度的定义。
- 通过车刀角度的测量,掌握量角台的使用方法,进一步掌握车刀角度的概念,为学习其他刀具打好基础。

二、实验原理

(一) 刀具切削部分的要素

以外圆车刀为例,切削部分的组成如图 1-1 所示。图中 I 为待加工表面,即将被切去金属层的表面;II 为过渡表面(加工表面),在待加工表面和已加工表面之间,也是主切削刃正在切削的表面;III 为已加工表面,即已经切去多余金属而形成的新表面。

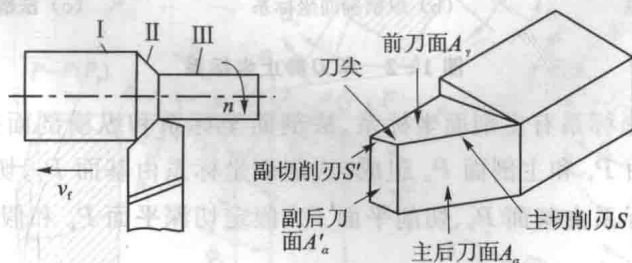


图 1-1 车刀切削部分的组成

“三面”指前刀面(A_f)、主后刀面(A_{α})和副后刀面(A'_{α})。切屑流经的表面为前刀面;与工件上过渡表面相对的表面为主后刀面;与工件上已加工表面相对的表面为副后刀面。

“两刃”指主切削刃(S)和副切削刃(S')。主切削刃为前刀面与主后刀面的交线,用以完成主要切除工作;副切削刃为前刀面与副后刀面的交线,辅助形成加工表面。

“一尖”指刀尖。主切削刃与副切削刃之间的相交处,实际在刀具上它不是一个点,而是一



段过渡切削刃。特殊情况下有两个刀尖,如切断刀。

(二) 刀具静止坐标系

在刀具的制造和测量时,需要一个静止的坐标系来表明它的角度或几何形状。首先假定切削主运动和进给运动的方向,以外圆车刀为例,给各坐标平面定义如下:

- ① 基面 P_r 通过主切削刃选定点,垂直于假定主运动方向的平面。
- ② 假定进给平面 P_f 通过主切削刃选定点,与基面垂直并平行于假定进给方向的平面。
- ③ 假定切深平面 P_p 通过主切削刃选定点,并垂直于基面和假定进给平面的平面。
- ④ 切削平面 P_s 通过主切削刃选定点,与切削刃相切并垂直于基面的平面。
- ⑤ 主剖面 P_o 通过主切削刃选定点,与基面和切削平面都垂直的平面。
- ⑥ 法剖面 P_n 通过主切削刃选定点,并垂直于切削刃的平面。

因此,对于切削刃上每一点都可以定义出上述几个平面,如图 1-2 所示。

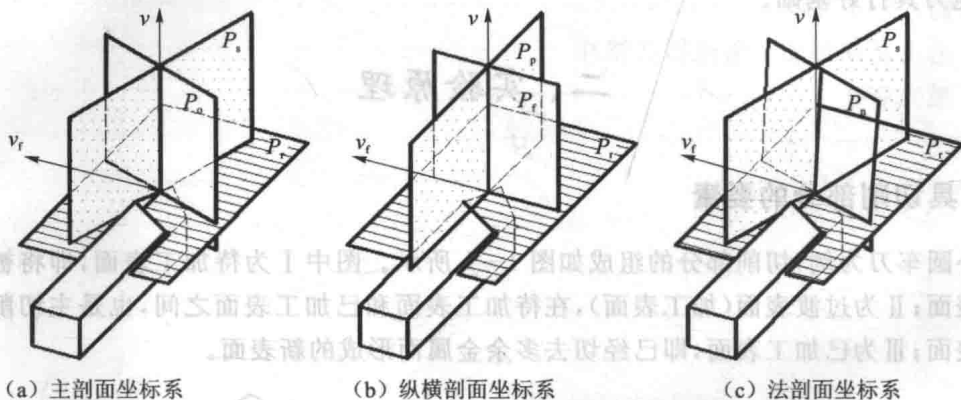


图 1-2 车刀静止坐标系

外圆车刀的静止坐标系有主剖面坐标系、法剖面坐标系和纵横剖面坐标系。主剖面坐标系由基面 P_r 、切削平面 P_s 和主剖面 P_o 组成;法剖面坐标系由基面 P_r 、切削平面 P_s 和法剖面 P_n 组成;纵横剖面坐标系由基面 P_r 、切削平面 P_s 、假定切深平面 P_p 和假定进给平面 P_f 组成。

