附件1：

[“十二钼酸铵制备新工艺开发及其粉冶特性研究与应用”](http://www.yousergroup.com/upload/202407/22/2c4cc8f5-4852-4507-8092-333caddbafd5.docx" \t "http://www.yousergroup.com/SubModule/_blank)

[项目公示内容](http://www.yousergroup.com/upload/202407/22/2c4cc8f5-4852-4507-8092-333caddbafd5.docx" \t "http://www.yousergroup.com/SubModule/_blank)

**一、项目名称**

十二钼酸铵制备新工艺开发及其粉冶特性研究与应用

**二、提名单位及意见**

**提名单位：**陕西有色金属控股集团有限责任公司

**提名意见：**金堆城钼业集团有限公司自筹经费完成《十二钼酸铵制备新工艺开发及其粉冶特性研究与应用》项目，产品纯度及各项性能达到国际先进水平。当前，航空航天、集成电路等战略领域对超纯钼金属需求爆发式增长，其质量直接影响高端装备竞争力；国家《新材料产业发展指南》亦明确推动钼基材料向高纯化、特种功能化、复合化升级。项目锚定行业痛点与政策要求，高纯度十二钼酸铵制备新工艺开发及其粉冶特性研究与应用为切入点，研发出具有完全自主知识产权的高效、短流程、低成本制备工艺，更突破焙解还原易引入杂质、降低纯度的技术壁垒。同时，建成一条十二钼酸铵、高纯钼及钼制品示范性生产线，获 12 件专利，发表科技论文 20 篇，科技成果显著。

该项目部分研究成果曾获陕西有色控股集团有限责任公司科学技术二等奖。在中国有色金属工业协会组织的科技成果评价会上，评价委员会评价该项目研究成果整体技术达到了国际先进水平。十二钼酸铵产品研制成果近三年累计实现新增销售额45232万元，新增利润13270.11万元，取得了显著经济效益。该项目打破了国外对于钼酸铵、高纯钼及高纯钼制品生产技术和工装设备垄断，实现高纯钼粉、钼制品的国产化量产，保障关键材料供应链自主可控，具有深远的社会效益。

综上，该项目顺应钼行业高纯化市场需求与国家高质量发展的产业政策导向，科技成果显著，经济和社会效益良好。特推荐为陕西省科学技术三等奖。

**三、项目简介**

十二钼酸铵是一种新型的钼酸铵产品，因其分子中钼原子聚合程度高、晶体缺陷少的特点，以及特有的结晶过程控制程度高的工艺优势，与常规二钼酸铵及四钼酸铵等相比，具有杂质含量低、纯度高、形貌规整等系列优点，是行业内确认的制备电子行业用高纯度钼靶材、钼电极等高端钼制品的最佳原料之一，全球高端钼制品用原料的年需求量约3000吨，且年需求增长率10%以上。

目前国内对十二钼酸铵制备技术研究多以十二钼酸铵结晶机理探索、晶体形貌控制等基础理论研究为主，在工业化生产及应用方面基本空白。因此，十二钼酸铵制备新工艺开发、产业化及其应用成制约国内钼材料工业高纯化发展的主要障碍之一。针对十二钼酸铵制备过程中的高纯化、高效低成本产业化以及焙解、还原防污的技术、产品和十二钼酸铵专业产线空白，金堆城钼业集团有限公司从钼提纯、十二钼酸铵制备工艺、焙解与还原工装防污控制方面进行技术攻关，重点解决十二钼酸铵、氧化钼、钼粉的高纯化与工装防污的控制技术难题。

