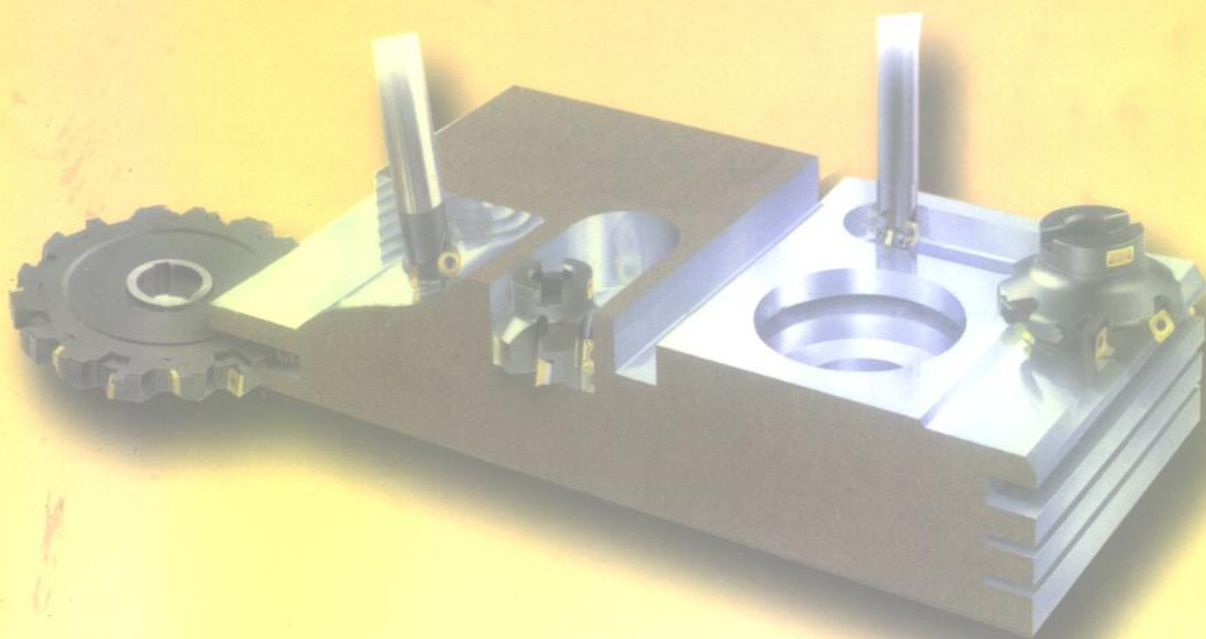


机械制造工艺基础

JIXIE ZHIZAO GONGYI JICHU

责任主编 安承业
主 编 黄观尧 刘保河



天 津 大 学 出 版 社

448980

机械制造工艺基础

责任主编 安承业
主 编 黄观尧 刘保河

天津大学出版社

内容简介

本书分3篇共22章。第1篇包括第1章至第8章,讲述金属切削基本规律及其应用;第2篇包括第9章至第16章,讲述金属切削刀具;第3篇包括第17章至第22章,讲述金属切削机床。

本书推荐作为职业高师机械类专业的教材,也可作为电视大学、职业大学教材以及工厂、企业从事机械制造的工程技术人员的学习参考书。

机械制造工艺基础

责任主编 安承业

出版发行:天津大学出版社(电话:022-27403647)

地 址:天津市卫津路92号天津大学内(邮编:300072)

印 刷:天津大学印刷厂

经 销:新华书店天津发行所

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:26.5

字 数:669千

版 次:1999年1月第1版

印 次:1999年1月第1次

印 数:0001~4 000

书 号:ISBN7-5618-1121-7/TH·45

定 价:29.00元

如有印装质量问题,请与本社发行部门联系调换。

前 言

本书是根据原国家教委 1994 年 12 月审定的《机械制造工艺教育专业本科教学方案(试行)》和原国家教委指导下的职业高师工科教材编审委员会审定的《机械制造工艺基础》课程教学基本要求编写的。

在编写本教材时,从以下几方面做了一些努力和考虑:

(1)从机械制造工艺教育专业的培养目标和规格要求考虑,本书的内容包括金属切削基本规律及其应用、金属切削刀具、金属切削机床等;

(2)在理论知识内容的深度上贯彻“管用、够用、实用”的原则,选择课程内容时尽可能突出职业性、技术性和应用性;

(3)为了加强理论与实际的结合,在内容的编排上与技能训练和生产实习等教学环节互相配合、紧密协调,加强学生的综合实践能力。

本书由吉林职业师范学院安承业担任责任主编,河北职业技术师范学院黄观尧、常州技术师范学院刘保河担任主编,上海师范大学职业技术学院李敏、吉林职业师范学院白志敏、合肥联合大学倪传瑶、天津职业技术师范学院刘苹担任副主编,哈尔滨工业大学丁儒林担任主审。参加本书编写的有吉林职业师范学院安承业(前言、第 5 章、第 8 章、第 13 章)、天津职业技术师范学院刘苹(第 1 章、第 6 章)、上海师范大学职业技术学院李敏(第 2 章、第 21 章)、河南职业技术学院苏建修(第 3 章、第 4 章)、吉林职业师范学院白志敏(第 7 章、第 20 章)、常州技术师范学院戴国洪(第 9 章、第 16 章)、河北职业技术师范学院黄观尧(第 10 章、第 14 章、第 15 章)、合肥联合大学倪传瑶(第 11 章)、吉林职业师范学院杨晓东(第 12 章)、常州技术师范学院刘保河(第 17 章、第 18 章、第 19 章)、河北职业技术师范学院王玉焱(第 22 章)。全书由安承业、刘保河、黄观尧、李敏统稿。

