

关于用城市垃圾回填矿山采空区的环境治理问题

To Refill Mine Excavations with Urban Refuse

谷志孟 白世伟

(中国科学院武汉岩土力学研究所, 研究员

武汉 430071)

一、问题的提出 —— 严峻的现实和变害为利

城市垃圾是人们在生产和生活活动中产生的综合废弃物,它的消纳处理直接关系到城市的形象、居民的心身健康、社会经济的可持续协调发展,是世界各国普遍关注的热点课题之一。实践证明,有效地控制垃圾产生的源头、推进垃圾中可再生复

我国每年还尚有相当 2.0 亿多吨标准煤能量的城市有机垃圾有待处理和利用。

综合上述,我国目前每年至少有当量为 5 亿多吨标准煤的废弃生物质可以利用,它相当于每年有 3 亿多吨生物质液化燃油的开发潜力,其资源的开发潜力十分乐观。

2. 商业开发前景

任何能源的商品化和市场前景,取决于这种能源的生产成本及可能的销售价格。生产成本包括原料成本、生产成本(能耗、水电、人工)和设备、厂房投入折旧费、利息等。根据经济分析和人工、材料、能耗衡算,在一般农、林地区,年产 3000 吨生物原油生产线,生产成本在 800~1000 元/吨之间,按等热值粗略折算,2 吨生物原油可折合 1 吨石化燃油,则生产 1 石油当量吨的生物原油,成本为 1 600~2 000 元/吨,而现在的柴油、汽油的价格一般在 2 800 元/吨,且仍有涨价的趋势。这意味着,如果从有利于生物质液化燃油的市场竞争出发,将生物原油的价格定在 1 200 元/吨左右是有竞争力的。每生产 3 000 吨生物燃油,可实现产值 360 万元,获利 60~120 万元。若全国年生产 1.5 亿吨生物原油,即可创收 300~600 亿元人民币。可见,其商业开发前景十分可观。若考虑到与石化燃料相比,用生物质液化燃料可大大减少 SO_x 、 NO_x 的排放,其综合效益更显著。

五、建议

合资源的分类回收、尽可能转化利用垃圾中的潜在资源、科学地掩埋废弃的固体垃圾是实现城市垃圾减量化、资源化与无害化处置的重要途径和手段。

由于城市垃圾的产生量大,仅 1998 年全国城市生活垃圾就达 1.2 亿吨以上,加之处理技术落后,垃圾处理率不足 10%,连同历年绝大部分未经处理的垃圾积存,大都裸露堆放在城郊,使全国的几百座大小城市,约有 70% 以上已被堆放的垃圾山所包围。如北京就有垃圾山 7 000 多座,覆盖了城郊 8 000

为加速废弃生物质能的开发利用,提高生物质液化燃油品质,建议国家有关部门:

1. 在基础研究方面大力支持生物质液化成油机理、最优工艺条件基础研究及品位升级、重整技术研究,使其降低成本,达到一般石油的性能;支持生物质液化燃油对工程材料影响的研究,以便为更广泛的应用提供基础数据。

2. 将生物质液化生产技术研究列入国家攻关计划;建立技术应用示范基地或生物质液化示范工厂;国家在投资建厂、税收方面给以优惠政策,扶植其尽快转化为生产力和新的有效能源。

3. 支持短周期速生、丰产能源树种的选育、培育、引种、营造及高效经营管理技术研究。这对扩大我国有效生物质能源资源和形成产业化体系,更广泛地推广、应用生物质液化燃油具有重要意义。

参考文献

- [1] 马学良. 我国生物质气化技术装备现状与展望. 新能源, 1995(7)
- [2] 王庆一. 能源效率与可持续发展. 科技导报, 1998(4)
- [3] 马文元. 中国农村能源现状与薪碳林发展前景. 新能源, 1995(1)
- [4] PyNE Pyrolysis Network for Europe, SEPT. 1997(4)
- [5] Conference & Meeting Reports, Biomass for Energy and Industry. 10th European Conference, Wurzburg Germany, June 1998
- [6] 吴创之等. 欧洲生物质能利用的研究现状及特点. 新能源, 1999(3)

(删去参考文献外文 3 篇, 中文 4 篇)

(责任编辑 肖庆山)

多亩土地,预计本世纪末还将再占用农田2 000多亩,到2010年再多增占5 000多亩。这样必然导致本来就十分有限的土地资源更显紧张。同时,大量露天堆放的垃圾所产生的令人窒息的恶臭和滋生的蚊蝇虫鼠严重影响人们的健康;垃圾在长期存贮发酵过程中产生的污物,对附近土壤、水体、大气都将产生极为严重的污染。因此,应在城市发展中,把处理生产和生活垃圾的问题放在重要的位置,纳入市政建设的总体规划和计划中去,多渠道增加投入,加快处理设施的建设步伐。

另一方面,矿山采区采矿终了,废弃的地下井巷、采场和露天矿坑及废石场又需要及时充填,以避免因地下采场和地表露天坑的存在,导致大规模地面沉陷与山体滑落,造成农田、水库、道路与工业和民用建设设施的破坏。

