

我国矿山尾矿生产微晶材料产业化现状与前景^{*}

张金青

(中国地质科学院, 北京 100037)

摘要:在概述我国矿山尾矿生产微晶材料产业化发展基础上,指出了我国在矿山尾矿资源化的进程中,建设尾矿生产微晶材料产业链的发展前景,并对尾矿生产微晶材料系列产品的特性、主要用途、技术优势、市场需求和经济效益预测进行了分析。

关键词:尾矿;微晶材料;高新技术;产业化;评述

中图分类号:TD926.4⁺2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0076(2017)04-0094-04

DOI:10.13779/j.cnki.issn1001-0076.2017.04.019

Current Situation and Prospect of Microcrystalline Material Industrialization Using Mining Tailings in China

ZHANG Jinqing

(Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China)

Abstract: Based on the overview of industrial development of microcrystalline materials produced by tailings, it pointed out development prospects of building industry chain in the production of microcrystalline materials using mining tailings in China. Meanwhile, the characteristics, main applications, technical advantages, market demand and economic benefits forecast of microcrystalline materials series products were analyzed in detail.

Key words: tailings; microcrystalline materials; advanced technology; industrialization; review

近年来,我国矿山尾矿资源综合利用技术产业化取得了新的进展,矿山企业除了开展传统的尾矿再选回收和尾矿充填应用工程外,有些企业已经在利用尾矿生产水泥、混凝土加气块墙体材料、透水路面砖等各类新型建材^[1]。但这些建材产品往往存在着其销售市场半径小,经济效益低,投资回报周期长等不足,不利于尾矿资源综合利用产业化的可持续发展^[2-7]。

利用矿山尾矿生产微晶材料的技术,是国家发改委、科技部、工信部、国土资源部、环保部、商务部、国家安检总局等多家部委联合鼓励并支持发展的一项高新技术。本文通过概述我国矿山尾矿微晶材料技术产业发展现状,阐明了利用尾矿开发的微晶材料系列产品,不但可应用于多种行业,而且是一种用

途广泛的高强度绿色新型材料。

1 我国尾矿生产微晶材料系列产品的应用新领域

近几年来,经过科研院校、矿山企业及尾矿微晶材料生产企业实施的一系列工业化实践,“尾矿微晶材料”制造技术,已经应用于我国矿山尾矿整体综合利用众多项目中。至2016年底,我国大宗利用尾矿研发微晶材料新技术,已经获得多项国家发明专利,其发展不但覆盖了多个行业领域,而且已经生产出了具有广泛市场用途的系列化产品,如建筑装饰用的微晶石板材、弧形板、异型材,微晶泡沫陶瓷

^{*} 收稿日期:2017-03-16

基金项目:中国地质调查局地质矿产调查评价专项(12120114086701)

作者简介:张金青(1959-),男,山东平阴人,高级工程师,主要研究方向:矿山尾矿资源化与微晶新材料技术工程转化。

A级防火保温板^[8],防火与抗裂电磁炉面板,标准度量衡用的低膨胀新材料——低膨胀微晶玻璃^[9],生物医用的人工骨骼、义齿新材料——生物微晶玻璃,工业防腐防护用的防腐耐磨材料——防腐耐磨微晶板、微晶管材、弯头,微晶木地板等。上述这些产品的发明专利技术已经通过了中试生产或工业化示范验证,为今后推进实施产业化工程建设,提供了坚实的技术工艺支撑和项目技术方案保障。同时,也为国家有关部委在“十三五”期间,实施《矿产资源综合利用示范基地》建设和“尾矿微晶材料系列工业园”项目工程建设,提供坚实的技术支撑和条件保障。

2 我国尾矿微晶材料产业发展概况

2.1 尾矿生产微晶石

利用尾矿生产微晶玻璃新材料技术,始于中国地质科学院上世纪90年代。首先,开展了“首钢迁安铁矿尾矿、江西德兴铜矿尾矿”综合利用项目。该项目制定了利用35%~60%比例的矿山尾矿生产建筑装饰用微晶石板材工艺^[10],并于1994年首次获得了该领域的国家发明专利。进而在2000年又承担完成了国家科技部“九五”国家重点科技攻关项目——“尾矿微晶玻璃生产工艺研究”(项目编号:96-920-22-03)。该项成果攻克了在工业化生产过程中微晶石产品成型不稳定、成材率低和成本高的技术工艺难题,并于2001年通过了科学技术部验收和国土资源部科技成果鉴定(鉴字《2001》第05号),获得了行业界的一致好评。自国家“十五”期间起,“尾矿微晶玻璃”技术先后多次被国家发改委、科技部、国土资源部、工信部等7家部委联合列入《当前优先发展的重大高新技术项目领域指南》和《金属尾矿综合利用专项规划(2010—2015年)》。充分表明该项技术已成为一项成熟的产业科技成果,具备了规模工业化工程实施的科技条件。

