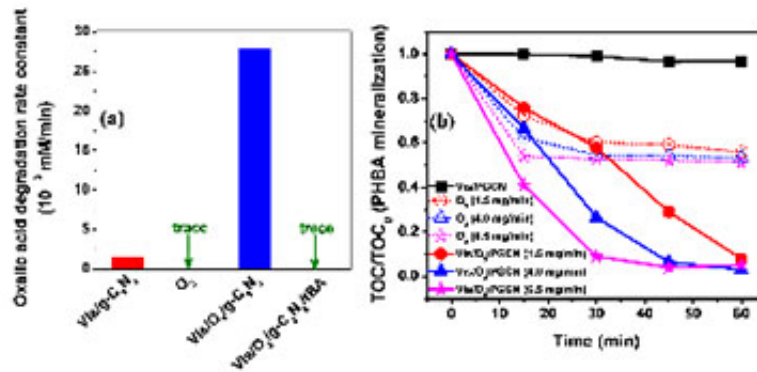
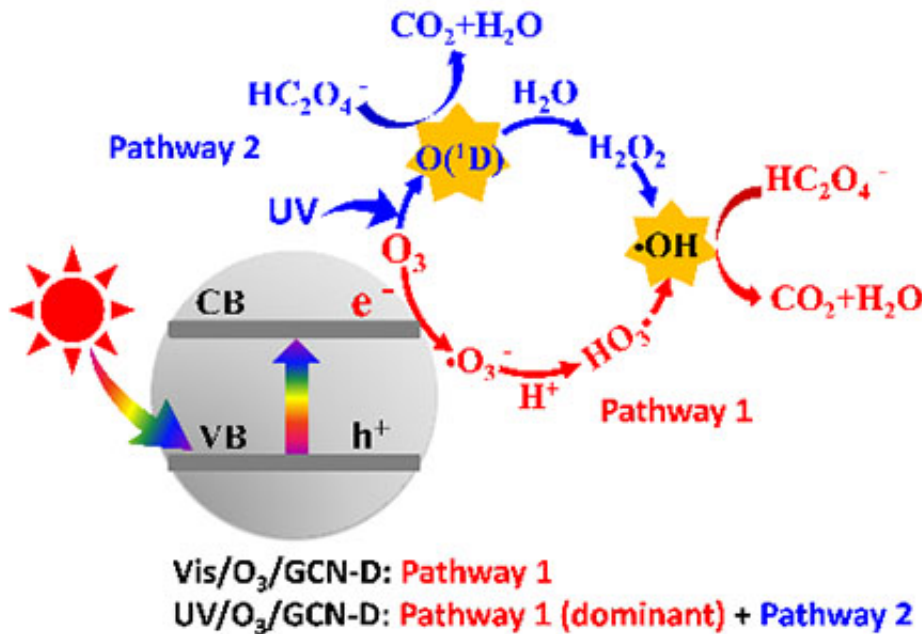


过程工程所提出氮化碳催化可见光-臭氧耦合水处理技术



Vis、O₃及Vis-O₃体系催化降解草酸反应速率常数 (a)；不同臭氧用量对Vis-O₃深度氧化对羟基苯甲酸的影响 (b)



可见光、紫外光耦合臭氧生成自由基示意图

高级氧化技术是基于羟基自由基（·OH）强氧化性发展而成的深度水处理技术，包括光催化、臭氧氧化、芬顿反应、湿式催化氧化等。其中，光催化可将光能转换成化学能，氧化分解有机物，有望直接利用太阳光发展清洁净水工艺，因而广受关注。然而，光催化氧化有机物能力极弱、反应时间长，制约其工业化应用。目前光催化研究多采用氧分子（E₀ = 1.23 V）捕获光生电子，而臭氧分子（E₀ = 2.07 V）捕获光生电子能力更强，可有效降低电子与空穴复合率，同时光生电子可加速臭氧自分解，促进生成活性自由基，增强过程的矿化能力。近两年来，中国科学院过程工程研究所过程污染控制环境工程团队副研究员谢勇冰致力于将光催化与臭氧氧化耦合，构建一种氧化效率更高的催化臭氧-光氧化水处理新技术。

2015年，该研究小组发表“催化臭氧-光耦合技术”主题综述（Chemosphere 2015, 121, 1-17 doi:10.1016/j.chemosphere.2014.10.072）。首次对该过程的催化材料、反应装置设计、操作参数、动力学、内在机理、经济可行性、发展趋势等展开全面深入探讨，为该领域的科研工作者提供理论指导。同时率先提出将石墨相氮化碳（g-C₃N₄）用于催化臭氧-光催化过程，构建（太阳）可见光/臭氧/g-C₃N₄深度矿化技术。g-

C3N4可引发光催化与臭氧氧化之间的超强耦合作用，针对目标污染物及TOC去除的耦合因子高达20（Catal. Commun. 2015, 66, 10-14 doi:10.1016/j.catcom.2015.03.004）。

g-C3N4导带底位置偏高，光生电子还原能力更强，强化臭氧分子捕获光生电子过程，协同促进电子-空穴分离及臭氧自分解生成 $\cdot\text{OH}$ 。在相同的光强下，可见光/臭氧/g-C3N4的氧化能力明显强于紫外光/臭氧/g-C3N4，并提出了可见光及紫外光下不同的自由基生成机制（Appl. Catal. B: Environ. 2016, 181, 420-428 doi:10.1016/j.apcatb.2015.08.020）。在此基础上，他们成功研发第二代蜂巢状多孔g-C3N4催化剂，可见光催化活性显著提高。通过结合自由基淬灭实验及电子自旋共振波谱揭示耦合过程活性自由基的演变规律，并结合中间产物检测提出污染物全程矿化路径（Appl. Catal. B: Environ. 2016, 183, 417-425 doi:10.1016/j.apcatb.2015.11.010）。

该系列工作首次构建可见光/臭氧/g-C3N4高级氧化有机物降解平台，有望直接利用太阳光发展高效、清洁、低成本净水工艺，并对耦合氧化催化剂开发、自由基演变及有机物深度氧化机理具有指导意义。以上工作申请国内发明专利和国际发明专利各一项，工作得到国家自然科学基金（No. 21207133）、国家杰出青年基金（No. 51425405）资助，主要工作由博士生肖家栋完成。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/87924.html>