(三) 刀具标注角度

主剖面坐标系中,在基面 P_r 的投影上测量的角度如下:

① 主偏角 κ_r ——主切削刃与进给方向在基面上投影的夹角。选用不同的主偏角能够改变切削力的方向与大小,并改变切削厚度与切削宽度的比例。

② 副偏角 κ'_r ——副切削刃与进给方向在基面上投影的夹角。选用不同的副偏角会影响已加工表面的粗糙度。



③ 刀尖角 ϵ_r ——主切削刃和副切削刃在基面上投影的夹角。

④ 余偏角——主切削刃和假定切深方向在基面上投影的夹角。

在主剖面 P_o 内测量的角度如下：

① 前角 γ_o ——前刀面与基面的夹角。它有正负之分。前角越大，刀具越锋利，切削力越小，但同时刀刃部位强度和散热性能下降。

② 后角 α_o ——主后刀面与切削平面的夹角。它使主后刀面和过渡平面之间的摩擦减小，但后角过大，也使刀刃强度下降。

③ 楔角 β_o ——前刀面与后刀面的夹角。

在切削平面 P_s 内测量的角度如下：

刃倾角 λ_s ——主切削刃与基面的夹角。

此外，在法剖面坐标系的 P_n 内测量的角度有法前角 γ_n 、法后角 α_n 、法楔角 β_n 。在纵横剖面坐标系的 P_f 内测量的角度有纵向前角 γ_f 、纵向后角 α_f 和纵向楔角 β_f 。在 P_p 内测量的角度有：横向前角 γ_p 、横向后角 α_p 和横向楔角 β_p 。车刀的主剖面坐标系、纵横剖面坐标系、法剖面坐标系的标注角度如图 1-3 所示。

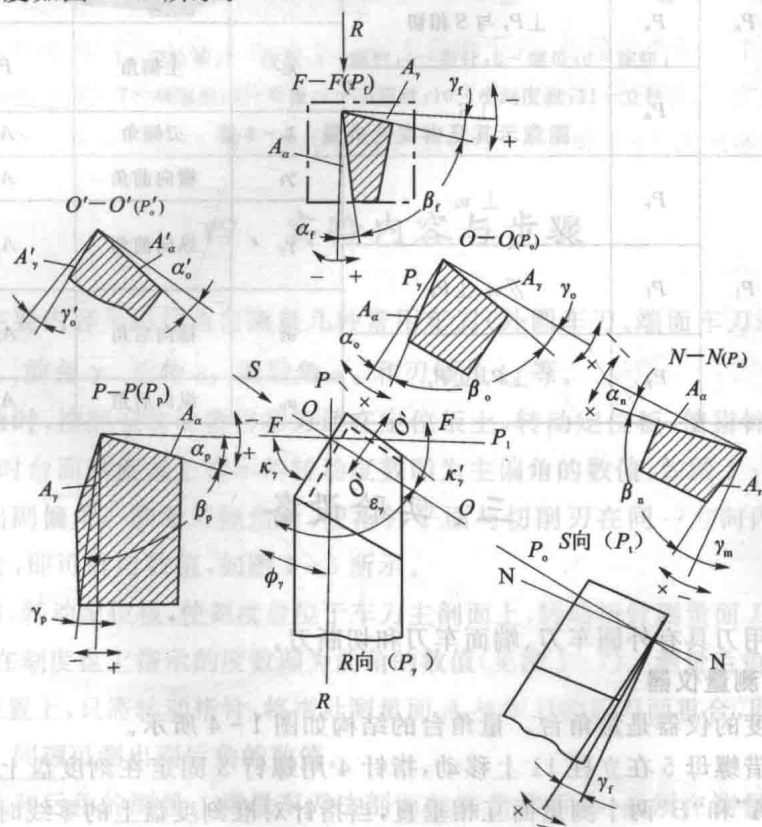


图 1-3 车刀的标注角度



上述参考系平面及角度的定义归纳在表 1-1 中。

表 1-1 刀具各参考系与刀具角度定义

刀具组成		标注参考系			刀具角度定义			
切削刃	相关刀面	代号	组成平面	特征	符号	名称	构成平面	测量平面
S	A_γ A_α	P_o	P_r	$\perp v_c$	γ_o	前角	A_γ, P_r	P_o
			P_s	$\perp P_r$ 与 S 相切	α_o	后角	A_α, P_s	
			P_o	$\perp P_r, \perp P_s$	κ_r	主偏角	P_s, P_f	P_r
					λ_s	刃倾角	A_γ, P_r	P_s
		P_n	P_r	$\perp v_c$	γ_n	法前角	A_γ, P_r	P_n
			P_s	$\perp P_r$ 与 S 相切	α_n	法后角	A_α, P_s	
			P_n	$\perp S$	κ_r	主偏角	P_s, P_f	
					λ_s	刃倾角	A_γ, P_r	
	P_f	P_r	P_r	$\perp v_c$	γ_f	横向前角	A_γ, P_r	P_f
			P_f	$\parallel v_f, \perp P_r$	γ_p	纵向前角	A_γ, P_r	P_p
			P_p	$\perp P_r, \perp P_s$	α_f	横向后角	A_α, P_s	P_f
					α_p	纵向后角	A_α, P_s	P_p

