

# 大发散角、高功率激光束二次谐波 产生峰功率转换效率的计算

中国科学院物理研究所 朱振和

Q 开关固体激光器发出的巨脉冲激光由于功率密度很高,为避免破坏非线性晶体,往往不聚焦就通过晶体产生二次谐波。如果激光束是 TEM<sub>00</sub> 单模的,发散角接近衍射极限,那么用平面波理论计算转换效率可得到与实验相符的结果。但是有相当多的固体激光器发出的激光束是多模的,而且由于工作物质不均匀,各个模发生了畸变,这时发散角常常远大于衍射极限。在这种情况下不能用现有的理论计算转换效率,因此有必要发展一种估算的办法。我们提出了一个简化的模型,虽然在理论上不十分严格,但可以大致地估算出转换效率。

我们常常只用峰功率、脉宽、光束直径和发散角这几个参数来描述一束激光的性质,因此我们就近似地认为激光功率的近场分布是:在一个圆内均匀分布,圆外为零;其远场分布是:在发散角范围内各个方向上均匀分布,在发散角以外为零。用此模型我们导出峰功率转换效率的近似公式如下:

$$\eta = \left[ 1 - \frac{2}{\pi} \cos^{-1} \frac{c}{\theta l} + \frac{2}{\pi} \frac{c}{\theta l} \sqrt{1 - \left( \frac{c}{\theta l} \right)^2} \right] \tanh^2 \frac{l}{l_{SH}} \quad (1)$$

式中的  $l$  是晶体长度,  $\theta$  是光束发散角,  $c$  是与晶体及波长有关的常数,  $l_{SH}$  是相互作用长度,与入射激光的功率密度有关。

我们以 1.06 微米激光在 LiIO<sub>3</sub> 中倍频为例作了数值计算。还从(1)式得出如下推论:①  $l$  有个最佳值,在相当宽的范围内  $l_{最佳} \approx 1.1l_{SH}$ 。②  $l$  在  $l_{最佳}$  附近变动时  $\eta$  改变得较慢。③ 峰功率密度和发散角是决定  $\eta$  的主要因素。大致说来,如果峰功率密度提高到  $n$  倍,而发散角同时增大到  $\sqrt{n}$  倍,则最大可获得的转换效率差不多(注意:并非在  $l$  不变的另一块晶体上转换功率差不多),一般的固体激光器在提高输出功率时发散角会变大,所以常常反而导致转换效率下降。

## 用蒙特卡罗法计算紧耦合聚光腔的聚光效率 和抽运光能在晶体中的分布

五机部二〇九所 徐立 贺大经

在电子计算机上用蒙特卡罗方法对聚光腔的聚光效率和抽运光能在晶体中的分布进行了计算分析。聚光效率的计算结果与 Kamizyo 等用成象分析方法和 Skinner 等用蒙特卡罗法计算的结果一致。进一步研究了紧耦合椭圆柱、圆柱和漫反射圆柱形聚光腔的聚光效率和抽运光能在晶体中的分布,绘制了晶体中的等能线图;分析了腔壁反射特性(包括漫反射)、偏心率、晶体侧面性质、全腔冷却方式对聚光效率的影响;分析了直射光的作用。结果表明,在紧耦合情况下,圆柱腔和椭圆柱腔有相近的效率,提高聚光效率的关键是提高腔壁的镜反射率;将晶体侧面打毛变成粗糙的漫反射面,对聚光效率的影响并不显著,但使抽运光能在晶体中呈现出复杂的分布;直射光此时约占晶体吸收光能的 15%,因而晶体中等能线图上的高能区偏向放置灯的一边。

蒙特卡罗法可以更逼真地模拟聚光腔的真实情况,允许腔中的元件有复杂的结构,对各种聚光腔(如紧