

技 工 学 校 教 材

初 中 毕 业 程 度 适 用

銑 工 工 艺 学

下 册

全 国 技 工 学 校 教 材 編 审 委 員 会 編



机 械 工 业 出 版 社

● 工 工 工 工 ●

● 工 工 工 工 工 工 工 工 ●

● 工 工 工 工 ●

● ●

● 工 工 工 工 工 工 工 工 ●

● 工 工 工 工 工 工 ●



技 工 学 校 教 材

銑 工 工 艺 学

下 册

全国技工学校教材编审委员会编

(初中毕业程度适用)



机 械 工 业 出 版 社

1 9 6 0

出版者的話

这套全国統一的教材是根据中华人民共和国劳动部于1959年4月在上海所召开的全国技工学校工作會議上确定的二年制技工学校培訓目标、課程內容及課时分配等規定进行編写的。初稿由技工学校比較集中的十个省、市的劳动厅（局）組織各技工学校的教师編写而成，最后由劳动部、第一机械工业部、冶金工业部、煤炭工业部、铁道部等部門和第一机械工业部第四局等单位組成的全国技工学校教材編审委员会統一审定。

这套教材的主要特点是：1)內容比較完整 每本教材都是在总结技工学校过去的教学經驗基础上由各地与該課程有关的教师集体編写的，选材慎重，內容比較丰富和全面；2)切合实际 內容比較切合我国实际情况，其中吸收了苏联技工教材的优点，另外还根据我国技工学校的教学特点增加了不少新的章节。

本书是銑工工艺学下册，內容包括：复杂銑削工作；銑削原理；銑床；滾床工作；銑床夹具以及工艺过程的制訂与提高銑削效率的方法等。

本教材讀者对象为技工学校的学生。

編者：全国技工学校教材編审委员会

NO. 3254

1960年4月第一版 1960年4月第一版第一次印刷

850×1168 $1/32$ 字数 273 千字 印張 10 $12/16$ 00,001—66,500 册

机械工业出版社(北京阜成門外百万庄)出版

机械工业出版社印刷厂印刷 新华书店发行

北京市书刊出版业营业許可証出字第 008 号 定价(7-1) 1.00 元

目 次

第五篇 复杂銑削工作 (續)

第十八章 离合器的銑削	7
1 直齿离合器的銑削	8
2 梯形齿和尖齿离合器的銑削	10
复习題	12
第十九章 伞齿輪的銑削	12
1 伞齿輪的各部名称和計算	13
2 伞齿輪銑刀及其选择	18
3 伞齿輪的銑削法	20
复习題	26
第二十章 刀具的銑削	26
1 直齿銑刀 (前角 >0) 的开齿	26
2 盘銑刀端面的开齿	28
3 角銑刀的开齿	31
4 錐度鉋刀的开齿	33
5 銑螺旋銑刀和麻花钻的槽	36
复习題	41
第二十一章 凸輪的銑削	42
1 凸輪的应用	42
2 凸輪的性质	43
3 圆盘形凸輪的銑削	46
复习題	51
第二十二章 钻孔和鏜孔	51
1 加工孔的工艺要求	51
2 钻孔	52
3 鏜孔	60
复习題	64

第六篇 銑削原理

第廿三章 銑削过程的分析	65
1 緒言	65
2 銑削过程的基础	66
复习題	86
第廿四章 銑削力和銑削功率	87
1 銑削力的基础	87
2 銑削时的功率	93
复习題	97
第廿五章 銑刀的磨損和刃磨	97
1 切削热	98
2 銑刀的磨損和經濟寿命	101
3 銑刀的刃磨	110
复习題	120
第廿六章 銑削用量的选择	121
1 普通銑削用量的选择	121
2 硬质合金銑刀切削用量的选择	129
复习題	131
第廿七章 高速銑削和强力切削	131
1 高速銑削的概念	131
2 高速銑削的銑刀	134
3 高速切削时对銑床的要求。銑床的改装	144
4 强力切削法	148
5 阶梯銑削法	150
复习題	152
第廿八章 新型銑刀和高生产率的銑削	153
1 列昂諾夫立銑刀和鋸片銑刀	153
2 大螺旋角銑刀	156
3 玉米銑刀	157
复习題	160

