

铜铅锌冶炼固废协同处理及有价金属综合回收

吴卫国 宋言

(中国恩菲工程技术有限公司, 北京 100038)

[摘要] 针对我国铜、铅和锌冶炼所产工业固废产量高、存量高、种类繁多、成分复杂、难处理等突出问题, 详细介绍了我国铜、铅和锌冶炼所产工业固废的种类及处置情况, 包括铜冶炼渣、渣选尾矿、白烟尘、烟化炉渣、镉烟尘、锌浸出渣、锌挥发窑渣等标志性大宗工业固废的处理工艺及新技术, 并提出了铜、铅、锌冶炼固废协同处理的新技术路线。结合铜、铅和锌冶炼所产工业固废的种类及处置特点, 建立铜、铅、锌综合冶炼基地或产业园, 协同处理铜、铅和锌冶炼所产工业固废, 可有效提高有价金属元素的综合回收率与利用效率, 降低综合冶炼成本。

[关键词] 工业固废; 金属再生; 循环利用; 渣选尾矿; 白烟尘; 锌浸出渣; 锌挥发窑渣; 烟化炉渣

[中图分类号] TF805.2 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1008-5122(2023)01-0047-06

DOI:10.19610/j.cnki.cn11-4011/tf.2023.01.007

0 前言

铜、铅和锌是重要的有色金属^[1]。2021年, 我国精炼铜产量达到1 048.7 t, 铅产量达到736.5 t, 锌产量达到656.1 t, 三种金属的总产量超过有色金属总产量的35%。然而, 铜、铅和锌三种金属的冶炼过程中均会产出大量的工业固体废弃物, 按照其危害程度, 废弃物可以分为一般工业固体废物、有害工业固体废物和危险工业固体废物^[2-6]。按照工业固废产生来源, 铜、铅和锌冶炼所产固废可分为: 1) 主生产工艺所产工业固废, 包括火法冶炼工艺过程所产熔炼渣、还原渣、水碎渣、精炼渣、烟尘等, 湿法冶炼过程所产浸出渣、净液渣、阳极泥等, 以及烟气脱硫或制酸过程所产酸泥等; 2) 污酸和污水处理过程中所产渣渣、石膏渣、中和渣、结晶盐等; 3) 各种消耗辅料, 包括制酸过程所产废催化剂, 脱硫过程所产

废离子交换剂, 废耐火材料等^[7-12]。许多贵金属和稀散金属(诸如 Au、Ag、Se、Te、Pt、Pd、As、Sb、Bi、Cd、Sn、Ga、In、Ge、Ni、Co、Hg 等) 会进入这些工业固废中, 从而造成了大量有价金属资源的浪费^[13-17]。

目前, 铜、铅和锌冶炼企业所产工业固废的处理方式很多, 如内部循环利用、有价金属回收、直接填埋/堆存、制作工业材料、制作建筑材料等, 但由于国内铜、铅和锌冶炼企业通常分散建厂, 所产部分工业固废无法内部循环, 往往委托外部处理, 进一步提高了企业成本^[18-20]。

随着我国环境保护政策的日趋严格以及土地资源的日益紧张, 大量工业固体废物必须进行无害化处理及资源化利用, 最终达到百分百无害化和资源化利用的目的, 即有色金属冶金领域的“双百”方针。回收有价金属, 变废为宝已经成为铜、铅和锌冶炼企业处理工业固体废物的基本思路和要求。在“十四五”规划中, 加快铜、铅和锌冶炼企业的技术创新与提升, 开发针对铜、铅和锌冶炼工业固体废物的高效、低碳、绿色的综合回收处理技术, 已经成为铜、铅和锌冶炼企业未来发展的必然要求。

1 铜冶炼所产工业固废种类及处理方法

铜冶炼过程中产出的工艺固废种类主要包括造钼熔炼和铜钼吹炼过程产出的铜熔炼渣和白烟尘, 铜渣浮选产出的选渣尾矿等。

目前, 铜冶炼企业以火法冶炼工艺为主, 冶炼过程主要包括造钼熔炼、铜钼吹炼、粗铜精炼及电解精

[收稿日期] 2022-09-16

[基金项目] 国家重点研发计划“铜铅锌综合冶炼冶炼基地多源固废协同利用集成示范”(编号:2018YFC1903300)和“复杂铅基多金属固废协同冶炼技术与大型化装备”(编号:2019YFC1907300)联合资助

[作者简介] 吴卫国(1982—), 男, 湖北黄石人, 硕士, 高级工程师。

[通讯作者] 宋言(1989—), 男, 河北邢台人, 博士, 工程师。

[引用格式] 吴卫国, 宋言. 铜铅锌冶炼固废协同处理及有价金属综合回收[J]. 绿色矿冶, 2023, 39(1): 47-52.

