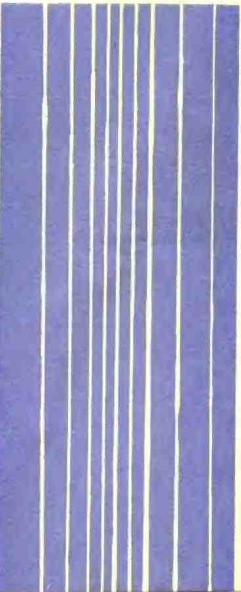
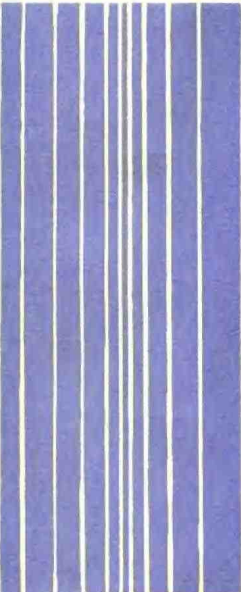


金属切削机床与刀具

吉林工学院 姜兴序 主编 吉林工业大学 魏向兰 副主编



华中理工大学出版社

内 容 提 要

本书是高等学校工业企业管理工程专业的试用教材。全书分为三篇十五章,第一篇第一至五章是金属切削原理部分,第二篇第六至九章是金属切削刀具部分,第三篇第十至十五章是金属切削机床部分。在内容的安排上,体现了工业企业管理专业学时相对较少、知识面要求较宽的特点,基础知识简明透彻、专业内容系统概括,以选择和管理为目标,较全面地介绍了金属切削原理、刀具、机床的知识。

本书可供高等学校工业企业管理专业的师生作教材使用,也可供机制专科、职工大学、业余大学和电视大学机制专业的师生使用。

金属切削机床与刀具

姜兴序 主 编

魏向兰 副主编

责任编辑 刘继宁

*

华中理工大学出版社出版发行

(武昌黄家口)

新华书店湖北发行所经销

华中理工大学出版社印刷厂印刷

*

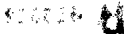
开本: 787×1092 1/16 印张: 17.75 插页: 1 字数: 430 000

1985年6月第1版 1985年6月第1次印刷

印数: 1—4 000

ISBN 7-5609-0225-9/TB·9

定价: 3.56 元



前 言

本书是根据工业企业管理工程专业教学计划中《金属切削机床与刀具》教学大纲进行编写的,是高等学校工业企业管理工程专业的试用教材。在编写本书过程中,还考虑到非机制专业的其它机械类专业的教学需要,以及机制专科、职工大学、业余大学和电视大学机械班少学时时的教学需要。所以,在编写时,除了以吉林工业大学和吉林工学院的校内讲义为基础外,还征求了有关专业教师的意见,并结合了我们多年来从事非机制专业的其它近机类专业、机制专科和职大、北大、电大机械班的教学实际情况。

全书共分三篇十五章,第一篇第一至五章是金属切削原理部分,它是全书的基础知识,主要叙述金属切削过程的一般现象和基本规律;第二篇第六至九章是金属切削刀具部分,它是在金属切削原理的基础上,介绍切削机理、刀具角度以及各类刀具的结构、用途、适用范围和使用特点等,并有少量的刀具设计基础内容;第三篇第十至十五章是金属切削机床部分,主要内容是介绍各类机床的分类编号、系列型谱和使用选择的评价指标,讲述机床的构造、运动、用途、加工范围和使用特点等,还介绍了一些选择使用和管理机床的必要的基础知识。

本书由吉林工学院姜兴序副教授任主编,吉林工业大学魏向兰同志任副主编。参加本书编写工作的还有吉林工学院焦仕仲(第二、三、四、八章)、吕兴才(第五、六、七、九章)、吉林工业大学贾亚洲(第十三、十四章)和刘梅艳(第十一、十二、十五章)等同志。书稿由吉林工业大学机械工程系主任王立江教授主审金属切削原理与刀具部分,于骏一教授主审金属切削机床部分。两位主审者在讨论编写大纲和初稿审定中,严格要求、审稿仔细,作了大量工作,对保证本书的编写质量起了重要作用。在本书编写过程中,还得到了有关工厂、大专院校与科研单位的大力支持和帮助,在此表示衷心的感谢。

本书初稿送华中理工大学出版社时,由华中理工大学杨荣柏教授审阅,对本书进行了仔细的评审,并提出了全面、深刻、宝贵的改稿意见,对提高本书的编写质量起了很大的作用,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平所限和编写时间的仓促,书中难免有不妥之处,敬请读者批评指正。