第七篇 銑床

第廿九章 銑床的結構	161
1 銑床的基本知識	161
2 皮帶銑床的基本構造	165
3 X62W (仿苏6H82) 型万能銑床	168
4 X52型立式銑床	209
5 簡易銑床	212
复习題	218
第三十章 銑床的精度檢驗和使用	219
1 銑床精度檢驗的基本知識	219
2 銑床精度檢驗的标准和方法	220
3 銑床的使用	226
复习題	230

第八篇 滾齒机工作

第卅一章 滾齒机的切齒原理和 J37型滾齒机	231
1 滾齒的基本原理	231
2 J37型滾齒机	233
复习題	242
第卅二章 滾齒机的使用	242
1 正齒輪的滾切法	242
2 螺旋齒輪的切削法	253
3 质数齿正齒輪的切削法	258
4 蝸輪的加工	260
复习題	266

第九篇 銑床夹具

第卅三章 夹具的意义和原理	268
1 基本概念	268
2 工件在夹具中的定位和定位元件	273
3 夹紧元件	280

复习題	286
第卅四章 典型夹具与夹具設計的基本知識	286
1 快速夹具	286
2 靠模夹具	297
3 夹具設計的基本原理	301
复习題	308

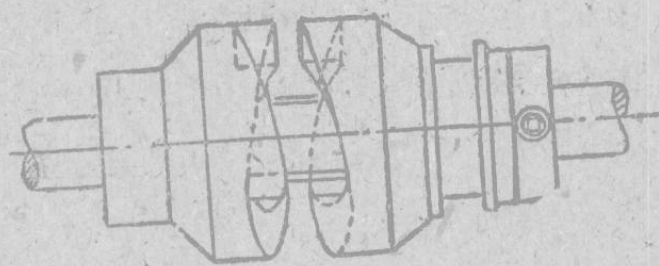
第十篇 工艺过程的制訂与提高銑削效率的方法

第卅五章 工艺过程的制訂	309
1 制定工艺过程的基本原則	309
2 毛坯的選擇和定位基準的選擇	311
3 机床和夹具的選擇	313
4 确定工时定額	314
5 編制工艺过程卡片的实例	314
复习題	322
第卅六章 提高劳动生产率的方法	323
1 生产工时的組織	323
2 提高銑削劳动生产率的措施	325
复习題	330
附表5 滾刀尺寸表	330
附表6 分齿挂輪配換表	331
附表7 单头滾刀銑正齿輪的垂直进刀量表	334
附表8 进刀挂輪配輪表	335
附表9 差动挂輪配輪表	336
附表10 切削质数齿正齿輪的分齿挂輪及差动挂輪	340