截至2017年3月底,我国新疆、陕西、山西、江西、河北等省已有6家企业先后投资建厂。利用锂辉石尾矿、铅锌尾矿、铁矿尾矿、钼矿尾矿、金矿尾矿生产的红色(黑色、咖啡色)等深色系微晶石新花色系列产品,尾矿利用率达到30%~60%,产品用途广泛。其中,建筑装饰用微晶石系列产品已销往美国、意大利、日本、韩国,以及我国的西安、宁波、杭州、北京、厦门、深圳、太原、乌鲁木齐等城市。实现了利用矿山尾矿生产微晶石第一代产品的科技成果

产业转化。

2.2 尾矿生产微晶泡沫陶瓷A级防火保温板

微晶泡沫陶瓷A级防火保温板新材料产品,具有金属材料 and 有机高分子材料无法比拟的优越性。不但具有稳定性好、刚度高、抗热震、耐高温防火、耐腐蚀、过滤吸附性能好等优异性能,还具有密度小、保温性能好、隔音、不开裂等优良特性。该种“微晶泡沫陶瓷A级防火保温板”新产品,在2016年6月面世后,立刻引起社会各界投资商和建筑建材等行业的积极关注和热烈反响。目前,已经被我国广州、深圳、北京、长沙、南宁、杭州、厦门、泉州、保定、沈阳等城市建筑物的内隔墙、外墙防火保温、屋顶和地铁站台吊顶、隔音板、立柱装饰板等工程广泛使用。该产品也被包括深圳万科、万达地产、碧桂园、北京中国建筑等地产建筑商纷纷采购,国内已有15家城市地铁工程列入采购建材目录,部分产品已销往巴基斯坦、哈萨克斯坦国家。

据笔者最新实地跟踪调研,大宗利用50%~80%不等比例的铁矿尾矿、钼矿尾矿,或煤矸石、石材废料、陶瓷废泥等固体废弃物为主要原料,生产微晶泡沫陶瓷A级防火保温板。目前有山西临汾、浙江宁波、河北承德、吉林吉林市、河南洛阳等地的5家企业,已经建成尾矿生产的微晶材料示范生产基地或正在投资建厂中。这标志着我国利用矿山尾矿生产的微晶材料第二代产品,微晶泡沫陶瓷A级防火保温板的科技成果已经实现了工业产业化。

3 我国尾矿生产微晶材料新技术产业发展前景

3.1 A级无机防火微晶泡沫陶瓷保温新材料

3.1.1 产品特点与用途

微晶泡沫陶瓷是闭孔无机非金属固体材料,其功能优于“泡沫玻璃”,其产品可应用于热交换材料、布气材料、汽车尾气装置、净化冶金工业过滤熔融态金属、热能回收、工业污水处理、隔热隔音材料、催化剂载体及电解隔膜等,在化工、环保、能源、冶金、电子、建筑等领域,具有极大的市场潜力和经济社会效益。

3.1.2 市场需求与经济效益预测

据住房和城乡建设部和公安部于 2009 年 9 月 25 日联合发布的《民用建筑外保温系统及外墙装饰防火暂行规定》(公通字[2009]46 号文通知)和《关于进一步明确民用建筑外保温材料消防监督管理有关要求的通知(2011 年 65 号)》文件的明令要求:“住宅建筑,建筑高度大于 100 m 以上,保温材料的燃烧性能应为 A 级;其他民用建筑,高度大于 50 m,需要设置 A 级防火材料”。无疑,防火保温微晶泡沫陶瓷板的防火保温性能出色,已经赢得建筑设计、建筑工程的首肯和广泛应用。

据住建部有关数据显示,2016 年我国新建房屋建筑施工面积约为 126.4 亿 m^2 ,若其中有 40% 采用保温隔热墙体及屋面保温系统,约需保温墙体材料 50.56 亿 m^2 (折合 5.05 亿 m^3),板材市值达到 5 050 亿元。需布局年产 100 万 m^3 生产能力的大型企业 505 家才能满足市场需求。预测到 2017 年,建筑保温墙体的总市值将超过 5 500 亿元。另外,我国每年将新增建筑面积超过 20 亿 m^2 ,预测年新增建筑保温墙体总市值将超过 16 亿元。

