

附件 3

# 《生活垃圾填埋场渗滤液 污染防治技术政策》编制说明

(征求意见稿)

《生活垃圾填埋场渗滤液污染防治技术政策》编制组

2012 年 8 月

项目名称:生活垃圾填埋场渗滤液污染防治技术政策

项目统一编号:45.1.3

承担单位: 中国环境科学研究院

参编单位: 城市建设研究院

编制组主要成员: 王琪 刘晶昊 田书磊 陈冰

项目管理负责单位及负责人: 清华大学环境学院 高志永

技术处项目负责人: 刘睿倩

:

## 目 录

<b>1、项目背景</b> .....	<b>14</b>
1.1 任务来源 .....	14
1.2 主要编制过程 .....	14
<b>2、我国生活垃圾填埋渗滤液处理现状</b> .....	<b>15</b>
2.1 我国城市生活垃圾产生及处理处置现状 .....	15
2.2 我国垃圾卫生填埋处理现状 .....	15
2.3 垃圾填埋渗滤液特性及污染现状 .....	16
<b>3、国内外生活垃圾填埋渗滤液管理及处理技术现状</b> .....	<b>17</b>
3.1 国外垃圾渗滤液管理现状 .....	17
3.2 我国垃圾渗滤液管理现状及处理技术发展现状 .....	18
<b>4、《技术政策》必要性、指导思路和原则</b> .....	<b>23</b>
4.1 必要性 .....	23
4.2 基本思路和原则 .....	23
4.3 技术路线 .....	23
<b>4、《技术政策》主要条文释义</b> .....	<b>24</b>
5.1 总则 .....	24
5.2 渗滤液水质水量控制 .....	25
5.3 渗滤液贮存 .....	25
5.4 渗滤液处理与排放 .....	25
5.5 污泥、浓缩液处理及二次污染控制 .....	25
5.6 鼓励研发的新技术 .....	25

## 1、项目背景

### 1.1 任务来源

垃圾渗滤液是一种成分复杂的高浓度有机废水，主要来源于降水、生物降解水和垃圾本身的内含水，如不妥善处理，会造成严重污染生态环境和危害人体健康。近几年来，由于缺乏技术指导、运营成本高、运行监管不严等原因，为追求利益最大化，有些渗滤液运营企业偷排漏排，严重污染了地下水、地表水、土壤，不仅破坏了生态环境，还严重危害了人体健康。

近三十年来，随着我国经济的快速发展，资源环境遭到巨大破坏，环境承载能力急剧下降。为实现“十二五”环境保护目标，改善生态环境，垃圾填埋渗滤液处理面临着巨大压力。一方面，随着人们环保意识日益增强和环境保护标准的提高，要求渗滤液必须达标处理；另一方面，渗滤液成分复杂、处理难度高、处理设施建设投资大、运行成本高，早期建设的处理工艺设施和传统工艺技术已无法达到《生活垃圾填埋场污染控制标准》（16889-2008）要求。因此，制定《生活垃圾填埋渗滤液污染防治技术政策》（以下简称《技术政策》），加强技术指导，减少污染物排放总量，显得尤为重要和迫切。

为加强指导垃圾填埋场渗滤液达标处理，完善环境技术管理体系，环境保护部依据《关于印发2010年度环境技术指导文件申报指南的通知》（环办函[2009]114号），下达了《技术政策》编制任务，中国环境科学研究院作为主编单位，城市建设研究院为参编单位。本技术政策主要以渗滤液处理处置技术的科学研究成果和实践工程经验为依据，并参照《生活垃圾填埋场渗滤液处理工程技术规范》（试行）（HJ564-2010）和《生活垃圾填埋场污染控制标准》（GB16889-2008）的相关要求。

### 1.2 主要编制过程

中国环境科学研究院对《技术政策》的制订高度重视，在接到环境保护部所下达的项目任务后，立即召开会议布置《技术政策》编制任务，会同城市建设研究院成立了包括有领导组、技术组、专家组在内的技术政策编制工作组，按照部里统一要求，制定了详细的工作计划和实施方案。

按照计划进度安排，技术政策编制组首先查阅收集了国内外相关文献、专利，结合我国垃圾渗滤液特点，深入剖析各种工艺关键环节，详细论证了技术政策的指导思路、框架结构，并对北京、广州等几家渗滤液运营单位进行了实地调研。在此基础上，我们编制了《技术政策》初稿，以座谈、专题会议、邮件等多种方式征求了有关设计院、研究院、环保企业和渗滤液运营企业的意见，经对反馈意见的深入研究，修订完善了初稿，最终形成了《技术政策》征求意见稿。

任务下达后，技术政策编制组开展了以下工作：

2010年4月—2010年8月，技术政策编制组搜集国内外相关资料，包括处理工艺、政策标准、技术规范等。重点针对我国垃圾渗滤液高浓度有机物、高氨氮的特性，结合GB16889-2008新的要求，系统评估分析了国内已运营和正在建设的渗滤液处理工艺。

2010年6月，技术政策编制组对北京、广东两省的渗滤液运营单位进行了实地调研。

2010年7月，在国内外资料和技术工艺的调研基础上，技术政策编制组研究提出《技术政策》的指导思路、主要工艺路线，并撰写开题报告和《技术政策》初稿。

2010年8月，由环境保护部科技标准司主持，在北京召开《生活垃圾填埋渗滤液污染防治技术政策》开题报告会。

2010年9月—2011年4月，经对开题报告会专家意见的研究，修订了《技术政策》初稿，并以专家研讨会、邮件等形式多次征求业内有关机构和专家意见，最终形成了《技术政策》征求意见稿。

