



21 世纪中等职业教育系列教材
中等职业教育系列教材编委会专家审定

机械制造技术

主编 赵玉民



北京邮电大学出版社
<http://www.buptpress.com>



教育部高等职业教育教材
教育部职业教育与成人教育司组织编写

机械制造技术

主编 王 强



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

出版说明

随着社会的进步和科学技术的快速发展,社会大生产对人才的要求发生了较大的变化,培养应用性专业人才已成为中职教育重要而紧迫的任务。本书根据教育部制定的机械制造技术教学基本要求,并参照有关行业的职业技能鉴定规范及中级技术工人等级标准编写的中等职业教育教材。

本教材以能力为本位,以培养学生的创新精神和实践能力为核心,坚持以人为本,始终贯彻“实际、实用、实效”的原则,从培养高素质操作者和中初级专业技术人才出发,将机械制造的主干课程进行了有机的综合,打破了传统的学科性的课程体系,并且每章配有小结和习题,使学生每学完一章后,都能对所学知识进行总结和运用,对分析问题和解决问题能力进行综合训练,从而突出了综合能力的培养,以适应社会新形势对技能型应用性专业人才的需要。本书具有以下特点:

(1)综合性 对机械制造知识和能力培养的课程进行了有机的综合化处理,体现了多方位知识的相互交叉和融合,突出综合职业能力的培养。

(2)先进性 教材更多地吸收了当前的新知识、新技术、新工艺的内容,有效地拓展了学生的知识空间。

(3)创造性 教材每章后面设有小结,这将引起学生学习兴趣,开拓学生思路,从而培养学生的实践能力和创新精神。

(4)广泛性 本教材涵盖了机械制造所涉及的全部内容,具有实用性和实效性,因此,适用于机械制造领域的各种人员参考。

(5)实践性 本书编入了例题和较大量的习题,并且许多实例和习题来自生产实践,以使学生巩固所学的知识和增加实践性知识。

教材共分七章,分别介绍了金属切削的基本知识、机械加工方法与装备、机械制造工艺规程的制定、机械加工精度与表面质量、典型零件加工、机床夹具和机械装配工艺等。

全书文字简练、图文并茂、通俗易懂。适合中等职业学校机械加工技术专业、机械制造与控制专业、机电一体化专业、模具设计与制造专业等机械类专业使用,也可供职业培训或相关技术人员参考使用。

中等职业教育教学改革任重道远,需要做大量的工作,由于编者水平有限,本书难免有不妥之处,恳请读者提出宝贵意见,以便今后修改。

编者

目 录

第一章 金属切削的基本知识	1
第一节 金属切削的基本概念	1
第二节 金属切削过程的基本规律	6
第三节 金属切削刀具	9
第四节 金属切削参数的选择	24
第二章 机械加工方法与装备	35
第一节 基本知识	35
第二节 车削加工	38
第三节 铣削加工	51
第四节 磨削加工	59
第五节 齿轮加工	70
第六节 其他切削加工	77
第三章 机械制造工艺规程的制定	86
第一节 基本概念	86
第二节 零件的工艺分析	93
第三节 工艺路线的拟定	98
第四节 工艺尺寸链	115
第五节 工艺过程的技术经济分析	123
第四章 机械加工精度与表面质量	129
第一节 获得零件加工精度的方法	129
第二节 影响机械加工精度的因素	131
第三节 机械加工表面质量	148
第四节 提高机械加工质量的方法	156
第五章 典型零件加工	167
第一节 轴类零件的加工	167

第二节 箱体类零件的加工	177
第六章 机床夹具	190
第一节 概述	190
第二节 典型机床夹具	193
第三节 机床夹具设计方法	210
第七章 机械装配工艺	217
第一节 概述	217
第二节 装配尺寸链	218
第三节 保证装配精度的方法	222
第四节 装配工艺规程设计	226

第一章 金属切削的基本知识

第一节 金属切削的基本概念

一、金属切削过程

金属切削过程是指在机床上利用刀具,通过刀具与工件之间的相对运动,从工件上切下多余的金属,从而形成切屑和已加工表面的过程。金属切削过程的实质是被切削金属在刀具切削刃和前刀面的挤压作用下,产生剪切滑移变形的过程。在这个过程中,会产生一系列问题,如切削变形、切削力、切削热与切削温度、刀具磨损等。

二、切削运动与切削用量

1. 切削运动

在金属切削加工中,为了切除多余的金属,刀具和工件间必须有相对运动——切削运动。切削运动由金属切削机床来实现。如图 1-1 所示外圆车削时的切削运动:工件旋转,车刀作连续纵向直线进给,形成工件的外圆柱表面。如图 1-2 所示在牛头刨床上加工平面时的情况:刀具作直线往复运动,工件作间歇的直线运动。在其他切削加工方法中,刀具和工件也同样必须完成一定的切削运动。通常,切削运动包括主运动和进给运动。

