

项目名称	油气钻井液高效固相控制关键装备研制及应用
主要完成单位	四川宝石机械专用车有限公司、西南石油大学、中国石油集团川庆钻探工程有限公司
主要完成人	吴先进、侯勇俊、张增年、王俊、席建秋、刘有平、李华川、朱占林
提名意见	<p>经审查，该项目申报材料填写规范、资料完整、数据真实可信且经公示无异议，符合省科技进步奖申报要求。</p> <p>该项目针对“振动筛的处理量和使用筛网目数难以同时提高，无法在钻井过程中全程使用 200 目以上的筛网；离心机难以有效分离出 2~5 μm 的有害固相”的技术难题。发明了四电机弹性耦合的双层振动筛，实现了稳定工作时仅需两台电机通电，在保证激振力的同时降低了振动筛的能耗。设计了一种充气式筛网张紧结构，通过控制唇形气囊充放气，实现筛网的快速张紧与拆卸。设计了振动筛并联进液等流量分配装置，使筛网上下双层等量进液，提升了双层振动筛的处理能力。研制了一种分离因素 3400 的高速离心机，可有效清除钻井液中 2~5 μm 的固相颗粒，改善钻井液流变性；在业内率先采用油雾润滑，降低了轴承运行温度，提高了工作效率。研制了离心机自动控制系统，实现了离心机运行状态的实时监测与控制，提高了装备可靠性。通过工业性试验表明：振动筛筛网目数全程使用 200 目以上，分离粒径更小，净化能力优异；离心机工作转速达 3600rpm，最高转速达 4000rpm，分离因数高达 3400，可有效清除 2~5 μm 的有害固相，改善钻井液流变性，减少井下复杂。本成果的使用，明显减少了四级固相控制系统除砂器、除泥器及配套砂泵的作业时间，显著降低了系统能耗和设备维护，为实现油气钻井液固相控制系统由四级优化到二级提供了关键的技术支撑。</p> <p>项目研发过程中，共获得发明专利 4 项、实用新型专利 20 项，发表论文 19 篇，主持修订行业标准 2 项。项目产品经在川渝、长庆、新疆、大庆、辽河及中东、中亚、南美等国内外地区的油气田使用，反映良好，取得了显著的经济和社会效益。该成果经专家评定，总体技术水平达到国际先进。</p> <p>提名该项目为四川省科学技术进步奖。</p>
项目简介	<p>传统油气钻井中的固控系统由振动筛、除砂器、除泥器和离心机四级主要设备构成，通常称为四级固控系统，由振动筛和离心机两级设备构成的称为二级固控系统。长期以来，把固控系统简化为二级，以大幅降低固控系统能耗并提高钻井液的净化质量，是无数石油人梦寐以求的目标，但存在两个技术难点一直未能很好攻克。第一，振动筛的处理量和使用筛网目数难以同时提高，无法在钻井过程中全程使用 200 目以上的筛网；第二，离心机难以有效分离出 2~5 μm 的有害固相；这两个技术难点严重制约了钻井提速及环保成本和系统能耗的降低。项目围绕这两个技术难点，开展了并流进料的双层振动筛和高分离因素的高速离心机两个关键新型设备的技术攻关，为固控系统性能的大幅提升以及由四级固控简化为二级固控提供了强有力的技术支撑。项目的主要技术内容如下：（1）提出了弹性耦合的激振电机大激振力的实现方法，建立了含有弹性耦合两激振电机的三激振电机和四激振电机振动筛系统的同步理论和系统稳定性理论，开展了系统的机电耦合及影响因素分析，实现了耦合的两个激振电机在启动后只需对一个电机供电就使二者稳定运转，为并流进料的双层</p>