编者

1987年11月于长春

目 录

绪 论	(1)
-----------	-------

第一篇 金属切削原理

第一章 基本定义与刀具材料	(3)
§1-1 切削运动与切削用量三要素	(3)
§1-2 刀具的角度	(5)
§1-3 切削层参数	(10)
§1-4 刀具材料	(11)
第二章 金属切削过程	(16)
§2-1 切屑的形成及变形规律	(16)
§2-2 切削力	(24)
§2-3 切削热和切削温度	(36)
§2-4 刀具磨损及耐用度	(40)
第三章 材料切削加工性与已加工表面质量	(46)
§3-1 材料的切削加工性	(46)
§3-2 切削液	(48)
§3-3 已加工表面的质量	(51)
第四章 刀具几何参数及切削用量选择	(56)
§4-1 刀具合理几何参数的概念	(56)
§4-2 刀具角度的选择	(56)
§4-3 切削用量的合理选择	(64)
第五章 磨削	(69)
§5-1 砂轮的特性及其选择	(69)
§5-2 磨削加工的类型和运动	(72)
§5-3 磨屑的形成和磨削要素	(74)
§5-4 磨削力及磨削功率	(76)
§5-5 磨削温度	(78)
§5-6 砂轮的磨损及耐用度	(79)

第二篇 金属切削刀具

第六章 车刀	(81)
§6-1 车刀的种类和用途	(81)
§6-2 硬质合金焊接车刀	(82)
§6-3 可转位车刀	(85)
§6-4 成形车刀	(87)
第七章 铣刀	(90)

§7-1 铣刀的种类和用途	(90)
§7-2 铣削原理	(91)
§7-3 改进铣刀的途径	(97)
§7-4 成形铣刀	(100)
第八章 孔加工刀具	(102)
§8-1 孔加工刀具的种类及用途	(102)
§8-2 麻花钻	(105)
§8-3 深孔钻	(110)
§8-4 铰刀	(113)
第九章 螺纹刀具与复杂刀具	(117)
§9-1 螺纹刀具	(117)
§9-2 拉刀	(120)
§9-3 齿轮刀具类型	(125)
§9-4 成形齿轮刀具	(125)
§9-5 插齿刀	(127)
§9-6 齿轮滚刀和蜗轮滚刀	(129)
§9-7 剃齿刀	(133)

第三篇 金属切削机床

第十章 车床	(140)
§10-1 概述	(140)
§10-2 CA 6140型普通车床	(140)
§10-3 精密和高精度普通车床	(157)
§10-4 马鞍车床、六角车床及立式车床	(161)
§10-5 自动和半自动车床	(167)
第十一章 铣床	(177)
§11-1 概述	(177)
§11-2 X62W型卧式万能升降台铣床	(177)
§11-3 分度头	(181)
§11-4 其它类型铣床	(188)
第十二章 磨床	(187)
§12-1 概述	(187)
§12-2 M1432A型万能外圆磨床	(187)
§12-3 其它类型磨床	(198)
第十三章 齿轮加工机床	(205)
§13-1 机床运动分析的基本概念	(205)
§13-2 滚齿机	(208)
§13-3 其它圆柱齿轮加工机床	(216)
§13-4 锥齿轮加工机床	(222)
第十四章 数字程序控制机床	(227)
§14-1 概述	(227)
§14-2 XK 5040型数控铣床	(233)

§14-3	TND360 型数控车床·····	(235)
§14-4	加工中心·····	(238)
§14-5	数控机床的发展趋势·····	(244)
第十五章 钻床、镗床、刨床及组合机床 ·····		(252)
§15-1	钻床·····	(252)
§15-2	镗床·····	(255)
§15-3	刨床和拉床·····	(263)
§15-4	组合机床·····	(269)

绪 论

一、金属切削机床与刀具在国民经济中的地位

金属切削加工是机械制造工业最基本的加工方法之一。在我国的各个工农业生产部门、科研单位和国防建设中，都使用着大量的各式各样的机械、仪器和工具。这些机械、仪器和工具，大部分都是由一定形状和尺寸的零件所组成的。通常把生产这些零件并将它们装配成机械、仪器和工具的工业，统称为机械制造工业。在机械、仪器和工具中所使用的零件，特别是精度和表面质量要求较高的零件，一般都需要经过切削加工。

金属切削加工，就是使用金属切削机床，利用金属切削刀具，从工件毛坯的表面上切去多余的材料，加工成具有一定形状、尺寸精度的机械零件的过程。所以，金属切削机床是加工机械零件的主要设备，它所担负的工作量，在一般机械加工生产中约占机器总制造工作量的40%~60%左右；金属切削刀具是加工机械零件的重要工艺装备之一。