三、实验设备

1. 刀 具

本实验中所用刀具有外圆车刀、端面车刀和切断刀。

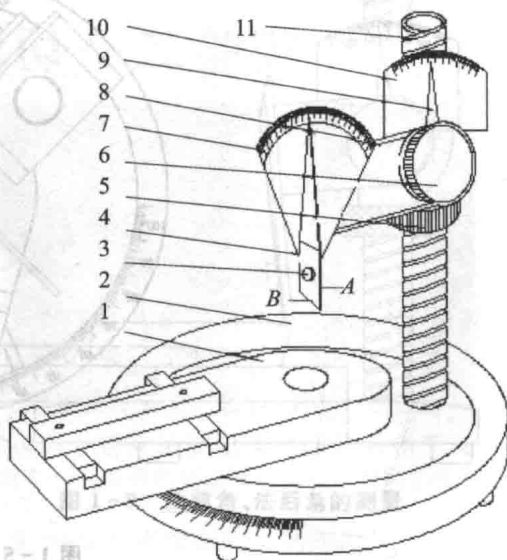
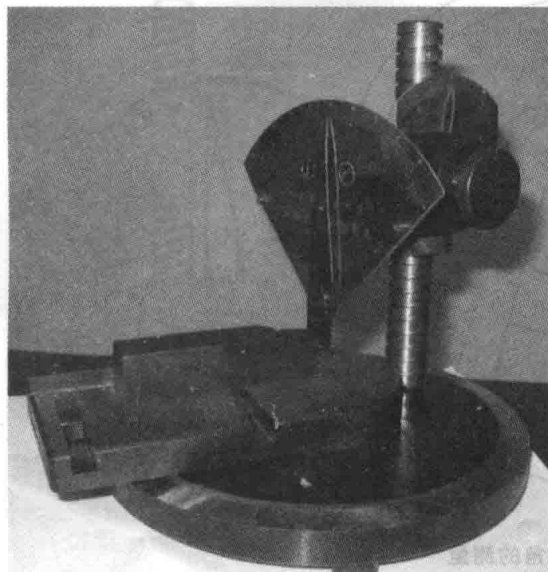
2. 刀具角度测量仪器

测量刀具角度的仪器是量角台。量角台的结构如图 1-4 所示。

刻度盘 7 可借螺母 5 在立柱 11 上移动, 指针 4 用螺钉 3 固定在刻度盘上, 可以绕螺钉中心移动, 指针的“A”和“B”两个测量面互相垂直, 当指针对准刻度盘上的零线时, A 面与量角台的台面垂直, B 面平行于量角台的后面。测量时, 车刀安放在定位板 1 上, 台面刻度盘用来测



量主、副偏角。小刻度盘 10 用于测量法向角度。



1—定位板;2—台面;3—螺钉;4—指针;5—螺母;6—旋钮;

7—刻度盘;8—弯板;9—小指针;10—小刻度盘;11—立柱

四、实验内容与步骤

本实验的主要内容是用量角台测量几种常用车刀(外圆车刀、端面车刀和切断刀)的主偏角 κ_r 、副偏角 κ'_r 、前角 γ_0 、后角 α_0 、副后角 α'_0 和刃倾角 λ_s 等。

测量主偏角时,按照安装位置将车刀放在定位板上,转动定位板,使指针平面与主切削刃选定点相切,此时台面刻度盘上指示的转动度数即为主偏角的数值,如图 1-5 所示。

同理可测出副偏角。测量刃倾角时,使指针平面与切削刃在同一方向内,将测量面 B 与主切削刃相重合,即可读出数值,如图 1-6 所示。

测量前角时,转动定位板,使刻度盘位于车刀主剖面上,转动指针测量面 B 与车刀的前刀面重合,此时指针在刻度盘上指示的度数即为前角的数值(见图 1-7)。测量后角时,使车刀保持在测量前角时的位置上,只需转动指针,将指针测量面 A 与车刀的后刀面重合,即可读出后角的数值(见图 1-8)。同理可测出副后角的数值。

