

机电一体化系列教材

机械制造基础

JIXIE ZHIZAO JICHU

机械电子工程专业专科与相近专业本科适用

张福润 席光表 编
周星元 王少军

黄奇葵 主审

华中理工大学出版社

机电一体化系列教材

机械制造基础

(机械电子工程专业专科与相近专业本科适用)

张福润 席光表 周星元 王少军 编
主审 黄奇葵

华中理工大学出版社

(鄂)新登字第 10 号

图书在版编目(CIP)数据

机械制造基础/张福润等编

武汉:华中理工大学出版社, 1997. 8

ISBN 7-5609-1431-4

I. 机…

I. ①张… ②席… ③周… ④王…

Ⅱ. 机械制造-基础知识-高等学校-教材

N. TH16

机电一体化系列教材

机械制造基础

张福润 席光表 周星元 王少军 编

主审 黄奇葵

责任编辑:钟小珉

华中理工大学出版社出版发行

(武昌喻家山 邮编:430074)

新华书店湖北发行所经销

华中理工大学出版社照排室排版

武汉市硚口区教育印刷厂印刷

开本:787×1092 1/16 印张:18.25 字数:450 000

1997年8月第1版 1997年8月第1次印刷

印数:1-5 000

ISBN 7-5609-1431-4/TH·81

定价:16.50 元

(本书若有印装质量问题,请向出版社发行部调换)

内 容 简 介

本书是为机电一体化专业和机械制造类专业学生学习现代机械制造基础知识而编写的。全书共分四章,分别介绍了金属切削原理与刀具、金属切削机床、机械制造工艺及机床夹具设计等方面的基础理论和基本知识。

本书具有内容简明、概念清楚、叙述通俗、便于学习的特点,可用作高等专科学校机械制造类专业学生(特别是机电一体化专业学生)的专业课教材,也可作为电视大学、函授大学、职工大学机械类、近机类专业的教学用书,同时还可供从事机械设计与制造的工程技术人员参考。

序

机电一体化是一项将机械、电子、计算机、信息处理及自动控制等多种技术融为一体并综合运用的复合技术,近年来国内外在科技和生产领域都非常重视这一技术,竞相积极研究、应用和发展。我国用以设计开发了一些机电一体化产品和制造系统,使机械工业的振兴目标“三上一提高”(上品种、上质量、上水平、提高经济效益)实现了新的飞跃。

当今世界上国与国之间的竞争,说到底是在经济实力的竞争,而经济实力的竞争主要又是科学技术的竞争。

《党中央、国务院关于加速科学技术进步的决定》明确提出:“科教兴国,是指全面落实科学技术是第一生产力的思想,坚持教育为本,把科技和教育摆在经济、社会发展的重要位置,增强国家的科技实力及向现实生产力转化的能力,提高全民族的科技文化素质,把经济建设转移到依靠科技进步和提高劳动者素质的轨道上来,加速实现国家的繁荣昌盛。”

“科技人才是第一生产力的开拓者,是社会主义现代化建设的骨干力量。为适应社会主义现代化建设的需要,提高经济、科技在国际上的竞争力,必须充分发挥现有科技人员的作用,培养造就千百万年轻一代科技人才,建设一支跨世纪的宏大科技队伍。”

近年来,我国有关高等院校为主动适应教育要面向现代化、面向世界、面向未来的需要,积极致力于培养机械技术与电子技术有机结合的机电一体化人才,改造原有相关专业,修订教学计划,国家教委决定增设“机电控制及自动化”专业。

随着教学改革的深入发展,必须更新教学内容和教学方法,编写出版作为师生进行教学活动重要依据的、符合专业培养目标和教学计划要求的教材。华中理工大学机械学院已率先陆续编写出版了本科专业用的机电一体化系列教材。为适应专科层次的教学需要,在华中理工大学出版社的积极倡导支持下,湖北工学院机械工程系邀请华中理工大学、武汉交通科技大学、武汉水利电力大学、武汉纺织工学院、武汉汽车工业大学、长沙铁道学院、广东工业大学、郑州工学院等11所院校的代表,于1995年1月共同商讨编写出版专科专业用机电一体化系列教材,成立了编审委员会,全面负责该系列教材编写出版的组织协调工作。经过这次会议和其后的几次会议的认真讨论和协商,决定结合各院校的教学需要,第一批编写机械制造基础、机电工程控制基础、机电传动与控制、工程测试基础、数控技术、单片机原理与接口技术、工业机器人以及CAD/CAM基础等八门课程的教材,由各院校代表推荐并确定了学术水平较高、教学经验丰富的教师分工编写,由华中理工大学出版社出版。

该系列教材的编写是依据各院校代表提出并经讨论综合修订的教学大纲,遵循保证基础、联系实际、反映现代、便于教学的原则。为保证书稿质量,决定实行各书主编负责制;聘请中科院院士、华中理工大学校长杨叔子教授和湖北工学院院长宋尔涛教授为编委会顾问;聘请华中理工大学熊有伦(中科院院士)、廖效果、黄奇葵、卢文祥、邓星钟教授,武汉交通科技大学刘守善、陈定方教授,湖北工学院院长宋尔涛教授分别担任各书的主审。

