有色金属行业含砷固废资源化探索

常　青，程晋阳
（中国恩菲工程技术有限公司，北京　100038）

［摘　要］　我国砷矿资源储量丰富，但大多属于共生矿和伴生矿，在长期开发过程中，开采出的大部分伴生（共生）砷资源进入了尾矿和冶炼渣中，由于砷对环境及人身健康构成较大危害，一般采用无害化手段进行处理。在当下矿冶利润偏薄情况下，继续通过追加无害化处理成本的方法可行性不强，资源化是未来解决含砷固废的方向。本文对目前我国含砷固废的资源化现状、相关政策及含砷高附加值材料概况进行了阐述，并对含砷固废资源化的工艺和部分企业的生产应用情况进行了介绍，指出除环境因素外，未来含砷材料需求的增长和对高纯砷的进口依赖，以及国家资金和政策方面的支持为未来国内矿山和冶炼企业实现含砷固废资源化提供了契机。

［关键词］　有色金属行业；含砷固废；尾矿；冶炼渣；无害化；资源化；高纯砷；砷化镓
［中图分类号］　TF811；X757　　［文献标志码］　A　　［文章编号］　1672-6103(2021)06-0083-06
DOI:10.19612/j.cnki.cn11-5066/tf.2021.06.016

砷矿主要以硫化物形式存在，主要用于提炼砷元素、制造砷酸和砷的化合物，在医药、木材防腐、制革、玻璃搪瓷工业、农药、合金材料等方面有广泛用途[1]，但砷和它的可溶性化合物都有毒，会对环境及人身健康构成较大危害。

全球砷矿资源分布很不均衡，约 70% 探明储量集中在我国[2]。我国砷矿资源储量丰富，但大多属于共生矿和伴生矿。由于长时间开采，高品位原矿越来越少，低品位的含砷尾矿和含砷废渣等二次资源却大量堆存，亟待开发。这也是我国砷资源的特点之一。

有色行业内产出的含砷固废，一般通过无害化手段加以处理，目前已发展出多个技术方向，但无害化处理追加投入较高，且环境风险不能完全消除，在当前冶炼行业利润率偏薄的条件下，继续通过追加无害化处理成本的方法可行性不强。含砷固废资源化不仅可以解决砷带来的环保问题，而且还可为企业创造新的盈利点，对有色行业未来绿色可持续发展具有重要意义。

［收稿日期］2021-07-20　［修订日期］2021-09-06
［录用日期］2021-09-10　［出版日期］2021-12-28
［作者简介］常青（1994—），甘肃金昌人，硕士，从事有色金属及相关产品产业研究工作。
［通讯作者］程晋阳（1984—），甘肃敦煌人，工程师，从事有色金属产业研究工作。
［引用格式］常青，程晋阳. 有色金属行业含砷固废资源化探索[J]. 中国有色冶金，2021，50(6)：83－88.

1　基本概况

有色行业的含砷固废大多来源于尾矿和冶炼渣。据国内有关选矿资料统计，矿石中的砷平均有 20% 进入冶炼厂，70% 左右进入选矿尾砂。据不完全统计，我国每年伴随矿山开发而采出的砷资源在数万吨以上，但是回收工艺较为落后，大部分未进行二次开发，只是堆存处理；冶炼过程中对于砷的捕集还缺乏深入研究，只能回收 10% 左右，20% 进入冶炼渣，60% ～70% 形成中间物料堆存，还有一部分进入废水、废气，需要二次治理[3]。

我国在铜矿开采及冶炼过程中产生的固废量相当庞大。《2019 年中国固废处理行业分析报告》数据显示，目前我国每生产 1 t 精炼铜产生的尾矿、冶炼渣、烟尘量分别约为 150 t、2 t、0.05 t，按此估算，2019 年我国铜尾矿排放量已经达到 2.24 亿 t，冶炼渣约为 2 000 万 t[4]。考虑多年来尾矿及冶炼渣的堆积，目前国内仅铜开采及冶炼产生的固废总量就已达到数十亿吨，若把其他有色金属对应的固废产生量也考虑进来，这一数字将更加庞大。