炼。铜精矿经配料后加入熔炼炉中进行造钼熔炼,产出的铜钼通过溜槽或者包子送往下一工段吹炼,或经水碎细磨后进行吹炼。造钼熔炼产出的烟气经余热回收和收尘后送制酸系统,收集的烟尘返回配料;铜钼吹炼产出的烟气经余热回收和收尘后送制酸系统,收集的烟尘返回配料。熔炼和吹炼工段的烟尘根据组成不同定期开路。造钼熔炼和铜钼吹炼产出的炉渣送缓冷后进行破碎选矿。铜钼吹炼产出的粗铜送精炼工段,精炼产出的粗铜送电解精炼;精炼产出的烟气经收尘后送脱硫系统,收集的烟尘返回配料;精炼工段产出的炉渣返回配料。

粗铜经过浇筑得到铜阳极板送电解车间进行精炼,得到阴极铜和铜阳极泥,铜阳极泥送贵金属回收系统。铜阳极泥的处理技术有火法-湿法联合工艺,湿法工艺及选冶联合工艺,目前国内主要采用火法-湿法联合工艺。铜阳极泥经过硫酸化焙烧和浸出除去大部分铜、镍和硒,然后浸出渣进行还原熔炼和氧化精炼得到金银合金,产出的金银合金送湿法电解系统进一步精炼得到银、金及铂钯等贵金属^[21-22]。

1.1 铜熔炼渣的综合回收及无害化处理技术

铜熔炼渣是铜精矿经造钼熔炼产出的含铜、铅、锌等多种有价金属的工业固废。目前主要采用缓冷后浮选工艺处理,将熔渣中的铜富集,然后返回熔炼,选渣尾矿堆存或作建筑材料。为高效低成本处理铜熔炼渣,综合回收渣中的有价金属,中国恩菲工程技术有限公司(以下简称“中国恩菲”)开发了一种铜熔炼渣综合回收及无害化处理新技术。该技术的核心装备为CR(Comprehensive Recovery)炉,又称综合回收炉。采用该工艺,将CR炉与造钼炉有机耦合,造钼炉所产液态铜熔炼渣直接进入CR炉,通过配入适当熔剂,在碳质还原剂还原作用下,铅、锌等易挥发金属进入烟尘进行回收,同时还原出金属铁,金属铁与铜钼一起经磨矿选矿后得到铜钼和铁粉^[23]。

1.2 铜冶炼渣选渣尾矿的综合利用

铜冶炼渣选渣尾矿是铜造钼过程中产出的冶炼渣经选矿回收有价金属后剩余的固废,其中仍含有可以综合利用的铁资源和硅资源。铜冶炼渣选渣尾矿的综合回收技术主要有还原焙烧-磁选法、碳热还原-碱浸法以及多级磁选法等^[17, 24]。

还原焙烧-磁选法首先采用焦炭作还原剂,同时加入氧化钙调配渣型,将尾矿中的铁还原为铁单

质,再采用破碎、磨矿、磁选等工序分离脉石与铁单质。

碳热还原-碱浸法利用碳热还原反应在高温下将氧化铁还原为金属铁,同时将二氧化硅转变为游离的石英固溶体和方石英固溶体,然后采用碱溶液进行浸出,从而达到综合回收硅和铁的目的。

