陕西省科学技术进步奖提名书

(2023年度)

**一、项目基本情况**

|  |  |
| --- | --- |
| 项目名称 | 新型超纯超大规格钼溅射靶材关键技术研发与应用 |
| 主要完成人 | 任宝江、周新文、赵新瑞、胡卜亮、王伟、乔柯、刘宏亮、弋社峰、罗兴、张焜 |
| 主要完成单位 | 金堆城钼业股份有限公司西安建筑科技大学 |

**二、提名意见**（适用于单位提名）

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 提 名 者 | 陕西有色金属控股集团有限责任公司 | 提名等级 | □一等奖 ■ 二等奖 □三等奖 |
| 提名意见：该项目针对高清柔性显示用超大规格钼溅射靶材的重大需求与国内技术空白，结合全球半导体平面显示高清、柔性技术的发展趋势，以OLED柔性及高清显示用新型超纯超大规格钼溅射靶材产品的研发与产业化应用为目标，开发了纯度99.995%的大粒度钼粉生产技术及装备、超大规格钼靶坯粉末平面充填技术及成型系统、纯度99.99%以上细晶-高致密-均质化钼靶坯的高温烧结技术、高温大变形轧制均匀细晶化控制技术、高精度机加工技术及成套装备。打破从技术研发到产业化生产的技术壁垒，解决了高清柔性显示用靶材成套制备工艺和设备的诸多问题，所开发的产品通过国内外共计近三十条高清柔性显示屏生产线系统认证，并批量供货，打破该系列产品长期被国外少数公司垄断的局面，实现国产化替代。该项目创新点突出，技术成果显著，经济效益良好。项目材料真实有效，填写符合规范。提名该项目为陕西省科学技术进步奖 二 等奖。 |

**三、项目简介**

|  |
| --- |
| 本项目属于粉末冶金领域。钼金属由于其与玻璃相近的膨胀系数、良好的导热导电性能，广泛应用于半导体、显示器、太阳能电池、光学涂层等行业。在平面显示领域，钼溅射靶材已成为OLED液晶显示屏制备的核心材料。OLED面板不仅应用于智能手机、智能手表、电视机领域，近年来在显示器、平板电脑、游戏应用屏、车载显示四个领域中也表现出快速增长的态势。伴随全球IT显示面板行业超大尺寸化、高清柔性化发展趋势，对钼溅射靶材提出了更为苛刻的性能需求，如更高的纯度、更大规格、更为细小的均匀组织、更高的机加工精度等等。我国位列世界第一钼资源国和产钼国，却长期徘徊于初级产品生产，不但高附加值深加工钼产品主要依赖进口，而且在应用领域又频遇技术壁垒，难以满足各行业自主创新、重大技术赶超的高端产品需求，高端产品一直被国际巨头垄断。本项目针对高清柔性显示用超大规格钼溅射靶材的重大需求与国内技术空白，以高清、OLED柔性面板换代所需超纯超大规格、均质细晶钼靶材系列产品国产化替代急需解决的成套制备工艺、技术、装备为目标，自主研发解决了大粒度超纯钼粉制备技术及装备、超大规格钼靶坯充填成型、超大规格钼靶坯气体与碱金属杂质控制、超大规格细晶-高致密-均质化钼靶坯的高温烧结、超大规格钼靶坯大变形轧制均匀细晶化控制、大尺寸钼靶坯高精度机加工成靶等一系列技术难题，并通过集成研制配套产业化设备工装，形成了批量化全技术体系，实现了对超纯超大规格钼靶材国外技术垄断的单一性技术及产品替代，填补了我国高附加值钼靶制备技术空白并显著提升了企业技术领先程度及经济效益。主要创新及发明如下：1、建立了钼粉团聚度量化与粒度控制模型。开发了三氧化钼长效缓释-高温混投深度还原粒度/纯度协同控制技术，制备出5-7μm大粒度钼粉，有效降低其Fe、Ni杂质含量，纯度达到99.995%。开发了筛分-存储-混料全流程自动化气体保护低氧钼粉生产装备，制备出氧含量低于280ppm的钼粉。2、发明了超大规格钼靶坯粉末平面充填技术及成型系统，调控温度与压力梯度使气体与碱金属杂质分步逸出，制备出细晶-高致密-均质化钼靶坯。成功制备出全球最大单重（1200kg）高均匀性钼压制生坯并批量化均匀压制生产，制备的靶坯在单重、品质方面均处于国际领先水平。钼靶坯的氧含量＜40ppm，K含量＜10ppm，Na含量＜10ppm，纯度达到99.99%以上。获得细晶均质的超大规格钼靶坯，均匀性控制在 0.1g/cm3以下，烧结密度达到9.85 g/cm3以上，整体烧结质量性能达到国际先进水平。3、建立了超大规格钼靶坯轧制力预测模型，开发了钼靶坯高温大变形轧制均匀细晶化控制技术、振动时效内应力快速释放技术、多缸多压头精准校平与柔性磨削高精度机加工技术及成套装备。超大规格钼靶材平均晶粒尺寸<50μm，产品纯度大于99.99%（包含 W 及气体元素）。实现了3450×200mm超纯超大规格钼溅射条靶、2300×1800mm超纯超大规格钼溅射方靶产业化制备。 中国有色金属工业协会组织同行专家对超纯钼粉和超大规格钼溅射靶材相关技术及装备进行了会议评价：整体技术达到了国际领先水平。本项目获国家专利授权39项，其中技术发明专利22项，实用新型专利17项。制定国家/行业标准2项，企业标准27项。发表学术论文25篇，其中SCI 3篇。开发的超纯超大规格钼溅射靶材占国际市场的60%以上，实现了超纯超大规格钼靶被国外垄断的突破及产品替代，**填补了我国柔性、高清显示用超纯超大规格、高品质钼溅射靶材制备技术空白**并显著提升了企业技术领先程度及经济效益。**实现了对韩国三星、LG、京东方、华星光电等国际超清显示领头企业的稳定出口，突破了大规格靶材生产的“卡脖子”技术**，建成了全球最大的高纯钼粉生产线和超大规格钼溅射靶材生产线，引领了行业发展。近三年新增销售额30.13亿元，新增利润4.1亿元，利税3.92 亿元。经济和社会效益显著。  |

