
陕西省自然科学奖公示信息

(2025年度)

一、项目基本情况

项目名称	超临界水热环境中有机废物高效去除与能源化利用的过程机制及调控
主要完成人	王树众、徐东海、郭洋、李艳辉、杨健乔
主要完成单位	西安交通大学

二、提名意见（适用于部门、机构提名）

提 名 者	陕西省教育厅	提名等级	<input checked="" type="checkbox"/> 一等奖 <input type="checkbox"/> 二等奖及以上
<p>提名意见：</p> <p>面向高浓度难降解有机废液、城市污泥、微藻等有机废物的高效无害化处理及能源化转换利用（制氢、产热），项目团队聚焦超临界水氧化/气化国际前沿技术,历经 20 余年研究，系统揭示了典型顽固有机污染物的碳氮协同高效降解反应机理，醇类助剂等强化污染降解过程中羟基自由基的诱导产生及作用机制；建立了超临界水环境下典型合金腐蚀成形与生长的微尺度物化模型，形成了抑制腐蚀层内离子迁移的腐蚀调控方法；阐明了多元无机盐在超临界水反应条件下成核结晶及运移机制，构建了防腐蚀防盐沉积的新型高效反应器设计理论及系统方法。</p> <p>研究成果在 Water Research、Chemical Engineering Journal、Corrosion Science 等权威期刊上发表 SCI 论文 310 篇，其中 ESI 论文 8 篇，获陕西高等学校科学技术自然科学一等奖、二等奖各一项，陕西省优秀博士学位论文 3 篇；授权发明专利 174 项（美国专利 7 项），专利转让 62 项（超 5000 万元）；建成了国内首套超临界水氧化示范装置、国际首套百吨级农药废水商业化示范工程；获国际发明展览会金奖、陕西省科技工作者创新创业大赛金奖、中国专利优秀奖等。</p> <p>第一完成人连续十二年入选 Elsevier 中国高被引学者，第二完成人入选国家级青年人才，全部完成人均入选“全球前 2%顶尖科学家”榜单，获批陕西省三秦学者创新团队。</p> <p>说明：省科学技术奖一、二等奖项目，实行按等级标准提名、独立评审表决的机制。提名单者应严格依据省科学技术奖的标准条件，说明提名项目的贡献程度及等级建议。“仅提名一等奖”评审落选项目不再降格参评二等奖。提名项目正式提交后，提名等级建议本年度不得变更。</p>			

三、项目简介

(限 2 页)

我国在快速工业化及城镇化过程中,产生了大量高浓度难生化降解的工业有机废水、有机危废、污泥等有机污染物,其高效无害化处理是环境领域亟需解决的重点、难点,也是当今社会高度关注的热点。

超临界水处理是利用超临界水独特的理化性质,使有机污染物与氧化剂在超临界水中发生快速均相反应,转化为二氧化碳、水、氮气和盐等环境友好的小分子无机物,反应过程中无硫氧化物、氮氧化物、PM2.5、二噁英等二次污染物,在国际上被誉为“21 世纪最有前途的有机废物处理技术”,并被我国列为水污染防治领域的重点发展技术方向。在超临界水处理过程中,通过反应条件调控还可实现热量回收或气化制氢,变废为宝。

项目团队围绕超临界水中典型顽固有机污染物的碳氮协同降解机理和反应动力学、设备腐蚀的微尺度过程与防控机制、多元无机盐在超临界水运移及反应过程中的成核结晶及沉积机制、防腐蚀防盐沉积堵塞的新型反应器设计理论及系统方法等关键科学问题,开展了系统深入的研究,主要创新成果如下:

1) **典型难降解有机污染物超临界水氧化/气化反应机理及过程强化:** 阐明了超临界水反应过程中典型有机污染物及其模型化合物的开环、断链机理,以及碳氮协同降解机制,获得了超临界水氧化/气化过程中碳、氢、氮、硫等元素的迁移转化路径和产物定向调控规律,提出并建立了典型杂环化合物降解的详细反应网络及动力学模型;阐明了醇类共氧化、分段氧化等强化方法对污染物高效降解的作用机制;揭示了碱性催化剂和 Ni 基复合催化剂在超临界水氧化/气化过程中的微观催化机理,获得了催化剂组分对产物调控的选择性规律,并提出了水热催化剂长效设计方法。本成果为相对温和条件下有机污染物强化降解与产物定向调控技术的形成,奠定了理论基础。

