

RISN-TG014-2012

生活垃圾卫生填埋技术导则

Technical guideline for projects of municipal solid waste
sanitary landfills

住房和城乡建设部标准定额研究所 编

中国建筑工业出版社

生活垃圾卫生填埋技术导则

Technical guideline for projects of municipal
solid waste sanitary landfills

RISN - TG014 - 2012

住房和城乡建设部标准定额研究所 编

中国建筑工业出版社

2012 北 京

生活垃圾卫生填埋技术在我国已有近 30 年的发展历史,相关工程建设标准也日趋完善。《生活垃圾卫生填埋处理技术规范》GB 50869 (由 CJJ 17-2004 修订而成,即将颁布实施)是一本重要的通用规范,指导着我国生活垃圾卫生填埋场的设计、建设、运行、评价等活动各方的技术行为和管理行为。经广泛调查研究,参考国内外先进标准及相关文献,并结合几十座卫生填埋场的工程设计经验,由规范主要起草人编写了本导则,对规范主要条文进行解析和对条文规定的设计计算方法进行说明。

本导则的主要技术内容是:1. 总则;2. 术语;3. 填埋物入场技术要求;4. 场址选择;5. 总体设计;6. 地基处理与场地平整;7. 垃圾坝与坝体稳定性;8. 防渗与地下水导排;9. 防洪与雨污分流系统;10. 渗沥液收集与处理;11. 填埋气体导排与利用;12. 填埋作业与管理;13. 封场与堆体稳定性;14. 辅助工程;15. 环境保护与劳动卫生;16. 工程施工及验收。

本导则可供生活垃圾填埋场设计、建设、运行管理技术人员使用,也可作为高校环境工程专业固废处理课程设计和毕业设计的参考工具书。

生活垃圾卫生填埋技术导则

Technical guideline for projects of municipal
solid waste sanitary landfills

RISN - TG014 - 2012

住房和城乡建设部标准定额研究所 编

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

廊坊市海涛印刷有限公司印刷

*

开本:850×1168毫米 1/32 印张:9% 字数:252千字

2013年2月第一版 2013年2月第一次印刷

定价:30.00元

统一书号:15112·23568

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题,可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.cabp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

编写人员名单

主		编：	陈朱蕾						
副	主	编：	薛 强	董一新					
编		委：	刘 勇	罗继武	齐长青	曹 丽			
			吴东彪	褚 岩	张倚马	田 宇			
参	编	人	员：	史波芬	郑得鸣	杨 列	解 莹		
				刘 磊	陈 思	谢文刚	付 乾		
				曹泳民	俞瑛健	张 俊	杨 林		
				胡骏嵩	甘 露	詹爱平	龚 哲		
				陶其阳	李北涛	万 睿	张 雄		
				廖朱玮	汪 佳	黄文雄	冯 刚		
				陈 顺	洪惠兰				
审		核：	张 范	徐文龙	施 阳	冯其林			
			秦 峰	邓志光	吴文伟	陶 华			
			郭祥信	张 益	王 琦	潘四红			

编写单位

华中科技大学

参编单位

中国科学院武汉岩土力学研究所固废中心

中国市政工程中南设计研究总院

天津市环境卫生工程设计院

北京高能时代环境技术股份有限公司

北京天地人环保科技有限公司

深圳市中兰环保科技有限公司

安徽省建设工程勘察设计院

前 言

工程建设标准是建设领域实行科学管理、强化政府宏观调控的基础和手段，对规范建设市场各方主体行为、确保建设工程安全和质量、促进建设工程技术进步、提高建设工程经济效益与社会效益等具有重要作用。

近年来，随着我国社会主义市场经济体制的建立和不断完善，以及加入世界贸易组织的实际需要，作为工程建设标准化的直接成果，已发布数千项工程建设标准，基本覆盖了工程建设各领域、各环节，规范并指导着建设活动各方的技术行为和管理行为。但同时，由于建设领域科学技术迅速发展、建设经验的不断积累、建设活动的复杂性以及标准制定条件的限制，现行标准还不能及时并全面地为建设活动各方尤其是广大工程技术与管理人員提供指导。

