

# 激光与空气相互作用的新现象

陈耀华

(香港中文大学物理系)

马莹莹 郑顺旋

(中山大学物理系、广州)

把红宝石激光束聚焦于空气中产生了很强的空气火花。所用的激光束是脉宽约 30ns 能量约 1.7-2 J 的染料 Q 开关单脉冲。用焦距 2.4cm 的透镜把此激光束聚焦在空气中。在这种强电磁场的作用下,在焦点与其邻域产生了很强的空气火花与等离子体。用一台在 6900 埃具有色散  $26 \text{ \AA}/\text{mm}$  的光栅光谱仪在与激光束成  $90^\circ$  角的方向上测量散射光光谱。用一只焦距 10 厘米直径 5 厘米的透镜把火花的象成焦在光谱仪入口狭缝上,并用 Kodak 高速红外底片记录上述光谱。

在此光谱中,观察到三条散射谱线。有两条谱线各位于  $6943 \text{ \AA}$  一边,且其间距约  $1 \text{ \AA}$ 。此间距是激光功率与焦点位置的函数。这种结果同多年以前报导的结果一致,并且可以把它解释为在激光空气火花中产生的两组电子,其中一组离开焦点向着激光束方向运动,另一组在相反方向上运动所产生的康普顿型散射或多普勒效应。然而除此之外,我们还观察到另外一些至今尚未报导的新效应;

1. 第三条散射线是  $6928.4 \text{ \AA}$ , 位于  $6943 \text{ \AA}$  的短波长一侧,并且相距  $14.6 \text{ \AA}$ 。此谱线有较大的波长偏移,强度上也更弱,并且它也不是由  $\text{O}_2$ 、 $\text{N}_2$  等分子的离子所产生的已知的那些谱线中的一条。正在对产生这条谱线的机理进行理论研究。

2. 这些散射谱线有纵向结构,这是由水平的或者沿着此谱线长度方向的倾斜条纹组成。经过仔细的检查,可以十分肯定,这种结构不是由于照相底片的非均匀性,光谱仪的缺陷或者其它的系统缺陷所引起的。既然这种结构只存在于散射谱线中,因此它一定反映在空气火花中这些微粒(电子)的动力学情况。

一般而言,光学光谱仪是一种把强度分布作为其波长的函数的测量,其光谱光线结构是一维的,横向的结构。然而在我们的观察中,散射谱线的结构是二维的,即具有横向的与纵向的结构。按照多普勒效应,散射谱线波长偏移的横向结构表示在火花区中电子的速度状况。另一方面,散射谱线的纵向结构应当反映火花区的纵向情况(具有一个放大因子),也就是电子的瞬态分布。因此,这种二维结构(参量)应反映了粒子情况,并且反映了在火花区中沿光谱仪入口狭缝方向电子的速度分布。这种二维结构可能是光学光谱仪的一个新型有益的参量。