



验证爱因斯坦 是对还是错？

传说 16 世纪末叶意大利科学家伽利略做过一个简单实验：从比萨斜塔上让一颗铅球和一颗木球同时下落，证明不同的质量同时到达地面。而今，两位斯坦福物理学家 C. W. 弗朗西斯·埃弗里特和保罗·沃尔登建议对这一原理（现在人们熟知的惯性质量和引力质量等价）进行验证，并宣称他们的实验精度为伽利略的 10^{14} 倍。

激光器并进行了打靶实验。许多人已提出了百万焦耳级的激光器设计。从目前的趋势看，氟化氪激光与氯化氙激光是准分子激光武器的优选者。但由于它们的激光波长都较短，为紫外辐射（KrF 为 248nm，XeCl 为 308nm），对光学谐振腔的腔镜作用很强，给武器设计带来明显的制约，由于波长短在大气中传输时瑞利散射也增强，因此如果作为地基武器，得设法将激光波长变长；如果利用波长短与物质作用强的特点，也许可作为天基武器。

自由电子激光器是直接利用强相对论电子束，通过一种叫做“摇摆器”或“波振器”的空间交变磁场作摇摆运动产生的韧致辐射来实现激光的。因此电子束本身既是通常激光器中的能量源又是产生激光的工作物质（如准分子激光器中的 KrF 准分子）。由于这一特点，普通激光器在高功率时出现的工作物质结构变坏的问题，自由电子激光器不存在。因此自由电子激光原理上可以得到光束品质极其优良的高功率激光束，这是一个重要的有利条件。此外更为吸引人的是自由电子激光器的激光波长不像普通激光器由工作物质结构决定为一个特定的波长（即使染料激光器号称波长可调，也是极其有限的），它的波长基本上由相对论电子束的能量与摇摆器的磁场周期决定。可根据需要由毫米波、红外、可见光、紫外直至软 X 射线任意选择。作为地基定向能武器，要求激光不管气候条件如何都能顺利穿越大气层，因此要选择合适激光波长，并要求激光器发射的激光束有非常良好的光学品质，能保证几千公里甚至上万公里的传输仍然将绝大部分能量轰击到目标之上。

尽管自由电子激光相比于其他激光器有其原理上的优越性，但它对工程技术上的要求十分苛刻。首先它要求得到流强极其大的高品质强相对论电子束。这对目前的加速器技术是一个挑战。从目前进展情况看，无论是美国利弗莫尔国家实验室的放大器型红外自由电子激光器，还是波音公司与洛斯阿拉莫斯合作的振荡器型可见光自由电子激光器，都因为电子束的品质没达到设计要求（放大器用的是感应电子加速器产生的电子束，振荡器用的是射频直线电子加速器）而在获

等价原理是爱因斯坦广义相对论引力几何图形化的基础。它的根据是引力不同于其他基本力（电磁作用以及强核作用和弱核作用），引力加速度能以质量的函数来表达，因而类似于惯性加速度。埃弗里特说：“这使人越想越觉得奇怪”。引力质量和惯性质量等价的打破将表明相对论的适用范围是有限的。

为试验等价范围，两位物理学家建议在卫星上进行实验：采用 3 个各有一固体棒漂浮于空心圆筒内的微差加速计。如果等价原理成立，卫星绕地运行时棒将保持在圆筒中心，棒的任何“漂移”将表明二者之一受的引力较大，致使它们运行的轨道略有不同。

实验如获欧洲航天局批准（它同美国国家宇航局共同赞助），将于 90 年代末上天。费用：单是发射，1800 万美元。（郑惕荣译）

得高功率激光束实验中遭到了不同程度的挫折。

在太空中，X 光激光也是一种可能的定向能武器，目前尚处于原理研究阶段。产生 X 光激光的原理可以有几种，但主要的设想是由核爆炸中产生的频谱宽泛的非相干的 X 射线来激励工作物质，使之产生能定向的 X 光激光。理论预计 X 激光工作物质的定向增益系数可达 1.6×10^9 ，因此只要核爆炸当量中只有 $10^{-3} - 10^{-6}$ 是 X 射线，就可使距离为几千公里甚至上万公里以外的目标受到比在核爆当地的爆炸当量高得多的杀伤力。因此除了有足够能力杀伤远距离的目标外，它有足够的能力在一次爆炸中同时杀伤和摧毁位于不同方位上的多个目标。

在定向能武器的原理探索中，另一个很有吸引力的方向是利用反应堆直接驱动激光器。核裂变产物由于带有很高动能与电荷，具有很强的电离本领与激发手段，可以直接作用于工作物质使之产生激光。大家知道核过程的质量比（单位物质所包含的过程参与能量）远大于化学过程，电过程，因此即使在较低的效率下仍能使武器系统有足够功率输出而不使得体系变得庞大笨重。据估算，武器系统可以做到不超过目前火箭的运载能力，因此可以用战时发射方式将核反应堆驱动的激光器送上太空。它也不像核爆驱动的定向能武器只能一次性使用，它可以发射上百万次百万焦耳的激光脉冲不需补充核燃料。核驱动激光一般来讲要达到一定的效率，要求核反应的中子通量要超过每秒每平方厘米 $10^{13} - 10^{14}$ 个中子。这是一个很高的要求，目前只有采用快脉冲反应堆才可能达到这一要求。因此这是一个需要大投资因而风险很大的探索方向。

综合上述，近期内作为战略防御武器部署的仅有可能是动能武器，可以作为天基武器系统部署在太空中，而作为地基武器系统的定向能激光武器，目前仍处在概念论证阶段，即使试制成了高性能的激光器，仍然存在一系列问题尚待解决，因此作为战略防御系统的整个设想，太空武器的概念还有待于物理学研究与高科技的发展。