

2025 年度陕西省科学技术奖提名公示

（科技进步奖）

一、项目名称

氧化铁矿的绿色选冶及其过程固废高附加值利用关键技术与应用

二、提名者及提名意见

提名者：陕西省教育厅

提名意见：该项目聚焦氧化铁矿的选矿、冶炼及其过程固废的资源化利用，历经十余年持续攻关，突破了难选氧化性铁矿回收率低的问题，研发了集破碎—筛分—焙烧—分选整套氧化铁矿绿色选冶关键技术和高能效装备；研制了新型磁化焙烧装备，提高了铁矿石磁化处理量及强磁性相转化率；开发了高炉延寿及高炉渣余热回收关键技术，优化设计了高炉主铁沟结构和高炉渣余热回收装置构型，形成了降碳与节材的创新炼铁模式；开发了选矿及炼铁固废用于研制石塑板材和保温材料等系列绿色建筑材料技术，实现了变废为宝及高值化利用。授权专利 14 项，制订国家标准 1 项、企业标准 1 项。成果经专家组评价一致认为：总体达到国际先进水平，其中在尾矿高附加值利用方面达到国际领先水平。该项目在相关企业推广应用后，取得了显著的经济效益和社会效益。该项目对保障国家战略资源安全、实现钢铁产业绿色低碳可持续发展具有重大战略意义。经我单位审查，项目提名书符合书写规范，无知识产权纠纷，人员排序无争议，符合陕西省科学技术进步奖提名条件。提名该项目为陕西省科学技术进步奖二等奖。

三、项目简介

本项目属于冶金技术领域。

钢铁工业作为国民经济的支柱性基础产业，其发展水平是国家经济实力与综合国力的重要体现，为建筑、机械、汽车、能源等关键领域提供不可或缺的核心支撑，被誉为“工业的粮食”。铁矿石作为钢铁冶炼的关键原料，我国长期面临高度依赖进口的局面，对外依存度持续高于 80%。与此同时，国内难选氧化铁矿储量高达 40 亿吨，但受限于传统选冶工艺，铁元素回收率仅约 40%~50%，且精矿品位普遍低于 60%。因此，开发绿色高效的氧化铁矿选冶技术，对保障国家战略资源安全、实现钢铁产业绿色低碳可持续发展具有重大战略意义。

氧化铁矿的选矿、冶炼及其过程固废的资源化利用是钢铁制造链条的核心环节。当前行业面临两大关键痛点与技术挑战：（1）**矿石禀赋差异导致的资源浪费。成分波动大：**我国氧化铁矿平均品位仅 28.7%，且伴生 TiO_2 （1.2~8.5%）、 V_2O_5 （0.3~1.8%）等有价值组分，传统工艺回收率不足 30%。**分选效率低：**赤铁矿反浮选回收率普遍低于 60%，微细粒级（ $-19\mu\text{m}$ ）损失率达 45%。（2）**能量-物质双重损失。高炉渣余热浪费：**年排放 2.8 亿吨熔渣（1400~1500℃），现有水淬工艺余热回收率小于 35%。**固废环境风险：**尾矿重金属浸出浓度超

GB5085.3-2007 标准 3-5 倍，历史堆存量已超 50 亿吨。如何突破复杂难选氧化铁矿高效利用的技术瓶颈，并实现选冶固废的绿色高值化利用，已成为当前行业亟需解决的重大科技难题。

针对上述挑战，由陕西理工大学、陕西大山机械有限公司及陕钢集团汉中钢铁有限责任公司等单位组成的联合攻关团队，历经十余年持续研究，始终以“绿色生产”和“高值利用”为核心目标，遵循“氧化铁矿精选—高炉延寿与余热回收—选冶固废高值利用”的系统研发路线，在技术创新与产业延伸层面取得了显著突破，成功开发了氧化铁矿绿色高效选冶技术及固废高值化利用技术体系，产生了显著的经济、社会与生态效益。

主要技术内容：

(1) 针对难选氧化性铁矿回收率低的问题，通过增加细颗粒矿粉的表面能，减弱伴生矿束缚，以及在还原气氛下将氧化性矿物定向转化为磁性矿物的研究思路，研发了集破碎—筛分—焙烧—分选整套氧化铁矿绿色选冶关键技术和高能效装备，进一步优化设计了破碎与筛分设备的构型，实现了氧化铁矿的高效低能耗破碎及筛分，筛分效率达 98%。

