

我国固体废物资源化的研究现状分析及反思

周楫 (西南大学, 重庆 400715)

摘要 总结了国内固体废物资源化的发展进程和研究现状,从哲学和经济学2个角度进行了关于资源化的思考,分析了资源化发展中存在的问题,主要从循环处理、综合处置技术以及协同作用等方面给出了应对策略和发展方向。

关键词 固体废物;资源化;循环;综合处理;协同作用

中图分类号 X705 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2017)10-0238-03

Analysis and Reflection on China's Solid Waste Resource Recovery

ZHOU Ji (Southwest University, Chongqing 400715)

Abstract The development and research status of domestic solid waste recycling was summarized. Thoughts on resource utilization was carried out from two angles of philosophy and economics, and the problems in resource development were analyzed. The countermeasures and development direction were given from the aspects of circulation treatment, comprehensive treatment technology and synergy.

Key words Solid waste; Resource; Recycling; Integrated process; Synergies

党的十八大报告及“十三五”规划指出“面对资源约束趋紧、环境污染严重、生态系统退化的严峻形势,必须树立尊重自然、顺应自然、保护自然的生态文明理念,把生态文明建设放在突出地位,融入经济建设、政治建设、文化建设、社会建设各方面和全过程,努力建设美丽中国,实现中华民族永续发展。”随着工业生产的不断发展,自然资源的消耗和废物产生的速度急剧增长,造成了一些自然资源的日益枯竭和世界性固体废物严重堆积等现象。经济日益发展,我国面临的资源环境压力也不断增加,同时不合理的资源分配与不合适的管理机制导致废弃物大量增加。随着我国固体废物产生速度的日益加剧,国内研究人员对固体废物资源化进行了大量的研究。固体废物资源化主要有循环利用、综合处理、各固体废物协同反应等。加快资源化进程将是转变我国经济发展方式和建设资源节约型社会的重要手段。

1 从循环经济与循环生态方面进行固体废物处理及资源化

1.1 固体废物在循环经济方面的处理

1.1.1 固体废物在循环经济产业理论研究中 张文伟等^[1]阐述了循环经济的原则,分析了固体废物循环经济产业园区的一般构成和循环经济的实现途径,得出了园区的构成应包括城市固体废物综合处理设施与其配套设施。董康银等^[2]在充分考虑循环经济实质和特点的基础上,从经济水平、资源利用水平、清洁生产与3R水平、环境影响情况4个方面分析其对炼油企业循环经济水平的影响,在此基础上构建炼油企业循环经济综合指标体系,采用DHGF法对循环经济指标给出了有效评价。黄璐等^[3]明确废弃塑料再生循环利用需要建立全社会的综合处理体系,建立科学合理的废弃材料回收管理系统。

1.1.2 固体废物在循环经济产业技术研究中 刘茂昌等^[4]提出各地区私营业主可利用当地资源优势,实行封闭产业链,形成“养殖—种植—深加工”循环,能量梯级利用,减少废物产生,有条件的可以建造生态工业园,发展旅游观光为附

带产业。徐长勇等^[5]利用物质循环、能量循环作为园区固体废物处理资源化利用的一个重要表征,以循环经济园区采用统一征地、统一规划、统一招商、统一建设、统一管理的模式,实现了资源共享和设施共建。

1.1.3 固体废物在循环经济实践研究中 神华集团编制了神华准格尔矿区煤炭伴生资源循环经济产业项目规划,将分3期建设6条“煤—电—氧化铝(镓、铁系颜料、橡塑填料等)—电解铝—铝材加工”循环经济产业链。宁夏嘉峰化工结合自身产业特点及内蒙古西部地区煤炭资源优势,规划以电厂发电后得到的高铝粉煤灰及双氰胺生产后得到的碳酸钙废渣为原料形成“煤、电力、电石、石灰氮、单氰胺、双氰胺、氧化铝、金属铝、金属镓、水泥熟料、水泥、轻质碳酸钙、金属铁粉和生石灰”的循环经济产业链^[6]。

