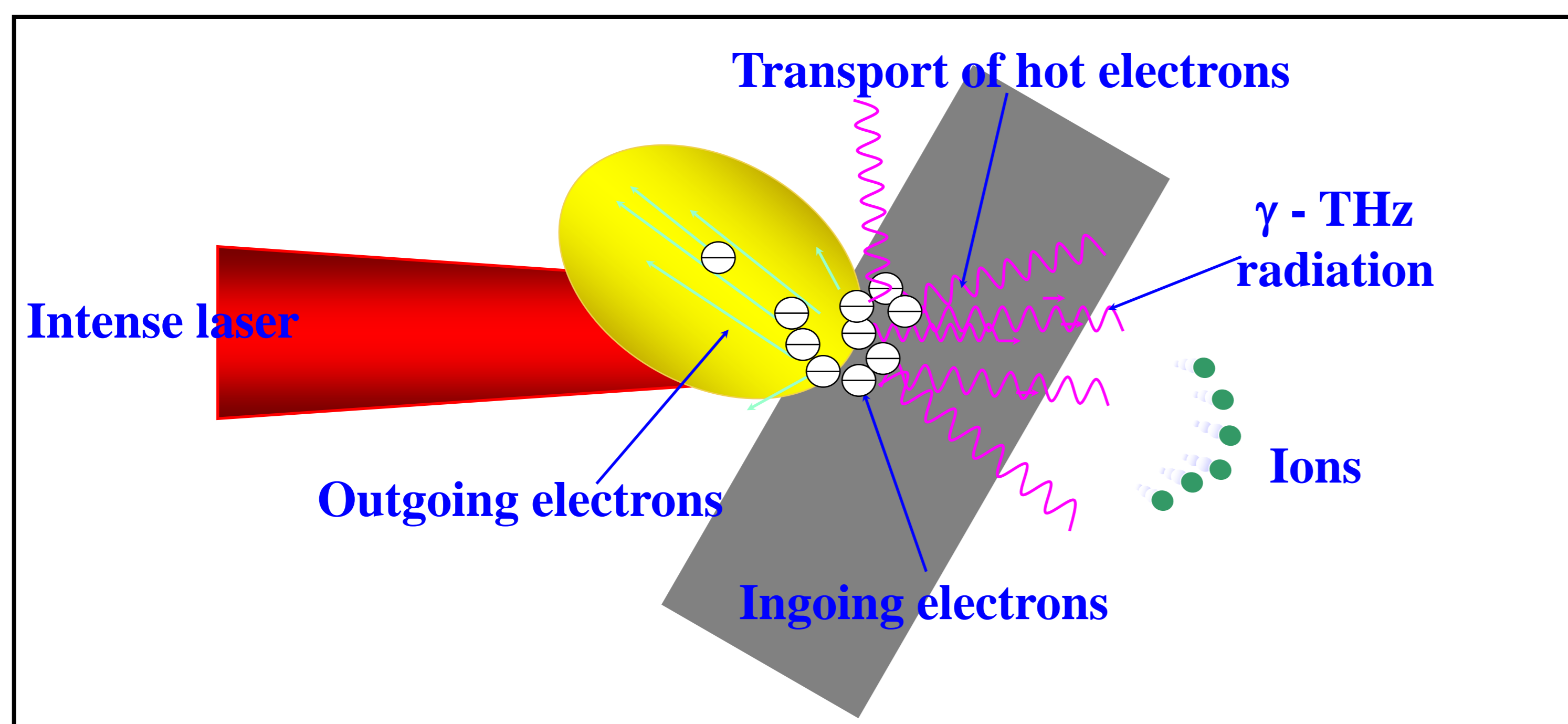


超热电子的产生、输运和能量沉积

Generation and transport of fast electrons

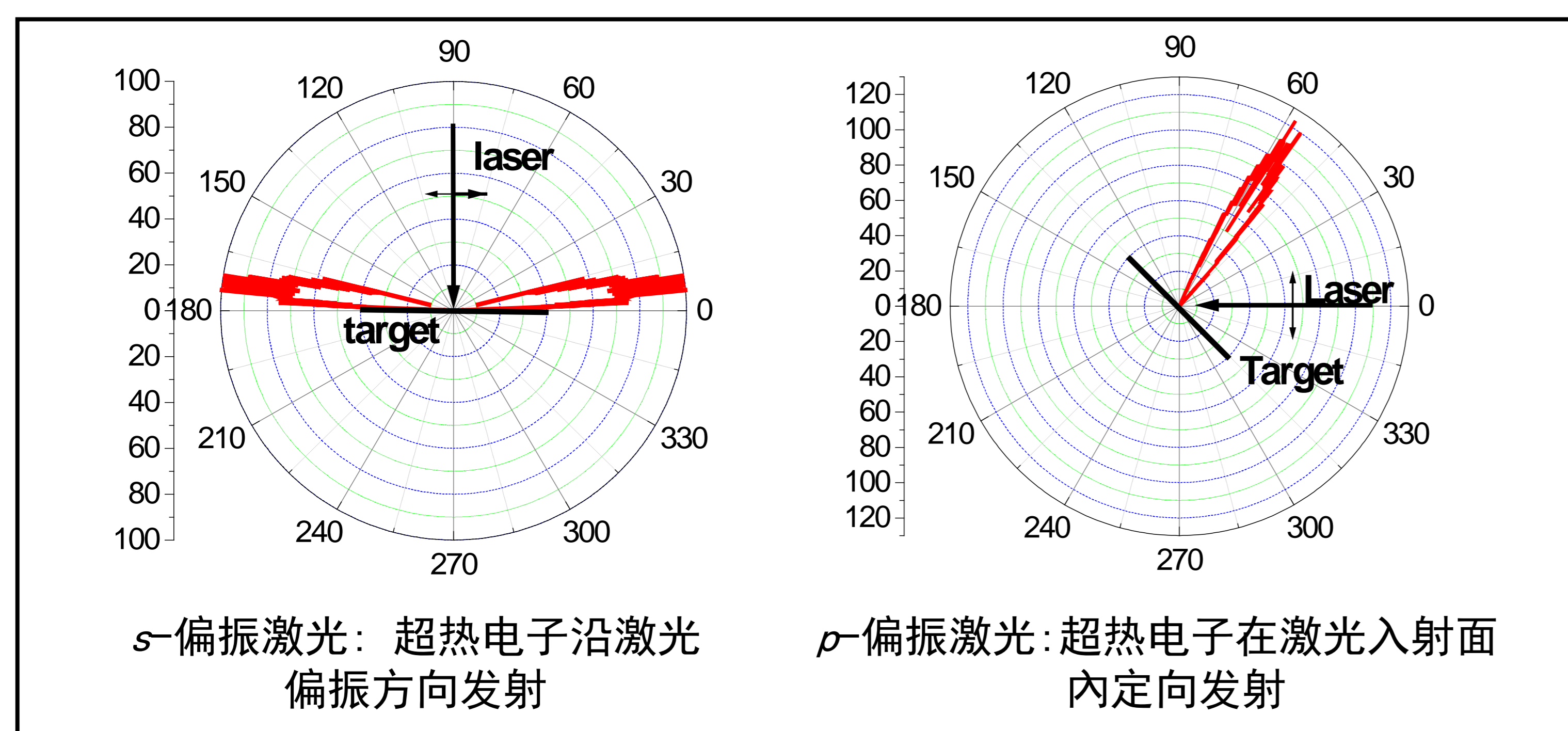
在超强激光和等离子体相互作用中，会产生能量很高的电子，即超热电子。目前超热电子的产生和传输是激光高能量密度物理的重要问题之一，也是“快点火”惯性约束核聚变成功的关键。在相互作用中产生的超热电子一部分从靶前逃逸，一部分向高密度等离子体和靶内输运。超热电子可以激发很宽范围的电磁辐射（高能x射线-太赫兹），也会产生极强的静电场，该场可以把离子加速到很高能量。下图是对这些物理过程的形象描述。



