

史君洁 史力 编著

垃圾污泥无害化 低价高效利用

LAJI WUNI
WUHAIHUA
DIJIA
GAOXIAO
LIYONG



化学工业出版社

013057314

X705

62

史君洁 史力 编著

垃圾污泥无害化 低价高效利用

LAJI WUNI
WUHAIHUA
DIJIA
GAOXIAO
LIYONG



化学工业出版社

· 北京 ·



北航

C1662012

x705
62

013027314

本书从建设节约型社会的角度出发,以具体的案例阐述了农村与小城镇垃圾制砖焚烧技术、污泥型煤和污泥生物质成型燃料技术、废蛋白质的酸水解法利用技术、电石渣有效利用技术等实现垃圾无害化高效利用的实用技术。

本书适合红砖厂、污水处理厂、油脂厂、制革厂、生物质成型燃料厂及农村和小城镇环保与能源工作者阅读;也可作为大专院校能源、环保专业及职校教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

垃圾污泥无害化低价高效利用/史君洁,史力编著. —北京:
化学工业出版社, 2013.3
ISBN 978-7-122-16426-1

I. ①垃… II. ①史…②史… III. ①垃圾-固体废物利用
②污泥利用 IV. ①X705②X703

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 018267 号

责任编辑:戴燕红
责任校对:宋 玮

文字编辑:刘砚哲
装帧设计:史利平

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)
印 装:北京云浩印刷有限责任公司
850mm×1168mm 1/32 印张7¼ 字数193千字
2013年7月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686)

售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价: 30.00 元

版权所有 违者必究

前言

人类生产、生活中产生的副产物，当其抛弃要比利用更有益时就成了“废物”。即某些人不要的物品弃之即成垃圾，而换到另外的场合就可能成为对别人有益的物品。例如废纸弃之为垃圾，回收则可造纸。人类产生少量垃圾时可自然降解回归土壤，但是现代生产迅猛发展、人口大增，产生的垃圾已大大超过自然界的自净能力，垃圾围城成为世界通病。于是乎污气漫天、浊水成河、害虫滋生，垃圾成灾！生态环境遭到破坏；于是乎“减量化、无害化、资源化”的处置技术应运而生。

世界主流的卫生填埋、堆肥和焚烧三大垃圾处理技术，受多种条件的制约不能普遍适用。应根据不同垃圾的主要成分与某些初始原料的比价及经济支撑能力等因素，因地制宜地进行循环利用，工艺过程还必须安全环保、节能减排，并在总体上稳妥可靠的前提下，根据国情在低价高效上开拓创新，走自己的技术路线。

我国年产红砖约 0.8 亿块，有消纳 8 亿吨生活垃圾的能力；我国年消费煤炭 30 亿吨，约占世界燃煤量的一半，仅炉灶、窑炉和小锅炉等层燃炉就年燃煤 10 多亿吨和秸秆 5 亿多吨，有年消纳 5 亿吨湿污水污泥的能力……这些得天独厚的条件正是我们可以施展才智的大舞台。

作者基于在基层生活工作的经验，在学习了国内外理论和经验并论证后，研究出多种科学可靠、低价高效，能变花钱治污为治污赚钱，特别适合发展中国家厂矿、小城镇与农村普及推广应用的实

用技术。生活垃圾、污水污泥、电石渣和废蛋白利用可为国家节支、企业创收，兼具环境、经济和社会效益。

在研究垃圾制砖焚烧技术过程中，得到中国砖协、国家环保局科技标准司、建设部和中国红十字会及四川省有关领导的关注和支持；在研究废蛋白酸水解技术中，得到江通云高级工程师的帮助；写作过程中夹江县焦点彩印厂技术员向珍制作了插图，文字输入由李文玲承担。谨此衷心道谢！

