

埃, $\tau=600$ 微秒, $\psi=0.05$), $N_u(t)=1.3 \times 10^{17}$, $N_u(f)=1.6 \times 10^{17}$, 这说明在试验性沸腾式反应堆动力学研究装置的切线上达到阈值是勉强可能的。然后将大约二立方厘米闪烁液体装在冷却的共焦装置内 (96%, 92% Al), 在远处用潜望镜观察使用仪器的地方。裂变后液体的放射化学试验 (Ba^{144} 放射性) 表明, 每一 1.17 毫秒长的每次裂变的密度为 4.6×10^{11} 厘米³, 这表明峰值热中子通量为 $5.6 \times 10^{15} n_{\text{热}}/\text{厘米}^2 \cdot \text{秒}$ 。矫正了气辉

和契连科夫辐射之后, 总的光产额为 0.53 焦耳/厘米³。假定裂变能量是 180 兆电子伏, 在溶液中给出的全部贮存能量是 13.3 焦耳/厘米³, 在 6150 埃处, 裂变碎片动能的光谱输出为 0.04, 根据反应堆条件计算出的溶液增益为 0.033/厘米, 此值或许不够高, 不足以克服溶液的瞬时光学损失。

取自 *IEEE J. Quantum Electron.*, 1968, QE-4, № 5, 379

用冲击管泵浦激光晶体

Smith 等人^[1]在其文章中报导了红宝石棒的非破坏光泵方法, 其阈值为 200 焦耳, 闪光灯是氙灯。圆柱体内的等克分子浓度氟-氧混合气体的爆炸波发生反射之后, 反应产物所辐射出来的能量便是泵浦光。本文描述具相同阈值的红宝石棒的非破坏冲击管泵浦方法, 采用冲击波加热氙气作泵浦源。冲击波是靠激励器气体的燃烧来产生的, 它提供了另一种使化学能直接转换成激光泵浦辐射的方法。

冲击管包括一个长 44 厘米、直径 2.54 厘米的激励部分和一个长 1.2 米、直径 2.54 厘米的被激励部分, 两者中间以一个 0.2 毫米厚的 Mylar 隔膜分开。用最初总压力为 23.6 个大气压的 $0.32H_2 + 0.15O_2 + 0.53He$ 混合气体作激励气体。沿激励管轴向张一根直径 0.025 毫米的钨爆炸丝, 令 14 微法、7 千伏的电容器通过爆炸丝放电, 引燃管中的混合气体。电容器供给的能量为 340 焦耳, 或者比激励器中混合气体燃烧时所释放的化学能小 20%。尽管这能量大于直接泵浦红宝石棒时的电阈值, 须知爆炸丝是能够以化学点火

器(如爆炸管)来代替的。但在目前研究中, 未采用这类装置, 因为这一工作的主要目的是研究冲击管系统的能量转换效率。以上激励器条件在氙激励气体中产生马赫数为 10 的冲击波, 气体的初压为 300 托。将三个得克萨斯仪器公司的 1N2175 光电二极管安置在侧壁内, 相互间隔 11.5 厘米(距隔膜大约 1 米), 测出冲击波的到达时间; 便能决定冲击波速度。激光棒装在被激励部分的末端, 冲击波所加热的氙气(在反射波之后)在这里构成泵浦源。

基于所观察到的波速, 从冲击管气流的气体动力学分析可以决定受冲击的氙气的性质。其结果示于表 1, 说明反射冲击之后的氙气电离了 9%。电离的相应能量表示有效激光泵浦的上限, 它是受到冲击加热的气体的焓的 25%。然而, 由于这辐射能量的光谱间隔大于红宝石的吸收带, 所以不能全部转换成泵浦能量。

用 Farrand 单色仪和 RCA6342A 型光电倍增管进行绝对辐射强度的时间分辨测量, 据此决定了反射回来的冲击加热氙气的

表 1 冲击波入射和反射之后氙气的性质

	入射波	反射波
α , 电离程度 (%)	0.8	9
温度 ($^{\circ}\text{K}$)	9,000	13,700
压力	49	275

亮度温度。从冲击管端壁窗出来的辐射被聚焦到单色仪的入口狭缝上，而单色仪则调节到 4,100 埃、5,600 埃和 6,900 埃三个标准波长上，频宽为 200 埃。头两个波长间隔落在红宝石激光器的二个主要的泵浦带的中心。用带状钨丝灯校准光学系统，用光学高温计测定灯丝的温度。5,600 埃(多数测量在这个波长上进行)处的辐射信号在紧接着冲击波的反射之后呈现一特征峰，随之出现的是几百微秒宽的小坪，之后，强度就渐渐衰减。峰的亮度温度常常达到 $1,200^{\circ}\text{K}$ ，而坪的典型温度则在 $8,000^{\circ}\text{K}$ 左右。而 Smith 等人的氟泵浦所产生的亮度温度在 $6,500^{\circ}\text{K}$ 范围内(在 5,300 埃处)，时间大约 2 毫秒。