(2) 依据氧化铁矿的矿物相变机理及磁铁矿相分选机制，通过稳定反应气氛+改进磁选工艺+优化磁选设备系列途径，提高了铁精矿的品位，并通过引入物理提纯+高温还原+还原提纯技术与配套装备，对尾矿进一步精选，所研制的新型磁化焙烧装备具有铁矿石磁化处理量高及强磁性相转化率高特点，大大促进了氧化铁矿的充分利用，实现减废目标。

(3) 基于采用韧性框架延缓高炉主铁沟热裂失效，及细碎高炉渣→增加传热面→利于热量回收的研究思路，研发了高炉延寿及高炉渣余热回收关键技术，优化设计了高炉主铁沟结构和高炉渣余热回收装置构型，形成了降碳与节材的创新炼铁模式。

(4) 聚焦选矿及炼铁固废主要用于填埋或水泥辅料的低值应用瓶颈难题，将有机合成技术和无机物相反应理论用于选冶固废的表面改性、发泡及高温纺丝等高附加值利用技术路线中，研发了固废粉末表面改性、低（高）温发泡及助熔拉丝等关键技术，研制了石塑板材和保温材料等系列绿色建筑材料，扩展了固废利用空间，实现了变“废”为宝。

本项目查新结论为：在所检文献以及时限范围内，除本项目相关文献外，国内外未见文献报道，本项目具有新颖性。

本项目委托中国国际科技促进会进行了技术评价，中国工程物理研究院杜祥婉院士、中南大学姜涛院士等组成的专家组一致认为：该成果总体达到国际先进水平，其中在尾矿高附加值利用方面达到国际领先水平。

本项目拥有 14 件自主知识产权，其中国家发明专利 8 件，美国发明专利 1 件，实用新型专利 5 件；完成陕西省重大科技创新专项资金项目计划 1 项；公开发表学术论文 6 篇；制定国家标准 1 项、企业标准 1 项；荣获陕西高校学校科学技术研究优秀成果奖 1 项。组建了先进构型材料多尺度行为陕西高校青年创新团队，建成了矿渣综合利用环保技术国家地方联合工程实验室、陕西省冶金渣资源化利用工程技术研究中心、构型材料多功能设计与制造陕西省高等学校重点实验室等重要科研平台。项目在陕西大山机械有限公司、陕钢集团汉中钢

铁有限责任公司、陕西建科节能发展有限公司、陕西略阳钢铁有限责任公司、陕西米斯特高分子科技有限公司等 5 家企业得到了推广应用。氧化铁矿精选技术与装备，解决了因氧化铁矿资源禀赋差异大而导致的分选效率低难题，2018-2020 年，累计选矿约 78 万吨，选出铁精粉约 46.1 万吨，减少尾矿量约 4.3 万吨，节约电能约 7 万千瓦时，节约燃料约 1850 吨，直接减少 CO₂ 排放约 4900 吨。高炉渣废热回收技术大幅提升了高炉渣废热的回收率，2022-2024 年，累计处理 315 万吨高炉渣，回收热量约 4.46×10^{11} J 热量，节能约 6.15×10^{10} J，按标准煤含热量换算，约节省煤燃料 2.1 吨，减少约 7.7 吨二氧化碳排放。近三年累计销售额 1.15 亿元，新增利润 2808 万元，取得了显著的经济效益和社会效益。

四、客观评价

1. 验收意见

省科技厅组织专家对陕西省重大科技创新专项资金项目计划“基于矿渣综合利用的石塑复合板材开发与产业化”进行验收并形成验收评价意见“项目产品经用户使用证明，主要技术指标达到合同要求。该项目基本完成了合同规定的任务，建议通过验收。”科学技术成果评价

2025 年 4 月 19 日，中国国际科技促进会组织召开了由陕西理工大学、陕西大山机械有限公司等单位联合完成的“氧化铁矿的绿色选冶及其过程固废高附加值利用关键技术与装备”项目科技成果评价会。评价委员会由中国工程物理研究院杜祥婉院士、中南大学姜涛院士、西安建筑科技大学刘世锋教授、西安交通大学张金钰教授、湖南大学吴正刚教授、山东大学梁广泉教授、昆明理工大学吴世超教授等组成。专家组听取了汇报，经质询和讨论，形成如下意见：

