

一、项目背景

1.1 任务来源

1997 年《生活垃圾填埋污染控制标准》(GB 16889-1997)(以下简称“GB 16889-1997”)的颁布实施,是我国生活垃圾填埋场发展史上的一次历史性事件,它标志着我国生活垃圾填埋场的标准化建设与规范化管理进入了新时代。为适应新时期环境保护要求,强化填埋场环境风险防控,原环境保护部于 2008 年 4 月 2 日修订发布了《生活垃圾填埋场污染控制标准》(GB 16889-2008)(以下简称“GB 16889-2008”)。该标准于 2008 年 7 月 1 日起正式实施,对 GB 16889-1997 中的填埋场选址、防渗、入场废物要求、污染物排放控制等内容进行了修订和细化。GB 16889-2008 的实施,为我国建设标准化、规范化和国际化的填埋场起到了积极的指导和推动作用,为填埋场的环境污染防治与科学管理提供了有力支撑。

GB 16889-2008 已经发布实施十余年,随着国民经济的快速发展和城市化进程的不断推进,生活垃圾填埋场的建设速度也大大增加,生活垃圾填埋场的环境无害化运行成为环境监管的重点工作。然而现行标准在设计、建设和运行阶段相继暴露出了一些问题,如渗漏风险高、渗滤液不能稳定达标排放。在此情况下,生态环境部固体废物与化学品司于 2019 年下达了《生活垃圾填埋场污染控制标准》(GB 16889-2008)的修订任务,由中国环境科学研究院承担该标准的修订编制工作。

1.2 工作过程

2019 年 4 月标准修订任务下达后,中国环境科学研究院组建了由同济大学、清华大学、中国城市建设研究院有限公司、中国矿业大学(北京)等单位参加的标准修订编制组,对现行标准的主要问题进行了系统梳理,初步确定了标准修订的主要目标和下一步工作方案。编制组针对主要发达国家生活垃圾填埋环境管理体系进行研究,对国内外生活垃圾填埋的相关标准、规范、技术文件的变化情况进行广泛调研,全面掌握了背景信息。同时,基于我院前期开展的《生活垃圾填埋场污染控制标准》(GB 16889-2008)实施评估工作,掌握了我国生活垃圾填埋环境管理风险节点以及出现的新问题。编制组还通过开展国内生活垃圾填埋场现场调研,对 GB 16889-2008 中的设计、施工、运行阶段提出关键修改建议,完善生活垃圾填埋环境无害化管理标准体系。2020 年 1 月,标准开题报告通过了论证,同时征求意见稿通过了技术审查,编制组根据审查意见进一步修改完善,提交了《生活垃圾填埋场污染控制标准》(征求意见稿)和编制说明。

二、拟修订标准的基本情况

相对于 GB 16889-1997, GB 16889-2008 增加了防渗层的结构、材料性能、渗漏检测层、防渗层渗漏检测系统以及渗透系数测定方法等条款,并对天然粘土防渗衬层、单层/双层人工合成材料防渗衬层的厚度、防渗系数和材料进行了详细规定,GB 16889-2008 的实施主要

起到以下几个作用。

1、填埋场防渗层的铺设有效防范了渗滤液渗漏对地下水和土壤的环境污染。渗滤液是填埋场重点防控的污染物，其主要污染途径为通过填埋场防渗层的渗漏进入土壤和地下水中，从而造成污染。GB 16889-2008 首次明确并提出填埋场防渗层设计、施工要求以及防渗层渗漏检测要求。

2、提升渗滤液达标排放要求，大力推动渗滤液处理技术的进步与创新，大幅削减了渗滤液污染物总量，有效降低了渗滤液污染风险。GB 16889-2008 增加了填埋场应建设渗滤液监测井、渗滤液调节池和雨污分流等系统，并明确提出填埋场应建设渗滤液处理设施、垃圾转运站应设置渗滤液收集和贮存设施等要求。在提高渗滤液排放限值的同时，还增加了总氮、总磷、总汞、总铬等 9 种污染物指标。另外，明确出自 2011 年 7 月 1 日起，全部填埋场的渗滤液应自行处理，不得进入城市污水处理厂协同处置。

3、填埋气收集与处置利用的环境和社会效益显著，推进了我国填埋气在清洁发展机制（CDM）上的应用，有效促进了温室气体减排。GB 16889-2008 进一步明确了填埋气利用处置要求，规定设计填埋量大于 250 万吨的填埋场应建设甲烷利用设施或火炬燃烧设施，并明确填埋场运行期和封场后均应对填埋气进行导出和利用处置。

4、破解焚烧飞灰无法处置的困境。GB 16889-2008 提出了焚烧飞灰进入生活垃圾填埋场处置的入场要求。极大降低了焚烧飞灰的处置成本，有利于促进焚烧行业的健康发展。

综上，GB 16889-2008 的实施促进了我国生活垃圾填埋场的规范化建设、运营与监督管理，有效降低了填埋场的环境风险。

三、我国生活垃圾填埋与环境管理现状

3.1 城市生活垃圾填埋场

3.1.1 填埋场现状

由图 3.1 和表 3.1 可知，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。2006 年我国生活垃圾填埋处置量为 6408 万吨，占无害化处理量 7873 万吨的 81.39%。2017 年，我国生活垃圾填埋量增至 1.20 亿吨，占比却下降至 57.23%，填埋处置占比的降低主要归结于焚烧处理技术的大力推广应用。2019 年，我国生活垃圾焚烧处置量首次超过填埋处置量。