共轴几何结构(激光晶体的轴和冲击管相合)和横向几何结构(晶体的轴垂直于冲击管的轴)二者的作用都是使冲击的氙气发射的辐射与激光棒耦合。无论用哪种耦合法，都需要保护晶体，使其不受冲击波所产生的高压和高温的危害。为此，可把晶体(长为 5 厘米、直径为 6 毫米)悬在一个 1.2 厘米(外径) \times 0.16 厘米的人造荧光树脂圆筒内的透明封焊塑料*中。在共轴结构中，避免激光棒的暴露端受直接冲击碰撞的办法是在冲击管内安置一根几呎长的细长圆锥形心轴，并使心轴的底与人造荧光树脂管的端头相联结。心轴由几个适用于冲击管内表面的空气动力形支柱支撑。图 1 示出装在这两种耦合结构中的晶体。

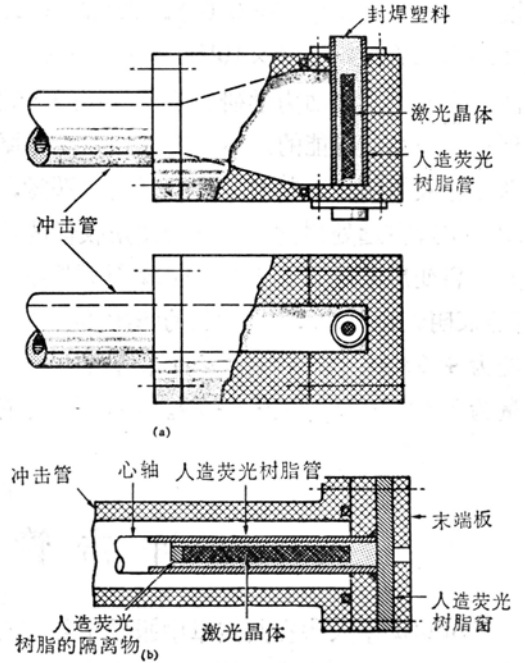


图 1 激光耦合结构。
(a) 横向 (b) 共轴

采用共轴结构，试图通过红宝石晶体产生激光作用没有成功，然而掺钎玻璃棒却产生了强激光作用。为了从这种几何结构得到足够的泵浦作用，反射冲击和端壁之间氙的轴向长度(当反射波与分隔激励气体和被激励气体的接触表面相交时有最大值)应超过晶体的长度。冲击管分析所指出的理想长度是 12 厘米，但在几个靠近端壁的轴向点上进行的相对辐射强度的时间分辨测量指出，从端壁延伸出来的发光气体的长度不超过 4 厘米。这是冲击管的特性，它是由于激励和被激励气体在接触面上发生紊流混合而引起的。然而，在现有情况下，短的长度会引起泵浦照明的不均匀分布。所以冲击管在好几方面的改进工作——包括把被激励部分的长

* 译校注——系一种保护性的绝缘和密封塑料，可把线圈之类的东西固定在容器内。

度加长 1.3 米——已着手考虑，希望能延长发光气体的轴向长度。虽然还没有得到进展，但已试图使红宝石晶体产生激射作用（泵浦阈值为 170 焦耳）。由于没有检测到辐射输出，就用同样大小的、泵浦阈值为 40 焦耳的掺钕玻璃棒替代红宝石。接连进行三次实验，观察到强烈的激光作用，典型的激光输出的持续期为 400~500 微秒。而且，在反射波到达棒端之前，激光脉冲即已开始。因此，由于掺钕玻璃棒的阈值较低，即使泵浦照明的轴向分布很不均匀，也可能实现强烈的激光作用。

采用横向结构，获得了红宝石晶体的激光作用。这种结构与共轴几何结构不同，要求反射的冲击波加热的氙的长度最小。然而，如后文所讨论的，这种耦合结构导入了构造上的困难。另外，由于研究中所用的晶体长 5 厘米，而冲击管直径仅 2.54 厘米，因此需要安装一段较短的管子，使从 2.54 厘米的圆管过渡到管端的 2.54 厘米×5 厘米的矩形横截面。而且，为了避免晶体的破损，就要求冲击管端壁上具有能与人造荧光树脂圆筒相匹配的支撑槽，且支撑范围须达 120°。采用此系统后，具 200 焦耳阈值的红宝石晶体获得了激光作用，情况如图 2 所示。激光脉冲的检测用罩有 6,943 埃滤光器的 925 型光电倍增管。激光输出在冲击波从端壁反射之后 200 微秒开始，记录下来的是二个间隔约 55 微秒的尖峰。虽然激光作用还出现过，但进一步的实验指出，激光作用的可靠性不高。激光作用在泵浦作用开始以后 200 微秒才发生这一事实证明，泵浦强度远在阈值之上。另外，观察到相距 55 微秒的二个大振幅激光尖峰这一事实说明，在相当长一部分泵浦脉冲的持续时间内（约 300 微秒）发生了明显的粒子数反转。所以可靠性

