

回归大地

在不同环境下的堆肥



SHIBU K. NAIR





回归大地：在不同环境下堆肥
©January 2022 Global Alliance for Incinerator Alternatives
Unit 330, Eagle Court Condominium
26 Matalino Street, Barangay Central
Quezon City, Philippines 1100
www.no-burn.org

GAIA 是一个由 800 多个基层团体、社会网络、非政府组织和个人组成的全球网络。我们憧憬一个建立在尊重生态极限和社区权利基础上的公正的零废弃世界。在这个世界里，人们不再承受有毒污染的负担，资源得到可持续保护，而不是焚烧或倾倒。我们致力于加强基层社会运动，推动全球向生态和环境正义转变运动，推动解决废弃物和污染问题。

关于作者

Shibu Nair 是 GAIA 亚太地区印度的协调员。他是印度零废弃运动的先驱之一。他领导了南印度历史最悠久的环保组织之一 Thanal 的零废弃运动。他擅长有机物管理、在社区层面设计和开发零废弃系统，以及制定零废弃计划和活动战略。Shibu 拥有多部著作，其中包括《种姓与性别：印度固体废物管理的社会障碍》（2015 年）和《乡村旅游区固体废物管理手册：零废弃物方法》（2008 年）。他还多次就有机废物管理和零废物问题发表演讲。

编辑团队

执行编辑
Sherma Benosa

审稿人
Felicia Dayrit, Miriam Azurin, Julie De Guzman, and Cecilia Allen

贡献者
Anne Larracas, Julie De Guzman, Sherma Benosa, and Vamsi Sankar Kapilavai

插图画家
Rose Zenda Patrish Sevilla

摄影师
Theeban Gunasekaran, Thomas Varghese, and Veejay Villafranca

翻译
高宋 Betty Gao

致谢

GAIA 亚太地区感谢所有分享堆肥方法、帮助审阅部分内容、提供文字/照片/帮助协调采访的会员和合作伙伴：地球母亲基金会的 Sonia Mendoza、Lucila Sandoy 和 Maricon Alvarez；公民消费者和公民行动小组 (CAG) 的 Vamsi Sankar Kapilavai；槟城消费者协会的 Mageswari Sangaralingam、Saraswathi Devi Odian 和 Theeban Gunasekaran；YPBB 的 Fictor Ferdinand；内格罗斯省反对浪费战争-BFFP 的 Merci Ferrer；Bethany Society 的 Carmo Noronha；鹈鹕基金会的 Sujith K.N. 和 CN Manoj 博士；基金会大学 (Foundation University) 的 Russelle Jamili 和 Joseph Culagbang；以及 GAIA 亚太区前常务董事 Anne Larracas。

本报告在一定程度上得益于塑料解决方案基金 (PSF) 的资助。本出版物所表达的观点并不一定代表 PSF 及其资助者的观点。本报告或其部分内容可用于非商业目的的复制，但需注明出处。未经版权所有者的书面许可，禁止为销售或以商业目的进行复制。

缩略词列表

- GHG 温室气体 (Greenhouse Gas)
- FRP 纤维增强塑料 (Fiber Reinforced Plastic)
- BSF 黑水虻 (Black Soldier Fly)
- MRF 材料回收设施 (Materials Recovery Facility)

图片列表

- 图 1. 堆肥前和堆肥后的废物量
- 图 2. 沼气厂产生的气体成分
- 图 3. 液化石油气和沼气 (甲烷) 的能量含量比较

词汇表

有氧消化	微生物在有氧条件下分解可生物降解废弃物的生物过程。
厌氧消化	微生物在无氧条件下分解可生物降解废弃物的生物过程。
堆肥	分解过程中产生的腐殖质，可用作土壤改良剂，补充土壤中的碳和微量元素。
嗜中细菌	在 20 °C 至 45 °C 的适度温度下生长的细菌。
接种体	用于堆肥的均衡微生物菌群，通常在固体或液体培养基中培养，通过提高堆肥废弃物所需的微生物数量和强度来加速堆肥过程。
沥滤液 (特别是堆肥产生的沥滤液)	从堆肥装置中分解的有机物中渗出的液体。也称为堆肥茶，可用作肥料。
微生物	可能以单细胞、多细胞或细胞簇形式存在的微观生物、多细胞或细胞簇。微生物有六大类：细菌、古细菌、真菌、原生动物、藻类和病毒。
泥浆 (特别是沼气泥浆)	沼气厂或生物发酵池产生的厌氧消化副产品，可用于给农作物施肥。

目录

缩略语表	3		
图表清单	3		
术语表	3		
第一章			
为什么堆肥？	6		
1.1 营养恢复	8		
1.2 碳封存	9		
方框：什么是有机废弃物？	9		
第二章			
好氧堆肥	10		
2.1 如何堆肥	12		
2.2 影响堆肥的因素	12		
2.2.1 微生物	12		
方框 2：在家制作接种体	13		
2.2.2 水分	14		
2.2.3 氧气	14		
2.2.4 碳氮比	14		
方框：不要焚烧干树叶	14		
2.3 设计有氧堆肥装置	15		
2.3.1 计算堆肥装置的空间需求	16		
2.4 应牢记事项：堆肥的良好做法	17		
2.5 不同的好氧堆肥方法	18		
2.5.1 风车堆肥	18		
变体			
a. 充气静态堆肥	19		
b. 机械化堆肥	19		
2.5.2 垃圾桶堆肥	20		
变体			
a. Thumboormuzhi 好氧堆肥箱	21		
b. 转鼓式堆肥机	21		
2.5.3 堆肥坑	22		
变体			
a. 塔式轮胎堆肥	22		
b. 环形堆肥器	23		
c. 生物孔	23		
d. 坑式堆肥（菲律宾模式）	24		
2.5.4 管道堆肥	25		
变体			
a. 舒适堆肥	26		
2.5.5 盆栽堆肥	27		
a. 花盆堆肥	28		
b. 坎巴	28		
c. 盆栽堆肥	29		
d. 厨房堆肥	29		
方框：解决堆肥问题	32		
方框：黑水虻	33		
2.5.6 蚯蚓堆肥	34		
方框：如何收获蠕虫	36		
2.5.7 强化堆肥	37		
第三章	38		
厌氧有机物管理	40		
3.1 Bokashi 堆肥	41		
3.2 厌氧生物消化或沼气			
3.2.1 沼气厂和消化系统的组成部分	42		
3.2.2 沼气厂的类型	42		
3.2.3 废物管理中的沼气厂	43		
3.2.4 沼气厂维护的良好做法	43		
3.2.5 沼气与能源	44		
3.2.6 自己动手制造沼气	45		
方框：垃圾填埋场中有机废弃物的去向			
第四章	46		
实地故事			
在材料回收设施中堆肥	48		
作者：Sherma Benosa			
肥料出售	50		
作者：Sherma Benosa			
在高层住宅中堆肥	52		
作者：Anne Larracas			
儿童堆肥简单有趣	54		
作者：槟城消费者协会和 Sherma Benosa			
低收入社区的零废弃物	56		
作者：Vamsi Sankar Kapilavai			
有机物管理的战略和政策	58		

第一章 为什么堆肥？

亚洲产生的废物中有一半以上是有机废物，这为废物管理者提供了一个绝佳的机会。只要对废物进行分类并妥善管理有机废物，就能有效处理超过50%的废物。

城市固体废弃物管理是亚洲城市面临的一个日益严峻的挑战。但如果我们仔细分析废弃物的成分，会发现有机废弃物占据很大比例，通常超过50%。如果对有机废弃物进行适当分类和单独处理，就能解决超过一半的问题。这意味着我们在实现零废弃的过程中已经迈出了重要的一步。幸运的是，有机废弃物是可以管理的。我们可以采用多种方法对其进行可持续管理。然而，问题在于克服一个关键障碍——让人们从源头上对垃圾进行分类。当可生物降解和不可生物降解的废弃物混在一起时，废物管理就会变得复杂。

源头分类是处理有机废弃物的关键。仅通过分类，就能解决城市固体废物管理中约50-60%的问题。城市固体废物管理面临的挑战在于如何在有限的空间内，以可控的方式分解和稳定有机废弃物，同时避免对周边居民造成滋扰，并确保环境健康。因此，最好的办法是分散管理，在源头对有机废物进行处理。

在一些地方，由于空间有限，废物产生者无法自行管理废物。在这种情况下，第二好的方案是在最靠近源头的地方设立堆肥区。这意味着，如果无法在家庭（源头）进行有机废物管理，那么第二好的管理地点就是在附近的公共空间，如材料回收设施或社区内专门用于管理有机废弃物的指定区域。

幸运的是，如前所述，管理有机废弃物的方法有很多。现有的堆肥装置和方法适用于各种环境，即便在狭小的空间内，这使得空间不足不再成为问题。本出版物将介绍其中一些方法。

在有机废弃物的管理中，唯一合理、科学、安全且经济实惠的方法就是生物处理。有两种生物处理方法，即好氧（含氧）和厌氧（不含氧）。每种工艺都有许多变体，废物管理者可以根据具体情况进行选择。

1.1 营养恢复

行星边界框架由一群地球和环境科学家制定，用于评估地球系统的极限，以确定地球生命的可持续性。生物地球化学流（包括磷和氮循环）是九大地球极限之一。

科学家们警告说，我们已经跨越了九个地球极限中的四个：气候变化、生物圈完整性的丧失、土地系统的变化，以及生物地球化学流或营养流的改变。

氮和磷是帮助生物体形成蛋白质、酶和有机化合物的两种主要生物养分。它们通过在整个生物圈中的交换和分布，对构建DNA起着重要作用。然而，人类活动造成的土壤退化干扰了这一重要的养分循环。

大气中丰富的氮气无法被有机物直接利用。土壤中的细菌捕获了氮气，并将其转化为氨气和硝酸盐，供植物吸收。磷也在岩石、水、土壤、沉积物和生物体中循环流动。由于人类大量使用合成硝酸盐和磷酸盐作为肥料，破坏了磷的循环。

堆肥，是这一过程中产生的腐烂有机物。它增加了土壤中的有机物质，为细菌提供了一个良好的生态系统，使土壤中的氮、磷和其他重要养分得以恢复和补充，从而有助于维持养分循环的平衡，支持植物生长。

1.2 碳封存

联合国政府间气候变化专门委员会认为，土壤固碳或土壤碳捕获和储存是减缓气候变化的重要措施之一。堆肥通过增加土壤中的有机物，提高了土壤的有机碳含量，从而提高了产量，更好地保持水分，并有效防止土壤侵蚀。虽然农业实践可能会释放土壤中的碳，但堆肥可以促进土壤碳的补充。

根据Hogg和Favoino的说法：

"这种碳汇能力的损失不是永久性的。堆肥可以积极地实现恢复土壤质量和固碳的双重目标。有机物质（以有机肥料的形式）的施用可导致土壤有机碳的长期积累，或降低土壤中有机物质的消耗速度。无论哪种情况，土壤中有机物的总量都会高于不使用有机肥的情况。有机肥料可以扭转近几十年来土壤有机质减少的趋势，促进土壤中稳定有机成分的积累，在任何一年都能确保土壤中保留更多的碳"。

因此，堆肥可以成为气候行动的一部分，是实现气候复原力的积极步骤。

什么是有机废弃物？



有机废弃物是指那些由于含水量高，通常被称为湿废弃物的废弃物质。这些废弃物也被称为“可生物降解废弃物”，因为它们可以通过自然生物过程降解。降解所需的时间可能会根据有机废物的主要特征、堆肥管理方法和气候等因素而有所不同。

例如，如果有机废物主要是缓慢腐烂的物质，如树木碎屑、骨头、羽毛和头发，可能需要更长的时间才能分解。相反，如果它主要是快速腐烂的废弃物，如食物残渣、肉类废弃物和蔬菜部分，它会在相对较短的时间内分解。

¹世界银行。多么浪费 2.0。 http://datatopics.worldbank.org/what-a-waste/trends_in_solid_waste_management.html
²九大行星边界，斯德哥尔摩大学 <https://www.stockholmresilience.org/research/planetary-boundaries/the-nine-planetary-boundaries.html>
³Steffen 等人，2015 年。行星边界：在不断变化的地球上指导人类发展。《科学》第 347 卷第 6223 期
⁴评估报告 5。气候变化 2014。气候变化缓解，IPCC。（<https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg3/>）第 829 页，第 11.3 章
⁵Favoino, Enzo 和 Dominic Hogg。《堆肥在减少温室气体方面的潜在作用》https://www.researchgate.net/publication/5513046_The_potential_role_of_compost_in_reducing_greenhouse_gases
⁶使用在中等温度下生长的细菌，温度为 20°C 至 45°C
⁷使用在相对高温下茁壮成长的细菌，温度为 41°C 至 60°C

第二章 好氧堆肥

好氧堆肥是一种分解可生物降解废物的简单自然过程。它需要两个要素：氧气和微生物。

照片由THOMAS VARGHESE拍摄

微生物在有氧条件下分解可生物降解的废弃物的生物过程称为好氧消化。其结果产生的物质被称为堆肥，类似于腐殖质，可用作土壤改良剂，补充土壤中的碳和微量元素。

自然界中的堆肥是在细菌、放线菌、真菌、轮虫、原生动物等微生物的帮助下进行的。好氧消化通过循环两个主要阶段来完成：温和阶段和高温阶段。

在第一阶段，嗜中性细菌（在适中温度下生长的细菌，约 20 °C 至 45 °C）启动了消化过程，产生热量。它们在 40 °C 以下分解简单和易分解的化合物，随着温度的升高，它们变得不活跃。随后，嗜热细菌（在相对较高温度下生长的细菌，约 40 °C 至 60 °C）接管，分解木质素、纤维素和蛋白质等复杂化合物。当温度升至 60 °C 时，任何微生物都难以生长。一旦嗜热菌失去活性，温度就会下降。随后，嗜中性细菌重新活跃起来，寻找剩余的物质进行分解。它们作用于这些剩余物质时，温度再次升高。接着，嗜热细菌再次接管，完成剩下的分解工作。如此循环往复，直到没有任何东西可以分解为止。一旦所有有机物都被这两种主要细菌消化完，这个循环的产物就会冷却下来，形成堆肥。

了解这些过程有助于我们控制好氧堆肥过程，从而更有效地管理有机废弃物。

2.1 如何堆肥

即使不知道堆肥或分解的确切科学和过程，我们仍然可以在日常生活中应用堆肥科学，防止或减缓堆肥过程，或加速分解过程。例如，我们可以采取以下措施来防止一些材料和食物分解或腐烂：