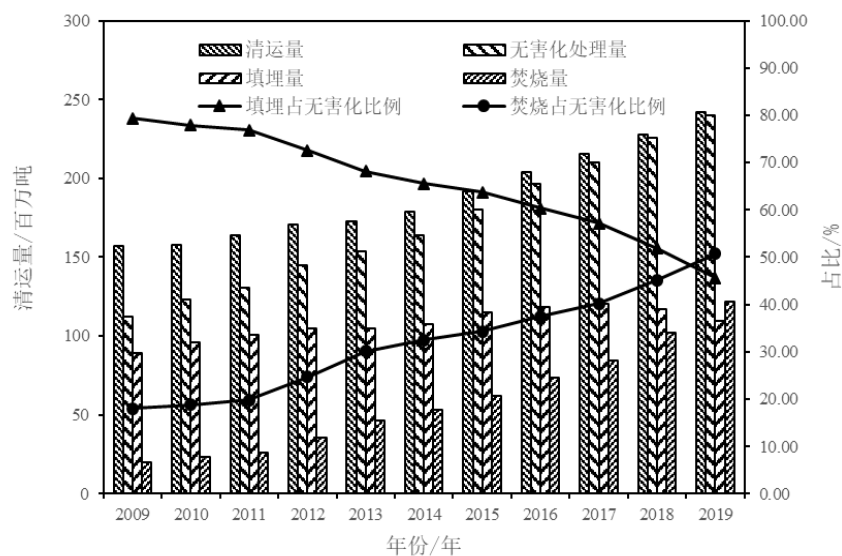


图 3.1 2009 年至 2019 年城市生活垃圾不同无害化处置技术处置量及所占比例

表 3.1 我国城市生活垃圾填埋发展趋势与状况（2006 年~2019 年）*

项目类别	垃圾清运量（万吨）	无害化处理量（万吨）	填埋场（座）	焚烧厂（座）	填埋量（万吨）	焚烧总量（万吨）	填埋占无害化比例（%）	焚烧占无害化比例（%）
2006	14841	7873	324	69	6408	1138	81.39	14.45
2007	15215	9438	366	66	7633	1435	80.87	15.21
2008	15438	10307	407	74	8424	1570	81.73	15.23
2009	15734	11220	447	93	8899	2022	79.31	18.02
2010	15805	12318	498	104	9598	2317	77.92	18.81
2011	16395	13090	547	109	10064	2599	76.88	19.86
2012	17081	14490	540	138	10513	3584	72.55	24.73
2013	17239	15394	580	166	10493	4634	68.16	30.10
2014	17860	16394	604	188	10744	5330	65.54	32.51
2015	19142	18013	640	220	11483	6176	63.75	34.28
2016	20362	19674	657	249	11866	7378	60.32	37.50
2017	21521	21034	654	286	12038	8463	57.23	40.24
2018	22801.8	22565.4	663	331	11706	10184.9	51.88	45.14
2019	24206.2	24012.8	652	389	10948	12174.2	45.59	50.70

注：*数据出自《中国统计年鉴》

3.1.2 填埋比例

由表 3.2 可知，我国东部地区城市生活垃圾的填埋比例远低于中西部地区，东部、中部和西部地区城市生活垃圾的填埋比例分别为 38.42%、51.89%、58.11%。

表 3.2 2019 年我国东、中、西部地区城市生活垃圾不同无害化处置技术对比*

地区	东部			中部			西部		
项目类别	设施数量(座)	处理量(万吨)	处理量占比(%)	设施数量(座)	处理量(万吨)	处理量占比(%)	设施数量(座)	处理量(万吨)	处理量占比(%)

填埋	305	4954	38.42	177	3625	51.89	170	2369	58.11
焚烧	233	6325	56.80	92	3163	45.28	64	1633	40.05
其他	102	618	4.79	24	197	2.82	15	75	1.84
合计	640	12896	/	293	6986	/	249	4077	/

注：*数据来自《中国城市建设统计年鉴·2019》。

3.2 县城生活垃圾填埋场

3.2.1 填埋场建设情况

2018 年全国县级行政区域的无害化处理设施 1324 座，其中填埋设施 1196 座，2018 年县城生活垃圾无害化处理量为 6212 万吨，其中填埋总量 4994 万吨，占比为 80.39%。由图 3.2 可知，我国县城生活垃圾处理设施主要以填埋设施为主。

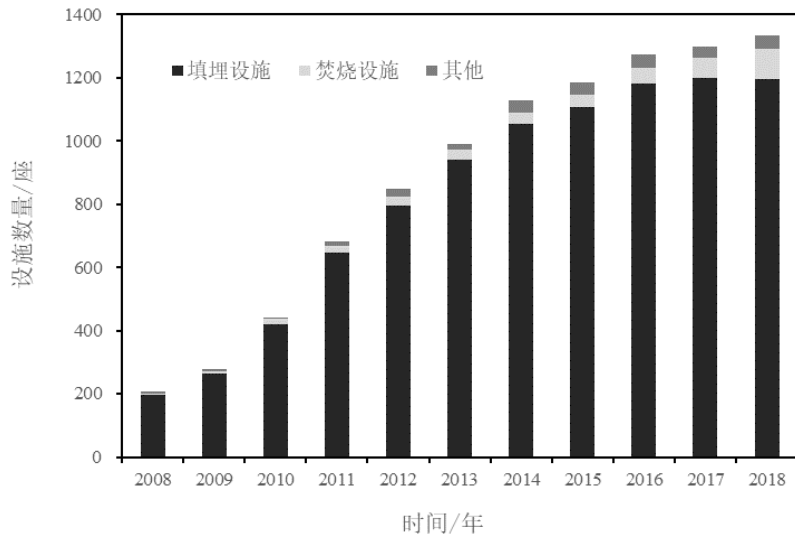


图 3.2 我国县城生活垃圾处理设施数量（2008~2018）

3.2.2 填埋比例

由表 3.3 可知，2018 年我国东部县城生活垃圾的填埋比例为 72.78%，中部和西部地区的填埋比例更高，分别为 87.60%和 88.64%，表明填埋处置方式在县城生活垃圾处理中占绝对主导作用。

表 3.3 2018 年我国东、中、西部县城生活垃圾不同无害化处置技术对比*

地区	东部			中部			西部		
项目类别	设施数量 (座)	处理量 (万吨)	处理量占比 (%)	设施数量 (座)	处理量 (万吨)	处理量占比 (%)	设施数量 (座)	处理量 (万吨)	处理量占比 (%)
填埋	444	2216	72.78	254	1455	87.60	498	1319	88.64
焚烧	62	748	24.56	16	153	9.21	9	140	9.41
其他	22	81	2.66	10	53	3.19	9	29	1.95
合计	528	3045	/	280	1661	/	516	1488	/

注：*数据来自《中国县城建设统计年鉴·2018》。

3.3 生活垃圾填埋污染控制现状

渗滤液和恶臭是填埋场主要的次生污染物，其主要污染途径分别为渗漏与无组织排放，对填埋场周边地下水、土壤和人体健康构成潜在危害。

3.3.1 渗滤液

（1）产生源与污染特性

渗滤液是一种含高浓度有机物、高氨氮的废水，COD_{Cr} 和 BOD₅ 浓度最高可达 90000 mg/L 和 45000 mg/L。渗滤液中的水按其来源可分为两类，一是垃圾自身含水及有机物降解水；二是外来水，包括降雨、降雪、地表水和地下水入渗，故其水质水量受填埋场填埋期、气候、降水等因素影响较大。据估算，全国生活垃圾填埋场日产生渗滤液约 11 万 t，年产总量近 4000 万 t。

