



# 内蒙古师范大学化学与环境科学学院

## 校友科研通讯

### 科研进展

- 张玉玲校友课题组在地下水土污染控制与修复技术研发和工程应用方面取得进展

近几年来, 张玉玲教授依托于其主持的十一五、十二五国家水体污染控制与治理科技重大专项专题、国家环保公益项目专题、国家自然科学基金、国家地调局项目等国家、省部级项目十余项, 带领课题组在地下水土污染控制与修复技术研发和工程应用方面取得了重要成果。

**东北某石油污染场地PRB技术研发和强化自然修复-投菌技术**

污染场地

PRB技术

投加降解菌技术

**陕甘宁和黑龙江省劣质地下水(氟、硫酸盐)异位治理**

点位	磷酸盐	磷酸甲	磷酸二	磷酸三甲	四氧	金	土	总	氨	环
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Z1	23.5	32.5	ND	68.55	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Z2	ND	ND	ND	49.25	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Z3	ND	ND	ND	69.55	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Z4	ND	42.58	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Z5	ND	42.98	ND	49.7	2.5	0	ND	2.40	ND	ND
除油点	0	40	0	80	20	0	20	0	0	0

**东北某畜禽养殖污染地下水吸附治理技术研发**

**东北某氨污染高铁锰地下水原位井处理技术**

主要包括: 基于污染(天然劣质)地下水土控制与净化工程的实施和应用推广。针对地下水污染化学组份(石油类、三氯、磺胺类抗生素)、大肠杆菌及其噬菌体、天然异常组分(铁、锰、氟、硫酸盐等), 以地下水污染控制与修复为目的, 在野外污染区域(场地)开展调查和监测, 分析工作区水文地质条件、目标物的时空分布特征和响应机制基础上, 研发了四类新型经济有效、生态安全型的活性介质材料, 主要包括天然矿物类材料(火山岩矿物、坡缕石、草炭土等)、资源转化材料(菌糠、骨炭)、人工改性合成材料(纳米硅型气凝胶、镧铝型除氟剂)、土著功能微生

物材料(降解、转化、吸附)等,确定了活性介质材料的制备配方,研发了原位(异位)控制与净化技术,如:强化自然修复技术、PRB技术、原位井投菌技术、原位井吸附—微氧化技术、异位吸附—微氧化技术、异位膜处理技术等。实施了治理工程,治理工程场地主要涉及石油污染场地、畜禽养殖污染场地、劣质地下水(氟、硫酸盐)区、氮污染高铁锰地下水区等,涉及地域包括吉林省、黑龙江省、陕甘宁地区等。在水土污染控制与修复环境领域以第一责任作者发表SCI文章20余篇,授权国家发明专利1项并转化,参与出版专业书籍2部。科研成果为提高我国地下水环境保护水平、提升饮用地下水安全保障程度,推动行业科技进步起到了重要作用,具有重要的环境效益、经济效益和社会效益。部分污染场地研发和工程应用图片如上图所示。



张玉玲,女,1994级校友,吉林大学教授,2006年于吉林大学博士毕业后留校,就职于吉林大学环境与资源学院和吉林大学水资源与环境研究所,从事水土污染控制与修复领域教学、科研工作。科研团队为吉林大学水资源与环境研究所林学钰院士团队,在研究所团队中负责水土污染修复方向工作。2010~2015年师从林学钰院士进行博士后研究,2015~2016年在日本东北大学环境科学研究科访问交流,在此期间晋升为吉林大学教授。研究方向为水土污染控制与修复技术研发和工程应用。Email: lingling29@126.com, zhangyl8@jlu.edu.cn