由于编者水平有限,书中有不足之处或错误,恳切希望广大读者批评指正。

编者

1998 年 11 月

目 录

第一篇 金属切削原理

第 1 章 基本定义	(1)
1.1 切削运动与切削用量	(1)
1.2 刀具切削部分的基本定义	(4)
1.3 刀具角度的换算	(9)
1.4 刀具工作参考系与工作角度	(12)
1.5 切削层截面的几何参数	(15)
1.6 切削形式简介	(16)
习题	(17)
第 2 章 金属切削过程	(18)
2.1 金属切削过程的力学实质	(18)
2.2 金属切削过程概述	(19)
2.3 切屑种类和切屑变形	(23)
2.4 前刀面上的摩擦	(24)
2.5 已加工表面质量简要分析	(25)
2.6 影响前刀面摩擦系数和切屑变形的主要因素	(30)
2.7 切屑的形状及其控制	(32)
习题	(35)
第 3 章 切削力	(36)
3.1 切削力的来源、切削合力与分力	(36)
3.2 单位切削力和单位切削功率	(37)
3.3 切削力经验公式的建立	(38)
3.4 影响切削力的因素	(44)
习题	(51)
第 4 章 切削热和切削温度	(52)
4.1 切削热的来源与传出	(52)
4.2 测量切削温度的方法和切削温度的分布	(53)
4.3 影响切削温度的因素	(57)
4.4 切削液的选用	(60)
习题	(64)
第 5 章 刀具材料、刀具磨损和耐用度	(65)

5.1	刀具材料	(65)
5.2	刀具的磨损形式	(73)
5.3	刀具的磨损原因	(74)
5.4	刀具的磨损过程	(76)
5.5	刀具的磨钝标准和耐用度	(76)
5.6	切削用量对刀具耐用度的影响和刀具耐用度的经验公式	(78)
5.7	合理刀具耐用度的选择	(80)
5.8	刀具的破损	(82)
5.9	刀具耐用度的试验方法	(83)
	习题	(85)
第6章	工件材料的切削加工性	(86)
6.1	衡量工件材料切削加工性的指标	(86)
6.2	影响工件材料切削加工性的因素及改善切削加工性的途径	(87)
6.3	难加工材料的切削加工性	(89)
6.4	材料切削加工性的综合分析方法	(101)
	习题	(103)
第7章	刀具合理几何参数的选择	(104)
7.1	概述	(104)
7.2	前角的选择及前刀面的形式	(104)
7.3	后角的选择及后刀面的形式	(107)
7.4	主偏角及副偏角的选择	(110)
7.5	刃倾角的选择	(112)
	习题	(114)
第8章	切削用量的选择	(115)
8.1	切削用量的选择原则	(115)
8.2	切削用量的选择步骤	(116)
8.3	选择切削用量的例题	(123)
	习题	(128)

第二篇 金属切削刀具

第9章	车刀	(129)
9.1	车刀的种类和用途	(129)
9.2	可转位机夹车刀的设计要点	(132)
	习题	(140)
第10章	成形车刀	(141)
10.1	成形车刀的种类和用途	(141)
10.2	成形车刀的前角和后角	(143)
10.3	径向成形车刀的廓形设计	(145)
10.4	工件的双曲线误差	(149)
10.5	成形车刀的结构与样板尺寸	(150)

习题	(153)
第 11 章 铣刀	(154)
11.1 铣刀的分类及用途	(154)
11.2 铣削运动及铣削要素	(156)
11.3 铣刀的几何角度	(157)
11.4 铣削的基本规律	(159)
11.5 铣削用量的选择	(166)
11.6 尖齿铣刀	(167)
11.7 成形铣刀	(174)
习题	(180)
第 12 章 孔加工刀具	(181)
12.1 孔加工刀具的种类和用途	(181)
12.2 标准麻花钻存在的问题与改进	(182)
12.3 深孔钻	(188)
12.4 铰刀	(191)
习题	(199)
第 13 章 拉刀	(200)
13.1 拉削特点、拉刀类型和结构	(200)
13.2 拉削图形	(201)
13.3 圆孔拉刀设计	(203)
13.4 拉刀的使用	(210)
习题	(212)
第 14 章 齿轮刀具的类型与特点	(213)
14.1 齿轮刀具的类型	(213)
14.2 盘形齿轮铣刀	(214)
14.3 盘形剃齿刀	(215)
14.4 锥齿轮刀具	(216)
习题	(221)
第 15 章 齿轮滚刀和蜗轮滚刀	(222)
15.1 齿轮滚刀	(222)
15.2 蜗轮滚刀	(236)
习题	(240)
第 16 章 插齿刀	(241)
16.1 插齿刀的工作原理和类型	(241)
16.2 插齿刀结构与切削角度	(242)
16.3 外啮合直齿插齿刀的设计计算	(247)
习题	(252)

