

项目情况简介（省科技进步奖）

1、项目名称

油气资源开发立体监测与智能控制关键技术及应用

2、主要完成人

党博 武晓朦 马骁 赵益忠 党峰 安百新 任志平 杨玲 武延锋 张晓君

3、提名单位

陕西省教育厅

4、提名意见

该项目在国家重点研发计划、工信部船舶项目、国家自然科学基金、多项省部及油田项目计 3500 余万元经费的资助下，依托省部级重点实验室的科研条件和资源，经过 15 年的持续研究与应用，重点攻关油气资源安全高效生产相关技术研究及仪器装备研发。聚焦“油气藏-井筒-地面”全链条协同的多参数立体监测与实时控制，攻克了声光电磁监测等方面的多项技术难题，建立了集储层改造、井筒检测、地面优化于一体的智能监测控制体系。从理论模型、正反演核心算法、关键器件选型、软件系统开发、精细解释、模拟井与实钻井试验到立体监测装备的系统集成，研制了“油气藏-井筒-地面”监/检测相关的多种大型复杂智能仪器，覆盖油气高效开采、长期生产过程中的井筒及管线完整性监/检测、油气安全生产及救援等方向，解决了油田生产急需和“卡脖子”技术难题，为智慧油田立体化建设提供了技术支撑。开展了大量的现场应用，服务能源行业累计经济效益 9.8 亿元。该成果授权发明专利 20 余项，登记软件著作权 10 余项，出版专著 2 部，发表高水平学术论文 30 余篇。该项目理论方法和技术创新突出，具有较高的推广价值和广阔的应用前景，整体技术达到国际先进水平，部分达到国际领先水平。

成果材料齐全、规范，无知识产权纠纷，人员排序无争议，符合陕西省科学技术进步奖条件。

提名该项目为陕西省科学技术进步奖二等奖。

5、项目简介

（500 字以内）

我国油气对外依存度远超安全警戒线，能源安全面临严峻挑战。针对这一重大战略问题，本项目围绕“油气藏-井筒-地面”立体监测与智能控制的理论方法创新、仪器装备研发、实验及应用推广等方面开展了研究工作。

主要创新成果如下：

（1）突破了传统油气井分层注采方法的井下测量和控制智能化关键技术，形成了具有自主知识产权的三次采油、精细注水的井下监测与控制智能化理论技术和装备；

（2）建立了国际领先的多源融合井筒完整性智能检测体系，突破了 175℃ 高温、140MPa 高压极端工况下的检测技术瓶颈，完成了国产化油气开采装备研发；

（3）针对救援井、丛式井防碰等井眼探测与定位问题，研发了深海深地救援井远距离高精度电磁探测与定位装备，形成了远距离救援井探测及目标精确定位技术；

（4）形成了油气资源生产过程中覆盖地面管道安全、井筒完整性、储层潜力的全维度多参数立体监测架构，实现了“监测-预警-优化”闭环管理，支持生产动态调整。

预期成果将长期服务陕西能源行业，解决油田生产急需和油气开发高端装备“卡脖子”问题，对保障油气安全高效开采、提升国内油气勘探开发力度具有重要意义。

6、客观评价

（500 字以内）

2023 年 9 月，中国石油和化工自动化应用协会组织专家对“大型复杂油气田开发系列智能仪器研发与应用”进行了成果鉴定，包括俄罗斯自然科学院外籍院士、中石化勘探开发院首席专家李宗田在内的鉴定委员会一致认为，**该成果**研制了多种大型复杂智能仪器，其中**5 种为国内外首创**。**成果整体技术达到了国际先进水平**，其中金属套管的直流磁化理论与方法和皮秒级高精度超声波时差测量技术**处于国际领先水平**。

中海油研究总院总工程师、国际欧亚科学院院士李中在《中国海上油气》刊文对救援井电磁探测与定位装备进行评价，认为该技术形成了一套技术可行、经

济高效的中国自有的救援井探测定位技术，研制出了具有完全自主知识产权的救援井探测定位工具。

2017 年 1 月，包括顾心悱、王德民、邱爱慈、曾恒一等 4 位中国工程院院士在内的专家组对成果“海洋深水钻采工程井筒流体监控技术”进行了鉴定，认为该技术提升了深水钻采作业安全及控制技术水平，总体技术达到了国际先进水平。