我们对超热电子的产生、输运和能量沉积问题进行了多年的研究，取得了多项进展。典型进展包括：

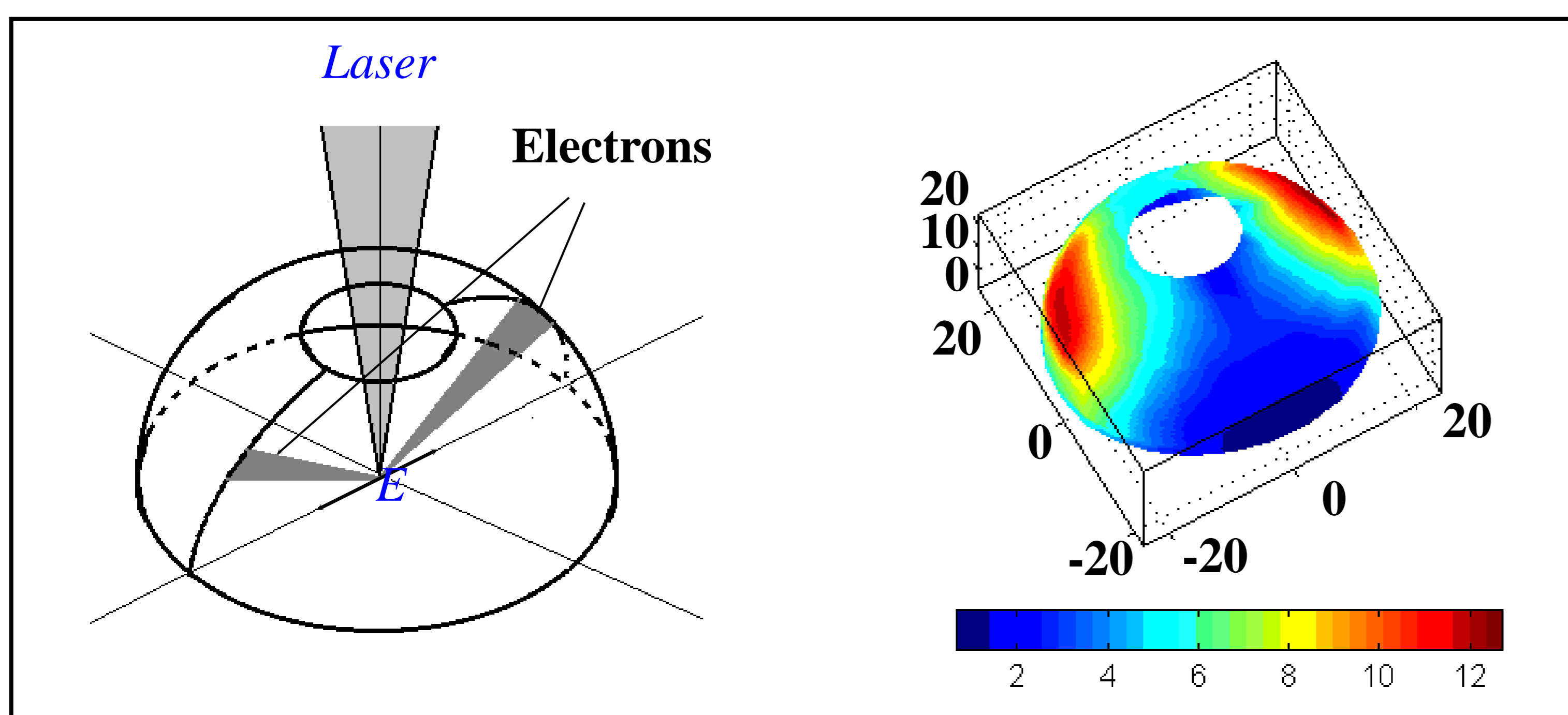
激光偏振态对电子发射方向的影响

下图给出了激光偏振态对靶前超热电子发射方向的影响。对于p偏振激光，产生的超热电子主要沿靶面法线方向发射；对于s偏振，超热电子主要在激光偏振面内沿靶面方向发射。



