

一种新型分层式双循环冷却系统

黄呈辉 曾政东 周玉平 沈鸿元

(中国科学院福建物质结构研究所, 福州, 350002)

摘要: 设计并研制出一种新型分层式双循环冷却水系统, 用于冷却激光器, 效果良好。

关键词: 循环 冷却系统 热交换器

A new type of double-circulation water-cooling system

Huang Chenghui, Zeng Zhengdong, Zhou Yuping, Shen Hongyuan

(Fujian Institute of Material Structure, Academia Sinica, Fuzhou, 350002)

Abstract: It is very important for a solid laser system to have a well operating water cooling system. In our system, a inner water cooling system directly contact with solid laser rod and pumped lamp takes the heat into a heat exchanged cell to exchange the heat to outer water cooling system. The inner cooling system has the pure deionized water to increase the life time of the laser and the outer cooling system uses the ordinary water to take the heat out. The system now well operates in our lab.

Key words: circulation cooling-system heat-exchanger

一、引言

由于激光器在运转过程中, 激光工作物质的泵浦灯或产生激光的混合气体以及灯泵引起的工作物质和聚光腔的升温, 极易导致灯电极溅射或由于热应力引起泵浦灯和激光棒(管)的炸裂以及由于工作物质的升温而引起荧光的温度淬灭。因此, 冷却是激光器正常运转的必要条件, 而冷却的质量则是直接影响激光器运转的可靠性和使用寿命不可忽视的重要因素。激光冷却不仅仅是带走冷却水升温后的热量, 将温度控制在容许的范围内, 同时还需要在较长时间内保证被冷却的部件表面不被污染和腐蚀, 可能条件下还需降低水流动对激光输出波动的影响。

二、设计构想

自激光问世以来, 自来水仍然是激光器运转中最常用最简便的冷却方式, 但它同时存在由于自来水中的水垢沉积在泵灯和激光棒外表面以及滤紫外玻管和聚光腔内壁(全腔冷却时), 而导致泵浦效率下降的缺陷。我们曾先后购置了一台双循环冷却水箱和一台采用致冷剂的水循环系统用以冷却固体激光器, 前者由于其热交换过程是在整个水箱中进行, 热交换效率低; 后者虽可将水温控制在某一温度, 但其结构复杂、体积大、价格贵和噪声之大难以在实验室内使用。

从实用意义上看, 我们认为只要有效提高热交换效率, 双循环冷却系统由于体积小, 结构简单, 价格适中, 不失为更具实用价值的冷却方式。因此, 如何提高其热交换效率是完善这一冷却方式的关键, 也是我们设计的主要构想。

据此, 我们设计了分层冷却的方式, 如附图所示。将自来水(外循环水)和去离子水(内循

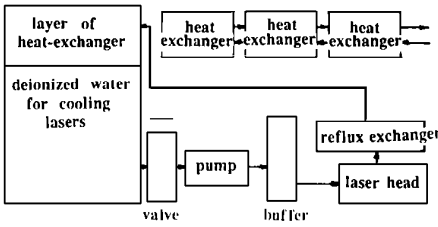


Fig Sketch of a laser water-cooling system with double-layer and dual-circulation (dimensions: 60cm (L) × 40cm (W) × 60cm (H))

环水)的热交换过程压缩在水箱上层的小空间内进行,从而保证了内外循环水从激光器一开始运转就可保持尽可能大的温差,达到了提高热交换效率的目的。其冷却过程是:从激光器出来已升温的去离子水经回水器均匀流过热交换器外壁,从外壁传来的热量由流经热交换器内的自来水带走,完成了热交换过程。流入水箱下层是经冷却后已明显降温的水,而不是常规冷却(热交换器置于水中)时直接从激光器流

出已明显升温的水,有效提高了整个冷却系统的热交换效率,取得了较好的冷却效果。

三、实验结果

我们用这种分层冷却方式的冷却系统分别对连续运转时间为 3h,每秒重复率达 10 次的脉冲激光器和连续激光器进行了冷却;比较了分层冷却和常规冷却的效果,结果列于表 1~ 3 中。

Table 1 The water temperature measurement of a repetition frequency laser using double circulation water cooling system

input energy of lamp	repetition frequency	initial water temperature	operation period	measured water temperature
50J	10Hz	27.4℃	3h	32℃

