

文章编号: 1000-6524(2001)04-0520-05

贵州工业固体废物资源化探讨

肖金凯, 黄世明

(中国科学院地球化学研究所, 贵州 贵阳 550002)

摘要: 分析了贵州工业固体废物的现状、主要特点和发展趋势, 讨论了资源化的主要途径和具体措施。

关键词: 工业固体废物; 资源化; 综合利用; 废物处理

中图分类号: X756 **文献标识码:** A

资源短缺与生态环境恶化是当前人类社会发展的两大主要问题, 受到普遍的关注与重视。环境污染归根结底是资源未能得到充分合理的利用。解决资源短缺和环境污染的根本出路在于使资源得到充分合理的利用, 实现无废或少废的清洁生产工艺。然而, 目前大多利用其主要有用组分, 其他被弃之为“废物”。因此, 现阶段资源综合利用的主要表现形式是废弃物的再资源化。

开展资源综合利用是我国国民经济与社会发展的一项重大经济技术政策和长远的战略方针, 是节约资源、治理污染、保护环境、实现可持续发展的现实选择与重要措施, 是提高经济增长的质量和效益、促进经济增长方式转变、实现资源优化配置的有效途径, 也是实现固体废物资源化与减量化的最重要手段。近几年, 不少学者, 如董保澍、周北海等、王伟等、尹秀英等、张颖等、孙可伟等都对我国固体废弃物的现状、发展趋势、对策、资源化与综合利用技术等从不同角度进行过讨论^[1-6], 王保士、单志峰、田贵全等对国外固体废物资源化发展概况与技术也进行了分析^[7-9], 本文仅就贵州工业固体废物的现状及其资源化问题进行探讨。

1 贵州工业固体物的概况

1.1 现状

工业废弃物的排放量和排放形式取决于资源的类型和工业生产所采取的手段与方法。贵州是矿产资源大省, 探明矿种多、储量大, 已探明的矿产资源潜在价值 2.96 万亿元, 占全国的 3.3%, 在全国 31 个省市自治区中列第 8 位, 人均占有量 8.7 万元, 为全国平均水平的 2.2 倍, 单位面积的矿产资源潜在价值和人均占有量均高于全国平均水平。据统计, 1992 年矿业及其加工品的产值占全县工业总产值 10% 以上的有 60 个县, 在全省近 9 000 个乡镇以上工业企业中, 采掘、原料及加工工业占 61.8%, 其工业总产值(1997 年)占当年全省工业总产值的 63.8%, 其中, 煤炭、有色及黑色金属、非金属、磷矿石等的采选及加工业和电力工业占了很大比重, 这些行业都是排废大户。贵州又身处内地落后山区, 企业技术改造进程缓慢, 工艺相对落后, 设备简陋, 管理水平欠佳, 加上采富弃贫、采易弃难等因素, 使资源的回收率一般只有国家规定回收指标的 1/3。1990 年全省工业固体废物的利用率仅 12%, 比全国平均低 14 个百分点, 工业固体废物产生系数(即单位产品的废渣产生量)全省平均高达 1.65, 为全国平均水平(0.78)的两倍, 万元产值的废渣产生量高达 4.5 吨, 只相当于 1985 年的全国平均水平。到 1995 年, “三废”综合利用产值虽占全省工业总产值

收稿日期: 2001-05-08; 修订日期: 2001-10-10

作者简介: 肖金凯(1940-), 男, 研究员, 博士生导师, 从事非金属矿物与矿物材料研究。

的 11.55%, 但比全国平均水平还低 9 个百分点, 工业固体废物利用率比全国平均水平低 16 个百分点。1998 年, 全省工业固体废弃物产生量已达 3 698 万吨, 每万元国民产值的废弃物产生量还高达 4.7 吨, 只相当于 1990 年的全国平均水平, 综合利用量 808 万吨, 利用率 21.9%。其中煤矸石综合利用率仅 10.33%, 工业固体废弃物处理率 28%, 工业固体废弃物历年累计贮存量已达 20 468 万吨, 占地面积约 730 万 m²。全省工业废气排放量 3 349 亿标 m³, 处理率 60%, 工业 SO₂ 排放量 85 万吨, 去除率仅 6.3%, 工业烟尘排放量 47 万吨, 去除率 81%, 工业粉尘排放量 44 万吨, 去除率 47%, 工业废水排放量 3.11 亿吨, 处理率 68.6%, “三废”产值仅 11 亿元, 约占国民总产值的 1.5%, 比全国平均水平低 4.5 个百分点。由此可见, 在贵州开展废弃物资源化尤为迫切。

