

磨削加工 25°压力角的斜齿轮

中冶陕压重工设备有限公司 (陕西富平 711711) 侯延明 张卫东

1. 问题的提出

我公司为某厂家生产的右大鼓轮减速机, 采用国外图样, 其中一件齿轮参数: 分度圆直径 $d = 855.72\text{mm}$, 齿顶圆直径 $d_a = 888.56\text{h8}$, 模数 $m_n = 12$, 齿压力角 $\alpha_n = 25^\circ$, 齿数 $z = 70$, 螺旋角 $\beta = 11^\circ$, 旋向为右旋, 精度等级 DIN3962: 6 级, 变位系数 $x = 0.3997$, 公法线长度 $W_t = 386.63 \sim 386.68\text{mm}$, 公法线跨齿数 $k = 11$ 。一般情况下, 我国齿轮标准中取 $\alpha = 20^\circ$, 而国外标准压力角除了 $\alpha = 20^\circ$ 外, 还采用 $\alpha = 14.5^\circ$ 、 15° 、 17.5° 或 25° 。压力角的大小对齿轮的轮齿强度及动力的大小均有影响。

由于该齿轮采用了 $\alpha_n = 25^\circ$ 的压力角, 在我国属非标设计, 滚齿我们订购了非标磨前齿轮滚刀加工并留出磨削余量。然而磨齿遇到了问题, 当时我公司所有磨齿机均为展成法磨齿机, 砂轮磨削角 $\alpha_m = 20^\circ$ 。要完成 25° 压力角齿轮的磨削, 需在磨齿机磨削参数上想办法, 而不像成形法原理的磨齿机, 只需对砂轮进行严格的修整。磨削参数如何调整成了我们需要攻克的难题。

2. 分析问题

首先从磨齿机的特点及磨齿原理进行分析: 一对齿轮啮合时基圆和节圆的关系为 $r_b = r \cos \alpha$, 这在齿轮和齿条啮合中仍然保持不变 (这时 α 为齿条的齿形角)。由于齿轮和齿条保持了以上关系, 于是我们便得出一个对磨齿机加工非常有意义的推论, 即: 在基圆半径不变时, 齿轮节圆半径随齿条齿形角的变化而改变 (见图 1)。

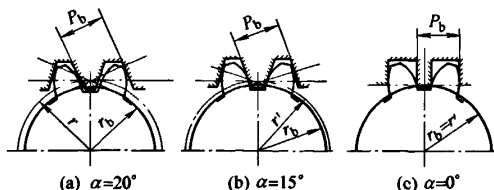


图1 齿条齿形角与齿轮节圆的关系

同一齿轮 (基圆不变) 可以和不同齿形角的齿条啮合, 只是节圆发生了变化。这个道理给磨齿带来了极大

的方便, 以砂轮代替齿条, 砂轮的齿形角可以通过调整或修整任意加以改变, 这对展成磨齿机扩大磨齿范围和提高磨齿精度提供了可靠的理论保证。

我们使用的 ZSTZ1250 磨齿机全部为机械传动, 采用丝杠螺母和蜗杆副进行展成和分度。在展成中, 必须保证被磨齿轮转动一转时, 其中心移动距离为 πd , 否则就不会加工出精确的齿轮, 因而, 这种机床的主要工作是精确计算配换交换齿轮。配换交换齿轮的计算公式可综合为以下公式:

展成交换齿轮

$$i_t = (a_1/b_1) \times (c_1/d_1) = 178.2918/d$$

分度交换齿轮

$$i_z = (a_2/b_2) \times (c_2/d_2) = 24/z \quad (6 \sim 11 \text{ 齿为 } 12/z)$$

进给交换齿轮

$$i_s = a/b = 0.00191s \quad (\text{粗磨})$$

$$i_s = a/b = 0.00469s \quad (\text{精磨})$$

展成交换齿轮的计算式是按齿轮的压力角 $\alpha = 20^\circ$ 计算的。如果砂轮的磨削角 α_m 与齿轮的压力角不等, 当被磨齿轮转一圈时, 其中心的移动距离就不是 πd 了 (分圆周长), 而成为某一磨削节圆的周长 πd_m (见图 2), 这时展成交换齿轮计算公式中的 d 应改为 d_m 。其数值按下式计算

$$\text{直齿} \quad d_m = d \cos \alpha / \cos \alpha_m$$

$$\text{斜齿} \quad d_m = m_n \times (z / \cos \beta_m) \times (\cos \alpha_n / \cos \alpha_m)$$

将以上关系代入展成交换齿轮计算公式中, 得到 ($\alpha \neq \alpha_m$)

$$\text{直齿} \quad i_t = a_1/b_1 \times c_1/d_1 = 178.2918/d \times (\cos \alpha_n / \cos \alpha)$$

$$\text{斜齿} \quad i_t = a_1/b_1 \times c_1/d_1 \\ = 178.2918 \cos \beta_m \cos \alpha_m / (m_n z \cos \alpha_n)$$

