



附表 1

完成人合作关系说明

本项目全部完成人均均为陕西延长石油压裂材料有限公司在职人员。在第一完成人高荣升（排名 1）的统一统筹组织下，组建了职责清晰、协同联动的研发-产业化实施团队。各完成人按照岗位职责分模块开展工作，同时跨岗位开展密切协作，从实验室研发、中试放大、生产线建设、质量体系构建、现场应用推广到科技成果申报全流程保持连贯稳定的合作关系，保障项目各项工作有序落地。

为攻克超低密度陶粒压裂支撑剂关键技术，实现技术成果规模化产业转化，高荣升（排名 1）担任项目总负责人，全面负责项目整体组织管理、资源调配、知识产权布局以及科技奖励申报统筹工作；齐刚（排名 2）作为技术总协调人，牵头完成项目整体技术方案的规划与设计。曹义平（排名 3）、赵爽（排名 4）、孟宪锋（排名 5）、张向辉（排名 6）、梁延龙（排名 7）构成技术工艺研发与生产实施小组，分工协作开展配方研发、室内工艺试验、中试迭代优化以及产线调试等工作；段清胜（排名 8）重点负责市场对接、气田现场试验组织与现场应用技术服务；成如意（排名 9）承担项目综合管理、行政后勤保障，同步参与各类成果材料的整理编制。项目实施全过程中，第一完成人与其他成员密切协同，各完成人之间也开展大量平行工作与交叉配合，合力推进各阶段任务实施。

项目自 2022 年启动研发，高荣升、齐刚、曹义平、赵爽、孟宪锋、张向辉、梁延龙等人共同开展立项论证与技术攻关，分工完成材料配方筛选、工艺条件摸索等试验任务，联合攻克“四针状氧化锌-碳纤维复合增强”“镁钛-固废复合”两大技术路线的小试配方与工艺关键瓶颈。

进入中试放大与工业化衔接阶段，齐刚牵头，曹义平、赵爽、孟宪锋、张向辉、梁延龙协同开展系列中试试验，将实验室小试成果转化适配工业化生产工艺参数，解决工艺放大带来的工程技术难题。在年产 8.5 万吨智能化生产线建设及调试阶段，由高荣升、齐刚总体统筹推进，曹义平、赵爽、孟宪锋、张向辉、梁延龙负责设备安装调试、试生产工艺优化；段清胜同步对接产品后期现场应用需求，多方协同破解实验室技术向大规模工业生产转化的系列工程问题，建成国内首条年产 8.5 万吨超低密度陶粒压裂支撑剂智能化生产线。齐刚联合曹义平、赵爽、张向辉共同参与标准体系建设，搭建原材料、半成品、成品全流程质量管控体系，编制并发布企业技术标准。

产品现场应用阶段，段清胜牵头组织，孟宪锋、张向辉、梁延龙、成如意配合开展产业对接与市场推广，深入各采气厂开展技术交流，收集现场应用反馈意见，依据现场使用情况反向指导产品迭代改进。

在成果凝练与奖励申报阶段，高荣升牵头，赵爽、成如意共同完成技术成果梳理、申报材料编制工作。项目全周期内，高荣升、齐刚、成如意相互配



四川省科学技术奖励工作办公室

合，为研发、中试、生产、市场各环节提供资源协调、行政管理及后勤保障支撑。

经全体完成人长期、多维度协同攻关，项目累计取得 4 项核心发明专利、45 项实用新型专利、3 项软件著作权，编制发布企业技术标准，建成智能化专用生产线；产品在延长石油气田实现规模化应用，累计应用量超 26 万吨，取得显著的经济效益与社会效益。本项目取得的各项成效，是全体完成人跨岗位、多形式紧密协作的成果。