该系列教材适用于普通高等学校机电一体化有关专科专业和非机电类本科专业,也可供函授大学、夜大学、广播电视大学、职工大学以及成人高等教育自学考试等有关专业使用,对广大工程技术人员和企业管理干部及职工自学机电一体化知识与技术也是一套较为适用的参考读物。

经过全体编审和出版人员的共同努力,这套系列教材的第一批八本书陆续出版了。在编审和出版过程中,得到了湖北工学院教务处长何金国副教授、机械系原系主任张建钢副教授及办公室负责同志,华中理工大学出版社领导及有关编辑的指导和支持;各参编院校的有关负责同志和工作人员,特别是参加编写的教师,做了大量的工作,付出了辛勤的劳动,给予了积极有效的支持和帮助。在此,谨向他们致以衷心诚挚的感谢。

由于编写的时间紧,编者的水平和经验有限,这次出版的八本书难免存在一些缺点和不足之处,恳请同行专家、学者和广大读者不吝指教,提出宝贵的批评和修改意见,为进一步提高该系列教材的质量而共同努力。

机电一体化专科系列教材编委会主任 席宏卓

1996年9月

前 言

当前,我国改革开放和经济建设进入了一个新的历史时期,社会主义现代化建设事业,特别是正在建立的社会主义市场经济体制对高等工程教育人才培养工作提出了许多新的要求;科学技术的飞速发展使很多基础学科领域的理论体系有了重大发展与变化,也使工业领域内的新技术、新工艺、新材料层出不穷;与此同时,高等工程教育的课程体系却在几十年内变化不大,相当一部分的教学内容陈旧,工程实践训练有较大削弱。所有这些,都迫切要求高等工程教育改革人才培养模式,拓宽专业口径,调整学生的知识能力结构,注重对学生素质与能力的培养,深入地进行教学内容和课程体系改革。本书就是在这样的形势下组织编写的。

为了拓宽专业口径,增强学生的社会适应性,在编写本书时我们强调了“少而精”的原则,并努力提高课程的综合化程度,期望以少量有限的课程(课时)来覆盖日益增长的知识量,力图改变专业课偏多、偏窄、偏深和部分内容陈旧的状况。

本书是金属切削原理与刀具、金属切削机床、机械制造工艺和机床夹具设计四个部分的基本理论和基础知识的有机结合。对机械制造类专业(特别是机电一体化专业)的学生而言,通过本课程的学习以及实验、生产实习、课程设计等有关教学环节的配合,可以获得关于机械制造(冷加工)的最基本的专业知识和技能。其具体内容包括:

(1) 金属切削加工的基本概念,金属切削过程的基本规律及其应用;常用刀具材料的性能和应用范围,以及各种常用刀具的特点及其几何参数的选用原则。

(2) 各种金属切削机床的工作原理、传动及结构;分析机床运动和传动的方法。

(3) 机械制造工艺的基本理论;正确制订工件机械加工工艺规程的步骤和方法。

(4) 机床夹具设计原理;正确设计中等复杂程度夹具的步骤和方法。

本书第一章由周星元编写,第二章由席光表编写,第三章由张福润编写,第四章由王少军编写。全书由张福润统稿和定稿,由黄奇葵审阅。

限于编者水平,书中不妥之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

1996年10月

目 录

第一章 金属切削原理与刀具	(1)
§ 1-1 金属切削加工的基本概念	(1)
§ 1-2 金属切削刀具的基本概念	(3)
§ 1-3 金属切削过程的基本规律	(12)
§ 1-4 关于提高切削加工质量与切削效率的问题	(26)
§ 1-5 磨削加工	(40)
§ 1-6 常用金属切削刀具简介	(45)
习题与思考题	(62)
第二章 金属切削机床	(64)
§ 2-1 机床综述	(64)
§ 2-2 车床	(73)
§ 2-3 齿轮加工机床	(97)
§ 2-4 其他各类机床	(107)
习题与思考题	(137)
第三章 机械加工工艺规程的制订	(139)
§ 3-1 基本概念	(139)
§ 3-2 零件的工艺性分析和毛坯选择	(145)
§ 3-3 定位基准的选择	(152)
§ 3-4 工艺路线的拟订	(159)
§ 3-5 机械加工工序的设计	(167)
§ 3-6 工艺过程的生产率与技术经济分析	(173)
§ 3-7 工艺尺寸链	(180)
§ 3-8 箱体类零件加工工艺分析	(195)
习题与思考题	(200)
第四章 机床夹具设计原理	(203)
§ 4-1 概述	(203)
§ 4-2 工件在夹具中的定位	(206)
§ 4-3 工件在夹具中的夹紧	(227)
§ 4-4 夹具的其他装置	(240)
§ 4-5 夹具应用举例	(248)
§ 4-6 专用夹具的设计步骤、方法及实例	(272)
习题与思考题	(279)
主要参考文献	(283)

