

太阳能泵浦的连续Nd:YAG激光器

一、前言

在空间光通信、激光驱动、能量转换和材料的激光加工中激光光源是必不可少的。可以用集聚的太阳能辐射对激光材料进行光激励。用太阳能辐射直接激励的激光器叫做太阳能泵浦激光器。在太阳能泵浦的激光系统中，由于直接进行光子-光子转换，可望得到高的能量转换效率。另外，在空间可利用的能源只有太阳能。因此，把太阳能辐射直接转换为相干激光是重要的空间技术。根据使用的激光介质不同，太阳能泵浦激光器分为两类：一类是固体激光器，另一类是气体激光器。对于太阳能泵浦的激光卫星的发射、激光驱动和空间材料加工来说，制作高功率太阳能泵浦的激光器是重要的。有几百瓦输出功率的太阳能泵浦激光器可用于空间光通信。在现阶段可用的激光材料中，Nd:YAG在效率、连续工作的性能和光束质量方面都占有优势。再则在空间由于不会出现补充工作物质的问题，所以固体激光材料是合乎要求的。就我们所知，利用太阳能直接泵浦的系统可得到的最大输出功率是5.6W。因此，为了得到很高的激光输出功率，我们用高聚集的大面积太阳能收集器对太阳能泵浦Nd:YAG激光器在地面做了实验。

二、实验

我们用的是10m口径的太阳能收集器。这个太阳能收集器由定日镜和抛物面镜组成。抛物面镜的口径为10m、焦距为3.2m。晴天，在大约40mm直径的面积上能聚集大约55kW的太阳功率。对平面目标，太阳能辐射的聚集比约为 5.2×10^4 。这么高的聚集比对高功率太阳能泵浦的激光器的激励是很合适的。太阳能泵浦的Nd:YAG激光器的实验装置如图1所示。

Nd:YAG棒装在直径为50mm的硼硅酸耐热玻璃的中心，用流速为大约2.4l/min的水直接冷却。棒的直径为4mm，长75mm，Nd³⁺的离子浓度为0.9%（原子百分比浓度）。棒端面与棒轴垂直并镀增透膜。激光腔由两个介质反射镜组成。一个是焦距为2.5m的全反射凹镜，另一个是透过率为7%的平面输出反射镜。腔长为60cm。用Scientech 38-0101圆盘热量计监视激光输出功率，并在距输出反射镜2m远处用荧光底片检查了光束截面的能量分布，此荧光底片上的稀土离子经级联过程把红外激光转换为可见的荧光。

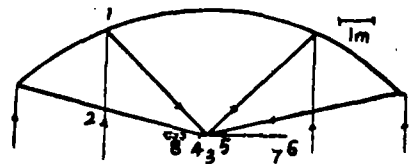


图1 地面实验用的太阳能泵浦的Nd:YAG激光器实验装置。1.抛物面镜，2.太阳辐射光，3.水平冷却的Nd:YAG棒（直径为4mm，长75mm），4.全反射镜，5.输出镜，6.探测器，7.红外指示器，8.光学准直用的He-Ne激光器

三、结 论 和 讨 论

激光输出功率如图 2 所示。太阳的跟踪误差引起激光输出功率有周期性的变化，其周期为 1~3min。输出变化的高频成分是由于横模扰动引起的，因为，它与荧光片上观察到的远场图样变化有同样的周期。我们的激光器在多模情况下最大输出功率超过 18W。这是迄今为止报导的太阳能泵浦激光器的最大输出功率。

本聚能器产生的太阳的象的平均直径大约是 40mm，所以聚集的太阳能中只有 13% 有效地用来泵浦直径为 4mm 的 Nd:YAG 激光棒。在本实验中大约只利用了聚能器面积的 1/6。

因此光泵浦实际用 1.1kW 的太阳能功率就得到了 18W 的激光输出功率。这样，太阳能功率转化为激光输出功率的转换效率大约是 1.6%，对太阳能泵浦 Nd:YAG 激光器来说，这样的激光效率是相当好的。

太阳能泵浦的激光器的各种应用可能需要高峰值功率（用 Q 开关技术得到）和短波长的激光（用基频激光倍频可以得到）。现在正在做这些实验。

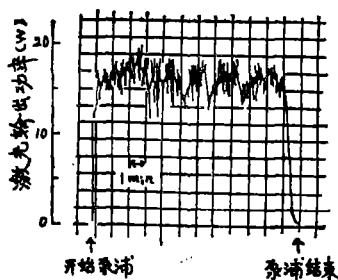


图 2 用热量计测量得到的激光输出

译自 ICO-13 CONFERENCE DIGEST, 1984, P.278~279.

王少川 译 封鸿渊 校

· 简 讯 ·

自 动 机 用 光 学 传 感 器

使宇宙飞行器 and 人造卫星在轨道上精确对接的光学方法，预计在地面也是很有用的。例如控制机器人在其工作过程中运动。由人造卫星上的图形反射的激光束就可得到径向准直状况、轴向夹角和距离的信息（图 1）。

由宇宙飞行器上的光发射/接收器将激光束投射到人造卫星上。并由某种机构使光束方向在圆锥内移动，就是使光束以圆或椭圆形式扫描目标。

卫星上的目标由两个同心部分组成（图 2）：

1. A 部分是一些环形带，其反射率随距目标中心距离的增加而减少。它由一些同心环组成，其反射率高低相同。使两个相邻区域的宽度比随半径增加逐渐减少，从而使其反射率随半径作指数减少。一个环的宽度只是运动光斑直径的一小部分。

2. B 部分是中心圆区域，它的反射率以某一已知的关系随激光束的入射角变化，但不随