
来自激光尾流场加速光子的多毫焦耳太赫兹辐射

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/22403.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

来自激光尾流场加速光子的多毫焦耳太赫兹辐射。近日，韩国基础科学研究所的Taegyu Pak等人观察到高功率太赫兹辐射从被100太瓦级激光脉冲照射的气体喷射器中发射出来，用于电子的激光视场加速。在氮气靶上，小于10太赫兹时产生了超过4毫焦耳的能量，激光到太赫兹的转换效率约为0.15%。这种强大的太赫兹辐射被认为是由等离子体电子产生的，这些电子在激光脉冲时间尺度上加速。该模型通过粒子在细胞中的模拟和分析计算进行研究，以更好地理解激光尾流场加速中高能太赫兹辐射的产生机制。

太赫兹(THz)是位于电磁波谱的微波和红外区域之间的一个频段，这个频段下传统技术在产生和检测辐射方面效率低下，人们正在通过开发新的太赫兹源和检测器来弥补这一缺口。基于激光的太赫兹源由于能够产生相干的、单周期到多周期的、宽带(或窄带)辐射而备受关注。这种源也可以提供与驱动激光的自然同步，允许超快时间分辨光谱和成像。最近，高功率飞秒激光器被用来产生强大的太赫兹辐射，以及探索新的太赫兹驱动的现象，如分子排列，谐波生成和分子加速等。

在许多基于激光的源中，基于激光等离子体的源很适合于高功率太赫兹的产生。等离子体已经被电离，因此可以维持高电磁场，当高功率激光脉冲被聚焦到一个小的体积中用于产生能量可存储的太赫兹时，几乎不需要材料损坏。从激光产生的气体和固体密度等离子体中产生的相干太赫兹已经被广泛地研究。在气体中，单色或双色激光产生的等离子体可以通过超快的激光驱动电流产生相干的宽带太赫兹辐射。在双色激光混合中，通过使用中红外激光驱动器，激光到太赫兹的转换效率提高到百分比水平。最近，从一个被高能量皮秒激光脉冲照射的金属箔中观察到了几十毫焦耳的太赫兹能量。然而，与气体靶材不同，高密度的靶材往往会带来靶材碎片和靶材重装的问题，这使得它们不利于用于连续或高重复率的操作。

激光尾流场加速器(LWFA)是一种基于气态等离子体的紧凑型电子加速器方案，可以产生宽带电磁辐射。在激光尾流场加速器中产生的相对论性电子束，当它通过相干过渡辐射离开等离子体-真空边界时，可以发射出太赫兹辐射。当电子束的长度与发射的太赫兹辐射的波长可比拟或小于辐射波长时，就会出现这种情况，且单个电子产生的太赫兹场在辐射方向相干叠加。在实验中，用10 TW级激光器从激光尾流场加速器中观察到小于100纳焦的太赫兹能量，太赫兹辐射的波形被单次测量，也被利用来诊断电子束本身。然而到目前为止，激光尾流场加速器输出的太赫兹能量尚未超过微焦水平，人们也没有研究过太赫兹能量的扩展。

韩国基础科学研究所的Taegyu Pak等人通过使用相对论激光科学中心(CoReLS)的150太瓦激光器，在激光尾流场加速器中明显增强了太赫兹的产生，达到了多毫焦耳水平。研究人员测试了激光尾流场加速器和各种目标条件下太赫兹的生成，并同时表征了两种光束，以便更好地了解激光尾流

场加速器中太赫兹产生的起源。实验结果表明，多兆焦耳的太赫兹生成并不完全由相干跃迁辐射模型解释。研究人员研究了太赫兹产生的另一种可能机制，即由激光推动力和等离子体加速的等离子体电子的相干辐射。

实验装置示意图如图1所示，激光脉冲电离气体射流并通过激光尾流场加速器加速等离子体电子，同时产生太赫兹辐射。在电子束通过带有偶极磁铁的电子光谱仪后，测量电子能谱。从等离子体发出的太赫兹辐射被准直，传送到真空室外，然后重新聚集到热释电检测器上进行检测。