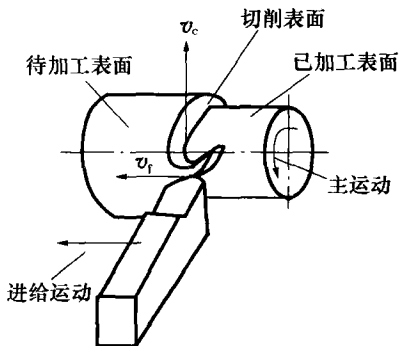


图 1-1 外圆车削的切削运动与加工表面

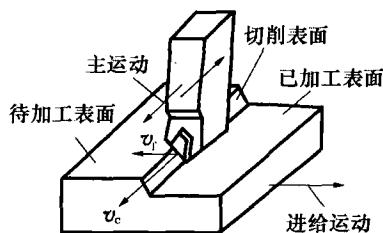


图 1-2 平面刨削的切削运动与加工表面

(1) 主运动

主运动是使工件与刀具产生相对运动以进行切削的最基本的运动,这个运动的速度最高,消耗功率最大。例如,外圆车削时工件的旋转运动和平面刨削时刀具的直线往复运动都

是主运动。其他切削加工方法中的主运动也同样是由工件或刀具来完成的。其形式可以是旋转运动,也可以是直线运动。通常每种切削加工方法的主运动只有一个。

(2) 进给运动

进给运动是使主运动能够不断切除工件上多余的金属,以形成工件新的表面所需的运动。如外圆车削时车刀的纵向连续直线进给运动,平面刨削时工件的间歇直线进给运动等都是进给运动,进给运动可能不只一个,其运动形式可以是直线运动、旋转运动或两者的组合。无论哪种形式的进给运动,它所消耗的功率都比主运动小。

任何切削加工方法都必须有一个主运动及一个或几个进给运动。主运动和进给运动可以由工件或刀具分别完成,也可以由刀具单独完成。

2. 切削用量

切削用量是切削速度、进给量和背吃刀量三者的总称。它们分别定义如下。

(1) 切削速度 v_c

切削速度指切削加工时,刀刃上选定点相对于工件的主运动速度。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由下式确定

$$v_c = \frac{\pi d n}{1000} \quad (\text{m/s 或 m/min})$$

式中: d ——完成主运动的刀具或工件的最大直径,mm;

n ——主运动的转速,r/s 或 r/min。

当主运动为往复运动时,其切削速度 v_c 为

$$v_c = \frac{L n_r}{1000} \quad (\text{m/s 或 m/min})$$

式中: L ——往复运动行程长度,mm;

n_r ——主运动每秒或每分钟往复次数,str/s 或 str/min。

(2) 进给速度 v_f 与进给量 f

进给速度 v_f 是单位时间内刀刃上选定点相对于工件在进给方向上的位移量,其单位为 mm/s。当进给运动为直线运动时,其进给速度在刀刃上各点是相同的。

进给量 f 是主运动每转一周或一个行程时,工件和刀具两者在进给运动方向上的相对位移量。例如,外圆车削时的进给量 f 是指工件每转一转时车刀相对于工件在进给运动方向上的位移量,其单位为 mm/r。又如在牛头刨床上刨削平面时,进给量 f 指的是刨刀每往复一次,工件在进给运动方向上相对于刨刀的位移量,其单位为 mm/str。实际生产中常将进给运动称为走刀运动,进给量称为走刀量。

(3) 背吃刀量 a_p

背吃刀量 a_p 指主刀刃与工件切削表面接触长度在主运动方向和进给运动方向所组成

平面的法线方向上测量的值。对于外圆车削,背吃刀量 a_p 等于工件已加工表面与待加工表面间的垂直距离。即

$$a_p = \frac{d_w - d_m}{2}$$

式中: d_w ——工件待加工表面的直径,mm;

d_m ——工件已加工表面的直径,mm。

对于平面刨削,背吃刀量也是工件待加工表面与已加工表面间的垂直距离。

切削速度 v 、进给量 f 和背吃刀量 a_p 称为切削用量三要素。

三、工件材料的切削加工性

工件材料的切削加工性是指材料被切削加工成合格零件的难易程度。某种材料加工的难易,不仅取决于材料本身,还取决于具体的加工要求及切削条件,即涉及到刀具耐用度、金属切除率、已加工表面质量、切削力以及切屑碎断和控制等一系列问题。研究材料切削加工性的目的,是为了寻找改善材料切削加工性的途径。

