

提名 2022 年度山东省科学技术进步奖公示内容

一、项目名称

高砷复杂金精矿大规模清洁冶炼关键技术

二、提名者及提名意见

(1) 提名者：

表 1 提名者基本情况汇总表

姓名	工作单位	职称职务	学科专业
柴立元	中南大学	工程院院士	冶金工程
黄小卫	有研科技集团有限公司	工程院院士	冶金工程
邱定蕃	矿冶科技集团有限公司	工程院院士	有色金属冶金

(2) 提名意见：

项目创造性提出高温熔融高效捕金 - 定向收砷新思路，产学研用联合攻克了复杂金精矿清洁高效冶炼的国际技术难题，在黄金资源综合利用方面取得重大突破，并实现了大规模清洁冶炼及产业化。该项目技术成熟可靠达到国际领先水平，已成功应用于山东恒邦、中国黄金和国投金城等黄金冶炼企业，产生了巨大的经济和社会效益，引领了国际黄金冶炼技术进步，对有色行业清洁冶炼的示范作用极为显著。

三、提名等级

对照山东省科学技术进步奖授奖条件，提名该项目为山东省科学技术进步奖一等奖。

四、项目简介

该项目属于黄金冶炼领域。黄金是全球竞相竞争的重要战略储备资源，也是山东省重点产业。随着优质金矿资源大量消耗和日趋枯竭，全球含砷难处理复杂金矿已占 70%以上，该类矿石金粒微细且被砷矿物等深度包裹，被称为“顽固”矿石，采用传统黄金冶炼工艺“预氧化-氰化提金”法处理，金银回收率低（金 85%~93%、银 60%~90%），且生产过程中产生大量有毒氰化尾渣和含砷危废，造成资源流失和环境污染风险。高砷复杂金矿冶炼技术进步成为黄金行业可持续发展的迫切需求。

项目团队发挥产学研用优势，发明了高砷复杂金精矿“熔融捕金 - 定向脱砷

- 高效收砷 - 砷资源化” 高效清洁冶炼新工艺，建成全球首套年处理 60 万吨高砷复杂金精矿示范生产线，金回收率达 98.5%、银回收率达 98%、砷资源化率达 95%，实现了金、银的高效无氰提取和砷污染物源头资源化利用。攻克了高砷复杂金精矿清洁高效冶炼的国际技术难题，在黄金资源综合利用方面取得重大突破，并实现了大规模清洁冶炼及产业化。

该项目技术成熟可靠，已成功应用于山东恒邦、中国黄金和国投金城等黄金冶炼企业，每年可多回收黄金约 5 吨，减少氰化尾渣产生量 150 余万吨，资源化利用砷约 2 万吨，近两年累计产值 1324.3 亿元，利润 20.3 亿元，黄金年产量超过我国总产量的 20%。成果还应用于五矿铜业、豫光金铅等有色冶炼企业，10 余个项目完成可行性论证，并与智利 Codelco 公司（国际最大铜冶炼企业）签署砷的资源化技术推广协议。该项目获授权发明专利 35 项，牵头编制国标 1 项，行标 2 项，出版专著 2 部，发表论文 62 篇。经院士专家评价，该项目技术达到国际领先水平，已获得中国有色金属科学技术一等奖两项。

五、主要知识产权和标准规范等目录

知识产权（标准）类别	知识产权（标准）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）	发明专利（标准）有效状态	第一完成人是否为发明人（标准起草人）	第一完成单位是否为权利人（标准起草单位）
发明专利	一种含三氧化硫冶炼烟气的收砷工艺	中国	ZL201511006863.0	2018.1.12	第 2778650 号	山东恒邦冶炼股份有限公司	曲胜利、张俊峰、董准勤、栾会光、邹琳、刘永道、王斌、马永军、边文杰	有效	是	是
发明专利	一种粗白砷制备金属砷的工艺及其设备	中国	ZL201911003123.X	2021.6.15	第 4489701 号	山东恒邦冶炼股份有限公司	曲胜利、董准勤、陈涛、曲超、姜培胜、张伟、马永军、孙海明、刘元辉、邹琳、解维平	有效	是	是
发明专利	高砷复杂金精矿多元素的取方法	中国	ZL200910020494.9	2011.8.10	第 821037 号	山东恒邦冶炼股份有限公司	王信恩、高正林、曲胜利、张俊峰、马少卫、邹琳	有效	是	是
发明专利	移动式炉口清理系统	中国	ZL201610116707.8	2018.1.19	第 2784382 号	中国恩菲工程技术有限公司	刘占彬、李东波、黎敏、崔忠勤、卞海林、李兵、郝朋越、谭勇、李洁	有效	否	否