（2）排放指标与处理技术现状

GB 16889-2008 规定渗滤液自 2011 年 7 月 1 日起应全部自行处理达标排放，主要排放限值为 COD_{Cr} ≤100 mg/L、BOD₅ ≤30 mg/L、氨氮 ≤25 mg/L、总氮 ≤40 mg/L，同时对总汞、总铬、总镉、总铅、总砷等重金属指标提出了排放要求。标准排放限值加严后，传统的、单一的污水处理技术已不能满足达标排放要求。目前，市场上能稳定达标排放的多为组合技术工艺，约占渗滤液总处理规模的 50%，如“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”。其中，深度处理技术多为反渗透（RO）或纳滤（NF）+反渗透（RO）。

3.3.2 恶臭

（1）产生节点与污染特性

生活垃圾填埋场恶臭气体中的成分主要包括含硫化合物（如 H₂S、硫醇等）、芳香烃、饱和及不饱和烃、含氮化合物如氨、胺类、吡啶等、卤代烃、含氧化合物（如醇、酚、醛、酮等）等，是填埋场“邻避效应”的罪魁祸首。其主要产生位置为：①填埋库区，②渗滤液调节池，③地磅区、垃圾运输车辆遗洒、污泥处理车间等。长期暴露于恶臭环境中（不论恶臭强度高低）会严重危害人体健康。

（2）防控措施

恶臭的主要工程防控措施为：加强机械作业压实垃圾层、作业面及时覆膜覆土、喷洒除臭剂、填埋气燃烧或利用、渗滤液调节池进行封闭、及时清洗车辆和路面等。

四、现行标准存在的主要问题及修订必要性分析

4.1 现行标准存在的主要问题

4.1.1 部分省市地区新建填埋场选址困难

近年来生活垃圾焚烧技术在我国经济发达城市和沿海地区推广应用力度较大，填埋比例逐年下降，但填埋场作为固体废物最终处置方式的作用很难被替代。据调研分析，未来 3~5

年，北京、上海、广州以及江浙一带将有一批填埋场陆续封场。同时由于经济快速发展和城市化进程加快，城市用地非常紧张，新建填埋场选址异常困难。另外，贵州、云南等省市石灰岩溶洞发育带、岩浆岩等地质结构较为普遍，这些省市部分地区很难选出符合标准要求的地块作为填埋场场址。

4.1.2 渗滤液不能稳定达标排放

渗滤液由于成分复杂、污染物浓度高、水质水量变化大等特点，单一的处理方法很难达到 GB 16889-2008 排放要求。为满足该标准渗滤液排放要求，住建部和原环境保护部分别制定了《生活垃圾卫生填埋处理技术规范》（GB 50869-2013）和《生活垃圾填埋场渗滤液处理工程技术规范（试行）》（HJ 564-2010），均推荐选用“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”等组合工艺。其中代表性工艺为：厌氧生物处理+MBR+纳滤+反渗透。

据调研，2008 年 7 月 1 日后建设的渗滤液处理设施共 557 座，总处理量为 40888 t/d（见表 4.1）。其中，执行 GB 16889-2008 标准的设施共 281 座，处理量为 24148 t/d，含 RO 工艺渗滤液处理设施共 268 座，处理量为 22661 t/d；而执行 GB 16889-1997 中一级排放标准的仅有 11 座，处理量为 1075 t/d。由此可知，反渗透工艺在新标准执行过程中占主导地位，约占新建处理设施的 48.1%。以执行 GB 16889-2008 和 GB 16889-1997 中一级标准的渗滤液处理设施为达标处理设施，其渗滤液处理总量为 20998 t/d，达标率为 51.4%。但根据实际调研情况，达标渗滤液处理工艺的实际占比小于 51.4%。

表 4.1 含反渗透(RO)技术工艺应用情况

处理概况	渗滤液处理概况		含RO工艺渗滤液处理概况		GB 16889-1997中的一级标准		GB 16889-2008中表2（一般地区直接排放要求）		GB 16889-2008中表3（敏感地区直接排放要求）	
建厂年限	设施数量（座）	处理量（t/d）	设施数量（座）	处理量（t/d）	设施数量（座）	处理量（t/d）	设施数量（座）	处理量（t/d）	设施数量（座）	处理量（t/d）
2008	12	2140	9	2060	1	400	6	920	2	740
2009	29	3410	25	3120	3	245	15	1595	4	1150
2010	141	10787	55	4582	2	140	39	3409	4	425
2011	124	7750	57	5257	3	192	44	4405	7	610
2012	111	5619	58	4106	2	98	43	3394	3	171
2013	92	9034	41	2507	/	/	29	1857	5	220
2014	34	995	14	247	/	/	7	145	2	100
2015	14	1153	9	782	/	/	9	782	/	/
总计	557	40888	268	22661	11	1075	192	16507	27	3416

分析原因，一是生活垃圾政府补贴少，不满足达标排放技术处理费用要求。根据调研情况分析，目前达标处理技术主要为含 RO 的组合技术，但其建设成本高达 4~10 万元/吨水，处理费用为 40~70 元/吨（不含设备折旧、利息），如果第三方运营，还需考虑设施折旧、利息等，加上后续浓缩液、污泥处理成本，其运营管理费用超过 100 元/吨。目前，我国各地

生活垃圾政府补贴没有统一标准，差距较大，大城市为 80~250 元/吨，绝大多数地区为 20~50 元/吨，而真正用于渗滤液处理的费用仅为 5~20 元/吨，远不能满足渗滤液达标排放技术处理费用。二是浓缩液妥善处理难。由调研结果可知，目前市场上鲜有稳定运行的处理浓缩液的工程案例，浓缩液多采用回灌生活垃圾填埋场、送往污水处理厂等方式进行处理。从经济和技术角度分析，将浓缩液送往污水处理厂处理不仅会对污水处理厂的稳定运行造成更大的影响，而且失去了渗滤液处理的意义，造成了人力、物力和经济上的巨大损失。

4.1.3 填埋场恶臭防控形势严峻

近年来，我国生活垃圾填埋场恶臭扰民、投诉事件频发。恶臭扰民除与填埋作业管理水平（作业面控制是否合理、恶臭控制措施是否到位等）、车辆道路遗洒、调节池是否覆盖等因素有关外，也和填埋场与周边居民的距离有较大影响。

