

一、项目名称

复合管材绿色制造关键技术及产业化

二、提名者及提名意见

提名者：陕西省科学技术厅

提名意见：管道是工业生产和国家基础设施建设的关键支撑，每年因腐蚀、磨损、机械破坏等原因导致的失效事故超过 8 万起，年均管材报废量占比高达 12%，造成巨大的经济损失和生态破坏。解决金属管道防腐延寿、废旧利用的重大技术难题，对加快推动我国经济社会发展绿色低碳转型意义重大。2010 年以来，中石油工程材料研究院联合行业主力单位组成产学研用团队，开发出高性能内衬复合管材关键材料及技术体系，突破了标准化的绿色再制造关键技术与装备，以及组建 3 个国际标准工作组并牵头制定 7 项 ISO 国际标准，极大带动了复合管材绿色制造和规模化应用，为我国金属管道的防腐延寿和用旧利废贡献了“绿色方案”。项目制定各类标准 47 项（ISO 国际标准 5 项、国标 21 项）；获授权专利 71 件（发明专利 36 件），产品应用超 3 万公里，覆盖石油、化工、船舶等多个行业。此外，首次在 ISO/TC67 设“绿色低碳”直属工作组、“内衬管材”标准工作组和“非金属管材”标准工作组，引领了国际复合管材技术发展。经专家鉴定项目成果整体达到国际领先，经济、社会和环境效益十分显著，有力支撑我国绿色低碳发展战略，推广应用前景广阔。

推荐该项目为陕西省科技进步一等奖。

三、项目简介

油气行业既是钢铁和能源消耗大户，又是碳排放大户。在我国“双碳”战略目标背景下，加快油气行业绿色低碳转型势在必行。2010 年以来，中石油工程材料研究院联合行业主力单位组成产学研用团队，紧扣国家能源安全与油气装备产业链绿色升级重大需求，聚焦失效占比高（占总失效事故比例 60%以上）、报废率高（年均报废量占比高达 12%）的油气管道绿色制造关键环节，攻克了覆盖高性能内衬复合管材核心材料、绿色工艺、质量控制的全链条原创技术，为油气采输管道的绿色再制造、资源化再利用与长效防腐延寿提供了系统解决方案，并在国际上首次创建了油气工业装备绿色低碳标准体系，推动我国复合管材绿色制造技术迈入国际先进行列，实现了核心技术自主可控与标准体系系统引领，创新成果如下：

（1）攻克耐高温耐高蚀内衬复合管材开发关键技术。攻克耐高蚀陶瓷材料铝热剂、高阻隔超高分子量聚乙烯、耐高温（130℃）高韧性聚苯硫醚、耐高温（120℃）环氧树脂等 4 种内衬用关键材料，为高性能复合管材绿色制造提供了基础原材料。

以金属管材为基材，攻关建立陶瓷、热塑性塑料、复合材料、耐蚀合金等 4 类高性能内衬复合管材与管件技术体系，较金属纯材延寿 5 倍以上，填补高含硫（ $\geq 1\text{MPa}$ ）、耐高温（ $\geq 100^\circ\text{C}$ ）石油管材选材图谱空白，实现了石油管材从钢质管材向复合管材的跨越式发展。创新构建 3 种复合管材连接技术，发明 7 项复合管材实物性能测试评价新技术及试验装备，保障了复合管材“造得出、质量强”。

（2）突破内衬复合管材绿色制造核心技术与装备。提出基于缺陷类型和剩余强度的废旧金属管材定级新方法，建立了分级规范及修复再利用关键流程，形成废旧金属管材定级、分级和再利用标准化做法。攻关建立“微能耗、零排放、无污染”的离心自蔓延陶瓷内衬复合管材绿色再制造技术、高性能热塑性塑料内衬缩径贴合技术、复合材料基体增韧及内衬钢管界面强化技术，比制造新钢管节能 93%、节水 98%、减排 CO_2 99%。攻克了 6m 以上内衬复合管材制造的世界难题，在国内外率先实现了长度 12m、直线度 0.1% 内衬复合管材的产业化推广，保障了废旧金属管材“选得出、用得上”，颠覆性解决了废旧管材再制造再利用重大难题。

