

California Integrated Waste Management Board
美国加州废弃物综合管理委员会

2001 年

翻译/编辑负责：环境友好公益协会“垃圾观察”项目组

翻译志愿者：张欣宇 张松 张端 王娜娜
校对、编辑：池田武 环境友好公益协会

翻译版 2008 年 4 月



第 1 部分 废弃物综合管理

废弃物管理最核心的内容是废弃物综合管理分级（优先顺序）——Reduce 减少，Reuse 再使用，Recycle 循环回收。很多人已经给这个分级加上了第四级——Rot 腐烂——以便进一步减少最后进入垃圾掩埋站的垃圾。

第一步，也是最有成效的一步，是**减少(Reduce)**物质使用量和垃圾的产生量。也就是说，购买包装精简的物品，并且只购买你真正需要的东西。这很容易办到！当你减少物质使用量和垃圾的产生量的时候，你也就在节约垃圾站的空间、宝贵的农耕土地、自然资源和资金。

第二个方法是**再利用(Reuse)**你已经不需要或不想要的物品。“一个人的垃圾变成另一个人的财富”，这话是有道理的！仍然完好无损的物品送到二手商店或是其他的再利用组织，有需要的人便可以继续使用它们。许多最后要被垃圾填埋场掩埋的物品，其实很容易经过修补，或与其他原材料组装在一起，成为能够发挥功用的新产品。

我们大多数人都熟悉循环回收，但是作为上述分级（优先顺序）中的第三环，**循环回收(Recycle)**尚且不如减少与再利用。材料的回收处理过程仍然需要耗费能源与资源，相比之下，前两种方式根本不需要如此耗费。好消息是，生产商如果用循环后得到的材料生产新产品，消耗的自然资源和能源仍然比使用原始材料要少。所以相比直接把垃圾送去垃圾站，循环回收肯定是一个更好的选择。要想为循环回收献一份力，大家可以购买再生产品，也相当于把自己回收出去的物品买回来重新使用。

腐烂(Rot)是指靠堆肥或蚯蚓堆肥来循环利用食物垃圾和其他有机废料。蚯蚓是蚯蚓堆肥中的“苦力”。在它们的帮助下，有机肥料分解和转化成富于营养的原料，可被用作——或者，在这样的情况下，“重新利用”为——土壤改良剂或肥料。你的植物可是会为此而感谢你！

好了，小结一下：“减少”让你从一开始就减少垃圾量；通过“再利用”，“回收”，和把食品（厨余）垃圾用堆肥“腐烂”，你把物品投入另一轮使用循环，而不是直接把它们送上通往垃圾掩埋站的不归路。你的“垃圾”于是又成了资源。



图：废弃物综合管理分级（优先顺序）

环友公益垃圾观察项目组编制



加利福尼亚人每年扔掉的食物垃圾总计超过 500 万吨！实际上，在加利福尼亚州的整个垃圾流中，超过 30%是由可堆肥的有机成分组成，比如木料残余，庭院废弃物，和食品垃圾。不让它们进入垃圾站，以此节约空间和让这些材料能被重新利用，这是为了我们自己好。比如，有很多大型垃圾处理设备在把已丢弃的有机材料制成堆肥。这个想法也可以在更小的规模上应用，例如就在学校里把废弃食品制成蚯蚓堆肥。利用蚯蚓来制造堆肥可以帮学生理解堆肥的过程，以及在减少学校里食品垃圾的过程中他们所扮演的角色。

第 2 部分 “蚯蚓堆肥” 的基本概念

蚯蚓堆肥 vermicomposting 是蚯蚓 (vermi 是蚯蚓的拉丁文写法) 把食品等有机废物转化为营养丰富的土壤的过程。蚯蚓们吸入腐烂的食物残渣，排出肥料——这对于土壤质量来说是一个极大的改善。