在金属切削加工过程中，始终贯穿着刀具与工件之间的相互运动、相互作用，而这个运动一般是由机床来完成的。因此，机床与刀具的技术性能将直接影响机械制造工业的产品质量和生产率。一个国家机床与刀具的技术水平和先进程度，在很大程度上就标志着这个国家的工业化生产能力和科学技术的现代化水平。虽然在四十年代末期兴起的无屑加工生产过程有了很大发展，试图取代切削加工方法，但也还只能在某些零件的加工制造上部分代替切削加工。由于刀具材料的改进，机床切削速度的提高，机床刚度和功率的增大，机床控制的改善等，使得切削加工方法仍然是获得高精度、高表面质量零件的较经济的加工方法。

在当今科学技术飞速发展的情况下，金属切削加工在机械制造工业中，是一种非常重要的加工方法，如在汽车、拖拉机、内燃机、机床、船舶、飞机、电机以及家用电器等各个部门的生产中，都拥有庞大的机械加工车间和为数众多的从事切削加工的工程技术人员和工人。1971年美国拥有各类机床100万台以上，其中85%为金属切削机床，这样，至少要有100万以上的直接从事切削加工的人员。1968年美国拥有金属切削机床250万台，在1971年用于切削加工的费用约有400亿美元。日前在我国已拥有金属切削机床约300万台，从事切削加工的职工达1200万人之多（其中技术人员有100万），机械工业的产值占全国工业产值的27%。有人估计，在钢的总产量中大约有15%变成了切屑。从国内外的大量统计数字中可以看出，金属切削加工在国民经济中占有非常重要的地位，在我国四化建设中，起着重大的作用。

二、我国金属切削机床与刀具的发展概况

金属切削加工是人类在长期改造自然的斗争中，在不断改进生产工具的基础上产生并发展起来的，同时，也随着生产的发展和科学技术的进步而逐渐趋于完善。

我国古代劳动人民在金属切削加工方面，作出了卓越的贡献。不久前在秦始皇墓中出土的铜车铜马中，有带锥度的铜轴和铜轴承，并且配合得相当紧密，这说明了在距今2200年

前,很可能已经有了磨削加工。在河北满城一号汉墓中出土的五铢钱,其外圆上有经过车削的痕迹,刀痕均匀,振动波纹清晰、椭圆度很小,说明当时切削加工已经达到了一定的水平。只是由于我国历史上长期的封建统治,严重地束缚了科学技术的发展,十九世纪以来,更受到帝国主义的侵略和掠夺,造成了半封建半殖民地的落后状态,据统计新中国成立之前全国仅有九万台简陋的机床,刀具材料仍以碳素工具钢为主,切削速度一般为 10m/min 左右,生产率十分低下。

新中国成立后,我国工业生产获得了飞速发展。为了适应社会主义经济建设的需要,先后新建、扩建了一系列现代化的机床厂、工具厂,还建立了综合的和各种专业的机床研究所和工具研究所,开展了机床设计、刀具的试验研究工作。对原有的旧式机床进行了技术改造,引进了国外先进的机床系列,推广了高速切削工艺,使用了硬质合金刀具,并对刀具的几何参数作了相应的改进。到第二个五年计划期间,切削速度提高到 $80\sim 100\text{m/min}$ 左右。

由于党和政府十分重视金属切削机床与刀具工业的发展,其品种和产量不断上升,质量稳步提高。目前我国机床与刀具的生产已基本上能满足生产的需要。近几年来某些产品已进入国际市场。在机床行业已制订了完整的系列型谱,生产的机床品种日趋齐全,已具备较高的成套装备现代化工厂的能力;能生产各种从小型仪表机床到重型、大型、高精度、高自动化程度、高效率的机床和自动线;机床的性能也在逐步提高,一些机床的性能已经接近或达到世界先进水平。在金属切削刀具方面,采用了现代化的测试手段、先进的试验方法和理论计算方法,更深入地研究了金属切削的基础理论,能提供完整、精确的技术资料与理论指导;进一步改进了刀具材料的切削性能和工艺性能;深入研究了可转位刀具的结构与刀片槽型参数,增加了品种、规格;对各种刀具,改进其结构、切削图形和切削方法,提高切削用量以及运用电子计算机处理切削试验数据和设计复杂刀具等。这些研究工作都取得了重大成果,标志着我国金属切削加工技术已达到了一个新水平。但必须看到,由于我国原来工业基础薄弱,又受到“左”的路线干扰和破坏,使本来已经缩短的差距,又拉大了。因此,我们必须发奋图强,努力工作,开展科学研究工作和技术改造工作,吸收国外的先进技术,以加快我们的发展速度。

