

# 城市垃圾填埋场项目环境影响评价 工作探讨

李坚, 彭淑婧, 梁文俊, 刘佳, 金毓峯

(北京工业大学环境与能源工程学院, 北京 100124)

**摘要:**垃圾填埋场作为环保手段的同时,其排放的污染物也对周边环境产生长久的负面影响,在建设前进行环境影响评价,分析论证环保措施的有效性,可以最大限度地将环境影响控制在一定范围内。结合实际案例,从污染源分析、环保措施论证、环境影响预测等几个方面对垃圾填埋场项目环境影响评价的几个重要方面进行论述。

**关键词:**垃圾填埋场;环境影响评价;污染源分析;环保措施论证;影响预测

中图分类号:R124.3 文献标识码:B 文章编号:1006-8759(2010)02-0058-05

## STUDY ON ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT OF THE MUNICIPAL DOMESTIC REFUSE LANDFILL

LI Jian, PENG Shu - jing, LIANG Wen - jun, LIU Jia, JIN Yu - quan

(College of Environmental & Energy Engineering, Beijing University of  
Technology, Beijing 100124, China)

**Abstract:** As one of the environmental protection methods, the pollution from landfill emissions produced negative influence on the environment, the environmental impact assessment before construction can analysis the validity of the environmental protection methods and control the influence within certain range. Combining actual cases, analysis of pollution source, demonstration of environmental protection methods and impact prediction were reviewed in this paper.

**Keywords:** landfill; environmental impact assessment; analysis on pollution source; demonstration of environmental protection methods; impact prediction

### 0 引言

垃圾卫生填埋场是城市生活垃圾收集、处理的终端场地,是垃圾无害化处理的关键。许多经济发达的国家也采用卫生填埋作为垃圾的主要处置方法,在英国占 88%,意大利占 74%,美国占 67%,德国占 46%,法国占 45%<sup>[1]</sup>。中国 2008 年城

市的垃圾产生量是 1.55 亿 t,垃圾填埋处理占 82.7%,焚烧占 15%。作为目前北京八城区卫生填埋的垃圾量占北京市垃圾无害化处理总量的 94%。

垃圾卫生填埋作为环保手段,又是污染大户,其环境污染问题复杂多样。项目建设前做好环境影响评价,全面分析环保措施和环境影响对于防治污染非常重要。结合目前我国卫生填埋场工程的实际情况,根据作者在生活垃圾卫生填埋场环境影响评价工作中的经验和体会,以北京市某垃

圾卫生填埋场扩容工程项目为例,对垃圾卫生填埋场项目环境影响评价的工作重点进行探讨。

## 1 项目背景

扩容工程在场内原有堆体北侧建设,无需征地,原有堆体在顶端填埋区及除北侧边坡外其他边坡完成封场覆盖及绿化后,拆除北侧边坡最终覆盖的植被层,保留填埋过程中铺设的防渗膜,向北扩建 70 m,基底防渗工程按照《生活垃圾卫生填埋技术规范》(CJJ17-2004)及《生活垃圾填埋场污染控制标准》(GB16889-2008)要求,采用高密度聚乙烯膜(HDPE)、土工织物膨润土(GCL)对场底及边坡进行防渗。渗透系数  $K < 10^{-9}$  cm/s。扩容工程采用改良间歇式厌氧卫生填埋工艺,分区填埋。

## 2 主要污染源分析

城市垃圾卫生填埋处理成本相对较低,但是,它要占据很大的土地资源,产生比较严重的环境问题,最主要的是恶臭、排放甲烷气和垃圾渗滤液的问题。

源强分析一般采用计算、类比和经验统计等。

### 2.1 渗滤液

#### 2.1.1 产量计算

垃圾填埋场渗滤液来源主要包括垃圾本身所带的水分、垃圾中的有机成分氧化后分解产生的水及进入填埋场的降雨和地下水。其产生量受垃圾本身含水量、场地水文地质条件、气候、填埋方式等诸多因素影响,由于垃圾填埋场四周及基底均已做防渗处理,且垃圾自身含水率与入场降雨量相比可以忽略不计,则渗滤液的产量主要由降雨量和填埋区作业面积决定。