有色金属尾矿及冶炼渣中含有砷、铅等重金属

元素,尤其是砷。根据保守估算,国内铜尾矿中的含砷总量至少在 1 000 万 t 以上,由精矿带入冶炼系统的砷总量至少在 100 万 t 以上,这些进入冶炼系统的砷分散于冶炼渣或烟尘之中,大多处于堆放状态。

除铜之外,黄金及锡矿含砷量也较高,部分原矿含砷量甚至高达 5%,其固废中的砷含量也相当巨大。另外,从目前及未来开采趋势来看,全球范围内新采矿石的砷含量在逐渐升高,相应有色固废中的含砷量将进一步持续增加,处理难度也会增大,将极大地制约有色行业的发展[5]。

2 含砷固废处理现状及相关政策

目前有色金属有害固废的两大处理方向分别为无害化和资源化,其中无害化的主要方式是将含砷废物进行稳定化和固化,具体方法有包胶固化(包胶材料包括水泥、石灰-粉煤灰、有机聚合物等)、火法煅烧固化、熔融固化和陶瓷结构固化等。采用上述方法固化后,再采取填埋方式处理[6]。但这些方法均在不同程度上存在成本偏高、需要额外占地面积、砷等有害元素有重新扩散风险等问题,不是最理想的解决方案。相比之下,对有害固废进行资源化处理,可以较好地避免相关环境污染问题。

2.1 尾矿利用现状

我国铜及其他金属尾矿一般是排入尾矿库中存放,随着排放量不断增加,目前我国至少有上万座铜尾矿库,约有 53% 的铜尾矿被综合利用[4]。

有色金属尾矿资源化主要包括有用组分的提取(铜、铁、硫及其他有用组分的回收)、建筑材料应用(作煅烧熟料的原料、作水泥混合材料、在混凝土中的应用、制作免烧砖)、作井下填充材料、制作陶瓷和玻璃、用于土地复垦等。

2.2 冶炼渣利用现状

国内仅铜冶炼过程的年产渣量就接近 2 000 万 t,累计堆存量超过亿吨[7]。

铜冶炼渣的主流处理流程为:①先通过选矿进行渣中铜的二次回收,选矿产出的铜精矿返回冶炼系统;②部分企业对选矿后的尾渣进一步进行磁选,产出合格铁精矿外售给炼铁厂;③最终产出的尾渣作为水泥厂原材料外售。

行业内有一些新型冶炼渣有价金属综合回收工艺正在试验当中,但是根据了解,相当一部分新工艺在实际运营中经济性不足,所以一般冶炼企业参与意愿不强。

总体来看,铜冶炼渣用于二次回收铜、金、银以及用于生产水泥等建材的利用模式较为成熟,与此相比,从渣中回收其他有价元素因为经济性、投资风险等原因,使得冶炼厂普遍持观望心态。

2.3 相关政策

随着国家对环保的高度重视,民众环保意识的增强,加之固废每年巨大的产生量、部分细分领域处理设施能力严重不足的现实情况,近年来我国陆续出台了一系列法律法规和相关政策(表 1),加大了对固体废物处理行业的扶持力度,促进行业的发展。

从近年来的政策变化不难发现,国家积极制定法规、标准、建立试点逐步引导固体废弃物处理向“减量化、无害化、资源化”方向发展;通过专项资金、政策扶持、信贷投放、税收优惠多种手段激励相关企业加大研发投入;利用征税、处罚、停业整顿等监督管理手段倒逼固体废弃物处理企业进行转型升级[8]。

当下我国已进入“十四五”发展的新阶段,国家将继续对环保行业尤其是固废处理行业加大投资及政策支持力度,这将极大提升行业规模。我国固废处理目前处于以“无害化”为主的阶段,在此基础上“资源化”将成为推动固废处理行业发展的一股新兴力量[9]。

