



国家生态环境保护专业技术 领军人才和青年拔尖人才 推 荐 表

姓 名：王涛

工作单位：浙江大学

推荐单位：浙江大学

推荐类别：青年拔尖人才

领域类别：气候变化

中华人民共和国生态环境部印制

年 月 日



一、基本信息

姓 名	王涛	性 别	男	
出生日期	1980-05-04	籍 贯	山东省	
民 族	汉族	党 派	中共党员	
学 历	博士研究生	学 位	博士	
专业/专长	二氧化碳捕集及利用		专业技术职称	教授
工作单位	浙江大学		行政职务	无
单位性质	高等院校			
通讯地址	浙江杭州市西湖区灵隐街道浙大路 38 号		邮政编码	310027
办公电话	0571-87952205	手 机	15924102585	
传 真	0571-87952205	电子信箱	oatgnaw@zju.edu.cn	

二、教育经历(从大专或大学填起)

起 止 年 月	校(院)及系名称	专 业	学 位
1998, 09-2002, 06	浙江大学机械与能源工程学院	热能与动力工程	大学本科
2002, 09-2008, 06	浙江大学机械与能源工程学院	工程热物理	博士研究生

三、主要工作经历(含国外工作经历)

起 止 年 月	工 作 单 位	专业方向	职务/职称
2008, 07-2009, 06	浙江大学能源工程系	工程热物理	博士后
2009, 07-2012, 06	哥伦比亚大学地球与环境工程系	地球与环境工程	博士后



2012, 08-2012, 12	浙江大学能源工程系	工程热物理	讲师
2013, 01-2017, 12	浙江大学能源工程学院	工程热物理	副教授
2018, 01-	浙江大学能源工程学院	工程热物理	教授

四、主要专业技术团体/机构任/兼职(六项以内)

起止年月	团体/机构名称	任/兼职职务
2019, 12-	中国可持续发展研究会气候变化工作委员会	委员
2018, 06-	ICCU 国际会议程序委员会	主席
2017, 09-2022, 09	浙江省工程热物理学会	秘书长
2018, 12-	国际期刊 Applied Energy 的 “Advances in CCUS” 专刊	专刊主编
2018, 08-2019, 01	国际期刊 Energy & Fuels 的 “CCUS - Closing the Carbon Cycle” 专刊	专刊主编
2019, 05-	哥伦比亚大学 Lenfest Center for Sustainable Energy	高级客座研究员

五、入选人才培养计划、资助项目情况

入选年度	计划项目名称
2019	浙江省自然科学基金杰青项目-二氧化碳捕集中的多相输运与热质传递耦合研究
2013	浙江大学-求是青年学者

六、获奖情况(十项以内)

年度	奖励类别	获奖项目名称	获奖等级	排名
2019	高等学校科学技术进步奖	农林废弃物类生物质流态化清洁高效燃烧技术及产业化	一等奖	七
2014	全国能源动力类教学示范课	燃烧学示范课	无	一



七、所获专利情况

年度	专利名称	专利号	主要发明/设计人	本人贡献
2019	一种用于烟气二氧化碳捕集的方形填料塔	ZL201611091203.1	王涛;董文峰;方梦祥;岑建孟;骆仲泱	主持
2019	一种利用二氧化碳梯级矿化养护混凝土砌块的方法	ZL201810068012.6	王涛;胡成涛;方梦祥;黄浩;王勤辉;高翔;骆仲泱	主持
2019	一种基于二氧化碳梯级矿化强化的建材制品生产系统	ZL201810068815.1	王涛;黄浩;方梦祥;王勤辉;高翔;骆仲泱;倪明江	主持
2017	基于湿法再生技术捕集烟气中二氧化碳的方法	ZL201510358538.4	王涛;葛坤;方梦祥;骆仲泱;岑可法	主持
2016	一种强化CO ₂ 吸收剂气液传质的纳米流体的制备方法及应用	ZL201410808295.5	王涛;于伟;方梦祥;骆仲泱;岑可法	主持
2017	一种用于填料塔的竖板式填料	ZL201611089312.X	王涛;董文峰;岑建孟;方梦祥;骆仲泱	主持

八、主持或参与课题、专项情况(十项以内)