第一篇 金属切削原理

金属切削原理主要研究金属切削加工过程的一般规律。金属切削加工,就是采用金属切削刀具,借助金属切削机床,把工件毛坯上多余的金属切去,加工出符合预定要求的零件的过程。在工件加工过程中,经常会遇到切屑的形成、刀具的耐用度以及工件表面的加工质量等基本问题,金属切削原理的主要内容,就是对这三个基本问题以及和这三个基本问题有密切关系的其它问题进行论述。金属切削原理是金属切削刀具的基础,也是金属切削机床、机械制造工艺学的重要理论基础。

第一章 基本定义与刀具材料

§1-1 切削运动与切削用量三要素

在金属切削加工过程中,刀具同工件之间必须有相对运动,该运动一般是由机床来完成的。机床、夹具、刀具和工件构成金属切削加工的工艺系统。切削加工过程的各种现象、规律及其本质,都要在这个工艺系统的运动状态中去考察研究。各种切削加工虽然有其特殊性,但在许多方面具有共同性。由于车削加工是一种常见的典型加工方法,因此,我们将以车削加工为主,介绍工件加工表面、切削运动、切削要素、刀具角度的基本定义和刀具材料等问题。

一、车削加工中的运动

车削加工是一种常见的典型切削加工方法,如图 1-1 所示。图中表示了切削运动和工件上所形成的各种表面。

在切削加工时,工件与刀具的相对运动,按其所起的作用,可分为:

1. 主运动

使工件与刀具产生相对运动,直接切除工件上的切削层,使之转变为切屑,以形成工件新表面的最基本的运动,通常用切削速度 v 表示。车削时的主运动是工件的旋转运动。这个运动的速度最高,消耗的切削功率最大。

2. 进给运动

使新的金属层连续投入切削、并获得所需工件尺寸的运动。进给运动可以是连续的,也可以是间歇的。车削时的进给运动,包括横向运动和纵向运动,如图 1-1 所示。

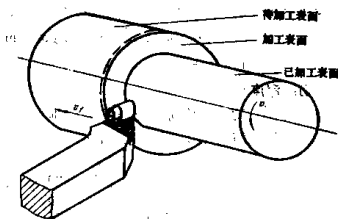


图 1-1 车削运动和加工表面

二、工件上的加工表面

在切削加工过程中,在工件上有三种表面依次变化着,即:待加工表面、加工表面和已加工表面等,如图 1-1 所示。

待加工表面 加工时即将切除的工件表面。

已加工表面 加工后形成的符合要求的工件新表面。

加工表面 刀刃正在切削的表面。它是待加工表面与已加工表面之间的过渡表面。

上述对车削加工的运动和表面的分析,也适用于其它切削加工方法。

三、切削用量三要素

切削速度、进给量和切削深度三者,总称为切削用量,通常也称做切削用量三要素。

1. 切削速度 v

在切削加工时,刀刃上选定点相对于工件的瞬时速度。刀刃上各点的切削速度可能是不同的,当主运动为旋转运动时,刀具或工件最大直径处的切削速度为

$$v = \frac{\pi d n}{1000} \quad (\text{m/min 或 m/s}), \quad (1-1)$$

式中, d ——刀具或工件作主运动时的最大直径(mm);

n ——主运动的转速(r/min 或 r/s)。

除特别说明外,切削速度一般是指刀具切削刃上的最大切削速度,因为切削速度最大的地方,切削时发热量最大、刀具磨损最快。

2. 进给量 f 和进给速度 v_f

工件或刀具每转沿进给运动方向的相对位移,称为进给量,用 f 表示,单位是 mm/r。进给速度 v_f 是单位时间的进给量,单位是 mm/s 或 mm/min。当主运动为往复运动(如刨削、插削)时,进给量 f 的单位为 mm/d·str (毫米/双行程)。对于多刃切削刀具(如铣、铰、拉削),有时采用每齿进给量 a_f ,单位是 mm/z (毫米/齿)。其计算关系如下:

$$v_f = f \cdot n = a_f \cdot z \cdot n \quad (\text{mm/s 或 mm/min}). \quad (1-2)$$