2) **超临界水环境下典型合金的腐蚀机理及防控方法:** 获得了超临界水环境下典型合金的腐蚀行为及规律,建立了合金表面氧化膜成形与生长的原子尺度物化模型,揭示了喷丸、钝化、涂层等表面处理方法对不同合金耐蚀性作用效果差异的本质起因;阐明了硫化物诱发腐蚀加剧机理,以及抑制氧化膜内离子迁移的腐蚀调控机制;明晰了合金腐蚀层与表面盐沉积层之间微环境内的传质及反应过程,系统提出了高盐、高氧超临界水环境下典型合金的腐蚀机制及调控方法。本成果为超临界水反应过程中设备腐蚀防控技术的形成,奠定了坚实的理论基础。

3) **多元无机盐在超临界水处理过程中结晶、运移、沉积机制及调控方法:** 揭示了污染物超临界水处理过程中多元无机盐成核、结晶及运移沉积规律,建立了多元-多相-多场-多过程耦合体系中典型无机盐的结晶动力学及运移沉积模型;明晰了多元盐在超临界水环境下的相平衡规律,建立了亚/超临界水环境多元盐-水体系的溶解-熔融-结晶相图,提出了多元盐共熔热液形成的微观相变机理;形成了固相颗粒定向诱导盐结晶、多元盐共熔抑制结晶沉积、蒸发壁水膜防止壁面结晶的调控方法。本成果为超临界水处理过程中无机盐的相行为预测及沉积防控技术形成,提供了理论支

撑。

4) **防腐蚀、防盐沉积的新型高效反应器设计理论及系统方法**：通过对反应器内温度场、浓度场、流场特性，以及超临界反应流体与蒸发壁水膜之间传热传质过程的研究，揭示了反应器内场分布特性、污染物高效降解、水膜处壁面腐蚀和盐沉积的相互作用机制，建立了蒸发壁水流量、水膜厚度、温度等主要操控参数与污染物去除率、腐蚀速率和盐沉积特性之间的定量耦合关系，发展出指导蒸发壁式反应器设计和运行参数优化的盐沉积控制方程，发明了耦合熔盐溶解和反应器保护性水膜调控的盐沉积抑制策略，提出了带蒸发壁的逆流罐式反应器等结构设计准则，形成了反应器防腐蚀防盐沉积堵塞的系统方法。本成果为超临界水处理新型反应器开发设计、系统安全控制提供了重要理论支撑。

上述基础研究成果为超临界水处理技术的发展和應用奠定了坚实的理論基础，在 *Water Research*、*Chemical Engineering Journal*、*Corrosion Science* 等国际权威期刊上发表相关学术论文 350 余篇，其中 SCI 论文 310 篇（约占国内超临界水领域 SCI 论文总数的 32%，居国内首位），ESI 高被引论文 8 篇，出版中英文专著 4 部。其中代表性论文 1~5 及代表性专著 6~8 共获 SCI 他引 283 次，并得到诺贝尔化学奖提名候选人 D.D. Macdonald 院士、国际权威化工期刊 *Industrial & Engineering Chemistry Research* 主编 P.E. Savage 教授等国际著名学者的高度评价。由 Springer 出版的代表性专著 6 集成了本团队系列基础理论与关键核心技术创新研究成果，是国内首部系统论述超临界水处理研究成果的英文专著。上述基础研究成果，获陕西高等学校科学技术自然科学一等奖、二等奖各 1 项，陕西省优秀博士学位论文 3 篇；第一完成人王树众教授连续十二年入选“Elsevier 中国高被引学者”，第二完成人徐东海教授入选国家级青年人才，全部完成人入选“全球前 2% 顶尖科学家”年度影响力榜单，团队获批陕西省三秦学者创新团队。