年度	课题/专项种类	课题/专项名称及编号	本人贡献
2021	国家重点研发计划课题	CO ₂ 深度矿化养护制建材关键技术 with 万吨级工业试验 2018YFB0605704	主持
2021	国家重点研发计划子课题	矿化渣碳酸化养护制轻质混凝土的质热传递与过程强化机制 2016YFB0600904-2	主持
2020	国家自然科学基金面上项目	界面水对离子型聚合物吸附CO ₂ 动力学的动态调控机制研究 51676169	主持
2021	国家自然科学基金联合基金项目	固废原位矿化二氧化碳的离子析出机制和矿相界面特性研究 U1810128	主持
2016	国家自然科学基金青年基金项目	湿法再生技术中水汽对CO ₂ 吸附的多重影响机制研究 51306161	主持
2022	浙江省自然科学基金杰出青年项目	二氧化碳捕集中的多相输运与热质传递耦合研究 LR19E060002	主持
2019	国家自然科学基金国际合作与交流项目	煤/生物质加压富氧燃烧的机理研究 51661125012	参与



2018	法国电力公司合作项目	Regeneration of solvents through direct injection of non-aqueous carrier gas 8610-5920014990	主持
2017	973 子课题	脉冲电晕放电细颗粒脱除机理与方法研究 2013CB228504-3	主持
2015	863 子课题	循环流化床煤热解燃烧分级转化关键技术研发 2013AA051203-2	主持

九、代表作(代表作共限 20 篇；本人须为前三作者之一)

论文题目	刊物名称	年,卷,期	期刊类型	影响因子	排名
Moisture swing sorbent for carbon dioxide capture from ambient air	Environmental Science & Technology	2011, 45(15)	SCI	7.149	1 (通讯)
Accelerated mineral carbonation curing of cement paste for CO ₂ sequestration and enhanced properties of blended calcium silicate	Chemical Engineering Journal	2017, 323	SCI	6.735	1 (通讯)
Spontaneous cooling absorption of CO ₂ by a polymeric ionic liquid for direct air capture	Journal of Physical Chemistry Letters	2017, 8(17)	SCI	8.709	1 (通讯)
Review of liquid nano-absorbents for enhanced CO ₂ capture	Nanoscale	2019, 11(37)	SCI	6.97	2 (通讯)
Moisture-swing sorption for carbon dioxide capture from ambient air: a thermodynamic analysis	Physical Chemistry Chemical Physics	2013, 15	SCI	3.567	1
Carbon dioxide absorption in aqueous alkanolamine blends for biphasic solvents screening and evaluation	Applied energy	2019, 233	SCI	8.426	4 (通讯)



Solvent regeneration by novel direct non-aqueous gas stripping process for post-combustion CO ₂ capture	Applied Energy	2017, 205	SCI	7.9	1
Reaction kinetics of carbon dioxide absorption in aqueous solutions of piperazine, N-(2-aminoethyl) ethanolamine and their blends	Chemical Engineering Journal	2017, 314	SCI	6.735	1 (通讯)
Enhanced CO ₂ Absorption and Desorption by Monoethanolamine (MEA)-Based Nanoparticle Suspensions	Industrial & Engineering Chemistry Resesarch	2016, 55(28)	SCI	2.843	1 (通讯)
Carbonation curing for wollastonite-Portland cementitious materials:CO ₂ sequestration potential and feasibility assessment	Journal of Cleaner Production	2019, 211	SCI	6.395	3 (通讯)
Life-cycle assessment of emerging CO ₂ mineral carbonation-cured concrete blocks: Comparative analysis of CO ₂ reduction potential and optimization of environmental impacts	Journal of Cleaner Production	2019, 241	SCI	6.395	2 (通讯)
Preparation and kinetics of a heterogeneous sorbent for CO ₂ capture from the atmosphere	Chemical Engineering Journal	2016, 284	SCI	6.216	1 (通讯)
Humidity swing adsorption of H ₂ S by	Separation and Purification	2019, 217	SCI	5.107	3 (通讯)



