提名申报2019年国家科学技术进步奖

项目公示内容

一、项目名称

露天矿业大型液压挖掘机高效高可靠性关键技术研究及应用。

二、提名者及提名意见

提名者：中国质量协会。

我单位认真审阅了该项目申报书及附件材料，确认全部材料真实有效，相关栏目均符合国家科技奖励工作办公室的填写要求。

本项目针对露天矿业大型液压挖掘机施工工况特点，依据国家支持发展的重大技术装备和产品目录要求，聚焦关键零部件可靠性、整机工况适应性、能量回收再利用等方向开展攻关，完成大型重载复杂结构件抗疲劳设计与焊接、基于工况识别的自适应控制、压力随动式大惯量缓冲、动能势能回收及无扰高效利用等四大关键技术创新，研发50～300 吨级共7款大型液压挖掘机。产品批量出口到澳大利亚高端矿山市场,取得了显著的经济效益与社会效益。该项目打破了外资品牌产品的市场垄断及技术壁垒，推动并引领我国高端矿业机械产业快速发展和技术进步，保障了民族矿产资源及大型装备产业安全，研究成果获中国质量协会质量技术奖一等奖。

提名该项目申报2019年度国家科技进步奖二等奖。

三、项目简介

挖掘机承担全球露天矿业资源三分之二的开采量，仅我国露天开采量每年达数亿吨。国内大型液压挖掘机长期依赖进口，中国亟需自主研制大型液压挖掘机。大型液压挖掘机集机、电、液、控于一体，其关键技术研究国内处于起步阶段，超大型产品标准尚属空白，且露天矿山施工工况恶劣、环境复杂多变，客户对产品可靠性及使用经济性要求苛刻。本项目聚焦关键零部件可靠性、整机工况自适应、能量回收再利用等方向开展研究，主要完成四大关键技术创新：

（一）大型重载复杂结构件抗疲劳设计与焊接技术。创新应用残余应力衰减拟合方法，在行业内首次进行残余应力与工作应力耦合疲劳仿真，预测关键结构件疲劳寿命，发明了基于J形连接结构的组合式重载底盘与蜂窝加强型动臂；实验研究熔接特性及焊缝成型规律，发明了陶瓷与钢质复合衬垫焊接技术，解决了大型结构件全熔透焊缝背面清根再焊接难题。

（二）基于工况识别的自适应控制技术。创新设计具有边界控制、在线修正功能的工况-功率域模型，发明功率自适应控制系统，满足全工况下发动机-主控泵自寻优功率匹配要求，提升单位油耗效率；发明双燃油箱及作业燃油管理控制系统，解决极寒环境下发动机启动困难及作业燃油选择问题，节约燃油使用成本；发明可提升操纵特性的调节装置，研发操控自适应控制系统，提高操作平顺性和工作效率。

（三）压力随动式大惯量缓冲技术。发明了压力随动式分级缓冲技术，大大降低液压缸缓冲区域峰值压力；建立行走系统多体动力学仿真模型，优化涨紧油缸与蓄能器匹配参数，发明了全液压行走缓冲装置，冲击载荷振幅显著降低，降低了履带及引导轮故障率。

（四）动能势能回收及无扰高效利用技术。发明工作装置势能自适应和回转动能多级压力回收技术，创新设计独立释放系统，解决了能量回收利用过程中对整机操控性的影响；发明了蓄能器驱动散热马达及辅助马达直驱技术，提出能量分配最优解实时控制算法，解决了能量利用率低的行业难题。

该项目获授权国际专利2项、国家发明专利20项、实用新型专利19项，研究成果获中国质量协会质量技术一等奖。近三年新增销售额30多亿元。产品批量出口到澳大利亚高端矿山市场，经行业专家鉴定，项目多项关键技术达到国际领先水平。

四、客观评价

（一）科技成果鉴定

2018年1月25日，中国机械工业联合会组织专家对“XE490D液压挖掘机、XE700D液压挖掘机、XE2800E液压挖掘机、XE3000液压挖掘机”产品进行鉴定：“产品整体技术达到国际先进水平”。

2018年3月14日，中国机械工业联合会组织专家对“基于挖掘机能量回收的液压混合动力节能技术研究及应用”进行鉴定：“该项目整体技术达到国际先进水平，其中能量独立释放技术和消除马达空载耗能技术达到国际领先水平”。

2017年12月28日，中国机械工业联合会组织专家对“大型矿用挖掘机系列液压缸关键技术及应用”进行鉴定：“该项目产品在高速及连续运动的密封组合系统、浮动式缓冲结构等方面有创新，达到国内领先水平”。