1. 评价材料切削加工性的指标

根据加工要求和生产条件的不同,衡量材料切削加工性的指标也不相同。对于同一工件材料,当评定其切削加工性的指标不同时,也可能得出不同的结论。通常可用以下几个指标来衡量。

(1) 刀具耐用度指标

在相同切削条件下,刀具达到磨钝标准时切削此材料的切削时间或切除的材料体积表示,时间长或切除的材料多的加工性好;也可用相同耐用度条件下切削此材料所允许的切削速度表示。

(2) 加工表面质量指标

在一定的切削条件下能达到的已加工表面质量的状况来表示。一般精加工的零件可用表面粗糙度 R_a 来衡量其切削加工性,容易获得较小 R_a 的材料其切削加工性就好。对某些特殊要求的精密零件,则应从已加工表面完整性的概念,全面衡量已加工表面层的变质层深度、残余应力和加工硬化等指标。

(3) 切削力或切削温度指标

在相同切削条件下加工不同材料时,凡切削力大、切削温度高的材料加工性差;反之加工性好。切削力大,则消耗功率多。在粗加工或机床刚性、动力不足时,可用切削力作为衡量加工性指标。

(4) 断屑性能指标

在一定切削条件下,以所形成的切屑是否便于清除作为一项指标。对于自动机床、数控机床或自动线等,断屑性能是衡量其切削加工性的主要指标。

综合分析可知,一种工件材料很难在各方面都获得较好的切削加工性指标。只能根据需要,选择一项或几项作为衡量其切削加工性的指标。在一般生产中,常以保证刀具一定耐用度所允许的切削速度 v_T 作为衡量材料切削加工性的指标。

2. 材料的相对加工性

材料切削加工性指标 v_T 的含义是:当刀具耐用度为 $T(\text{min})$ 时,切削某种材料所允许的切削速度 v_T 越高,说明材料的切削加工性越好。通常取 $T = 60\text{min}$, v_T 写作 v_{60} 。对于一些特别难加工的材料,也可取 $T = 15\text{min}$ 或 30min ,相应的 v_T 为 v_{15} 或 v_{30} 。

如果以 $\sigma_b = 637\text{MPa}$ 的 45 钢的 v_{60} 作为基准,写作 $(v_{60})_j$,将某种被切削材料的 v_{60} 与其相比,则此比值 K_r 称为此种材料的相对加工性。即

$$K_r = \frac{v_{60}}{(v_{60})_j}$$

目前常用工件材料的相对加工性可分为 8 级,见表 1-1。 K_r 值实际上只反映了不同材料对刀具磨损和耐用度的影响程度,并没有反映表面粗糙度和断屑问题,因此只对选择切削速度有指导意义。若以某材料的 K_r 乘以 45 号钢的切削速度,就可得出切削该材料的许用切削速度。

表 1-1 材料切削加工性等级

加工性等级	名称及种类		相对加工性 K_r	代表性材料
1	很容易切削材料	一般有色金属	>3.0	5—5—5 铜铝合金,9—4 铝铝合金,铝镁合金
2	容易切削材料	易切削钢	2.5 ~ 3.0	退火 15Cr, $\sigma_b = 373 \sim 441\text{MPa}$ 自动机钢 $\sigma_b = 393 \sim 491\text{MPa}$
3		较易切削钢	1.6 ~ 2.5	正火 30 钢 $\sigma_b = 441 \sim 549\text{MPa}$
4	普通材料	一般钢及铸铁	1.0 ~ 1.6	45 钢,灰铸铁
5		稍难切削材料	0.65 ~ 1.0	2Cr13 调质 $\sigma_b = 834\text{MPa}$ 85 钢 $\sigma_b = 883\text{MPa}$
6	难切削材料	较难切削材料	0.5 ~ 0.65	45Cr 调质 $\sigma_b = 1.03\text{GPa}$ 65Mn 调质 $\sigma_b = 932 \sim 981\text{MPa}$
7		难切削材料	0.15 ~ 0.5	50CrV 调质,1Cr18Ni9Ti,某些钛合金
8		很难切削材料	<0.15	某些钛合金,铸造镍基高温合金

3. 影响工件材料切削加工性的因素

工件材料的物理力学性能、化学成分和金相组织是影响材料加工性的主要因素。在材料的物理力学性能中,对加工性影响较大的是硬度、强度、塑性和热导率。

(1) 硬度

硬度高的材料,切削时刀屑接触长度小,切削力和切削热集中在切削刃附近,刀具易磨

损、寿命低,所以加工性不好。例如高温合金、耐热钢,由于高温硬度高,因此高温下切削时,刀具材料与工件材料的硬度比降低,使刀具磨损加快,加工性差。另外,硬质点多和加工硬化严重的材料,加工性也差。