本项目成果“大型复杂油气田开发系列智能仪器研发与应用”2023 年获中国石油和化工自动化行业科技进步奖一等奖；成果“智慧油气田立体监测技术及应用”2024 年获陕西高等学校科学技术研究优秀成果奖一等奖。

7、应用情况

(200 字以内)

基于科研成果研发了多种大型复杂石油仪器装备，包括过套管电阻率探测仪、油气井套管损伤检测工具、井口含砂量在线监测装置等，均得到了油田的实际应用，解决了部分高端石油仪器装备“卡脖子”问题。在中国石油集团测井有限公司、胜利油田中胜石油开发有限责任公司、中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司石油工程技术研究院等单位应用 16 项，新增利润 4.74 亿元，节支 5.07 亿元，累计经济效益累计超 9.8 亿元。

主要应用单位情况如下表：

主要应用单位情况表					
序号	单位名称	应用的技术	应用对象及规模(MW)	应用起止时间	单位联系人/电话
1	中国石油集团测井有限公司	阵列式电磁法井下监测技术	储层驱替前沿识别、注水推进判断,4079 口井	2012.01-2023.06	王雷
2	中国石油集团测井有限公司	水平井固井质量监测牵引技术	水平井开发、生产过程中的质量检测, 2525 口井	2021.01-2023.06	王雷
3	中国石油集团测井有限公司	井眼轨迹测斜误差校正技术	定向井测斜校正, 25642 口井	2021.01-2023.06	王雷

4	中国石油集团测井有限公司	过套管电阻率测井仪器	套后储层流体探测、剩余油评价，46 口井	2012. 01- 2023. 06	王雷
5	胜利油田中胜石油开发有限责任公司	井口含砂量在线监测技术	疏松砂岩油藏出砂监测，63 井次	2022. 01- 2023. 06	宋金娜
6	胜利油田中胜石油开发有限责任公司	油气井套管损伤检测技术	油气井套管损伤检测，18 井次	2022. 01- 2023. 06	宋金娜
7	胜利油田中胜石油开发有限责任公司	电磁式防砂筛管实时检测技术	出砂油藏防砂井防砂筛管检测，8 井次	2022. 01- 2023. 06	宋金娜
8	中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司石油工程技术研究院	油气井套管损伤检测技术	油气井套管检测，470 余口井	2012. 01- 2023. 06	聂文龙
9	中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司石油工程技术研究院	过套管电阻率探测技术	套后储层流体探测、剩余油评价，57 口井	2020. 06- 2023. 06	聂文龙
10	中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司石油工程技术研究院	电磁式防砂筛管实时检测技术	出砂油藏防砂井防砂筛管检测，80 余口井	2018. 01- 2023. 06	聂文龙
11	西安博达石油设备有限公司	高精度超声波时差法流量测量	流量测量，260 台	2021. 12- 2023. 06	陈嘉辉
12	榆林市榆神工业区恒达	输气管道电磁探伤技术	输气管道检测，5000 米	2015. 01- 2023. 06	林志军

	燃气有限责 任公司				
13	山东大东联 石油设备有 限公司	油气井出砂 与冲蚀一体 化监测	储气库出砂监 测、油气井出砂 和冲蚀监测，57 口井	2021. 10- 2023. 04	马爱民
14	陕西津滨新 能源投资发 展有限公司	天然气管道 电磁探伤技 术	天然气管道检 测，11000 米	2019. 01- 2023. 06	苗金雷
15	西咸新区中 石油昆仑燃 气有限公司	天然气管道 电磁探伤技 术	天然气管道检 测，18000 米	2021. 11- 2023. 06	张帆
16	潼关县新能 源天然气有 限责任公司	保温层下管 道腐蚀检测 技术	带保温层的管 道腐蚀检测，52 段	2020. 01- 2023. 06	盛豪