在实际生产中,有时将进给运动称为走刀运动,进给量称为走刀量。

3. 切削深度 a_p

工件上已加工表面和待加工表面之间的垂直距离,单位是 mm。

车削外圆柱表面时,切削深度计算公式为

$$a_p = \frac{d_s - d_m}{2} \quad (\text{mm}). \quad (1-3)$$

式中, d_m ——已加工表面直径(mm);

d_s ——待加工表面直径(mm)。

对于钻孔加工,切削深度为

$$a_p = \frac{d_m}{2} \quad (\text{mm}). \quad (1-4)$$

§1-2 刀具的角度

金属切削刀具的种类虽然很多,但切削部分的几何形状和参数却具有共性。不论刀具构造如何复杂,其切削部分的基本形状总是近似于外圆车刀切削部分的形状。国际标准化组织(ISO)在确定金属切削刀具切削部分几何形状的一般术语时,即以车刀的切削部分为基础。因此,本节也将以外圆车刀的切削部分为例,给出刀具几何参数方面的有关定义。

一、车刀的组成

车刀由切削部分和刀柄部分组成,如图1-2所示。刀柄是刀具上用于夹持的部分;切削部分由前刀面、后刀面和切削刃等部分组成,并起切削作用。切削部分的构造要素及其定义说明如下:

前刀面 A_f 切屑流过的刀具表面。

主后刀面 A_{α} 与工件上加工表面相对应的刀具表面。

副后刀面 $A_{\alpha'}$ 与工件上已加工表面相对应的刀具表面。

主刀刃 前刀面与主后刀面的相交部位,它直接参加切削,以形成工件的切削表面或完成主要的切除工作。

副刀刃 前刀面与副后刀面的相交部位,它协同主刀刃完成切除金属的工作,以最终形成工件的已加工表面。

刀尖 它是主、副刀刃之间连接处的一小段刀刃,刀尖原则上是主、副刀刃的交点,但大多数刀具在刀尖处磨成圆弧或直线,前者称为圆弧刀尖,后者称为倒棱刀尖,如图1-3所示。刀尖又称为过渡刃。

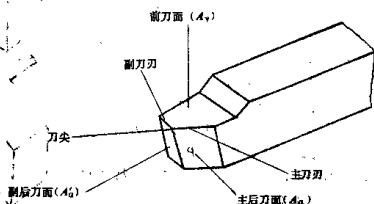


图1-2 车刀的组成部分

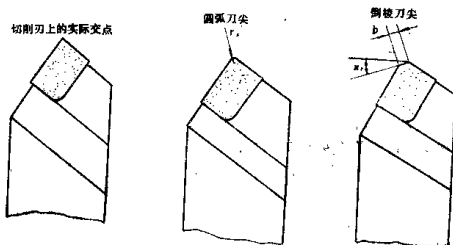


图1-3 刀尖形状

二、刀具角度的参考平面

要使刀具能从工件上切下金属,就必须使它具有的切削角度,也正是由于有了这些角度,才决定了刀具切削部分各表面的空间位置。为了确定它们的空间位置和测量各角度的数值,须要选择适当的参考平面作为基准,这些参考平面包括有:

切削平面 P_c 通过切削刃上某一选定点,与工件加工表面相切的平面,也就是合成切削速度向量(主运动和进给运动合成的切削运动向量)与切削刃的切线组成的平面,如图1-4所示。

基面 P_r 通过切削刃上某一选定点,垂直于该点合成切削速度向量的平面。显然,基面与切削平面是互相垂直的,如图1-4所示。

主剖面 P_o 通过切削刃上某一选定点,并垂直于切削平面和基面的平面,如图1-4所示。由此可知,主剖面 P_o 垂直于主切削刃在基面上的投影。这样, P_r - P_c - P_o 组成一个正交的主剖面参考系,这是目前在生产中最常用的刀具标注角度参考系。

切削刃的法剖面 P_n 通过切削刃上某一选定点,并垂直于切削刃的平面,如图1-4所示。

这样 P_r - P_c - P_n 组成一个法剖面参考系。同理,可定义进给剖面 P_f 及进给剖面参考系和切深剖面 P_t 及其切深剖面参考系等,但在实际中这些参考系应用较少,这里不作详细介绍。

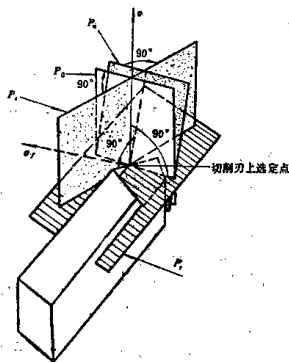


图1-4 车刀的各参考平面

三、刀具的标注角度

刀具的标注角度是刀具设计与制造时使用的角度,也是刀具设计图纸上所标注的角度。根据国际标准化组织ISO3002/1-1977的规定,车刀的标注角度如图1-5所示。图中车刀的主视图是车刀在基面上的投影,即 P_r 视图,另一视图为车刀在切削平面上的投影,即 P_c 斜视图。在 P_r 视图中作主剖面 P_o 得O-O剖视图,在 P_c 视图中作垂直于主切削刃的法剖面 P_n ,得N-N剖视图。初学者应先把这两个视图和两个剖视图上的基本角度弄明白,再去了解其它剖面内的角度。现在将车刀的基本角度的名称和定义说明如下:

