

21世纪

自学·复习·考研系列丛书

金属切削原理

试题精选与答题技巧

● 机械工程系列

突出重点
明确思路
提高能力

JINSHU QIEXIAO YUANLI SHITI

JINGXUAN YU DATI JIQIAO

王娜君 主编

哈尔滨工业大学出版社



21 世纪自学·复习·考研系列丛书

机械工程系列

金属切削原理试题精选与答题技巧

主 编 王娜君
副主编 王 杨
主 审 韩荣第

哈尔滨工业大学出版社
哈 尔 滨

内 容 提 要

本书是依据高等院校“金属切削原理”课程的教学大纲和考研的要求,为高等工科院校机械类专业学生复习和备考研究生所编写的复习指导书。

全书共分十二章,包括:基本定义;刀具材料;金属切削变形过程;切削力;切削热和切削温度;刀具磨损、破损和刀具耐用度;工件材料的切削加工性;切削液;已加工表面质量;刀具合理几何参数的选择;切削用量的制定。在附录中给出了研究生入学考试模拟试题及参考答案、部分研究生考试试题、哈尔滨工业大学2000年“金属切削原理”课程考研复习大纲,还给出了本科生习题和思考题,部分本、专生考试试题等。

本书在具体内容上突出了基本要求和知识要点,在表述形式上侧重于典型范例分析和答题技巧指导。

本书内容全面、重点突出、线索清楚、指导性强,是一本有效的“金属切削原理”课程复习和考研指导书。

机 械 工 程 系 列

机械原理试题精选与答题技巧
机械设计试题精选与答题技巧
金属切削原理试题精选与答题技巧
金属切削机床试题精选与答题技巧
机械制造工艺学试题精选与答题技巧

机 械 工 程 系 列

金 属 切 削 原 理

Jinshu Qiexiao Yuanli

王娜君 主编

*

哈尔滨工业大学出版社出版发行

哈尔滨工大节能印刷厂印刷

*

开本 787×1092 1/16 印张 5.25 字数 126千字

2000年1月第1版 2000年1月第1次印刷

印数 1~4 000

ISBN 7-5603-1453-8/TH·75 总定价 40.00 元
(每册定价 8.00 元)

前 言

“金属切削原理”是机械设计制造及其自动化专业本、专科学生的专业基础课,亦是机械制造及其自动化、机械设计及理论、机械电子工程等学科招收硕士研究生的专业基础课考试科目。目前,虽有关“金属切削原理”的教材较多,但还没有一本与教材对应的复习应考指导书,给学生复习、总结和应试带来一定困难。

随着我国跨世纪教育改革的不断深入和素质教育的全面推进,课程内容大为增加,而教学时数又大大压缩,这就要求学生能够抓住重点、攻克难点,尽快掌握课程的内容。而精选例题,并在答题技巧上给予指导,不失为一种帮助学生提出问题、分析问题、巩固所学知识、提高总结能力的有效方法。另外,每年都有不少考研的学生要求办考试辅导班,并要求购买历届的考研试题和复习参考资料,而多数又是外地考生。由于客观条件限制,一直无法满足这一需求,随着招生名额的扩大,选考“金属切削原理”的考生人数大大增加,编写一本能有效地指导和帮助学生复习、备考的指导书势在必行。正是为了适应上述要求,我们编写了这本《金属切削原理试题精选与答题技巧》。

本指导书所述内容的依据是本科生“金属切削原理”课程教学大纲,针对的教材是华中理工大学陈日曜主编的《金属切削原理》,其主要特点是:

1. **内容全面。**包览了金属切削原理基本内容所对应的试题。
2. **重点突出。**紧紧围绕复习总结,结合典型范例进行了必要的分析和解答。
3. **指导性强。**对各部分应掌握的内容和程度作了突出的说明,并在附录中给出研究生入学考试的模拟试题和本科生课程考试模拟试题,以便于考生自测。
4. **针对性好。**给出了2000年“金属切削原理”考研大纲和1998年、1999年两届考研试题及本专科复习思考题、历届考试试题,以便考生有针对性地复习。

本书由哈尔滨工业大学王娜君主编,王杨任副主编,韩荣第主审。书中第一章~第四章、第八章及附录由王娜君编写,第五章、第七章、第九章~第十二章由曲存景编写,第六章由王杨编写,全书由王娜君统编定稿。

由于编者水平所限,加之时间仓促,书中难免有疏漏和不妥之处,敬请读者批评指正。

作 者
1999年9月

目 录

第一章 基本定义	
1.1 必备知识和考试要点	(1)
1.2 典型范例和答题技巧	(1)
第二章 刀具材料	
2.1 必备知识和考试要点	(8)
2.2 典型范例和答题技巧	(8)
第三章 金属切削变形过程	
3.1 必备知识和考试要点	(12)
3.2 典型范例和答题技巧	(13)
第四章 切削力	
4.1 必备知识和考试要点	(19)
4.2 典型范例和答题技巧	(20)
第五章 切削热和切削温度	
5.1 必备知识和考试要点	(24)
5.2 典型范例和答题技巧	(24)
第六章 刀具磨损、破损和刀具耐用度	
6.1 必备知识和考试要点	(27)
6.2 典型范例和答题技巧	(27)
第七章 工件材料切削加工性	
7.1 必备知识和考试要点	(30)
7.2 典型范例和答题技巧	(30)