**四、客观评价**

|  |
| --- |
| 1. **鉴定结论**

（1）2019年，中国有色金属工业协会组织同行专家对本成果中关于高清、柔性显示用大规格钼溅射靶材相关技术及装备进行了会议评价。综合评价结论：针对国内外对高清、柔性显示用大规格钼溅射靶材的重大需求与制备技术空白，被评价项目成功开发出了超大宽幅（＞1800mm）高品质钼溅射靶材成套工艺制备技术，并实现了产业化，解决了我国高清柔性显示用大规格钼溅射靶材的卡脖子问题。项目已在金堆城钼业股份有限公司建成年产能500吨的高清柔性显示用钼溅射靶材生产线，并实现了向三星、京东方等国内外13家高清柔性显示屏生产线稳定供货。技术创新程度高。**整体技术达到了国际领先水平。**（2）2022 年，中国有色金属工业协会组织同行专家对本成果中高端电子产品用高品质钼粉相关技术及装备的研究成果进行了评价。综合评价结论：发明了二硫化钼和二钼酸铵高纯化与形貌控制技术，降低了K、Fe杂质元素，实现了钼酸铵粒度稳定，形貌均一不粘连；开发了三氧化钼纯化技术及装备，显著降低了三氧化钼中NH4+含量；开发了湿氢和高温混投制备多级粒度钼粉技术及装备，实现了多级粒度钼粉的控制制备。技术创新程度高。提升了我国钼行业在国际上的竞争力，推动了行业进步。**项目整体技术达到国际领先水平。**1. **国家相关部门正式作出的技术检测报告**