fibrous polymeric ionic liquids (PILs)	Technology				
Membrane evaporation for energy saving in CO ₂ chemical absorption process using a polybenzimidazole film: mass and heat transfer	Energy & Fuels	2017, 31(10)	SCI	2.835	3 (通讯)
Process simulations of CO ₂ desorption in the interaction between the novel direct steam stripping process and solvents	Energy & Fuels	2017, 31(4)	SCI	2.835	1 (通讯)
Screening test of amino acid salts for CO ₂ absorption at flue gas temperature in a membrane contactor	Energy & Fuels	2017, 31(1)	SCI	2.835	2 (通讯)
Theoretical studies on CO ₂ capture behavior of quaternary ammonium-based polymeric ionic liquids	Physical Chemistry Chemical Physics	2016, 8(18)	SCI	4.123	1 (通讯)
Characterization of kinetic limitations to atmospheric CO ₂ capture by solid sorbent	Greenhouse Gases: Science and Technology	2016, 6(1)	SCI	1.676	1 (通讯)
Wetted-wall column study on CO ₂ absorption kinetics enhancement by additive of nanoparticles	Greenhouse Gases: Science and Technology	2015, 5(5)	SCI	1.92	1 (通讯)
Experimental study on the novel direct steam stripping process for postcombustion CO ₂ capture	Industrial & Engineering Chemistry Research	2014, 53(46)	SCI	3.375	3 (通讯)



著作名称	出版社	出版年	主要作者

其他代表作名称	采纳部门	采纳时间	排名



十、主要专业技术成就和贡献(限 2000 字)

面向全球变暖重大挑战以及国家能源低碳发展重大需求,申请人针对当前化石燃料使用所造成的二氧化碳排放量大、捕获能耗高的问题,开发了适合我国燃煤电站及工业系统的低能耗、低成本二氧化碳捕获与矿化利用技术。在 *Environ. Sci. Technol.*、*J. Phys. Chem. Lett.*、*Applied Energy* 等国际知名学术期刊上共发表 SCI/EI 论文 50 余篇。获得了包括 1 位诺贝尔奖得主、3 位美国院士、1 位主编等本领域顶尖学者,分别在 *Chemical Reviews*、*Chem. Soc. Rev.*、*Energy Environ. Sci.*、*Angewandte Chemie* 以及 *Adv. Mater.* 等国际顶尖学术期刊上的多次大篇幅引用。

申请人积极进行关键技术成果在我国的工程示范和推广,共授权发明专利 20 余项。在国家重点研发计划支持下,牵头建设全球首个万吨级 CO₂ 矿化养护混凝土示范装置并投入生产,并与国家能源集团共建我国首个燃煤电厂燃烧后 CO₂ 捕集利用封存全流程示范项目。申请人取得的主要学术成绩、创新点及其成果应用具体如下:

(1) 发展了 CO₂ 变湿吸附新方法,大幅降低大气超低浓度 CO₂ 捕集能耗。申请人立足基础研究,以超低分压下气体分离热力学新体系构建为牵引,建立了“吸附剂-H₂O-CO₂”的多元吸附热力学模型,揭示了界面水在吸附热、质传递耦合中的多重机制,提出了低能耗的 CO₂ 变湿吸附新方法。界面水对 CO₂ 吸附能调节的定量关系及机制的揭示为解决吸附剂受环境湿度影响难于调控的问题提供了重要借鉴和参考;申请人进一步通过分子设计,筛选得到了适合不同分压环境的 CO₂ 吸附材料,从而将变湿吸附技术从大气捕集推向烟气捕集等更多应用。在 2018 年美国科学院、工程院联合发布的“Negative Emissions Technologies and Reliable Sequestration: A Research Agenda”报告中,申请人所发展的变湿吸附新方法被列为大气 CO₂ 捕集领域的两大技术流派之一。

(2) 开发了基于工业固废的 CO₂ 矿化养护混凝土技术,有望大规模、经济性的同时消纳二氧化碳与工业固废。提出在传统波特兰水泥体系中引入水化惰性胶凝材料,改善 CO₂ 矿化养护早期的气相扩散以及后期的微孔结构的方法,掺杂后产品抗压强度增幅高达 114%。探究了硅酸钙聚合体系中离子析出及碳酸钙微晶成核的行为,阐明了 CO₂ 矿化养护过程中微观结构变化及其与宏观力学性能的关联机制,发展了通过调整工业固废中钙硅比及体系孔隙水定向优化建材性能的方法。开发了 CO₂ 多级均压养护工艺,实现工业固废高掺杂 (>60%) 以及 CO₂ 矿化固定的双减排,相对国际上的 CO₂ 矿化天然矿石技术路线成本降低 50% 以上,相比传统混凝土养护工艺产品全生命周期碳排放降低 30% 以上。所发展的 CO₂ 矿化养护混凝土新技术受邀在 2019 年全国可持续混凝土理论与应用技术学术会议上进行大会报告,在 2019 年日本召开的亚太化工联盟大会上进行特邀报告。负责国家重点研发专项课题,牵头建设全球首个万吨级 CO₂ 矿化养护混凝土示范装置并投入生产。