多级磁选法采用一级强磁选机搭配多级弱磁选机的方式将选渣尾矿中的四氧化三铁富集,磁选后的铁精粉可以作为炼钢配料,剩余尾矿作水泥原料。

1.3 白烟尘安全处置与资源高值化利用技术

白烟尘包括熔炼过程中产生的含砷量较高的熔炼烟尘以及铜钼转炉吹炼过程中产生并收集的吹炼烟尘。白烟尘中含有大量Pb、Cu、Zn、Ag、Bi、In等有价金属元素。目前,白烟尘安全处置与资源高值化利用技术以湿法冶炼工艺为主^[25]。首先白烟尘经过水浸或酸浸得到铅铋渣和浸出液。其中,铅铋渣经过氯化浸出、锌粉转换等工序生产海绵铋。浸出液采用萃取工艺萃取铜,得到富铜液和萃余液,富铜液通过反萃铜、转换铜等工序得到海绵铜。萃余液则经过铁粉置换得到海绵铜和萃余液,萃余液经过锌粉转化工序生产海绵镉,最后剩余液采用蒸发结晶工序得到七水硫酸锌^[26-27]。

2 铅冶炼所产工业固废种类及处理方法

铅冶炼产出的工业固废主要包括粗铅熔炼过程产出的烟化炉炉渣和镉烟尘,铅阳极泥处理过程产出的砷碱渣、含砷烟尘、铜渣等。

目前,铅冶炼企业多采用氧气底吹熔炼-液态铅渣还原-烟化炉挥发工艺。铅精矿与熔剂混合后进入氧气底吹熔炼炉,经富氧熔炼产出部分粗铅和熔融高铅渣,粗铅送电解精炼,熔融高铅渣通过溜槽加入还原炉中进行还原熔炼,产出的烟气经余热锅炉回收余热和收尘后送制酸系统,烟尘返回熔炼炉配料,高铅渣在还原炉内还原产出粗铅和还原炉渣,其中粗铅送电解精炼,还原炉渣加入烟化炉中进行还原挥发,产出的烟气经余热锅炉回收余热和收尘后送脱硫系统,烟尘返回还原炉配料。还原炉渣在烟化炉内还原挥发产出的炉渣进行水碎,产出的烟气经余热回收并收尘后送脱硫系统,收下的氧化锌烟尘作为锌回收的原料。粗铅经过火法初步精炼后浇筑成阳极板送电解精炼,初步精炼产出的浮渣送铜浮渣处理系统,产出的铅铜钼送铜厂回收铜,产出的浮渣返回熔炼系统,产出的烟气经余热回收及收

尘后送烟气脱硫系统。铅阳极板经过电解精炼得到阴极铅,阴极铅精炼后铸锭得到电铅锭,精炼产出的氧化渣送铜浮渣处理系统,电解精炼得到的铅阳极泥送贵金属系统。

目前铅阳极泥主要采用火法工艺处理。铅电解产出的阳极泥和除铜硒的铜阳极泥混合后进行氧化熔炼得到炉渣和贵铅,烟气经过冷却收尘送脱硫系统,炉渣和烟尘作为回收铈的原料。产出的贵铅进行还原精炼,或先经真空精炼除部分铅铋后再进行还原精炼,还原精炼产出金银合金,浇筑成阳极板送银电解精炼,产出的炉渣作为铜回收原料,产出的烟尘返回阳极泥熔炼配料。含铈炉渣和烟尘经过还原熔炼得到铅铈合金,铅铈合金经过吹炼得到铈烟尘。

粗铅火法精炼产出的铜浮渣和阴极铅精炼铸锭产出的精炼渣送铜浮渣处理系统处理,处理工艺有反射炉、短窑、转炉、底吹炉和侧吹炉处理工艺。铜浮渣经过还原熔炼得到粗铅、烟尘、炉渣与铜铈。铜铈作为铜回收的原料,烟气经过冷却收尘后送脱硫系统,炉渣烟尘返回底吹炉配料,烟尘和炉渣返回熔炼配料。

2.1 烟化炉渣的综合利用

在烟化炉作业条件下,铅还原渣中的金属铅、锌、铋、铊、锡、铜、锗等易挥发物质经挥发后进入烟尘进行回收,剩余炉渣经水碎后产出烟化炉渣。烟化炉渣的传统处理方式为堆存或外卖给建筑行业用作水泥厂的配铁原料。

为达到提高烟化炉渣的经济附加值和综合利用水平的目的,烟化炉渣的综合利用新工艺有铅锌冶炼烟化炉渣基体制备建筑陶粒工艺、铅烟化炉渣基体制备微晶玻璃工艺等。

铅锌冶炼烟化炉渣基体制备建筑陶粒工艺则是采用铅锌冶炼烟化炉渣、钴冶炼渣和添加剂为原料,烘干后按照一定配比进行混料,混料均匀后采用成球制粒机造粒成型,再经过烘干、煅烧等工序制得陶粒成品^[28]。

