

农业有机废弃物堆肥 需求与供给

◎ 周庆生 著



非外借



科学出版社

农业有机废弃物堆肥需求与供给

周庆生 著

科学出版社

北京

内 容 简 介

近年来,农业有机废弃物堆肥资源化利用越来越受重视,但很多国家和地区对其资源化利用还处于较低状态。本书针对这种现象,对农业有机废弃物堆肥资源化的意义、利用方法、世界各国堆肥资源化利用状况及对策几个方面进行了讨论。为提高农业有机废弃物堆肥资源化利用效率,将区域性农业有机废弃物堆肥的需求供给平衡分析模型化,并对研究模型进行了实例应用分析。

本书适合有机废弃物再生利用领域的学者及研究人员、各地农业有机废弃物管理及制定对策者、农业环境科研工作者阅读,也可作为高等院校农业环境专业研究生及本科生的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

农业有机废弃物堆肥需求与供给/周庆生著. —北京:科学出版社,2018.2

ISBN 978-7-03-025910-3

I. ①农… II. ①周… III. ①农业废物-有机垃圾-堆肥-研究
IV. ①S141.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 030907 号

责任编辑:贾 超 李丽娇/责任校对:杜子昂

责任印制:张 伟/封面设计:东方人华

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京教图有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2018年3月第 一 版 开本:720×1000 B5

2018年3月第一次印刷 印张:11

字数:222 000

定价:88.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

自序

地球上存在着各种各样的物质循环利用，自然环境微妙地驾驭着物质循环利用的平衡。但是随着工业化的高度发展，自然环境中这种微妙的平衡被新的物质生产和消费循环打破，并且产生了大量的废弃物。

近年，废弃物的品种和发生量出现迅速增长的趋势，也出现了废弃物处理及再生利用等问题。当前废弃物的处理状况已经与我国高度发展的经济不相匹配。对废弃物进行合理的处理利用，逐步形成可持续发展的循环型社会值得期待。

农业有机废弃物是农业生产的必然产物。伴随着农业生产技术与生产能力的不断提高，农业有机废弃物的发生量也不断增加。农业有机废弃物的土地还原是促进循环型农业发展的重要对策。为促进循环型社会的发展，世界各国对未利用废弃物的有效利用，不断进行科学研究。由于农业有机废弃物含有多种有机成分，而且有直接给作物提供养分的效果，同时具备土壤改良的作用，因此在一些发达国家和地区，农业有机废弃物得到了充分的资源化利用。农业有机废弃物有非常高的再生资源化的潜在能力，把农业有机废弃物制造成肥料的再生利用生产技术基本成熟。农业有机废弃物堆肥的循环利用，首先可改善农业土壤，使农业生产得到持续性，使生产物的收获量及质量提高，是促进循环农业发展的必要手段；其次，使用农业有机废弃物堆肥可减少化学肥料的使用，维护良好农业环境的可持续性，这些完全符合农业可持续发展的理念。

农业有机废弃物堆肥有着维持土地肥沃、提高农作物品质和维护食品安全等效果。但是使用和化学肥料同等效力的农业有机废弃物堆肥，其质量和体积是化学肥料的几倍甚至数十倍，因此堆肥在农业利用中需要耗费大量的劳动力和较高的使用成本，这也是农业有机废弃物堆肥的有效利用率较低的主要原因。对世界各国农业有机废弃物堆肥资源化技术及成功经验进行讨论研究，对提高我国农业有机废弃物堆肥资源化利用意义重大。

以日本为例，日本农业有机废弃物中的畜禽粪便资源化状况从资料中可计算

出,其资源化率高达 97%。过去,日本民间有着畜禽粪便自然发酵和干燥后直接使用的习惯,由于畜禽粪便中存在多种病菌,不彻底发酵会直接影响作物品质。因此,近年来日本不断地开发高速堆肥设施,同时对畜禽粪便堆肥进行微生物肥、有机无机复合肥等高附加值产品的开发也产生了一定的效果。另外,为真正提高农业有机废弃物堆肥资源化效率,实现堆肥产业的持续发展,日本各地方自治体对农业有机废弃物堆肥资源化利用从计划到实施,进行了大量的探讨及论证,并逐步形成了周密的分析体系。日本农业有机废弃物堆肥化循环系统的不断完善,是提高其有效循环利用效率和得到持续发展的主要原因之一。