3 含砷高附加值材料

含砷高附加值材料主要包括砷化镓、砷化锌、砷化硼及其他。

3.1 砷化镓

砷化镓(GaAs)属Ⅲ ~ Ⅴ族化合物半导体,熔点 1 238 ℃,禁带宽度 1.42 V,是第二代半导体中最重要、用途最广泛,也是最成熟的材料之一。

砷化镓由于电子迁移率高、禁带宽度大、消耗功率低,在电子领域如微波大功率器件、低噪声器件、超高速集成电路、光纤通信、卫星通信、军工等方面都有广泛应用。在光电子领域,砷化镓主要用于制作发光二极管(LED)、激光器(LD)、光探测器、光伏电池等。2017 年砷化镓在射频、LED、激光和光伏市场中的占比分别为 46.5%、42.2%、10.2% 和 1.1%,其中射频和 LED 是砷化镓应用的最主要市场[10]。

未来市场对砷化镓的需求主要体现在 5G 技术。砷化镓需求在过去几年已有稳定的体量。据前

表 1　2016—2020 年固废处理行业（尾矿、冶炼渣）相关政策汇总

时间	政策名称	政策要点
2016 年 4 月	《国土资源“十三五”规划纲要》	建立矿产资源开发利用水平动态调查评价机制，构建政府主导，科研、企业、协会共同参与的先进技术信息服务共享平台，实施废石尾矿等矿山废弃物资源化利用示范和技术推广。鼓励外资参与矿山尾矿利用和矿山生态治理恢复新技术的开发应用，引入先进节能降耗工艺、技术和设备
2016 年 5 月	《关于促进建材工业稳增长调结构增效益的指导意见》	积极利用尾矿废石、建筑垃圾等固废替代自然资源，发展机制砂石、混凝土掺合料、砌块墙材、低碳水泥等产品。鼓励整合玻璃用硅砂、石英砂和砂石骨料用尾矿、废石等资源，提高综合利用水平
2016 年 6 月	《工业绿色发展规划（2016—2020 年）》	工业固体废物中尾矿综合利用率 2020 年达到 25%；大宗工业固体废物综合利用行动。重点推进冶炼渣及尘泥、化工废渣、尾矿、煤电废渣等综合利用
2016 年 8 月	《“十三五”国家科技创新规划》	废物循环利用。研究资源循环基础理论与模型，研发废物分类、处置及资源化成套技术装备，重点推进大宗固废源头减量与循环利用、生物质废弃物高效利用、新兴城市矿产精细化高值利用等关键技术与装备研发，加强固废循环利用管理与决策技术研究
2016 年 11 月	《全国矿产资源规划（2016—2020 年）》	加强尾矿库稀有稀散金属调查评价，鼓励开展矿山尾砂、煤矸石、熔炼渣等废弃物中稀散元素的综合回收
2018 年 3 月	《财政部税务总局生态环境部关于环境保护税有关问题的通知》	应税固体废物的排放量为当期应税固体废物的产生量减去当期应税固体废物贮存量、处置量、综合利用量的余额
2018 年 5 月	《工业固体废物资源综合利用评价管理暂行办法》和《国家工业固体废物资源综合利用产品目录》	规定了开展工业固体废物资源综合利用评价的管理机制、评价程序和监督机制。开展工业固体废物资源综合利用评价的企业，可按照有关规定，申请暂予免征环境保护税，以及减免增值税、所得税等相关产业扶持优惠政策
2018 年 10 月	《中华人民共和国环境保护税法》	1）纳税人综合利用的固体废物，符合国家和地方环境保护标准的，暂予免征环境保护税；2）针对尾矿、煤矸石、冶炼渣等固体废物排放征收 5 ~ 25 元/t 的环保税
2019 年 1 月	《关于推进大宗固体废弃物综合利用产业集聚发展的通知》	开展尾矿、共伴生矿、非金属矿、废石有用组分高效分离提取和高值化利用，协同生产建筑材料，实现尾矿有效替代水泥原料。鼓励资源枯竭矿区开展尾矿回填和尾矿库复垦，推广低成本高效胶结填充。深化尾矿在农业领域无害化利用、生态环境修复治理方面的利用
2019 年 8 月	《中华人民共和国资源税法》	有下列情形之一的，省、自治区、直辖市可以决定免征或者减征资源税：（二）纳税人开采共伴生矿、低品位矿、尾矿
2020 年 2 月	《防范化解尾矿库安全风险工作方案》	自 2020 年起，全国尾矿库数量原则上只减不增，鼓励新开发矿山项目优先利用现有尾矿库；严格尾矿库加高扩容工程项目行政审批
2020 年 4 月	《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》	1）各级人民政府应当安排必要的资金用于固体废物污染环境防治工作，并按照国家有关规定给予政策扶持，加大相关项目的信贷投放；2）从事固体废物综合利用等固体废物污染环境防治工作的，依照法律、行政法规的规定，享受税收优惠；3）违反本法规定，由生态环境主管部门责令改正，处以罚款，没收违法所得；情节严重的，可以责令停业或者关闭