8、主要知识产权和标准规范等目录

序 号	知识 产权 类别	知识产 权具 体名称	国家 (地 区)	授权 号	授权 日期	证书 编号	权利人	发明人
1	发明 专利	一种潜油电 泵机组的泄 漏电流的监 控系统及其 方法	中国	CN110 26165 9B	2024. 0 7. 02	7155 102	西安石油 大学	党博；王 敏；宋楠； 刘升虎； 岳烈红
2	发明 专利	一种超声波 高压发生系 统及其方法	中国	CN110 51474 7B	2024. 0 6. 14	7097 482	西安石油 大学	党博；龚 静宜；冯 旭东；张 铁煜
3	发明 专利	侧钻井井身 轨迹与窗口 大小的识别 方法、装置、 设备及介质	中国	CN113 56546 0B	2022. 0 9. 09	5442 658	西安石油 大学	党博；杨 玲；任博 文；彭梦 梦；张晨 露
4	发明 专利	油气井出砂 的监测方法 及装置	中国	CN108 61251 9B	2022. 0 1. 21	4900 270	西安石油 大学	党博；陈 娇；冯旭 东；刘长 赞；郑亚

								红；张雄； 胡军；王 杏卓；杨 玲
5	发明专利	一种相对姿 态的识别方 法、装置及 计算机存储 介质	中国	CN109 81415 7B	2020.0 9.01	3966 129	西安石油 大学	党博；张 雄；许林 康；刘长 赞；杨玲
6	发明专利	自适应超声 相控阵列出 砂在线监测 系统及方法.	中国	CN112 72743 7B	2024.0 3.22	6821 121	中国石油 化工股份 有限公司, 中国石油 化工股份 有限公司 胜利油田 分公司石 油工程技 术研究院	赵益忠； 刘玉国； 梁伟；贾 培锋；王 冰；任家 敏；高雪 峰；党博； 张雨晨； 陈雪
7	发明专利	一种基于瞬 变电磁法的 套后储层驱 替前缘监测 方法、系统 及计算机存 储介质	中国	CN110 59386 7B	2022.1 0.14	5513 841	西安石油 大学	杨玲；党 博；任志 平；刘长 赞；王咪 咪
8	发明专利	一种探测井 下套管损伤 的方法和系 统	中国	CN109 08565 1B	2021.0 4.09	4352 412	西安石油 大学	杨玲；党 博；刘长 赞；张雄； 李辉；许 林康；王 宇；党瑞 荣；孙宝 全
9	发明专利	井下瞬变电 磁探测的偏 心误差校正	中国	CN113 50315 4B	2024.0 1.30	6662 151	西安石油 大学	杨玲；刘 长赞；党 博；彭梦

		方法、装置及存储介质						梦；张晨露；任博文
10	软件著作权	高精度含水率测量实时监测系统	中国	2022SR0579024	2022.03.01	9533223	西安石油大学	武晓滕

9、主要完成人情况

排序	完成人	行政职务	技术职称	工作单位	完成单位	对本项目的贡献
1	党博	陕西省油气井测控技术重点实验室主任	教授	西安石油大学	西安石油大学	作为项目负责人，负责油气高效开发、长期生产过程中的井筒及管线完整性检测、油气安全生产及救援等方向的理论方法研究与仪器研制，创新探测体制、实现方法以及仪器测试性能等方面的研究，解决了基础理论、探测性能、环境适应性等多方面的技术难题。主持国家自然科学基金、国家重点研发计划、工信部船舶专项等国家级项目4项，授权发明专利6项，发表SCI论文30余篇。研制的仪器在多个油田中得到了应用，解决了企业的急需，产生了良好的经济社会效益。
2	武晓滕	西安石油大学党委教师工作部部长、教师发展中心主	三级教授	西安石油大学	西安石油大学	作为项目完成人，登记软件著作权1项，主要负责保温层下管道腐蚀检测技术、天然气管道电磁探伤技术等。在榆林市榆神工业区恒达燃气有限责任公司、陕西津滨新能源投资发展有限公司