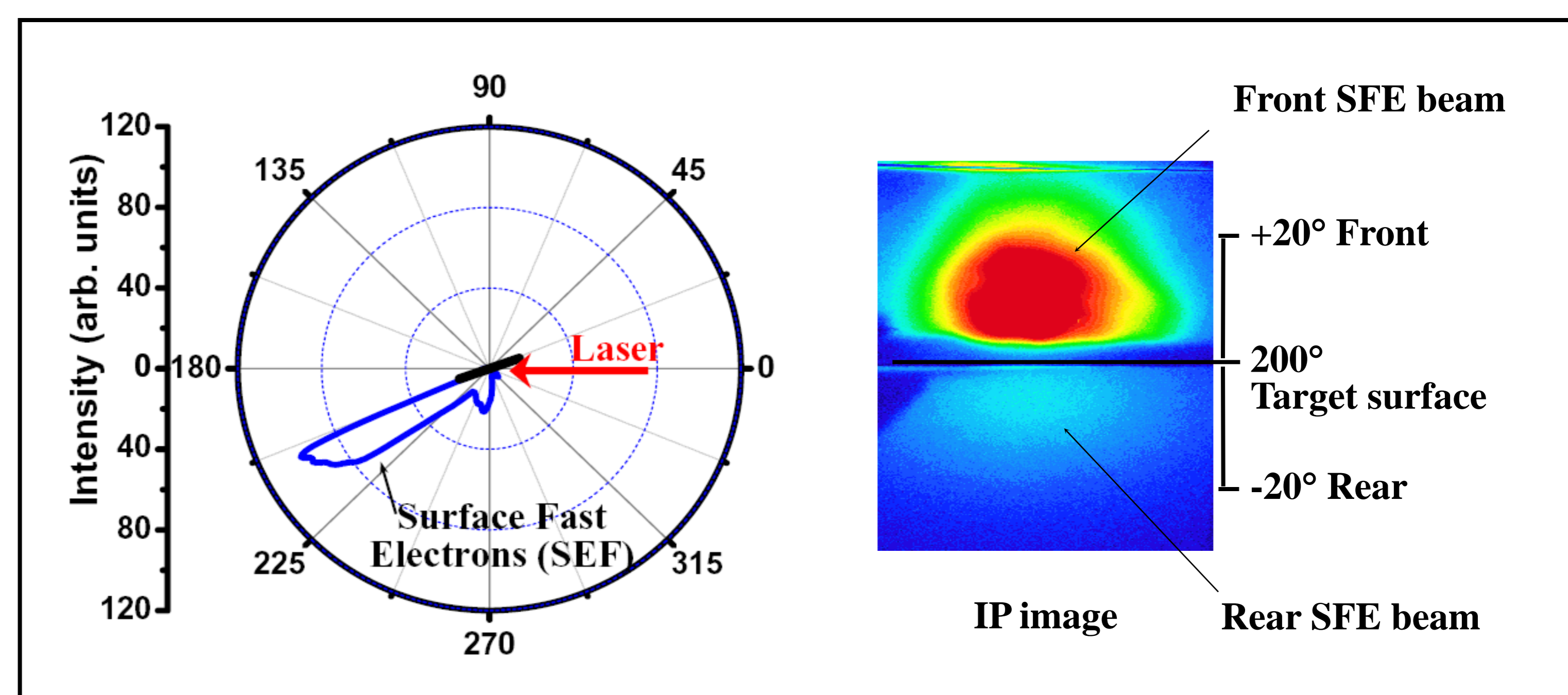
与液滴靶相互作用中的双电子束发射

液滴靶介于固体靶和团簇之间，其密度接近固体，空间尺度可以和激光波长相比拟，表现出了独特的性质。在与飞秒激光脉冲相互作用中，发现在激光偏振面内，有两束与激光轴对称分布的超热电子束发射，见下图。