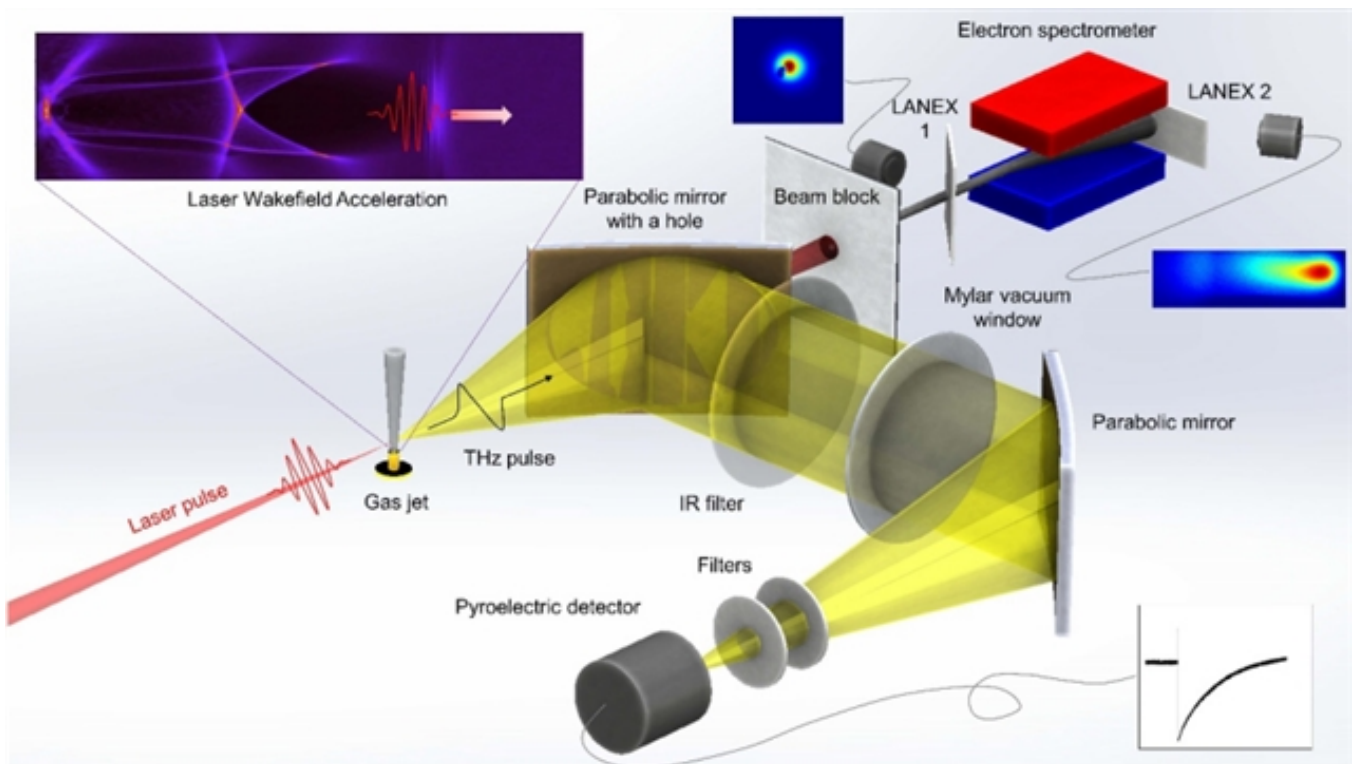


图1 激光驱动的电子加速和太赫兹生成示意图

发出的太赫兹辐射通过其光谱、能量和偏振进行了表征，得到的太赫兹光谱在图2(a)中以散射形式显示，水平误差条代表滤波器传输带的光谱宽度，红线表示放置在光束路径上所有过滤器的整体传输曲线。其偏振通过一个带有热释电探测器的线栅偏振器来表征，收集35个热释电信号并取其平均值，结果显示在图2(b)中。测量的偏振分布是各向同性的，与电子的径向加速所预期的偏振相一致，沿垂直偏振方向有一些明显的增强。

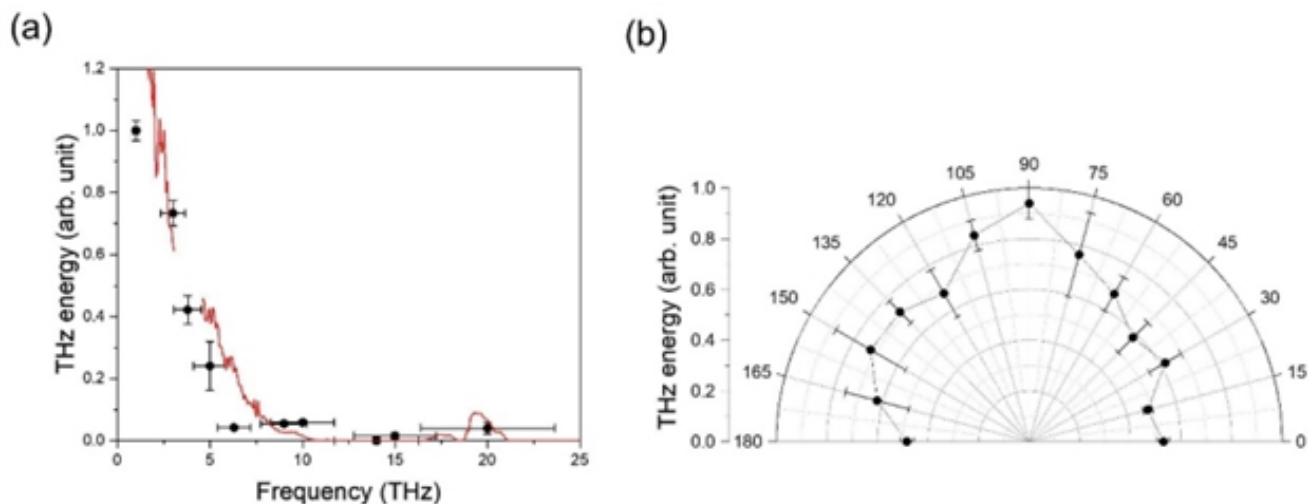


图2 太赫兹辐射的光谱和偏振表征

该文章被发表在《Light: Science Applications》期刊上，题为Multi-millijoule terahertz emission from laser-wakefield-accelerated electrons, Taegyu Pak是文章的第一作者，Ki-Yong Kim是文章的通讯作者。(来源：LightScienceApplications微信公众号)

相关论文信息：<https://www.nature.com/articles/s41377-022-011068-0>

特别声明：本文转载仅仅是出于传播信息的需要，并不意味着代表本网站观点或证实其内容的真实性;如其他媒体、网站或个人从本网站转载使用，须保留本网站注明的“来源”，并自负版权等法律责任;作者如果不希望被转载或者联系转载稿费事宜，请与我们联系。

作者：Ki-Yong Kim 来源：《光：科学与应用》

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发