发明专利	一种高杂质铜阳极泥预处理富集贵金属的方法	中国	ZL201310494033.1	2015.8.26	第1767297号	东北大学	杨洪英、马致远、陈国宝、吕阳、佟琳琳、金哲男	有效	否	否
发明专利	一种从铂钯精矿中提取金铂钯的方法	中国	ZL201510561999.1	2017.5.10	第2476606号	山东恒邦冶炼股份有限公司	曲胜利、王兴 崔家友 张善辉 侯绍彬 赵祝鹏 陶明光 林立淋	有效	是	是
发明专利	一种复合添加剂分解回收铜渣中有价金属的方法	中国	ZL201710571237.9	2019.3.5	第3279069号	中南大学	梁彦杰、张立奉、王忠兵、刘恢、彭兵、赵宗文、彭宁、王大伟、陈玉洁、朱顺、雷杰、李燕春	有效	否	否
实用新型	一种骤冷塔	中国	ZL201320243195.3	2013.10.2	第3195934号	山东恒邦冶炼股份有限公司	张俊峰、姜培胜、王元、邹琳、高玉峰	有效	否	是
其他	黄金冶金新技术	中国	ISBN978-7-5024-7821-6	2018.7.1	(2018)第157503号	曲胜利	曲胜利	有效	是	否
其他	砷冶金	中国	ISBN978-7-5024-8730-0	2021.2.1	(2021)第023077号	曲胜利	曲胜利	有效	是	否

承诺：本人作为项目第一完成人，对本项目完成人合作关系及上述内容的真实性负责，特此声明。

六、主要完成人情况

姓名	排名	行政职务	技术职称	工作单位	完成单位	对本项目贡献
曲胜利	1	总工程师	工程技术应用研究员	山东恒邦冶炼股份有限公司	山东恒邦冶炼股份有限公司	提出项目完整的工艺技术路线,主持全部研发工作与工程应用的建设、调试及运行过程。
李东波	2	副总工程师	教授级高工	中国恩菲工程技术有限公司	中国恩菲工程技术有限公司	项目技术总负责人,负责最终技术方案的决策、实施,负责工程化总体目标的制定,组织项目整体实施。
董淮勤	3	副总工程师	正高级工程师	山东恒邦冶炼股份有限公司	山东恒邦冶炼股份有限公司	为项目核心工艺技术及工程化研究的技术负责人。
李 兵	4	科技管理部 部长	正高级工程师	中国恩菲工程技术有限公司	中国恩菲工程技术有限公司	进行理论创新,主持核心工艺技术开发、关键设备研制和项目工程化技术方案制定。
杨洪英	5	所长	教授	东北大学	东北大学	项目负责人之一,负责本项目技术开发,研究了高砷物料和冶炼过程中砷和金走向和富集规律以及砷转化;研究了 SO ₃ 在高温萃金熔炼过程中产生机理及原因分析。
梁彦杰	6	无	副教授	中南大学	中南大学	项目技术研发负责人之一,负责配套工序技术方案制定和基础理论研究。
张俊峰	7	技术发展总 监	正高级工程师	山东恒邦冶炼股份有限公司	山东恒邦冶炼股份有限公司	主持核心工艺技术、关键设备研制和工程化开发技术方案制定和组织实施。
彭国敏	8	董事长	正高级工程师	河南中原黄金冶炼厂 有限责任公司	河南中原黄金冶炼厂有限责 任公司	项目产业化负责人之一,主持核心工艺技术、关键设备研制和工程化开发技术方案制定和组织实施。