项目突破的关键技术：

1. 钼原料的高纯化技术：采用自主知识产权的钼精矿除硅、钼酸铵溶液深度除钨、除钾技术，实现了钼原料的钾含量小于5ppm，硅含量小于3ppm，其他元素指标均实现了大幅度降低；
2. 高效、短流程、低成本十二钼酸铵制备技术：通过十二钼酸铵配比工艺流程系统优化，结合原辅料配比优化，实现十二钼酸铵制备流程缩短了30%、工艺时间缩短了50%以上，生产效率提高1倍以上；
3. 十二钼酸铵焙解、还原气氛与工装、设备协调控制技术：通过十二钼酸铵焙 解、还原工装、设备的优化以及工艺参数的协调控制，避免了十二钼酸铵焙解、还原工装、设备材质元素引入纯氧化钼、钼粉，实现了钼粉制备过程防污的目的，制备的钼粉纯度≥99.99%。

本项目共取得相关授权专利12件，发明专利 9件，实用新型专利 3件；发表学术论文20篇。

本项目开发出的十二钼酸铵制备技术成功推广应用于金堆城钼业股份有限公司进行十二钼酸铵、高纯氧化钼、高纯钼粉、钼棒、钼板生产及销售。利用项目技术生产的高纯钼粉、钼棒、钼板分别得到宝鸡通吉、宝鸡蕴杰等公司批量供货。截至 2024年12月，通过本项目技术的应用，金堆城钼业股份有限公司近三年已累计实现销售收入45232万元，实现利润13270.11万元。

中国有色金属工业协会的鉴定意见：项目技术创新程度高，技术指标先进，整体技术达到国际先进水平，经济及社会效益显著。

**四、客观评价**

2021年7月7日，按照 GB/T32003-2015《科技查新技术规范》对《十二钼酸铵制备新工艺开发及其粉冶特性研究与应用》项目在陕西省科学技术情报研究院进行科技查新，作出如下查新结论：“国内外与查新项目所述采用无机酸和钼酸铵制备十二钼酸铵部分类似，但未见明确述及与本项目所述以十二钼酸铵焙解还原制备钼粉技术研究报道”。

2021年6月23日，由公司组织专家完成了“十二钼酸铵制备新工艺开发及其粉冶特性研究与应用”项目评审验收，验收结论为：项目完成了任务书规定的研究任务和技术指标。验收专家组一致同意通过验收。

2021 年 7 月 9 日，由中国有色金属工业协会组织专家完成了本项目涉及的“十二钼酸铵制备新工艺开发及其粉冶特性研究与应用”科学技术成果鉴定。主要鉴定意见为：

1. 开发了高纯度十二钼酸铵新工艺技术和高纯钼粉制备技术，提高了钼粉、钼电极、钼靶材纯度，缩短了了工艺流程，降低了钼酸铵杂质，显著提高了金属回收率及成品率，减少了生产成本，技术创新程度高；
2. 制备的高纯钼酸铵纯度大于 99.995%，晶体形貌显六棱柱状，高纯钼粉纯度大于 99.99%，技术指标先进；
3. 该成果涉及钼酸铵净化、十二钼酸铵合成、焙解、还原高纯钼粉、制备高纯钼制品等相关技术难题，开发高纯度十二钼酸铵和高纯度钼粉制备技术，技术难度大，复杂程度高；
4. 该成果在 2017 年 5 月在金堆城钼业股份有限公司实现了工业化设生产，累计生产高纯钼金属 300 余吨，生产运行稳定、技术指标先进，重现性好，成熟度高。促进了钼酸铵结晶技术、纯化技术升级，加速了钼粉、钼制品换代，满足市场对高纯钼酸铵日益增长的需求，增强了企业的市场竞争力；
5. 项目2018、2019、2020三年累计实现销售收入 1.67 亿元，实现利润 3968.31 万元，实现了高端钼产品的国产化，经济及社会效益显著。

依据以上结论，评价委员会评价该项目成果整体技术达到国际先进水平。

**五、推广应用情况**

《十二钼酸铵制备新工艺开发及其粉冶特性研究与应用》项目突破的钼精矿除硅技术、钼酸铵降钾技术、高纯十二钼酸铵制备技术、十二钼酸铵还原制备高纯钼粉技术及高纯钼电极、钼靶材技术自2017年起主要应用于金堆城钼业股份有限公司进行十二钼酸铵、高纯氧化钼、高纯钼粉、高纯钼电极及高纯钼靶材等产品的生产和销售。截至2024年12月，2022年、2023年以及2024年近三年已累计实现销售额45232万元，实现利润13270.11万元，产生了良好的经济效益。