该项目生产的钼粉产品经湖南纳微新材料科技有限公司(CNAS、MAC-MRA 资质)、钢研纳克检测技术股份有限公司（CNAS、CNACL、NADCAP、CMA资质）等检测，高品质钼粉及钼深加工材料及装备技术指标达到国内外公开报道最高水平。该项目生产的靶材产品经欧陆埃文思材料科技（上海）有限公司(CMA、ISO 17025 资质)），陕西中测汇谷新材料检测有限公司（CMA）等检测，高品质靶材产品及装备技术指标达到国内外领先水平。**3、项目验收意见**（1）《大粒度钼粉生产技术攻关》项目验收意见：项目2015年2月13日验收，项目组开展了原料、工艺对钼粉粒度的影响研究， 确定了高纯氧化钼还原和二氧化钼+钼粉混合高温还原生产大粒度钼粉（粒度＞7μm）的工艺，探索出了生产大粒度钼粉的原料、工艺要求，将研究成果应用于生产，提升了钼粉的竞争力，通过验收。（2）《大宽幅、高品质钼溅射靶材生产工艺攻关及量产化研究》验收意见：项目2017年10月24日验收，项目开展了钼溅射靶材制备过程的工艺研究，研究思路清晰，技术路线正确。项目研发的单重500kg以上钼靶坯的轧制工艺具有自主知识产权，达到国内领先、国际先进水平。项目完成了任务书研究内容，达到了预期目标，通过验收。（3）《G6代以上钼整靶材的制备工艺研究》验收意见：项目2018年11月8日验收，项目针对平面显示用G6代钼整靶材产品进行开发研究，开发的G6代钼整靶材产品各类指标满足需求，并通过韩国三星、京东方等客户使用认证，形成稳定销售。研究完成了任务书内容，达到预期目标，通过验收。（4）《钼板材温冷校平工艺技术研究》验收意见：项目2020年4月17日验收，项目深入研究了钼板材温冷校平各项参数及装置，改善了校平装置的安全性，提升了校平效率。解决了大弯度变形钼板材难以校平的问题。完成了任务书内容，达到预期目标，通过验收。（5）《OLED用超大规格钼溅射靶材工艺优化研究》验收意见：项目于2020年4月17日验收，项目开展了现有设备技术升级研究及G6代钼溅射靶材自造研发工作，实现钼靶材产品产能可达500t/a，综合成本下降22%。解决了OLED用超大规格钼靶材的问题，完成了任务书研究内容，达到预期目标，通过验收。**4、科技查新报告**经陕西省科学技术信息研究所查新显示，未见与查新项目《新型超纯超大规格钼溅射靶材关键技术研发与应用》关键技术查新点相同的报道。**5、科技奖励**（1）2018年《大宽幅、高品质钼溅射靶材生产工艺攻关及量产化研究》获陕西有色金属集团科学技术奖一等奖；（2）2021年《OLED用超大规格钼溅射靶材工艺优化研究》获陕西有色金属集团科学技术奖二等奖；（3）2022年《坩埚用钼粉及大粒度钼粉质量研究》获陕西有色金属集团科学技术奖二等奖。**6、应用评价**（1）福建阿石创新材料股份有限公司该产品具有规格大、平面度好、纯度高，晶粒均匀等特点。靶材产品均销往国内外知名面板制造企业，产品品质深受客户好评。该种产品的市场化应用有助于推动我国高清柔性显示行业的自主化生产，促进了我国显示事业的整体进步。（2）深圳众诚达应用材料股份有限公司：靶材产品均销往国内外知名面板制造企业，客户好评度高。金堆城钼业股份有限公司生产的这种超纯超大规格钼溅射靶材产品具有完全自主知识产权，品质稳定且能够做到稳定供货，解决了我国高端钼溅射靶材被“卡脖子”的问题。（3）河南省华锐光电产业有限公司：靶材产品均销往国内外知名面板制造企业。产品品质稳定，客户好评度高。金堆城钼业股份有限公司生产的这种超纯超大规格钼溅射靶材产品推动了我国高清柔性显示行业的自主化生产，解决了高端钼溅射靶材被“卡脖子”的问题。 |

**五、应用情况和效益**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **1．应用情况**本项目开发的技术和装备已成功在金堆城钼业股份有限公司实现工业化应用。开发的新型超纯超大规格钼溅射靶材产品出口韩国和中国台湾等发达国家和地区，为企业带来了巨大的经济效益。主要应用情况如下表2

