

·测试、试验与仿真·

基于 Visual Basic 的激光谐振腔数据库的建立

薛峻文, 裴雪丹, 苏秉华, 孙 鲁, 赵慧元

(北京理工大学珠海学院, 广东 珠海 519085)

摘 要: 使用可视化程序设计软件 Visual Basic, 建立了与激光谐振腔设计软件 MatLaser 相对应的谐振腔数据库 MatLaser Data Base。数据库以稳定驻波腔、稳定行波腔、非稳驻波腔、非稳行波腔、相位共厄腔、光束传输为大类, 以激光波长、工作物质、输出功率、激光器工作状态、作者和参考文献等为小类, 同时将原文献中谐振腔结构图也作为数据库内容进行设计。该数据库收集了大量典型的激光器谐振腔结构, 通过该谐振腔数据库, 设计者可以方便地查询到满足设计要求的激光器谐振腔的初始结构, 并将数据以文件的形式导出, 在激光谐振腔设计软件 MatLaser 中打开进行优化分析设计, 满足应用要求。

关键词: 激光器; 激光谐振腔; ABCD 理论; 光束质量因子

中图分类号: TN243

文献标识码: A

文章编号: 1673-1255(2011)04-0073-03

Build-up of Laser Resonator Database Based on Visual Basic

XUE Jun-wen, PEI Xue-dan, SU Bing-hua, SUN Lu, ZHAO Hui-yuan

(Zhuhai Campus, Beijing Institute of Technology, Zhuhai 519085, China)

Abstract: Based on Visual Basic program language, MatLaser Database software is built up. The database is designed for laser resonator software MatLaser. Firstly, resonators are classified mainly by stable standing wave cavity, stable travelling wave cavity, unstable standing wave cavity, unstable travelling wave cavity, phase conjugate cavity and beam transmission. Secondly, resonators are classified by laser wavelength, work material, output power, laser working state, authors and references, etc. Meanwhile, the resonator layout in the references is also included into the software. A large amount of typical resonators are collected into the database software. Laser resonator designers can find the initial construct of the laser cavity through this database conveniently. The data can be exported in the form of the file and opened by the laser resonator software MatLaser to analyze and design to satisfy the application.

Key words: laser; laser resonator; ABCD theory; beam quality factor

泵浦源、工作物质和谐振腔是激光器的3个重要组成部分。对于选定了泵浦源和工作物质后, 谐振腔的设计直接影响着激光器的横模、纵模、效率和稳定性等参数^[1]。国内外对谐振腔的设计方面进行了大量而深入的研究, 积累了丰富的设计实例^[2-10]。目前, 传统光学中有非常成熟的光学设计软件如 Zemax、Code V、OSLO、Sigma、Accos 等, 而与之相应的有透镜库 LensVIEW, 通过 LensVIEW 透

镜库, 设计者可以非常方便地找到合适的初始结构, 再将文件在光学设计软件中打开进行优化分析设计, 使之适合应用要求。而对于激光光学, 国内外已经有相应的软件如 GLAD、LasCAD、WinLase、PPlus、MatLaser 等, 但并没有相应的数据库。为此建立激光谐振腔数据库, 使之与之前作者所开发的激光谐振腔设计软件相对应^[11]。该数据库采用 Visual Basic 程序设计语言编写, 收集了国内外论文和

收稿日期: 2011-06-28

基金项目: 北京理工大学珠海学院青年教师科研发展基金(ky-2010-0016)

作者简介: 薛峻文(1978-), 吉林通化人, 男, 博士, 讲师, 主要从事新型激光器及其应用方面的研究。

书籍中的大量典型激光谐振腔结构。通过该数据库,设计者可以非常方便地查询到相应的初始结构,将文件导入激光谐振腔设计软件 MatLaser 进一步优化分析设计,达到适合应用要求的目的。

1 谐振腔的分析设计

谐振腔的分析和设计是以泵浦功率或能量,泵浦几何结构为基础,以激光器输出光束质量和激光器的机械结构及机械稳定性等为要求,选择合适的腔镜,元件之间的距离,达到激光谐振腔模式与泵浦模式匹配的目的,使激光器输出高性能参数的激光光束。为实现这一目的,目前主要有稳定驻波腔、稳定行波腔、非稳驻波腔、非稳行波腔、相位共厄腔这几种典型的腔结构。当激光输出后,为了达到应用的目的,还要研究光束的传输与变换。在众多谐振腔和光束传输变换的分析方法中,ABCD 矩阵法以其处理问题简明、书写规范和便于计算机求解的特点得到了广泛的应用^[12]。