(1) 项目组以钢铁绿色生产和炼铁过程固废高值利用为创新发展方向，建立“氧化铁矿分选—高炉延寿与废热回收—选冶固废高值利用”的全产业链条，构建原创专利群，实施了氧化铁矿的绿色选冶及其过程固废高附加值利用技术和装备的创新与系统集成，推动了“分选、减废、降碳、节材、环保和高值”的绿色钢铁生产模式发展。其创新点如下：

1) 针对难选氧化性铁矿回收率低的问题，通过增加细颗粒矿粉的表面能，减弱伴生矿束缚，以及在还原气氛下将氧化性矿物定向转化为磁性矿物的研究思路，研发了集破碎—筛分—焙烧—分选整套氧化铁矿绿色选冶关键技术和装备；

2) 采用韧性框架保护高炉主铁沟，防止其热裂失效，并将高炉渣细碎以增加传热面，利于热量回收的研究思路，研发了高炉延寿及高炉渣余热回收关键技术，优化设计了高炉主铁沟结构和余热回收装置构型；

3) 聚焦选矿及炼铁固废主要用于填埋或水泥辅料的低值应用瓶颈难题，将有机合成技术和无机物相反应理论用于选冶固废的表面改性、发泡及高温纺丝等高附加值利用技术路线中，研发了固废粉末表面改性、低(高)温发泡及助熔拉丝等关键技术，研制了石塑板材和保温材料等系列绿色建筑材料。

(2) 项目实施后, 实现了氧化性铁矿分选与减废目标, 形成了降碳与节材的创新冶炼模式, 扩展固废利用空间, 变“废”为宝。

综上所述, 评价委员会认为该成果总体达到国际先进水平, 其中在尾矿高附加值利用方面达到国际领先水平, 一致同意通过科技成果评价。

2. 科技创新评价(查新报告)

科学技术部西南信息中心查新中心针对“氧化铁矿的绿色选冶及其过程固废高附加值利用关键技术与装备”的创新性成果查新点:

(1) 研发了一种磁铁矿精粉品位提升机, 包括筒体、驱动装置、传动装置、多组磁选系统、进料口、出尾矿口、出精矿口和溢流槽, 通过增设搅拌设备、改善矿料均匀性, 借助多组永磁系统增加磁选次数, 提升精矿粉选出比例。

(2) 设计了一种可利用高炉渣余热的炼铁装置, 包括底板、排料管、切割刀、搅拌叶、筛板、防尘网和换热管等, 通过增设切割刀和搅拌叶, 将高炉渣高效破碎, 经绞龙和防尘网与换热管换热, 加热循环水, 完成高炉渣的余热高效回收。

(3) 研发了一种利用氧化铁矿选矿及冶铁过程产生的固废制备微晶玻璃的方法, 将尾矿、高炉渣与废玻璃粉、二氧化硅、氧化钙、氧化钠等混合均匀, 通过高温发泡技术或高温纺丝技术制得微晶泡沫玻璃、微晶玻璃纤维等绿色建筑材料。

查新后得出结论: 在所检文献以及时限范围内, 除本项目相关文献外, 国内外未见文献报道。本项目具有新颖性。

3. 重要科技奖励

“绿色建筑新材料制备关键技术及其集成化应用”荣获 2024 年陕西高等学校科学技术研究优秀成果二等奖。

4. 标准情况

制定国家标准 1 项:《彩色建筑材料色度测量方法》(GB/T11942-2022), 企业标准 1 项:《原燃料技术标准》(Q/SGHG-YL(01-49)-2023)。

5. 专利授权情况

代表性知识产权: 授权美国发明专利 1 项、国家发明专利 8 项, 实用新型专利 5 项。

五、应用情况

项目针对氧化铁矿选冶过程“铁精矿难以选净或不纯、高炉寿命短、高炉渣余热回收率低”及“选冶固废污染环境与低附加值利用”的技术瓶颈问题, 开展了氧化铁矿精选—高炉延寿与废热回收—选冶固废高值利用等关键内容技术集成攻关, 构建了氧化铁矿绿色选冶及其过程固废高附加值利用关键技术, 形成了系列自主知识产权, 完成了大规模工作应用, 取得了显著的经济、社会及生态环境效益。

陕西大山机械有限公司与陕西理工大学等单位联合攻克了氧化铁矿精选技术与装备, 解决了因氧化铁矿资源禀赋差异大而导致的分选效率低难题, 显著降低了氧化铁矿破碎与筛分

能耗，提升了强磁性矿物的磁化率，提高了铁元素回收率，生产运行可靠稳定，产品质量显著提高，生产效率明显提升，综合经济和社会效益显著。2018-2020 年，累计选矿约 78 万吨，选出铁精粉约 46.1 万吨，减少尾矿量约 4.3 万吨，节约电能约 7 万千瓦时，节约燃料约 1850 吨，直接减少 CO₂ 排放约 4900 吨，创造了显著的生态环境效益。

