**“应用于大规模储能系统的全钒液流电池关键技术开发”**

**项目成果报奖公示内容**

1. **项目名称**

应用于大规模储能系统的全钒液流电池关键技术开发

1. **提名者及提名意见**

**提名单位：**陕西有色金属控股集团有限责任公司

1. **提名意见：**

我单位认真审阅了该项目提名书及附件材料，确认全部材料真实有效，相关内容符合陕西省科学技术进步奖的提名要求。

该成果立足于陕西五洲矿业的钒矿资源优势，结合西北大学陈曦教授团队的先进全钒液流电池成套的关键技术，看准时机、抓住机遇，利用自身资源和技术优势，共同完成项目“应用于大规模储能系统的全钒液流电池关键技术开发”。该项目针对新能源对大规模储能的强烈技术需求，完成了全钒液流电池成套系统的技术设计、理论基础研究、工艺设计与优化、建立了适用于大规模储能的全钒液流电池关键技术的产业化体系，完成了从原料到电解液再到成套系统实施完成，组成了产、学、研、用相结合的多元、多环节驱动模式的一家牵头、高校技术团队协作联合攻关的项目组，围绕全钒液流电池关键技术设计、研发及产业化，成功实现了科研成果的快速产业化转化，建立了从技术研发到产业化的深度产学研用一体化、先进递进发展新模式。全钒液流电池-光伏示范系统紧扣新能源储能需求，使新能源的利用程度得到了提升，新能源利用效率得到了提高；实现了五洲公司对钒资源利用的转型升级，延长产业链，进而带动了我省陕南钒矿资源高效利用和新能源的可持续发展，实现了大规模储能的产业化关键环节的整体集成创新，引领了大规模储能技术的产业升级，产生了重大的社会和经济效益。

成果材料齐全、规范、无知识产权纠纷、人员排名无争议，符合陕西省科学技术进步奖提名条件。

特提名本项目为陕西省科学技术进步一等奖。

1. **项目简介**

全钒氧化还原液流电池（VRB）以其容量大、可深度大电流放电、寿命长、活性物质可循环使用、无交叉污染、环保等优点，经过多年的研究和发展，已成为规模储能技术领域的首选储能设备之一。本项目立足于陕西五洲矿业的钒矿资源优势，结合西北大学陈曦教授团队的先进全钒液流电池成套关键技术，看准时机、抓住机遇，利用自身资源和技术优势，共同完成项目“应用于大规模储能系统的全钒液流电池关键技术开发”。项目承担陕西省科技统筹创新工程“商洛市钒产业关键技术及循环经济产业化研究”重大专项研究；承担其余省级重大项目5项；其它科技研发项目20余项，取得科研经费共计500万元；完成5kW/30kWH全钒液流电池示范系统建立，并已稳定运行2年，申请专利30余项，发表相关论文10篇，SCI单篇他引16次。该项技术已成功完成技术成果转化，与山阳县政府签署了“兆瓦级钒液流电池成套制备工艺项目”技术合同，项目总投资960万元；2018年8月2日，陕西新闻联播重点报道五洲公司的年产1000立方液流电池电解液项目，日前，在山阳县建设一套20kW/50kWh全钒液流电池示范系统，该系统已建成并稳定运行。

**五、客观评价**

全钒液流电池电解液用高纯五氧化二钒（V2O5）生产工艺，该工艺实现了生产V2O5品位高达99.8%，产品经《广东省质量监督有色金属产品检验站》检验，产品质量符合高纯V2O5国标要求，完全达到了全钒液流电池电解液用的高纯V2O5产品质量要求。

2012年，该项“高纯V2O5工业研究及产业化”技术获得陕西有色金属控股集团有限责任公司科学技术奖一等奖；2013年，“高纯V2O5短程流程产业化技术研究”获得中国有色金属工业协会有色金属工业科学技术奖一等奖。

本项目所生产高纯V2O5应用于国内多家公司，其中三家公司给出了用户使用报告，其中北京金基业工贸集团有限责任公司在用户报告中提到：“通过5个月的使用，我们认为陕西五洲矿业股份有限公司生产的高纯五氧化二钒产品总体质量稳定，品质优良，符合国标要求，适宜于生产钒电池溶液，其产品完全满足我公司的使用要求”。