以日本普遍采用的预测模型进行垃圾渗滤液产生量的预测<sup>[2]</sup>,其计算公式为:

$$Q = C \times I \times A \times 10^{-3}$$

式中:  $Q$  为渗滤液量,  $m^3/d$ ;

$I$  为平均降雨强度,  $mm/d$ ;

$A$  为集水面积,  $m^2$ ;

$C$  为填埋区渗透系数,即雨量转为渗滤液的比例,该值因土质、地形、垃圾种类、填埋方式而异。该项目中,旧有堆体已经接近封场阶段,新堆体填埋区渗透系数  $C$  取 0.6,旧有堆体按 0.15

计算。

按照北京市市政管委考核要求,填埋作业面 ( $m^2$ )与进场垃圾量(吨)之比小于 1:1,则裸露作业面按最不利情况计算,设计进场垃圾量为 900 t/d,则  $A$  为 900  $m^2$ ,由此得出扩容工程新建填埋堆体渗滤液的生产量为 0.93  $m^3/d$ 。

在扩容区新建渗滤液收集系统并接入现况渗滤液收集泵井中。原堆体在雨季到来之前可完成填满封场,扩容工程届时建成并平稳过渡。原堆体由防渗膜覆盖后,覆土绿化,渗滤液产生量受雨水影响较小,只有陈腐垃圾降解产生的少量渗滤液。原有渗滤液处理规模及调节池容量可以满足要求。

#### 2.1.2 渗滤液污染物浓度分析

垃圾渗滤液成分十分复杂,通常包含高浓度的可溶性有机物及无机离子,包括大量的氨氮和各种溶解态的阳离子,还有一些重金属、酚类、单宁、可溶性脂肪酸以及其他的有机污染物,尤以有机物和氨氮的浓度较高。其各种成分变化很大,主要取决于填埋场的年龄、深度、微生物环境以及所填埋的垃圾的组分等,其中垃圾填埋场的场龄是影响垃圾渗滤液水质的重要因素<sup>[3]</sup>。

填埋初期,垃圾渗滤液色度大,含有高浓度的有机物,有大量的易于生物降解的挥发性脂肪酸,  $BOD_5 / COD_{Cr}$  大致在 0.6 以上。随着场龄的增加,填埋场日趋稳定,垃圾渗滤液的有机物浓度降低,  $COD_{Cr}$  约在 5 000  $mg/L$ ,  $BOD_5$  约在 1 000  $mg/L$  以下,在此低浓度水平上长期保持稳定,浓度不再有剧烈的变动,此时,垃圾渗滤液中的重金属含量增加,氨氮的浓度升高,  $pH$  升高,接近中性或弱碱性,生物可降解性降低。

扩容前工程多年渗滤液监测数值见表 1。国内部分填埋场垃圾渗滤液水质情况见表 2。

表 1 扩容前工程渗滤液主要水质指标

项目名称	pH	CODCr	BOD <sub>5</sub>	SS	氨氮	总磷
浓度范围	6~9	240~30 000	28~8 400	4~660	55~1 500	0.4~20
均值	7.7	3 059	1 217	260	1 180	6.84

注:表中单位除 pH 无量纲外,其余均为  $mg/L$ 。

表2 国内部分填埋场垃圾渗滤液水质

项目	上海	广州	深圳	台湾某市
COD <sub>Cr</sub>	1 500~8 000	1 400~5 000	50 000~80 000	4 000~37 000
BOD <sub>5</sub>	200~4 000	400~2 000	20 000~35 000	600~28 000
TN	100~700	150~900	400~2 600	200~2 000
SS	30~500	200~600	2 000~7 000	500~2 000
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	60~450	160~500	500~2400	100~1 000
pH	5~6.5	6.5~7.8	6.2~6.6	5.6~7.5

注:表中单位除 pH 无量纲外,其余均为 mg/L。

对于一个独立单元而言,渗滤液 BOD<sub>5</sub> 值在6个月至1年后达到峰值,高达数万 mg/L 后逐渐下降,在6~15年内达到一个相对稳定值,降至数十到数百 mg/L。COD<sub>Cr</sub> 变化规律与 BOD<sub>5</sub> 类似,但从峰值下降时较为缓慢。扩容项目采用逐步推进法作业,并最终与原有堆体成为一个整体,填埋场竖向单元各层垃圾年龄不同,因此垃圾渗滤液水质的变化不会象一个独立单元体那么明显,在作业期内基本可达到一个相对稳定的范围。