第八章 切削液

- 8.1 必备知识和考试要点····· (32)
- 8.2 典型范例和答题技巧····· (32)

第九章 已加工表面质量

- 9.1 必备知识和考试要点····· (35)
- 9.2 典型范例和答题技巧····· (35)

第十章 刀具合理几何参数的选择

- 10.1 必备知识和考试要点····· (40)
- 10.2 典型范例和答题技巧····· (40)

第十一章 切削用量的制定

- 11.1 必备知识和考试要点····· (44)
- 11.2 典型范例和答题技巧····· (44)

第十二章 磨削

- 12.1 必备知识和考试要点····· (49)
- 12.2 典型范例和答题技巧····· (49)

附录

- 附录 I 研究生入学考试模拟试题及参考答案··· (52)
- 附录 II 部分研究生入学考试试题····· (57)
- 附录 III 2000 年研究生入学考试复习大纲····· (59)
- 附录 IV 本科生习题和思考题汇编····· (60)
- 附录 V 本科生课程结业考试模拟试题及参考答案·····
····· (63)
- 附录 VI 部分本、专科生考试试题汇编····· (72)

第一章 基本定义

1.1 必备知识和考试要点

1.1.1 切削运动与切削用量

1. 掌握切削过程中所必需的切削运动的概念，了解主运动、进给运动的特点。
2. 明确切削过程中工件上形成的已加工表面、待加工表面、加工表面。
3. 熟悉切削用量三要素的概念、符号及度量单位。

1.1.2 刀具的几何参数

1. 了解刀具切削部分的构成，熟悉表示各表面和刀刃的符号。
2. 熟悉刀具标注角度的参考平面(基面、切削平面)的定义、符号。
3. 熟悉刀具标注角度不同参考系的构成及各参考系中测量平面的定义、符号。
4. 熟悉刀具标注角度的定义、符号及正负，并能对派生角度进行计算。
5. 能够根据已知条件正确画出刀具标注角度。
6. 明确刀具工作角度和标注角度的区别。
7. 掌握法平面与正交平面前、后角的换算关系。
8. 掌握垂直基面的任意剖面与正交平面前、后角的换算关系。
9. 熟悉切削层参数的定义、符号及与切削用量之间的计算关系。
10. 了解自由切削与非自由切削、斜角切削和直角切削。

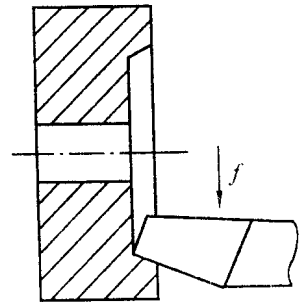
1.2 典型范例和答题技巧

【例 1.1】 图 1.1 为用端面车刀切削工件端面。已知：
 $\kappa_r = 75^\circ$ ， $\kappa'_r = 15^\circ$ ， $\gamma'_o = 10^\circ$ ， $\alpha_o = 5^\circ$ ， $\lambda_s = 10^\circ$ 。

- (1) 标注端面车刀各角度。
- (2) 求最大前角 γ_{\max} ，并标示出所在位置(τ_{\max})。
- (3) 标出 a_p 、 f 、 a_w 、 a_c 。

分析 1. 判定刀具切削时的进给方向。端面车刀的

进给方向与外圆车刀的进给方向不同。外圆车刀的进给方向平



例图 1.1 车削端面工作图

行于工件的轴线，而端面车刀的进给方向则垂直于工件轴线。

刀具标注角度中的主偏角 κ_r 、副偏角 κ'_r 的定义分别是主、副切削刃在基面中的投影与进给方向的夹角；所以只有正确地确定进给方向，才能正确地标出主、副偏角。