2011年5月，由环境保护部科技标准司主持，在北京银龙苑宾馆召开全国生活垃圾填埋渗滤液处理技术研讨会，会议邀请了住建部、清华大学、中国环科院、城建院、北京工商大学、北京环卫集团的领导和专家，以及部分企业的技术负责人，共计50余人。与会专家和代表先后做了专题报告，并认真讨论《技术政策》征求意见稿，提出近80条意见。

2011年6月-11月，针对全国垃圾填埋渗滤液处理技术研讨会专家意见，技术政策编制组对《技术政策》征求意见稿逐条研究修订，并先后召开三次专家讨论会。

2012年6月-7月，项目管理单位先后两次组织专家对《技术政策》（征求意见稿）进行论证，项目编制单位认真研究了专家意见，并做出了相应修改。

## 2、我国生活垃圾填埋渗滤液处理现状

### 2.1 我国城市生活垃圾产生及处理处置现状

近三十年来，随着我国经济的快速发展和城市化进程的加快，城市生活垃圾清运量急剧增加。据统计，1979年城市生活垃圾清运量仅为2500万吨，2010年城市生活垃圾清运量为1.58亿吨，比1979年增加了5倍。

目前，我国城市生活垃圾无害化处理处置仍以卫生填埋为主，焚烧处理技术应用发展较快，堆肥处理市场逐渐萎缩。截止2010年底，全国生活垃圾无害化处理厂数达到628座，其中卫生填埋场为498座，占全国79.3%，比2005年增加147座，无害化处理量9598.3万吨，占无害化处理总量77.9%，比2005年增加2741.2万吨；堆肥厂为11座，占全国1.8%，比2005年减少35座，无害化处理量180.8万吨，占无害化处理总量1.5%，比2005年减少164.6万吨；焚烧厂为104座，占16.6%，比2005年增加37座，无害化处理量2316.7万吨，占无害化处理总量18.8%，比2005年增加1525.7万吨。

2010年三种无害化处理方式与2005年对比情况见表1。

表1 2010年与2005年垃圾处理处置情况

年份	垃圾清运量 (万吨)	无害化处理量 (万吨)	填 埋 (万吨)		堆 肥 (万吨)		焚 烧 (万吨)	
			万吨	%	万吨	%	万吨	%
2005年	15576.8	8051.1	6857.1	85.2%	345.4	4.3%	791.0	9.8%
2010年	15733.7	11232.3	8898.6	79.2%	178.8	1.6%	2022.0	18.0%

注：数据均来自中国统计年鉴

### 2.2 我国垃圾卫生填埋处理现状

填埋以其处理量大、方便、处理费用低等特点，在世界范围内被广泛的应用。目前，我国生活垃圾处置技术仍以填埋为主。二十世纪80年代初期，我国生活垃圾处置开始由分散填坑、填沟、堆放向集中处置发展，各城市相继建设了一批生活垃圾集中堆放场，改变了生活垃圾随意堆放的

状况。但是，这些集中堆放场没有采取任何防止二次污染的措施，严重污染了周围环境。卫生填埋是从垃圾露天堆弃和垃圾填坑发展而来的，采用先进的防渗和填埋工程技术，是垃圾处理的一大进步。

随着科技的不断进步和环境保护标准的逐步提高，我国卫生填埋处理技术已取得全面发展，填埋场建设标准也达到了国际先进水平。但由于我国生活垃圾中有机物含量和含水率往往高达50%-60%，导致渗滤液产量大、成分复杂且浓度高、处理难度大，再加上渗滤液处理设施建设一次性投入大、处理成本高，以及运营企业缺乏有效的技术指导，往往出现处理不达标和偷排现象，致使渗滤液污染事件频繁发生。

## 2.3 垃圾填埋渗滤液特性及污染现状

### 2.3.1 渗滤液特性

生活垃圾填埋场渗滤液是一种含有高浓度有机物、高氨氮的废水，其水质水量受填埋场填埋期、气候、降水等因素影响较大。处理不当，将会严重污染地表水、地下水和周围的土壤，对环境和人体健康构成严重威胁。

#### (1) 有机污染物种类繁多、水质复杂

渗滤液中含有大量的有机物，含量较多的有烃类及其衍生物、酸酯类、酮醛类、醇酚类和酰胺类等。广州市环境卫生研究所对广州市大田山填埋场渗滤液中有机物的分析研究表明，渗滤液中含有有机物77种，其中芳烃29种，烷烃、烯炔类18种，酯类5种，醇、酚类6种，酮、醛类4种，酰胺类2种，其他5种。这77种有机物中，可致癌物质1种、辅致癌物质5种，被列入我国环境优先污染物“黑名单”的有机物5种以上。上述77种有机化合物仅占渗滤液中COD的10%左右。

#### (2) 污染物浓度高、变化范围大

通常情况下，渗滤液中COD<sub>Cr</sub>在2000~62000mg/L的范围内，BOD<sub>5</sub>从60~10000mg/L，最高可分别达到90000mg/L和45000mg/L。随着填埋场时间变化及微生物活动的增加，渗滤液中COD<sub>Cr</sub>和BOD<sub>5</sub>的浓度会发生变化。一般规律是垃圾填埋后的0.5~2.5年，渗滤液中BOD<sub>5</sub>的浓度逐步达到高峰，此时BOD<sub>5</sub>多以溶解性为主，BOD<sub>5</sub>/COD<sub>Cr</sub>可达0.5以上。此后，BOD<sub>5</sub>的浓度开始下降，至6~15年填埋场完全稳定时为止，BOD<sub>5</sub>的浓度保持在某一值域范围内，波动很小。COD<sub>Cr</sub>的浓度变化情况同BOD<sub>5</sub>相似，但随着时间的推移，COD<sub>Cr</sub>值降低较BOD<sub>5</sub>缓慢。因此，BOD<sub>5</sub>/COD<sub>Cr</sub>也随着降低，渗滤液可生化性逐渐变弱。