如果本书能在实践中有所作用，特别是能得到专家和企业界同仁实践中提出的宝贵意见，在我有生之年能进行补充修改完善的话，我就心满意足了。

请通过电子邮箱 jjj_m5662487@126.com 赐教。

史君洁

2013年1月于夹江节煤科研所

目录

第1章 总论

- 1.1 无垃圾社会的理念 1
- 1.2 自然界的生态循环 3
- 1.3 人为的循环利用 3
- 1.4 垃圾处理处置的基本原则 7
- 1.5 废渣型燃煤添加剂配方设计对基本原则的贯彻 8
- 1.6 垃圾的分类 15
- 参考文献 16

第2章 农村与小城镇垃圾制砖焚烧技术

- 2.1 垃圾的危害 17
- 2.2 中国垃圾处理的特点 19
- 2.3 垃圾处理三大主流技术评介 22
- 2.4 垃圾烧砖概况 24
- 2.5 烧结普通砖生产基础知识 28
- 2.6 新鲜垃圾制砖焚烧的基本条件 64
- 2.7 垃圾制砖工艺要点 67
- 2.8 关键设备及其工作机理 70
- 2.9 新鲜垃圾制砖焚烧技术的特点 73

2.10 二次污染防治	75
2.11 垃圾烧砖可行性简易试验	82
参考文献	85

第3章 污泥型煤和污泥生物质成型燃料

3.1 污泥处理处置概况	86
3.2 污泥型煤	94
3.3 污泥生物质成型燃料	101
3.4 污泥生物质成型燃料的燃烧特点	115
3.5 环境污染及其防治	117
3.6 污泥生物质成型燃料的综合评价	122
参考文献	127

第4章 电石渣——优质熟石灰

4.1 电石渣的来源	128
4.2 电石渣生产石灰	131
4.3 电石渣的利用	133
4.4 电石渣用于民用煤脱硫的全面研究	138
参考文献	138

第5章 废蛋白质的酸水解法利用

5.1 废蛋白质的来源	139
5.2 酸水解原理	141
5.3 废蛋白质水解后的利用途径	141
5.4 酸水解植物蛋白调味液生产	142
5.5 蛋白饲料(多种氨基酸饲料)	159
5.6 绿化专用肥料	161
参考文献	161

附录

附录一	国务院办公厅关于印发“十二五”全国城镇生活垃圾无害化处理设施建设规划的通知(摘录)	162
附录二	中华人民共和国国家标准 烧结普通砖	163
附录三	烧结砖瓦企业质量管理规程(摘录)	171
附录四	常用单位及其换算	174
附录五	常用化学元素表	176
附录六	倍单位和分单位的词冠名称与代号	176
附录七	直接用热干化或湿污水污泥制砖应予制止	177
附录八	湿污水污泥清洁自持焚烧技术可行性分析报告	184
附录九	民用煤的硫污染及其治理	195
附录十	盐酸的相对密度与氯化氢含量对照表	213
附录十一	中华人民共和国行业标准 酸水解植物蛋白调味液 Acid hydrolyzed vegetable protein seasoning	213
附录十二	“十二五”国家应对气候变化科技发展 专项规划(摘录)	217
附录十三	废物资源化科技工程“十二五”专项规划 (摘录)	219

第 1 章 总论

随着人类社会的发展，人口和工业的大量增加与高度集中，破坏了生态系统的平衡并日益恶化，现已危及人类的生存，垃圾污染已成为一大公害。

采用简单堆放、简易填埋、任意填坑、直接施入农田、倾入江河湖海、露天焚烧或简易焚烧等方法处理垃圾，造成资源浪费、侵占农田、污染土壤、水体和大气等严重后果。这已是全世界的共识。但是，要真正做到既消纳垃圾，又防止二次污染，实现无害化、资源化处理垃圾，却是世界一大难题。日本人惊呼：“不是垃圾把我们淹没，就是我们把垃圾消灭掉，这是一场严重的垃圾战争，必须采取紧急对策，晚一天都会带来不可挽回的后果。”美国人也称：“如果垃圾治理决策失误，将成为人类社会最难改正的错误之一。”