第三篇 金属切削机床

第 17 章 金属切削机床概述	(253)
------------------------	-------

17.1	金属切削机床的分类与技术性能	(253)
17.2	机床的运动	(261)
17.3	机床的传动	(262)
17.4	机床的分级变速机构和换向机构	(267)
17.5	机床的分级变速传动系统及其转速图	(267)
17.6	自动机床简介	(272)
	习题	(273)
第 18 章	车床	(274)
18.1	普通车床	(274)
18.2	工件在车床上的安装及所需附件	(275)
18.3	车床的加工范围	(280)
18.4	车床的使用	(285)
18.5	车床的精度	(293)
18.6	其他车床简介	(296)
18.7	普通车床主要部件的调整	(299)
	习题	(302)
第 19 章	钻床和镗床	(303)
19.1	钻床和钻削加工	(303)
19.2	镗床和镗削加工	(310)
	习题	(327)
第 20 章	刨床、铣床	(328)
20.1	刨床	(328)
20.2	铣床	(335)
20.3	刨床、铣床常见故障及排除	(347)
	习题	(349)
第 21 章	磨削及磨床	(350)
21.1	磨削原理	(350)
21.2	磨床	(363)
21.3	磨削加工	(374)
21.4	光整加工	(378)
	习题	(383)
第 22 章	齿轮加工机床	(384)
22.1	滚齿机	(384)
22.2	插齿机	(400)
22.3	剃齿机简介	(407)
	习题	(413)
	参考文献	(414)

第一篇 金属切削原理

第 1 章 基本定义

本章按照 ISO 标准的有关规定,以车刀为代表叙述切削运动、刀具几何角度、切削要素等有关技术名称、定义和符号。着重分析车刀几何形状、刀具标注参考系与刀具角度、刀具工作参考系与工作角度、刀具几何角度之间和参考系之间的相互关系及其换算。

1.1 切削运动与切削用量

1.1.1 切削运动和加工表面

在金属切削加工中,为了切除工件上多余的金属,获得合乎技术要求的形状、尺寸精度和表面质量的工作表面,刀具与工件之间必须作相对运动,通常称此相对运动为切削运动。

以最常见的、典型的外圆车削加工为例,切削运动是由工件的回转运动(切除多余金属以形成工件新表面的基本运动)和刀具的纵向进给运动组成。在这两个运动合成的切削运动作用下,工件表面的一层金属不断地被车刀切下来并转变为切屑,从而加工出所需要的工件表面。在新表面的形成过程中,工件上有三个依次变化着的表面,如图 1-1 所示。

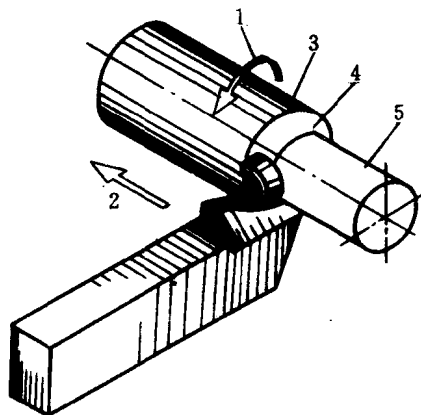


图 1-1 车削运动和工件的表面

1—主运动 2—进给运动 3—待加工表面
4—加工表面 5—已加工表面

待加工表面:工件上即将被切除切屑的表面。

已加工表面:工件上被刀具切削过,而成为符合一定技术要求的表面。

过渡表面(加工表面):工件上由切削刃正在切削着的表面,也就是待加工表面和已加工表面之间的过渡表面。

由此可见,在金属切削加工中,刀具的切削刃相对于工件运动的过程,就是工件表面形成的过程。而在这个过程中,切削刃相对于工件的运动轨迹所形成的表面,就是工件上的加工表面和已加工表面。这里有两个要素:一是切削刃;二是切削运动(图 1-2)。不同形状的切削刃与不同的切削运动的组合,即可形成各种工件表面。