#### (3) 高氨氮

高浓度NH<sub>3</sub>-N填埋场渗滤液中重要水质特征之一，且随着填埋场年数的逐步增加，最高可达3000mg/L。渗滤液中的氮多以氨氮(NH<sub>3</sub>-N)形式存在，约占总氮70%-90%。当NH<sub>3</sub>-N(尤其是游离氨)浓度过高时，会影响生物活性，降低生物处理效果。

#### (4) 重金属污染

渗滤液中含有十多种重金属离子，主要包括Fe、Zn、Cd、Cr、Hg、Mn、Pb、Ni等。生活垃圾中的重金属含量与所在城市的工业化水平和工业废弃物的掺入比例紧密相关。单独填埋时，重金属含量较低，渗滤液中重金属浓度基本与市政污水中重金属的浓度相当；但与工业废物或污泥混埋时，重金属含量会较高。影响渗滤液中重金属含量的另一个因素是酸碱度。在微酸环境下，渗滤液中重金属溶出率偏高，一般在0.5%~5.0%，在水溶液中或中性条件下溶出量较低且趋于稳定。

### 2.3.2 渗滤液污染现状

国外资料报道，目前几乎所有的填埋场废弃物隔层都已发生过渗漏，不仅会渗入土壤和地下水中，而且还直接污染大气。即使发达国家，渗漏现象也时有发生。如美国现有约 86%的填埋场曾经污染过地下水，印度的 Delhi 市日产垃圾量达 900 吨，已成为该市重要污染源，通过对 Yamuna 河水及其附近（距离约 0.5~6km）垃圾填埋场渗滤液采样检测，并选取 PH、COD、SS、硫酸盐、氯化物、氮、重金属等 16 项指标进行分析，结果表明，该河已受到垃圾渗滤液的严重污染。

近年来，我国垃圾渗滤液污染事件呈高发态势。据统计，仅 2010 年我国西安、安徽、福建、广西、深圳等地发生渗滤液污染事件近 10 余起，严重污染了地表水、地下水、土壤和农田，严重危害了人体健康。

## 3、国内外生活垃圾填埋渗滤液管理及处理技术现状

### 3.1 国外垃圾渗滤液管理现状

#### 3.1.1 美国

在美国，填埋场渗滤液处理及排放水平主要系统的法规，如《清洁水法》（Clean Water Act, CWA）要求所有污染物排放到美国规定水体中的点源水污染都必须拥有许可证；联邦规章第 40CFR258.27 规定城市固体废物填埋场（MSWLF）排入地表水的污染物必须遵守 National Pollutant Discharge Elimination System（NPDES）《国家污染物排放消除体系》的相关规定，并对 MSWLF 非点源污染物作了相关限制；美国国家环保局于 1991 年颁布《城市固体废物填埋标准》（MSWLC）要求所有填埋场的运营必须保证不会释放出违反 CWA 的污染物，以保护地表水，允许渗滤液回流（浸出物或者气体凝结物，以液体形式循环回流至填埋场）。

#### 3.1.2 欧盟

2005 年 7 月欧盟颁布的填埋导则也对地下水保护和渗滤液管理做出了规定，并且规定危险废物填埋场渗滤液禁止回灌。同时规定所有的垃圾填埋场都必须达到《地下水指令》（Groundwater Directive）的基本要求，除非填埋场没有任何潜在危害，否则渗滤液都要予以收集、处理并达到合适的标准。其中也规定渗滤液都要予以收集，并处理达到合适的标准后排放。

#### 3.1.3 英国

英国环境机构根据欧盟指令制定了填埋场渗滤液处理的技术导则。该导则详细介绍了排放到下水道和地表水之前，所采用的渗滤液处理技术及其效果。该导则建议采用“技术的最佳组合”来实现关键物质达到可以达到的排放浓度和排放速率。

#### 3.1.4 澳大利亚

澳大利亚塔斯马尼亚州填埋导则对填埋场的渗滤液管理提出渗滤液可以在填埋场内回用或回灌以促进降解，也可以经处理或不处理直接排入污水厂。在排入污水厂之前，必须要达到一定的标准。

#### 3.1.5 欧盟各国填埋场渗滤液管理运行的实践

奥地利：渗滤液通过污水管道排入污水处理厂。

比利时：渗滤液通过物理化学反应预处理后，排入污水处理厂。受污染的地表径流直接排入污水处理厂，未污染的径流收集起来再用。

丹麦：所有渗滤液经过现场去除重金属以后，排入附近城市污水处理厂。

芬兰：所有污水送入废物处理中心处理，然后排入调蓄池，最后导入城市污水处理厂。

法国：渗滤液存放于装有曝气装置的集水池里曝气以后，排入污水厂进行负压蒸发)和反渗透处理。

德国：一部分渗滤液在填埋场回灌至暂未进行覆盖的区域内，剩余部分经曝气池和沉淀池处理后，进行回灌或排入污水处理厂。

爱尔兰：渗滤液循环回灌，或罐装运至当地污水处理厂。

意大利：渗滤液储存于罐体中（由强化纤维玻璃，以及第 2 层为强化水泥制成）运至污水处理厂。

卢森堡：渗滤液在现场处理厂（由调蓄池和好氧 SBR 组成）处理以后，排入公共污水处理厂。

荷兰：渗滤液通过一个连续的活性污泥系统处理。

葡萄牙：渗滤液经絮凝和中和处理以后，排入污水处理厂。

西班牙：渗滤液首先经过过滤和调节 pH 以后，然后又经过三段反渗透处理，最后，出水脱臭并泵入循环水储蓄塘。

瑞典：渗滤液排入当地污水处理厂处理。

英国：所有的渗滤液在现场通过人工湿地系统处理，再排入公共污水厂合并处理，或进行深度处理后直接排放。

### 3.2 我国垃圾渗滤液管理现状及处理技术发展现状

#### 3.2.1 我国垃圾渗滤液处理技术发展历程

受到经济发展水平的限制，我国卫生填埋起步较晚，真正意义上的卫生填埋场从 20 世纪 80 年代末才开始建设。渗滤液处理厂的建设就更晚，从时间上看，渗滤液的处理经历了三个阶段。