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 单位名称 | 应用的技术及产品 | 应用对象及规模 | 应用起止时间 | 单位联系人/电话 |
| 1 | 金堆城钼业股份有限公司 | 新型超纯超大规格钼溅射靶材制造技术及产业化应用 | 高清柔性电子显示器 | 2015年至今 | 刘宏亮13881396357 |
| 2 | 三星电子 | 新型超纯超大规格钼溅射靶材 | 高清柔性电子显示器 | 2017年至今 | Elena kim+82 10-9544-1314 |
| 3 | LG电子 | 新型超纯超大规格钼溅射靶材 | 高清柔性电子显示器 | 2021年至今 | 변혁 010 5870 0615 |
| 4 | 台湾群创光电股份有限公司 | 新型超纯超大规格钼溅射靶材 | 高清柔性电子显示器 | 2016年至今 | 罗志平15929633570 |
| 5 | 福建阿石创新材料股份有限公司 | 新型超纯超大规格钼溅射靶材 | 高清柔性电子显示器 | 2015年至今 | 陈霖13950300879 |
| 6 | 信利（惠州）智能显示有限公司 | 新型超纯超大规格钼溅射靶材 | 高清柔性电子显示器 | 2016年至今 | 张静婷13929564776 |
| 7 | 京东方科技集团股份有限公司 | 新型超纯超大规格钼溅射靶材 | 高清柔性电子显示器 | 2015年至今 | 刘立扬18048276667 |
| 8 | TCL华星光电技术有限公司 | 新型超纯超大规格钼溅射靶材 | 高清柔性电子显示器 | 2017年至今 | 黄燕丽13692943934 |
| 9 | 咸阳彩虹光电科技有限公司 | 新型超纯超大规格钼溅射靶材 | 高清柔性电子显示器 | 2020年至今 | 冯妞15995629533 |
| 10 | 洛阳科威钨钼有限公司 | 新型超纯超大规格钼溅射靶材 | 高清柔性电子显示器 | 2021年至今 | 季豪杰15036399072 |
| 11 | 深圳众诚达应用材料股份有限公司 | 新型超纯超大规格钼溅射靶材 | 高清柔性电子显示器 | 2017年至今 | 廖明梁18126252620 |
| 12 | 维信诺科技股份有限公司 | 新型超纯超大规格钼溅射靶材 | 高清柔性电子显示器 | 2020年至今 | 郑蕙佳15298883196 |
| 13 | 河南省华锐光电产业有限公司 | 新型超纯超大规格钼溅射靶材 | 高清柔性电子显示器 | 2020年至今 | 岳卓18629698838 |
| 14 | 福建华佳彩有限公司 | 新型超纯超大规格钼溅射靶材 | 高清柔性电子显示器 | 2018年至今 | 卫远17791979830 |
| 15 | 天马微电子股份有限公司 | 新型超纯超大规格钼溅射靶材 | 高清柔性电子显示器 | 2018年至今 | 易婷婷18307224558 |

 |
| 1. **经济效益和社会效益**

**（1）经济效益**该成果技术成功应用于超纯钼粉和超纯超大规格钼溅射靶材的产品制造。近三年生产超纯钼粉、超纯超大规格钼溅射靶材等产品共计7391吨，新增销售收入30.13亿元，新增利润4.1亿元，新增利税3.9亿元，如表3 所示。表3 近三年经济效益单位：万元人民币

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 自然年 | 新增销售额 | 新增利润 | 新增利税 |
| 2020年 | 76013.18 | 9438.99 | 9881.71 |
| 2021年 | 90429.77 | 11785.26 | 11755.87 |
| 2022年 | 134903.76 | 19832.04 | 17537.49 |
| 累计 | 301346.71 | 41056.29 | 39175.07 |

**（2）社会效益**1）该项目创造性地解决了超纯超大规格钼溅射靶材制造技术及产业化应用中的重大技术难题，成功开发出成套超纯超大规格钼溅射靶材装备，实现了工业化生产，使我国超纯超大规格钼溅射靶材技术和装备的工程化应用达到国际领先水平；1. 该项目取得了一系列具有自主知识产权的专利技术，并制定了行业标准，引领了我国超大规格溅射钼靶才制备加工技术的发展，显著了提升了行业科技进步；
2. 该技术成果打破了国外垄断，填补了超纯超大规格钼溅射靶材产品的国内空白，攻克了相关“卡脖子”技术，为我国显示行业做出了巨大贡献。
3. 该成果的技术装备满足了高端显示领域的超纯超大规格靶材的需求，成功应用于我国高端显示的龙头制造企业中，同时出口至韩国三星、LG等国际知名企业。推动了我国高端制造业的发展；技术装备节能环保、应用前景广阔、社会经济效益巨大；

5）发表学术论文25余篇（SCI 收录论文3 篇）；授权发明专利22件，实用新型专利17件；制定国家/行业标准2项；培养各类高级人才20余人；培养博士研究生5名，硕士研究生20余名，为陕西省有色金属行业培养了大批高层次人才。 |