1.2 主要特点

(1) 排放量大, 利用率低, 反映了贵州能源和资源在低效率上运行, 在很大程度上影响了经济效益的提高。

(2) 分布主要集中于大中城市及其附近的大中型企业, 特别是六盘水市和贵阳市。行业上主要是煤炭、电力、冶金、有色、化工等几个行业。

(3) 有用的伴生组分多, 含有毒组分及放射性危险废物少, 利于加工和利用。

1.3 发展趋势

按照国民经济和社会发展的要求, 贵州的能源、原材料、磷化工、煤化工等基础产业还将有较大的发展, 工业固体废弃物还将成倍增加。例如:

电力工业: 由于实施西部大开发, 西电东送, 到 2005 年, 新装机容量将达 600 万千瓦, 年耗煤量达 3 000 万吨, 年排粉煤灰近 1 000 万吨。

煤炭工业: 贵州煤炭资源在储量、品种、开发条件和外部环境等方面均具有大规模开发的有利条件, 但由于以压定产, 年产由 6 500 万吨压缩到 5 000 万吨, 年排矸石达 700 万吨。

冶金工业: 2000 年主要产品产量达到: 生铁 110 万吨、钢 80 万吨、钢材 75 万吨、铁合金 32 万吨、金属制品 10 万吨、耐火材料 20 万吨。年排放废渣共 310 万吨, 其中, 铁渣 120 万吨, 钢渣 40 万吨, 铁合金渣 28 万吨, 含铁尘泥 41 万吨, 尾矿 84 万吨。同时还有工业废水 40 亿吨, 废酸液 4.5 万吨, 各种煤气 400 亿标 m³。

有色金属工业: 随着铝、钛、锑、铅、锌、镁、黄金生产的发展, 2000 年赤泥由 36 万吨增加到 140 万吨, 各种冶炼废渣由现在的 17 万吨增加到 31 万吨, 尾矿由现在的 73 万吨增加到 110 万吨, 三项合计达 281 万吨。

磷肥和磷化工工业: 贵州是我国重要的磷肥和磷化工基地, 开阳磷矿已是我国三大磷肥基地之一, 正在兴建的瓮福磷矿是我国特大型磷矿、全国规模最大的磷肥与磷化工工程。第一期工程完成后, 年采原矿 250 万吨, 废渣达 125 万吨。第二期工程完工后, 年采原矿将达到 750 万吨, 废渣排放量 450 万吨。开阳磷矿也将扩建到年采矿石 150 万吨, 年排废渣也将增加。另外, 正在兴建的瓮福 80 万吨重钙厂、开阳 10 万吨重钙厂以及焦化厂也将每年增加废渣 100 多万吨, 黄磷和磷胺的产量也将大幅度提高, 年排废渣还将增加 100 万吨以上。

据上述几个行业统计, 2000 年固体废渣排放量达 2 400 万吨, 若再加其他行业排放的 1 400 万吨, 共计年排固体废渣 3 800 万吨, 计划利用量仅 1 330 万吨, 利用率 35%。

大量的废渣如果得不到及时的利用与处理, 将会是一个沉重的负担, 使经济和社会发展受到很大制约, 将对社会和环境产生巨大压力, 造成严重的不良后果。因此, 我们必须大力加强固体废物资源化。