- 保持木制家具干燥并涂上油漆。
- 给皮鞋、皮包和大衣刷毛和上光。
- 用盐或醋保存蔬菜和水果。
- 晒干或熏烤肉类。

通过这些过程，我们试图延迟或减缓材料的分解。添加盐或醋可以防止微生物的生长；保持物品完全干燥可以使微生物失去活性；添加油漆涂层或上光剂可以防止微生物进入。

我们可以通过以下方法加速分解过程，以获得理想的效果：

- 在温牛奶中加入凝乳酶，使其发酵形成凝乳。
- 加入酵母，使面团发酵制成面包。
- 加入琼脂让水果发酵酿酒。

这些我们都知道。那么，让我们把这些知识应用到有机废弃物的堆肥中。

2.2 影响堆肥的因素

决定堆肥过程的主要因素有四个：(1) 微生物；(2) 湿度；(3) 氧气；(4) 碳氮比。

2.2.1 微生物堆肥

是一个生物过程，主要由细菌、真菌、轮虫、原生动物、酵母等微生物协助进行。健康的微生物群落和充足的微生物力量将确保堆肥的效率。微生物的主要来源包括牛粪、凝乳、腐烂的蔬菜和水果以及在树荫下收集的表土。从现有堆肥中提取的成熟堆肥也可用作启动新堆肥过程的启动器。

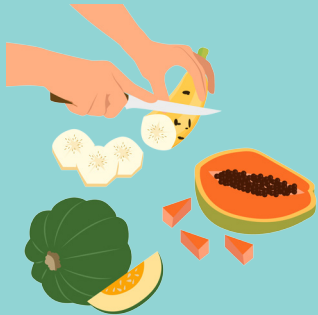
接种体是用于堆肥的微生物平衡菌群，通常在固体或液体培养基中培养，可通过提高堆肥废弃物所需的微生物数量和强度来加速堆肥过程。接种物通常在生物实验室中大量培养，并在市场上出售。接种物也可在家中制作，但自制接种物的效率和精确度不如实验室制作的接种物。

在家制作接种体

所需原料

- 过熟的香蕉
- 过熟的南瓜
- 过熟的木瓜
- 琼脂
- 青克面粉（或任何富含蛋白质的豆类的面粉）250 克
- 2 个玻璃罐或 PET 容器，2 升或更大
- 2-3 枚鸡蛋。

1. 将南瓜、香蕉和木瓜切成小块。



2. 将香蕉、南瓜、木瓜和面粉四种食物混合在一个容器中。



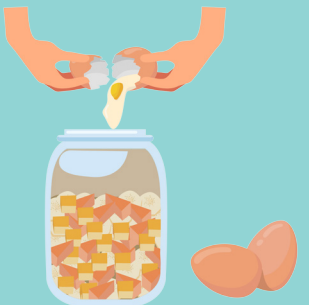
3. 在另一个容器中，将一升水加入琼脂制成溶液。



4. 将琼脂溶液倒入装有混合配料的容器中。搅拌均匀。



5. 将蛋清和蛋黄倒在混合物上，形成一层，防止细菌进入。



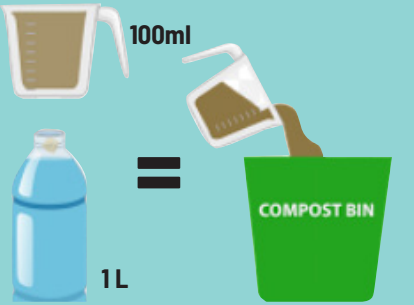
6. 用密封盖盖好容器，放在阴暗角落里 15 到 20 天。



7. 20 天后，打开容器搅拌混合物，过滤后得到液体。



8. 取 100 毫升溶液。在 100 毫升溶液中加入一升水。混合均匀后用作堆肥的接种物。



9. 将剩下的液体储存起来，以备将来使用。液体可存放三个月。

2.2.2 湿度

湿度为微生物的生长提供了有利环境。为实现高效堆肥，湿度应保持在 50% 左右。既不干燥也不沥滤的有机废弃物的湿度应为 50%。如果堆肥中的材料太湿，空气流通就会变差，导致厌氧消化。这将因硫化氢的形成而产生恶臭。另一方面，如果堆肥材料太干，细菌就会失去活性，堆肥过程就会减慢。为了保持平衡的湿度，可将湿材料与干材料（如干树叶、稻壳、锯末、木屑等）混合。这些材料会吸收额外的水分，从而营造更有效的堆肥环境。

2.2.3 氧气

Aerobic堆肥过程中好氧细菌需要氧气。堆肥的管理方式应确保空气能够渗透到堆肥的各个部分。在正常的热带条件下，自然气压下的空气渗透深度仅限于 60 厘米。超过这个深度的堆肥材料可能无法充分通气。在这种情况下，必须使用空气压缩机或每周翻动堆肥一次来提供通气。

在堆肥材料层与堆肥材料层之间添加干树叶和木屑等海绵状材料，可提供好氧堆肥所需的空气柱。这种方法可以避免翻动堆肥弃料和/或人工曝气。

2.2.4 碳氮比

细菌分解堆肥中的有机物需要大量的能量。碳是它们的能量来源，因此堆肥应保持碳氮比平衡。为了实现有效的堆肥过程，每提供一份氮，就需要提供约 30-40 份碳。

有机材料同时含有碳和氮，但有些材料富含氮，有些则富含碳。熟食、肉类废弃物和湿蔬菜废弃物富含氮。干树叶、木屑、纸张、草屑和树枝则富含碳。根据堆肥原料的性质，需要混合足够的富碳材料才能有效堆肥。

2.3 设计堆肥装置

有机材料堆肥所需的天数取决于材料的性质、大小、体积以及您想采用的堆肥工艺类型。堆肥过程的类型。在热带地区，家庭丢弃的有机物可能需要 40-60 天才能堆肥。树木修剪物和剪草则需要更长的时间，最长可达 90 天。如果使用切片机或切碎机减小材料的体积，并添加牛粪和凝乳等富含微生物的材料，就可以将天数缩短到 15-20 天。

有机废弃物的日均数量在设计堆肥设施之前，需要对日均有机废弃物量进行评估。约 80% 的有机物由水组成。堆肥时，水分会流失，有机物会减少到 20%。例如，一个家庭每天产生 1 公斤有机废弃物，如果采用需要 40 天才能堆肥的堆肥方法，则必须在任何特定时间点将废弃物存放 40 天。第 1 天投放的丢弃物将在第 40 天堆肥。因此，每天堆肥有机物所需的体积或空间可根据堆肥所需的天数和每天平均进料量计算。

为了有效、持续和方便地管理堆肥和堆肥收获，建议至少使用两个堆肥容器。每个容器的容量应能容纳堆肥过程一半周期的有机物。例如，如果堆肥过程需要 40 天才能分解（堆肥周期），则需要两个容器，每个容器可容纳有机物 20 天。第一个堆肥箱在第 20 天装满后就会“休眠”，让堆肥成熟，而另一个堆肥箱则用于喂食。当第二个堆肥箱在第 40 天装满时，第一个堆肥箱就完成了整个堆肥周期，可以收获了。将第一个堆肥箱中的堆肥倒掉，用于喂食，而第二个堆肥箱则用于休眠。

不要焚烧干树叶

即使在焚烧干树叶属于违法行为的国家和社区，焚烧干树叶仍然是一种常见的做法。焚烧枯叶除了对环境造成危害外，对人类健康也不利。它造成空气污染，产生刺激性颗粒和气体，可能会加重哮喘和其他呼吸疾病。

干树叶是一种重要的资源，因此焚烧树叶是不合理的。树叶含有营养物质，最好通过堆肥的方式将这些营养物质回归大地。干树叶是堆肥的良好成分，因为它们富含碳。

干树叶也是一种很好的覆盖材料。覆盖物，或在土壤表面添加干树叶等有机材料，是一种保持土壤湿度、抑制杂草和保持土壤凉爽的简单技术。它可以改善土壤结构，提高土壤中的有机物含量。



图1. 堆肥前和堆肥后的废物量



堆肥后，体积仅为原来的 20%。

2.3.1 计算堆肥装置的空间需求

如前所述，有机废弃物中约有 80% 的水分会在堆肥过程中流失。因此，堆肥过程结束时的丢弃物数量将是第 1 天喂入的丢弃物的 20%。在实际操作中，我们假设每天摄入的有机废弃物数量为 d ，堆肥所需的天数为 n ，那么在堆肥周期结束时，丢弃物的总量将是 d 的 20%。它形成了一个算术级数，从 “ d ” 开始，到 “ $0.2d$ ” 结束，级数为 n 。

体积的计算取决于有机废弃物的性质。必须在对丢弃物进行研究后才能得出体积系数。体积系数会随着丢弃物的预处理而改变。例如，一般假定 1 千克未经处理的各类城市有机废弃物最多占用 2 升空间。但在一些地方，有机废弃物在送去堆肥前会有一个预处理系统。这种预处理一般是切碎或研磨。这样，丢弃物的体积就会减少到 2 升以下，略高于 1 升。在这种情况下，体积系数可能在 1 到 2 之间变化，具体取决于所使用的粉碎机或研磨机。

因此， $V = n(0.6d)f$

V = 总容量
 n = 天数
 d = 每日丢弃物摄入量
 f = 容积系数

例子

我们来计算一个堆肥箱所需的容积，假设每天的摄入量为 15 公斤，堆肥所需的天数为 30 天，容积系数为 2（1 公斤废弃物的容积为 2 升）。

$n = 30, d = 15\text{kg}, f = 2$

$V = n(0.6d)f$
 $= 30 (0.6 \times 15) 2$
 $= 30 \times 9 \times 2$
 $= 540 \text{ 升}$

得到这个体积后，我们就可以设计垃圾箱、槽、坑或风车了。为确保有效通气，如果垃圾箱/槽建在地面以下，其深度应限制在 50 厘米以内，宽度应限制在 1.5 米以内。如果垃圾箱或储罐建在地面上，且从底部到顶部都能通气，则高度和宽度应限制在 1.5 米以内。

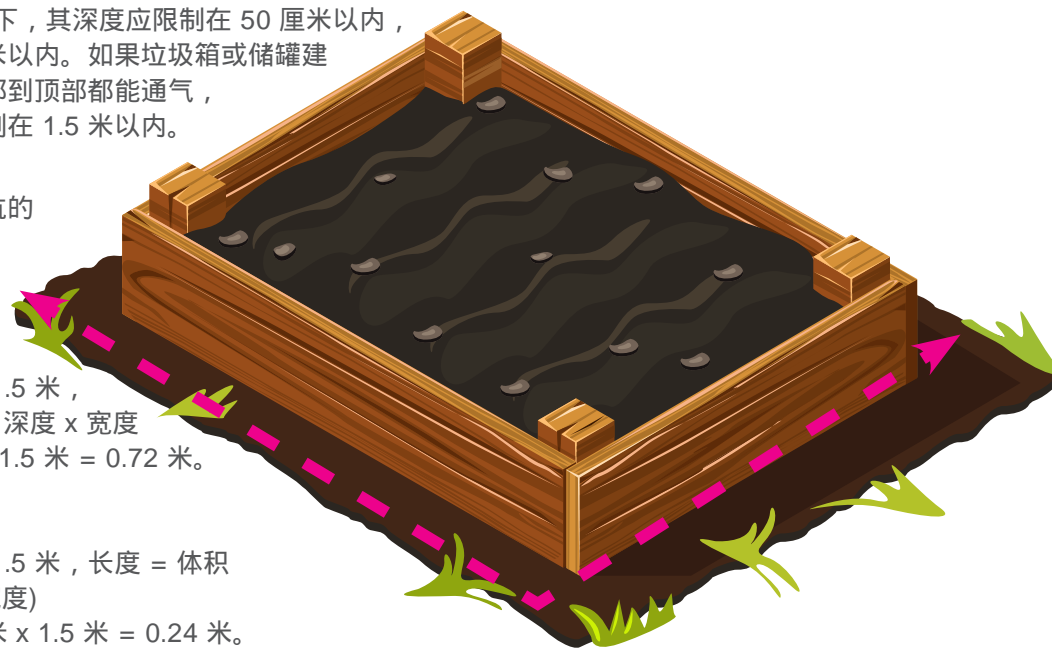
通过上面的例子，坑的大小可以计算如下：

场景 1. 地下

深度 0.5 米，宽度 1.5 米，
长度 = 体积 (m^3) / 深度 \times 宽度
 $0.54 \text{ m}^3 / 0.5 \text{ 米} \times 1.5 \text{ 米} = 0.72 \text{ 米}$ 。

场景 2. 地上

高度 1.5 米，宽度 1.5 米，长度 = 体积
(立方米) / 高度 \times 宽度
 $0.54 \text{ 立方米} / 1.5 \text{ 米} \times 1.5 \text{ 米} = 0.24 \text{ 米}$ 。



2.4 应牢记事项：堆肥的良好做法

尺寸很重要。

有机材料的尺寸越小，表面积就越大。这将有助于细菌以更快的方式分解材料。在将有机废弃物送入堆肥设施之前对其进行切片、切碎、切碎或研磨，可以在更短的时间内产生质量更好的堆肥。



充分混合，以便获得良好的效果。

将干燥或富含碳的有机材料与湿润的富含氮的有机废弃物混合或分层，有助于保持理想的水分含量、碳氮比和通气性。

翻动。

定期翻动堆肥堆或堆肥箱中的有机材料可加快堆肥过程并防止产生难闻的气味。



不含抗菌剂。

堆肥是一个细菌过程。任何抗菌物质的存在都会减慢堆肥过程。过量的盐、乳液、洗涤剂、油、除臭剂、杀虫剂等会杀死或阻碍堆肥过程中的微生物。

正确的营养。

像我们一样，堆肥需要正确的营养。堆肥中必须有富氮物质和富碳物质的平衡。



2.5 建立堆肥的不同方法

2.5.1 风车堆肥

(堆肥周期 40-50 天；最适合市政环境)

堆肥是市政/城市级最流行的堆肥方法之一，用于在集中工厂堆肥大量有机废弃物（每天 500 公斤至几百吨）。有机材料逆风方向堆放在地板或地面上，形成一个长方形金字塔。这种设置可以实现最大程度的通风。堆肥底部的宽度和高度因地而异，这取决于土地和翻动废弃物的机器的可用性。堆肥需要频繁翻动以进行通风和温度调节，以保持最佳湿度水平，从而实现有效堆肥。在热带气候条件下，完成堆肥过程需要 40 天。