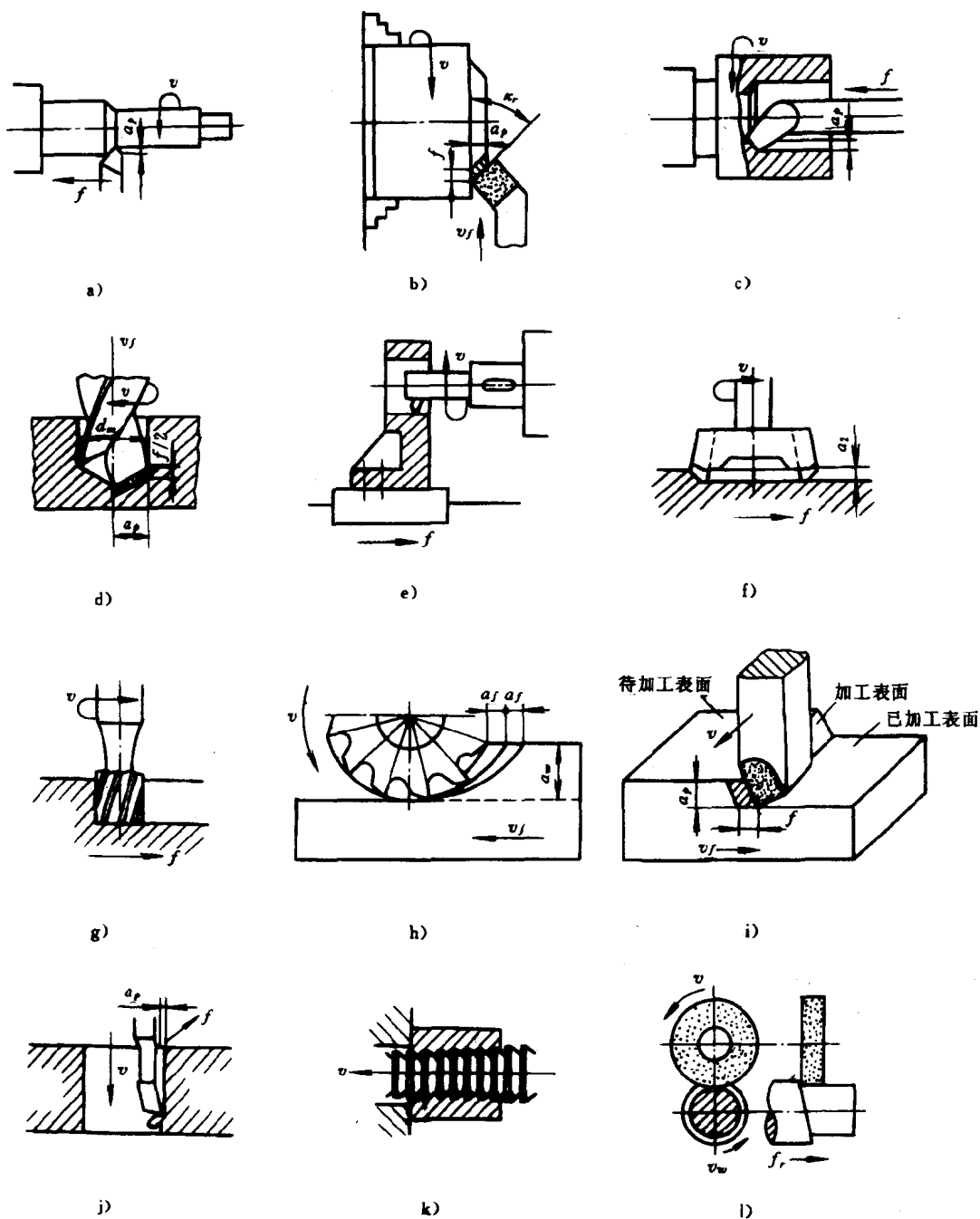


图 1-2 各种切削加工方法形成的工件表面

- a) 车外圆 b) 车端面 c) 车内孔 d) 钻孔 e) 镗床镗孔 f) 端铣
g) 立铣 h) 周铣 i) 刨削 j) 插槽 k) 拉削 l) 磨外圆

1.1.2 主运动、进给运动、合成运动与切削用量

在机床上实现工件表面的切削加工时,刀具和工件的相对运动有多种形式,如直线运动或回转运动等。这些运动有的是由刀具单独完成的(如钻孔、拉孔等),有的是由刀具和工件

分别完成的(如车外圆、铣平面等)。但是,按它们在切削过程中所起的作用,可分为主运动和进给运动两类。这两个运动向量之和,称为合成切削运动。所有切削运动的速度及其方向都是相对于工件定义的。

1.1.2.1 主运动

主运动是直接切除工件上多余的金属层,使之转变为切屑,从而形成工件新表面的运动。通常,主运动速度最高、消耗切削功率最大。在切削运动中,主运动只有一个。如图 1-2 所示,车削时工件的旋转、钻削和铣削时刀具的回转运动、刨削时刀具(或工件)的往复直线运动等都是主运动。

由于刀具切削刃上各点的运动情况不一定相同,研究问题时,应选取切削刃上某一适宜点(称为切削刃选定点)。先将该点的运动研究清楚,再研究整个切削刃就比较容易了。

切削刃选定点相对于工件的瞬时运动方向称为主运动方向,主运动的瞬时速度称为切削速度。对于车削,切削速度 v 可由下式计算:

$$v = \frac{\pi dn}{1000} \quad (\text{m/min}) \quad (1-1)$$

式中 d ——工件或刀具上某一点的回转直径(mm);

n ——工件或刀具的转速(r/min)。

在转速 n 一定时,切削刃上各点的切削速度不同。考虑到刀具的磨损和已加工表面质量等因素,在计算时,应以最大切削速度为准。

1.1.2.2 进给运动

进给运动就是不断地把切削层投入切削的运动。它是配合主运动将切削层连续不断地或重复地切成切屑,以形成已加工表面的运动。进给运动可以是步进的(如刨削),也可以是连续进行的(如车削)。机床上的进给运动可由一个或数个组成,通常消耗功率较少、速度较低。

随着切削加工方法的改变,进给运动方向也随着变化(图 1-2)。

对于车削,进给量 f 是工件(车床主轴)每转一转时主切削刃沿进给方向移动的距离,单位是 mm/r。进给速度 v_f 是单位时间的进给量,单位是 mm/min。

显而易见

$$v_f = fn \quad (\text{mm/min}) \quad (1-2)$$

式中 f ——每转进给量(mm/r);

n ——工件转速(r/min)。

对多刃刀具,还规定每一个刀齿的进给量 a_f ,即后一个刀齿相对于前一个刀齿的进给量,单位是 mm/z。

显然

$$v_f = nf = nza_f \quad (1-3)$$

式中 z ——多刃刀具的刀齿数;

a_f ——每齿进给量(mm/z)。

对于主运动为往复直线运动的加工(如刨削、插削),虽然不规定进给速度,但需要规定间歇进给的进给量,单位为 mm/(d. str)。

1.1.2.3 合成切削运动与合成切削运动速度

有些切削加工的主运动和进给运动是同时进行的(如车削、铣削等)。因此,刀具切削刃

上任意一点与工件表面间的相对切削运动,就是主运动与进给运动的合成切削运动。合成切削运动的速度向量 v_c 应为主运动速度向量 v 和进给运动速度向量 v_f 之和(图 1-3),即