(2) 强度

强度高的材料,切削力大、温度高、刀具易磨损,加工性不好。例如 1Cr18Ni9Ti,常温硬度不太高,但高温下仍能保持较高强度,故加工性差。

(3) 塑性

强度相近的同类材料,塑性越大,切削中塑性变形和摩擦越大,故切削力大、温度高、刀具易磨损。在低速度切削时,还易产生积屑瘤和鳞刺,使加工表面粗糙度值增大,且断屑也较困难,加工性差。另外,塑性太小的材料,切削时切削力、切削热集中在切削刃附近,刀具易产生崩刃,加工性也较差。在碳素钢中,低碳钢的塑性过大。高碳钢的塑性太小、硬度又高,因此它们的加工性都不如硬度和塑性都适中的中碳钢好。

(4) 热导率

热导率通过对切削温度的影响而影响材料的加工性。热导率大的材料由切屑带走和工件散出的热量多,有利于降低切削温度,使刀具磨损速率减慢,加工性好。另外,韧性大,与刀具材料的化学亲和性强的材料,其加工性差。

4. 改善材料切削加工性的途径

目前,改善工件材料切削加工性的途径主要有以下几方面。

(1) 调整化学成分

材料的化学成分对其力学性能和金相组织有重要影响。在满足要求的条件下,通过调整工件材料的化学成分,可使其切削加工性得以改善。目前,生产上使用的易切钢就是在钢中加入适量的易切削元素 S、P、Pb、Ca 等制成的。这些元素可起到一定的润滑作用并增加材料的热脆性。

(2) 对工件材料进行适当的热处理

通过热处理工艺方法,改变钢铁材料中的金相组织是改善材料加工性的另一重要途径。高碳钢通过球化退火处理,使片状渗碳体组织转变为球状。降低了材料的硬度,从而可改善其加工性。低碳钢通过正火处理,可减小其塑性,提高硬度,使加工性得到改善。

(3) 改变切削条件

当工件材料选定不能更改时,则只能改变切削条件使之适应该种材料的加工性。例如,选择适当的刀具材料,合理选择刀具几何参数和切削用量,采用性能良好的切削液和有效的使用方法,提高工艺系统刚性,增大机床功率,提高刀具刃磨质量,减小前、后刀面粗糙度值等。

第二节 金属切削过程的基本规律

一、切削层的变形

1. 金属切削层的变形

现以切削塑性金属材料的切屑形成过程为例,说明金属切削层的变形。

在刀具切削刃附近的切削层大致可以划分为三个变形区域,如图 1-3 所示。

(1) 第一变形区

第一变形区(I)即剪切滑移区。剪切面附近的被切削层金属,在刀具作用下产生剪切滑移变形。它是切屑形成过程中的主要变形区域。

(2) 第二变形区

第二变形区(II)是刀具前刀面与切屑的接触区,也是切削层金属经过剪切滑移后形成切屑并沿前刀面流出时,与前刀面之间产生挤压、摩擦变形的区域。切削层金属经过第一变形区的剪切滑移后形成切屑并沿前刀面流出时,仍继续受到前刀面的挤压和摩擦,使切屑底层很薄的一层金属晶粒被拉长呈纤维状,并与前刀面平行而成纤维层。与此同时,发生加工硬化现象。

(3) 第三变形区

第三变形区(III)是刀具后刀面与工件的接触区,也就是加工表面与切削刃和后刀面继续产生挤压、摩擦,造成晶粒纤维化和加工硬化的区域。

以上三个变形区的滑移面都汇集在切削刃处,因此该处的应力比较集中而且复杂。经过变形,纤维化了的金属晶粒在切削刃前被刀刃挤断为两部分:一部分成为切屑,沿前刀面流出;另一部分沿后刀面流出,形成已加工表面。因此,已加工表面与切削刃形状的关系比较密切。

2. 切屑的种类

由于工件材料不同,切削条件不同,切削过程中的变形程度不同,因而所产生的切屑种类也就不同。归纳起来,可分为四种类型,分别是带状切屑、节状切屑(挤裂切屑)、粒状切屑(单元切屑)和崩碎切屑。

切屑类型与切屑形成时发生的破坏应力状态有关,随着工件材料和切削条件的变化而变化。认识了各种切屑的变化规律后,就可主动地控制切削条件,使切屑种类向着有利于生产的方向转化。如适当地减小前角、增大主偏角、降低切削速度,都有利于断屑;适当地增大前角、减小切削厚度、提高切削速度,都有利于粒状切屑和节状切屑转化为带状切屑,使切削