第一章 金属切削原理与刀具

§ 1-1 金属切削加工的基本概念

金属切削加工是利用刀具从工件毛坯上切去一层多余的金属,从而使工件达到规定要求的几何形状、尺寸精度和表面质量的机械加工方法。在切削加工过程中,刀具与工件之间始终存在着相对运动和相互作用。因此,了解和掌握切削过程中的各种矛盾和规律,对保证工件的加工质量,发挥刀具的切削效率,提高切削加工的经济效益,都有着重要的实际意义。

一、切削运动

虽然金属切削的方法很多,所用的刀具形状结构也各不相同,但在切削过程中,为从工件表面切去多余的金属层,都必须具有相应的切削运动。因此,切削运动就是工件与刀具之间的相对运动。而各种切削加工的切削运动,都是由一些简单的直线运动和旋转运动组合而成的。按照它们在切削过程中的作用,一般分为主运动和进给运动(图 1-1)。

(一) 主运动

主运动是直接切除工件上的金属层,使之成为切屑的基本运动。通常,主运动的速度最高,所消耗的功率最大。在切削运动中,主运动只有一个,它可以由工件完成,也可以由刀具完成,可以是旋转运动,也可以是直线运动。主运动的速度称为切削速度,用 v_c 表示。车削外圆时的主运动是工件的旋转运动。

(二) 进给运动

进给运动是使新的金属层不断投入切削过程,以便形成全部已加工表面的运动。进给运动一般速度较低,消耗的功率较少,可由一个或多个运动组成。它可以是连续的,也可以是间断的。进给运动的速度称为进给速度,用 v_f 表示。车削外圆时的进给运动是车刀沿平行于工件轴线方向的连续直线运动。

(三) 合成切削运动

在大多数的切削加工中,主运动和进给运动是同时进行的。因此,刀具与工件之间的切削运动就是主运动和进给运动的合成运动,一般用合成切削速度 v_c 表示(图 1-1)。车削外圆时的合成切削速度为

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

由于通常 v_f 比 v_c 小得多,故一般就认为 $v_c \approx v_c$ 。

二、切削时的工件表面

在切削过程中,工件上通常存在着如图 1-1 所示的三个不断变化着的表面,即:

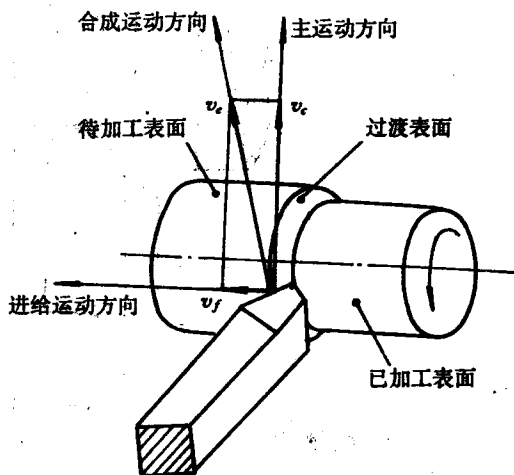


图 1-1 切削运动与工件表面

- (1) 待加工表面——工件上即将被切除的表面；
- (2) 已加工表面——工件上已切去切削层而形成的新表面；
- (3) 过渡表面(加工表面)——工件上被切削刃正在切削的表面,亦即已加工表面和待加工表面之间的过渡表面。

三、切削用量三要素

切削用量是表示切削过程中各个切削运动的重要工艺参数,它包括切削速度、进给量和背吃刀量(切削深度),称为切削用量三要素。图 1-2 为车削外圆时的切削用量示意图。

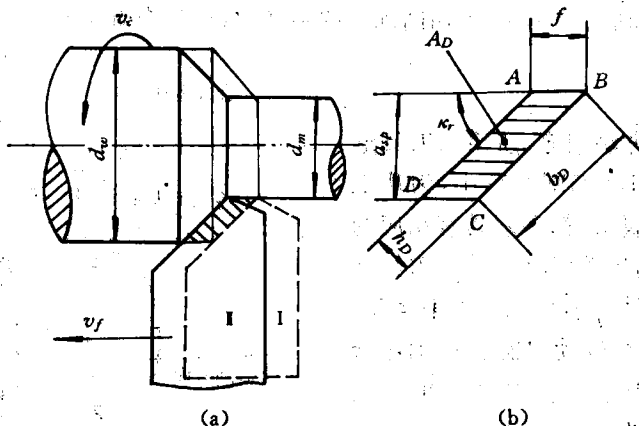


图 1-2 切削用量与切削层参数

(一) 切削速度 v_c

切削速度是指切削刃上选定点相对于工件的主运动的瞬时速度,单位为 m/s 。由于切削刃上各点的切削速度不相等,故计算时一般是取其最大的切削速度。如外圆车削时的主运动为工件的旋转运动,则切削速度的计算公式为

$$v_c = \frac{\pi d_w n}{1000} \quad m/s \quad (1-2)$$

式中, d_w ——工件的最大直径(mm),亦即工件待加工表面的直径;

n ——工件的转速(r/s)。

(二) 进给量 f

进给量是指刀具在进给运动方向上相对于工件的位移量,单位是 mm/r (用于车削、镗削等)或 $mm/行程$ (用于刨削、磨削等)。也可以用进给速度 v_f (单位是 mm/s) 或每齿进给量 f_z (用于铣刀、铰刀等多刃刀具,单位是 mm/z) 来表示。显然:

$$v_f = nf = zfz \quad mm/s \quad (1-3)$$

式中, z ——刀具的刀齿数。

(三) 背吃刀量 a_p (切削深度 a_p)