**六、主要知识产权和标准规范等目录（限10条）**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 | 一种可自由收缩的等静压用平装立压式模具及压制方法 | 中国 | ZL201610455046.1 | 2017年12月26日 | 第2752627号 | 金堆城钼业 股份有限公司 | 刘宏亮；付小俊；曾毅；任宝江；张焜；王梅；党永平；张俊利；雷蕾；吕伟 |
| 2 | 国家标准 | 《钼粉》 | 中国 | GB/T 3461-2016 | 2016年06月14日 | / | 金堆城钼业 股份有限公司 | 石大伟；马志军；赵新瑞；王郭亮；柳兴光；易炼；李志翔；杨义兵；孔澎 |
| 3 | 实用新型专利 | 一种超大规格钼靶坯的自动装粉机构 | 中国 | ZL201620888446.7 | 2017年03月15日 | 第5997043号 | 金堆城钼业 股份有限公司 | 任宝江；张焜；刘宏亮；仙彬华；付小俊；曾毅；张菊平；党永平；卢中友 |
| 4 | 发明专利 | 冷等静压用制备钼靶坯模具 | 中国 | ZL201310128527.8 | 2015年07月29日 | 第1737807号 | 金堆城钼业 股份有限公司 | 黄晓玲；吴亚利；张焜；史振琦；赵大伟；薛夏英；惠军胜 |
| 5 | 发明专利 | 一种水切割废砂的循环再利用方法 | 中国 | ZL201610339002.2 | 2018年05月15日 | 第2924321号 | 金堆城钼业 股份有限公司 | 曾毅；付小俊；任宝江；仙彬华；雷蕾；张俊利；王梅；张焜；刘宏亮；王娜；李娜；张菊平 |
| 6 | 发明专利 | 钼粉的制备方法 | 中国 | ZL201310125943.2 | 2015年04月15日 | 第1636192号 | 金堆城钼业 股份有限公司 | 吴兴刚；肖江涛；付小俊；曹维成；任宝江；王岗；仙彬华 |
| 7 | 发明专利 | 一种大粒度钼粉的制备方法 | 中国 | ZL201410766081.6 | 2016年07月06日 | 第2144286号 | 金堆城钼业 股份有限公司 | 刘宏亮；罗兴；陈成；郝海；薛夏英；曹冬；张菊萍；李卫昌；韩强；王培华；肖江涛 |
| 8 | 发明专利 | 制备窄带粒度分布钼粉的方法及装置 | 中国 | ZL201310754541.9 | 2015年09月09日 | 第1780971号 | 金堆城钼业 股份有限公司 | 吴亚利；黄晓玲；薛夏英；肖江涛；张焜；张宝新；史振琦；曹维成；行亚宁；惠军胜；李维耀 |
| 9 | 发明专利 | 一种高强韧低氧钼合金及制备方法 | 中国 | ZL201810593817,2 | 2019年7月05日 | 第3441624号 | 西安建筑科技大学 | 王快社；胡卜亮；胡平；李世磊；陈文静；夏雨；邓洁；周宇航 |
| 10 | 发明专利 | 磁致塑性变断面转角挤压制备细晶装置及其方法 | 中国 | ZL201610033687.8 | 2017年07月11日 | 第2547540号 | 西安建筑科技大学 | 乔柯；王快社；王文；李天麒；陈鹏 |

