

激光在光测弹性技术上的应用

提要: 由于激光的输出很强, 又是平面偏振的单色平行光线, 因而作为光弹性的光源使用是合适的。激光用于研究散射光法和高速运动物体时优于一般光源。

文中阐明了激光用于(1)散射光法, (2)静荷重时的透过偏振光镜, (3)动态光弹性的有关实验结果。

1. 连续气体激光器在散射光光测弹性设备上的应用

用连续气体激光器作光源^[4], 可以充分提高散射光偏振光镜的使用价值。这种激光器射出单色强光束(图1)。

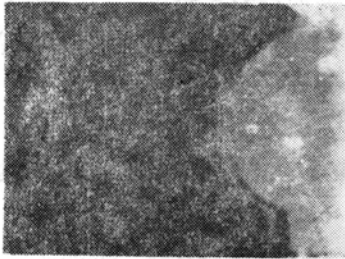


图1 由氦-氛激光器得到的散射光的花样。用透镜将激光束扩大后射至长约 $1\frac{1}{2}$ 吋、宽 $1\frac{1}{16}$ 吋的缝隙中去。试片由3维环氧树脂模型组成, 在纵向具有冻结的拉应力。

该实验中的散射光偏振光镜用连续气体激光器作光源, 和激光器相比, 此种光源能很好地发挥其性能, 然而须注意一般光源所共有的缺陷。将5毫瓦输出有效地用作散射光光测弹性设备时, 就可看到干涉花样。而获得5毫瓦的输出从激光的特征来说是方便的。这种激光器的强度及输出能量与用于光测弹性设备的经过绿色滤光片的250瓦汞蒸汽灯的比较测量表明: 激光器可产生与这种汞蒸汽大致相同的能量(见表)和强度, 但它以更高的效率转换成用于光测弹性所需要的光。据最近报导, 连续气体激光器的输出能量已达1瓦左右, 这样就可以减少软片的曝光时间, 获得较强的反差, 如使用大的模

表 各种光源的性质比较

性 质	光 源			
	水银弧光灯 250 瓦	氙 闪 光 管 2D21	2 焦 耳 脉 冲 红 宝 石 激 光 器	5×10^{-3} 瓦 氦-氛连续激光器
强度(*), 瓦/厘米 ²	0.12**	34**	12,000***	0.1
线 宽, 埃	100	100	0.1	0.01
偏 振 程 度	98	98	100	98
工 作 方 式	连续	产生约1微秒的脉冲	脉冲宽度低于0.1 微秒或1微秒时, $10^5 \sim 10^7$ 脉冲/秒	连续

* 以光弹性中通常使用的光源装置所产生的平行单色偏振光照射 $\phi 1/4$ 吋的面积; 根据常温下从110伏开始的工作系统进行计算。

** 由于省略了诸如透镜和光线的平行度所引起的许多不利因素, 所以这些值很大。

*** 用Q开关法, 在单脉冲的情况下, 这一数值即可提高两倍。

型, 则用光度计可直接读出干涉条纹的间隔。

图 2 中激光器的反射镜可以是半共焦配置。它是由位于一端的平面镜和位于另一端的球面镜组成。如使用两个平面镜, 则光线的发散稍有减少, 但光度变弱, 光路的调整相当困难。如使用两个球面镜, 则光度最大, 调整便不甚困难, 但光线的发散较大。

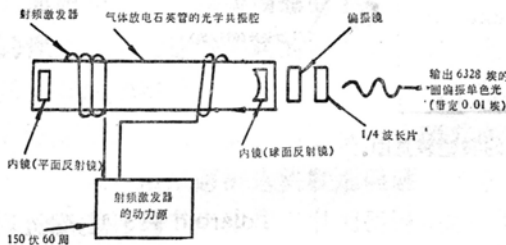


图 2 气体激光器共振腔的一般配置。

激光器可输出波长 6,328 埃的红光, 但干涉灵敏度则是波长短的光为佳。因而对于相同的应力等级, 在同样的功率电平下用波长短的激光较之输出 6,328 埃的激光可得到更强的散射强度和更多的干涉花样。最近出现了令人感到理想的绿色激光器, 它含有氩的激活媒质, 原则上大致发射出 4,800 埃(蓝)和 5,200 埃(绿)的合成光。这种双色光可用棱镜和特种反射镜分离。可以证明在氩激光中具有能够产生极强反差、间隔花样的蓝光成分。由于绿色的标准 1/4 波长片十分接近 1,300 埃, 故其绿光有一系列的应用, 并可用作标准偏振光镜中使用的膜及光度计中。