（二）科技成果奖励

研究成果“基于挖掘机效能优化的质量技术研发平台构建与应用”获2018年度中国质量协会质量技术奖一等奖。

五、应用情况

该项目关键技术由主要完成单位徐州徐工矿山机械有限公司、徐州徐工挖掘机械有限公司实施产业化和推广应用，先后开发了7款新产品。大型液压挖掘机在全国范围内广泛应用，并出口至澳大利亚、印尼等多个国家和地区，主要承担铁矿、铜矿、煤矿等大型矿山的挖掘和装载工作。XE2800E应用于海拔5500m西藏铜矿项目，创造了国内该吨位产品的海拔应用记录。近三年，该项目完成单位新产品累计销售1800多台，新增销售额30多亿元，新增利润超过9亿元。

六、主要知识产权和标准规范等目录

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 | 一种可调节复合动作协调性的液压挖掘机 | 中国 | CN102852185B | 20150819 | 1761102 | 徐州徐工矿山机械有限公司 | 李宗；张宏；刘洋；王飞；秦家升 |
| 发明专利 | 一种液压挖掘机装车作业转速自适应系统 | 中国 | CN103334465B | 20160518 | 2079087 | 徐州徐工挖掘机械有限公司 | 李宗；牛东东；张宏；秦家升；费树辉；夏冬来 |
| 发明专利 | 一种液压挖掘机动臂势能回收控制装置 | 中国 | CN103790196B | 2013454 | 2013454 | 徐州徐工挖掘机械有限公司 | 李宗；王振兴；张宏；秦家升；费树辉；史继江；高见厂；孙本强；郑扬；李志鹏 |
| 发明专利 | 一种挖掘机回收能量利用系统 | 中国 | CN106013315B | 20180213 | 2818252 | 徐州徐工挖掘机械有限公司 | 费树辉；李宗；张宏；秦家升；王振兴；金月峰；董永平；韦庆杰；贺艳飞 |
| 国际发明专利 | 一种提高挖掘机挖掘操纵特性和平整作业特性的方法 | 美国 | US09518371B2 | 20161213 | / | 徐州徐工挖掘机械有限公司 | 王勇；张宏；张升霞；刘凯；李宗；张箭；廖明军；秦家升；杨裕丰； |
| 发明专利 | 一种挖掘机回转能量回收系统 | 中国 | CN106223392B | 20180724 | 3011470 | 徐州徐工挖掘机械有限公司 | 费树辉；王振兴；金月峰；王钦；刘邓 |
| 发明专利 | 基于陶瓷引弧衬垫的中厚板对接缝焊接组件及焊接方法 | 中国 | CN104339066B | 20141011 | 3031247 | 徐州徐工挖掘机械有限公司 | [方荣超](https://www.patexplorer.com/results/l.html?q=in:(%E6%96%B9%E8%8D%A3%E8%B6%85)" \t "_blank)；[张宏波](https://www.patexplorer.com/results/l.html?q=in:(%E5%BC%A0%E5%AE%8F%E6%B3%A2)" \t "_blank)；[李柏松](https://www.patexplorer.com/results/l.html?q=in:(%E6%9D%8E%E6%9F%8F%E6%9D%BE)" \t "_blank)；[李志永](https://www.patexplorer.com/results/l.html?q=in:(%E6%9D%8E%E5%BF%97%E6%B0%B8)" \t "_blank)；[宋之克](https://www.patexplorer.com/results/l.html?q=in:(%E5%AE%8B%E4%B9%8B%E5%85%8B)" \t "_blank)；[龚晓飞](https://www.patexplorer.com/results/l.html?q=in:(%E9%BE%9A%E6%99%93%E9%A3%9E)" \t "_blank)；[孙坤](https://www.patexplorer.com/results/l.html?q=in:(%E5%AD%99%E5%9D%A4)" \t "_blank)；[连锋](https://www.patexplorer.com/results/l.html?q=in:(%E8%BF%9E%E9%94%8B)" \t "_blank)；[王旭](https://www.patexplorer.com/results/l.html?q=in:(%E7%8E%8B%E6%97%AD)" \t "_blank)；[单海洋](https://www.patexplorer.com/results/l.html?q=in:(%E5%8D%95%E6%B5%B7%E6%B4%8B)" \t "_blank)；[杨武虎](https://www.patexplorer.com/results/l.html?q=in:(%E6%9D%A8%E6%AD%A6%E8%99%8E)" \t "_blank)；[姚红](https://www.patexplorer.com/results/l.html?q=in:(%E5%A7%9A%E7%BA%A2)" \t "_blank)；[黄华强](https://www.patexplorer.com/results/l.html?q=in:(%E9%BB%84%E5%8D%8E%E5%BC%BA)" \t "_blank) |
| 发明专利 | 一种工程机械用低温节能系统 | 中国 | [CN104196656B](https://www.patexplorer.com/patent/view.html?patid=CN201410402190.X&sc=&q=%E4%B8%80%E7%A7%8D%E5%B7%A5%E7%A8%8B%E6%9C%BA%E6%A2%B0%E7%94%A8%E4%BD%8E%E6%B8%A9%E8%8A%82%E8%83%BD%E7%B3%BB%E7%BB%9F&fq=&sort=&sortField=&page=1&rows=10" \t "_blank" \o "授权公告号) | 20140815 | 2467060 | 徐州徐工挖掘机械有限公司 | 董永平；秦家升；费树辉；赵光；韦庆杰；贺艳飞；张超；李虎；张合；汪允显；金月峰；郑杨 |
| 发明专利 | 一种油液混合动力的挖掘机控制系统 | 中国 | [CN104314131B](https://www.patexplorer.com/patent/view.html?patid=CN201410473033.8&sc=&q=%E4%B8%80%E7%A7%8D%E6%B2%B9%E6%B6%B2%E6%B7%B7%E5%90%88%E5%8A%A8%E5%8A%9B%E7%9A%84%E6%8C%96%E6%8E%98%E6%9C%BA%E6%8E%A7%E5%88%B6%E7%B3%BB%E7%BB%9F&fq=&sort=&sortField=&page=1&rows=10" \t "_blank" \o "授权公告号) | 20140916 | 2382149 | 徐州徐工挖掘机械有限公司 | 秦家升；王振兴；费树辉；史继江；孙本强；刘实现；尹超；董玉忠；夏炎；牛东东；王绪通；孙忠永；郑华 |
| 发明专利 | 一种能量回收系统 | 中国 | [CN104328817B](https://www.patexplorer.com/patent/view.html?patid=CN201410473506.4&sc=&q=%E4%B8%80%E7%A7%8D%E8%83%BD%E9%87%8F%E5%9B%9E%E6%94%B6%E7%B3%BB%E7%BB%9F&fq=&sort=&sortField=&page=1&rows=10" \t "_blank" \o "授权公告号) | 20140916 | 2439335 | 徐州徐工挖掘机械有限公司 | 费树辉；王振兴；秦家升；史继江；孙本强；刘实现；尹超；孙忠永；胡义；夏炎；简立瑞；王禄；牛东东；郑华 |