我国循环型农业的发展受到重视,农业有机废弃物的效率化利用不断被强调,但是我国很多地区的农业有机废弃物堆肥资源化利用还处于较低水平。农业有机废弃物的土地还原是促进循环型农业发展的重要对策,农业有机废弃物需求与供给平衡的分析及利用扩大对策的摸索成为目前重要的课题。

在上述背景下,本书讨论了农业有机废弃物堆肥的需求与供给、农业有机废弃物堆肥利用的可能性。为促进农业有机废弃物堆肥的效率化利用,将以地区为单位的农业有机废弃物堆肥的潜在需求量及各种农业有机废弃物转化为堆肥潜在供给量的计算定式化,对区域性农业有机废弃物堆肥的需求供给平衡分析模型化。作为分析事例,根据以下特点对河南省进行了选择:河南省是中国的农作物主产区,农业有机废弃物堆肥潜在需求量巨大;河南省农业有机废弃物发生量充足,但农业有机废弃物作为资源没有得到充分利用。本书为河南省各区域农业有机废弃物堆肥的资源化利用提供科学依据的同时,也成为其他地区解决堆肥在使用过程中降低成本、提高效率化利用的基础。

本书共分五章。第一章为有机废弃物堆肥资源化概述,第二章为部分国家废弃物处理及堆肥资源化现状,第三章为农业有机废弃物堆肥需求供给平衡分析模型的构成,第四章为河南省农业有机废弃物发生与利用状况,第五章为河南省各地区农业有机废弃物堆肥需求供给平衡分析。

本书若能对农业环境科研工作者、研究有机废弃物再生利用问题的学者及地区农业有机废弃物管理者有所启示,将是对作者付出的努力和汗水的最大回报。

由于时间和资料的限制,书中不妥和遗漏在所难免,恳请各位读者批评指正,使本书不断完善。

周张生

2018 年 2 月

目 录

第一章 有机废弃物堆肥资源化概述	1
第一节 有机废弃物循环利用的意义	1
第二节 各种有机废弃物堆肥的农业利用方法	2
第三节 有机废弃物堆肥资源化技术	5
第四节 堆肥的农业利用效果和适当正确施用	6
第五节 本章总结	7
第二章 部分国家废弃物处理及堆肥资源化现状	8
第一节 美国和欧洲部分国家废弃物处理及堆肥资源化现状	8
第二节 印度和东南亚部分国家废弃物处理及堆肥资源化现状	10
第三节 日本废弃物处理及堆肥资源化现状	12
第四节 中国废弃物处理及堆肥资源化现状	16
第五节 本章总结	17
第三章 农业有机废弃物堆肥需求供给平衡分析模型的构成	18
第一节 堆肥需求供给平衡分析的重要性	18
第二节 农业有机废弃物堆肥需求供给平衡分析模型	19
第三节 本章总结	22
第四章 河南省农业有机废弃物发生与利用状况	23
第一节 河南省农业概要	23
第二节 河南省农业有机废弃物发生利用现状调查	24
第三节 河南省化学肥料使用状况及环境影响	32
第四节 河南省主要农业有机废弃物种类和发生利用状况	38
第五节 本章总结	44
第五章 河南省各地区农业有机废弃物堆肥需求供给平衡分析	45
第一节 郑州市	45
第二节 开封市	53
第三节 洛阳市	59

第四节	平顶山市	67
第五节	安阳市	76
第六节	鹤壁市	81
第七节	新乡市	87
第八节	焦作市	94
第九节	濮阳市	101
第十节	许昌市	106
第十一节	漯河市	112
第十二节	三门峡市	117
第十三节	南阳市	123
第十四节	商丘市	130
第十五节	信阳市	136
第十六节	周口市	142
第十七节	驻马店市	148
第十八节	济源市	154
第十九节	本章总结	162
参考文献		164
索引		168
致谢		170