**六、应用情况和效益**

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 | 应用起止时间 | 单位联系人/电话 |
| 1 | 北京金基业工贸集团有限责任公司 | 高纯V2O5制备技术 | 10吨高纯V2O5用于生产钒电池电解液 | 2012年10月 | 段广平 010-64436193 |
| 2 | 安阳市兴安合金有限公司 | 高纯V2O5制备技术 | 140吨高纯V2O5用于生产钒铝合金 | 2012年10月 | 张旭明  0372-5683838 |
| 3 | 陕西东方鑫业科技发展有限公司 | 高纯V2O5制备技术 | 50吨高纯V2O5用于生产钒铝合金 | 2012年6月 | 孙宗英  029-88786357 |
| 3 | 陕西五洲钒金属材料科技有限公司 | 全钒液流电池成套关键技术 | 与太阳能光伏板结合的5kW/30kWh的新能源储能系统样机 | 2016.1.17-至今 | 李鑫  029-83350049 |
| 4 | 陕西五洲矿业股份有限公司 | 全钒液流电池用电解液制备技术 | 年产1000 m3全钒液流电池用电解液生产线 | 2016.12.20-至今 | 邹勇  0914-8962053 |
| 5 | 陕西五洲矿业股份有限公司 | 全钒液流电池成套关键技术 | 20 kW/50 kWh全钒液流电池示范系统 | 2018.10.20-至今 | 邹勇：  0914-8962053 |

**七、主要知识产权目录**

**(1)专利**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序**  **号** | **专利类型** | **知识产权具体名称** | **国家** | **专利号** | **授权**  **日期** | **权利人** | **发明人** | **状**  **态** |
| 1 | 发明专利 | 一种余酸回收利用的石煤钒矿浸出工艺 | 中国 | ZL201510310672.7 | 2017.11.10 | 陕西五洲矿业股份有限公司 | 张军春；  郝文彬；  艾军；  张明明  刘新运；  李云霄；  张金刚；  潘朋 | 有  效 |
| 2 | 发明专利 | 石灰乳中和法酸浸萃取提钒工艺 | 中国 | ZL200810018235.8 | 2010.11.10 | 陕西五洲矿业股份有限公司；广州有色金属研究院 | 谷利君；  戴子林；  张世贵；  尤卫政；  许世恭；  郝文彬 | 有  效 |
| 3 | 发明专利 | 一种全钒氧化还原液流电池用电解液制备方法 | 中国 | ZL201510312387.9 | 2017.08.29 | 陈曦 | 陈曦；  刘博；  赵炜；  闫渊 | 有效 |
| 4 | 发明专利 | 一种用于全钒液流电池的模块的制备方法 | 中国 | ZL201510324791.8 | 2017.03.22 | 陈曦 | 陈曦；  刘博；  赵炜；  贺浩；  闫渊 | 有效 |
| 5 | 实用新型 | 全钒液流电池电堆固定结构 | 中国 | ZL201620643414.0 | 2017.09.15 | 陕西五洲矿业股份有限公司 | 郝文彬；  陈曦；  艾军；  闫渊；  赵炜；  刘博；  张明明 | 有效 |
| 6 | 实用新型 | 全钒液流电池电堆膜 | 中国 | ZL201620643422.5 | 2017.01.04 | 陕西五洲矿业股份有限公司 | 赵炜；  李云霄；  薛耀军；  艾军；  郝文彬；  张明明 | 有效 |
| 7 | 实用新型 | 全钒液流电池 | 中国 | ZL201620 643475.7 | 2017年 01月04日 | 陕西五洲 矿业股份 有限公司 | 陈超；  郝文彬；  艾军；  陈曦；  闫渊；  刘博；  孟祥润；  李云宵 | 有效 |

**（二）标准规范**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **名称** | **类别** | **主编** | **主要完成人** | **单位** | **出版**  **时间** |
| 全钒液流电池电解液  《Q/WZ004-2016》 | 企业  标准 | 主编 | 陈曦；艾军；闫渊；郝文彬；赵炜；张明明；刘博；薛耀军 | 陕西五洲矿业股份有限公司 | 2016.06.16 |

