[Recommendation]

doi: 10.3866/PKU.WHXB201710181

www.whxb.pku.edu.cn

染料敏化太阳电池中染料的激发态超快动力学

刘忠范

北京大学化学与分子工程学院, 北京 100871

Ultrafast Excited-State Dynamics of Organic Sensitizers in DSCs

LIU Zhongfan

College of Chemistry and Molecular Engineering, Peking University, Beijing 100871, P. R. China.

Email: zfliu@pku.edu.cn

(a) C210、(b) C214 和(c) C216 吸附在 TiO_2 薄膜上的时间分辨发光光谱。(d) C210、(e) C214 和(f) C216: 全局分析获得的演化相关发光光谱(EAPL)。(g) C210、(h) C214 和(i) C216: 归一化的演化相关发光光谱(normalized EAPL)。染料 C210、C214 和 C216 波长相关的平均时间常数: (j) THF 溶液、(k) PhMe 溶液、(l) PMMA 薄膜表面、(m) PS 薄膜表面、(n) 氧化铝表面吸附、(o) 二氧化钛表面吸附

超快时间分辨光谱(ultrafast time-resolved spectroscopy)在飞秒甚至皮秒至纳秒时间尺度通过光谱技术探究超快的物质运动和变化,可用于研究激发态、过渡态的瞬时结构变化和能量变化,可以获得化学反应的实时物理图像。该技术诞生于1987年,并于1999年获得诺贝尔化学奖^{1,2},目前已广泛应用于分子激发态、光化学反应、光电光伏材料中的能量转移和电荷转移、纳米材料瞬态过程表征、生命科学等诸多领域。

染料敏化太能电池中,二氧化钛/染料/电解质界面光伏转换与电荷转移是其核心过程,研究染

料分子吸收光后产生激发态的吸收和发射光谱的超快动力学特征对优化材料设计、理解光伏转换具有重要价值³⁻¹⁰。

最近,中国科学院长春应用化学研究所董献堆课题组和天津理工大学张敏教授合作,使用超快时间分辨光谱研究了核心共轭基团分别为并呋喃、并噻吩及并硒酚的三个有机染料 C210、C214 和 C216 的激发态及电荷转移动力学。通过在四氢呋喃(THF)及甲苯(PhMe)溶液、聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)及聚苯乙烯聚合物(PS)、离子液体电解质为 Z952-CBSO 的氧化铝及二氧化钛薄膜等多种不

同媒介中的激发态动力学对比研究,发现伴随电荷分离和注入过程,非平衡激发态会发生分子内分布弛豫,表现为超快荧光上的动态斯托克斯位移现象,平衡激发态对电荷分离和注入过程有最大贡献。该研究工作近期已在**物理化学学报**上在线发表(doi: 10.3866/PKU.WHXB201709082)¹¹。该工作对研究激发态弛豫变化过程对染料分子设计、理解染料敏化太阳电池机理、优化器件性能的影响提供了帮助。

References

- (1) Zewail, A. H. *J. Phys. Chem.* **1996**, *100*, 12701. doi: 10.1021/jp960658s
- (2) Wong, Y. X.; Chen, H. L. *Ultrafast Spectroscopy-Principles and Techniques*; Chemical Industry Press: Beijing, 2013. [翁羽翔, 陈海龙. 超快激光光谱原理与技术基础. 北京: 化学工业出版社, 2013.]
- (3) Pelet, S.; Moser, J. E.; Grätzel, M. *J. Phys. Chem. B* **2000**, *104*, 1791. doi: 10.1021/jp9934477
- (4) Luo, L.; Lo, C.; Lin, C.; Chang, I.; Diau, E. *J. Phys. Chem. B* **2006**, *110*, 410. doi: 10.1021/jp055365q
- (5) He, J.; Benkő, G.; Korodi, F.; Polivka, T.; Lomoth, R.; Åkermarck, B.; Sun, L.; Hagfeldt, A.; Sundström, V. *J. Am. Chem. Soc.* **2002**, *124*, 4922. doi: 10.1021/ja0178012
- (6) Koops, S. E.; O'Regan, B. C.; Barnes, P. R. F.; Durrant, J. R. *J. Am. Chem. Soc.* **2009**, *131*, 4808. doi: 10.1021/ja8091278
- (7) Benkő, G.; Kallioinen, J.; Korppi-Tommola, J. E. I.; Yartsey, A. P.; Sundström, V. *J. Am. Chem. Soc.* **2002**, *124*, 489. doi: 10.1021/ja016561n
- (8) Bräm, O.; Cannizzo, A.; Chergui, M. *Phys. Chem. Chem. Phys.* **2012**, *14*, 7934. doi: 10.1039/c2cp40590c
- (9) Juozapavicius, M.; Kaucikas, M.; van Thor, J. J.; O'Regan, B. C. *J. Phys. Chem. C* **2013**, *117*, 116. doi: 10.1021/jp309732z
- (10) Yang, L.; Li, Y.; Chen, S.; Zhang, J.; Zhang, M.; Wang, P. *Acta Phys. -Chim. Sin.* **2016**, *32*, 329. [杨林, 李阳, 陈淑, 张静, 张敏, 王鹏. 物理化学学报, **2016**, *32*, 329.] doi: 10.3866/PKU.WHXB201511031
- (11) Liu, J.; Huo, J.; Zhang, M.; Dong, X. *Acta Phys. -Chim. Sin.* **2018**, *34*, 424. [刘娇, 霍继存, 张敏, 董献堆. 物理化学学报, **2018**, *34*, 424.] doi: 10.3866/PKU.WHXB201709082