法剖面前角和后角的测量。测量车刀法剖面的前角和后角,必须在测量完主偏角和刃倾角之后才能进行。将滑体(连同小刻度盘和小指针)和弯板(连同刻度盘和指针)上升到适当位

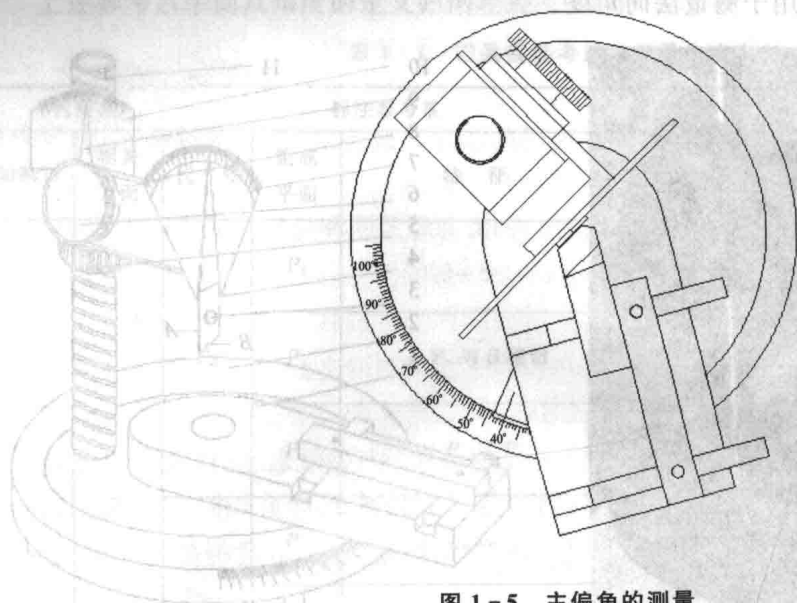


图 1-5 主偏角的测量

置,使弯板转动一个刃倾角的数值,这个数值由固连于弯板上的小指针在小刻度盘上指示出来(逆时针方向转动为+,顺时针方向转动为-),如图 1-9 所示,然后再按上述的测量主剖面前角和后角的方法(参照图 1-7 和图 1-8),便可测量出车刀法剖面前角和后角的数值。

