

中国石油大学（北京）推荐 2014 年度国家科学技术奖

申报项目基本情况表

项目名称：基于巨磁阻效应的油井管损伤磁记忆检测诊断技术及工业化应用

推荐单位：中国石油和化学工业联合会

申报奖种：技术发明奖

一、项目简介

本项目属油气安全工程领域。

油井管是油气钻采生产中大量使用的关键基础部件，我国年消耗高等级钢油井管 350 余万吨，每年因油井管疲劳、磨损和腐蚀失效导致的直接损失达数十亿元，严重情况下非但引起全井报废，甚至造成恶劣的安全与环境灾难。如何尽早准确发现油井管损伤缺陷，防止其引发生产事故危及油气井安全，是公认的世界级难题。国内外虽经多年技术攻关，但在油井管早期疲劳损伤检测方面仍未取得突破，复杂工况下突发的疲劳断裂和刺漏依然十分频繁。本发明形成了完全自主知识产权的基于巨磁阻效应的油井管早期损伤磁记忆检测技术，极大提升了该领域的技术水平及核心竞争力，满足了石油工业的迫切需要。

经过 10 年攻关，突破了多项重大技术关键，主要发明点包括：

1、发明了动载套管磨损、高压冲蚀磨损实验装置及方法，揭示了典型油井管材料在疲劳、磨损及冲蚀过程中的弱磁场变化规律，创新提出了油井管损伤的巨磁阻效应磁记忆检测诊断原理及方法，形成系列专用传感器，灵敏度较一般金属磁记忆方法提高 4.5 倍，管件壁厚穿透能力达 30mm，裂纹宽度分辨力达 $40\mu\text{m}$ 。

2、发明了便携式和全自动钻具磁记忆检测装置，解决了钻具疲劳损伤早期诊断难题，克服了常规高速探伤装置在缺陷高发的接头检测盲区；提出了钻具完整性管理推荐做法。系统检测速度达 10 米/分，缺陷深度分辨率达 5%。

3、发明了油管损伤磁记忆检测装置，实现了带接箍油管的一体化准确检测，效率比传统检测系统提高 3.5 倍；提出了依据井况实施油管分级判废的新方法；研制出 18 胎套管损伤磁记忆检测系统，对缺陷宽度及深度分辨能力分别为 1.5mm 和 0.3mm，远高于国际上现有电磁测井工具 1/2" 和 15% 壁厚的水平。

4、发明了基于磁记忆的法兰密封性检测方法、检测装置及系统，应力检测精度达 $\pm 20 \text{ MPa}$ ，填补了国内外井口设备连接法兰密封状态在线监测技术空白，为有效预防密封失效导致的高压流体泄漏提供了新的技术手段。

本项目技术已在国内 7 家油田单位工业化应用，累计检测钻具、油管及地面管汇 25.8 万件次，实施套管测井 26 井次，减少井下作业 1500 井次，累积创经济效益 12.16 亿元，并作为关键安全保障技术与国产 3000 型大型压裂机组配套，已成为早期预防油井管失效的“杀手锏”技术。

该技术核心发明点均取得授权知识产权，已获授权发明专利 10 项，实用新型专利 20 项，待授权发明专利 4 项，形成技术规范 4 项。发表论文 69 篇，被 EI/ISTP 收录 20 篇次，国际学术报告 5 次。培养博硕士生 32 名，获北京市优秀博士论文 1 篇；专家鉴定认为：该成果总体达到国际先进水平，其中钻具疲劳损伤检测技术、油管分级判废技术和套管损伤磁记忆检测技术研究居国际领先水平。巨磁阻效应发明人、诺贝尔物理奖获得者 Peter Grünberg 教授评价“开创了巨磁阻效应新的应用领域”。

二、主要完成人及技术贡献

姓名	职称	教授	工作单位	中国石油大学(北京)	排名	1
张来斌	对本项目技术创造性贡献、曾获国家科技奖励情况					
	<p>项目总负责,提出学术思想,把握研究方向,负责理论研究、总体技术方案审定。对本成果技术发明点1、2、3、4做出突出贡献。本项目中6项授权发明专利的第一发明人(见主要知识产权证明目录)。</p> <p>国家科技进步二等奖,深层盐膏岩蠕变规律及其在石油工程中的应用,2005年,排名第6。</p>					
樊建春	职称	教授	工作单位	中国石油大学(北京)	排名	2
	对本项目技术创造性贡献、曾获国家科技奖励情况					
宋周成	<p>具体负责开展巨磁阻效应磁记忆检测诊断方法研究、油井管损伤磁记忆检测系统研制、实验研究及工业试验,对技术发明点1、2、3、4做出主要贡献,2项授权发明专利第一发明人、5项授权发明专利第二发明人(见主要知识产权证明目录)。</p>					
	职称	高工	工作单位	中国石油塔里木油田分公司	排名	3
李先兵	对本项目技术创造性贡献、曾获国家科技奖励情况					
	<p>负责便携式钻杆磁记忆检测装置及套管防磨技术开发与现场试验、工业化推广应用,对本成果技术发明点1、2做出重要贡献,1项授权发明专利第一发明人(见主要知识产权证明目录)</p>					
	职称	高工	工作单位	中海油服钻井部湛江工具基地	排名	4
	对本项目技术创造性贡献、曾获国家科技奖励情况					