蚯蚓的排泄物(蚓粪)是天然的混合肥料！其中蕴含有益的微生物和丰富的营养，同时也是非常好的植物肥料。当你向你的学生解释废弃物管理学时，换一个可爱的名字吧——“蚯蚓的创造物”。

作为一名教育工作者，对学生解释各种专业名词，如自然循环，营养物质等，既要互动又要生动不枯燥的确是很有挑战性。如果你的学校里有这样一个肥料堆，你就可以通过视觉且亲自动手来教授概念。如果你的学校有一个花园，你就可以更进一步的教授课程。但如果没有这些你该怎么办呢？答案就简单又有趣——在教室里设置一个蚯蚓箱。蚯蚓箱实际上展现的是一个小型的生态系统，这对老师来说是一个非常独特的工具，而对于学生来说也是一种有趣的学习方式。所以，让我们卷起袖子准备结交一些新朋友吧。你的蚯蚓将是你见过的最乖的，表现最好的宠物哦！

2-1 蚯蚓箱 —— 甜蜜小屋

最最首先的，你需要一个容器！为了给蚯蚓选择一个合适的小屋，你必须考虑清楚打算用多少食物肥料和位置。盛放蚯蚓的容器尺寸有很多，从很小的鞋盒甚至到大型“地产”。对于一个教室来说，一个小型存储容器或是一个中型 12 加仑（大约 45 升）的桶刚刚好。为了回收食堂剩余食物，你需要一个更大的容器，这样在外存放。学校行政部门、食堂管理者及学校操场和土地管理者都应该为确定这个室外容器的大小，提供相关数据和建议。可能最好从小容器开始，随着情况随时变大。

可以选择做容器的材料也有很多。如果你自己做容器，容器的尺寸和外观会有更多选择。

你还可以自己装饰哦！也许你附近正好有一个回收中心，在那里，你可以买到便宜的地砖，涂料，木材和其他许多东西。废弃的木材可以很好的改造成小型容器。而零售店和五金店里免费的木板可以做容器的外部。煤渣砌块也可做成容器，只需再用一块胶合板做盖子。

塑料容器是简易方便的了。每个商店卖的容器的类型也许不一样。每年学校开学或是12月的假期是寻找储存容器的最好时期。在下文中，“标准容器”指12加仑（大约45升），基本上21英寸长，15英寸高，12英寸高（大约53厘米长，38厘米高，30厘米高）的容器。

无论你选择什么尺寸的容器，有几点细节是需要注意的：

- **位置！位置！位置！**如果你计划把容器放在外面，那么一定要确保此地方不是太冷或是太热。你得蚯蚓在华氏55度至77度（摄氏12.7度至25度）的时候是高产的。在此温度范围之外的极高温或急低温都会对你的蚯蚓造成伤害，所以一定要在选择温度的时候认真考虑温度因素。总体来说，在冬天把容器放在教室旁的平台上是可以的。而在夏天，容器应放在阴凉处，或者放在屋内。厨房是一个不错的选择哦！切记：一定要避免阳光直晒。
- **不要忘记留孔！**用四分之一——二分之一英寸（大约0.6至1.3厘米）的钻片在底部钻几个洞，以保障正常的空气流动。这些洞可以让容器通风，排水。这些蚯蚓们会乖乖的呆在里面，因为它们喜欢阴暗潮湿而不是干燥明亮的地方。蚯蚓堆肥是一个好氧过程，需要氧气。如果你的容器因无法通风而造成厌氧（缺氧或无氧）环境，那么就会出现恶臭问题。
- **需要四脚。**“脚”也是用来从底下容器架起来，以便确保排水和通风。小木块或塑料瓶盖能起到很好的作用。不管用哪一种，你需要四个。把每个“脚”设置在容器底部的每一角周边2至3英寸（大约5至7.6厘米）范围内的位置。如果你用螺丝或是钉子来固定“脚”，确定它们足够短以至于不会伤到手指。
- **虫虫茶。**在容器底部装一个底盘收集蚯蚓的液体排泄物（虫虫茶）。铝制的平底锅是很好的选择，而且在零售点和折扣店里都不贵哦。食堂托盘也很好。如果你没有托盘，可以用零售店的纸袋或是硬纸板来代替，但它们需要定期换，被换的纸袋或是硬纸板可以作为蚯蚓的养殖床。任何容器流出的虫虫茶都是有极高营养的，相信你家的植物和花园都会爱死它们了！
- **太亮了；避免光线直射！**红蚯蚓没有眼睛看不见任何东西。它们靠对光线敏感的皮肤细胞来感觉光并避开。所以容器材料一定不能是透明的。并在容器上放置盖子，防止光线进入。这样你的蚯蚓们在表层的食物也能吃，并保持活力。如果你只能找到一个透明的容器，用深色纸包裹，防止光进入。