以稳定驻波腔和行波腔为例,当选定腔内的任意一位置为初始点,就可以写出腔内的往返矩阵和环绕矩阵^[1],根据腔模的自再现条件就可以得出该处的光束参数。

设该处往返矩阵或环绕矩阵为

$$ABCD = \begin{bmatrix} A+ia & B+ib \\ C+ic & D+id \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} + i \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix} \quad (1)$$

其中, A 、 B 、 C 、 D 、 a 、 b 、 c 、 d 均为实数。

此时自再现条件为

$$q = \frac{(A+ia)q + (B+ib)}{(C+ic)q + (D+id)} \quad (2)$$

其中, q 为光束的复参数,包含了光束等相位面曲率半径 R 、光斑半径 ω 、光束质量因子 M^2 、介质中激光波长 $\lambda = \lambda_0/n$ (λ_0 为空气中的波长近似等于真空中的波长, n 为介质折射率)等信息,具体为

$$\frac{1}{q} = \frac{1}{R} - i \frac{\lambda M^2}{\pi \omega^2} \quad (3)$$

以上面的 q 参数为初始点,对于腔内其他任意位置处的光束参数,利用光束传输定律可以方便地得到,方法如下

$$q_1 = \frac{(A_1 + ia_1)q + (B_1 + ib_1)}{(C_1 + ic_1)q + (D_1 + id_1)} \quad (4)$$

其中, q_1 为腔内任意位置处的光束复参数; A_1 、 B_1 、 C_1 、 D_1 、 a_1 、 b_1 、 c_1 、 d_1 均为实数,是初始点到腔内任意位置

处的光束传输矩阵元素。整理式(4),将结果分离实部、虚部并与 q_1 参数的定义式相比较,即可得到光束等相位面曲率半径 R_1 和光斑半径 ω_1 。

同时,上面求解腔内任意位置处的光束参数的方法也即是求解光束空间传输变换的方法。对于非稳驻波腔、非稳行波腔、相位共厄腔可采用类似的方法进行分析设计。

2 数据库的实现

在建立数据库时,以上面的谐振腔和光束传输分类为大类,考虑激光器按技术细分为连续、脉冲、调Q、锁模、倍频、和频、单频、外腔谐振、红外、可见、紫外等类型,同时兼顾激光器的输出功率水平,以这些类别为关键词来建立数据库。收集文献和书籍中的典型激光器结构参数保存为文件添加到数据库中。为了使检索到的谐振腔结构一目了然和便于查询出处,同时截取了原文中的图片并将参考信息也添加到数据库中。数据库的运行界面如图1所示。

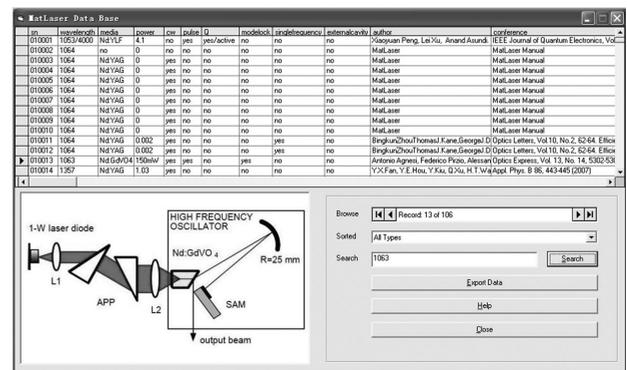


图1 激光谐振腔数据库界面

软件仅由一个主窗口 MatLaser Data Base 构成,其中表格框列出了相应激光器谐振腔类型的全部信息,包括激光谐振腔的系列号(sn),激光波长(wavelength),激光介质(media),输出功率(power),工作状态:连续(cw)、脉冲(pulse)、调Q、锁模(modelock)、单频(singlefrequency)、外腔谐振(extracavity),以及作者(author)和参考文献信息(conference)。图片框给出了谐振腔在原文中的结构图。主窗口右下角的各个控件的名称和作用如表1所列。

通过表1中的各个控件的组合使用,如在

表1 控件名称和作用说明

序号	控件	名称	作用
1	Access 数据库对象	Browse	浏览某一分类里数据库中的谐振腔
2	下拉文本框	Sorted	选择数据库的筛选排列方式
3	文本框/按钮	Search	输入任意关键字进行数据查询
4	按钮	Export Data	导出所选谐振腔数据文件
5	按钮	Help	打开软件的帮助内容
6	按钮	Close	关闭软件

