

高功率双波长切换输出脉冲 CO₂ 激光器

邵春雷

(中国科学院 长春光学精密机械与物理研究所, 吉林 长春 130033)

随着高功率脉冲 CO₂ 激光器的不断发展, 在工业加工、科学研究等领域的应用日趋增多, 对波长选支输出的要求也不断增加。例如, 在研究激光与物质相互作用时, 人们不仅需要输出 10.6 μm 波长激光, 还需要输出 9.3 μm 波长激光, 以研究在相同输出功率(能量)下不同波长激光对物质的作用效果。CO₂ 激光在 9~11 μm 波段范围有上百条谱线, 通常输出增益最大的 10.6 μm 波长激光, 要想得到其它波长激光, 需要采用特定的波长选支技术。脉冲 CO₂ 激光器常用的波长选支技术有注入锁定、法布里-珀罗标准具调谐(F-P 耦合腔)以及光栅调谐。其中, 注入锁定难以得到单一波长输出, 且结构复杂, 不适宜工程应用; 法布里-珀罗标准具调谐只适用于激光增益长度很短的情况, 不能得到高能激光输出; 光栅调谐虽然具有很好的波长选择能力而被广泛采用, 但因受到光栅损伤阈值的限制, 无法满足输出数千瓦以上高平均功率脉冲激光的要求。

研究人员以高功率脉冲 CO₂ 激光器通常采用的“平-凹”光学稳定腔为基础, 结合激光在光学谐振腔中振荡放大竞争输出原理, 采用新的波长选支技术——激光输出窗口镀膜选支技术, 通过多次试验获得了 9.3 μm 单谱线激光输出, 激光脉冲能量为原输出 10.6 μm 单条谱线能量的 95%。研究中采用 CO₂

谱线分析仪对输出波长进行检测, 用热敏纸接收激光单脉冲光斑。图 1 为激光器原输出 10.6 μm 激光谱线, 图 2 为选支输出 9.3 μm 谱线, 图 3 为 10.6 μm 激光热敏纸光斑, 图 4 为 9.3 μm 激光热敏纸光斑。从光斑图可看出, 两种波长光斑颜色黑白分明。对于图 4 的 9.3 μm 激光光斑, 白颜色并不是热敏纸的本体颜色, 而是被激光照射后将因热效应变为炭黑的部分冲蚀掉的现象, 这说明, 由于激光波长不同而产生了不同的作用效果, 在相同脉冲能量下, 短波长激光因光子能量较高对物质的冲蚀作用更加明显。

采用输出窗口镀膜选支技术获得 9.3 μm 单谱线的高能量输出后, 若要在同一台激光器上实现 10.6/9.3 μm 两种波长激光交替输出要求, 就需要安装两个不同镀膜的输出窗口, 它们共用一个凹面全反射镜, 需

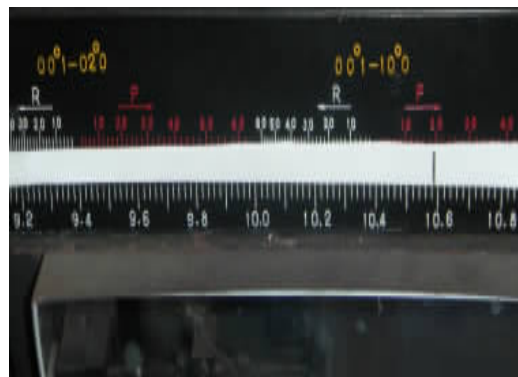
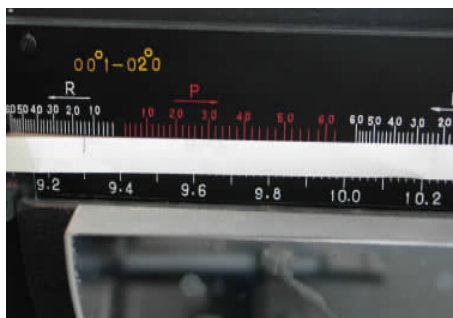
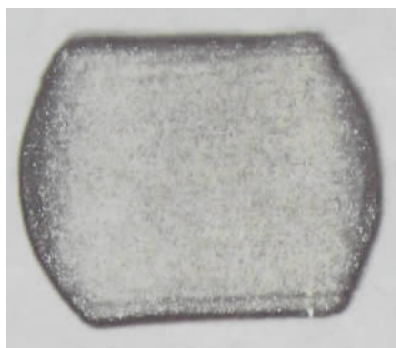


图1 10.6 μm激光谱线

图2 9.3 μm 激光谱线图3 10.6 μm 激光光斑图4 9.3 μm 激光光斑

要哪种波长激光输出时, 就将该窗口移动到与凹面全反射镜对应的位置构成光学谐振腔。为使切换发射具有工程实用性, 不应该在切换后还要对窗口进行对准调整, 即两个窗口在切换到位后还应保持高度一致的空间位置精度。由于激光输出窗口同时也是密闭工作腔的一个密封元件, 因此, 需要设计一个两窗口密闭免调切换结构装置, 将其安装在激光器光学谐振腔前端支架上。