2-2 养殖床 —— 很厚很舒服

一天繁忙工作过后，很想一头扎进舒服的床里？是的！蚯蚓们十分同意。

它们需要一张舒适且安全的床。通常有许多材料可供选择。其中一种选择是有泥煤苔，

可以在当地的苗圃购买，但是一定要经过过滤，否则蚯蚓们无法适应这种酸性泥炭。也可选择办公用纸，椰子纤维，或是报纸和硬纸碎屑。如果使用这些材料，你就很好的做到了再回收利用。在指南里我们会使用用手撕的报纸碎屑，因为它们没有成本而且到处都能找到。

养殖床材料要求吸水性好。蚯蚓们需要一个潮湿的环境——它们身体由 75%至 90%的水分构成。潮湿的养殖床会让它们感到舒服并保持身体里的水分。应该随时准备一个装满水的喷雾器，经常润湿容器，防止其变干。

找一大堆报纸，撕成1英寸(大约2.5厘米)的条，放进容器直到充满三分之二的容器。使报纸条松软，避免堆成一堆。首先加几茶杯的水，继续加水并不断搅动纸条直至所有纸条彻底湿润，像拧过的海绵一样——水和养殖床重量之比为3: 1。切记养殖床不要太湿或太干，因为这种极限环境就像是对你的小虫们下了一道逐客令，它们将会寻找别的地方安家。养殖床也用来掩盖食品垃圾和防止臭味。轻轻摇动小床，让小虫们自由移动，空气自由流通。好了，你的蚯蚓箱已经大功告成了！



2-3 蚯蚓 —— 红蚯蚓

你可能已经注意到养蚯蚓是需要许多特殊条件的。我们将要用到一种叫做赤子爱胜蚓的蚯蚓，又叫“红蚯蚓”。这些虫子就是最适合养在蚯蚓箱里的一类。它们生活的目的就是吃那些正在分解的有机物质。每天它们要吃掉大量的有机物质——甚至多达它们自己的体重。



可不要把这种小动物当作是“大蚯蚓(夜行蚯蚓)”。红蚯蚓和大蚯蚓是两种完全不同种类，它们需要的环境条件也不同。大蚯蚓需要在一个很大的空间里挖洞；它居住在土壤深处并通过“打地道”来疏通空气。而红蚯蚓则生活在接近土壤表面的地方，它不需要空间挖洞。各种蚯蚓需要有自己的生存环境，否则就有可能因环境的不适应而死去。

我们建议，一个标准的蚯蚓箱应当在最开始的时候存放 1 英镑(大约 450 克)重的蚯蚓数量，即 1000 个红蚯蚓。当然，刚开始的时候，你也可以放少一些蚯蚓，但这样食物的量就要相对减少。你的院子，花园或肥料堆里可能有红蚯蚓，但可能性很小。最有保证的，你已经使用了蚯蚓箱的朋友那儿要一些或是到当地的蚯蚓

