

# 日本填埋工程的全寿命管理

刘英杰

北京市城市管理研究院 (北京 100028)

**摘要:** 从填埋方式、日常维护管理、封场管理、土地再利用三个层面, 对日本填埋场的整个寿命管理模式进行了归纳, 并对日本填埋场日常维护管理的各项监测指标进行了梳理, 并对填埋场的扩建、封场基准、土地再利用等进行了总结, 为国内的填埋管理工作提出了参考。

**关键词:** 废物掩埋; 整个寿命; 经营

## Full-life management of landfill works in Japan

Liu Yingjie

Beijing Institute of Urban Management, Beijing 100028

**Abstract:** from the landfill way, daily maintenance management, sealing management, land reuse three levels, the Japanese landfill life management mode, and the Japanese landfill daily maintenance management of the monitoring indicators, and the expansion of landfill, sealing benchmark, land reuse is summarized, puts forward the reference for domestic landfill management.

**Key words:** waste burial; the whole life; operation

从填埋场的选址、建设、填埋、封地、封地后的治理, 到废弃后的土地回收, 就像人类的整个生活, 整个填埋区都有一个完整的寿命。在整个生活过程中, 各个环节都需要进行精细的计划和控制, 这对于确保填埋场的稳定化、减少环境影响以及进行土地的循环利用有着重要的作用。

也就是在填埋场前, 通过物理方法, 如压实、破碎等, 或通过焚烧、热解等方法进行处理和填埋法。在日本, 焚烧是目前最重要的处置方法, 燃烧处理率在 80% 以上, 而用直接掩埋法处理的废物比重很小, 目前的直接填埋率只有 1%。日本大量采用了垃圾焚化技术, 通过中间燃烧等方式进行了减量, 从而大大减少了堆填量, 因此, 日本的垃圾收集系统得到了充分的利用。

### 1. 日本目前的生活废物填埋状况

基本上都是将其当作是废物的最后一道工序, 日本的生活废物处理方法有循环再利用、中间残渣等。

日本环保部数据显示, 2019 年日本共有 1620 个堆填区, 较上年同期下降 19 个。这些场地包括 1165 个, 平原填埋区 420 个, 表面填埋区 25 个, 表面填埋区 10 个。现有的剩余储量为 9951 万立方米, 其余的填埋期为 21.4 年。由于日本采取了一套减少污染的政策, 日本的填埋量呈逐年递减趋势, 其填埋区的剩余填埋年限值也在逐步上升, 如表 1 所示。

### 2. 日本城市生活污水处理厂的划分

根据填埋物的特性和填埋物对周围环境的影响, 日本将其划分为三大类: 一类是固定堆填区, 其用途包括: 废塑料、橡胶、金属、建材、废玻璃、废陶瓷、废陶瓷等; 第二种类型为密闭

式填埋区, 用于填埋含有超标重金属、有害化学物质的燃渣、煤尘、污泥、矿渣等; 第三种类型为管理式填埋区, 不能在稳定堆填区或密闭填埋区内填埋的其它工业废弃物和生活废物, 应在管理型填埋区进行填埋。稳定性填埋场、封闭式填埋场、管理型填埋场等类型的建设与管理模式各有差异, 本文重点对管理型填埋场进行了探讨。

## 3. 日本填土的结构及填埋方法

### 3.1 填土结构研究

日本福冈大学荣誉教授花岛正孝认为, 填埋地根据土壤的生态条件, 也就是土壤中的水分含量和氧含量, 分为厌氧填埋、厌氧卫生填埋、改良厌氧卫生填埋、准好氧填埋、好氧填埋五种填埋方法。

