

计算牙轮钻头直径的简单近似公式

西南石油学院 夏其彪

对于设计合理的新钻头,总是以牙轮最外排齿的齿顶边刃来切削修刮井壁的。该边刃绕牙轮轴线的自转运动轨迹是圆,由于牙轮轴在空间的倾斜角,该圆在水平面上的投影是椭圆。该椭圆的长半轴等于牙轮切削修刮井壁点的半径,短半轴即为该半径在井底上的水平投影长。

所谓“求牙轮钻头的直径”,就是求钻头中心与该椭圆上最远点间的距离问题。

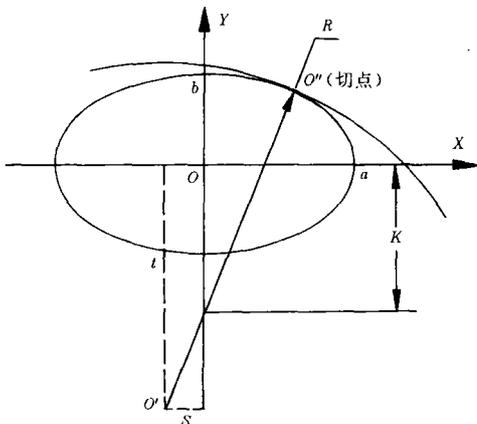


图 1

如图 1 所示,对于有移轴的钻头就是以钻头中心为圆心,作出一个圆,使它与椭圆相内切,该圆半径即为牙轮钻头的半径 R 。显然,由图 1 可知,该半径 R 是自变量 a, b, s, t 的函数(a —椭圆长半轴, b —椭圆短半轴, s —移轴距, t —无移轴水平圆心距)。

如图 2 所示,由四段圆弧近似组成椭圆的方法,我们称之为“四心椭圆法”。它是作近似椭圆的传统几何画法。

实践证明:由“四心椭圆法”作出的近似椭圆与精确圆能够较好地吻合,尤其是在它的两个曲率较小的大圆弧段上,吻合效果更佳,误差极小。这就给我们计算牙轮钻头的直径提供了一个近似方法。该方法的原理是:在给定的椭圆长、短轴条件下,先作出近似椭圆,然后求出钻头中心与该近似椭圆上最远点间的

距离,并将其作为牙轮钻头半径的近似值。

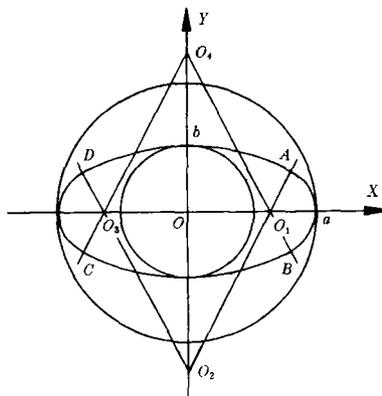


图 2

计算牙轮钻头直径的公式

1. 牙轮钻头直径的正向计算公式

即已知 a, b, s, t , 求解 R 。

$$k = \frac{a-b}{2b}(\sqrt{a^2+b^2+a+b}) \quad (1)$$

$$R = \sqrt{(t-k)^2 + s^2 + k + b} \quad (2)$$

2. 牙轮钻头直径的逆向计算公式

即已知 a, b, s, R , 求解 t 。

$$t = \sqrt{(R-k-b)^2 - s^2 + k} \quad (3)$$

其中 k 值计算见式(1),各变量的几何意义见图 1。

因为上述公式是在“切点落于较长的大圆弧段”的假设下推得的,所以使用时应注意检验这一条件。

该条件可用算式表示如下:

$$t > k; \quad \frac{s}{t-k} < \frac{b}{a} \quad (4)$$

由于实际钻头的移轴距通常较小($s = 0 \sim 6\text{mm}$),所以式(4)条件在一般情况下是容易满足的。

表 1 和表 2 分别是牙轮钻头直径正向计算和逆向计算的结果对比表。



运输业燃料气化的实践

为平衡燃料能源结构,前苏联政府作出用天然气替代发动机燃料油的重要决策,规划在 2010 年期间,能源结构中要最大限度地使用燃料油代用品,设想在小轿车、拖拉机、吊车、铲运机、推土机上使用 CNG。用 CNG 和 LNG 作汽油机和柴油机燃料的小轿车、卡车和公共汽车总数已超过 20 个型号。LNG 还将在轮船、机车和飞机上使用。

改变燃料是通过改造旧车和发展新型汽车来进行的。天然气—汽油汽车可用汽油和天然气中的任一种燃料工作。天然气—柴油汽车则用 80% 的天然气和 20% 的柴油混合作。用汽油车或柴油车改装的卡车和公共汽车可装充压为 20MPa 的 4~10 个 50

升的贮气瓶,其行程约为 200~300km。装有 1~3 个容积为 80~100 升贮气瓶的小轿车,其行程约为 180~330km。

天然气可在压缩(CNG)后使用,或将其中的丙烷析出液化(LGPBC)后使用,也可将天然气液化(LNG)后使用。用 LGPBC 作燃料的卡车和公共汽车,在装有充气压力 1.6MPa 的 1~2 个容积 120~225 升的贮气瓶时,其行程约为 400~570km;小轿车在装有 1 个容积为 50 升的 LGPBC 贮气瓶时,其行程约为 400~600km。

到 1988 年 7 月 1 日为止,已约有 54 万辆卡车和小轿车用 LGPBC 作燃料行驶,预计还将增至 100 万

表 1

mm

已知条件				近似解			精确解	绝对误差	相对误差
a	b	s	t	k	R	D	D^*	$ D-D^* $	$\left \frac{D-D^*}{D^*}\right $
42.0	24.6870	2	83.9764	40.4668	108.7093	217.419	217.435	0.016	0.00007
61.2	35.9725	2	72.4884	58.9660	108.6080	217.216	217.232	0.016	0.00007

表 2

mm

已知条件				近似解		精确解	绝对误差	相对误差
a	b	s	R	k	t	t^*	$ t-t^* $	$\left \frac{t-t^*}{t^*}\right $
42.0	24.6870	2	108.7177	40.4668	83.9848	83.9764	0.008	0.0001
61.2	35.9725	2	108.6160	58.9660	72.4965	72.4884	0.008	0.0001

注:为了便于对比,已知条件和精确解都取自文献张先普等“三牙轮钻头直径的设计计算方法”(《西南石油学院学报》1981 年第 1 期)。近似解是按本文公式计算的。

由表列数据可以看出:牙轮钻头直径双向近似计算的绝对误差和相对误差,都已能满足工程实际应用

的一般需要。且方法简单易行,对计算工具要求不高。