**七、主要完成人情况表**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 姓 名 | 任宝江 | 排 名 | 1 |
| 行政职务 | 总工程师 |
| 技术职称 | 正高级工程师 |
| 工作单位 | 金堆城钼业股份有限公司 |
| 完成单位 | 金堆城钼业股份有限公司 |
| 对本项目技术创造性贡献：项目总负责，对本项目研究成果做出了多项创造性贡献。对本项目整体进度的推进及过程协调也做出了重要贡献。具体创造性贡献还包括：负责设计了本项目总体的研究内容和研究方案；具体设计了本项目涉及的高品质钼粉的生产工艺研究方案；具体设计了本项目涉及的超纯超大规格钼靶材产品的生产工艺控制及性能影响研究方案；在整个项目开展过程中，针对钼粉的纯化问题、靶材的性能改善问题都提出了重要指导性意见。 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 姓 名 | 周新文 | 排 名 | 2 |
| 行政职务 | 金属分公司副总经理 |
| 技术职称 | 高级工程师 |
| 工作单位 | 西安建筑科技大学 |
| 完成单位 | 西安建筑科技大学 |
| 对本项目技术创造性贡献：主要负责项目创新点1中的氧化钼长效缓释-高温混投深度还原粒度/纯度协同控制技术的研发，负责创新点3中超纯超大规格钼靶坯高温大变形轧制均质化细晶控制技术与振动时效内应力快速释放技术的研究。针对项目的批量化应用提出了重要指导性意见。 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 姓 名 | 赵新瑞 | 排 名 | 3 |
| 行政职务 | 金属分公司副总经理 |
| 技术职称 | 高级工程师 |
| 工作单位 | 金堆城钼业股份有限公司 |
| 完成单位 | 金堆城钼业股份有限公司 |
| 对本项目技术创造性贡献：主要负责项目创新1中筛分-存储-混料全流程自动化气体保护低氧钼粉生产装备的开发和应用，负责项目创新2中超大规格钼板坯气体与碱金属杂质梯度温-压协同分步逸出技术的开发，并对本项目整体进度的推进及过程协调也做出了重要贡献。 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 姓 名 | 胡卜亮 | 排 名 | 4 |
| 行政职务 | 无 |
| 技术职称 | 副教授 |
| 工作单位 | 西安建筑科技大学 |
| 完成单位 | 西安建筑科技大学 |
| 对本项目技术创造性贡献：作为第二主要完成单位的项目负责人，主要负责项目第一项科技创新中的钼粉团聚度量化与粒度控制模型和低氧钼粉生产的研究，与第一完成人合作针对钼粉的纯化问题、靶材的性能改善问题开展实验，提出了重要指导性意见，对于本项目主要科学发现、理论创新及应用推广具有重要贡献。 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 姓 名 | 王伟 | 排 名 | 5 |
| 行政职务 | 无 |
| 技术职称 | 副教授 |
| 工作单位 | 西安建筑科技大学 |
| 完成单位 | 西安建筑科技大学 |
| 对本项目技术创造性贡献：主要负责项目第三项科技创新的部分内容，建立了超大规格钼靶坯轧制力预测模型，阐明了开坯温度-终轧温度-变形量-晶粒尺寸的变化规律，组织相关试验验证，对超大规格钼靶坯的轧制提出指导性意见。 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 姓 名 | 乔柯 | 排 名 | 6 |
| 行政职务 | 办公室主任 |
| 技术职称 | 讲师 |
| 工作单位 | 西安建筑科技大学 |
| 完成单位 | 西安建筑科技大学 |
| 对本项目技术创造性贡献：参与本项目第一项和第三项科技创新的部分内容，参与钼粉团聚度量化与粒度控制模型和低氧钼粉生产的研究，建立了超大规格钼靶坯轧制力预测模型，实现了超大规格细晶均质（平均晶粒尺寸<50μm）钼板材的生产。 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 姓 名 | 刘宏亮 | 排 名 | 7 |
| 行政职务 | 板材事业部轧制区主任 |
| 技术职称 | 正高级工程师 |
| 工作单位 | 金堆城钼业股份有限公司 |
| 完成单位 | 金堆城钼业股份有限公司 |
| 对本项目技术创造性贡献：主要负责项目第二项科技创新中超大规格钼板坯“Z”形循环“流-铺双控”平面充填技术及“全方位自由收缩式”成型系统的研究，负责超纯超大规格钼靶坯多缸多压头精准校平与柔性磨削高精度机加工技术及成套装备的研发，负责本项目的批量化生产应用。 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 姓 名 | 弋社峰 | 排 名 | 8 |
| 行政职务 | 钼粉分厂厂长 |
| 技术职称 | 工程师 |
| 工作单位 | 金堆城钼业股份有限公司 |
| 完成单位 | 金堆城钼业股份有限公司 |
| 对本项目技术创造性贡献：参与完成了项目第一项主要科技创新中的部分内容，参与完成了氧化钼长效缓释-高温混投深度还原粒度/纯度协同控制技术和筛分-存储-混料全流程自动化气体保护低氧钼粉生产装备的研发，参与本项目批量化生产应用和推广。 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 姓 名 | 罗兴 | 排 名 | 9 |
| 行政职务 | 综合部部长 |
| 技术职称 | 工程师 |
| 工作单位 | 金堆城钼业股份有限公司 |
| 完成单位 | 金堆城钼业股份有限公司 |
| 对本项目技术创造性贡献：参与完成了项目第三项主要科技创新中的部分内容，参与完成了超纯超大规格钼靶坯高温大变形轧制均质化细晶控制技术与振动时效内应力快速释放技术的研发及多缸多压头精准校平与柔性磨削高精度机加工技术及成套装备的研制。 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 姓 名 | 张焜 | 排 名 | 10 |
| 行政职务 | 板材事业部技术研发部部长 |
| 技术职称 | 高级工程师 |
| 工作单位 | 金堆城钼业股份有限公司 |
| 完成单位 | 金堆城钼业股份有限公司 |
| 对本项目技术创造性贡献：参与完成了本项目第二项主要科技创新中的部分内容，参与完成了超大规格钼板坯“Z”形循环“流-铺双控”平面充填技术及“全方位自由收缩式”成型系统的研发，参与本项目批量化生产应用和推广。 |