背吃刀量是指在垂直于主运动方向和进给运动方向所组成的工作平面上测量的刀具与工件的接触量。对于外圆车削,如图 1-2 所示,为工件上已加工表面和待加工表面之间的垂直距离,单位为 mm 。即

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

式中, d_m ——工件已加工表面直径(mm)。

四、切削层参数

切削层是指由刀具在切削部分的一个单一动作所切除的工件材料层。外圆车削时的切削层,就是工件转一圈,主切削刃移动一个进给量所切除的一层金属层。如图1-2中的ABCD所示。一般规定用垂直于切削速度 v_c 的平面内的切削层参数来表示它的形状和尺寸。

(1) 切削层公称厚度 h_D (切削厚度 a_e)——垂直于过渡表面测量的切削层尺寸,即相邻两过渡表面之间的距离。它反映了切削刃单位长度上的切削负荷。由图1-2,得

$$h_D = f \sin \kappa_r \quad \text{mm} \quad (1-5)$$

式中, κ_r ——车刀主偏角(度)。

(2) 切削层公称宽度 b_D (切削宽度 a_w)——沿过渡表面测量的切削层尺寸。它反映了切削刃参加切削的工作长度。由图1-2,得

$$b_D = \frac{a_p}{\sin \kappa_r} \quad \text{mm} \quad (1-6)$$

(3) 切削层公称横截面积 A_D (切削面积 A_c)——切削层在切削层尺寸平面内的实际横截面积,即切削层公称厚度与切削层公称宽度的乘积。由图1-2,得

$$A_D = h_D \cdot b_D = f \sin \kappa_r \cdot \frac{a_p}{\sin \kappa_r} = f a_p \quad \text{mm}^2 \quad (1-7)$$

§ 1-2 金属切削刀具的基本概念

金属切削刀具是切削加工中直接承担切削工作的重要工具,也是切削加工中影响生产率、加工质量和成本的重要因素之一。因此,必须根据不同的加工方法和加工对象,正确地选择刀具的种类、材料、结构和几何形状,以保证切削加工能有效地顺利进行。

一、刀具切削部分几何形状和基本定义

金属切削刀具的种类很多,形状、结构也各不相同。但是它们的基本任务,都是在切削运动的作用下,用刀刃从工件毛坯上切下多余的金属。因此,在结构上都具有共同的特征,尤其是它们的切削部分总是与外圆车刀切削部分的基本形态相似(图1-3)。因此,通常是以外圆车刀为代表,来确定刀具切削部分几何参数的一般性定义,并可以此推广运用到其他各种刀具上去。

(一) 车刀的基本组成

车刀由夹持部分(用来安装刀片或与机床连接)和切削部分(用于承担切削工作)所组成,如图1-4所示。刀具切削部分的结构要素及其基本定义如下:

(1) 前刀面 A_f ——刀具上与切屑接触并相互作用的刀面。

(2) 主后刀面 A_m ——刀具上与工件过渡表面相对并相互作用的刀面。

(3) 副后刀面 A'_m ——刀具上与工件已加工表面相对并相互作用的刀面。

(4) 主切削刃 S ——前刀面与主后刀面的交线,它完成主要的切削工作。

(5) 副切削刃 S' ——前刀面与副后刀面的交线,它配合主切削刃完成切削工作,并最终形成已加工表面。

(6) 刀尖——主切削刃和副切削刃相交的转折部分,为提高刀尖的强度,许多刀具都在刀

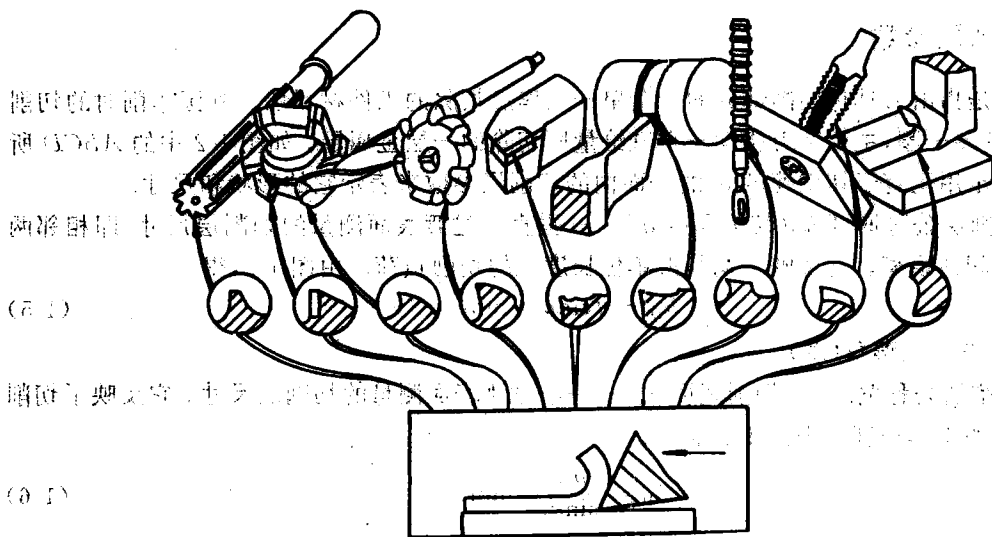


图 1-3 各种刀具切削部分的形状

尖处刃磨出曲线或折线过渡刃。

(二) 刀具切削部分的几何角度

1. 刀具标注角度参考系

为了确定刀具切削部分的几何形状和角度,即确定各刀面和刀刃的空间位置,首先必须建立一个空间坐标参考系。刀具角度的参考系有两种:静止参考系和工作参考系。前者是用于刀具的设计、制造和刃磨时定义几何角度的参考系;后者是用于规定刀具切削时的几何角度的参考系,即用来分析刀具切削时的实际切削角度(即工作角度)的参考系。刀

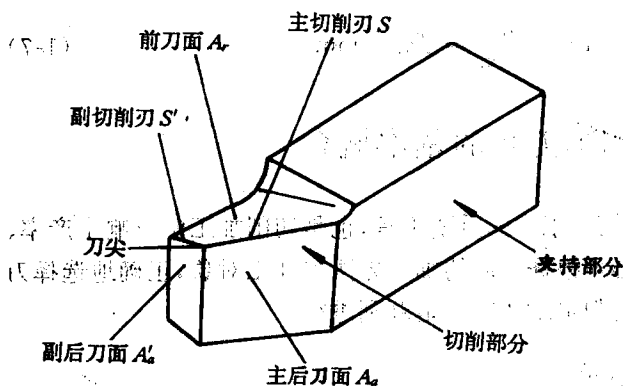


图 1-4 车刀的组成

具静止参考系主要由以下坐标平面组成(图 1-5):

- (1) 基面 P_r ——通过切削刃上选定点,且与该点的切削速度方向垂直的平面。
- (2) 切削平面 P_c ——通过切削刃上选定点,且与切削刃相切并垂直于基面的平面。
- (3) 正交平面(主剖面) P_o ——通过切削刃上选定点,且与该点的基面和切削平面同时垂直的平面。显然,正交平面垂直于主切削刃在基面上的投影。
- (4) 法平面(法剖面) P_n ——通过切削刃上选定点,且与切削刃垂直的平面。
- (5) 假定工作平面(进给剖面) P_f ——通过切削刃上选定点,且垂直于基面并平行于假定进给运动方向的平面。
- (6) 背平面(切深剖面) P_b ——通过切削刃上选定点,且垂直于基面和假定工作平面的平面。

2. 刀具标注角度

刀具的标注角度是刀具设计图上所标注的刀具几何角度,也是刀具在制造和刃磨时的控制角度。参照 ISO 标准,我国一般以正交平面参考系为主,兼用法平面参考系及假定工作平面

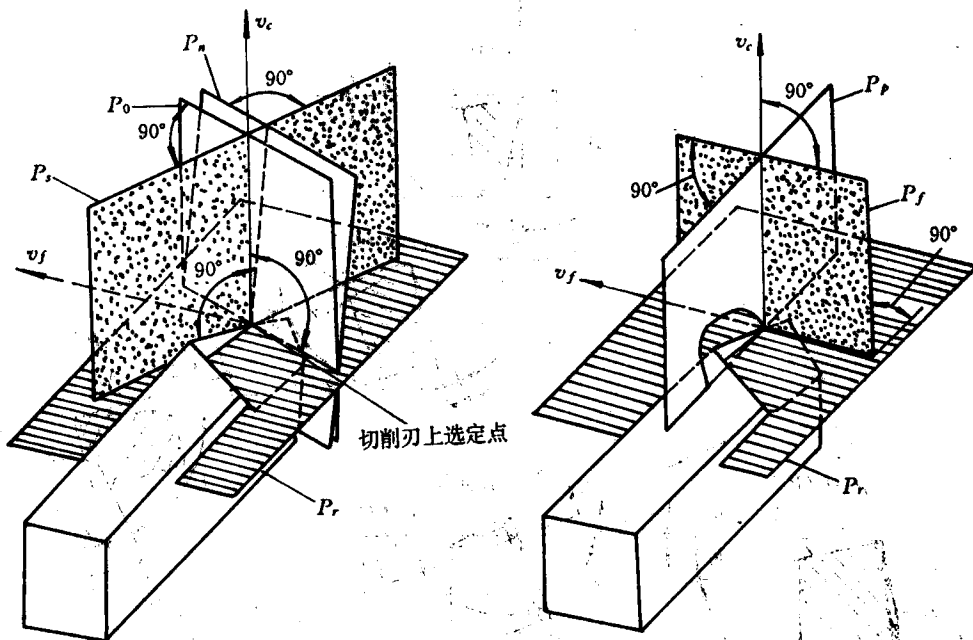


图 1-5 刀具静止参考系

和背平面参考系。图 1-6 为静止参考系车刀标注角度,其基本定义如下:

(1) 正交平面参考系标注角度 正交平面参考系由 P_0 、 P_r 、 P_s 组成,其基本角度主要有以下五个:

前角 γ_0 ——在正交平面内测量的前刀面与基面间的夹角。前角的正、负方向按图示规定表示,即刀具前刀面在基面之下时,为正前角;刀具前刀面在基面之上时,为负前角。

后角 α_0 ——在正交平面内测量的主后刀面与切削平面间的夹角。

主偏角 κ_r ——在基面内测量的主切削刃在基面上的投影与假定进给方向间的夹角。

副偏角 κ'_r ——在基面内测量的副切削刃在基面上的投影与假定进给反方向间的夹角。

刃倾角 λ ——在切削平面内测量的主切削刃与基面间的夹角。刃倾角的正、负方向按图示规定表示,即当刀尖为主切削刃上最高点时, λ 为正值;当刀尖为主切削刃上最低点时, λ 为负值。

(2) 法平面参考系标注角度 法平面参考系由 P_n 、 P_r 、 P_f 三个平面组成。法平面系中的刀具角度的定义与正交平面系中的角度定义相似,除法前角 γ_n 和法后角 α_n 是在法平面 P_n 内测量外,其余三个角度与正交平面系角度完全相同。两参考系内的前角和后角可用下列公式进行换算:

$$\operatorname{tg} \gamma_n = \operatorname{tg} \gamma_0 \cos \lambda, \quad (1-8)$$

$$\operatorname{ctg} \alpha_n = \operatorname{ctg} \alpha_0 \cos \lambda, \quad (1-9)$$

(3) 假定工作平面和背平面参考系标注角度 在假定工作平面 P_f 内测量的前角和后角分别称为侧前角 γ_f 和侧后角 α_f ;在背平面 P_s 内测量的前角和后角分别称为背前角 γ_s 和背后角 α_s 。其他角度和正交平面系角度相同。它们与正交平面系中的前角 γ_0 和后角 α_0 间的换算关系为

$$\operatorname{tg} \gamma_f = \operatorname{tg} \gamma_0 \sin \kappa_r - \operatorname{tg} \lambda \cos \kappa_r, \quad (1-10)$$

$$\operatorname{ctg} \alpha_f = \operatorname{ctg} \alpha_0 \sin \kappa_r - \operatorname{tg} \lambda \cos \kappa_r, \quad (1-11)$$

$$\operatorname{tg} \gamma_s = \operatorname{tg} \gamma_0 \cos \kappa_r + \operatorname{tg} \lambda \sin \kappa_r, \quad (1-12)$$

$$\operatorname{ctg} \alpha_s = \operatorname{ctg} \alpha_0 \cos \kappa_r + \operatorname{tg} \lambda \sin \kappa_r, \quad (1-13)$$

(三) 刀具的工作角度

于工件轴线时,工作角度的变化则正好相反。其变化规律为

$$\gamma_{pe} = \gamma_p \pm \theta_p \quad (1-14)$$

$$\alpha_{pe} = \alpha_p \mp \theta_p \quad (1-15)$$

$$\operatorname{tg} \theta_p = \frac{h}{\sqrt{(d_w/2)^2 - h^2}} \quad (1-16)$$

式中, h ——刀尖高于或低于工件轴线的距离(mm);

