

堆肥



农业堆肥 指南

马萨诸塞州农业资源部
农业保护和技术援助司

mass.gov/agr

2023年修订

目录

介绍.....	1
第一部分：监管和登记流程.....	2
第二部分：堆肥基础科学.....	6
第三部分：堆肥配方开发.....	11
第四部分：堆肥方法.....	14
第五部分：场地选择.....	17
第六部分：场地设计.....	20
第七部分：操作和维护.....	23
第八部分：进一步减少病原体的工艺.....	27
第九部分：准备堆肥设施计划.....	29
第十部分：制定气味管理计划.....	32
附录 A	
堆肥条垛/堆肥堆温度监测记录.....	35
附录 B	
气味管理计划.....	36



介绍

这些指导方针主要针对从事农业堆肥的马萨诸塞州农民，更具体地说，针对那些希望利用非自身农业经营产生的材料堆肥的农民。虽然马萨诸塞州承认并鼓励农场堆肥，但出于环境考虑和州法规的考虑，农场可能需要许可证或堆肥登记。

归根结底，堆肥过程应当产生可用、优质、具有土地利用价值的材料。本指南描述所有运营者在进行堆肥之前都应该了解的堆肥要素。指南的第一部分讨论了与堆肥和登记过程有关的州法规。第二部分帮助读者基本了解堆肥这一生物过程的科学原理。第三部分介绍堆肥配方的开发。第四部分介绍主要的堆肥方法。第五部分和第六部分介绍选址和设计的规划考虑因素。第七部分介绍成功管理堆肥操作所必需的操作和维护程序。第八部分介绍进一步减少病原体的过程

（PFRP）。这是堆肥过程的一个重要元素，既是一种最佳实践，也可以消除在粮食作物收获之前对施用间隔需要。第九部分概述了制定马萨诸塞州农业资源部（MDAR）农业堆肥登记堆肥计划时应包含的信息，最后第十部分描述了气味管理以及气味管理计划的制定。

1

监管和登记 流程



监管背景

MDAR 农业堆肥计划条例 330 CMR 25.00 将堆肥定义为：“在受控条件下，使用微生物，在有氧条件下，使用翻动堆肥条垛或堆肥堆、为静态堆肥堆充气或利用容器内堆肥系统加速有机材料生物降解的过程。”农业堆肥的定义是“在农业单位对农业材料和其他可堆肥材料进行堆肥，形成适合农业和园艺用途的稳定堆肥”。农业堆肥是堆肥活动的一个独特子集。根据操作规模、场地、堆肥材料的类型和来源，堆肥可被视为一种农业实践或固体废物管理。这个区别很重要，因为它决定了适用哪些法规以及哪个监管机构进行监督。

马萨诸塞州环境保护部（MassDEP）根据 310 CMR 16.00 - 《固体废物处理设施的场地分配规定》对马萨诸塞州的堆肥拥有主要监管权。希望从事农业堆肥的农场可以利用本法规中的以下豁免，并可以向 MDAR 申请登记为农业堆肥运营者：

310 CMR 16:03 (c) 有机材料的处理或处置。

1. 位于农业单位的活动。活动位于 330 CMR 25.02 : 《定义》所定义农业单位，前提是所有者和经营者遵守农业资源部的规定和指导方针。如果农业资源部确定特定农业单位的活动不再受 MDAR 监管，则所有者和经营者应遵守 310 CMR 16.00 的规定。

农业资源部的作用

MDAR 负责管理农业堆肥计划，以登记那些符合前面提到的“位于农业单位的活动”豁免资格的操作。MDAR 农业堆肥计划法规 330 CMR 25.00 可在 www.mass.gov/agricultural-composting-program 链接浏览。只有当农业经营者计划将材料从场外运送到其土地上进行堆肥时，才需向 MDAR 登记。

仅使用现场产生的原料进行堆肥，不需要向 MDAR 登记，也不受 330 CMR 25.00 的约束。

为了让 MDAR 将某项运营登记为农业堆肥经营者，该操作必须位于农业单位，如法规 330 CMR 25.02 中所定义：该部门可以确定一块土地：(a) 用途主要用于农业，如 MGL c. 128, § 1A 中所定义；(b) 销售一种农产品作为正常业务。

根据 MDAR 农业堆肥计划，登记农场可以使用农业或有机材料堆肥。**农业材料** 是在农艺、园艺、水产养殖或林业作业中饲养和加工植物和动物而产生的，包括但不限于动物粪便、动物产品和副产品（包括尸体）、垫料和植物材料。**有机材料** 包括以下任何源分离材料：植物材料、食品材料、农业材料、可生物降解产品、可生物降解纸张、清洁木材或庭院垃圾。

有机物质不包括生活污水处理设施残留物，其土地应用受 MassDEP 监管。

农业堆肥登记流程

希望获得 MDAR 农业堆肥登记（下称“登记”）的合格农场经营者必须填写“农业堆肥登记申请表”，该表可在 MDAR 网站（www.mass.gov/agricultural-composting-program）上找到，也可以致电 MDAR 办公室获取。

当MDAR收到农业堆肥登记申请时，会审查其完整性，联系农场，并安排MDAR工作人员进行现场访问，查看拟议的堆肥场地并讨论运营计划。在评估农业豁免的适用性时，会考虑以下类型的问题：

- 堆肥作业是否位于农业单位？
- 农产品销售是正常的商业行为吗？
- 堆肥计划中描述的材料是否符合 310 CMR 16.00 和 330 CMR 25.00 规定的允许堆肥条件？
- 堆肥操作与农业操作的结合程度如何？MDAR 农业堆肥计划规定，至少有 25% 的投入来自农场，或者 25% 的成品必须在农场用于农业目的。
- 所在街区有何特点？该运营位于乡村还是住宅区？拟定的堆肥作业与邻居的距离有多远？通往农场的是什么类型道路？该场地距离地权线至少 100 英尺吗？根据要堆肥的材料和体积，100 英尺的回缩距离是否足够？该场地是否因距离较远和屏障而令邻居看不见？
- 运营者的堆肥知识基础如何？运营者是否完成了堆肥基础课程？运营者是否有时间专注于管理操作？

现场访问后，如果登记获得批准，将向申请人邮寄登记证书。该证书有效期从实际签发日期开始，到次年 3 月 31 日结束。在开始前至少 30 天，新登记的农业堆肥业务的所有者或经营者必须向当地卫生委员会提交其登记副本，并向MDAR提供此提交证明。在此 30 天期限之后，登记证书允许登记人按照申请中描述的方式和场地使用指定的材料堆肥。

每年，登记人都会收到MDAR的年度报告表和续订申请。登记人必须在 2 月 15 日之前填写并返回，以便在下一年（4 月 1 日至 3 月 31 日）继续登记。如果需要，登记人可能需要向MDAR提交其他信息。根据法律允许，MDAR可能会收取登记和续订费用。一旦登记证书颁发，登记人必须确保农业堆肥操作符合规定。

