水中抗生素污染去除研究取得进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/25573.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！

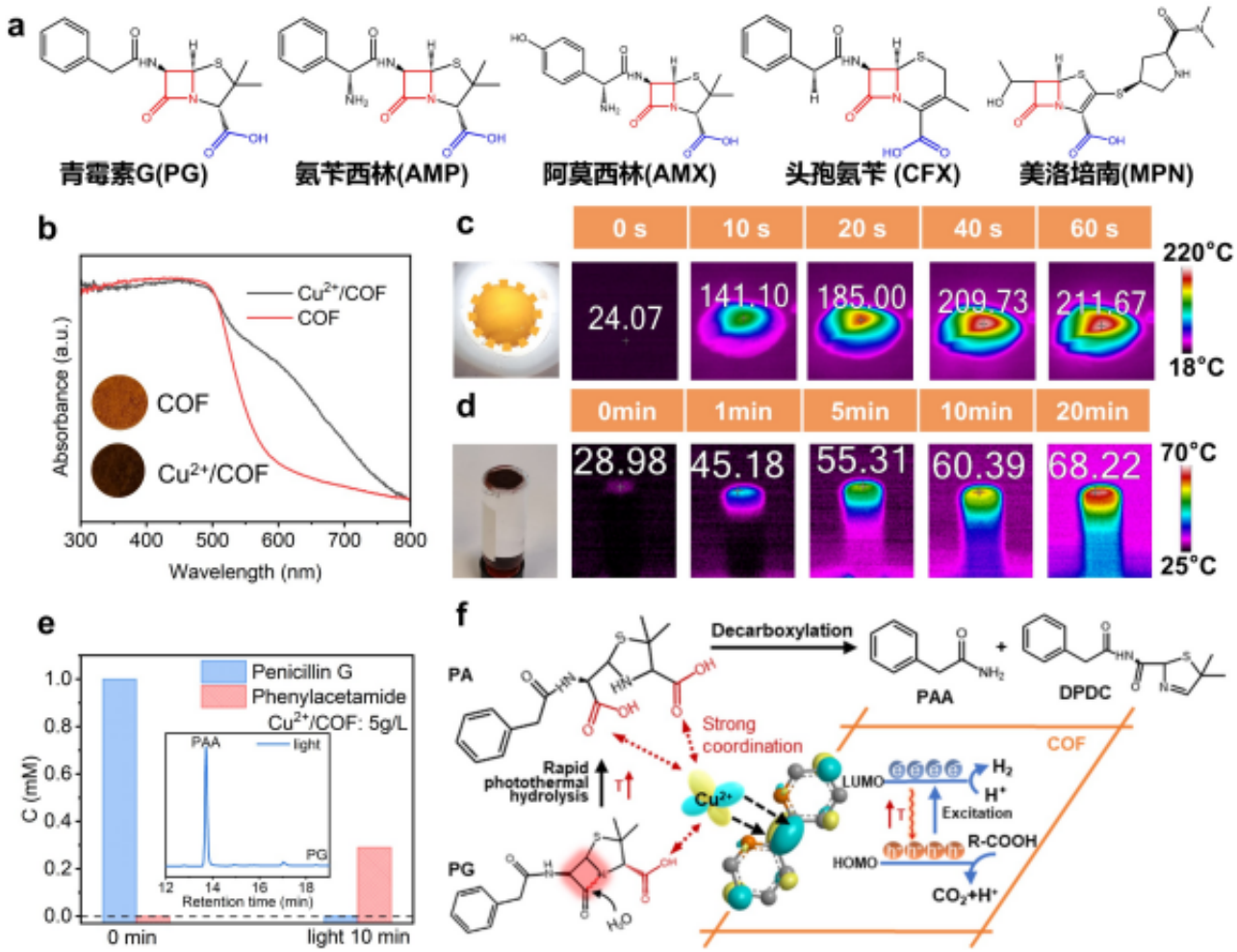
环境中残留的抗生素及其引起的耐药基因传播，给人类健康带来危害。在众多种类抗生素中，β-内酰胺类抗生素（如青霉素、阿莫西林、头孢氨苄等）用量占比约为70%。目前常用的生物降解方法处理效率因抗生素分子本身固有的抗菌活性而降低。β-内酰胺类抗生素的生物活性主要来源于β-内酰胺四元环，其开环产物的毒性和可生化性均得到改善。如何实现β-内酰胺四元环的经济、高效开环是亟待解决的难题。高级氧化技术可以彻底氧化分解抗生素分子，但其产生的羟基自由基等活性物种一般没有选择性，会被水中共存的其他溶解性有机/无机物（>mg/L）截获，导致残留的微量抗生素（mg-ng/L）难以经济且有效的去除。

中国科学院化学研究所光化学院重点实验室研究员马万红及合作者发现，过渡金属离子锚定在共价有机框架材料（COFs）上制备的Lewis酸复合光催化剂，在可见光光照射下可高效、高选择性光-热催化β-内酰胺类抗生素分子水解开环并完全脱羧。与传统的氧化矿化为主的降解路径不同，该催化体系有效避免了水中共存溶解性有机/无机物的干扰，水解产物可生化性显著提高，可通过传统生化处理技术有效去除。

过渡金属离子如Cu^{2+}、Zn^{2+}
作为一类常见的均相Lewis酸催化剂，可催化酰胺键、酯键的水解反应，但常温下水解效率低，在实际运行中很难通过加热庞大的污/废水体系来实现消除微量（mg-ng/L）抗生素污染物。该团队发现将Cu^{2+}
锚定在带有联吡啶linker的COF材料上，既可
保证Cu^{2+}
的Lewis酸的催化特性，又拓展了COFs材料在可见光区的光热转化效应，将有限的热能最大限度地集中在Cu^{2+}催化位点上，能够在1分钟内将Cu^{2+}
位点局域加热到211℃以上（气/固介质）。该体系在常温水介质中可将催化位点的局域温度升高到60℃，提高了β-内酰胺键催化水解速率。10分钟内的光照即可完成几乎所有的β-内酰胺类抗生素的水解开环，速率比暗反应提高了24倍。与传统的均相Lewis酸催化相比，该体系的水解产物是全脱羧的，具有更低的致畸、致癌以及内分泌干扰等毒性。在共存各种溶解性有机/无机物的水中降解残留抗生素实验表明，Cu^{2+}
/COF光热催化剂可
实现抗生素的选择性降解，而传统的高
级氧化技术如TiO_2光催化、O_3
氧化和Fenton降解方法，由于产生的活性物种不具备选择性，在同样条件下均无法实现目标抗生素降解。

相关研究成果发表在《美国国家科学院院刊》（*PNAS*）上。美国化学会CEN以*One-two punch*

degrades antibiotics in wastewater
为题报道了这一成果。该研究由化学所和北京工商大学合作完成。研究工作得到国家自然科学基金委员会、科学技术部和中国科学院的支持。



（a）常见β-内酰胺类抗生素结构式。（b）COF和Cu^{2+}/COF的固体紫外-可见吸收光谱。（c）（d）为Cu^{2+}/COF在气/固介质和水介质中在模拟太阳光光照下的红外热像图。（e）Cu^{2+}/COF 10分钟完成光热催化降解青霉素（PG）和水解产物（PAA）的生成，内插图为反应终止时产物PAA对应的HPLC图。（f）Cu^{2+}/COF光热催化青霉素水解/全脱羧的机理示意图。

研究团队单位：化学研究所

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转发