

# 复杂低品位氧化锌资源选冶协同强化 与伴生金属回收关键技术及应用

(拟申报云南省科学技术进步奖二等奖)

## 一、项目基本情况

项目名称：复杂低品位氧化锌资源选冶协同强化与伴生金属回收  
关键技术及应用

提名等级：科学技术进步奖二等奖

提名单位：云南省怒江州科学技术局

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	杨琛	男	云南金鼎锌业有限公司
2	和晓才	男	昆明冶金研究院有限公司
3	袁野	男	昆明冶金研究院有限公司

4	李铖	男	云南金鼎锌业有限公司
5	徐瑞东	男	昆明理工大学
6	李伊娜	女	昆明冶金研究院有限公司
7	畅永锋	男	东北大学
8	殴四弟	男	云南金鼎锌业有限公司
9	王选兵	男	昆明理工大学
10	张建鑫	男	昆明冶金研究院有限公司
11	杨春龙	男	云南金鼎锌业有限公司

#### 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 <sub>2</sub> -doped Pb-0.6%Sb/ $\alpha$ -PbO <sub>2</sub> / $\beta$ -PbO <sub>2</sub> novel composite energy-saving anode for zinc electrowinning	Journal of Energy Storage	Bohao Yu, Ruidong Xu, Xuanbing Wang, Shiwei He, Buming Chen
2	Mn <sub>3</sub> O <sub>4</sub> @C micro-flakes modified Ti/TiH <sub>2</sub> / $\beta$ -PbO <sub>2</sub> 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 <sub>3</sub> O <sub>4</sub> -doped β-PbO <sub>2</sub> composite anodes used in long-period zinc electrowinning	Hydrometallurgy	Shiwei He, Ruidong Xu, Li Sun, Youqi Fan, Zhuo Zhao, Huan Liu, Huihong Lv
4	Facile one-step synthesis of a Co <sub>3</sub> O <sub>4</sub> - and CNT-doped 3D-Ti/PbO <sub>2</sub> electrode with a high surface for zinc electrowinning	Hydrometallurgy	Xuanbing Wang, Ruidong Xu, Suyang Feng, Chen Chen, Buming Chen
5	α(β)-PbO <sub>2</sub> doped with Co <sub>3</sub> O <sub>4</sub> and CNT porous composite materials with enhanced electrocatalytic activity for zinc electrowinning	RSC Advances	Xuanbing Wang, Ruidong Xu, Suyang Feng, Bohao Yu, Buming Chen
6	PbO <sub>2</sub> modified with TiO <sub>2</sub> -NTs composite materials with enhanced OER electrocatalytic activity for Zn electrowinning	RSC Advances	Chen Chen, Xuanbing Wang, Ruidong Xu, Ying Zhang, Suyang Feng, Ao Ju, Wenhao Jiang
7	Effect of Ultrasound on the Electrochemical Performance and Corrosion Resistance of the Ti/Sn–Ru–CoO <sub>x</sub> Electrode	ACS Omega	Chen Yang, Ruidong Xu, Buming Chen, Sheng Chen, Zhongcheng Guo
8	Nanosphere interlayer and CeCoO <sub>x</sub> powder modification for long-life and high-performance electrode applications in zinc electrowinning	Chemical Engineering Science	Xiaoning Tong, Junli Wang, Song Wu, Jinlong Wei, Zhenwei Liu, Qingxiang Kong, Naixuan Zong, Xuanbing Wang, Ruidong Xu, Linjing Yang
9	Cost-effective zinc powder utilization via weak-acid activation: Industrial-scale optimization for enhanced efficiency in hydrometallurgical zinc purification	Journal of the Indian Chemical Society	Wen Li, Chen Yang, Chunlong Yang, Jigao He, Xinzhi Zhang, Xuegui Yang, Chunping He, Runchun He, Yuan Gao
10	Study on Harmless Treatment of High-Temperature and High-Acid Zinc Leaching Residue Using Pyrite as a Sulfur Source in Roasting Process	Journal of Sustainable Metallurgy	Xiaocai He, Qingxin Xu, Huixian Shi, Shengnan Lin, Ye Yuan
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	Minerals	Chen Yang, Qingxin Xu,

	Concentrate Flotation + Mechanical Stirring Defoaming Zinc Leaching		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