以离武汉分别只有60公里到100公里,而且还有专用铁路连通的武钢3座矿山为例,可供填埋城市固体垃圾的容量,就达 $2\,000\times10^5\text{m}^3$ 以上(见表1)。长期以来,由于矿石采出以后,没有及时回填,仅靠上部岩体的自然崩落体予以充填,因此造成地面沉陷和井巷破坏及对地表生态环境的严重危害(见表1)。

表1 武汉近郊3座矿山的简要情况说明

名称	程潮铁矿	大冶铁矿	金山店铁矿
项目			
地址	鄂州程潮镇	大冶铁山镇	大冶保安镇
离武汉距离(km)	65	80	100
开采方式	地下开采	露天开采	地下开采
采矿方法	崩落法	阶梯式下延	崩落法
开采规模(T/y)	$150\sim200\times10^4$	200×10^4	90×10^4
已开采深度(m)	300	350	180
终采深度(m)	500	400	600
已有空场(m^3)	184×10^5	$2\,139\times10^5$	175×10^5
可供填埋(m^3)	92×10^5	$1\,500\times10^5$	100×10^5
简要情况说明	东区的地下采空场,已导致东主井及工业场区建筑的错位开裂和地表大面积塌陷,危及生产、生活安全。1998年山洪通过塌陷坑直灌井巷、采场,造成了全矿停产3个多月,损失严重;西区拟从-270米或-340米水平往下开采,采空区上留有约300米的覆盖层,若不充填,将涉及地表价值约2~3亿的征地移民搬迁费和几百万吨矿石不能开采。		
	经40多年的开采,已形成长2 250m、宽1 000m、深400m露天矿坑,其中近一半将在2001年闭坑。露天开采终了后的矿坑,必须回填至坑外平均地表高程,回填高度将达200m,其容量约为 $1\,500\times10^5\text{m}^3$ 。待从-270米水平往下开采,上部虽留有300米厚的覆盖层,但仍将危及地表火车站和人口密集的村庄及建筑设施的安全,若充填好,不仅可避免危害,而且还可消纳大量城市垃圾中的有机肥。		
	西区从露天转入地下开采,采深已达-130m水平,计划采至-550m水平。在开采过程中由于重视从露天矿坑向下回填,有效地控制住了地表塌陷区和错动区的扩展,减少了征地面积700多亩,仅此经济和社会效益就已很大;东区正如能把这一回填工程同武汉市固体垃圾填埋结合起来,将开辟出一个垃圾大型填埋场。另外,该矿还有上万亩废石场,复垦中可消纳大量城市垃圾中的有机肥。		

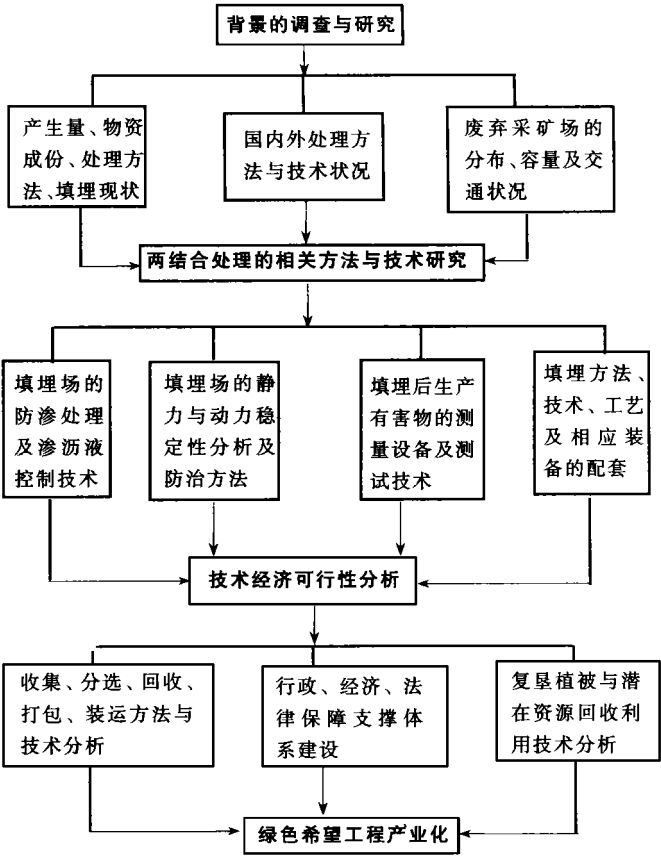


图1 技术路线示意图

如果能把采矿终了后的地下采空区(包括地下溶洞)和地表露天矿坑的回填治理与城市生活垃圾中固体废弃物的填埋处理结合起来,将有助于城市固体垃圾成为一种新的“绿色希望工程产业”。