堆肥采用批量处理，一天的有机废弃物将被视为一批，并形成一批堆肥。一批有机废弃物至少应有 500 公斤，以确保体积足以保持热量。因此，典型的堆肥设施在任何给定时间点都会有 40 个堆肥。每 10 到 15 天需要翻动一次堆肥，以保持最佳的通风、温度和湿度。每天会形成一个堆肥，同时也会以堆肥的形式排出一个堆肥。

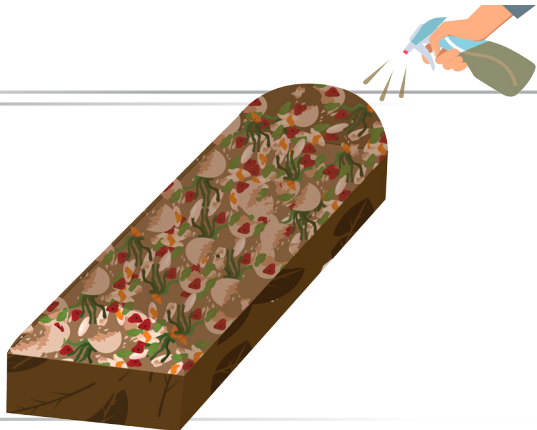
步骤

1. 找一块没有积水的平地。该地应空气流通，最好有屋顶，以防雨水侵入。
2. 用 4 到 6 英寸（10 到 15 厘米）厚的干树叶、锯末、木屑、堆肥残渣或任何其他缓慢腐烂、富含碳的材料铺成垫床。宽度应限制在 2 米以内，长度不限。这取决于可用空间和产生的废弃物数量。



3. 在最上面铺一层切碎的有机废弃物，厚度为 4-6 英寸（10 厘米至 15 厘米）。宽度应比第一层的宽度窄。

4. 在第一层上撒上接种物或旧堆肥。



5. 再铺一层干树叶、锯末、木屑等。确保宽度比前一层窄。简而言之，每铺一层都应比上一层窄。继续这种交替铺层，直到铺层高度达到 1 至 1.5 米。



6. 第一堆草已准备好。第二天，在它旁边至少 2 米处再堆出一堆草。继续堆出最多 40 堆草。

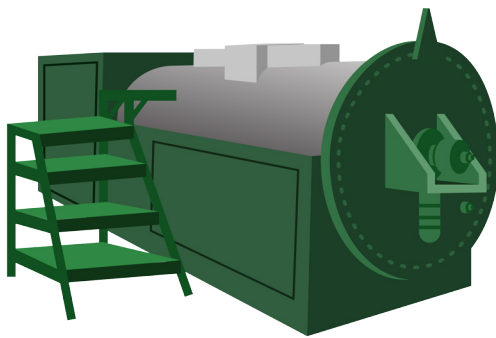


7. 在第 41 天，最久的堆肥就可以收割了。将其取出并筛分以获得细小的堆肥。残余物通常在堆肥过程中被重新用作分层材料。

注：在户外进行条垛式堆肥且没有水体的地方，可以将堆肥产生的渗滤液（液体）留在土壤中吸收。但是，最好建造一个具有足够渗水孔和收集通道的平台，以排出、收集和回收堆肥过程中在堆肥堆中形成的渗滤液。在湿度高的地方，渗滤液的数量会更多。由于渗滤液对微生物的活性很高，因此可以在堆肥堆中回收利用以加速堆肥过程。渗滤液也可以在用 3-10 倍水稀释后用作农业肥料。如果渗滤液的日产量少于 5 升，地面上的渗水坑就足够了。对于每天处理有机废弃物超过 1 吨的大型堆肥

设施，与条堆堆肥非常相似，建议配备渗滤液处理设施。每堆下方都有穿孔管，与空气压缩机相连，空气压缩机为废弃物堆充气。这种方法无需翻转废弃物，并可加速堆肥过程。

b. 机械化堆肥

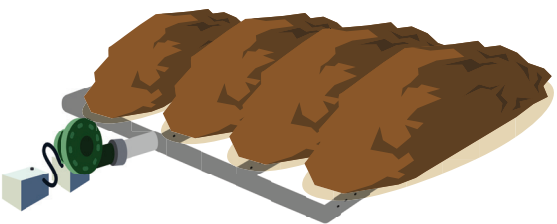


变体

a. 充气静态堆肥

充气静态堆肥是条堆肥的改良版本。这是一种有氧堆肥方法，将大量原料或有机废弃物堆成长堆，放在露天，市场上有不同

类型的堆肥机。这些机器在 12 到 24 小时内将原料或有机材料转化为堆肥。从技术上讲，它们只是有机废弃物转换器，可以研磨废弃物并保持最佳温度、湿度和细菌数量以加速分解。这些机器提供相对稳定的输出，需要进一步固化和成熟 15 到 20 天。这些机械化堆肥策略是资本密集型的，消耗大量能源和投入，但它们适用于空间有限的组织和机构。



2.5.2 箱式堆肥

（堆肥周期：50-60 天）

矩形箱式垃圾桶或地面储罐用于存放有机废弃物以供堆肥。这种堆肥技术适用于采用分散式固体废物管理系统的机构、住宅区和城市。

容器或箱子的四面都有通风孔。好氧箱可用于批量处理和连续处理有机废弃物。在连续过程中，一个单元通常由两个箱子组成。这种箱子的宽度和高度固定为 1.5 米，以确保空气渗透到堆的底部和堆的中心。箱子的长度没有限制，但 1.5 米 x 1.5 米 x 1.5 米的尺寸对于无故障堆肥来说是最有效的。

步骤

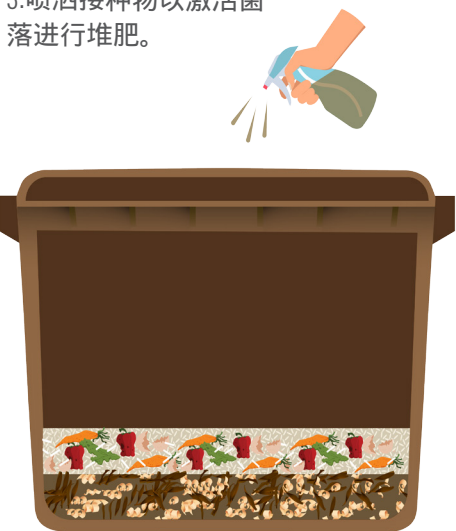
1. 在堆肥箱底部放置一层厚达 15 厘米的高碳材料，如干树叶、稻壳或木屑，开始堆肥。碳材料充当海绵床，其中充满气柱，同时也是碳源。



2. 添加与富碳材料高度大致相同的有机废弃物。



3. 喷洒接种物以激活菌落进行堆肥。



4. 用一层干树叶或木屑覆盖它。



5. 重复步骤 2-4，直到箱子装满为止。这种分层方式无需翻转堆肥堆。

用于堆肥的四面都有孔的容器经常面临渗滤液从壁中渗出的问题。在某些地方，容器的壁上没有孔。相反，它们使用空气压缩机通过堆肥罐的底部进行人工曝气。

由塑料或 FRP（纤维增强塑料）材料制成的现成容器可作为即装式和便携式堆肥箱。它可以安装在公寓的屋顶上或花园中。

变体

a. Thumboormuzhi 好氧堆肥箱



Thumboormuzhi 有氧堆肥箱是一种由印度喀拉拉邦喀拉拉兽医和动物科学大学教授 Francis Xavier 博士完善的堆肥方法。该模型是在该大学的 Thumboormuzhy 校区开发的，因此得名。

在这种方法中，使用 4 英尺 x 4 英尺 x 4 英尺（1.2 米 x 1.2 米 x 1.2 米）大小的隔间来存放堆肥材料。隔间采用预制钢筋水泥柱和窄板设计。两块板之间的间隙等于每块板的宽度，以使空气能够从隔间的各个侧面自由流动。堆肥材料在隔间内以 6 英寸（15 厘米）厚分层，夹在两层厚度相同的干树叶或任何富含碳的材料之间，这些材料喷洒了从牛粪或牛粪浆（1 份牛粪与 5 倍水混合）中提取的接种物。

每天需要两个隔间来连续堆肥约 40 公斤的材料。用干树叶适当分层可确保足够的碳供应并允许吸收多余的水分，因为这还可以充当海绵将空气分子锁在堆肥材料内。这种方法不需要手动翻转材料，而且堆肥时不会释放任何难闻的气味。这是一种模块化设计，足够灵活，可以满足任何数量的材料。此外，该设计适用于无法负担集中堆肥设施空间的城市。它甚至可以安装在繁忙道路的人行道上。喀拉拉邦政府在地方自治政府和城市推广了它，用于分散的固体废物管理。

b. 转鼓式堆肥机

旋转滚筒堆肥机遍布亚洲各地。顾名思义，它是一种由塑料或金属制成的滚筒，有或无穿孔。滚筒水平旋转以搅拌有机材料和接种物以进行堆肥。旋转滚筒有助于混合内容物并改善通风。这加快了堆肥过程并消除了产生恶臭的可能性。市场上有自动和手动旋转滚筒。自动大型滚筒用于批量废弃物堆肥。



2.5.3 坑式堆肥

坑式堆肥是亚洲最流行的堆肥方法之一，因为它是农村社区文化和生活方式的常见做法，例如将有机废弃物存放在后院或田地挖的坑中。一旦坑满了，它就会被关闭，并打开一个新坑。在农业社区，他们不是收获堆肥，而是简单地在封闭的坑顶种植作物。

在村庄里，收集牛粪等动物排泄物是一种常见的做法，因为它被认为是田地的宝贵肥料。他们将有机废弃物与动物排泄物一起存放在坑中进行堆肥。虽然土壤中的细菌有助于堆肥过程，但使用动物排泄物进行堆肥会变得更慢，因为它提供了额外的微生物。

进行坑式堆肥时遇到的一些问题是，雨天或高水位期间过多的水会造成麻烦并延长堆肥过程。由于坑式堆肥暴露在外，因此经常会有食腐动物光顾，而这也可能对人类造成威胁。

世界各地都已对抗式堆肥进行了改进，以防止出现与之相关的问题。

变体

a. 塔式轮胎堆肥

在菲律宾，尤其是在城市地区，人们会使用废弃轮胎进行现场堆肥。在这种方法中，两到三个轮胎堆在一起，作为地上堆肥的容器，而不是挖在地上的坑。轮胎很耐用，通常可以承受任何气候条件，并且可以保护有机材料免受食腐动物的侵害。用这种方法收获堆肥也很容易，因为人们只需逐个抬起轮胎即可收集成品。

步骤

- 1. 找到一个合适的地点，不要在积水区域。

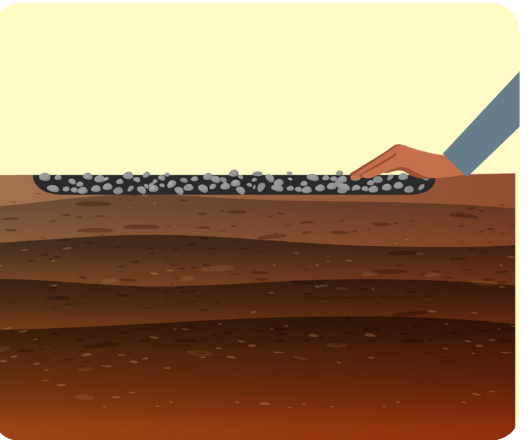
- 2.清理土地，挖一个直径 20 厘米、深 10 厘米的坑。



- 3.用砾石填满坑。这是为了吸收堆肥过程中多余的水分和渗滤液。



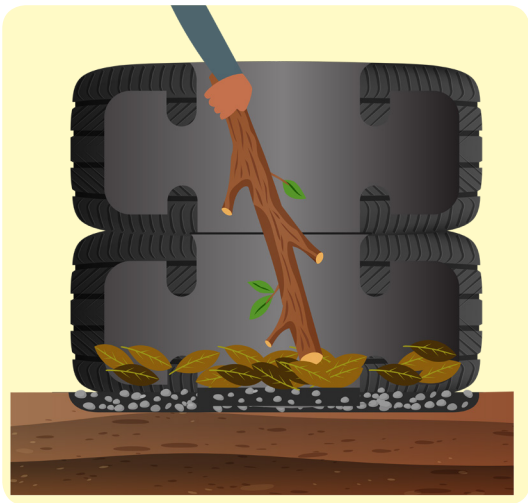
- 4.用土夯实坑周围，让轮胎就位。



- 5.将两个轮胎一个叠在另一个上面，保持坑在中间。



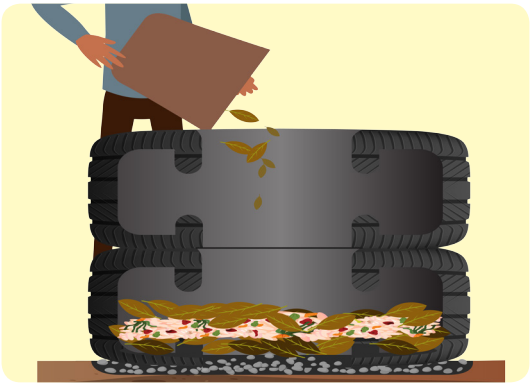
- 6.用干树叶铺底。



- 7.倒入有机废弃物进行堆肥。



- 8.用干树叶覆盖废弃物。



- 9.将接种物喷入堆肥中。



- 10.继续执行步骤 7-8，直到塔轮胎装满。如果需要，您可以在顶部添加两个额外的轮胎。

- 11.当塔装满时启动新装置。从第一个塔收获堆肥，同时给第二个塔喂料。

马来西亚槟城消费者协会的一项创新是在中间增加一根管道以增加通气量。

最近，他们使用废弃轮胎制作堆肥容器的创新。轮胎以特定方式切割成合适的堆肥容器形状，然后涂上颜色，使其看起来像空间的美观装饰。

注意事项：由于长时间暴露在阳光和湿气中，轮胎往往会将化学物质渗入土壤和/或堆肥中。因此，建议不要使用堆肥来种植可食用植物，以避免污染并防止食用可能含有合成化学物质的蔬菜导致健康问题。在建立永久和适当的堆肥系统之前，轮胎可以用作中间或临时解决方案，但轮胎并不是永久解决方案的正确选择。

b. 环形堆肥

在环堆肥法中，堆肥环不是挖坑，而是并排放置两个直径至少为 100 厘米、高度至少为 50 厘米的圆柱形环，用于堆肥。环可以由切割的金属或塑料桶或钢筋水泥制成。环可以完全或部分埋在地面上。在一些地方，环被放置在地面上。环可以防止土壤渗水，并防止被食腐动物接触。人们可以使用盖子防止雨水进入堆肥环。在地下水位较高的地方，人们在环的底部添加一层不透水的塑料、粘土或水泥层，以防止泄漏。定期收获堆肥，清空环以继续使用。



c. 生物孔

生物孔是土壤中形状像小走廊的孔，是由其中的各种有机活动（动植物）形成的。形成的孔将充满空气，并将成为水通过土壤的地方。

生物孔是土壤动物和植物根部的栖息地，土壤微生物也可以栖息其中。土壤中的生物多样性需要养分（有机物）、水和氧气。这些有机物成为各种土壤动物进行活动（包括形成生物孔）的食物来源。