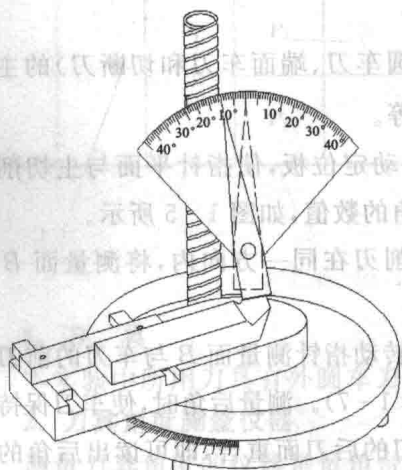


图 1-6 刃倾角的测量

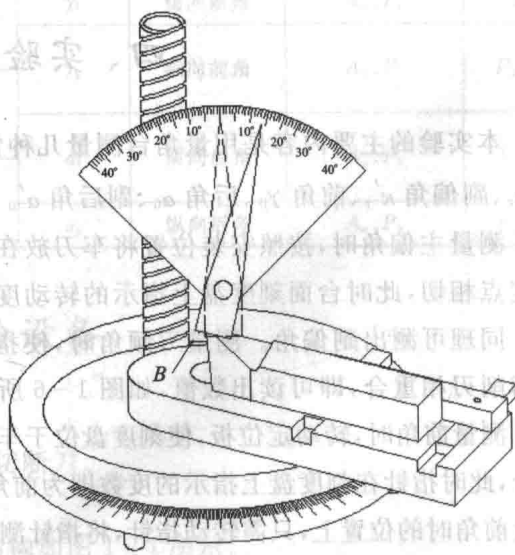


图 1-7 前角的测量



5 mm, 因此, 可以用一个平面 OM 来表示第一变形区, 剪切面 OM 与切削速度方向的夹角称为前角。

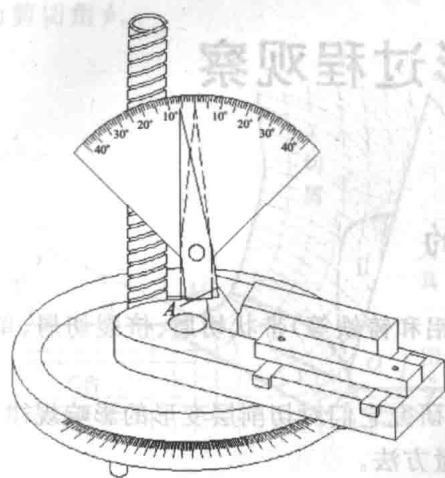


图 1-8 后角的测量

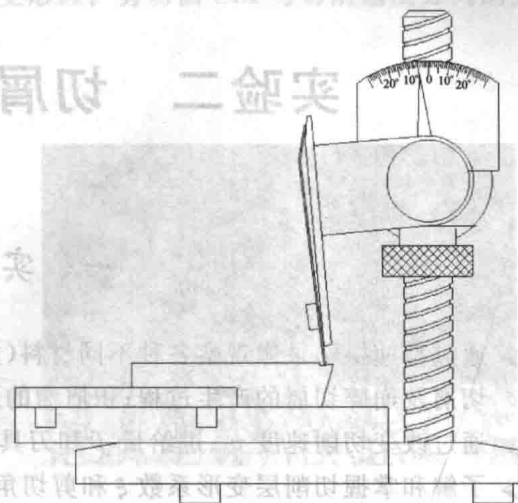


图 1-9 法前角、法后角的测量

当切削刃切削工件时, 受到前刀面的挤压, 在前刀面摩擦阻力的作用下, 靠近前刀面的工件表层产生第一剪切变形, 也就是第一变形区的变形, 使薄薄的一层材料流动滑移, 晶粒被拉长, 沿着前刀面方向纤维化。以后流动滑移的金属层逐层产生第一剪切变形, 其变形角可达几十度。

同时, 工件表层在切削力作用下, 还会产生第二剪切变形, 也就是第二变形区的变形, 使薄薄的一层材料流动滑移, 晶粒被拉长, 沿着后刀面方向纤维化。以后流动滑移的金属层逐层产生第二剪切变形, 其变形角可达几十度。

切削过程中, 工件表层在切削力作用下, 还会产生第三剪切变形, 也就是第三变形区的变形, 使薄薄的一层材料流动滑移, 晶粒被拉长, 沿着切削方向纤维化。以后流动滑移的金属层逐层产生第三剪切变形, 其变形角可达几十度。

切削过程中, 工件表层在切削力作用下, 还会产生第四剪切变形, 也就是第四变形区的变形, 使薄薄的一层材料流动滑移, 晶粒被拉长, 沿着切削方向纤维化。以后流动滑移的金属层逐层产生第四剪切变形, 其变形角可达几十度。

切削过程中, 工件表层在切削力作用下, 还会产生第五剪切变形, 也就是第五变形区的变形, 使薄薄的一层材料流动滑移, 晶粒被拉长, 沿着切削方向纤维化。以后流动滑移的金属层逐层产生第五剪切变形, 其变形角可达几十度。

切削过程中, 工件表层在切削力作用下, 还会产生第六剪切变形, 也就是第六变形区的变形, 使薄薄的一层材料流动滑移, 晶粒被拉长, 沿着切削方向纤维化。以后流动滑移的金属层逐层产生第六剪切变形, 其变形角可达几十度。

切削过程中, 工件表层在切削力作用下, 还会产生第七剪切变形, 也就是第七变形区的变形, 使薄薄的一层材料流动滑移, 晶粒被拉长, 沿着切削方向纤维化。以后流动滑移的金属层逐层产生第七剪切变形, 其变形角可达几十度。

切削过程中, 工件表层在切削力作用下, 还会产生第八剪切变形, 也就是第八变形区的变形, 使薄薄的一层材料流动滑移, 晶粒被拉长, 沿着切削方向纤维化。以后流动滑移的金属层逐层产生第八剪切变形, 其变形角可达几十度。

切削过程中, 工件表层在切削力作用下, 还会产生第九剪切变形, 也就是第九变形区的变形, 使薄薄的一层材料流动滑移, 晶粒被拉长, 沿着切削方向纤维化。以后流动滑移的金属层逐层产生第九剪切变形, 其变形角可达几十度。

切削过程中, 工件表层在切削力作用下, 还会产生第十剪切变形, 也就是第十变形区的变形, 使薄薄的一层材料流动滑移, 晶粒被拉长, 沿着切削方向纤维化。以后流动滑移的金属层逐层产生第十剪切变形, 其变形角可达几十度。

实验二 切屑变形过程观察

一、实验目的

- 通过高速摄影录像观察各种不同材料(如紫铜、铝和铸铁等)带状切屑、挤裂切屑、单元切屑及崩碎切屑的产生过程;积屑瘤的形成过程。
- 通过改变切削速度 v_c 、进给量 f 和刀具前角 γ_0 , 研究它们对切削层变形的影响规律。
- 了解和掌握切削层变形系数 ξ 和剪切角 ϕ 的测量方法。