GB 16889-2008 规定：生活垃圾填埋场场址的位置及与周围人群的距离应依据环境影响评价结论确定，并经地方环境保护行政主管部门批准。由图 4.1 可知，2010~2015 年新建填埋场中，填埋场场址距周边居民区小于 300 米的有 7 座，300~500 米的有 24 座，二者占有有效数据（557 座）的 5.6%；500~1000 米的有 180 座，占有有效数据的 32.5%；而距离大于 3000 米以上的填埋场仅 135 座，占有有效数据的 24.2%。现场调研情况和统计分析结果表明：距居民区 1000 米内填埋场的恶臭投诉事件近 90%，而距居民区大于 3000 米填埋场的恶臭投诉事件则几乎没有。

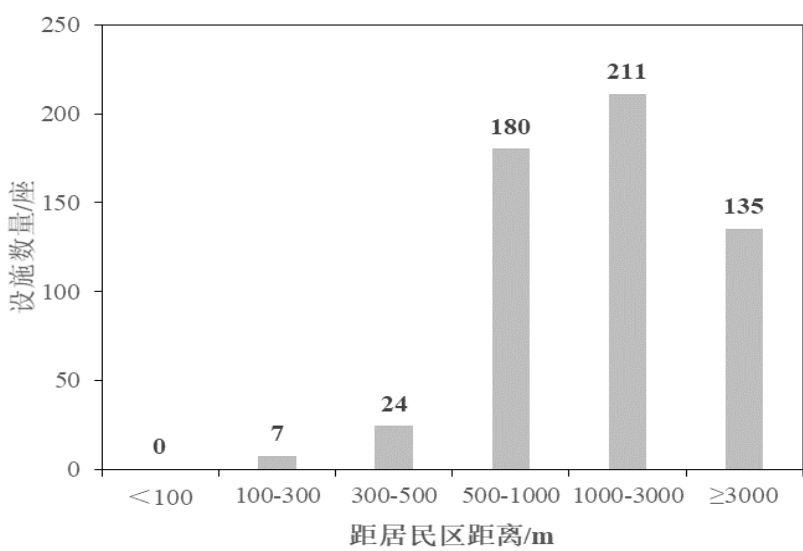


图 4.1 2010~2015 年新建填埋场厂区与居民区距离

国内外的法规和科学研究均表明（见表 4.2），生活垃圾填埋场恶臭气体的影响距离或防护范围一般在 500~1500 m 之间，但这一影响半径受填埋场已填埋量、当年填埋量、垃圾成分、管理水平、地理位置、气象条件等多种因素影响，不同填埋场往往差异较大。

表 4.2 国内外生活垃圾填埋场防护距离汇总

分类		垃圾填埋场影响/防护距离	说明
国际	法规	500 m	加拿大不列颠哥伦比亚省
		500 m	澳大利亚南澳大利亚州
		500 m	澳大利亚维多利亚州
	学术研究	500~2000 m	Hasan 等
		1100~3300 m	Ubeda 等
		800~1200 m	Figueroa 等
国内	法规	用地边界距 20 万人口以上城市的规划建成区不宜小于 5 km，距 20 万人口以下城市的规划建成区不宜小于 2 km	《城市环境卫生设施规划标准》（GB 50337-2018）
		距居民住区或人畜供水点 500 m 以外	《生活垃圾卫生填埋处理技术规范》（GB 50869-2013）
	学术研究	小型：500~800 m，中型：800~1000 m，大型：1000~1500m	严方等
		小型：800 m，中型：1500 m，大型：2000 m	李玉春等
		1500 m 以外臭气强度为 0 级	黄磊等

4.1.4 防渗衬层破损严重

编制组采用电法对贵州、广东、湖南、山东、河北、浙江、四川、重庆、广西、安徽、陕西、江苏等十二个省市的 79 座新建填埋场和 20 多座正在运营填埋场的防渗膜完整性进行检测，结果表明：防渗层破损问题极为严重，平均每个填埋场内发现防渗层破损漏洞约 34 个。如果按照面积计算，检出漏洞约为 17 个/万 m^2 。发现的防渗层破损漏洞中，直径大于 10 cm 的漏洞比例超过 35%，其中直径大于 50 cm 的漏洞比例超过 12%；面积超过 2 mm^2 的漏洞比例为 84%（EPA 规定施工优异的填埋场防渗层产生的漏洞数量不超过 3 个/公顷，漏洞面积不宜超过 2 mm^2 ）。

防渗层破损原因大致分为原生漏洞和次生漏洞两种类型，其中次生漏洞又包括石子或树根顶穿、机械损伤以及焊接问题三种类型。通过对漏洞检测数据的统计分析，得出上述不同原因造成的 HDPE 膜破损的比例如图 4.2 所示。

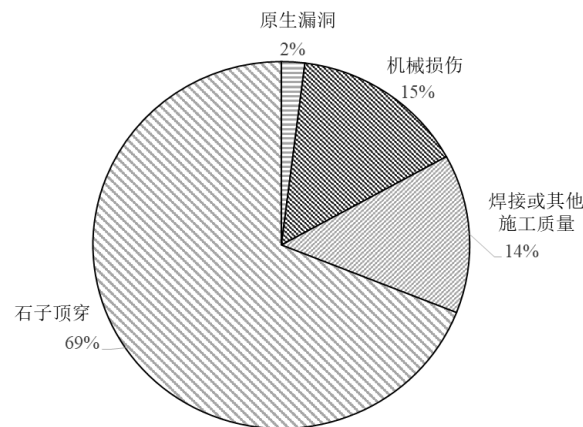


图 4.2 不同原因造成的漏洞

由图 4.2 可知，原生漏洞的比例为 2%，而次生漏洞的比例为 98%。次生漏洞中石子顶穿是造成次生漏洞的主要原因，占漏洞总量的 69%。石子顶穿造成的防渗层破损主要受以下三个因素影响：1) HDPE 膜上方没有铺设土工布等保护层而直接铺设导排卵石，某些填埋场用碎石代替卵石，使得破损现象更为普遍和严重；2) HDPE 膜下方的地基层或者粘土层施工不规范，混杂有碎石、树根等尖锐物；3) 导排颗粒铺设过程采用机械施工。调查中发现很多填埋场在导排颗粒铺设过程中，直接采用运输车辆将卵石（碎石）倾倒在防渗层上方，由于满负荷运输车辆的质量较大，当防渗层上方没有铺设保护层或保护层厚度较薄时，很容易对防渗层造成损伤。