垃圾弃之成为污染物，用之则是“第二资源”。随着能源、资源短缺的日趋严重，人类已经认识到垃圾是“放错了位置的原料”，是“城市矿”。从 20 世纪 70 年代以来，许多国家相继制订了“资源回收和再生利用”法规，出现了“开采城市矿热”。随着农村经济的发展和农民生活水平的提高，政府为了保障农民身体健康，开展了农村污染治理，垃圾处理也首当其冲。

1.1 无垃圾社会的理念

“垃圾”二字，成了人类不能摆脱的问题。确实，人类的生产、

加工、流通环节和生活中都毫无例外地要产生垃圾。垃圾是左右着人类的继续生存和地球未来的关键所在。所以，该如何对待垃圾是很值得我们深究的问题。

1.1.1 垃圾是不要的东西

垃圾是其产生者（或其所有者）认为失去了使用价值或者说是抛弃比使用更有益的东西。人类开采的矿石提取了主要矿物成分后，剩余的部分就成了垃圾；全球每年燃煤约 60 亿吨，排出的废气相当于排放了上百亿吨 CO_2 ；人们吃剩的食物也是垃圾；食物的包装盒也是垃圾的后备军；家用电器、汽车等超过使用年限的也是垃圾；升级换代替换下来的电器、家具也是垃圾……我们正在使用的甚至连建筑物都会在将来成为垃圾。

1.1.2 垃圾是放错了位置的资源

我国攀枝花钢铁厂的高炉渣含钛 10%，比一般的钛矿（3%~4%）还高很多。这就明显看出，高炉渣对钢厂而言是垃圾，而对炼钛厂则是优质原料。

所以垃圾对其所有者而言是不用的东西，但并不是不能用的东西，只是其所有者在自己的认知范围内认为利用价值不高而已。所以一样东西是否有用，不仅因人而异，也因时间、地点的不同而有本质的区别。

我国供销社年收废品 1600 多万吨值 2000 多亿元。据研究，我国垃圾中每年还有 250 亿元的再生资源。世界钢产量中有 18%、铜 45%、铝 32%、锌 30%、纸的 35% 是用再生资源加工制成的。2010 年我国回收废物资源 1.49 亿吨。与直接利用原生矿产资源相比，相当于节能 1.79 亿吨标准煤，减排 SO_2 393.1 万吨、废水 102.5 亿吨、固体废物 10 亿吨以上，再生资源实现产值 1 万亿元，预计 2015 年将达 2 万亿元。发达国家的再生资源产业年产值已经超过万亿美元。

1.2 自然界的生态循环

自从地球上有了生命以来就有了垃圾和垃圾的自然循环，后来的人类也自然地进入了这个循环。如果资源越来越少，垃圾越积越多，循环失去了平衡，地球环境就会不断地向坏的方向发展，就直接威胁着人类的生存。

1.2.1 人和动物的呼吸与植物的光合作用

人和动物吸入氧气呼出二氧化碳，如果缺了氧，数分钟就会死亡。而植物吸收二氧化碳通过光合作用维持其生长，同时排出氧气。人和动物与植物之间，互相靠对方排出的“垃圾”生存。当双方排出的垃圾与对方的需求相当，相互就相安无事。

现在地球上除去人和动物的呼吸外，大量燃烧化石能源（煤、石油、天然气）排出的二氧化碳急剧增加；如果植物也能同步增加，就可能维持平衡。但植物的增量远远低于二氧化碳，其温室效应使大气温度升高，造成极端气候频繁发生，海平面上升淹没大量的陆地，农业减产、物种减少……其危害已经超过“大规模杀伤性武器”！所以，现在全世界都在竭力减排二氧化碳。

1.2.2 人和动物吃食物与植物的生长

与呼吸气体相似，人和动物与植物的生长也是相辅相成的。植物和动物成为人类的食物，人和动物吃食物后排出的粪便又作为植物生长的肥料。同样也要维持相互的平衡才能可持续发展。

