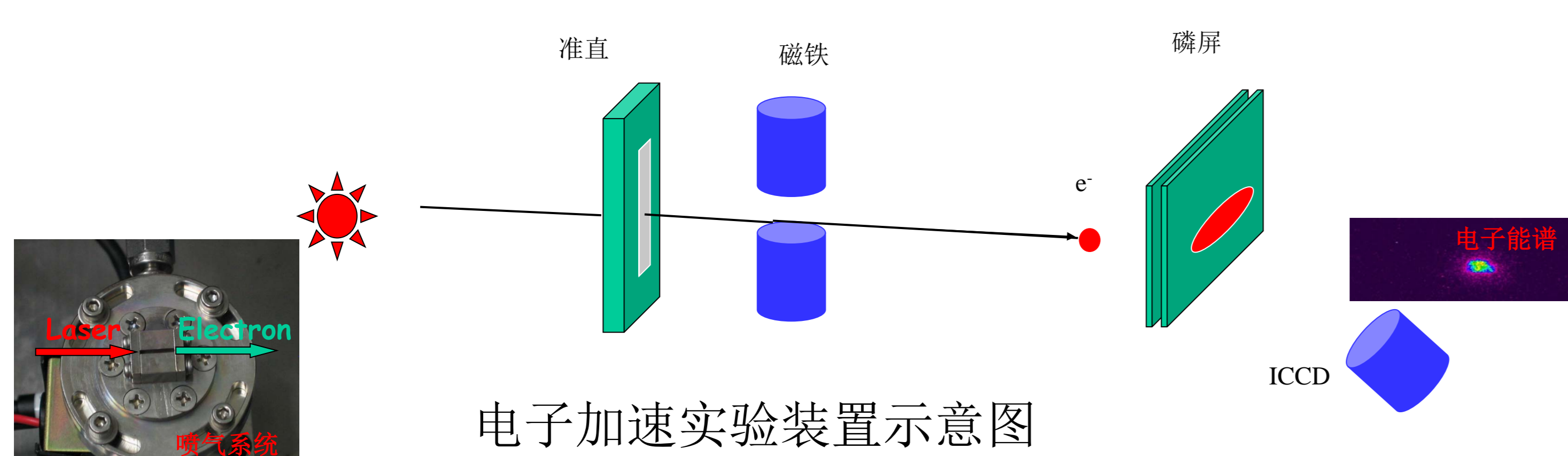


激光尾波场电子加速

超强超短激光在低密度等离子体中能产生高于传统加速器三个量级以上的大振幅静电场（尾波场），此静电场随着激光的传播能持续地加速电子。实验显示激光尾波场能够在几个厘米的距离内把电子束加速到GeV量级。但是，实验得到的电子束电量和能谱有很大的波动性，这是由电子在等离子体中的注入和加速过程中的不稳定性造成。因此，关于控制电子的稳定注入和加速的研究至关重要。