4.1.5 渗滤液调节池环境风险突出

调节池是渗滤液处理前重要的均化、贮存和调蓄设施，是渗滤液处理重要的节点工艺。调节池的环境风险主要体现在两个方面：一是没有采用封闭措施的渗滤液调节池是恶臭的主要产生源之一。从现场调研情况来看，没有进行封闭措施的调节池的恶臭程度相当于甚至大于填埋作业区，对恶臭的贡献率较高。二是调节池溢流和渗漏风险突出。多数渗滤液调节池蓄水容积未按照相关要求设计，对于暴雨、洪水应对能力较差，溢流风险较高，极易造成重大环境污染事件。由于现行标准中未对调节池防渗层渗漏检测做任何规定，调节池一旦渗漏，大量聚集的渗滤液会快速渗入地下，污染地下水和土壤，比填埋场库区具有更大的渗漏风险。

4.1.6 生活垃圾焚烧飞灰超标填埋现象存在

GB16889-2008 规定生活垃圾焚烧飞灰和医疗废物焚烧残渣（包括飞灰、底渣）经处理后满足相应的入场要求，可以进入生活垃圾填埋场进行填埋处置。由于未明确飞灰预处理的责任主体，造成缺乏有效监管，部分企业在进行飞灰固化/稳定化处理时，无法做到根据飞灰中重金属含量变化实时调整工艺，且缺乏对处理效果的监测，难以保障飞灰固化体浸出液中污染物浓度限值持续稳定达标。

4.2 标准修订必要性分析

为解决部分省市地区新建填埋场选址困难、渗滤液不能稳定达标排放、填埋场渗漏风险显著等突出问题，亟待通过标准修订加以完善，确保生活垃圾填埋场环境风险可控。

4.3 标准修订目标

本次修订拟通过比较欧美同类标准法规在选址、设计施工、入场要求、运行管理、污染物控制、封场及后期管理和环境污染监测等方面的差异，结合实地调研数据，并基于我国填埋场管理特点，对填埋场选址、建设、运行、污染物排放、环境监测和封场后期维护管理等关键技术环节提出针对性修订建议，使修订后的标准系统、科学、切实可行，满足生活垃圾填埋精细化环境管理需求，为我国建设规范化、可达标运行的生活垃圾填埋场提供有力的技术支撑。

五、国外生活垃圾填埋发展及其环境管理现状

5.1 国外生活垃圾填埋发展现状

5.1.1 美国

由表 5.1 可知,2000 年到 2017 年间,美国生活垃圾的产生量逐年升高并最终稳定在 2.67 亿吨左右,填埋处置技术是美国生活垃圾主要的无害化处置技术,其所占的比例小幅度下降并稳定在 52%左右,回收、堆肥所占的比例不断上升,焚烧技术所占比例基本保持不变。

表 5.1 美国 2000~2017 年生活垃圾处置情况 (百万吨)

项目类别	2000	2005	2010	2015	2016	2017
回收	53.01	59.24	65.26	67.56	68.63	67.18
堆肥	16.45	20.55	20.17	23.39	25.11	26.99
焚烧	33.73	31.65	29.31	33.55	33.9	34.03
填埋	140.26	142.29	136.31	137.61	139.18	139.59
填埋比例 (%)	57.61	56.80	54.30	52.51	52.16	52.13
合计	243.45	253.73	251.05	262.11	266.82	267.79

由表 5.2 可知,2000 年到 2017 年,美国生活垃圾中纸类和家庭修装废物的填埋量逐渐降低;玻璃、金属、橡胶和皮革的填埋量基本维持不变;其余废物的填埋量则逐渐升高。由 2017 年填埋数据可知,厨余垃圾的填埋量最高,达到 3063 万吨;此外,填埋量较高的还有塑料和纸类,分别为 2682 和 1835 万吨;这三者的填埋量占总填埋量的 54.3%。

表 5.2 美国 2000~2017 年生活垃圾填埋情况 (百万吨)

项目类别	2000	2005	2010	2015	2016	2017
玻璃	8.10	8.29	7.03	6.84	6.88	6.87
纸和纸板	40.45	35.08	22.00	18.28	17.66	18.35
食物	24.20	26.37	28.62	30.25	30.68	30.63
金属	10.29	11.31	12.22	13.12	13.64	13.80
无机废物	2.82	3.02	3.16	3.21	3.23	3.25
塑料	19.95	23.27	24.37	26.03	26.29	26.82
橡胶和皮革	3.88	4.13	4.40	4.49	4.79	4.95
纺织品	6.28	7.57	8.90	10.54	11.13	11.15
木头	9.91	10.69	11.12	11.07	12.25	12.14
家庭修装废物	11.90	9.99	11.69	10.80	9.64	8.65
其他废物	2.48	2.57	2.80	2.98	2.99	2.98
填埋总量	140.26	142.29	136.31	137.61	139.18	139.59

5.1.2 欧盟

由表 5.3 可知,2008 年到 2017 年间,欧盟生活垃圾总处置量稳定在 2.45 亿吨,填埋处置和单独焚烧技术在欧盟生活垃圾无害化处置技术中的比例逐渐下降;焚烧能量回收和其它处置方式所占的比例则逐步上升;2010 年,其它处置方式所占的比例超过了填埋处置方式;

2016 年，回收处置方式所占的比例超过了填埋处置方式；2017 年，欧盟生活垃圾不同处置方式所占比例由大到小依次为：其它处置方式>能量回收>填埋>焚烧。

表 5.3 欧盟城市生活垃圾处置情况（百万吨）

项目类别	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
产生量	260.86	257.00	253.91	250.38	245.25	242.20	242.79	244.59	248.26	248.65
总处置量	250.76	249.50	247.80	244.49	238.91	236.29	237.44	238.19	244.71	245.19
填埋	101.07	97.77	93.30	86.16	78.70	73.42	67.89	63.65	59.89	57.64
焚烧	15.83	15.56	13.11	11.68	9.09	6.66	6.31	8.34	5.76	3.82
能量回收	38.54	39.92	44.69	48.38	50.38	55.11	57.84	56.92	62.70	66.15
其它	95.32	96.25	96.70	98.27	100.75	101.10	105.39	109.28	116.37	117.58
填埋比例（%）	40.30	39.19	37.65	35.24	32.94	31.07	28.59	26.72	24.47	23.51