基于上述基础理论研究成果，进一步开发形成了超临界水处理过程强化及调控新方法、材料腐蚀与盐沉积防控新技术以及新型高效反应器等关键核心技术、装备及系统工艺，授权中国发明专利 167 项（约占国内本领域已授权专利数的 37%，居国内首位）；拥有 PCT 国际专利 12 项，授权美国专利 7 项；获国际发明展览会金奖、中国专利优秀奖、中国发明创业奖、首届全球百强科创大赛优胜奖、陕西省科技工作者创新创业大赛金奖、中国高校科技成果交易会特别项目奖等奖项。

基于所形成的系列专利技术及系统工艺，本项目团队于 2009 年成功开发出处理能力 3 吨/天的国内首套连续式超临界水氧化“863 计划”示范装置，于 2014 年 5 月建成了国际首套百吨级农药废水超临界水氧化处理示范工程。率先成功示范的商业化装置得到国家相关部门的高度关注和专业认可，工信部、生态环境部于 2014、2017 年分别将“超临界水氧化装备及技术”列为水污染防治领域的重点发展方向。目前，本项目团队已完成相关专利技术转让和实施许可 60 余项（转化金额 5000 余万元），为城市污泥的高效处理处置以及农药、医药、石油、化工、印染等行业的绿色可持续发展提供了强有力的技术支撑。

四、客观评价

本项目团队在国家“973 计划”、国家“863 计划”、国家自然科学基金等支持下，经过 20 余年的深入研究，在超临界水反应机理、腐蚀及盐沉积特性、反应器设计理论等方面取得了一系列重要成果，发表相关学术论文 350 余篇，其中 SCI 论文 310 篇（约占国内超临界水领域 SCI 论文总数的 32%，居国内首位），ESI 高被引论文 8 篇，出版中英文专著 4 部。代表性论文 1~5 及专著 6~8 获 SCI 他引 283 次，并得到诺贝尔化学奖提名候选人 D.D. Macdonald 院士、国际权威化工期刊 *Industrial & Engineering Chemistry Research* 主编 P.E. Savage 教授等国际著名学者的高度评价。由 Springer 出版的代表性专著 6 集成了本团队系列基础理论与关键核心技术创新研究成果，是国内首部系统论述超临界水处理研究成果的英文专著。上述研究成果获陕西高等学校科学技术自然科学一等奖、二等奖各 1 项，陕西省优秀博士学位论文 3 篇；第一完成人王树众教授连续十二年入选“Elsevier 中国高被引学者”，第二完成人徐东海教授入选国家级青年人才，全部完成人入选“全球前 2% 顶尖科学家”年度影响力榜单，团队获批陕西省三秦学者创新团队。

基于上述基础研究成果，开发形成了超临界水处理过程强化及调控新方法、材料腐蚀与盐沉积防控新技术及新型高效反应器等关键技术、装备及系统工艺，授权中国发明专利 167 项（约占国内本领域已授权专利数的 37%，居国内首位）；拥有 PCT 国际专利 12 项，授权美国专利 7 项；获国际发明展览会金奖、中国专利优秀奖、中国发明创业奖、首届全球百强科创大赛优胜奖、陕西省科技工作者创新创业大赛金奖等奖项。

基于所形成的系列专利技术及系统工艺，项目团队于 2009 年成功开发出处理能力 3 吨/天的国内首套连续式超临界水氧化“863 计划”示范装置，于 2014 年建成了国际首套百吨级农药废水超临界水氧化处理示范工程。率先成功示范的商业化装置得到国家相关部门的高度关注和专业认可，工信部、生态环境部于 2014、2017 年分别将“超临界水氧化装备及技术”列为水污染防治领域的重点发展方向。目前，项目团队已完成相关专利技术转让和实施许可 60 余项，为城市污泥的高效处理处置以及农药、医药、石油、化工等行业的绿色可持续发展提供了强有力的技术支撑。