第一章 有机废弃物堆肥资源化概述

第一节 有机废弃物循环利用的意义

地球上有着各种各样的物质循环利用，自然环境微妙地驾驭着物质循环利用的平衡。但是随着工业化高度发展，自然环境的这种微妙的平衡被人们新的物质生产和消费循环打破，并且产生了大量的废弃物。现代社会资源的有限性、环境保护的必要性及自然物质循环的破坏使社会生活受到限制。为了改变这种状态，对可再生利用废弃物的资源化循环利用已经迫不及待^[1]。

近年，随着中国经济的高度发展，废弃物的品种和发生量都出现迅速增长的趋势，呈现出废弃物处理及再生利用等各种各样的问题。废弃物的处理现状已经和我国高度发展的经济不相匹配。对废弃物进行合理的处理利用逐步形成可持续发展的循环型社会值得期待。我国废弃物中的有机废弃物比例高达 50%^[2]，这些有机废弃物如果能够得到循环利用，对推动我国循环型社会发展意义重大。有机废弃物有着非常高的再生资源的潜在能力，把有机废弃物制造成肥料和饲料的再生利用生产技术基本成熟^[3]。有机废弃物堆肥的循环利用，首先可改善农业土壤、使农业生产得以持续、使生产物的收获量及质量提高，是促进循环农业发展的必要手段；其次，使用有机废弃物堆肥可减少化学肥料的使用，维护良好的农业环境的可持续性，这些完全符合农业可持续发展的理念^[4]。对于土壤来说，有机废弃物堆肥有着维持土地肥沃、提高农作物品质和维持食品安全等各种各样的效果^[5]，这也是选择使用有机废弃物堆肥的重要原因。但是使用和化学肥料同等效力的有机废弃物堆肥，其质量和体积是化学肥料的几倍甚至数十倍^[6]。因此堆肥在农业利用中需要耗费大量的劳动力和较高的使用成本，这也是我国农业有机废弃物堆肥的使用率较低的主要原因。

尽管我国废弃物中的有机废弃物的含量高达 50%，但是资源化率仅占有机废

弃物发生量的 7%。我国是农业大国，农业有机废弃物发生量巨大，但是很多地区的农业有机废弃物还处于较低的资源化利用状态^[7]。而日本农业有机废弃物中的畜禽粪便资源化状况，从日本环境省的资料^[8]可计算出，其资源化率高达 97%。对世界各国农业有机废弃物堆肥资源化技术及成功经验进行研究，对提高我国农业有机废弃物堆肥资源化利用意义重大。以下对有机废弃物的种类及农业利用方法、堆肥的农业利用效果、堆肥的适当正确施用及有机废弃物堆肥技术进行整理总结。

第二节 各种有机废弃物堆肥的农业利用方法

有机废弃物堆肥系统是否成功，取决于生产出的堆肥是否可以进行有效的农业利用。成功地进行有机废弃物堆肥农业利用，首先需选择正确的有机废弃物原料，然后对堆肥的需求量进行挖掘和掌握^[9]。另外，对堆肥需求区域的有机废弃物的排出量以及是否可以作为堆肥的原料及利用可能性的把握也非常重要。普通有机废弃物堆肥原料主要有农业有机废弃物中的畜禽粪便、秸秆，城市有机废弃物、尿尿和排水污泥等。以下对各种有机废弃物堆肥的农业利用可能性进行总结。

一、农业有机废弃物

1. 畜禽粪便

畜禽粪便中含有大量农作物生长所需要的养分；另外，其含有多种有机质，因此，还具有使土壤吸收养分能力提高、透气透水性及保水性提高等各种各样的效果^[10]。

畜禽粪便的农业利用通常是经过干燥或发酵处理制成堆肥后再进行农地施用。在畜禽粪便的发生地或者农家的庭院内进行自然干燥或发酵后使用的情况也较为常见。经过自然发酵的畜禽粪便堆肥对质量要求不高，一般是就近使用。但是堆肥产品的广域流通是促进有机废弃物循环利用的必要手段，因此对畜禽粪便堆肥的品质管理非常重要。以下关于畜禽粪便堆肥的施用品质进行整理总结^[11]：
①适当的含水率、卫生、臭气不强；②使用前充分发酵；③有害物质、有害病原菌不存在；④不存在影响农作物生长的物质（如含有杂草种子等）；⑤对于土壤和农作物具有一定的施用效果。