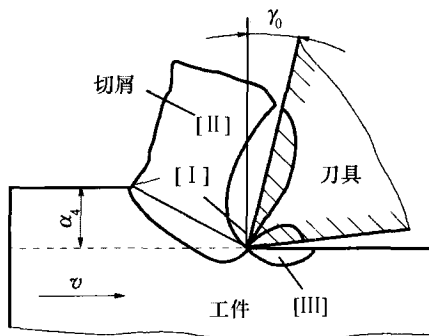


图 1-3 三个变形区的划分

力波动减小、切削过程平稳,从而得到光滑的已加工表面。

二、切削力

1. 总切削力

刀具某个切削部分在切削工件时产生的全部切削力称为该部分的总切削力,而刀具上所有参与切削的各切削部分所产生的总切削力的合力称为刀具的总切削力。

总切削力来源于三个方面:其一为克服切屑形成过程中工件材料对弹性变形的抗力;其二为克服切屑形成过程中工件材料对塑性变形的抗力;其三为克服切屑与前刀面的摩擦力和后刀面与已加工表面及过渡面间的摩擦力。这三个方面的力分别作用于刀具的前面和后面上,它们的合力就构成了该切削部分的总切削力。如图 1-4 所示。

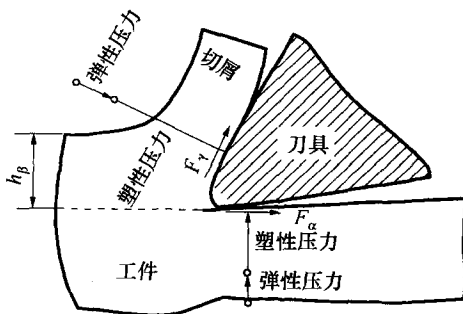


图 1-4 总切削力的来源

2. 总切削力的分解

外圆车削时总切削力可以分解为如下三种。

(1) 切削力 F_c : 总切削力 F 在主运动方向上的正投影, 亦称切向力。

(2) 进给力 F_f : 总切削力 F 在进给运动方向上的正投影, 亦称进给抗力、走刀抗力或轴向力。

(3) 背向力 F_p : 总切削力 F 在垂直于工作平面上的分力, 也称径向力或吃刀抗力。

这三个分力与总切削力之间的关系为

$$F = \sqrt{F_c^2 + F_f^2 + F_p^2}$$

F_c 是计算机床所需功率、强度和刚度的基本数据, 一般 F_c 的数值是三个分力中最大、功率消耗最多的。 F_p 是设计和校验工艺系统刚度及精度所必需的数据。 F_f 则是设计和校验机床走刀机构所必需的数据, 如图 1-5 所示。

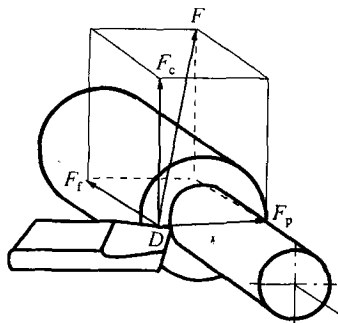


图 1-5 车削时总切削力的分解

三、切削热和切削温度

切削热是切削过程中的另一重要物理现象。切削热和由它产生的切削温度, 是刀具磨损和影响工件质量的重要原因。切削温度过高, 会使刀具磨损加剧, 寿命下降, 工件和刀具受热膨胀, 会导致工件精度超差, 质量恶化。

1. 切削热的产生与传出

切削热来源于切削层金属发生弹性、塑性变形所产生的热及切屑与前刀面、工件与后刀面之间的摩擦 (如图 1-6 所示)。

切削时所消耗的功约有 98% ~ 99% 转换为切削热,单位时间内产生的切削热可由下式计算

$$Q = F_c v_c$$

式中: Q ——切削热, J/s;

F_c ——主切削力, N;

v_c ——切削速度, m/s。

切削热由切屑、工件、刀具及周围介质传出去。影响散热的主要因素有以下几点。

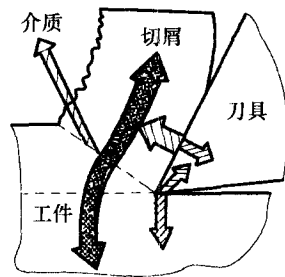


图 1-6 切削热的来源与传导

(1) 工件材料的导热性能

工件材料的热导率高,由切屑和工件散出的热就多,切削区温度就低,刀具寿命提高,但工件温升快,易引起工件热变形。

(2) 刀具材料的导热性能

刀具材料的热导率高,切削热易从刀具散出,降低了切削区温度,有利于刀具寿命的提高。

(3) 周围介质

采用冷却性能好的切削液及采用高效冷却方式能传导出较多的切削热,切削区温度就较低。

(4) 切屑与刀具的接触时间

外圆车削时,切屑形成后迅速脱离车刀而落入机床的容屑盘中,切屑传给刀具的热量相对较少,钻削或其他半封闭式容屑的加工,切屑形成后仍与刀具相接触,传导给刀具的热量就相对较多。