1. 在主剖面 P_o 内测量的角度(O-O剖面)

前角 γ 前刀面与基面间的夹角。它影响切屑的形成、流出、变形和切削力的大小以及刀具的强度等。前角愈大;切屑愈易流出,切削力愈小,但刀具强度愈弱。

后角 α 后刀面与切削平面之间的夹角。它影响后刀面与工件间的摩擦。如果后角增大,则摩擦减小。但后角过大会使刀具强度不足。

楔角 β 前刀面与后刀面间的夹角。

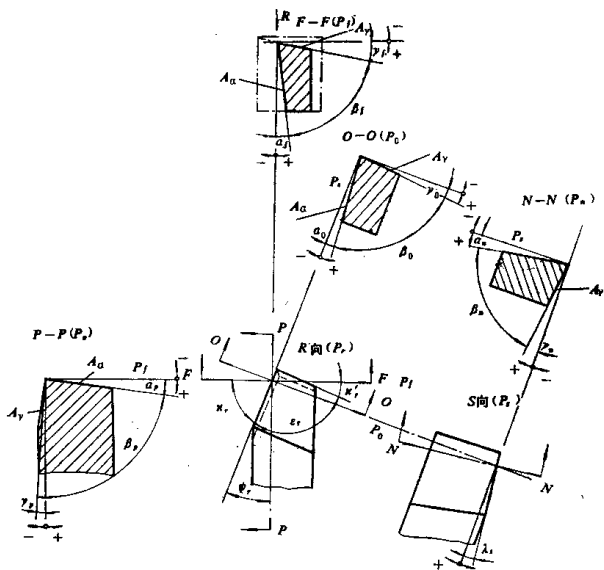


图 1-5 车刀的标注角度

$$\gamma_0 + \beta_0 + \alpha_0 = 90^\circ$$

(1-5)

2. 在基面内测量的角度 (P_r 投影)

主偏角 κ_r 主刀刃在基面上的投影与进给方向间的夹角, 又称导角。它影响主切削刃参加切削的长度和切削分力的大小。

副偏角 κ'_r 副刀刃在基面上的投影与进给方向间的夹角, 又称离角。它影响工件表面的质量。

刀尖角 ϵ_r 主刀刃与副刀刃在基面上的投影间的夹角。因此, 有 $\epsilon_r = 180^\circ - \kappa_r - \kappa'_r$ 。

3. 在基面 P_r 内测量的角度 (S 向视图)

刃倾角 λ_r 主刀刃与基面间的夹角。它表示主刀刃在切削平面里相对于基面的倾斜程度, 并直接影响切屑的流出方向和刀尖的强度。

此外, 还有在法剖面 P_n ($N-N$ 剖面)、进给剖面 P_f ($P-P$ 剖面) 和切深剖面 P_t ($R-F$ 剖面) 内所标注的前角、后角和楔角, 如图 1-5 所示。这些角度的含义与主剖面 P_0 ($O-O$ 剖面) 内所标注的角度的含义是一致的, 只是在不同剖面里标注的角度大小不同。

四、刀具的工作角度

以上所介绍的刀具标注角度,是以车刀的标注角度为例,并以刀杆的底平面为基准面,标注在设计图纸上供刃磨和测量使用的。但在切削加工中,由于刀具与工件相对运动情况的变化和刀具实际安装位置的不同,实际起作用的角度与标注角度是不同的。刀具在实际工作状态下起作用的切削角度,称为刀具的工作角度。

当进给速度远小于主运动速度时,在一般的安装条件下,刀具的工作角度近似等于标注角度(误差不超过1%)。但在某些情况下,当进给速度较大(如切断、铲齿、车螺纹、车丝杠等),刀具安装特殊时,需要计算刀具的工作角度。

影响刀具工作角度的因素如下:

1. 进给运动对刀具工作角度的影响

图1-6所示为对工件切断和切槽,刀具沿着横向进给。当不考虑进给运动时,车刀主切

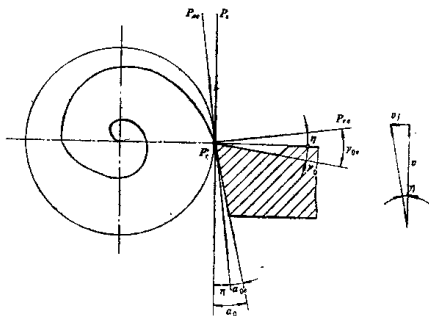


图1-6 横向进给运动对工作角度的影响

削刃上的选定点,相对于工件的运动轨迹为一圆周,切削平面 P_t 是通过切削刃上的该点并切于圆周的平面,基面 P_r 是平行于刀杆底面,同时垂直于 P_t 的平面, γ_0 、 α_0 分别是前角和后角。当考虑了横向进给运动时,切削刃上的选定点相对于工件的运动轨迹为阿基米德螺旋线,切削平面变为通过切削刃并切于螺旋面的平面 P_{te} ,基面也相应地倾斜为 P_{re} ,其角度变化值为 η 。工作主剖面 P_{0e} 仍为平面,此时,前、后角的工作角度 γ_{0e} 、 α_{0e} 为:

$$\gamma_{0e} = \gamma_0 + \eta, \quad \alpha_{0e} = \alpha_0 - \eta, \quad \tan \eta = \frac{f}{\pi d}.$$

因此,当进给量较大时(如铲齿加工时),或工件加工直径 d 较小时(如切断加工当快要切到中心时),就要考虑到 η 对前角、后角的影响。

2. 刀尖安装高低对工作角度的影响

如图1-7所示,当刀尖安装高于工件中心线时,工作切削平面将变为 P_{te} ,工作基面变为 P_{re} ,工作前角 γ_{pe} 增大,工作后角 α_{pe} 减小。在工作切深剖面 $P-P$ 内,角度变化值为 θ_p :

$$\operatorname{tg} \theta_p = \frac{h}{\sqrt{(d_w/2)^2 - h^2}},$$

(1-6)

式中, h ——刀尖高于工件中心线的数值(mm);

d_w ——工件直径(mm)。

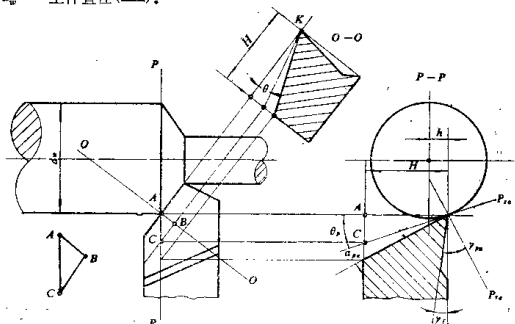


图 1-7 刀尖安装高低对工作角度的影响

这时的工作角度为:

$$\gamma_{ps} = \gamma_p + \theta_p, \quad \alpha_{ps} = \alpha_p - \theta_p.$$

当刀尖低于工件中心线时, 上述计算公式中 θ_p 的符号相反, 即

$$\gamma_{ps} = \gamma_p - \theta_p, \quad \alpha_{ps} = \alpha_p + \theta_p.$$

3. 刀杆中心线与进给方向不垂直时工作角度的变化

如图 1-8 所示, 当车刀刀杆中心线与进给方向不垂直时, 工作主偏角 κ_{rs} 、工作副偏角 κ'_{rs} 将发生变化, 即 $\kappa_{rs} = \kappa_r \pm G$, $\kappa'_{rs} = \kappa'_r \mp G$, 其中, G ——进给方向的垂线与刀杆中心线间的夹角。

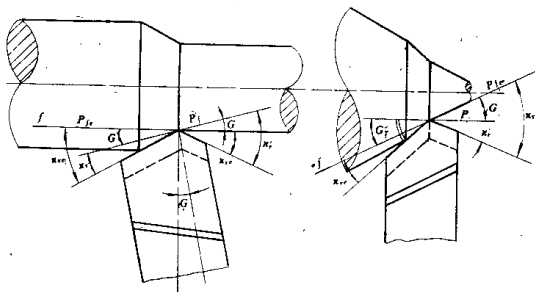


图 1-8 刀杆中心线与进给方向不垂直对工作角度的影响

§1-3 切削层参数

各种切削加工的切削层参数,可用典型的纵车外圆来说明,如图1-9所示。在切削过程中,刀具的刀刃在一次进给中从工件待加工表面切下的金属层,称为切削层。车外圆时车刀主刀刃上任意一点,相对于工件的运动轨迹是一条螺旋线,整个主刀刃切出一个螺旋面。工件每转一转,车刀沿工件轴线移动一个进给量 f 的距离,切削刃从加工表面位置Ⅱ连续移至相邻位置Ⅰ,因而Ⅰ、Ⅱ之间的一层金属被切下。这切削层的大小和形状,直接决定了车刀切削部分的负荷大小及切下切屑的形状和尺寸。一般在纵车外圆的情况下,切削层的剖面形状为一平行四边形,特殊情况下($\kappa_r = 90^\circ$)为矩形,其底边尺寸是 f ,高为 a_p 。因此,切削用量的两个要素 f 和 a_p ,被称为切削层的工艺尺寸。