氩-氟激光器的动力源是一种 60 瓦、110 伏的由晶体调制的 27.12 兆周的射频电源。它所射出的高频信号, 会影响附近的示波器和光度计等电子装置的工作, 这些系统虽用同一直流电源供电, 但这并不是产生上述干扰的原因。作者使用的激光器重 6 磅, 无需维持和调整, 由两个开关进行操作。

为使管的损失最小, 激光器商品多半使用使用光偏振的布儒斯特角镜。如要以散射光法读出数条干涉条纹^[5], 则须旋转偏振片。

2. 连续气体激光器用作透过偏振镜的光源

气体激光器用作透过偏振镜的光源是合适的。示于图 3 的透镜系统在具有必需的直径的范围中给出了平行光线。图中的激光器不能产生强度均匀的光场, 而以相似于 Waffle 型花样互相交织成明暗条纹的光束射出。为了防止这一点, 可在左侧透镜前面安置纤维制的光学筒。

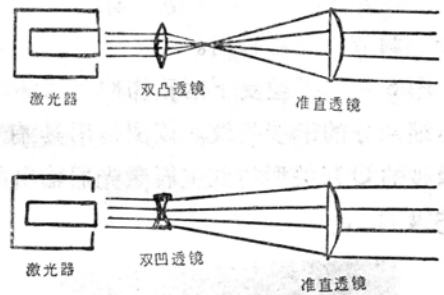


图 3 扩大光的视野的透镜系统。

由于用激光容易得到高度的平行光, 所以图示的机构适合于增加干涉条纹的 Post^[6] 方法。

3. 红宝石激光器在动态光弹性上的应用

和氩闪光灯相比(表 1), 红宝石激光器之优点在于: 脉冲输出; 用 Q 开关法而得的脉冲较前者大 2~4 倍, 而脉冲宽度为微秒数量级(20 微秒)。它适合于研究高强度、大系数光弹性材料干涉条纹的传播。

图 4 示出了用于研究瞬态动应力波问题的红宝石激光器和克尔盒的组合, 该系统与福奈伊^[7](M. E. Fourny) 使用高速照相的系统相同。利用这种系统, 通过高速照相机对一物体重复曝光, 就能以千周/秒到兆周/秒