$$v_c = v + v_f \quad (1-4)$$

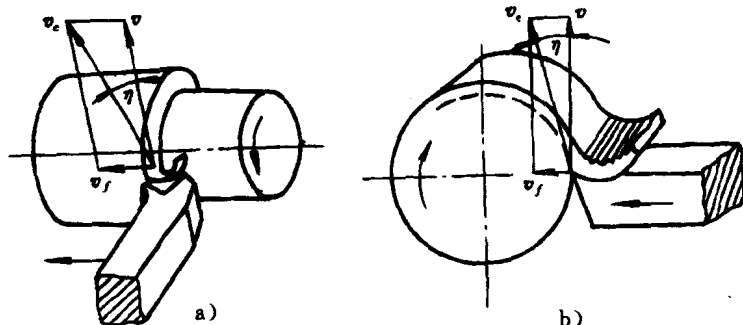


图 1-3 车削时的合成速度

a) 纵车 b) 横车

合成切削速度角 η (图 1-3) 为主运动方向与合成切削运动方向之间的夹角。当 η 值很小时,可以用 v 代替 v_c 。

在车削时

$$v_c = v / \cos \eta \quad (1-5)$$

1.1.2.4 背吃刀量 a_p

对于外圆车削(图 1-2a) 和平面刨削(图 1-2i) 而言,背吃刀量 a_p 等

于已加工表面与待加工表面间的垂直距离,单位为 mm。它直接影响主切削刃的工作长度,反映了切削负荷的大小。

背吃刀量可由下式计算:

车外圆时

$$a_p = \frac{d_w - d_m}{2} \quad (\text{mm}) \quad (1-6)$$

钻孔时

$$a_p = \frac{d_m}{2} \quad (\text{mm}) \quad (1-7)$$

式中 d_w ——待加工表面直径(mm);

d_m ——已加工表面直径(mm)。

在生产中,把切削速度 v 、进给量 f 和背吃刀量 a_p 统称为切削用量。

1.1.2.5 金属切除率 Z_w

金属切除率 Z_w 是指单位时间内切下工件材料的体积。它是衡量切削效率高低的指标之一。它由下式计算:

$$Z_w = 1000 v a_p f \quad (\text{mm}^3/\text{min}) \quad (1-8)$$

由上式可知,切削用量三要素 v 、 a_p 、 f 的大小直接影响到金属切除率 Z_w ,从而影响切削加工的生产率。

1.2 刀具切削部分的基本定义

切削刀具的种类繁多、形状各异,但就切削部分的几何形状与参数而言,则可看成是外圆车刀楔形刀头的演变。从各种复杂刀具或多齿刀具中,取一个刀齿,它们的几何形状都近似一把外圆车刀的刀头。

国际标准化组织(ISO)在确定金属切削刀具的工作部分几何形状的一般术语时,以外圆车刀切削部分为基础。而这些基本定义对其他刀具也具有普遍意义。

1.2.1 车刀切削部分的结构要素

车刀切削部分的结构要素及其定义如下(图 1-4)。

1) 前刀面(用符号 A_r 表示) 刀具切削部分与切屑直接作用的刀面(即切屑流过的刀具表面)。

2) 后刀面 后刀面可分为主后刀面和副后刀面。主后刀面(用符号 A_a 表示)是切削时与工件的加工表面相互作用并相对的刀面。副后刀面(用符号 A_a' 表示)是切削时与工件上已加工表面相互作用并相对的刀面。

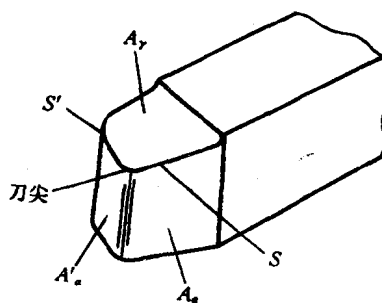


图 1-4 车刀切削部分的结构要素

3) 切削刃 切削刃有主切削刃和副切削刃之分,如图 1-5 所示。把由前刀面与主后刀面相交而得到的用来切削工件加工表面的那段切削刃,称为主切削刃(S);把由前刀面与副后刀面相交而形成的切削刃,称为副切削刃(S')。

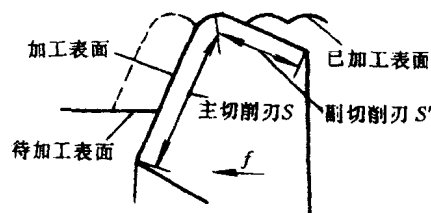


图 1-5 切削刃

4) 刀尖 主切削刃与副切削刃相接处的相当小的一部分刃口称为刀尖。它可能是主切削刃与副切削刃的实际交点,也可能是圆弧过渡切削刃(半径 r_e)或直线过渡切削刃(长度为 b_e),如图 1-6 所示。

5) 楔部 刀具切削部分上由前刀面及后刀面所包围的部分称为楔部。由它来形成主切削刃或副切削刃。任何切削刀具都是在这个楔部实体的基础上发展演变出来的。

1.2.2 测量刀具角度的参考系和刀具的几何角度

刀具几何角度是确定刀头几何形状与切削性能的重要参数,它是由刀具前、后刀面和切削刃与假定参考坐标平面的夹角所构成的。用以确定刀具几何角度的参考坐标系有两类:一类称为标注参考系(或称静态参考系),它是刀具设计计算、绘图标注、制造刃磨及测量时用来确定刀刃、刀面空间几何角度的定位基准,用它定义的角度称为刀具的标注角度(或静态角度);另一类称为工作参考系(或称动态参考系),它是确定刀具切削刃、刀具在切削运动中相对于工件的几何位置的基准,用它定义的角度称为刀具的工作角度。

