

我国生活垃圾填埋处理与温室气体减排概述

徐海云

中国·城市建设研究院

摘要: 本文概述了我国生活垃圾填埋处理状况、填埋气体回收利用现状以及通过填埋气体回收利用申请 CDM 的最新进展;从减少温室气体排放角度,分析了填埋气体回收利用项目存在的问题,并提出了改善填埋气体项目管理、建设规模化的垃圾卫生填埋场以及开发生物反应器型填埋场等建议。

关键词: 生活垃圾, 填埋场, 填埋气体, 清洁发展机制

1 生活垃圾填埋处理总体状况

根据 2006 年 8 月公布的城市建设统计年报统计结果,截止至 2005 年底,全国 661 个设市城市生活垃圾清运量 1.56 亿吨,有各类生活垃圾场 470 座(剔除个别城市误报数据),处理能力为 25.6 万吨/日,集中处理量约 8000 万吨,集中处理率 51.3%;其中城市生活垃圾填埋场 356 座,处理能力 21.1 万吨/日,填埋处理量约 6900 万吨;城市生活垃圾填埋处理占集中处理的比例为 85.2%,比 2001 年略有下降(见图 1)。

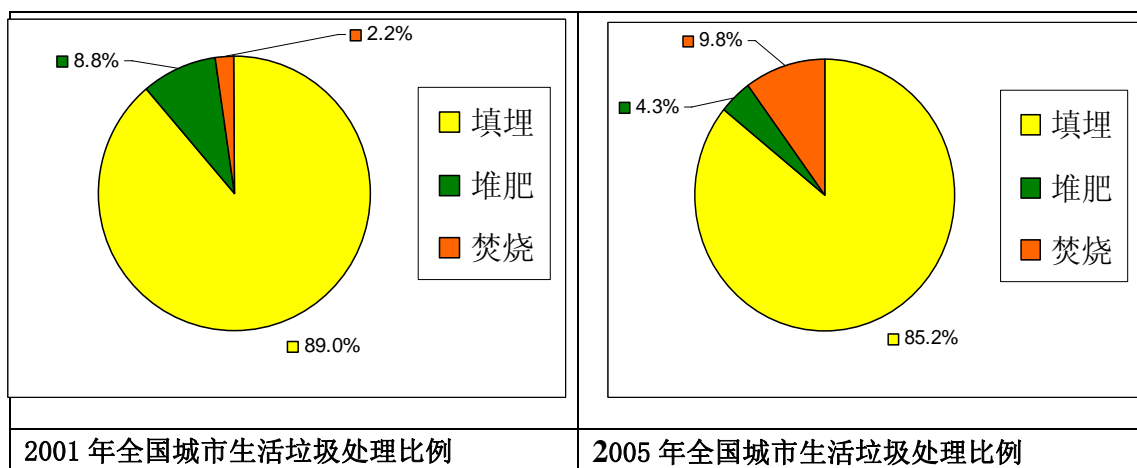


图 1 2001- 2005 年全国城市生活垃圾处理比例

从 2000 年(2000 年开始对垃圾处理方式进行单独统计,以前为垃圾无害化处理综合统计)到 2005 年,受国家积极财政政策的作用,城市垃圾处理场(厂)

建设数量和和投资额都是前所未有的，特别在国债资金的支持下，一批填埋场建成并投入运行。据不完全统计，1998-2005年我国投入建设的填埋场高密度聚乙烯衬层使用量3000万平方米以上。一批现代化的生活垃圾填埋场投入运行，标志着我国生活垃圾填埋场建设水平有了显著提高（见图2、图3）。

2006年建设部开展了生活垃圾填埋场检查，并依据《生活垃圾填埋场无害化评价标准》（CJJ/T107-2005），对全国城市生活垃圾填埋场进行评分及等级评价。从检查的初步结果看，达到I级和II级的填埋场数量超过50%，处理量的比例约占65%（见表1）。

