

## 新型激光器

# 一种有希望的大功率高效率激光器——核激励激光器

孙万林 林建成 刘国骏

核激励激光器是一种利用核能激励工作物质从而产生激光的新型激光器。如果原子核反应放出的巨大能量得以充分利用,可使其具有如下特点:(1)产生的激光能量和功率会很大;(2)转换效率高,估计可达50%以上;(3)体积小,适于装在各种运载工具上。据计算,百万焦耳输出的激光器不过一立方米大小。这种激光器如能实现,可有下列重要应用:(1)作为激光武器。(2)用于激光聚变。(3)实现远距离能量传输。可从设在地面或近地轨道空间站上的核激励激光器向人造卫星、航天飞机和空间站输送能量,也可在地面通过管道输送,损耗较小。(4)可直接将原子能转换成光能,许多用电的地方可转用激光,避免原子能发电的一些缺点。(5)实现长距离通信。(6)作为分离同位素的光源等。

自六十年代初以来,美苏都一直在积极研究核激励激光器,整个发展可大致分为两个阶段:从60年代初到1974年上半年为第一阶段,1974年下半年到现在为第二阶段。在第一阶段里,主要是做了大量理论探讨工作,并做了激励试验。这些试验虽未完全证实核激励的可行性,但表明核能对激光的产生是有作用的。在第二阶段里,美国一些单位先后成功地用核能激励产生了激光,并且性能有所改进。采用的激光器结构有两种:一是放射性涂层型,即把重粒子源铀235或硼10涂于激光腔内壁。此种结构的功率和效率皆较低。二是气态重粒子型,即将重粒子源 $\text{He}^3$ 与工作气体充分混合在一起,此种结构实现了均匀激励,避免了前一种结构的缺点。一般认为,另外一种形式——等离子体型(又称气体堆芯反应堆型)将是未来实用激光器的最佳形式。这种结构中,用六氟化铀作为重粒子源,与工作物质混合,在达到临界后,可进行自持裂变反应,形成一个自临界的自容式核激励激光器。美国和苏联都在积极研究气体堆芯反应堆。

从国外的进展来看,要制成实用的激光器,尚需做大量的工作,主要是:(1)寻找适宜的工作物质;(2)研制气体堆芯反应堆;(3)研究裂变碎片重粒子与工作物质的作用过程等。

核激励激光器的研制尚处于实验室阶段,但其重要特点和可能应用吸引着人们,随着生产和科学技术的发展,估计这项研究的步伐将会加快。

## 激光化学的进展

中国科学院化学研究所 郭 础

激光技术的发展使有可能利用它将物质分子有选择地激发到某一指定的量子状态,此外,利用它也可以以高度的时间分辨率或空间分辨率对物质分子进行选择作用。这就给化学家提供了这样的一种前景,使他们有可能去研究解决一些以前难以、甚至无法研究解决的化学问题,例如:有选择地控制化学反应的方向,详尽地揭示分子运动变化过程的微观图景,精确地确定复杂分子的空间结构及其中原子、原子基团之间的种种微弱相互作用,此外,也可能借以制取某些难以制备的物质或发现一些前所未有的化学新效应等等。因此,近年来形成了激光化学这样一个边缘科学领域,其基本任务是在深入揭示激光和物质相互作用的种种物理化学效应,并借以为激光在化学中的应用提供科学启示和开辟途径。

目前,激光化学研究的一个重要方面是激光引发化学反应。目前这一研究虽尚处于广泛实验探索阶段,但已为激光在化学合成、化学分离中的应用提供了一系列重要的启示。此外,业已查明,视所用条件不同,激

光引发化学反应可以通过加热作用、光化作用和光电离作用等三种不同的机理实现,其中光化作用引发化学反应时具有明显的选择性,并已证明用红外激光对反应物分子的振动自由度选择激发,是借助于激光选择引发化学反应方向的一条有效途径。现在,利用激光的光化作用已成功地使仅在同位素组成,或核自旋取向有差异的混合物中方便地实现化学分离;但利用激光有选择地打断分子中指定化学键的可能性,现仍在探索之中。激光引发化学反应进一步研究探索的发展趋势,是利用可见、紫外光谱区的短波长激光实现选择引发,此外,激发态分子进一步运动变化时微观步骤和激光作用下化学反应宏观过程的定量联系,也日益成为利用激光选择引发化学反应研究的一个重要内容。

激光化学研究的另一个富有成效的方面,是利用激光技术,特别是激光超短脉冲技术研究物质分子运动变化的微观步骤,在这方面一个重要的进展是建立了时间分辨率高达  $10^{-12}$  秒的激光动态光谱技术。利用这一技术已成功地揭示了激发态分子的各种弛豫过程、电荷分离、质子转移等过程的微观图景及动力学规律,以及微观环境因素对它们的影响。所得的实验结果不仅向原有的许多理论的可靠性提出了挑战,同时也为建立新理论、新学说提供了实验依据;此外,它们为发展激光技术、激光物理、甚至分子生物学以及揭示生命活动奥秘,也提供了重要的启示。可以预期,随着在不同波长处产生激光超短脉冲及其检测技术的进一步发展,必将使人们对许多化学现象、甚至生物现象的认识产生新的飞跃。

利用激光简单地作为光源或热源而改进现有的各种理化分析仪器方面,目前已取得了显著的成效。但是,非线性激光光谱技术的发展,必将为研究物质分子的结构及非键原子、基团间到各种微弱相互作用提供崭新的手段。目前,这种非线性光谱技术虽仍是物理学实验室的研究对象,但一旦为化学家所掌握,必将成为激光化学研究的又一个新领域。

在高压激光的强电、磁场或由它所产生的超高温、超高压等极端条件下,对物质分子的行为考查,无疑将是激光化学研究的又一个重要方面,人们预期,通过这一研究很可能建立一些制备那些用一般方法难以制备的物质的有效手段,此外,在此时发现一些化学新现象、新规律也完全是可能的。

当前,激光化学还处于发展的初期,决定它进一步发展的关键因素是激光技术本身发展的程度。

## 碘激光及其动力学

中国科技大学 胡照林 马兴孝 张允武

碘原子激光器是激光引发核聚变的重要而有潜力的器件之一。它的波长 1.315 微米比  $\text{CO}_2$  激光 10.6 微米短,而它是气体器件,较之玻璃器件有更高的破坏阈值。这使它在激光核聚变研究中引人注目。

我们在 1974 年研制成一套小型碘激光装置,采用  $\text{CH}_3\text{I}$  作工作物质,以短脉冲的氙灯作光泵,成功地获得了 1.315 微米的激光输出。我们系统地考察了激光输出能量对  $\text{CH}_3\text{I}$  压力及部分缓冲气体分压的依赖关系,收集和整理了有关动力学过程的速率系数。对进一步发展中型和大型碘激光器作了原则的设想。

## 稀有气体单卤化物准分子激光器

中国科学院上海光机所 傅淑芬 陈建文 刘妙宏 吴元福

稀有气体单卤化物准分子激光器是最近二、三年新发展起来的新型激光体系,由于它们具备制成紫外、可见波段高功率、高效率、高重复率器件所要求的特性,已作为核聚变、同位素分离、光化学等许多重要应用的候选者,成为极活跃的激光课题之一,并已得到了部分应用成果。

尽管用电子束激励的器件在功率和总能量方面都比放电引发高三个量级,但因放电引发设备简单、制作