		任				等公司的应用，取得了良好的经济效益。
3	马骁	中油测井制造公司经理	高级工程师	中国石油集团测井有限公司	中国石油集团测井有限公司	作为项目完成人，主要负责过套管电阻率测井技术和阵列式电磁法井下监测技术在中国石油集团测井有限公司的现场应用，取得了良好的经济效益。
4	赵益忠	胜利油田中胜石油开发有限责任公司董事长、党委书记	高级工程师	胜利油田中胜石油开发有限责任公司	胜利油田中胜石油开发有限责任公司	作为项目完成人，授权发明专利1项，负责井口含砂量在线监测技术、油气井套管损伤检测技术和电磁式防砂筛管实时检测技术在胜利油田中胜石油开发有限责任公司的现场试验和推广应用，促进了成果的转化，经济效益显著。
5	党峰	中油测井制造公司经理助理	高级工程师	中国石油集团测井有限公司	中国石油集团测井有限公司	作为项目完成人，负责水平井固井质量监测牵引技术在中国石油集团测井有限公司的现场应用，产生了良好的社会效益。
6	安百新	浅海采油研究所党支部书记、副经理	副研究员	中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司石油工程技术研究院	中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司石油工程技术研究院	作为项目完成人，负责油气井套管损伤检测技术、电磁式防砂筛管实时检测技术在中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司石油工程技术研究院的现场应用和推广，取得了良好的效益。
7	任志平	西安石油大学电子工	副教授	西安石油大学	西安石油大学	作为项目完成人，授权发明专利1项，主要负责基于瞬变电磁的过套

		程学院 副院长				管电磁测井理论研究、井中电磁法线圈系设计、测试系统构建等工作。
8	杨玲	无	讲师	西安石油大学	西安石油大学	作为项目完成人，授权发明专利3项，主要负责井下探头优化设计与分析、探测方法模型构建及数值模拟、数据处理及解释等工作，为技术可行性论证提供研究依据，并完成项目全程参与。
9	武延锋	中油测井发展计划部经理	高级经济师	中国石油集团测井有限公司	中国石油集团测井有限公司	作为项目完成人，主要负责井眼轨迹测斜误差校正技术在中国石油集团测井有限公司的现场应用，取得了良好的社会效益。
10	张晓君	院党委常委、总会计师	高级会计师	中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司石油工程技术研究院	中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司石油工程技术研究院	作为项目完成人，主要负责过套管电阻率探测技术在中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司石油工程技术研究院的现场应用，促进了研究成果的转化，取得了良好的经济效益。

10、主要完成单位及创新推广贡献

排序	完成单位	对本项目的贡献
1	西安石油大学	<p>西安石油大学作为项目第一完成单位，针对油气资源开发立体监测与智能控制关键技术难点，从2007年开始开展关键技术攻关，并参与指导了项目成果的推广应用。经过约15年的深入研究和积累，解决了基础理论、探测性能、环境适应性等多方面的技术难题。做出了以下突出贡献：</p> <p>(1) 创新了油气井分层注采井下测量和控</p>