4.1 所主持“863 计划”项目的科技部专家组验收意见

“研制出国内首台城市污泥超临界水处理规模化中试装置，开发了超临界水氧化的关键技术。在控制反应器材质腐蚀、防止盐沉积引起的堵塞、脱盐除渣以及系统安全控制等方面取得了创新性成果。”

4.2 代表性论著成果的国内外学者评价

1) 对“典型难降解有机污染物超临界水氧化/气化反应机理及过程强化”发现点的评价
土耳其 Yildiz Technical University 的 M.S. Bilgili 教授在水环境领域国际顶级期刊 *Water Research* 上详细引用了代表性论文 1 所提出的关于喹唑啉超临界水氧化降解机理的研究成果（代表性引文 1）。上海交通大学申哲民教授引用代表性论文 1 中关于“喹唑啉超临界水氧化降解的第一步是 $\text{OH} \cdot$ 自由基攻击苯环上连接的 H”的发现成果，用于进行分子动力学计算研究（*Chemosphere*, 2017, 188: 624-649）。清华大学黄霞教授发表在环境领域顶级期刊 *Water Research* 上发表的论文多次并详细引用了代表性论文 1 理论成果，并肯定了该工作对于废水处理中有机物转化机理的贡献，认为该方法具有高效性与经济性（*Water*

Research, 2025, 281, 123575)。加拿大 York University 工程科学院院长 J.A. Kozinski 教授在其研究中引用代表性论文 2 提出的催化反应机理的研究成果, 认为“碱性催化剂 (NaOH, KOH, K₂CO₃, Na₂CO₃ 等) 具有促进 C-C 键断裂的能力, 可显著提高总气体产率和碳气化效率”(代表性引文 2)。

2) 对“超临界水环境下典型合金的腐蚀机理及防控方法”发现点的评价

德国 University of Erlangen-Nuremberg 表面科学与腐蚀中心主席 S. Virtanen 教授发表在腐蚀领域国际顶级期刊 Corrosion Science 上的论文中(代表性引文 3), 引用代表性论文 3 所提出的“合金氧化早期阶段腐蚀产物转变的固态反应”机理, 用于研究表面纳米化对合金氧化的影响机制。沙特阿拉伯 King Fahd University of Petroleum and Minerals 的 M.F. Khan 教授评价代表性论文 3 所建立的多步骤微尺度模型成功揭示了超临界水中典型合金氧化膜形成的演变过程(代表性引文 4)。加拿大 Carleton University 的 B. Örmeci 教授在其论文 (Chemical Engineering Communications, 2017, 204: 265-282) 中将本项目关于含盐含氧超临界水体系中材料腐蚀速率及机制的研究成果作为过程装备选材及腐蚀调控的关键依据。

3) 对“多元无机盐在超临界水处理过程中结晶、运移、沉积机制及调控方法”发现点的评价

英国 University of Nottingham 的 E. Lester 教授发表于超临界水领域权威期刊的论文 (The Journal of Supercritical Fluids, 2020, 158, 104708) 中, 引用了本团队研制的防盐沉积新型反应器结构, 并指出“通过形成一层冷却水膜保护了超临界水反应器”。西安交通大学动力工程多相流国家重点实验室的金辉教授在其关于熔盐颗粒降解可视化的实验论文(代表性引文 5) 中肯定了本项目在解决无机盐沉积问题方面做出的贡献, 引用代表性论文 4 并评价“石英管反应器是研究无机盐熔融行为的重要手段”。瑞士 Paul Scherrer 研究所 David Baudouin 教授在其论文中指出本团队在超临界水热合成及超临界水脱盐等方面的工作使得超临界水中无机盐晶体的结晶和沉积特性机制得到了系统研究 (The Journal of Supercritical Fluids, 2024, 209, 106230)。