（3）国际上构建出油气装备绿色低碳标准体系。创新提出油田设备材料的绿色属性内涵，首次建立绿色制造及低碳排放评估方法，主导发布第 1 项纲领性绿色低碳国际标准 ISO/TS 20790: 2024《油气田设备材料绿色制造和低碳排放指南》。国际上首次构建出涵盖基础通用、碳减排、碳封存、碳替代和碳循环五大重点方向的油气装备绿色低碳标准体系，开创了油气装备绿色制造和低碳发展新领域，抢占了国际标准制高点。打破发达国家的垄断，成功牵头组织加拿大、俄罗斯、美国、法国等 10 余个国家成立 TC67/WG15“绿色低碳”、ISO/TC67/SC5/WG5“内衬套管和油管”和 TC67/SC2/WG32“非金属管”等 3 个国际标准组织（ISO）工作组并担任召集人，主导制定陶瓷内衬油管、热塑性塑料内衬油管、耐蚀合金复合管及管件 4 项 ISO 产品标准，实现我国在石油管材领域建立国际工作组、承担召集人、发布产品标准“零”突破，保障了各类复合管材在国内外“推得出、用得广”。

项目制定发布各类标准 47 项（ISO 国际标准 5 项、国家标准 21 项）；获授权专利 71 件（发明专利 36 件）；出版著作 5 部；发表论文 63 篇（SCI/EI 37 篇）；登记软件著作权 7 项。项目开辟了复合管材及绿色低碳国际标准化新领域，为 ISO 机构建设贡献了“中国智慧”，发布的 5 项 ISO 国际标准被欧洲标准化协会采用，成果获“石油、石化和天然气工业用设备材料及海上结构技术委员会”（ISO/TC67）主席 Kobes Koen 及其套管、油管和钻杆分委会（ISO/TC67/SC5）主席 Naerheim Jakob、管道输送系统分委会（ISO/TC67/SC2）副主席 Qin Changyi 的高度认可，认为：由在陕企业主导成立“绿色低碳”直属工作组并发布全球第 1 项绿色低碳领域纲领性 ISO 国际标准，标志着中国油气工业绿色低碳转型实现从“跟跑”到“领跑”的跨越。

项目成果多次鉴定为国际领先水平，为陕西带来显著的经济效益和环境效益，成为推动区域绿色低碳转型的典型示范。一方面，为陕西泰和源、陕西航天德林、陕西高原吉瑞、宝鸡天联和西安向阳等在陕油气管材制造企业新产品研发和市场推广提

供了直接支撑，近三年新增销售各类复合管材 16000 余公里，为地方经济实现新增收入 19.56 亿元、新增利润 3.03 亿元，有效助推陕西装备制造业向绿色化、高端化转型。另一方面，复合管材产品使用寿命达新钢管的 5 倍以上，为长庆油田、延长油田等在陕油气田企业节约资金 35.69 亿元，极大提升了油气田开发的经济性与安全性。与制造新管相比，近三年实现节能标煤 46.12 万吨，减排 CO₂ 106.72 万吨，节水 293.14 万吨，有力支撑了石油工业绿色、低碳、可持续发展战略落地，为实现陕西省能源产业优化升级和生态文明建设目标作出突出贡献。

四、客观评价

(1) 成果鉴定

对项目成果进行了多次鉴定。主要鉴定意见如下：

1) 《金属陶瓷复合管材绿色制造关键技术及标准化》：胡文瑞、侯保荣、袁晴棠、刘合、向巧院士和汤万金、侯玲林、汪滨、陶岚、裴丽梅、董瑞林专家认为“……标准体系完善，成果得到规模化应用，经济和社会效益显著，应用前景十分广阔。……该成果总体达到国际领先水平”。

2) 《油气复合管材绿色制造关键技术及标准化》：王华明院士、陈朝阳、王献昉等专家认为“……该成果在石油天然气行业新材料及先进制造领域整体达到国际先进水平；在复合管材耐高温耐高蚀特性方面达到国际领先水平”。