铅烟化炉渣基体制备微晶玻璃工艺采用铅烟化炉渣为主材料,混合配入石英砂和石灰石等辅料,通过混合研磨、熔制、水碎、研磨筛分、压制成型、升温核化、降温晶化等多道工序,最终制备出具有磁性和生物活性、可以作为温热法治疗肿瘤的热种子材料微晶玻璃^[29]。

2.2 镉烟尘的资源化处理

镉在铅冶炼过程中属于易挥发金属,原料中

80%~90%的镉富集在烟尘中。生产中由于烟尘一般返回配料,因而镉在系统中不断富集,现有的底吹熔炼工艺所产镉烟尘含镉量高达20%。河南某企业将镉烟尘开路后送锌冶炼系统进行处理。该镉烟尘中含有易溶于水的硫酸镉和易溶于硫酸的氧化镉,将镉烟尘与经过多膛炉脱氟氯后的锌浸出渣一起采用稀硫酸进行浸出,氧化镉和硫酸镉均进入浸出液中,浸出液经过锌粉置换后得到铜镉渣,铜镉渣进一步采用稀硫酸进行浸出得到铜渣和含镉浸出液,含镉浸出液经过锌粉置换工序产出粗海绵镉和置换后液,粗海绵镉经过压团、熔炼除杂、精馏等工序后产出精镉。置换后液经过锌粉二次置换后回收锌并产出低品位海绵镉,然后低品位海绵镉返回浸出工序^[30]。

3 锌冶炼所产工业固废种类及处理方法

锌冶炼过程产出的工业固废主要有锌焙砂浸出产出的铅银渣、黄钾铁矾渣(针铁矿渣或赤铁矿渣),锌精矿直接浸出产出的铁渣,硫酸锌溶液净化过程产出的铜镉渣、钴渣,挥发窑产出的挥发窑渣,多膛炉处理氧化锌烟尘产出的高氟氯烟尘,氧化锌浸出产出的铅渣等。

目前,锌冶炼企业多采用焙烧-浸出-净化-电积工艺。根据浸出方法和除铁工艺不同,浸出分为常规浸出法、热酸浸出黄钾铁矾法、热酸浸出针铁矿法、热酸浸出赤铁矿法。锌精矿经沸腾焙烧炉焙烧后产出锌焙砂,产出的烟气经过余热回收和收尘后送制酸系统,收集的烟尘和球磨后的焙砂送浸出系统,焙砂经浸出后产出锌浸出渣和硫酸锌,锌浸出渣需进行进一步回收锌和无害化处理,硫酸锌溶液经净化后送电积车间进行电积,得到阴极锌,阴极锌采用感应炉熔化精炼后进行浇铸得到锌锭。净化过程产出的铜镉渣作为提镉的原料,提镉后的铜渣送去回收铜;净化产生的钴渣作为提钴的原料回收钴。阴极锌精炼产出的浮渣经过球磨后部分返回熔铸,部分作为生产硫酸锌的原料^[31]。

目前常规浸出渣主要采用挥发窑或者烟化炉回收氧化锌,氧化锌进行浸出,产出的铅银渣送铅厂回收铅和银,浸出液净化后送锌电积车间,净化渣作为回收铜镉的原料,铁渣返回渣处理系统进行无害化处理,锌精矿中的铜、锗也富集在氧化锌烟尘中,在浸出液中进行回收。

部分锌冶炼企业采用直接浸出-净化-电积工

艺,直接浸出包括常压浸出和氧压浸出。两种浸出工艺在原理上基本相同,都是通过将硫化锌与氧气和硫酸一起反应得到硫酸锌和元素硫,区别在于浸出工艺的操作条件不同。锌精矿直接进行浸出后,浸出液送净化系统,浸出渣经过进一步浮选得到硫精矿和铁渣,铁渣送去进行无害化处理。