陕钢集团汉中钢铁有限责任公司与陕西理工大学等单位联合攻克了高炉渣废热回收技术，大幅提升了高炉渣废热的回收率，降低了高炉炼铁成本，显著减少了碳排放量，并降低了高炉渣的平均粒度，改善了高炉渣的矿相组成，促进了高炉渣的高附加值利用，生产运行可靠稳定，产品质量显著提高，生产成本降低，废热回收率明显提升，综合经济和社会效益显著。2022-2024 年，累计处理 315 万吨高炉渣，回收热量约 $4.46 \times 10^{11} \text{J}$ 热量，节能约 $6.15 \times 10^{10} \text{J}$ ，按标准煤含热量换算，约节省煤燃料 2.1 吨，减少约 7.7 吨二氧化碳排放，创造了显著的生态环境效益。

陕西建科节能发展有限公司积极引进陕西理工大学等单位联合攻克的氧化铁尾矿高附加值利用技术，公司采用该技术生产多孔陶瓷、泡沫玻璃、石塑地板、轻质装饰板、阻燃有机玻璃等，用于低能耗装配式建筑工程，截止目前累计使用 5 万 m² 轻质保温隔墙板。使用该技术后，尾矿利用率显著提升，产品质量显著提高，生产效率明显提升，产品使用后使建筑空间舒适度大大改善，能耗降低约 46%，用户满意度高，综合经济和社会效益显著。

陕西米斯特高分子科技有限公司积极引进陕西理工大学等单位联合攻克的氧化铁尾矿高附加值利用技术。应用该技术改造升级石塑地板生产线，生产成本大幅降低，功能进一步提升，市场竞争力大幅提高，累计实现 10 万平米升级石塑地板的生产与销售。同时，应用该技术生产功能建筑地坪漆，优化了环氧地坪生产的技术方案，赋予其隔热保温功能，降低了无机地坪的生产成本。该技术拓展应用后，拓展了产品类型，生产运行可靠稳定，产品质量显著提高。该产品投放市场后，用户评价良好，经济效益明显。

陕西略阳钢铁有限责任公司积极引进陕西理工大学等单位联合攻克的高炉渣高附加值利用技术。通过引进并应用该技术，实现了高炉渣的高值利用开发，利用高炉渣的高比例玻璃相的低熔点特性，采用熔融并拉丝技术制造玻璃纤维，用于生产高端保温隔热耐热建筑用岩棉产品，显著降低了建筑保温产品的生产成本和能耗，提高了高炉渣的工业附加值，进而提高了公司的产品市场占有率、新增销售额和新增利润，推动了节能降碳、绿色转型，进一步深化了绿色制造。

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	陕西大山机械有限公司	氧化铁矿分选技术	氧化铁矿分选 78 万吨, 新增销售额	2012 年至今	杨青明
2	陕钢集团汉中钢铁有限责任公司	高炉渣废热回收技术	高炉渣废热回收 $4.46 \times 10^{11} \text{J}$, 新增销售额	2021 年至今	黄晶
3	陕西建科节能发展有限公司	氧化铁尾矿高附加值利用技术	轻质保温隔墙板 5 万 m^2 , 新增销售额	2018 年至今	董良
4	陕西略阳钢铁有限责任公司	高炉渣高附加值利用技术	建筑用岩棉产品生产线 2 条, 新增销售额	2018 年至今	田小雷
5	陕西米斯特高分子科技有限公司	氧化铁尾矿高附加值利用技术	石塑地板生产线 1 条, 无机地坪 5 万 m^2 , 新增销售额	2018 年至今	李强声

六、主要知识产权和标准规范等目录

序号	知识产权类别	知识产权具体名称	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)
1	发明	一种利用高炉矿渣粉制备微晶玻璃纤维的方法和微晶玻璃纤维	中国	ZL202210351042.4	2023.09.19	证书号第 6338378 号	陕西理工大学	艾桃桃; 董洪峰; 卫学玲; 李文虎; 袁新强
2	发明	氧化铁矿磁化焙烧设备	中国	ZL201410816677.2	2016.10.12	证书号第 2270133 号	陕西大山机械有限公司	杨青明; 陈永刚
3	发明	钒钛磁铁尾矿制备微晶泡沫玻璃的方法	中国	ZL201811216305.0	2021.08.31	证书号第 4646734 号	陕西理工大学	董洪峰