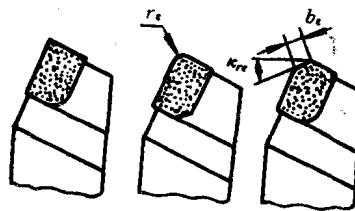


图 1-6 刀尖形状

下面以外圆车刀为例来说明标注参考系及刀具标注角度的定义。

1.2.2.1 标注参考系的假定条件

在建立标注参考系时,须先假定刀具是处于某种状态条件下工作,并据以确定刀具标注角度的参考系。假定条件如下。

1) 假定运动条件 假定进给速度很小,即可令 $v = v_c$,也就是以主运动向量 v 代替合成运动向量 v_c 。

2) 假定安装条件 假定刀具的安装基准面垂直于切削速度方向。同时,规定刀杆的中心线同进给方向垂直。

1.2.2.2 刀具标注角度的参考系

由于大多数加工表面都不是平面,而且主切削刃上每点的切削速度各不相同,所以要建立坐标平面。坐标平面用字母 P 和下角标组成复合符号标记。

根据 ISO3002/1—1997 标准的推荐,刀具标注角度的参考系有四种不同类型。它们均以基面 P_r 和切削平面 P_s 两坐标面分别与四种不同测量平面组合构成。

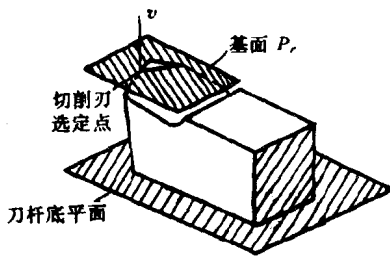


图 1-7 外圆车刀的基面

1) 基面(P_r) 通过切削刃选定点,垂直于主运动 v 方向的平面称为基面 P_r 。它应与刀具的定位基准平面平行。因此,对车刀来说,基面就是包括切削刃选定点,并与刀杆底面相平行的平面(图 1-7)。

2) 切削平面(P_s) 通过切削刃选定点,与切削刃 S 相切,并垂直于基面 P_r 的平面。当主切削刃为直线时, P_s 就是 S 与 v 构成的平面(图 1-8)。

基面和切削平面分别与测量平面组合,构成几种

不同的刀具标注角度参考系。

3) 测量平面及其参考系 正交平面(主剖面) P_o 是通过刀具切削刃选定点并垂直于主切削刃在基面上的投影,即同时垂直于基面 P_r 和切削平面 P_s 的平面。由图 1-8 可见, P_r — P_s — P_o 组成一个正交的参考系。这是目前生产中最常用的刀具标注角度参考系。法平面(法剖面) P_n 是通过切削刃上选定点并垂直于切削刃的平面。如图 1-8 所示, P_r — P_s — P_n 组成一个法平面参考系,正交平面参考系与法平面参考系的基面和切削平面相同,所不同的是测量平面。

假定工作平面(进给剖面) P_f 是通过切削刃上选定点、平行于假定进给运动方向 v_f 并垂直于基面 P_r 的平面(也就是由主运动方向与进给运动方向所组成的平面)。背平面(切深剖面) P_p 是通过切削刃选定点且同时垂直于基面 P_r 和假定工作平面 P_f 的平面。图 1-9 表示由基面 P_r 、假定工作平面 P_f 和背平面 P_p 三个坐标平面组成一个假定工作平面、背平面参考系(P_r — P_f — P_p)。当主切削刃包含在基面里时,正交平面 P_o 和法平面 P_n 重合(图 1-10)。

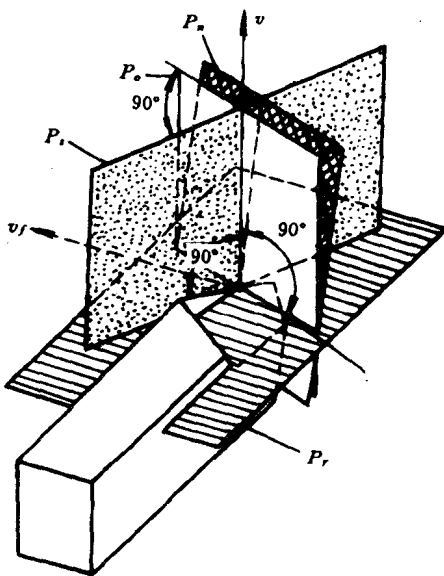


图 1-8 正交平面与法平面参考系

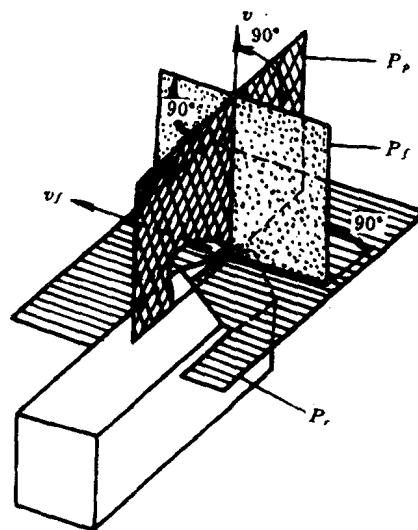


图 1-9 假定工作平面、背平面参考系

应该指出,上述刀具各标注角度参考系均适用于切削刃选定点取在主切削刃上的情况。倘若切削刃选定点取在副切削刃上,则所定义的是副切削刃标注参考系的坐标平面。此时,应在相应的符号右上角加标“'”,以示区别,并在坐标面名称之前冠以“副切削刃”。例如, P'_s 称为“副切削刃切削平面”。