5.1.3 德国

由表 5.4 可知，2008 年到 2017 年间，填埋处置技术在德国生活垃圾无害化处置技术中所占比例最小，单独焚烧技术在德国生活垃圾无害化处置技术中的比例逐渐下降，焚烧能量回收和其它处置方式所占的比例则小幅度逐步上升。2017 年，德国生活垃圾不同处置方式所占比例由大到小依次为：其它处置方式>能量回收>焚烧>填埋。

表 5.4 德国城市生活垃圾处置情况（百万吨）

项目类别	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
产生量	48.37	48.47	49.24	50.24	49.76	49.57	51.10	51.63	52.13	52.34
总处置量	48.37	48.47	49.24	50.24	49.76	49.57	51.10	51.63	52.13	52.34
填埋	0.29	0.18	0.21	0.25	0.11	0.68	0.68	0.65	0.52	0.46
焚烧	10.98	10.89	10.53	10.28	8.33	5.79	5.32	4.46	2.39	2.20
能量回收	6.27	6.81	7.72	8.07	8.86	10.92	10.99	11.53	13.86	13.98
其它	30.83	30.59	30.78	31.63	32.46	32.18	34.10	34.99	35.36	35.70
填埋比例（%）	0.59	0.36	0.42	0.49	0.22	1.38	1.33	1.25	1	0.88

5.1.4 日本

由表 5.5 可知，2009 年到 2017 年间，日本生活垃圾产生总量基本呈现小幅度下降趋势；填埋处置技术在日本生活垃圾无害化处置技术中所占比例最小，且基本呈现小幅度下降的趋势；焚烧和其它技术为日本生活垃圾主要的无害化处置技术，所占比例呈小幅度下降趋势；回收所占的比例基本保持不变。

表 5.5 日本城市生活垃圾处置情况（百万吨）

项目类别	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
废物产生量	46.25	45.36	45.43	45.23	44.87	44.32	43.98	43.17	42.89
填埋	5.07	4.84	4.74	4.65	4.54	4.30	4.17	3.98	3.86
回收	9.50	9.45	9.35	9.26	9.27	9.13	9.0	8.79	8.68
焚烧和其它	31.68	31.07	31.34	31.32	31.06	30.89	30.81	30.40	30.35
填埋比例（%）	10.96	10.67	10.43	10.28	10.12	9.70	9.48	9.22	9.0

5.2 国外生活垃圾填埋标准发展现状

5.2.1 美国

1997 年颁布的《Revisions to Criteria for Municipal Solid Waste Landfills》规章 40 CFR 258 中增设一条规定：为每天接收生活垃圾量为 20 吨及以下的填埋场提供便利。

2003 年颁布的《Criteria for Classification of Solid Waste Disposal Facilities an Practices and Criteria for Municipal Solid Waste landfills: Disposal of Residential Lead-Based Paint Waste》对 40 CFR 258 的修改内容如下：为减轻与铅有关的健康风险，应加快减少住宅中使用含铅油漆的步伐。

2018 年颁布的《Revisions to the Criteria for Municipal Solid Waste Landfills To Address Advances in Liquids Management》，EPA 考虑是否提议对城市固废填埋场（MSWLF）的标准进行修订，以便有效管理渗滤液。为此，EPA 寻求有关以下方面的信息：取消禁止在填埋场中添加散装液体的规定；确定城市固废填埋场的特定类别，使其在渗滤液增加的情况下运行；考虑渗滤液处理和管理的有关技术，包括废物稳定性以及其他重要的安全和操作问题。

5.2.2 欧盟

1999 年开始制订《Council Directive 1999/31/EC of 26 April 1999 on the Landfill of Waste》规章，建立废物填埋处置标准，其主要目的在于为填埋场处置废物提供指导。

2018 年颁布的《Directive (EU) 2018/850 of the European pafliament and of the Council of 30 May 2018 Amending Directive 1999/31/EC on the Landfill of Waste (Text with EEA relevance)》中第 5 条第 6 款规定，填埋场提交的实施计划包括以下内容：①评估过去、目前和预计生活垃圾填埋场中的废物回收和处理率及组成流程；②评估根据第 2008/98/EC 号指令中第 28 和 29 条制定的废物管理计划和废物预防方案的执行情况。

5.2.3 日本

1977 年初次在《废物管理和公共清洁法》中制定关于生活垃圾填埋的标准，为生活垃圾填埋场处理废物提供指导。

2001 年《废物管理和公共清洁法》中第 8-5 条补充了为生活垃圾填埋场提供储备金的

规定，以保证填埋场的正常运作。

2002 年《废物管理和公共清洁法》的修改内容如下：第 2 条第 3 款所指生活垃圾填埋处置应遵守以下规定：

- a.垃圾填埋处置不得使用或占用地下空间，填埋场封场后应在现场做好标记；
- b.在公共水域和地下水存在渗漏危险的情况下，填埋场应立即采取措施消除渗漏危险；
- c.填埋场中每一层废物的厚度约为 3 m 或更小，覆盖每层土壤和沙子的深度约为 50 cm，但当填埋场的面积 $\leq 10000\text{ m}^2$ ，或当废物体积 $\leq 50000\text{ m}^3$ 时除外；
- d.采取必要的措施防止老鼠滋生；
- e.填埋场的表面应采用土壤和沙子覆盖以保障填埋场周围的生态环境。

此外，填埋场中粉尘的处理方式如下：①应采取必要的措施如加水、固化、包装等防止粉尘散布到空气中；②应采用土壤和沙子覆盖其表面防止粉尘等向外部扩散。

5.3 国外填埋环境管理技术要求

5.3.1 选址

5.3.1.1 美国

《城市固体废物填埋标准》中对于生活垃圾填埋场选址的限制主要包括以下几个方面。

1) 填埋场距离涡轮喷气式飞机机场跑道尽头 3.0 km、活塞式飞机机场跑道尽头 1.5 km；如果业主计划在机场方圆 8.0 km 内新建或扩建处置设施，必须提前向该机场及联邦航空管理局提出申请；2) 不应在洪泛区建设填埋场；3) 一般不得在湿地上建设或扩建填埋场；4) 禁止在地质断层地区 60 m 范围内建设填埋场；5) 新建或扩建填埋场不得建在地震影响区，除非业主征得当地主管部门同意，其结构单元（衬垫层、渗滤液收集系统、地表水控制系统）的设计必须能够抵抗地震引起的地层移动，并且要保留这些记录；6) 如果现有或新建填埋场建在不稳定地区，必须采取必要的工程措施以保证填埋场不会发生损坏，业主需向有关部门提出申报，并保留此材料。

