

堆肥工程

DUIFEI GONGCHENG
SHIYONG SHOUCHE

实用手册

第二版

李季 彭生平 主编



化学工业出版社

堆肥工程 实用手册

第二版

李 季 彭生平 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

堆肥工程实用手册/李季, 彭生平主编. —2 版. —北京: 化学工业出版社, 2011. 9

ISBN 978-7-122-12173-8

I. 堆… II. ①李…②彭… III. 堆肥-技术手册 IV. S141.4—62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 174793 号

责任编辑: 刘兴春

文字编辑: 汲永臻

责任校对: 陈 静

装帧设计: 关 飞

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 20 $\frac{3}{4}$ 字数 545 千字 2011 年 11 月北京第 2 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 68.00 元

版权所有 违者必究

《堆肥工程实用手册》编写人员

主 编：李 季 彭生平

参编人员：李国学 吴德胜 李彦明 孙长征 罗 维
张陇利 任 莉 冉文静 付 博 王定美
杨玉宝 丛昊燃 王见月

前言

堆肥是一门传统又颇具现代特点的生物科学，也是一门综合性和应用性很强的工程科学。堆肥的目的就是通过一系列科学的工艺步骤，把各种各样的有机废弃物降解成为一种稳定的、无害化的、适合于土壤培肥及环境修复的有机类肥料产品。

传统堆肥是一种操作简单、时间漫长、自产自用的劳动实践，现代堆肥则是以有机废弃物的资源化利用为基础、产业化生产为途径、产品的商品化转化为目的，突出了人与社会、资源与环境的和谐和统一，体现了循环经济的理念。

资料显示，目前我国城市及农村各类有机固体废弃物已达到惊人数量，若不加以合理利用，不仅会导致有机物资源的大量浪费，而且还会造成环境的二次污染。如何将这些宝贵的有机废弃资源利用起来，实现资源再生利用，保障城乡环境优美，推动区域经济发展，具有重要的理论和实践意义。以养殖粪便和城市污泥为例，目前全国规模养殖业已呈现出明显的区域集中趋势，主要养殖省市如广东、北京、浙江、上海、福建、山东的规模化养殖比重已超过 50%，全国每年畜禽粪便产生量近 30 亿吨，实际处理率尚不足 20%。一些大型养殖场畜禽粪便因无法消纳而大量堆积，在造成环境污染的同时还对养殖安全构成巨大威胁。我国目前已建成近 3000 座污水处理厂，未来污水处理厂将达到 4000 座以上，目前全国污泥产生量约 300 万吨（干）；未来可预测的污泥产生量至少在 1000 万吨（干）以上，近年南方各地由于垃圾填埋场拒收、土地紧张、周围扰民等原因，污泥的处理处置已成为十分迫切的问题，探讨养殖粪便和污泥等优质有机资源的循环利用已成为国家和地方环保产业的重大现实需求。

根据国内外发展经验，有机固体废弃物的处理应以资源化利用为主导方向，主要的技术途径之一就是生物堆肥处理，实现废弃物的减量化、无害化和资源化。

然而在开展有机固体废弃物生物堆肥生产有机肥料的过程中，由于缺乏技术指导，众多生产企业仍不同程度地面临着一系列技术难题：堆肥厂如何设计建设，堆肥物料如何选择和合理配比，堆肥过程通风、臭气、养分等如何控制与管理，添加菌种有无必要和应注意的问题，堆肥周期以及堆肥质量如何衡量，如何选择不同的翻堆设备，有机肥、生物有机肥和有有机无机复混肥的生产应遵循哪些生产标准等，所有这些都迫切需要开展广泛深入的技术交流。

中国农业大学长期以来有一批研究人员从事有机固体废弃物的堆肥研究，包括养殖场畜禽粪便、农村秸秆、生活垃圾、市政污泥等的资源化利用，并在蚯蚓、微生物发酵菌剂、好氧堆肥发酵、厌氧沼气生产、功能有机肥以及有机无机复混肥生产、有机农业生产技术等方面开展了大量工作，取得了大量科研成果，并建立了众多的示范生产基地。根据国家中长期发展规划，废弃物的资源化利用将成为未来国家重点支持的领域，如何把握发展机遇，大量引进国外先进技术与工艺，尽快推动国内堆肥行业的基础研究和技术示范，成为广大科技工作者必须承担的重要任务。

本书是在国内堆肥产业发生重大变革的背景下，对 2005 年出版的《堆肥工程实用手册》的修订。作者结合十余年来各自的长期研究与实践，充分吸收自 2004 年以来共六届全国堆