1.2.2.3 刀具的标注角度

在标注参考系(静态参考系)中确定的刀具切削刃与刀面的方位角度,称为刀具标注角度。它们是刀具设计和制造时使用的角度,也就是刀具设计图纸上所标注的角度。

由于刀具角度的参考系沿切削刃各点可能是变化的,故所定义的刀具角度均应指明是切削刃选定点处的角度;凡未经特殊注明者,则指切削刃与刀尖毗邻的那一点的角度。

在切削刃是曲线或者前、后刀面是曲面的情况下,定义刀具角度时,应该用通过切削刃选定点的切线或切平面代替曲线刃或曲面。

以下所定义的角度均为普通车刀主切削刃上某一选定点的角度,但这些定义有普遍性。对于副切削刃上的标注角度,只要在主切削刃上有关角度的符号右上角加标符号“'”,就是副切削刃上同类角度的符号。其他复杂刀具和多刃刀具也都可以仿照车刀,用同样的方法对切削刃逐条进行分析研究。

1) 正交平面参考系中车刀主切削刃四个基本角度(图 1-11) 正交平面参考系是切削平面 P_s 、基面 P_r 和正交平面 P_o 组成的参考系。

前角 γ_o 为前刀面 A_f 与基面 P_r 的夹角,在正交平面 P_o 内测量,即 P_o 和 A_f 、 P_r 相交的交线间的夹角。如图 1-11 所示,正交平面 P_o 中,前刀面 A_f 在基面 P_r 的下面时,前角 γ_o 为“+”;前刀面 A_f 在基面 P_r 的上面时,前角 γ_o 为“-”。

后角 α_o 为后刀面 A_a 与切削平面 P_s 的夹角,在正交平面 P_o 内测量,即 P_o 和 A_a 、 P_s 相交的交线间的夹角。如图 1-11 所示,在正交平面 P_o 中,后刀面 A_a 在切削平面 P_s 的后面时,后角 α_o 为“+”;后刀面 A_a 在切削平面 P_s 的前面时,后角 α_o 为“-”。

主偏角 κ_r 为主切削刃在基面内的投影和假定进给方向的夹角,在基面 P_r 内测量。

刃倾角 λ_s 为主切削刃 S 与基面 P_r 的夹角,在切削平面内测量。当切削刃与 P_r 重合时, λ_s 为零;当刀尖为切削刃的最高点时, λ_s 为“+”;刀尖为切削刃最低点时, λ_s 为“-”。

副切削刃的正交平面参考系中亦有四个角度: γ'_o 、 α'_o 、 κ'_r 、 λ'_s 。由于车刀的主、副切削刃在同一个平面型公共前刀面上,故当主切削刃上四个基本角度 γ_o 、 α_o 、 κ_r 、 λ_s 确定之后,副前角 γ'_o 和副刃倾角 λ'_s 就可派生出来(由式(1-22)与式(1-24)计算),图纸上不必标注。所以副切削刃 S' 上只有 α_o 、 κ_r 两个基本角度。故一把外圆车刀有六个基本角度。