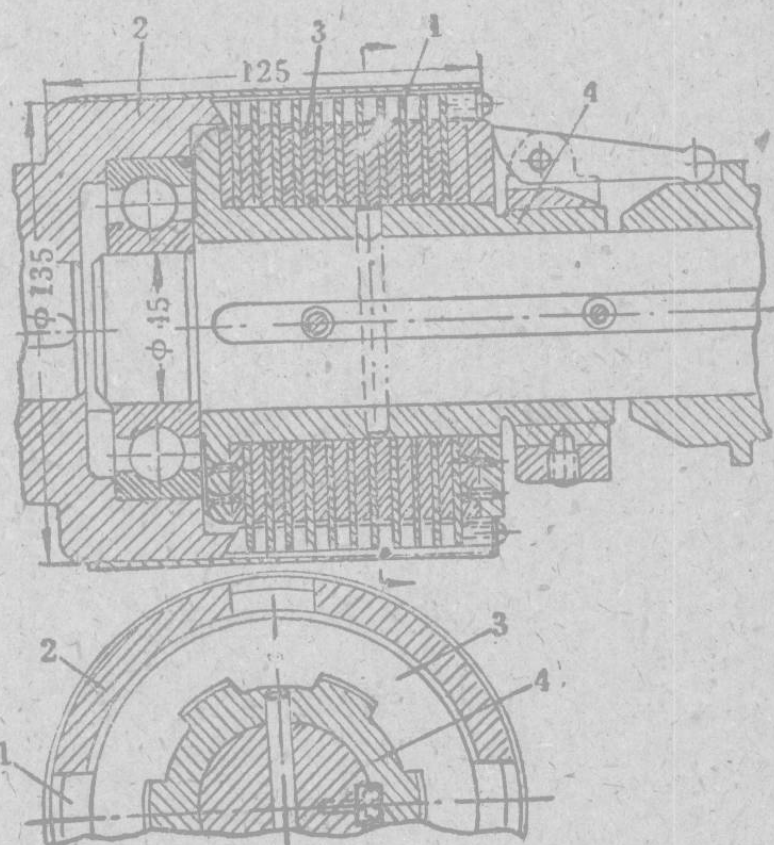
第十八章 离合器的铣削

在机器的动力传动中，为了把一根轴的转动沿轴向传给另外一根轴，并且两根轴须按要求一同旋转，或者主动轴在转而被动轴暂时不需要转动，那么，我们就要用到离合器这种机件。

因为离合器分两个部分，各自与两根轴相联，而这两部分可以用手或者某种自动机构来分离或者接合。通常可以把离合器分为三类：一、齿式（牙嵌式）离合器，如图18-1甲所示；二、摩擦离合器，如图18-1乙所示；三、自动离合器（将在第廿九章中讲到）。



甲 齿式离合器



乙 摩擦离合器

图18-1 离合器：

甲—齿式离合器；乙—摩擦离合器。

齿式离合器的加工，通常是在卧式或立式铣床上完成的。

1 直齿离合器的铣削

根据离合器的齿数，离合器可以分为奇数齿（单数）离合器和偶数齿（双数）离合器两种。但是不论离合器的齿数如何，每一个齿的侧面都必须通过轴的中心，也就是说齿侧必须是径向的，因为只有这样才能保证两离合器的正确结合。下面我们就来学习这两种离合器的铣削法。