而生物孔扩散孔是人造的垂直圆柱形土壤孔，里面充满了有机物（厨房垃圾、花园垃圾和其他天然材料）。Yaksa Pelestari Bumi Berkelanjutan (YPBB) 是 GAIA 的成员，总部位于印度尼西亚万隆，正在帮助人们在全国各地实践这种堆肥技术。

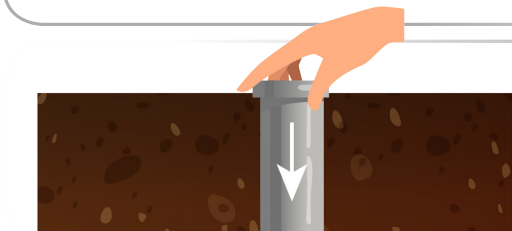
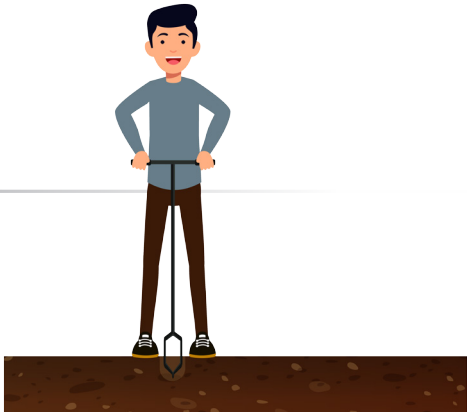
当孔中充满有机物时，就会形成生物孔。有机物质为土壤中的生物提供食物，尤其是蠕虫和其他土壤钻探昆虫，使它们在形成生物孔方面更加活跃。为了获取食物，这些土壤生物在垂直孔的侧面挖出小隧道，为空气、水提供空间，并松动土壤，以便根系能够穿透土壤。过了一会儿，你也会在生物孔中发现根系，最近的植物直接以降解的有机废弃物为食。富含生物

孔的土壤富含生物。因此，土壤变得肥沃健康，具有更好的消化我们放入生物孔扩散孔的各种有机物质的能力。随着时间的推移，生物孔扩散孔成为处理有机废弃物的更好手段。

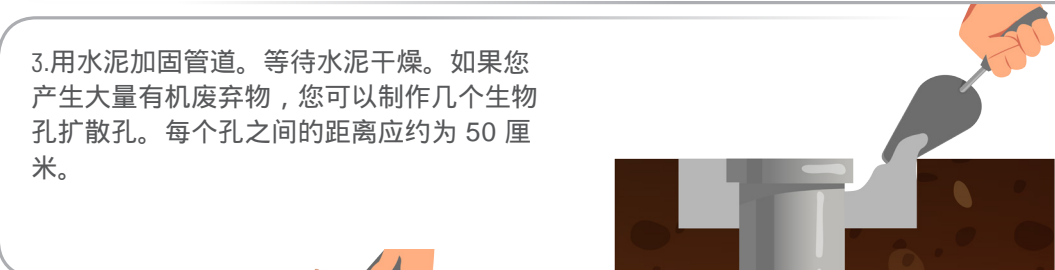


步骤

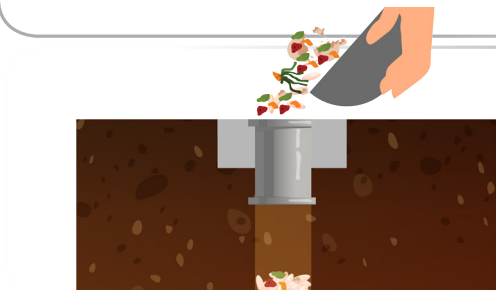
1. 选择地下水位很低、人流量较少的地面区域。花园和公园的边界是不错的选择。使用地钻或撬棍挖一个深 1 米、直径 10 厘米的洞。确保洞垂直。



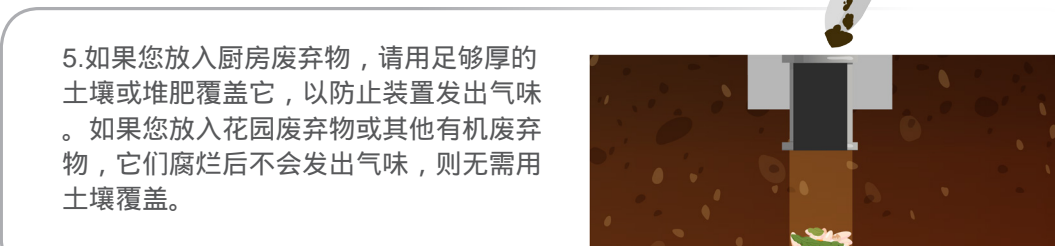
2.将管子插入洞中，使其靠近洞口。管子将固定洞口。



3.用水泥加固管道。等待水泥干燥。如果您产生大量有机废弃物，您可以制作几个生物孔扩散孔。每个孔之间的距离应约为 50 厘米。



4.每天用厨房废弃物、树叶或其他有机废弃物喂洞。



5.如果您放入厨房废弃物，请用足够厚的土壤或堆肥覆盖它，以防止装置发出气味。如果您放入花园废弃物或其他有机废弃物，它们腐烂后不会发出气味，则无需土壤覆盖。



6. 用一个孔足够大的盖子盖住洞，以防止清道夫进入，以便充分通风。
7. 每天执行步骤 4-6，直到孔被填满。填满后，将其放置六周以进行固化。继续下一个生物孔。
8. 堆肥固化后进行收割。使用地面钻机，以便生物孔装置可以再次使用。

生物孔除了起到碳锚定的作用外，还能疏松土壤、施肥和通气。它们还有助于水分渗透和保留，即使在旱季也能保持土壤湿润。它们将养分扩散到地下土壤，有助于植物生长。

*如果你没有生物孔钻，撬棍或任何可以帮助挖垂直孔的东西都可以。如果孔浅于 1 米，也可以。

d. 坑式堆肥（菲律宾模式）

这是许多亚洲国家采用的一种简单的堆肥形式。这种方法经过进一步修改和优化，可以更好地进行堆肥。菲律宾 GAIA 成员地球母亲基金会鼓励人们遵循这种方法，作为其零废物运动的一部分。

这种方法最适合后院空间充足的大家庭，因为后院的土壤可以暴露在空气和阳光下。

步骤

1. 挖两个坑，尺寸为 2 英尺 x 2 英尺 x 2 英尺（60 厘米 x 60 厘米 x 60 厘米）。坑之间的最小距离应为 2-3 英尺（60-90 厘米）。使用第一个坑，直到它装满为止。只有这样，您才能移动到第二个坑。



第一个坑

2. 在坑底铺上干树叶和树枝。这将允许在坑底形成气柱。



3. 在中间竖起一根 2.5 英尺（76 厘米）长的管道或空心竹片，以增加空气流通。



4. 开始在坑里铺上家庭的有机废弃物。



5. 用一层表土覆盖有机废弃物，以防止苍蝇。不要压实土壤。



6. 每天继续执行步骤 4-5，直到坑装满为止。
注意：如果下雨，请盖住坑，以防止过多的水渗漏。

7. 坑装满后，将其留在那里进行固化。

第二个坑

移至第二个坑。执行与第一个坑相同的流程。当第二个坑装满时（大约 3-4 周），第一个坑就可以收获了。

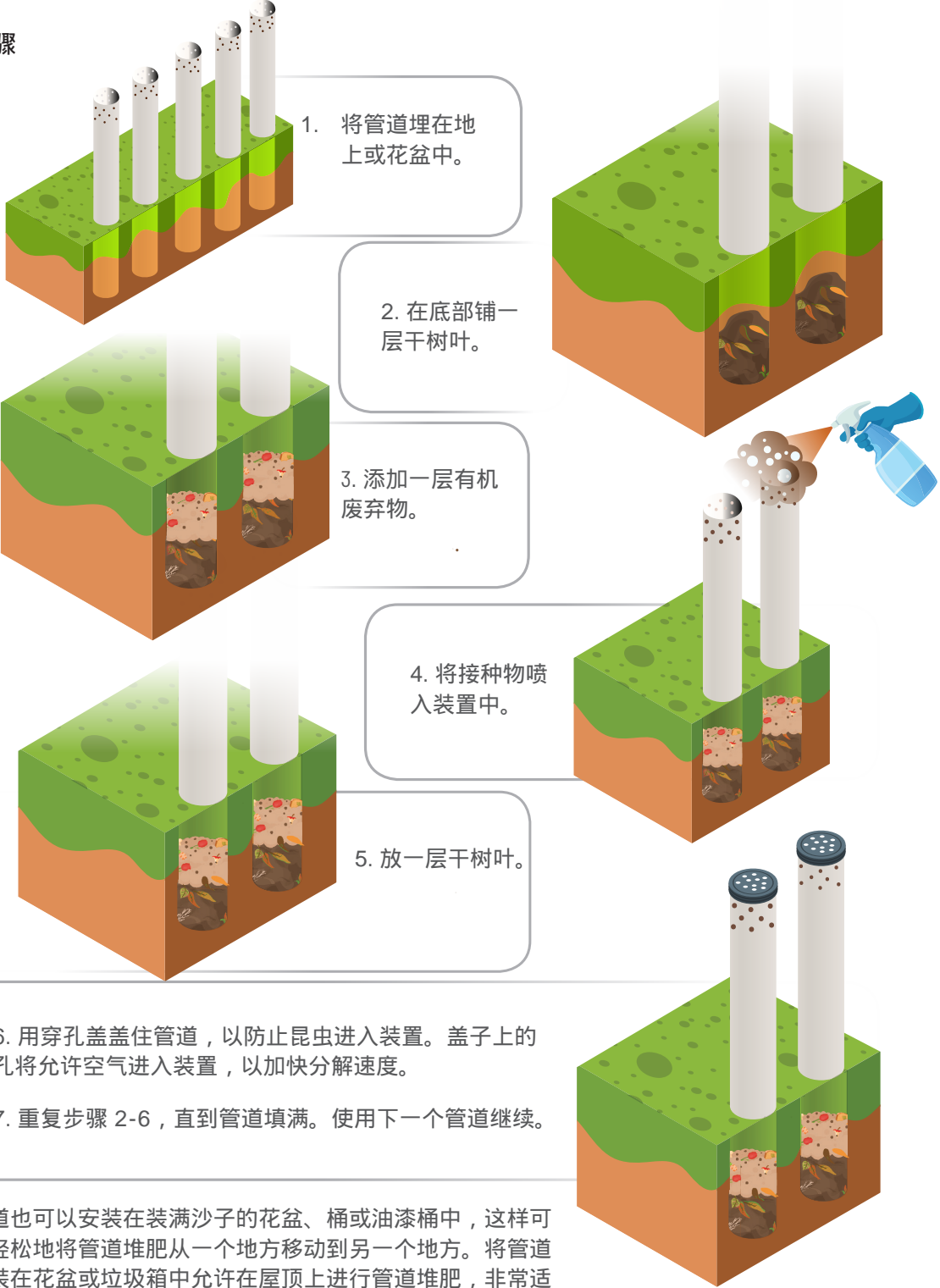
要测试第一个坑的成熟度，请从第一个坑的顶层舀出一小部分，如果它没有发出恶臭，就可以收获了。清空坑并将堆肥放在阴凉处晾干，就得到了花园作物的堆肥。

2.5.4 管道堆肥（堆肥周期：50-60天）

管道堆肥是家庭最简单的堆肥设备之一。使用直径至少为 20 厘米、长度至少为 120 厘米的水泥管、土管或塑料管。一端埋在地面或花盆中。该过程类似于有氧箱的过程。



步骤



管道也可以安装在装满沙子的花盆、桶或油漆桶中，这样可以轻松地管道堆肥从一个地方移动到另一个地方。将管道安装在花盆或垃圾箱中允许在屋顶上进行管道堆肥，非常适合高层公寓居民。

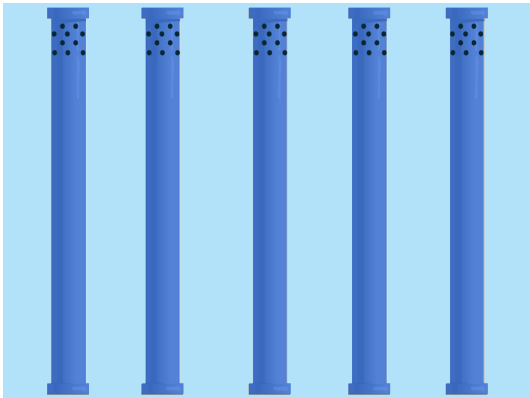
变体

a. 舒适堆肥（马来西亚模式）

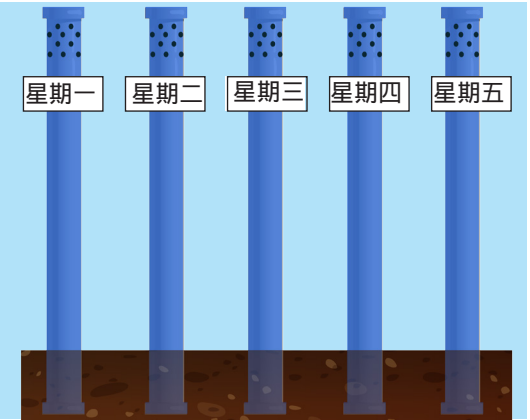
舒适堆肥是一种由槟城消费者协会 (CAP) 开发和推广的堆肥方法，该协会是 GAIA 的成员，总部位于马来西亚槟城。它是坑式堆肥的延伸，但增加了一层保护。此过程中使用直径 3-4 英寸（76.2-101.6 毫米）、长度 3 英尺（91.4 厘米）的 PVC 管。舒适堆肥是学校推荐的堆肥方法。每天，学校食堂的厨房垃圾都会被送入当天指定的管道。这为垃圾堆肥提供了充足的时间。由于管道内通气较少，这个过程将花费更长的时间。