##### （1）第一阶段

此阶段主要为 90 年代初期，其处理工艺主要参照城市污水的处理方法，如好氧生物法等，因没有考虑到渗滤液水质特性，因此都存在不能稳定运行的状况，出水不能稳定达标，这个时期的代表性的工程实例有杭州天子岭的两段活性污泥法、北京阿苏卫的厌氧+好氧法。

##### （2）第二阶段

90 年代中后期，研究人员开始针对渗滤液的特殊水质，如高浓度的氨氮、高浓度的有机物等，采用脱氮、厌氧、好氧相结合的处理工艺，运行效果良好。代表性的工程实例有深圳下坪、香港新界西等。

##### （3）第三阶段

2000 年以后，由于经济的飞速发展，新建的渗滤液处理厂一般远离城区，渗滤液没有条件排入城市污水管网，因此处理要求也相应提高，一般需要处理到二级甚至一级排放标准。此时的渗滤液若仅靠生物处理无法达到处理要求，一般采取生物处理+深度处理的方法。代表性的工程实例有广州新丰、重庆长胜桥等。尤其是 2008 年 7 月 1 日起执行的《生活垃圾填埋场污染控制》（GB16889-2008），对现有和新建的垃圾场渗滤液排放标准较 GB16889-1997 更为严格，这对今后的垃圾渗滤液处理工艺提出了新的挑战。

#### 3.2.2 垃圾填埋渗滤液处理技术

渗滤液处理技术一般可分为生物技术（厌氧、好氧等）、物化技术（絮凝、沉淀、氧化、吸附、吹脱、膜处理等）和土地法（主要包括回灌、人工湿地），以下简要介绍几种常用技术：

### 3.2.2.1 生物技术

#### (1) 厌氧生物处理

厌氧生物处理应用已有近百年的历史。但直到近 20 年来，随着微生物学、生物化学等学科发展和工程实践的积累，不断开发出新的厌氧处理工艺，克服了传统工艺的水力停留时间长，有机负荷低等特点，才使其在理论和实践上有了很大进步，在处理高浓度( $BOD_5 \geq 2000\text{mg/L}$ )有机废水方面取得了良好效果。

厌氧生物处理有许多优点，最主要的是能耗少，操作简单，因此投资及运行费用低，而且由于产生的剩余污泥量少，所需的营养物质也少，如其  $BOD_5:P$  只需为 4000:1，虽然渗滤液中 P 的含量通常少于  $1\text{mg/L}$ ，但仍能满足微生物对 P 的要求。采用常规的厌氧消化 ( $35^\circ\text{C}$ 、负荷为  $1\text{kgCOD}/(\text{m}^3\cdot\text{d})$ ，停留时间 10d)，渗滤液中 COD 去除率可达 90%。

近年来，开发的厌氧生物处理方法包括：厌氧生物滤池、厌氧接触池、上流式厌氧污泥床反应器及分段厌氧消化等。

#### (2) 好氧生物处理

好氧生物处理作为主要处理单元，生物处理的运行成本较低，并会使后续处理简化，运行经济。生物处理尤其适用于处理填埋场正从酸性阶段向产甲烷阶段过渡的渗滤液。

渗滤液中可生物降解的成分在填埋场内部就已经完成了初步降解，包括部分 COD (填埋场在产甲烷阶段约 50%~75%，酸性阶段约 70%~90%) 和含氮化合物。几乎所有的硝化反应与反硝化反应都可用来处理渗滤液。为确定合适的处理方式，有必要考虑占地和相应的深度处理措施。

好氧生物处理方法有：传统活性污泥法、曝气稳定塘、生物膜法、SBR 和 MBR 等工艺。

### 3.2.2.2 物化技术

物化法一般是作为生物处理的预处理工艺，以减轻生物处理的负荷；或作为水处理的后续保证工艺，以确保最后出水水质到达设计要求。物化法常见于渗滤液的预处理中，常与其他方法联合使用，很少单独使用。与生物法相比，物化法不受渗滤液水质水量的影响，系统运行比较可靠，出水水质比较稳定，尤其对  $BOD_5/COD$  比值较小 (0.07~0.20) 的可生化性差的渗滤液具有较好的处理效果，但处理成本高，在投资费用和运行费用上分别比生物处理过程要高出 5~10 倍和 3~10 倍，不适于大量渗滤液的处理。在实际应用中一般与其他方法结合起来，作为垃圾渗滤液的预处理或后续处理设施。

目前，渗滤液处理采用的物化法主要有混凝沉淀、活性炭吸附、化学氧化、蒸发、吹脱等方法。

#### (1) 化学氧化

在经过生物处理后，渗滤液仍然含有不可降解的 COD，其中一些还具有毒性 (AOX)。强氧化剂能够去除或部分转换成可生物降解的化合物。重金属、盐并不受化学氧化作用的影响。氧化剂可选用臭氧和过氧化氢，因为他们氧化能力强、分解产物没有副作用他们可以一起使用，也可以分开使用或与 UV-排放物结合使用。

通过紫外线辐射提高臭氧 ( $O_3$ ) 或过氧化氢 ( $H_2O_2$ ) 的化学氧化作用主要目的是用来制备饮用水，但也大量地应用于渗滤液处理。通过这种方式，不仅能够轻易地把可生物降解的成分以及水中所含的有机污染物转换成二氧化碳和水或转换成低分子中间体化合物 (碳酸)，使渗滤液更适合于生物降解和沉淀，但这一过程成本较高。