2. 计算刀具的最大前角公式为

$$\tan \gamma_{\max} = \sqrt{\tan^2 \gamma_o + \tan^2 \lambda_s} \quad (1.1)$$

根据式(1.1)求得的最大前角是垂直于基面的某一剖面。该剖面位置即为最大前角的方位角

$$\tan \tau_{\max} = \tan \gamma_o / \tan \lambda_s \quad (1.2)$$

通过式(1.2)计算求得 τ_{\max} 后，在图中从主切削刃起，向副切削刃方向标出 τ_{\max} 角。

3. 端面车削、切削用量的概念如下：

进给量 f ：主轴转一转时，车刀相对工件径向移动的距离。

背吃刀量 a_p ：沿着工件轴线测量的待加工表面与已加工表面的距离。

【答案】 见例图 1.2。

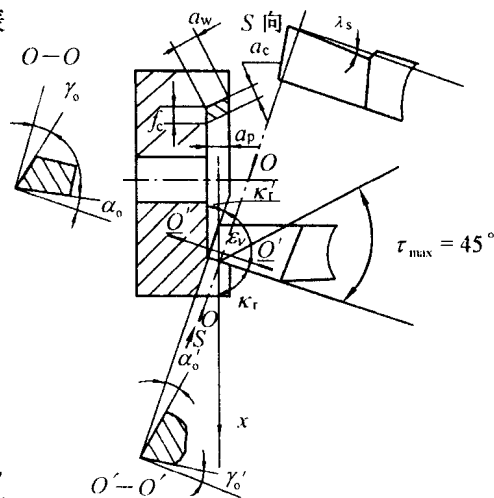
最大前角计算

$$\begin{aligned} \tan \gamma_{\max} &= \sqrt{\tan^2 \gamma_o + \tan^2 \lambda_s} \\ &= \sqrt{\tan^2 10^\circ + \tan^2 10^\circ} = \sqrt{2} \tan 10^\circ \end{aligned}$$

方位角计算

$$\begin{aligned} \tan \tau_{\max} &= \frac{\tan \gamma_o}{\tan \lambda_s} = \frac{\tan 10^\circ}{\tan 10^\circ} = 1 \\ \tau_{\max} &= 45^\circ \end{aligned}$$

【例 1.2】 已知外圆车刀 $\kappa_r = 75^\circ$ $\kappa'_r = 15^\circ$ ， $\gamma_o = 15^\circ$ ， $\alpha_o = 5^\circ$ ， $\lambda_s = -5^\circ$ ，试画图标出主切削刃上的几何角度，并说明以上各角度的定义，当刀尖装高 h 后，工作角度如何计算？



例图 1.2 端面车刀角度标注

分析

1. 刃倾角的正、负在外圆车刀标注角度时，易出现错误。标注时，S 向视图中刀尖向下为正刃倾角，刀尖向上为负刃倾角。如果以整体刀具理解，则刀尖低为负刃倾角，刀尖高为正刃倾角。

2. 在回答各角度的定义时，一定要严格。如前角：在主切削刃选定点的正交平面（也称主剖面）内测量，前刀面与基面之间的夹角。

由于基面的定义是基于“选定点”，所以前角的定义中也一定强调“过选定点”。正交平面是 γ_o 的测量平面，不同的测量平面中所测得 γ 是不同的，一般说的前角（或以符号 γ_o 表示）均是指正交平面内测量的前角，所以定义中一定要交待出测量平面。

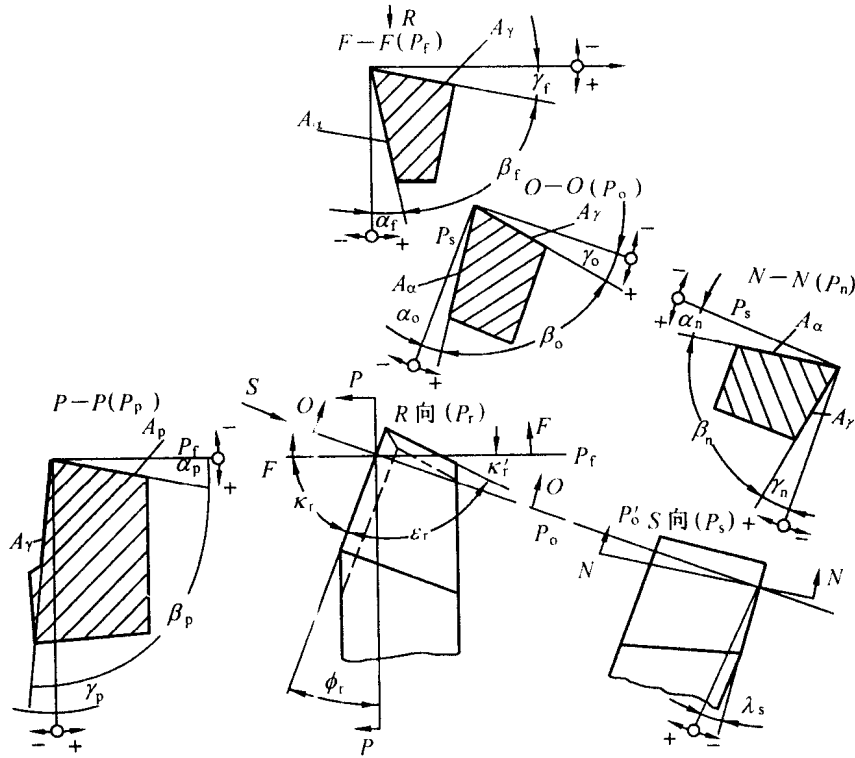
3. 标注角度时，选定点不要变。作为参考平面的基面、切削平面均是基于切削刃上的选定点，所以标注主偏角时的选定点亦应和标注前角的选定点一致。

4. 图中相应符号要注全，包括进给方向 f 、基面 P_r 、切削平面 P_s 、正交平面 P_o 。

($O-O$)、 $O'-O'$ 、 S 向等。

5. 由于刀尖安装时, 刀尖高出工件中心线 h 值, 使实际切削速度方向发生变化, 这样基面、切削平面的位置也就发生变化, 从而使工作前后角与标注前后角不再相同。