5.3.1.2 欧盟

《废物填埋技术指令》对生活垃圾填埋场的选址进行了原则性要求，规定其选址必须考虑如下因素：1) 填埋场到居民区、娱乐区、水路、水体、其它农业或城市设施的距离；2) 该地区的地下水、海岸水和自然保护区；3) 该地区的水文地质结构；4) 该地区的自然和人文遗产保护。

5.3.2 防渗衬层

5.3.2.1 美国

美国《城市固体废物填埋标准》中规定的防渗结构如下：

①采用由一个复合衬层系统和一个渗滤液收集系统组成的防渗系统。渗滤液收集系统的设计应保证衬层上的渗滤液深度不超过 30 cm。

②复合衬层系统由人工膜构成的上层衬层和由压实粘土衬层构成的下层衬层组成，上层衬层人工膜厚度不得小于 0.75 mm，如果人工膜为 HDPE 膜，则厚度至少为 1.5 mm。下层粘土衬层厚度不得小于 60 cm，渗透系数应小于 1.0×10^{-7} cm/s。

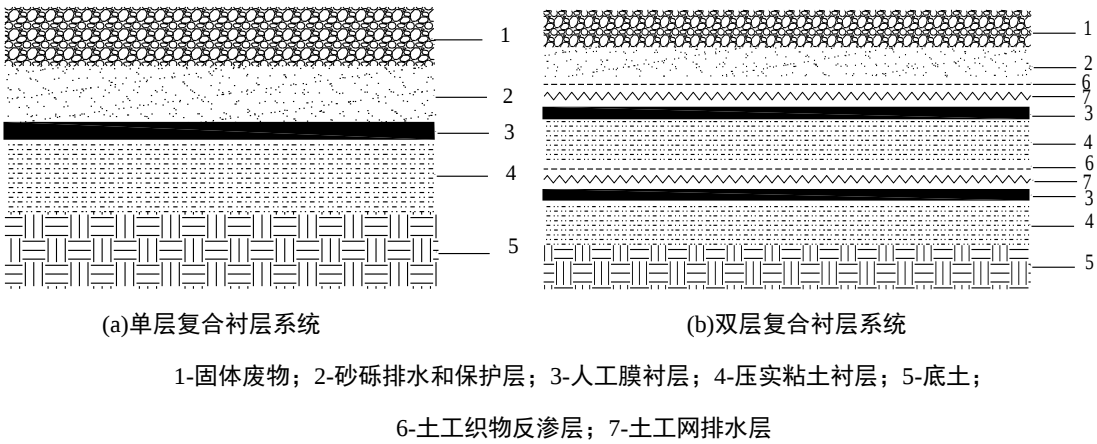


图 5.1 美国城市固体废物填埋场典型防渗结构示意图

5.3.2.2 德国

德国《城市固体废物填埋技术条例》中生活垃圾填埋场的防渗要求如下：防渗系统采用由人工膜衬层和粘土衬层组成的复合防渗结构。在人工膜衬层以上铺设排水层和保护层，总厚度不得小于 30 cm，其中人工膜衬层如果是 HDPE 膜，其最小厚度为 2.5 mm；粘土衬层厚度不得小于 0.75 m（至少 3 层），渗透系数 $K\leq 1.0\times10^{-8}$ cm/s，具体结构见图 5.2。

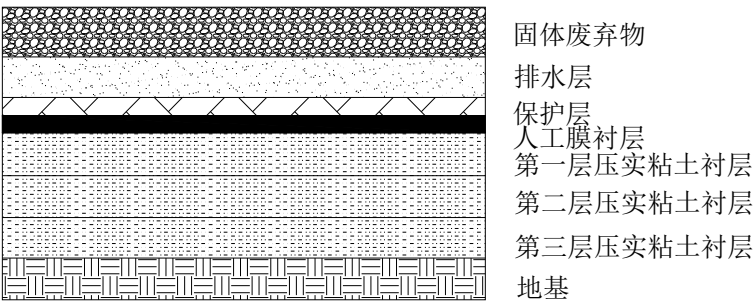


图 5.2 德国生活垃圾填埋场防渗结构示意图

5.3.2.3 欧盟

欧盟《废物填埋技术指令》对生活垃圾填埋场防渗结构的具体规定见表 5.6。

表 5.6 欧盟生活垃圾填埋场防渗结构

组成形式	防渗系数	厚度
天然粘土	$K \leq 1.0 \times 10^{-7} \text{ cm/s}$	$D \geq 1 \text{ m}$
天然粘土+人工合成材料		$D \geq 0.5 \text{ m}$

其它国家生活垃圾填埋场防渗系统的构造以及材料性能要求如表 5.7 所示。

表 5.7 各国生活垃圾填埋场防渗层构造

国家	粘土厚度 (cm)	渗透系数 (cm/s)	防渗层构造
澳大利亚	60	1.0×10^{-7}	人工膜+粘土衬层
比利时	100	1.0×10^{-7}	人工膜+粘土衬层
法国	50	1.0×10^{-5}	人工膜+粘土衬层
匈牙利	50	1.0×10^{-7}	人工膜+粘土衬层
意大利	100	1.0×10^{-7}	人工膜+粘土衬层
英国	100	1.0×10^{-7}	人工膜+粘土衬层
葡萄牙	50	1.0×10^{-7}	人工膜+粘土衬层
瑞典	80	1.0×10^{-7}	人工膜+粘土衬层

5.3.3 入场要求

5.3.3.1 美国

美国《城市固体废物填埋标准》规定城市生活垃圾填埋场可以接收生活垃圾、下水道污泥、非危险废物焚烧产生的飞灰。

5.3.3.2 德国

德国《城市固体废物填埋技术条例》规定城市生活垃圾填埋场可以接收的废物如下：家庭垃圾、废弃家具、与家庭垃圾类似的企业垃圾、建筑垃圾、粪便和污泥。

5.3.3.3 欧盟

欧盟《废物填埋技术指令》中规定不得进入生活垃圾填埋场的废物包括：液态废物；爆炸性、腐蚀性、毒性和可燃性废物；医疗废物；废旧轮胎；不符合附录II（废物接受要求与程序）中规定的其它不可进行填埋的废物。