提出本构想的主要目的在于:探索城市垃圾消纳与矿山废弃采场隐患治理的结合点及相关技术,遏制环境污染,减少国土资源损失,寻求人和自然的和谐。

二、按系统工程的要求确定主攻目标、统筹协调

通过文献检索查询,至今尚未见利用废弃的矿山井巷、采场及地下空间掩埋城市固体垃圾的报道,没有现成的经验和资料可借鉴,需要创新探索。

用城市垃圾回填矿山地下采空区或露天采场对防止由矿山开采引发的环境灾害有利,但决不能把城市垃圾污染的危害转嫁到矿山、农村。因此,在拟定实施办法时,必须充分考虑垃圾充填可能造成的危害,并采取有效的科学手段予以遏制。据此,建议政府立项开展前期研究工作(见表2),以便作出示范,总结经验,制定配套的措施,然后予以推广。

燃料电池的新进展

The New Progress in the Fuel Cell

高培德

(中国科学院上海冶金研究所 上海 200050)

早在 1839 年，英国人 W·Grove 就提出了氢和氧反应可以发电的原理，这就是最早的氢-氧燃料电池(FC)。但直到 20 世纪 60 年代初，由于航天和军事的需要，才开发了液氢和液氧的小型燃料电池，应用于空间飞行和潜水艇。近二三十年来，由于一次能源的匮乏和环境保护的突出，开始转向开发利用新的清洁再生能源。燃料电池由于具有能量转换效率高、对环境污染小等优点而受到世界各国的普遍重视。美国矿物能源部长助理克·西格尔说：“燃料电池技术在 21 世纪上半叶在技术上的冲击影响，会类似于 20 世纪上半叶内燃机所起的作用。”福特汽车公司主管 PNGV 经理鲍伯·默尔称：燃料电池必定给汽车动力带来一场革命，燃料电池是唯一同时兼备无污染、高效率、适用广、无噪声和具有连续工作和积木化的动力装置。预期燃料电池会在军用和民用的电力、汽车、通信等许多领域发挥重要作用。美国 Arthur D. Little 公司最新估计，2000 年

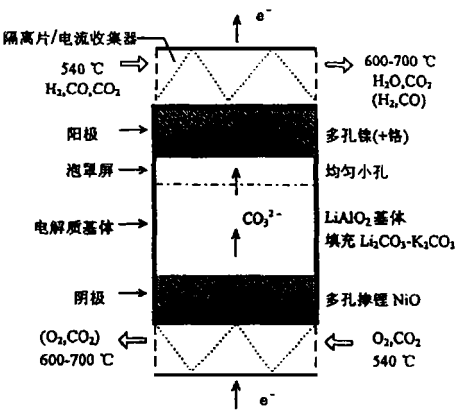


图 1 熔融碳酸盐燃料电池单电池结构示意图

燃料电池在能源系统市场将提供 1 500~2 000MW 动力，价值超过 30 亿美元，车辆市场将超过 20 亿美元；2007 年燃料电池在运输方面的商业价值将达到 90 亿美元。

表 2 主要研究内容一览表

序号	课题名称	主要研究内容	研究目标
1	利用城市垃圾充填采空区的关键技术研究	充填方法、充填技术、充填工艺、充填设备	解决充填的具体操作办法
2	固体垃圾掩埋中的安全控制及潜在资源回收与废弃荒地复垦方法、技术研究	充填场地动、静稳定性评价与治理；二、恶臭等有害物质的污染监测与防治；沼气等潜在资源的回收	解决安全监测手段与分析治理方法，实现潜在资源的有效回收与废弃荒地的复垦
3	利用城市垃圾充填矿山采空区的经济技术可行性研究与工程示范	技术、经济的分析、评价与对比；小范围的工程示范操作	论证实施两结合综合环境治理及实现绿色希望工程产业化的可行性
4	实施两结合工程的资金筹措与政策法规保障体系研究	资金的筹措方法及效益分析；政策法规体系建议方案及效果预测	完善资金支撑与政策法规保障体系

为使前期的研究工作，有助于技术创新和产业化进程，可按图 1 所示的技术路线实施，这样将更有利于这项绿色希望工程产业化的实现。

我国现有矿山上万座，每年产出各类矿石 50 亿吨以上，而且大都靠近大、中城市，并有铁路专线连通。如果将我国每年采出 50 亿吨矿石后所形成

的采空区中的 5%，用城市垃圾作充填料进行回填处理，每年也可消纳 1 亿吨以上的城市垃圾。促进城市垃圾消纳处理与矿山采空区隐患治理这项两结合、两受益的综合环境治理工程的实施，有助于社会经济的可持续协调发展，是一项具有重大现实意义的绿色工程。这项绿色工程既涉及到具体的充填技术、污染控制和潜在资源的回收问题，也涉及到行政、法律及管理上的一系列问题，是一项复杂的系统工程，困难一定很大，只有加大统筹力度，进行科学管理，协调一致，才有可能落到实处。

主要参考文献

[1] 施阳，北京市垃圾问题的现状及对策，环境科学研究，1998(3)
[2] 张增强等，“垃圾城市”与城市垃圾，科学时报，1999-6-3。
[3] 臧文超，我国城市生活垃圾现状与管理问题，环境保护，1998(8)
(删去 4 篇内部文献)

(责任编辑 肖庆山)