【答案】 见例图 1.3。



例图 1.3 外圆车刀主切削刃的几何角度

主偏角 κ_r : 在基面中测量的、过切削刃上的选定点、主切削刃在基面中的投影与进给方向间的夹角。

副偏角 κ'_r : 在基面中测量的、副切削刃在基面中的投影与进给方向间的夹角。

前角 γ_o : 在正交平面中测量的、前刀面与基面间的夹角。

后角 α_o : 在正交平面中测量的、后刀面与切削平面间的夹角。

刃倾角 λ_s : 在切削平面 P_s 内刀具的主切削刃与基面之间的夹角, 刀尖高者为正, 刀尖低者为负。

副后角 α'_o : 在副刃正交平面中测量的、副后刀面与副切削平面间的夹角。

刀尖装高 h 值后, 工作角度的修正计算为(见例图 1.4):

在背平面(切深剖面)

$$\gamma_{pe} = \gamma_p + \theta_p$$

$$\alpha_{pe} = \alpha_p - \theta_p$$

$$\tan \theta_p = \frac{h}{\sqrt{\left(\frac{d_w}{2}\right)^2 - h^2}}$$

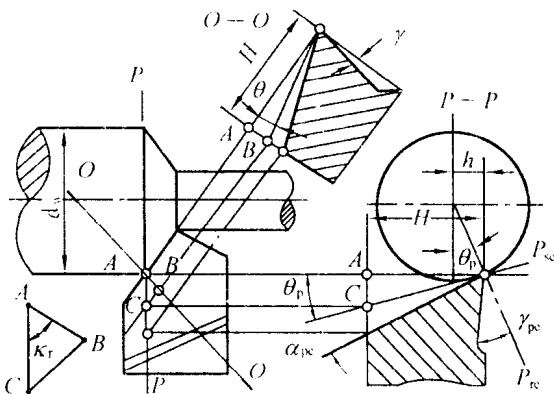
在正交平面(主剖面)内

$$\gamma_w = \gamma_o + \theta$$

$$\alpha_w = \alpha_o - \theta$$

$$\tan \theta = \frac{h}{\sqrt{\left(\frac{d_w}{2}\right)^2 - h^2}} \cos \kappa_r$$

【例 1.3】 已知: 加工阶梯轴的外圆车刀 $\gamma_o = 15^\circ$ 、 $\alpha_o = 10^\circ$ 、 $\kappa_r' = 15^\circ$ 、 $\lambda_s = -5^\circ$ 、 $\alpha_o' = 5^\circ$, 画出该车刀的标注角度, 并计算刀尖角 ϵ_r 、楔角 β_o 。



例图 1.4 刀尖装高 h 值时的工作角度

分析

1. 确定主偏角。该题没有

给出主偏角的数值, 学生在答题时往往一看是外圆车刀, 就按普通外圆车刀的主偏角 ($< 90^\circ$) 绘图。而该题给出的加工对象为阶梯轴, 就相当于给出 90° 主偏角。所以必须以 90° 偏刀来画, 而其他角度不变。

2. 副前角。在车刀标注角度图中不要求标出副刃前角, 这是因为车刀的前刀面基本上都是平面, 当前角和刃倾角确定后, 副刃的前角也随之确定。即以前角和刃倾角为加工参数, 就完全可以加工出平面型的前刀面, 所以不需标出副刃的前角。但在标副刃的后角时, 前刀面位置不能出原则错误, 该题的 $\gamma_o = 15^\circ$ (> 0)。由于 $\kappa_r = 90^\circ$, 所以 $\gamma_o' < 0$, 画图时前刀面位置投影线应在基面上, 如例图 1.5 所示。在 $O-O$ 剖面中, A 点为高点, B 点为低点; 在 $O'-O'$ 剖面中, A' 点为高点, B' 点为低点。

又如切断刀主切削刃在基面中的投影平行工件轴线, 其进给方向垂直于工件的轴线, 所以切断刀的主偏角 $\kappa_r = 90^\circ$, $\gamma_o' < 0$ 。

3. 派生角度计算。车刀的刀尖角 ϵ_r 、楔角 β_o 均为派生角度, 可通过下面公式计算得出

$$\epsilon_r = \pi - (\kappa_r + \kappa_r') \quad (1.3)$$

$$\beta_o = \frac{\pi}{2} - (\gamma_o + \alpha_o) \quad (1.4)$$

【答案】 见例图 1.6

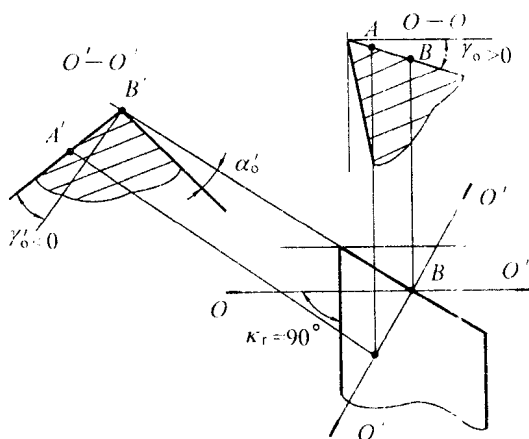
$$\beta_o = \frac{\pi}{2} - (\gamma_o + \alpha_o) = 90^\circ - 15^\circ - 10^\circ = 65^\circ$$

$$\epsilon_r = \pi - (\kappa_r + \kappa_r') = 180^\circ - 90^\circ - 15^\circ = 75^\circ \text{ (加工阶梯轴的主偏角 } \kappa_r = 90^\circ \text{)}$$

