

文章编号: 1005-0523(2003)04-0020-04

矿物加工技术在固废领域中的应用

吴彩斌

(华东交通大学 土木建筑学院, 江西 南昌 330013)

摘要: 矿物加工技术中的许多工艺方法和设备已被成功地应用于固体废弃物的处理当中, 实现了固废资源的综合回收与利用. 本文详细介绍了该项技术在工业废渣、建筑垃圾、电子废弃物和生活垃圾处理等方面的一些应用情况, 但实践中远不止这些.

关键词: 矿物加工; 固体废弃物; 工业废渣; 建筑垃圾; 电子废弃物; 生活垃圾

中图分类号: X705

文献标识码: A

0 引言

固废, 也就是固体废弃物, 是指人类在生产、生活活动中丢弃的固体和泥状物质. 随着人类文明社会的不断发展、科学技术的不断进步和城市工业化进程的不断加速, 固废的产生量愈来愈大, 世界各国都遇到了固废成灾、污染环境的严峻挑战. 据统计, 我国固废年产生量已超过 10 亿吨, 生活垃圾超过 2 亿吨. 加上连年积存的几十亿吨, 固废数量是十分惊人的. 这些固废堆存要占用大量耕地, 污染环境, 威胁着人类身体健康, 已成为新的社会公害. 另一方面, 固废大多数又具有可利用的价值, 是可再利用资源. 大力开展固废的综合回收利用和循环使用, 减少固废的环境排放量, 在当前资源日益危机和人类生存环境日益恶化的今天, 尤其有着重要的实践意义和现实意义. 这一工作得到了许多国家尤其是发达国家的重视, 我国也立法并成立了专门的机构来处理和管理固废工作. 经过许多学者和科技工作者的不懈努力, 最初用于矿物加工的技术和设备已被成功用于处理固废领域, 并因此到了新的发展.

矿物加工技术是一门古老而又年轻的科学技

术, 它是利用矿物的物理或物理化学性质的差异, 借助于各种选矿设备将矿石中的有用矿物和脉石矿物分离开来的工艺技术. 这项工艺技术包括矿物的预处理技术如手选、焙烧、破碎、筛分、磨矿, 处理技术如重选、磁选、电选、浮选、化学选矿和后处理技术如沉淀、浓缩、过滤、干燥等, 并广泛应用于黑色金属、有色金属、贵金属、非金属等矿物原料的加工中. 目前, 随着科学技术的发展和学科的不断深入和相互交叉, 矿物加工技术已拓展到冶金、化工、环保、建材、机械制造、医学、电力等领域的工艺处理中. 本文着重介绍了该技术在工业废渣、建筑垃圾、电子废弃物和生活垃圾等方面的应用情况.

1 在工业废渣处理中的应用

冶金工业产生的高炉渣、钢渣和冶炼渣等, 金属矿山、煤炭矿山产生的尾矿、煤矸石和废石, 电力行业产生的粉煤灰以及石油化学工业产生的废酸、废碱、反应废物和废催化剂等都是工业废渣的来源, 是我国最大的工业固体废弃物, 占整个固废总量中的 80% 以上. 这些固体废弃物中均含有大量可利用的金属元素或非金属元素, 若将它们分离出来可变废为宝, 而任其排放至环境中常常造成会金属

收稿日期: 2003-01-17

作者简介: 吴彩斌(1972-), 男, 江西波阳人, 矿物加工工程博士, 华东交通大学副教授. 现主要从事矿物加工工程和固废处理工程方面的研究工作. Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

污染事故发生。

金属矿山产生的尾矿是工业废渣的最大来源。近年来,我国的金属矿山每年排出尾矿约 1×10^8 吨,加上历年堆存的尾矿有几十亿吨之巨。但由于金属矿中伴生金属大多数在二种、三种或更多种,而选别时常常只回收某种目的金属,导致尾矿仍含大量伴生金属,加上当初选矿技术水平不够而滞留于尾矿中的目的金属,这些都将成为新的宝贵资源。如贵州有一处铅锌矿其尾矿不少,其中锌的含量大于 9%;云锡公司已积存的选锡老尾矿,含锡量平均达 0.15%;河南是全国产金大省,由于选金技术水平比较低,尾矿中含金达 $0.8 \sim 1.2 \text{ g/t}$,这样的含金品位,在一些发达国家可以当成矿石使用。可以看出,金属矿山尾矿的潜在价值非常惊人,随着矿物加工技术的进步,亟待合理开发处理利用^[1]。