一、奇数齿离合器的铣削法 图18-2所示为用盘铣刀铣削奇数齿（图中铣三个齿）的情形，箭头所示为工作台纵向进给的方向。图中 a 为离合器内端齿槽的最小宽度。

选择铣刀 盘铣刀的宽度 b 或立铣刀的直径 d 应当等于（或小于）齿槽的最小宽度 a （如图18-3），这样就可以保证离合器的内端齿槽不致损坏。

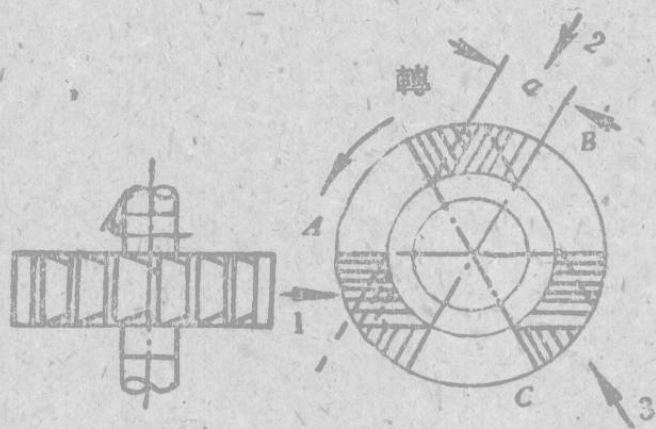


图18-2 铣削奇数齿离合器的情形。

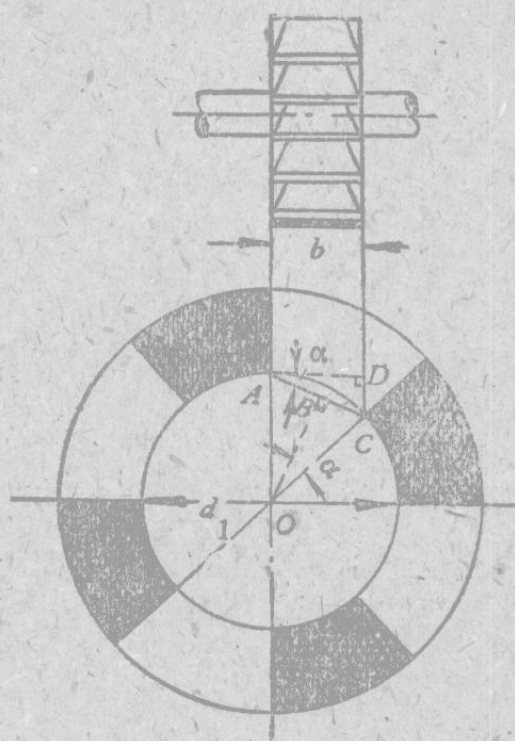


图18-3 铣刀宽度计算图。

从图18-3可以看出，铣刀宽度 b （或立铣刀直径 d ）应当按下式计算：

$$b = \overline{AC} \times \cos \alpha, \quad (18-1)$$

而 $AC = AB + BC = 2BC$,

因

$$BC = \frac{d_1}{2} \times \sin \alpha,$$

$$AC = 2BC = 2 \times \frac{d_1}{2} \times \sin \alpha = d_1 \times \sin \alpha,$$

$$\alpha = \frac{360^\circ}{4z} = \frac{90^\circ}{z},$$

所以

$$\begin{aligned} b &= AC \times \cos \alpha = d_1 \times \sin \alpha \times \cos \alpha \\ &= d_1 \times \sin \frac{90^\circ}{z} \times \cos \frac{90^\circ}{z}。 \end{aligned} \quad (18-1 \text{ 甲})$$

式中 d_1 ——离合器的孔径；

z ——离合器的齿数。

工件的安装和对中心：工件装夹在分度头的三爪卡盘内（图18-4），并且伸出卡盘有适当的高度；由于离合器的齿侧总是径向的，因此铣削时圆盘铣刀的端面刃或立铣刀的圆周刀刃必须通过轴件的中心。为了满足这个要求，应当在还没有旋上三爪卡盘以前，使盘铣刀端面刃或立铣刀圆周刀刃通过顶尖中心（图18-5），然后将横向工作台固定。

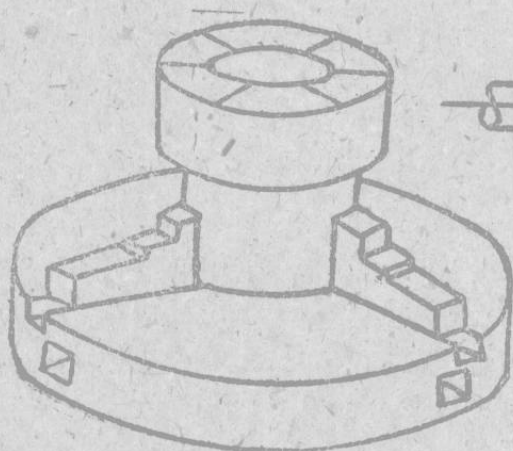


图18-4 离合器毛坯的装卡。

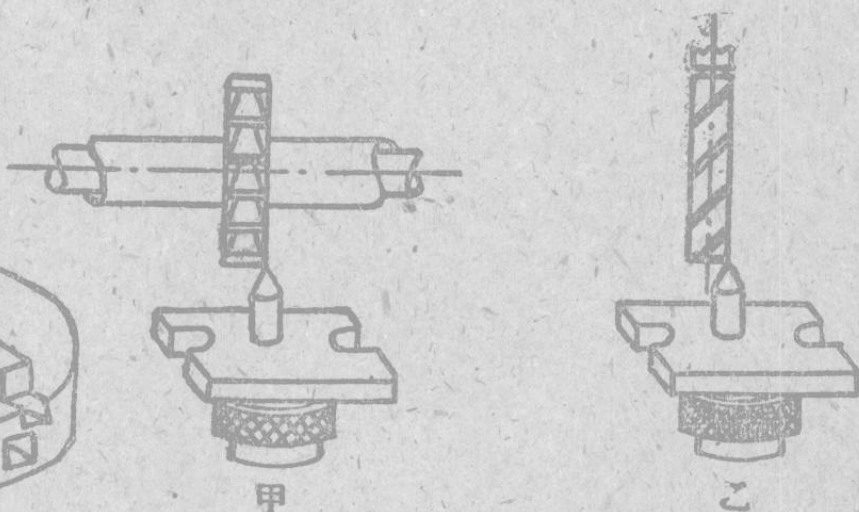


图18-5 铣刀对顶针安装的情形。

从图18-2可以看出，各次进给（图中用1、2、3表示）都铣削每一个相对齿槽的一边，铣刀的进给次数恰好等于离合器的齿数（或槽数）。铣三齿离合器时，工件每次转动 $\frac{1}{3}$ 转（ 120° ）；铣五齿离合器时，必须作五次进给，每次转 $\frac{1}{5}$ 转。其他所有奇数离合器的铣削，都遵守这一规则。