1.3 人为的循环利用

随着人类对大自然的大量索取，地球的能源和资源日益减少，而垃圾却越堆越多。垃圾污染环境、侵占农田、严重危害人类，这才不得不发起了对垃圾的歼灭战。而这场战争的手段首先应该是“利用”，因为垃圾是最价廉的资源。当然，如果某种垃圾进行循环

利用时的成本高于自然资源的价格时，其利用方法就值得改进，否则也不可持续。

所谓“无垃圾社会”不是说人类在生产、生活中不产生垃圾，而是说要将某种人认为无用的垃圾，交给另一种正需要它的人加以利用。这就是当今社会倡导的循环利用。如图 1-1 所示。

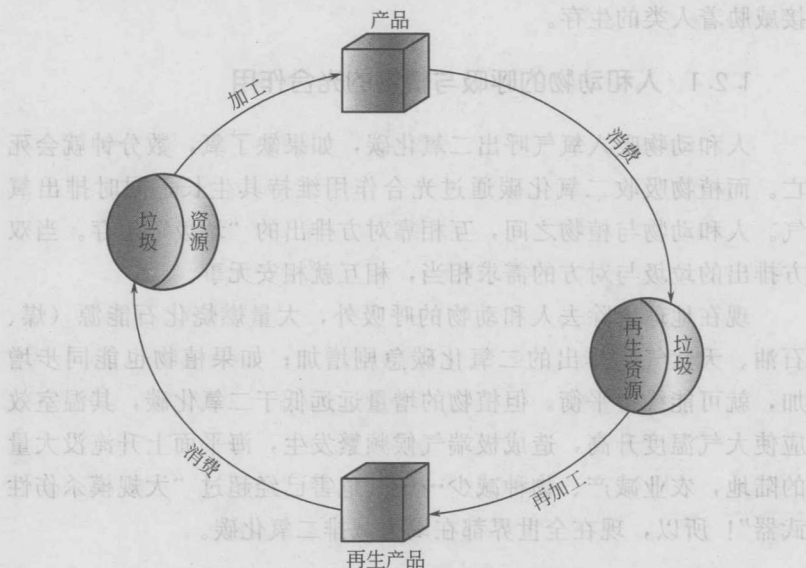


图 1-1 “无垃圾社会”理念

1.3.1 减少垃圾

1.3.1.1 废品收购

我国的废品（垃圾）回收做得很好，仅通过供销社每年就要回收废品 1600 多万吨，再分类将不同的废品交给相关的企业用于再生产。如废铁用于炼铁、废纸用于造纸等等。

1.3.1.2 修旧利废

我国基层的修理工很发达，无论是机械、家用电器还是家具等，都可以将已被视为垃圾的物品，修复其使用功能，甚至翻新后

使用，这是我们习以为常的事情。

1.3.2 再生资源

1.3.2.1 废纸

在纸浆中掺混废纸后生产纸制品。一般混入率为报刊纸 40%，卫生纸 70%、瓦楞纸 90%、普通纸 50% 时，都不影响正常使用。

回收 1 万吨废纸，可以造出再生的好纸 8000 多吨，可节省木材约 3 万多立方米，可少伐 2.4km² 森林。

1.3.2.2 废塑料

塑料种类较多，有聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯等等，都可以回收利用。例如我们最常见的聚氯乙烯塑料，每回收 1t 就可以生产鞋底 4000 双或凉鞋 2000 双，可节约增塑剂 200~300kg、节电 500kW·h。

1.3.2.3 废金属

废金属有钢铁、铝、铅、锌及一些稀有金属，再生利用都有很大的经济效益。例如：1 万吨废钢铁可炼出 9000t 钢，可节约铁矿石 2 万吨、石灰石 5000t、优质煤 1 万吨，还可少用 51% 的水和减排空气污染物 86%；回收 1t 杂铜可提炼 860kg 电解铜，节约矿石 150t……