**（3）专著、论文**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **论文名称** | **国家** | **论文期卷页** | **发表时间** | **发表**  **期刊** | **完成单位** | **全部作者** |
| **1** | Prediction of a two-dimensional S3N2 solid for optoelectronic applications | 中国 | 2018年2卷024002页 | 2018.02.07 | Physical Review  Materials | 西北大学 | 肖航；时笑阳；廖湘标；张亚运；陈曦 |
| **2** | Tunable surface morphology via patterned cavities in soft materials | 中国 | 2018年98卷063004页 | 2018.12.17 | Physical Review  Materials | 西北大学 | 廖湘标；Takumi Nagakura；陈友龙；朱亮亮；时笑阳；Akio Yonezu；陈曦；肖航 |

**八、主要完成人情况**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 姓名 | 陈曦 | 排名 | 1 |
| 行政职务 | 化工学院院长 | 技术职称 | 教授 |
| 工作单位 | 西北大学 | 完成单位 | 西北大学 |
| 对本项目主要学术和技术创造性贡献 | 组织项目设计（设计技术路线，确定关键技术）、项目实施、报告编写和成果验收，组织项目研究人员研讨会，主持开展解决理论与技术难题，并取得突出成果。 | | |
| 姓名 | 张军春 | 排名 | 2 |
| 行政职务 | 总工程师 | 技术职称 | 高级工程师 |
| 工作单位 | 陕西五洲矿业股份有限公司 | 完成单位 | 陕西五洲矿业股份有限公司 |
| 对本项目主要学术和技术创造性贡献 | 组织项目设计（设计技术路线，确定关键技术）、项目实施、报告编写和成果验收，组织项目研究人员研讨会，主持开展解决理论与技术难题，并取得突出成果。 | | |
| 姓名 | 赵炜 | 排名 | 3 |
| 行政职务 | 无 | 技术职称 | 讲师 |
| 工作单位 | 西北大学 | 完成单位 | 西北大学 |
| 对本项目主要学术和技术创造性贡献 | 项目技术负责人，负责项目总体技术设计及改进，负责项目实施、报告编写和成果验收，协调项目进度 | | |
| 姓名 | 陈超 | 排名 | 4 |
| 行政职务 | 党委书记兼副总经理 | 技术职称 | 高级工程师 |
| 工作单位 | 陕西五洲矿业股份有限公司 | 完成单位 | 陕西五洲矿业股份有限公司 |
| 对本项目主要学术和技术创造性贡献 | 组织并参与项目设计、项目实施、报告编写和成果验收，协调项目进度 | | |
| 姓名 | 闫渊 | 排名 | 5 |
| 行政职务 | 西北大学化工学院产学研院长助理 | 技术职称 | 讲师 |
| 工作单位 | 西北大学 | 完成单位 | 西北大学 |
| 对本项目主要学术和技术创造性贡献 | 协调项目进度、组织研究人员进行科学研究、与技术研讨，在工艺方案优化设计及关键产品开发方面做出突出贡献。解决理论与技术难题，并取得突出成果。 | | |
| 姓名 | 艾军 | 排名 | 6 |
| 行政职务 | 副总经理 | 技术职称 | 高级工程师 |
| 工作单位 | 陕西五洲矿业股份有限公司 | 完成单位 | 陕西五洲矿业股份有限公司 |
| 对本项目主要学术和技术创造性贡献 | 组织并参与项目设计、项目实施、报告编写和成果验收，协调项目进度 | | |
| 姓名 | 郝文彬 | 排名 | 7 |
| 行政职务 | 副总经理 | 技术职称 | 高级工程师 |
| 工作单位 | 陕西五洲矿业股份有限公司 | 完成单位 | 陕西五洲矿业股份有限公司 |
| 对本项目主要学术和技术创造性贡献 | 参与项目方案制定，负责现场中试实验 | | |
| 姓名 | 张明明 | 排名 | 8 |
| 行政职务 | 副主任 | 技术职称 | 工程师 |
| 工作单位 | 陕西五洲矿业股份有限公司 | 完成单位 | 陕西五洲矿业股份有限公司 |
| 对本项目主要学术和技术创造性贡献 | 参与项目方案制定和现场实验管理 | | |
| 姓名 | 朱亮亮 | 排名 | 9 |
| 行政职务 | 无 | 技术职称 | 讲师 |
| 工作单位 | 西北大学 | 完成单位 | 西北大学 |
| 对本项目主要学术和技术创造性贡献 | 参与项目方案制定，负责理论计算和模型搭建 | | |
| 姓名 | 肖航 | 排名 | 10 |
| 行政职务 | 无 | 技术职称 | 讲师 |
| 工作单位 | 西北大学 | 完成单位 | 西北大学 |
| 对本项目主要学术和技术创造性贡献 | 参与项目方案制定，负责理论计算和模型搭 | | |
| 姓名 | 刘彦锋 | 排名 | 11 |
| 行政职务 | 生产部主任 | 技术职称 | 工程师 |
| 工作单位 | 陕西五洲矿业股份有限公司 | 完成单位 | 陕西五洲矿业股份有限公司 |
| 对本项目主要学术和技术创造性贡献 | 参与项目现场实验管理 | | |

