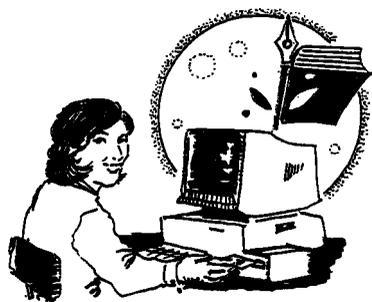


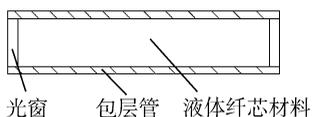
# 液芯光纤及其应用

晁军峰 邢淑敏 魏山城



液芯光纤是一种新型的光传输元件，它不同于常见的普通石英光纤，此种光纤以透明液体作为纤芯材料，填充于折射率较低的聚合物材料包层管中。具有芯径和数值孔径大、光谱传输范围广、传光效率高等特点。因此，特别适用于紫外固化、光谱治疗、荧光检测、刑侦取证、科学研究等方面。

研究液芯光纤的最初目的是用于光通信，但直到今天还未找到适合光通信波段的纤芯材料，随着研究的不断深入，它仍然作为一种潜在的通信媒介受到众多研究人员的关注。在非通信领域，随着其种类的不断增多，液芯光纤的应用已越来越广泛。



液芯光纤的结构示意图

液芯光纤是由高度透明的柔性聚合物包层

管、硬质材料做成的透明光窗以及折射率大于包层的透明液体纤芯材料构成，光线在纤芯内部发生全反射而向前传输，结构如图所示。制造液芯光纤的包层材料一般为毛细石英管材或聚合物管材，用毛细石英管材制造的液芯光纤的纤芯直径一般小于 1mm，而聚合物管材制作的液芯光纤纤芯直径可达 3~14mm 甚至更大。对芯液的选择比较严格，选择范围却比较宽，可根据不同实际需要选择相应的液体。早期的液芯光纤多采用无机含水离子溶液（如盐溶液），后来逐渐用有机液体、单醇和多元醇有机和无机液的混合物、硝基苯、四氯乙烯、亚麻油、氯苯、四氯甲烷、苕醇、四氯化碳等。

## 液芯光纤的性能

液芯光纤的纤芯由液体填充，因而具有普通石英光纤、塑料光纤所无法比拟的优点。

纤芯内部是可以自由流动的液体，当光纤弯曲时，内部产生的应力可通过液体向周围释放，光纤的弯曲半径可以很大，可利用性增高，避免了以往石英光纤弯曲时容易造成的损坏，从而使光纤的应用领域得以拓宽。

研究了激光喷管中等离子体的磁场问题。俄罗斯计划在最近 3 年内，实现在大气中进行轻飞行器的穿线式飞行实验，将光船推进到 40~50m 的垂直高度。

德国空间中心从 20 世纪 90 年代开始进行激光推进技术的实验研究，他们提出了利用激光推进技术将 10kg 的载荷发射到近地轨道的设想。此外，日本已于 90 年代研制了激光推进实验装置。1991 年，日本航空宇宙技术研究所流体力学部与大阪府立大学工学部联合进行的激光小船模型的实验获得成功。2002 年，东京技术研究所又成功地推进了纸飞机的飞行。

2000 年 7 月在美国召开的“大功率激光烧蚀”国际会议，专门设置了“激光推进与微推进”专题。第 38 届 AIAA 联合推进会议也设立了“激光推进”专题。每年一次国际束能推进会议至 2005 年已举办

4 届，激光推进是重点讨论的问题之一，说明国际上对激光推进研究的重视。

国内关于激光推进的研究开展得较晚。2000 年以来，装备指挥技术学院、华中科技大学和中国科技大学等单位在国内率先开展了激光推进的理论和实验研究，其中中国科技大学应用“火箭烧蚀模式”实现了 5.87g 铝弹丸的单脉冲激光垂直发射，高度达 1.48m。中科院物理研究所光物理重点实验室也在进行激光烧蚀推进方面的研究，分别从激光能量、脉宽以及靶的结构方面进行了研究。并发现相对于无约束的平面靶，坑靶将动量耦合系数提高了 5 倍，而约束的平面靶将动量耦合系数提高了 10 倍以上。随着我国的“嫦娥一号”探月卫星成功发射，我们相信，在不久的将来，我国的航天科技实力必将大大提高！

（北京中国矿业大学理学院 100083）

液芯光纤内部的液体可根据需要加以更换,从而获得不同数值的孔径,满足了各种实际需要,而且数值孔径可以做得较高,使光能量利用率提高。

液芯光纤可随需要调整包层的直径,生产各种口径的光纤,集丝成束后具有比普通光纤更好的弯曲性能,而且液芯光纤生产工艺简单、填充液体时工作量小、生产效率高、制作周期短、适合大批量生产。