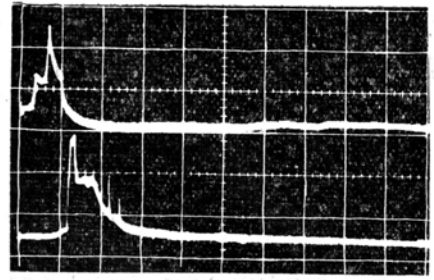


图 2 红宝石激光输出的记录。二条描述从左至右水平扫描为 200 微秒/格。上面一条描述是测量冲击速度的光电二极管的输出信号。下面一条描述是激光检测器的输出信号。激光输出（迭加在受冲击加热的氙的辐射信号上）表现为两个尖峰，大约在冲击波从端壁上反射后 200 微秒出现。

差是由于晶体的弯曲和反射镜失去对准而引起的。根据红宝石棒及其人造荧光树脂支撑物的自然振荡频率估计，半周期为 75 微秒。从定性的角度来看，这与所观察到的激光尖峰之间的间隔一致，因此确证上面的解释。

有可能按下述方法估计化学激光泵浦的效率。由于红宝石有 200 焦耳电能的泵浦阈值进入氙闪光灯，冲击管源所产生的红宝石泵浦发光度最少相当于 200 焦耳电能所产生的。从理论上计算，冲击管所用的燃料可产生 18,000 焦耳化学能，这表明从化学能转换成相当的电能的效率为 1.1%。而且，所使用的可消耗性材料的总量约为 4 克，其中包括燃料气体 2.0 克，隔膜 0.4 克和氙 1.6 克。这样，化学激光泵浦中每一克可消耗性材料能产生 50 焦耳能量。作为比较，目前最好的电池的比能为 200 焦耳/克到 400 焦耳/克。

根据现有结果来看，采用横向结构进一步发展冲击气体化学泵浦的激光系统的希望最大。采用较强的人造荧光树脂圆筒可使晶

体弯曲减到最小，而在激光棒的两端采用球面或外部反射镜而不用平面反射镜，则有希望消除输出脉冲的尖峰或 Q 开关特性。

参 考 资 料(略)

取自 *Appl. Opt.*, 1969 (Aug.), 8, №8, 1743~1745

完全包围激光材料的新闪光灯

美帝海军研究实验室等离子体物理分部最近研制成功一种新的共轴、中心挖空的放电闪光灯，它完全包围住激光材料。两个圆柱体的石英管，一个在另一个里面，激光材料放置在中心孔内。两管之间的真空密封空间充进气体，并在两端电极上输入电流，此灯产生一个短持续期的极高强度的闪光。

结构上的简化似乎会使人误解，但这种灯超过以前用的光泵浦源。因为此灯完全包围了激光材料，所以现在可能实现沿着材料

的整个长度上，全部地、均匀地照射。

它的结实设计允许灯经得起极高电流，使得在非常短的时间内产生高的光强。固体材料的激光功率输出，部分依赖于光源的强度。围着此灯的外部再装一根圆柱形管，即能提供液体或气体冷却。

虽然此灯本来只是打算作泵浦激光器的亮的光源，后来发现它也可应用到其他要求短持续期高强度的地方。

取自 *Laser Focus*, 1969 (Mar.), 4, №5, 16

调制激光的氯化亚铜晶体

激光已在九年前成为现实，为了作通信应用，人们仍在寻找调制激光的有效方法。

近几年来已宣布了几种调制技术，事实上，借助于激光束已发送了声音及图象信息。虽有成绩，仍在试验阶段。

大多数调制技术都应用了光束能穿过的透明晶体。如能用某种外部方法改变这种晶体的透过性质，就可对穿过晶体的光束进行调制。

改变晶体透过性质的最简单的方法是利用几种光电效应中的任一种来改变它的折射系数。例如，只须在克尔盒或普克耳盒上加适当的电压，就能改变晶体的折射系数，从而引起穿过其中的光束中的相位发生变化。

氯化亚铜 (CuCl) 具有良好调制晶体须具备的各种要求，这是因为：

- 它能透过频率从 0.4 到 20 微米这一宽带范围内的光；
- 加电压时它的折射系数很易改变；
- 它的介电常数低，能在工作过程中减少介质变热；
- 它以横向方式，而不是纵向方式工作。因此可把它放在激光束的任一边而不一定放在光路上*。

不幸的是，以前生长的这种晶体很不完善以致不能有效地调制激光。

最近，美帝空军剑桥研究实验室已生长

* 译校注——原文如此。