

职业高师、成人高师、成人高校试用

金属切削原理

安承业 主编

机械工业出版社

内 容 提 要

本教材分《金属切削原理》和《金属切削刀具》两册出版。

本册为《金属切削原理》，内容包括：基本定义、刀具材料、金属切削过程、切削力、切削热和切削温度、刀具磨损和耐用度、已加工表面质量分析、工件材料的切削加工性、切削液的选用、刀具合理几何参数的选择、切削用量的选择、磨削等共十二章。

本书除供有关成人高校（职工大学、业余大学、函授大学）、成人高师（各类教师进修学院、职业技术教育学院）和职业技术高等师范学院作教材外，也可作各类职业技术学校（职业中学、技工学校、中等专业学校）机械类专业课教师的参考书。

金 属 切 削 原 理

安承业 主 编

叶曼清 副主编

*

责任编辑：熊万武

*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南里一号）

（北京市书刊出版业营业许可证出字第117号）

吉林省工业印刷厂印刷

机械工业出版社发行

开本787×1092¹/₁₆·印张12¹/₈·字数282千字

1986年12月北京第一版·1986年12月长春第一次印刷

印数 00,001—7,000·定价：2.55元

*

统一书号：15033·6730H

前 言

本教材是根据全国第一、二届成人高等学校与职业技术高等师范院校际协作会的决定,为满足当前成人高校、职业技术高师、成人高师机械类专业教学急需,由吉林职业师范学院、上海第二教育学院主持,组织有关院校共同编写的。由吉林职业师范学院安承业任主编、上海第二教育学院叶曼清任副主编,吉林工业大学郑明亮副教授任主审、吉林职业师范学院赵国文副教授任副主审。

自中共中央教育工作会议之后,全国成人教育和为各类职业技术学校提供师资的职业技术高等师范教育有很大发展。但是机械类专业的《金属切削原理及刀具》课程,借用普通工科院校教材实有不适应之处,经共同讨论,一致认为有必要编写适合于职业高师、成人高师、成人高校的教材,并要求本教材具有下列特点:

1) 由于目前各成人高校和职业技术高师同类或同名专业,学生的培养目标、规格不尽相同,所以要体现本课程教学大纲的共同性和特殊性。本教材考虑到基本的共同需要,也兼顾特殊需要,扩大本教材的适应性。

2) 从培养应用型人才出发,内容上要理论与实践并重,与一般工科教材相比,增加了与生产实践密切联系的实用性内容。

3) 理论的论述和推导,充分体现成人教育和职业技术高等师范教育的特点,力求条理清晰、层次分明、深入浅出。

4) 考虑到教学学时紧的情况,要求内容简明、重点突出。

由于职业高师、成人高师、成人高校这三类院校对本课程实践教学环节的要求差异较大,为便于选用,本书实验教学内容未详细列入,将另编《金属切削原理实验及刀具设计实例》一书相配套使用。

本教材编写分工如下:吉林职业师范学院安承业,绪论和第五、六、十、十一章;上海第二教育学院叶曼清,第一章;常州职业师范学院刘顺标,第二章和第八章(其中第一节由吉林职业师范学院包镇华编写);吉林职业师范学院李昌恒、何金砂和安承业,第三章;上海技术师范学院苏晓武,第四章;常州职业师范学院吴国瑞,第七章和第十二章;天津职业技术师范学院王世候,第九章。

为成人技术院校和职业技术高等师范院校编写教材是一次尝试,是否真正适用,还有待通过实践检验。诚恳希望,广大师生对本教材的缺点,错误提出批评和指正。

主 编

一九八六年七月于长春

目 录

绪 论	(1)
§ 1 本课程的性质、任务和内容	(1)
§ 2 金属切削在机械制造业中的地位	(2)
§ 3 金属切削发展简史	(2)
第一章 基本定义	(4)
内容提示	(4)
§ 1-1 切削运动与切削用量	(4)
§ 1-2 刀具切削部分的基本定义	(8)
§ 1-3 刀具角度的换算	(14)
§ 1-4 刀具工作参考系与工作角度	(17)
§ 1-5 切削层截面的几何参数	(21)
§ 1-6 切削形式简介	(23)
本章小结	(24)
习 题	(24)
第二章 刀具材料	(25)
内容提示	(25)
§ 2-1 刀具材料的性能和分类	(25)
§ 2-2 工 具 钢	(26)
§ 2-3 硬质合金	(30)
§ 2-4 陶瓷材料	(34)
§ 2-5 超硬材料	(34)
本章小结	(35)
习 题	(35)
第三章 金属切削过程	(36)
内容提示	(36)
§ 3-1 金属切削过程的力学实质	(36)
§ 3-2 金属切削过程概述	(37)
§ 3-3 切屑种类和切屑变形	(42)
§ 3-4 剪切角和前刀面上的摩擦	(45)
§ 3-5 影响前刀面摩擦系数和切屑变形的主要因素	(48)
§ 3-6 切屑的形状及其控制	(51)
本章小结	(55)
习 题	(55)