二、偶数齿离合器铣削法 图18-6所示为铣削偶数齿离合器的情形。在铣刀的选择、工件的安装和对中心方面都和奇数齿离合器铣削时一样，所不同的仅在于进给的次数和加工方法。这

时, 铣刀的进给不应当穿过离合器的整个端面。齿槽的铣削只能在一边进行。

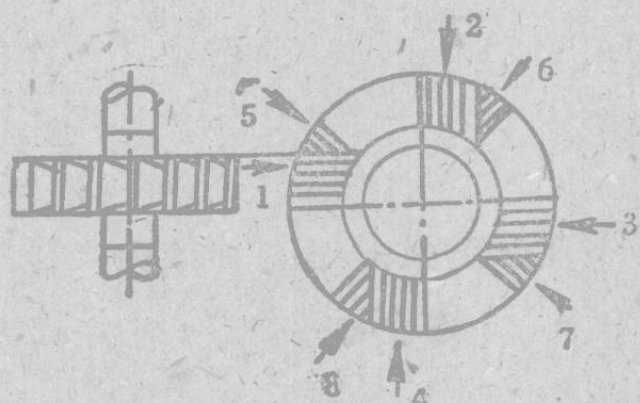


图18-6 铣削偶数齿离合器的情形。

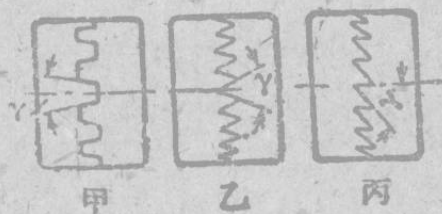


图18-7 梯形齿和尖齿离合器。

由图18-6可以看出, 这时每次铣刀的进给 (如图中1~8) 只能铣每一齿槽的一边。铣刀进给次数为齿数的一倍; 同时, 离合器的铣削是在铣刀两次对刀下进行的; 在进给1~4时, 用铣刀右侧对正工件中心然后进行铣削; 而在进给5、6、7、8时用铣刀左侧对正工件中心然后进行铣削。

应当指出, 在铣削直径不大的偶数齿离合器时, 常用带柄铣刀加工; 因为圆盘铣刀的齿在铣削小直径的离合器时, 会切伤离合器的一个对齿。

2 梯形齿和尖齿离合器的铣削

图18-7为三种齿式离合器, 即梯形齿 (图18-7 甲), 等边尖齿型 (图18-7 乙) 和锯齿形尖齿型 (图18-7 丙)。

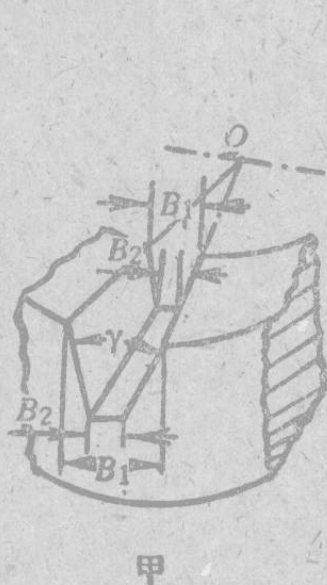
以上三种离合器的齿同样是径向的, 它们的齿侧都通过轴件中心, 所以齿槽逐渐自圆周向中心变窄。显然, 如果在铣削它们的齿时仍然把分度头心轴放成垂直, 那末这样铣出的齿仅是在靠近圆周部分能密合, 而在靠中心的部分就会有空隙。

为了避免这种现象, 必须把分度头心轴与工作台平面放成倾斜一个角度的位置, 使离合器的齿在圆周和中心处铣出不等的深度, 这样就可以获得径向的齿侧。分度头的倾斜角度决定于离合

