



附表 1

完成人合作关系说明

本项目《跨国超长距原油管线无人机空天地一体化智能巡检工程系统》由西安天茂智能科技有限公司牵头，联合精景慧城科技（西安）有限公司（西安天茂智能科技有限公司控股子公司，属同一研发团队）、中国石油管道局工程有限公司（由中国石油管道局工程有限公司管道投产运行分公司具体实施）、陕西科技大学共同完成。第一完成人张愈与芦澍、欧阳小虎、杜照然、刘伟峰、林沁、余翠共 7 位完成人围绕本项目长期合作、联合攻关，其中第五完成人刘伟峰自 2025 年 11 月起正式签约加入产学研合作（前期友情参与作为本项目技术理论咨询专家），其余完成人自 2024 年 3 月起合作至今。各完成人合作方式、合作成果及佐证材料说明如下：

1、第一完成人张愈与第六完成人林沁，作为共同发明人完成 3 项发明专利：发明专利“一种无人机巡检图像融合方法及系统”（ZL 2025 1 1277782.8，主要知识产权目录第 1 项成果）、发明专利“基于多源信息融合的无人机通信终端监管方法”（ZL 2025 1 1311136.9，主要知识产权目录第 2 项成果）、发明专利“一种基于无人机航拍的油气设施故障诊断方法”（ZL 2025 1 1224344.5，主要知识产权目录第 3 项成果）。上述专利由西安天茂智能科技有限公司牵头的研发团队（含控股子公司精景慧城）合作完成，张愈、林沁为企业方核心发明人；第七完成人余翠作为企业研发团队主要成员，参与项目运营管理、统筹协调、应用推广及知识产权布局支撑等工作。佐证材料见主要知识产权目录第 1、2、3 项成果。

2、第一完成人张愈与第二完成人芦澍自本项目应用推广期间（2024 年 3 月）起，围绕尼贝管道巡检业务需求开展技术研讨与现场技术指导交流，并于 2025 年 7 月与 2026 年 3 月分别签订《技术服务合同》（合同编号：GDJGC-TYGS-2025-JS-1254、GDJGC-TYGS-2026-JS-98）固化产业合作关系。西安天茂智能科技有限公司与中国石油管道局工程有限公司围绕尼日尔-贝宁原油管道（尼贝管道）等跨国超长距原油管线无人机巡检业务开展联合研发、现场测试验证与工程实施，形成稳定的产业合作关系。佐证材料见附件 1-9、1-10（其中



对应的技术服务合同关键页复印件）。

3、第三完成人欧阳小虎、第四完成人杜照然作为中国石油管道局工程有限公司方主要完成人员，自 2024 年 3 月起承担尼贝管道无人机巡检现场技术支持工作。其中，欧阳小虎、杜照然负责尼贝管道现场调试运行技术支持（佐证材料见附件 2-17、附件 2-18 现场调试运行记录）；欧阳小虎、杜照然与第六完成人林沁共同负责项目现场维保技术支持（佐证材料见附件 2-19、附件 2-20 现场维保记录）。

4、第一完成人张愈与第五完成人刘伟峰（陕西科技大学）自 2025 年 11 月正式签约合作协议，结合前期项目参与经验（友情参与技术理论指导，未列入合作关系佐证），重点围绕多模态感知、图像融合、目标跟踪等关键技术开展产学研合作。双方以陕西省创新能力支撑计划项目“多源异构无人机智能管控平台研发”（项目编号：2026GH-KJFZ-015）及《陕西省“科技副总”三方合作协议》为载体持续推进关键技术攻关；合作期间，张愈、刘伟峰作为共同发明人申请发明专利《一种空天地多终端智能数据融合处理系统及方法》（申请号：202611149341.4，已受理）。佐证材料见附件 2-22（三方合作协议关键页复印件）、附件 2-21（联合研发项目截图）。

5、全体 7 位完成人共同参与本项目研究，共同完成陕西省科技成果登记（登记号：9612026Y1745），7 人均列名为同一项科技成果的完成人。佐证材料见必备附件 5（科技成果登记证书）。

6、第二完成人芦澍、第三完成人欧阳小虎、第四完成人杜照然作为主要起草人参与编团体标准《油气管道无人机安防技术规范》（T/CI 1557—2026，中国国际科技促进会 2026 年 6 月 10 日发布并实施），该标准填补了国内油气管道领域无人机安防系统性技术标准的空白。

7、第一完成人张愈、第二完成人芦澍、第三完成人欧阳小虎、第四完成人杜照然、第六完成人林沁、第七完成人余翠共同编制项目应用技术文件《尼贝管道尼日尔段全天时无人机巡检方案》（文件编号：TM-NB-FA-2025-01），该方案由西安天茂智能科技有限公司、精景慧城科技（西安）有限公司编制，中国石油管道局工程有限公司管道投产运行分公司参与确认，于 2025 年 1 月 24 日编制完