4	发明	PREPARATION METHOD FOR SURFACE MOLDING FILM OF PVC-BASED STONE PLASTIC COMPOSITE BOARD	美国	US1133258 9B2	2022. 05. 17	证书号第 390055 号	陕西理工大学	袁新强; 梅晶 张坤; 艾桃桃; 董金虎; 马彦卓
5	实用新型	一种可利用高炉渣余热的炼铁装置	中国	ZL2022225 05447. 7	2022. 12. 20	证书号第 18074170 号	陕钢集团汉中钢铁有限责任公司	范明; 王奎; 惠宏智
6	发明	一种多角度晶界纯铁材料及其制备方法	中国	ZL2020103 38071. 8	2021. 11. 16	证书号第 4796180 号	陕西理工大学	艾桃桃; 董洪峰; 李文虎
7	实用新型	振动筛	中国	ZL2009202 45512. 9	2010. 07. 21	证书号第 1486584 号	陕西大山机械有限公司	杨青明; 张力争; 朱小静
8	实用新型	盘式超细破碎机	中国	ZL2016205 87781. 3	2016. 11. 16	证书号第 5666574 号	陕西大山机械有限公司	杨青明; 章敏; 张力争
9	发明	磁铁矿精粉品位提升机	中国	ZL2014102 29232. 4	2016. 06. 29	证书号第 2131928 号	陕西大山机械有限公司	杨青明; 陈永刚
10	发明	在含钛尾矿中提取高钛渣与氧化铁红的装置及其提取方法	中国	ZL2016106 05978. X	2019. 03. 05	证书号第 3280474 号	陕西大山机械有限公司	陈永刚; 杨青明

七、主要完成人情况

姓名: 艾桃桃

排名: 1

行政职务: 副校长

技术职称: 教授

工作单位: 陕西理工大学

完成单位： 陕西理工大学

对本项目贡献： 1. 项目总负责人，统筹项目规划及技术实施；2. 负责氧化铁矿绿色选冶关键技术和高能效装备研制；3. 参与高炉延寿及高炉渣余热回收关键技术；4. 负责选矿及炼铁固废高价值利用及产品市场推广。

姓名： 董洪峰

排名： 2

行政职务： 无

技术职称： 教授

工作单位： 陕西理工大学

完成单位： 陕西理工大学

对本项目贡献： 1. 负责氧化铁尾矿高附加值利用技术研发与应用；2. 参与氧化铁矿磁化焙烧设备研制；3. 参与高炉渣高附加值利用技术研发与应用；4. 参与选矿及炼铁固废高价值利用及产品市场推广。

姓名： 杨青明

排名： 3

行政职务： 总经理

技术职称： 无

工作单位： 陕西大山机械有限公司

完成单位： 陕西大山机械有限公司

对本项目贡献： 1. 负责氧化铁矿分选技术研发与应用；2. 参与高炉渣余热回收技术研发与应用；3. 参与氧化铁分选技术利用及产品市场推广。

姓名： 袁新强

排名： 4

行政职务： 无

技术职称： 教授

工作单位： 陕西理工大学

完成单位： 陕西理工大学

对本项目贡献： 1. 负责氧化铁尾矿高附加值利用技术研发与应用；2. 参与高炉渣高附加值利用技术研发与应用；3. 参与选矿及炼铁固废高价值利用及产品市场推广。

姓名： 惠宏智

排名： 5

行政职务： 副总工程师

技术职称： 高级工程师

工作单位： 陕钢集团汉中钢铁有限责任公司

完成单位：陕钢集团汉中钢铁有限责任公司

对本项目贡献： 1. 负责高炉渣余热回收技术研发与应用；2. 参与高炉渣高附加值利用技术研发与应用；3. 参与高炉渣高附加值利用及产品市场推广。

姓名：卫学玲

排名：6

行政职务：无

技术职称：高级工程师

工作单位：陕西理工大学

完成单位：陕西理工大学

对本项目贡献： 1. 参与氧化铁尾矿高附加值利用技术研发与应用；2. 参与高炉渣高附加值利用技术研发与应用。

姓名：陈永刚

排名：7

行政职务：无

技术职称：无

工作单位：陕西大山机械有限公司

完成单位：陕西大山机械有限公司

对本项目贡献： 1. 参与氧化铁矿分选技术研发与应用；2. 参与氧化铁尾矿高附加值利用技术研发与应用。

七、主要完成单位及创新推广贡献

单位名称： 陕西理工大学

作为项目的第一完成单位，主要负责项目的总体规划和组织实施，在项目的实施过程予以项目全面支持、管理和监督等工作，在人力、物力、财力等方面给予了全面的支持，保障项目的良好运行。项目组所在二级学院也在人员、工作安排、研究条件、实验设备、分析检测、场地等方面给予了大力的支持，确保项目按规划顺利完成。

