

文章编号: 1005-8893(2001)01-0035-04

武进市夹山垃圾卫生填埋场大气环境影响评价^{*}

李定龙¹, 彭明国¹, 蒋荣泉², 冯建忠²

(1. 江苏石油化工学院 机械工程系, 江苏 常州 213016; 2. 武进市环境卫生管理处, 江苏 武进 213101)

摘要: 卫生填埋是目前及今后相当长的时期内我国城市生活垃圾(MSW)处理的主要方式。但按我国卫生填埋技术、污染控制标准, 目前国内尚没有垃圾填埋场能全部达到要求, 多为准卫生填埋场。其运行后, 对周围的大气及水体、土壤等环境将产生一定影响(污染)。以武进市夹山垃圾卫生填埋场为例, 着重对填埋场运行后垃圾气体对周围环境的影响进行了分析评价, 并对有关问题进行了讨论。

关键词: 城市生活垃圾; 卫生填埋场; 大气环境; 评价

中图分类号: X 705 **文献标识码:** A

目前, 国内外城市生活垃圾处理方式主要有卫生填埋、焚烧、堆肥和再生利用 4 种。卫生填埋处理作为垃圾最终处置手段一直占有重要地位, 目前仍然是大多数国家主要的处理方式。所谓卫生填埋, 就是采用工程技术措施, 能对渗滤液和填埋气体进行控制(防止对环境的二次污染)的填埋方式^[1]。国外早期的垃圾填埋处理由于未能有效控制其对环境的污染, 造成了严重的后果^[2]。20 世纪 30 年代, “卫生填埋”概念被首次提出, 50 年代英美等国才开始修建卫生填埋场。我国卫生填埋场的建设大约始于 20 世纪 80 年代末^[2]。目前, 国内已建有 10 多个(准)卫生填埋场。

面对经济尚不发达的实际状况, 以及量大面广的城市垃圾(1999 年城市垃圾产生量为 1.44 亿吨)和垃圾简易填埋堆放所产生的环境危害越来越大的严峻局面, 垃圾卫生填埋技术将是现阶段及今后较长时间内我国城市生活垃圾处理发展战略的首选方式^[2~4]。为此, 进入 90 年代, 我国开始借鉴国外的垃圾填处理经验与技术, 逐步建设和发展了一批垃圾卫生填埋场, 并制定了相应的垃圾卫生填埋技术、污染控制标准。但目前国内尚没有垃圾填

埋场能全部达到这一要求(标准), 多为准卫生填埋场。其运行后, 对周围的大气及水体等环境影响(污染)仍难以有效控制。作为一种我国正在研究和逐步推广应用的垃圾卫生填埋技术, 如何采取有效措施防止垃圾填埋场的二次环境污染问题, 是急待加以研究的课题。本文以武进市夹山垃圾卫生填埋场为例, 着重对填埋场运行后垃圾气体对周围环境的影响进行了分析评价。

1 武进市夹山垃圾卫生填埋场概况

武进市位于苏南中部, 地处太湖流域湖西平原。夹山垃圾卫生填埋场位于距武进市东南 28 km 的夹山南麓, 即北靠夹山, 南面面向平原地带; 场区呈凹型, 敞口较大(全长 1 km 左右), 进深较浅, 以一定坡度倾向平原地带; 夹山最高点标高 87 m, 多为 70 m 左右, 自然地形起伏较大, 最大高差 40 m 左右。

区内年平均气温 15.4 °C, 年平均降水量 1 071.4 mm, 年平均蒸发量 1 535.9 mm, 年主导风向为东南或西北, 平均风速 3.7 m/s。

* 收稿日期: 2000-09-02

基金项目: 江苏省高校科研(指导性计划)项目(00KJD520004); 江苏石油化工学院科技发展基金资助

作者简介: 李定龙(1963-), 男, 安徽全椒人, 博士, 副教授, 现主要从事水科学与环境工程等方面的教学与科研工作。

填埋场一期工程填埋区占地 10.4 hm², 最大填埋高度 54 m, 有效填埋容积 100 万 m³, 设计日最大填埋量 300 t/d。填埋场距耕作区 200 m, 距居民区约 800 m。

依据填埋场地条件, 填埋方式采用平面与斜坡作业相结合, 按等高线 20 m、30 m、40 m、50 m 高程划分 4 个阶梯式填埋区, 填埋总高度 46 m, 共分 5 个平台。