## (2) 混凝沉淀

混凝沉淀是水处理的一个重要方法，主要用来去除水中小型的悬浮物和胶体。在垃圾渗滤液单独出来的技术与方法中，混凝沉淀方法比较常见，它主要用于渗滤液中悬浮物、不溶性 COD、脱色以及重金属的去除，对氨氮也有一定的去除效果。

## (3) 膜处理

膜处理是在压力差作用下根据膜孔径的大小进行筛分的分离过程。在一定压力差作用下，当含有高分子溶质和低分子的混合溶液流过膜表面时，溶剂和小于膜孔的低分子溶质（如无机盐类）透过膜，作为透过液被收集起来，而大于膜孔的高分子溶质（如有机胶体等）则被截留，作为浓缩液被回收，从而达到溶液的净化、分离和浓缩的目的。

近几年膜处理技术在国内垃圾渗滤液的处理方面发展较快，通常采用的膜技术包括微滤、超滤、纳滤和反渗透。

## (4) 活性炭吸附

活性炭吸附主要用来除臭、去色、重金属、以及难生物降解有机物，尤其对直径在  $10^{-8}\sim 10^{-5}\text{cm}$  或相对分子质量在 400 以下的低分子溶解性有机物的吸附性较好，但对极性较强的低分子化合物及腐植酸类高分子有机物的吸附能力较差。

## (5) 蒸发

高效蒸发是渗滤液处理的一种新技术。蒸发一般是指在一定的温度和压力下，把溶液混合物中的相对易挥发性组分分离出去的过程。在对渗滤液运用蒸发进行处理时，对渗滤液在一定压力下加热到水能蒸发的温度，由于重金属、无机物以及渗滤液中的大部分有机物（特别是大分子有机物）的挥发性比水弱，会残存在的浓缩液中，而挥发性有机酸、部分挥发性小分子烃、氨等污染物会进入蒸汽最后冷凝下来。蒸发过程中会有氨等挥发性气体排出、以及冷凝水中含有较多的氨，均需经过处理达标后方可排放。

## (6) 吹脱

渗滤液之所以难处理，不仅因为它含有不可生化降解的高浓度有机物，同时还含有高浓度  $\text{NH}_3\text{-N}$ ，渗滤液中高浓度氨氮的去除已成为比较棘手的问题。目前，常用的脱氨方法有生物法、离子交换法、活性炭吸附以及吹脱法等。吹脱法用于吹脱水中溶解气体和某些挥发物质，常作为生化处理的前处理方法。即将气体（载气）通入水中，使之相互充分接触，将水中溶解性气体和挥发性溶质穿过气液界面，向气相转移，从而达到去除污染物的目的。常用载体为空气和水蒸气，前者称为吹脱，后者称为汽提。目前，氨吹脱的主要形式有曝气池、吹脱塔和精馏塔。国内使用较多的是前两种形式，曝气池吹脱法由于气液接触面积小，吹脱效率较低，不适用于高氨氮渗滤液处理，吹脱塔的效率虽然较高，但具有投资运行成本较高，脱氨尾气难以治理的缺点。采用汽提的方式虽然可以较好地解决氨氮去除问题，但由于需要提高渗滤液的水温，其处理成本仍然较高。

因此，新型高效的吹脱装置的开发和脱氨尾气的妥善处置成为今后研究的方向。设计单位、运营单位应审慎采用上述吹脱技术。

### 3.2.2.3 土地处理技术

土地处理技术主要包括氧化塘和人工湿地。氧化塘来源于美国，是利用水塘天然自净能力处理生活污水的方法。上世纪九十年代，氧化塘技术引进至中国，处理效果有限。主要是我国生活污水

浓度较高，而土地较少，很少能满足氧化塘需要的大面积、低负荷的要求。

人工湿地也是近年来兴起的污水处理方式，水深比氧化塘要浅，处理负荷很低，仅仅起到辅助改善水质的作用。

土地处理通常作为污水处理主工艺的补充工艺，不能直接处理渗滤液。

### 3.2.3 渗滤液处理技术选择

垃圾渗滤液作为一种高浓度的有机废水，主要特点是 COD 和 BOD 浓度高、氨氮高、难降解有机物种类多、盐分高，重金属离子多，可生化性差，水质不稳定等。因此，渗滤液处理工艺的选择就有相当的难度。实际上没有工艺适用于所有填埋场和填埋场所有时期的渗滤液处理。随着填埋场运行时间的增长，渗滤液水质的变化，需要增加臭氧氧化等工艺处理可生化性变差的渗滤液。所以单一的处理工艺很难满足处理如此复杂的垃圾渗滤液，常需要根据实际情况，将上述各种工艺组合，以获得较好的处理效果和经济性。目前通常采用“预处理+生物处理+深度处理”、“生物处理+深度处理”或“预处理+深度处理”组合工艺。

#### 3.2.3.1 预处理技术

预处理技术主要采用物理化学方法去除渗滤液中的悬浮物、漂浮物、重金属离子、色度、氨氮以及 COD 或分解难降解有机污染物，为后续处理提供有利条件。渗滤液预处理工艺可采用吸附、化学沉淀以及化学氧化等技术。

#### 3.2.3.2 生物处理技术

生物处理技术包括厌氧生和好氧生物处理技术。厌氧生物处理技术通常适用于填埋场年龄大于 5 年或 BOD<sub>5</sub> 大于 1000mg/L 的渗滤液，可采用上流式厌氧污泥床法（UASB）等成熟处理技术。厌氧处理设施应设置沼气回收或安全燃烧装置。

