

文章编号:1006-4877(2007)02-0074-03

CO₂激光器在大学物理实验教学中的应用

乔 栋,崔小朝

(太原科技大学,山西 太原 030024)

摘要:介绍了CO₂激光器的发展情况,说明了CO₂在大学物理实验教学中的应用,CO₂激光器实验对于培养学生的科学素质是非常有益的,并阐述了教学与科研二者之间的内在关系。

关键词:CO₂激光器;大学物理实验;应用

中图分类号:TN 248.22,G642.423 文献标识码:A

近年来,分子激光器发展较为迅速,受到了人们的广泛重视^[1],其主要原因是它们的振—转能级非常接近基态,利用这些振—转能级作为激光能级的能量转换,效率就会提高,其中CO₂激光器是首先尝试的分子,目前,工业使用的CO₂激光器最高功率可达25 kW,红外光波波长为10.6 μm,它发展较早,商业产品较为成熟,被广泛应用于环境测量、机械切割、焊接、军事武器等各个领域。在激光的发展和应用方面,CO₂激光器的制作和应用属于较早的一类。早在20世纪70年代末就有不少厂家从国外直接进口CO₂激光器,从事工业加工、医疗、科学研究等应用。80年代末CO₂激光器就被广泛引进并主要应用在金属材料加工领域。

激光具有很多不同于普通光的特性,通称激光4性即单色性,相干性,方向性以及高光强性。这些特性使得激光加工方法相对于传统的加工方法具有一系列的特点:能加工难熔性的材料,属于无接触的加工,不会使工件出现过大的应力,具有很好的重复性、聚焦性,可用于精密加工^[2]。

1 CO₂激光器的发展简况

CO₂激光器作为目前连续输出功率较高的一种激光,其中经历了翻天覆地的变化,而且激光加工是未来材料加工应用发展的趋势之一,而CO₂激光加工一直占激光材料加工中最主要的位置,世界激

光市场也以CO₂激光器为主力,约占全部的70%,每年以10%的速度增长。近几年来,随着国际和国内整体产业环境的改变,在产业水准提升、专业人员缺乏、自动化需求增加、产品附加值和加工质量有待提高的压力下,激光加工应用已逐渐被国内产业界接受并采用。由于激光器起步较晚,短期内可维持较高的市场增长率,加工应用的市场潜力也很大。但产业界和工业CO₂激光器的使用者,仍然有许多问题需要去解决,尤其在相关技术人员的养成训练和新的加工应用领域开拓这两方面,更需下大力气。激光使用的前景是广阔的,激光加工手段的不断进步必将带来材料加工领域的一次革命。CO₂激光器具有输出光束的光学质量高、线宽窄、工作稳定、相干性好等优点。因此它在国民经济和国防上应用广泛,如应用于焊接、打孔、切割、通讯、雷达、化学分析、激光诱发化学反应等诸多方面。

将CO₂激光器应用到高校的教学实践中是一个新的领域,这将会为高素质人才的培养和社会发展带来新的契机。

2 CO₂激光器原理以及在大学物理实验中的投入

按照玻尔理论,原子只能处于一系列具有分立能量的状态,称为定态。这些定态与电子绕核运动的一系列分立轨道相对应,分立轨道的半径为:

$$R = 0.52 \times 10^{-10} n^2 m \quad (n=1, 2, 3 \dots), \quad (1)$$

当 $n=1$ 时,对应能量处于最低状态,其轨道半径最小,当 $R=0.529 \times 10^{-10} m$ 时,此时的定态称为基态,其余定态则称为激发态。处于基态的原子通常需要外加能量方可跃迁到高能级,原子体系在两个定态之间发生跃迁时,必须满足频率条件:

$$h\nu = E_n - E_k, \quad (2)$$

式中: h ——普朗克常数;

E_n ——原子处于两个定态的能量;