依托单位聚焦氧化铁矿的选矿、冶炼及其过程固废的资源化利用，历经十余年持续攻关，突破了难选氧化性铁矿回收率低的问题，研发了集破碎—筛分—焙烧—分选整套氧化铁矿绿色选冶关键技术和高能效装备；研制了新型磁化焙烧装备，提高了铁矿石磁化处理量及强磁性相转化率；开发了高炉延寿及高炉渣余热回收关键技术，优化设计了高炉主铁沟结构和高炉渣余热回收装置构型，形成了降碳与节材的创新炼铁模式；开发了选矿及炼铁固废用于研制石塑板材和保温材料等系列绿色建筑材料技术，实现了变废为宝及高值化利用。

单位名称：陕西大山机械有限公司

作为本项目的主要合作单位，参与项目的总体规划设计，并主要负责生产设备选型和生产线建设，市场化产品的生产和管理运行，同时负责项目的产品质量管理控制和生产过程全面监

督等工作。在项目的实施研究过程，在人力、物力、财力等方面给予了全面的支持，尤其在产品的创新设计、成型过程、优化改进、市场推广以及施工安装等方面做出了重要贡献，推进氧化铁矿选矿研究及产业化。

单位名称：陕钢集团汉中钢铁有限责任公司

作为本项目的主要合作单位，参与项目的规划设计，在项目的实施过程负责项目的研发、标准体系构建、过程管理监督等工作，在人力、物力、财力等方面给予了全面的支持。在项目研发过程，在团队人员、工作安排、研究条件、实验设备、分析检测、场地等方面给予了大力的支持，确保了项目的顺利 完成。

对项目立项、运行提供政策支持，与项目主持单位建立产学研合作，充分利用陕钢集团汉中钢铁有限责任公司的炼铁技术、高炉装备及冶金产业优势，将工程基础与技术创新相结合，推进高炉渣余热高效回收利用研究及产业化；为项目提供产业化研究与应用平台，并利用其行业优势，促进产品的快速推广。

八、完成人合作关系说明

“氧化铁矿的绿色选冶及其过程固废高附加值利用关键技术与应用”作为推荐项目参加陕西省科学技术进步奖评审，项目完成人为陕西理工大学艾桃桃、董洪峰、袁新强、卫学玲，陕西大山机械有限公司杨青明、陈永刚，陕钢集团汉中钢铁有限责任公司惠宏智等组成的技术团队，团队长期合作，联合攻关，共同完成该项目。

第一完成人艾桃桃与第二完成人董洪峰、第四完成人袁新强、第六完成人卫学玲共同授权国家发明专利：一种利用高炉矿渣粉制备微晶玻璃纤维的方法和微晶玻璃纤维（授权号：ZL202210351042.4）。

第三完成人杨青明与第七完成人陈永刚共同授权国家发明专利：氧化铁矿磁化焙烧设备（授权号：ZL201410816677.2）

第四完成人袁新强与第二完成人董洪峰、第六完成人卫学玲共同荣获陕西高等学校科学技术研究优秀成果二等奖：绿色建筑新材料制备关键技术及其集成化应用。

第一完成人艾桃桃与第二完成人董洪峰、第三完成人杨青明、第四完成人袁新强、第五完成人惠宏智、第六完成人卫学玲、第七完成人陈永刚共同完成的科技成果“氧化铁矿的绿色选冶及其过程固废高附加值利用关键技术与装备”，经中国国际科技促进会组织的项目科技成果评价会评审，评价委员会由中国工程物理研究院杜祥婉院士、中南大学姜涛院士、西安建筑科技大学刘世锋教授、西安交通大学张金钰教授、湖南大学吴正刚教授、山东大学梁广泉教授、昆明理工大学吴世超教授等组成，评价委员会认为该成果总体达到国际先进水平，其中在尾矿高附加值利用方面达到国际领先水平，一致同意通过科技成果评价。