

一、项目基本情况

项目名称：复杂难利用氧化锌资源强化提取与伴生金属综合回收关键技术及工业应用

提名等级：有色金属工业科技进步奖二等奖

主要完成单位：云南金鼎锌业有限公司、昆明冶金研究院有限公司、昆明理工大学、东北大学

二、项目简介

针对氧化率高、含泥量大、碱性脉石丰富且嵌布粒度极细的复杂低品位氧化锌矿长期无法工业化利用的行业共性难题，项目团队历经多年攻关，构建了基于密度泛函理论（DFT）的强化浮选、脱碳转型调控-超声协同强化浸出、高浸渣硫化强化表面改性-选择性捕收成套新技术体系，建成工业生产线，实现从基础研究到工业化稳定运行的突破，构建“理论-技术-工业化”一体化创新体系。项目创新多项核心技术，解决浮选选择性差、浸出体系不稳、有价金属回收率低等瓶颈，实现有价金属的高效回收与固废减量。该成果对推动复杂低品位氧化锌资源向“绿色低碳低成本”转型具有显著的示范带动和推广应用价值，有利提升了我国锌冶炼行业竞争力与区域产业链韧性。

三、主要完成人基本情况

序号	姓名	性别	工作单位
1	赵雄宇	男	云南金鼎锌业有限公司
2	杨 琛	男	云南金鼎锌业有限公司
3	和晓才	男	昆明冶金研究院有限公司
4	徐瑞东	男	昆明理工大学
5	袁 野	男	昆明冶金研究院有限公司
6	殴四弟	男	云南金鼎锌业有限公司
7	王选兵	男	昆明理工大学

8	任 婷	女	昆明冶金研究院有限公司
9	杨春龙	男	云南金鼎锌业有限公司
10	李 铖	男	云南金鼎锌业有限公司
11	任玖阳	女	昆明冶金研究院有限公司
12	傅大学	男	东北大学

四、主要知识产权情况

表1 专利情况

序号	名称	类型	专利号
1	一种从铅锌尾矿中回收硫铁、氧化锌的选矿组合工艺	发明专利	ZL202010398629. 1
2	一种氧化锌精矿表面浮选试剂的剥离剂及其制备方法和应用	发明专利	ZL202411072582. 4
3	一种从湿法炼锌渣中回收金属的组合装置	发明专利	ZL202310363989. 1
4	一种湿法炼锌生产中电解废液处理设备	发明专利	ZL202410527236. 4
5	一种氧硫混合锌精矿的综合利用工艺	发明专利	ZL202410960150. 0
6	一种双电解槽电积提取锌的装置	发明专利	ZL202210956479. 0
7	一种氧硫混合锌精矿氧硫分离剂 JH-3000 及其制备方法与应用	发明专利	ZL202410960250. 3
8	一种浮选氧化锌用节能降耗型药剂投放装置	实用新型	ZL202010398629. 1
9	一种基于超声波辅助的氧化矿表面药剂的剥离系统	实用新型	ZL202520824320. 2

表2 论文情况

序号	论文名称	出版社/刊名	作者
1	Electrodeposition of MnO ₂ -doped Pb-0.6%Sb/ α -PbO ₂ / β -PbO ₂ novel composite energy-saving anode for zinc electrowinning	Journal of Energy Storage	Bohao Yu, Ruidong Xu, Xuanbing Wang, Shiwei He, Bumeng Chen
2	Mn ₃ O ₄ @C micro-flakes modified Ti/TiH ₂ / β -PbO ₂ anode for accelerating oxygen evolution reaction in zinc electrowinning	Materials Research Bulletin	Song Wu, Junli Wang, Xuanbing Wang, Di Jiang, Jinlong Wei, Xiaoning Tong, Zhenwei Liu, Qingxiang Kong, Naixuan Zong, Ruidong Xu, Linjing Yang
3	Electrochemical characteristics of Co ₃ O ₄ -doped β -PbO ₂ composite anodes used in long-period zinc	Hydrometallurgy	Shiwei He, Ruidong Xu, Li Sun, Youqi Fan, Zhuo Zhao, Huan Liu, Huihong Lv

	electrowinning		
	Facile one-step synthesis of a		
	Co ₃ O ₄ - and CNT-doped		Xuanbing Wang, Ruidong
4	3D-Ti/PbO ₂ electrode	Hydrometallurgy	Xu, Suyang Feng, Chen
	with a high surface for zinc		Chen, Buming Chen
	electrowinning		
	$\alpha(\beta)$ -PbO ₂ doped with Co ₃ O ₄ and		
	CNT porous		Xuanbing Wang, Ruidong
5	composite materials with	RSC Advances	Xu, Suyang Feng, Bohao
	enhanced		Yu, Buming Chen
	electrocatalytic activity for zinc		
	electrowinning		
	PbO ₂ modified with TiO ₂ -NTs		Chen Chen, Xuanbing Wang,
6	composite materials	RSC Advances	Ruidong Xu, Ying Zhang,
	with enhanced OER		Suyang Feng, Ao Ju, Wenhao
	electrocatalytic activity for Zn		Jiang
	electrowinning		
	Effect of Ultrasound on the		Chen Yang, Ruidong
7	Electrochemical Performance and	ACS Omega	Xu, Buming Chen, Sheng
	Corrosion Resistance of the		Chen, Zhongcheng Guo
	Ti/Sn–Ru–CoO _x Electrode		
	Nanosphere interlayer and		Xiaoning Tong, Junli Wang,
8	CeCoO _x powder modification for	Chemical	Song Wu, Jinlong Wei,
	long-life and high-performance	Engineering	Zhenwei Liu, Qingxiang
	electrode applications in zinc	Science	Kong, Naixuan Zong,
	electrowinning		Xuanbing Wang, Ruidong
	Cost-effective zinc powder		Xu, Linjing Yang
	utilization via weak-acid		Wen Li, Chen Yang,
9	activation: Industrial-scale	Journal of the	Chunlong Yang, Jigao He,
	optimization for enhanced	Indian Chemical	Xinzhi Zhang, Xuegui Yang,
	efficiency in hydrometallurgical	Society	Chunping He, Runchun He,
	zinc purification		Yuan Gao
	Study on Harmless Treatment of		
	High-Temperature and High-Acid	Journal of	Xiaocai He, Qingxin Xu,
10	Zinc Leaching Residue Using	Sustainable	Huixian Shi, Shengnan Lin,
	Pyrite as a Sulfur Source in	Metallurgy	Ye Yuan
	Roasting Process		

11	Research on the Rough Selection Experiment of Zinc Oxide Ore	JOM	Xiaocai He, Qingxin Xu, Huixian Shi, Yi'na Li, Ye Yuan, Shengnan Lin
12	New Technology of Zinc Oxide Concentrate Flotation + Mechanical Stirring Defoaming Zinc Leaching	Minerals	Chen Yang, Qingxin Xu, Ruidong Xu, Xiaocai He, Shengnan Lin
13	湿法炼锌二次物料综合利用绿 色冶金工艺探讨	有色矿冶	刘玉芹, 畅永锋
14	亚硫酸盐脱除硫酸锌溶液中钙 的试验研究	云南冶金	张新智, 杨晓东, 任婷, 杨金勇, 杨琛