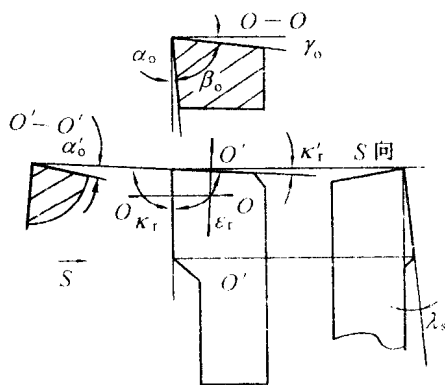
【例 1.4】 画图说明麻花钻钻孔时切削用量的概念、切削层参数的概念以及二者之间的换算关系。

分析

1. 区分每齿进给量和每转进给量的概念。对于麻花钻, 钻头转一转, 沿其轴线移动的距离为每转进给量 f mm/r。钻头转过一个齿, 沿轴线移动的距离为每齿进给量 f_z (a_1) mm/z。钻头具有两条主切削刃, 即有两个刀齿。所以每齿进给量和每转进给量呈 2 倍关系。



例图 1.5 $\gamma'_0 < 0$



例图 1.6 90°偏角外圆车刀角度标注

2. 确定待加工表面位置。钻孔是在实体上加工孔，所以只能出现在已加工表面。而背吃刀量的概念是已加工表面和待加工表面的垂直距离。为了能求得背吃刀量，可以先从扩孔加工来考虑。在扩孔加工时，待加工表面为加工前底孔表面，所以背吃刀量 a_p 可由下式计算

$$a_p = (d_m - d_w) / 2 \tag{1.4}$$

式中 d_m ——加工后孔径；

d_w ——加工前孔径。

钻孔可视为 $d_w = 0$ 的情况，所以麻花钻钻孔时的背吃刀量为

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

式中 d_m ——工件加工孔径。

3. 掌握切削用量与切削层参数间的关系公式。

【答案】 见例图 1.7。

(1) 切削速度 v ：切削速度系指钻头外缘处的线速度。

$$v = \frac{\pi d_m n}{1\,000 \times 60} \text{ m/s}$$

式中 d_m ——钻头外径，mm；

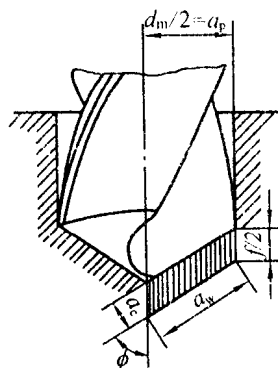
n ——钻头或工件转速，r/min。

(2) 进给量 f ：钻头或工件每转一转，相对于工件的轴向位移量，称为每转进给量，或简称进给量，以 f 表示，单位为 mm/r；钻头每转一个刀齿，钻头与工件之间的相对轴向位移量，称为每齿进给量，以符号 f_z 表示，单位为 mm/z；在每秒钟内，钻头与工件之间的轴向位移量，则称为每秒进给量或进给速度，以符号 v_f 表示，单位为 mm/s。它们之间的关系为