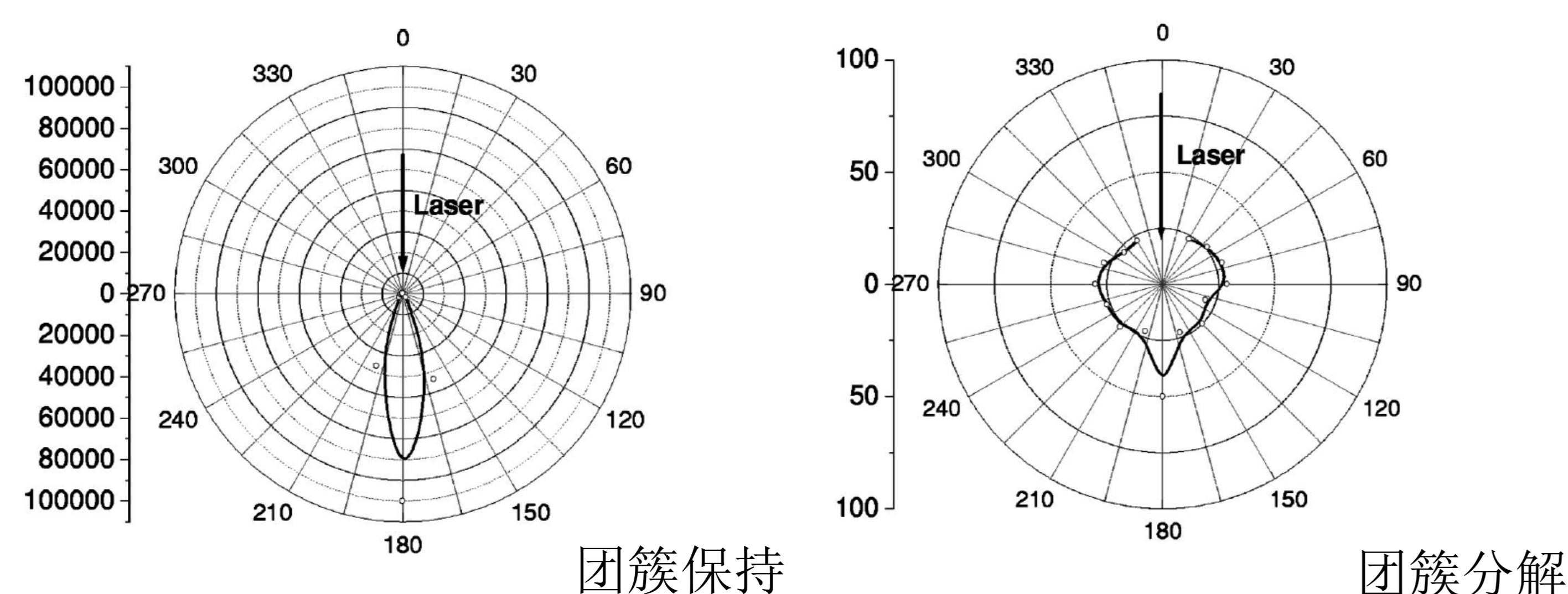
实验和诊断系统的建立

在实验研究方面，建立了实时多功能高能电子测量系统，能同时给出被加速电子束的能谱、电荷量、发散度等多种信息。

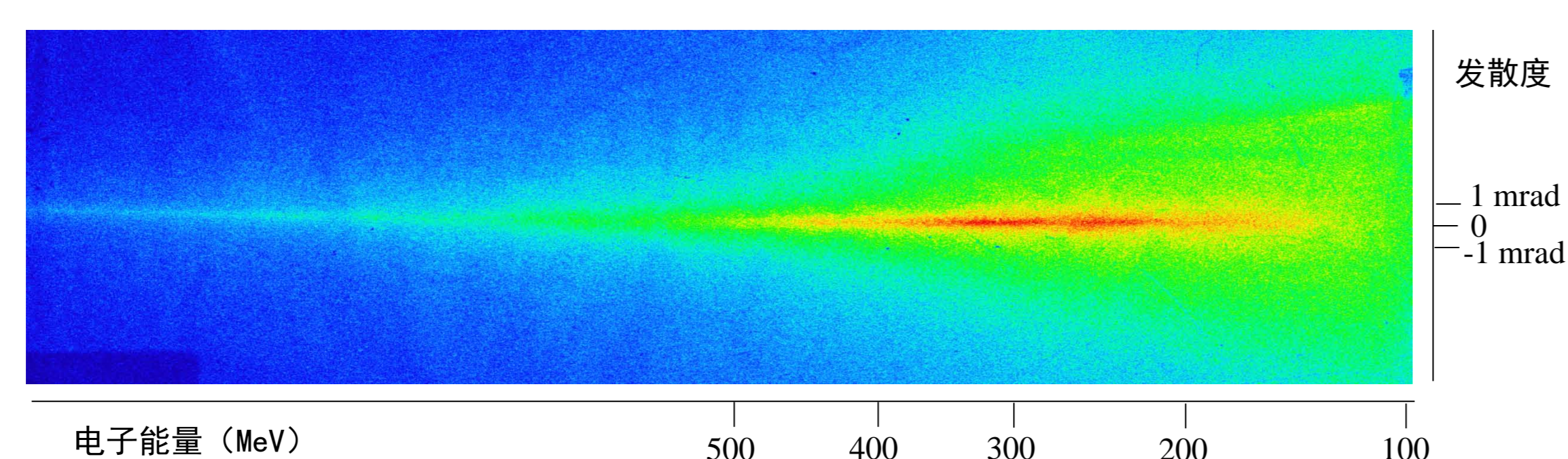


提出利用团簇进行电子加速的新概念

激光在气体团簇中传输会降低激光自聚焦的阈值，极易形成可控的等离子体通道；团簇电子在激光场中的共振会在极短时间内产生大量的、较高能量的电子，缩短初期的注入过程，为最后产生大电量、高能量、小发散度和高稳定性的电子束提供保证。



实验利用高对比度激光-III号装置，得到的能量大于500MeV、发散度小于1.4mrad的大电荷量电子束。



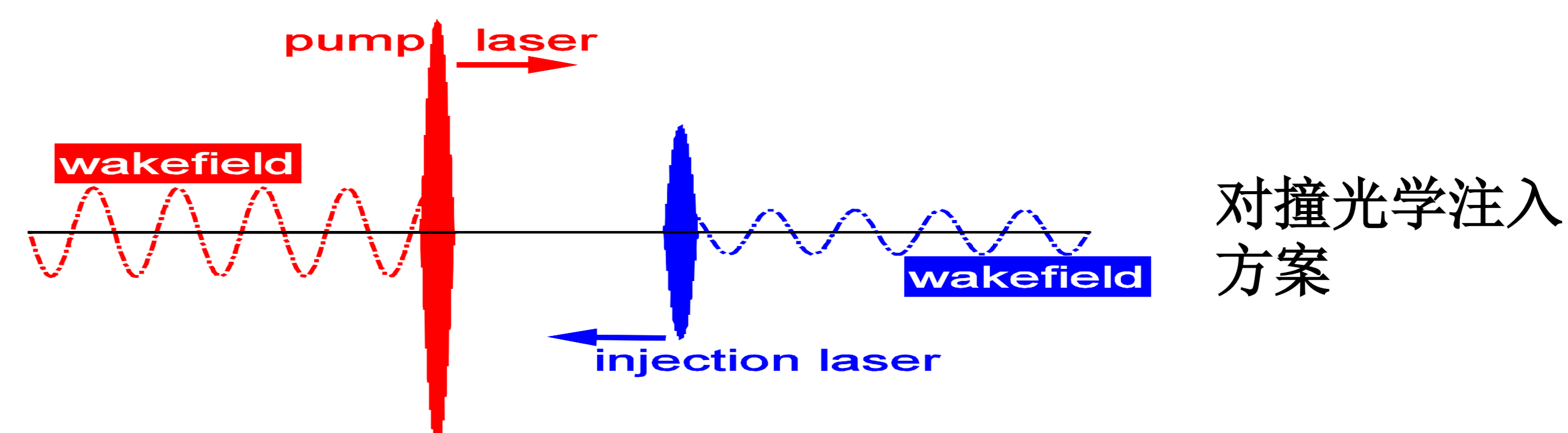
发表的相关论文：

- W.-M. Wang et al., *Laser Part. Beams* 27, 3 (2009)
- Z.-M. Sheng et al., *Euro. Phys. J. Special Topics* 175, 49 (2009)
- L. M. Chen et al, *IEEE Trans. Plasmas Sci.* 36, 1734(2008)
- W.-M. Wang et al., *Phys. Plasmas* 15, 013101 (2008)
- W.-M. Wang et al., *Appl. Phys. Lett.* 93, 201502 (2008)
- L. M. Chen et al, *Phys. Plasmas*, 14, 040703(2007)
- L. M. Chen et al, *Phys. Rev. E* 66, R025402(2002)
- L. M. Chen et al, *Phys. Plasmas*. 9(8), 3595(2002)
- L. M. Chen et al, *Phys. Plasmas*. 8(6), 2974(2001)