根据同类垃圾填埋场渗滤液水质情况和本项目现有状况预测扩容项目垃圾渗滤液各污染因子如表3所示。

表3 扩容后渗滤液主要水质指标

项目名称	pH	COD <sub>Cr</sub>	BOD <sub>5</sub>	SS	氨氮
预测值	6~9	16 000	6 000	400	1 600

注:表中单位除 pH 无量纲外,其余均为 mg/L。

## 2.2 填埋气

### 2.2.1 产量分析

(1) 预测模型的确定。目前多种方法中比较符合实际的数学模型是 Monod 模型,此模型是基于以下假设而建立的,即垃圾在填埋场内的产气速率很快即达到高峰,随后其产气速率以指数规律下降,用公式表示垃圾在第  $t$  年的产气速率即是:

$$G_t = WG_0ke^{-kt}$$

式中:  $G_t$  为第  $t$  年垃圾的产气速率;

$W$  为所填垃圾量;

$G_0$  为单位重量垃圾理论最大产气量;

$K$  为垃圾的产气系数;

$t$  为年份。

对每一天填埋的垃圾来说,其产气过程均遵守上述规律。为简化计算,实际应用中,一般是对每一年的填埋垃圾进行计算,然后对各年的垃圾

产气速率进行叠加即得出各年填埋场总的产气量。

其叠加计算公式可表示如下:

在填埋场封场前

$$G_i = kG_0W_1e^{-ki} + kG_0W_2e^{-k(i-1)} + kG_0W_3e^{-k(i-2)} + \dots + kG_0W_i e^{-k}$$

式中:  $G_i$  为运行第  $i$  年的填埋气体产气量, m<sup>3</sup>/a;

$i$  为自填埋场运行第  $i$  年;

$W_i$  为第  $i$  年的垃圾填埋量。

在填埋场封场后

$$G_i = kG_0W_1e^{-ki} + kG_0W_2e^{-k(i-1)} + kG_0W_3e^{-k(i-2)} + \dots + kG_0W_n e^{-k(i-n+1)}$$

式中:  $G_i$  为运行第  $i$  年的填埋气体产气量, m<sup>3</sup>/a;

$i$  为自填埋场运行第  $i$  年;

$W_i$  为垃圾填埋场最后一年的垃圾填埋量;

$n$  为填埋场终场年限。

(2) 理论产气量计算:生活垃圾理论最大产气量可根据生活垃圾物理成分进行估算。据垃圾来源的分析,扩容项目垃圾的有机物占到 56% (不计塑料),有机物含水率大约 76%。假设有有机物中有机碳含量为 50%,72% 的有机碳转化为填埋气。

计算单位重量的垃圾最大理论产气量为:

$$56\% \times (1-76\%) \times 50\% \times 72\% \times 22.4/12 = 0.090 \text{ (即 } 90 \text{ Nm}^3/\text{t)}$$

根据此模型和该填埋场各年垃圾填埋量可计算各年份的填埋气量,至 2011 年产气量达到峰值,全场排放填埋气量 3 094 m<sup>3</sup>/h。此后逐年降低。

### 2.2.2 垃圾填埋气无组织挥发量

填埋气收集效率能达到约 70%,剩下未收集的 30% 无组织排放。扩容项目建成后,按最大产气量计算,2011 年全场填埋气无组织挥发量达到峰值,为 928 m<sup>3</sup>/h。

### 2.2.3 恶臭气体浓度

根据监测资料,现有工程沼气中 H<sub>2</sub>S、NH<sub>3</sub> 浓度多年夏季监测浓度均值分别为 1.093 mg/m<sup>3</sup>、0.116 mg/m<sup>3</sup>。

