

激光与生命科学

王丽英 齐红星

(华东师范大学物理系 上海 200062)



激光器的发明开创了一个光学新时代。从第一台激光器诞生到现在不到40年,激光技术的发展和应用的突飞猛进,它与生命科学的结合便是其中之一。

激光产生于物质的受激辐射,它具有特殊的物理性质:方向性好、亮度高、单色性好、相干性好。正因为如此,激光在细胞学、胚胎学、遗传学、肌肉动力学、生物工程、医学与医学工程等生命科学领域中得到越来越广泛的应用。

激光同生命科学的结合大致可分为激光生物效应、激光生物技术和激光医学。

激光生物效应泛指激光作用于生物体所能产生的物理、化学或生物学的反应。根据激光同生物作用的物理特性的不同,可分为激光生物热效应、光化效应、机械效应、电磁场效应、刺激效应等。热作用的具体表现是:生物组织的汽化、切割、热凝、热杀、热敷、热致压强。激光热效应究竟应表现为哪种形式,在激光方面取决于其波长、模式、功率、照射时间、聚焦程度、靶面积,在生物组织方面则取决于其反射、折射、吸收、散射、密度、热导率、热传导方式、色素、血管、血速等许多因素;激光光化效应是指激光作用于生物体所引起的生物体内的化学反应,包括光致离解、光致分离、光致异构化等。一般说来,激光和普通光的光化效应机理是不一致的,但是,用激光代替普通光作光源则可以使光化反应更方便、易控、有效和广泛;激光机械效应是指当生物组织吸收激光能量时,如果能量密度超过某一确定阈值时,就会产生汽化并伴有机械波,若能量密度低于该阈值,就只产生机械波,即激光的机械作用;激光电磁场效应是指激光作为电磁波,是在时间和空间上变化着的电

磁场,而生物体作为介质具有电导和电容,在激光电场作用下会发生一些变化,如:电致伸缩、受激布里渊散射、受激喇曼散射等;激光刺激效应是指低强度的弱激光作用生物体所产生的现象,如:激光刺激引起细菌生长、血红蛋白合成、骨折愈合、消炎、镇痛、血管扩张等。由于生物体的复杂性,激光生物效应机理目前还不太清楚,还有许多有待研究,如弱激光刺激效应、激光电磁场效应等。

激光生物技术是在激光生物效应基础上发展起来的。激光生物技术作为一门新技术,不少研究还刚刚起步,离成熟尚早,但这门新技术发展很快,已取得不少研究成果,主要有激光基因工程,例如:激光外源导入基因法使基因转化、利用激光辐照使染色体突变等;在这方面我国取得不少成果,如:1988年中国科技大学报道用激光在蚕卵上打孔,植入染色质引起蚕变异。中科院遗传所报道用激光微束显微切割植物染色体的研究,他们都取得了成功。激光细胞工程,如:激光导致细胞融合、激光导致线粒体瓦解等;由于激光导致细胞融合选择性高,它可望成为快速生产医用单克隆抗体的适宜方法。激光催陈技术,例如:激光可以陈化酒,通过激光处理可以使新酒出现陈年老酒的风味;激光提取技术,如:利用激光从微生物中提取胰岛素、氨基酸、核糖核酸等,利用它可以大大简化从生物体或细菌中提取有用物质步骤;激光植物育种技术、激光繁育技术等为选育优种、提高孵化效率、促进农业畜牧业的发展提供了新思路。

激光医学包括激光诊断和检测以及激光医疗两大类。激光诊断与检测利用了激光具有非

纽结理论简介

王薇 王德云

(首都师范大学物理系 北京 100037)

有人预言,21世纪将是一个生命科学突飞猛进发展的时代.在生命科学的基础研究中,DNA成为人们关注的热点.为了研究DNA分子的结构,首先需要将不同的DNA分子分开.在生物物理中,可把DNA微粒放入某种胶体中,再加上一个适当的平面外电场,便能发现DNA微粒在胶体中会慢慢展开,最后可以分离出不同的DNA分子.这种分离过程称为DNA的胶体电泳现象.人们发现,自然形成的DNA分子的结构常常是封闭的纽结式的聚合物.这种聚合物由大量($N > 10^3$)的小粒子(1纳米)“手拉手”排成的,又常常互相缠绕,交错重叠,形成一个高分子颗粒.这样的高分子聚合物有很大的自由度,在形态中有灵敏的相变,对外界环境能够及时地作出反应,因此生命体的基础单元的实体一般是这种高分子的聚合物.

聚合物理是物理的一个重要分支.最简单的聚合物可以是一条自缠绕的闭合的管状结构,

常高的光子简并度特点,这种高简并度使同一量子态具有非常高的光子数,可以记录生物组织的三维信息,研究微观结构的运动和瞬态变化,从而精确测定微观结构,显示正常组织与非正常组织差别,从而检测是否病变.目前常用的有:激光荧光光谱诊断法、激光多普勒测速检测法、激光散射喇曼光谱检测法、激光CT等,而激光医疗主要利用激光能量在时间、空间、波长上高度集中的特性,如:用于手术治疗的激光刀,激光理疗、激光治疗癌症等.

激光同生命科学的结合为我们提供了广阔的研究空间和思维空间,这里面不仅有实际应用价值的激光新技术研究,也有基础理论研究,如激光生物效应的作用机理等.目前该领域还有很多的未知数,等待着人们去研究探索.对

我们称为纽结(knot);如果有两条或两条以上彼此互相缠绕的闭合管线结构,则称为绞链(link).在图1中画出几个纽结和绞链图.纽结理论就是研究纽结和绞链的拓扑结构及其性质的.

关于纽结人们并不陌生,生活中常常需要用绳索来打结.如中式衣服上的盘扣;航海的

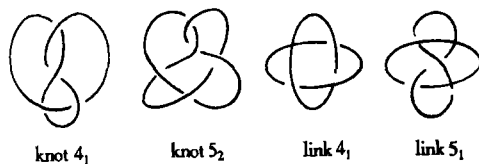


图1 几个纽结和绞链

水手们更是熟悉怎样打出结实方便的绳结,这些绳结就是纽结的实物.有关纽结理论的研究始于19世纪中期.当时,人们对流体理论的研究有了很大发展,已经认识到流体旋涡的规律,但对原子的微观结构还不清楚.1869年,开尔文提出了“旋涡原子论”的假设,他认为原子可能是以太的“纽结旋涡管”.他依据纽结基本结构不易发生变化的特点,能很好地解释物质在运动中或发生形变时的稳定性;另外,纽结的各种不同的类型,又可以对应于不同的原子.于是,这种观点曾一时占了上风.为了支持这种观点,开尔文的合作者泰特,曾花费了多

激光生物效应的作用机理的进一步研究,必会推动激光新技术的发展,同样,激光新技术的发展也会促进基础理论的研究深入.激光冷却原子技术的发现为激光在生命科学的医用打开了另一道大门,正如其发现者——诺贝尔物理奖获得者朱棣文所预言,用激光操纵生物分子的时期为期不远了.可以想象分子生物学的前景将无限广阔.

激光作为生命科学独特的研究工具,它使生命科学的许多领域取得了突破性进展,也为其自身的发展注入了新的活力.二者结合拓展了物理学与生物学交叉的新道路.同时这也给了我们一个启示:在新兴学科和技术不断发展的今天,经典的基础学科的重要地位不容忽视,它仍然是新兴学科发展的生命之源.