1.2 固体废物在循环生态链中的处理 闫灵均^[7]通过对谷氨酸发酵高浓度废液成分的分析,结合对味精生产过程的解析,提出了利用谷氨酸发酵高浓度废液中丰富的氮源和生物活性物质与玉米秸秆水解混合生产复合型生物絮凝剂。利用高硫酸根含量和当地盛产的风化煤、褐煤混合生产高效腐植酸微生物有机复合肥,同时生产菌体蛋白饲料的味精废水资源化综合利用方案。

2 针对工业废物和城镇垃圾的综合处理方面的研究

2.1 工业废物(电子业废物、冶金工业废物、矿业废物等)

余辉等^[8]通过开展“十三五”废弃电器电子产品处理行业发展规划研究,对居民普遍关注的废手机、固定电话机、吸油烟机等回收,同时开展含铅CRT玻璃回收处理示范项目,降低能耗水平,减少环境污染,使含铅CRT玻璃回收处理企业规范化、集中化、产业化。高端等^[9]研究出钢渣可作为冶金原料,主要用于炼铁烧结熔剂、炼铁高炉熔剂以及炼钢返回渣等,钢渣中含有和水泥相类似的硅酸三钙、硅酸二钙及铁铝酸盐等活性矿物质,具有水硬胶凝性,同时钢渣可用作生产钢渣磷肥、钢渣硅肥、酸性土壤改良剂以及钙镁磷肥等。张利珍等^[10]采用充填采空区尾矿的方法进行尾矿的处置,提出用于井下充填材料、废石充填采空区、煤矸石回填采空区等方法有效减小二次污染。

2.2 城镇垃圾(建筑垃圾、生活垃圾等) 黎振越等^[11]研究了建筑垃圾处理设备破碎站,该产品的研制大大缩短了破碎工期,同时经固体废物应用工艺处理后,可以生产出各型符合质量检测规范的新型建筑材料,根据设备配置的不同建筑垃圾的有效利用率可达 80%~100%,可实现近乎零污染、零排放的理想环保效果。胡芳^[12]结合对某市生活垃圾组成成分进行测定和研究,找出了影响生活废物处理效率的原因,并针对垃圾焚烧处理的工艺流程提出了优选方案,提出“分拣+焚烧”的方法。韩姣等^[13]利用水泥窑协同处理活性污泥技术,不但可以利用水泥窑尾气烘干将含水率约 80%的污泥降到含水率 20%~30%,而且可以节约黏土资源,利用污泥作为辅助燃料节约煤炭资源,实现污水处理企业和水泥生产企业双赢,达到污泥稳定化、无害化、减量化和资源综合利用的目的。

3 国内在固体废物协同作用方面的研究

3.1 工业角度的研究 邓悦等^[14]以某城市电镀污泥为实验对象,得出餐厨垃圾发酵液、厨房洗涤废水或两者联用对于电镀污泥中不同有价金属的浸出具有一定作用,工艺简单,不仅能够有效利用餐厨垃圾发酵液和厨房洗涤废水,同时也能够为危险固体废物电镀污泥的资源化利用和安全处置提供基础。闫冬梅等^[15]以炼铁高炉废渣和氧化铝生产中产生的工业固体废物赤泥为主要原料、氧化铬为晶核剂,通过高温熔融法制备微晶玻璃,材料的内部晶相结构较致密,材料整体各项性能优良。王文龙等^[16]利用化学成分互补性,将赤泥、铝灰、低等级灰渣及各类尾矿等硅铝铁基固体废物与脱硫副产物、磷石膏、氟石膏等硫酸钙基固体废物相结合,制备了硫铝酸盐水泥并实现 2 类大宗工业固体废物的综合利用。张俊等^[17]通过理论分析,提出了铜渣与钢渣搭配利用的新工艺,并通过试验考察了含碳球团的还原和熔分情况,得出铜渣和钢渣互为熔剂,碱度为 2.0 时最有利于磷的还原,1 400 °C 还原 30 min 时磷的气化脱除率约为 75%;碱度为 1.0 时最有利于铁氧化物的还原,1 200 °C 还原 20 min 时试样的金属化率达到 92% 的结论。