$$v_f = nf = 2n f_z / 60 \text{ mm/s}$$

式中 n ——钻头或工件的转速，r/min。

(3) 背吃刀量(钻削深度) a_p ： $a_p = d_m / 2$ ，单位为 mm。



例图 1.7 麻花钻钻削要素

(4) 切削厚度 a_c (新国标 h_D): 切削厚度系指垂直于主切削刃在基面上投影方向测出的切削层断面尺寸, 即

$$a_c = f_z \sin \kappa_r = \frac{f \sin \kappa_r}{2} \quad \text{mm}$$

由于主切削刃上各点的主偏角不等, 因此各点的切削厚度也不相等。

(5) 切削宽度 a_w (新国标为 b_D): 切削宽度系指在基面上所量出的主切削刃参加工作的长度, 即

$$a_w = \frac{a_p}{\sin \kappa_r} = \frac{d}{2 \sin \kappa_r} \quad \text{mm}$$

切削面积 A_c (新国标为 A_D): 对麻花钻来讲, 切削面积实际上系指每个刀齿的切削面积, 即

$$A_c = a_c a_w = a_f a_p = \frac{fd}{4} \quad \text{mm}^2$$

【例 1.5】 举例说明外圆车刀横向进给和纵向进给时工作角度的修整计算 (画图)。

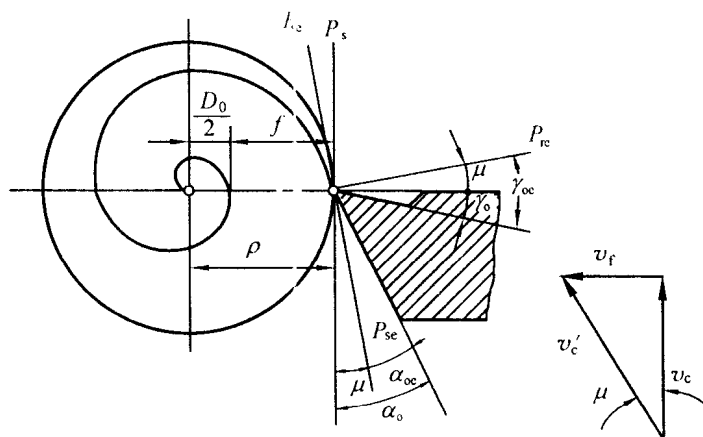
分析 车刀的标注角度是在不考虑进给运动时的基面、切削平面为参考平面。在有进给运动时, 合成运动的速度方向发生变化, 工作基面、工作切削平面发生了变化。车刀工作角度即是在考虑进给运动时刀具的实际切削角度。

【答案】 横向进给运动时 (如切断刀, 见例图 1.8), 工作角度的修正计算为

$$\gamma_{oc} = \gamma_o + \mu$$

$$\alpha_{oc} = \alpha_o - \mu$$

$$\tan \mu = \frac{v_f}{v_c} = \frac{f}{2\pi\rho}$$



例图 1.8

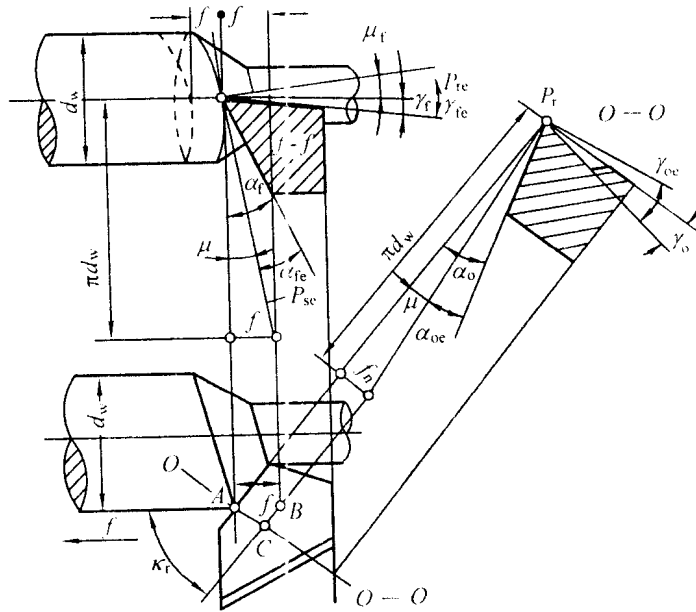
纵向进给运动时 (如车螺纹, 例图 1.9), 工作角度为

$$\gamma_{oc} = \gamma_o \pm \mu \quad (\text{螺纹左侧面取} +, \text{右侧面取} -)$$

$$\alpha_{oe} = \alpha_o \mp \epsilon$$

(螺纹左侧面取 -, 右侧面取 +)

$$\tan \mu = \tan \mu_f \cdot \sin \kappa_r = \frac{f}{\pi d_w} \sin \kappa_r$$



例图 1.9

注：本章要求在理解了所有的基本定义的基础上，重点掌握刀具角度的标注。

第二章 刀具材料

2.1 必备知识和考试要点

2.1.1 刀具材料应具备的性能

1. 了解刀具切削过程的工作环境。
2. 熟悉刀具材料应具备的性能。

2.1.2 高速钢

1. 熟悉高速钢的基本性能和应用范围。
2. 了解通用型高速钢、高性能高速钢主要牌号和数字的含义。

2.1.3 硬质合金

1. 熟悉硬质合金的特点，能区别硬质合金与高速钢的不同性质和应用特点。
2. 熟悉各类硬质合金牌号的含义。
3. 根据已知的工件材料、加工条件，正确地选用硬质合金牌号。

2.1.4 其他

1. 了解涂层刀具材料的性能及应用范围。
2. 熟悉陶瓷、金刚石、立方氮化硼刀具材料的性能及应用范围。

2.2 典型范例和答题技巧

【例 2.1】 根据刀具工作的条件说明刀具材料应具备的性能。

【答案】 刀具在切削时，要承受很大的压力和很高的切削温度，有时还要承受冲击、振动。所以刀具材料应满足以下要求：

(1) 高的硬度和耐磨性。硬度是刀具材料应具备的基本特性。刀具要从工件上切下切屑，其硬度必须比工件材料的硬度高。切削金属所用刀具的切削刃的硬度，一般都在 60HRC 以上。耐磨性是材料抵抗磨损的能力。要保证刀具有足够的使用寿命，刀具材料应具有很好的耐磨性。