住房和城乡建设部标准定额研究所作为建设部工程建设标准化研究与组织机构，在长期标准化研究与管理经验的基础上，结合工程建设标准化改革实践，组织国内外相关领域的权威机构和人员，通过严谨的研究与编制程序，为推进建设科技新成果的实际应用，促进工程建设标准的准确实施，引导工程技术发展方向，拓展工程建设标准化外衍成果，将陆续推出各专业领域的系列《技术导则》，以作为指导广大工程技术与管理人員建设实践活动的重要参考。

《生活垃圾卫生填埋技术导则》是该系列《技术导则》之一，编号 RISN-TG014-2012。导则主要内容包括对《生活垃圾卫生

填埋处理技术规范》GB 50869 的主要条文进行解析和对条文规定的设计计算方法进行说明。

该系列《技术导则》及内容均不能作为使用者规避或免除相关义务与责任的依据。

住房和城乡建设部标准定额研究所

2012 年 10 月

目 录

1	总则	1
2	术语	17
3	填埋物入场技术要求	21
4	场址选择	27
5	总体设计	34
5.1	一般规定	34
5.2	处理规模与填埋库容	35
5.3	总平面布置	49
5.4	竖向设计	51
5.5	填埋场道路	52
5.6	计量设施	54
5.7	绿化及其他	54
6	地基处理与场地平整	56
6.1	地基处理	56
6.2	边坡处理	69
6.3	场地平整	74
7	垃圾坝与坝体稳定性	82
7.1	垃圾坝分类	82
7.2	坝址、坝高、坝型及筑坝材料选择	83
7.3	坝基处理及坝体结构设计	87
7.4	坝体稳定性分析	95
8	防渗与地下水导排	101
8.1	一般规定	101
8.2	防渗处理	105
8.3	地下水导排	132

9	防洪与雨污分流系统	145
9.1	填埋场防洪系统	145
9.2	填埋库区雨污分流系统	154
10	渗沥液收集与处理	157
10.1	一般规定	157
10.2	渗沥液水质与水量	162
10.3	渗沥液收集	172
10.4	渗沥液处理	181
11	填埋气体导排与利用	201
11.1	一般规定	201
11.2	填埋气体产生量	207
11.3	填埋气体导排	217
11.4	填埋气体输送	221
11.5	填埋气体利用	226
11.6	填埋气体安全	231
12	填埋作业与管理	234
12.1	填埋作业准备	234
12.2	填埋作业	237
12.3	填埋场管理	242
13	封场与堆体稳定性	245
13.1	一般规定	245
13.2	填埋场封场	252
13.3	填埋堆体稳定性	262
14	辅助工程	273
14.1	电气	273
14.2	给水排水工程	275
14.3	消防	276
14.4	采暖、通风与空调	277
15	环境保护与劳动卫生	278
16	工程施工及验收	282

1 总 则

1.0.1 依据《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，为贯彻国家有关生活垃圾处理的技术法规和技术政策，保证生活垃圾卫生填埋（简称填埋）处理工程质量，编制本规范。

【1.0.1 解析】

《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（1996年4月1日实施）规定人民政府应建设城市生活垃圾处理处置设施，防止垃圾污染环境。

条文中的“**技术政策**”是指《城市生活垃圾处理及污染防治技术政策》（建设部建城〔2000〕120号文）及《生活垃圾处理技术指南》（住房城乡建设部建城〔2010〕61号文）。