派生角度有多个,常用的如下。

楔角 β 为在正交平面内测量的前刀面 A_f 与后刀面 A_a 之间的夹角,也是前角与后角的

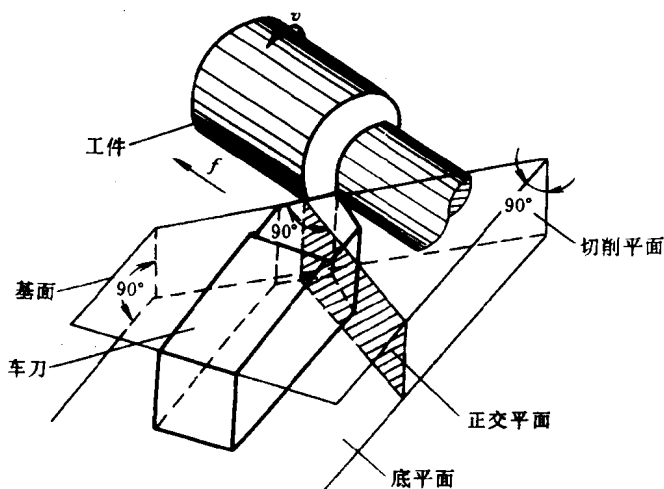


图 1-10 主切削刃在基面里时车刀的坐标平面关系

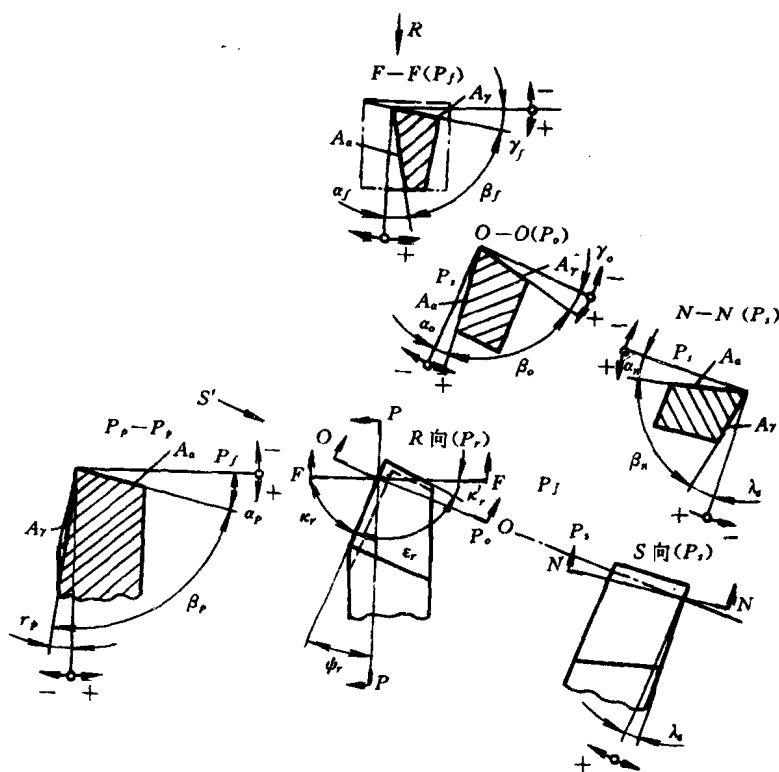


图 1-11 外圆车刀的标注角度

派生角度。

由定义可知：

$$\gamma_o + \beta_o + \alpha_o = 90^\circ$$

或

$$\beta_o = 90^\circ - (\gamma_o + \alpha_o) \quad (1-9)$$

刀尖角 ϵ_r 为切削平面 P_s 与副切削平面 P'_s 之间的夹角,也是主切削刃和副切削刃在基面内投影之间的夹角,在基面 P_r 内测量。由定义可知:

$$\epsilon_r = 180^\circ - (\kappa_r + \kappa'_r) \quad (1-10)$$

楔角和刀尖角都是实体角度。在某些情况下也需要对它们进行测量。

余偏角 ψ_r 为主偏角的余角。它是切削平面 P_s 与背平面 P_p 之间的夹角,在基面 P_r 内测量。显然

$$\psi_r = 90^\circ - \kappa_r \quad (1-11)$$

2) 法平面参考系中的车刀标注角度 在图 1-11 中, P_r 和 P_s 两个基本坐标平面同法平面 $N-N$ 组合成 $P_r-P_s-P_n$ 法平面参考系。

显然,在 $P_r-P_s-P_n$ 法平面参考系中,主切削刃同样有四个基本角度,即法前角 γ_n 、法后角 α_n 、主偏角 κ_r 和刃倾角 λ_s 。

3) 假定工作平面、背平面参考系中的车刀标注角度 如图 1-11 所示,基面 P_r 与假定工作平面 P_f-P_f 和背平面 P_p-P_p 组成假定工作平面、背平面参考系。在这个参考系中,也有四个基本角度: $\gamma_f, \gamma_p, \alpha_f, \alpha_p$ 。

综上所述,三个参考系里,刀具标注角度中唯有前角 γ 、后角 α 和楔角 β 随参考系的改变而改变;在正交平面、法平面参考系里不管坐标系如何变化,其余五个角度 $\lambda_s, \kappa_r, \kappa'_r, \epsilon_r$ 和 ψ_r

都是不变的。刀具标注角度与参考平面间的关系,见图 1-11 和表 1-1。

表 1-1 刀具标注角度

切削刃	标注角度	构成标注角度平面	测量平面
主切削刃	γ_o	A_r 与 P_r	P_o
	γ_n		P_n
	γ_p		P_p
	γ_f		P_f
	α_o	A_s 与 P_s	P_o
	α_n		P_n
	α_p		P_p
	α_f		P_f
	λ_s	S 与 P_r	P_s
	κ_r	P_s 与 P_f	P_r

1.3 刀具角度的换算

在刀具设计、制造、刃磨和测量中,经常遇到斜角切削刀具(即 $\lambda_s \neq 0^\circ$),特别是大刀倾角刀具。因此,常常需要知道主切削刃在法平面内的角度。也就是说,在已知正交平面参考系中的刃倾角 λ_s 、前角 γ_o 、后角 α_o 和主偏角 κ_r 的情况下,需要换算求得法平面参考系中的前角 γ_n 和后角 α_n 。

1.3.1 正交平面、法平面内的角度换算

图 1-12 表示了刃倾角为 λ_s 的车刀在正交平面和法平面中前角 γ_o 与 γ_n 的几何关系。图中刃倾角 λ_s 为正值。

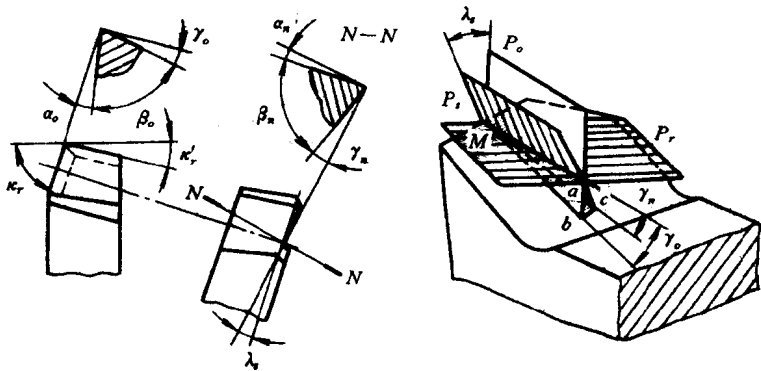


图 1-12 正交平面及法平面的角度关系

1.3.1.1 法平面前角 γ_n

$$\begin{aligned} \text{tg}\gamma_n &= \frac{\overline{ac}}{\overline{Ma}} \\ \text{tg}\gamma_o &= \frac{\overline{ab}}{\overline{Ma}} \\ \frac{\text{tg}\gamma_n}{\text{tg}\gamma_o} &= \frac{\overline{ac}}{\overline{Ma}} \times \frac{\overline{Ma}}{\overline{ab}} = \frac{\overline{ac}}{\overline{ab}} = \cos\lambda_s \end{aligned}$$

所以

$$\text{tg}\gamma_n = \text{tg}\gamma_o \cos\lambda_s \tag{1-12}$$