(2) 足够的抗弯强度和韧性。要使刀具在承受很大压力和切削过程中通常出现的冲击和振动的条件下正常工作，而不产生崩刃和折断，刀具材料就必须具有足够的强度和韧性。

(3) 高的耐热性(热稳定性)。耐热性是衡量刀具材料切削性能的主要标志。它是指刀具材料在高温下保持硬度、耐磨性、强度和韧性的性能。刀具材料的高温硬度愈高,则刀具的切削性能愈好,允许的切削速度也愈高。

除高温硬度外,刀具材料还应具有在高温下抗氧化的能力以及良好的抗粘结和抗扩散的能力,即刀具材料应具有良好的化学稳定性。

(4) 良好的热物理性能和耐热冲击性能。刀具材料的导热性愈好,切削热愈容易从切削区散走,有利于降低切削温度。

刀具在断续切削(如铣削)或使用切削液切削时,常常受到很大的热冲击(温度变化剧烈),使刀具内部产生裂纹而导致断裂。因而刀具材料应具备耐热冲击性。

导热系数大,使热量容易散走,降低刀具表面的温度;热膨胀系数小,可减少热变形;而弹性模量大,可以降低因热变形而产生的交变应力幅度。这些均有利于材料耐热冲击性能的提高。

(5) 良好的工艺性能。为便于刀具制造,要求刀具材料具有良好的工艺性能,如锻造性能、热处理性能、高温塑性变形性能、磨削加工性能等等。

(6) 经济性。经济性是刀具材料的重要指标之一,刀具材料的发展应结合本国资源,有的刀具(如超硬材料刀具)虽然单件成本很高,但因其使用寿命很长,分摊到每个零件的成本不一定很高。因此在选用时要考虑经济效果。此外,在切削加工自动化和柔性制造系统中,也要求刀具的切削性能比较稳定和可靠,有一定的可预测性和高度的可靠性。

【例 2.2】 请回答 W18Cr4V、YT15、YG8 三种刀具材料各属哪类刀具材料?适合加工何种工件材料?可在什么样的切削条件下加工?

分析

刀具材料的种类很多,但比较常用的刀具材料主要有:高速钢和硬质合金两类。高速钢中按不同的加工性能,可分为通用型高速钢和高性能高速钢。常用的硬质合金有两大类,国际标准的 P 类和 K 类,分别相当于国产牌号的 YT 类和 YG 类。根据刀具材料的性能可加工不同的工件材料。切削条件指的是连续切削还是断续切削,是精加工还是粗加工,这主要是由切削时刀具承受的冲击大小来选择韧性合适的刀具材料。

【答案】 W18Cr4V 属于通用型高速钢。其含量分别是: C 0.7%~0.9%、W18%、Cr 4%、V 1%。适用于加工硬度在 250~280HBS 以下的大部分结构钢和铸铁。切削普通钢料时,切削速度 $\leq 40\sim 60$ m/min

YT15 属 P 类(国际标准),属钨钴钛类(WC-TiC-Co)硬质合金。15 表示合金中含 TiC15%,适合加工碳钢和合金钢,切削条件最宜在连续切削的半精加工和精加工中。

YG8 属 K 类(国际标准),属钨钴类(WC-Co)硬质合金。适于加工铸铁、有色金属及其合金,8 表示合金中含 Co 8%。切削条件可以是断续切削或粗加工。

【例 2.3】 如何根据不同的加工条件,合理地选用刀具材料。

【答案】 刀具材料的合理选用主要是根据工件材料的性质、加工条件和刀具形状等。例如,冲击力大或断续加工时应选用韧性好的高速钢或含钴量较多的 YT5 或 YG8;复杂刀具由于制造及刃磨较复杂,常选用高速钢材料;高速切削时因切削温度高,应使用耐磨性好的硬质合金;加工铸铁因切屑呈崩碎状,切削力集中在刀刃附近,与 YG 类硬质合金亲和力差,所以应选用 YG 类硬质合金。粗、精加工时,高速钢材料都可以使用,对硬质

合金却有差别,粗加工应选用韧性较好的 YT5 或 YG8,而精加工则选用耐磨性好的 YG3 或 YT30。

【例 2.4】 硬质合金刀具材料应如何选用?

按以下刀具材料、工件材料、加工条件进行刀具材料的合理选择

刀具材料: YG3X、YG8、YT5、YT30、W18G4V。

工件材料及切削条件:

- (1) 粗铣铸铁箱体平面;
- (2) 精镗铸铁箱体孔;
- (3) 齿轮加工的剃齿工序;
- (4) 45 钢棒料的粗加工;
- (5) 精车 40Cr 工件外圆。

分析

1. 复杂刀具与简单刀具。刀具材料不同,其性能也不同。高速钢刀具材料具有较硬质合金高的强度和韧性、良好的塑性和磨加工性,宜用于制造复杂刀具。而硬质合金则多以刀片形式被用作焊接刀具或机夹刀具。