好氧生物处理技术通常适用于填埋场年龄小于 5 年、BOD<sub>5</sub>/COD 不小于 0.5 的中、低浓度渗滤液，可采用活性污泥法或生物膜法等处理技术。

#### 3.2.3.3 深度处理技术

深度处理技术主要包括纳滤、反渗透等膜处理技术和机械压缩蒸发、高级化学氧化等技术。

#### 3.2.3.4 典型工艺流程介绍

（1）流程一：MBR + 纳滤或反渗透

##### ① 工艺描述

MBR 主要由反硝化池、硝化池及膜分离池组成，内置 MBR 膜组件，宜采用板式、中空纤维式微滤，外置式 MBR 膜组件宜采用管式超滤。

根据进水水质和排放要求选择纳滤或反渗透，也可选择两者串联。

##### ② 工艺特点

纳滤或反渗透系统对进水水质要求不高，板式、中空纤维截留率低于超滤，但是其具有能耗低的优点，适用于内置式 MBR 系统；管式超滤膜具有孔径小、截留率高、清洗方便等优点，不足之处是能耗高。

##### ③ 适用范围

本工艺适用于处理可生化性好的渗滤液，如填埋初期、中期渗滤液。出水可以达到《生活垃圾填埋场污染控制标准》（16889-2008）表 2 的要求。

## (2) 流程二：厌氧生物处理 + MBR + 纳滤或反渗透

### ① 工艺描述

此流程较流程一增加了厌氧生物处理工艺段，渗滤液进入厌氧反应器，在酸化细菌的作用下，难溶或大分子有机物水解酸化，生成小分子物质，进而被产甲烷菌利用生成甲烷、二氧化碳等气体，从而去除有机污染物；厌氧出水进入后续的处理工段。厌氧生物反应器需根据进水水质进行选择，通常采用的为升流式厌氧反应器。根据进水水质和排放要求选择纳滤或反渗透，也可选择两者串联。

### ② 工艺特点

此工艺流程中含有厌氧生物处理工艺和 MBR 工艺，运行费用相对较低，对于处理可生化性好的高浓度渗滤液具有较大优势。

### ③ 适用范围

本工艺适合处理浓度较高、可生化性好、碳氮比高的渗滤液。出水可以达到《生活垃圾填埋场污染控制标准》（GB16889-2008）表 2 的要求。

## (3) 流程三：预处理 + 两级碟管式反渗透 (DT-RO)

### ① 工艺描述

以碟管式膜片膜柱处理高浓度污水的膜处理技术，简称 DT-RO。

使用两级 DT-RO 膜组件，第二级 DT-RO 膜系统用于对第一级 DT-RO 膜系统透过液的进一步处理，第二级膜柱浓缩液排向第一级系统的进水端，以提高系统的回收率，第一级膜柱浓缩液则排入浓缩液储罐。

### ② 工艺特点

两级 DTRO 具有较高的去除率，通常渗滤液在经过两级 DTRO 处理后可达到《生活垃圾填埋场污染控制标准》（GB16889-2008）表 2 的排放限值要求。

### ③ 适用范围

本工艺适用于可生化性较差的封场后渗滤液，具有流程简单有效的特点。出水可以满足《生活垃圾填埋场污染控制标准》（GB16889-2008）表 2 的排放限值要求。

### 3.3.4 渗滤液处理工艺发展趋势

(1) 垃圾渗滤液具有成分复杂，水质水量变化巨大，有机物和氨氮浓度高，微生物营养元素比例失调等特点，因此在选择垃圾渗滤液生物处理工艺时，必须详细测定垃圾渗滤液的各种成分，分析其特点，采用相应的处理工艺。还应通过小试和中试，取得可靠优化的工艺参数，以获得理想的处理效果。

(2) 多种方法应用于渗滤液的处理是可行的。生物膜法和活性污泥法有成熟的运行管理经验，近年来采用组合厌氧—好氧工艺生物处理渗滤液的项目较多。

(3) 对垃圾填埋场渗滤液进行处理的同时，更重要的是减少渗滤液产生量。鼓励发展可减少渗滤液产生量的填埋技术，如好氧填埋或准好氧填埋。

(4) 高浓度氨氮处理技术，目前应用较多的主要有氨吹脱和生物脱氨技术。氨吹脱技术大多用空气为吹脱介质，使用吹脱设备吹脱的方式。但是吹脱具有效率低、消耗大量酸碱、尾气污染的缺点。新型高效吹脱装置的开发，脱氨尾气的妥善处理成为了今后研究的方向。除了氨吹脱的方法脱

氨以外，生物脱氮也是一种经济、有效的脱氮方式。但传统理论认为：氨氮的去除是通过硝化和反硝化两个相互独立的过程实现的；硝化过程需要大量的氧气，而反硝化过程则需要一定的碳源。渗滤液氨氮浓度很高，C/N 值较低，无法通过单一的生物脱氮方式解决渗滤液的脱氮问题。目前对生物脱氮技术又有了很多新的认识，如好氧反硝化、同步硝化反硝化、厌氧氨氧化、短程硝化反硝化等，这些技术具有需氧量低、能耗低、负荷高、对碳源碱度需求低等优点，是未来的技术发展方向。

(5) 对于“老龄化”渗滤液，生物处理基本无效，因此，必须采用以物化为主的深度处理技术处理。深度处理技术主要包括深度氧化法，如臭氧氧化、臭氧+光催化氧化、臭氧催化氧化，以及膜处理技术等。由于高级的处理技术意味着较高的投资和运行费用，如何找到一种廉价的处理方式，成为人们关注的问题。

(6) 人工湿地处理技术由于具有建设和运行成本低、设备简单、易于维护等优点，在近几年得到了一定应用。人工湿地系统对于处理老化渗滤液具有较好的效果，因此也可作为渗滤液深度处理的方法，对于有地方建造湿地的填埋场应予考虑。