《十二钼酸铵制备新工艺开发及其粉冶特性研究与应用》项目遵循国家产业政策导向，符合有色行业对钼冶金及钼深加工技术开发的政策要求。项目对于钼高纯化制备技术壁垒的突破以及高纯十二钼酸铵、高纯钼粉及高纯钼生产线的建设，打破了国外对于高纯钼酸铵、高纯钼粉及高纯钼制品的生产技术和工装设备垄断。项目掌握的高纯十二钼酸铵、高纯钼粉及高纯钼制品制备技术，一方面填补了国内无专业生产高纯十二钼酸铵、高纯钼粉及高纯钼制品的技术和产品空白，打破了高纯十二钼酸铵、高纯钼粉、高纯钼电极等钼产品长期依赖国外进口的局面，实现了进口产品的替代，进一步巩固了应用单位金堆城钼业股份有限公司中国钼行业的龙头地位及中国钼行业在世界钼产业领域的先进科技水平；另一方面，通过部分替代进口高纯钼粉、高纯钼制品等产品，大幅降低了国内高纯钼粉、高纯钼制品生产企业的原材料成本以及未来国内电子、光伏等企业的原料成本，提高这些产品在国际市场上的竞争力。同时，项目建设完成的十二钼酸铵、高纯氧化钼、高纯钼粉及高纯钼制品生产线，在钼行业有着及其重要的示范作用和意义。随着钼高纯化制备关键技术的突破，钼金属的应用领域进一步拓宽，有力促进了中国钼企业逐步由初级原料型向高附加值深加工型转变，进一步推动了中国钼冶金、钼深加工产业的快速发展。