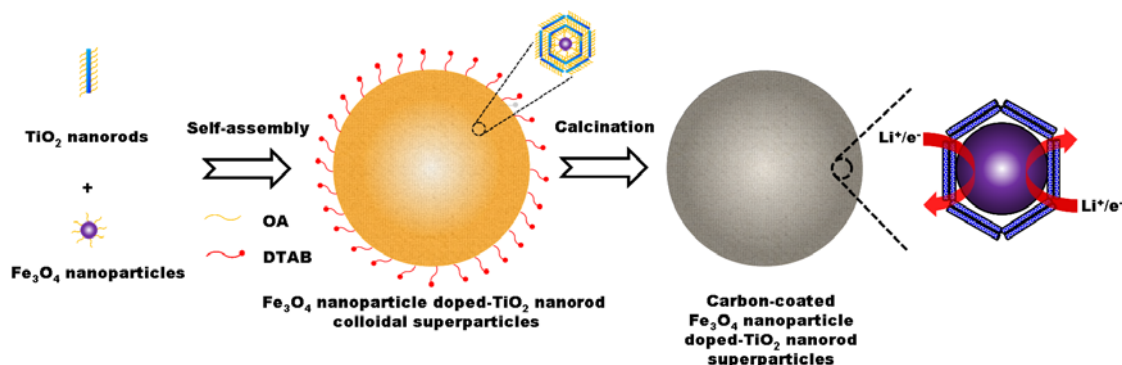
## ● 薛斌校友在掺杂型超粒子锂离子电池负极材料研究方面取得进展

胶体纳米晶由于表面存在大量的有机配体,并且其尺寸和形状较为均一,在配体相互作用之下,非常容易发生自组装现象。胶体纳米晶自组装构成纳米晶的集合体称为超粒子、超晶格或超结构,其诸多物理化学性质将会发生变化,产生既不同于分散的胶体纳米晶,也不同于块体材料的光/电效应、磁效应、热电效应和等离子体效应等。纳米晶自组装结构的这些独特的性质导致其在电极、发光二极管、光检测器、晶体管、信息存储器、太阳能电池和催化等多方面具有巨大的应用潜力。目前研究较多的纳米晶自组装结构应用领域集中在电子和光电器件方面,而对于其在锂离子电池、超级电容器和电催化等能量转化和储存领域的应用涉及还较少。理性设计纳米晶自组装结构负极材料对于提升锂离子电池性能具有重要意义。

$\text{TiO}_2$  作为锂离子电池负极材料由于高安全性、高工作电压、化学稳定性好、环境友好和储量丰富等优点得到了广泛的关注。特别是诸如纳米棒、纳米线和纳米管等一维  $\text{TiO}_2$  纳米结构由于电子能够沿着轴向有效传输而展现出独特的优势。然而,诸如导电性差、锂离子扩散慢和理论容量低 ( $167.5 \text{ mA h g}^{-1}$ ) 等内在的缺陷阻碍了  $\text{TiO}_2$  在锂储存领域的实际应用。与  $\text{TiO}_2$  相比,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  具有更高的理论容量 ( $\sim 1000 \text{ mA h g}^{-1}$ ),但是充放电过程中严重的体积膨胀效应造成了  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  较差的循环稳定性。如何通过纳米晶自组装路线实现材料设计,扬长避短,提升  $\text{TiO}_2$  和  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  纳米晶复合材料的电化学锂储存性能,是锂离子电池负极材料领域值得研究的课题。

近期,薛斌校友采用胶体纳米晶自组装策略将  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  纳米粒子插入到  $\text{TiO}_2$  纳米棒骨架中,惰性气氛

下焙烧之后得到了碳包覆的  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{TiO}_2$  掺杂型超粒子，并研究了掺杂对超粒子锂离子电池负极性能的作用（如下图所示）。