#### **4、《技术政策》必要性、指导思路和原则**

##### **4.1 必要性**

我国于二十世纪八十年代中后期，开始建设卫生填埋场，已有多座卫生填埋场建成并投入使用。垃圾填埋处理仍是我国生活垃圾处理的一种主要方式，并且在今后相当长的时间内将占垃圾处理的主导地位。而垃圾填埋渗滤液的组分复杂，污染物浓度高、色度大、毒性强，不仅含有大量有机污染物，还含有各类重金属污染物，是环境污染的大户。以保护环境为目的，对垃圾填埋渗滤液进行处理是必不可少的，垃圾渗滤液处理的水平是衡量一个填埋场的建设水平的关键。垃圾填埋处理行业作为我国环保产业诸多领域内的一个子行业，随着我国环境保护力度的进一步加大以及环保产业市场化改革的深入，需要对其产业调整相关的法规、政策及行政条例等规定进一步细化和明确，以使其实施过程更具有可操作性；需要有一部适合行业特点、控制指标与技术内容更为细化适用的行业污染排放防治技术政策。制定垃圾填埋渗滤液处理与污染防治技术政策已势在必行。

##### **4.2 基本思路和原则**

###### **4.2.1 基本思路**

以环境安全和人体健康为目的，以污染治理为重点，加强源头减量和过程控制，强化科技支撑作用，鼓励新技术与装备的研发应用，鼓励资源循环利用，加强监管，规范运营，引导企业先进成熟适用技术，全面防范垃圾渗滤液污染。

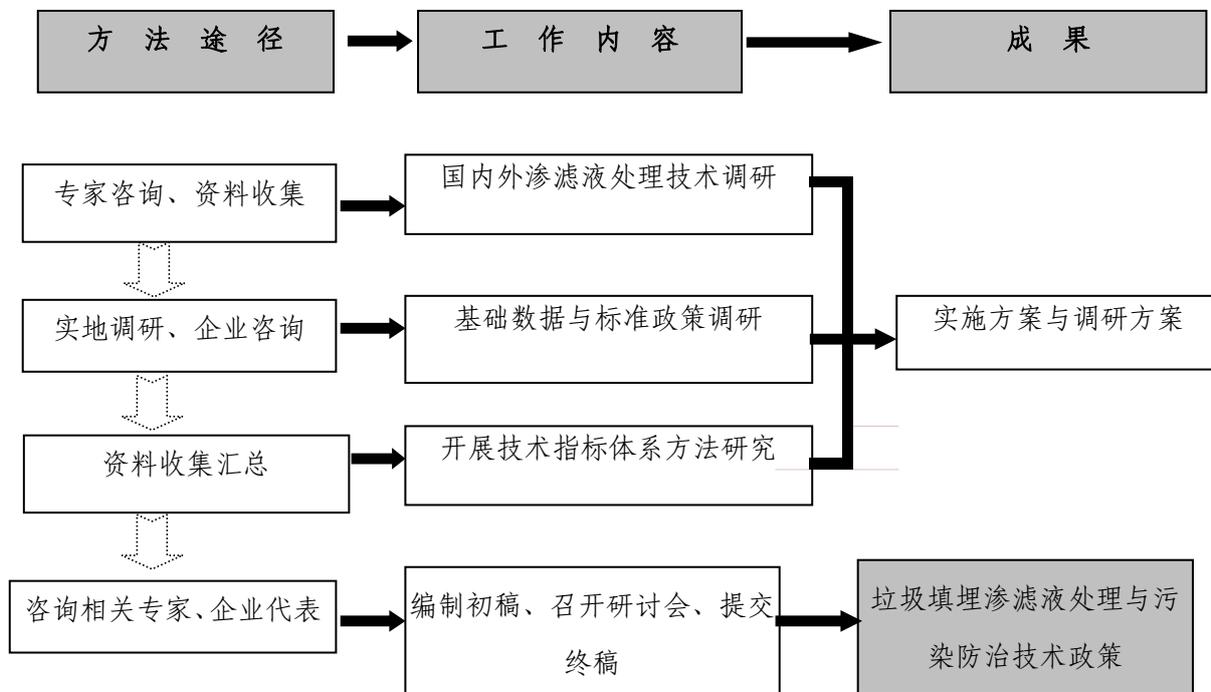
###### **4.2.2 编制原则**

- (1) 有利于保护生活环境、生态环境和人体健康；
- (2) 认真贯彻国家相关政策，满足排放标准要求；
- (3) 源头减量、过程控制、末端治理相结合；
- (4) 技术措施与管理措施相结合；
- (5) 实用性与经济性相结合；
- (6) 有利于促进科技发展，与经济、技术发展水平相适应。

##### **4.3 技术路线**

以源头减量、过程控制、末端治理为主线，通过考察和借鉴国外先进技术和政策导向，结合国内外垃圾渗滤液处理工程实际经验，归纳总结我国垃圾渗滤液处理工程的经验和教训；通过借鉴和吸收国内外垃圾渗滤液处理工程设计、建设和运行中成熟的经验和技能，编制符合我国国情的垃圾渗滤液处理与污染防治技术政策，使我国的垃圾渗滤液处理工程技术水平和国际先进水平接轨。

项目实施的技术路线如图所示。



项目的技术路线

## 5、《技术政策》主要条文释义

### 5.1 总则

介绍《技术政策》的目的意义、法律依据和适用范围，阐明了生活垃圾填埋场渗滤液污染防治技术路线的基本原则和要求。

其中，第二条“本技术政策供各有关单位在管理、设计、建设、生产、科研等工作中参照采用；本技术政策适用于生活垃圾填埋场渗滤液的产生、收集、存储、处理和排放的全过程管理。”对本技术政策进行了定位的同时，也对编制内容做了限定，即本政策不仅包括渗滤液收集、存储、处理和达标排放，还涉及了渗滤液的产生。