**八、主要完成单位情况表**

|  |  |
| --- | --- |
| 单位名称 | 金堆城钼业股份有限公司 |
| 对本项目科技创新和应用推广情况的贡献：作为项目第一完成单位，全面负责项目的组织实施、理论分析以及技术路线的确定，主要完成了项目创新点2的科技创新，创新点1、2的部分科技创新，高效完成了项目预期研究目标。完成了开发了氧化钼长效缓释-高温混投深度还原粒度/纯度协同控制技术，实现筛分-存储-混料全流程自动化气体保护低氧钼粉生产装备的研制。发明了超大规格钼板坯粉末平面充填技术及成型系统，调控温度与压力梯度使气体与碱金属杂质分步逸出，制备出细晶-高致密-均质化钼靶坯。开发了钼靶坯高温大变形轧制均质化细晶控制技术、振动时效内应力快速释放技术、多缸多压头精准校平与柔性磨削高精度机加工技术及成套装备，并形成了批量化生产及应用，对于本项目主要技术创新及应用推广具有重要贡献。 |

|  |  |
| --- | --- |
| 单位名称 | 西安建筑科技大学 |
| 对本项目科技创新和应用推广情况的贡献：作为项目第二完成单位，全面负责项目的理论模拟和实验验证，建立了钼粉团聚度量化与粒度控制模型。为团聚度控制粒度提供了工艺指导。建立了超大规格钼靶坯轧制力预测模型，阐明了开坯温度-终轧温度-变形量-晶粒尺寸的变化规律，实现了超大规格细晶均质（平均晶粒尺寸<50μm）钼板材的生产。与项目第一完成单位合作针对钼粉的纯化问题、靶材的性能改善问题开展实验，提出了重要指导性意见，对于本项目主要科学发现、理论创新及应用推广具有重要贡献。 |

**完成人合作关系说明**

参加本年度陕西省科学技术进步奖申报和评审的《新型超纯超大规格钼溅射靶材关键技术研发与应用》项目成果，主要完成人包括任宝江、周新文、赵新瑞、胡卜亮、王伟、乔柯、刘宏亮、弋社峰、罗兴、张焜。

任宝江作为项目第一完成人，参与完成了高端电子产品用高品质钼粉关键制备技术及应用项目、OLED 用超大规格钼溅射靶材工艺优化研究项目、坩埚用钼粉及大粒度钼粉质量研究项目等，是2项主要知识产权的第一发明人，与第七完成人刘宏亮、第十完成人张焜共同完成4项主要知识产权，与第二完成人周新文、第三完成人赵新瑞、第四完成人胡卜亮、第七完成人刘宏亮、第八完成人弋社峰、第九完成人罗兴共同获得2022年度中国有色金属工业科技技术奖一等奖，与第二完成人周新文、第三完成人赵新瑞、第七完成人刘宏亮、第八完成人弋社峰、第十完成人张焜共同获得2022年度陕西有色金属集团科学技术二等奖。

第二完成人周新文与第三完成人赵新瑞共同合著1篇论文，与第一完成人任宝江、第三完成人赵新瑞、第七完成人刘宏亮、第八完成人弋社峰、第九完成人罗兴共同参与完成3项科研项目，并获得多项奖励。

第三完成人赵新瑞是1项主要知识产权的第一发明人，与第八完成人弋社峰共同完成2项主要知识产权，作为第一作者与第二完成人周新文共同合著一篇论文，与其他完成人共同参与完成了2项科研项目，并获得多项奖励。

第四完成人胡卜亮、第五完成人王伟、第六完成人乔柯与金堆城钼业股份有限公司自2011年在钼金属产品开发及推广应用方面开展了长期科研合作研究，第四完成人胡卜亮与第一完成人任宝江、与第二完成人周新文、第三完成人赵新瑞、第七完成人刘宏亮、第八完成人弋社峰、第九完成人罗兴共同参与高端电子产品用高品质钼粉关键制备技术及应用项目，并获得中国有色金属工业科技技术奖一等奖。