畜禽粪便堆肥由于地区的不同有着干燥、半干燥、自然发酵、高速堆肥等各

种各样的处理方法。高速堆肥的特点是可生产出有害病原菌减少或被杀死、使畜禽粪便中的有机质充分发酵、肥料成分含量稳定、施用方便的肥料^[12]。畜禽粪便堆肥施用范围较广，如大麦、小麦、水稻、玉米、棉花、蔬菜、果树、公园城市绿化、花卉种植、园艺园林等。

2. 农作物秸秆

秸秆属于农作物生产的残渣，如麦秆、玉米秸秆、稻秆等，它们又被称为纤维类有机废弃物。这些秸秆被作为土壤改良资材进行农业施用的情况比较普遍。因为在作物的收获季节，秸秆基本处于干燥状态，因此，作物收获后直接施用于农地的状况较多。另外，秸秆也被称为堆肥的水分调节材料，通常和含水量较多的畜禽粪便混合发酵制造的堆肥效果更为理想^[13]。

秸秆堆肥的施用更适合大田作物的土壤改良，如大麦、小麦、水稻、玉米等。另外，也可用于露地种植、公园植物、花坛、园艺、绿地用土、制造腐殖土、家庭花卉种植等。

二、城市有机废弃物

城市有机废弃物主要是指城市厨房有机性垃圾。城市有机废弃物和畜禽粪便相比农作物所需要的养分较少，而且还具有养分不确定等缺点。由于这些有机废弃物不能直接进行农业利用，因此必须经过发酵制造成堆肥后才能使用。城市有机废弃物的堆肥生产通常分为单独发酵和同其他有机废弃物（如畜禽粪便）混合发酵两种形式^[14]。日本很多城市推行家庭有机性垃圾的分类排出，这些有机废弃物主要是和脱水的屎尿污泥及食品行业产生的有机性残渣混合使用制造成堆肥。通常城市有机废弃物堆肥产品主要施用于苗圃、育林、园艺、家庭种植、果树、公园绿化等^[15]。

三、屎尿和排水污泥

在欧洲，从中世纪到近代这一漫长的农业发展过程中，记载着屎尿和污泥的农业利用历史^[1]。屎尿和生活排水及工业废水合并处理的情况较多，因此排水污泥中含有一定的重金属。因为高速堆肥并不能去除污泥中的重金属，所以污泥直接经过简单的堆肥处理后使用会引起农作物的重金属污染^[16]。与中国相比，日本的屎尿及排水污泥的堆肥利用较为普及，主要是因为日本存在关于污泥堆肥使用的法律（《肥料取締法》）。法律规定了以屎尿污泥作为原料堆肥的重金属含有

量标准。另外，日本经过三十年对排水污泥堆肥的农业利用进行试验和研究^[13]，污泥堆肥使用经验丰富，甚至很多地区还严格设定本地区的污泥堆肥施用标准。但是由于对污泥中重金属的担心，在日本真正施用排水污泥堆肥的农户还是少数。为此日本对屎尿污泥的施用进行总结，并由日本下水道协会于 2005 年制定发行了下水污泥的农地利用手册，对屎尿污泥堆肥的安全制造及施用进行指导，逐步使屎尿污泥堆肥的施用得到普及。

欧洲有关屎尿和污泥堆肥施用也是在严格规定下进行的。1998 年以前，英国就有将未经过处理的排水污泥直接对食用农作物进行施用的案例。此后，为安全施用屎尿污泥堆肥，英国发表了此类堆肥的施用说明，如表 1-1 所示。此表又被称为使用可能的屎尿污泥分类一览表^[15]。另外，此表严格规定并阻止有害屎尿污泥堆肥的施用，并且达到普及安全屎尿污泥堆肥的施用目的。在我国屎尿排水污泥堆肥的农业施用率还处于较低的状态，对英国的此项说明进行研究和摸索，有利于提高我国屎尿排水污泥堆肥的效率化农业利用。

表 1-1 安全污泥施用一览表（英国，1998 年）

农产物分类		未经处理屎尿污泥	一般方法处理屎尿污泥	高度严格处理屎尿污泥
果实类		×	×	○ ^{e)}
沙拉蔬菜类		×	× ^{a)}	○ ^{e)}
一般蔬菜类		×	× ^{b)}	○ ^{e)}
园艺蔬菜类		×	×	○ ^{e)}
粮食・家畜饲料		×	○	○
牧草・畜禽 饲料	收获	×	○ ^{c)}	○ ^{f)}
	放牧	×	× ^{d)}	○ ^{f)}

