

亚稳态储能转化为输出激光能的效率称引出效率。计算表明,放大器在小信号工作时效率很低,但是,光束能量密度太大效率也会降低,因而存在最佳工作区。另一方面,引出效率还随增益系数对吸收系数的比值(β/α)单调地递增。所以,即使在总增益和光能密度相同的条件下,仍然可以通过提高增益系数(相应地缩短工作物质的长度)来获得较高的效率。例如,在输入光能密度为1焦耳/厘米²,输出为3焦耳/厘米²,动态吸收系数 $\alpha=0.5\%$ 厘米⁻¹的条件下,有下列结果:

β/α	引出效率 (%)	β 厘米 ⁻¹ (%)	l (厘米)
3	9.6	1.5	149
10	14.1	5	30
∞	16		

可见,在上述条件下, $\beta/\alpha=10$ 是较好的工作状态。 β/α 再增大,效率的提高是很有限的了。

3. 应用于大型片状放大器的研制

按上述理论设计了通光口径为100毫米的片状放大器。它由六个钨玻璃片组成,每片高为300毫米。激光先后通过片的下部、中部和上部,然后再重复通过一次。在光泵密度为29焦耳/厘米²,输入激光能量40焦耳(脉宽约2毫微秒)时,获得10倍增益,电能转换为激光能的效率达0.1%。比较了各种不同光泵强度、不同激光能量下增益的测量值和计算值,结果表明两者基本相符。

激光核聚变的物理模型及数值解

中国科学院上海光机所 徐至展 沈文达 张文琦
上海科技大学 潘仲雄 王翼飞 张卫生

为了对激光向心聚爆进行总体的定量分析,本文研究了其全过程的物理模型及相应自洽方程组的数值解法。

在强激光辐照下,球形对称靶等离子体的物理行为是由一组自洽的非线性偏微分方程描述的。我们给出的一维模型及其数学表述有如下特点:利用张量形式,推导出包含有粘性的流体动力学的运动方程和能量方程;考虑了靶元素的电离过程,以Saha方程或日冕方程的解来近似处理较高 Z 元素的电离问题;给出了计及反常吸收等因素的有关激光吸收的几种处理方式;等离子体的辐射包括了 $f-f$ 、 $f-b$ 和 $b-b$ 三种跃迁过程;较细致地计及了量子力学简并效应对于电子系统的压力、内能和各种输运系数如电子热导率、电子-离子热平衡时间以及库仑系数等的修正;对电子和离子的热传导均引入热流限制条件,通过调节限流的常数因子,可以确定反常电子热传导的量级及其对总体的影响。我们还考虑了多层靶的复合结构,给出了适当的边界条件及间断面上的连接条件。在非线形偏微分方程组的数值解法上,本文提出了一种不同于一般模型的显式差分数值解法,即在处理能量方程时,不采用通常的隐格式,而是采用预估校正的跳点显式解法,并对方程的二阶导数项、低阶项和间断系数进行了适宜的处理。我们的计算机总体程序有双温度和三温度(除电子和离子外,还有对应有辐射温度 $T_r(R, t)$ 的光子系统)两种模式,在实际计算中,可按物理问题进行选择和比较。

本文最后附有激光聚变全过程的示例计算,其结果与实验相一致,这表明我们给出的物理模型和计算方法是正确的。