振动筛提供了亟需的低能耗和大激振力的激振方法，攻克了振动筛工作理论中多个激振电机同向回转时激振力反而降低的技术瓶颈问题，在相同工作功率下，激振力增大一倍。（2）基于有效提高筛分面积和增大筛网使用目数的双层振动筛的并流筛分模式，研究出了上、下层筛网并联进液等流量分配、筛网快速张紧与拆卸、同时适合水基钻井液和油基钻井液的长寿命橡胶气囊等关键技术，研制成功的弹性耦合四激振电机双层振动筛，筛网更换时间比传统的张紧方式缩短60%以上，使用200目筛网时处理量比单层振动筛增大70%以上，实现了钻井全程都可使用200目以上筛网，突破了固控系统简化为二级固控系统的核心技术瓶颈。（3）通过采用转鼓和推进器的动态设计技术、高速滚动轴承油雾润滑技术、离心机出口钻井液粒度在线检测技术、基于PLC的离心机运行状态实时监测与控制技术，成功研制出了分离因素达到3400的高速离心机。工业应用表明，该高速离心机工作稳定可靠，能够有效清除钻井液中2~5μm的有害固相颗粒，突破了钻井液中严重制约钻井速度提高的微细有害固相的分离技术难点。

项目共获授权发明专利4件、实用新型专利20项，发表论文19篇，主持修订石油钻井固控系统行业标准2项，其中1项获全国石油钻采设备和工具标准化技术委员会“十三五”期间标准创新贡献二等奖。

由罗平亚院士为主任的评价专家委员会认为，“项目成果总体技术处于国际先进水平。”研制的双层振动筛和高速离心机两种关键新型设备已在川渝、长庆、新疆、大庆、辽河及中东、中亚、南美等国内外地区的油气田广泛使用。近三年实现销售1100余台套，产生了约3.41亿元的经济效益，新增利润约4762.56万元，新增税收约1.13亿元，并累计为用户节支约2.45亿元。

主要知识
产权和标
准规范目
录

知识产权 (标准) 类别	知识产权(标 准)具体名称	国家 (地区)	授权号 (标准编 号)	授权 (标准 发布) 日期	证书编号 (标准批 准发布部 门)	权利人(标准起草单位)	发明人(标准起草 人)	发明 专利 (标 准) 有效 状态
发明专利	扭转弹簧耦合的四短激振电机直线振动筛	中国	ZL201611087129.6	2018-10-12	证书号第3107486号	西南石油大学	侯勇俊,方潘,李芬,杜明俊,王钰文,杜长城	有效
发明专利	扭转弹簧耦合的四短激振电机椭圆振动筛	中国	ZL201611084998.3	2018-08-14	证书号第3033340号	西南石油大学	侯勇俊,方潘,李芬,杜明俊,王钰文	有效
国家(行业)标准	石油天然气钻采设备 钻井液固相控制设备规范	中国	SY/T 5612-2018	2018-10-29	国家能源局	四川宝石机械专用车有限公司,中石油钻井院江汉机械研究所,川庆钻探工程有限公司,渤海石油装备制造制造有限公司,四川宏华石油设备有限公司,成都西部石油装备有限公司,西南石油大学	刘有平,吴先进,朱再思,张增年,李勇,王晋平,侯勇俊,胡小刚,朱建祥,徐凯,陈增伟	有效
国家(行业)标准	石油天然气钻采设备 钻井液固相控制设备安装、使用、维护和保养	中国	SY/T 6871-2020	2020-10-23	国家能源局	四川宝石机械专用车有限公司,中国石油集团川庆钻探工程有限公司,中国石油集团西部钻探工程有限公司,中国石油集团渤海石油装备制造制造有限公司,四川宏华石油设备有限公司	刘有平,吴先进,蒋锐,张增年,席仲君,邹涛,陈湘陵,侯召坡,周小冬	有效
实用新型专利	双层钻井液振动筛并流进料等流量分配装置	中国	ZL201721864959.5	2018-08-31	证书号第777188号	四川宝石机械专用车有限公司,西南石油大学,中国石油天然气集团有限公司	吴先进,张增年,彭红,侯勇俊,王钰文,席建秋,郑家伟,刘有平,方潘,陈远建,贺殷凯	有效
实用新型专利	一种U型气囊式筛网压装装置	中国	ZL201821365927.5	2019-05-24	证书号第8879189号	四川宝石机械专用车有限公司,中国石油天然气集团有限公司	吴先进,刘有平,蒋锐,彭红,王媛,王浩宇,何陶宾,张继伟,邹涛	有效