表 1 按微生物条件划分的填土类型和特征

分类	特征
厌氧堆	将生活污水排入低洼区, 并将其浸泡于水, 使堆填区处于厌氧区。
无菌卫生填埋法	在厌氧填埋的地基上, 采取了“三明治”覆盖方法, 其状况与厌氧堆肥基本一致。
改进的厌氧式垃圾填埋法	在厌氧型卫生填埋区的底端设有一条排水管道, 该排水管道的内壁为厌氧区, 但其水分含量明显降低。
拟好氧填埋法	增加排水管道直径, 并与污水收集管道连通, 并在管道四周放置石头等, 这样, 废物的水分含量较低, 外界的气体可以由排水管道导入到堆体中, 从而在室内产生良好的氧气环境。
好氧填埋法	除了排出管道, 还有人将气体输入到垃圾箱中, 使其处于良好的氧气环境中。

准好氧填埋技术，也就是“福冈方式”，是日本福冈大学为了解决厌氧填埋工程的高投入和好氧的运营费用高等问题，而开展的一项新的卫生填埋技术，以达到最佳的填埋效果。上20世纪70年代，由福冈和福冈市联合进行的一次联合试验，确定了一个类似于好氧的填埋区，这种填埋场在完成能够快速稳定填埋区。可将其功能迅速转换为园林及体育场地的开放式空间。日本福冈型的可持续填埋式建筑，将堆填区分成几个单位，透过可再生的回收系统，使每一个单位都能被填充，有氧处理，挖掘及再使用，有效地加以使用。

陆地上的空地。该技术不但减少了高昂的监控操作成本，还可按要求进行设备的检测和维护，从而保证设备的系统和安全，从而为福冈市节约了几百万至上亿的资金。目前，这一技术已经在日本的国内填埋场的建设中得到了很好的运用，并且已经被许多国外的填埋场的规划所采用。从这一点可以看出，日本的填埋场非常重视在填埋场的起始时间，预先确定填埋场的目的，并为将来的发展留出空间，这是一个完全的工程和资源的使用模式。

表2 填埋条件下的渗滤液质量列表

		分类在进行中	在完成六个月后	在完成一年之后	在完成两年之后
BOD/mg·L-1		40万~50,000	40万~50,000	30 000~40 000	10000~200000
COD/mg·L-1		40万~50,000	40万~50,000	30 000~40 000	20万~30,000
厌氧堆	NH <sub>3</sub> -N/mg·L-1	800~1 000	1 000	800	600
	酸碱度	大约 6.0	大约 6.0	大约 6.0	大约 6.0
	透光率	0.9~1.0	1~2	2~3	2~3
	BOD/mg·L-1	40万~50,000	7000~8000	300	200~300
	COD/mg·L-1	40万~50,000	10000~200000	1000~2000	1000~2000
无菌卫生填埋法	NH <sub>3</sub> -N/mg·L-1	800~1 000	800	500~600	500~600
	酸碱度	大约 6.0	约 7.0	7.0~7.5	7.0~7.5
	透光率	0.9~1.0	1~2	1.5~2	1~2
	BOD/mg·L-1	40万~50,000	5000~6000	100~200	50
	COD/mg·L-1	40万~50,000	10 000	1000~2000	1 000
拟好氧填埋法	NH <sub>3</sub> -N/mg·L-1	800~1 000	50	10	1~2
	酸碱度	大约 6.0	大约 8.0	大约 7.5	7.0~8.0
	透光率	0.9~1.0	1~2	3~4	5~6
	BOD/mg·L-1	40万~50,000	200~300	50	10
	COD/mg·L-1	40万~50,000	2000	1 000	500
好氧填埋法	NH <sub>3</sub> -N/mg·L-1	800~1 000	50	10	1~2
	酸碱度	大约 6.0	大约 8.5	7~8	大约 8.5
	透光率	0.9~1.0	6~7	2~3	2~5

注意：使用六价 Cr207 测定 COD。

### 3.2 废物的掩埋方法

例如，东京都23区所生产的废弃物已由中心防浪墙外侧的填埋场及新的海洋填埋场进行，而新海面填埋场则是以填埋生活废物为主，而A至E的5个区块已完成填埋，面积319hm<sup>2</sup>。