结果表明，与  $\text{TiO}_2$  纳米棒超粒子相比，具有较低的  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  掺杂量（7.7 wt%）的  $\text{Fe}_3\text{O}_4/(\text{TiO}_2)_{70}$  掺杂型超粒子有效提升了电化学储锂性能，表现出了较好的比容量、倍率容量和循环稳定性，在电流密度为  $1000 \text{ mA g}^{-1}$  时循环 400 次可逆比容量仍保持在  $550 \text{ mA h g}^{-1}$ 。这种掺杂型超粒子锂储存性能的大幅提升可以归结为多方面因素的协同作用，其中包括  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  纳米粒子提高了  $\text{TiO}_2$  纳米棒骨架的导电性， $\text{Fe}_3\text{O}_4$  纳米粒子贡献了部分容量， $\text{TiO}_2$  纳米棒骨架的多孔性和稳定性削弱了  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  纳米粒子的体积膨胀响应，双组份体系丰富的缺陷结构提供了更多的锂储存活性位点等。此项工作不仅证明了  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  纳米粒子对  $\text{TiO}_2$  纳米棒超粒子负极材料电化学储锂性能提升的掺杂效应，而且提供了一条通过自组装策略合成具有多用途的掺杂型超粒子的新思路。相关结果发表在 *Sustainable Energy & Fuels*（2018, 2, 616）上。

原文链接：<http://pubs.rsc.org/en/Content/ArticleLanding/2018/SE/C7SE00460E#!divAbstract>

薛斌，男，1999 级校友，上海海洋大学副教授。2006 年毕业于南开大学获硕士学位，2009 年毕业于浙江大学获博士学位，同年进入上海海洋大学工作。2013~2017 年在复旦大学化学系从事博士后研究工作。研究方向为无机纳米结构的制备和应用，生物质碳材料的综合利用。E-mail: bxue@shou.edu.cn

## ● 王建国校友在聚集诱导发光分子的设计策略方面取得新进展

非共价相互作用（例如：氢键、 $\pi$ - $\pi$  堆积、 $\text{CH}$ - $\pi$ 、离子- $\pi$  相互作用等）在超分子化学、结构生物学、材料化学等很多领域都具有极其重要的作用，它们不仅对生物大分子的结构保持具有重要作用，而且对材料的性能也起到决定性的作用。特别是对于发光材料的发光行为产生巨大影响，例如：人们所熟知的聚集诱导荧光猝灭效应（ACQ）就是一种主要由  $\pi$ - $\pi$  堆积所导致的荧光现象。为了避免 ACQ 现象在生产生活中所产生的各种不利影响，2001 年，唐本忠院士提出了聚集诱导发光（AIE）的概念，这种荧光分子不同于传统的 ACQ 分子，它在溶液态下呈弱荧光或无荧光，而在固态下则表现出强荧光。AIE 分子的这种独特性质使其在很多领域都具有重要的应用前景，例如：光电、生物成像、医学等。经过系统的研究，目前科学家们普遍认为产生 AIE 现象的主要机理为分子运动受限（RIM）。根据该机理，人们通过各种非共价键相互作用（如氢键、 $\text{CH}$ - $\pi$ ）来破坏固态时分子间的  $\pi$ - $\pi$  堆积，并限制分子的运动，合成了大量的 AIE 分子以满足不同领域的应用需求。

阴离子- $\pi$  相互作用是一种新型的非共价键相互作用，1993 年在实验中首次被证实后就受到了科学家们的广泛关注，特别是在超分子和分子识别领域。当芳香  $\pi$  体系带正电时，正电荷通常可以增强阴离子在特

定方向上与  $\pi$  体系之间的相互作用, 这种由静电吸引所主导的相互作用被称为阴离子- $\pi^+$ 相互作用。那么是否能够将这种新型的非共价键相互作用引入到 ACQ 分子当中, 从而利用这种独特非共价键相互作用来调控分子的固态发光, 实现荧光分子从 ACQ 向 AIE 性质的转变呢?