七、主要完成人情况

（一）姓名：李宗；排名：1；行政职务：总经理；技术职称：研究员级高工；工作单位：徐州徐工矿山机械有限公司；完成单位：徐州徐工矿山机械有限公司；对本项目技术创造性贡献：课题负责人，在课题科学问题提出、项目选题及实施、成果转化等方面发挥主导作用；主持完成结构件抗疲劳、工况自适应、能量回收再利用、大惯量缓冲等关键技术研究工作，对本项目技术创新点一、二、三和四均做出重要贡献；作为主要发明人授权国家发明专利4件，授权PCT专利1件，为2018年度中国质量协会质量技术奖一等奖的第1完成人。

（二）姓名：秦家升；排名：2；行政职务：无；技术职称：高级工程师；工作单位：徐州徐工矿山机械有限公司；完成单位：徐州徐工矿山机械有限公司；对本项目技术创造性贡献：主持完成了工况自适应、能量回收再利用、大惯量缓冲等技术攻关及应用研究工作，对技术创新点二、三和四有重要贡献，作为主要发明人授权国家发明专利7件，授权PCT专利1件。

（三）姓名：费树辉；排名：3；行政职务：无；技术职称：高级工程师；工作单位：徐州徐工挖掘机械有限公司；完成单位：徐州徐工挖掘机械有限公司；对本项目技术创造性贡献：主要负责动能势能回收及无扰高效利用技术研究工作，提出回转动能多级压力回收并独立释放的思想，发明了蓄能器直接驱动散热马达系统，对技术创新点四做出重要贡献，作为主要发明人授权国家发明专利7件。

（四）姓名：李柏松；排名：4；行政职务：无；技术职称：高级工程师；工作单位：徐州徐工矿山机械有限公司；完成单位：徐州徐工矿山机械有限公司；对本项目技术创造性贡献：主要负责大型结构件抗疲劳工艺技术研究与应用，提出了残余应力与工作应力耦合疲劳仿真思想，开展了复合衬垫焊接技术研究，对技术创新点一做出重要贡献，作为主要发明人授权国家发明专利1件。

（五）姓名：宋之克；排名：5；行政职务：总经理；技术职称：高级工程师；工作单位：徐州徐工挖掘机械有限公司；完成单位：徐州徐工挖掘机械有限公司；对本项目技术创造性贡献：主要负责大型重载复杂结构件焊接技术研究工作，提出关键结构件免清根一次成型焊接的思想，发明陶瓷与钢质复合衬垫焊接技术，对技术创新点一做出重要贡献，作为主要发明人授权国家发明专利1件，为2018年度中国质量协会质量技术奖一等奖的第2完成人。