d_w ——工件待加工表面直径(mm)。

把它们换算到正交平面内,也会得到工作前角 γ_{oe} 和工作后角 α_{oe} 会产生相应的变化。

2. 刀杆中心线偏斜对工作角度的影响

当车刀刀杆的中心线与进给方向不垂直时,车刀的主偏角 κ_r 和副偏角 κ'_r 将会发生变化。

如图 1-8(a) 所示,刀杆右斜,则使工作主偏角 κ_{re} 增大,工作副偏角 κ'_{re} 减小;如果刀杆左斜,则

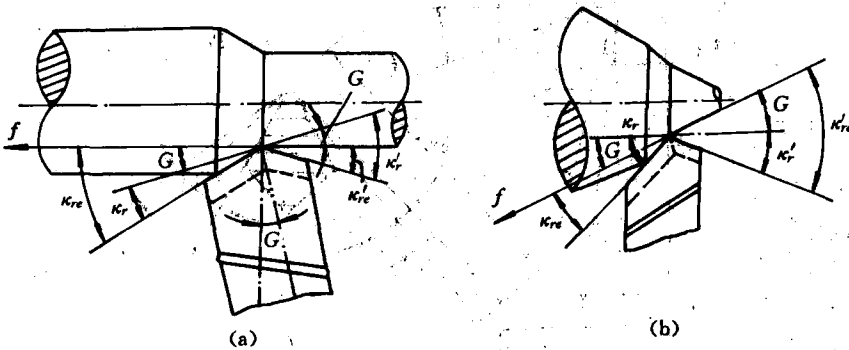


图 1-8 刀杆中心线与进给方向不垂直对工作角度的影响

工作主偏角 κ_{re} 减小,工作副偏角 κ'_{re} 增大。其变化规律为

$$\kappa_{re} = \kappa_r \pm G \quad (1-17)$$

$$\kappa'_{re} = \kappa'_r \mp G \quad (1-18)$$

式中, G ——进给方向的垂线与刀杆中心线间的夹角。

图 1-8(b) 所示为车圆锥体时,进给方向与工件轴线不平行,同样也会使车刀的主偏角和副偏角发生变化。

3. 横向进给运动对工作角度的影响

图 1-9 所示为切断车刀加工的情况。加工时,切断车刀作横向直线进给运动,即工件转一转,车刀横向移动距离 f 。因此,切削速度方向 v_c 变至合成切削速度 v_e ,因而基面 P_r 由水平位置变至工作基面 P_{re} ,切削平面 P_s 由垂直位置变至工作切削平面 P_{se} ,从而引起了刀具的前角和后角发生变化。其变化规律为

$$\gamma_{oe} = \gamma_0 + \mu \quad (1-19)$$

$$\alpha_{oe} = \alpha_0 - \mu \quad (1-20)$$

$$\mu = \arctan \frac{f}{\pi d} \quad (1-21)$$

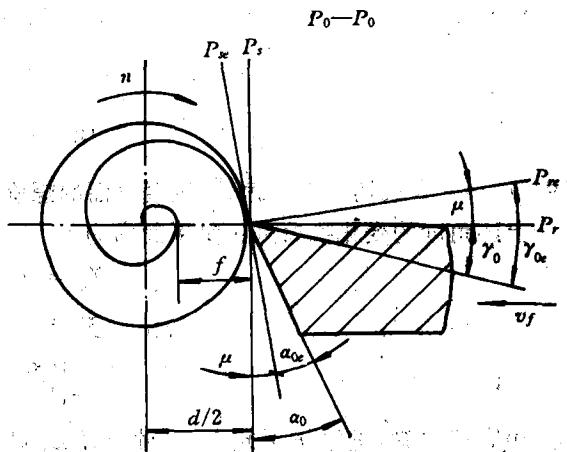


图 1-9 横向进给运动对工作角度的影响

由式(1-21)可知,当进给量 f 增大,则 μ 值增大,而工作瞬时直径 d 减小, μ 值也增大。因此,车削至接近工件中心时, μ 值增长很快,工作后角变为负值,而使工件最后被挤断。

4. 轴向进给运动对工作角度的影响

如图 1-10 所示,车削外圆时,假定车刀 $\lambda=0$,如不考虑进给运动,则基面 P_r 平行于刀杆底面,切削平面 P_s 垂直于刀杆底面。若考虑进给运动,则过切削刃上选定点的相对速度方向是合成切削速度 v ,而不是主运动 v_c ,故刀刃上选定点相对于工件表面的运动就是螺旋线。这时,工作基面 P_{rs} 和工作切削平面 P_{ss} 就会在空间偏转一定的角度 μ_f ,从而使得刀具在假定工作平

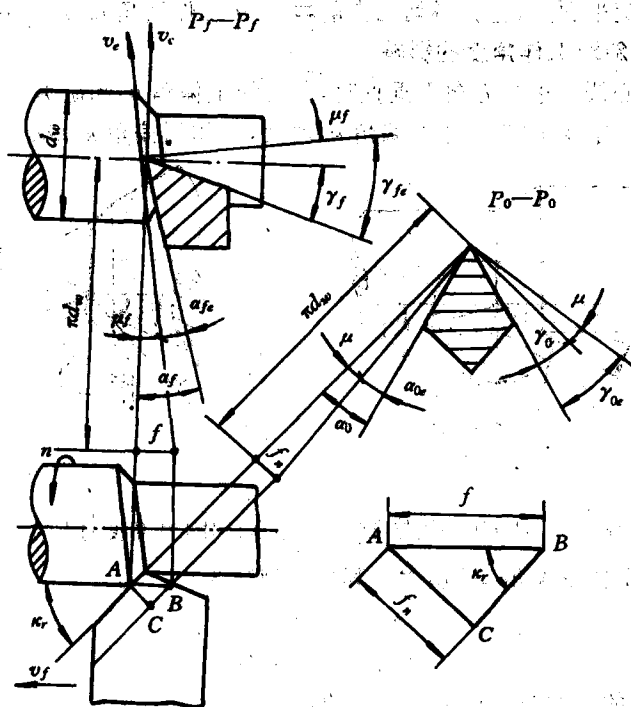


图 1-10 轴向进给运动对工作角度的影响

面内的工作前角 γ_{fs} 增大,工作后角 α_{fs} 减小。其变化规律为

$$\gamma_{fs} = \gamma_f + \mu_f \quad (1-22)$$

$$\alpha_{fs} = \alpha_f - \mu_f \quad (1-23)$$

$$\operatorname{tg} \mu_f = \frac{f}{\pi d_w} \quad (1-24)$$

式中, μ_f ——合成切削速度角,即过渡表面的螺旋升角。

上述角度的变化换算到正交平面内为

$$\gamma_{0s} = \gamma_0 + \mu \quad (1-25)$$

$$\alpha_{0s} = \alpha_0 - \mu \quad (1-26)$$

$$\operatorname{tg} \mu = \frac{f \sin \kappa_r}{\pi d_w} = \operatorname{tg} \mu_f \sin \kappa_r \quad (1-27)$$