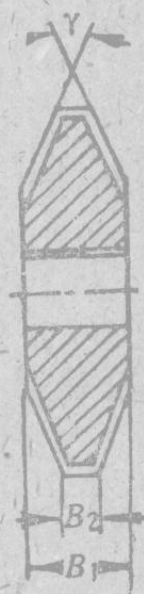
器齿的两边的夹角和齿数。

一、梯形齿离合器和等边尖齿离合器的铣削 铣制梯形齿离合器和等边尖齿离合器时分别利用梯形铣刀和对称角铣刀。

图18-8所示为梯形齿离合器的齿形(图甲)和铣削时用的铣刀(图乙)。铣刀的宽度和角度都是按照梯形齿离合器外圆处的尺寸制成的。显然,要用一把铣刀一次铣出不等的槽宽,就必须将分度头轴线放成倾斜(图18-9)。不难看出,等边尖齿和梯形齿的加工方面应当完全一样,因为把它的尖底在垂直于轴线的方向截去,就成了梯形齿离合器了。



甲



乙

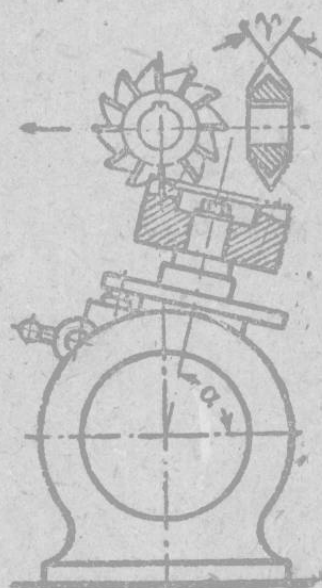


图18-8 梯形离合器及其铣刀。

图18-9 铣削等边尖齿和梯形齿离合器。

根据计算的结果,铣削梯形齿和等边尖齿的离合器时,分度头心轴的倾斜角度 α (图18-9)应当按下式计算:

$$\cos \alpha = \operatorname{tg} \frac{90^\circ}{z} \times \operatorname{ctg} \frac{\gamma}{2} \quad (18-2)$$

式中 α ——分度头扳起的角度;

z ——离合器的齿数;

γ ——工作铣刀的角度。

二、锯齿形尖齿铣削法 铣削锯齿形离合器时采用单角铣刀。铣刀的选择、工件的安装和铣削方法,都和上面梯形齿离合器

的銑削沒有區別，仅是分度頭扳起的角度，应当按照下式計算：

$$\cos \alpha = \operatorname{tg} \frac{180^\circ}{z} \times \operatorname{ctg} \gamma。 \quad (18-3)$$

在实际生产中最常碰到的齿数、齿边夹角和分度头心轴扳起的角度，可以在苏联奥格芬布林所著的〔苏联銑工手册^①〕中查出。

复 习 題

1. 什么叫做离合器？通常有那几种形式？
2. 試說明奇数齿和偶数齿离合器的銑削方法有何不同？
3. 銑削直齿离合器用的盘銑刀寬度或立銑刀直徑应当如何計算？
4. 为什么銑削梯形齿和尖齿离合器时必须把分度头心轴傾斜一个角度？
5. 今要銑一个梯形齿离合器，它的齿数是10，离合器两边的夹角为 60° ，試計算分度头心轴应扳起的角度。

第十九章 伞齿輪的銑削

伞齿輪（图19-1）是在一个圓錐体上銑出齿形的齿輪，它用在当两軸距离較近、两軸相交和两軸速比严格要求不变的动力傳动中。由于齿坯的形状成錐体，因此通常把它叫做伞齿輪或八字齿輪。伞齿輪在近代的机器傳动中应用非常普遍，它的齿形可以是直齿也可以是螺旋齿。

