

---

# 研究实现三线态光化学过程的量子相干调控

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/31182.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！*

近日，中国科学院大连化学物理研究所研究员吴凯丰与副研究员朱井义团队在光化学与光物理交叉领域中取得进展。该团队直接观测到量子点-有机分子构成的杂化自由基对的量子相干特性，实现了三线态光化学产率的高效磁场相干调控。

光致电荷分离后会生成两个自旋关联的自由基，称为自由基对。自由基对具有单线态和三线态自旋构型。它们之间的相互转换是真正意义上的量子相干过程。更重要的是，这一转换过程可以通过施加外磁场进行调控。这种磁场效应在自旋化学、量子生物学、量子传感等领域备受关注。例如，有研究曾提出磁场效应在动物导航中具有重要作用，即迁徙动物利用地磁场对体内光生自由基对的三线态复合产率进行相干调节，继而触发传感信号级联过程，实现精准导航。受此启发，有机分子构成的自由基对的磁场效应被广泛研究，而其磁场效应普遍较弱，且很难获得普适性的调控规律。这是由于自由基对发生的物理过程往往涉及多种复杂相互作用，包含外磁场塞曼效应、自旋交换相互作用、偶极相互作用、电子-原子核的超精细相互作用等。

吴凯丰团队致力于量子点超快光物理与光化学研究。这些前期工作为构建量子点-分子杂化自由基对并基于其量子相干特性调控三线态光化学过程奠定了基础。原则上，该类杂化自由基应具有独特的“量子优越性”。这是由于量子点的朗德g因子可以通过组分和限域效应在大范围调节，从而与有机分子构成较大且可调的g因子，产生可观的磁场效应。同时，量子点与分子之间的交换耦合强度可以通过限域效应实现定量调控。

该研究构建了II-VI族量子点-茜素分子杂化体系，并基于磁场调制的飞秒瞬态吸收光谱及量子动力学理论模拟，揭示了杂化自由基对三线态复合动力学的相干行为。不同于人工制备的纯有机自由基对，在量子点-分子杂化体系中，通过调节量子点的尺寸与组成，可以实现g因子在0.1至1之间的大范围调控，比有机体系高两个数量级。在巨大g因子的作用下，研究直接观测到自由基对在不同自旋量子态间的相干拍频。得益于快速的量子拍频，研究在室温下实现了自由基对三线态复合动力学的高效磁场调控。2T磁场下的三线态产率较0T下产率的提升程度高4

---

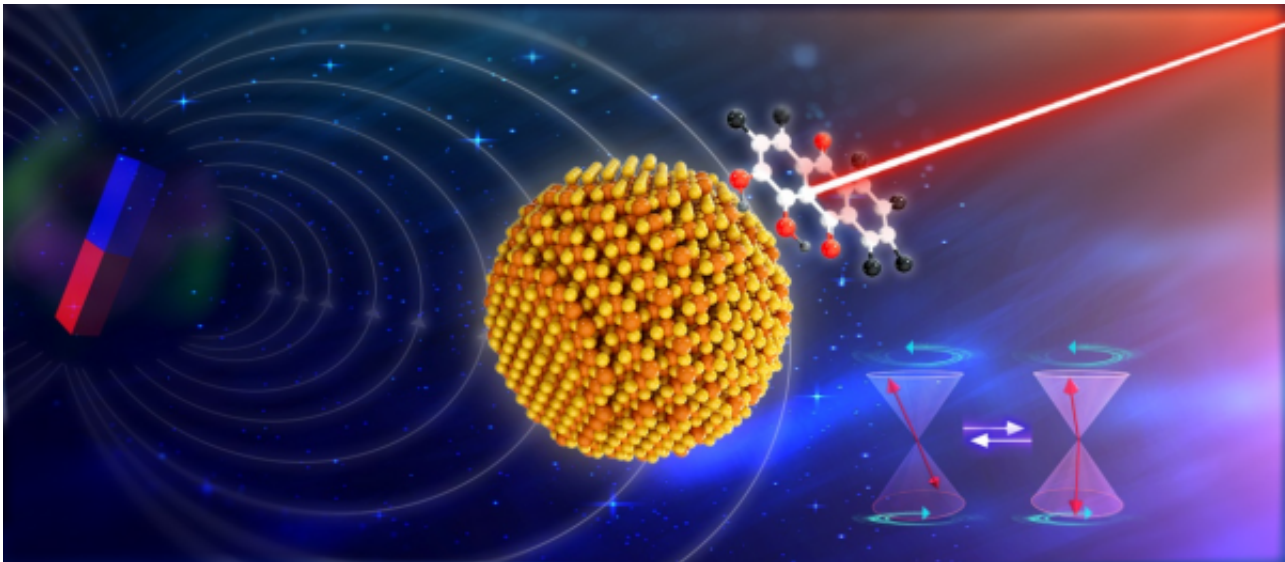
00%。进一步，研究将磁场效应与稳态光化学反应相耦合，实现了-胡萝卜光化学异构化反应的磁场调控。理论模拟结果、磁场调制的瞬态动力学、稳态光化学反应速率三者高度一致，印证了磁场相干调控的可靠性。