步骤

- 1. 在每根管子的一端钻几个小孔，直径约为 0.5 英寸（12 毫米），用于通气。这一端将是管子的上部。

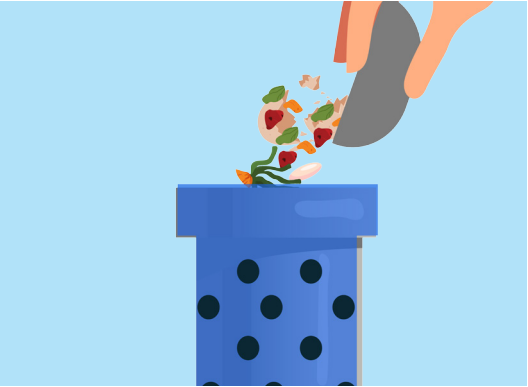


- 2. 将管道竖立在地面上，将管道底部埋入地下 3-4 英寸（76.2-101.6 毫米）。确保雨水不会积聚在地面上，以免管道积水。为每个工作日（周一至周五）分配和标记管道。



- 3. 将学校每天产生的厨房垃圾倒入管道。周一产生的厨房垃圾应倒入标有星期一的管道。周二产生的厨房垃圾应倒入标有星期二的管道。一周中其他日子也按照相同的流程操作。

注意：将厨房垃圾倒入管道前，务必排干水分。



- 4. 添加一把土壤——足以覆盖废弃物以防止恶臭。



- 5. 用任何可以覆盖的东西（布、用过的塑料布等）覆盖管道，以防止昆虫进入并防止恶臭。



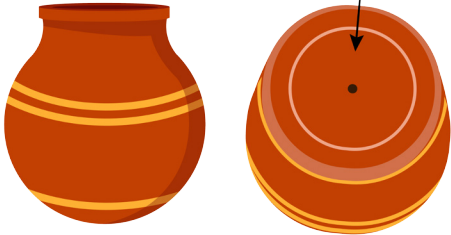
2.5.5 盆栽堆肥（堆肥周期：40-60天）

陶罐以多孔性而闻名。这一特性使其适合堆肥。陶罐的多孔壁可使空气在罐内流通。

在喀拉拉邦特里凡得琅市发生固体废物管理危机期间，印度环保组织和 GAIA 成员 Thanal 推广了盆栽堆肥。陶罐在印度和南亚很常见。

步骤

- 1. 在花盆底部打一个针孔，并将其放在三脚架上。



- 2. 在花盆底部铺一层干树叶，形成一个海绵层。



- 3. 开始喂食有机废弃物，最大厚度为 3-4 厘米。将有机废弃物铺在干树叶或碳物质的海绵床上，厚度为 1-2 英寸（2.5-5 厘米）。



- 4. 将接种物喷洒到堆肥中。



- 5. 用另一层干燥材料覆盖有机废弃物。



- 6. 重复步骤 3-5，直到花盆装满为止。
- 7. 对第二个花盆重复同样的操作。当第二个花盆装满时，可以收获第一个花盆中的材料，以便重新使用该花盆进行堆肥。

注意：在花盆下面放一个小碗，用来收集渗滤液/堆肥茶。只要用 3-10 倍的水稀释，就可以用作液体肥料。

两个容量为 15 至 20 升的陶罐每天可以处理约 1.5 公斤的有机废弃物。可能需要 20-30 天才能装满一个陶罐。当第二个陶罐装满时，第一个陶罐必须已经覆盖了 40-60 天，这段时间足以让材料堆肥。如有必要，可使用额外的陶罐来处理大量有机废弃物。

变量

a. 花盆堆肥（菲律宾）



这是地球母亲基金会在菲律宾推广的另一种花盆堆肥方法。在因水涝或有食腐动物而不适合坑式堆肥的地方，或在高层公寓中，花盆堆肥是下一个最佳选择。

这个过程与花盆堆肥差不多，在花盆底部铺上松散的土壤和/或干树叶，就可以接收有机废弃物了。铺上有机废弃物后，再加一层松土，以防苍蝇和/或食腐动物。继续这个过程，直到花盆装满为止。然后换下一个花盆。这样，一个月内，一个家庭可能需要 7-10 个花盆。到月底，第一个花盆就可以收获了，花盆也可以重复使用。花盆数量可根据产生的废弃物数量增减。

b. Kambha

Kambha 是一个印地语词，意思是“陶罐”。它由总部位于印度班加罗尔的组织 Daily Dump 设计和推广。Kambha 是专门为家庭堆肥设计的陶罐。它们是精美的室内装饰产品，经过科学设计，可使堆肥过程更快、更高效。Kambha 是三个垂直堆叠的陶罐。Kambha 通常分为三部分，一个底部容器、一个中部和一个顶部。Kambha 的中部和顶部是堆肥器，如果需要可以作为附加部分添加。底部容器在两个堆肥器下方提供气柱，以确保堆肥所需的良好的通风。

它还可用作收集额外渗滤液或堆肥材料的容器。容器底部没有孔。堆肥机的中部和顶部在侧面和底部有孔，用于通风。（在某些型号中，中部和顶部就像一个没有底部的圆柱体。在圆柱体的一端，会有绳索编织在边缘上以容纳废物。这种设计可确保最大程度的通风。）

堆肥器将一个接一个地固定在底部容器的顶部。底部容器和中间部分是空的。废弃物在顶部堆肥器上进料。与盆式堆肥一样，堆肥器内衬有纸或阔叶和松土/或干叶，然后就可以接收有机废弃物了。在喂入有机废弃物后，必须用松土或干叶覆盖，以防止苍蝇和/或食腐动物。由于顶部的底部有孔，渗滤液将落入中间部分，然后从那里进入底部容器。当顶部装满时，它将与中间部分互换，从而将中间部分带到顶部以接收新的废弃物。装满后，从中间部分收获堆肥并将其再次放在顶部以继续堆肥。

这种设计有助于堆肥从各个方向（包括从底部）充气。偶尔需要取出底部以清空并清理其中的渗滤液和堆肥沉淀物。Kambha 有不同的尺寸和设计。Kambha 配有即用型接种物或堆肥助推器。

自从 Kambha 被引入作为具有堆肥效用的家居装饰产品以来，它带来了印度城市对堆肥态度的范式转变。



c. Pelgreen 堆肥



在潮湿地区堆肥的主要挑战之一是保持最佳湿度和通风。椰壳泥（椰子壳中的海绵状颗粒）是一种神奇的天然材料，在椰子生长的地方几乎免费提供。它可以吸收和保持水分。它也是可生物降解的。这些特性使其成为生产椰壳泥砖的完美材料。它也是一种很好的盆栽混合物和种植介质。

来自印度的非政府组织和 GAIA 成员 Pelican Foundation 开发了一个微生物联盟来优化堆肥，并将其嵌入经过处理的椰壳泥中。他们称之为堆肥吸附剂（品牌名称：Pelrich），并将其用作桶中堆肥的分层材料。

堆肥吸附剂吸收有机废弃物中的多余水分和渗滤液。堆肥吸附剂中的微生物利用椰壳泥中捕获的空气分子来消化送入桶中的有机废弃物。两个 50 升的桶和 10 公斤的堆肥吸附剂足以让一个 5-8 口之家在一个月内将他们的有机废弃物转化为堆肥。

桶有一个底盖，通过安装在桶底部的阀门收集渗滤液。堆肥过程完全基于堆肥吸附剂的微生物作用。将一把干树叶铺在桶里，然后在干树叶层上铺上一层薄薄的堆肥吸附剂。然后将有机废弃物送入桶中。然后用堆肥吸附剂覆盖有机废弃物，以防止苍蝇和昆虫的繁殖并促进堆肥过程。用堆肥吸附剂夹住食物垃圾的过程重复进行，直到桶装满。这可能需要 15 到 20 天。

当第一个桶装满后，第二个桶就用来堆肥。第一个桶里的材料将在25天后收获。

这种模式被广泛采用，成为城市固体废物管理的解决方案，并推动了源头堆肥运动。Composorb 确保在有限的空间内顺利、快速地进行堆肥，且无异味。与椰壳纤维混合的最终堆肥是一种良好的种植介质，这吸引了更多人使用这种模式。

Composorb 还用于每天堆肥 20 公斤或更多的大批量。为此使用专门设计的堆肥箱，其功能原理与桶类似。

这种技术现在在盛产椰子的南亚国家越来越受欢迎。在这个过程中，定期供应足够的接种物是关键。

从废物管理的角度来看，这种模式相对昂贵。但从城市厨房园艺的角度来看，它非常高效。

d. 厨房垃圾桶

厨房垃圾桶或有氧消化器是 Kambha 的改良版，但由塑料制成。这是印度喀拉拉邦特里凡得琅市在 Green Village 和 Omega Eco-Tech 产品的支持下推动的一项创新。厨房垃圾桶是一组三个垂直堆叠的穿孔桶。堆肥接种物嵌入经过处理的椰壳泥炭中——椰壳纤维中的海绵状灰尘颗粒。

步骤

1. 在上层箱子的底部铺一层椰壳泥炭。铺得均匀。



2.将厨房废弃物倒入椰壳泥炭上并均匀铺开。



3. 用另一层椰壳泥炭覆盖厨房垃圾。这样，厨房垃圾就夹在两层椰壳泥炭之间。这有助于吸收厨房垃圾中的多余水分，并提供通风，因为椰壳泥炭是一种海绵状材料。



4. 继续步骤 1-3，直到桶装满。

顶部的桶装满后，就与中间的桶交换。厨房垃圾桶堆肥是城市地区的首选，因为它几乎不会散发恶臭，在 25 天内就能完全堆肥，而且可以放在厨房里。

维持一个厨房垃圾桶一个月大约需要 10 公斤椰子泥炭。这种堆肥方式只有在椰子泥炭资源丰富、容易获得且价格便宜的地方才可行。

在厨房堆肥箱中，三个堆肥箱都可用作堆肥，因为椰糠可提供足够的通气性，还可作为沥出液的吸收剂。因此，没有必要保留一个底部容器来通风和收集沥滤液。

表 1. 堆肥问题的故障排除

问题	原因	建议
害虫或啮齿动物的侵袭	堆肥中的新鲜食物废弃物/肉类废弃物	用半堆肥材料覆盖新鲜食物废弃物/肉类废弃物。在堆肥场地周围或堆肥设备外侧使用印度楝油、柠檬草油或樟脑油等驱虫剂。在堆肥设备周围撒上姜黄粉可防止蚂蚁等害虫。
恶臭	压缩	翻动堆肥堆或者戳孔以使堆肥通气。
	水分过多	添加干树叶、稻壳、木屑等干燥材料来吸收多余的水分。
氨水气味	氮气过多	添加更多富含碳的材料，如干树叶、木屑、稻壳、锯末等。
高温	尺寸太大	将有机废弃物堆摊开，以便更好地通风和冷却。
低温	尺寸太小	增加废弃物的数量以留住其中的热量。
	干燥	洒水改善并维持湿度在 50%。
	无需曝气	定期翻动堆肥以改善通气性。



黑水虻 (BSF)

黑水虻（BSF）看起来像黄蜂，原产于新热带地区，但现在遍布全球。这些黑水虻通过在腐烂食物材料附近的缝隙中产卵来促进堆肥技术。从这些卵中孵化出来的幼虫会以腐烂的食物材料为食，持续 18-36 天。在此期间，它们会大量进食，然后进入蛹前迁徙阶段。之后，它们会离开分解/堆肥区，寻找阴凉干燥的地方化蛹 1-2 周。一旦完成这个阶段，它们就会飞出刚刚生产堆肥的封闭区域。

黑水虻是无害的，因为它们不会蜇人或咬人，而且它们没有被发现携带任何影响人类的疾病。拥有大量幼虫有助于加快堆肥过程。处于蛹前阶段的幼虫是很好的蛋白质来源，可用作动物饲料，尤其是家禽饲料。因此，许多地方都大规模养殖 BSF，使用食物废弃物来喂养它们。幼虫还会吃废弃物中的家蝇卵和幼虫。

BSF 通常呆在我们的家和建筑物外，并在发现腐烂物质的任何地方产卵。它们自然存在于许多堆肥场所。尽管对许多人来说，看到幼虫有点恶心，但它是堆肥的好帮手。

幼虫畏光，在蛹前阶段，它们会在天黑时爬出来。它们可能会进入房屋寻找凉爽干燥的地方，这对这些房屋的居民来说会很不愉快。可以防止 BSF 在家庭堆肥设备中繁殖。第一步是将所有食物废弃物和厨房废弃物放在厨房的密闭容器中，而不是放在敞开的垃圾箱中。这可以防止 BSF 在食物废弃物上产卵。

将食物废弃物喂入堆肥装置时，用干树叶铺在上面。在堆肥装置周围喷洒香茅油、桉树油或印度楝油将有助于驱赶 BSF。晚上使用灯泡为堆肥装置周围提供照明也将防止幼虫在蛹前迁移。

在一些地方，人们养殖 BSF 是为了更快地制作堆肥，并作为家禽和/或渔业的饲料，因为 BSF 幼虫是良好的营养来源。在这样的过程中，他们添加了额外的设备来从堆肥设备中收获幼虫以供进一步使用。

图片由TUBAGUS ARI SATRIA BAKTI拍摄

2.5.6 蚯蚓堆肥
(堆肥周期：40-60 天)



蚯蚓在堆肥过程中帮助消化有机物。蚯蚓消耗半堆肥或发酵的有机材料，并将其转化为蚯蚓粪，一种营养丰富的肥料和土壤补充剂。蚯蚓堆肥所需的基础设施与简单的好氧堆肥相同，但为防止老鼠、啮齿类动物和蚂蚁的食腐而做了改动。堆肥容器内部将有隔板，形成独立的腔室，但将有孔洞供蠕虫从一个腔室移动到另一个腔室。

有机废弃物被送入第一室，蚯蚓已经准备好。蚯蚓开始捕食废弃物，一旦捕食完毕，就会转移到下一室，那里有新鲜的废弃物供蚯蚓食用。在这个过程中，蚯蚓会不断繁殖，从而加快每天的堆肥过程。