2 固体废物资源化的主要途径和发展方向

面对自然资源日益枯竭、废弃物成倍增长、生态环境遭到破坏的严重形势, 为给后代留下一个赖以生存的良好环境, 同时又要高速发展国民经济, 提高经济效益, 增加社会财富, 必须大力实行废弃物资源化。

鉴于我国的财力有限,要办的事很多,短期内国家不可能拿出大量资金用于废弃物资源化,因此,要使废弃物资源化能在较短的时间内有一个较大的提高,在综合利用途径和项目的选择上必须遵循的原则是:投资少、用废量大、见效快;技术上成熟、易于掌握和推广;用量虽小,但具有明显的经济效益;产品具有市场竞争能力或具明显社会环境效益。

固体废物(特别是一些燃料渣和冶炼渣)的综合利用,国内外文献已有大量报道,也有不少成功的经验,综合有关资料,将一些工业固体废物资源化的主要途径列于表 1。

表 1 一些工业固体废物资源化的主要途径¹⁰⁾

Table 1 Mostly measures of resource recovery of some industrial solid waste

废物名称	水泥配料或原料	砖混凝土等建材	冶炼配料	民用或动力燃料	筑路与回填	农肥与改土	提炼或制造新产品	回收有用组分	其他应用
粉煤灰	✓	✓		✓	✓	✓	保温材料	空心微珠, 碳, 铁, 铝, 锆, 钼等	排烟脱硫剂, 水处理, 灭火剂, 固化剂, 氧化剂, 填充料, 型砂
煤矸石	✓	✓		✓	✓	✓	白炭黑, 硅胶, $AlCl_3$, 铸造, 涂料	硫铁矿, 煤炭, 铝钒土, 镓	陶瓷原料, 复合塑料, 处理针织印染污水
煤泥	✓	✓	✓	✓					
钢渣	✓	✓	✓		✓	✓	保温材料	铌, 稀土等	
铁渣	✓	✓							
铁合金渣	✓	✓	✓		✓	✓			
含铁尘泥	✓	✓	✓						
赤泥	✓	✓	✓			✓	絮凝净化剂, 流态自硬砂, 硬化剂	铁, 碱	橡, 塑填料
有色废渣	✓				✓		白炭黑	稀有稀散和贵金属	
黄磷渣	✓	✓				✓	合成硅灰石, 保温材料		陶瓷
磷石膏	✓	✓				✓	α 半水石膏, 硫酸, 硫胶, 碳酸钙		纸张填料, 建筑粘接剂
黄铁矿烧渣	✓	✓	✓					有色和贵金属	
电石渣	✓	✓	✓		✓				

依据我国的具体情况,今后贵州工业固体废物资源化的主要发展方向为:

(1) 建材: 利用固体废物生产建材前景非常广阔,优点是: ① 耗渣量大, 具有较好的社会与经济效益。例如,贵州省 1990 年生产各类建筑用砖 26.42 亿块,其中粘土砖为 21.83 亿块,若有 1/3 的粘土砖即 9 亿块掺用 30% 的粉煤灰,则全年吃灰 62.1 万吨,即可少毁农田 162 亩(平均按取土深 5 米计),节约标煤 4.5 万吨以上。② 投资少,见效快,产品质量高,市场前景好。③ 能耗低,节省原材料,不产生二次污染。④ 可生产的产品种类繁多,如作水泥原料与配料、掺合料、缓凝剂,墙体材料、混凝土的混合料与骨料、加气混凝土、砂浆、砌块、装饰材料、保温材料、矿渣棉、轻质骨料、铸石、微晶玻璃等等。

(2) 回收或利用其中的有用组分,开发新产品,取代某些工业原料:如煤矸石沸腾炉发电,洗矸泥炼焦、作工业或民用燃料,钢渣作冶炼熔剂,硫铁矿烧渣炼铁、赤泥塑料、开发新型聚合物基、陶瓷基与金属基的废弃物复合材料,从烟尘和赤泥中提取 Ga 与 K 等等,能起到节约原材料、降低能耗、提高经济效益的目的。