E_k ——原子处于两个定态的能量。

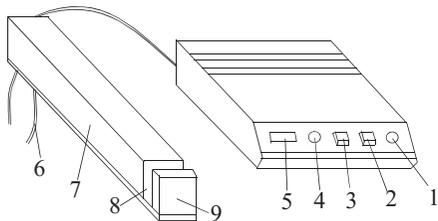
设某一原子或分子的能级在 E_1 和 E_2 时的原子

收稿日期:2007-01-12;修回日期:2007-01-29

作者简介:乔 栋(1981-),男,山西大同人。2004年9月就读于太原科技大学,攻读硕士学位。

或分子密度（以下统称为粒子数）为 n_1 和 n_2 ，在热平衡状态下温度 $T > 0$ ， $E_1 < E_2$ 的能量状态是处于 $n_1 > n_2$ 的状态，也就是能级高的粒子数少于能级低的粒子数。但如果用某些方法从外部给原子或分子提供能量，则它们就能从 E_1 能级被抽运到 E_2 能级，即处于激发态，粒子数变成 $n_1 < n_2$ 。因 $T < 0$ ，是负温度状态，能级与粒子数的关系与热平衡状态时相反，故称为粒子数反转分布状态。要产生激光振荡必须达到反转分布，原子或分子的状态由高能级向低能级转移，即产生受激跃迁，此时发出固有频率的光。

一般来说，利用电子碰撞能进行抽用，产生气体激光。由于 CO_2 是三原子分子，这种分子当放电产生的电子碰撞而得到能量时，就会由于激发而振动。本实验使用的 CO_2 激光器在 CO_2 中添加了 N_2 和 He，大大增加了其激光功率。在抽用过程中，由于跃迁辐射是随机的，产生谱线的频率、相位、偏振状态以及传播方向仍是不相关的，只有从中取出一定频率和一定方向的光，使其享有最优越的条件进行放大，同时抑制其他方向和频率的光信号，从而获得方向性、单色性很好的强光束。为了达到这个目的，本实验用的装置还设计了一个光学谐振腔。图 1 和图 2 分别是大功率 CO_2 激光器的结构示意图^[2]和 CO_2 激光器原理示意图。



1——电源开关；2——高压开；3——高压断；4——功率调节旋钮；5——激光功率指示；6——进出水像胶管；7——激光箱体；8——演示空间；9——箱体前盖

图 1 CO_2 激光器的结构示意图

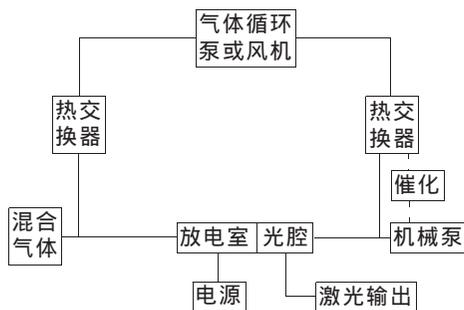


图 2 CO_2 激光器的原理示意图

在具体实验操作中，选用了厚度均匀的纸片作为测试样品，用秒表记录时间（测量时间均在误差范围内），首先打开“电源开关”，使得循环水泵开始工作，待水充满激光器的水冷层后，再进行下一步操作，将事先准备好的样品（厚度为 0.1 mm）放入激光箱体前端大约 6 mm 宽的缝隙演示空间，打开“高压开”，顺时针调节“功率旋钮”调节功率旋钮，直到激光器烧穿样品为止（每次烧穿时间固定不变），记下此时对应的功率，烧穿后的小孔近似为圆形，并用游标卡尺测出每个孔径的大小，然后固定输出功率（1.00 W），增加样品的厚度（均匀增加纸片的层数），测定烧穿不同厚度样品所需的时间。图 3 和图 4 是一次典型的实验结果，数据仅供参考。