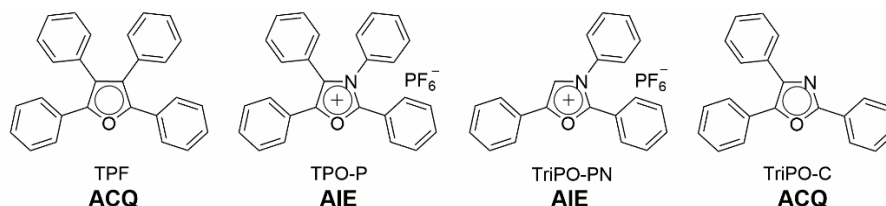


图 1. 分子结构设计 with 发光特性。

近期, 2001 级校友王建国博士首次提出了利用阴离子- $\pi^+$ 相互作用来构建新型离子型 AIE 分子。四种荧光分子被设计合成, 研究表明, 在所含苯基数目相同的情况下, 含有正电荷的荧光分子均表现为 AIE 的特性, 而不含正电荷的荧光分子则表现为 ACQ 的性质 (图 1)。经单晶结构、光物理性质测试、理论计算, 电导率等相关研究证明, 含有正电荷的荧光分子中具有非常强的阴离子- $\pi^+$ 相互作用, 在溶液态时, 阴离子和  $\pi$  正离子可以自由运动, 在固态时, 阴离子- $\pi^+$ 相互作用可以有效阻碍分子间形成  $\pi$ - $\pi$  相互作用, 结合对阴离子与苯环上氢形成的氢键作用限制苯环的运动, 从而实现分子固态时的强发光, 这为离子型 AIE 分子的设计与合成提供了一条新的策略 (图 2)。利用该方法所得到的离子型 AIE 分子 TriPO-PN 具有免洗涤、快速靶向细胞溶酶体的特性, 为细胞内示踪和监控造影剂提供了一个新的选择。

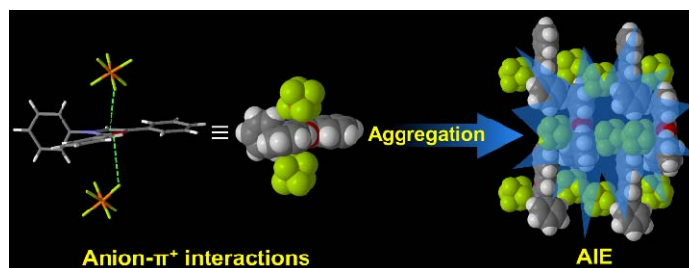


图 2. 利用阴离子- $\pi^+$ 相互作用来构建新型离子型 AIE 分子。

以上研究成果发表在《美国化学会志》上 (J. Am. Chem. Soc. 2017, 139, 16974), 校友王建国博士为本文第一作者, 香港科技大学唐本忠院士为通讯联系人。

原文链接: <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jacs.7b10150>

此前, 王建国博士在赣南师范大学有机药物重点实验室的支持下, 在聚集诱导发光研究领域已取得了一系列研究进展, 相关论文发表在 Adv. Mater. (2017, 29, 1703900), Chem. Commun. (2017, 53, 4505), Sensors and Actuators B. (2017, 252, 712), Biosens. Bioelectron. (2016, 85, 62) 等 JCR 一区期刊上。这些研究工作得到了国家自然科学基金、江西省自然科学基金、江西省教育厅、北京分子科学国家重点实验室开放课题、赣南师范大学等的资助。

王建国, 男, 2001 级校友, 赣南师范大学教师, 2014 年毕业于中国科学院化学研究所并获博士学位, 同年进入赣南师范大学工作, 2016 年赴香港科技大学开展博士后研究工作。研究方向为有机功能分子的设计与合成, 化学生物传感。E-mail: wangjg@iccas.ac.cn, wangjianguo@ust.hk

## ● 陈京校友课题组在防结冰材料设计合成方面研究进展

在自然界中，结冰/霜是十分普遍的现象，在生产生活中结冰/霜会造成不必要的能源浪费，导致安全隐患甚至产生灾难性的事故。目前开发的防结冰材料存在问题较多，不能满足社会的要求，发展一种能够适应各种环境变化的条件下的具有较低冰粘附力的防结冰材料已成为当前国内外一个重大而紧迫的课题，备受关注。