(3) 筑路、筑坝与回填: 投资少, 用量大, 技术成熟, 易推广。美、英、法、德、波兰等国在这方面的粉煤灰综合利用量占 50%~70%, 我国不少地方也做得比较好, 筑 1 km 公路用灰可达几万吨。有的地方回填后覆土, 还可开辟为耕地、林地或进行住宅建设。贵阳发电厂由于在这方面做得好, 被评为全国粉煤灰综合利用先进单位。只要在经济上可行的运输距离范围内, 应大力提倡。

(4) 生产农肥和土壤改良: 许多工业固体废物含有较高的硅、钙以及各种微量元素, 有些还含磷和其他有用组分, 可作为农业肥料使用。如利用粉煤灰、炉渣、钢渣、黄磷渣和赤泥及铁合金渣等制作硅钙肥, 铬渣制造钙镁磷肥等, 施于农田均具有较好的肥效, 不但可提供农作物所需的营养元素, 还有改良土壤的作用, 使作物增产, 同时还改善植物吸收磷的能力。有的固体废物可作为石灰的补充来源。但必需注意的是要严格检验这些固体废弃物是否有毒。另外施用废渣要因地制宜, 避免农田板结。

3 主要措施

要使我国和贵州的废物资源化水平有一个较大的提高, 还应采取如下一些措施:

(1) 在制定有关工业发展规划时, 必须进行产品生产、废物排放、综合利用整个系统的可行性研究, 提出具体的废弃物资源化方案, 走源头控制的道路, 充分体现废物减量化、资源化、无害化的原则。要加强法制建设, 加快制定固体废物污染防治的法规和标准, 建立和完善工业固体废物的全过程控制, 增加执法力度, 制定工业固体废物排放控制方案和实施污染防治技术政策, 推行资源回收和综合利用的产业化进程, 从制度和法制上保证废弃物资源化。同时还要提高全民族的环境保护意识, 引导全社会生产和消费向健康有益的方向发展。

(2) 在当前, 除大力推广量大面广、技术成熟、易推广的大宗实用技术外, 还要大力开发新的大量消耗固体废物的实用技术和深加工、多功能、高效能产品的生产技术。

(3) 加快推行清洁生产工艺, 采用再生性能技术, 这是目前国际固体废弃物资源化的重要发展趋势。清洁生产是对污染物的“全程”控制和预防, 通过选择合理的原材料, 应用专门的生产技术(主要是无废和少废的技术和工艺)以及产品消费后利于拆卸和回收的设计, 达到减少和避免废物的产生、不危害人类和环境的目的, 避免产生应是首先遵循的原则。必须加快对现有企业的技术改造, 改造现有落后的生产工艺, 积极推广先进工艺与技术, 使废物闭路循环与再生利用, 实现原位处理。依据贵州资源、能源开发特点和目前的技术、经济上的可行性, 在贵州可发展煤电—建材联合、有色冶金—化工联合、轻工—化工联合、轻工—食品联合等几种类型的资源综合开发与无废少废的生态工艺。

(4) 加强应用基础与应用开发研究。二次资源与天然资源相比, 其利用难度大, 涉及面广, 技术有其自身特点, 利用途径和技术还有待探索与研究, 已积累的经验 and 资料也不十分丰富, 加上各地区、各企业的生产工艺、采用的原材料和产品类型与性质等的不同, 所排出的废弃物在成分和性质上有较大差异, 不可能用统一的模式加以处理或推广应用, 增加了其综合利用的难度和复杂性。所以, 要进行多兵种、多学科的联合攻关, 对各类固体废弃物(特别是排放量大的固体废物)的成分、性质, 有用组分含量、结构与赋存状态, 分选提纯最佳工艺, 工艺性能, 深度贫化的物理化学原理, 减少废弃物排放的最佳工艺与条件, 安全处理处置的有效途径, 有毒、有害组分的迁移、富集规律, 废物闭路循环新途径, 新设备、新工艺等等进行深入细致的研究。要积极运用诸如化学修饰(如表面改性与活化)、生物工程(如美国 CBS 公司开发的 CBS 系统^[11])、绿色化学等新方法、新手段和新概念来处理与处置固体废弃物, 并使之资源化。