农业堆肥作业必须符合 310 CMR 16.00 和 330 CMR 25.00 规定的要求。如果申请人提供关于农业堆肥操作的虚假、误导或不准确信息，或者登记的农业堆肥操作违反登记、州或联邦法律或农业堆肥指南，MDAR 有权暂停或撤销登记。暂停或撤销登记也将撤销豁免资格，因此该运营将受 MassDEP 的 310 CMR 16.00 法规《固体废物处理设施的场地分配规定》管辖。

1 农业单位：经部门确定 (a) 其用途主要用于农业的一块土地，定义见 MGL c. 128, § 1A。

使用撒播机将堆肥施用于农田。





2 堆肥基础科学

堆肥是一种利用有机物和土壤中天然存在的微生物来分解有机物的可控生物过程。这些微生物需要基本的营养物质、氧气和水来加速分解。进入堆肥的原材料通常被称为“原料”。最终产品堆肥是一种深棕色、类似腐殖质的物质，可以轻松安全地处理、储存，并可作为有价值的土壤改良剂施用于土地。堆肥过程取决于几个因素，包括：微生物数量、原料的碳氮比、氧气水平、温度、湿度、表面积、pH 值和时间。下述因素相互依赖。了解它们对于管理成功的堆肥操作非常重要。

微生物



微生物负责分解有机物质，将其作为食物，并在此过程中释放二氧化碳、水蒸气和热量。当它们的食物（即堆肥原料）含有均衡的营养、水，并且环境有充足的氧气和适宜的温度时，它们繁殖迅速、分解效率最高。堆肥者的责任是维持这些条件的适当平衡，以促进微生物活动并加速分解过程。有关配方开发的更多信息，请参见**第三部分**。

营养物质——碳氮比 (C:N比)



营养物质（尤其是碳和氮）的可用性和比例可能成为堆肥过程中的限制因素。微生物需要碳来提供能量，需要氮来合成蛋白质，才能生长繁殖。分解速率取决于原料中碳和氮的平衡。为了快速分解，理想的碳氮比是 30:1。该比例代表按重量计 30 份碳和 1 份氮。一般来说，20:1 到 40:1 的范围可以接受。

当比例大于 40:1 时，氮成为限制因素，分解速度减慢。碳氮比高的材料的例子有：干树叶、锯末、木屑和纸制品。富含碳的材料往往干燥且多孔。这些可以与较低的 C:N 比材料混合以达到最佳范围内的总 C:N 比。

当 C:N 比低于 20:1 时，过量的氮可能会以氨或一氧化二氮的形式释放出来。由此造成的氮损失将降低最终产品的营养价值。碳氮比低的材料的例子有家禽粪便、新鲜草屑和食物垃圾。富含氮的物质往往潮湿、致密，并且常常有气味。因此，将这些与高 C:N 比材料混合以增加微生物的碳含量，吸收多余的水分并提供膨胀剂以在堆中提供更多的孔隙空间和氧气非常重要。

氧



主要负责快速分解的微生物是喜氧（需氧）生物。如果氧气含量低于 5%，这些喜氧生物就会死亡，并被不需要氧气的厌氧生物取代。

厌氧生物的运作效率较低，导致分解速度较慢。此外，厌氧消化的副产品是甲烷、氨和硫化氢，会产生强烈难闻的气味。

如果在堆肥过程中保持足够的氧气，则可以将气味保持在最低限度，并可以保持快速分解。在翻堆式堆肥中，翻动堆肥条垛或堆肥堆将向混合物中引入更多的氧气。其他堆肥方法，例如静态充气或容器内系统堆肥，使用机械方式将空气泵入堆肥堆，确保在过程中保持有氧条件。堆肥条垛大小和材料体积密度在堆肥通气中也起着重要作用，因为大而重的堆肥堆不能像小堆那样轻松地“呼吸”。

水分



微生物活动发生在有机物质颗粒表面的水膜中。水分对于溶解微生物所利用的营养物质以及为微生物的生长提供适宜的环境是必需的。最佳水分含量堆肥材料的水分含量按重量计为 50-60%。水分太少会抑制微生物活动并减慢堆肥过程，而水分太多会限制氧气的流动，因为所有孔隙空间都被水而不是空气占据，并且会开始形成厌氧条件。如果氧气含量过低，则需要翻动堆肥。

温度



微生物分解有机物时会产生热量。因此，温度是堆肥分解速率的最佳指标。大部分堆肥过程发生在两个温度范围内。每个范围都基于在该温度下最活跃的微生物类型。中温范围（50-105° F）和嗜热范围（超过105° F）都支持分解有机物的微生物，但是堆肥最活跃的阶段，也是分解最快的阶段 - 主要发生在嗜热范围内。病原体和杂草

种子也在这个范围内被消灭。翻堆式堆肥要求堆肥温度至少保持 131° F 或以上持续至少 15 天（静态充气或容器内堆肥则为 3 天），在此期间堆肥需翻动五次，以消灭人体病原体。有关消灭病原体的更多信息，请参阅“进一步减少病原体的工艺”部分。大多数杂草种子在 140° F 的温度下会被破坏。

当温度超过 140° F 时，分解速度开始下降，因为效率较低的嗜热生物占据主导地位。因此，建议在活跃阶段将温度保持在 100-140° F 之间，以实现有效的堆肥。当温度超出最佳范围时，通常是因为氧气含量过低或湿度不再最佳（太干或太湿）。监测堆肥堆的温度可以很好地指导何时需要采取补救措施来维持或恢复高效的堆肥条件。翻动堆肥堆对调节温度有很大帮助。

表面积/粒径



微生物在分解过程中的活动发生在有机物质的表面积上。颗粒越小，单位体积材料的表面积就越大，从而更多发生生物活动。此外，当原料在物理上被破坏时，营养更容易被利用。因此，颗粒较小的堆肥原料（例如切碎的树叶）会比未切碎的树叶分解得更快。但需要记住的是，颗粒尺寸非常小的材料（例如锯末）会由于压实和氧气流动受限而变得厌氧，因此建议混合颗粒尺寸和质地以实现最佳堆肥。

pH



无论起始原料的 pH 值如何，堆肥过程都会产生 pH 值接近中性的最终产品。通常情况下，没有必要通过添加石灰或炉灰来提高 pH 值。事实上，这样做只会使 pH 值过高，从而导致氨的生成和损失。某些原料，例如蔓越莓，其天然 pH 值很低，需要经过深思熟虑的配方和工艺，以避免堆肥过程中出现问题。