饲养户那里去买吧。

把你的蚯蚓放到你已经为它准备好的“养殖床”上，然后观察它们如何避开光线，一直

钻进报纸碎屑里。5 到 10 分钟左右它们就会从你眼前消失。如果你在和你的学生一起来完成这个蚯蚓箱，能亲眼看到这个过程他们一定会感到十分有趣的。

一个保持良好环境的蚯蚓箱应该能够为另一个蚯蚓箱的建立提供足够的蚯蚓，不过你最好等几个月。当你把蚯蚓分开时，两个箱子中的蚯蚓数量将会达到一个最佳水平。你不用担心蚯蚓会出现“人口”膨胀，因为它们有惊人的能力能够控制“人口”的增长。如果没有意外“悲剧”发生的话，你不需要为你的箱子添加蚯蚓。



2-4 饲养 —— 喂喂我

蚯蚓是不会挑食的，它们每天吃的东西和你一样。它们特别青睐蔬菜、果皮、谷物、咖啡粉、咖啡渣以及任何有机物。

虽然蚯蚓嗜水果，但确保不要往箱里放太多柑桔属水果。例如，在你做大量的鲜榨橘汁后，所有剩余的橘皮就会把有毒的d-柠檬烯（柑橘类水果和其他植物中存在的天然成分）带入到蚯蚓箱中。由于d-柠檬烯随着果皮的分裂和分解而释放从而使得箱子内d-柠檬烯的浓度甚高，所以没有必要在放入箱子前将果皮粉碎。柑橘类水果的果皮的分解速率还是比较慢的，在保持良好状态的里蚯蚓箱可以加入少量或适量的此类果皮。当你放入的橘皮开始发霉，你就可以把它存放好以备来日之需了。

蚯蚓没有牙齿，但它们有类似鸟的胃（砂囊），可以磨碎细小的食物。通过添加磨碎的鸡蛋壳、牡蛎壳或少量含有沙砾的土壤可以加速这个过程。箱子中其他的生物，如跳虫和霉菌通过初步分解食物残余来协助蚯蚓。有些纤维性更强的食物需要更长的时间分解，例如椰菜茎、胡萝卜和土豆皮。有的人喜欢先将食物残渣煮成浓汤，这样可以使蚯蚓分解更快，也分解更多的食物。一个标准的蚯蚓箱中的蚯蚓可以一天吃掉一英镑（大约 450 克）的食物残余。

与大家所想的不同的是蚯蚓并不是素食主义者。你给它们肉，它们也会吃。但我们建议你不要给它们肉类、奶制品或是油腻的食物，因为它们腐烂时的产生强烈气味会招来老鼠等不速之客，而它们也可能给你和你的花园带来疾病。要小心，你的蚯蚓最后可能把骨头上的肉吃得精光，在你把食品垃圾埋在蚯蚓箱里和收蚓粪的时候，骨头的尖角就会刺伤你的手。

将下面的物品放在蚯蚓箱中：

- 粉碎的纸制品
- 水果和蔬菜的残渣
- 谷物、豆类或面包（不加牛油、黄油和蛋黄酱）
- 鸡蛋壳
- 落叶
- 茶叶包
- 咖啡粉和咖啡渣
- 草地里的杂草



不要将下面的物品放在蚯蚓箱中：

- 肉制品
- 奶制品
- 油产品



不要刚把蚯蚓安置在新家后就立即开始喂它们。给它们几天去适应箱子中的环境。待适应期过后，它们的胃口会大增。同时，你需要用一个容器（如酸奶油瓶或装黄油的杯子等）来储存未来喂蚯蚓用的食物。（不过，你要有哮喘或是过敏症状，就应该给它们马上喂食而无需储存食物，因为霉菌的孢子会对你有影响。）

将食物埋于至少一英寸（大约 2.5 厘米）之下以防止腐臭的味道和“不速之客”。仅仅只要拿起养殖床的一部分，添上食物，再把养殖床放回原处就可以了。你可以任意地选择填埋食物的地点，也可以做一个“四象限”的系统。这个系统可以使你贴近地观测到蚯蚓正在吃的食物数量，同时也让你的学生练习计算。操作方法如下：

