

---

# 研究观测到n—型掺杂量子点长寿命热电子

作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/12623.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！*

研究观测到n—型掺杂量子点长寿命热电子。

近日，中科院大连化物所研究员吴凯丰团队在半导体量子点热电子弛豫动力学方面取得新进展，在电子掺杂（n—型掺杂）量子点体系中观测到了热电子弛豫的自旋阻塞和声子瓶颈效应，将热电子寿命从常见的亚皮秒量级延长至300皮秒以上。相关研究成果发表在《自然—通讯》。

在大多数无机半导体材料中，热载流子会与晶格（声子）碰撞，在皮秒以内弛豫至带边，导致太阳光子中高于半导体带隙的能量以热能形式耗散。若能对热载流子进行有效利用，可突破单节太阳能电池中Shockley-Queisser效率极限。同时，热载流子的有效利用对提高光催化效率和敏化光化学反应也具有重要意义。因此，探索和构建具有较长热载流子寿命的半导体材料体系进而实现热载流子的有效利用至关重要。

半导体量子点有望呈现长寿命的热载流子，原因在于量子限域效应使量子点出现类原子的分立能级，能级间隔高达几百meV，热载流子很难以发射声子的形式进行弛豫，这就是声子瓶颈效应。然而，在常见的II-VI族半导体量子点中，导带内的热电子会通过限域增强的俄歇型机制将能量转移至空穴；同时由于价带态密度较高，热空穴会与声子耦合快速弛豫至带边。在前期工作中，该研究团队发现，在亚铜离子掺杂的CdSe量子点中，亚铜离子可在飞秒时间尺度快速捕获价带空穴，进而削弱电子—空穴耦合，将1Pe热电子寿命从~0.25 ps延长至~8.6 ps。然而，由于导带电子与铜捕获的空穴可能仍具有耦合效应，阻碍了热电子寿命的进一步延长。

近日，基于此前对n—型掺杂量子点体系的深入研究，该团队提出，该体系也可成为构建长寿命热电子的丰富平台：一方面，由于II-VI族量子点导带底能级的二重简并，预掺杂的电子与光激发产生的热电子有50%的概率具有相同的自旋方向，此时，其中一个电子需要发生自旋翻转才能实现弛豫，这就是所谓的Pauli自旋阻塞效应；另一方面，若对预掺杂的带边电子采用中红外泵浦直接激发至1Pe能级，此时的热电子完全没有价带空穴可发生耦合，应呈现出上述的声子瓶颈效应。为此，该团队采用光化学方法对CdSe量子点进行了可控的电子掺杂，并采用可见和中红外的飞秒瞬态光谱研究了n—型掺杂CdSe量子点的热电子弛豫动力学。结果表明，自旋阻塞效应可将热电子寿命由亚ps延长至10ps；而声子瓶颈则将热电子寿命延长至300ps以上，这是目前报道的非

---

核壳量子点的最高水平。同时，该体系对应的热电子能量耗散速率也远慢于近期广受关注的各类铅卤钙钛矿材料。

该工作首次在简单的n—型掺杂量子点体系中实现热电子弛豫的自旋阻塞和声子瓶颈效应，并观测到长达300ps的热电子布居，对在光电转换体系中实现热电子的高效提取和利用具有重要指导意义。（来源：中国科学报卜叶 王俊慧）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41467-020-20835-4>

版权声明：凡本网注明来源：中国科学报、科学网、科学新闻杂志的所有作品，网站转载，请在正文上方注明来源和作者，且不得对内容作实质性改动；微信公众号、头条号等新媒体平台，转载请联系授权。邮箱：shouquan@stimes.cn。

作者：吴凯丰等 来源：《自然—通讯》

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