肥技术与工程研讨会的经验和知识，并结合欧美、日本堆肥产业的发展经历，形成了目前的基本结构。全书共分十二章。第一章绪论，介绍堆肥的发展历史、基本特点及堆肥原理，并对堆肥产业进行了展望；第二章堆肥原料及调节，介绍了堆肥原料来源、特点、配方与调节方法；第三章堆肥系统及特点，全面介绍了不同堆肥工艺和特点；第四章堆肥厂规划与设计，介绍堆肥厂选址与布局、工艺设计以及土建、曝气、除臭、环保、水电暖等设计等；第五章堆肥过程控制，包括通风控制、臭味控制、氮素损失与控制、堆肥接种、堆肥过程监测与常见问题；第六章堆肥设备与维护，分别介绍了原料粉碎、翻堆、通风、脱水、后处理等设备及维护；第七章堆肥产品及加工，介绍了不同堆肥产品的技术特点以及加工方法；第八章堆肥质量评价，全面分析了堆肥腐熟及评价、堆肥质量与标准；第九章堆肥产品田间使用及效果，重点对堆肥产品田间施用技术及施用效果进行了分析；第十章堆肥产品登记及营销，对堆肥产品市场定位、产品登记、产品包装及标签、市场销售策略等进行了总结；第十一章典型堆肥厂案例，针对养殖粪便、生活垃圾、污泥、糖厂滤泥、堆肥-沼气联合五个典型堆肥厂进行了简略介绍，包括工艺说明、工程设计、成本及效益等；第十二章堆肥厂运行管理，介绍了堆肥厂预处理、发酵、储存等管理。

本书由李季、彭生平主编，主要编写分工是：李季编写第一章；任莉编写第二章；张陇利编写第三章；冉文静编写第四章；付博编写第五章；吴德胜、孙长征编写第六章；李彦明编写第七章；王定美编写第八章；杨玉宝编写第九章；丛昊燃、彭生平编写第十章；王见月、李国学、冉文静、张陇利编写第十一章；王见月、李季编写第十二章。全书最后由李季统稿。

本书编写过程中得到了众多热心人士的支持与参与。感谢农业部许发辉、李荣、杨帆、杜森，农业部微生物肥料检测监督中心李俊、沈德龙、江昕，国家环保部自然生态司李远、孔源、陈和东，山东省土壤肥料总站高瑞杰，广东省土肥站曾思坚，湖北省土肥站鲁明星，北京市土肥站贾小红等在全国系列堆肥培训会议中给予的大力支持，感谢中国农业机械科学研究院、北京沃土天地生物科技有限公司、山东诸城金大地有机肥有限公司、武汉合缘绿色生物工程有限公司、广东省农科院土肥所、广东省农业机械研究所、新兴县润田肥业有限公司、张家口金农生物科技有限公司、山东安绿肥业有限公司等在开展堆肥研究与示范中给予的鼎力协助，感谢中国农业大学何英、许晓英、黄雅曦、张亚宁、贺琪、陈展、牛志蓉、白春生、陶莎、普书贞等在外文翻译和校对中提供的辛勤劳动。

由于编写时间仓促以及知识所限，文中难免有所纰漏，恳请读者提出批评。

编者

2011年7月

目 录

第一章 ● 绪 论

1

第一节 堆肥及其特点	1
一、堆肥定义	1
二、堆肥特点	2
第二节 堆肥历史	4
一、西方堆肥历史	4
二、中国粪肥利用及早期堆肥历史	6
三、中国历史时期有机原料使用及堆肥制作方法	7
四、现代堆肥发展	9
第三节 堆肥原理	10
一、堆肥基本过程	10
二、堆肥反应基本原理	11
三、堆肥生物学原理	11
四、堆肥热力学原理	13
五、堆肥热失活原理	14
第四节 堆肥产业发展前景	16
一、国外堆肥产业发展趋势	16
二、国内堆肥产业发展趋势	18
参考文献	19

第二章 ● 堆肥原料及调节

20

第一节 原料来源及数量	20
第二节 原料特点	20
一、畜产副产品	22
二、秸秆类	23
三、厨余垃圾	24
四、食品副产品	24
五、污泥	27
六、木质废弃物	28
七、沼气发酵残渣	28
八、其他	28
第三节 堆肥初始条件及原料配比	29
一、碳氮比	29
二、水分	30
三、容重	31

四、粒径	31
五、pH值	32
六、堆肥配方确定及计算	32
第四节 原料调节与预处理	34
一、原料调节	34
二、原料预处理	36
参考文献	38

第三章 ● 堆肥系统及特点 39

第一节 堆肥系统的分类及其特点	39
第二节 条垛堆肥	40
第三节 静态堆肥	42
第四节 槽式堆肥	44
第五节 反应器堆肥	45
参考文献	51

第四章 ● 堆肥厂规划与设计 52

第一节 堆肥厂选址与布局	52
一、堆肥厂选址	52
二、平面布局	53
第二节 堆肥工艺流程、系统构成及规模	54
一、原料储存及预处理	54
二、堆肥发酵	56
三、堆肥熟化与储存	58
四、成品加工及储存	59
五、环境影响控制系统	60
第三节 土建与建筑工程	61
一、堆肥化车间设计注意事项	61
二、堆肥化车间的建筑设计	63
第四节 曝气系统设计	65
一、曝气系统构成	65
二、曝气系统设计注意事项	66
三、设备选择	66
第五节 臭气处理设计	68
一、臭气的发生特征	68
二、臭气的抑制方法	69
三、除臭设施设计	69
第六节 环保与消防	71
一、环境保护	71
二、消防	72
第七节 其他	72
参考文献	72