蚯蚓堆肥成熟后，将其从堆肥室中取出，在有阴影的地方堆成堆。成熟的蚯蚓堆肥看起来像深褐色的颗粒。吃剩的蚯蚓会爬到堆的底部，这样就很容易分离堆肥了。在工业堆肥设施中，他们使用旋转筛来分离堆肥和活虫。

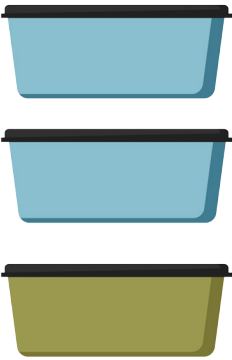
对于处理能力超过 10 公斤至数吨材料的大型工厂，则使用砖和水泥制成的矩形槽。在这种槽中，宽度（1.5 米）和深度（0.6 米）是固定的，长度则根据要处理的废弃物总量来确定。如今，有了专门设计的、紧凑的、垂直堆叠的垃圾箱。在这种垃圾箱中，饲料从底部的托盘开始，蠕虫在那里等待。然后在最上面的托盘中投放废弃物，蚯蚓从底部移动到顶部，捕食新鲜的废弃物。

当蚯蚓移动到堆肥箱最顶端的托盘时，底部的托盘已经装满了成熟的堆肥，可以取出来用作肥料。然后，空的托盘可以用来堆放在顶部，继续这个过程。这些简单的现成蚯蚓堆肥装置还带有额外的储存空间，并配有一个水龙头，用于收集和清除蚯蚓堆肥的煎液。蚯蚓粪是很好的肥料。

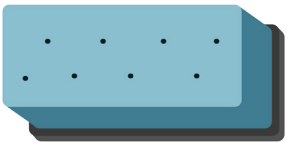
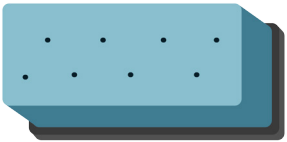
没有能力为家里购买蚯蚓堆肥箱的人可以简单地将蚯蚓放进坑式堆肥、管道堆肥、盆式堆肥或任何其他堆肥装置中，使其成为蚯蚓堆肥装置。不过，应采取预防措施，防止蚂蚁和食腐动物进入堆肥装置，也要防止外来种类的蚯蚓逃出堆肥装置。

步骤

1. 准备三个无孔的塑料箱（用于运输货物），尺寸为 40 厘米 x 30 厘米 x 12 厘米或 60 厘米 x 40 厘米 x 12 厘米。



2. 在两个板条箱的底部钻6至12个直径为1厘米的孔。



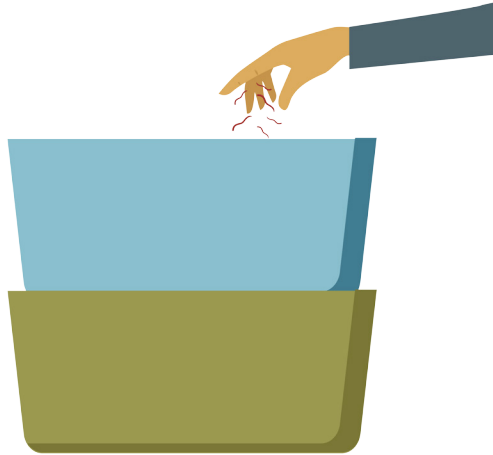
3. 将没有孔的板条箱（第一个板条箱）放在底部，因为它将用于收集渗滤液（称为蚯蚓清洗液）。将第二个板条箱放在第一个板条箱的顶部。最初，您将只使用这两个板条箱。



4. 将半堆肥的有机废弃物存放在第二个板条箱中。



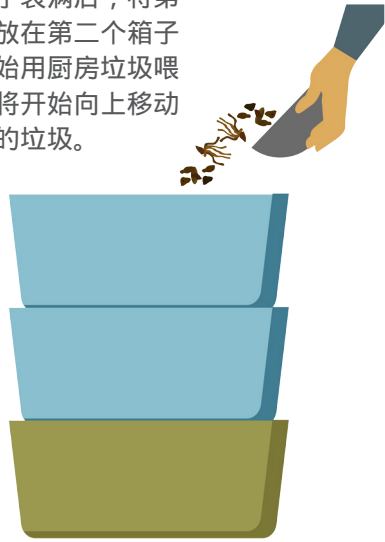
5. 将大约 50 – 100 条蠕虫放入第二个板条箱中半堆肥的有机废弃物中。用布或带孔的盖子盖住板条箱，以防止食腐动物进入堆肥装置，同时确保通风。



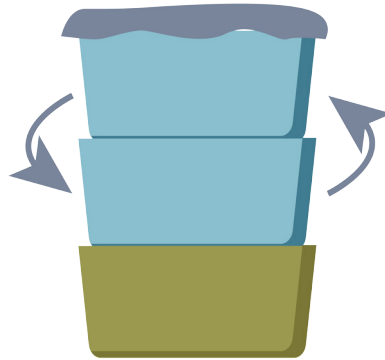
6. 一周后，开始每天添加厨房废弃物。



7. 第二个箱子装满后，将第三个箱子放在第二个箱子上面，开始用厨房垃圾喂食。蠕虫将开始向上移动以吃新鲜的垃圾。



8. 当第三个板条箱装满时，可以将第二个板条箱清空，并将其堆放在最上面重复使用。



9. 不时检查底部板条箱，清除渗滤液和蚯蚓粪（如果有）。

注意：确保蚯蚓堆肥材料中没有多余的盐、油、醋、泡菜，因为它们会影响蚯蚓。在蚯蚓堆肥过程中，请勿使用任何抗菌溶液、清洁剂、乳液或除臭剂，因为它们会杀死蚯蚓和细菌群落。避免在家庭级蚯蚓堆肥中喂养肉类废弃物，因为它可能会在几天内散发出恶臭。肉类废弃物可能只适合工业级蚯蚓堆肥。

如何收获蠕虫

需要收获蚯蚓进行蚯蚓堆肥。外来种类的蚯蚓可用于堆肥，这些蚯蚓可以从商业蚯蚓堆肥单位或销售农业投入品的商店购买。要在当地收获蚯蚓，请确定您家附近蚯蚓活动较多的任何一块土地。可以通过地表上的蚯蚓粪堆来识别此区域。取 500 克棕榈糖和 500 克新鲜牛粪，与水混合制成 5 升溶液，然后洒在 1 米 x 1 米的土壤表面上。用厚布或黄麻织物覆盖该区域并保持湿润至少一周。一周后，除去覆盖物，在地表和地下，将有一群蚯蚓可供收获。

一公斤蚯蚓（约 4,000 条蚯蚓）每天消耗 500 克有机物。一旦引入并得到良好维护，蚯蚓就会在堆肥设施内繁殖并保持稳定的数量。*Eisenia Fetida*、*Eudrilus Eugeniae*、*Lumbricus rubellus* 是蚯蚓堆肥或蚯蚓培养中常用的蚯蚓种类。蚯蚓粪（蚯蚓排泄物）形成的液体，可用作液体肥料。

2.5.7 强化堆肥

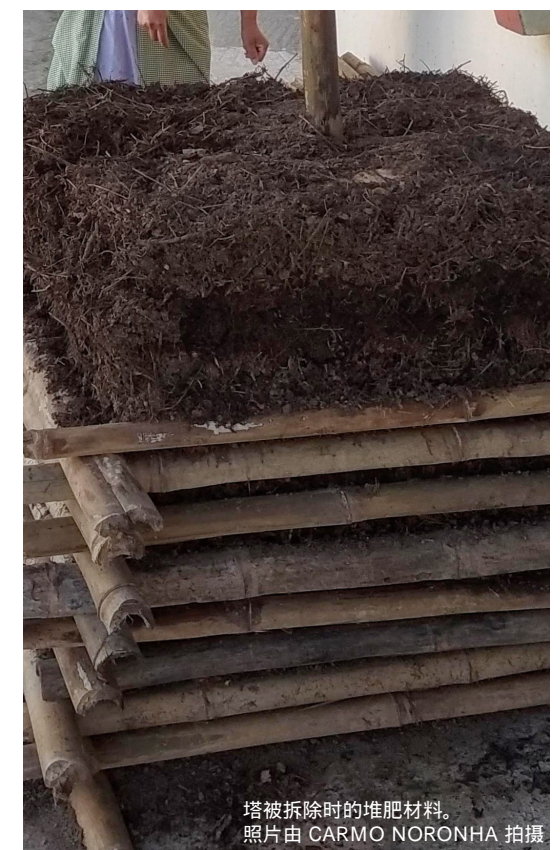


新建成的堆肥装置可将湿润的绿色和棕色有机材料保存 10 天。
照片由 CARMO NORONHA 拍摄

伯大尼协会（Bethany Society）是位于印度喜马拉雅地区梅加拉亚邦首府新隆市的一个非营利组织，该组织推广一种独特的堆肥工艺，作为其自然农耕活动的一部分。

堆肥开始于一个长 4 英尺（1.2 米）、宽 4 英尺（1.2 米）、高 5 英尺（1.5 米）的劈开的竹子塔。绿色和棕色的有机材料混合在一起，用水和当地制造的微生物混合物（乳酸）浸湿。然后将其放置在隔间里 10 天，进行有氧堆肥。10 天后，将材料取出并再次混合，然后在小室中再放置 10 天进行有氧堆肥。之后，将其取出，放在有覆盖物的篱笆上 2 周，使其成熟。

在其中加入木灰、森林土和蛋壳粉，使其成为适当的堆肥。这是一种无味堆肥，可提供优质堆肥。堆肥塔一次可收集约 80 立方英尺（2.26 立方米）的材料，相当于约 3 吨材料。堆肥后，这些材料将转化为大约 1-1.5 吨堆肥。



塔被拆除时的堆肥材料。
照片由 CARMO NORONHA 拍摄

第三章

厌氧有机 废物管理

厌氧堆肥在无氧条件下处理废物，是处理剩饭剩菜和肉类废弃物的理想方法。这一自然过程的副产品包括用于烹饪的燃料和可用作天然土壤肥料的泥浆。烹饪燃料和可用作天然土壤肥料的泥浆。

有机废弃物也可以在没有空气或氧气的情况下进行管理。有两种工艺 属于厌氧（无空气）方法的有两种：生物卡希（bokashi）和厌氧消化（生物消化器或沼气）。厌氧法主要是在高酸性条件下进行发酵。条件下发挥作用。该过程会释放出二氧化碳和甲烷等温室气体。

3.1 BOKASHI（博卡西）堆肥

Bokashi波卡西堆肥是一种非常流行的两步厌氧堆肥技术，由日本冲绳的 Teuro Higa 教授于 20 世纪 80 年代开发。波卡西堆肥使用一个桶，桶底部装有水龙头，顶部盖紧。厨房废弃物（包括肉类废弃物）放入桶中，并用盖子压紧。将发酵麸皮制成的接种物添加到废弃物中。每天喂食废弃物，直到桶装满为止。桶装满后，将其保存 3-4 周。这称为腌制。在此过程中，渗滤液（也称为堆肥茶）通过底部的水龙头抽出。这种渗滤液可用作土壤补充剂。腌制后，将桶中的物质取出并埋入土壤中，以进行下一级堆肥，这需要再进行 3-4 周。

步骤

1. 将有机废弃物放入桶中。



2. 在有机废弃物上撒上 Bokashi（博卡西）麸皮。



3. 用盖子挤压废弃物，使其密闭。

4. 重复步骤 1-3，直到桶满为止。



5. 定期通过水龙头排出桶底收集的渗滤液。

6. 将桶放置 3-4 周进行腌制。它应该闻起来像泡菜一样酸。



7. 在花园里挖一个坑。



8. 将发酵后的有机废弃物倒入坑中。



9. 用土覆盖住废弃物。再过 3-4 周，它就会完全堆肥。



- c. 产乙酸。
这是有机酸和醇被产乙酸细菌转化为乙酸、氢气和二氧化碳的过程。
- d. 产甲烷。
通常被归类为产甲烷菌的微生物将先前反应的产物转化为甲烷、二氧化碳和水。

在此过程中产生的混合气体中，甲烷占 50-70%，二氧化碳占 30-40%，氢气占 5-10%，氮气占 1-2%，硫化氢占 0-1%，水蒸气占不到 1%。
见下图 2。

厌氧消化过程在环境中自然发生。它发生在沼泽、池塘、湖泊、水田和湿地中。在这些自然条件下，水下有机物的分解会形成甲烷。

再造一个类似的密闭设施来分解有机物将有助于收集甲烷作为燃料。沼气厂的厌氧生物消化器可用于管理有机废弃物以及收集供暖或烹饪用的燃料。这项技术非常简单，在世界各地的农村和城市环境中都有应用。

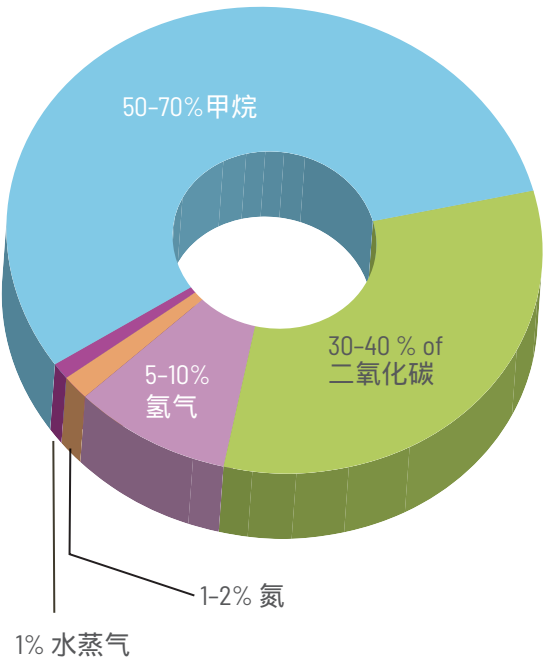
3.2 厌氧生物分解或沼气

厌氧消化是一种可再生能源，因为该过程会产生适合用于能源生产的富含甲烷和二氧化碳的沼气。此外，消化后留下的富含营养的泥浆（半固体）可用作肥料。

厌氧消化通过以下四个生物过程阶段进行：

- a. 水解。
构成有机物的碳水化合物、脂肪和蛋白质等大分子有机化合物在细菌释放的酶的帮助下分解成小分子。这一过程可将复杂的物质转化为较简单的糖、脂肪酸和氨基酸，从而便于微生物消化。
- b. 产酸。
这是一个发酵过程，通过产酸细菌将水解产物进一步转化为有机酸。同时还会产生酒精、氢气、二氧化碳、氨和大部分硫化氢。酸发酵与制作酸奶的过程相同。此外，酸发酵的产物，尤其是硫化氢、氨和挥发性有机酸，也是造成酸奶味道浓烈的原因。有机酸是造成厌氧发酵产生强烈臭味的原因。厌氧消化器的臭味。

