第 25 卷第 2 期　　长春理工大学学报　　Vol125　No12
2002 年 6 月　　Journal of Changchun University of Science and Technology　　Jun. 2002

文章编号：1004 - 485X（2002）02 - 025 - 03

LD 泵浦高频 YAG 激光器

梁　柱　宁国斌　金光勇

（长春理工大学 应用理学院，吉林 长春 130022）

摘　要：本文介绍了一种列阵半导体激光管侧面泵浦的 YAG 激光器，详细论述了方案设计，冷却措施和实验结果，该激光器件已达到工作频率 1000Hz，单脉冲输出 12mJ 的水平，经过较长时间的考验，证明具有高稳定性和高可靠性。

关键词：LD 泵浦；YAG 激光器；侧面泵浦

中图分类号：TN248．1　　**文献标识码**：A

用高功率列阵半导体激光管代替常规泵浦源，实现固体激光器的小型化和高效率，已成为全世界关注的焦点，这种全固化的固体激光器将为航空遥感测量、光电对抗以及激光雷达、通信等应用带来极大的方便。在国家 863 的资助下，我校研制出一台半导体激光泵浦高重复频率、高峰值功率 Nd：YAG 激光器样机，做了机载和外场试验，通过国家科技部验收，并在全国首届高新技术展览会上展示。

1　总体方案设计

系统设计方框图如图 1。整个激光系统包括激光头、供电电源和控温冷却器三部分。

激光头部分的核心是用四只（侧面两只图中未划出）列阵厘半条二极管激光器泵浦一根 Φ3 ×30 的 Nd：YAG 棒，在每个二极管输出端面与激光工作物质之间分别加有石英柱面镜，并使聚光焦线落在激光棒的轴线上。由于侧面垂直泵浦和加有后向反射镜很好地改善了泵浦光的均匀性和热分布的平衡性。聚焦光线沿激光棒中心有利于基模泵浦，在未加特殊选模措施条件实现了基横模激光输出。激光谐振腔用大曲率凹面全反射镜和反射率为 30 %的平面镜构成稳定腔。总腔长为 32cm。从机械安装结构上看，谐振腔长还可以缩短，但是为了获得接近衍射极限的光束发散角，适当拉长腔长是有利的。为了得到高峰值功率高频激光脉冲输出，谐振腔中加有电光调 Q 装置，它由一个介质膜偏振片和 KD^3P 调制晶体构成，调 Q 系统可以工作在 10KHz 频率以下，并与二极管激光器泵浦脉冲频率相一致。

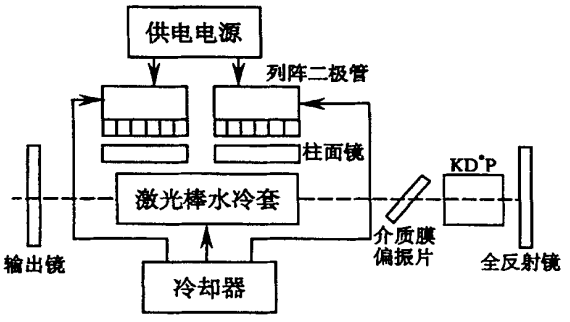


图 1　激光器总体方框图

供电电源部分设计成独立组件，它不仅给列阵二极管激光器供电，也给 Q 开关系统提供高压和触发控制，四只厘米条激光管采用串联供电，每只管峰值功率 100W，平均功率 20W，最大占空比 20 %，当激光管工作频率为 1000Hz 时，供电脉冲宽度 200μs，间歇 800μs，此时最大平均电流为 15A，电压 24V，峰值电流为 75A。串联供电对电源有利，可减少低压大电流的麻烦。但一般耽心的是怕某一激光管意外损坏，可能发生连锁反应，造成其它管子同时损坏，事实上这一点是不用多虑的，因为激光二极管正常工作几乎是低阻（011Ω 左右）短路状态，

收稿日期：2002 - 03 - 26
基金项目：国家 863 资助项目
作者简介：梁柱等（1938 —），男，教授，博士导师，主要从事固体激光器件技术与应用研究和教学工作。