### 3 环保措施论证

垃圾填埋场的环境污染防治措施主要包括：防渗措施、渗滤液处理措施、填埋气的导排系统和防爆措施以及防臭措施。环评中应该全面分析环保措施的可行性和有效性。

#### 3.1 渗滤液防治措施

##### 3.1.1 防渗措施

根据《生活垃圾填埋污染控制标准》(GB16889-2008)和《生活垃圾卫生填埋技术规范》(CJJ17-2004)对垃圾填埋场基底和边坡的防渗要求,扩容项目采用高密度聚乙烯膜(HDPE)及土工织物膨润土(GCL)对场底及边坡进行防渗,在运行期间,需要定期检测防渗衬层系统的完整性,当发现防渗衬层系统发生渗漏时,及时采取补救措施;在防渗层上铺设渗滤液导流层,当渗滤液快速排到由渗滤液收集干渠和支渠组成的渗滤液收集系统;为防止垃圾堵塞通道,采取大石在下,小石在上的铺设原则。同时在底部设置渗滤液导排系统,及时排至渗滤液提升泵房内,定期检测导排系统的有效性,保证正常运行,当衬层上的渗滤液深度大于30 cm时,及时采取有效疏导措施排出积存在填埋场内的渗滤液,减少渗入地下、污染地下水的风险。

##### 3.1.2 渗滤液处理工艺

常见的渗滤液处理工艺有如下几种:

(1)UASB工艺: UASB(上流式厌氧污泥床)是一种具有很高处理能力和处理效率的厌氧处理工艺,尤其适用于各种高浓度有机废水的处理。

UASB主要优点是:工艺结构紧凑、处理能力大、运行费用低和投资省。但易受水质水量波动和有害物质的影响而造成效率降低,甚至使其功能失效;仅能适应初期、中期的填埋场渗滤液处理,晚期的渗滤液处理效果差。

(2)膜技术:

①反渗透:该反渗透技术已经应用于渗滤液处理,与生化处理工艺相结合,可以使出水达到严格的排放要求,同时避免了有机污染物的累积。该工艺投资和运行费用较大,一般的填埋场不能承受。

②膜生物反应器(MBR)工艺。是生化反应器和膜分离相结合的高效污水处理系统,用超滤/微

滤替代了常规生化工艺的二沉池,具有污染物去除效率高、反应器容积负荷大、占地少、运行控制更加灵活的特点。且污泥停留时间长,微生物可以降解部分难降解有机物。

③NF(超滤,也称低压反渗透)。该技术操作压力低,节约运行费用、浓液中离子浓度相对较低,减轻电解质在填埋场中的累积。因此,在垃圾渗滤液处理中得到较多应用。

(3)混凝物化法:对于可生化性好的近几年的填埋场渗滤液而言,混凝对COD的去除率较低,通常为10%~25%;而对于长年填埋场的或经生物处理后的渗滤液而言,COD和TOC的去除率相对较高<sup>[4,5]</sup>。在混凝过程中投加助凝剂可改善絮体的沉降性能,但无助于提高浊度的去除率。因此可以考虑用混凝沉淀来处理晚期填埋场的渗滤液,也可以作为一个水质把关环节,用于生化处理工艺的末端。

(4)氨吹脱:卢平等<sup>[6]</sup>在研究中发现,经吹脱预处理后,垃圾渗滤液中氨氮浓度和pH值等参数可基本符合后续生化处理的要求。

渗滤液经氨吹脱后,不仅脱掉了大量的游离氨,还去除了部分COD,对后续生化处理有利<sup>[7]</sup>。可采取渗滤液加热和氨吸收工艺,确保反应效果和解决二次污染问题。氨吹脱工艺在渗滤液工程中已得到广泛应用,是在碳源不足情况下的一个主要的脱氮途径。

渗滤液最终合理去向是环评必须解决的问题,也是对最终渗滤液可能带来的污染风险的最后解读。就目前我国状况而言,卫生填埋场渗滤液的最后去向有以下几种:①回灌蒸发;②与城市污水合并处理后达标排放;③就地处理达标排放;④回用。

该垃圾卫生填埋场扩容项目污水经膜生化反应系统(MBR)处理,然后58%进入纳滤系统,40%进入反渗透系统进一步深化处理,2%的稀污泥直接进入污泥脱水机房进行浓缩脱水后产生的干污泥填埋处理,产生的净水回用或外排。