《城市生活垃圾处理及污染防治技术政策》对卫生填埋的技术政策为：在具备卫生填埋场地资源和自然条件适宜的城市，以卫生填埋作为垃圾处理的基本方案，同时指出卫生填埋是垃圾处理必不可少的最终处理手段，也是现阶段我国垃圾处理的主要方式。技术政策还指出：开发城市生活垃圾处理技术和设备，提高国产化水平。着重研究开发填埋专用机具和人工防渗材料、填埋场渗沥液处理、填埋场封场和填埋气体回收利用等卫生填埋技术和成套设备。

《生活垃圾处理技术指南》对卫生填埋的规定为：卫生填埋技术成熟，作业相对简单，对处理对象的要求较低，在不考虑土地成本和后期维护的前提下，建设投资和运行成本相对较低。对于拥有相应土地资源且具有较好的污染控制条件的地区，可采用卫生填埋方式实现生活垃圾无害化处理。

1.0.2 本规范适用于生活垃圾卫生填埋场新建、改建、扩建的

生活垃圾卫生填埋处理工程的选址、设计、施工、验收和作业管理。

【1.0.2 解析】

条文中的“改建、扩建”主要是指对老填埋场的堆体边坡整理与封场覆盖、填埋气体导排与处理、防渗系统加固与改造、渗沥液导排与处理等治理工程和新库区扩建工程。扩建工程要求按卫生填埋场要求进行全面设计与建设。

我国目前卫生填埋场数量、处理规模和技术水平依然不能满足要求，仍有大量的生活垃圾简易填埋处理，分散堆积在城市周边的自然环境中。

据统计，2010 年我国设市城市建设有 498 座填埋场。表 1-1 中填埋场数量近十年持续下降的原因，主要是由于小填埋场和简易填埋场的陆续关闭，但是填埋场平均规模不断增大（图 1-1）；同时已建填埋场还存在诸多运行管理和监管问题。引导、约束建设活动的卫生填埋技术标准的制定，需要及时将卫生填埋技术发展中更为成熟的工艺、材料、设备、设计方法和最新技术纳入标准条文要求或技术导则中，以便更好地用以指导国内卫生填埋场的新建、扩建，简易填埋场的封场、改建等。

表 1-1 我国生活垃圾处理设施数量及规模统计表（2001~2010 年）

年份	处理厂（场）数（座）				处理能力（t/d）			
	合计	卫生填埋	堆肥	焚烧	合计	卫生填埋	堆肥	焚烧
2001 年	741	571	134	36	224736	192755	25461	6520
2002 年	651	528	78	45	215511	188542	16798	10171
2003 年	574	457	70	47	218603	187092	16511	15000
2004 年	559	444	61	54	238143	205889	15347	16907
2005 年	469	356	46	67	255862	211085	11767	33010
2006 年	413	324	20	69	256098	206626	9506	39966
2007 年	449	366	17	66	267751	215179	7890	44682
2008 年	509	407	14	74	315153	253268	5386	51606
2009 年	566	447	16	93	355780	273498	6979	71253
2010 年	628	498	11	104	387607	289957	5480	84940

注：数据来源于 2001 至 2010 年《中国城市建设统计年鉴》。

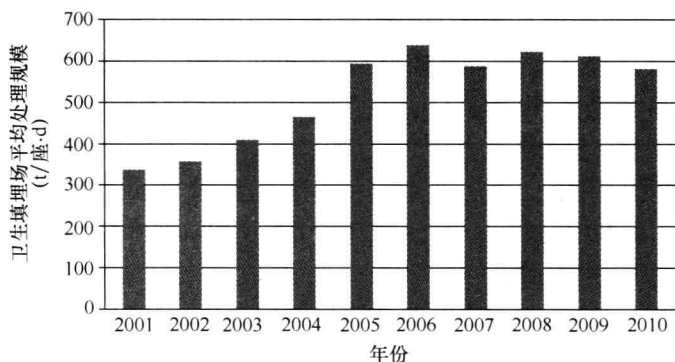


图 1-1 我国生活垃圾填埋场平均处理规模变化图 (2001~2010 年)