第七完成人刘宏亮是5项主要知识产权的第一发明人，与第一完成人任宝江、第十完成人张焜共同完成6项主要知识产权，与第九完成人罗兴共同完成1项主要知识产权。

第八完成人弋社峰作为第一发明人，与第三完成人赵新瑞共同参与完成2项主要知识产权，作为项目负责人与与第一完成人任宝江、第二完成人周新文、第三完成人赵新瑞共同参与完成了坩埚用钼粉及大粒度钼粉质量研究项目，获得2022年度陕西有色金属集团科学技术二等奖。

**完成人合作关系情况汇总表**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 合作方式 | 合作者/项目排名 | 合作起始时间 | 合作完成时间 | 合作成果 | 证明材料 |
| 1 | 共同获奖 | 任宝江/1周新文/4赵新瑞/5胡卜亮/6刘宏亮/7弋社峰/8罗兴/11 | 2006 | 2020 | 高端电子产品用高品质钼粉关键制备技术及应用 | 2022年度中国有色金属工业科技技术奖一等奖 |
| 2 | 共同立项 | 任宝江/1刘宏亮/4张焜/5周新文/6 | 2018 | 2020 | OLED 用超大规格钼溅射靶材工艺优化研究 | 项目结项报告2019-25 |
| 3 | 共同获奖 | 任宝江/1刘宏亮/4张焜/5周新文/6 | 2018 | 2021 | OLED 用超大规格钼溅射靶材工艺优化研究 | 2021年度陕西有色金属集团科学技术二等奖证书 |
| 4 | 共同知识产权 | 任宝江/3张焜/8 刘宏亮/9  | 2015 | 2018 | 发明专利—一种水切割废砂的循环再利用方法 | 专利证书 |
| 5 | 共同知识产权 | 任宝江/1 张焜/2 刘宏亮/3  | 2012 | 2017 | 实用新型---一种超大规格钼板坯的自动装粉机构 | 专利证书 |
| 6 | 共同获奖 | 弋社峰/1赵新瑞/2任宝江/4周新文/5 | 2022 | 2023 | 项目---坩埚用钼粉及大粒度钼粉质量研究 | 2022年度陕西有色金属集团科学技术二等奖证书 |
| 7 | 共同知识产权 | 刘宏亮/1 任宝江/4 张焜/5  | 2017 | 2018 | 发明专利—一种可自由收缩的等静压用平装立压式模 具及压制方法 | 专利证书 |
| 8 | 共同知识产权 | 刘宏亮/1 任宝江/7  | 2012 | 2018 | 实用新型---一种金属板材校平装置 | 专利证书 |
| 9 | 产业合作 | 任宝江、周新文、赵新瑞、胡卜亮、王伟、乔柯、刘宏亮、弋社峰、罗兴、张焜 | 2011 | 2023 | 科研合作协议 | 附件合同 |
| 10 | 论文合著 | 赵新瑞/1周新文/2 | 2021 | 2023 | 钼粉团聚度与二次筛分率的影响因素研究 | 论文 |
| 11 | 共同知识产权 | 赵新瑞/3弋社峰/6 | 2012 | 2019 | 一种低氧小粒度钼粉的生产方法 | 专利证书 |
| 12 | 共同知识产权 | 弋社峰/1赵新瑞/4 | 2019 | 2023 | 一种氢气露点自动控制装置 | 专利证书 |
| 13 | 共同获奖 | 刘宏亮/2张焜/9 | 2015 | 2018 | 大宽幅、高品质钼溅射靶材生产工艺攻关及量产化研究 | 2018年度陕西有色金属集团科学技术一等奖证书 |
| 14 | 共同立项 | 刘宏亮/1张焜/5 | 2018 | 2020 | 钼板材温冷校平工艺技术研究 | 项目结项报告2019-27 |
| 15 | 共同立项 | 刘宏亮/3张焜/4 | 2016 | 2018 | G6代以上钼整靶材的制备工艺研究 | 项目结项报告2017-01 |
| 16 | 共同立项 | 刘宏亮/2张焜/9 | 2015 | 2017 | 大宽幅、高品质钼溅射靶材生产工艺攻关及量产化研究 | 项目结项报告2015-02 |
| 17 | 共同知识产权 | 刘宏亮/1罗兴/2 | 2012 | 2016 | 一种大粒度钼粉的制备方法 | 专利证书 |