(3) 开发了适用于大规模烟气 CO₂ 捕获的纳米强化吸收剂和高效节能装备与工艺,大幅降低燃煤电厂 CO₂ 捕集能耗。开发了纳米陶瓷材料强化的新型胺基吸收剂,CO₂ 吸收及再生传质动力学分别提高达 15% 和 40%;突破国际上新一代吸收剂采用亲脂性胺的主导配方,通过具有更低成本的烷醇胺类吸收剂筛选获得低腐蚀、低降解的两相吸收剂,再生能耗比传统吸收剂降低 30% 以上。形成了增强型亲水改性聚丙烯塑料填料,具有成膜率高、有效比表面积优于不锈钢材料的特点,使得核心填料装备国产化且成本仅为同类型装备的 1/3;提出了在吸收剂热再生过程中引入低沸点、低潜热的戊烷基有机工质以替代传统高能耗水蒸气工质,并创新形成了直接有机蒸汽吹扫低温再生工艺,系统能耗降低可达 35% 以上。为实现烟气脱碳核心技术的国产化,近年来围绕关键吸收剂、节能装备以及工艺形成发明专利十余项,并在国家重点研发计划项目支持下,应用于国家能源集团投建的我国首个燃煤电厂燃烧后 CO₂ 捕集利用封存全流程示范项目,年捕集二氧化碳 15 万吨。



申请人在二氧化碳捕集、封存与利用领域的研究工作得到了国内外学术界的积极认可，受邀在国内学术会议做大会报告 1 次，国际会议特邀报告 5 次，担任了 2018 年二氧化碳利用圆桌论坛共同主席，国际知名期刊 Applied Energy 和 Energy&Fuels 的碳捕集、封存与利用专刊主编。申请人目前担任中国可持续发展研究会气候变化工作委员会委员，浙江省工程热物理学会秘书长，ICCU 国际会议程序委员会主席。共负责国家自然科学基金面上项目 3 项，负责国家重点研发计划课题 1 项、子课题 1 项，973、863 子课题各 1 项，并获得浙江省自然科学基金杰出青年基金资助。



十一、服务环境管理的成果应用或技术推广情况(限 2000 字)

面向全球变暖重大挑战，并在我国以煤为主体的能源结构下，以二氧化碳捕集、封存与利用，生物质能清洁利用等为代表的技术是构建清洁低碳能源体系的重要技术途径。申请人开发了低能耗大规模烟气 CO₂ 捕集技术以及 CO₂ 高效矿化养护混凝土技术，并在火电、建材等主要行业积极进行关键技术的工程示范和推广；开发了适用于我国农林废弃物类生物质特性的流态化低污染燃烧利用成套技术，并进行了产业化应用。申请人共授权发明专利 20 余项，与企业签订技术开发、服务合同 700 余万元。主要成果已应用于国家能源集团 15 万吨级燃煤电厂燃烧后 CO₂ 捕集利用封存全流程示范项目，河南强耐万吨级 CO₂ 矿化养护混凝土工程等。

(1) 烟气 CO₂ 化学吸收捕集技术。CO₂ 化学吸收技术具有适合低分压、对烟气环境适应性好的特点，国际上已率先实现百万吨级商业化运行。我国目前仍停留在十万吨级示范，主要瓶颈在于捕集能耗高，投资大。申请人开发了烟气 CO₂ 吸收系统低端差有机胺贫富液换热器及降膜汽提式再沸换热器。其中，降膜汽提式再沸器为烟气 CO₂ 捕集系统首创，实现了传热与化学反应过程的高效耦合，换热系统达 3000 W/(m²·K)，大幅提高胺溶液解吸深度和解吸能耗；有机胺贫富液换热器可实现小于 5 摄氏度端差，属该类型设备首次国产化并已应用于山东旺泰科技年 30 万平方全焊接板式换热器生产线，目前该型号产品已开始供应国家能源集团 15 万吨每年烟气二氧化碳化学吸收捕集工程。同时，开发了 15 万吨级 CO₂ 捕集胺溶液吸收塔专用增强型亲水改性聚丙烯塑料填料，具有成膜率高，有效比表面积优于传统不锈钢填料的特点，装备成本降低到国外同类型不锈钢填料产品的 1/3，成果应用于江苏南通苏通分离工程科技有限公司年万立方级规整填料生产线。