将经中转的废物通过货柜或翻斗车运送至填埋场，按其类别将其填入指定区域。采用挖掘机对填土进行平整、成型、旋紧，作业效率高且非常安全。当堆积物堆积至某一层或公路等时，会用土壤进行填埋。铺土可分成3类：每天完成工作后“当日覆土”，在完成某一层或某一层时进行“中期覆土”，完成整个筑填后再进行“最终覆土”。此外，为避免废物散布与异味，

使用组合式建造，填埋1天后的废物，三明治式堆肥，也就是在3米左右的垃圾堆上铺上50厘米左右的土壤，如此反复进行，三文治工程可以避免废物散布、气味蔓延、预防虫害、隔离大气、避免着火等。

### 4. 日本掩埋工程的常规维修与管理

按照《垃圾最终填埋场指南解说》中所述，堆填区的用途是：将废物合理地贮存起来，并通过其自身的新陈代谢能力，达到稳定、无害的目的。

“给我破！”因此，最主要的问题就是垃圾对周围的环境造成不良的后果，而要确定对周围的环境有没有什么危害，就

必须进行例行的维修和保养。

日本《生活垃圾填埋场及产业垃圾填埋场相关技术基准的法令》规定了每日的填埋处理标准等，并在表3中规定了特定的养护和管理标准。垃圾填埋场的日常养护和管理是保证垃圾处理量的关键，正确的处理能降低各种类型的事故，如火灾。

### 5. 填埋场地扩建

日本的国土面积十分有限，这使得新建的垃圾填埋场面临着巨大的挑战。通过扩建或改造，可以有效地扩大已有填埋区的容积，从而达到最大程度地提高填埋区的利用率。

混编 2022年 /15/2

日本填埋工程的全寿命管理

环形球面

表3 管理垃圾掩埋设施的管理规范列表

序列数	维持经营的标准
1	确保垃圾不会从掩埋外面飞溅
2	确保堆填区无异味
3	预防火灾，并有消防器材和其它消防器材
4	为防止老鼠，蚊蝇和其它有害生物的滋生，应使用杀虫剂和其它方法
5	设立围墙以防止外来人员随意进出掩埋。
6	布告栏应放在醒目的地方，并在通知的内容变化后，应立即修改通知的内容。
7	对挡墙等进行常规的检查，发现问题如有损坏，应立即处理
8	在填筑前，先用沙石等覆盖防渗层
9	对防渗层进行常规的检测，一旦发现漏水问题，立即进行处理
10	根据下列方法，对填埋场地和附近的地下水进行质量检测，取样位置（2个或更多）以及地下水收集装置 (1) 在进行填埋场之前，对地下水的各项指标、电导率和氯离子含量进行测试和纪录。 (2) 在填埋场后，对地下水等的各种指数进行测试和纪录（一年内最少一次） (3) 在进行掩埋后（每个月一次），对导电和氯离子的含量进行测试和纪录。 (4) 若有异常的导电和氯化物，应立即进行测试，并对记录的地下水等进行再一次测试。
11	经调查后，若出现水质下降，必须及时查明其成因，并采取相应的处理办法，确保不会对周围的生态造成更大的污染（除堆填区以外的污染因素）。
12	确保不会有雨流入垃圾场
13	对调节槽进行周期性的巡视，一旦有任何潜在的损伤，立刻进行处理。

14	采用以下方法进行污水处理厂的维修和保养 (1) 确保出水的质量与标准的排放标准一致 (2) 对渗透污水处理厂进行常规的巡视，一旦出现问题，立即进行处理。 (3) 对排出水质量的监控 a. 对与排放标准有关的项目进行检验和登记（一年内最少一次） b. 氢离子浓度，BOD,COD,SS, 氮的测定和纪录（每月一次或更多）
15	及时清理沟槽周围沙石等杂物，确保其正常运行
16	安装排气设施，以确保垃圾气体排放至掩埋场地（除了未排放气体的填埋地） 填埋完毕后，应用 50 cm 或更厚的沙石或其他材料，将其填满（不得流入雨水的填埋区，应采取与其相同的覆盖措施。
17	封闭的开口处）
18	对封闭后的填土，采用适当的保护措施确保最后的覆盖不造成损害等
19	填埋物的种类、数量和维护时的检验等应特别记载，并将其保留至掩埋现场停止使用