瞻产业研究院的统计数据，2012—2018 年，我国砷化镓元件市场经历了快速增长期，2012 年市场规模已达 78.6 亿元，2014 年突破百亿元，2016 年突破 200 亿元，2018 年市场规模达到 238.36 亿元，同比增长 3.72%。根据国外相关机构预计，到 2024 年，全球砷化镓元件市场规模将达到 157.1 亿美元，2019—2024 年年均复合增长率将达到 10%[11-12]。预计到 2024 年，中国砷化镓元件市场规模将达到 551.3 亿元，并且 2019—2024 年市场年均复合增长率将达到 15%，快于全球市场同期增速，未来砷化镓在中国市场的规模占全球比重将进一步提升。

3.2　砷化锌

砷化锌作为一种中间产品，是半导体行业生产砷化氢（又称砷烷，AsH_3）的关键原料。砷化氢既是生产砷化镓的关键原料，也应用在集成电路掺杂、半导体照明、功率器件等领域，目前发展势头良好。预计未来国内砷化氢的生产规模还会上升一个台阶，上游砷化锌乃至砷原料需求也会进一步增长。

3.3　砷化硼及其他

砷化硼（BAs）也是典型的Ⅲ ~ Ⅴ族化合物半导

体,主要特性是其热导率优于同类产品,是电子产品散热的理想材料,若其在未来实现商用化,也将极大带动砷原料的需求。

除应用于半导体领域外,砷还作为合金材料应用于铜和铅的合金中。例如,在铜中添加 0.15% ~ 0.5% 的砷制成铜砷合金,可以显著降低铜的导热性和导电性,提高含氧铜的加工塑性,可用于生产火车燃烧室的支撑螺旋杆及高温还原气氛中的零部件。铜砷合金还是一种适合于低硬度轴传动的轴承材料,可用于船舶、水电、水泥、造纸、石化等领域的机械设备。砷在铜合金中的应用还包括将其加入黄铜当中用于防止脱锌,使之用来制造水管配线。除铜合金外,部分铅合金也会用到砷,主要用于军工等领域。

4 高纯砷生产工艺

高纯砷在业内是指纯度在 6 ~ 7 个 9 及以上的砷单质,是生产砷化镓及其他含砷高端材料的关键原料。高纯砷通常以白砷(三氧化二砷,As_2O_3)或粗砷(或称金属砷,指含砷量为 99% 以上的单质砷)为原料制得。

白砷(As_2O_3)俗称砒霜,最早以雄黄(二硫化二砷,As_2S_2)为原料通过氧化挥发法制取,中国湖南石门雄黄矿曾用此法生产白砷。除天然砷矿之外,含砷尾矿、冶炼渣及烟尘也是白砷的主要原料来源,通过火法与湿法两种工艺路线均可制得白砷。