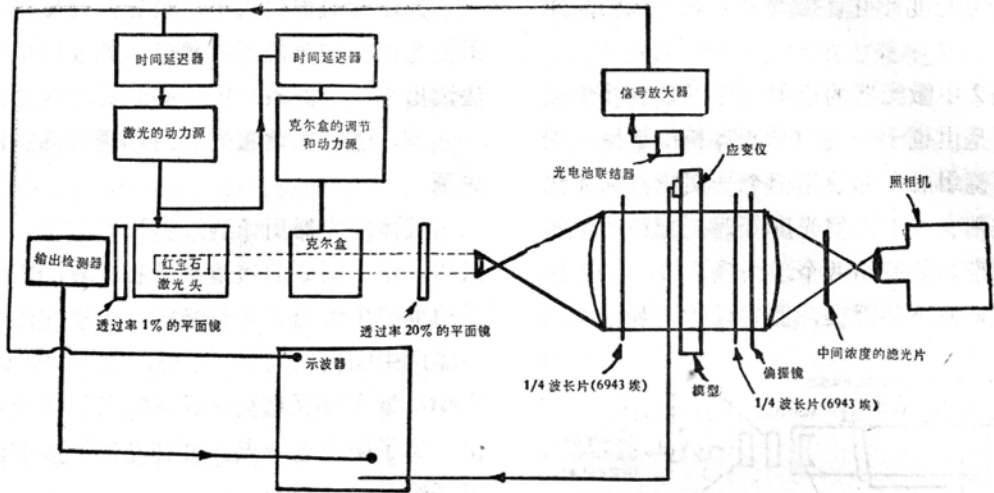


图 4 研究动态光弹性的实验装置图。

的频率调节激光器输出。

图 5 示出了经受下落重物冲击的环氧树脂压缩部分的干涉条纹。该图是用具有 100 毫微秒的 Q 开关型的红宝石激光器输出脉冲来拍摄的。



图 5 用 Q 开关法红宝石激光器输出脉冲得到的动态干涉花样。

4. 红宝石激光器在散射光光弹性上的应用

为研究红宝石激光器在动态散射光方面的应用，拍摄了来自静自荷模型与具有冻结应力的薄片上的散射光。后者（与图 1 系同一块薄片）的照片如图 6 所示。激光器为 Q

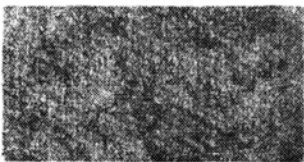


图 6 用 Q 开关红宝石激光器的输出脉冲得到的散射光花样(图 1 的试料的中心部)。曝光时间 175 毫微秒, 底片 Polaroid 413 型。

开关型, 所用底片为 Polaroid 413 型, 曝光时间 0.2 微秒。冻结应力的条纹已在实验上获得了应用。

5. 气体激光器和红宝石激光器同时利用

上节所述的应用是单独使用一种激光器, 也可以将气体激光器和红宝石激光器同时使用。例如红宝石激光装置中, 为使外反射镜同调须要强的平行光线。若将气体激光照射到能部分透过光束的外镜上, 由红宝石另一方的全反射外镜的反射即可调整其准直, 从而简捷地获得发挥红宝石激光作用的最佳光路。

两种激光器同时使用的第二个优点是: 将两个激光器输出轴平行安置、在与红宝石激光器的预想传播方向相一致的光路上安置互成 45° 角的两个反射镜, 即能使气体激光偏振, 来自气体激光器的连续输出可用于同调系统, 以及泵聚焦束。

6. 结论

(1) 比较激光和其他光源的性质可知, 激光在光弹性和实验力学方面具有大的价值。激光是非常强的, 十分接近于单色光,

其相干性显著。后一种性质对光弹性虽不重要，但对光的干涉的应用是重要的。用红宝石激光器得到的短脉冲有助于动态光弹性工作的研究。

(2) 本文列举了使用激光的许多问题，有必要进行进一步的探讨，如改善实验方法，研究软片，使光学系统最佳化等。

(3) 激光在光测弹性散射光法上的应用

有可能解决用以往的应力冻结法或使用弱光源的散射光所不能得到的三维光弹性、动态光弹性、热光弹性、光塑性以及由二种以上材料组成的合成模型的各种问题。

参 考 文 献 (略)

摘译自 湯浅泰伸,《機械の研究》, 1966(11月), 18, №11, 1360~1364

多普勒 CO₂ 激光雷达在试验中

虽然卫星可用激光跟踪，但大多数系统均依赖于附于卫星上的反射器型的合作。现在，美帝麻省理工学院林肯实验室研制中的连续波多普勒型激光雷达则不需要反射器，可使激光器跟踪秘密飞行的敌方宇宙飞船。

这种装置可能是下一代的宇宙跟踪雷达。但该实验室光学与红外组领导人金斯顿(R. H. Kingston)却紧接着加上一句，但是只能在“晴天使用”。

虽然 CO₂ 激光器 10.6 微米的输出较其他波长易于穿透云雾，但却仍不能透过厚云和雨。

还需要作很多改进，才能实现一台可工作的激光系统。现在，正以这种探索系统跟踪并测量步行者、汽车和飞机。已从 2 哩外的目标上发现多普勒回波信号。

研究者在实验室屋顶工作。他们把光束射向低飞的飞机、沿街奔驰的汽车与戴有护目镜的行人。

此种系统依赖于使用外差原理的探测方案。随移动物体的速度而产生频移的激光束回波在一个快平方律接收器上与激光输出样品结合。接收器的输出包括两混合光束的一个差频信号，此信号与目标的速度成比例。外差接收以一个在液氮温度(约 4°K)运转的掺铜锗光电导体完成。

与激光束轴准直的一台闭路光导摄像管照像机简化了目标的获得。该室还在研制与微波系统类似的自动跟踪系统，其接收器使用回波信号，将发射器锁到目标上。

译自 *Electronics*, 1967 (Oct. 2), 40, № 20, 39~40,

研制宇宙飞行员用的激光测高计

美帝国家航空与宇宙航行局将一个 300,000 美元的合同交给技术研究集团，要求研制一台满足严格要求的激光测高计。测高仪将由绕地球飞行的宇宙飞行员在高达

460 公里的飞行轨道上使用。其他应用包括登上月球时的测高等。合同还规定要一个单独的轻型包装。

此种激光测高计将在宇宙环境中与一测