第一完成人签名：

高东升

2026年度提名书正式版本



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	合作起始时间	合作完成时间	合作成果	证明材料
1	共同立 项、 共同 知识 产权	高荣升(1)、齐 刚(2)、曹义平 (3)、孟宪锋 (5)、梁延龙 (7)、段清胜(8)	2022. 01	2023. 12	一种掺杂四针状氧化锌的超 低密陶粒压裂支撑剂及其制 备方法	专利文本（对应附 件专利）
2	共同立 项、 共同 知识 产权	高荣升(1)、齐 刚(2)、曹义平 (3)、孟宪锋 (5)、成如意(9)	2022. 01	2024. 06	一种镁钛型超低密陶粒砂支 撑剂的制备方法	专利文本（对应附 件专利）
3	共同 知识 产权	高荣升(1)、齐 刚(2)、曹义平 (3)、赵爽 (4)、孟宪锋 (5)、段清胜(8)	2022. 01	2023. 12	一种陶粒砂的成品质量自动 检测方法	专利文本（对应附 件专利）
4	共同 知识 产权	齐刚(2)、曹义 平(3)、赵爽 (4)、孟宪锋 (5)、张向辉 (6)、梁延龙(7)	2022. 01	2024. 06	一种陶粒砂半成品取样检 测方法	专利文本（对应附 件专利）
5	共同 知识 产权	高荣升（1）、 齐刚（排名 2）、曹义平 （3）、赵爽 （4）、孟宪锋 （5）、张向辉 （排名6）、梁 延龙（7）、段 清胜（8）、成 如意（9）	2022. 01	2022. 06	陶粒砂生产管理系统	软著证书（对应附 件）
6	共同 知识 产权	高荣升（1）、 齐刚（排名 2）、曹义平 （3）、赵爽 （4）、孟宪锋	2022. 01	2022. 06	物资管理系统	软著证书（对应附 件）



		(5)、张向辉 (排名6)、梁 延龙(7)、段 清胜(8)、成 如意(9)				
7	共同 知识 产权	高荣升(1)、 齐刚(排名 2)、曹义平 (3)、赵爽 (4)、孟宪锋 (5)、张向辉 (排名6)、梁 延龙(7)、段 清胜(8)、成 如意(9)	2022. 01	2022. 06	陶粒砂研发检验管理系统	软著证书(对应附 件)
8	共同 知识 产权	曹义平(3)、赵 爽(4)、张向辉 (6)	2022. 07	2022. 06	用于制造陶粒砂的稳定水压 系统	实用新型专利(对 应附件专利)
9	共同 知识 产权	曹义平(3)、赵 爽(4)、张向辉 (6)	2022. 07	2022. 08	物料下降防损装置	实用新型专利(对 应附件专利)
10	共同 知识 产权	曹义平(3)、赵 爽(4)、张向辉 (6)	2022. 07	2022. 09	物料平铺型筛分收集装置	实用新型专利(对 应附件专利)
11	共同 知识 产权	高荣升(1)、齐 刚(2)、曹义平 (3)、赵爽(4)、 孟宪锋(5)、张 向辉(6)、梁延 龙(7)、段清胜 (8)	2022. 06	2023. 12	陶粒砂小样试制系统	软件著作权(对应 附件证书)
12	共同 知识 产权	高荣升(1)、齐 刚(2)、曹义平 (3)、赵爽(4)、 孟宪锋(5)、张 向辉(6)、梁延 龙(7)、段清胜 (8)	2022. 06	2023. 12	一种陶粒砂降浊系统	软件著作权(对应 附件证书)
13	共同 知识 产权	高荣升(1)、齐 刚(2)、曹义平 (3)、赵爽(4)、 孟宪锋(5)、张 向辉(6)、梁延 龙(7)、段清胜	2022. 06	2023. 12	颗粒物料下料输料装置	实用新型专利; 未 列入附件



		(8)				
14	共同参与制定标准规范	齐刚(2)、曹义平(3)、赵爽(4)、张向辉(6)	2022.05	2024.06	陕西延长石油压裂材料有限公司超低密陶粒砂企业技术标准	企业标准，未列入附件
15	共同知识产权	段清胜(8)、孟宪锋(5)、张向辉(6)、梁延龙(7)、成如意(9)	2022.11	至今	水蒸汽集中排放装置	未列入附件
16	产业应用	段清胜(8)、孟宪锋(5)、张向辉(6)、梁延龙(7)、成如意(9)	2022.11	至今	超低密陶粒压裂支撑剂气田现场应用	销售合同、应用证明；
17	成果总结申报	高荣升(1)、赵爽(4)、成如意(9)	2024.01	2024.12	两化融合体系认证	两化融合体系认证证书。
18	成果总结申报	高荣升(1)、赵爽(4)、成如意(9)	2023.01	2024.12	延长集团特殊贡献奖	产能报告、延长集团特殊贡献奖；未列入附件。

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：高荣升