Table 2 The water temperature measurement of a CW laser using double circulation water cooling system

input power of lamp	initial water temperature	operation period	T in water container	T in outer cycle water
4800W (2 lamps)	20℃	3h	34℃	33℃
3200W (single lamp)	17℃	2h	23℃	22℃
3125W	14.3℃	1h	40℃	no outer cycle system

Table 3 Comparison of temperature of double circulation water cooling system with a conventional water cooling system using a CW laser

cooling type	input power	operating period	T of water from laser	T of water in container	T of outer cycle water
double circulation	1716W	3h	33.8℃	31.5℃	27.2℃
conventional	1716W	1h	36.6℃	34.9℃	27.4℃

上列各表中的数据表明: 1. 无论是脉冲还是连续运转的激光器,工作 1h 后水温可基本稳定在容许的温度范围内。2. 内外循环水温相近表明,热交换效率提高了,因外循环水有效带

走了内循环水的热量。3. 输入电功率基本相同时, 未加外循环水冷却时, 仅 1h 水温即升至 40℃。4. 从表 3 中同等条件下测得的数据可看出, 常规冷却时内外循环水的温差明显大于分层冷却时, 说明热交换效率低; 工作 1h 后, 分层冷却水温稳定在 33.8℃, 而常规冷却水温为 36.6℃; 在水箱水温同是 36.6℃时, 外循环水流量加大一倍, 15min 测温。分层冷却降至 30.3℃, 常规的仅下降至 33.6℃, 由此可见, 加大外循环水的流速和流量, 可有效降低水箱内的水温。以上的实验数据验证并显示了分层冷却确比常规冷却有效和优越。

设计冷却系统的关键部件——热交换器时, 我们采用了不锈钢材料以避免使用铜、铝等材料造成对其它部件的腐蚀和污染。考虑到激光的热负载、水流量、最大环境和最大容许温度常常是不同的, 把热交换器设计成只要变换尺寸不必改动结构, 即可满足不同运转方式和输入电功率的要求。

为了提高冷却质量, 保证激光器的安全可靠使用, 我们增设以下装置: 1. 水压继电器。保护激光器在水压不足时无法启动或自动停机。2. 缓冲器。在冷却回路中的水流视其流速会形成湍流或纹流, 给激光输出带来噪声, 设置缓冲器可有效改善激光的这种噪声^[1]。3. 水位开关和温度报警装置。确保水箱内的水位低于预定的水位线或水温超过其限定最高温度时, 及时报警或停机。整个闭环冷却回路的部件均使用不锈钢和塑料制作, 避免污染水质^[2]。

综上所述, 这种分层式双循环冷却系统, 设计思路新颖, 实用效果良好, 附设装置齐全, 作为激光器的冷却系统使用, 安全可靠, 效果明显。它还可用于其它需要水冷的仪器设备。

参 考 文 献

- 1 沈鸿元, 周玉平, 曾瑞荣 *et al.* 中国激光, 1988; 16(11): 164
- 2 Goidman R D. L F World, 1994; 27(13): 129

作者简介: 黄呈辉, 男, 1951 年 6 月出生。高级工程师。现从事激光器件研究工作。

收稿日期: 1996-01-24 收到修改稿日期: 1996-05-13

· 产品简介 ·

激光二极管检测系统

美国加州圣约塞的 E Tek Dynamics 公司生产的自动化激光特性检测系统能自动地检测和显示激光二极管的特性。由计算机控制的该系统可测量激光的近场和远场分布, 采用光谱仪测量波长, 还能测量激光器的阈值电流、斜效率和串联电阻, 功率或电压与电流的关系曲线。这种系统使用 MS-Window s 基本软件设计程序, 可用于定位、测试、准直和诊断系统控制。整个测试结果的读取时间少于 5min。

张贤义, 曹三松 供稿

红外二极管激光器

美国怀俄明州 Detection Limit 公司的三种单模二极管激光器具有多种输出的连接方式。DL780 型输出 40mW, 波长 780nm; DL810 型输出 120mW, 波长 810nm; DL830 型输出 160mW, 波长 830nm。每一种型号的产品都装有法拉第旋转器以避免逆反射引起的跳模。长期功率稳定 ±2%。该激光器能用于 FC/PC 光纤耦合装置或提供 2 或 4mm 直径的准直光束用于望远装置。

中尧, 三松 供稿