2. 硬质合金的选用。YG 类硬质合金主要用于加工铸铁、有色金属及其合金、非金属材料。加工这类材料时,切屑呈崩碎块粒,对刀具冲击很大,切削力和切削热都集中在刀尖附近。YG 类合金有较高的抗弯强度和冲击韧性,可减少切削时的崩刃。同时,YG 类合金的导热性也较好,有利于从刀尖传出切削热,降低刀尖温度。在从低速到中速范围内切削时,YG 类硬质合金刀具耐用度比 YT 类合金高。然而,由于 YG 类合金的耐热性较 YT 类合金差,切铸铁时如果切削速度太高,切削温度过高,其耐用度反不及 YT 类合金。此外,由于 YG 类合金的磨加工性较好,可以磨出较锐的切削刃,因此适于加工有色金属和纤维层压材料。

YT 类硬质合金适于加工钢料。加工钢料时,金属塑性变形很大,摩擦很剧烈,切削温度很高。YT 类合金具有较高的硬度和耐磨性,尤其是有高的耐热性、抗粘结扩散能力和抗氧化能力,在加工钢时,刀具磨损较小,刀具耐用度较长。然而在低速切削钢料时,由于切削过程不太平稳,YT 类合金的韧性较差,容易产生崩刃,这时其耐用度反不及 YG 类合金。因此,在不允许高速切削钢料的情况下,例如,在多轴自动机床上加工小直径棒料时,则可选用 YG 类合金。

硬质合金中含钴量增多(WC、TiC 含量减少)时,其抗弯强度和冲击韧性增高(硬度及耐热性降低),适合于粗加工;含钴量减少(WC、TiC 含量增加)时,其硬度、耐磨性及耐热性增加(强度及韧性降低),宜用于精加工。

在加工含钛的不锈钢(如 1Cr18Ni9Ti)和钛合金时,不宜采用 YT 类硬质合金。因为这类硬质合金中的钛元素和加工材料中的钛元素之间的亲和力产生严重的粘刀现象。这时切削温度高、摩擦系数也较大,因而会加剧刀具磨损。如选用 YG 类合金刀具加工,则切削温度较低、刀具磨损较小、加工表面粗糙度较小。

在加工淬硬钢、高强度钢、奥氏体钢和高温合金时,由于切削力很大,切屑与前刀面接触长度很短,切削力集中在切削刃附近,易造成崩刃,因而,这时不宜采用强度较低、脆性较大的 YT 类合金,而宜采用韧性较好的 YG 合金。同时,由于这类加工材料的导热

性差，热量易集中在刀尖处，而 YG 类合金的导热性较好，故有利于热量的传出和降低切削温度。

YW 类硬质合金主要用于加工耐热钢、高锰钢、不锈钢等难加工材料。

【答案】 YG 类硬质合金主要用于加工铸铁、有色金属和非金属材料。高速切削上述材料时，温度过高选 YT 类。YT 类硬质合金适于加工钢料，低速时，选用 YG 类。YW 类硬质合金主要用于加工耐热钢、高锰钢、不锈钢等难加工材料。

粗加工时选用含钴量高的合金牌号；精加工时选用含钴量少的合金牌号。

在加工含钛的不锈钢和钛合金时，不宜选用 YT 类硬质合金。

1. YG8 类合金可作为粗铣铸铁箱体平面的刀具材料，YG 类硬质合金适合加工铸铁等脆性材料和有色金属；YG8 为中晶粒合金，虽耐磨性比 YG3X 低，但韧性高于 YG3X，具有很好的抗冲击性和抗振性。铣削为断续切削，冲击大，所以在 YG 类中选用 YG8。

2. 精镗铸铁箱体孔的刀具材料选用 YG3X，精镗属连续加工，切削力小，为保证工件的加工精度，刀具的耐磨性要好，故应选用细晶粒合金 YG3X。

3. 齿轮加工剃齿工序所用的剃齿刀选用 W18Cr4V 为刀具材料。剃齿刀的形状比较复杂，剃齿工序又属精加工工序，所以为能制造出刃口比较锋利、形状复杂的刀具，应选用具有高强度和高韧性、良好的塑性和可磨性的高速钢作为刀具材料。所列刀具材料中，W18G4V 为高速钢刀具材料。

4. 45 钢棒料的粗加工选用 YT5 作为刀具的材料。加工 45 钢时，工件塑性变形大、摩擦剧烈、切削区温度高，所以，应选耐热性高的 YT 类硬质合金。YT 类硬质合金的牌号数字愈小，其含 TiC 的量愈少，含 Co 量就愈高。含 Co 量高，其抗弯强度和冲击韧性就高，适合于粗加工。

5. 精车 40Cr 工件外圆选用 YT30 作为刀具材料。40Cr 属合金钢，更具有切削温度高、刀具磨损快的切削加工性，所以，仍选用具有良好的耐热性和耐磨性的 YT 类硬质合金。精加工切削力小，可选用强度稍低的 YT30(含 Co 量少，含 TiC 高)。

注：本章要求在掌握刀具材料性能的基础上，重点掌握刀具材料的选用。