1.0.3 填埋处理工程应不断总结设计与运行经验, 在汲取国内外先进技术及科研成果的基础上, 经充分论证, 可采用技术先进、经济合理的新工艺、新技术、新材料和新设备, 提高生活垃圾卫生填埋处理技术的水平。

【1.0.3 解析】

我国第一座严格按照标准设计的卫生填埋场是 1991 年投入运营的杭州天子岭生活垃圾填埋场, 相比较而言, 我国的填埋技术仍处于发展阶段, 很多技术都是从国外移植而来, 在引用、借鉴国外填埋技术、工程经验时应考虑我国实际情况, 选择符合我国垃圾特点及气候、地质条件的填埋技术。

条文中的“**新工艺、新技术、新材料和新设备**”是指能够提高填埋效率, 加速填埋场稳定、减小二次污染的新型填埋工艺, 如填埋前机械-生物预处理、准好氧填埋技术、反应器型厌氧填埋技术、高维填埋、EST 填埋场封场覆盖技术、填埋场环境与安全远程在线监督系统等。

(1) 机械-生物预处理技术

1) 机械-生物预处理技术在国内外的研究与应用

生活垃圾中可生物降解物是填埋处理中恶臭散发、填埋气体产生、渗沥液负荷高等问题的主要原因, 减少生活垃圾中可生物

降解物含量受到了许多发达国家垃圾处理领域的高度关注。20 世纪 70 年代末，德国和奥地利最先提出生活垃圾填埋前的生物预处理，并推广应用，显著改善了传统卫生填埋带来的一些问题。《欧洲垃圾填埋方针》（CD1999/31/EU/1999）中提出在 1995 年的基础上，进入填埋场的有机废弃物 2006 年减少 25%；2009 年减少 50%；2016 年减少 65%。德国在 1992 年颁布的《垃圾处理技术标准》（TA-Siedlungsabfall）中规定自 2005 年 6 月 1 日起，禁止填埋未经焚烧或生物预处理的生活垃圾。机械-生物预处理是减少生活垃圾中可生物降解物的主要方法之一，近年来该方法在欧洲国家的生活垃圾处理中得到广泛应用。

2) 机械-生物预处理的技术特点

机械-生物预处理法主要由垃圾的机械分选和生物降解处理两部分组成。机械预处理主要是通过回收可回收物、减小垃圾粒径和进行组分分离等手段来达到减少垃圾体积的效果，同时减少垃圾粒度可减少填埋气体产生量和降低渗沥液浓度；生物预处理主要是通过好氧、厌氧或者好氧厌氧联合处理来达到降解垃圾中的有机物的效果。

3) 机械-生物预处理的应用前景

大量的应用研究表明：生活垃圾经过较充分的机械-生物预处理后，可减少近半的填埋体积以及大量的填埋气产生量和渗沥液有机负荷。我国大部分的城市以垃圾卫生填埋作为主要的处理方法，而我国城市生活垃圾含水率可以高达 50%~70%，有机质比例大约 60%。针对我国混合收集垃圾的特点，将生物处理技术作为填埋的预处理技术，可以有效降低水分含量和减少可生物降解物含量、恶臭散发及填埋气排放，并且有助于渗沥液处理，提高填埋库容节省土地，是解决我国垃圾处理难题的一种有前途的技术组合。

(2) 准好氧填埋技术

1) 准好氧填埋技术在国内外的研究与应用

准好氧填埋最早由日本福冈大学的花岛正孝教授开发。研究

表明：在有氧的条件下，由于微生物活动的增强，渗沥液中有有机物的降解速率明显提高；垃圾的降解及稳定化进程也大大加快。好氧填埋由于每日要消耗大量的能量用于输送空气而很不经济，适用性也大打折扣。基于此项不足，花岛正孝教授经过反复研究，开发出了无能源消耗、经济、降解能力强的准好氧填埋场结构。目前，日本的一般废弃物的最终处理场较普遍地采用了准好氧填埋的结构，日本的工程实践证明了准好氧填埋的方式比较适合中、小型规模的垃圾填埋场。