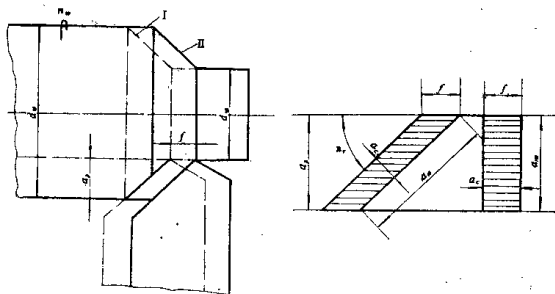


图1-9 纵车外圆时切削层的参数

一、切削厚度 a_c

在主刀刃选定点的基面内,垂直于切削表面度量的切削层尺寸,被称为切削厚度 a_c ,如图1-9所示。在纵车外圆时,若车刀主刀刃为直线时,则切削层截面的切削厚度为

$$a_c = f \cdot \sin \kappa_r \quad (1-7)$$

由此可知, f 或 κ_r 增大,则 a_c 变厚。

若车刀刀刃是圆弧或任意曲线时,则对应于刀刃上各点的切削厚度是不相等的。

二、切削宽度 a_w

在主刀刃选定点的基面内,沿切削表面度量的切削层尺寸,被称为切削宽度 a_w 。当车刀主刃为直线时,纵车外圆的切削宽度 a_w 为

$$a_w = \frac{a_p}{\sin \kappa_r} \quad (1-8)$$

由此可知,当 a_p 减小或 κ_r 增大时,则 a_w 变短。

三、切削面积 A_c

在主刀刃选定点的基面内，其切削层截面的面积，被称为切削面积 A_c ，如图1-9所示。当纵车外圆时，其切削面积 A_c 为

$$A_c = a_c \cdot a_w = f a_f \quad (1-9)$$

§1-4 刀具材料

在切削加工过程中，直接担负切削工作的是刀具的切削部分。刀具切削性能的好坏，不仅取决于刀具切削部分的几何参数的选择和刀具结构的设计是否合理，而且也取决于刀具切削部分的材料选择是否合适。切削加工生产率 and 加工成本的高低、刀具耐用度的高低和刀具消耗的多少以及工件加工精度和表面质量的好坏等，在很大程度上都取决于刀具材料的合理选择是否恰当。由于高速钢的出现，硬质合金在生产中的广泛应用，引起了金属切削加工的革命。随着难加工材料的使用日益广泛，数控机床与自动线的不断发展，要求研究和生产性能更优异的新型刀具材料，以适应现代化生产的需要。

一、刀具材料的性能与分类

在金属切削过程中，刀具切削部分是在较大的切削力、较高的切削温度和剧烈的摩擦条件下进行工作的。因此，刀具材料应满足以下基本要求：

1. 很高的硬度

在切削加工中，刀具要从工件上切下切屑，因此，刀具的硬度必须比工件材料的硬度要高，常温硬度必须在HRC62以上，并要求有较好的高温硬度。

2. 足够的强度和韧性

为了能承受切削力、冲击和振动，刀具材料应具有足够的强度和韧性。一般强度用抗弯强度表示，韧性用冲击值表示。

3. 较高的耐磨性

耐磨性是材料抵抗磨损的能力。一般刀具材料的硬度越高，耐磨性就越好。材料组织中碳化物、氮化物等硬质点的硬度越高、数量越多、颗粒越小、分布越均匀，耐磨性也越好。但刀具材料的耐磨性实际上不仅取决于材料的硬度，而且也和材料的化学成分、强度和显微组织等有关。

4. 较好的导热性

刀具材料的导热系数越大，则由刀具传出的热量就越多，就越有利于降低切削温度和提高刀具的耐用度。

5. 良好的工艺性

为了便于刀具制造，要求刀具材料具有良好的工艺性能，如锻造、热处理、高温塑性变形和磨削加工性能等。

刀具材料的种类繁多，近来随着冶金技术的飞跃发展，新的刀具材料也不断出现。常用的刀具材料有碳素工具钢、合金工具钢、高速钢和硬质合金等；非金属刀具材料有陶瓷、人