

冲、亚毫微秒振荡器一般仅仅输出几个毫焦耳，因此为了得到可控热核研究所需要的大能量，就需要相当高的光学增益。因此，每一个放大级的增益愈大，整个系统就愈简单。

最后要考虑的是靶的反馈，它能够引起由于反射回来的激光被放大而产生破坏，又能引起放大级序列的不稳定性。在激光可控热核研究实验中所产生的等离子体，在激光轰击靶的过程中，反射能力变得很高。靶的有效反射率是

$$R_{\text{有效}} \propto \frac{d^2 \theta^2}{h^2},$$

其中 d 是发射孔径， θ 是激光束发散角， h 是靶的高度。在可控热核研究工作中， h 常常是固定的，而 d 则是由玻璃的强度决定的。这样， $R_{\text{有效}}$ 就正比于 θ^2 ，所以就希望光束发散角能够有最小值。大多数可控热核研究工作所使用的激光器，其光束发散角是衍射极限值的 10 倍。如果使用受衍射限制的系统，靶的反馈就可能减低 100 倍。振荡器的输出反射镜和靶的反馈以及较高的放大器增益就产生了系统稳定性所需要的条件。不过，联合使用 $\frac{1}{4}$ 波片和偏振器至少可以部分地使反射率失去影响。另外，法拉弟旋转光学隔离

器^[16]已在研究之中，目前已经能够使系统可靠地进行运转^[14]。在放大级序列中也可以使用普克耳斯盒或者克耳盒^[10]。另外也能在级之间使用可变白元件或者被烧黑了的元件。

综上所述，产生人们感兴趣的可控聚变反应所需要的玻璃激光器系统当今已经有可能建立起来。劳伦斯辐射实验室的 James Swain 希望在不久的将来能从棒和圆盘的组合系统在大约 1 毫微秒的时间内得到 1,000 焦耳的输出，而且计划在其后不久得到 10^4 焦耳^[17]。

也可以利用棒和圆盘的组合系统来达到所需要的、大约 10^4 平方厘米的辐射孔径。该系统的输出级列阵可以由或许五块直径为 50 厘米的、并联运转的 Nd-Yb 玻璃圆盘激光器组成。这样一种设想引出了不少关于靶面上所有的激光能量在空间和时间上的迭加的问题，因为这要求非常大的激光系统所发射的脉冲的宽度为 100 微微秒，即在空气中仅仅相当于 3 厘米长。

参 考 资 料 (略)

译自 C. G. Young, *Laser Focus*, 1969 (Nov.), 5, № 21, 37~40

激 光 能 触 发 氢 弹 吗?

美帝原子能委员会担心激光脉冲能量在达到现有水平的二倍或三倍时，私营激光器将有点燃聚变的能力。

激光装置如果能够触发聚变，那末一个小国家，也许甚至一个私营公司，就有可能制造氢弹，而无需首先学造原子弹。而应用于这种目的所需的激光器，其短脉冲输出能量至少应是目前激光器输出能量最高水平的

三倍。

近几十年来，原子能委员会一直在设法对付非官方核研究所引起的政策上的麻烦。1968 年 12 月底，我们得知原子能委员会暂时搁置了该委员会关于对作为氢弹和其他核

爆炸装置触发器的私营激光研究进展进行保密控制的规定。原子能委员会在这个问题上的踌躇，显然是由于当今核技术的进展，使得要将核研究限制在政府的实验室内进行是愈来愈困难了。

在原子能委员会决定延期实施其限制法案前的那一年，人们已经看到了激光加温等离子体的能力非常临近该委员会所提出的进行保密控制的阈值界限。这方面的任何新进展均将迫使原子能委员会提高控制的阈值界限，或者对非官方的激光研究进行干预与保密控制，这就象在五十年代，原子能委员会对非官方的用气体离心法分离 U-235 的研究进行保密控制一样。否则，该委员会将背离 1967 年 5 月 2 日所发表的原则：

“根据法律规定，原子能委员会有权控制接触或交换一切在官方或非官方研究工作中得到的保密资料……，在委员会条例第 26 部分中提出的新法制……明文规定对于在非官方研究工作中产生或使用的某些项目的保密资料进行保密控制的手续与条件……”

然而，法案受到了原子核工业界的抵制，并被舆论谴责为妨害学术研究自由，这就是使得原子能委员会决定目前暂缓施行的一部分原因。另外，欧洲激光研究的进展，特别是用离心法分离 U-235 的进展，也使得美帝控制同类学科的研究变得毫无意义。