注：○为符合《下水污泥相关规制》和《下水污泥农业利用施用准则》，可以施用；×为不符合规制及准则，不能施用

- a) 施用后经过 30 个月收获的作物可以施用；
- b) 施用后经过 12 个月收获的作物可以施用；
- c) 施用后经过 3 周以后收获的作物可以施用；
- d) 只限深耕施用，施用后经过 3 周以后可以放牧；
- e) 施用后经过 10 个月收获的作物可以施用；
- f) 施用后经过 3 周以后收获的作物或者经过 3 周以后放牧用的作物可以施用

表 1-1 中农产物具体可以分为以下几类：①果实类：苹果、草莓、葡萄、梨等；②沙拉蔬菜类：生菜、洋葱、毛豆、包菜、红萝卜等；③一般蔬菜类：土豆、

南瓜、玉米等加热使用的农作物；④园艺蔬菜类：西红柿、黄瓜、种苗等温室栽培作物及竹笋等；⑤粮食·畜禽饲料：大麦、小麦、油类菜种等；⑥牧草·畜禽饲料（收获）：秸秆、饲料草等；⑦牧草·畜禽饲料（放牧）：牧草、饲料用黑麦等。

第三节 有机废弃物堆肥资源化技术

一、有机废弃物堆肥技术

有机废弃物堆肥技术是指把有机废弃物中的有机质及各种养分进行控制并且达到一定的标准，制造成容易储存和流通而对农作物无不良影响、能够达到土壤改良和提供一定养分的分解物^[17]。另外，易腐蚀的有机废弃物堆积会造成有机质的微生物分解，利用这种现象进行生物性的质变被称为有机废弃物堆肥化处理^[18]。有机废弃物堆肥的微生物主要作用期由糖类分解期、纤维素分解期及木质素分解期构成。糖类分解期主要使各种菌类产生的蛋白质、氨基酸和糖分进行分解，在系列反应中产生热量，使堆肥化过程中温度上升^[19]。纤维素分解期主要是纤维素进行分解，反应热使堆肥堆积物的温度上升至 60~80℃时高温菌类开始活动。当以上分解达到峰值后堆积物的温度开始下降，这时候进入木质素分解期，正常情况下很难分解的木质素开始进行分解^[20]。木质素分解期使堆积物中较坚硬的有机物分解，堆肥呈现出特有的成熟颜色并呈现酥软状态^[21]。

二、有机废弃物堆肥基本方法

有机废弃物堆肥方法多种多样，有机废弃物堆肥化处理前首先要进行原材料的筛选和尺寸调整及去除异物等前期工作^[22]。在有机废弃物发酵制造堆肥的过程中，主要是氧气的供给和搅拌的方法不同。本书对堆积发酵法、好氧发酵法及容器内发酵法等几种常见的方法进行简单介绍^[9]。

1. 堆积发酵法

有机废弃物进行堆积，通过人力或者机械力量进行翻动使有机废弃物接触氧气进行发酵。部分堆积物处于不通气状态会产生臭气，为提高堆肥的效率，堆积物的断面尽可能最小化，翻动的机械要和堆积物的形状配套。堆肥化的时间需要 3~4 周，然后要再经过 3~4 周的静养才可以使用。

2. 好氧发酵法

为增加堆积物的通气性，要在排水设施上部堆积有机废弃物。为控制臭气和起到保温的作用，通常在堆积物上方进行覆盖。为达到氧气充分和温度控制的目的，需充分通风，以达到快速发酵的效果。堆肥化的时间需要 3~4 周，然后要再经过 3~4 周的静养才可以使用。

3. 容器内发酵法

容器内发酵法为在容器内进行发酵的方法，容器一般有垂直塔状、横放矩形、圆形灌装、圆形回转灌装等，主要采取的方法是通过空气量、温度、氧气浓度、处理时间、臭气的控制，对容器内的有机废弃物进行机械式搅拌，达到充分发酵的目的。堆肥化的时间要快于以上两种方法，需要 1~2 周完成，然后要经过 4 周以上的静养才可以使用。