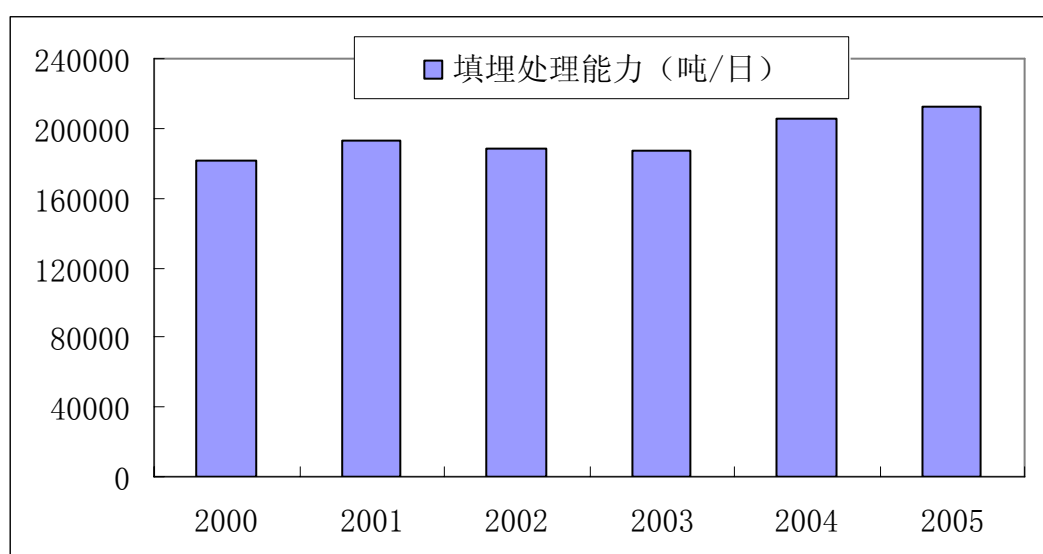


图 2 2000-2005 年城市生活垃圾填埋处理能力的变化

表 1 2006 年生活垃圾填埋场无害化等级综合评定结果汇总

	项目	I 级	II 级	III 级	IV 级	合计
按规模计	(吨/日)	54722	72850	28281	38903	194756
	比例	28.11%	37.41%	14.52%	19.97%	100%
按数量计	(个)	58	132	48	134	372
	比例	15.55%	35.12%	12.60%	36.73%	100%
	小计	50.67%				



填埋场防渗	填埋场作业
渗滤液处理	渗滤液处理设施
填埋气体收集	填埋气体发电

图 3 国内生活垃圾填埋场图片

我国目前填埋场防渗的建设水平已经发达国家中较高要求的水准（见表 5），新建的生活垃圾填埋场大多采用了 HDPE 膜防渗，生活垃圾卫生填埋场基底防渗

的基本要求接近德国标准，高于欧盟和美国的要求。

表 2 生活垃圾卫生填埋场基底防渗的基本要求比较

人工防渗基本要求	美国环境部对生活垃圾填埋场防渗的基本要求 (40CFR 258)	欧盟对非有毒有害生活垃圾填埋场防渗的基本要求 (Landfill Directive 1999/31/EC)	德国生活垃圾填埋场防渗的基本要求 (TASI, 1993)	生活垃圾卫生填埋场防渗系统工程技术规范 CJJ113—2007
渗滤液导流层要求	$K > 1 \times 10^{-4} \text{m/s}$ 厚度为 0.3m	厚度为 0.5m	厚度 $\geq 0.3\text{m}$, $K \geq 1 \times 10^{-3} \text{m/s}$	$K \geq 1 \times 10^{-3} \text{m/s}$ 厚度为 0.3m
塑料膜防渗层	不小于 0.75mm 塑料膜,一般推荐使用厚度为 1.5mmHDPE 膜	没有具体要求,但防渗能力要达到厚度为 100cm ($K \leq 1 \times 10^{-9} \text{m/s}$)	厚度 $\geq 2.5\text{mmHDPE}$ 膜	厚度 $\geq 1.5\text{mmHDPE}$ 膜
压实粘土防渗层	$K \leq 1 \times 10^{-9} \text{m/s}$ 厚度为 60cm	采用塑料膜防渗,压实粘土厚度大于 50cm	$K \leq 5 \times 10^{-10} \text{m/s}$ 厚度为 3×25cm	$K \leq 1 \times 10^{-9} \text{m/s}$ 厚度为 75cm

2 卫生填埋场的数量严重不足、场渗滤液处理为薄弱环节

目前，我国现有设市城市 660 多座，许多城市还没有生活垃圾填埋场，按照 660 座城市估算，生活垃圾卫生填埋场的合理需求量应该在 800 座左右，因此，生活垃圾填埋场数量在挤掉统计水分后将逐步增加。

考虑到我国社会主义新农村建设以及城乡一体化垃圾处理发展趋势，生活垃圾填埋场建设需求还很大，如果平均每个县至少一个填埋场，还需要建设 1600 多座填埋场，如果平均每个县建设两个填埋场，就需要建设 3000 多座填埋场。