3.2 生态角度的研究 孙晓杰等^[18]以粪渣与树叶为原料,进行了不同湿基比的静态好氧堆肥试验,得出在粪渣与树叶含水率分别为 80% 和 8% 左右时,粪渣与树叶的湿基比为 4:1 和 3:1 时均可实现好氧堆肥,最佳比例 3:1;所得堆肥产品肥效指标和重金属含量均符合国家相应标准,同时可实现粪渣的零排放。宋光雷等^[19]以菠菜品种皇家速腾为试验材料,设置固体废物肥(SF)、壮根宝(ZGB)、清水对照 3 个处理,对比分析各处理植株长势、增产效果及经济效益的差异,得出固体废物肥通过灌溉施用可促进菠菜根系生长,利于养分吸收,能提高菠菜产量和经济效益,可在蔬菜生产中推广应用。

4 关于固体废物资源化的思考

4.1 哲学思考 固体废物既是一种污染源,也是一种人造资源,它能反映出一个国家的消费水平和生活方式。自然资源废物化和废物资源化是一对矛盾,既对立又统一。对立于

两者产生原因,统一于实践过程之中。资源废物化的产生原因是自然资源在被利用的过程中不可能完全消耗,会有一些自身残余或者轻化产物,不可避免地形成废物;废物资源化是物质逆行转化和循环再生来的,这是一个过程。通过联系观发展观、质量互变规律以及主次矛盾提出解决方案:联系观发展观即为深化物质之间的联系,如通过循环产业链、循环生态链等实现废物由资源的转化。从量变到质变的过程即为废物累积超过自然承载力和自净能力,对环境造成潜在或直接损害。通过实践将这对矛盾进行统一,主要从以人为本和创新意识 2 个方面着手。为适应经济建设和城市化的快速发展,必须贯彻“以人为本”的理念,捍卫人民的根本利益。但目前废弃物堆积带来的环境污染严重影响了人们的身体健康,需要尽快从理论和实践两方面进行创新,更有效地降低资源废物化的速度,不断地加快废物资源化的进程,最终达到一个平衡点^[20]。

4.2 经济学思考 在资源化进程中,固体废物主要是由公众和企业 2 个方面产生。从公众的角度,公众本身的环境意识有限,同时作为社会性物种之一,极易受到社会上一些破坏环境行为的影响,从而无节制地向环境中排放废弃物,增加环境的负担,导致环境的不断恶化。从企业的角度,商家为不断提高产业利润,因此不停扩大生产规模。在此过程中有废弃物不断堆积,对于环境有直接或间接的影响。环境逐渐恶化影响到居民的生活环境质量、食品安全等方面。居民向政府反馈,政府便成为改善环境的协调者,亦成为公众与企业之间的代理人,通过限定产权和增加排污税等手段控制企业产生废物的数量及速率。企业内部通过减少资源配置以及其他技术手段不断减少对环境的危害,同时政府通过立法和教育等途径提高公众的环境意识。

5 固体废物资源化研究分析及建议

上述各种方法各有优缺点,成功的案例也较多,但固体废物产生速度不断加快,类型不断增多,对于固体废物资源化循环终端的物质确定、综合处理后产生的环境危害副产品处理以及协同反应的类型问题等的成功解决案例还较少。

5.1 循环处理 经国内关于固体废物循环处理研究分析,应在以下 2 个方面思考改进:①资源配置:在经济链循环过程中,如何分配资源是一个棘手的问题,要将企业、园区、产业三者进行有效的资源分配,增加循环效率;②循环产物终端物质确定:在循环生态链中看似封闭,物质仍无法达到完全的循环,仍有残留物质剩余。现分别阐述经济链与生态链循环内容,并进行耦合,产生一条对经济与生态最有利的循环链(图 1)。