4.1 白砷的制备

4.1.1 火法冶金制备白砷

火法制白砷的基本原理是利用了三氧化二砷沸点低,容易挥发的性质。首先对砷精矿及含砷渣预先焙烧,得到高砷烟尘,然后对含砷部分进行分离和收集,所得产品纯度一般在 95% 以上,然后送至后端还原提纯工序提纯即可制得高纯砷。火法制白砷工艺应用相对广泛,该方法优点在于工艺成熟,可处理多种含砷物料,生产流程短、投资少、成本低,缺点是污染严重,产品质量不及湿法的产品。

4.1.2 湿法冶金制备白砷

湿法制白砷的预处理阶段与火法相近,经预处理后,利用含砷物料溶解度随温度升高而升高的特性在酸/碱性等环境下进行浸出,进一步处理得到白砷产品。浸出环节是湿法制砷的关键步骤,根据浸出液的不同,分为热水、酸性、碱性、无机盐浸出,各方案特点对比见表 2[6]。

表 2 不同湿法方案制备白砷的特点对比

工艺	介质	优点	缺点
热水浸出	水,双氧水	流程短,设备简单	物料适应性差,砷浸出率低
酸性浸出	硫酸、盐酸、废酸等	物料适应性及砷浸出率高于热水浸出	易产生砷化氢剧毒气体
碱性浸出	氢氧化钠(+硫化钠或硫氢化钠)	使用范围广,浸出率高	成本高
无机盐浸出	硫酸铜,硫酸高铁	工艺环境好,自动化程度高	工艺流程复杂

4.2 粗砷(金属砷)单质的制备

粗砷(金属砷)单质的制取主要以 As_2O_3 作为原料,广泛采用的是碳热还原法,即在反应环境中通过控制真空度、温度、蒸发方向等工艺参数使 As_2O_3 被碳还原,得到砷蒸汽并进行冷凝,冷凝后得到纯度 99% 的粗砷。碳热还原制备粗砷的工艺关键点在于:避免砷被二次氧化以及尽量提高冷凝砷的纯度和收集率两方面。

除了碳热还原法之外,中原黄金冶炼厂对湿法工艺制备粗砷进行了尝试(专利申请公布号 CN 110777260A);中南大学则探索了砷碘混合制备粗砷的技术方案(专利申请公布号 CN 110777260A)。

另外,氢还原法及其改进方法(美国专利 US 3657379)、湿法还原-热压烧结金属砷块制备方法(专利申请号:201510992870.6)、高温高压环境制备超高纯砷单晶法(专利申请号:201210312574.3)等工艺均被尝试,但经济性水平、技术成熟度尚不得而知。

4.3 高纯砷的制备

制备高纯砷的技术路线多样,主要包括:氯化-还原法、铅合金升华法、砷化氢(砷烷)热分解法(剧毒、危险性大)、硫化还原法、蒸汽区域精制、单结晶法等[6]。其中氯化-还原法和铅合金升华法是常用的两种方法。

4.3.1 氯化-还原法

氯化-还原法制备高纯砷的基本流程如图 1 所示,其优点在于:①从原料进料到产品出料都在管道中完成,生产全流程除了局部要求超净环境之外,其余大部分对环境洁净程度要求不算严苛;②6N 产品质量比较稳定。该工艺主要缺点在于三氯化砷是强

腐蚀强氧化剂，对精馏塔材石英玻璃质量要求较高，同时杂质浓度过高时易发生跳沸，存在安全隐患。

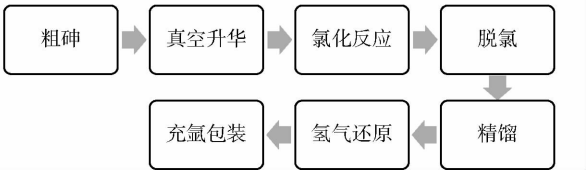

图 1　氯化-还原法制备高纯砷的流程示意图

根据采用的原料和反应体系不同，氯化-还原法细分为气相氯化-还原法和液相氯化-还原法两种。

4.3.2　铅(铋)合金升华法

该工艺为物理过程，将砷与铅或铋金属原料制成合金，然后在密闭环境中通过控制温度、压强，实现砷从铅(铋)的分离、升华及最后的沉淀。这一方法的特点在于工艺简单，成本低廉；缺点在于产品中易含铅(铋的污染相对较小)，不适用于大规模生产。