1.3.2.4 废玻璃

回收 1 万吨碎玻璃可生产好玻璃 9000t，可生产 2mm 厚的平板玻璃 15 万标准箱，或 1 斤装的酒瓶 2000 万个，比新原料生产可节约纯碱 2 万吨、石英砂 7200t、长石粉 600t、煤 1 万吨、电 400 万千瓦时。

1.3.2.5 电锌窑渣回收金、银、铜

某冶炼厂主产电锌，同时还自行设计，利用废旧设备回收利用窑渣，平均每年回收铜 26.9t、银 8.1t、金 15.77kg。

1.3.2.6 电石渣代替石灰生产氯酸钾（漂白粉）

某树脂厂在生产 PVC 树脂过程中，制取原料乙炔要产生电石渣；将食盐电解产生氯气再液化为液氯，要残留未液化的尾氯。该

厂将尾氯通入电石渣浆中即可生成氯酸钙，再经分离、复分解反应、浓缩、结晶等工序后制成氯酸钾（漂白粉）。

1.3.2.7 烧碱废液吸收 CO_2 制纯碱

某氯碱厂生产中多个环节产生低浓度的 NaOH 废液，用其吸收锅炉烟气中的 CO_2 ，便可制成纯碱 Na_2CO_3 。

1.3.2.8 煤矸石制水泥

以煤矸石代替黏土与石灰石和铁粉配料后，按常规工艺即可生产出硅酸盐水泥。

1.3.2.9 煤矸石制红砖

将煤矸石粉碎后加入泥料制成砖坯，不仅干燥速度快而少破损，还节约焙烧燃料。

1.3.3 废渣燃料

1.3.3.1 废生物质制沼气

农村秸秆、杂草、人畜粪便及工业生产的有机废水等投入沼气池进行厌氧发酵便可生成以甲烷为主的气体燃料——沼气。其沼液和沼渣则是理想的有机肥。

1.3.3.2 煤矸石

视其热值高低不同，可以分别就地作为锅炉、煤气炉、石灰窑等设备的燃料。

1.3.3.3 污水污泥制块状燃料

污水污泥本身是一种生物质，含有一定热值，同时它又是一种有机物和无机物混合的优良黏结剂，其所含水分还可以作为成型水。可与煤粉或生物质粉拌和后，冷压成型为块状燃料，用于各种层燃炉（炉排炉）。

1.3.3.4 生活垃圾烧砖

无机垃圾粉碎后加入泥料制成砖坯，可腐垃圾产生沼气后与可燃物一起烧砖，围绕烧砖可以全部无害化利用，投资仅为焚烧发电的 1%，运行费用也可节约 90% 以上。

1.4 垃圾处理处置的基本原则

国家住房和城乡建设部于2010年3月发布的《城镇污水处理厂污泥处理处置技术指南(试行)》所规定的原则,作者认为可以普遍适用于各种垃圾的处理处置。

1.4.1 安全环保是必须坚持的基本要求

对垃圾中有毒、有害物质经处理处置后,必须保证达到污染控制标准,并采取对某些隐患的控制措施,确保公众健康与环境安全。

1.4.2 循环利用是应努力实现的重要目标

应充分利用垃圾中所含的有机质、营养元素和能量。

1.4.3 节能降耗是应充分考虑的重要因素

应避免采用消耗大量优质能源、物料和土地资源的处理处置技术。

1.4.4 因地制宜是处理处置方案比选决策的基本前提

应综合考虑当地将来垃圾成分和数量的变化、土地资源及其特征和当地经济社会发展水平等因素,决不能盲目模仿外地的经验。

1.4.5 稳妥可靠是贯彻始终的必需条件

应优先采用先进成熟的技术,对研发中的新技术应经过严格的评价、生产性应用以及工程示范,确认可靠后方可推广应用;在制订处理处置方案时,应根据阶段性特点,同时考虑应急性、阶段性和永久性三种方案,最终实现永久性方案;在永久性方案完成前,可把充分利用其他行业资源进行阶段性处理处置作为阶段性方案,并应有随时防止突发污染事故的应急方案,保证环境安全。