实用新型专利	一种离心机的自动控制系统	中国	ZL202021554865.X	2021-03-12	证书号第12680552号	四川宝石机械专用汽车有限公司, 中国石油天然气集团有限公司	吴先进, 蒋锐, 席建秋, 陈佳, 李华川, 何俊宏, 王媛, 彭红, 吴航, 裴红军	有效
实用新型专利	一种卧式离心机电机对称布置结构	中国	ZL202021547787.0	2021-04-12	已授权, 但证书未下发	四川宝石机械专用汽车有限公司, 中国石油天然气集团有限公司	蒋锐, 王媛, 彭红, 李华川, 贾海平, 张杰, 赵福林, 屈强, 胡春昊, 彭景	有效
实用新型专利	串联式双激振双层振动筛	中国	ZL201920564691.6	2020-03-06	证书号第10113559号	四川宝石机械专用汽车有限公司, 中国石油天然气集团有限公司	翟尚江, 席建秋, 王俊, 吴先进, 蒋锐, 李华川, 曾鑫, 邹涛, 张杰, 阴镭	有效

论文专著
目录

序号	论文(专著)名称/刊名/作者	年卷页码 (xx年xx卷xx页)	发表时间 (年 月 日)	通讯作者 (含共同)	第一作者 (含共同)	国内作者	他引总次数	检索数据库	论文署名单位是否包含国外单位
1	Synchronization and Stability of An Elastically Coupled Tri-Rotor Vibration System / Journal of Theoretical and Applied Mechanics / 侯勇俊, 杜明俊, 方潘, 张丽萍	2017年第55卷第1期 (227-240页)	2017-06-15	方潘	侯勇俊	侯勇俊, 杜明俊, 方潘, 张丽萍	2	Web of Science	否
2	Synchronization of a dual-exciter coupling with a torsion spring in far-resonance system / Advances in Mechanical Engineering / 侯度宇, 方潘, 彭欢, 邹敏, 侯勇俊, 柴国栋	2020年第12卷第6期 (1-16页)	2020-02-19	方潘	侯度宇	侯度宇, 方潘, 彭欢, 邹敏, 侯勇俊, 柴国栋	0	Web of Science	否
3	双激振电机驱动旋转振动筛系统的同步理论研究 / 振动与冲击 / 侯勇俊, 谭海军, 方潘, 吴先进, 蒋瑞	2019年第38卷第7期 (179-185页)	2019-04-15	侯勇俊	侯勇俊	侯勇俊, 谭海军, 方潘, 吴先进, 蒋瑞	0	Engineering Village (EI Compendex)	否
4	4200r/min卧螺离心机转鼓和螺旋输送机结构参数优选 / 石油矿场机械 / 张增年, 席建秋, 刘东方, 李华川, 蒋锐, 刘少胡, 甘泉泉	2021年第50卷第1期 (30-35页)	2021-01-25	刘少胡	张增年	张增年, 席建秋, 刘东方, 李华川, 蒋锐, 刘少胡, 甘泉泉	0	CNKI	否
5	同轴弹性耦合的四激振电机双层直线振动筛研制 / 石油矿场机械 / 张增年, 吴先进, 陶云, 刘有平, 蒋锐, 方潘, 侯勇俊	2018年第47卷第4期 (58-63页)	2018-07-25	张增年	张增年	张增年, 吴先进, 陶云, 刘有平, 蒋锐, 方潘, 侯勇俊	0	CNKI	否
合计							2	/	/