根据对德国和美国的填埋场数量统计分析（见表 3、表 4 和表 5），目前，美国生活垃圾填埋场平均每 1000 平方千米拥有填埋场数量 0.18 座，平均每 10 万人拥有填埋场数量 0.56 座；德国生活垃圾填埋场平均每 1000 平方千米拥有填埋场数量 0.85 座，平均每 10 万人拥有填埋场数量 0.4 座。由于我国的人口分布特点以及经济发展水平与发达国家还有很大差异，生活垃圾填埋处理的集中程度暂时还不可能达到那么高，但从我们土地资源水平和生活垃圾卫生填埋场的建设标准要求分析，我国生活垃圾填埋处理的集中程度应与发达国家生活垃圾填埋场分布密度类似。

表 3 1990-2004 年德国城市生活垃圾填埋场变化

年份	1990	1993	1995	1997	1999	2004	2010 ¹
填埋场数量 (座)	8273	562	472	372	376	297	27-111

注 1: 根据 BMU/UBA 预测

表 4 1990-2004 年美国城市生活垃圾填埋场变化

年份	1988	1990	1995	2000	2005
填埋场数量 (座)	7924	6326	3197	1967	1654

来源: EPA

表 5 单位面积和单位人口填埋场数量统计

年份	1988	2005
美国生活垃圾填埋场数量 (座)	7924	1654
每 1000 平方千米国土面积有填埋场数量 (座)	0.87	0.18
每 10 万人拥有填埋场数量 (座)	2.7	0.56
年份	1993	2004
德国生活垃圾填埋场数量 (座)	560	297
每 1000 平方千米国土面积有填埋场数量 (座)	1.60	0.85
每 10 万人拥有填埋场数量 (座)	0.7	0.4

目前, 填埋场渗滤液处理是我国填埋场建设和管理较薄弱环节之一, 由于渗滤液水质水量变化大, 且污染物浓度高, 垃圾渗滤液现场处理并达标排放要求较复杂处理工艺、较高的管理水平和较高成本。

在设计中, 为追求可靠性, 填埋场垃圾渗滤液设计规模普遍偏大, 许多中小型填埋场渗滤液设计规模达与填埋处理规模相比超过 0.5, 有些超过 0.8; 在实际运行中, 由于资金以及技术等因素, 大部分填埋场垃圾渗滤液处理又达不到设计处理规模, 因而不能满足填埋场实际处理需要; 从技术上分析, 填埋场垃圾渗滤液处理要达到《生活垃圾填埋污染控制标准》(GB16889—1997) 中 2 级以上标准, 就需要采用膜处理技术, 采用膜处理技术工艺, 处理成本就会显著提高, 同时也要求最大限度雨污分流, 否则在大量的渗滤液产生条件下, 就是处理技术能够达标, 渗滤液处理成本也将成为很大负担。

3 填埋气体收集利用与温室气体减排

对填埋气体进行收集和处理，不仅减少了环境污染，同时也是对减少温室气体排放的有效贡献；当填埋气体产生规模较大时，还可以进行发电或进行回收利用。杭州、广州、南京、西安、北京、长沙、无锡、济南等填埋场填埋气体发电厂已投入使用。根据调查，截止到 2006 年底，我国建成并投入使用的填埋气体利用项目有 17 个，其中填埋气体发电厂有 13 座，发电装机容量约为 29MW（见表 6）。

表 6 已投入使用的填埋气体利用项目

序号	省直辖市	项目名称	发电装机 (Kw)	利用方式	投产年份
1	浙江	杭州天子岭废弃物处理场	1940	发电	1998
2	广东	广州大田山一期工程	3000	发电	1999
3	江苏	南京水阁有机废弃物处理场	2520	发电	2002
4	山东	青岛小涧西垃圾填埋场	/	火炬燃烧	2003
5	陕西	西安江村沟垃圾填埋场	3900	发电	2003
6	安徽	马鞍山垃圾填埋场	/	焚烧医疗垃圾	2004
7	江苏	无锡桃花山垃圾填埋场	1940	发电	2004
8	北京	阿苏卫卫生填埋场	2700	燃烧/发电	2004/2007
9	北京	北神树垃圾卫生填埋场	1000	渗沥液蒸发/燃烧/发电	2004
10	湖北	武汉市二妃山垃圾填埋场	1200	发电已安装	2005
11	北京	安定垃圾卫生填埋场	/	渗沥液蒸发/燃烧	2005
12	江苏	南京天井洼垃圾填埋场	1030	发电	2005
13	山东	济南市垃圾填埋场	1400	发电	2006
14	湖南	长沙市固体废弃物处理中心惠明沼气发电厂	2100	发电	2005
15	广东	广州兴丰生活垃圾填埋场	2000	发电	2004
16	辽宁	鞍山羊耳峪垃圾处理场	/	制汽车燃料	2007
17	广东	深圳下坪垃圾填埋场	3500	发电/制汽车燃料	2007

