

刘友强¹, 曹银花¹, 潘飞¹, 高静¹, 秦文斌¹, 刘世光², 王智勇¹

1. 北京工业大学 激光工程研究院, 北京 100124;
2. 山东昌邑供电公司, 山东 潍坊 261300

摘要: 考虑不同的激光加工方式对激光功率密度和激光光斑尺寸的要求不同,研究了如何通过调整光路设计实现各种尺寸的聚焦光斑输出,使半导体激光器满足不同激光加工方式的需求。利用ZEMAX光学设计软件模拟半导体激光光路,包括光束整形、准直、聚焦等光束变换方式,实现了多种尺寸的光斑输出。实验中采用16个bar叠加而成的980 nm半导体激光叠阵,阈值电流为6.4 A,最大工作电流为84.8 A,最大输出功率为1 280 W,总的电-光转换效率为58.9%。准直后快轴的发散角小于4 mrad,慢轴的发散角小于20 mrad。通过实验对该激光叠阵进行光束整形和扩束准直、聚焦,最终实现了功率为1 031 W的激光输出,聚焦镜焦距为300 mm时的聚焦光斑尺寸达1.2 mm×1.5 mm,功率密度达 3.8×10^4 W/cm²,可以用于金属的表面重熔、合金化、熔覆和热导型焊接。

关键词: 激光加工 半导体激光器 光束整形 光束质量 矩形光斑

Beam transformation of diode lasers used in laser processing

LIU You-qiang¹, CAO Yin-hua¹, PAN Fei¹, GAO Jing¹, QIN Wen-bin¹, LIU Shi-guang², WANG Zhi-yong¹

1. Institute of Laser Engineering, Beijing University of Technology, Beijing 100124, China;
2. Shandong Changyi Electric Supply Company, Weifang 261300, China

Abstract: As diode laser processing for different processing technologies demands different power densities and spot sizes, this paper researched how to get focus spot outputs with different sizes by adjusting optical path design to meet the requirements of various laser applications. By using ZEMAX to simulate the diode laser optical path, including beam shaping, collimation, focus, etc., several kinds of spot outputs with various sizes was implemented. In the experiment, a 980 nm diode laser stack with the superposition of 16 bars was used by a threshold current of 6.4 A, the maximum operating current of 84.8 A, maximum output power of 1 280 W, and the total electrical-optical conversion efficiency of 58.9%. After collimation, the divergence angles for the fast axis and slow axis are less than 4 mrad and 20 mrad, respectively. Finally, the experiments were performed on the diode laser stack by the beam shaping, collimation and focusing, and a power output of 1 031 W is obtained. Furthermore, the focused spot size has been 1.2 mm × 1.5 mm and the laser power density is up to 3.8×10^4 W/cm² when the focal length of focusing mirror is 300 mm. Results show that the laser stack can be used in remelting, alloying, cladding and thermal conductivity-type welding for metal surfaces.

Keywords: laser processing diode laser beam shaping beam quality rectangular spot

收稿日期 2011-10-11 修回日期 2011-11-03 网络版发布日期 2012-03-22

基金项目:

国家自然科学基金资助项目(No.61006040);2009年教育部新世纪优秀人才支持计划资助项目(No.NCET-09-0002);北京市教育委员会科技计划重点项目(No.KZ201010005006);工业用高功率全光纤激光器的开发(No.2010ZX04013-052)

通讯作者: 曹银花 (1964-),女,吉林长春人,副研究员,硕士生导师,2005年于北京理工大学获得光学工程博士学位,主要从事大功率半导体激光光束控制与光纤耦合技术的研究。E-mail: caoyh@bjut.edu.cn

作者简介:

作者Email:

参考文献:

- [1] DAVID H, MARCO H, RVDIGER B. Dramatic advances in direct diode lasers [J]. *SPIE*, 2010, 7583: 75830B-1-6. [2] 左铁钊. 21世纪的先进制造-激光技术与工程[M]. 北京: 科学技术出版社, 2007. ZUO T CH. *Twenty-first Century Advanced Manufacturing-laser Technology and Engineering* [M]. Beijing: Science and Technology Press, 2007. [3] 雷平顺, 薛丽芳, 何军, 等. ZEMAX在多模光纤准直器设计中的应用 [J]. 激光与光电子学进展, 2011, 48(010605): 010605-1-4. LEI P SH, XUE L F, HE J, et al.. Design of multi-mode fiber collimator with ZEMAX [J]. *Laser & Optoelectronics Progress*, 2011, 48(010605): 010605-1-4. (in Chinese) [4] 韩冰, 纪雷刚, 赵延磊, 等. 基于ZEMAX的多模高斯光束拟合 [J]. 科技创新导报, 2009, 9: 25-26. HAN B, JI L G, ZHAO Y L, et al.. Gaussian beam fitting based on ZEMAX [J]. *Science and Technology Innovation Herald*, 2009, 9: 25-26. (in Chinese) [5] 叶锦函, 郝晓剑, 周汉昌, 等. 基于ZEMAX的激光光束整形技术试验研究 [J]. 工程与试验, 2010, 50(3): 46-48. YE J H, HAO X J, ZHOU H CH, et al.. Study on laser beam shaping technology based on ZEMAX [J]. *Engineering and Test*, 2010, 50(3): 46-48. (in Chinese) [6] 彭宇航, 顾媛媛, 单肖楠, 等. 大功率半导体激光光源光束整形技术研究 [J]. 中国激光, 2011, 2(38): 0202010-1-6. PENG Y H, GU Y Y, SHAN X N, et al.. Study on beam shaping of high power diode laser [J]. *Chinese Journal of Lasers*, 2011, 2(38): 0202010-1-6. (in Chinese) [7] 单肖楠, 刘云, 曹军胜, 等. 808 nm千瓦级高效大功率半导体激光光源 [J]. 光学精密工程, 2011, 19(2): 452-456. SHAN X N, LIU Y, CAO J SH, et al.. 808 nm KW-output high-efficiency diode laser sources [J]. *Opt. Precision Eng.*, 2011, 19(2): 452-456. (in Chinese)

本刊中的类似文章

1. 朱洪波 李艳华 郝明明 刘云 秦莉 宁永强 王立军. 基于偏振复用技术的新型半导体激光加工光纤耦合模块[J]. 光学精密工程, 2013, 21(5): 1137-1143

2. 朱洪波 张金胜 秦莉 刘云 宁永强 王立军.10 kW连续输出半导体激光熔覆光源[J]. 光学精密工程, 2013,21(4): 829-834
3. 徐华伟 宁永强 曾玉刚 张星 秦莉.852nm半导体激光器量子阱设计与外延生长[J]. 光学精密工程, 2013,21(3): 590-597
4. 朱洪波, 郝明明, 刘云, 秦莉, 彭航宇, 单肖楠, 王立军.808 nm高亮度半导体激光器光纤耦合器件[J]. 光学精密工程, 2012,(8): 1684-1690
5. 郝明明, 刘云, 王彪, 曹军胜, 彭航宇, 朱洪波, 郜峰利, 单肖楠, 王立军.半导体激光鼓膜造孔术的光学系统设计[J]. 光学精密工程, 2012,20(2): 247-255
6. 张星, 宁永强, 曾玉刚, 秦莉, 刘云, 王立军.980 nm高功率垂直腔面发射激光阵列的单元结构优化[J]. 光学精密工程, 2011,19(9): 2014-2022
7. 高瑀含, 安志勇, 李娜娜, 赵伟星, 王劲松.高斯光束整形系统的光学设计[J]. 光学精密工程, 2011,19(7): 1464-1471
8. 田振华, 孙成林, 曹军胜, 郜峰利, 宁永强, 王立军.准连续输出大功率半导体激光器的结温测试[J]. 光学精密工程, 2011,19(6): 1244-1249
9. 陈虹, 王旭葆.制造用高功率激光器光束质量的评价与测量[J]. 光学精密工程, 2011,19(2): 297-303
10. 郭汝海, 张合勇, 王挺峰.TEACO₂非稳腔激光器远场光束质量的评价[J]. 光学精密工程, 2011,19(2): 407-413
11. 单肖楠, 刘云, 曹军胜.808nm千瓦级高效大功率半导体激光光源[J]. 光学精密工程, 2011,19(2): 452-456
12. 王 焯, 张 岩, 秦 莉, 刘 云, 王立军.高功率半导体激光器阵列封装引入应变的测量[J]. 光学精密工程, 2010,18(9): 1951-1958
13. 丛梦龙, 李 黎, 崔艳松, 张真骞, 王一丁.控制半导体激光器的高稳定度数字化驱动电源的设计[J]. 光学精密工程, 2010,18(7): 1629-1636
14. 李 毅, 黄毅泽, 王海方, 俞晓静, 张 虎, 张 伟, 朱慧群.980 nm半导体激光器双布拉格光纤光栅波长锁定器[J]. 光学精密工程, 2010,18(7): 1468-1475
15. 李再金;胡黎明;王焯;杨晔;彭航宇;张金龙;秦莉;刘云;王立军.808 nm含铝半导体激光器的腔面镀膜[J]. 光学精密工程, 2010,18(6): 1258-1263