微晶泡沫陶瓷产品能够大宗利用矿山尾矿、废石、煤矸石或粉煤灰等固体废弃物为主要原料,降低生产成本 10% ~ 20% 以上,规模化生产工艺成熟,产品成材率高。以密度为 400 kg/cm^3 的内隔墙用产品为例,目前,该产品生产成本 650 元/ m^3 左右,市场价格 1 300 ~ 1 600 元/ m^3 ,净利润在 530 元/ m^3 以上。该产品性能优良、附加值高,经济效益明显,项目符合国家资源综合利用 and 环境保护基本国策,是鼓励支持的战略性新兴产业发展方向。

3.2 防腐防护耐磨微晶管材

3.2.1 产品特性与主要用途

耐磨材料是一种广泛用于电力、煤炭、矿山、冶金、建筑等领域的新型材料。随着科学技术和国民经济的发展,耐磨材料对高新技术的发展起着重要的推动和支撑作用,是 21 世纪信息、生物、能源、环保、空间等高新技术领域的关键材料,已成为世界各国新材料领域研究发展的重点。目前,我国市场上的耐磨材料主要有:高分子衬板、铸石、铸钢,其产品内部常有气孔、易碎裂,质量不稳定。高分子衬板硬度低、含有机物易引起火灾,使用温度低于 100 $^{\circ}\text{C}$;铸钢材料表面硬度低,耐磨性能远不及陶瓷耐磨性能。

防腐防护耐磨微晶管材是以各矿种的矿山尾矿为主要原料,经熔化和成型工艺而形成的一种高强度、高耐腐蚀的新型工业防护材料,其耐磨性能比锰钢高 10 倍,比铸铁高 15 ~ 20 倍,耐腐蚀性能比不锈钢和橡胶高 10 ~ 25 倍。防腐防护耐磨微晶管(板)材主要用途:可大量替代铸石、铸铁、高分子密度板、耐酸板、花岗岩、大理石等,广泛用于煤炭、钢铁、电力、化工、有色冶金等行业输送管道、漏斗、溜槽、刮板机、表面处理等。

3.2.2 市场预测

我国防腐行业防腐管道未来的发展方向,是把环保、节能、高性能和功能化作为防腐管道行业的发展重点。未来 5 a 内重点研发并生产出长效防腐耐磨管道,以逐步取代传统的金属管道。进入“十三五”期间国家加大了相关传统产业结构调整力度,在全球经济和中国经济下滑的背景下,迫使钢铁、水泥、电力等产能过剩行业加快产业结构调整,加快了淘汰高能耗、性能落后生产线的步伐。作为一种高强度抗压、抗冲击、耐酸耐碱、耐磨损、耐高温、不吸水、无毒、无放射性物质危害、不损害人身健康的材料,广泛应用于玻璃、陶瓷、石材、建材、化工、水泥、矿山、钢铁冶炼、煤电、铸造及新材料等行业,或将成为各大煤矿、发电厂等行业生产厂家指定的节能降耗专用产品。

根据我国利用某铁矿尾矿生产的微晶管材工业化示范生产线实践数据,金属尾矿生产微晶管材直接成本 3 900 元/t,市场销售价格 7 000 元/t。2015 年我国管道防腐工程行业需求总量 243 万 t,当年我国管道防腐工程生产总量 85.51 万 t,管道防腐工程销售总额 49.35 亿元。目前,防腐防护微晶耐磨新材料产品在国内外市场一直受到用户好评,产品还将大量出口中亚、南非、巴基斯坦、韩国、越南等国家。

3.3 超高强代钢新材料——微晶纤维

3.3.1 产品特点与用途

微晶纤维是一种无机非金属硅酸盐纤维,具有高强度、耐腐蚀、耐高温、耐久性好、介电性能好,防辐射和不吸水,具有一定的吸波、透波综合性能,性价比高等特点。微晶纤维与碳纤维、聚乙烯纤维、芳纶等纤维相比,具有纤维高强度、高模量特点,绝热隔音,耐高温,抗氧化,抗辐射,抗压强度高,剪切强度高,适用于各种环境条件下使用,能满足基础建设产

业发展需求,是一种超高强代替钢材的新基础材料。

微晶纤维可代替钢筋用作混凝土建筑结构的增强材料,制作桥梁等大型建筑构件。微晶纤维与水泥、混凝土亲和力和耐碱性好,在建筑构件的增强耐腐蚀应用方面具有较大优势和发展空间。微晶纤维制作的增强水泥,对建筑结构的加固、修复补强效果显著,较目前市场上大量应用的玻璃纤维的耐酸碱腐蚀、热振稳定性、防水性能提高3倍以上。微晶纤维在功能服装领域应用,可长期在760℃温度环境下使用,是代替有环境和人体健康危害的石棉、玻璃纤维、芳纶、碳纤维的绿色新材料。