图 2. 沼气厂生产的气体成分



3.1 沼气厂的组成部分

沼气厂在世界各地有不同的类型。基本上，沼气厂由以下部分组成：

a. 消化器：

这是沼气厂进行消化的主要部分。它是一个水封隔间，由塑料、纤维增强塑料 (FRP)、金属或水泥制成。沼气池的大小取决于废弃物的日摄入量。沼气池应有足够的空间容纳等量的有机废弃物和水 40 天。如果废弃物的日摄入量为 1 千克，约等于 2 升，那么加上等量的水，日摄入量就是 4 升。要容纳弃渣 40 天，沼气池的容量应在 160 升左右（4 升 x 40 天）。

b. 进料口：

这是一个让有机废弃物进入沼气池的管道。

c. 出料口：

这是一个让消化后的泥浆流出消化器的管道。

泥浆营养丰富，可添加到土壤中以提高土壤肥力。在施用到土壤或植物之前，必须用至少 10 倍的水稀释。

d. 排气孔：

这是一个管道，通过它可以收集气体，以便储存和利用。

e. 气体储存：

气体主要在沼气池内收集，然后转移到一个储存器中，储存器可以是一个气球、一个袋子或任何为此目的而制造的容器。

如果沼气池的容量为 160 升，则每天需要提供约 50 升的空间用于收集气体。收集的气体可压缩后储存在轮胎管、气球、袋子、浮动圆顶或金属罐中。管、气球、袋子、浮动圆顶或金属罐。

沼气需要定期清理，以保持沼气的效率。以保持气体的效率。水蒸气可以使用水过滤器或硅胶过滤器去除水蒸气。硫化氢可通过填充钢丝棉的过滤器或氢氧化钙或氢氧化钠洗涤器来洗涤硫化氢。在 在使用小型沼气厂的家庭一级 在使用小型沼气厂的家庭层面，安装过滤器是不可行的。过滤器一般用于沼气厂，因为这些沼气厂的原料是 过滤器一般用于每天处理 500 公斤以上有机废弃物的沼气厂。

3.2 沼气厂类型

沼气厂分为小型、中型和大型。小型沼气厂主要用于每天丢弃物摄入量低于 10 公斤的家庭。中型沼气厂用于机构和商业机构、小型市场、动物或家禽养殖场，这些地方每天的丢弃物摄入量在 10 公斤到 1,000 公斤之间。大型沼气厂每天可处理超过 1 吨的废弃物。

根据沼气厂的性质，可分为便携式沼气厂和永久性沼气厂。为家用设计的小型沼气厂通常由塑料和/或玻璃钢制成。它们便于携带，而且是现成的。人们只需从市场上购买一个装置，然后像安装水箱一样进行安装。另一方面，永久性沼气厂是在现场建造的，不能移动。所有大型沼气厂都设计成永久性的。一些小型沼气厂也设计成永久性的。

根据沼气收集机制，沼气厂可分为固定沼气厂、浮动沼气厂、袋式沼气厂和高科技沼气厂。

- **固定圆顶沼气厂**

将气体储存在沼气池中，并利用气体的压力和出口处泥浆的重力对其加压。

- **浮球式沼气厂**

将沼气储存在沼气池上方的容器中，当沼气充满容器时，容器会浮起，当沼气用完时，容器会落下。根据气体的产生和利用情况，容器一天内会上下移动几次。在烹饪过程中使用沼气时，沼气罐上还会增加额外的重量，以增加沼气的压力。

- **高科技沼气厂**

是大型沼气厂，其设计不同于小型或中型沼气厂。而在高科技沼气厂中，废弃物在水解、产酸、产乙酸和产甲烷等不同阶段被保存在不同的消化池中（请参见 3.1）。这样可以提高消化效率，更好地控制消化过程。气体经过收集、净化和压缩后可用于取暖、烹饪或发电。

3.3 废物管理中的沼气厂

沼气适合处理有机废弃物，但它更适合处理富含氮的有机废弃物，如食物废弃物，而不是富含碳的材料，如干树叶、花园修剪物、木屑等。沼气最适合处理鱼、肉和家禽废弃物、熟食废弃物以及蔬菜和水果废弃物。沼气技术还用于处理和收获污水污泥、污水处理厂和农场及农业产业的农业残留物中的沼气。

沼气厂需要日常运行和维护，并且必须全年管理。因此，它不能用于季节性用途。它最适合家庭、机构、商业机构或其他产生更多富含氮的有机废弃物并需要取暖燃料的设施。

3.4 沼气厂维护和运营的良好做法

- **源头隔离**

源头垃圾分类对任何沼气厂都非常重要。只有有机废弃物才能进入沼气厂。更具体地说，沼气厂只能处理熟食、蔬菜、水果、肉类、鱼类、家禽废弃物、动物排泄物等富含氮的物质。最好避免将干树叶、花园边角料、树枝、木屑、贝壳和骨头送入沼气厂，

因为富碳材料不产生甲烷或甲烷含量很低，会减慢沼气厂的生物甲烷化过程。

- **预处理**

对进料进行预处理可提高沼气厂的效率。第一步是将有机废弃物剁碎、切片、切丝或磨碎。在喂食前，将它们放在温和的温水中发酵一天也很有帮助。每天的喂食量应保持稳定，以保证数量。饲喂过多或过少都会给沼气厂带来问题。

- **后处理**

从沼气厂出来的泥浆需要收集和处理。要么将其用于施肥（用水稀释泥浆并用于灌溉农作物），要么将水循环利用，并将污泥以干固体形式的污泥。必须妥善管理气体以保持工厂内的压力。厂内的压力。气体不能释放到大气中，因为它是一种温室气体。因为它是一种温室气体。如果如果出现紧急情况，应在释放气体的同时将其燃烧。应在释放时燃烧。

3.5 沼气和能源

沼气中甲烷的能量含量低于液化石油气（LPG）。液化石油气的能量含量约为每立方米 93.2 兆焦耳（兆焦耳）。由于不同国家液化石油气中丙烷和丁烷的比例不同，因此各地的能量含量也可能不同。而甲烷每立方米只有 38.7 兆焦耳。甲烷的密度 (0.65 千克) 低于液化石油气 (2.1 千克)。这使得因此，将沼气压缩并装瓶因此，将沼气压缩并装瓶供家庭或商业使用的成本很高。

图 3. 液化石油气和沼气（甲烷）的能量含量比较



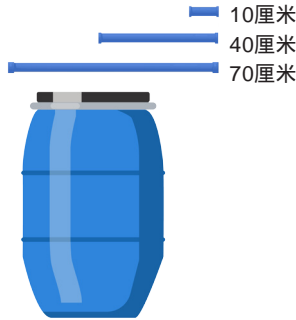
3.6 自己动手制作沼气厂

所需材料

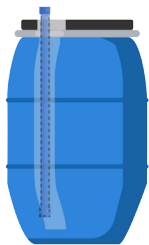
- 1 个塑料桶，80 升
- 1 塑料管，1.20 米长，直径 4 英寸
- 1 个变径连接器，直径 6 英寸到 4 英寸（152.4 毫米到 101.6 毫米）
- 1 个弯头连接器，直径 4 英寸（101.6 毫米）
- 1 个球阀，3/4 英寸（19.05 毫米）
- 1 个燃气灶

步骤：

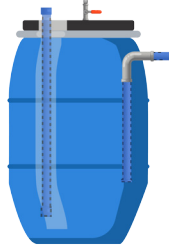
1. 将塑料管切割成以下尺寸（假设桶的高度为 80 厘米，直径为 36 厘米）。
 - a. 70 cm
 - b. 40 cm
 - c. 10 cm



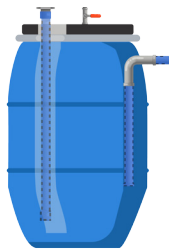
2. 制作废弃物进料口：
 - a. 在盖子上开一个 4 英寸（101.6 毫米）的孔。
 - b. 插入 70 厘米管道中的 60 厘米，顶部留出 10 厘米。
 - c. 用粘合剂或水箱连接器固定，以提高稳定性。



3. 制作煤气排气孔，以便将煤气排出到炉子上。
 - a. 在盖子中央开一个 3/4 英寸（19.05 毫米）的孔。
 - b. 使用罐体连接器将 3/4 英寸（19.05 毫米）球阀固定在盖子上。
 - c. 使用密封剂或粘合剂密封接头。

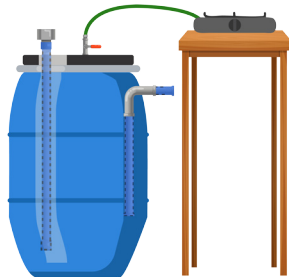


4. 制作出口，从沼气池中取出消化物：
 - a. 在桶边距顶部 20 厘米以下的地方开一个 4 英寸（101.6 毫米）的孔。
 - b. 用（b）40 厘米长和（c）10 厘米长的管道做弯头连接。
 - c. 将较短的一边（c）从桶内插入孔中，较长的一边（b）垂直向下插入桶内，并用粘合剂密封接头以防渗漏。



5. 制作漏斗形入口
 - a. 用盖子盖好料桶，将 4 英寸（101.6 毫米）进料管上的 6 英寸（152.4 毫米）至 4 英寸（101.6 毫米）变径接头（参见步骤 2）装到盖子上。这将提供足够的空间，并作为一个漏斗，将废弃物送入进料管。

- b. 使用粘合剂或密封剂密封接头，以防泄漏。



6. 关闭桶盖上的球阀，并连接一根软管。

7. 在 20 公斤新鲜牛粪中加入 40 升水，然后通过进水管注入桶中。当泥浆开始从出水管流出时，停止喂食。放置 3-4 天。

8. 第四天，打开球阀，释放压力并关闭。每三天重复一次，持续 12 天。

9. 第 12 天，尝试在打开球阀的同时点燃软管末端的气体。如果燃烧起来了，关闭球阀并将软管连接到炉子上。这样，您的沼气设备就可以每天从厨房收集 5-7 升的食物残渣了。



垃圾填埋场中的有机废弃物会怎样？



当混合垃圾被倾倒在垃圾填埋场时，其中的有机废弃物即使在被永久覆盖很久之后仍会经历厌氧消化。垃圾填埋场排放的气体统称为垃圾填埋气或 LFG。据我们了解，作为厌氧消化的产物，LFG 主要由甲烷和二氧化碳组成。甲烷作为温室气体的效力是二氧化碳的 84 倍。这就是为什么 LFG 排放是一个严重的气候危害。

与以 40 天为周期在源头进行有意厌氧消化不同，LFG 会缓慢形成并释放长达 50 年或更长时间。这意味着任何管理计划，即使是收集如此大量的甲烷用于发电厂，都需要至少两代人的大量公共投资。此外，垃圾填埋场消化产生的泥浆是不可能收集的。它还被残余废物中的毒素污染，从而有效地消除了其在农业中的潜在用途。

通过源头分类进行有机废物管理可实现有机材料的可持续特性。这可防止这种有用资源变得浪费和危险，而当它与非有机废物混合时就会发生这种情况。

—Julie Zarene De Guzman

第四章 实地故事

WELCOME
MATERIALS RECOVERY
FACILITY (MRF)
BRGY. DAMPALIT
MALABON CITY

Mother Earth
Foundation

COMPOSTING PIT



在材料回收设施中堆肥

SHERMA BENOSA

每天早上，地球母亲基金会的高级社区组织者露西拉-桑多伊（Lucila Sandoy，简称 Tita Luz）都会花时间打理位于菲律宾马拉邦市巴兰盖⁹蒂纳杰罗斯（Barangay⁹ Tinajeros）的员工之家的花园。如果不给植物添加堆肥，她就会给植物浇水或种植新的植物。

早上在员工之家做完例行工作后，她会去市内她可以到达的材料回收设施（MRF）。她经常参观的一个 MRF 是位于Dampalit 镇的一个 MRF，这个 MRF 是她帮助建造的，现在由她负责监督的废物处理工人进行维护。

Dampalit MRF 占地 250 平方米，由混凝土和竹篱笆等混合材料建成。它处理来自 2258 户家庭以及公共和社区的垃圾。它有一个生态棚，在城市收集（残余物和有害废物）或出售（可回收物）之前，将分类的干垃圾暂时存放在这里。它还拥有一个生物发酵池和各种地面堆肥装置来管理有机废物。这些装置包括风车堆肥、轮胎堆肥、箱式堆肥和八室堆肥。

堆肥设施每周共处理 500 千克有机废物，中 280 千克送入生物发酵池，其余 220 千克进行堆肥。其他家庭丢弃的食物则被用作附近一家养猪场的动物饲料，不再送到 MRF。

"MRF 是废物管理的核心。没有 MRF，社区固体废物管理计划就会失败。生物可降解物还能送到哪里去呢？" Tita Luz说。

据 Tita Luz 介绍，他们使用堆肥为土壤提供养分，使其适合种植。土壤改良后，他们可以在 MRF 中种植各种草药和观赏植物。这使得 MRF 看起来像一个花园堆肥示范场。

自成立以来，MRF 一直受到当地和国际客人的参观，他们有兴趣了解菲律宾高效的废物管理计划，或参加零废物学院，这是一个由地球母亲基金会和 GAIA 共同组织的关于开发零废物计划的研讨会。它甚至激起了偶然经过 MRF 的当地人的好奇心，Tita Luz 和管理该场地的废物工人很乐意向任何询问的人解释它是什么。

“人们通常不知道 MRF 是什么，所以他们对它抱有误解。他们认为 MRF 很脏，很臭。他们心目中的 MRF 形象是一个小型垃圾场。因此，在村里拥有一个 MRF 非常重要。当人们看到它时，我们会解释它是什么，他们开始意识到它的重要性。他们亲眼看到，如果管理得当，MRF 可以变成一个可以放松的花园。我们教人们在家堆肥，并可以使用堆肥作为天然土壤肥料，”她说。