5.2 综合处置 根据废物的不同来源,采取不同的处理方式。如分析钢渣处理方法:目前,国内钢渣的主要利用途径是返回烧结作建筑和道路材料、回填材料等。钢渣的主要回收技术有生产钢渣熔融水泥、回收金属、风碎处理转炉钢渣技术、锌渣制备高纯度氧化锌技术等。利用含金属废渣,如铁、锰、钨、钛、铜、锌等金属废渣提炼稀有金属,或以中间渣形式在行业内返回转用,最大限度地提取或利用有色金

属是钢铁废渣综合利用的方向。化工废渣多为有毒、有害物质,对环境的压力大,所以化工废渣的无害化处理技术是今后研究的重点方向。同时,化工废渣中有相当一部分是未反应的原料和副产品,回收利用的潜力很大,无害化部分可用

来制备制砖、水泥的原料。另外在一些化工废渣中还含有金、银、铂等贵金属,通过分离和提取这些金属,可创造更高的经济效益^[21]。

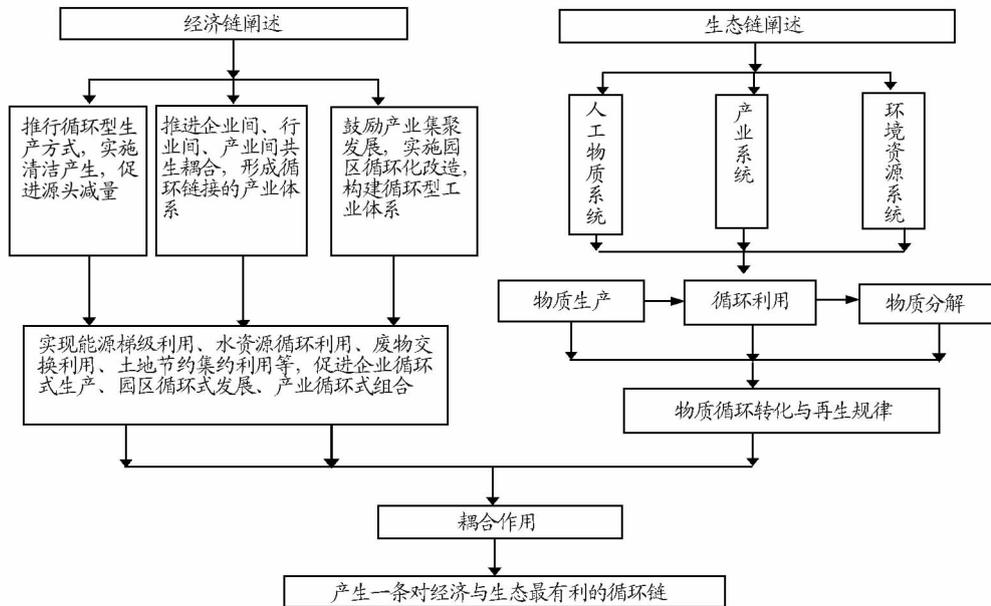


图1 经济生态循环在资源利用方面的耦合

Fig. 1 Coupling of economic ecological cycle in resource utilization

5.3 协同作用 不同固体废物之间彼此独立而又存在着极为复杂的相互依赖和相关关系,探索出内部的反应机制将为资源化提供一条新的解决思路。针对协同作用中工业类、生态类的固体废物反应均可减少固体废物的危害,但反应的催化剂、最佳比例问题以及环境副产品的危害程度仍需探讨。除了从固体废物本身的反应探讨,还应该有效结合政府、公众以及企业,以此减少对环境的危害,即政府出台相关法规,如排污收税法;公众提高自身环保意识,如分类投放垃圾;企业应有长久性的眼光,减少对环境的危害,如改善排污技术。三者有效结合,将一定程度上高效减慢资源废物化进程。