时间



堆肥是一个加速分解过程；然而，从原材料到稳定的成品堆肥所需的时间可能会有很大差异。如果翻堆式堆肥法管理得当，一年内即可产出成品堆肥。如果不经常翻动堆肥，或者混合物的碳氮比太高，那么堆肥可能需要一年或更长时间。先进的堆肥系统，例如静态充气或容器内堆肥系统可以显著减少堆肥时间。

堆肥主要分为两个阶段。第一阶段是堆肥最活跃的阶段。此时温度在嗜热和中温范围之间波动，分解速度很快。新形成的堆肥堆会迅速达到高温，然后随着微生物消耗掉可用的氧气，它们的活性会降低，温度也会下降。通过翻动将更多的氧气引入堆肥中，将导致微生物快速繁殖活跃阶段将持续，直到氧气再次耗尽。这个循

环会重复进行 - 温度下降、充气、温度上升 - 直到所有易消化的有机物质都被微生物消耗掉。当翻动后温度不再上升时，堆肥就准备好进入“固化”阶段。

在固化阶段，不同种类的微生物继续分解，但温度较低。这个阶段可以持续一到几个月，在此期间，堆肥变得稳定 - 如果将稳定后的堆肥施用于土壤，就不会再产生对植物有害的副产品，例如氨。

使用前的新堆肥垫。



3

堆肥配方 开发

就像烘烤蛋糕一样，正确的配方是控制堆肥过程的重要组成部分。堆肥配方的目的是提供有利于好氧微生物生长和有效分解您选择用于堆肥的有机材料的营养和条件。每种原料都含有营养物质和其他特性，这些特性决定了它是否适合堆肥，以及哪些材料可以与其结合，以创造更有利于活跃喜氧微生物生长的配方。了解材料对于制定堆肥配方至关重要。大多数原料都有大量的“账面价值”，但实验室测试可能会有所不同。所以，有时实验室测试是必要的。许多因素都会影响材料是否适合于堆肥，但其中最重要的三个因素是碳氮比、水分含量和体积密度。

碳:氮比

所有有机物质都含有碳和氮 - 它们的比例不同，称为“碳氮比”。通常，碳氮比较高的物质往往更干燥、更轻（树叶、锯末、木屑等），而碳氮比较低的物质往往更湿润、更重，而且通常气味更浓（粪便、食物残渣、鱼类废物等）。**一个有效的堆肥配方在混合材料时，要达到碳氮比 30: 1 的条件。**作为一般指导方针，这通常相当于三到五份（按体积）碳源与一份氮源混合。举例来说，一桶牛粪（氮源）与一桶木屑（碳源）和三桶刨花（碳源）混合，可以产生适合堆肥的混合物。

水分

所有生物都需要水 - 堆肥（以及制造堆肥的微生物）也不例外。然而，正如人类无法在水下呼吸一样，喜氧微生物也无法在水下呼吸。50-60% 的湿度是堆肥的理想水平。细菌和其他微生物生活在堆肥颗粒表面的湿膜上。过多的水分会取代孔隙空间中的空气，并导致堆肥变得厌氧 - 这个过程更慢，味道也更臭。水分太少会阻碍这一过程，或者在某些情况下可能会形成有利于燃烧的条件 - 这就太糟糕了。水分进入堆料的一种方式是通过含水原材料。因此将配方中的湿原料与足够的干材料结合起来以平衡水分非常重要。

体积密度

一定体积材料的重量被称为“体积密度”。它通常以每立方米材料重量（磅）来衡量。过高的体积密度会限制堆肥堆的“呼吸”能力，从而阻碍堆肥的过程。过重（致密）的物料会压实，减少物料中的孔隙空间，堆肥堆可能会更快地进入厌氧状态。体积密度有时可以决定堆积物的大小，因为体积密度高的堆积物较大，不允许空气流通，因此体积密度较高的配方可能需要较小的堆肥堆。

一般来说，配方都是从手头现有的材料开始的。例如，奶牛场、马场和养鸡场通常都会有大量的粪便。有时，粪肥（和垫料）无需进一步投入就能很好地堆肥。然而有时水分、氮或体积密度（重量）不太理想，需要添加补充材料。如上所述，目标是创造有利于微生物生长的条件。因此，如果粪便太稠密或太湿，则补充一种能够分散水分并降低密度的原料 - 在这种情况下，将刨花或树叶等含碳量较高的材料混入粪便中可以实现这些目标。

含氮量高、湿度高的材料在到达现场时通常会有气味 - 如果在到达时没有气味，那么很快就会有。此类材料需要立即通过**适当的配方**进行整合，获得平衡：

- 将高水分湿材料与高碳干燥材料（例如树叶或刨花）混合，以达到 50-60% 的水分。

- 将高氮湿材料的与高碳干材料混合，使得碳氮比达到 30:1。
- 将体积密度（重量）较高的湿材料和体积密度较低的干材料混合，最终达到 800-1000 磅/立方码的体积密度。



“挤压测试”应该感觉就像拧干的海绵一样。

通常这并不像看起来那么复杂。很多时候，可以通过将 3-5 份碳源（树叶、刨花等）与 1 份氮源（例如肥料）混合来估算配方。可以使用简单的挤压测试来估算混合物的水分含量：戴上套，以手掌握住材料并挤压。该材料应具有“拧干的海绵”之感，液体不应该从拳头上滴下来，但您应该注意到手指之间有一点点“闪闪发光”。如果水分过多，可能需要添加更多干燥、高碳的材料来平衡配方。



桶测试可以提供帮助确定体积密度。

简单的“桶测试”可以估算出材料或配方的体积密度，并有助于修改堆肥配方。测试使用一个 5 加仑的桶和一个浴室秤进行：

1. 将桶放在秤上并称出桶的重量（将秤归零）。
2. 用铲子将桶装 1/3 满，然后将桶踱 10 次以使材料沉淀。
3. 将桶装至 2/3 满，然后再次将桶踱 10 次以使其沉淀。
4. 将桶装满，然后再次踱桶以使材料沉淀。
5. 将桶装满至顶部水平。
6. 将桶放在秤上，重量应为 20-25 磅。这相当于每立方码 800-1000 磅。
7. 如果材料太重或太轻，请相应地调整堆肥配方。



4 堆肥方法

有四种基本的堆肥方法，这里将讨论其中的三种。第四种是被动堆肥，也就是听之任之的堆肥方法，很难不产生气味，也需要很长的堆肥时间。在大多数情况下，MDAR 不推荐被动堆肥。

翻堆式堆肥

翻堆式堆肥是农场堆肥最常用的方法。堆肥形成狭长的堆状。堆肥条垛的大小是堆肥效果的重要因素，应由堆肥材料的性质、翻堆所用的设备以及堆肥温度和湿度条件决定。在大多数情况下，新堆放的肥堆在形成时的高度不应超过7英尺。它们自己会沉降到约6英尺。通常，根据具体情况，甚至更小的堆料也可能是合适的。这种做法将使堆肥更具喜氧性，并将温度保持在最佳范围120-140 F。如果堆肥条垛太大或材料太密，堆肥条垛将无法充分呼吸，从而产生厌氧条件，导致堆肥缓慢，并产生异味。长度通常取决于场地面积限制，或维持相同料龄的材料批次所需的逻辑吞吐量。