第四节 堆肥的农业利用效果和适当正确施用

一、堆肥的农业利用效果

有机废弃物堆肥对于土壤主要起到有机肥料和土壤改良剂两种作用。肥料和土壤改良剂有着不同的定义，肥料是指为植物生长提供营养的物质；土壤改良剂是指使土壤原有的不理想状态发生变化，改善和增强土地肥沃度的物质。虽然化学肥料中植物生长所需的氮、磷、钾是堆肥的几倍甚至数十倍，但化学肥料不具备有机肥的土壤改良作用，并且长期使用会造成土壤污染。日本把堆肥定义为特殊肥料，有机废弃物堆肥在日本又被分为肥料效果有机物和土壤改良效果有机物两种。通常有机废弃物堆肥作为土壤改良剂进行施用的情况较多。以下根据文献[23]对有机废弃物堆肥的几种施用效果进行总结：①养分供给；②土壤微生物增加；③土壤蓄积养分增加；④土壤团粒形成；⑤土壤酸性矫正和硝酸保持；⑥蔬菜及果实糖分上升；⑦土壤传染病减轻；⑧促进生物多样化。

二、堆肥的适当正确施用

有机废弃物堆肥有着化学肥料不具备的施用效果，但是在施用过程中，各种安全性的注意非常有必要。有机废弃物堆肥的过量施用会造成营养成分过剩，从

而使农作物收获量降低、质量降低、蔬菜的硝酸含量增加，对人体产生危害。有机废弃物堆肥要根据土壤的性质及肥沃状况进行合理施用，依据农作物种植对养分的需求，调节化学肥料和有机废弃物堆肥的施用非常必要。

第五节 本章总结

本章主要对有机废弃物循环利用的意义、各种有机废弃物堆肥农业利用的可能性、堆肥施用效果和正确施用的重要性及有机废弃物堆肥技术等进行整理总结。我国的废弃物中，有机废弃物占有较高的比例，但是资源化利用还处于较低的状态。有机废弃物循环利用，对推动我国循环型社会的发展意义重大。各种有机废弃物堆肥资源化农业利用的可能性充分存在，堆肥农业利用虽然有着各种各样的施用效果，但是适当正确地施用堆肥非常重要。

第二章 部分国家废弃物处理及堆肥资源化现状

本章就美国和欧洲部分国家、印度和东南亚部分国家、日本及中国的废弃物处理、有机废弃物堆肥资源化现状等进行整理总结。

第一节 美国和欧洲部分国家废弃物处理及堆肥资源化现状

美国、德国、荷兰及意大利等国家在废弃物处理方面的法律较为健全，而且不断地促进废弃物再生利用，从而减少废弃物处理的压力。以上各国的有机废弃物堆肥资源化率均达到或超过 50%，甚至有些国家高达 90%以上。由于这些国家的废弃物再生利用率较高，所以这些国家也被称为废弃物再生利用先进国。以下对这些国家的废弃物处理政策、方法^[24]及有机废弃物堆肥资源化现状^[25]进行总结。

一、美国

美国的废弃物相关法律主要是以每个州的法律为基准执行，主要由《废弃物处理法》和《废弃物强制再生利用法》组成。各州都有对废弃物处理的对策及再生利用系统的制定及运营方案。美国的家庭废弃物处理，主要由政府或自治体委托回收者和家庭直接签订合同等方法进行，并且废弃物的回收需要征收相关费用。2000 年以前美国的废弃物处理主要是采取卫生填埋的方法，卫生填埋、焚烧处理及再生资源化的比例为 8 : 1 : 1。为解决废弃物处理而引起的环境问题，使其对

环境的影响最小化，美国环境保护厅对废弃物处理的目标指定为资源化率 25%、卫生填埋率 55%、焚烧处理率 20%。经过十几年努力，现在美国的废弃物卫生填埋率已经降至 60%。在废弃物再生利用方面，有机废弃物的堆肥资源化得到重视。近年，由于有机废弃物的堆肥资源化率已达到 50%，因此整体废弃物的再生利用率上升至 30%。焚烧处理率保持不变，依然维持在 10% 的状态。近年来有机废弃物堆肥资源化率的提高，使美国废弃物的卫生填埋率有所下降，从而较大程度地缓解了废弃物处理所带来的环境压力。

