

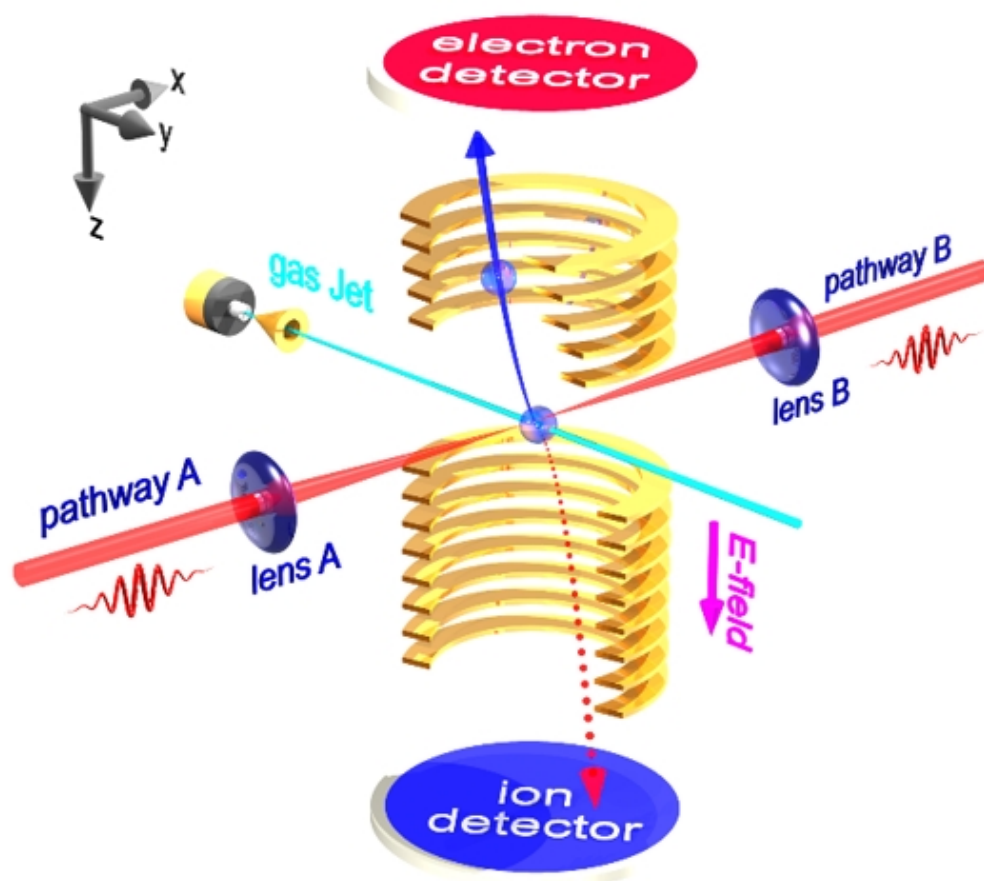
新技术实现电子相位信息直接观测

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/26646.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！

新技术实现电子相位信息直接观测。电子是世界上最简单、同时也是最重要的基本粒子之一。实现对电子相位的直接观测是科学家们面临的一项长期挑战。



动量谱仪原理示意图（浙大供图）

3月29日，《科学》杂志刊登浙江大学研究员林康、德国法兰克福歌德大学教授Reinhard Dörner和合作者们研究论文，他们在实验中首次发现了超快卡皮查-狄拉克效应。这为研究电子性质带来了全新的技术手段，通过拍摄电子脉冲在不同时刻穿过驻波脉冲产生的衍射条纹，人们可以直接观测电子的相位信息。

这项研究将传统卡皮查-狄拉克效应进一步拓展至时间维度，实现了对电子运动过程中相位演化的超快时间分辨。林康告诉《中国科学报》。

一束光在经过光栅后会发生衍射，物理学家卡皮查和狄拉克在1933年提出，当电子束经过一个持续驻波光场时，同样也会发生衍射，这就是传统的卡皮查-狄拉克效应。由于技术限制，该现象直到2001年才被美国科学家首次实验证实。

传统卡皮查-狄拉克效应的妙趣在于：波粒二象性的本质在这个效应中得到了最完美的阐述，粒子和波的角色转换了两次，电子从粒子变成了波，而光栅则从实体的材料变为非实体的光场。

在这项研究中，林康和Reinhard Dörner提出采用泵浦-探测方案对传统的卡皮查-狄拉克效应进行拓展。新方案重置了观测对象和手段：先用一束飞秒脉冲电离中性原子产生电子脉冲，然后再用一束时间延迟的飞秒驻波去衍射该电子脉冲。我们把观测对象从持续电子束变换为电子脉冲，同时，把观测手段从持续光子驻波转换为光子脉冲形成的瞬时驻波。林康说。

可以将实验理解成给运动员拍照，新升级的方案增加了连拍功能，光子驻波的每一次脉冲就等效于一次快门，多次脉冲就能对电子脉冲进行连拍。运动员就是电子脉冲，其不停变化的动作都可以被快门记录。这样，我们就得到了一组不同时刻的运动员照片。在这里，时间就像一把尺，将电子脉冲运动的过程直观地切分成了多个画面，实现超快动力学分辨。

最终，超快卡皮查-狄拉克效应清晰地展现在研究团队眼前。连拍图像完美呈现了电子脉冲在不同时刻被光子驻波脉冲衍射后的画面。其中，光子脉冲驻波以60飞秒的快门、间隔100飞秒进行连拍，记录了电子脉冲随时间的演变。相比而言，传统的卡皮查-狄拉克效应没有时间快门，它呈现的是静态画面。

杂志审稿人认为，论文数据非常令人兴奋，观测结果是新的且重要的。这些实验的一个重要前景是可以使用卡皮查-狄拉克干涉仪作为电子波包相位的精确诊断工具。（来源：中国科学报 崔雪芹 周炜）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1126/science.adn1555>

作者：林康等 来源：《科学》

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