2. 影响切削温度的主要因素

(1) 切削用量对切削温度的影响

① 切削速度

提高切削速度,切削温度将显著上升。因为切屑沿前刀面流出时,由切屑底层与前刀面发生强烈摩擦而产生大量切削热,由于切削速度很高,在很短的时间内切屑底层的热来不及向切屑内部传导,而大量积聚在切屑底层,使切削温度升高。另外,伴随着切削速度的提高,单位时间内的金属切除量成正比例增加,消耗的功增大,切削热也增大,使切削温度上升。

② 进给量

进给量增大,单位时间内的金属切除量增多,切削热增多,切削温度上升。但切削温度随进给量增大而升高的幅度不如随切削速度变化那么显著。因为单位切削力和单位切削功率随 f 增大而减小,切除单位体积金属产生的热量减少了;同时 f 增大后,切屑变厚,切屑的热容量增大,由切屑带走的热量增多,因此切削区的温度上升不显著。

③ 背吃刀量

背吃刀量对切削温度的影响很小。因为 a_p 增大以后,切削区产生的热量虽成正比例增加,但切削刃参加工作的长度增加,散热条件得到改善,因此切削温度升高并不明显。

因切削温度对刀具磨损和寿命影响很大,由以上分析可知,为有效控制切削温度,以提高刀具寿命,选用大的背吃刀量或进给量,比选用大的切削速度有利。

(2) 刀具几何参数对切削温度的影响

前角的大小直接影响切削过程中的变形和摩擦,对切削温度有明显影响。前角大,切削温度低;前角小,切削温度高。当前角达到 $18^\circ \sim 20^\circ$ 后,对切削温度影响减小,这是因为楔角变小使散热体积减小的缘故。主偏角 κ_r 加大后,切削刃的工作长度缩短。切削热相对地集中,但刀尖角减小,使散热条件变差,切削温度将上升。

(3) 刀具磨损对切削温度的影响

刀具磨损后切削刃变钝,使金属变形增大;同时刀具后刀面与工件的摩擦加剧。所以,刀具磨损后切削温度上升。后刀面上的磨损量越大,切削温度的上升越迅速。

(4) 工件材料对切削温度的影响

①工件材料的硬度和强度越高,切削时所消耗的功越多,产生的切削热越多,切削温度就越高。

②工件材料的热导率直接影响散热性,例如不锈钢 1Cr18Ni9Ti 和高温合金,不仅热导率小,且高温下仍有较高的强度和硬度,故切削温度高。

③灰铸铁等脆性材料,切削时金属变形小,切屑呈崩碎状,与前刀面摩擦小,产生切削热少,故切削温度一般较切削塑性材料时低。

(5) 切削液对切削温度的影响

切削液对切削温度影响显著,采用冷却性能良好的切削液能有效地降低切削温度。采用喷雾冷却法,使雾状的切削液在切削区受热后汽化,也能吸收大量的热量,从而降低切削温度。

(6) 刀具材料

刀具材料的热导率高,则切削热易从刀具传出,也能降低切削区的温度。

第三节 金属切削刀具

一、刀具的结构及几何参数

金属切削刀具种类繁多,形状各异,但它们参加切削的部分在几何特征上都具有共性。外圆车刀的切削部分可以看作是各类刀具切削部分的基本形态。因此,以外圆车刀切削部分为基础给出刀具几何参数方面的有关定义。