2003级校友陈京副教授课题组多年来一直从事防结冰材料的合成及冰粘附机理方面的研究，通过对比超亲水、亲水、疏水、超疏水材料表面的冰粘附力，首次明确提出超疏水表面不能降低冰粘附力，并给出表面化学组成和形貌与冰粘附力之间的定量关系。相关结果发表在 *Applied Physics Letters* (2012, 101, 111603) 上，目前被引 66 次。另外通过在无机多孔材料表面接枝亲水聚合物的方法制备了具有自润滑水层的原型防结冰表面，在国际上首次提出绿色水润滑层的概念，该表面的冰粘附力低至 50 kPa，冰块能够在 12 m/s 的风速下脱离表面，相关结果发表在 *ACS Applied Materials & Interfaces* (2013, 5, 4026) 上，至今被引 75 次。课题组受滑冰运动的启发制备了新型自润滑水层防覆冰涂层材料，通过调控自润滑水层的厚度可以调控并降低涂层表面冰粘附力的大小（图 1a），该涂层几乎能应用在所有的固体表面上，使得该涂层在防结冰方面展现出极大的应用前景，相关结果发表在 *Small* (2014, 10, 4693) 上，该论文被选为 *Small* 当期的封面论文，并被 *MaterialsViewsChina* 报道，被引 41 次。聚丙烯酸含有大量的亲水性基团，具有出色的吸水及保水能力，受生物启发，利用改性的聚丙烯酸合成了在较低温度下具有极低冰粘附力的含自维持水润滑层的防结冰表面（图 1b），并且通过理论分析，发现自维持水润滑层主要是由于不结冰水和可结冰水的协同作用产生的，相关成果发表在 *ACS Omega* (2017, 2, 2047) 上。

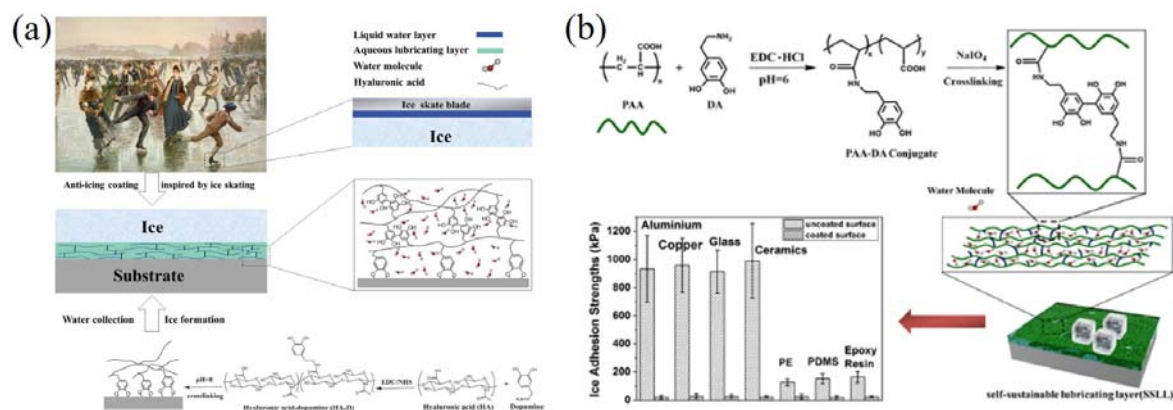


图 1. (a) 受滑冰运动启发制备的含自润滑层的防结冰表面 (*Small*); (b) 含自维持水润滑层的防结冰表面。

同时课题组基于特殊浸润性材料的合成，在高效油水分离材料研究方面取得一定的进展，课题组在氧化石墨烯的基础上，通过构建微纳结构以及采用加热还原的方法制备了具有超疏水/超亲油的油水分离材料（图 2），这种材料具有稳定性好，耐高温、高湿、强酸、强碱，并且具有优异的耐磨性，相关结果发表在 *Langmuir* (2017, 33, 9590) 上。