第四章 切削力	(56)
内容提示.....	(56)
§ 4-1 切削力的来源、切削合力与分力	(56)
§ 4-2 切削力的理论公式.....	(59)
§ 4-3 切削力的经验公式.....	(64)
§ 4-4 影响切削力的因素.....	(71)
§ 4-5 车削力及车削功率的计算.....	(75)
本章小结	(77)
习 题	(77)
第五章 切削热和切削温度	(78)
内容提示	(78)
§ 5-1 切削热的来源与传出.....	(78)
§ 5-2 测量切削温度的方法.....	(79)
§ 5-3 切削温度的分布.....	(80)
§ 5-4 影响切削温度的主要因素.....	(81)
§ 5-5 切削温度对切削过程的影响及限制切削温度的措施.....	(86)
本章小结	(88)
习 题	(88)
第六章 刀具的磨损和耐用度	(89)
内容提示	(89)
§ 6-1 刀具的磨损形式.....	(89)
§ 6-2 刀具的磨损原因.....	(90)
§ 6-3 刀具的磨损过程.....	(92)
§ 6-4 刀具的磨钝标准和耐用度.....	(93)
§ 6-5 切削用量对刀具耐用度的影响和刀具耐用度经验公式.....	(95)
§ 6-6 合理耐用度的选择.....	(98)
§ 6-7 刀具的破损.....	(99)
§ 6-8 刀具耐用度的试验方法.....	(101)
本章小结	(103)
习 题	(103)
第七章 已加工表面质量分析	(104)
内容提示	(104)
§ 7-1 已加工表面质量的概念.....	(104)
§ 7-2 已加工表面的形成机理.....	(105)
§ 7-3 表面粗糙度.....	(105)
§ 7-4 加工硬化及残余应力.....	(110)
§ 7-5 精密切削加工的表面质量.....	(111)
本章小结	(112)

习 题	(112)
第八章 工件材料的切削加工性	(113)
内容提示	(113)
§ 8-1 衡量材料切削加工性的常用指标	(113)
§ 8-2 影响材料切削加工性的因素	(114)
§ 8-3 改善材料切削加工性的途径	(116)
§ 8-4 材料切削加工性的综合分析方法	(117)
本章小结	(118)
习 题	(118)
第九章 切削液的选用	(119)
内容提示	(119)
§ 9-1 切削液的作用机理	(119)
§ 9-2 切削液的分类	(121)
§ 9-3 切削液的添加剂	(122)
§ 9-4 切削液的选用和使用方法	(124)
本章小结	(126)
习 题	(126)
第十章 刀具合理几何参数的选择	(127)
内容提示	(127)
§ 10-1 概 述	(127)
§ 10-2 前角的选择及前刀面的型式	(128)
§ 10-3 后角的选择及后刀面的型式	(131)
§ 10-4 主偏角及副偏角的选择	(134)
§ 10-5 刃倾角的选择	(137)
§ 10-6 刀具几何参数选择例题	(140)
本章小结	(147)
习 题	(148)
第十一章 切削用量的选择	(149)
内容提示	(149)
§ 11-1 切削用量的选择原则	(149)
§ 11-2 切削用量的选择步骤	(150)
§ 11-3 选择切削用量的例题	(159)
本章小结	(163)
习 题	(163)
第十二章 磨 削	(164)
内容提示	(164)
§ 12-1 概 述	(164)
§ 12-2 砂轮的特性及其选择	(164)