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

而其一旦损坏全是变成断路状态，因此某一管击穿或损坏，不会涉及其它的串联管。对于激光二极管供电电源最值得注意的是防止供电电压脉冲反冲。既或有 1V 的负压过载也可能造成二极管击穿。

对于 Q 开关的供电，主要是提供 4000V 左右的高压和触发信号。Q 开关晶体高压从 24V 直流经过一系列逆变获得，触发信号与二极管供电脉冲信号同步，在供电脉冲接近 180μs 左右时，触发控制脉冲自动输入，控制调 Q 晶体上的高压施加或退除。无论是退压或加压方式均能获得良好地 Q 开关效果。

2 半导体激光泵浦冷却技术

半导体激光泵浦与灯泵浦相比，更需要严格的温控，这不仅是因为激光棒温升过高，量子效率降低，增加阈值和减少激光输出，而半导体激光管本身也要严格温控，因为 808nm 输出的半导体激光二极管是指在特定温度下的输出波长，温度漂移将导致输出波长改变，偏离激光工作物质的吸收谱线中心。在本系统中，采用了液体冷却方案，最佳温度为 1615 ℃，温控精度为 ±0.1 度，冷却液流量 5 立升/每分钟，由于半导体列阵激光管是微通道冷却，严格的防尘和过滤装置是必须的，储液罐是密封的，在液罐出口端设计了过滤器装置。可将 1μ 以上的尘粒滤掉。

为了使 LD 泵浦激光器能在低温条件工作，我们对低温冷却进行了专门研究。在机载应用和靶场室外应用，经常需要在 0 ℃以下工作，特别是储存时，不能出现冷却液冻结。实验证明，乙醇、水混合冷却液和甲醇、水混合冷却液是半导体激光泵浦固体激光器中适合的冷却液。特别是用分析纯甲醇和蒸馏水配制的冷却液具有优良的冷却性能。其优点是对泵浦光吸收少，粘滞性小，在列阵半导体热沉中流速快，对金属聚光器及塑料管道等无腐蚀作用。

甲醇水混合液的低温防冻性能如图 2 所示。

3 实验结果

用国家计量院定标功率计进行测量，当激光器工作在 1000Hz，最大满负荷输入，四只泵浦管总平均功率为 80W，获得动态调 Q1106μ 激光输出平均功率为 12W。光 - 光转换效率为 15 %。相当单个脉冲能量 12mJ。测得其脉冲宽度为 1216μs，光束发散角接近 1mrad，其输入与输出的斜效率曲线如图 3，输出随冷却液温度的变化曲线如图 4，整个激光器系统装置如图 5。