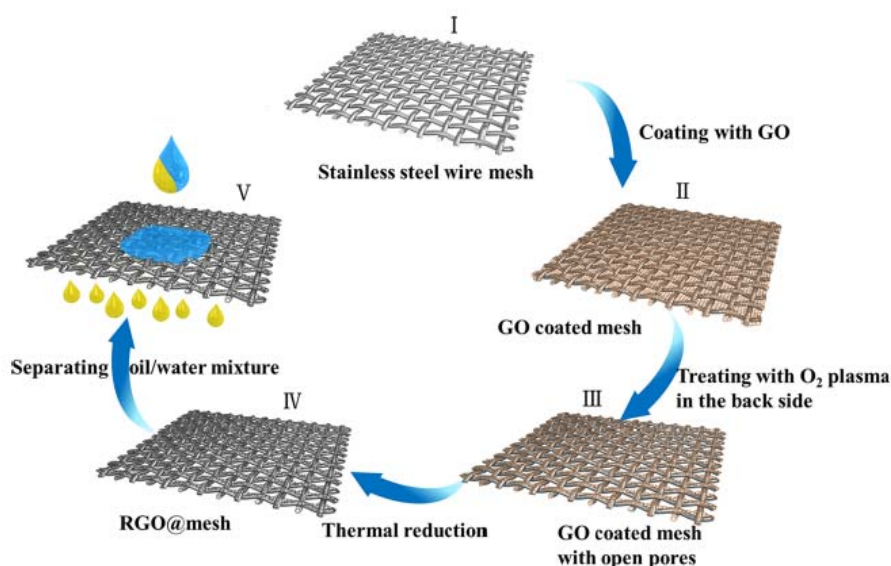


图 2. 基于氧化石墨烯的油水分离材料的合成路线图

上述工作得到了国家自然科学基金、北京分子科学国家实验室开放课题基金等项目资助，同时也得到了中国科学院化学研究所、物理所在材料表征、数据分析等方面的大力帮助，为研究工作的顺利进行奠定了坚实的基础。

陈京，男，2003 级校友，天津科技大学副教授，2013 年毕业于中国科学院化学研究所获博士学位，同年进入天津科技大学工作。2016 年 11 月获天津市第十三届高校青年教师教学基本功竞赛理科组一等奖，2017 年 1 月获天津市教育系统“劳动竞赛示范岗”先进个人，2017 年 5 月获天津市“五一劳动奖章”先进个人荣誉称号。主持并完成国家自然科学基金青年基金 1 项，北京分子科学国家实验室开放课题基金 1 项。研究方向为粘附可控界面材料的合成及应用，防结冰材料的开发及应用，特殊浸润性材料的制备及在油水分离中的应用。在冰粘附机理、防结冰材料的设计合成及应用、高效油水分离材料的制备等方面积累了较丰富的研究经验。E-mail: chenjing@tust.edu.cn

### 校友快讯

● 据近日英国皇家化学会微信公众号 (RSCChina) 报道，唐金魁校友入选 2017 年度英国皇家化学会期刊优秀审稿人。2017 年，总共有近 5 万名审稿人为英国皇家化学会一本或多本期刊做过同行评审，这些审稿人来自全球 100 多个国家和地区。在评选出的优秀审稿人中，来自中国的科学家（含港澳台地区）共计有 92 人次。

唐金魁，男，1991 级校友，中国科学院特聘研究员，国家杰出青年科学基金获得者，国家创新人才推进计划中青年科技创新领军人才。1998 年在中国科学院长春应用化学研究所获得硕士学位，2001 年在南开大学获得博士学位。2001~2007 年分别在德国卡尔斯鲁厄大学及荷兰莱顿大学开展博士后研究，2007 年 7 月被聘为中国科学院长春应用化学研究所稀土资源利用国家重点实验室研究员，主要从事分子磁性理论和材料设计研究。E-mail: tang@ciac.ac.cn

本期编辑 薛斌 E-mail: bxue@shou.edu.cn