堆肥条垛的形状是堆肥过程中的另一个重要因素。正确构造的堆肥条垛将从底部“吸入”空气，并通过堆的中心/顶部“呼出”。太高太宽的堆肥容易过热，并且其核心会变得厌氧。大小合适的三角形堆肥条垛将有助于有氧堆肥，并有助于在下雨时排水，从而减少出现厌氧条件的机会。

如果堆料温度经常过高，这可能表明堆料太大，因为较大的堆料会通过隔热层保留热量。减少堆肥条垛大小可能是解决这一问题的一种办法。在寒冷的月份，可能需要将堆肥堆得稍大一些，以保留热量并维持活跃的堆肥条垛件。此外，较老的堆肥（需要的氧气较少，产生的能量也较少）在成熟后可以固结成稍高的堆。还需要记住的是，较大的堆会保留水分，这可能是有益的，也可能是有害的，具体取决于材料中现有的水分条件。

堆肥条垛翻动频率是根据堆肥条垛监测、过程观察和天气条件确定的。随着分解的进行，堆体体积将缩小到原来的25%到75%，具体取决于原始混合物的密度。然后将两个或多个堆肥条垛合并起来，为新的原材料腾出空间。



静态充气箱堆肥系统



静态充气料堆

沿有孔堆肥堆的长度周围，构建一层多孔材料的基层，例如粗木屑（即“增压室”）。将要堆肥的原材料充分混合，然后堆放在基层上。料堆可能在顶部覆盖土工布或一层成品堆肥，以帮助隔绝气味，保留热量和水分。这些堆不用翻动，而是通过机械鼓风机充气，通过管道将空气压入（或者吸入）堆中。

容器内堆肥

该方法利用多种充气技术，所有这些技术都涉及堆肥的控制。初始堆肥过程的时间可能很短 - 只有几周。这有助于在此阶段控制气味，然而材料仍具有生物活性，必须进行管理直到完成固化。此类单位的前期成本（购买和设置）的成本可能很高，但在适当的情况下非常有效。



旋转滚筒式容器内堆肥系统。



5

场地选择

正确的场地选择是进行安全有效堆肥操作的先决条件。堆肥作业的场地直接影响所需的场地准备量，以及满足环境和监管要求所需的措施。

保护水资源

需要评估场地对水资源的潜在影响。主要关注的是与水源、湿地、洪泛区、地表水的距离以及地下水的深度。

1. 场地不得位于距离私人水井 250 英尺以内。
2. 运营场地必须符合马萨诸塞州湿地保护法。根据湿地法规，选址如果发生在农业用地上，且直接与某些农业商品的生产 and 种植相关，并且采取适当的方式以防止邻近水体和湿地的侵蚀和淤积，则堆肥和储存区域被视为“农业土地使用的正常改善”。
3. 场地应位于一定的距离之外，以确保堆肥场地径流不会对地表水造成任何潜在的不利影响。

4. 堆肥量超过最低限度材料的场地应建造一个缓坡堆肥垫，或建造一个具有改良表面（碎混凝土、砾石、车道基层等）的区域，以减少因重复使用设备而产生的车辙，并允许对堆肥堆进行适当的维护。
5. 建议在堆肥场的上坡侧设置导流堤，以减少流入堆肥垫的“干净”水流量，并建议在下坡侧设置过滤器，例如小块木屑堤或草带，以减少降雨期间脱离堆肥垫的营养物质或沉积物的径流。还可以使用下坡蓄水池来收集富含营养的水。
6. 应避免选择地下水水位上升高度小于 4 英尺或基岩距离地表高度小于 5 英尺的场地。这种情况可能会导致作业表面过于潮湿，并增加营养物质渗入地下水的可能性。

敏感土地用途缓冲区

随着马萨诸塞州土地开发的不断加快，许多农民有了新的邻居。他们喜欢住在农场旁边，但不喜欢农场的气味和噪音。在这些情况下，由于住宅、学校或公园距离很近，实际上可能需要使用堆肥，而不是撒播或储存生粪肥。然而，当附近有敏感土地用途时，堆肥场的管理变得**特别严格**。

通过距离和/或视觉屏障等方式设置的缓冲区，可以大大减少堆肥操作中经常出现的噪音、气味、垃圾和美观问题等实际或感知到的环境影响。建议距离最近的住宅至少 300 英尺，并且**堆肥场地必须至少**距地权线 100 英尺。最重要的是，缓冲区必须足够，以消除合理的邻居担忧。尽可能远离地权线活动。

面积要求

场地必须有足够的面积来处理预计要堆肥的材料量。MDAR 法规要求堆肥面积与农场规模挂钩，且不得超过农场商业生产面积的 10%，最大堆肥面积（无论农场规模如何）为 10 英亩。每英亩堆肥场地最多可容纳 5,000 立方码的堆肥材料，堆肥

材料的总体积（包括原材料、在制品和成品堆肥）为15,000 立方码。因此，如果一个农场希望堆肥10,000 立方码的材料，堆肥面积至少需要2 英亩，而农场的商业生产面积至少需要20 英亩。

除了堆肥堆或堆肥条垛的实际占地面积外，还必须考虑材料投放和混合、设备操作、固化区域、成品堆肥储存以及堆肥场和敏感土地用途之间缓冲区所需的面积。用于这些活动的面积包含在计算MDAR 登记农场的堆肥允许面积中。

重点在于，作业现场不应有难以管理的材料量。一般来说，堆肥越疏于管理，所需的空间就越大，因为堆肥时间会更长。如果经常翻动堆肥或通过穿孔管将空气泵入静态堆肥中，则堆肥时间将会减少，并且给定体积的材料所需的面积也会更小。

地形

场地准备对于堆肥作业来说可能是一笔巨大的启动成本。堆肥量超过最低限度的场地应建造一个缓坡堆肥垫，或建造一个具有改良表面（碎混凝土、砾石、车道基层、混凝土、沥青等）的区域，以减少因重复使用设备而产生的车辙，并允许对堆肥堆进行适当的维护。最好选择开阔、接近平坦并且只需进行极少表面处理的场地。缓坡（1-3%）最适合让水流出并防止积水。在陡坡上堆肥可能会妨碍设备的机动性，并可能导致径流和侵蚀问题，应尽可能避免使用这种场地。