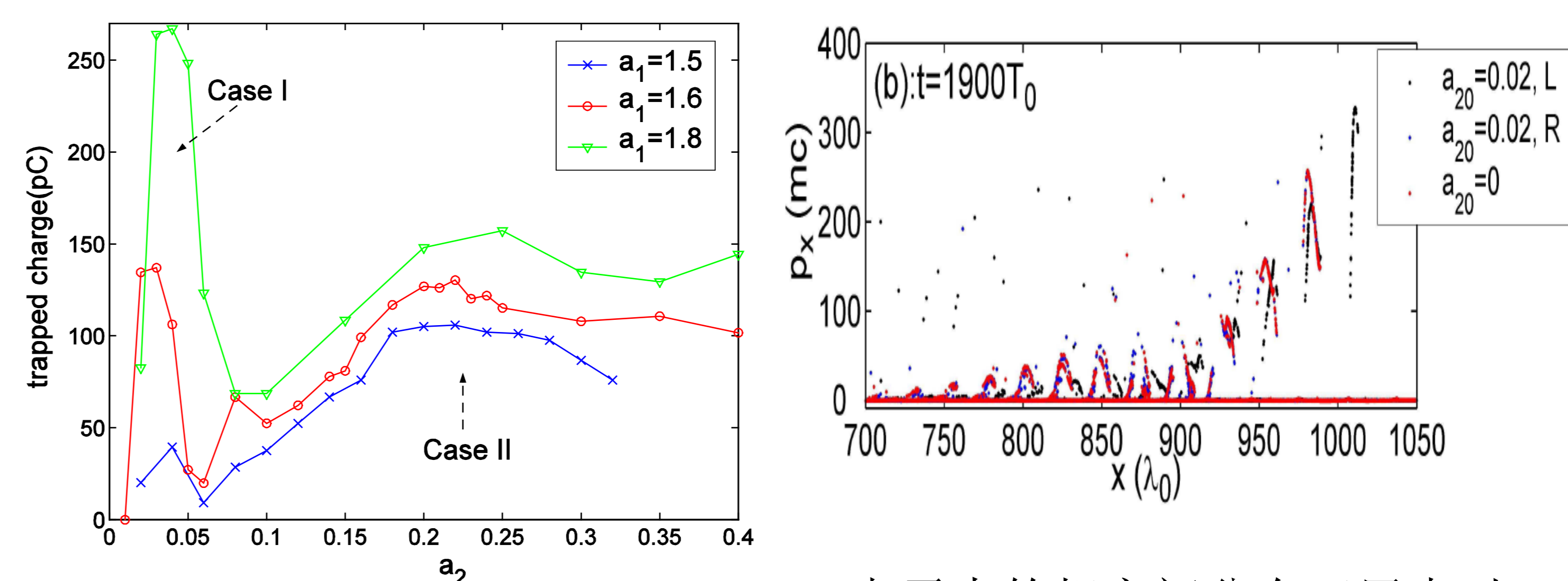
Laser Wakefield electron acceleration

电子注入激光尾波场新机制—激光注入方案研究

新使用同一束激光的自注入模式中电子的注入和加速是不稳定的。为此人们提出了对撞光学注入方案，尾波场的激发和电子注入分别由两束激光决定而具有很好的稳定性。我们研究了注入激光的强度和脉宽的影响；采用两束圆偏振激光时其旋转方向的选择规则；并提出了注入激光垂直入射的方案。