纳滤系统出水含盐量较高,回用于车辆、设备冲刷、堆体喷洒降尘等,浓缩液进入污泥脱水机房进行浓缩脱水。

反渗透系统出水含盐量较低,回用于绿化及景观用水。反渗透系统的浓缩液采用浸没燃烧工艺进行蒸发浓缩处理,残渣送至填埋区单独处置。

该项目经过处理后的净水达到《城市杂用水水质标准》要求,除冬季外回用于绿化、道路及设备冲洗,不外排。冬季不绿化,外排水同时考虑行业污染物排放标准和地方标准,执行《生活垃圾填埋场污染控制标准》(GB16889-2008)标准及北京市地方标准《水污染物排放标准》(DB11/307-2005)三级标准中较严格限值。

### 3.2 大气污染防治

(1) 填埋气收集。填埋气产生于垃圾发酵过程,以  $\text{CH}_4$  和  $\text{CO}_2$  为主,项目的填埋气采用垂直与水平的结合方式,堆体分五个高差为 10 m 的平台。考虑垃圾及填埋气的腐蚀性、堆体沉降性,填埋气收集及输送管道均采用 HDPE 管。利用集气管将平台集气支管连接至集气干管,再连接至抽气站,形成完整的集气管网,沼气的收集率大于 70%。

(2) 沼气处理利用。沼气收集后用于沼气发电和加热蒸发渗滤液,剩余部分燃烧。沼气发电供场内作业和办公。蒸发渗滤液产生的气体经过密闭的管道和过滤器过滤后进入火炬,进行二次高温燃烧,达到以废治废的目的。由于扩容项目投入使用后,原有堆体仍然继续产生沼气,沼气发电量和蒸发渗滤液用沼气体量不变,进火炬燃烧的沼气体量有所增加。

### 3.3 其他大气污染防治措施

堆体恶臭无组织排放污染主要通过喷洒除臭剂和覆盖控制填埋作业面来控制。坚持每日填埋每日覆盖,2 h 以上不填埋垃圾要临时覆盖防渗膜,严格执行操作规范,实现零暴露。覆盖图可以选用建筑垃圾的筛下物,既可以有效利用填埋空间,其对臭气的吸附性也较好。

控制扬尘污染主要采用经常喷洒、及时清扫、随时覆盖等措施。

## 4 影响预测评价

垃圾卫生填埋场的预测评价主要是恶臭污染影响预测、渗滤液对地下水的影响分析。

按照《环境影响评价技术导则-大气环境》(HJ2.2-2008)要求,首先采用 SCREEN3 估算模式估算出最大落地浓度、占标率和影响范围确定评价等级后预测典型污染物( $\text{H}_2\text{S}$ 、 $\text{NH}_3$ )逐时、逐日以及长期气象条件下在保护目标、网格点的地面质量浓度和评价范围内的最大地面浓度。

地下水影响预测分析需要综合考虑项目所在地的水文地质条件、防渗膜防护能力、地下水的径流方向等因素。

## 5 结语

垃圾卫生填埋场污染物排放情况复杂、波动性强,且在封场后污染物的排放还要持续,不同于一般的建设项目,在环境影响评价的过程中还需要通过仔细的调查分析,进行生态影响预测、封场后评价、公众参与调查和风险防范评价,结合项目所在地及周边环境特征,全面分析垃圾填埋场的经济、社会、环境效益。

### 参考文献:

- [1] 杨红薇,刘丹,徐创军.城市垃圾卫生填埋场渗滤液处理措施可行性论证中应注意的几个问题[J].四川环境,2007,26(3):110~113.
- [2] 高亮.垃圾填埋场环境影响评价中若干问题的探讨[J].能源环境保护,2008,22(6):45~47.
- [3] 苑春晖.生活垃圾卫生填埋场环境影响评价的几个要点[J].内蒙古环境科学,2009,21(3):56~59.
- [4] 胡允良.法国垃圾渗透液的性质及其处理方法[J].上海环境工程,1999,18(1):37~40.
- [5] 蒋建国,陈嫣,邓舟.垃圾渗滤液的混凝处理实验研究[J].上海环境科学,2003,22(7):465~467.
- [6] 卢平,赵虎仁.吹脱-水解酸化-SBR法处理垃圾渗滤液的试验研究[J].干旱环境监测,2003,17(3):173~176.
- [7] 王文斌.吹脱法去除垃圾渗滤液中的氨氮研究[J].环境污染治理技术与设备,2001,5(6):51~53.