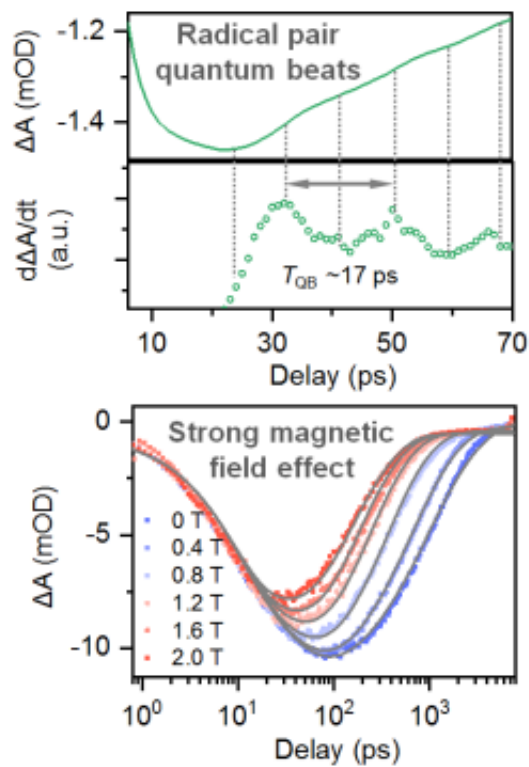
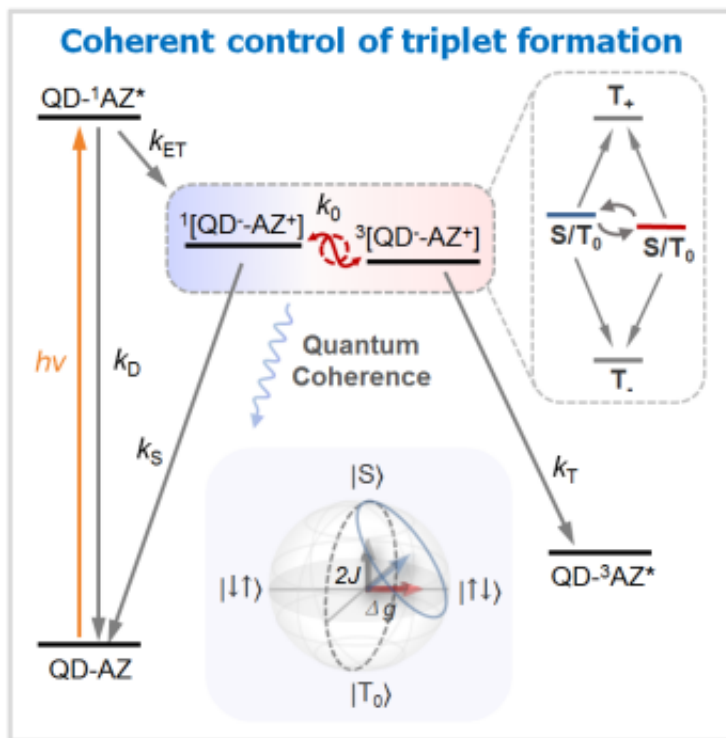
该工作阐明了杂化自由基对在光化学反应中的“量子优越性”，并借助这种优越性实现了光化学三线态过程的高效磁场调控。这种可以通过调节量子点尺寸和组分就能轻易调控的磁场效应，为自旋化学提供了新的研究方向，在新兴的量子传感、仿生量子生物学等领域具有应用潜力。

相关研究成果以Coherent manipulation of photochemical spin-triplet formation in quantum dot – molecule hybrids为题，发表在《自然-材料》（Nature Materials

）上。研究工作得到国家自然科学基金、中国科学院战略性先导科技专项（B类）、中国科学院稳定支持基础研究领域青年团队计划等的支持。

[论文链接](#)





研究实现三线态光化学过程的量子相干调控

研究团队单位：大连化学物理研究所

更多科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](http://www.iikx.com)转发