1. 刀具切削部分的组成要素

图 1-7 所示为外圆车刀,它由刀杆和刀头(切削部分)组成。刀头直接担负切削工作,

由下列要素组成。

(1) 刀面

前刀面(A_f):直接作用于被切削的金属层,并控制切屑沿其流出的表面。

主后刀面(A_a):与工件上切削表面相互作用和相对的表面。

副后刀面(A'_a):与工件上已加工表面相互作用和相对的表面。

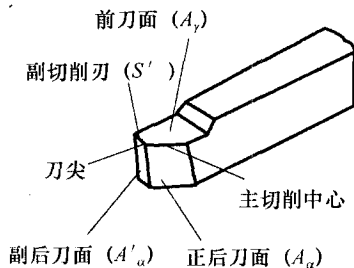


图 1-7 外圆车刀

(2) 切削刃

主切削刃(S):前刀面与主后刀面相交而得到的边锋。主切削刃担负着主要的金属切除工作,以形成工件的切削表面。

副切削刃(S'):前刀面与副后刀面相交而得到的边锋。副切削刃协同主切削刃完成金属的切除工作,以最终形成工件的已加工表面。

(3) 刀尖

主切削刃和副切削刃交点称为“刀尖”。

显然理想的外圆车刀是由一个刀尖、两个刀刃、三个刀面所组成。不同类型的刀具,其刀面和切削刃的数量也不相同,要具体分析。

2. 刀具静态坐标参考系

为了确定刀具切削部分各几何要素(刀刃和刀面)的位置,需要建立平面参考系,组成坐标系的基准。刀具静态坐标参考系是刀具设计、制造、刃磨和测量几何参数时使用的坐标系。由于刀具的几何参数是在切削过程中起作用的参数,因此,建立刀具静态坐标参考系,应以切削运动为依据,预先给出假定条件即假定运动条件和假定安装条件。在该坐标系中确定的几何参数(角度)称为刀具静态参数(角度),即标注参数(角度)。

假定运动条件是以主运动代替合成运动,忽略进给运动。

假定安装条件是刀具的设计、制造基准与安装基准重合,即刀具的底面或轴线与组成参考系的辅助平面平行或垂直。

(1) 刀具静态参考系的辅助平面

①基面 p_r 是过切削刃上选定点垂直于假定主运动方向的平面。

②切削平面 p_s 是过切削刃上选定点与主切削刃相切并垂直于基面的平面。

(2) 刀具静态角度参考系

①正交平面参考系($p_r-p_s-p_o$)

正交平面 p_o 是过切削刃选定点垂直于刀刃在基面上投影的平面,即垂直于基面和切削平面的平面。如图 1-8 所示, $p_r-p_s-p_o$ 组成正交平面参考系。

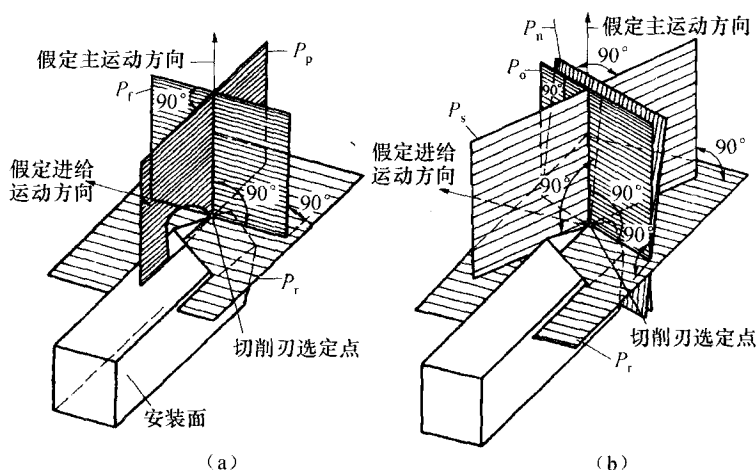


图 1-8 假定条件和假定平面

②法平面参考系($p_r-p_s-p_n$)

法平面 p_n 是过切削刃选定点垂直于切削刃的平面。如图 1-8 所示, $p_r-p_s-p_n$ 组成法平面参考系。

③工作平面和背平面参考系($p_r-p_s-p_r, p_p$)

工作平面 p_r 是过切削刃选定点平行于进给运动方向, 并垂直于基面的平面。

背平面 p_p 是过切削刃选定点垂直于进给运动方向, 并垂直于基面的平面。如图 1-8 所示, $p_r-p_s-p_r$ 和 $p_r-p_s-p_p$ 组成工作平面和背平面参考系。

3. 刀具静态角度

(1) 正交平面参考系中的角度(如图 1-9 所示)

①前角 γ_0 是切削刃上选定点的基面与前刀面的夹角, 在正交平面中的度量值。

②后角 α_0 是切削刃上选定点的切削平面与后刀面的夹角, 在正交平面中的度量值。

③主偏角 κ_r 是切削刃上选定点的切削平面与进给平面间的夹角, 在基面中的度量值。

④刃倾角 λ_s 是切削刃上选定点的基面与主切削刃间的夹角, 在切削平面中的度量值。

⑤副后角 α'_0 是副切削刃上选定点的副切削平面与副后刀面的夹角, 在副正交平面中的度量值。

⑥副偏角 κ'_r 是副切削刃上选定点的副切削平面与进给平面的夹角, 在基面中的度量值。

由于车刀上主、副切削刃公用一个前刀面, 所以, 主切削刃上的四个基本角度确定后, 副刀刃上的前角 γ'_0 和副刃倾角 λ'_s 也随之确定, 图样上不必标注。因此, 一把外圆车刀有六个独立的基本角度, 即四个主刀刃两个副刀刃。