3) 《非金属内衬防腐管材绿色制造技术开发及标准化》：侯保荣院士、汤万金、门永锋等专家认为“……该成果经济效益、社会效益、生态环境效益显著，具有良好的应用前景。……该成果整体达到国际领先水平”。

表1 本项目成果鉴定情况

成果名称	鉴定时间	组织鉴定部门	鉴定结论
金属陶瓷复合管材绿色制造关键技术及标准化	2020.01.07	中国石油科技评估中心	国际领先
油气复合管材绿色制造关键技术及标准化	2024.08.27	新疆维吾尔自治区科技发展战略研究院	整体国际先进，部分国际领先
非金属内衬防腐管材绿色制造技术开发及标准化	2024.12.31	吉林省创新方法研究会	国际领先

(2) 科技查新

2025 年 7 月 18 日，中国化工信息中心有限公司针对《复合管材绿色制造关键技术研究及产业化》项目成果进行了科技查新。综合分析检索的国内外专利及非专利相关文献，并与委托项目的查新点进行对比分析如下：

“……当前国内外针对金属陶瓷复合管材的研究大多围绕单一组分或几种组分添加剂对制备的金属陶瓷层性能的影响，并未形成规范化、体系化的制造工艺技术，热塑性塑料耐温低、介质适用性差。而查新项目开发出 Al₂O₃ 陶瓷层材料、改性超高

分子量聚乙烯、油气用 PPS 管材专用料和耐高温复合材料树脂体系，构建出无机非金属材料、高分子聚合物、复合材料和耐蚀合金等四类高性能复合管材技术体系。”

“.....当前国内外制造金属陶瓷复合管材的装备大多采用型筒式结构，但制造的管材长度最长为 5.5m，热塑性塑料内衬管以聚烯烃材料为主，复合材料内衬管耐温低、冶金复合管结合强度低。而查新项目在国际上首次研制出 12m 长、直线度 0.1% 金属陶瓷复合管材绿色制造成套装备，并实现 12m 长管材的产业化制造和规模化应用，开发出特种工程塑料内衬管材、耐 120℃ 复合材料内衬管及高结合强度无缝冶金复合管。”

“.....当前国内外对金属陶瓷材料及金属陶瓷复合管材、热塑性塑料复合管材、复合材料复合管材和冶金复合管材性能的测试基本采用小块试样在实验室内进行表征评价，并未建立明确的性能指标参数，导致国外目前无相关标准，国内标准性能指标极为简单。查新项目开发出系列化实物管材性能评价新技术，实现了由小样品测试到实物管材再到全尺寸管材的评价，并确定了各项关键性能指标参数，以此为基础制定了系列化完善的标准，研究确定了陶瓷内衬复合管、热塑性塑料内衬复合管、复合材料内衬复合管和耐蚀合金内覆复合管的关键性能指标，引领内衬管材国内及国际标准化发展。”

查新结果表明：除课题组人员发表的文献外，国内外未见其它与该项目技术特点相符的中外文献的报道。

（3）重要科技奖励

（1）2022 年，中国质量协会质量技术奖，一等奖，废旧金属石油管材绿色再制造质量控制技术研究及应用，证书编号：ZJ2022-1-06。

（2）2025 年，中国腐蚀与防护学会科技进步奖，一等奖，非金属材料内衬防腐油管技术开发及应用，证书编号：2024-KJ-1-099。

五、应用情况和效益

1. 应用情况

通过十余年技术攻关与现场应用优化，本项目形成了陶瓷内衬、塑料内衬、复合材料内衬及冶金双金属复合管材等四种新型内衬复合管制造技术及相关产品，已在吉林油田、大庆油田、辽河油田、中石化东北局、长庆油田、延长油田、新疆油田、塔里木油田、吐哈油田、中石化西北局等油田的注水、采油领域进行了大量推广应用，也在矿山机械、远洋船舶、炼油化工以及国防建设中的水面舰艇、水下潜艇等多类型管材领域得到应用，平均服役寿命是常规钢质新管材的 5 倍以上，近三年共销售复合及再制造管材 13295 公里，约 13.3 万吨。