四象限

1	2
4	3

首先把食物埋在第一象限。一两天后，在第二象限里埋食物。蚯蚓会随食物移动。以此类推，在第四象限完成填埋后循环往复地做。如果当你回到第一象限的时候里面还有剩余的食物就说明你喂得过多或是过于频繁。让它们把食物接着吃完，然后从头再来，这时就喂得少一点，也不那么频繁。如果当你准备向第一象限再次添食的时候发现象限三中的食物已经被吃光，那么你就得多喂，经常喂。放一个象限图版（就像上面的表格）在箱子旁边，每当放食物后，让你的学生用白板笔在图版上相应的象限里画叉。这样你的学生可以记录喂食的时间安排。为了跟踪记录，你也可以写下喂食的日期。当四个象限都被划了叉，就把它擦掉，再从第一个象限开始。



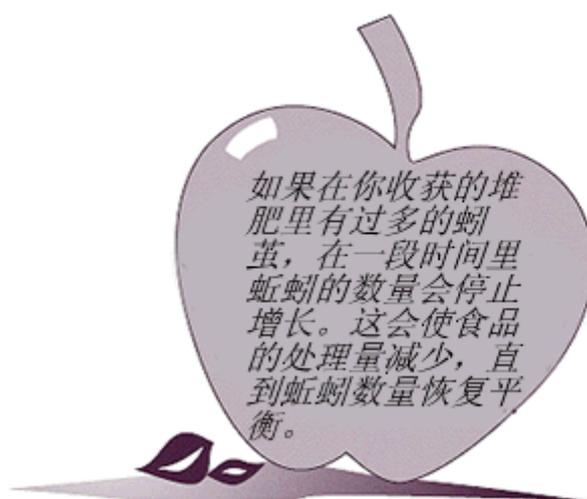
2-5 收获 —— 收获回报

你的蚯蚓正忙着进食，容器里的东西看上去更像是泥土而不是报纸屑。你就是已有堆肥了！因为不必立即收获，所以你可以按照你的计划表安排一个收获的时间。而收获所需要的时间是取决于你选择的方式：

- 锥形收成法：如果你不介意把手弄脏的话，这是一个对学生来说很棒的收成方法。找到个工作区域，最好是户外的有荫的区域，找一个中等适宜的温度时，铺上块防水布或者是一大快塑料。小心地将容器里的东西清空，包括蚯蚓和所有其他的东西，倒在平面

工作区域里。将这堆分离并堆成六英寸（大约15厘米）至今的锥形堆。给蚯蚓足够长的时间为去远离光线向下钻洞。他们完成这个之后，仔细地每堆里筛选出堆肥，每次大概一掌数量，直到剩下的都是蚯蚓为止。此时已收获的堆肥可以被转放入一个分开的储存容器，你的蚯蚓们就可以回到有崭新的养殖床的家中了。

- **移动收成法:**这是一个手工的方法，是为那些想快速收获或不想一次性收获的人设计的。打开容器轻轻地将堆肥推到一边。在现在半满的容器中安置好一个新的养殖床。从这时候开始，停止在堆肥的一侧放置食物，开始在新的养殖床区域喂食。蚯蚓们喜欢你的食物残渣，所以这对他们来说是完美的引诱物。一旦大部分的蚯蚓都到了新布置的养殖床区域，你就可以清除堆肥了。在此时，你可以给容器里的空的区域加更多的养殖床。你可以在持续不断的基础上交替你收获的方位。
- **铲子收成法:**对于那些一次只需要少量堆肥的人来说这是一个完美的方法。打开你的容器，让光透过养殖床和蚓粪，以此来推动蚯蚓向下钻洞。小幅度搅动表面也会促使他们下潜。大约十分钟后，铲掉表面一层堆肥。在你移除掉的堆肥里应该只有极少量的蚯蚓，或甚至根本没有。如果你仍需要更多堆肥，继续让盖子打开，并等上十分钟再次移除表面堆肥。