		<p>制智能化关键技术，形成了具有自主知识产权的三次采油、精细注水的井下监测与控制智能化理论技术和装备；</p> <p>（2）创新了多源融合井筒完整性智能检测体系，突破了 175℃ 高温、140MPa 高压极端工况下的检测技术瓶颈，完成了国产化油气开采装备研发；</p> <p>（3）创新了深海深地救援井远距离高精度电磁探测与定位装备，形成了远距离救援井探测及目标精确定位技术，解决救援井、丛式井防碰等井眼探测与定位问题；</p> <p>（4）创新了油气资源生产过程中覆盖地面管道安全、井筒完整性、储层潜力的全维度多参数立体监测架构，实现了“监测-预警-优化”闭环管理，支持生产动态调整。</p> <p>上述技术整体水平处于国际先进水平，并已在中石油、中石化、中海油和延长油田等开展了多年的应用，仪器运行稳定可靠，解决了油田的生产急需和“卡脖子”技术难题，为作业者及时掌握油井的生产状态、优化生产动态、提高油井采收率提供了技术支持，确保了油气资源高效开采。</p>
2	中国石油集团测井有限公司	<p>中国石油集团测井有限公司作为第二完成单位，长期持续开展了过套管电阻率探测、水平井固井质量监测等技术攻关，并指导参与了项目的研究过程和成果的推广应用，做出了以下突出贡献：</p> <p>（1）参与了阵列式电磁法井下监测技术的研究与实际应用验证，并进行了成果推广应用；</p> <p>（2）参与了水平井固井质量监测牵引技术的研究与实际应用验证，并协助推广了研究成果；</p> <p>（3）参与了井眼轨迹测斜误差校正技术的现场验证，并协助推广了主要成果；</p> <p>（4）参与了过套管电阻率测井仪器的研制，并协助推广了相关成果。</p>
3	胜利油田中胜石油开发有限责任公司	<p>胜利油田中胜石油开发有限责任公司作为第三完成单位，长期、持续开展了井口含砂量在</p>

	公司	<p>线监测和油气井套管损伤检测等技术攻关，并指导参与了项目的研究过程和成果的推广应用，做出了以下突出贡献：</p> <p>（1）参与了井口含砂量在线监测方法研究，提高了疏松砂岩油藏出砂量和出砂率的监测精度，并推广了研究成果；</p> <p>（2）参与了油气井套管损伤检测技术的研发，并进行了现场技术推广应用；</p> <p>（3）参与了电磁式防砂筛管实时检测技术的研究，并协助推广了相关成果。</p>
4	中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司石油工程技术研究院	<p>中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司石油工程技术研究院作为第四完成单位，长期、持续开展了套后储层流体探测、剩余油评价、生产井套管损伤检测等技术攻关，并指导参与了项目的研究过程和成果的推广应用，做出了以下突出贡献：</p> <p>（1）参与了油气井套管损伤检测技术研究，提高了多层管柱损伤检测精度和分辨率，为修井方案的制定提供了依据，并推广了研究成果；</p> <p>（2）参与了过套管电阻率探测技术的研发，并进行了现场技术推广应用；</p> <p>（3）参与了电磁式防砂筛管实时检测技术的研究，并协助推广了相关成果。</p>

11、完成人合作关系说明

（200 字以内）

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	共同获奖	党博(1)、武晓滕(2)、马骁(3)、党峰(5)、任志平(7)、杨玲(8)	2007.01-2022.12	陕西高等学校科学技术研究优秀成果一等奖“智慧油气田立体监测技术及应用”	陕西高等学校科学技术研究优秀成果一等奖“智慧油气田立体监测技术及应用”（获奖证书
2	共同知识产权	党博(1)、赵益忠(4)	2019.10-2024.03	发明专利“自适应超声相控阵列出砂在线监测系统	发明专利“自适应超声相控阵列出砂在线监测系统及方法”（授权证

				及方法”	书)
3	共同 知识 产权	党博(1)、安 百新(6)	2019.07- 2023.09	发明专利“一种获 取潜油电泵的多个 井下参数的校准值 的系统及方法”	发明专利“一种获 取潜油电泵的多个 井下参数的校准值 的系统及方法”(授 权证书)
4	产业 合作	党博(1)、马 骁(3)、党峰 (5)、武延峰 (9)	2021.01- 2023.06	“井眼轨迹测斜 误差校正技术”在 中国石油集团测 井有限公司的现 场应用	“井眼轨迹测斜 误差校正技术”在 中国石油集团测 井有限公司的现 场应用(应用证 明)
5	产业 合作	党博(1)、安 百新(6)、张 晓君(10)	2020.06- 2023.06	“过套管电阻率 探测技术”在中 国石油化工股份 有限公司胜利油 田分公司石油工 程技术研究院的 现场应用	“过套管电阻率 探测技术”在中 国石油化工股份 有限公司胜利油 田分公司石油工 程技术研究院的 现场应用(应用证 明)