与此同时，油气复合管材绿色制造标准通过开展系统的试验研究和研制，确定了产品的强度、理化性能、长期服役性能等关键指标，得到了国际和国内专家的一致认

可，填补了国内相应复合管材产品空白，显著促进了复合管材在国内的规范化、规模化应用。以上标准的制定为内衬管材料的选择、腐蚀控制、产品制造、检验试验、施工及验收提供了可靠的技术保障，有效解决高性能防腐内衬管材制造和应用过程中存在的内衬材料类型多样、内衬工艺复杂迥异、管材性能差异显著、用户选择应用困难等一系列关键难题，为油田各用户使用该类产品明确了选材、检验、施工与验收。开发的绿色再制造技术可推广于多领域、各类型废旧金属管材的再制造再利用，符合我国绿色、低碳、可持续发展策略，归属于国家重点支持的高新技术领域，制定的国际标准将促进产品在国际上、特别是“一带一路”国家的应用，预期推广应用前景十分广阔，主要应用单位情况如下表所示。

主要应用单位情况表					
序号	单位名称	应用技术	应用对象及规模	应用起止时间	单位联系人/电话
1	陕西泰和源石油工程技术有限公司	热塑性塑料内衬复合管技术及标准	管材制造与销售	2023 年~2025 年	任华 /15929319876
2	中国石油天然气股份有限公司长庆油田分公司	高性能内衬复合管产品及标准	复合管现场应用	2023 年~2025 年	周佩/13474367115
3	宝鸡天联汇通复合材料有限公司	热塑性塑料内衬复合管技术及标准	管材制造与销售	2023 年~2025 年	贾康康/ 18691712181
4	西安斯通管业有限公司	热塑性塑料内衬复合管技术及标准	管材制造与销售	2023 年~2025 年	黄昌会 /13379299401
5	西安向阳航天材料股份有限公司	耐蚀合金内衬复合管技术及标准	管材制造与销售	2023 年~2025 年	吴泽 /13572927253
6	新疆中油管业工程有限公司	复合材料内衬复合管技术	复合管线管制造	2023 年~2025 年	毛彦斌 /13579419787
7	吉林省大多天盛金属陶瓷技术有限公司	陶瓷内衬复合管技术	管材制造与销售	2023 年~2025 年	杜春宇 /18004389796

2. 经济效益和社会效益

（一）经济效益：

制定的复合管材相关标准、开发的复合管材检测评价体系、提出的复合管材关键性能指标等研究成果，大幅提升了陶瓷内衬、塑料内衬、复合材料内衬及双金属管材制造工艺体系，确定了内衬管材关键性能指标参数，提升了技术水平。近三年共销售复合及再制造管材 13295 千米，约 13.3 万吨，可实现节能 46.12 万吨标准煤，减排二氧化碳 106.72 万吨，节约新水 293.14 万吨，新增产值 19.56 亿元，新增利润 3.03 亿元，经济效益显著。此外，复合管材寿命达到普通新钢管 5 倍以上，应用 13295 公里复合管材相当于节约 4×13295 公里新管材，相当于节约资金 35.69 亿元。

（二）社会效益：

在充分调研国内油气田用复合管材绿色制造现状的基础上，针对现有标准的缺失，牵头组织油田、企业和科研单位等各领域的国内外知名学者专家，成功制定了 47 项标准。其中，国际 ISO 标准 5 项，国家标准 21 项，行业和团体标准 15 项，建立了较为全面的油气复合管材绿色制造关键技术及标准化体系，有效解决了油气复合管材无标可依的情况，引领了多行业的标准化发展；国际标准 ISO/PAS 24565、ISO 24139-1、ISO 24139-2 和 ISO/PAS 16846 的制定和成功发布，标志着我国油气田用复合管材技术在国际上走向引领，有效推动了我国复合管材生产与应用技术进步，打破了该领域国际标准制定的封锁。