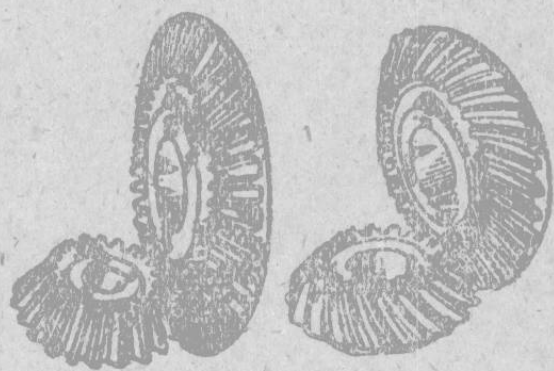


图19-1 伞齿輪的傳动情形。

高精度的直齿伞齿輪的加工，通常是在伞齿輪刨床上进行的；但在一般情况下和在小量生产中，伞齿輪的开齿都是在臥式銑床上利用齿輪盘銑刀銑成。

① 苏联銑工手册，首都出版社出版第六十八頁。

1 伞齿轮的各部名称和计算

伞齿轮的齿是在锥体上形成的，它的各部名称和正齿轮基本上相同。它的截面如图19-2所示。

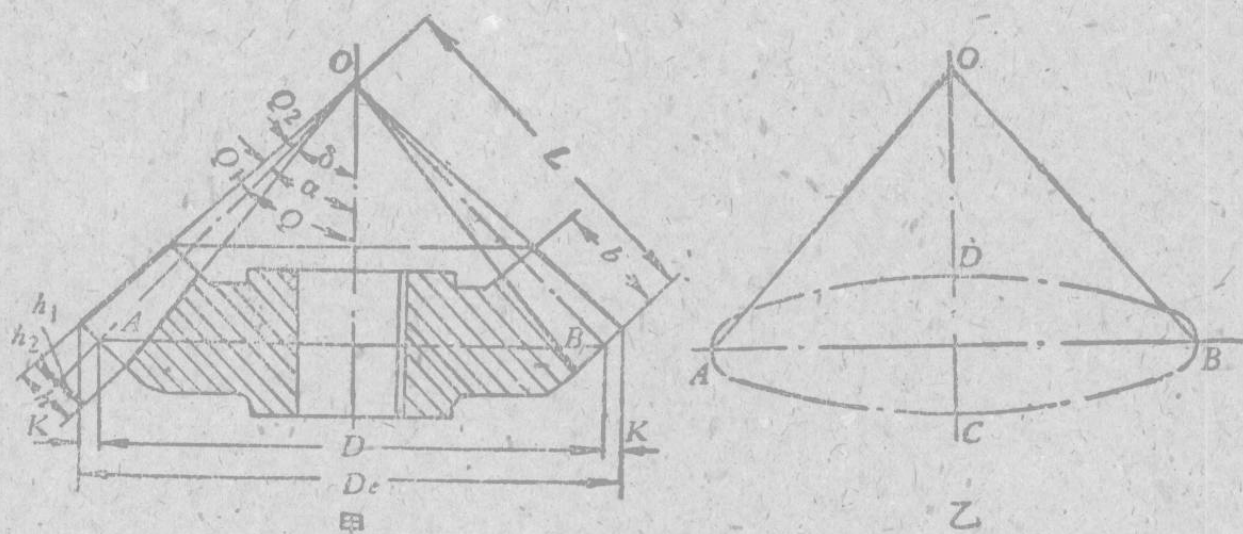


图19-2 伞齿轮的各部分。

一、各部名称和代号

1. 节圆锥 节圆锥是构成伞齿轮基础的假想圆锥体，啮合中的一对伞齿轮就是沿着这个锥体滚动的，如图19-2乙所示。

2. 节锥半径 节锥半径就是圆锥体的斜高，通常用字母 L 表示。

3. 节径 节圆直径的意义与正齿轮相同，就是图中的 AB 长，也就是节圆锥底圆的直径，通常用字母 D 表示。

4. 节锥角 α 节锥角是节圆锥顶角 ($\angle AOB$) 的一半。两传动轴的相交角就是两伞齿轮节锥角的和。

5. 齿坯角 θ 齿坯角是伞齿轮轴线与圆锥面所构成的夹角，是车削齿坯时的必要数据。

6. 铣削角 δ 铣削角是齿轮轴线与齿根线所构成的夹角。它是铣削齿轮时必须知道的数据。

7. 齿顶角 θ_1 齿顶角是节锥半径与齿顶线所构成的角度。

8. 齿根角 θ_2 齿根角是节锥半径与齿根线所构成的角度。

9. 外徑 D_e 就是傘齒輪大端的外圓直徑。

10. 齒寬 b 齒寬是齒在節圓錐上所佔有的長度。

11. 齒頂、齒根、齒高 工作深度和齒隙，都与正齒輪相同，但应当在傘齒輪大端與節圓錐半徑垂直的地方度量。圖19-2甲中的 h_2 、 h_1 分別為齒頂和齒根。

12. 齒厚、齒間距 周節也與正齒輪相同，但須在傘齒輪大端的節圓上測量。

二、傘齒輪的各部分關係和計算

1. 傘齒輪的各部分計算

節錐半徑 L
$$L = \frac{m \times z}{2 \sin \alpha} \quad (19-1)$$

式中 m —— 傘齒輪的模數；

z —— 傘齒輪的齒數；

α —— 傘齒輪的節錐角。

齒寬 b 標準傘齒輪的齒寬，通常規定為節錐半徑的三分之一。計算公式：

$$b = \frac{m \times z}{6 \sin \alpha} \quad (19-2)$$

齒頂角 θ_1 傘齒輪的齒頂角與節錐角 α 、齒數 z 的關係如下：

$$\operatorname{tg} \theta_1 = \frac{2 \sin \alpha}{z}$$

或

$$\theta_1 = \operatorname{tg}^{-1} \frac{2 \cdot \sin \alpha}{z} (\text{度}) \quad (19-3)$$

齒根角 θ_2 齒根角也與節錐角，齒數有關，它的公式如下：

$$\operatorname{tg} \theta_2 = \frac{2.4 \sin \alpha}{z} \quad (19-4)$$

或

$$\theta_2 = \operatorname{tg}^{-1} \frac{2.4 \times \sin \alpha}{z} (\text{度}) \quad (19-4\text{甲})$$

齒坯角 θ 齒坯角為齒頂角 θ_1 與節錐角 α 之和。計算公式如下：