警告：蚯蚓堆肥并不是一门精确的科学。尽管红蚯蚓是小型生物，他们学要你的关心照顾，但成功真正是建立在一件事的基础上——观察！每个箱子之间都有很多可变的事物和条件，所以花一些时间去了解你的工程进度如何。正确制作和维护一个蚯蚓箱并不只有一个正确的方法。用上你自己的判断和常识。下面的“问题诊断”部分列出了你可能会遇到的问题和你想尝试的解决方法。

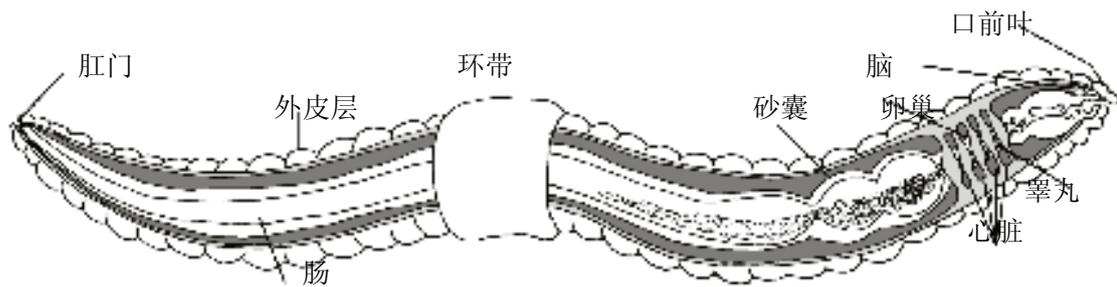
2-6 问题诊断 —— 蚯蚓医生

问题诊断是建立在实验基础上的，所以在试图解决问题时，对容器的了解是十分有帮助的。如果一个问题确实发生了，并且你认为你已经找到了解决方法，不要停下。继续对你的工程进行每日检查，直到你看见——或者，在很多情况下，听见——改进。你可能会遇见下列这些常见问题。

状况	诊断	解决方法
强烈的，不好的气味	不充分的空气循环	<ul style="list-style-type: none"> ● 使养殖床松软 ● 确保养殖床或堆肥没有堵塞通气孔
	容器中有太多食物	减少喂给蚯蚓的食物并且 /或者减少次数
	添加了不合适的食物	去除肉，奶制品，油脂物
	食物暴露	完全掩埋食物
	缺氧条件	增加养殖床以吸收水分
果蝇	食物暴露	<ul style="list-style-type: none"> ● 完全掩埋食物 ● 将容器在寒冷或凉快天气中放在室外(气温不得低于华氏50度---摄氏10度)
	食物过多	不要过量喂食
蚂蚁群袭		<ul style="list-style-type: none"> ● 将蚂蚁捕捉机放在周围，但不要在容器里 ● 将容器下端浸入液体 ● 放置一个阻碍，比如粉笔，凡士林油就可以击退蚂蚁 ● 如果养殖床看上去很干燥，加些水
螨虫群袭	螨虫数量很多	避免添加有高水分的食物，比如水果，蔬菜
过于潮湿	养殖床被加了太多水	停止加水。加些纸用来吸掉多余水分
	太多含有高水分的食物	减少放入水果蔬菜残渣

记住与学校土地管理人员保持联系。让他们知道你有一个蚯蚓箱，并请求他们提前通知你可能会喷洒杀虫剂的时间，无论是室内还是室外。如果喷洒是针对蚂蚁的或是其他原因，提前搬走你的容器以免蚯蚓惨死。