制造内衬管材比制造新钢管节能 90%（生产新管材耗能 929.12kg 标准煤/吨，内衬管材耗能 71.52kg 标准煤/吨），减排二氧化碳(2 吨/吨钢)100%，节约新水 5.5 吨/吨钢。项目近三年推广应用约 13.3 万吨的内衬油管、管线管产品，可实现节能 46.12 万吨标准煤，减排二氧化碳 106.72 万吨，节约新水 293.14 万吨,社会及环境效益十分显著。

培养了一批创新性人才和研究、制造团队，实现了科技成果产业化，推动了冶金、机械、制造等行业进步，产生显著的社会效益。

六、主要知识产权证明目录（限 10 条）

序号	知识产权类别	具体名称	国家	授权号（标准编号、论文年卷页）	授权日期	证书编号（标准批准发布部门、期刊名）	权利人（标准起草单位、论文发表单位）	发明人（标准起草人、论文作者）
1	发明专利	一种带密封扣压接头的热塑性塑料复合管及制作方法	中国	ZL201711037658.X	2023.8.25	第 6273204 号	中国石油集团工程材料研究院有限公司；江苏赛尔超高压特种管业有限公司	李厚补；戚东涛；吴河山；秦鹏
2	发明专利	油气输送用热塑性塑料管材径向屈曲和坍塌压力测试方法	中国	ZL202110938341.3	2025.6.24	第 8025542 号	中国石油天然气集团公司；中国石油天然气集团公司管材研究所	李厚补；张学敏；孔鲁诗；齐国权；丁晗；戚东涛
3	发明专利	10 米长陶瓷内衬复合油管的制造方法及专用离心机	中国	ZL200710055681.1	2009.7.1	第 517521 号	松原大多油田配套产业有限公司	杨永利
4	发明专利	一种氨基化氧化石墨烯/高密度聚乙烯纳米复合膜及其制备方法	中国	ZL201410635150.X	2017.01.11	第 2341991 号	中国石油天然气集团公司；中国石油天然气集团公司管材研究所	李厚补；张学敏；戚东涛；任鹏刚；蔡雪华；张华
5	发明专利	一种井下用纤维缠绕	中国	ZL201210269513.3	2014.12.17	第 1547494	新疆中石油管业工	张彦成；王康

		增强热固性树脂管道				号	程有限公司	军；张耀峰；魏军；刘宏峰；孔祥文；下海斌；张同心；孙杰；朱树兵
6	发明专利	一种输油管道的加工设备及其加工方法	中国	ZL202410780515.1	2024.8.16	第 7298703 号	吉林省大多天盛金属陶瓷技术有限公司	杨永利；王守泽；王鑫；苏秀婷；梁国强；滕家飞
7	国际标准	Petroleum and natural gas industries — Ceramic lined tubing	国际	ISO/PAS 24565:2022	2022.1.1	国际标准化组织 ISO	中国石油集团工程材料研究院有限公司、吉林省大多天盛金属陶瓷技术有限公司、中国建材检验认证集团淄博有限公司、北京科技大学、西安三环石油管材科技有限公司	李厚补、戚东涛、齐国权、徐婷、魏斌、许晓锋、孔鲁诗、李磊、魏军、丁晗、杨永利、王守泽、王鑫、梁国强、吴萍、林涛、黄磊
8	国际标准	Petroleum and natural gas industries — Corrosion resistant alloy clad bends and fittings for pipeline	国际	ISO 24139-1:2022	2022.11.1	国际标准化组织 ISO	中国石油集团工程材料研究院有限公司、中国石油技术开发有限公司、新疆中石油管业工程	魏斌、许晓锋、李为卫、李炎华、韩燕、方伟、李发根、李厚补、张华、刘