填埋场的扩建有两种方式：一是挖掘和分类，对已填埋的废物进行分类和分类；第二种方法为：将已经被掩埋的废物进行压实化。

特别是在现有的填埋场地中，采用了开挖分选法和无排水孔墙压缩技术。

#### 5.1 采掘分类方法

填埋场的废物将被再次挖掘，并进行分级、筛查、回收、焚化。由于填埋场中有许多可回收的东西，只要把它们拣出来，填埋场的数量就会大大减少。

挖矿分类方法的总体过程如表4所示。用铲土机和其他机械，将垃圾进行粗略的筛选，将其中的大件垃圾和危险物品，分门别类。其次采用机器分拣，采用滚筒筛、振动筛等机器对颗粒的大小进行分级。再继续分选与磁分离，是指将石料和水泥进行手工分离，利用磁分离装置对矿石进行分离。再进行粉碎，将碎石与混合土粉碎，再进行颗粒大小的调节，以达到高效的使用；另外，还可以按要求粉碎，达到垃圾体积的目的。最终，将易燃物质等打包，安全地送入焚化工厂进行焚化。

#### 5.2 无排土孔壁压实术 (TLT)

采用“无排土孔墙施工方法”的 TLT 方法，无需排水，将堆积物压缩，达到扩大填埋区容积的目的。采用推土机等机械将碎石竖向压缩后再进行填埋场，但即便完全粉碎，仍会留下 40% 的空间。利用 TLT 法，在原有的填埋场中，通过使用专用的推进器和加压机翼进行横向挤压，可以达到 40% 以上的高度。

在填埋区内进行填埋，以减少填埋区容积。此外，该技术无需将填埋在地表的填埋物进行挖掘，即可扩大填埋区的规模。

其施工次序如下：一是 TLT 装置在将堆存的废物横向压缩

后,进行打孔。其次,在打井完毕后,用一台翻斗式挖土机把每一个单独的井眼附近的杂物都转移到这个洞里。最终,专用推进器倒置,将排出的废物压缩到洞内。

### 5.3 环境保护措施

在进行填埋过程中,由于堆存的废弃物会释放出难闻的气味和有毒的废气,所以必须对其进行保护。

#### 5.3.1 粉尘防治技术

喷淋是一种简易的控制方法,但是由于渗透量增加,所以必须“经常检测水质”,“强化污水处理设施”。可以在移动的帐篷里工作,也可以用遮阳网把所有的垃圾都包起来,这样可以避免尘土的散开,也可以避免雨滴的渗入,也可以避免噪声。

#### 5.3.2 煤气预防措施

为了防止事故发生,应在施工之前安装排气管道,并在钻井现场进行瓦斯勘探。在建筑过程中,要经常用煤气检测管道来检测煤气的生成。

#### 5.3.3 恶臭防治措施

可以定时喷上一次除臭液,然后在地面上涂抹或喷上泡沫,或者在垃圾堆上铺上一块布来避免气味的产生。

#### 5.3.4 排泄系统

在开挖未采用渗滤液的填埋场地时,应在填土周围加一堵防渗墙,并设有集、排、渗、排污水等设备,对渗滤液进行净化,达到合格后,方可进行排泄。

## 6. 封闭和关闭废物掩埋场地

填埋场地被填上后,必须封闭场地。封闭后,垃圾填埋场的掩埋作用已告终结。封闭处理对堆填区的治理具有十分关键的意义。根据《生活垃圾填埋场及产业垃圾填埋场相关技术基准的法令》的有关要求,在封堵场地时,必须采用沙石覆盖场地,且沙层的沙层应大于50cm。在有防渗性的情况下,应在开口处使用具有相同作用的罩面,并应防止其破裂。同时,对填埋物的种类、数量和养护进行监督,应特别进行记载,并将其保留至填埋区报废。