二、实验原理

(一) 塑性材料切屑形成过程

切屑的形成是一个复杂过程,在不同条件下切屑的形成机理不同,因而切屑会呈现出不同形态。在对塑性材料进行切削加工时,由于工件材料剪切滑移而形成切屑,所以切屑的形态有带状、挤裂和单元型;但对脆性材料进行加工时,由于工件中裂纹扩展而形成切屑,所以其形态主要为崩碎状切屑,但在某些条件下也可获得连续带状或剪切型切屑。

图 2-1 所示为塑性材料二维切削示意图,图 2-2 所示为塑性材料二维切削金相试样图。从图 2-1 中可以看出,在切削塑性材料时存在三个变形区。第一变形区(I)是被切削层材料向切屑转变时的塑性变形区,从图 2-2 的切屑根部照片可看到严重变形区与未变形区存在明显的界线,被切削层材料在很短时间内完成了主要的变形。第二变形区(II)由于切屑在前刀面上流出,在较高温度下受到刀具的挤压作用进一步发生严重变形。第三变形区(III)为已加工表面与后刀面的摩擦以及第一变形区的残留部分。

塑性材料的切屑形成过程可以描述如下:当刀具与工件开始接触的瞬间,切削刃和前刀面在接触点挤压工件,使工件内部产生应力和弹性变形。随着切削运动的继续,切削刃和前刀面对工件的挤压作用加强,使工件材料内部的应力和变形逐渐增大,当应力达到材料屈服极限时,被切削层材料沿着剪应力最大的方向滑移,产生塑性变形。随着滑移的产生,剪应力逐渐增大,当剪应力达到材料的屈服极限强度时,切削层材料产生流动。当流动方向与前刀面平行时,不再产生滑移,切削层材料沿前刀面与基体分离。以上过程发生在第一变形区中。实验证明,随着切削速度的增大,第一变形区变薄。一般切削速度下,第一变形区厚度仅为 $0.02 \sim$



0.2 mm。因此,可以用一个平面 OM 来表示第一变形区。剪切面 OM 与切削速度方向的夹角称为剪切角 ϕ 。

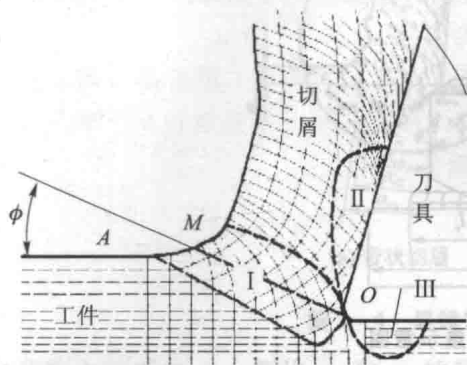


图 2-1 塑性材料二维切削过程示意图

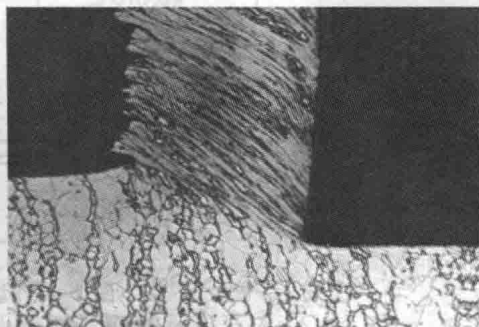


图 2-2 塑性材料二维切削过程金相试样图

当切屑沿前刀面流出时受到前刀面的挤压与摩擦,在前刀面摩擦阻力的作用下,靠近前刀面的切屑底层再次产生剪切变形,也就是第二变形区的变形,使薄薄的一层材料流动滞缓,晶粒再度伸长,沿着前刀面方向纤维化。这层流动滞缓的金属称为滞留层,它的变形程度比切屑上层剧烈几倍到几十倍。

总之,塑性材料的切屑形成过程,就其本质来说,是被切削材料在刀具切削刃和前刀面作用下,经受挤压产生剪切滑移变形的过程。

(二) 切削层变形程度衡量及观察

衡量切削层变形程度的指标,通常有变形系数、剪切角和相对滑移,而变形系数和剪切角比较直观,便于测量。切屑变形测量的方法有静态方法(切屑根部镶嵌试样制备)和动态方法(高速摄影)。

金属切削加工中切下的切屑,其尺寸不同于切削层的尺寸。变形系数是切削层长度与切屑长度的比值,或者是切屑厚度与切削层厚度的比值。变形系数一般大于 1。变形系数越大,切屑的变形程度就越大。剪切面与切削速度方向的夹角为剪切角。剪切角越小,切屑的变形程度就越大。