Search 文本框中输入波长“1063”,其他控件状态任意,再单击 Search 按钮,可以查询到如图 1 所示感兴趣的谐振腔结构,再单击 Export Data 按钮,将谐振腔的参数导出为文件。这时可以使用 MatLaser 软件直接通过打开文件的方式进行谐振腔的优化分析设计,结果如图 2 所示。

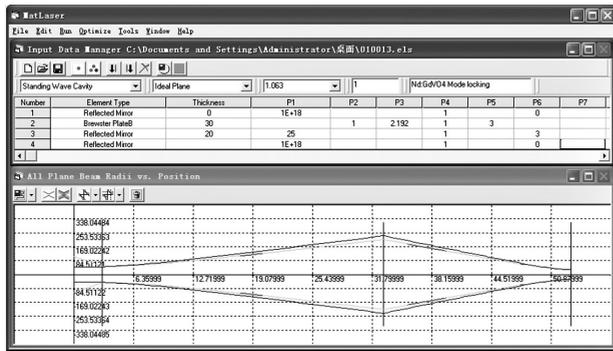


图2 数据库文件的MatLaser 优化分析设计

3 结 论

使用可视化程序设计软件 Visual Basic,建立了与激光谐振腔设计软件 MatLaser 相对应的谐振腔数据库 MatLaser Data Base,数据库收集了文献和书籍中大量典型的激光器谐振腔结构。通过该谐振腔数据库,设计者可以方便地查询到满足设计要求的激光器谐振腔的初始结构,并将数据以文件的形式导出,在 MatLaser 中打开进行优化分析设计。该数据库中的谐振腔结构数量还在进一步扩充。同时,激光谐振腔的数据库的设计思想还可以推广到传统光学透镜数据库的建立当中。

参考文献

- [1] 吕百达. 激光光学[M]. 3 版. 北京: 高等教育出版社, 2003.
- [2] Bingkun Zhou, Thomas J Kane, George J. Dixon, et al. Efficient, frequency-stable laser-diode-pumped Nd: YAG laser[J]. Optics Letters, 1985, 10(2): 62-64.
- [3] Antonio Agnesi, Federico Pirzio, Alessandra Tomaselli, et al. Multi-GHz tunable-repetition-rate mode-locked Nd: GdVO4 laser[J]. Optics Express, 2005, 13 (14) : 5302-5307.
- [4] Xiaoyuan Peng, Lei Xu, Anand Asundi. Highly Efficient High-Repetition-Rate Tunable All-Solid-State Optical Parametric Oscillator[J]. IEEE Journal Of Quantum Electronics, 2005, 45(1):53-60.
- [5] P J hardman, W A Clarkson, D C hanna. High-power Diode-bar-pumped Intracavity-frequency-doubled Nd: YLF Ring Laser[J]. Optics Communications, 1998, 156(1) : 49-52.
- [6] S De Silvestri, P Laporta, V Magni. Rod thermal lensing effects in solid-state laser ring resonators[J]. Optics Communications, 1988, 65(5) :373-376.
- [7] Norman Hodgson, Georg Bostanjoglo, Horst Weber. Multirod unstable resonators for high-power solid-state lasers[J]. Applied Optics, 1993, 32(30) :5902-5917.
- [8] Vittorio Magni, Sandro De Silvestri, Lie-jia Qian, et al. Rod-imaging supergaussian unstable resonator for high power solid-state lasers[J]. Optics Communications, 1992, 94(1):87-91.
- [9] Hua Liu, Shou-Huan Zhou, Y C Chen. High-power monolithic unstable-resonator solid-state laser[J]. Optics Letters, 23(6) :451-453.
- [10] Antonio Agnesi, Annalisa Guandalini, Giancarlo Reali. High-brightness 2.4-W continuous-wave Nd: GdVO4 laser at 670nm[J]. Optics Letters, 2004, 29(1) :56-58.
- [11] 薛峻文, 苏秉华, 裴雪丹, 等. 基于 Visual Basic 的激光谐振腔和光束传输的分析与设计[J]. 激光与光电子学进展, 2011, 待发表.
- [12] Anthony E Siegman. Lasers[M]. California: University science books, Mill valley, 1986.

版权声明

本刊已成为《中国核心期刊(遴选)数据库》、《中文科技期刊数据库》、《中国期刊全文数据库》、《中国学术期刊综合评价数据库》、美国《乌利希期刊指南》、波兰《哥白尼索引》收录期刊,并加入中国光学期刊网,建立了《光电技术应用》期刊网站,所刊载的文章在国内外数据库检索机构及网站(包括纸板、光盘版、网络版)报道时,不再征求作者意见。稿件刊登录用后作者著作权使用费与本刊稿酬一次性付给,并赠送当期样刊两份。