§ 12-3 磨削过程	(169)
§ 12-4 磨削力及磨削功率	(174)
§ 12-5 磨削温度	(176)
§ 12-6 砂轮的磨损及耐用度	(178)
§ 12-7 磨削加工的表面质量	(180)
§ 12-8 磨削用量的选择	(184)
§ 12-9 磨削技术的发展	(186)
本章小结	(189)
习 题	(190)
附录 I 本书常用的单位、名词、术语和符号	(191)
附录 II 任意剖面角度换算的向量计算	(193)
参考文献	(195)

绪 论

§1 本课程的性质、任务和内容

一、本课程的性质

金属切削加工是运用金属切削刀具，按预定的加工要求从坯件上切去多余金属的加工方法。它是机械制造业中应用最广泛的一种加工方法。

金属切削原理是研究金属切削过程的基本规律及其应用的一门学科。它是机械制造工艺及设备专业的主要专业课之一；同时，金属切削原理又是“金属切削刀具”、“金属切削机床”、“机械制造工艺学”、“机械加工自动化”等课程的理论基础，因此它又具有专业基础课的性质。

二、本课程的主要任务

学生学习本课程应达到下列要求：

1) 掌握金属切削过程的各种现象及其规律，不仅能按具体的加工条件合理选择刀具材料、切削部分的几何参数及切削用量、计算切削力和功率，分析和解决生产实践中出现的有关问题（提高切削加工精度、提高生产率和降低成本）。而更重要的是：使我们的教育对象毕业以后具有指导中等职业技术学校机械专业学生的生产实践教学的能力。

2) 初步掌握金属切削实验研究的基本方法和技能，学会使用有关的测量仪器和进行实验数据的处理，为进行科学实验和教学活动打下必要的基础。

3) 对金属切削原理学科的发展趋势和成就有初步了解。

三、本课程的主要内容

本教材共分十二章，主要讲述切削加工的共同规律，对于某些特别规律则放在“金属切削刀具”的相应部分讲授。本教材主要内容有下列几方面：

(1) 基本概念方面：包括切削运动、切削参数和刀具几何参数的定义等。这些是认识金属切削过程的基础知识。

(2) 金属切削过程的基本规律方面：包括金属切削过程的力学实质、切屑变形、积屑瘤、切削力、切削热和切削温度、刀具的磨损等。这些是金属切削的基本理论，也是本课程的核心。学习过程中要通过一些实验来加深对这部分内容的理解，并掌握一定的实验技能，从而培养学生的实践教学能力。

(3) 基本规律的应用方面：包括合理选择刀具材料，刀具几何参数，刀具的耐用度和切削用量，改善加工表面质量和材料的切削加工性，正确选用切削液等等。这些内容都和生产实践紧密联系着的。

(4) 其他：各章之前有提示，章后有小结。便于学生消化和理解课文、抓住重点。

在学习本课程时，特别要注意学习方法。要根据具体加工条件进行具体分析，要抓住主要矛盾，注意掌握各基本规律的内在联系，才能从复杂的影响因素中得到正确的结

论。

§2 金属切削在机械制造业中的地位

机械制造业的任务是为国民经济各部门提供现代化的各种机器、仪器和工具等。这些技术装备大部分是由金属零件装配而成的。制造金属零件方法很多，除了切削加工之外，还有铸造、锻造、焊接和压力加工等等。但是，这些加工方法通常多用于制造毛坯，或精度和质量要求不高的零件，而精度要求较高和表面质量限定较严的零件几乎都要经过切削加工。切削加工方法占机械制造业总工作量的一半左右，它的先进程度直接影响产品的质量和数量。当然，切削加工也存在着一些不足之处，特别是使大量的金属变为切屑（如美国，大约有1/6的钢变成切屑）。为此，人们寻求减少这种损失的措施（如利用精铸、冷锻、粉末冶金等方法），并且取得了一定成就，但是，这些措施只能在某些零件的制造上部分地代替切削加工。与此同时，近年来由于刀具材料的改进、机床速度的提高和功率及刚度的增大、机床控制的改善，切削加工同样取得了巨大的进展。目前，切削加工仍然是制造精度和表面质量较高的机器零件的最经济的方法，所以切削加工仍然在机械制造中占据主导地位，而且还在继续发展。主要原因是切削加工有其显著的优点：