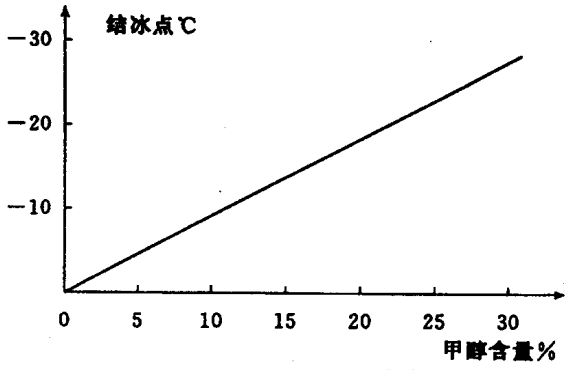


图 2 甲醇含量与冰点的关系曲线

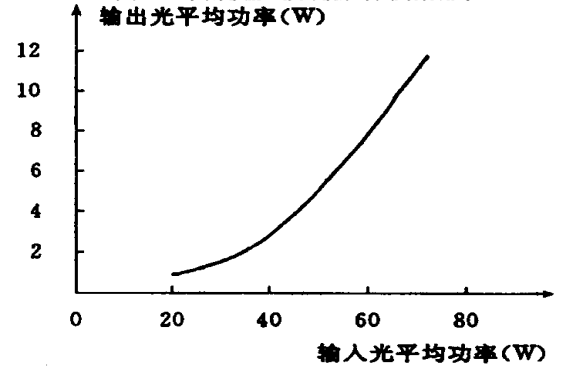


图 3 激光输出与泵浦总输入的关系曲线

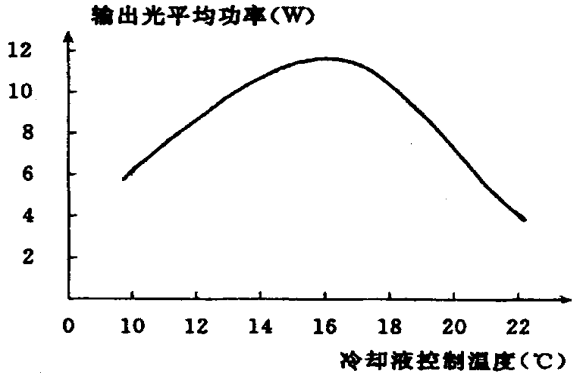


图 4 激光输出功率随冷却液温度的变化曲线

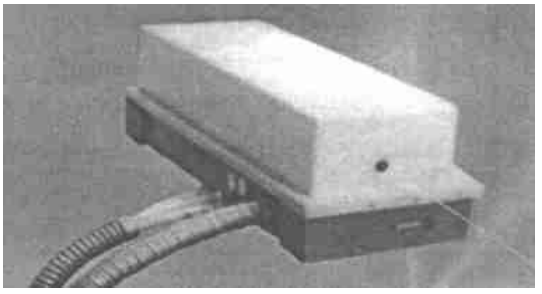


图 5 激光器整体外形图

从图 3 可见，用半导体激光泵浦 YAG 比灯泵效率高一个数量级，在最大输入时并未出现输出饱和，但由于受列阵二极管激光器的输出限

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

制，如果想进一步提高输出功率必须改用更高功率输出的列阵二极管泵浦。图 4 说明，冷却液温度改变，激光输出并不是急骤下降，在最佳温度两侧变化 ±2 度，激光输出下降不超过 10 %，这是因为温度变化虽然引起泵浦二极管输出波长漂移，但由于 YAG 激光晶体在 808nm 处有较宽的吸收带，所以对泵浦光频率漂移在一定范围内并不是很敏感的。在最佳温度两边，曲线并不对称，在水温升高时，输出下降更快些，这可能是列阵激光管温度升高时自身的输出功率也有明显下降所致。由上分析可见，对半导体激光泵浦 YAG 激光器，其冷却系统的温控不一定要求很严格，在 ±1 ℃的控制精度完全可满足要求。

参 考 文 献

[1] Agnesi A and Reali G C. Diode2pumped solid2state laser Resonator new style the 2000. Proceedings of SPIE 3930 (2000)

[2] Randall J ST etc. Diode array pumped kilowatt laser. January 1998. SPIE 3264

High2frequency YAG Laser Pumped by LD

LIANG Zhu, NING Guobing, JIN Guangyong

(College of Applied Sciences of Changchun University of Science and Technology)

Abstract: The side pumping YGA laser by arry2semiconductor laser cluster is introduced in this paper, and its designing version, cooling measure and testing results are discussed. Its operation frequency can reach to 1000Hz, its single2pulse output energy gets to 12mJ, it has high reliability and stability.

Key words: Pumped by LD; YAG laser; Side2pumping

学术动态

2002 年上半年我校学术活动空前活跃。在校科技产业处及各学院的努力下，开展了多项学术交流及学术报告。

4 月 14 日长春光学精密机械物理研究所曹振夫研究员来校作了《现代光电轴角编码技术》的学术报告；4 月 19 日俄罗斯科学院微观结构研究所副所长 克西夫里尼克教授来校作了《微型结构的硅光电子学》的学术报告；5 月 17 日中国人民解放军总装备部 马殿荣将军来校作了《古往今来话兵器》的学术报告；6 月 24 日国防大学外军研究室 冯希明教授来校作了《台海局势》的学术报告；6 月 28 日北京跟踪与通讯技术研究所 赵军所长来校作了《我国的航天测控与通讯》的学术报告。

这些学术报告对我校今后的教学及科研工作向前发展必将起到积极的作用。

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net