我国的准好氧填埋技术实验研究还处于起步阶段。王琪等人的实验室研究初步表明：在准好氧状态下 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度可以降到 10mg/L 以下，沼气产生速率大大高于未回流的填埋层；同时填埋层渗沥液中有有机物浓度大大降低（COD 去除率最高可以达到 95% 以上）。周北海，王琪，松藤康司等通过对我国部分生活垃圾填埋场的填埋气组分进行了现场测试和分析，结果表明：在准好氧填埋结构中，LFG 的 CH_4 含量降低最快，认为准好氧填埋结构能够控制 CH_4 污染，使得填埋场尽快进入安全期，因此提出新建填埋场适宜采用准好氧填埋结构，老填埋场的改造可以朝准好氧填埋的方向发展。

2) 准好氧填埋的技术特点

准好氧填埋是凭借无动力生物蒸发作用，不仅有效加速垃圾降解，还使得垃圾中大部分有机成分以 CO_2 、 N_2 等气体形式排放，可有效削减 CH_4 的产生。同时，其建设和运行费用较低，非常适合中、小型填埋场。循环型准好氧填埋技术更是结合了渗沥液回灌，解决了渗沥液处理问题，并通过场内水分的调节，提高厌氧微生物活性，达到加速垃圾稳定化的目的。准好氧填埋主要技术特点是使渗沥液集水沟水位低于渗沥液集水干管管底高程，使大气可以通过集水管上部空间和排气通道使填埋场具有某种好氧条件。与普通卫生填埋场相比，准好氧卫生填埋场具有以下优点：

- 垃圾分解产生的气体易于排出，填埋场安全性好；

- 垃圾分解较快，堆体稳定速度快，便于填埋场地的稳定与修复；

- 准好氧填埋很好地控制了硫化氢等臭气的产生，因此填埋场相对较卫生；

- 准好氧填埋垃圾所产生的渗沥液其 COD、BOD、氨氮浓度比一般卫生填埋场低 1.5~2 倍，缩减了垃圾渗沥液处理费用。

准好氧填埋场与厌氧填埋场渗沥液收集系统的差异见表 1-2。

表 1-2 渗沥液收集系统的差异

差异点	准好氧	厌氧
管径计算	按不满流计算，保证管道上部有足够空间使空气流动	按满流计算，不考虑空气
排水层	为保证空气流动而不阻塞使用粒径 50~150mm 卵石	使用粒径 5~10mm 的砾石
穿孔管	排水管上下方均有空隙使水和空气流动	仅在下部穿孔使水流过
垂直方向集排水	设坡面集排水管和垂直立管	一般立管不起导气作用
填埋场内部状况	保证在集排水管道周围有好氧区域	厌氧状态
气体控制系统	和集排水系统合用	独立设置
集水井	不能淹没排水管	无特殊要求

3) 准好氧填埋的应用前景

与普通改进型厌氧填埋相比，准好氧填埋可以减少成本，降低二次污染的风险。只要对准好氧填埋技术设计运行过程的工艺控制参数进行进一步深入研究，积累工程实践经验，准好氧填埋在我国工程应用中可以更好地发挥其优越性。

(3) 反应器型填埋技术

1) 反应器型填埋技术在国内外研究与应用

从 20 世纪 70 年代起，美国、英国、加拿大、澳大利亚、丹

麦、意大利、瑞典和日本等国相继开始了垃圾生物反应器填埋技术的研究。M. Warithc 指出利用生物反应器填埋处理技术需要加入大量液体来达到和维持最优状态，但只用渗沥液通常是难以保证场内微生物活动的需要。San 认为逐渐增加渗沥液回灌频率可以加快垃圾堆体稳定速率。Burton 等研究发现垃圾填埋场具有很强的反硝化能力。Price 等也研究报道了渗沥液中添加硝酸盐回灌填埋场，可实现完全反硝化，且会抑制甲烷的产生。目前，美国已有 200 多座垃圾填埋场采用了此技术，英国 50% 的填埋场也采用了此项技术。