（1）加工精度高：切削加工所能达到的精度和表面粗糙度，与刀具切削的刃口圆弧半径有很大关系。目前金刚石刀具的刃口圆弧半径可加工到 $1\mu\text{m}$ ，或小于 $1\mu\text{m}$ 。我国沈阳第一机床厂制造的SI-222型高精度磁盘车床，用金刚石刀具加工出来的工件表面粗糙度可达 R_a ，不大于 $0.01\mu\text{m}$ ，平面的平直度 $0.03\mu\text{m}$ ，两面平行度 $3\mu\text{m}$ 。这样的精度是精铸、冷锻和粉末冶金等加工方法远远达不到的。目前，在加工精密零件时，主要还是靠切削加工来达到所需要的精度和粗糙度。

（2）生产率高、成本低：一般情况下，切削加工与其他加工方法（包括铸造、焊接、压力加工、腐蚀加工等）相比，生产率高，成本低，能源消耗也较少。

综上所述，切削加工对国民经济和四化建设有着十分重要的作用。

§3 金属切削发展简史

从秦始皇墓中出土的铜车铜马上带锥度的铜轴和铜轴承，配合那么紧密，这说明公元前210年以前很可能有了磨削加工。不过在资本主义社会开始之前，很难说过有什么金属切削理论的研究。

1860年以前，制造机器的金属材料仍然是铸铁、熟铁和少量铜基合金，刀具仍然是碳素工具钢的。切削速度仅达 $6\sim 12\text{m}/\text{min}$ 。1860年以后，随着炼钢方法的出现，钢迅速代替了熟铁，成为主要的结构材料。钢的强度（和硬度）比熟铁高得多，故比熟铁难加工，为保证合理的刀具耐用度，不得不降低切削速度。这样一来，使切削加工成本增加了，因此迫切需要研究金属切削理论，以提高切削速度和切削过程自动化来降低切削加工费用。从1860年到今天，切削加工的研究重点，已经从研制基本机床，转移到研究

新型金属和合金的加工方法,以及提高切削速度和切削过程自动化方面来了。1898年发明了高速钢刀具,使切削速度提高了2~4倍,1927年又研制出硬质合金,切削速度又比高速钢提高2~5倍。随着高强度钢、高温合金等难加工材料相继出现,新的刀具材料也不断出现。

解放前,我国机械工业一直处在以维修服务为主的状态,全国仅有近十万台简陋机床,刀具材料以碳素工具钢为主,切削速度一般为10m/min左右,生产效率十分低下。新中国成立以来,在党的正确领导下,我国工业得到迅速的恢复和发展。对原有旧式机床进行了改造,发展了高速钢和硬质合金的生产,推广了高速切削法。到第二个五年计划期间,切削速度已提高到80~100m/min左右。

1956年全国先进生产者代表会议期间和1959年由全国“群英会”代表组织的先进刀具推广队赴全国各地表演期间,先后分别交流了先进刀具及操作法。使全国广大机械工人能有机会相互学习,共同提高。1965年在北京举办全国工具展览会,是建国以来规模最大的,展出了许多具有中国特色的先进刀具与工具,标志着我国金属切削加工技术发展到了一个新的水平。

1953年,我国高等教育改革以后,就工科院校而言,设置了许多适应经济建设需要的专业,组织编写了各专业有关的各种教材。陶乾编写的《金属切削原理》一书,在全国有广泛的影响。它对培养机制专业人才和传播金属切削理论起了良好的作用。全国各工科院校相继建立了金属切削试验室,开设了实验课程,并开展了金属切削理论研究。原第一机械工业部建立了工具研究所、机床研究所和磨料磨具磨削研究所。自此,我国在金属切削机理研究方面以及切削加工应用研究方面都取得了进展。在1981年5月全国高等学校金属切削研究会成立大会期间和1984年5月在合肥召开的全国高等学校第二届金属切削研究会议上,我国一些学者先后宣读了一批金属切削理论研究方面的科学论文。此外,1963年、1979年及1982年,分别举行的全国机械工程学会机械加工学会年会及其他全国性学术会议上,也宣读了不少有关金属切削方面的科学论文。这说明我国近年来,金属切削科学研究进入了新的发展时期。

金属切削经过一百多年的发展,集中了无数优秀科学工作者和生产实践者的劳动成果,才形成今天的金属切削原理这门学科。但是,这门学科仍然处于发展之中,许多问题(如切屑形成的机理、已加工表面形成机理、刀具磨损和破损的机理、切削区应力和切削温度的分布等等)还没有完全弄清楚,尚待进一步研究。总之,金属切削原理这门科学,需要我们共同努力,加强研究,促进其发展。让金属切削原理这门科学更好地为生产实践服务。