注入激光强度对电子注入的影响：粒子模拟发现注入激光强度分别约为主激光的0.1% (Case I) 和1% (Case II) 时会出现两个注入电子束数目峰值；这两个参数区域对应的电子注入和加速是稳定的。当注入激光强度超过1%时，会扰动了主激光产生的尾波场产生不稳定性。

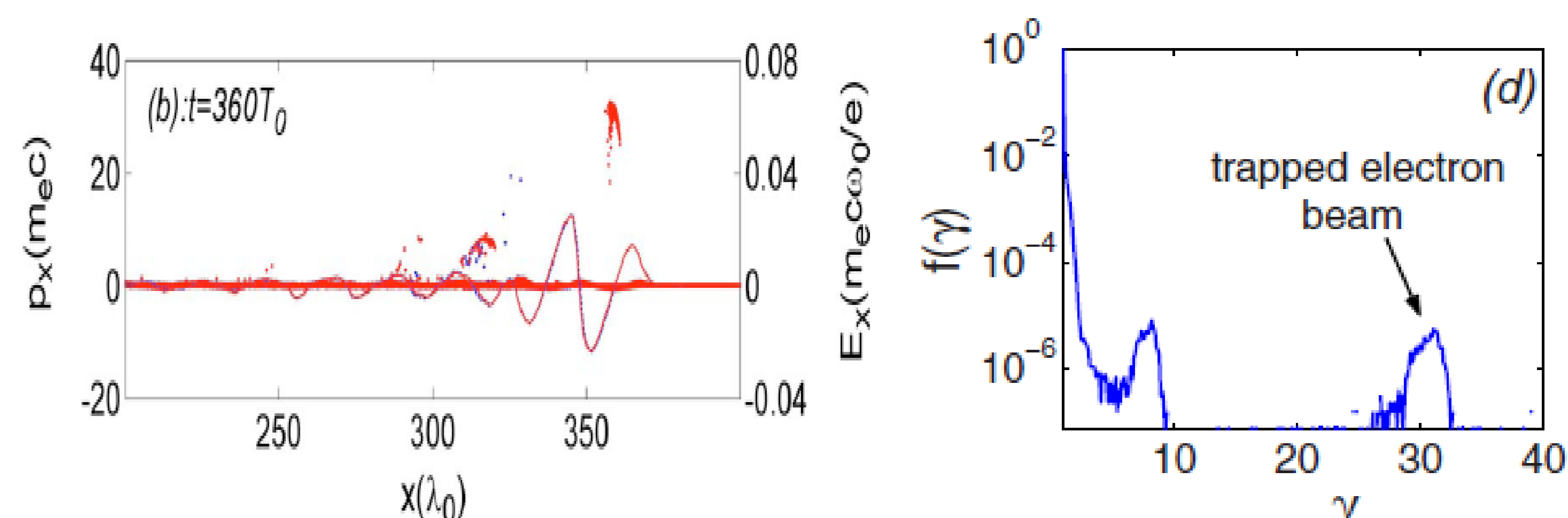


电子数目随注入激光振幅的变化

电子束的相空间分布（黑点对应两激光旋转方向相同）

圆偏振激光旋转方向对电子注入的影响：采用两束激光为圆偏振激光，当注入激光非常弱时（强度为主激光的0.1%量级），仅当两激光旋转方向相同时有电子注入到尾波场第一个加速相位（见上图右）；当注入激光中等强度时（主激光的1%量级），两激光旋转方向相同时更多的电子被注入到尾波场。这些粒子模拟结果与解析结果很好的吻合。

垂直光学注入方案：在对撞注入方案中为取得高能电子束，通常需要远大于激光的锐利长度的加速距离。这样弱的注入激光则必须通过这段等离子体后才能与主激光相遇，此时注入激光已经严重发散。因此我们提出让注入激光垂直于主激光入射，并让两激光偏振方向平行。这样两束激光一进入等离子体就可以相遇产生电子注入，而电子加速距离可以足够大。粒子模拟显示单能电子束能被稳定的产生。



尾波场的空间分布和电子束的相空间分布

电子束能谱分布