1. 变形系数的测量

变形系数的测量方法有长度法、质量法及切屑根部显微测量法。显微测量法同时还可测量剪切角。上述方法均属静态观察法。目前国内外已采用高速摄影、电影示波及扫描电镜对切削层进行动态观察。下面介绍质量法和显微测量法测量变形系数。

$$\xi = \frac{l_0}{l_c} \quad (2-1)$$



式中: l_0 ——切削层长度;

l_c ——切屑长度;

ξ ——变形系数。

切削过程如图 2-3 所示。

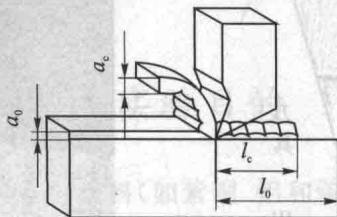


图 2-3 切削过程测量示意图

选取在不同的切削速度 v_c 、进给量 f 、刀具前角 γ_0 条件下获得的数段较容易测出长度的切屑,然后在天平上称其质量 $M(g)$,根据质量守恒原理有

$$M = \frac{A \cdot l_0}{1\,000} \cdot \rho \quad (2-2)$$

式中: A ——切削层面积, mm^2 , 且 $A = a_p \cdot f$, a_p 为切削深度, f ——进给量;

ρ ——试件的材料密度, g/cm^3 。

将式(2-1)代入式(2-2)可得

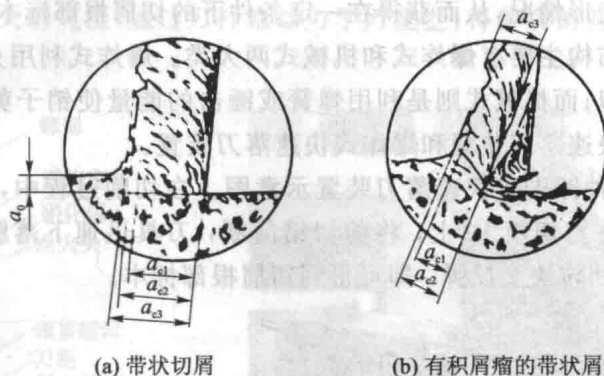
$$\xi = \frac{1\,000 M}{a_p \cdot f \cdot l_c \cdot \rho} \quad (2-3)$$

根据式(2-3)可计算出各种不同的切削速度 v_c 、进给量 f 、刀具前角 γ_0 条件下的变形系数 ξ ,并可绘制 $\xi-v_c$ 、 $\xi-f$ 、 $\xi-\gamma_0$ 关系曲线。为了使其与用测厚法得出的 ξ 进行比较,切削方式选择直角自由切削方式为宜。

显微测量法就是把二维切削获得的切屑根部金相磨片(金相磨片的制作过程在实验步骤中介绍)放在显微镜下,测量其切屑厚度 a_c 和切削层厚度 a_0 ,根据式 $\xi = \frac{a_c}{a_0}$ 可以计算出 ξ 。下面分别介绍切屑厚度 a_c 和切削层厚度 a_0 的测量方法。

事先用快速落刀法通过改变 v_c 、 f 、 γ_0 分别得到不同切屑根部样品,将这些样品制作成一套切屑根部磨片。如图 2-4 所示,实验时利用测量显微镜目镜中的十字刻线中的一条与磨片中切屑底层即刀具的前刀面相切读出读数,然后移动测量台,再将此刻线与切屑的顶层相切读出读数,测量台的两次读数之差即为切屑厚度 a_c 。为了提高测量的准确性,可以重复上述过程,取其平均值。

如图 2-4 所示,将目镜的十字刻线中的一条相切于试件的待加工表面层,读出测量台读数,再移动测量台将加工表面与同一刻线相切(即过刀尖点且与待加工表面层平行)读出读数,