二、德国

德国的废弃物处理中，卫生填埋用地的严重不足是最为重要的课题。德国的环境政策中，环境保全受到最高的重视。所以德国有着最为先进的废弃物再生利用体系。另外，德国于 1994 年公布的《废弃物再生利用法》对 1986 年公布的《废弃物法》进行了全面的改进，使废弃物的再生利用迎来新的阶段。法律规定生产制造业尽可能地减少废弃物的产生。首先，生产企业要对产品的设计、生产、流通及销售过程进行全面考虑。在生产出高质量、长寿命产品的同时，还要考虑产品使用后的再生资源化可能性，甚至要考虑产品在使用后进行最终处理时对环境的影响要达到最小化。德国的《废弃物再生利用法》扩大了生产制造业的责任，此法律不但促进了废弃物的再生利用，还为德国生产更加环保的产品创造了条件。目前德国的废弃物处理中再生利用率高达 66%、焚烧处理率 34%。因为废弃物处理用地紧张的问题，卫生填埋率处于“0 状态”。在有机废弃物的处理方面也主要采取堆肥化农业利用，德国整体有机废弃物的堆肥资源化率超过 50%。

三、荷兰

由于地球暖化，荷兰是容易受到水面上升和地下水污染等环境影响的国家，因此废弃物处理和再生利用等环境问题在荷兰特别受重视。荷兰的环境政策特征是不单纯地在法律上进行约束，其目标是不断实现和满足行政事业、企业、国民需求的生活工作环境，而且很具体的方面在法律上都有所体现。1986 年《废弃物处理法》发布以来，荷兰的废弃物处理不断地接近其法律制定的目标。近年的废弃物处理形态和 1986 年比较，废弃物卫生填埋率从 55% 降至 20%，焚烧处理率从 10% 上升到 25%，最受到关注的废弃物再生利用率由 35% 上升到 55%，达到世界较高水平。在有机废弃物的处理方面，荷兰也主要采取堆肥资源化农业利用，

荷兰整体有机废弃物的堆肥资源化率高达 50%。另外，荷兰和德国一样，不断地传播着环境先进国家的气息，荷兰的大学及研究机构都在不断研究先进的废弃物处理体系，为推动世界环保产品的开发及技术研究领域的发展发挥着积极的作用。

四、意大利

意大利是以上各国中，有机废弃物堆肥资源化率最高的国家。因为意大利在《废弃物处理法》中有着更为严格的《废弃物再生利用法》。在过去被焚烧处理的各种纸制品废弃物，现在也成了有机废弃物堆肥的原料进行分别回收再生利用。因此，意大利整体有机废弃物的堆肥资源化率高达 95%。另外，意大利的整体废弃物处理形态显示，卫生填埋率约占 30%、焚烧处理率约占 18%、废弃物再生利用率约占 52%，整体处于较合理状态。

以上各国在环境规制方面都非常严格。废弃物的焚烧处理方面虽然已经开发和引进了先进技术，但仍然产生各种各样的有害物质。因此在卫生填埋处理以外，应积极地促进废弃物的再生利用技术。美国、德国、荷兰及意大利等国家近年来废弃物的再生利用率都有所提高，并且有机废弃物堆肥资源化率均达到或超过 50%。

第二节 印度和东南亚部分国家废弃物处理及堆肥资源化现状

相比欧洲的环境发达国家，印度及东南亚部分国家在废弃物处理方面还处于较落后的状态。以下对印度、印度尼西亚、泰国、菲律宾的废弃物处理政策和有机废弃物堆肥资源化状况，根据文献[26]进行整理总结。

一、印度

印度 2000 年发布《都市废弃物管理及处理规则》，明确规定了废弃物卫生填埋量最小化，并且积极促进废弃物的再生利用。另外，对于有机废弃物处理规定，需要通过适合正确的技术进行堆肥资源化处理。但是到 2004 年为止，遵守这项规定的单位几乎不存在。近年来为普及和促进有机废弃物的堆肥资源化，政府要求各机构部门之间相互配合，计划在全国投资建造 1000 个高速堆肥设施，预算投资金额高达两亿美元。但是，由于政府对化学肥料的施用实行补助金制度，这