可访问性

堆肥作业应方便现场所有常用车辆和设备出入。场地必须确保安全，防止随意访问，因为这可能会造成破坏或被倾倒不需要的材料。如果进入农场的主要通道靠近许多住宅或其他敏感土地用途，请考虑为与堆肥操作相关的卡车设置替代的、更远的入口（如果可能）。

6

场地设计



一旦选定，堆肥场就必须进行设计以促进高效运行并尽量减少不利的环境影响。设计要求将随着堆肥方法、所用设备类型和场地的物理特性而变化。农民在计划堆肥大量材料时应考虑以下问题。

表面处理

农场堆肥最常见的方法是筑成堆肥条垛，然后用前端装载机翻动。这就要求地面能够承受频繁、重型设备的刮擦作用，并防止轮胎造成的车辙。

通常建议使用适合重型设备重复使用的材料（例如车道基层、碎混凝土、压实砾石或沥青或混凝土的不透水表面）建造堆肥垫或进行堆肥的坚硬地面。在设计和建造堆肥垫时，应重点关注使用最频繁的区域（例如卸料/混合区域和条垛堆肥的活跃工段）。正确建造和维护的堆肥垫将有助于防止车辙或积水，并有助于将堆肥有机物质与基质（堆肥垫）分离。

如果出现车辙，应将堆肥垫建坡以消除积水。堆垛底部积水会导致堆内形成厌氧条件，从而导致堆肥效率低下和异味。应不惜一切代价避免因设备车辙而造成积水。

堆肥垫上堆肥原料的投放和混合区域的设计和建造是操作的重要组成部分。由于这些区域的使用频率很高（通常由重型设备使用），因此应格外注意地面处理使用的材料类型。该区域是场地最有可能需要维护的部分之一，因此保持其良好的维修状态非常重要。

排水和径流管理

堆肥条垛堆应沿着斜坡的上下方向排列，而不是横跨斜坡，以便雨水可以在条垛间流动。必须对离开堆肥区域的径流进行管理，以防止下坡侵蚀和径流进入地表水。减缓径流和去除污染物的一个简单方法是结合使用粗木屑制成的护堤和条垛下方平坦、宽阔的草地。护堤将捕获/过滤堆肥垫中的径流，草地将过滤和利用径流水中的营养物质。如果地形和布局不允许设立简单的植被处理区，则可能需要由引水沟和滞洪池组成的更复杂系统。

此外，减少从上坡进入堆肥区域的水也是一个需要考虑的重要因素。应将水引到场地周围，以尽可能保持堆肥区域干燥。可以修建护堤和导流沟，以防止上坡水流入堆肥场。

道路

道路的设计应尽可能方便物料的卸下和提货。在可行的情况下，应将其设计为环形交通模式。道路应能够在一年四季中支持运输和消防车辆通行，并且设计应尽量减少侵蚀和灰尘。

视觉屏障

对于人口较多地区的农场，应考虑安装视觉屏障。保护社区的美观完整性将大大减少对堆肥作业的反对。有很多方法可以阻挡邻居和公共道路的视线，例如种植或保留茂密的树木或高大的树篱、建造高高的土堤、建造围栏或策略地放置附属建筑和其他农场建筑。

访问控制

控制对现场的访问可以防止非法倾倒和破坏行为。所需的安全级别取决于非法行为的潜在风险。大门、栅栏或线缆接入点要阻碍轻易进入。天然屏障也是良好的防护手段。

标志牌

虽然大多数农场堆肥作业不需要标志，但那些高度可见或利于个人下车的作业可能会受益于适当的标志。每个入口处都可以张贴标志，标明操作名称、性质和运营者。现场标志将有助于引导车辆前往卸货和提货区，识别交通模式和禁区。

现场供水

如果堆肥堆太干，可能需要供水来润湿堆肥堆。如果堆肥场较大，则需要供水来防火。可能的水源包括池塘、溪流、水井、公共供水或洒水车。有时，除了堆肥期间的天气条件外，还可以根据进入的原料的水分含量来部分确定需水量。

A large, well-maintained compost pile in a field. The pile is dark brown and appears to be made of wood chips or similar organic material. It is situated in an open area with a dirt path leading towards it. In the background, there are bare trees and a cloudy sky. A green text box is overlaid on the right side of the image.

堆肥条垛形状良好，堆肥垫维护良好。



7

操作和 维护

即使是精心设计的操作，位于精心选择的场地，如果没有得到适当操作和维护，也会出现问题。堆肥涉及“管理分解”，因此密切监控堆肥操作的每个环节至关重要，以避免出现意外和不良结果。这些结果可能很快导致与邻居和当地官员的关系紧张、环境违规以及不良最终产品。以下部分简要介绍了帮助确保堆肥操作成功的关键管理领域。

来料质量控制

应向运输商明确说明作业中要接受的农场外来材料的类型和数量（最好以书面形式提出）。如果在运送过程中发现不需要的材料（污染物）或者丢弃的材料量超出了有效处理的范围，这种做法将有助于以后解决争端。然而，尽管向原料供应商明确了这些条件，但每次运送到农场的原料都应进行质量检查。可能会有少量的物理污染物，例如庭院垃圾中的塑料碎片。在材料混合并堆肥之前应尽可能地将它们清除。

设备和人员

堆肥所需的设备取决于所采用的堆肥方法和要处理的材料量。农用拖拉机、滑移转向装载机、铰接式装载机等前端装载机是所需的设备。以下活动可能需要其他设备：运送和运输到现场和从现场运出、混合材料、翻动/充气堆肥堆、监测温度、浇水、筛选、研磨、装袋、摊铺成品堆肥。与任何农业经营一样，所有设备必须保持良好的工作状态。

人员配备需求取决于所用设备的类型以及处理的材料的数量和类型。最好有一名现场运营人员来记录和检查进来的材料的交付情况，当进来的材料可能变得有气味并需要立即与高碳材料混合时，这一点就变得至关重要。堆肥可能需要场地运营者投入大量的时间，因此从一开始就应该充分了解所涉及的工作人员数量和工时。针对农场已知的繁忙时期（例如种植和收获时间）进行规划，要么安排更多工作人员进行堆肥操作，要么考虑限制这些时间段内进入的材料数量。请勿接受超出您的设备、人员或设施处理能力的材料。

堆肥前后材料的储存

材料可以运送到暂存区进行储存和混合，或者直接运送到堆放区域。虽然直接运送到堆场可以节省时间和成本，但中转区可以加快运送过程，实现更彻底的混合，并形成更好的堆场。运送的材料应在厌氧条件下以及由此产生气味之前纳入堆肥堆。农场应确保在运送任何高氮材料之前，现场有足够的高碳材料供应，并且必须在运送后立即混合。