南君芳	9	总工程师	教授级高工	国投金城冶金有限责任公司	国投金城冶金有限责任公司	主持核心工艺技术、关键设备研制和工程化开发技术方案制定和组织实施。
邹琳	10	新材料公司 经理	高级工程师	山东恒邦冶炼股份有限公司	山东恒邦冶炼股份有限公司	负责核心工艺技术、关键设备研制和工程化开发技术方案制定和组织实施。
栾会光	11	冶炼二公司 经理	高级工程师	山东恒邦冶炼股份有限公司	山东恒邦冶炼股份有限公司	负责核心工艺技术、关键设备研制和工程化开发技术方案制定和组织实施。
颜杰	12	高级专家	教授级高工	中国恩菲工程技术有限公司	中国恩菲工程技术有限公司	负责工程技术方案制定和组织实施,协调成果实施工程化过程中的外部条件。
李锋	13	高级专家	正高级工程师	中国恩菲工程技术有限公司	中国恩菲工程技术有限公司	负责火法,完成冶金过程计算模拟、工程化技术研究、工程化实施等工作。
刘元辉	14	生产总监	高级工程师	山东恒邦冶炼股份有限公司	山东恒邦冶炼股份有限公司	主持核心工艺技术、关键设备研制和工程化开发技术方案制定和组织实施。
陈涛	15	总工办主任	高级工程师	山东恒邦冶炼股份有限公司	山东恒邦冶炼股份有限公司	负责工程具体技术方案制定和实施。

七、主要完成单位情况

1、山东恒邦冶炼股份有限公司

山东恒邦冶炼股份有限公司是高新技术企业，作为项目第一完成单位，协调项目完成单位进行项目开发及实施，在项目开发、生产技术完善和市场推广应用等方面作出重要贡献。是核心技术的发明单位，作为项目提出、技术开发和创新完成的主体单位，投资完成了复杂金精矿综合回收技术改造项目，并推广完成复杂金精矿及含有色金属危废协同冶炼综合回收技术改造项目建设；成功工业化应用高砷复杂金精矿大规模清洁冶炼新技术，为我国高砷复杂金精矿、高砷复杂铜精矿处理提供了一条新的技术路线，使我国高砷复杂金精矿处理技术迈上新台阶。

2、中国恩菲工程技术有限公司

中国恩菲工程技术有限公司作为项目第二完成单位，在项目实施过程中，与山东恒邦冶炼股份有限公司积极合作，完成项目的设计、装备的研发，完成了项目的可行性研究、基本设计、详细设计、施工服务和投产达产的技术指导工作，配合工程建设方进行了试生产工艺技术难题的攻关。为创新成果的成功开发、应用和推广作出了突出的贡献。在高效捕金、定向收砷设计及项目工程化方面有贡献。

3、中南大学

中南大学作为项目第三完成单位，在项目实施过程中，与山东恒邦冶炼股份有限公司积极合作，负责该项目的理论研究及关键技术指导，针对熔融高效捕金渣型及脱砷、收砷、砷结晶过程机理进行了分析研究，给开炉运行和生产实践提供了理论支持。在定向收砷、金属砷制备理论支持方面有贡献。

4、东北大学

东北大学作为项目第四完成单位，在项目实施过程中，与山东恒邦冶炼股份有限公司积极合作，负责该项目关键技术和装备研发的理论指导工作，在金精矿矿物学方面做了大量的研究工作，针对熔融高效捕金机理、脱砷及收砷过程机理进行了分析研究，给开炉运行和生产实践提供了理论支持，在高效捕金、定向收砷理论支持方面有贡献。

5、河南中原黄金冶炼厂有限责任公司

河南中原黄金冶炼厂有限责任公司作为项目第五完成单位，在项目实施过程中，与山东恒邦冶炼股份有限公司积极合作，是该项目的示范建设单位之一，参

与了项目设计方案的研讨，确定了有关技术参数，在实践中不断探索和创新，优化大型化熔炼炉结构，实现复杂金精矿处理规模的突破。对高效捕金工程化方面有贡献。

6、国投金城冶金有限责任公司

国投金城冶金有限责任公司作为项目第六完成单位，在项目实施过程中，与山东恒邦冶炼股份有限公司积极合作，是该项目的示范建设单位之一，参与了设计方案的研讨，确定了有关技术参数，在实践中不断探索和创新，研究了高铜硫品位对有价元素的综合回收率影响，优化了工程的通风系统、优化聚沉收砷装备，提高了有价金属的回收率，进一步提供清洁生产的标准。对高效捕金、定向收砷工程化方面有贡献。