2 垃圾填埋场气体导排系统设计

垃圾填埋的程序为: 生活垃圾→称重→填埋→压实→覆土→最终覆盖→绿化。其中在压实过程中有高渗滤液收集系统和气体导排系统。

当垃圾填埋至底部防渗层 5 m 时, 开始填设垃圾(垂直)导气管, 管材为穿孔钢管, 管径 300 mm, 共高 15 根; 排气系统采用分散排放方式, 即每根导气管均设一根排气管, 管材为工程塑料管 (ABS), 管径 300 mm, 排放口高出终盖层 1 m。

3 垃圾填埋场气体对大气环境影响评价

3.1 垃圾填埋场气体产生的机理及规律

生活垃圾中含有较多的有机成分(目前武进市城区生活垃圾中的有机成分约占 50%左右)。填埋过程中, 有机物中可生物降解的组份即时可被细菌分解而释放出大量有害气体, 如 CH₄、NH₃、H₂S 等。

研究表明, 垃圾填埋产生的气体数量大、种类多而复杂, 仅有机挥发性气体就有 100 多种, 其中含有多种致癌致残物质。按成分可归纳为 6 类: 饱和及不饱和碳氢化合物(多不溶于水); 酸性碳氢化合物和有机醇(多溶于水); 芳香族碳氢化合物; 卤代碳氢化合物; 硫化物(包括硫醇); 无机化合物及惰性气体等。其中 H₂S、NH₃ 和 RSH(如甲硫醇)是垃圾产生恶臭的根源。

垃圾分解和产气过程大体可分为好氧分解(主要产生 CO₂、NH₃、N₂)、厌氧分解(主要产生 CH₄、CO₂、NH₃、H₂S)、甲烷快速增长(CO₂、N₂ 减少, N₂、O₂ 浓度趋于零)和渐稳定(CO₂、

N₂ 含量稳定, CH₄ 含量过到峰值并渐降)4 个阶段^[3]。垃圾填埋后 1~2 年, 有机物中易于分解组份多被分解而趋于稳定。这期间, 甲烷含量逐渐上升, 其峰值一般在填埋 3~5 年后出现(体积浓度可达 60%以上), 之后渐减, 并仍可持续产气 10~20 年^[2,5]。

夹山垃圾填埋场虽然设置了垃圾气体导排系统, 但没有对其进行收集处理利用。垃圾气体直接向大气排放, 必然对垃圾场周围的空气环境质量产生不良影响, 并对周边居民的身心健康带来潜在危害。

3.2 垃圾气体对大气环境质量的影响评价

3.2.1 填埋场周围大气环境质量现状评价

为了评价填埋场垃圾气体对周围大气环境的影响, 武进市环境监测站于 1999 年 6 月在填埋场附近布置了 3 个监测点, 对大气环境质量现状进行监测, 结果表明(表 1), 除压缩机联营厂监测指标 SO₂ 外(与该厂燃煤锅炉有关), 其它指标均未超过国家大气环境质量二级标准(GB3095-82), 符合居住区大气中有害物质的最高容许浓度(TJ36-79)。本区大气压环境质量基本属清洁范围。

表 1 垃圾填埋场周围大气环境质量现状(1999.6)

监测点	SO ₂	NH ₃	H ₂ S	TSP
压缩机联营厂	0.260	0.028	/	0.245
南源化工厂	0.034	0.072	/	0.245
雅鹤滨村	0.012	0.070	/	0.246

说明: 数值为日平均值, 单位为 mg/m³。

3.2.2 垃圾场气体污染物负荷估算

由于垃圾场气体排放为无组织面源排放, 其大气污染物排放浓度或总量即源强测定较为困难。本次参照与本垃圾场条件类似(垃圾成分和气候)的杭州四堡垃圾场和无锡桃花山垃圾场气体污染物排放量进行估算。结果见表 2。

表 2 夹山垃圾填埋场气体污染物排放量(mg/s)估算

填埋场	填埋量/(t/d)	SO ₂	NO _x	NH ₃	H ₂ S	TSP
杭州四堡	833	23.9	74.5	561	267	302
无锡桃花山	1769	47.0	149.0	1122	534	604
武进夹山	300	8.6	25.3	190	91	104

说明: 数值为日最大值。

3.2.3 垃圾场气体污染物的影响评价

以上述大气污染物排放总量为源强, 采用面源气体扩散计算模式中的等效点源计算方法来预测污染物浓度⁹。即假定面源排放的污染物集中于面源中心, 然后向上风向倒退至某个位置上, 使面源与上风向的虚拟点源等效, 相当于在点源计算公式