**九、完成单位情况**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 排名 | 单位名称 | 主要贡献 |
| 1 | 陕西五洲矿业股份有限公司 | 在项目的整个实施过程中，陕西五洲矿业股份有限公司为项目的顺利完成提供了有力保证。作为本项目的依托单位，为项目的顺利完成并取得突出成果做出了重要贡献，表现为：① 组织并完成了项目策划和实施工作；② 为项目的顺利实施提供了人力资源与优质的工作环境与场所；③ 提供了本项目所需的设备、场地、资金配套等资源。④负责完成整个体系的小试和中试实验项目建设施工和后期运行。 |
| 2 | 西北大学 | 在项目的整个实施过程中，负责技术方案制定，小试和中试线设计工艺及图纸绘制，负责全钒液流电池成套关键技术研发，提供全钒液流电池中关键技术的理论基础研究工作。 |

**十、完成人合作关系说明**

本项目十一位完成人工作单位来自于国有企业和高校，长期保持合作关系，共同承担了多项国家、省部级及陕西有色集团内部的重大科研项目。

陈曦教授是全钒液流电池项目总技术负责人，本成果完成过程中主要组织项目设计（设计技术路线，确定关键技术）、项目实施、报告编写和成果验收，组织项目研究人员研讨会，主持开展解决理论与技术难题，并取得突出成果，完成成果转化平台搭建。

第二、四完成人张军春和陈超是陕西五洲矿业股份有限公司全钒液流电池项目的主要项目负责人，负责该项目的总体设计及项目组织，推动该项目高新技术转化。

第三完成人赵炜博士是陈曦教授团队全钒液流电池主要技术负责人，负责项目总体技术设计及改进，负责项目实施、报告编写和成果验收，协调项目进度。

第五完成人闫渊博士自该本目成立起就一直进行全钒液流电池电堆材料相关开发方面的工作，现为西北大学化工学院产业化院长助理，主要成果包括专利等，在合作期间，发表相关专利5项。

第六、七完成人艾军和郝文彬是陕西五洲矿业股份有限公司全钒液流电池项目的主要负责人，一直跟本项目组有着紧密联系，主要负责高纯五氧化二钒和液流电池电解液小试和中试线建设工作，协调项目团队的工作进度和掌控项目实施情况。

第八完成人张明明是陕西五洲矿业股份有限公司科技部副部长，一直负责全钒液流电池项目在五洲公司内部研发工作，参与项目方案制定和现场实验管理，对项目建设现场进行有效管理，同步跟进项目实施情况。

第九和十完成人朱亮亮和肖航陈曦教授团队全钒液流电池项目组成员，参与项目方案制定，负责理论计算、模型搭建以及液流电池基础理论研究工作。

第十一完成人刘彦锋是陕西五洲矿业股份有限公司生产部主任，主管该成果中试线运行和生产工艺流程改进工作，参与项目方案制定和现场实验管理。参与完成其他技术发明。