第一章 基本定义

内容提示

本章尽量按照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、切削要素等方面有关技术名称、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、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

一、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,获得合乎要求的形状、尺寸精度和表面质量的工件表面,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,如图1-1所示,切削运动是由工件的回转运动(它是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所组成。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:

待加工表面:工件上即将被切除的表面;

已加工表面:工件上已被刀具切削而成的表面;

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。不同形状的切削刃与不同的切削运动的组合,即可组成各种工件表面(见图1-2)。

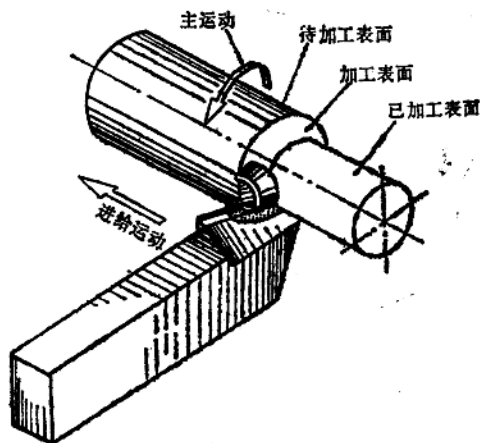


图1-1 车削运动和工件的表面

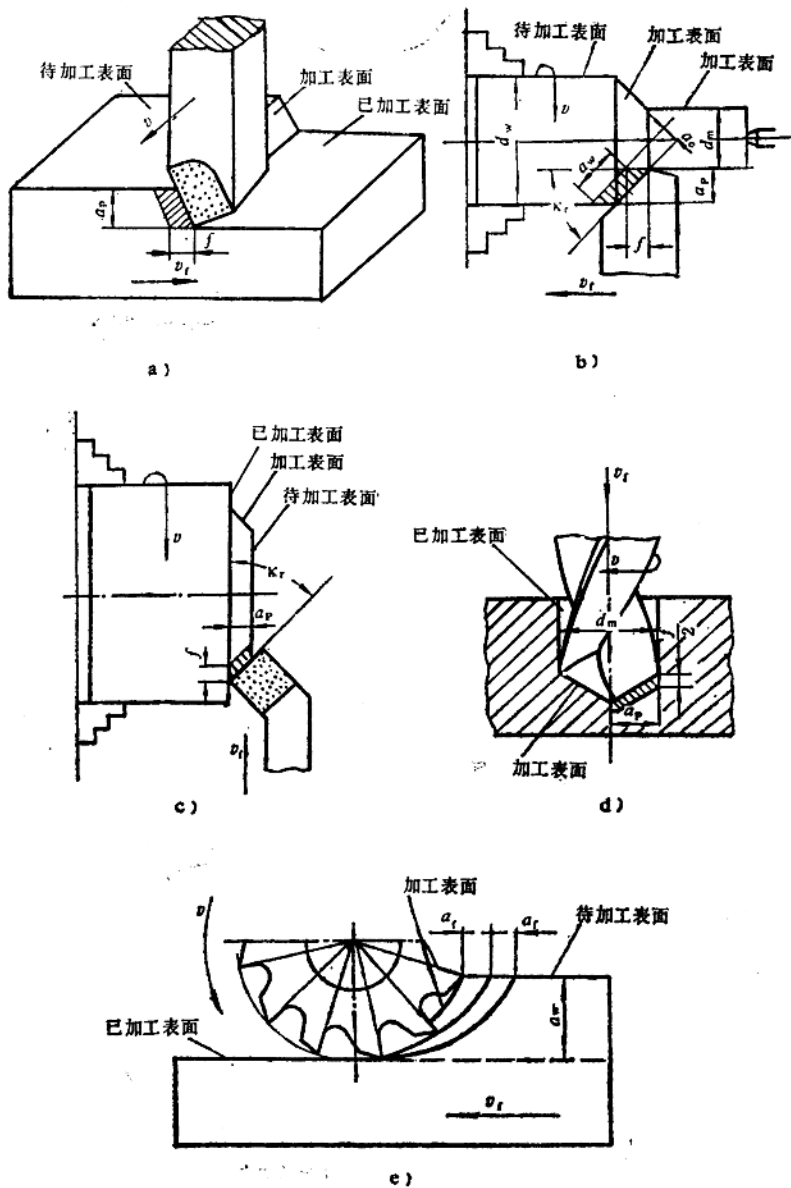


图1-2 各种切削加工的切削运动和加工表面

二、主运动、进给运动、合成运动与切削用量

在机床上为实现工件表面的成形加工，刀具和工件的相对运动有多种形式，有直线运动或回转运动等。这些运动有由刀具单独完成的（如钻孔、拉孔等），或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来分，