### 液芯光纤的应用

液芯光纤的光谱传输波长可从紫外区的 200nm 到近红外区的 3000nm,因此在很多领域得到了广泛应用。

紫外液芯光纤在紫外光波段具有良好的传光性质,见诸产品的有液芯光纤 300 系列和液芯光纤 250 系列,广泛应用于紫外光传输领域,例如紫外光固化、紫外光刻、紫外光降解、荧光检测、刑侦取证、光谱诊断和治疗、紫外医疗等许多方面。

应用液芯光纤技术可使自发拉曼光谱的强度提高  $10^3$  倍,使共振拉曼光谱的强度提高  $10^6$  倍,可使受激拉曼光谱的阈值降低至  $10^{-3}$ ,利用这种技术制成的光纤光谱仪,可以获得高强度、高灵敏度的拉曼光谱。

自从上世纪 20 年代初研究液芯光纤的光谱特性开始,液芯光纤在化学、物理学、生命科学的分子结构、超痕量分析、溶剂效应等研究中开始发挥重要作用,在传感、光谱分析、非线性光学等领域都取得了重要研究成果。

### 液芯光纤的发展前景

液芯光纤经过 20 多年的飞速发展,在国外已是比较成熟的行业,技术水平较高的公司主要集中在欧美发达国家,如德国的 Lumatec 公司、澳大利亚的 Rofin 公司、美国的 Edmund 公司等。

我国从 1993 年开始研制液芯光纤,经过近 20 多年的发展,部分产品的技术水平已经接近或达到国际先进水平,比如南京春辉科技公司的 UVA 紫外液芯光纤,南京玻璃纤维研究设计院的数值孔径大于 0.5、在近紫外和可见光波段具有良好传输性能的大直径液芯光纤。但大多数产品的科技水平和国外相比还有一定差距,需要科研人员不断努力,在关键技术上有所突破。

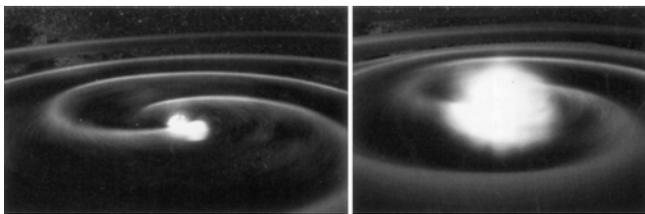
(广西省玉林师范学院物理与信息科学系 537000)



## 科苑快讯

### 两颗白矮星相撞产生的新型超新星

天文学家去年首次发现由两颗白矮星合并而产生的超新星爆发。两颗白矮星以螺旋形的轨迹互相围绕对方运行并逐渐接近,直至相撞引起巨大爆炸(如图)。



两颗白矮星相撞并引起巨大爆炸的想象图

虽然持续几天的超新星爆发发生在遥远星系之中,但是由于亮度相当于亿万个太阳发出的光芒,所以还是被探测到。天文学家根据超新星光谱中的氢痕迹,将其分为 I 型和 II 型,光谱的这种差异反映了完全不同的爆炸机制。II 型超新星(SN II)是因超重核心崩溃产生的,这些短命的恒星耗尽了自身核能。而多数普通 I 型超新星(SN Ia)则是因白矮星不断吸积伴星的气体,最终引起核爆炸。

白矮星在结束其生命的 SN II 爆炸中仍保留核心。太阳也会在 5 亿年的时间内变成这样的恒星,体积将如地球一样小,成分则主要为碳和氧。两个白矮星合

并产生超新星爆发一直停留在理论层面。然而发现于 2006 年 9 月 26 日称为 SN 2006gz 则强有力地证明,这是客观存在的。以哈佛-史密森天体物理中心(Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics)毕业生希肯(Malcolm Hicken)为领导的一个研究小组发现了三个观测特征,建议将这次爆炸归入 SN Ia,因为爆炸原因与普通超新星有些不同。最重要的证据是,SN 2006gz 的残余碳含量超过以往任何报道。这些碳处于外层,应该是爆炸时由内向外推出的。光谱还显示 SN 2006gz 含硅,这些硅受到爆炸冲击波压缩,后来又被碳、氧环绕层回弹。另外,SN 2006gz 也比预想中的更亮,表明它的祖先超过了钱德拉塞卡极限(太阳质量的 1.4 倍,是单个白矮星的质量上限)。目前观测到的另一个潜在超级钱德拉塞卡超新星是 SN 2003fg,但它的光谱没有计算机模拟的白矮星合并产生的 SN 2006gz 那样的碳、硅元素特征。

作为新一类超新星的首例,观测 SN 2006gz 有助于天文学家更清楚地从单个白矮星爆炸中区分出更为猛烈的爆炸现象。这对宇宙学研究尤为重要,因为类似于 I 型超新星的特征将有助于揭示暗能量驱动宇宙加速膨胀的秘密。

(高凌云译自 2007 年第 10 期《欧洲核子研究中心快报》)