煤矸石是煤矿开采过程中产生的废渣,是工业废渣的另一来源。一般每采 1 吨原煤会产生 0.2 吨煤矸石,它主要由高岭土、石英、蒙脱石、长石、石灰石、硫化铁、氧化铝和氧化物组成。若煤矸石中含碳量较高可作为燃料;含碳量低的可生产砖瓦、水泥和轻骨料,其典型的工艺流程为配料—粉碎—成型—干燥—焙烧。另外也可利用煤矸石直接生产硫酸铝^[2]。

冶金工业产生的高炉渣、钢渣和冶炼渣是工业废渣的又一来源,其产生量仅次于金属矿山产生的尾矿量。与尾矿不同的是,冶金工业产生的废渣量大面广,综合回收利用的价值大,如黑色金属废渣中含有各种有用元素如 Fe、Mn、V、Cr、Mo、Ni、Al 等金属元素和 Ca、Mg、Si 等非金属元素;有色金属废渣中含有的大量伴生金属元素如 Cu、Pb、Zn 等。这些冶金渣有些用于生产水泥,有些用于建筑工程,有些作为二次资源被综合利用。如某钢厂钢渣处理流程采用筛分—磁选—筛分—自磨—筛分—磁选工艺分选出铁,而炉渣可根据性质的不同用于生产水泥、代替碎石或细骨料作建筑材料或生产钢渣磷肥^[3];某铜厂采用下面的矿物加工流程来处理铜渣回收其中的铜^[4]。

粉煤灰是燃煤电厂排出的电力工业固体废物,但随着我国水利发电容量的不断加大,粉煤灰的产生量有望逐年减少。然而我国历年累计库存已达 $11.1 \times 10^8 \text{ t}$,占地达 60 多万亩,粉煤灰再资源化已成为我国急待解决的重大课题。目前可回收粉煤灰中的煤炭资源和金属物质,其方法有浮选法、静电分选法和磁选法。浮选法就是在含煤炭粉煤灰的灰

浆中加入浮选药剂,然后采用气浮技术,使煤粒粘附于气泡上浮而与灰渣分离,煤炭的回收率高达 85%~94%;静电分离法就是根据煤与灰的介电性能不同,干灰在高压电场的作用下发生分离,静电分选炭的回收率一般在 85%~90%;而磁选法就是将粉煤灰中的 Fe_2O_3 经高温焚烧后, Fe_2O_3 被还原成 Fe_3O_4 和铁粒,用磁选机分选得到含铁 50%以上的精矿,铁的回收率达 40%以上。山东省曾做过比较,当粉煤灰含 $\text{Fe}_2\text{O}_3 > 10\%$ 时,磁选所获得的经济价值和社会价值远优于直接开矿,而环境效益更是不可估量。

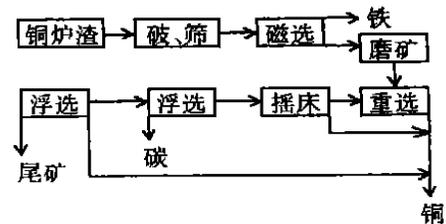


图 1 某厂处理铜渣的流程简图

石油化学工业中产生的废酸、废碱、反应废物和废催化剂等也是工业废渣的重要来源,甚至是危险废物的主要来源,若不加处理或处理不当都会造成环境危害,严重威胁着人类的身体健康。目前利用化学选矿的方法可回收废酸、废碱和反应废物中的有用物质,同时充分回收废催化剂中的稀贵金属和有色金属元素。

2 在建筑垃圾处理中的应用

建筑垃圾一般是在基建过程中或是新建、修缮或拆除项目竣工后留下的砖石瓦砾、钢木塑料等各种剩余或者废旧建筑材料。绝大部分建筑垃圾未经任何处理,便被建筑施工单位运往郊外或乡村,采用露天堆放或填埋的方式进行处理,不仅耗用了大量的征地,而且在清运和堆放过程中的遗撒和粉尘、灰沙飞扬等问题又加重了环境污染,给城市的环境治理造成了不堪重负的压力^[5],因此如何处理建筑垃圾又成为城市发展中新的课题。在综合利用方面,日本、欧美等发达国家的许多先进经验和处理方法值得借鉴,他们将建筑垃圾中的废弃物经分拣,剔除或粉碎后,大多数作为再生资源被重新利用。事实上,建筑垃圾经破碎、分选和筛分后可回收其中的废金属、废木材和废料,后者如砖石、混凝土、渣土等,用来代砂,用于砌筑砂浆,抹灰砂浆,打混凝土垫层。图 2 给出了处理建筑垃圾、从中回收砂

石等建筑材料的一种典型的工艺^[6].