两类标准

原子能委员会没有急于断然处理这一问题，这样就有时间来变更策略。该委员会并不公开放弃它以前提出的阈值界限，只是现在采用比原来的更为灵活的指标来估量激光研究的进展。根据原来的指标，非官方研究只要再出现一个数量级的进展，就会迫使委员会加以干预，然而采用新的更为合理的指

标，则在原子能委员会干预之前，可以容许有二个到三个数量级的提高。

在协助原子能委员会草拟法案的总顾问办公的一位发言人向我们透露，委员们正是根据总顾问的建议而决定对这一法制的实施“无限期延迟”。据推测，原子能委员会对于这种无限制延期没有公开宣布的原因意味着在下个月，下一年，或在它认为必要的任何时候，将法案付诸实施，而无任何成文的记录可加以干扰。

原子能委员会在 1967 年 12 月 28 日，在联邦注册处首次发表了对非官方性研究进行保密控制的法案，征求意见。条例中规定牵涉下列项目的激光研究属于原子能委员会保密范围之例，这些项目是指“……关于 (a) 原子武器或核爆炸装置或其部件，因而就包括一切用于或者有能力从氘、氚或者氘氚混合物中产生热核反应，从而引起本身绝对温度上升百分之一的激光器和激光系统……”。

在 1968 年 8 月于苏修新西伯利亚召开的等离子体物理学国际会议上，以及在同年 11 月在迈阿密帝物理学会等离子体物理分会举行的会议上，都表明利用目前的激光技术，在激光等离子体中发生的聚变反应所产生的自身温度的上升率已经非常接近于百分之一的界限。为了能够在激光等离子体中得到更加显著的热核自持加温，就需要产生更大更热的等离子体。这就转而需要激光器有能力在 10 微微秒到 10 毫微秒的脉冲宽度内输出更多的能量。原子能委员会在 1969 年 2 月份将这一问题进行了如下说明：

“原子能委员会继续关注激光器成为武器或其他核爆炸装置的重要部件的可能性问题。这个问题目前还是理论性的，但要实现却还是相当遥远的事情。并认为即使就原子能委员会所开始关注的作为武器或核爆炸

装置的应用来讲，现在激光器的水平起码还差 100 到 1,000 倍。”

综上所述，可知原子能委员会并未放弃其对非官方研究进行保密控制的原来规定的范围，而仅仅是改变了进行控制的阈值指标，从原来以等离子体温度升高为指标变为以激光器输出能量为指标。这种指标上的变更大概是使得尼克松政府有充分的时间来深入地研究这一问题。

他们究竟有多少时间来考虑这个问题呢？激光器的功率目前已经达到了 10^9 瓦~ 10^{12} 瓦的范围。1969 年已经实现或者将要实现的器件水平是在 100 微微秒到 1 毫微秒脉冲时间内输出能量 150 焦耳；在 5 毫微秒内输出 250 焦耳；以及在 1 毫微秒输出 1,000 焦耳。

是制造炸弹的捷径吗？

可能还需要几年的时间，人们才能得到足够的固体激光棒，或者在足够大的气体系统中具有“闭合回路”，来产生可以点燃自持聚变所要求的 10^5 焦耳的短脉冲能量。不过，经验表明新的途径有时采取“暴力”的方法有可能成为一条捷径。

1968 年 11 月，加利福尼亚大学的洛斯·阿拉莫斯科学实验室的梅瑟在迈阿密报告中提到的“浓密等离子体聚焦”装置，或该种装置与激光系统相结合的联合机构，可能是这种捷径的基础。

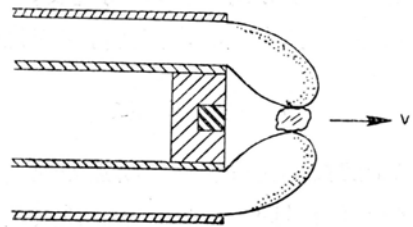
梅瑟枪是由能够产生强中子脉冲的一种十分简单的同轴气体放电管构成。除管子本身外(参看说明)，梅瑟枪需要高压电容器组作为能源。在一个有限的区域内，浓密的等离子体进行聚焦，该装置可以产生几百万高斯的约束等离子体的磁场。这种数量级的磁场强度相当于同一数量级的等离子体压力，

与地球中心所具有的压力有同样大小的量级。这样巨大的磁场是用任何别的方法实际上不可能产生的。从公开报导的数字来看，该装置所产生的脉冲中子数已经超过了 10^{18} 个。