当堆肥的活跃、高热阶段完成后，可以将堆肥移至固化阶段的区域。因为此时气味不再是问题，并且堆肥不需要充气，所以肥堆可以更大。当固化阶段完成并且堆肥准备好使用或出售时，可以将其移动到另一个位置以方便提货或运输材料。场地的设计应使得原材料和活性堆肥条垛位于堆肥垫的下坡（较低）侧，并且当堆肥接近固化阶段时，将其移动到较新材料的上坡。这有助于确保未经处理的堆肥中的水流不会流过已完成（处理过的）的堆肥。

所有准备、混合和存储区域都应保持整洁有序。



监控和管理堆肥

必须监测和管理堆肥堆内微生物活动的所有必要条件。可以用一根长度足够到达堆体内部（36 英寸）的刻度盘温度计来监测堆料温度。应在多个位置进行测量，以获得有关堆（或堆的不同部分）的更准确读数。当温度过高（ $>160^{\circ}\text{F}$ ）时，应翻动堆肥以释放热量。同样，当温度在稳定之前降至 100°F 以下时，应翻动堆肥以便为微生物提供更多的氧气。持续产生 $>160^{\circ}\text{F}$ 的温度，则肥堆可能太大（通过隔热保留热量），或可能需要修改配方。

如第三部分所述，可以使用“挤压”测试来监测水分。一把堆肥应该揉成球状，挤压时感觉湿润，但不会滴水。如果堆肥太干，可以在翻动过程中使用软管或洒水器加水，或者在下雨时翻动堆肥。为堆肥条垛增加水分的另一种策略是在下雨前将顶部弄平，然后在雨停后混合并恢复肥堆形状。简单地在顶部洒水通常是不够的，因为水往往会从堆肥条垛上流下来。如果堆肥太湿，可以在干燥的日子将其翻过来，与较干燥的材料重新混合，和/或改成较小的肥堆。

记录保存

记录保存是堆肥过程中经常被忽视但又必不可少的组成部分 - 它也是所有 MDAR 登记堆肥运营者的监管要求。应保存进货材料的日志，记录交货日期、材料类型、体积和/或重量以及来源。记录应记录用于形成堆肥的原材料的混合或“配方”，以便进行调整并达到了最佳配方。这些记录还应注明堆的形成日期、温度读数、翻动日期、加水量/日期、与另一堆原料合并的日期以及移至养护堆的日期。需要的地方应添加注释。

当堆肥在一段时间内形成过程中，可以在堆肥中设置旗帜或木桩，以区分较新和较旧的部分。这些记录将帮助堆肥运营者了解操作的生产能力潜力。

风向指示器可以显示风向，这一点很重要。应每天记录风速和风向，并根据与邻居的距离指导操作人员何时（不）翻动肥堆。

有关堆肥条垛/堆肥堆温度监测记录表的样本，请参阅附录 A。MDAR 登记堆肥运营者必须保存至少三年的堆肥管理准确记录，以证明符合 330 CMR 25.00 的规定。该部门保留随时要求提供和审查此类记录的权利。

应急计划

应急计划很重要，因为一旦发生货物受污染、自然灾害、财政问题和设备故障，它可以提供替代管理计划。应确定一个可接受的备份场地，以便在必要时移动材料。如果成品堆肥没有出售或未被使用且存储空间已满，**不应再接收新进材料**。如果交付的货物受到污染，应联系供应商并要求退货。





8 进一步减少病原体的工艺

生产和使用堆肥用于农业目的时必须考虑的因素之一是食品安全。由于堆肥主要由微生物完成，因此需要采取预防措施来防止病原体。根据《食品安全现代化法案》，美国食品药品监督管理局（FDA）制定了农场食品安全标准，包括对粮食作物施用土壤改良剂（包括堆肥）。

如果粪肥采用符合 NOP 堆肥标准的堆肥工艺进行处理，则 FDA 和 USDA 的国家有机计划（NOP）法规不要求在粪肥施用和粮食作物收获之间间隔一段时间。

对于堆肥粪便和其他动物源性原料（如含肉的食物残渣），FDA（21 CFR 112.54）批准了两种科学有效的受控堆肥工艺，或进一步减少病原体的工艺 - PFRP：

- 静态堆肥：连续三天保持至少 131°F（55°C）的有氧（即含氧）条件，然后进行充分固化；
- 翻堆法堆肥：指将堆肥在至少 131°F（55°C）的有氧条件下维持 15 天（不必连续），至少翻堆五次，然后进行充分固化。

在固化期之后，至关重要的是不要将完成的堆肥与未经过 PFRP 的材料混合或接触，否则不再符合 FDA/NOP 标准。购买您的堆肥来改善土壤的农场可能会要求提供已达到标准的证明文件。

强烈鼓励所有 MDAR 登记堆肥运营者改进其操作，以便其堆肥过程符合 PFRP 标准。

使用前端装载机翻动堆肥条垛。





9 准备堆肥 设施计划

完善的计划有助于堆肥登记审批流程。堆肥者应确保操作的每个组成部分 - 从确保原料到成品的最终用途都经过充分的考虑和规划。大多数情况下，该计划不需要工程设计或堆肥过程的详细科学描述。但是，它应该包括书面描述、地图和草图，以传达场地的物理位置和布局、运营管理和最终产品计划。下面提供了有关应包含哪些内容的更多详细信息。

堆肥设施计划包括以下每个元素：

堆肥预期方法**描述**。

堆肥场地**位置**信息。

每种待堆肥原料**描述**，包括来源、数量、运送频率等。

将原料转化为堆肥的**体积配方**，例如：1 份马垫料：2 份树叶：1份鸡粪。

堆肥最终用途信息：（用于田地、出售等），包括农业单位使用的堆肥产量的估计值和占总量的百分比。

到敏感土地用途的距离： 描述近邻、学校、运动场等场所。标明到每处的距离。

排水和径流管理： 描述如何控制现场径流。请在所附地图或草图上标明所有护堤、导流沟、滞洪池或植被处理区。

中转程序： 描述原材料的交付和卸货，包括场地、混合方法等。

质量控制： 如何监测原料和成品堆肥的质量？如何清除和处理不可堆肥的材料（例如塑料）？

混合和堆肥材料： 堆肥堆/条垛如何混合和构建？提供肥堆的数量、高度、长度和宽度信息。

充气： 描述用于给堆肥堆充气的方法和设备类型。

堆肥时长： 估计堆肥从开始到完成需要多长时间。

人员： 将会使用哪些人员，以及如何培训他们？

设备： 将使用什么设备以及用于什么目的？

应急措施计划： 如果主要场地无法使用，是否有可以转移堆肥的其他临时场地？

气味管理计划： 登记所必须，请参阅第十部分。



地图

MDAR 登记申请必须包含**二张地图**。可以接受 Google Earth 或同等样式的按比例绘制的地图：

地点地图（缩小版）显示堆肥场与道路、城镇边界以及溪流、水体、湿地等自然特征的关系。

场地计划地图（放大版）显示农业堆肥作业的布局，包括以下元素：

- a. 显示退避距离的财产边界。
- b. 堆肥的位置和方向。在平面图上画出预计的堆肥条垛数量，标明长度、宽度和堆肥条垛之间的间距。
- c. 卸货区、混合区和装载区的位置。
- d. 固化和/或储存区域的位置。
- e. 农场道路、公共道路的位置。
- f. 排水和径流控制（例如，护堤、洼地、草地）信息，指示水流的方向。
- g. 周围的农舍和田野。
- h. 地表水和湿地，包括退避距离。
- i. 饮用水井，包括退避距离。
- j. 堆肥场 300 英尺范围内有人居住的建筑物。
- k. 堆肥场地和公众之间设立的高栅栏、树线、树篱，以及其他视觉屏障。