6 结论

固体废物资源化的过程不单是一个技术问题,它需要建立全社会的综合处理体系。从经济以及生态循环方面,需有效提高其循环效率,平衡资源配置问题;综合处置方面,目前资源化较大程度依赖于技术处理方面,需研究出更好的资源化方法;从协同作用来看,应建立科学合理的固体废物资源化管理系统,需要政府支持和生产部门的重视和配合、公众的参与以及各企业的协同。各个环节要相互配合,并制定相关的法律法规加以保证。

参考文献

[1] 张文伟,戴陈玉. 固废循环经济产业园规划建设分析[J]. 中国资源综合利用,2016,34(8):54-55.
 [2] 董康银,孙仁金,李慧. 炼油企业循环经济综合评价方法研究[J]. 生态经济,2015,31(12):74-78.
 [3] 黄璐,郑楠. 我国废弃塑料再生循环利用产业发展现状分析[J]. 橡塑资源利用,2015:58-63.

[4] 刘茂昌,李静,凌娟. 循环经济理念下农业生产废物资源化的有效途径[J]. 畜牧与饲料科学,2009,30(2):85-87.
 [5] 徐长勇,陈昊,段怡彤,等. 循环经济在城市固废处理园区中的应用研究[J]. 环境卫生工程,2014,22(4):78-80.
 [6] 徐靓. 高铝煤炭循环经济产业链模式[J]. 中国科技信息,2015(23):81-82.
 [7] 闫灵均. 有机废物资源化利用及生态工业和农业园区模式研究[D]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学,2009.
 [8] 余辉,吴军莲,蔡璐,等. 江苏省“十二五”废弃电器电子产品定点拆解及环境管理[J]. 再生资源与循环经济,2016,9(8):35-38.
 [9] 高瑞,程芳琴. 冶金工业固体废物钢渣的综合利用[J]. 再生资源与循环经济,2010,3(11):38-41.
 [10] 张利珍,赵恒勤,马化龙,等. 我国矿山固体废物的资源化利用及处置[J]. 现代矿业,2012,28(10):1-5.
 [11] 黎振越,曾博超,余泽宇,等. 高效处理建筑垃圾重塑环保新材料调查研究[J]. 江西建材,2016(3):1-2.
 [12] 胡芳. 生活垃圾焚烧处理的优化设计[J]. 山东工业技术,2016(18):258.
 [13] 韩姣,卓琼芳,魏清伟,等. 活性污泥减量化的绿色处理技术[J]. 广州化工,2015,43(23):1-5.
 [14] 邓悦,赵由才,周涛. 餐厨垃圾发酵液和洗涤剂联合作用对电镀污泥中重金属的浸出效果研究[J]. 山东化工,2016,45(20):193-196.
 [15] 闫冬梅,张延起,徐亚琴. 高掺量赤泥-高炉渣制备微晶玻璃[J]. 科技视界,2016(5):10-11.
 [16] 王文龙,田伟,段广彬,等. 完全以工业固废为原料制备硫铝酸盐水泥的研究与应用[J]. 水泥工程,2015,28(6):12-15.
 [17] 张俊,戴晓天,严定鑫,等. 循环钢渣与铜渣搭配利用的碳热还原[J]. 钢铁,2015,50(12):114-118.
 [18] 孙晓杰,王洪涛,陆文静,等. 粪渣与树叶静态好氧堆肥的最佳配比[J]. 清华大学学报(自然科学版),2006,49(12):1988-1991.
 [19] 宋光雷,张战胜,蒋飞能. 含腐殖酸固废肥对菠菜产量及效益的影响[J]. 浙江农业科学,2016,57(11):1876-1878.
 [20] 孙汉文,安建华,梁淑轩,等. 固体废物污染状况分析与废物资源化的思考[J]. 河北大学学报(自然科学版),2006,26(5):506-514.
 [21] 张颖,张小丹. 固体废物的资源化和综合利用技术[J]. 环境科学研究,1998,11(3):49-52.