4) 对“防腐蚀、防盐沉积的新型高效反应器设计理论及系统方法”发现点的评价

西班牙 University of Valladolid 的 M.D. Bermejo 教授在化工领域国际顶级期刊 Chemical Engineering Journal 上的论文中评价代表性论文 5 在系统方法研究方面的成果, 认为“这是中国第一套城市污泥超临界水氧化示范装置, 得到了很好的实验结果, 获得了 98.5% 的总有机碳去除率和 96.5% 的氨氮去除率”(代表性引文 6)。新加坡南洋理工大学土木与环境工程学院主任 Wang Jing-Yuan 教授特别引用代表性论文 5, 认为团队建立的中国第一个 125 kg/h 城市污泥超临界水氧化示范装置充分展现了超临界水氧化技术相比于焚烧在处置污泥上的低运行成本与清洁环保优势(代表性引文 7)。巴西 University of Campinas 的 T.F. Carneiro 教授在其发表的论文中特别引用代表性论文 5 的研究成果, 认为本团队在新型反应器设计理论及系统方法工艺方面的成果为超临界水氧化技术的大规模商业化应用作出了极其重要贡献(代表性引文 8)。

五、代表性论文专著目录
(不超过 8 条, 其中代表性论文不超过 5 篇, 代表性专著不超过 3 部)

序号	论文专著名称	刊名	作者	年卷 页码 (xx 年 xx 卷 xx 页)	发 表 时 间	通 讯 作 者	第 一 作 者	国内作 者	他 引 总 次 数	检 索 数 据 库	知 识 产 权 是 否 归 国 内 所 有
1	Supercritical water oxidation of Quinazoline: Effects of conversion parameters and reaction mechanism	Water Research	Gong YM, Guo Y*, Wang SZ, Song WH	2016 年 100 卷 116-125 页	2016.09.01	Guo Y	Gong YM	公彦猛、郭洋、王树众、宋文瀚	54	SCI	是
2	Catalytic gasification of glycine and glycerol in supercritical water	International Journal of Hydrogen Energy	Xu DH, Wang SZ*, Chen CM, Zhang QM, Gong YM	2009 年 34 卷 5357-5364 页	2009.07.01	Wang SZ	Xu DH	徐东海、王树众、陈崇明、张钦明、公彦猛	79	SCI	是
3	Early oxidation mechanism of austenitic stainless steel TP347H in supercritical water	Corrosion Science	Li YH, Wang SZ*, Sun PP, Xu DH, Ren MM, Guo Y, Lin GK	2017 年 128 卷 241-252 页	2017.10.17	Wang SZ	Li YH	李艳辉、王树众、孙盼盼、徐东海、任萌萌、郭洋、林桂柯	54	SCI	是
4	Hydrothermal molten salt: A hydrothermal fluid in SCWO treatment of hypersaline wastewater	Chemical Engineering Journal	Zhang YiS, Wang SZ*, Gao ZL, Li YH, Xu TT, Li JN, Xu DH,	2021 年 421 期 129589 号	2021.04.19	Wang SZ	Zhang YS	张熠姝、王树众、高子良、李艳辉、徐甜甜、李建	9	SCI	是

			Yang JQ					娜、徐东海、杨健乔			
5	Design of the first pilot scale plant of China for supercritical water oxidation of sewage sludge	Chemical Engineering Research & Design	Xu DH, Wang SZ*, Tang XY, Gong YM, Guo Y, Wang YZ, Zhang J	2012 年 90 卷 288-297 页	2012.02.01	Wang SZ	Xu DH	徐东海、王树众、唐兴颖、公彦猛、郭洋、王玉珍、张洁	53	SCI	是
6	Supercritical water processing technologies for environment, energy and nanomaterial application (专著)	Springer press, Xi'an Jiaotong University press	Wang SZ, Xu DH, Guo Y, Tang XY, Wang YZ, Zhang J, Ma HH, Qian LL, Li YH	2019 年	2019.02	Wang SZ	Wang SZ	王树众、徐东海、郭洋、唐兴颖、王玉珍、张洁、马红和、钱黎黎、李艳辉	32	SCI	是
7	Corrosion characteristics, mechanisms and control methods of candidate alloys in suband supercritical water (专著)	Springer press, Xi'an Jiaotong University press	Xu DH, Guo SW	2022 年	2022.12.31	Xu DH	Xu DH	徐东海、郭树炜	2	SCI	是
8	超临界水处理蒸发壁式反应器 (专著)	西安交通大学出版社	徐东海、王树众	2019 年	2019 年	徐东海	徐东海	徐东海、王树众	0	0	是
合 计									283		
补充说明 (视情填写):											