在化学吸收系统整体工艺优化方面，创新形成了富液分流解吸结合低压闪蒸，以及直接蒸汽汽吹扫的胺溶液再生工艺。核心工艺应用于南化集团研究院 MA 型、新疆敦华石油 AEA 型以及广东省电力设计研究院等多个国内单位自主开发的多种吸收剂，形成了针对不同工程特点的胺溶液化学吸收工艺。在国家能源集团国华锦能电厂针对燃煤烟气特点，形成级间冷却结合富液分级流的新型工艺，应用于 15 万吨级燃煤烟气 CO₂ 捕集示范工程。在新疆敦华克拉玛依石化甲醇厂，形成基于 AEA 胺溶液的高浓度 CO₂ 捕集工艺，并应用于 10 万吨级 PSA 弛放气高浓度 CO₂ 捕集工艺。在华电集团福建分公司针对天然气电厂烟气超低 CO₂ 浓度 (<5%)，形成 3 万吨级燃气-蒸汽联合循环烟气二氧化碳捕集工艺。

(2) CO₂ 高效矿化养护混凝土技术。CO₂ 矿化技术可以实现大规模的温室气体封存，但基于天然矿石的传统矿化技术由于矿石研磨和高温、高压反应条件导致能耗过高，难以推广。基于此，申请人开发了 CO₂ 矿化养护混凝土技术，同时实现大规模消纳温室气体及碱性工业固废，并大幅提高混凝土养护效率。形成了梯级均压混凝土碳酸化养护釜核心装备，将传统高温蒸汽养护替代为常温 CO₂ 养护，应用于河南环宇石化装备特种压力养护釜生产线。开发了基于粉煤灰、钢渣、电石渣等不同工业固废的矿化养护混凝土核心配方，在核心配方基础上形成以钢渣、电石渣为主要原料的 CO₂ 养护实心砌块配方，在国家重点研发计划课题“CO₂ 深度矿化养护制建材关键技术与万吨级工业试验”支持下，成果应用于河南强耐新材股份有限公司年 25 万方轻质混凝土生产线，建成全球首个万吨级 CO₂ 矿化养护混凝土系统并投入生产。同时，在国家能源集团神华国华电力研究院形成万吨级 CO₂ 养护粉煤灰砌块工艺。

(3) 生物质流态化燃烧锅炉结构和关键部件开发设计。在国家科技支撑计划课题“生物质直接燃烧发电关键技术及示范”支持下，重点在异形生物质给料和高温蒸汽参数下受热面高温腐蚀抑制等方面开展研发，应用该技术建成的广东粤电湛江生物质发电有限公司 2×50MWe 高温高压热电联产项目是我国当时单机容量和总容量最大的生物质燃烧利用项目，燃用水分含量 55% 以下的桉树废料等高碱农林废弃物，近三年来总计利用农林废弃物生物质 315 万吨，通过燃



料采购增加农民收入 9 亿元。同时，随着环保要求的提高，研发成功协同控制硫氮污染物生成的燃烧组织方法，在不设尾部烟气脱硫脱硝装置条件下实现了污染物超低排放。洪湖理昂生物质发电有限公司 90t/h 农林废弃物燃烧利用项目自投运以来，热效率高，运行稳定可靠，2019 年利用小时数达到 8307 小时，锅炉尾部烟气中 SO₂、NO_x 和颗粒物的平均排放浓度分别为 28mg/Nm³、20mg/Nm³ 和 7.72mg/Nm³，达到了烟气超低排放；年处理农林废弃物 20 万吨，节约标煤 7 万吨，减排二氧化碳 16.45 万吨，增加农民收入 6500 万元。另外，南通万达锅炉有限公司、华西能源工业股份有限公司和张家港市浙华科技有限公司等应用该技术进行了生物质燃烧锅炉或给料装置的生产，经济、社会效益显著。



十二、单位意见

本人自愿申请，并对以上所填内容的真实性负完全责任。

申请人签名：

年 月 日

所在单位意见：

单位(盖章)

年 月 日

推荐单位意见：

单位(盖章)

年 月 日



十三、评审意见

<p>专家评 审委员 会意见</p>	<p>评委会主任签字： 年 月 日</p>
<p>生态环境部 人才工作领 导小组意见</p>	<p>(盖章) 年 月 日</p>