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来定义的。

1. 主运动

所谓主运动，是直接切除工件上的切削层，使之转变为切屑，从而形成工件新表面的运动。通常，主运动是速度最高、消耗切削功率最大的切削运动。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，在研究问题时，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：

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

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/s或r/min)。

在转速 n 一定时，切削刃上各点的切削速度是不同的。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。

2. 进给运动

所谓进给运动，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。

随着加工情况的变化，进给运动方向也随着变化（如图 1-2 所示）。

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/s 或 mm/min。

显而易见：

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

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：

$$v_f = nf = nza_f \text{ (mm/s)} \quad (1-3)$$

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，其单位为 mm/d·str（毫米/双行程）。

3. 合成切削运动与合成切削速度

有些切削加工，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（见图1-3所示）。即：

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

合成切削速度角 η （见图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：

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

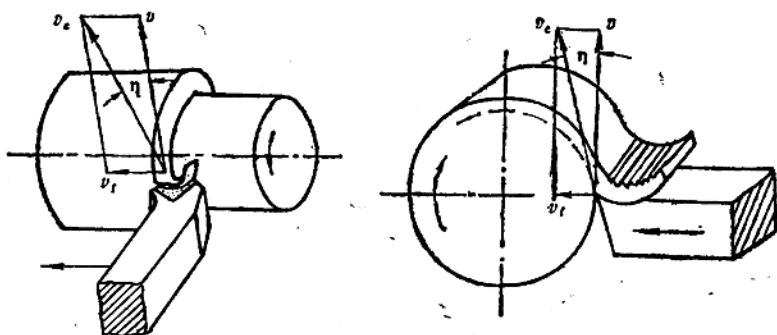


图1-3 车削时的合成速度

4. 切削深度 a_p

切削深度 a_p 为已加工表面和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。

切削深度可由下式计算：

外圆车削时：

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

钻孔时：

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

式中 d_m ——已加工表面直径（mm）；

d_w ——待加工表面直径（mm）。

在生产中，把切削速度 v 、进给量 f 和切削深度 a_p ，统称为切削用量。

5. 金属切除率 Z_v

金属切除率 Z_v 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**重要指标之一**，它可由下式计算：

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

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效率。

§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，但就其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。如图 1-4 所示，各种复杂刀具或多齿刀具，取其中一个刀齿，它们的几何形状都近似一把外圆车刀的刀头。

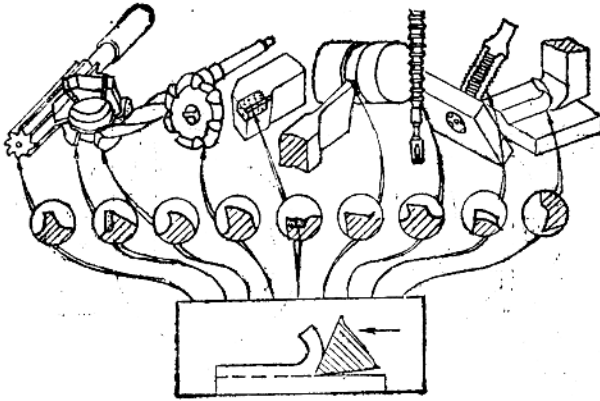


图1-4 各种刀具切削部分的形状

为了统一认识，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，就是以外圆车刀切削部分为基础的。而这些基本定义对其他刀具具有普遍意义。