10 制定气味管理计划

气味是针对堆肥运营投诉的首要原因。出于这个原因，为了确保良好的堆肥实践，MDAR 法规要求所有登记的农业堆肥者都必须制定（并在必要时实施）气味管理计划。

气味管理计划：适合操作规模和类型的计划，可最大限度地减少有气味化合物的产生和迁移。该计划至少应解决以下问题：

- a. 评估程序，包括气味强度、持续时间和频率。
- b. 气味来源的诊断。
- c. 概述可用于解决任何气味的产生和迁移的补救措施，包括具体措施，例如当气味出现在农业单位的地权线之外时将采取的操作变化来处理投诉。

MDAR 法规还要求：

- a. 申请人应确保制定书面气味管理计划。该计划应保存在农业堆肥作业场所，并应部门要求提供检查。
- b. 当申请人注意到气味时，或收到邻居或部门关于农业单位地权线以外气味的投诉时，申请人应实施气味管理计划。

在某些堆肥情况下，气味是不可避免的 - 但是，它可以控制。运营者应全面看待气味管理，将其作为了解堆肥过程的一部分，并通过监控发现问题，以便在发生问题之前采取补救措施。

堆肥产生的气味可能由多种原因造成，但持续的气味通常是由于管理不善造成的。熟悉合理的堆肥原理、定期监测以及拥有适当的设备和原料对于避免堆肥场地出现有害气味至关重要。了解气味的原因将使运营者能够做出纠正并使堆肥恢复“平衡”或采取其他措施以减少对附近区域造成干扰的可能性。

您的场地可能 100 天内都“无异味”，但如果出现异味问题，人们会牢记。幸运的是，通过一些知识、设备、材料和定期监控，许多导致气味的操作问题可以被消灭在萌芽状态。

堆肥气味的成因通常分为以下几类（或它们的组合）：

1. **气味来自材料（原料）**：含氮量高、湿度高的材料在到达时通常会有气味 - 如果在到达时没有气味，那么很快就会有气味。此类材料需要立即加入**适当的配方**，获得平衡：
 - a. 将高湿度湿材料与高碳干燥材料（例如树叶或刨花）混合，以达到 50-60 % 的湿度。
 - b. 将高氮湿材料的与高碳干材料混合，使得碳氮比达到 30:1。
 - c. 将体积密度（重量）较高的湿材料和 体积密度较低的干材料混合，最终达到 800-1000 磅/立方码的体积密度。
2. **气味来自厌氧堆肥堆状况**：有机物的厌氧分解通常是一个气味非常大的过程，导致排放大量强效温室气体，如甲烷和一氧化二氮。堆肥的目的是创造有利于**好氧细菌**的生长条件。条垛堆肥通过堆肥形状和大小来实现这一点：细长的金字塔形状允许空气从堆肥的底部和侧面进入堆肥，并通过顶部“呼出”。堆肥条垛应足够小，以便空气能够分布到堆中，但又应足够大，以便通过隔热层保留热量。堆太大会保留过多的热量，并且可能太重而无法正常工作。一旦堆中的氧气用完，厌氧细菌就会变得更加活跃，通常会产生气味。

堆肥过程中需要测量的另一个非常重要的参数是堆温。这是微生物代谢活动的指标，通常使用三英尺长的温度计进行测量。一旦堆肥温度达到 140°F 以上，优势堆肥细菌就会死亡或变得不活跃，厌氧细菌就会接管，从而减慢堆肥过程，并且通常会导致气味。

一种常见的温度监测方法是监测三英尺和一英尺深度的堆料温度，以了解堆料活动。根据经验，如果活跃堆肥中三英尺和一英尺之间的温差大于 20°F（例如，三英尺深度的读数为 110°F，而一英尺深度的读数为 140°F），则可能表明堆肥中部需要呼吸，但没有获得足够的空气。此时可能已经到了翻堆的时候了。

堆肥有气味材料时，一种谨慎的管理策略是“封盖”堆肥堆。这包括用 6-12 英寸的高碳材料覆盖整个堆肥堆。这一层高碳材料将成为气味的“生物过滤器”。如果需要翻动堆肥堆，但敏感的受体（邻居）却出于下风向，这也是一种行之有效的策略。

附录 B 中提供了气味管理计划模板，农场可以根据其运营情况进行调整。



附录 B

农业堆肥气味管理计划

农场名称: _____

地址: _____

运营者姓名: _____ 电话号码: _____

电子邮件: _____ 日期: _____

概述

本文件概述了该农场将采用的管理措施，以避免与农场堆肥相关的问题气味，以及在出现问题气味时将采取的措施。它指导运营者预防异味问题，并在发生异味时进行故障排除。

该计划分为三个部分：

1. **预防管理：**基于合理的堆肥程序。
2. **气味评估和补救措施程序：**利用农场在评估和应对已识别的气味时所参考的表格。
3. **邻居投诉确认表格：**用于记录气味投诉，以及必要时农场相应的管理回应。

1. 预防性管理

农场的核心管理实践概述如下。此外，农场将参考并遵守马萨诸塞州农业资源部《农业堆肥指南》。

堆肥配方

农场将制定并遵守符合以下行业公认目标的堆肥配方：

- C:N 比为 25-40:1
- 水分含量在50-65%之间
- 体积密度小于 1,000 磅/立方码

快速整合

吸引动物或潜在高气味原料将在交付时立即与高碳材料混合，这将整合和稳定引起气味的化合物，确保建立活性有氧堆肥，并防止动物的进入。

堆肥堆封盖

含有吸引动物或潜在高气味原料（例如食物垃圾）的堆将根据需要用至少 6 英寸厚的气味吸收剂、高碳材料（木屑、刨花、树叶、高碳马垫料等）“覆盖”。

渗滤液预防与控制

渗滤液，即堆肥堆中流失的“自由水分”，是一种富含营养的液体，可能是堆肥场地污染和异味的来源。我们将尽一切努力通过适当的配方开发、混合和堆监测、堆大小和形状来避免和控制渗滤液。堆肥条垛将呈长金字塔形状，以分流雨水。在雨水过多期间，配方将进行修改，降低起始水分含量，以增加混合物吸收降水的能力，而不会释放渗滤液。定期对堆进行目视检查将检测出渗滤液的存在。这将使运营者可以识别来源并进行补救。如果确实发生渗滤，则应在渗滤液来源处的下坡处立即建造由锯末、木屑、成品堆肥或其他吸收材料组成的护堤，以容纳和吸收渗滤液。饱和的材料将被并入堆肥堆中并进行堆肥。避免现场积水。如有必要，重新平整积水区域。