研制出的 10.6/9.3 μm 双波长切换输出激光器主机如图 5 所示, 这是一种手动式切换机构, 根据需要也可采用电动、气动、液动等自动驱动方式。在

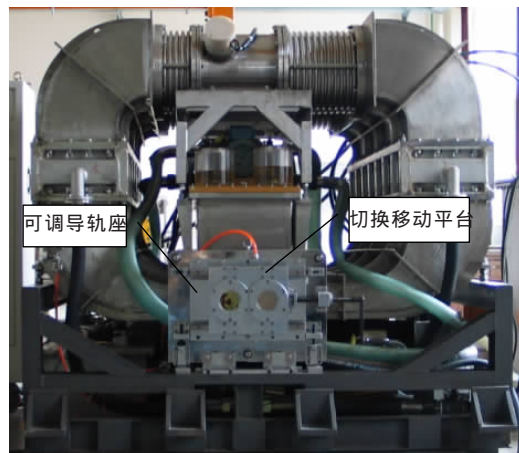


图5 双波长切换输出激光器主机

切换移动结构中, 两窗口都以激光振荡基准平面的腔内侧平面作为定位基准, 安装在切换移动平台的同一平面上, 从而保证了两窗口之间具有误差很小的空间位置精度; 切换移动平台与可调导轨座之间采用导轨副来保证移动位置精度要求; 可调导轨座安装在光学谐振腔前端支架上, 它既是切换装置的安装基座, 也是实现光学谐振腔前后腔镜初始对准调整的功能部件; 在切换移动平台与可调导轨座相对的平面上安装有跑道形密封圈, 该密封圈随切换移动平台运动, 在两个窗口切换过程中, 始终将切换移动平台上的 2 个窗口通孔与可调导轨座上的通光孔包容在里面, 从而达到切换移动中的密封功能。

在很高的设计和加工精度保证下, 由于是对可调导轨座进行光学谐振腔的初始对准调整, 切换装置是整体位置变动, 在将任一窗口与凹面全反射镜对准后, 另一个窗口切换到与凹面全反射镜对应位置时, 其位置误差变化极小而无需调整。由于窗口是平面镜, 因此, 两个窗口之间移动的行程精度要求不高, 只要将激光增益截面完全包容在内即可。

对两窗口密闭免调切换装置在切换移动时的密闭性能进行检测, 结果表明, 密封性能基本等同于橡胶静密封的水平。在设计工作参数下进行两波长切换发射试验, 相对应的激光脉冲能量与原试验结果相同。采用美国 SPIRICON 公司产 Pyrocam III 型光束质量分析仪, 在距出光口 20 m 处对两波长激光

输出光斑位置相对变化进行检测,经测算,指向性误差 $<20''$,满足设计指标要求。

采用输出窗口镀膜选支技术实现在一台激光器上密闭免调切换输出 $10.6/9.3\ \mu\text{m}$ 两种波长激光的高

功率输出,在国内还是首创,为相关领域的应用提供了新型激光设备。

密闭免调切换窗口结构已申请了国家发明专利,目前正在审查中。

作者简介:邵春雷(1963-),男,汉族,黑龙江牡丹江人,学士,研究员,硕士生导师,1984年于东北工学院获得学士学位,主要从事高功率脉冲气体激光器研究。E-mail: sclem@sina.com

近十年诺贝尔物理学奖得主及其主要成就

2010年诺贝尔物理学奖获奖者为英国曼彻斯特大学科学家安德烈·海姆和康斯坦丁·诺沃肖洛夫。他们在2004年制成石墨烯材料。石墨烯是目前已知材料中最薄的一种,被普遍认为会最终替代硅,从而引发电子工业的再次革命。

2009年诺贝尔物理学奖获奖者为英国华裔科学家高锟以及美国科学家威拉德·博伊尔和乔治·史密斯。高锟获奖是由于在“有关光在纤维中的传输以用于光学通信方面”做出了突破性成就,而两位美国科学家的主要成就是发明半导体成像器件——电荷耦合器件(CCD)图像传感器。

2008年诺贝尔物理学奖获奖者为美国籍科学家南部阳一郎和日本科学家小林诚、益川敏英。南部阳一郎的贡献是发现了亚原子物理学中的自发对称性破缺机制,而小林诚和益川敏英的贡献是发现了有关对称性破缺的起源。

2007年,法国科学家阿尔贝·费尔和德国科学家彼得·格林贝格尔因发现“巨磁电阻”效应而获诺贝尔物理学奖。

2006年,美国科学家约翰·马瑟和乔治·斯穆特因发现了宇宙微波背景辐射的黑体形式和各向异性而获奖。

2005年,美国科学家罗伊·格劳伯、约翰·霍尔和德国科学家特奥多尔·亨施因为“对光学相干的量子理论的贡献”和对基于激光的精密光谱学发展做出了贡献而获奖。

2004年,诺贝尔物理学奖归属美国科学家戴维·格罗斯、戴维·波利策和弗兰克·维尔切克。他们发现了粒子物理强相互作用理论中的渐近自由现象。

2003年,拥有俄罗斯和美国双重国籍的科学家阿列克谢·阿布里科索夫、俄罗斯科学家维塔利·金茨堡以及拥有英国和美国双重国籍的科学家安东尼·莱格特因在超导体和超流体理论上做出了开创性贡献而获奖。

2002年,美国科学家雷蒙德·戴维斯、日本科学家小柴昌俊和美国科学家里卡尔多·贾科尼获得诺贝尔物理学奖。他们在天体物理学领域做出了先驱性贡献,其中包括在“探测宇宙中微子”和“发现宇宙X射线源”方面取得的成就。

2001年,美国科学家埃里克·康奈尔、卡尔·维曼和德国科学家沃尔夫冈·克特勒分享诺贝尔物理学奖。他们根据玻色-爱因斯坦理论发现了一种新的物质状态——“碱金属原子稀薄气体的玻色-爱因斯坦凝聚”。