		transportation system — Part 1: Clad bends					有限公司、西安三 环石油管材科技有 限公司	建彬、戚东涛、 吕华、张立、丁 楠、魏军
9	国际标准	Oil and gas industries including lower carbon energy — Guidelines for green manufacturing and lower carbon emission of oil and gas- field equipment and materials	国际	ISO/TS 20790:2024	2024.10.1	国际标准化 组织 ISO	中国石油集团工程 材料研究院有限公 司、中国石油天然 气股份有限公司长 庆油田分公司、宝 鸡石油机械有限责 任公司、中国石油 集团济柴动力有限 公司、中国石油天 然气股份有限公司 勘探开发研究院、 宝山钢铁股份有限 公司、中国有油集 团渤海石油装备制 造有限公司、山东 大学	许晓锋、秦长 毅、李炎华、吕 华、陈心怡、张 华、徐婷
10	国家标准	热塑性塑料内衬油管	中国	GB/T 44317-2024	2024.8.23	国家市场监 督管理总局 国家标准化 管理委员会	中国石油集团工程 材料研究院有限公 司、东营市科创石 油装备有限公司、 陕西泰	李厚补、丁秀 亮、张学敏、汪 勇、谭川江、刘 广胜、赵密锋、 甘庆明、杨海

							和源石油工程技术 有限公司、中国石 油天然气股份有 限公司塔里木油 田分公司、中国 石油天然气股份 有限公司长庆油 田分公司、长安 大学、胜利油田 胜机石油装备有 限公司、中国石 油天然气股份有 限公司辽阳石化 分公司	涛、冯学光、孔 鲁诗、鲁于磊、 张喜庆、朱文 峰、蔡雪华、王 泽新、李振忠、 方伟、徐婷、赵 晶
--	--	--	--	--	--	--	--	--

七、主要完成人情况表

完成人	排名	行政职务	技术职称	工作单位	完成单位	对本项目贡献
李厚朴	1	所长	正高级工程师	中国石油集团工程材料研究院有限公司	中国石油集团工程材料研究院有限公司	创新成果 1、创新成果 2 和创新成果 3 均有突出贡献，作为项目负责人，统筹和把关科研攻关、生产制造、现场应用与标准化，特别是突破了陶瓷内衬和热塑性塑料内衬两类复合油管技术，牵头组建“内衬管材”非金属管材国际标准工作组。
戚东涛	2	副总经理	正高级工程师	中国石油集团工程材料研究院有限公司	中国石油集团工程材料研究院有限公司	创新成果 1 和创新成果 3 均有突出贡献，作为项目主要完成人，开展了新型陶瓷内衬材料、热塑性塑料内衬材料和耐高温复合材料等新材料研发，牵头组建“非金属管材”国际标准工作组。
齐国权	3	副总经理	正高级工程师	新疆中石油管业工程有限公司	新疆中石油管业工程有限公司	创新成果 2 和创新成果 3 有突出贡献，作为项目主要完成人，开展了陶瓷、热塑性塑料和复合材料等内衬复合管成型制造和接头设计研究，深度参与陶瓷内衬油管和热塑性塑料内衬油管国际标准制定。
汪勇	4	总经理	高级工程师	陕西泰和源石油工程技术有限公司	陕西泰和源石油工程技术有限公司	创新成果 2 和创新成果 3 有突出贡献，作为项目主要完成人，开展了热塑性塑料内衬复合管成型制造和接头设计研究，深度参与热塑性塑料内衬油管国际和国家标准制定。
王守	5	总经理	高级工程师	吉林省大多天盛金	吉林省大多天盛金属陶	创新成果 2 和创新成果 3 有重要贡献，作为项目主要完成人，研制