1.4.6 无害化、资源化与低碳节能相结合的原则

所谓无害化指处理过程中应做到对环境和人畜无害，处置时不破坏生态环境，无环境隐患；尽量就地就近开展循环利用，代替常规资源；处理处置过程中尽量减少能源消耗，充分利用垃圾的热值，减少 CO_2 、甲烷 (CH_4)、黑烟等的排放。而且不应当顾此失彼，要几方面结合。

1.4.7 进行经济性、环境影响和碳排放分析

首先应保证再生产品符合国家、行业与地方相关标准和规范，确保制品的商品价值；还应尽量采用低价高效的先进技术，确保其经济性；环保方面，除消除垃圾本身可能造成的污染，确保符合相关的排放标准外，还应严防二次污染的发生，实现发展与环境的和谐统一。

二氧化碳通常情况下不直接危害人类，但其量大时因温室效应造成气温升高、冰山融化、海平面上升、灾害性天气频发等严重威胁到人类的生存，已经成为全球性社会问题。各国政府在致力于大规模地减排 CO_2 的同时，还要求每一个人都要减少碳排放。所以在处理处置垃圾的任何一个措施、任何一个环节都要对保护地球生态环境负责，都必须进行碳排放分析，尽力减少碳排放。

1.5 废渣型燃煤添加剂配方设计对基本原则的贯彻

20 世纪 80~90 年代燃煤添加剂风行一时，主要针对原煤散烧时燃料层不均一、通风不良、局部缺氧、燃烧不均匀而发生不完全燃烧，既浪费能源又污染环境的状况而研发的添加剂。主要适用于工业和采暖锅炉、窑炉等层燃炉（炉排炉）。最初出现的是化学型，全用化工原料混配而成。

1.5.1 燃煤添加剂的作用原理

燃煤就首先要让煤完全燃烧，尽可能多地放出热量，然后是充

分利用其热量，达到高热效率，实现节能减排的效果。

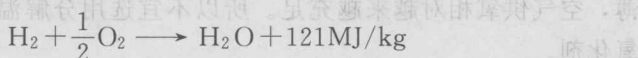
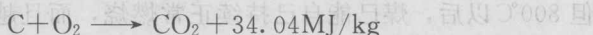
1.5.1.1 完全燃烧的四大要素

(1) 足够高而适当的温度

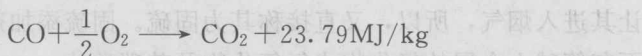
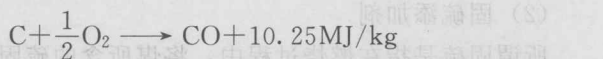
燃烧室内必须维持一定的高温。煤一般在 600°C 左右开始燃烧，但要大于 800°C 才能持续燃烧；而且每增加 100°C 燃烧速度便可增加一倍。不过到 $1000\sim 1100^{\circ}\text{C}$ 以后增速不明显，特别是大于 1300°C 时将产生温度型 NO_x ，增加大气污染。所以要在满足加热工艺要求的前提下确定一个适当的高温，而不是追求无限制的高温。

(2) 充足的氧气

煤的燃烧是剧烈的氧化反应，无氧就不能燃烧，煤中的可燃物主要是碳 C，其次是氢 H，还有硫 S：



碳不完全燃烧时生成一氧化碳只放出约 $1/3$ 热量，一氧化碳再燃烧才放出其余的热量：



燃烧一般情况下都采用空气中所含 21% 的氧气，空气中还有 79% 的氮气被加热后与燃烧生成的烟气一起排出，增加排烟热损失。所以为了保证完全燃烧既要适量增加一些供氧量又不能增加太多。一般控制在理论空气需要量的 130%~150% 即过剩空气系数 $\alpha = 1.3 \sim 1.5$ 。

(3) 可燃物质与氧气的充分接触

要让含氧空气充分与煤及其受热析出的挥发分充分接触并得到充分混合，让煤中的可燃物与氧气都得到充分利用。