能否采用激光器/浓密等离子体聚焦联合装置？

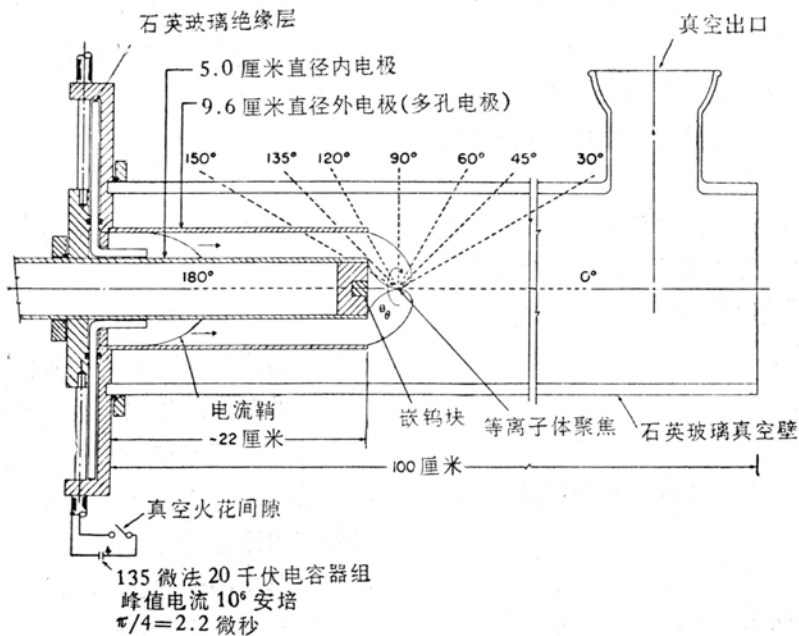
在说明了激光器和“梅瑟”枪都各自能够作为产生等离子体的手段以后，一个显而易见的想法就是将它们联合起来，相互补充，以产生无法预测的更强的中子脉冲。史蒂文司研究所的叶维克和施密特在 68 年 11 月于迈阿密举行的等离子体物理学会议上宣读的论文中，讨论了这种可能性。他们建议在等离子体密度达到最大值的时刻，将一颗固体的氘粒放到等离子体聚焦的位置上，随后再以一台激光器将几百焦耳的能量射到浓密等离子体焦点上。

对于直径为 100 微米的粒子和 200 焦耳脉冲能量的情况，推测性的计算表明，由聚变反应引起的等离子体自身温度的升高可以达到百分之十五。这一数值比原子能委员会原来所规定的阈值百分之一要高出一个数量级。



激光器-浓密等离子体聚焦联合机构

将小小的氘粒放置在浓密等离子体聚焦的时空位置上。推测性的计算表明，一颗 100 微米直径的颗粒，输入 200 焦耳激光脉冲能量，就能产生引起等离子体温度升高百分之十五的聚变反应。这一数值超过原子能委员会原来规定的拟进行保密控制的阈值一个数量级。



中子枪 是 1968 年 11 月于迈阿密举行的等离子体物理会议上梅瑟所描述的装置。该装置在电流建立的阶段，能在几十个微秒的时间内形成均匀的电流鞘。随后，直到电流达到最大值的那段时间(3~4微秒)内，轴向对称的、抛物线形的电流鞘在 $\vec{j} \times \vec{B}$ 的电动力的推动下，沿着管子向开端运动。运动过程中所碰到的气体立即被离子化，其一部分为电流鞘所捕获，同时剩余的氘气却象“扫雪”似的被推走……然后消失……，通过选择中心电极长度、电压、气压的最佳值，电流鞘朝轴线运动而内破裂，并形成浓密等离子体聚焦。作者报导从实验中已观察到在每 100 毫微秒时间内产生 10^{18} 个以上的中子产额。

译自 P. Franklin, *Microwaves*, 1969 (Mar.), 8, №3, 91~92

激光器能成为氢弹触发器吗？

脉冲总能量是激光点燃聚变的关键性参数。

几个月前，原子能委员会估计短脉冲激光器的能量比作为聚变爆炸触发器所要求的能量仍低 100 倍到 1,000 倍。而现在能从市场上买到的最高水平的短脉冲激光器的输出能量已经提高了四倍。

一年以前，你能买到的最好的器件是在 5 毫微秒时间内输出 250 焦耳的激光器，而现在则已经是在 1 毫微秒时间内输出 1,000

焦耳的激光器。

250 焦耳的器件是法国马科西通用电气公司生产的 VD-640 型激光器，价格 300,000 美元，交货期为半年。虽然 1 毫微秒、1,000 焦耳的激光器件尚未定型，但是通用电气公司的梅逸告诉本刊编辑部，具有这种性能的成品能够在一、二年内交货。

美帝光学公司也致力于生产 1 毫微秒、