



附表 1

完成人合作关系说明

本项目完成人及工作单位包括：李霄云、张金龙、王悦、刘伊凡（陕西师范大学），郑浩、赵建（中国海洋大学）。项目主要完成人围绕新污染物的界面行为及环境效应开展了长期的合作研究，并通过共同发表代表性论文和合作申报项目形成了明确、连续的合作关系。

项目第一完成人李霄云长期从事新污染物与碳基材料界面吸附机制研究，前期通过代表性论文 1 和 2 提出并验证了电荷辅助氢键在可离子化新污染物吸附过程中的重要作用。在此基础上，李霄云与第二完成人郑浩、第四完成人张金龙、第五完成人王悦和第六完成人刘伊凡进一步开展合作研究，共同完成代表性论文 3，通过¹H-NMR、ATR-FTIR 及 DFT 计算等手段获得了 CAHB 形成的直接光谱学证据，并深化了对同核和异核 CAHB 作用机制的认识。代表性论文 3 的作者名单中明确包括李霄云、张金龙、郑浩、李霄云、刘伊凡和王悦，可直接证明上述合作关系。

第二完成人郑浩与第三完成人赵建长期围绕生物炭和新污染物的环境行为开展合作。二人合作申报了国家自然科学基金“海洋生物质类生物炭对近海典型抗生素环境行为的影响及作用机制”，并合作完成了代表性论文 5，研究不同热解温度生物炭对磺胺甲噁唑的吸附行为，揭示热解温度、生物炭无机组分及 CAHB 等对抗生素吸附的调控作用；该论文作者中郑浩为第一作者，赵建为共同作者。

在上述研究基础上，第一完成人李霄云、第二完成人郑浩和第三完成人赵建进一步合作完成代表性论文 4，将 CAHB 机制拓展至海藻源生物炭及海洋环境中抗生素污染修复研究，系统揭示了富氧官能团的生物炭通过 CAHB 作用显著提升了对抗生素类污染物的吸附和固持效应，为建立基于抗生素污染吸附阻控和原位修复的生物炭高效吸附材料技术提供了理论和技术支撑。该论文作者名单中同时包括郑浩、李霄云和赵建，可直接证明三位完成人之间的合作关系。

综上，本项目形成了以李霄云、郑浩教授为主要学术合作纽带，陕西师范大学与中国海洋大学研究平台优势互补的合作研究体系：由新污染物界面吸附行为



中 CAHB 作用的发现和机制验证，首次获得其形成的直接光谱学证据获取，逐步拓展至基于 CAHB 的新污染物防控策略构建，形成了具有系统性的合作科学研究体系。

第一完成人签名：李霄云

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	共同开展科研并发表论文	李霄云/1, 郑浩/2, 张金龙/4, 王悦/5, 刘伊凡/6	2022 年	Direct spectroscopic evidence for charge-assisted hydrogen-bond formation between ionizable organic chemicals and carbonaceous materials	见 附 件 1-3 (代 表 性 成 果 3)
2	共同开展科研并发表论文	李霄云/1, 郑浩/2, 赵建/3	2022 年	Characteristics of algae-derived biochars and their sorption and remediation performance for sulfamethoxazole in marine	见 附 件 1-4 (代 表 性 成 果 4)
3	共同开展科研并发表论文	郑浩/2, 赵建/3	2013 年	Sorption of antibiotic sulfamethoxazole varies with biochars produced at different temperatures	见 附 件 1-5 (代 表 性 成 果 5)

承诺：本人作为项目第一完成人，对本项目完成人合作关系及上述内容的真实性负责，特此声明。

第一完成人签名：李霄云