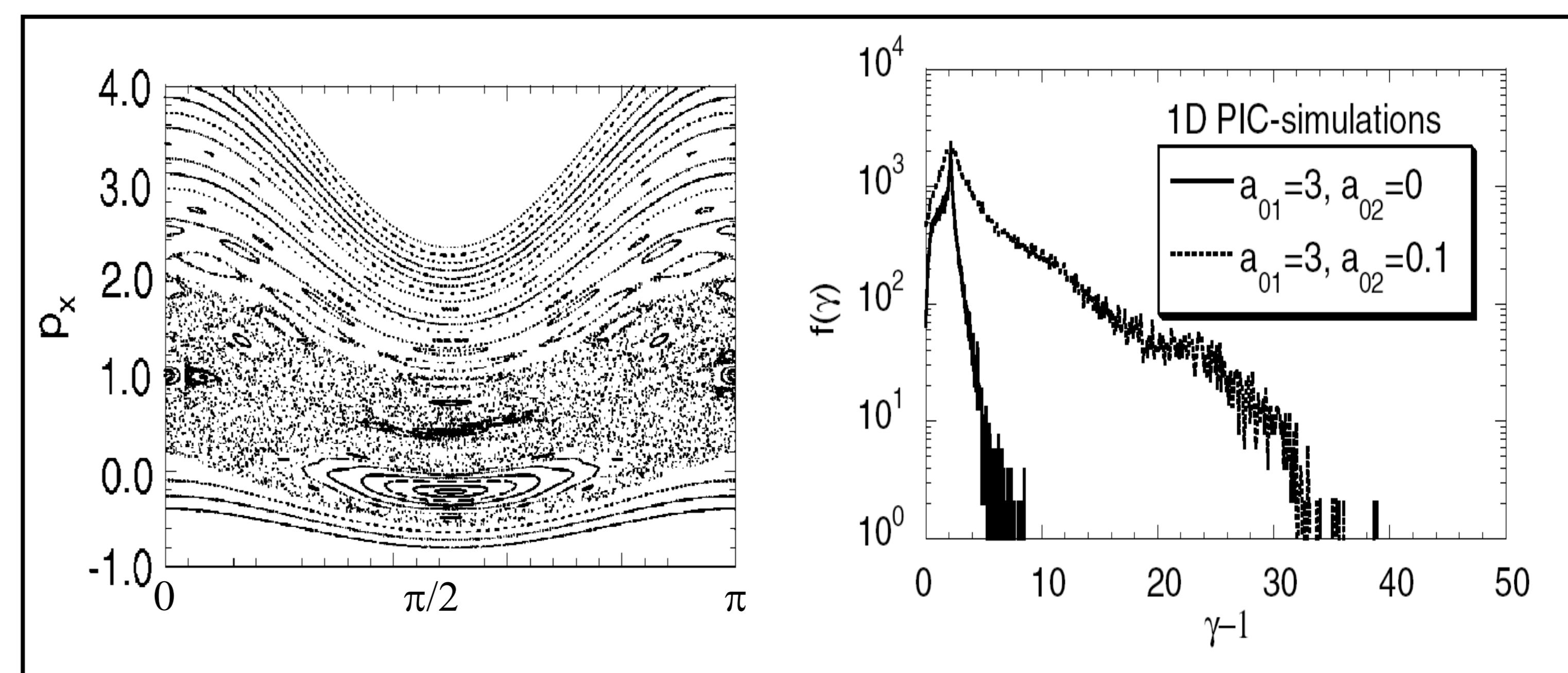
沿靶面方向出射的超热电子束

发现当激光入射角较大时，在靶面方向产生了方向性很好的超热电子束，从而直接证实了快点火锥型靶对超热电子的引导作用。这个结果不仅加深了人们对快点火中子增强现象的认识，而且还揭示了一种利用强激光产生发散角小、方向性好的超热电子束的简便方法。



提出了高能电子、离子和gamma射线的角分布理论，提出了交叉激光场中的电子随机加速机制

提出了超短脉冲强激光与固体靶作用过程中产生的高能电子、高能离子和x/gamma射线的角分布理论。提出了一种在低密度等离子体中通过一对反向传播（对撞）光脉冲形成的激光场对电子进行随机加速的新机制。粒子模拟表明电子在对撞激光场中的加速要比在单脉冲场中有效得多。与美国密西根大学强场物理研究中心合作，在实验上证实了这种加速机制。



发表的重要论文：

- Y. T. Li, et al., Plasma and Fusion Research 4, 023 (2009) (综述)
- J. Zhang, et al., Progress in Ultrafast Intense Laser Science II', Springer Series in Chemical Physics 85, Chapter 16, p319-340, 2007, edited by K. Yamanouchi. (综述)
- J. Zhang, et al., Appl. Phys. B 80, 957 (2005) (综述)
- Jie Zhang, et al., High Energy Density Physics 1, 61 (2005) (综述)
- S. M. Weng, et al., Phys. Rev. Lett. 100, 185001 (2008)
- Y. T. Li, et al., Phys. Rev. Lett. 96, 165003 (2006)
- Y. T. Li, et al., Phys. Rev. Lett. 90, 165002(2003)
- P. Zhang, et al., Phys. Rev. Lett. 91, 225001 (2003)
- Z.M. Sheng, et al., Phys. Rev. Lett. 88, 055004 (2002)
- L. M. Chen, et al., Phys. Rev. Lett. 87, 225001 (2001)
- Z.M. Sheng, et al., Phys. Rev. Lett. 85, 5340 (2000)