	负责开展全自动钻杆磁记忆检测装置研制与现场应用试验、工业化推广应用,对本成果技术发明点2做出重要贡献,1项授权发明专利第一发明人(见主要知识产权证明目录)					
姓名	职称	工程师	工作单位	中国石油大学(北京)	排名	5
温东	对本项目技术创造性贡献、曾获国家科技奖励情况					
	具体负责套管磨损试验机、冲蚀磨损试验机、钻杆、油管及套管检测装置设计,参与组织相关室内试验研究。对本成果的技术发明点1、2、3、4有重要贡献,1项授权发明专利第二发明人、5项授权发明专利第三发明人(见主要知识产权证明目录及附件证书)。					
姓名	职称	高工	工作单位	中国石油化工工程机械有限公司	排名	6
谢永金	对本项目技术创造性贡献、曾获国家科技奖励情况					
	负责冲蚀磨损机理及防护技术研究、高压管汇检测技术研究现场试验与推广应用、高压管汇安全检测及评价方法研究,对本成果的技术发明点1、4有重要贡献,1项授权发明专利第二发明人(见主要知识产权证明目录)。					
苏建文	职称	高工	工作单位	中国石油塔里木油田分公司	排名	6
	对本项目技术创造性贡献、曾获国家科技奖励情况					
	负责开展钻具磁记忆检测技术现场应用试验、钻具完整性管理技术研究与推广应用,对本成果技术发明点2做出重要贡献,1项授权发明专利第五发明人(见主要知识产权证明目录)					

三、主要知识产权证明目录

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
发明专利	石油钻井杆管冲击滑动磨损试验机	中国	ZL200510123260.9	2009.07.09	519610	中国石油大学(北京)	张来斌、樊建春、储胜利、于会媛、李杰
发明专利	滑台式套管磨损试验机	中国	ZL200610113419.3	2008.09.27	736993	中国石油大学(北京)	张来斌、樊建春、温东、储胜利、李杰
发明专利	一种导向支架	中国	ZL200810118549.5	2010.06.16	639083	中国石油大学(北京)	张来斌、温东、樊建春、储胜利、郑文培
发明专利	一种检测传感器支架	中国	ZL200810118550.8	2010.06.02	663659	中国石油大学(北京)	张来斌、樊建春、温东、储胜利、贾运行
发明专利	便携式钻杆磁记忆检测仪	中国	ZL200810238968.2	2011.06.22	801017	中国石油天然气股份有限公司	宋周成、樊建春、周杰、张来斌、苏建文、温东、卢强
发明专利	一种石油钻杆微裂纹的磁记忆检测装置	中国	ZL200910082920.1	2011.07.27	814436	中国海洋石油总公司	李先兵、曹式敬、陈家福、樊建春、宋林松
发明专利	一种可施加拉力的冲蚀试验机	中国	ZL201110195021.X	2013.07.31	1244146	中国石油大学(北京)	樊建春、张来斌、温东、熊毅、詹先觉、张继信
发明专利	一种模拟高压管汇的冲蚀试验机	中国	ZL201110195083.0	2013.08.14	1252556	中国石油大学(北京)	张来斌、谢永金、樊建春、李佳林、温东
发明专利	油管检测装置	中国	ZL200910252064.X	2013.09.18	1274169	中国石油大学(北京)	樊建春、张来斌、温东、郑文培、左卫东
发明专利	基于磁记忆的法兰密封性检测方法、检测装置及检测系统	中国	ZL201110248575.1	2013.11.06	1298340	中国石油大学(北京)	张来斌、樊建春、温东、熊毅、高硕、王强

四、项目曾获科技奖励情况

获奖项目名称	获奖时间	奖项名称	奖励等级	主要获奖人	授奖单位
巨磁阻效应磁记忆检测技术及其在油井管完整性管理中的应用	2012 年	科学技术奖	特等	张来斌、樊建春、宋周成、温东、李中、苏建文、李先兵、卢强	中国石油与化学工业联合会
深井超深井套管磨损机理及监测预防技术研究	2009 年	科学技术奖	一等	张来斌、樊建春、宋周成、骆发前、储胜利、温东、乐法国	中国石油和化学工业协会