图 2-4 显微镜下切屑厚度 a_c 测量示意图

两次读数之差即为 a_0 。测出 a_c 和 a_0 的值便可以计算出 ξ 的值。

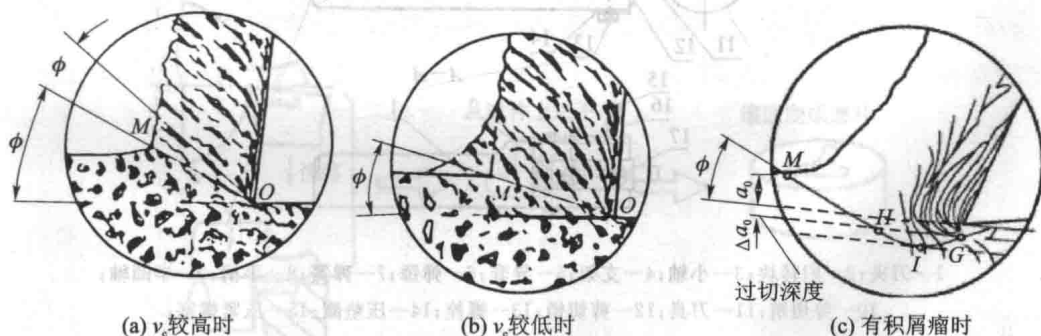
2. 剪切角 ϕ 的测量

剪切角 ϕ 也可表示切屑变形程度,在测量 ϕ 角之前,必须事先制作好一套根部磨片或者放大磨片的照片,在显微镜或照片上直接测出 ϕ 角即可。本实验采用在直接放大的照片上测量 ϕ ,具体情况可分为以下三种:

① 在较高切削速度的情况下测量剪切角 ϕ ,如图 2-5(a)所示,切屑顶部与待加工表面的交点即为点 M ,连接点 O 与点 M ,则直线 OM 即为简化的剪切滑移面,它与切削速度间的夹角即为剪切角 ϕ 。

② 在较低切削速度的情况下测量剪切角 ϕ ,如图 2-5(b)所示,此时第 I 变形区加宽,需要把切削顶部与待加工表面顺势延长交于点 M ,再连接点 O 与点 M ,测量即可得 ϕ 角。

③ 有积屑瘤时,切屑根部照片如图 2-5(c)所示。

图 2-5 剪切角 ϕ 测量方法示意图

3. 快速落刀装置

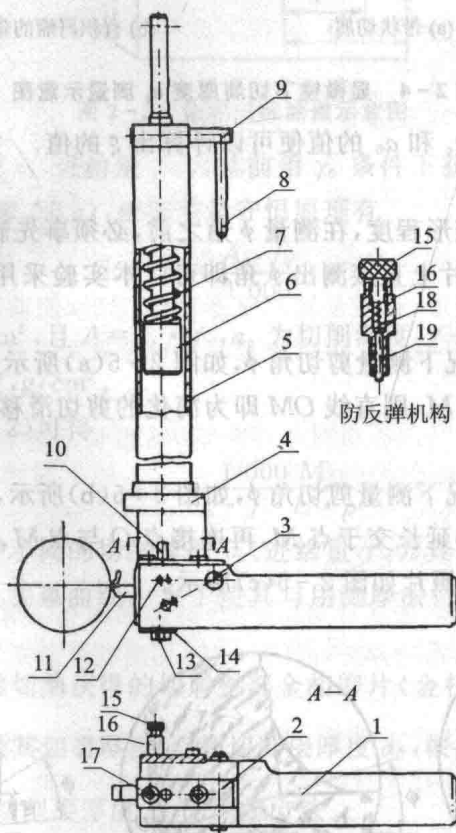
快速落刀装置的作用是使正在切削的刀具在某一瞬间以很大的加速度脱离试件,以保留



这一瞬间真实的切削变形情况,从而获得在一定条件下的切屑根部标本。

快速落刀装置的结构主要有爆炸式和机械式两大类。爆炸式利用火药爆炸的能量使销子瞬时剪断实现快速落刀;而机械式则是利用弹簧或锤击的能量使销子剪断实现快速落刀。下面介绍常用的锤击式快速落刀装置和爆炸式快速落刀装置。

图 2-6 所示为一种锤击式快速落刀装置示意图。在切削过程中,用手柄 8 转动半圆轴 9,弹锤高速下落,打在剪切销 10 上,将剪切销剪断,刀具迅速下落脱离工件。同时,弹簧 18 压出挡销 19,防止回转块 2 反弹,即可得到切屑根部标本。



- 1—刀夹;2—回转块;3—小轴;4—支架;5—导套;6—弹锤;7—弹簧;8—手柄;9—半圆轴;
10—剪切销;11—刀具;12—剪切销;13—螺栓;14—压垫圈;15—压紧螺塞;
16—螺塞套;17—螺钉;18—弹簧;19—挡销

图 2-6 锤击式快速落刀装置示意图

爆炸式快速落刀装置示意图如图 2-7 所示,实物图如图 2-8 所示。爆炸式快速落刀装置采用炸药作为动力源。爆炸产生的能量使活塞高速下落,撞击落刀体,剪断剪切销,实现快速落刀。当切削进入预定区域后,点火头通电,即可点燃硝化棉,硝化棉剧烈燃烧发生爆炸,产