对于填埋气体利用，各地积极参与申报 CDM 项目，截止 2007 年 8 月 24 日，已经有 14 个填埋气体利用项目得到国家发改委批准（见表 7）。由于国内垃圾填埋场及其管理部门往往缺少资金和资金渠道建设填埋气体收集利用工程，大多希望外方投入，目前较大规模的填埋场绝大部分都已经与一些外国公司签订了填埋气体利用协议，但填埋气体利用工程总体上进展缓慢，许多填埋场填埋气体利用

只停留在协议阶段。

表 7 已批准申请 CDM 的垃圾填埋场填埋气体利用项目

序号	项目名称	项目业主	国外合作方	估计年减排量 (tCO ₂ e)
1	南京天井洼垃圾填埋气发电项目	南京绿色资源再生工程有限公司	EcoSecurities Group Ltd (英国)	265,032
2	梅州垃圾填埋场沼气回收与能源利用项目	深圳相控科技有限公司	Austrian JI/CDM Programme, Kommunalkredit Public Consulting GmbH (奥地利)	278,000
3	北京安定填埋场填埋气收集利用项目	北京市二清环卫工程集团有限公司	荷兰国际能源系统公司	90,000
4	深圳下坪固体废弃物填埋场填埋气体收集利用项目	深圳市利赛实业发展有限公司	Climate Change Capital Carbon Fund s.a.r.l (英国)	749,186
5	南京市轿子山垃圾填埋气回收利用供热项目	南京允生新能源开发有限公司	CAMCO International Limited (英国)	147,880
6	无锡桃花山垃圾填埋气发电项目	无锡天顺环境技术有限公司	丰田通商株式会社	75,316
7	广州兴丰垃圾填埋气回收利用项目	广州市惠景环保技术有限公司	爱斯凯碳投资组合有限公司	626,834
8	济南垃圾填埋气发电项目	山东十方新能源有限公司	EcoSecurities Ltd	150,158
9	南宁城市生活垃圾填埋气发电项目	广西洁通科技有限公司	Biogas Technology Ltd(英国)	195,208
10	昆明五华垃圾填埋气发电项目	昆明环业环保工程开发有限责任公司	英国 Biogas Technology Ltd	201,586
11	湖南长沙桥驿垃圾填埋气发电项目	长沙惠明环保能源有限公司	英国排放贸易有限公司	238,319
12	福州红庙岭垃圾填埋气发电项目	福建天亿可再生能源技术发展有限公司	生态银行株式会社 (日本)	181,234
13	天津市双口垃圾填埋场	天津清洁能源环境工程公司	世界银行 (西班牙碳基金)	155,823
14	昆明东郊白水塘垃圾	昆明环业环保工程	意大利阿兹亚环境股份公司	64,302

填埋场沼气处理及发电项目	开发有限公司		
--------------	--------	--	--

来源：国家发展改革委网站（截至 2007 年 8 月 24 日）

4 建议

目前，在我国填埋气体利用还处于起步阶段，政府需要在项目融资、建设和运营等方面给予引导性投入；政府应通过行业管理，加强信息的收集、汇总、统计和分析工作，准确的掌握我国的填埋气体产生状况，发掘潜在的填埋气体利用项目，组织一些有经验、有实力的填埋气体利用工程公司，通过与地方垃圾处理场及主管部门搭桥和牵线，推进和加快填埋气体利用项目实施。

我国生活垃圾中厨余类垃圾含量高，而纤维素、木质素和其他降解缓慢的有机垃圾含量较低。厨余类垃圾是分解非常迅速的生物垃圾，这样就表现为填埋场产气快，填埋气体收集率低。发达国家填埋气体收集利用率一般小于 $< 60\%$ ，而我国生活垃圾填埋场填埋气体收集利用率一般难以超过 20% (Bernhard Raninger, 2007)。从我国已经运行的填埋气体发电项目分析，通过填埋气体收集进行发电利用，折合每吨填埋垃圾约为 30kwh ，这一结果与垃圾焚烧发电 $250\text{-}300\text{kwh}/\text{吨}$ 差距是明显的，因此，为提高填埋场填埋气体回收利用率，进而进一步减少温室气体的排放，建设规模化的垃圾卫生填埋场以及生物反应器型填埋场将成为重要发展趋势。

徐海云 男 中国·城市建设研究院 总工程师 教授级高级工程师 专业领域：生活垃圾处理，主要论著：《城市生活垃圾管理与处理技术》等，联系地址：北京市朝阳区惠新南里 2 号院，邮政编码：100029，联系电话：010-64923623，13501389879，传真：010-64944054，电子邮箱：xuhaiyun@263.net