1. **主要知识产权**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 知识产权类别 | 知识产权发明人具体名称 | 国家（地区） | 授权号（标准编号） | 授权（标准发布）日期 | 证书编号 | 权利人 | 完成人 |
| 1 | 发明专利 | 一种降低辉钼矿中钾元素和钨元素含量的方法 | 中国 | ZL201811570970.X | 2021年  07月30日 | 4586333 | 金堆城钼业股份有限公司 | 唐丽霞，厉学武，刘东新，魏改莉，徐芳苓，张舒嘉 |
| 2 | 发明专利 | 一种钼精矿除硅的方法 | 中国 | ZL201610133950.0 | 2017年  12月26日 | 2752260 | 金堆城钼业股份有限公司 | 厉学武，陈丽娟，崔玉青，罗建海，俞国庆，李卫昌，刘东新，王磊 |
| 3 | 发明专利 | 一种钼酸盐中微量钨的去除方法 | 中国 | ZL202010453032.2 | 2022年  11月18日 | 5593924 | 金堆城钼业股份有限公司 | 唐军利 |
| 4 | 发明专利 | 一种三氧化钼溅射靶材、制备方法以及靶材模具 | 中国 | ZL202210392190.0 | 2024年  04月30日 | 6950316 | 金堆城钼业股份有限公司 | 席莎，崔玉青，周莎，朱琦，杨秦莉，张晓，李晶 |
| 5 | 发明专利 | 一种小径薄壁钼及钼合金管的制备方法 | 中国 | ZL201911136960.X | 2021年  07月13日 | 4541907 | 金堆城钼业股份有限公司 | 何凯，曹维成，刘东新，安耿，韩强，赵虎，杨秦莉，易婷，张涛，李晶，王宇晴，张晓，朱琦，王娜 |
| 6 | 发明专利 | 一种从钼焙砂中浸出钼的方法 | 中国 | ZL201310362859.2 | 2014年  12月03日 | 1533957 | 金堆城钼业股份有限公司 | 唐军利 |
| 7 | 发明专利 | 一种低钾钼基体、制备方法及应用 | 中国 | ZL202210877318.2 | 2024年  02月06日 | 6686340 | 金堆城钼业股份有限公司 | [谢明明，](https://www.patentstar.com.cn/Search/ResultList?CurrentQuery=6LCi5piO5piOL0lO&type=Cn)[崔玉青，](https://www.patentstar.com.cn/Search/ResultList?CurrentQuery=5bSU546J6Z2SL0lO&type=Cn)[刘延波，](https://www.patentstar.com.cn/Search/ResultList?CurrentQuery=5YiY5bu25rOiL0lO&type=Cn)[李康，](https://www.patentstar.com.cn/Search/ResultList?CurrentQuery=5p2O5bq3L0lO&type=Cn)[贺鑫，](https://www.patentstar.com.cn/Search/ResultList?CurrentQuery=6LS66ZGrL0lO&type=Cn)[厉学武](https://www.patentstar.com.cn/Search/ResultList?CurrentQuery=5Y6J5a2m5q2mL0lO&type=Cn) |
| 8 | 发明专利 | 一种二氧化钼的制备方法 | 中国 | ZL201811586810.4 | 2021年  02月02日 | 4234611 | 金堆城钼业股份有限公司 | 唐军利 |
| 9 | 发明专利 | 一种二氧化钛和三氧化钼复合粉体的制备方法 | 中国 | ZL201810618330.5 | 2020年  08月25日 | 3954382 | 金堆城钼业股份有限公司 | 厉学武，唐丽霞，曹维成，罗建海，刘东新，王磊，杨秦莉，安耿，薛光弟，郭军刚 |
| 10 | 实用新型 | 一种硫化料舟 | 中国 | ZL201921149657.9 | 2020年  05月26日 | 10597519 | 金堆城钼业股份有限公司 | 张晓，崔玉青，张菊平，席莎，唐军利，唐丽霞，刘东新 |
| 11 | 实用新型 | 一种提高金属粉末还原效率的三层料舟 | 中国 | ZL202222890114.0 | 2023年03月10日 | 18608494 | 金堆城钼业股份有限公司 | 邢军，蔺靖杰，刘旭洋，杨秦莉，厉学武 |
| 12 | 实用新型 | 降低钼焙砂氨浸过程氨耗的装置 | 中国 | ZL202420775368.4 | 2025年03月25日 | 22652729 | 金堆城钼业股份有限公司 | 唐军利，王诗雨，任宝江，崔玉青，杨秦莉 |