她补充说，现在许多家庭都会堆肥他们的垃圾。“当我们走遍村子时，我们教过堆肥的人会认出我们，并高兴地向我们展示他们的堆肥设备和花园。知道人们在向我们学习，并且实践我们教给他们的东西，感觉很好，”她说。

⁹A barangay 是菲律宾最小的社区单位。

肥料出售

SHERMA BENOSA

菲律宾杜马盖地基金会大学拥有近 3000 名学生，是较早采用零废弃原则的大学。早在 2009 年，该大学就开始对有机废弃物进行堆肥处理。每个月，他们会将约 38 立方米的有机废弃物。

该大学采用多种堆肥方法如 BMG（生物机械山羊）堆肥法、自然堆肥、生物垃圾处理（黑蝇）和蚯蚓堆肥法。遗憾的是，蚯蚓堆肥在自 COVID-19 大流行开始以来，一些员工不得不休假。

据大学安全与环境办公室的 Russelle Jamili 介绍，通过 BMG 堆肥技术，大学每月可生产约 450 公斤堆肥；通过自然堆肥技术，每两个月可生产 4 立方米堆肥；通过生物垃圾处理技术，两个月可生产 400 升堆肥。

Russelle 分享说，该大学在 2020 年刚开始使用 BSF 工艺，但由于 COVID-19 大流行而停止使用。不过，一旦情况好转，他们计划为农学院的学生使用这种堆肥技术。

"我们认为有机废物堆肥有很多好处。首先，我们能够最大限度地减少大学里的有机废弃物。

其次，我们可以在农场使用堆肥，节省肥料。第三，我们使用有机肥料生产有机鸡蛋和有机蔬菜水果。第四，我们可以保持大学的清洁和绿化。最后，我们还可以从使用自己的堆肥维护的农场中赚取额外的收入，" Russelle 说。

Russelle 补充说，由于他们使用堆肥来维护学校农场和校园内的所有绿色植物，因此他们只在有多余堆肥时才出售。2021 年初，他们刚刚开始出售堆肥，因此还没有固定的客户。到目前为止，他们的大部分买家都是大学员工。

自 2021 年 2 月以来，他们总共售出了价值 234 公斤的堆肥，这些堆肥是按袋出售的。袋子有两种规格：25 公斤和 30 公斤。他们也向只需要少量堆肥的人按公斤出售。按每公斤 10 菲律宾比索计算，他们已经从堆肥销售中赚了 2340 菲律宾比索（50 美元）。

Russelle 分享说，她自己也曾从大学购买堆肥用于自家花园。"我买了 30 公斤肥沃的土壤，我想说这真的是优质土壤。她说："当我们把这种土壤添加到秋葵和茄子中时，我们观察到添加了堆肥的植物出现了生长和开花高峰，而没有添加堆肥的植物则没有出现这种情况。

Russelle 补充说，大学希望在生物垃圾处理方面取得成功，并最终恢复蚯蚓堆肥。"我们还有更多关于有机废物堆肥的计划。我们希望它们都能实现，"她说。





在高层住宅中堆肥

ANNE LARRACAS

每天早晨醒来，我们一家人看到的第一件事就是看到小阳台上植物在风中轻轻摇曳。我们的阳台就在小房子唯一的窗户外面，所以无论你在家里的哪个位置，都不可能错过这些植物。至少 70% 的植物都是可食用的，它们由我们自己制作的堆肥喂养。

堆肥和维护一个小花园本身就是平凡的活动。我们堆肥和园艺活动的唯一挑战是，它是在公寓单元 19 楼的阳台上进行的。阳台很小，大约 3 平方米，很难走动，但有足够的空间放置适量的堆肥罐来管理我们所有的有机废物。

我们厨房里的所有东西都按照监管和倡导组织（如零废物欧洲、欧盟或美国环保署）推荐的废物等级进行管理。我们认真实践减少食物浪费的措施，以减少剩菜剩饭。

吃不完的食物被装进容器，然后放进冰箱。容器装满后，我们把它喂给附近的流浪猫狗，或者送给养宠物的亲戚朋友。不能食用的厨房垃圾被放进阳台上的堆肥罐。不能堆肥的，如肉类或鱼制品和废油，则被放进阳台上一个约一平方英尺的自制生物消化器。通过这种方式，我们 100% 的有机垃圾都在家里处理，我们每月能够从垃圾填埋场和垃圾场转移大约 25 公斤的有机垃圾。

对于我们这个三口之家来说，五个用粘土制作的盆子（直径 35 厘米）就足以满足我们所有的堆肥需求，而且这些盆子会定期轮换。每天，厨房垃圾被放入一个盆中，与旧堆肥、旧树叶、碎纸巾、纸板等混合。盆子装满后，先让其腐烂约三周，再让其成熟几周，然后再喂给我们的植物。每个月，我们都会用厨房和食物垃圾制作大约一公斤的堆肥。

有限的空间无疑是一个挑战，而且 我们实在没有多余的空间再放一个花盆了。盆。但减少食物垃圾是我们家的 这有助于确保我们的堆肥盆不会很快被填满。

自从 2004 年开始堆肥以来，我已经学会了如何尽量减少堆肥的挑战。尽管如此，我们偶尔还是会遇到果蝇或家蝇，但只要用力拍打，并在正在装填的堆肥盆上多盖一层土，就能解决这些问题。我们在所有的花盆下面都放了一块板子，以确保没有多余的泥土或堆肥茶渗到阳台地板上，我每个月都会用力擦洗阳台地板一到两次，以防止下水道堵塞。

我们是坚定的堆肥爱好者，为了确保能继续堆肥，我们特意找了一栋有一定室外空间的房子。对于住在公寓楼或有一定室外空间的公寓里的人来说，堆肥可以而且应该成为日常活动的一部分。这对孩子们来说尤其重要--它是一项互动、科学和有价值的活动，从小开始，可以让孩子们终生致力于负责任的废物管理。

为儿童提供简单有趣的堆肥方法

檳城消费者协会的 Sherma Benosa

自 2017 年以来，每个上课日*，在马来西亚檳城的南望淡米尔小学的堆肥区，一群学生堆肥有机废弃物已成为常见的景象。

这项做法始于他们参加了檳城消费者协会关于有机废弃物管理的讲座，该协会是马来西亚 GAIA 的成员，致力于推广可持续的生活方式、有意识的消费和零废弃生活。

在老师 Vatsala Jayaraman 的指导下，学生们学会了减少食物浪费、对垃圾进行分类以及堆肥有机废弃物。他们了解到，通过堆肥废弃物，他们可以确保可生物降解物质作为养分回归地球——这是一堂很棒的科学课。他们还可以通过在堆肥管中制作艺术品来展示自己的创造力。

学校有五根堆肥管道，从周一到周五都有标签。学校食堂和花园收集的有机垃圾会在当天分配的管道中处理。周一收集的有机垃圾进入标有“周一”的管道，周二收集的垃圾进入标有“周二”的管道，依此类推。在此过程之后，他们还需要七天的时间才能再次将垃圾放入同一个管道中，这为堆肥过程提供了充足的时间。

为了提高效率，一组学生被指派监督堆肥，每个成员都有特定的任务，例如收集干树叶、收集厨房垃圾等。



小组组长确保每个人都完成任务。如果负责人缺席，其他人会代替他们，以确保堆肥不被干扰。

通过参与这个项目，学生们表示他们也学会了责任。

“人们不应该对浪费感到厌恶，因为毕竟这是我们产生的，因此我们有责任确保浪费以不损害环境的方式结束。我很高兴克服了这种厌恶并继续这个项目，” G. Divyanraaj 说，他是自项目开始以来一直参与的学生之一。

“我们首先不应该浪费食物。食物的正确位置是我们的胃，而不是垃圾箱。我每天都称量食物垃圾，并意识到浪费了多少食物。我借此机会告诉我的朋友们不要浪费食物，” V. Ringgishwaran 补充道。

在访问学校时，CAP 发现学生不吃完饭的一些原因包括：食物不好吃、学生吃饱或不喜欢蔬菜，以及/或者盘子里放了太多食物。

CAP 强调，学校是灌输价值观的简单渠道，因此以学校为目标创建一个避免浪费食物的社会将带来预期的结果，尽管这需要长期努力。该组织坚信，当学生从小就接受有关食物价值、食物浪费对环境的影响以及食物与气候变化之间的关系的教育时，他们长大后就不会浪费食物。



SJK Tamil Nibong Tebal 学校的学生在管理他们的管道堆肥。照片由檳城消费者协会的 Theeban Gunasekaran 拍摄。



Shyamla 女士是首批报名参加“零废弃”活动的居民之一，她微笑着搅拌已分类的可生物降解垃圾。

照片由公民消费者和公民行动小组提供。

低收入社区的零废弃物

VAMSI SANKAR KAPILAVAI

印度钦奈的 Greenways 社区主要是住宅区，也有一些商业和机构实体，共有 5000 名居民，分布在九条街道上。由于该地区上门收集垃圾的市政服务不足且不规范，大多数居民习惯于将未分类的生活垃圾倾倒在河岸边的空地上。虽然他们很重视这片区域，因为这里是社区水箱的水源地，但他们认为露天倾倒是管理垃圾的唯一方式。或者说，至少可以让他们看不到垃圾。

作为由 GAIA 亚太区协调的零废弃城市合作项目（ZWC）的合作者，公民消费者和公民行动小组（CAG）有机会在绿道社区开发以分散管理为重点的当地废弃物管理替代模式。

首先，CAG 要求大钦奈公司（GCC）清理空地上堆积的垃圾。他们进行了基线调查，包括绘制社区产生的垃圾地图和品牌审计。调查结果让人们垃圾收集路线规划和不同类型垃圾的数量有了一定了解。在所有这些步骤中，社区都参与其中，这让他们了解了问题所在。在基线调查之后，CAG 进行了几次街头表演和街头会议，让人们意识到不适当的垃圾处理。

CAG 还与不同的居民进行了对话，如职业女性、家庭主妇和店主。根据他们的调查结果，CAG 开发了一种激励模式，为分类、堆肥和拒绝使用塑料袋的居民提供积分奖励。

CAG 还在社区内建立了堆肥和材料回收设施。他们还分发了大约 160 个带竹盖的陶罐，用于家庭堆肥。

CAG 在一条有 44 户家庭的街道上启动了试点，其中 40 户报名参加该计划。试点启动三周内，CAG 就实现了 100% 的遵守率，其他居民也要求将该计划扩展到他们的街道和其他商业实体。商业实体获得了代币，用于奖励自带袋子或盒子并拒绝使用商店塑料袋的顾客。CAG 在另外四条街道实施了该计划，并获得了热烈的响应和遵守率。

社区分类的有机废物使用井环堆肥法进行堆肥。CAG 已建立三个井环结构以适应社区容量。堆肥设施由 CAG 管理，登记的居民已提供分类的有机废物，他们从未抱怨过堆肥结构或气味。收获的堆肥被社区用于种植植物，剩余的堆肥则分发给需要它的其他地区的居民。

以社区为基础的资源管理方法经常未能兑现其承诺，并产生了意想不到的冲突。部分原因是它们的环境在社会、制度和生态方面比通常假设的更具差异性和动态性。正如我们从这个例子和许多类似的经验中看到的那样，政策制定者和发展实践者的当务之急是设计和开发能够响应资源使用者之间存在的社会多样化利益和动态的强大流程。

这表明，以社区为基础的废物管理工作应寻求适应性，而不是按照模板或预先计划的方式建立。另一个重要的观察结果是，在低收入社区中，如果缺乏适当的机制（如持续的指导和定期服务），仅提供共享或社区设施注定会失败，因为这些社区一直在努力争取获得足够的水、卫生设施和土地权。



有机物管理战略 和政策

● 源头隔离

这一步骤是 是有效管理固体废物的关键。对所有类型的废物进行分类，特别是 特别是有机废物、机构、商业机构、社区会堂、市场以及其他所有产生有机废弃物的 必须促进产生有机废弃物的大宗废物产生者进行分类，以确保收集到的有机废弃物保持新鲜和不受污染。这将增加有效回收的机会，从而提高堆肥过程的效率。

● 针对具体部门的方法

只有针对特定行业进行分类收集和/或管理，才有可能实现有机废弃物的均质化。例如，城市餐馆的有机废弃物具有一些共同特点，因此很容易采用某种技术或工艺来管理。家禽店、肉店和鱼档的肉类废弃物也有一些共同的特征和特点。

家庭产生的有机废弃物在家庭层面上非常少，但却占城市固体废弃物总量的 40-50 %。最好针对不同行业制定不同的收集和管理计划。

● 减少废物

认识到我们不能浪费粮食和农作物，必须启动相关计划，最大限度地减少不同部门产生的有机废弃物。从源头上管理有机废弃物，有可能使社区认识到，循环资源经济建立在有意识的产品设计、消费和废弃物产生的基础之上。

● 生物处理

有机废弃物只能通过生物过程进行管理。

● 确定回收方案的优先次序

有机废弃物需要根据其在当地的用途确定优先次序。首先应优先回收作为动物饲料的废弃物。其次应优先考虑将有机废弃物送往农场进行堆肥处理的计划。如果不具备这些可能性，则只需使用任何一种生物过程进行管理。

● 源头管理和分散管理

应优先考虑在家庭、机构或社区层面对有机废弃物进行源头管理。应在不同层面--集群层面、社区层面和共用设施层面--建立有机废弃物分散管理系统。可通过群组、社区和共用设施网络管理因废弃物产生高峰而造成的有机废弃物溢出。

● 与食品生产相结合

有机废弃物管理计划应与确保粮食安全和食品安全的计划相结合。重要的是要鼓励使用堆肥或有机废弃物的消化材料作为当地食品生产的饲料。堆肥是一种天然、安全的土壤补充剂，有助于保持或提高土壤肥力。

● 与气候复原力相结合

有机废弃物管理应作为一项气候适应性活动予以优先考虑，因为它有助于增加土壤碳含量，减少化肥的使用，从而减少温室气体排放。将有机废弃物从垃圾填埋场转移出来，可消除甲烷长期释放到大气中的问题，从而避免对这种温室气体进行成本高昂的代际管理。



©2021 全球焚烧炉替代品联盟（菲律宾）
Unit 330, Eagle Court Condominium
26 Matalino Street, Barangay Central
Quezon City, Philippines 1100
www.no-burn.org
FaceBook: GAIAAsiaPacific
Twitter, Instagram, Youtube: Zero Waste Asia