第五条“渗滤液处理以优先保障环境安全和人体健康为目的，遵循源头减量、过程控制与末端治理相结合；技术措施与管理措施相结合；实用性与经济性相结合的原则”，明确指出本技术政策的所有技术措施和管理措施都是基于“环境安全和人体健康”基础上。

第六条“到2015年末，全国生活垃圾填埋场渗滤液处理设施配套建设率应达到100%，处理能力应能满足填埋场所产生渗滤液的处理要求，处理后渗滤液应达标排放或回用。”对渗滤液处理设施配套建设和达标排放情况作了详细规定，是因为《生活垃圾填埋场污染控制标准》GB16889-2008明确提出“2011年7月1日起，现有全部生活垃圾填埋场应自行处理生活垃圾渗滤液并执行表2规定的水污染排放浓度限值”，因此，在本《技术政策》中提出设施配套建设率应达到100%，且考虑到

我国目前渗滤液处理设施运行效果不佳的现状。为进一步保证任务完成，考虑改建设施可能存在的各种问题，年限设定到 2015 年末。

## 5.2 渗滤液水质水量控制

我国生活垃圾中有机物含量约为 45%-55%，实施垃圾分类措施，限制有机垃圾进入填埋场的总量和比例，将有利于减少渗滤液的产生量，提高生活垃圾处理设施的处理效率。

在我国南方，雨水充沛的地方，造成渗滤液产生量大增。在生活垃圾填埋场设置雨水集排水系统，做好雨污分流，采用填埋作业面控制技术，将会减少渗滤液处理设施的负担。

鼓励建设规模小于 500 万 m<sup>3</sup> 填埋场采用准好氧或好氧填埋作业方式，准好氧卫生填埋扩大了排水和导气空间，兼作通风通道，扩大填埋层的好氧区域，加速有机物的分解。有利于渗滤液水质的改善和填埋场早期稳定化。

## 5.3 渗滤液贮存

为了保证渗滤液处理站有稳定的进水水质和进水流量，填埋场应设立渗滤液调节池，来缓解渗滤液产生的水质和水量变化。调节池容积宜容纳 3 个月的渗滤液产生量确定，是根据生物处理设施冬天停止运行时，其产生的渗滤液进入调节池，待温度高于 5℃ 时再次运行生物处理设施。

## 5.4 渗滤液处理与排放

根据渗滤液体具体水质选择不同的处理工艺流程，一般流程为“预处理—生物处理—深度处理和后处理”如“吹脱—复合生物反应器—催化氧化—反渗透”、“UASB—MBR—NF”等；可生化性较差的中后期渗滤液体也可直接用“预处理—深度处理和后处理”工艺流程如“调节池—两级碟管式反渗透（DTRO）”、“水解酸化—两级碟管式反渗透（DTRO）”等；水质悬浮物较少或生化性较好的水质也可直接选用“生物处理—深度处理和后处理”的工艺流程如“MBR—NF/RO”等。

“在降水量较少的地区，考虑自然条件（如气候、地形等）的基础上，可采用科学回灌处理。”科学的渗滤液回灌措施可加速垃圾填埋场中总污染符合的降解速率，加速垃圾填埋场稳定化进程，并可以通过蒸发和蒸腾作用达到渗滤液减量化的目的。

## 5.5 污泥、浓缩液处理及二次污染控制

相对城市污水处理厂，渗滤液处理产生的污泥量较小，在考虑经济效益和环境安全的前提，渗滤液产生的污泥应与污水处理厂污泥协同处理。

为达到《生活垃圾填埋场污染控制标准》（GB16889-2008），渗滤液通常在生物处理之后，须利用膜分离技术才能确保出水达到排放标准。而膜法处理要产生大量的浓缩液。浓缩液若外排或送入污水处理处理，渗滤液处置设施便失去意义，同时也增加了环境污染风险。因此，建议浓缩液采用蒸发浓缩、焚烧等处理技术。

## 5.6 鼓励研发的新技术

开发高效重金属去除技术。《生活垃圾填埋场污染控制标准》（GB16889-2008）对重金属提出了去除要求，但目前针对垃圾渗滤液中重金属的成熟处理技术还十分缺乏，有待开发。

开发高效低耗氨氮去除技术与装备。渗滤液中的氮多以氨氮形式存在，约占总氮 70%-90%。渗滤液中氨氮的含量一般在 1 000 ~ 3 000 mg·L<sup>-1</sup>，随着填埋年数的增加而增加。高浓度氨氮可导致渗滤液碳氮磷营养比例失调，抑制生物降解作用，不利于生物处理。目前应用较多的主要有氨吹脱和生物脱氨技术。氨吹脱技术大多用空气为吹脱介质，使用吹脱设备吹脱的方式。但是吹脱具有效率

低、消耗大量酸碱、尾气污染空气的缺点。新型高效吹脱装置的开发，脱氨尾气的妥善处理成为了今后研究的方向。

开发经济安全的浓缩液处理技术。浓缩液是垃圾渗滤液在超滤/纳滤/反渗透工艺过程中产生的高浓度废水，现有技术水平主要将其回灌、蒸发浓缩或焚烧。回灌可以利用填埋场复杂的生物体系有效去除浓缩液中有机物，但盐分和重金属的累积将会严重影响后续处理工艺去除效率，增加经济成本；而焚烧同样存在经济成本问题。蒸发浓缩可以大量减少浓缩液量，但其受地域和自然气候影响，同时，蒸发浓缩后的渗滤液仍需进一步处理。因此，迫切需要开发高效低耗实用的浓缩液处理处置技术与装备。