一、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 (见图 1-5)：

(1) 前刀面 (用符号 A_v 表示)：刀具切削部分上与切屑直接接触的表面 (即切屑流过的表面)。

(2) 后刀面 (用符号 A_n 表示)：后刀面可分为主后刀面和副后刀面。

主后刀面：切削时与工件上的加工表面相互作用并相对着的刀面。

副后刀面：切削时与工件上已加工

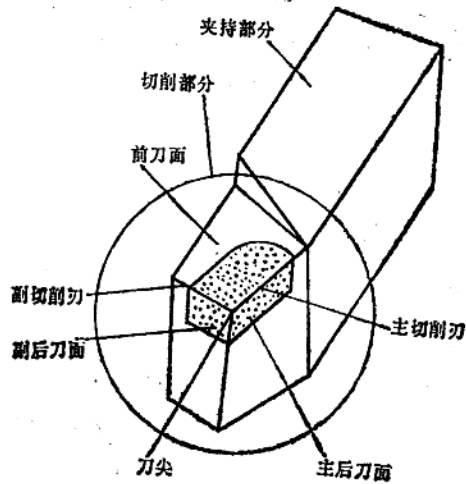


图1-5 刀具切削部分的结构要素

表面相互作用并相对着的刀面。

(3) 切削刃：切削刃有主切削刃和副切削刃之分，如图 1-6 所示。把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)；把前刀面与副后刀面相交而形成的切削刃，称为副切削刃 (S')。

(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（半径为 r_s ）或直线过渡切削刃（长度为 b_s ）如图 1-7 所示。

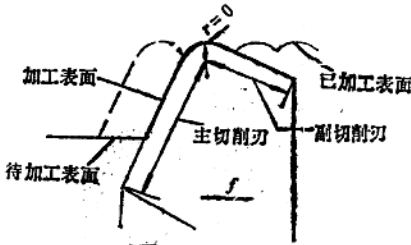


图1-6 切削刃

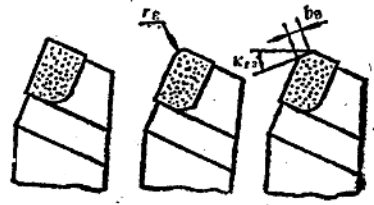


图1-7 刀尖形状

(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。

二、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，切削刃与假定参考坐标平面间的夹角所构成的。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、刀面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。

下面以外圆车刀为例来说明标注坐标系及刀具标注角度的定义。

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。其假定条件是：

(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。

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，在建立参考系时，往往通过切削刃上某一选定点来建立坐标平面。坐标平面用字母

P 和下角标组成复合符号标记。

根据ISO 300 2/1-1977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剖面组合构成。

(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(见图1-8);而对回转刀具来说,是包括切削刃选定点及刀具轴线的平面(见图1-9)。

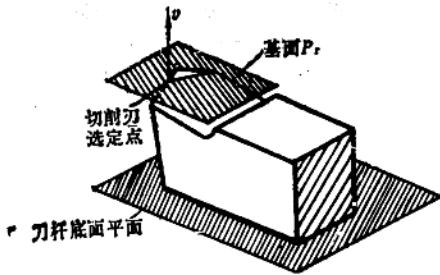


图1-8 普通车刀的基面 P_r

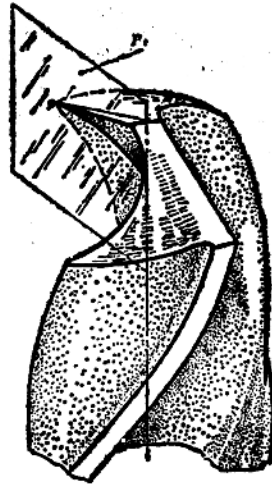


图1-9 钻头的基面 P_r

(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(见图1-10)。

基面和切削平面分别与测量剖面组合,便构成几种不同的刀具标注角度参考系。

(3) 测量剖面及其参考系:

主剖面(P_p)和主剖面参考系:主剖面 P_p 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1-10可见, P_r — P_s — P_p 组成一个正交的主剖面参考系。这是目前生产中最常用的刀具标注角度参考系。

法剖面 P_n 和法剖面参考系:法剖面 P_n 是通过切削刃选定点、并垂直于切削刃的平面。如图1-10所示, P_r — P_s — P_n 组成一个法剖面参考系。由图可知,两个参考系的基面和切削平面相同,所不同的只是测量剖面。

进给剖面 P_f 和切深剖面 P_d 及其组成的进给、切深剖面参考系:进给剖面 P_f (或称横向剖面)是通过切削刃选定点,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)。

切深剖面 P_d (或称纵向剖面)是通过切削刃选定点,且同时垂直于基面 P_r 和进给剖面 P_f 的平面。