在假期时把容器带回家，除非你打算至少几周就去教室里喂食。你可能需要一个照看者或者一位老师在你不再时照看箱子。



2-7 生物学 —— 环节动物解剖学

环节动物是分节的虫子。“环节动物”这个说法是从生物学中的环节动物门里得出的。这个门里包含水虫，水蛭和蚯蚓，所有这些虫子都有一个共同的基础特性，就是它们都有一个软的分节的身体。

肛门

排泄物会在这里被发现。蚯蚓的排出物会通过肛门排出，而肛门是在肠的末端。

肠

红蚯蚓的肠子是一个从胃到肛门的长通道。食物由肌肉的蠕动（收缩放松时产生的波动）推动通过通道。

外皮层

不像人类，蚯蚓并没有肺。他们通过整个身体表面——外皮层呼吸。水分中的氧气在蚯蚓的外皮层里分解，然后进入它们的血液循环。蚯蚓需要足够的水分维持它们身体含水量，像人类一样，是75%到90%。如果你将蚯蚓从它们的容器中移动出来活动，应该采取让它们更轻易存活下来的方法：将它们放置在湿的纸巾或是报纸上并且使它们出容器的时间在十分钟左右。

卵巢和睾丸

红蚯蚓是雌雄同体的，这就说明每个蚯蚓都同时具备雌性和雄性生殖器官（相对来说，是卵巢和睾丸）。

环带

环带是蚯蚓身体外部一个浅色的环。它在红蚯蚓的繁殖过程中扮演着主要角色。两个蚯蚓在一起彼此接触对方的环带。每个环带分泌粘液，通过这个，精子交换进入对方的精子储存囊。在蚯蚓们分开之后，环带分泌出另一种物质，硬化并形成一个小，柠檬型的蛋状物，或者说是蚓茧。在蚯蚓与蚓茧分离时，他把自己体内的卵子和储存的对方体内的精子注入到蚓茧里，然后受精会在茧里发生。几个礼拜之后，两个或更多幼虫会从蚓茧里孵化，看上去很小而且是透明的。当这些幼虫的环带出现的时候它们就性成熟了。尽管蚯蚓是多产的，但数量还是会因为环境因素而固定。寒冷的天气会减缓繁殖，与此同时，食物的增加通常会见证蚯蚓数量的增加。

砂囊

红蚯蚓发达的砂囊的功能和鸟的差不多。其中的小颗粒的沙子和矿物质会帮助消化。肌肉的收缩压缩颗粒和食物互相摩擦，与流动的酶混合，并将食物碾碎成更小的颗粒。未消化的物质就会通过肠子排出。

心脏

蚯蚓有五个心脏为全身泵血。血液将消化了的食物颗粒带到任何一个需要的身体部位。

脑

红蚯蚓有一个针头大小的低级脑。这是控制蚯蚓行动的一群神经所在的地方。

口前叶

口前叶是一个小的，敏感的突出在嘴上方的肉垫。在蚯蚓向前运动时它伸出将土壤颗粒清除出道路。当口前叶发现食物颗粒，它会将食物推入蚯蚓的口中，然后蚯蚓全身的蠕动动作将食物颗粒变成蚓粪。

翻译者后记

在美国和中国，气候，社会和经济条件，可购买的蚯蚓种类等因素不同，因此，本指南的内容在某些情况下不一定适合中国的实际情况。再说，如前文所述，蚯蚓堆肥并不是一门精确的科学。成功真正是建立在一件事的基础上 ----- 观察！每个箱子之间都有很多可变的事物和条件，所以花一些时间去了解你的工程进度如何。正确制作和维护一个蚯蚓箱并不只有一个正确的方法。用上你自己的判断和常识。我们希望本指南对你有一定的帮助。如果你需要进一步帮助，你可以联系我们：

环境友好公益协会“垃圾观察”项目组

地址：北京市朝阳区曙光西里甲5号凤凰城A座3309室（100028）

电话：010—84406090 转 11

传真：010—84406090 转 12

网址：www.envirofriends.ngo.cn

邮箱：takeshi@envirofriends.ngo.cn