由上式可知,进给量 f 越大,工件直径 d_w 越小,则工作角度变化值就越大。一般车削时,由进给运动所引起的 μ_f 值不超过 $30' \sim 1^\circ$,故常忽略不计。但是在车削大螺距螺纹或蜗杆时,进给量 f 很大,故 μ_f 值较大,则必须考虑它对刀具工作角度的影响。

二、刀具切削部分的材料及其选择

在切削过程中,刀具能否胜任切削工作,与刀具切削部分的材料性能有着很密切的关系。刀具在切削金属时,其切削部分在高温下要承受很大的压力和冲击,前、后刀面还要受到工件表面和切屑的强烈摩擦。因此,刀具切削部分材料性能应当具备以下基本要求:

- (1) 刀具材料硬度必须比工件材料硬度高,一般常温硬度都应在 HRC60 以上;
- (2) 要有足够的强度和韧性,以承受切削力及冲击与振动;
- (3) 要有较高的耐磨性,使刀具具有较长的耐用度和使用寿命;
- (4) 要有良好的耐热性,在高温下仍能保持正常的切削性能。

另外,还要具有良好的制造工艺性(如切削加工性能、刃磨性能、热处理性能和焊接性能等)和经济性(如资源丰富、价格低廉等)。

目前,我国常用的刀具材料有:高速钢、硬质合金和非金属材料等三大类。

(一) 高速钢

高速钢是含有较多钨、钼、铬、钒等元素的高合金工具钢。高速钢具有较高的硬度(热处理硬度可达 HRC62~67)和耐热性(切削温度可达 550~600℃),它所允许的切削速度是碳素工具钢和合金工具钢的好几倍。高速钢的强度和韧性比较好,抗冲击振动的能力较强。刃磨后刃口锋利,加之其制造加工性能较好,故大量地用来制造如钻头、丝锥、铣刀、拉刀、齿轮刀具等较复杂的刀具。

目前常用的普通高速钢牌号有 W18Cr4V(钨系)和 W6Mo5Cr4V2(钼系)。对于耐热钢、高强度钢、高温合金、不锈钢等难加工材料,还可以选用高性能高速钢。高性能高速钢是在普通高速钢中再添加一些其他合金元素,进一步提高其耐磨性能和耐热性能的新型高速钢。W6Mo5Cr4V2Al(铝高速钢)和 W2Mo9Cr4VCo8(钴高速钢)就是两种常用的高性能高速钢。

表 1-1 列出了几种常用高速钢的牌号、主要性能和用途。

(二) 硬质合金

硬质合金是用高耐磨性和高耐热性的金属碳化物(WC、TiC、TaC、NbC 等)与金属粘结剂(Co、Ni、Mo 等)在高温下烧结而成的粉末冶金制品。它的硬度、耐磨性、耐热性均高于高速钢,故其耐用度和切削速度比高速钢要高得多。一般硬质合金的常温硬度可达 HRA89~93,在 800~1000℃的高温下仍能保持良好的切削性能。但其韧性较差,性脆怕振,刃口不锋利,较难加工,不易做成形状较复杂的整体刀具。因此,目前还不能完全取代高速钢。由于硬质合金的切削性能优良,故不仅广泛用于车刀、铣刀、镗刀等较简单的刀具,而且一些较复杂的刀具,如拉刀、滚刀等,也采用硬质合金来制造。常用的硬质合金有三大类。

1. 钨钴类硬质合金(YG 类)

YG 类硬质合金主要由 WC 和 Co 组成,其常温硬度为 HRA89~91,切削温度可达 800~900℃,常用的牌号有 YG3、YG6、YG8 等。YG 类硬质合金的抗弯强度和冲击韧性较好,不易崩刃,很适宜切削切屑呈崩碎状(短切屑)的铸铁等脆性材料。YG 类硬质合金的刃磨性较好,刃口可以磨得较锋利,故切削有色金属及合金的效果也较好。另外,YG 类硬质合金的耐热性和耐磨性较差,因此一般不用于普通钢材的切削加工。但它的韧性好,导热系数较大,可以用来切削加工不锈钢和高温合金钢等难加工材料。

2. 钨钛钴类硬质合金(YT 类)

YT 类硬质合金主要由 WC、TiC 和 Co 组成,其常温硬度为 HRA89~93,切削温度可达