

# 泵光反射器椭圆参数的选定

姜 宏 滨

## 提 要

本文介绍了选定单椭圆和双椭圆参数的一种简单方法。建议加工椭圆柱面的立铣头倾角优先选用  $60^\circ$ ，这个角度能给出比较满意的光照效率，并为设计与高精度加工带来了方便。

由于椭圆柱形聚光系统具有体积小、效率高等优点，一般固体激光器多采用它。这种反射器的椭圆柱面一般都是在立式铣床上把铣头倾斜一定的角度加工出来的，加工情形如图 1 所示。由图 1 可知

$$\begin{aligned} \theta &= 90^\circ - \varphi \\ b &= a \cos \theta = a \sin \varphi \end{aligned} \quad (1)$$

图 2 是激光器光泵系统剖面图。其中： $f$ —椭圆焦距； $c_h$ —激光棒夹套外径（如激光棒加玻璃管通水冷却，即为玻璃管夹套外径）； $d$ —灯管外径； $\Delta$ —在  $a$  轴上，夹套与灯管之间的间隙。由图 2 可见

$$f = \frac{c_h}{2} + \frac{d}{2} + \Delta \quad (2)$$

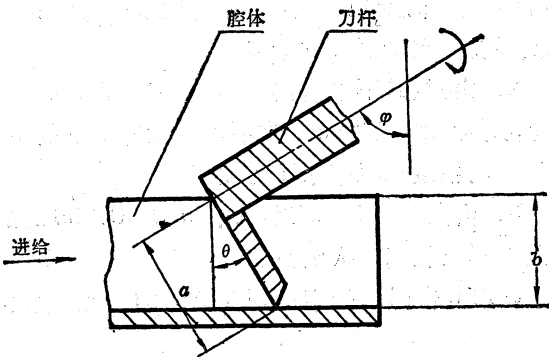


图 1 立式铣床加工椭圆柱面的示意图  
 $a$ —铣刀(回转)半径,即椭圆长半轴;  $b$ —椭圆短半轴;  $\varphi$ —立铣头倾角

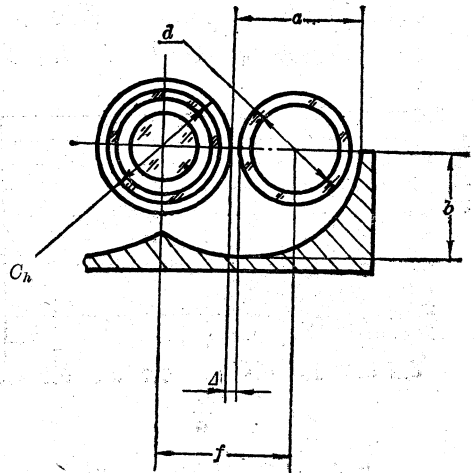


图 2 激光器光泵系统剖面图

由椭圆性质与(1)式有

$$f = 2\sqrt{a^2 - b^2} = 2a \cos \varphi \quad (3)$$

以上便是选定反射器椭圆参数时要用到的几个关系式,运用的具体步骤是:

1. 根据已给定的反射器外形尺寸等预定  $\Delta$ 、 $a$  值;

2. 由式(2)求出  $f$ ;
3. 再由(3)式求出  $b$ 、 $\varphi$  值。

为了方便于加工, 图纸中应直接注明  $\varphi$  角的大小。

在对反射器的实际设计中, 总是既要结构紧凑又要效率高。图3与图4为引自参考资料[1]的光照效率曲线, 图中  $c$  为激光棒直径, 其他参数意义同前。由此不难看出, 提高光照效率的主要途径有二: 1. 增大激光棒直径与灯管直径之比  $c/d$ ; 2. 增大椭圆的轴比  $b/a$ 。第1条要求我们选用细灯管。第2条要求我们一方面要缩小  $\Delta$  值, 在结构允许的情况下, 最好取  $\Delta=0$ ; 另一方面要增大  $\varphi$  角。然而,  $\varphi$  角太大在加工时若不换用较长刀杆, 则发生铣刀头与工件相碰的现象, 灯管与夹套允许尺寸的大小也限制着  $b/a$ , 因而  $\varphi$  值不能取得太大。

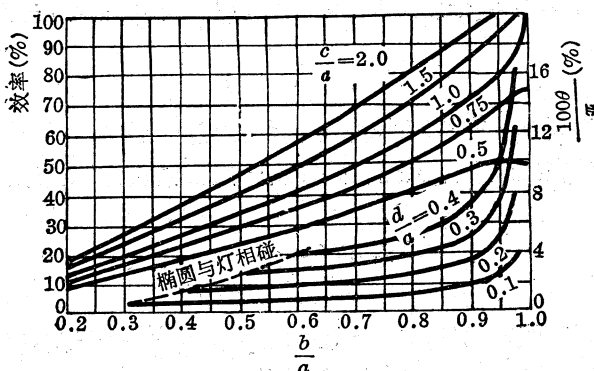


图3 单椭圆柱反射器的光照效率

上面一组曲线是  $d=0$  时的效率, 而下面一组曲线给的是由于有限的灯直径所引起的损耗。实际效率=上面曲线所给出的效率  $-c/d \times$  损耗。左侧标尺仅用于上面一组曲线; 右侧标尺则仅用于下面一组曲线

在此我们建议  $\varphi$  角取  $60^\circ$ , 因为它具有以下几个优点:

1. 一般讲来,  $\varphi=60^\circ$  ( $b/a=0.866$ ), 既不会在加工时发生铣头与工件相碰的情况, 也不致使灯管与夹套的尺寸干涉。

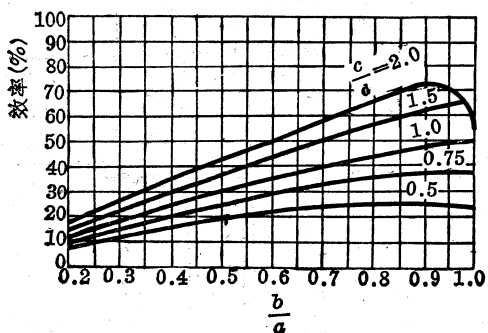


图4 双椭圆柱反射器的效率

2. 由式(3)不难看出, 当  $\varphi=60^\circ$  时,  $\varphi$ 、 $a$ 、 $f$  均可取整数, 且  $f=a$ 。这不仅使设计更加简单, 而且为高精度加工带来了方便。

3. 由图3、图4可以看出,  $b/a=0.866$  时的光照效率已相当令人满意。

$\varphi$  取  $60^\circ$  时, 选定椭圆参数用的关系式简化为

$$\begin{cases} a = f = \frac{c_h}{2} + \frac{d}{2} + \Delta \\ b = 0.866a \end{cases} \quad (4)$$

设计中, 只须选定  $\Delta$  值, 便可由(4)式直接得到  $f$ 、 $a$  和  $b$  值。

### 参 考 资 料

[1] C. Bowness; *Appl. Opt.*, 1965, 4, No. 1, 103~107.