$$\begin{aligned} \theta &= \alpha + \theta_1 \\ &= \alpha + \operatorname{tg}^{-1} \frac{2 \times \sin \alpha}{z} (\text{度}) \end{aligned} \quad (19-5)$$

銑削角 δ 銑削角为节錐角减齿根角 θ_2 。算式如下:

$$\delta = \alpha - \theta_2 = \alpha - \operatorname{tg}^{-1} \frac{2.4 \times \sin \alpha}{z} \text{ (度)}. \quad (19-6)$$

角齿顶 K 角齿顶等于齿顶 h_1 与节錐角余弦的乘积。即:

$$K = h_1 \times \cos \alpha. \quad (19-7)$$

外径 D_e 伞齿轮的外径为节径与两个角齿顶之和。即:

$$D_e = D + 2K = m(z + 2 \cos \alpha). \quad (19-8)$$

现将伞齿轮的各部分计算举例如下:

例 1 一伞齿轮的模数是 2 毫米, 节錐角 45° , 齿数 30, 试求它的节錐半径?

解 已知 $m = 2$, $\alpha = 45^\circ$, $z = 30$ 。

$$\begin{aligned} \text{由公式 19-1 得: } L &= \frac{m \cdot z}{2 \times \sin \alpha} = \frac{2 \times 30}{2 \times \sin 45^\circ} \\ &= \frac{60}{2 \times 0.707} = 42.5 \text{ (毫米)}. \end{aligned}$$

例 2 已知 $\alpha = 30^\circ$, $z = 42$, 求 $\theta_1 = ?$

$$\begin{aligned} \text{由公式 19-3 得: } \theta_1 &= \operatorname{tg}^{-1} \frac{2 \times \sin \alpha}{z} = \operatorname{tg}^{-1} \frac{2 \times \sin 30^\circ}{42} \\ &= \operatorname{tg}^{-1} 0.024 = 1^\circ 22'. \end{aligned}$$

例 3 有一节錐角 45° , 齿数为 32 的伞齿轮, 求它的銑削角 δ 。

解 已知 $\alpha = 45^\circ$, $z = 32$ 。

$$\begin{aligned} \text{由公式 19-6 得: } \delta &= \alpha - \operatorname{tg}^{-1} \frac{2.4 \times \sin \alpha}{z} \\ &= 45^\circ - \operatorname{tg}^{-1} \frac{2.4 \times \sin 45^\circ}{32} \\ &= 45^\circ - \operatorname{tg}^{-1} \frac{12.4 \times 0.707}{32} \\ &= 45^\circ - 2^\circ 56' = 42^\circ 4'. \end{aligned}$$

2. 两伞齿轮的速比与节錐角 伞齿轮两轴相交的角, 可以在 $0^\circ \sim 180^\circ$ 之中, 这就是两轴相交成 90° 、小于 90° 和大于 90° 的三种情形, 其中最常使用的是两轴相交成直角。