式中 α_m ——法向磨削角 (由工艺给定);

β_m ——节圆螺旋角 ($\sin \beta_m = \sin \beta \cos \alpha_n / \cos \alpha_m$)。

立车工作台沉孔加工

齐齐哈尔二机床（集团）有限责任公司（黑龙江 161005） 魏彦龙 黄文拓 邢恩伟

随着工厂立车产品规格的增多，立车工作台的规格从直径1m左右到十几米，达到了十多种，而每个工作台上用于卡爪定位用的沉孔根据工作台的大小，少的十几个，多的达到几十个。图1为工作台， d_1 为沉孔直径，原来加工这类的沉孔都是用镗床，效率很低而且对车间的大型设备占用非常严重，给生产组织带来很大麻烦。

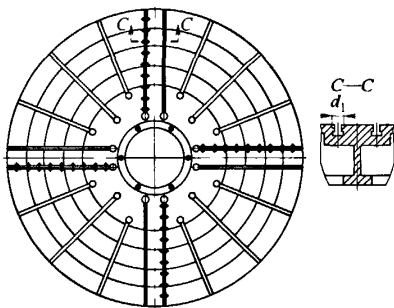


图 1

为解决这样的问题，我们自制了钻模和刀具在钻床上加工，刀具如图2所示，钻模如图3所示。在加工的

时候将图3中钻模体1穿入工作台的T形槽内，端部定位后拧紧锁紧螺钉2夹紧钻模。把图2中刀具的锥柄3装到钻床主轴上，起动机床搬动摇臂让刀具上的定位柱1进入钻模的定位孔 d_2 就实现了沉孔的定位，这时就可以开动进给进行沉孔加工了。在钻模的实际应用中要合理设计钻模的长度，还可以根据工作台的规格将钻模进行组合应用。

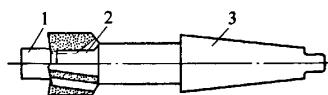


图 2

1. 定位柱 2. 合金部分 3. 锥柄

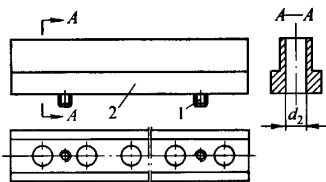


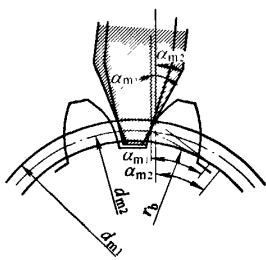
图 3

1. 钻模体 2. 锁紧螺钉

这样不但可以减少钻模的规格，还可以提高应用过程中的灵活性。MW

（收稿日期：20091010）

按照上面公式计算得到的 $(a_1/b_1) \times (c_1/d_1)$ 的比值难免有一些误差，少许的比值误差可用调节 α_m （或 α_{m_2} ）的办法来弥补。把每次试验调整的结果，拿到检测



仪上检查基节和齿形，图2 磨削角与磨削节圆的关系当基节偏差为“+”时（齿顶部分变厚），就增加磨削角；反之就减小磨削角，按此调整下去，直到磨出合格的齿形为止。

3. 解决问题

问题是展成交换齿轮的计算，我们给定 $\alpha_m = 20^\circ$ （取砂轮齿形角 $\alpha = 20^\circ$ ），将相关参数代入公式

$$\sin \beta_m = \sin \beta \cos \alpha_n / \cos \alpha_m$$

$$\text{得 } \sin \beta_m = \sin 11^\circ \cos 25^\circ / \cos 20^\circ$$

$$\beta_m = 10.604\ 587\ 35^\circ$$

$$\text{由 } i_f = (a_1/b_1) \times (c_1/d_1)$$

$$= [178.291\ 8 / (m_n \times z)] (\cos \alpha_m / \cos \alpha_n) \cos \beta_m$$

$$\text{得 } i_f = (a_1/b_1) \times (c_1/d_1) = (178.291\ 8 / 12 \times 70) \times \cos 10.604\ 587\ 35^\circ \times (\cos 20^\circ / \cos 25^\circ)$$

$$= 178.291\ 8 / 824.234\ 399\ 8 = 0.216\ 312\ 01$$

查表，即可计算出展成交换齿轮

$$(a_1/b_1) \times (c_1/d_1) = (2\ 579) / (831\ 10)$$

采用此种方法，并结合检测仪检测微调磨削角，我们用齿形角为 20° 的砂轮磨出了压力角 $\alpha_n = 25^\circ$ 的斜齿轮，经检测完全合格。MW

（收稿日期：20091014）