3.1 锌浸出渣的处理

锌冶炼企业产出的工业固废中,最主要的是锌焙砂酸浸工序产出的锌浸出渣(HW48),它属于危险固废,且产量大,含有锌、铅、银、铁、铜等多种有价金属。中国恩菲开发了锌浸出渣的侧吹浸没燃烧熔池熔炼+烟化炉协同冶炼技术^[20,24]。采用该技术,锌浸出渣与熔剂经过简单配料,混合后加入侧吹浸没燃烧熔池熔炼炉中进行熔化脱硫,烟气经余热回收和收尘净化后送制酸系统,熔融锌渣进入烟化炉,实现高强度还原挥发有价金属,最终实现了复杂低品位氧化矿及锌浸出渣的高效、连续、低碳、无害化冶炼^[32]。

3.2 锌挥发窑渣的综合回收与资源化利用

锌挥发窑渣是锌浸出渣经回转窑挥发处理后得到的废弃物。锌挥发窑渣中除含有煤等有价物质,还含有铁、银等有价金属元素,具有很高的回收价值。目前,锌挥发窑渣采用破碎-细磨-磁选工艺进行综合回收与资源化利用,经过磁选,铁、银等金属

富集于磁性矿物中得到银铁矿,煤富集于非磁矿物中得到碳泥。磁精矿和非磁矿可分别应用于铅冶金和制砖生产。该工艺简单,且综合回收了煤、银、铁等多种有价元素,实现了锌挥发窑渣的资源化利用^[33]。

4 铜、铅、锌冶炼固废协同处理及有价金属的综合回收

结合铜冶炼、铅冶炼以及锌冶炼所产工业固废种类及处置特点,建设铜铅锌综合冶炼基地,实现铜、铅、锌冶炼固废相互、协同处理及有价金属的综合回收,给资源综合利用创造了良好的条件,从而大大提高有价金属物料综合利用率、降低综合冶炼成本。

铜、铅、锌冶炼固废协同处理主要流程如图1所示。铅冶炼所产镉烟尘、氧化锌烟尘可利用锌冶炼中的浸出工序进行回收利用,而锌冶炼所产浮选银精矿和氧化锌浸出铅渣可通过铅冶炼进行回收利用。同时,铅冶炼所产铅铜铊可通过铜冶炼中的吹炼工序进行回收利用,锌冶炼所产铜渣和钴镍渣可进入铜冶炼熔炼工序进行回收利用,而铜冶炼所产铅渣、阳极泥等可进入铅冶炼贵金属工序进行回收利用,且铜冶炼所产含锌浸出液可通过锌冶炼系统进行回收利用。

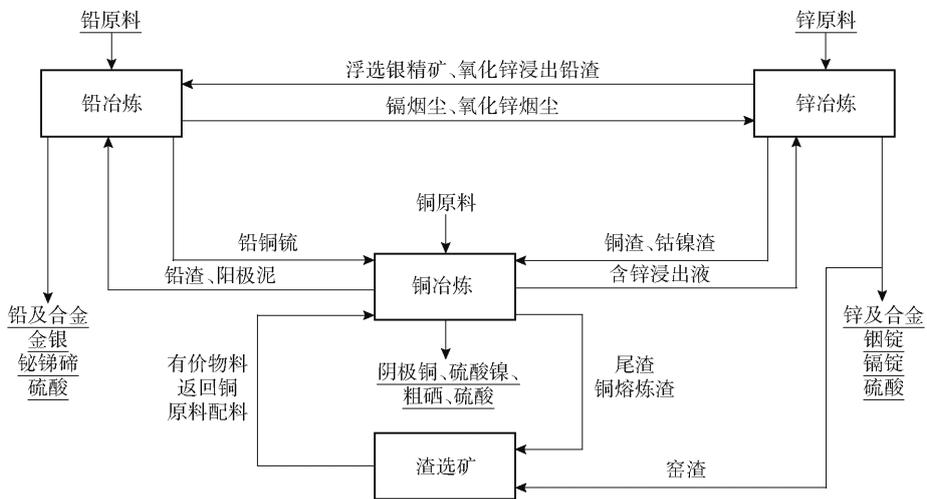


图1 铜铅锌冶炼企业固废协同处理主要流程

5 结束语

铜、铅和锌冶炼企业所产工业固废存在产量高、存量、种类繁多、成分复杂、难处理等突出问题。

铜熔炼渣采用CR炉综合回收及无害化处理新

技术可有效回收有价金属元素;白烟尘采用全湿法两段冶炼工艺可达到安全处置与资源高值化利用的目的。铅烟化炉渣可用于制备建筑陶粒、微晶玻璃等;铅冶炼镉烟尘采用锌冶炼系统进行处理回收取得不错的效果。锌冶炼所产工业固废锌浸出渣可采

