

·书 评·
文/李儒新

探索产生激光的新途径 ——《激光器动力学》评介

自 1916 年爱因斯坦提出受激辐射概念以来,关于产生激光的理论及实验研究一直是前沿课题和国际热点。1960 年,美国物理学家西奥多·梅曼 (Theodore H. Maiman) 根据前人的理论研究结果,发明了第一台激光器,通过把红宝石棒放置在铝制圆柱体里的螺旋形闪光光源中间,利用受激发射放大原理产生一种相干光辐射,成功地使红宝石棒发射出激光束。此后,激光器逐渐成为工业、农业、航天、通信、医疗及科研等众多领域的基本仪器设备。

作为战略高技术,激光技术对科学技术的发展产生了巨大影响。目前,很多种激光器已经发展成熟并被广泛应用,但如何产生高性能、新波长的激光仍是激光研究领域的难题,解决这些难题须依赖激光器动力学的深入研究。可以说,每一种新型激光的发明、发展到成熟,都离不开激光器动力学的研究成果。

在一般热平衡的状态下,能量越低的能级分布的粒子数目越多。若实现激光输出,就需打破这种平衡状态,使分布在能量较高的激光上能级的粒子数目远大于能量较低的激光下能级,这被称为上下能级的粒子数反转。只有实现了粒子数反转,才可能通过激光上下能级之间的跃迁产生受激辐射光放大过程,进而形成具有很好的单色性、方向性、相干性和高亮度的激光。为了实现粒子数反转,就需探索将处于基态的粒子激发到激光上能级的方式和途径。激光器动力学旨在研究在激光介质中如何通过各种反应和激发途径获得激光上下能级粒子数反转。对已有的激发器来说,激发途径越有效产生激光的能量或功率就越高;而对新的激光介质来说,找到了适当的激发途径就可获得新波长的激光输出。

《激光器动力学》以探索新激光介质的激发途径为主题,阐述了相干光选择性光泵浦、激光等离子体软 X 射线泵浦、飞秒激光光场感生电离泵浦、一般气体放电泵浦、射频气体放电泵浦、毛细管放电泵浦、电子束泵浦等不同激光器的动力学过程,是该领域一本较全面深入介绍气体激光器动力

学的学术著作,对新型激光器的探索具有重要意义。综合来看,该书有以下特点。

1) 以作者在新型激光介质和激光器动力学研究方面取得的科研成果为实例,系统介绍了多种泵浦方式下气体激光器的动力学过程。绪论介绍了作者实现 Na_2 第一三重态跃迁激光振荡及动力学分析的成果;在“光泵浦”一章的“选择性光泵浦”一节,介绍了获 Na_2 A-X 跃迁激光输出的动力学过程研究;在“激光等离子体软 X 射线 (LPX) 激励”一节,介绍了激光等离子体辐射激励稀有气体氟化物离子准分子真空紫外辐射及动力学过程分析的理论和实验成果;在“光场感生电离 (OFI) 及其激励的 X 光激光”一节,分析了线偏振光、圆偏振光激励光场感生电离获得软 X 射线激光和软 X 光波段高次谐波的机制,介绍了相应的实验研究工作。在“气体放电泵浦”一章的“射频气体放电泵浦”一节,给出了以发展了的六温度模型为基础的调 Q 波导 CO_2 激光器的动力学过程分析结果,介绍了根据动力学分析,设计和研制成功的 Z 折叠不等长双通道共电极高被动稳频的波导 CO_2 激光器件。在“毛细管放电泵浦 X 光激光”一节,介绍了首次提出的激光产生前等离子体可能存在多次压缩过程,并给出了理论模拟结果;介绍了采用辅助气体提高了激光输出能量,并进行了动力学过程分析;描述了消除 Blumlein 传输线固有前置脉冲从而成功获得软 X 射线激光的实验装置,以及于国际上第五个实现毛细管放电软 X 射线激光输出,输出能量居国际前列的研究成果。在“电子束泵浦”一章,介绍了电子束激励氩离子准分子动力学分析结果及实现激光振荡的实验成果。所述成果创新性强,对探索新型的激光介质、选择最佳的泵浦方式及提高激光输出性能等方面的研究具有很高的学术价值。阅读本书能对相关泵浦方式下激光器动力学有较全面的了解,可更好地理解激光器动力学在实际研究中的运用。其中的很多内容涉及当前气体激光研究的国际前沿,对开拓读者的视野有很大帮助。



王骥,赵永蓬 著,哈尔滨工业大学出版社,2008 年 6 月第 1 版,定价:48.00 元

2) 以泵浦方式为线索,以多学科知识为基础,介绍了若干泵浦方式所涉及的内容。本书以泵浦方式为主线,介绍了在光泵浦、放电泵浦和电子束泵浦下,激光介质中通过各种反应和途径获得激光上能级粒子数布居的机制。不同泵浦方式的激光器研究,其动力学的方法和过程明显不同,因此本书涉及诸多领域的知识内容,如“光泵浦”一章,涉及分子光谱、等离子体物理、强场物理、激光原理、X 射线激光等方面的知识;“气体放电”和“电子束泵浦”两章,涉及等离子体物理、原子物理、激光原理、气体放电、高功率脉冲技术等方面的知识。因此,本书对激光器动力学、新型气体激光介质、软 X 射线激光、激光等离子体物理、分子光谱、高功率脉冲技术等方面的研究有一定参考价值。

3) 条理清晰,可读性强。介绍了气体激光介质研究所涉及的主要泵浦方式,根据泵浦方式不同划分章节内容,条理清晰,便于理解。对于所涉及的诸多领域,分别在各节对其基础知识、理论研究、实验结果进行了认真梳理和归纳。对作者科研成果的描述中,配有大量理论和实验数据图表,有利于对相关知识的理解和掌握。

总体看来,中国新型激光介质的技术探索和科学研究与国际水平相比还有差距。要在激光研究方面赶超国际水平,激光器动力学是有待深入研究的重要内容之一。

本文作者 李儒新,中国科学院上海光学精密机械研究所研究员。

栏目主持人 尹传红,《大众科技报》主任编辑,电子信箱:asimov@126.com。

(责任编辑 陈广仁)