泽				属陶瓷技术有限公司	瓷技术有限公司	出新型氧化铝基隔瓷材料体系，攻关建立多种冷却方组合的缓冷模式，研究确定金属陶瓷复合管材的生产工艺参数数据库，参与陶瓷内衬油管国际标准制定。
魏斌	6	无	正高级工程师	中国石油集团工程材料研究院有限公司	中国石油集团工程材料研究院有限公司	创新成果1和创新成果3有重要贡献，作为项目主要完成人，开展了冶金双金属复合管内衬新材料开发、关键性能指标确定和标准化研究，主持制定了两项双金属复合管件国际标准制定。
杨永利	7	董事长	高级工程师	吉林省大多天盛金属陶瓷技术有限公司	吉林省大多天盛金属陶瓷技术有限公司	创新成果2和创新成果3有重要贡献，作为项目主要完成人，开展了陶瓷内衬复合管材技术体系的设计与关键节点技术把关，完成离心自蔓延绿色制造陶瓷内衬油管技术及陶瓷内衬复合管材的成果转化和推广应用，参与陶瓷内衬油管国际标准制定。
徐婷	8	无	正高级工程师	中国石油集团工程材料研究院有限公司	中国石油集团工程材料研究院有限公司	创新成果3有突出贡献，作为项目主要完成人，主要负责陶瓷内衬油管和热塑性塑料油管关键技术指标和标准化工作，组织构建“内衬管材”和“非金属管材”两项国际标准工作组，深度参与陶瓷内衬油管、热塑性塑料内衬油管和绿色低碳三项国际标准制定。
李磊	9	无	高级工程师	中国石油集团工程材料研究院有限公司	中国石油集团工程材料研究院有限公司	创新成果1和创新成果3有重要贡献，作为项目主要完成人，参与了新型陶瓷内衬材料、热塑性塑料内衬材料和耐高温复合材料等新材料研发，开展了冶金双金属复合管性能试验评价，参与了陶瓷内衬油管和热塑性塑料内衬油管两项国际标准制定。

许晓锋	10	无	高级工程师	中国石油集团工程材料研究院有限公司	中国石油集团工程材料研究院有限公司	创新成果 3 有突出贡献，作为项目主要完成人，主要负责油气田设备材料绿色低碳国际标准化工作，牵头组建“绿色低碳”国际标准化工作组，深度参与陶瓷内衬油管、冶金双金属复合管和绿色低碳等四项国际标准制定。
魏军	11	副总经理	高级工程师	新疆中石油管业工程有限公司	新疆中石油管业工程有限公司	创新成果 1 和创新成果 3 有重要贡献，作为项目完成人，开展了耐高温复合材料内衬管材开发及试验评价，参与了热塑性塑料内衬油管和冶金双金属复合管两项国际标准制定。
李明星	12	无	高级工程师	中国石油天然气股份有限公司长庆油田分公司	中国石油天然气股份有限公司长庆油田分公司	创新成果 2 和创新成果 3 有突出贡献，作为项目主要完成人，开展了陶瓷、热塑性塑料内衬复合管的现场应用研究，联合申报中国腐蚀与防护学会科技进步一等奖。
张立	13	无	高级工程师	中国石油集团工程材料研究院有限公司	中国石油集团工程材料研究院有限公司	创新成果 1 和创新成果 3 有重要贡献，作为项目完成人，开展了耐高温复合材料开发及试验评价，参与了热塑性塑料内衬油管和冶金双金属复合管两项国际标准制定。
冯学光	14		高级工程师	陕西泰和源石油工程有限公司	陕西泰和源石油工程有限公司	创新成果 2 和创新成果 3 有突出贡献，作为项目主要完成人，开展了热塑性塑料内衬复合管成型制造和接头设计研究，深度参与热塑性塑料内衬油管国际和国家标准制定。
丁晗	15	无	高级工程师	中国石油集团工程材料研究院有限公司	中国石油集团工程材料研究院有限公司	创新成果 1 和创新成果 3 有重要贡献，作为项目完成人，参与了新型陶瓷内衬材料和热塑性塑料内衬材料开发及内衬复合管材评价，参与了陶瓷内衬油管和热塑