（六）姓名：吴庆礼；排名：6；行政职务：无；技术职称：工程师；工作单位：徐州徐工矿山机械有限公司；完成单位：徐州徐工矿山机械有限公司；对本项目技术创造性贡献：主要负责大型重载结构件抗疲劳设计工作，创新设计了中心回转体安装结构，提出了蜂窝加强型动臂结构设计思想，对技术创新点一做出重要贡献。

（七）姓名：耿家文；排名：7；行政职务：无；技术职称：高级工程师；工作单位：徐州徐工挖掘机械有限公司；完成单位：徐州徐工挖掘机械有限公司；对本项目技术创造性贡献：主要负责动能势能回收及无扰高效利用技术研究工作，提出了工作装置势能自适应回收思想，开发了动臂自适应回收阀，对技术创新点四做出重要贡献，为2018年度中国质量协会质量技术奖一等奖的第3完成人。

（八）姓名：李志鹏；排名：8；行政职务：无；技术职称：工程师；工作单位：徐州徐工矿山机械有限公司；完成单位：徐州徐工矿山机械有限公司；对本项目技术创造性贡献：主要负责基于工况识别的自适应控制技术研究工作，提出了工况识别方法，开发了功率自适应控制系统，研发了操纵特性的调节装置，对技术创新点二做出重要贡献，作为主要发明人授权国家发明专利1件，获软件著作权1件。

（九）姓名：史继江；排名：9；行政职务：无；技术职称：工程师；工作单位：徐州徐工矿山机械有限公司；完成单位：徐州徐工矿山机械有限公司；对本项目技术创造性贡献：主要负责行走系统全液压自调节缓冲技术研究工作，开发了液压缓冲方案，发明了全液压行走缓冲装置，对技术创新点三做出重要贡献，作为主要发明人授权国家发明专利3件。

（十）姓名：杨裕丰；排名：10；行政职务：无；技术职称：高级工程师；工作单位：徐州徐工矿山机械有限公司；完成单位：徐州徐工矿山机械有限公司；对本项目技术创造性贡献：主要负责大型重载复杂结构件抗疲劳设计工作，开发了J形底盘连接结构，创新设计了组合式重载底盘，对技术创新点一做出重要贡献，授权PCT专利1件。

八、主要完成单位及创新推广贡献

（一）徐州徐工矿山机械有限公司，全面负责项目关键技术难题攻关的组织实施、产业化推广应用以及项目统筹工作。在本项目中，对技术创新点一、二和三均作出了重要贡献，具体包括：

1.研发了大型重载复杂结构件抗疲劳设计与焊接技术，显著提升大型结构件疲劳寿命；

2.研发了基于工况识别的自适应控制技术，实现超大型液压挖掘机全工况高效施工；

3.研发了行走系统全液压自调节缓冲技术，提高了整机行走系统可靠性。该公司是大型液压挖掘设备的批量生产、市场销售与服务主体单位。

（二）徐州徐工挖掘机械有限公司，负责项目关键技术难题攻关、产业化推广应用工作。在本项目中，对技术创新点三和四均作出了重要贡献，具体包括：

1.研发了动能势能回收及无扰高效利用技术，实现了动能势能双回收及释放过程不干扰原机操控性能的目标；

2.研发了压力随动式分级缓冲技术，实现了液压缸自动适应运动过程中因运动速度及负载变化引起的缓冲压力变化，使液压缸无故障工作时间显著提升。

（三）高端工程机械智能制造国家重点实验室，负责项目关键零部件包括大型结构件、液压油缸、主阀等液压零部件的性能及可靠性试验，对技术创新点一、三、四提供实验数据支撑。

九、完成人合作关系说明

第1、2完成单位徐州徐工矿山机械有限公司、徐州徐工挖掘机械有限公司合作完成本项目，第3完成单位高端工程机械智能制造国家重点实验室为第1、2完成单位提供研发实验支持。该项目的第1、2、4、6、8、9、10完成人所属单位为徐州徐工矿山机械有限公司，第3、5、7完成人所属单位为徐州徐工挖掘机械有限公司，第1、2完成单位徐州徐工矿山机械有限公司、徐州徐工挖掘机械有限公司共同组织两个单位的研发人员开展技术难题攻关和产业化推广应用。其中，第1完成人李宗、第5完成人宋之克、第7完成人耿家文分别作为第1、2、3完成人获得2018年度中国质量协会质量技术奖一等奖。第1完成人李宗、第2完成人秦家升、第3完成人费树辉等人共同获“一种液压挖掘机装车作业转速自适应系统”、“一种液压挖掘机动臂势能回收控制装置”、“一种挖掘机回收能量利用系统”等多项发明专利。