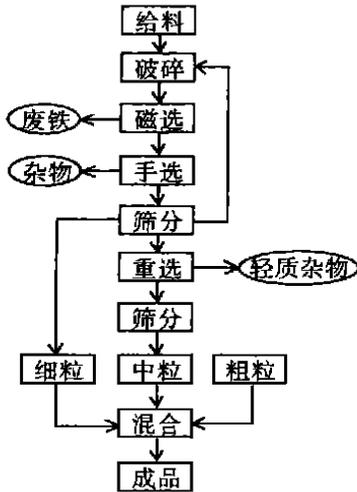


图2 建筑垃圾处理工艺示意图

3 在电子废弃物处理中的应用

所谓电子废弃物,是指各种电子产品如大型电子计算机、办公和个人电脑、家用电器、娱乐电器及其辅助性产品等在达到使用寿命后(由于部件磨损、出现故障或者产品换代被淘汰)报废所形成的垃圾.这种高科技垃圾含有各种宝贵的原材料,尤其是金属和贵金属材料,而且其中许多原件完全可以在新产品中再次使用,因而具有极高的回收价值.此外,随着家用电器、电子计算机以及其它电子产品的迅速普及和更新换代,电子废弃物增长速度极快,据一家工业机构估计说,1998年就有7 500万至1亿台电脑被淘汰.发达国家目前已有1.25亿台旧电脑被堆放在仓库里,预计到2003年后,全世界会有5亿台旧电脑等待处理.

由于电子废弃物的数量巨大,所以如何回收处理是迫在眉睫的事件.一般回收的工序是先将报废的电器手工拆卸,分为几组构件,如将旧电脑分成电路板、电缆电线、各种电子元件、机壳、显像管等.手选得到的部分原件甚至可以直接用于新产品中,而其它的构件通过破碎、筛分、重选、磁选、浮选或者涡流分选等,可回收其中的贵金属、有色金属、铁、塑料以及玻璃等物质,成为新的原材料来源.图3给出了典型的电子线路板处理工艺流程^[6].

经过处理,90%以上的电子废弃物可得到充分回收,剩下的10%左右成为最终垃圾,包括各种很难进一步处理以实现原材料回收的细粒物料、塑料薄膜、粉尘等,可以根据各自的性质分别填埋或焚烧.

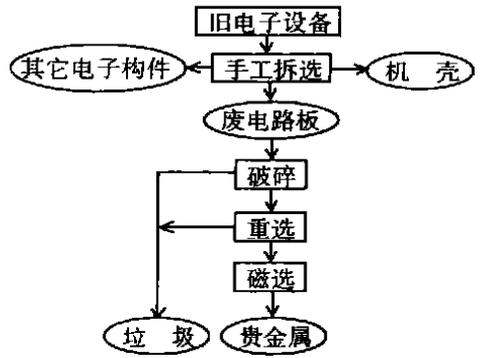


图3 电子废弃物处理工艺示意图

4 在生活垃圾处理中的应用

城市生活垃圾是随着城市规模不断扩大和城市人口的迅速增加而不断产生的,目前我国的城市垃圾量每年以8%~10%的速度增长.据有关报道,全国生活垃圾的历年堆存量已达60多亿吨,侵占土地面积多达5亿平方米,666座城市中,有200多座城市陷于垃圾的包围之中.而且由于城市生活垃圾中含有许多有毒有害和危险废物,通过土壤污染、废水污染甚至大气污染威胁着人类的生存环境和人类的身体健康,城市生活垃圾已成为新的制约城市发展的重要难题,在许多大、中城市已成为迫切需要解决的重要课题.