4 结 语

固体废弃物资源化是一个系统工程, 涉及国民经济许多部门, 也与社会发展和生态环境建设密切相关, 必须在国家和地方政策指导下, 统一协调, 充分发挥各个部门、各单位的积极性, 开展多层次、多渠道的利用。以末端治理中的综合利用为重点, 加快推行清洁生产, 走源头控制的道路, 搞好固体废物最终无害化处理。同时还要有一个强化的管理体制, 一个强制性的法律政策, 一个有刺激性的经济技术政策, 一

个稳定的资金来源和一个竞争有序的市场, 我国的废弃物资源化才能健康顺利发展。

致谢 贵州省经贸委资源节约和综合利用处的陈光杰同志为本文提供了必要的资料和数据, 在此特致以诚挚的感谢!

参考文献:

- [1] 董保澍. 我国固体废弃物处理与利用现状及发展趋势[J]. 冶金环境保护, 1999, 5: 2~14.
- [2] 周北海, 朱 霞, 李治琨, 等. 中国工业固体废弃物的现状和对策探讨[J]. 环境科学研究, 1998, 15(3): 1~4.
- [3] 王 伟, 袁光钰. 我国的固体废物处理处置现状与发展[J]. 环境科学, 1997, 18(2): 87~90.
- [4] 尹秀英, 许文良, 冯 君. 我国固体废物处理处置现状与对策[J]. 世界地质, 1998, 17(3): 100~104.
- [5] 张 颖, 张小丹. 固体废物资源化和综合利用技术[J]. 环境科学研究, 1998, 11(3): 49~51.
- [6] 孙可伟. 固体废物资源化的现状与展望[J]. 中国资源综合利用, 2000, 1: 10~14.
- [7] 王保土. 生活与工业固体废弃物的生态净化处理新工艺[J]. 中国资源综合利用, 2000, 4: 17~20.
- [8] 单志峰. 国内外固体废物处理处置技术概况[J]. 工业安全与防尘, 1999, 10: 6~11.
- [9] 田贵全. 德国的固体废物产生、利用及处理现状[J]. 环境科学动态, 1998, 3: 27~30.
- [10] 肖金凯, 杨卫东, 冉清昌, 等. 若干工业废弃物的性质与利用[M]. 贵阳: 贵州科技出版社, 2000, 2~8.
- [11] Fuyue F. 固体废物资源化的新途径[J]. 中国环保产业, 1999, 6: 40~41.

A Discussion on Resource Recovery of Industrial Solid Waste in Guizhou

XIAO Jin-kai and HUANG Shi-ming

(Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences Guiyang 550002, China)

Abstract: The present conditions, characteristics, development trend, and main ways as well as measures for resource recovery of industrial solid waste in Guizhou are analysed in this paper.

Key words: industrial solid waste; resource recovery; comprehensive utilization; waste disposition

(上接第 519 页)(Continued from p. 519)

thors studied the desulphurization stimulative capacities of vermiculite at different high temperatures. In this new kind of desulphurization additives, CaCO_3 is the main desulphurization composition, bentonite serves as adhesive, and vermiculite plays the inflation role. The new additive has high desulphurization ratio ranging from 71% to 97%. The desulphurization product—cinder—was investigated and studied by XRD, optic microscope, polariscope microscope, glistening microscope and SEM—EDX. The main compositions are SiO_2 , CaSO_4 , glass and oxides, which mainly contain iron. The content and shape of CaSO_4 are determined by coal types, combustion temperature, desulphurization additives content and types, etc. Desulphurization mechanisms of new additive made mainly of vermiculite are as follows: inflating of vermiculite at high temperature makes the inside of briquette looser, and more O_2 gas can permeate the outer part of briquette and enter the interior; high concentration of O_2 play an important role in forming CaSO_4 and restraining the decomposing of CaSO_4 .

Key words: vermiculite; desulphurization; dusts clearing; briquette; air contaminant treatment