近 10 年来，反应器填埋技术才逐渐开始在我国进行研究与应用，浙江大学、华中科技大学、西南交通大学等高校率先开始了生物反应器填埋场渗沥液回灌的系统研究。陈朱蕾、周传斌等基于生物反应器填埋技术，研究了填埋场地循环操作的厌氧-好氧生物反应器填埋工艺，设计了该工艺模拟装置并研究了其运行工艺特性。我国在生物反应器填埋场内部模型方面也进行大量的研究，如生物反应器填埋场有机物降解动力学模型研究，生物反应器填埋场内部水分运移数学模型研究，生物反应器填埋场产甲烷模型研究及生物反应器填埋场沉降模型研究等。

2) 反应器型填埋的技术特点

生物反应器型填埋技术与传统卫生填埋场的本质不同在于其生物降解过程是加以控制的。一个填埋单元就是一个小型的可控“生物反应器”（Bioreactor）。许多这样的填埋单元构成的填埋场就是一个大的生物反应器。它具有生物降解速度快，稳定化时间短，填埋气产气量高、收集完全等特点。生物反应器的核心技术是渗沥液回灌，无论是回灌型生物反应器填埋场、两相型生物反应器填埋场，还是脱氮型生物反应器填埋场、序批式生物反应器填埋场等都是以渗沥液回灌为基本操作运行方式。

3) 反应器型填埋技术的应用前景

与传统填埋场相比，生物反应器填埋场具有加快垃圾生物降解速度、提高气体产量和产率高、加速填埋场稳定化、增加填埋

场有效容积、减少渗沥液的场外处理量，降低填埋场处理和运行成本等优势。因此作为传统卫生填埋技术的新发展，生物反应器具有广泛的应用前景。

(4) 高维填埋技术

1) 高维填埋技术在国内的应用

广州兴丰生活垃圾卫生填埋场是我国第一家采用山地高维填埋技术的垃圾填埋场，该填埋场的最小垃圾填埋后密度是 $0.9\text{t}/\text{m}^3$ （国内其他填埋场通常密度是 $0.4\text{t}/\text{m}^3$ ），这样在相同面积的土地上，可大幅提高填埋场的有效库容。随后在 2004 年投入运行的老港垃圾填埋场四期工程同样也是采用高维填埋技术。目前，我国新建填埋场在设计过程中越来越多的考虑应用高维填埋技术。

2) 高维填埋的技术特点

高维填埋技术最主要的特点就是通过合理的设计，提高填埋场的空间利用效率。而填埋场空间利用效率一般使用空间效率系数衡量：即每平方米土地可提供的垃圾填埋空间（立方米）。我国的填埋场空间效率系数一般为 20~30。高维填埋的空间效率系数可达 50~70，所以采用高维填埋技术可以大规模节约土地资源。高维填埋技术的设计运行包括空间效率设计与营运、地基基础设计、基础排水设计、高位道路设计与应用、填埋气管网设计与营运建设、防渗系统设计与管理等。

3) 高维填埋技术的应用前景

垃圾填埋占用大量土地，而高维填埋通过提高土地利用效率可以大幅节约土地资源。目前，我国采用高维填埋技术建成的老港四期工程和广州兴丰垃圾填埋场已运营多年，取得了良好的效果，而这两个填埋场可成为模板工程推动我国高维填埋技术的发展。

(5) 垃圾填埋场封场覆盖 EST 技术

1) 垃圾填埋场封场覆盖 EST 技术在国内研究与应用

由于封场覆盖材料在渗透特性方面有特殊要求（渗透系数低