(2) 法平面参考系中的角度

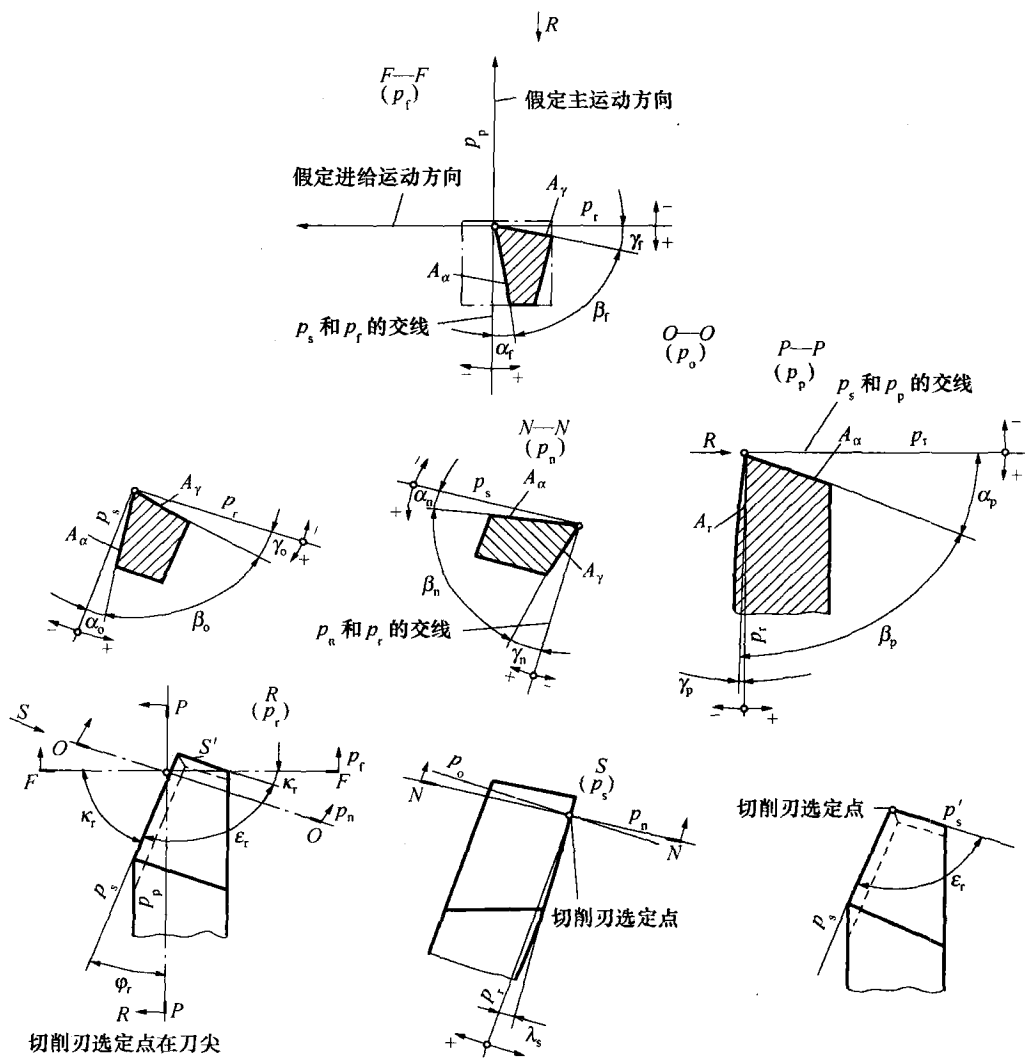


图 1-9 刀具的静态角度

如图 1-10 所示,法前角 γ_n 是切削刃上选定点的基面与前刀面的夹角,在法剖面中的度量值;法后角 α_n 是切削刃上选定点的切削平面与主后刀面的夹角,在法剖面中的度量值;其他角度与上相同。

(3) 工作平面和背平面中的角度(如图 1-11 所示)

- ① 工作前角 γ_f 是切削刃上选定点的基面与前刀面的夹角,在工作平面中的度量值。
- ② 工作后角 α_f 是切削刃上选定点的切削平面与主后刀面的夹角,在工作平面中的度量值。