六、主要完成人情况表

姓 名	王树众	排 名	1
行政职务	原西安交通大学能动学院分党委书记		
技术职称	教授（二级）		
工作单位	西安交通大学		
完成单位	西安交通大学		
对本项目主要学术贡献： 提出整个项目的主要学术思想、规划研究计划及实施方案。针对超临界水氧化过程中装备腐蚀及盐沉积诱发堵塞等问题，构建了盐结晶沉积防控新理论，提出了带蒸发壁的逆流罐式反应器等结构设计准则，形成了反应器防腐蚀防盐沉积堵塞的系统方法，为推动超临界水氧化技术工业化应用奠定了坚实基础。证明材料见代表性论文 2-5、代表性专著 6 及其他附件			

姓 名	徐东海	排 名	2
行政职务	热能工程系主任		
技术职称	教授		
工作单位	西安交通大学		
完成单位	西安交通大学		
对本项目主要学术贡献： 阐明了多元无机盐在超临界水处理过程中运移、沉积机制及调控方法，建立了蒸发壁水流量、水膜厚度、温度等主要操控参数与污染物去除率、腐蚀速率和盐沉积特性之间的定量耦合关系，本成果为防盐沉积的新型高效超临界水处理反应器的开发设计、系统安全提供了重要理论支撑。证明材料见代表性论文 2 与 5、代表性专著 7 与 8 及其他附件。			

姓 名	郭洋	排 名	3
行政职务	无		
技术职称	副教授		
工作单位	西安交通大学		
完成单位	西安交通大学		
对本项目主要学术贡献： 阐明了超临界水反应过程中典型有机污染物及其模型化合物的开环、断链机理，以及碳氮协同降解机制；揭示了碱性催化剂、Ni 基复合催化剂等在超临界水氧化/气化过程中的微观催化机理，获得了催化剂组分对产物调控的选择性规律，并提出了水热催化剂长效设计方法。证明材料见代表性论文 1、代表性专著 6 及其他附件。			

姓 名	李艳辉	排 名	4
行政职务	无		
技术职称	副教授		
工作单位	西安交通大学		
完成单位	西安交通大学		
对本项目主要学术贡献： 研究获得了典型合金在超临界水中的腐蚀行为及演变规律，建立了合金表面氧化膜成形与生长的原子尺度物化模型；明晰了合金腐蚀层与表面盐沉积层之间微环境内的传质及反应过程，系统提出了高盐、高氧超临界水环境下典型合金的腐蚀机制及调控方法。证明材料见代表性论文 3、代表性专著 6 及其他附件。			

姓 名	杨健乔	排 名	5
行政职务	无		
技术职称	副教授		
工作单位	西安交通大学		
完成单位	西安交通大学		
<p>对本项目主要学术贡献：</p> <p>主要围绕超临界水氧化过程中高温、高压、高氧、多盐体系易诱发装备腐蚀这一瓶颈问题，研究了典型镍基合金在多场作用下的超临界水中的腐蚀行为及演变规律，提出了超临界水环境中镍基合金的垢下腐蚀机制及流动促进腐蚀机制。证明材料见代表性论文 4 及其他附件。</p>			

七、主要完成单位情况表

单位名称	西安交通大学
<p>对本项目主要学术贡献：</p> <p>第一、二、三、四、五完成人均为西安交通大学教师，本项目所有科研成果由五个完成人在西安交通大学完成。</p>	

完成人合作关系说明

第一完成人王树众是该项目的负责人，提出整个项目的主要学术思想，规划研究与实施方案。对所有主要发现点均做出贡献，是代表性论文 2、代表性论文 3、代表性论文 4、代表性论文 5 的通讯作者，代表性专著 6 的第一主编，代表性专著 8 的副主编。