5　国内生产应用情况

国外的高纯砷生产水平较为成熟，占据全球大部分市场，我国研发高纯砷亦有数十年历程。据统计，国内号称可生产高纯砷的企业约有 20 余家，包括峨嵋半导体材料研究所、峨眉山嘉美高纯材料有限公司、扬州中天利新材料股份有限公司、扬州高能新材料有限公司等企业。除此以外，广东先导稀材股份有限公司、山西龙港高纯材料有限公司、中国科学院电工所等单位也都针对高纯砷工艺及装备进行了相关的专利布局。

作为有色冶炼企业，山东恒邦冶炼股份有限公司也在近年针对其冶炼产物中含砷过高的问题采取了变废为宝的方法：即先从冶炼烟气中提取含砷成分，然后采用氯化-粗馏/精馏制备高纯砷的解决方案[13]，并在 2020 年 10 月发布消息称到同年底，该公司生产的纯度达到 7.5 个 9 的高纯砷产品将问世，全部建成后项目将具备年产 50 t 产品的能力。

云南锡业集团(控股)有限公司下属的红河砷业公司以炼锡过程中产出的高砷锡渣和高砷锡烟尘为原料，通过直流电炉以及平炉负压蒸馏工艺得到特级三氧化二砷，然后再以三氧化二砷为原料，进行深度加工，生产高纯砷以及高纯砷酸、高纯五氧化二砷等产品，同时该公司对外提供以下服务：①含砷复杂二次资源(含砷锡烟尘、含砷铅铜二次资源、钨锡二次资源)的回收利用与技术研发；②砷化工产品、砷合金材料的研发与提供；③含砷废渣(砷钙渣、硫化砷渣)的固化处理；④含砷废水的深度处理技术。

国内企业虽然具有一定的高纯砷生产能力，但主要砷化镓生产企业的高纯砷原料仍依赖进口。根据相关机构统计，2016 年进口高纯砷在国内高纯砷市场的占有率为 90%，虽然 2017—2020 年进口高纯砷的国内市场占有率数据暂时未知，但是通过从下游厂商了解的情况来看，目前主流砷化镓企业仍然在选用进口原料。

高纯砷应用市场近年不断扩大，在高纯砷生产成本对原材料价格不敏感的前提下，花费一定的成本解决有色行业尾矿、冶炼渣和烟尘当中砷回收的问题就具备了经济性。冶炼企业如果能够解决回收砷的问题，不但可以形成新的利润增长点，更可为降低精矿采购成本开拓新办法。从成本方面看，在相同技术路线下，冶炼企业投资高纯砷较其他企业还会有较大的成本优势，从而获得更高的投资安全边际。

6　结语

有色固废含砷量巨大，对环境及人身健康造成严重危害，问题突出，亟待一个行之有效的方案加以解决。除环境因素外，下游对含砷材料需求的增长以及对高纯砷的进口依赖，还有国家资金和政策方面的支持也为国内矿山和冶炼企业实现含砷固废资源化提供了契机。

目前国内有色冶炼企业具有处理含砷尾矿、冶炼渣、烟尘的经验，也已具有资源化应用的成功案例，但是还缺少一种良性的、广泛适用的处理技术，还需要加大研发投入，加强理论研究，研发关键技术装备，完善相关管理体系，使得含砷固废不仅消除对环境和人类健康的影响，而且还能成为砷资源的重要来源，实现绿色冶金、清洁生产的目的。

[参考文献]

[1]　2011 年全球砷资源概况[EB/OL]. https://www.docin.com/p-596169772.html.(2013-02-03)[2021-06-20].