堆肥堆监测

每周至少两次监测（和记录）活性堆肥堆，以确定堆肥堆的生物活性水平并识别可能出现的任何问题。保存监测记录、记录结果和任何必要的纠正措施，以及记录对病原体 and 杂草种子进行充分的热处理。监测记录将保存在安全、干燥的地方至少三年。监测将包括以下参数的评估和记录：

- **温度** - 将使用三英尺堆肥温度探头来监测堆肥材料。将在堆中间每隔 15-20 英尺（垂直）进行一次温度检查，每个位置的深度为一英尺和三英尺，并进行记录。
- **水分** - 将使用简单的“挤压测试”来监测堆肥堆的湿度。目标水分含量为 50-60%，挤压时具有“拧干海绵”的水分特性。如果发现严重的潮湿问题，找出原因并及时解决问题。
- **气味** - 运营者将观察和监控场地和/或单个堆产生的任何气味。每次访问该场地时都要执行此操作。在监测期间，堆肥堆将被评定为：无气味、最小气味、中等气味、强烈气味，并描述气味的特征。如果发现明显的气味，明原因，并按照本文件气味评估程序部分概述的程序及时解决问题。
- 每当运营者进入现场时，都要对现场和堆肥堆进行目视检查。这些检查将记录现场是否存在过多的水分及其来源、堆肥堆的大小和形状、动物迹象（或可能吸引动物的材料或条件）以及任何其他潜在问题的迹象。如果发现问题，查明原因，并按照本文件气味评估程序中概述的程序及时解决问题。

附加步骤

1. 农场将对邻居的担忧和/或投诉做出回应，具体、现实地说明问题的原因、反应和解决问题的时间表。
2. 如果气味或滋扰的起因不易确定，或者其存在于大量材料中，农场将：
 - a. 联系技术顾问。
 - b. 联系相关州和地方机构，报告可能存在问题。
 - c. 与顾问和政府合作制定并实施补救策略。
 - d. 与任何受影响方保持沟通。

2. 气味评估和修复程序

下表将用于评估和补救已发现的气味并制定未来的预防策略。

1.0 厌氧条件、渗滤液				
已识别问题	交叉检查	根本原因	补救措施	预防措施
问题气味	厌氧堆条件？	水分高（原始配方水分低）。	混合加入干物质。	调整配方以降低水分含量。
			减小堆大小。	建造更小的堆肥堆。
			翻堆以使其干燥。	
		密集堆肥条件（原始配方中缺乏大结构颗粒和/或不频繁翻动/混合）。	混合加入多孔填充剂（木屑、磨碎物）。	调整配方以增加孔隙度（5-15% 木屑/碎屑，按体积计算）。
			翻动堆肥堆，使其松动并通气。	确保彻底混合。
				更频繁翻动。
	大堆抑制被动充气。	减小堆大小。	建造更小的堆肥堆。	
	渗滤液来自堆肥堆？	高水分条件。	用干燥的含碳材料吸收渗滤液。	保持堆肥堆水分在目标范围内。
				确保场地基础设施能够提供足够的排水。

1.1 问题原料

已识别的问题	交叉检查	根本原因	补救措施	预防措施
问题气味	原料有问题?	高蛋白。	如果封盖后气味仍未得到控制，则使用碳材料和填充剂来补救配方，然后重新封盖。	针对问题原料制定有针对性的配方。需要大量可用的碳源和多孔填充剂。
		水分高。	如果封盖后气味仍未得到控制，则用干物质和填充剂来补救配方，然后重新封盖。	针对问题原料制定有针对性的配方。需要使用干物质和 多孔填充剂。
		pH 值过低或过高。	如果封盖后气味仍未得到控制，请纠正配方中的水分和密度，然后重新封盖，保持不动，直到 pH 值通过堆肥过程得到缓冲。	控制碳氮比和水分含量，以尽量减少高蛋白质 (N)、高水分和低 pH 值条件或高蛋白质 (N)、低水分和高 pH 值条件。
		特别具有挑战性的化合物或原料。	如果传统的气味管理技术失败，请寻求技术支持。	使用原料实验室测试来制定针对问题原料的针对性配方。 在将大量原料投入堆肥操作之前，先小规模试验原料。

1.2 天气因素

已识别的问题	交叉检查	根本原因	补救措施	预防措施
问题气味	风向?	从堆肥中散发出的强烈气味可能会飘到场外。	使用交叉检查来实现堆肥堆气味快速纠正。 (表 1.0-1.1)	观察风和气味的产生模式，尽量减少翻动，避免受体处于下风向时释放气味。
				安装气象站或风向袋来监测风向。
	空气逆流?	正常的空气流动模式是停滞的，将气味滞留在地面。这会增加引起麻烦的可能性。	使用交叉检查来实现堆肥堆气味快速纠正。 (表 1.0-1.1)	早晨和傍晚地面逆流现象常见，因此要尽量减少翻动。
				观察天气和气味产生模式，尽量减少翻动，并避免与逆流条件存在时同时释放气味。
				了解结构因素，例如可以转移和吸收气味的排气方式。

邻居投诉确认表

投诉日期：_____ 邻居/投诉人姓名：_____

投诉人地址：_____

投诉人联系方式：_____

投诉/问题性质（请包括场地、日期、天气或其他相关信息）：

投诉已接收并确认：_____ 日期：_____

投诉跟进

日期：_____ 投诉回复人姓名：_____

如果投诉涉及气味：

是否现场观察？ 是 否 | 极小气味 中等气味 强烈气味

是否在场外观察？ 是 否 | 极小气味 中等气味 强烈气味

已确定原因？

首次检测到的日期和时间：_____ 结束日期和时间：_____

发生一次还是重复发生？_____ 如果重复发生，频率是多少？_____

针对投诉立即采取的行动：_____

长期补救措施计划：_____

与投诉人的跟进日期：_____

补救措施的结果：_____

致谢

本指南的目的是鼓励和保护农业堆肥。

本指南最初由 MassDEP 的工作人员 Sumner Martinson 和 MDAR 的已故工作人员 Maarten van de Kamp 编写，于 2010 年由 MDAR 的工作人员 Saiping Tso 更新，并于 2023 年由 Sean Bowen 进一步修订，以反映 MDAR 监管变化。