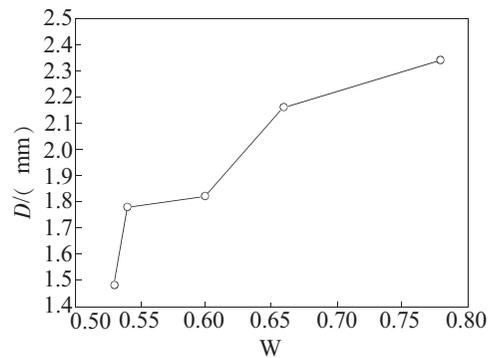


图 3 激光功率与烧穿孔直径的关系

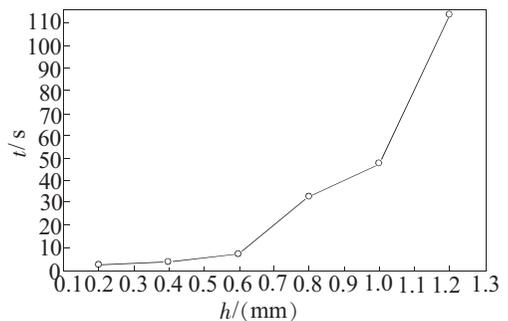


图 4 样品厚度与烧穿时间的关系

从本次实验结果可以看出，当烧穿时间一定时，所选用样品烧穿孔径的大小随着功率的增加而增加，但二者并不成线性关系；当 CO_2 激光器输出功率一定时，均匀增加样品的厚度，烧穿时间也在不断地增加，二者也不成线性关系。

3 结束语

实验教学与科研二者之间是相互依存、相互促进的关系。一方面，科研工作促进教学内容的不断更新，通过科研能够发现物理实验里面更加前沿的

东西,了解得多了,研究得深了,接触面宽了,自然就能对教学内容提出新的观点。另一方面,教师在教学中适时体现科研成果,将为学生走上工作岗位后从事相关的科学研究工作奠定基础。教与学的师生互动将进一步激发师生的灵感,既加深学生对理论知识的理解,又激发学生学习物理知识的兴趣,也有助于教师今后的研究工作。高等院校搞科研,不但能够得到技术领先的成果,而且还能培养锻炼出高级专业人才,对实验教师也具有促进水平提高的作用。教学中实验是对课堂所学知识的直观认识和自然规律的直接体现,在科学研究、科学探索中是理论验证和基本数据的来源,实验在教学和科研中具有不可替代的重要地位。科研对学校跟

上时代潮流、领先技术成果的取得、学校学术水平的提高具有非常重要的作用,科研的对象是客观规律,科研是高级的实践活动。要把高等院校逐步办成既是教育中心又是科研中心,离开实验教学是万万不能的。科研和实验教学是相互促进的而不是矛盾的,两方面均不可偏废。因此,该实验方法很值得研究和深入探索。

参考文献:

- [1] 蔡伯荣,王瑞丰,程泽东,等.激光器件[M].湖南:湖南科学技术出版社,1981:75.
- [2] 叶瑞英.定性与半定量物理实验[M].四川:四川大学出版社,2001:69.

Application of CO₂ Laser Implement to Teaching of Physics Experiments in College

Qiao dong, Cui Xiaochao

Abstract: The author briefly introduces the development of CO₂ laser implement, and illustrated its application to physics experiment teaching in college in detail. This experiment is very helpful to cultivating students' science diathesis. Finally, the relationship between scientific research and teaching were illustrated too.

Keywords: CO₂ Laser implement; college physics experiment; application

(上接第 73 页)

颗粒中,利用物理沉积或者化学键合的手段,使聚乙烯亚胺附着在无机颗粒的表面,从而制备出性能优越的重金属离子吸收剂,但由于物理沉积和化学键合不是处理手段困难,就是聚乙烯亚胺附着量少且不牢固,在实际应用中也存在种种缺点,为此,拟采用有机大孔树脂为基体,利用有机官能团之间的化学作用,使聚乙烯亚胺更多和更牢固地吸附在树脂基体上,合成制备出性能更为突出的螯合树脂。

参考文献:

- [1] 陆耕,张柱,曾汉民.整合纤维的研究:含偕胺肟基整合纤维的制备[J].离子交换与吸收,1992,8(2):117.
- [2] Yun Lu,Ruowen FU,Hanmin Zeng J. The Reductive Characteristic of Amidoxime Chelate Nonwoven Fabric [J]. Polym Science,1993,35(4):489.
- [3] Chanda M,Rempel G L.Chromium(III) removal by poly (ethyleneimine) granular sorbents made by a new process of tem-

Disposal of Nickel Contained Heavy Metal Waste Water

Ren Zhihong

Abstract: Through the analysis of the actuality of nickel contained heavy metal waste water disposal method, paper presents its development tendency, as to nickel contained waste water, the way of polyethyleneimine resin is a feasible method.

Keywords: heavy metal waste water; secondary pollution; aziridine; chelating resin