中增加一个初始的标准差或扩散系数, 以模拟整个面源内众多分散点源的扩散。当 $z=0$ 时地面污染物浓度为

$$C(x, y, 0, H) = \frac{q}{\pi \bar{u} (\hat{\sigma}_0 + \hat{\sigma}) (\hat{\sigma}_0 + \hat{\sigma})} \exp \left[\frac{-H^2}{2 (\hat{\sigma}_0 + \hat{\sigma})^2} \right] \exp \left[\frac{-y^2}{2 (\hat{\sigma}_0 + \hat{\sigma})^2} \right]$$

若仅考虑地面轴线浓度, 即 $z=0, y=0$ 时, 则上式简化为

$$C(x, 0, 0, H) = \frac{q}{\pi \bar{u} (\hat{\sigma}_0 + \hat{\sigma}) (\hat{\sigma}_0 + \hat{\sigma})} \exp \left[\frac{-H^2}{2 (\hat{\sigma}_0 + \hat{\sigma})^2} \right]$$

表3 夹山垃圾填埋场不同距离污染物浓度 ($\times 10^{-4} \text{mg/m}^3$) 估算

距离 / m	H=10 m					H=30 m					H=50 m					H=70 m				
	SO ₂	NO _x	NH ₃	H ₂ S	TSP	SO ₂	NO _x	NH ₃	H ₂ S	TSP	SO ₂	NO _x	NH ₃	H ₂ S	TSP	SO ₂	NO _x	NH ₃	H ₂ S	TSP
10	4.13	12.10	91.10	43.40	49.90	0.85	2.48	18.70	8.91	10.20	0.452	1.25	9.38	4.47	5.13	0.279	0.82	6.16	2.94	3.37
50	3.56	10.50	78.50	37.50	43.00	1.41	4.14	31.10	14.80	17.00	0.708	2.08	15.60	7.45	8.55	0.433	1.27	9.56	4.56	5.23
100	2.33	6.85	51.40	24.50	28.10	1.37	4.02	30.20	14.40	16.50	0.820	2.41	18.10	8.63	9.90	0.532	1.56	11.70	5.60	6.43
200	1.33	3.91	29.30	14.00	16.10	1.02	3.00	22.50	10.70	12.30	0.750	2.20	16.60	7.89	9.06	0.554	1.63	12.20	5.81	6.69
500	0.54	1.59	11.90	5.70	6.50	0.49	1.43	10.80	5.10	5.90	0.431	1.27	9.51	4.54	5.21	0.375	1.10	8.28	3.94	4.53
800	0.31	0.92	6.90	3.30	3.80	0.30	0.87	6.50	3.10	3.60	0.276	0.81	6.09	2.90	3.33	0.253	0.74	5.58	2.66	3.06
1 000	0.24	0.70	5.30	2.50	2.90	0.23	0.67	5.00	2.40	2.80	0.216	0.64	4.77	2.27	2.61	0.202	0.59	4.48	2.12	2.44
1 500	0.14	0.41	3.10	1.50	1.70	0.14	0.41	3.00	1.50	1.70	0.133	0.39	2.93	1.40	1.61	0.128	0.38	2.82	1.35	1.55
2 000	0.10	0.28	2.10	1.00	1.20	0.09	0.28	2.10	1.00	1.10	0.092	0.27	2.03	0.97	1.11	0.089	0.26	1.96	0.94	1.08

由表3可以看出, 随垃圾填埋高度的增加, 各大气污染物最高落地浓度出现的距离也随之增加。为便于对比, 将垃圾填埋高度与污染物最大落地浓度及距离关系列于表4。

表4 垃圾填埋高度与污染物最大落地浓度及距离的关系

填埋高度 / m	距离 / m	污染物最大落地浓度 ($\times 10^{-4} \text{mg/m}^3$)				
		SO ₂	NO _x	NH ₃	H ₂ S	TSP
10	10	4.13	12.10	91.1	43.4	49.9
30	50	1.41	4.14	31.1	14.8	17.0
50	100	0.82	2.41	18.1	8.6	9.9
70	200	0.55	1.63	12.2	5.8	6.7

4 结论与讨论

(1) 上述预测结果表明, 填埋场运行后, 垃圾气体污染物最大落地浓度出现的距离均在距垃圾场200 m内; 各污染物最大落地浓度均小于 $9.11 \times 10^{-4} \text{mg/m}^3$, 低于国家大气环境质量一级标准的限值, 亦低于居住区大气压有害物质的最高容许浓度值。因此, 垃圾场气体对周围居民的居住及耕作不会产生危害。