因为废物本身的性质,填埋地要经过数年的封闭,其潜在的环保问题将会持续很久。所以从垃圾填埋地到废弃,至少要

十多年,这段时期需要不断地进行维修和管理。日本因填土后已无财政收入,为了保障维修及管理成本,采取「堆填区维修与管理准备金」,规定填埋区的管理者必须在填埋区内,将一笔钱存放在环保设施中,待填埋区封闭后,再从单位提取年度所需要的经费。这种系统可以保证封闭后对垃圾进行长时间的维修和管理,而且不会增加管理者的工作压力。

封闭后的维修与管理,主要是收集和处理渗滤液,收集和和处理填埋气体,防渗和地下水和最后的保护层。封闭后进行维修和治理。

当液体和垃圾气体达到一定程度后,可以向当地的市长提交废止请求,经审批后,可以取消。废弃后的掩埋场将不需要进行任何维修和管理,也不会受到《垃圾管理法》的限制,可以进行正式的用地开发。

## 7. 填埋场地的土地回收

垃圾填埋结束后将有一片空地。在对填埋区进行再利用时,应考虑到填埋区的基础性质(渗透性),并据此制订回收利用方案,避免对周围的人类和周围环境造成不利的后果。

通过对封场和废弃填埋场进行的回收性研究,发现以网球场、足球场、高尔夫球场为最大的体育场地,太阳能发电站、多功能广场、公园等。回收再利用的方法如“运动设施”“多功能广场”和“公园”是最常用的。近年来,由于其盈利能力,太阳能发电已逐渐发展壮大,已逐渐成为垃圾填埋场的一个主要途径。没有重新使用的原因中,最主要的原因是由于地点的原因(比如在峡谷中的掩埋)而没有被回收,第二个原因是没有经济价值或者没有足够的经费。因此,在不同的情况下,填埋场土地的再开发将会受限于不同的环境,应根据不同的情况选择合适的土地资源。

## 8. 结论

垃圾填埋是一种主要的处置方式,它的整个寿命都依赖于精细的控制。日本有关的法律、规章对填埋前、填埋中、填后等方面的有关标准进行了详细而清晰的规定,技术规范比较完善,具有较高的可操作性。特别是在封地之后,对场地进行了有效的管理,合理的人力和财力,为以后的土地利用打下了坚实的基础,从而建立起一个良性的循环。日本城市的治理模式,可以为我国城市生活垃圾处理设施建设提供有益的参考。

## 参考文献

- [1] 鞠阿莲、陈洁. 日本垃圾填埋场的土地回收处理技术与案例研究 [J]. 医学工程学, 2016, 第24(6):91-93:96.
- [2] 环保部. 2019 日本废物处置 [R]. 2021.
- [3] 环保部. 废物排放和处置情况等. 2021.4. 东京都环保署. 京都垃圾填埋处. 2018.
- [5] 宋薇、吴彬彬、陶其阳. 中国城市固体废物处理处置的研究及对策 [J]. 《健康与健康》, 2018, 26(2):73-75.

- [6] 吴航、马世龙、翟强强. 城市垃圾填埋场地污染防治措施研究 [J]. 《中国资源化与资源化》, 2015,33(12):37-39.
- [7] 蒲志红、宋薇、吴彬彬. 堆填区封闭后的养护与治理——北京城市固体废物处理设施建设的实例 [J]. 环卫科学, 2019,27(4):83-86.[8] 坂本、田敏郎、工藤友康等 .[C]. 《废物资源法》, 《废物资源法》, 2017:449-450.