						性塑料内衬油管两项国际标准制定。
--	--	--	--	--	--	------------------

八、主要完成单位及创新推广贡献

序号	主要完成单位	创新推广贡献
1	中国石油集团工程材料研究院有限公司	项目牵头单位，主要负责创新成果 1 和创新成果 3 的研究与应用工作，围绕复合管材绿色制造关键技术研究及产业化难点，取得了四大创新成果：（1）牵头开发出高性能内衬复合管材关键材料及技术体系。（2）形成废旧金属管材定级、分级和再利用标准化做法。（3）牵头组建 3 个国际标准工作组并牵头制定 7 项 ISO 国际标准。（4）推动复合管材推广应用及产业化
2	新疆中石油管业工程有限公司	项目主要完成单位，深度参与创新成果 1 和创新成果 3 的研究与应用工作，取得了三大创新成果：（1）以低成本内衬防腐为核心，开发了热塑性塑料和耐高温复合材料内衬复合管材成型工艺。（2）为热塑性塑料内衬油管、陶瓷内衬油管等国际标准的制定提供关键评价数据支撑。（3）热塑性塑料内衬复合管材和耐高温复合材料内衬管材产业化。
3	陕西泰和源石油工程技术有限公司	项目主要完成单位，深度参与创新成果 1 和创新成果 3 的研究与应用工作，取得了三大创新成果：（1）以低成本内衬防腐为核心，开发了热塑性塑料和耐高温复合材料内衬复合管材成型工艺。（2）为热塑性塑料内衬油管国际标准的制定提供关键评价数据支撑。（3）热塑性塑料内衬复合管材产业化。
4	吉林省大多天盛金属陶瓷技术有限公司	项目主要完成单位，主要负责创新成果 2 的研究与应用工作，取得了三大创新成果：（1）突破复合管材最长不超过 6m 的世界级制造装备难题，制备的陶瓷复合管材产品长度达到 12m 的同时直线度提升 50%。（2）总结形成金属陶瓷复合管材的现场应用经验，协助项目牵头单位构建标准体系及发布陶瓷内衬油管国际标准。（3）陶瓷内衬复合管材产业化。
5	中国石油天然气股份有限公司长庆油田分公司	项目主要完成单位，深度参与创新成果 1 和创新成果 3 的研究与应用工作，取得了三大创新成果：（1）陶瓷内衬复合管

		材、热塑性塑料内衬油管现场应用超 2000 公里，并开展应用效果评估。（2）为热塑性塑料内衬油管国际标准的制定提供关键评价数据支撑。
--	--	--

九、完成人合作关系说明

完成人合作关系说明

项目完成人李厚补（第1完成人）、戚东涛（第2完成人）、魏斌（第6完成人）、徐婷（第8完成人）、李磊（第9完成人）、许晓锋（第10完成人）、张立（第13完成人）和丁晗（第15完成人）来自中国石油集团工程材料研究院有限公司，齐国权（第3完成人）和魏军（第11完成人）来自新疆中石油管业工程有限公司，汪勇（第4完成人）和冯学光（第14完成人）来自陕西泰和源石油工程技术有限公司，王守泽（第5完成人）和杨永利（第7完成人）来自吉林省大多天盛金属陶瓷技术有限公司，李明星（第12）来自中国石油天然气股份有限公司长庆油田分公司。

李厚补、戚东涛共同制定发明专利“一种带密封扣压接头的热塑性塑料复合管及制作方法”和“一种氨基化氧化石墨烯/高密度聚乙烯纳米复合膜及其制备方法”。

李厚补、戚东涛、齐国权、王守泽、魏斌、杨永利、徐婷、李磊、许晓锋、魏军、丁晗共同立项和发布了ISO/PAS 24565:2022《Petroleum and natural gas industries — Ceramic lined tubing》；李厚补、戚东涛、魏斌、许晓锋、魏军和张立共同立项和发布了ISO 24139-1:2022《Petroleum and natural gas industries — Corrosion resistant alloy clad bends and fittings for pipeline transportation system — Part 1: Clad bends》；徐婷、许晓锋共同立项和发布了ISO/TS 20790:2024《Oil and gas industries including lower carbon energy — Guidelines for green manufacturing and lower carbon emission of oil and gas-field equipment and materials》；李厚补、汪勇、徐婷、冯学光共同立项和发布了GB/T 44317-2024《热塑性塑料内衬油管》。

李厚补、李磊、孔鲁诗、齐国权、李明星共同完成的项目《非金属材料内衬防腐油管技术开发及应用》荣获得中国腐蚀与防护学会科技进步一等奖。