1. **主要完成人情况**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 姓名 | 厉学武 | 排名 | 1 |
| 行政职务 | 无 | 技术职称 | 教授级高工 |
| 工作单位 | 金堆城钼业集团有限公司 | 完成单位 | 金堆城钼业集团有限公司 |
| 对本项目主要学术和技术创造性贡献 | 全面负责项目整体方案制定及实施，参与钼提纯、十二钼酸铵制备、产线建设、产品认证过程中相关实验、产品检测、数据分析与汇总，主要贡献对应申报书“主要科技创新”中的一、二、三、四。 | | |
| 姓名 | 李晶 | 排名 | 2 |
| 行政职务 | 无 | 技术职称 | 教授级高工 |
| 工作单位 | 金堆城钼业集团有限公司 | 完成单位 | 金堆城钼业集团有限公司 |
| 对本项目主要学术和技术创造性贡献 | 协助项目方案的制定，负责实验工艺的制定及优化，参与项目高纯氧化钼还原制备钼粉、钼电极、钼靶材制备，生产线建设相关工作以及相关专利、论文的撰写，主要贡献对应申报书“主要科技创新”中的一、二、三。 | | |
| 姓名 | 席莎 | 排名 | 3 |
| 行政职务 | 技术中心科长 | 技术职称 | 高级工程师 |
| 工作单位 | 金堆城钼业集团有限公司 | 完成单位 | 金堆城钼业集团有限公司 |
| 对本项目主要学术和技术创造性贡献 | 负责高纯氧化钼还原制备高纯钼粉、高纯钼粉压制、烧结、模具设计相关研究试验及数据分析等，进行项目知识产权的撰写及申报主要贡献对应申报书“主要科技创新”中的一、二、三。 | | |
| 姓名 | 张晓 | 排名 | 4 |
| 行政职务 | 无 | 技术职称 | 教授级高工 |
| 工作单位 | 金堆城钼业集团有限公司 | 完成单位 | 金堆城钼业集团有限公司 |
| 对本项目主要学术和技术创造性贡献 | 负责高纯钼电极、钼靶材制备技术研究，参与项目样品元素检测、力学性能检测，参与项目相关专利及论文的撰写。主要贡献对应申报书“主要科技创新”中的一、二。 | | |
| 姓名 | 崔玉青 | 排名 | 5 |
| 行政职务 | 无 | 技术职称 | 教授级高工 |
| 工作单位 | 金堆城钼业集团有限公司 | 完成单位 | 金堆城钼业集团有限公司 |
| 对本项目主要学术和技术创造性贡献 | 负责十二钼酸铵制备新工艺技术试验研究，参与十二钼酸铵示范线设计，进行项目相关专利撰写及申报与论文撰写与发表。主要贡献对应申报书“主要科技创新”中的一、二、三。 | | |
| 姓名 | 唐军利 | 排名 | 6 |
| 行政职务 | 无 | 技术职称 | 教授级高工 |
| 工作单位 | 金堆城钼业集团有限公司 | 完成单位 | 金堆城钼业集团有限公司 |
| 对本项目主要学术和技术创造性贡献 | 负责钼提纯技术方案设计及试验方案实施与产品理化性能测试分析，进行项目专利和论文的撰写及申报发表。主要贡献对应申报书“主要科技创新”中的四。 | | |
| 姓名 | 杨秦莉 | 排名 | 7 |
| 行政职务 | 无 | 技术职称 | 高级工程师 |
| 工作单位 | 金堆城钼业集团有限公司 | 完成单位 | 金堆城钼业集团有限公司 |
| 对本项目主要学术和技术创造性贡献 | 参与高纯钼粉制备工艺研究试验及工装设备设计，进行项目相关专利的撰写及申报。主要贡献对应申报书“主要科技创新”中的二、三。 | | |

1. **主要完成单位排序及贡献**

| **排名** | **单位名称** | **主要贡献** |
| --- | --- | --- |
| 1 | 金堆城钼业集团有限公司 | 对本项目科技创新和推广应用贡献如下：   1. 完成高纯十二钼酸铵、高纯氧化钼、高纯钼粉、高纯钼电极与钼靶材制备技术开发、工业化试验及工艺确定，保障项目技术工业化应用实施的可靠性； 2. 完成十二钼酸铵、高纯钼粉示范性产线的建设实施并运行，验证项目相关技术的可行性； 3. 按照项目目标要求全 面制定项目实施方案及任务分工，按期完成所有试验内容及考核指标； 4. 在项目配套资金、原料、试验设备、检测、人员调配等方面给予有力支持，保证项目顺利实施； 5. 对项目研究过程中的各类科技成果进行及时申报及精细管理；推动项目技术的推广应用并进行跟踪反馈，促进项目技术研究成果的落地。 |

**九、完成人合作关系说明**

项目主要完成人员有厉学武、李晶、席莎、张晓、崔玉青、唐军利、杨秦莉7人，这些人员以多种方式参与了项目实施，包括共同立项、设计、实施、申请专利、合著论文及报告撰写等，集体成果为《十二钼酸铵制备新工艺开发及其粉冶特性研究与应用》项目提供了科学依据。

**十、完成单位合作关系说明**

本项目由金堆城钼业集团有限公司单独完成。