

双温度,电中性,逆韧致吸收激光能量,韧致辐射 X 光,电子与离子间热弛豫,电子费米简并,电子、离子的热导与粘性,热核燃烧,由热核燃烧释放的 α 粒子的自加热(略去中子的加热)。在附录 1 中给出一维双温度流体动力学方程。§ 2 给出整形激光脉冲压缩 DT 靶的部分计算结果。§ 3、§ 4 分析了 § 2 计算结果激波与热波的传播规律,并求得基本上与计算结果相符的相似解。

关于不包括热导与粘性的强的球对称激波压缩的相似解,最早由 V. G. Guderley 求得。后来又有球对称均匀等熵压缩解,对于不考虑流体运动的球对称热导问题的相似解也是可以求得的。可是在激光向心聚爆中热导与流体运动都是不可忽略的因素。不论是均匀等熵压缩解,还是球对称热导解均不能较全面地反映激光向心聚爆的实际情况。因此在流体动力学方程中,必须将热导项考虑进去。但粘性、韧致辐射、热核燃烧等仍须略去,否则太复杂,得不出相似解。也不考虑电子与离子间的热弛豫与电子的费米简并。对热波尚未到达的区域,连热导也可略去,就采用均匀等熵压缩解。这样就能给出与计算机模拟大致相符的结果。至于热核燃烧,那是非常迅速的发展过程,甚至流体运动也是可以忽略的。

六束激光照射微球靶的实验研究

中国科学院上海光机所激光核聚变研究室

本文报导了六束高功率钽玻璃激光(LGJ)照射 CD_2 实心微球及玻璃壳空心微球靶的实验研究结果。

器件输出脉宽从 4 毫微秒~1 毫微秒可调。每束光束口径 $\phi 45$ 毫米,单束输出 60 焦耳/4 毫微秒~40 焦耳/1 毫微秒,总输出 ~300 焦耳/4 毫微秒~200 焦耳/1 毫微秒,光束发散角优于 0.4 毫弧度,光束漂移小于 $10''$,超前激光小于 6×1 毫焦耳。

采用三维直角坐标系的正交照射方式。聚焦透镜 $f/D=1/2$ 的非球面透镜,焦距 $f=120$ 毫米,透镜弥散圆直径小于 15 微米。靶面功率密度最大时约为 6×10^{14} 瓦/厘米²。采用自准调焦、共焦,调焦及共焦精度优于 5 微米。

靶场测试包括 X 光对比吸收法测量电子温度; BF_3 中子探测器; POPOP 塑料闪烁体中子探测仪; X 光针孔照相机(分辨率 10 微米);晶体 X 光谱仪以及空间分辨的 X 光谱仪。此外,还利用卡计测量了输入能量以及等离子体对激光的后向反射能量等。

在该装置上进行了单束、两束对打,以及六束对打实验。研究了调焦对加热 CD_2 实心球的影响以及各种不同尺寸靶球的加热结果。实验结果表明,在该装置上对直径为 $\phi 100$ 微米的 CD_2 球,聚焦在球心时得到了最佳的实验结果,电子温度约 800 电子伏,中子产额最高达到 10^4 个/脉冲。没有观察到对实心微球的压缩迹象。对实验结果进行了分析,并同国外报导的结果作了比较。发现列别捷夫研究所的关于九路激光照射 CD_2 实心球的报导似乎是不可靠的。

同时,在该装置上做了若干改进后,特别研究了单束,两束对打以及四束正交对打对加热充气及不充气的空心玻璃微球的影响。研究了光程同步、调焦、前激光等对加热效果的影响。测试结果表明,等离子体的电子温度 > 800 电子伏,以晶体 X 光线谱仪摄取了 Si 等元素的大量高次游离谱,直至于类 H 及类 He 谱。根据 X 光针孔图像,空间分辨的 X 光谱等的分析,结果表明,在加热直径为 $\phi 100$ 微米的空心玻璃壳球的一些实验中,观察到了由于激光加热玻璃壳靶等离子体产生的向心压缩迹象。

并且发现, X 光针孔图像中表现出对称的、近乎均匀的球形向心会聚。表明了虽然照射在微球上的激光功率分布是不均匀的,但借助于电子的横向热传导,可以实现对直径近似为 100 微米的小球获得均匀的加热。

实验中还发现,如果前激光明显增大时, X 光针孔图像中出现的压缩迹象也随之消失。