(2) 上述估算主要是基于垃圾场地本身垃圾所

式中: $C(x, y, 0, H)$ 、 $C(x, 0, 0, H)$ ——地面和地面轴线污染物浓度, mg/m^3 ; $\hat{\sigma}_0$ 、 $\hat{\sigma}$ ——污染物在 y 、 z 方向分布的标准差, m; $\hat{\sigma}_0$ 、 $\hat{\sigma}$ ——污染物在 y 、 z 方向分布的初始标准差, m; \bar{u} ——平均风速, m/s; q ——源强, g/s。

运用简化公式, 考虑中性结层条件, 分别对垃圾不同填埋高度 (10 m、30 m、50 m、70 m) 下的大气污染物在下风向不同距离的最大浓度一次值进行估算。计算中, q 的取值由表2确定; \bar{u} 取 3.7 m/s ; (初始) 扩散参数 $\hat{\sigma}_0$ 、 $\hat{\sigma}_0$ 及 $\hat{\sigma}$ 、 $\hat{\sigma}$ 根据帕斯奎尔扩散曲线法查表确定^[6]。计算结果见表3。

产生的气体污染物, 没有考虑垃圾渗滤液收集、滞留及处理过程所散发的气体污染物影响; 同时, 由于计算模式的简化, 也没有考虑风向变化而导致的污染物累积效应以及季节性变化对产气量的影响。因此, 垃圾场运行2~3年进入产气高峰期后, 局部季节的某些时段可出现气体污染物较高而危及周边居民健康的现象。

(3) 由于大多数垃圾气体污染物最终将通过沉降等方式进入本区水体、土壤等自然环境 (累积), 同时又存在局部时段高浓度气体污染直接进入人体的可能性, 因此采取相关预防措施是非常必要的。建议目前做好以下2项工作: ①垃圾气体污染物监测工作。监测指标为 TSP、NH₄、H₂S、RSH 及臭气强度; 监测点布设可考虑上、下风向及较近居民居住区各1个; 监测频率春夏秋冬各1次; 评价标准参照《生活垃圾填埋污染控制标准》(GB16889-1997)。②严格覆土程序, 做好垃圾气体导排收集及处理利用工作。气体收集并非目的。目的是要通过收集对其进行处理和利用, 以减轻环境污染, 降低垃圾处理成本, 提高效益。在目前产气量不大的情况下, 可采取导气引燃的处理措施; 2~3年后, 随产气量增大和 CH₄ 浓度升高 (据类

比估算, 该垃圾场产气高峰期的沼气产量可达 $3.5 \text{ m}^3/\text{h}$, 须采取收集利用措施, 可用于发电或民用。

参考文献:

- [1] 钱学德, 郭志平. 美国的现代卫生填埋工程 [J]. 水利水电科技进展, 1995, 15 (5): 8-12.
- [2] 城市生活垃圾处理及污染防治技术政策 [Z]. 再生资源研究, 2000 (5): 28-29.
- [3] 赵由才, 朱青山. 城市生活垃圾卫生填埋场技术与管理手册 [M]. 北京: 化学工业出版社, 1999. 9, 29-33, 125-135, 182-184.
- [4] 国家科委发展科技司. 城市垃圾处理技术推广项目 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1992. 1-10.
- [5] 李雁, 张淑娟, 熊永达. 垃圾填埋场内部 CH_4 浓度随时间的变化特征及其模拟 [J]. 环境科学学报, 2000, 20 (5): 584-587.
- [6] 郝吉明, 马广大, 俞珂, 等. 大气污染控制工程 [M]. 北京: 高等教育出版社, 1998. 5, 110-125.

Impact Assessment of Atmospheric Environment in Wujin Jiashan Sanitary Landfill

LI Ding-long¹, PENG Ming-guo¹, JIA Yuong-rong², FEN Jan-zhong²

(1. Department of Mechanical Engineering, Jiangsu Institute of Petrochemical Technology, Changzhou 213016, China; 2. Management Office of Urban Environmental Health, Changzhou 213011, China)

Abstract: Sanitary landfill is one of MSW disposal methods in the present and the future of China. According to the national standards of sanitary landfill technology and pollution controlling, home landfills can not meet all the standards and are quasi-sanitary landfills. After a landfill has run, it will affect the atmosphere, water and soil. Atmospheric pollution by landfill gas is a very important aspect. In this paper, the impacts of landfill gas on atmospheric environment in Wujin Jiashan landfill were analyzed, and some related problems were discussed.

Key words: municipal solid waste (MSM); sanitary landfill; atmospheric environment; assessment