成、2025年3月12日发布。佐证材料见附件2-14、附件2-15、附件2-16（方案封面、附表一《编制人员明细一览表》、附表二《编制单位及参与单位确认页》复印件）。

8、各完成人在本项目中的分工与贡献：张愈作为项目第一完成人和总体负责人，全面负责项目总体方案设计与技术路线制定，主持通信系统、管控平台总体架构设计与知识产权布局等工作；芦澍作为中国石油管道局工程有限公司方主要负责人，统筹海外工程需求梳理与现场测试验证的组织实施；欧阳小虎、杜照然作为管道局方主要完成人员，负责现场工况验证、海外工程需求对接与工程实施落地，提供真实管线业务应用场景；刘伟峰作为陕西科技大学科研人员，主持多模态感知、图像融合、目标跟踪等关键技术研究；林沁作为企业方主要完成人员，参与通信系统、硬件终端、管控平台研发、系统集成与知识产权布局等工作；余翠作为企业方主要完成人员，参与项目管线部署优化、统筹协调、运营管理、应用推广与效益统计等工作。

9、本项目组是一个团结合作的科研团队，四家完成单位通过“技术合同—联合研发—联合知识产权—共同编制技术文件—团体标准协同—共同成果登记—现场联合测试”形成了稳定的产学研用协同机制。各主要完成人长期合作、优势互补、联合攻关，取得了包括3项授权发明专利在内的一系列创新性成果，为确保项目成功实施、成果应用推广以及综合效益显著发挥作出了贡献。全部完成人均知晓并同意本项目申报2026年度陕西省科学技术进步奖，无同时参与本年度其他陕西省科学技术奖提名项目的情况。

特此说明。

第一完成人签名：

张愈



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	共同知 识产权 (发明 专利)	张 愈 (1)、林 沁(6)	2024.3	2026.4	发明专利“一种无人机巡 检图像融合方法及系统” (ZL 2025 1 1277782.8)	主要知 识产权目录 第1项成 果
2	共同知 识产权 (发明 专利)	张 愈 (1)、林 沁(6)	2024.3	2026.4	发明专利“基于多源信息 融合的无人机通信终端 监管方法”(ZL 2025 1 1311136.9)	主要知 识产权目录 第2项成 果
3	共同知 识产权 (发明 专利)	张 愈 (1)、林 沁(6)	2024.3	2026.4	发明专利“一种基于无人 机航拍的油气设施故障 诊断方法”(ZL 2025 1 1224344.5)	主要知 识产权目录 第3项成 果
4	产业合 作(技 术服 务合 同)	张 愈 (1)、芦 澍(2)	2024.3	2026.4	技术服务合同，合同编 号： GDJGC-TYGS-2025-JS-12 54、 GDJGC-TYGS-2026-JS-98	附件1-9、 1-10中对 应的技术 服务合同 关键页复 印件
5	技术合 作	欧 阳 小 虎(3)、 杜 照 然 (4)	2024.3	2026.4	尼贝管道现场调试运行技 术支持记录	附件2-17、 2-18 现场 技术指导 记录证明
6	技术合 作	欧 阳 小 虎(3)、 杜 照 然 (4)、林	2024.3	2026.4	项目现场维保技术支持 记录	附件2-19、 2-20 现场 维保记录



		沁(6)				证明
7	产学研合作	张 愈 (1)、刘 伟峰(5)	2025. 1 1	2026. 7	陕西省创新能力支撑计划项目“多源异构无人机智能管控平台研发”(2026GH-KJFZ-015)及三方合作协议	附件2-22: 协议关键 页复印件、 附件2-21: 联合研发 项目截图
8	共同成果登记	张 愈 (1)、芦 澍(2)、 欧 阳 小 虎(3)、 杜 照 然 (4)、刘 伟 峰 (5)、林 沁(6)、 余翠(7)	2024. 3	2026. 4	陕西省科技成果登记(登记号: 9612026Y1745)	必备附件5
9	共同编制项目应用技术文件	张 愈 (1)、芦 澍(2)、 欧 阳 小 虎(3)、 杜 照 然 (4)、林 沁(6)、 余翠(7)	2024. 3	2026. 4	《尼贝管道尼日尔段全天时无人机巡检方案》(文件编号: TM-NB-FA-2025-01)	附件2-14、2-15、2-16: 方案封面、附表一《编制人员明细一览表》、附表二《编制单位及参与单位确认页》
10	团体标	芦 澍	2024. 3	2026. 6	团体标准《油气管道无人	未列入附



	准参编	(2)、欧 阳 小 虎 (3)、杜 照然(4)			机安防技术规范》(T/CI 1557—2026)	件
11	共同知 识产权 (发明 专利)	张 愈 (1)、刘 伟峰(5)	2025. 1 1	2026. 7	发明专利《一种空天地多终 端智能数据融合处理系统 及 方 法 》 (申 请 号 202611149341. 4, 已受理)	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: 张愈