5.3.3.4 日本

《废物管理和公共清洁法》规定：家庭和团体的生活垃圾、大件废物（废家用电器、家具、自行车、厨具等）、粪便、焚烧灰渣、医疗废物等均可以进入生活垃圾填埋场。但是由于填埋场地的缺乏，以及循环型社会的推进，目前进入填埋场的主要是各种焚烧飞灰和残渣。

5.3.4 封场结构

5.3.4.1 美国

封场标准主要致力于解决两方面问题：①建立低维护覆盖系统；②减少渗滤液的析出。填埋场封场技术、设计和维护程序随着土工合成材料的应用不断改进，其覆盖系统自下而上

依次包括排气层、防渗层、防腐蚀衬层和植被层。

5.3.4.2 德国

将填埋场的场底防渗系统和表面覆盖系统都归于垃圾填埋场的密封系统部分。该条例将生活垃圾填埋场划分为 2 级，有机物含量小于 5% 的生活垃圾填埋在二级填埋场，有机物含量小于 3% 的生活垃圾应进入一级填埋场。表 5.8 列出了德国不同级别生活垃圾填埋场对终场覆盖系统的要求。

表 5.8 不同级别生活垃圾填埋场对终场覆盖系统的要求

系统组成	一级填埋场	二级填埋场
平衡层	≥50 cm	≥50 cm
导气层	要求	要求
粘土矿物层	≥50 cm, $k \leq 10^{-9}$ m/s	≥50 cm, $k \leq 10^{-9}$ m/s
HDPE 膜	不要求	≥2.5 mm
保护层	不要求	要求
排水层	≥30 cm, $k \geq 10^{-3}$ m/s	≥30 cm, $k \geq 10^{-3}$ m/s
表土层	≥100 cm	≥100 cm

5.3.5 渗滤液排放

从经济合理性的角度出发，各国填埋场渗滤液大多采用排入城市污水厂进行合并处理，并制定了预处理标准。同时，按接纳水体水质控制要求进行回溯限制，而不主张采用昂贵的直接处理后排放的方式。

5.3.5.1 美国

美国《清洁水法》（Clean Water Act, CWA）要求所有污染物排放到规定水体中的点源水污染都必须拥有许可证；联邦规章第 40 CFR 258.27 条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《国家污染物排放消除体系》（National Pollutant Discharge Elimination System, NPDES）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 年颁布的《城市固体废物填埋标准》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，同时允许渗滤液回灌。

5.3.5.2 欧盟

规定所有的垃圾填埋场均必须达到《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后排放。

5.3.5.3 英国

英国根据欧盟《地下水指令》制定了填埋场渗滤液处理技术导则。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。

5.3.5.4 澳大利亚

澳大利亚规定填埋场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，但是在排入污水厂之前，必须达到一定标准。

六、标准修订拟采用的原则、方法和技术路线

6.1 拟采用的原则

（1）以实现经济、社会的可持续发展为目标，以国家环境保护相关法律、法规、政策和规划为根据，通过制定和实施标准，减少填埋环境风险，确保环境安全。

（2）以国外经验与国情相结合原则，对国外相关污染控制技术规范制定的方法进行研究，制定符合我国实际情况的技术标准与规范。

（3）可操作性原则，标准规范应与我国目前的经济、技术发展水平相适应，具有较好的可操作性。

6.2 拟采用的方法

编制组拟采用文献调研、现场调研和专家研讨相结合的方法制订本标准。

（1）文献调研

掌握了解国外生活垃圾填埋污染控制相关标准和规范的研究现状，重点掌握美国、欧盟生活垃圾填埋环境管理发展趋势及管理方向，分析我国生活垃圾填埋场发展现状和环境管理特点，并结合我国国情借鉴国外管理经验。

（2）现场调研

赴我国典型生活垃圾填埋场进行现场调研、采样分析与现场测试，为标准修订提供依据和参考。

（3）专家研讨

标准修订过程中，根据需要召开专家研讨会，吸收不同领域专家的宝贵建议，确保标准制定的科学性。

七、主要条文说明

7.1 适用范围

修订后的标准规定了生活垃圾填埋场的选址、设计与施工、入场、运行、封场及后期维护与管理、监测等环节的生态环境保护要求。本标准适用于新建生活垃圾填埋场的污染控制。现有填埋场的入场、运行、污染物排放、封场及后期维护与管理、监测要求按照本标准执行。本标准适用于生态环境主管部门对生活垃圾填埋场环境污染防治的监督管理。

7.2 规范性引用文件

本次修订增加了部分规范性引用文件。

7.3 术语和定义

3.1 条 生活垃圾 municipal solid waste

修订，按照《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》进行了修改。

3.2 条 生活垃圾填埋场 municipal solid waste landfill

新增，生活垃圾的填埋处置设施，由若干个处置单元和构筑物组成。本标准所指的填埋场均为生活垃圾填埋场。

3.3 条 运行期 operation period

修订，填埋场进行填埋作业的时期。

3.4 条 后期维护与管理期 maintenance and management period after landfill closure

修订，填埋场终止填埋作业后，进行后续维护、污染控制和环境保护管理直至填埋场达到稳定化的时期。

3.5 条 防渗衬层 liner

修订，设置于填埋场底部及四周边坡的由天然材料和（或）人工合成材料组成的防止渗漏污染的垫层。

3.6 条 天然基础层 native foundation

修订，位于防渗衬层下部，由未经扰动的土壤构成的岩土层。

3.7 条 填埋场开挖 landfill excavation

新增，为实现增加现有填埋场库容、削减污染物、恢复土地价值和回收有价值物料目的，开挖和处理填埋堆体内垃圾的过程。

3.8 条 渗滤液回灌处置 leachate recirculation disposal

新增，渗滤液在填埋场覆盖层内或下部以滴灌、渗灌等方式，借助填埋场覆土及各年龄段垃圾的物化和生物降解作用，实现渗滤液减量的过程。

3.9 条 地下水收集导排系统 groundwater collection and removal system

新增，用于收集和导排地下水的设施体系。包括地下水导排系统和必要的地下水抽提系统。

3.10 条 单人工复合衬层 single composite liner system

修订，考虑填埋场渗漏风险显著，删除了可用具有同等以上隔水效力的其他材料代替粘土衬层的要求。即仅包含一层人工合成材料衬层与粘土衬层的防渗衬层。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/495204210204011323>