微晶纤维及其复合材料可以满足建筑、交通运输、石油化工、环保、电子、航空航天和国防建设等领域结构材料的需求,对重大基础设施工程 and 产业结构升级具有重要的推动作用。

3.3.2 市场需求与经济效益预测

当前,全球微晶纤维产品的生产处于初期开发阶段,市场需求前景广阔。目前,我国纯矿物原料生产的微晶纤维工业化生产企业5~7家,年总生产能力2万t。预测到2020年生产规模7万t,我国市场需求12万t,全球市场需求约22万t。

经济效益预测。年产1万t微晶纤维,总投资0.96亿元,全部建成达产后,年可实现销售收入2.20亿元、利润0.38亿元、税金0.20亿元。

3.4 海洋工程复合微晶结构材料

该材料具有不吸水、耐海水腐蚀性强、耐磨、高强度等特点,极为适合成为国家海洋国防战略材料,代替以往在海洋及江河湖的人工岛礁建设工程使用的传统钢结构和混凝土结构材料,彻底解决在使用中存在的防水、易腐蚀、强度低、性能不稳定、使用寿命短的工程质量问题。如微晶纤维增强复合材料用来制造海水管道、防火防水管道、其他低压管道以及储藏槽、格栅框架等具有其独特的优势。随着海洋石油开发技术的飞速发展,海洋石油管道的需求将会大大增加,微晶纤维增强复合材料也将应用于海洋石油工业。复合微晶结构材料也可以成为填海造地的护坡工程结构材料以及应用于国家海洋能源

矿产的水下地球物理勘探仪器设备的耐腐蚀、高强度结构新材料。

4 结语

近年来,我国矿山尾矿生产微晶材料新技术和产业实践表明,只有通过不断科技创新和产业化示范工程的实施,才能带动矿山尾矿资源化综合利用产业持续健康发展。只有着力开发具有高技术含量、高值化经济附加值、具备性能优异、多行业领域用途的新材料系列产品,才能推动矿山尾矿综合利用新技术的创新与产业经济协调发展。以满足国际上现在和将来对以微晶材料为代表的无机复合新材料市场的新需求。尾矿生产微晶材料新技术产业的实施,不但可提高矿山尾矿利用企业的经济效益,也可使企业获得尾矿减量化、无害化和资源化的综合社会效益和环境效益^[11],实现绿色矿山建设与生态环境保护的协调发展。

参考文献:

- [1] 张金青,孙小卫,牛艳宁.我国矿山尾矿生产新型建材系列产品[J].矿产保护与利用,2012(2):56-58.
- [2] 张金青.我国矿山尾矿二次资源的开发利用[J].新材料产业,2007(5):18-21.
- [3] 李明东,张志峰,朱丽萍,等.我国资源化利用瘠性尾矿生产建筑材料的进展[J].金属矿山,2014,39(12):213-217.
- [4] 刘恋,郝情情,郝梓国,等.中国金属尾矿资源综合利用现状研究[J].地质与勘探,2013(3):437-443.
- [5] 赵福刚.我国金属矿尾矿综合利用存在的问题分析[J].现代矿业,2015(4):114-119.
- [6] 孙燕,刘和峰,刘建明,等.有色金属尾矿的问题及处理现状[J].金属矿山,2009(5):6-10.
- [7] 邵正明,刘东玲,李勇,等.尾矿综合处理与利用技术现状及展望[J].现代矿业,2014(9):166-167.
- [8] 张金青,孙小卫,臧崇颖.利用尾矿生产的A级无机防火泡沫保温板及其制备方法:ZL201510190094.8[P].2017-03-08.
- [9] 张金青,孙小卫,邱长青,等.以锂辉石尾矿为主要原料的低膨胀微晶玻璃及其制造方法:ZL2008103065591[P].2012-08-29.
- [10] 李章大,张金青,郭民.金尾矿的综合利用及微晶玻璃新材料技术[J].矿山环保,2003,47(4):3-6.
- [11] 王海军,薛亚洲.我国矿产资源节约与综合利用现状分析[J].矿产保护与利用,2017(2):1-5.

引用格式:张金青.我国矿山尾矿生产微晶材料产业化现状与前景[J].矿产保护与利用,2017(4):94-97.

ZHANG J Q. Current situation and prospect of microcrystalline material industrialization using mining tailings in china [J]. Conservation and Utilization of Mineral Resources, 2017(4): 94-97.