用侧吹浸没燃烧熔池熔炼+烟化炉协同冶炼技术实现有价金属元素的回收;锌挥发窑渣采用破碎-细磨-磁选工艺进行综合回收与资源化利用。

结合铜冶炼、铅冶炼以及锌冶炼所产工业固废种类及处置特点,建设铜铅锌综合冶炼产业基地,可实现铜、铅、锌冶炼工业固废协同处理及有价金属的综合回收,从而有效提高有价金属元素的综合回收率与利用效率,达到降低综合冶炼成本的目的。

[参考文献]

- [1] 张楠. 我国铜铅锌工业现状及发展趋势[J]. 硫酸工业, 2021(4): 1-5.
- [2] 班燕, 崔成. 浅谈冶金固废资源化利用现状及发展[J]. 世界有色金属, 2021(7): 8-9.
- [3] 朱斌鹏. 冶金固废资源化利用现状及发展[J]. 世界有色金属, 2021(23): 7-9.
- [4] 张建平. 冶金固废资源化利用现状及发展[J]. 有色冶金设计与研究, 2020, 41(5): 39-42.
- [5] 闵小波, 柴立元, 柯勇, 史美清, 费讲驰, 梁彦杰. 我国有色冶炼固体废物处理相关技术及政策建议[J]. 环境保护, 2017, 45(20): 24-30.
- [6] 杨勇. 冶金行业固体废物处理措施研究[J]. 世界有色金属, 2021(13): 3-4.
- [7] 王艳平. 有色金属工业固体废物和危险废物管理现状、对策和实例[J]. 资源节约与环保, 2016(4): 136.
- [8] 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.
- [9] 殷舒欣. 基于有色金属冶炼中的废渣再利用分析方法[J]. 世界有色金属, 2019(23): 17-18.
- [10] 张利民. 有色金属冶炼废渣回收利用综述[J]. 世界有色金属, 2019(9): 27-28.
- [11] 陈欢欢. 有色金属冶炼废渣的循环利用[J]. 中国金属通报, 2019(3): 9-10.
- [12] 钟勇. 探究有色金属冶炼生产中含砷废水和废渣的治理[J]. 世界有色金属, 2021(10): 11-12.
- [13] 杨晓松, 陈国强, 邵立南, 等. 有色冶金废渣处理处置技术及发展趋势[J]. 有色金属(冶炼部分), 2021(3): 31-35.
- [14] 刘志文. 重要有色金属冶炼废渣的特征及处理技术[J]. 世界有色金属, 2020, (2): 6-9.
- [15] 赵成, 朱军, 王正民, 等. 重要有色金属冶炼废渣的特征及处理技术[J]. 矿产综合利用, 2019(6): 1-6.
- [16] 杨雪, 邢杰, 李贞. 云南省有色金属冶炼废物产生及处理情况综述[J]. 能源与环境, 2015(6): 86-88.
- [17] 赵晋, 陈春丽. 铜冶炼企业固废产生节点分析及处置措施建议[J]. 有色冶金设计与研究, 2013, 34(3): 75-78.
- [18] 谢祥添. 铜冶炼过程多型固废整体回收新技术[J]. 有色金属(冶炼部分), 2020(2): 23-26.
- [19] 王长征, 郭小芳. 有色金属冶炼企业固废综合利用生产实践与优化措施探讨[J]. 甘肃冶金, 2020, 42(3): 36-43.
- [20] 王海北, 邹小平, 谢铿, 等. 典型固废资源化与无害化处置技术[J]. 有色金属(冶炼部分), 2022, (9): 1-8.
- [21] 吴思鸿. 铅钡精矿提纯工艺与产业化设计[J]. 有色冶金节能, 2021, 37(2): 16-19.
- [22] 江城. 铜阳极泥浸出液置换沉淀铜铋试验研究[J]. 有色冶金节能, 2022, 38(3): 7-10.
- [23] 李东波, 陆志方, 尉克俭, 等. 铜熔炼渣综合回收装置: CN108396151A[P], 2018-05-02.
- [24] 孙志杰, 魏国, 刘占华, 等. 铜冶炼渣固废资源制备珠铁的研究[J]. 矿冶工程, 2017, 37(5): 81-84.
- [25] 张文岐, 武岳彪, 田静. 采用钛盐吸附剂从白烟尘中分离回收铋砷的试验研究[J]. 有色冶金节能, 2022, 38(2): 1-5.
- [26] 包洪光, 杨强, 吴晓松. 铜冶炼白烟尘综合利用技术研究[J]. 冶金与材料, 2022, 42(3): 75-78.
- [27] 李石邱, 立莉, 张鹏. 环保竣工验收中对铜冶炼产生固废的处理方法研究[J]. 再生资源与循环经济, 2015, 8(3): 42-44.
- [28] 黄晓东, 靖青秀, 吴理觉, 等. 一种铅锌冶炼烟化炉渣基的建筑陶粒及其制备方法: CN106866114A[P], 2017-03-12.
- [29] 陈兰, 李环, 谭代娣, 等. 一种铅烟化炉渣微晶玻璃及其制备方法: CN104445943A[P], 2014-12-10.
- [30] 狄聚才. 锌冶炼系统处理炼铅含镉烟尘的生产实践[J]. 中国有色冶金, 2010, 39(5): 25-27.
- [31] 宋言, 许良, 吴卫国. 锌冶炼先进工艺技术及应用实践[J]. 中国有色冶金, 2022, 51(1): 23-29.
- [32] 吴卫国, 宋言. 含铅锌多金属固废的处理工艺创新及工业应用[J]. 有色金属(冶炼部分), 2021(6): 95-100.
- [33] 冯忠伟, 陆爱民. 锌挥发窑渣综合回收煤、银、铁工艺研究与实践[J]. 资源再生, 2009(9): 56-57.

