# 指尖上的粒子加速器

激光驱动的粒子加速器是过去20年来研究的热点。研制中无论采用何种技术，都需要用强激光脉冲照射靶子。激光脉冲的强电场将电子与带正电的原子核分离开，产生一个非常强的电场，用来加速带电粒子。

最近，美国和德国的两个团队在激光驱动加速器的研究中取得了突破性的进展。美国的团队由Stanford大学的Robert Byer领导，其中的成员有来自斯坦福直线加速器中心(SLAC)国家加速器实验室、加州大学Los Angeles分校和Tech-X公司的物理学家。在他们的装置中，使用SLAC的加速器装置将一束电子的动能加速到约60 MeV，这时电子的速度接近光速。德国的团队由Max Planck量子光学研究所的John Breuer和Peter Hommelhoff领导，他们的装置使用的电子能量只有28 keV，电子的速度仅为光速的三分之一。

在美国的实验中，研究人员将电子注入到一个500 μm长的由硅玻璃制成的芯片装置中，成为体积很小的粒子加速器(见图1)，电子通过一个狭窄的通道，通道的两个侧壁覆盖着齿状的由许多凸起部分和凹陷部分组成的栅格。当电子快速通过这个通道时，用波长为800 nm的强红外激光脉冲照射在栅格上，栅格本身的波长是红外光波长的二分之一。当红外光脉冲通过栅格的凸起部分时，两者发生相互作用，使光脉冲的电场旋转180°，电场的强度也随之周期性地增强。

如果电子进入通道时刚好受到强电场的作用，则电子就会被向前加速。又因为这些电子以非常接近光速的速度运动，在穿越通道时与光脉冲同步，所以在整个穿越过程中能得到最大的加速。根据研究人员计算，在他们的装置中，电子得到的加速梯度为300 MeV/m。这比现今常规的加速器要高10倍多。

相反，在德国的装置中，电子的速度要慢得多。电子在每一个光脉冲的震荡周期内只穿过较短的距离。这意味着栅格的间距应在250 nm左右。由于这样短的间距很难制作，Breuer和Hommelhoff采用了750 nm的间距。这样电子在每三个脉冲周期中得到一次加速。此外，由于电子的初始速度比光速慢得多，在受到加速时，它们的速度将大大增加。因此，为了提高效率，电子所通过的栅格间距也需相应地增加。尽管存在着这些问题，研究者们还是实现了约25 MV/m的加速梯度，这与常规的加速器差不多。

这种体积很小的芯片上的加速器，有可能开发成紧凑型的高能电子源，用于科研、商业及医疗方面。但是还需要克服一些困难。特别是Stanford的装置虽然工作得非常好，但是需要用相对论性的电子源，这种电子源体积大而且价格昂贵。Breuer和Hommelhoff指出，我们可以用它来加速非相对论性的电子，但要建造一个利用激光加速的紧凑型高能电子源还需要做大量的工作。Byer等的工作发表在2013年9月27日出版的*Nature*上。Breuer等的工作发表在2013年第111卷第134803页的*Phys. Rev. Lett.*上。

(树华　编译自*Physics World News*，3 October 2013)

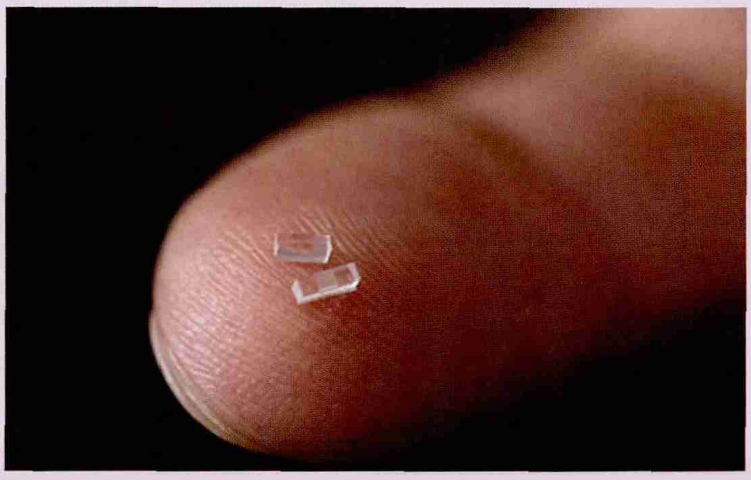


图1　指尖上的粒子加速器



?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net