第二完成人徐东海在王树众领导的课题组中工作，主要从事盐沉积防控方面研究，构建了用于盐沉积防控的蒸发壁反应器设计理论以及新型计算流体动力，阐明了反应器中蒸发壁水膜的形成机理、评价指标及优化方法。是代表性论文 2 和 5 的第一作者、代表性专著 6 的第二主编、代表性专著 7 和 8 的主编。

第三完成人郭洋在王树众领导的课题组中工作，完成了催化过程微观机理解析与水热催化剂长效设计，为实现相对温和反应条件下污染物的强化氧化降解提供了坚实的理论依据。是代表性论文 1 的通讯作者、代表性专著 6 的第三主编。

第四完成人李艳辉在王树众领导的课题组中工作，揭示了典型镍基合金在超临界水中的腐蚀行为及演变规律，提出了超临界水氧化处理污染物过程中一系列复杂苛刻超临界水体系装备腐蚀机理及调控机制。是代表性论文 3 的第一作者、代表性专著 6 的主要完成人。

第五完成人杨健乔在王树众领导的课题组中工作，研究了典型镍基合金在高氧、高盐、流动等多场耦合作用下的超临界水中的腐蚀行为及演变规律，揭示了超临界水环境中镍基合金的垢下腐蚀机制、流动促进腐蚀机制。对代表性专著 6 具有重要贡献。

完成人合作关系情况汇总表

序号	合作方式	合作者/项目排名	合作时间	合作成果	证明材料
1	论文合著	郭洋（2）、王树众（3）	2016	Supercritical water oxidation of Quinazoline: Effects of conversion parameters and reaction mechanism	附件 1
2	论文合著	徐东海（1）、王树众（2）	2009	Catalytic gasification of glycine and glycerol in supercritical water	附件 1
3	论文合著	李艳辉（1）、王树众（2）、徐东海（4）、郭洋（6）	2017	Early oxidation mechanism of austenitic stainless steel TP347H in supercritical water	附件 1
4	论文合著	王树众（2）、李艳辉（4）、徐东海（7）、杨健乔（8）	2021	Hydrothermal molten salt: A hydrothermal fluid in SCWO treatment of hypersaline wastewater	附件 1
5	论文合著	徐东海（1）、王树众（2）、郭洋（5）	2012	Design of the first pilot scale plant of China for supercritical water oxidation of sewage sludge	附件 1
6	专著合著	王树众（1）、徐东海（2）、郭洋（3）、王玉珍（5）、李艳辉（9）	2019	Supercritical water processing technologies for environment, energy and nanomaterial application	附件 1
7	共同获奖	王树众（1）、徐东海（2）、郭洋（3）、李艳辉（4）、杨健乔（5）	2021-02	有机污染物超临界水氧化处理的应用基础研究（获“陕西高等学校科学技术奖一等奖”）	其他附件 6
8	共同获奖	王树众（1）、徐东海（2）、郭洋（3）	2017-07	城市污泥/高浓度难降解有机废水超临界水氧化关键技术及系统集成（获“2017 年陕西省科技工作者创新创业大赛金奖”）	其他附件 13
9	共同获奖	王树众（1）、徐东海（4）	2014-11	带牺牲内衬的折流罐式超临界水处理反应器（获“国际发明博览会金奖”）	其他附件 14
10	共同获奖	王树众（1）、徐东海（2）	2018-12	高含盐有机废水的超临界水氧化处理系统（获“中国专利优秀奖”）	其他附件 15
11	共同知识产权	王树众（1）、李艳辉（6）	2016-03	Intermediate medium heat exchanging device for supercritical water oxidation	其他附件 18

				system	
12	共同知识产权	王树众（1）、杨健乔（2）、李艳辉（5）	2016-03	Near-zero-release treatment system and method for high concentrated organic wastewater	其他附件 19
13	共同知识产权	王树众（1）、徐东海（2）、郭洋（4）	2009-05	废有机物的超临界水处理用逆流罐式反应装置	其他附件 20