[2]　尹学郎. 我国砷矿资源发展战略[J]. 矿产保护与利用, 1991(3): 31-32.

[3]　魏梁鸿. 砷矿资源开发与环境治理[J]. 湖南地质, 1992, 2(3): 259-262.

[4]　谭波, 张冬冬, 宁平, 等. 铜尾矿综合利用研究进展[J]. 化工矿

物与加工,2021,50(2):46 - 51.
[5] 李济垚. 有色金属矿开采过程中固体废物处理方式及对策分析[J]. 世界有色金属,2021(3):53 - 54.
[6] 石靖,易宇,郭学益. 湿法冶金处理含砷固废的研究进展[J]. 有色金属科学与工程,2015,6(2):14 - 20.
[7] 史公初,廖亚龙,张宇,等. 铜冶炼渣制备建筑材料及功能材料的研究进展[J]. 材料导报,2020,34(13):13044 - 13049,13057.
[8] 夏艳清. 产业生态化视角下的城市生活固体废弃物管理研究[J]. 宏观经济研究, 2016(9):52 - 58.
[9] 吴韬,李宝娟,张雪花. 固体废物处理与资源化行业发展态势分析与对策建议[J]. 中国环保产业,2021(5):68 - 72.
[10] 有色金属行业:拥抱金价牛市大周期,把握新能源 + 国产材料新机遇[R]. 兴业证券研究报告. 2020.
[11] 2018 年全球砷化镓行业市场现状及发展前景分析[R]. 前瞻产业研究院, 2019.
[12] 2018 年砷化镓行业竞争格局及未来发展预测分析[R]. 中国产业信息网, 2018.
[13] 初长青,张俊峰,王雷. 铜冶炼电尘灰回收砷工艺研究[J]. 有色冶金节能,2020,36(4):39 - 43.

Exploration on resource recovery of arsenic containing solid waste in nonferrous metal industry

CHANG Qing, CHENG Jin-yang

Abstract: China is rich in arsenic reserves, but most of these are of paragenetic and associated minerals. In actual processing, the majority of these minerals goes into tailings and metallurgical residue/slag. As arsenic poses a great threat to environment and human health, usually some neutralization treatment is needed. With decreasing profits in the mining and metallurgical industries, neutralization is becoming less feasible economically, and turning arsenic solid wastes into useful resources is a promising trend. The paper begins with an overview of the current utilization of arsenic-bearing solid wastes in China, of related policies and arsenic materials of high added value, then describes the processes of arsenic recycling and related applications. The paper concludes that, apart from increasing environmental pressure, an increasing demand for arsenic-bearing materials, the reliance on importation of high purity arsenic, and governmental support in finance and polices altogether will usher in a promising future for the utilization of arsenic-bearing solid wastes.

Key words: non-ferrous metal industries; arsenic-bearing solid waste; tailings; metallurgical residue and slag; neutralization; resource recovery; high-purity arsenic; gallium arsenide

《钯锭》国家标准正式实施

12 月 1 日,由阳谷祥光铜业负责主起草,行业内其他知名公司和研究机构共同参与起草的我国第一个《钯锭》国家标准正式实施。该标准的正式实施填补了我国有色金属冶炼行业在钯锭生产、交易、应用等各项工作中标准的空白,为我国有色金属冶炼企业开展有关钯锭的生产和交易工作提供了重要依据,更为后续 ISO 国际标准草案的起草奠定了良好基础,系全球范围内贵金属行业的一次突破和创新。

据介绍,《钯锭》国家标准规定了钯锭的技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存等内容,适用于各种原料生产的钯锭。该标准可以为钯锭的生产提供基础规范,能够为钯锭的运输和包装方面提供技术支撑,并为仲裁取样等提供方法,维护贸易的正常运行。该标准为我国下游行业使用金属钯提供了标准指标参考,奠定了金属钯交易的基石,给下游行业选择钯作为首饰加工、现货/期货贸易合约等带来了更多的发展空间。

(资料来源:中国有色金属报)