根据垃圾的组成成分,城市垃圾的处理方法有填埋、堆肥、焚烧和综合处理,其中垃圾综合处理法代表了今后垃圾处理的发展方向.该方法就是利用垃圾中的各种成分的比重、磁性及光电性质等物理性质的不同,采用卧式风选机,用气流将垃圾分成性质相近的若干类,然后再分别回收利用.其综合处理流程如图4所示^[7].

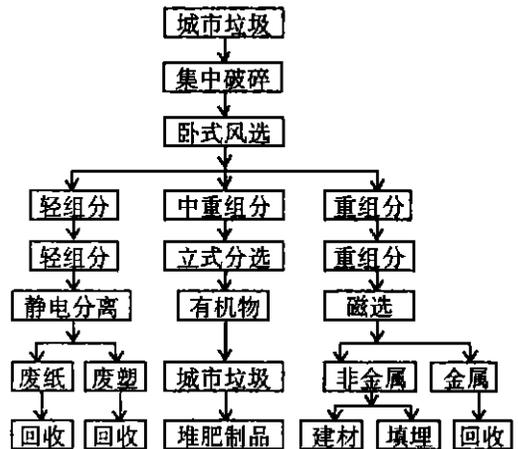


图4 城市生活垃圾综合处理法流程图

5 在其它行业中的应用

矿物加工技术除了在上述领域的应用外,还在其它行业或部门得到了广泛的应用,如利用擦洗—筛分—重选—浮选—分级—脱水等工序清洗污染的土壤以除去铬、砷、镉、铅等重金属有害物质;在空气污染控制工程中利用电选技术静电除尘;用凝聚溶气法、浮选法和电解浮选法处理工业废水、生活污水尤其是重金属离子废水;利用洗涤—浮选—漂白流程来处理废纸脱墨使废纸再生;另外,在报废汽车处理时采用破碎和分选法可回收其中的钢铁、有色金属(铝、铅、铜、锌)、塑料、玻璃、橡胶、纺织品和动物皮革,在废旧轮胎处理中采用机械粉碎加磁选和重选法来回收橡胶和废钢等。

6 结束语

以上只是矿物加工技术在固废处理工程上的一些应用,实践中还远不止这些。由于固废产生量的日益增多和人类环境的日益不堪负荷,固废已成为新的环境污染来源。另一方面,固废又含有宝贵和丰富的资源,俗称二次矿业资源。应加强对固废的资源化综合利用研究,促进资源的可持续发展,

这对我们这样一个人口众多、工业基础薄弱、能源供应紧张、资金严重匮乏的发展中国家来说,是十分重要的。

传统的矿物加工工程拥有坚实的技术基础和丰富的实践经验,应有意识地将该项技术转嫁至固废的处理中来,加强再生资源的工艺流程研究和关键设备的研制,无疑竟会在环境保护和资源综合利用领域创造良好的市场,拓宽矿物加工技术的应用面。

参考文献

- [1] 杨国清. 固体废物处理工程[M]. 北京: 科学出版社, 2000.
- [2] 乔元彪. 利用煤矸石生产硫酸铝[J]. 化工环保, 1998, 18(2): 120~122.
- [3] 朱申红, 陈稷玲. 选矿技术在固体废弃物处理中的应用[J]. 环境保护, 1998, (10): 13~15.
- [4] 夏志乡. 论选矿与环境的关系[J]. 云南冶金, 2002, 31(1): 20~22.
- [5] 陆凯安. 建筑垃圾综合利用势在必行[J]. 再生资源研究, 1999, (2): 33~34.
- [6] 李锐. 选矿技术在环境保护和资源回收领域的应用[J]. 有色金属, 1997, 49(3): 100~109.
- [7] 亓昭英, 张红茹. 选矿技术在污染治理中的应用[J]. 中国矿业, 2000, 9(1): 88~92.

Application of Mineral Processing Technology in Solid Waste Treatment

WU Cai-bin

(School of Civil Engineering and Architecture, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China)

Abstract: The technologies and equipment from mineral processing engineering have been successfully applied to the treatment of solid waste that can be comprehensively recovered and utilized. A detailed introduction to various technologies, which are used in industrial waste materials, construction wastes, electric wastes and municipal refuses, is presented in this paper.

Key words: mineral processing; solid waste treatment; industrial waste material; construction waste; electric waste; municipal refuse.