Synergistic Treatment and Comprehensive Recovery of Valuable Metals of Copper, Lead and Zinc Smelting Solid Waste

WU Weiguo, SONG Yan

Abstract: In view of the outstanding problems of high output, large stock, complex types, complex composition and difficult treatment of industrial solid waste produced by copper, lead and zinc smelting in China, the types and disposal of industrial solid waste produced by copper, lead and zinc smelting in China were introduced in detail, including the treatment process and new technology of landmark industrial solid waste such as copper smelting slag, slag dressing tailings, white smoke, fuming furnace slag, cadmium smoke, zinc leaching slag, zinc volatilization kiln slag, etc. A new technical route for collaborative treatment of copper, lead and zinc smelting solid waste was proposed. Combined with the types and disposal characteristics of industrial solid waste produced by copper, lead and zinc smelting, a comprehensive copper, lead and zinc smelting base or industrial park, and coordinate the treatment of industrial solid waste produced by copper, lead and zinc smelting should be constructed, which can effectively improve the comprehensive recovery rate and utilization efficiency of valuable metal elements and reduce the comprehensive smelting cost.

Key words: in industrial solid waste; metal regeneration; recycling; tailings from slag separation; white smoke; zinc leaching slag; zinc volatilization kiln slag; fuming furnace slag

(上接第 16 页)

Overview of Main International Standards and Document Systems Related to Carbon Emissions

LIU Lu, HU Xueping, WANG Huai, LIU Jiapeng, WANG Dawen, ZHU Hao, CHENG Jinyang

Abstract: The scientific and standardized accounting of carbon emissions, the active promotion of emission reduction incentives, and the strengthening of corporate carbon performance disclosure management, as the key basic work to cope with climate change, play an important role in the overall consideration of preventing global warming and promoting corporate development, and also provide important soft power support for Chinese mining companies to “go out” and undertake local social responsibilities. This paper listed the main international standards, mechanisms, initiatives and policy documents from five aspects, including carbon emission accounting, carbon footprint analysis, carbon emission reduction mechanism, carbon emission reduction target setting, and carbon performance disclosure, for the reference of domestic transnational mining practitioners and other relevant practitioners.

Key words: carbon emission accounting; carbon footprint; carbon emission reduction mechanism; carbon performance; goal setting; greenhouse gases