第五章 ● 堆肥过程控制 73

第一节 堆肥控制基本要素	73
--------------------	----

一、水分	73
二、通透性	73
三、温度	74
第二节 通风控制	74
一、通风量	74
二、通风速率及控制	76
三、翻堆控制	78
第三节 臭味控制	80
一、常见臭气化合物	80
二、臭气指数	81
三、臭气浓度和释放速度	82
四、臭气处理的方法	83
第四节 氮素损失与控制	86
一、影响堆肥氮素损失的因素	87
二、氮素转变规律及影响因素	87
三、堆肥氮损失控制的方法	88
第五节 堆肥接种及注意事项	90
一、堆肥接种的作用	90
二、国内外堆肥接种的应用效果	90
三、堆肥菌种使用及注意事项	92
第六节 堆肥过程监测及常见问题	93
一、堆肥温度监测	93
二、堆肥湿度监测	93
三、堆肥气味监测	94
四、堆肥常见问题	94
参考文献	95

第六章 ● 堆肥设备与维护

97

第一节 原料预处理设备	97
一、高碳类辅料揉搓机	97
二、高碳类辅料粉碎机	98
三、卧式配料混合机	99
四、立式配料混合机	100
五、布料机	101
第二节 堆肥设备	102
一、螺旋式条垛翻抛机	102
二、链板式槽式翻抛机	104
三、桨叶式槽式翻抛机	105
四、堆肥反应器	106
五、移行机	107
第三节 粉碎、配料、混合设备	108
一、立式链锤粉碎机	108
二、电子配料秤	109
三、连续式双轴桨叶搅拌机	110
四、立式搅拌机	111

第四节 造粒、烘干、冷却设备	112
一、制粒设备	112
二、烘干设备	115
三、冷却设备	118
第五节 筛分、包装、输送设备	120
一、筛分设备	120
二、自动打包秤	123
三、输送设备	124
第六节 控制系统	128
一、传统控制系统	128
二、智能控制系统	129
第七节 加工成套设备	130
参考文献	132

第七章 ● 堆肥产品及加工

133

第一节 产品类型与技术要求	133
一、产品类型	133
二、产品技术要求	135
第二节 堆肥产品加工技术与工艺	138
一、有机肥料加工工艺	138
二、生物有机肥加工工艺	139
三、有机无机复混肥料的配方原理与加工工艺	139
四、复合微生物肥料加工工艺	141
五、育苗与栽培基质配方原理与加工工艺	142
第三节 堆肥造粒成型技术与工艺	143
一、团聚造粒法	143
二、挤压造粒与成型技术	145
参考文献	146

第八章 ● 堆肥质量评价

147

第一节 堆肥质量评价指标	147
一、堆肥腐熟度评价	148
二、堆肥其他质量要求	151
第二节 堆肥质量控制标准	151
一、有害物质安全限量标准	152
二、其他特性控制标准	154
第三节 堆肥厂化验室建设	156
一、化验室检测主要内容	156
二、化验室基本配置选择	157
三、化验室建设要求	158
四、化验室分析质量控制	158
第四节 堆肥质量评价简易方法	160
一、外观评分法	160
二、发芽试验法	160

三、滤纸层析法	161
四、塑料袋法	161
五、蚯蚓法	161
六、Solvita 测试法	162
七、Dewar 自热测试法	162
八、明胶测试法	163
九、耗氧量分析法	163
十、二氧化碳探测管法	163
参考文献	163

第九章 ● 堆肥产品田间使用及效果

165

第一节 堆肥产品特点及使用原则	165
一、堆肥产品类型及特点	165
二、堆肥产品特点	166
三、堆肥施用原则	166
第二节 不同堆肥产品田间施用技术	167
一、基肥施用	167
二、追肥施用	168
三、用作种肥	168
四、用作育苗肥	168
五、有机营养土施用	169
六、滴灌施肥	169
七、有机肥全层施肥与集中施肥	169
第三节 堆肥在粮食生产中的应用效果	170
一、堆肥原料	170
二、试验地基本情况	170
三、试验设计	170
四、结果与分析	171
五、总结	176
第四节 堆肥在蔬菜生产中的应用效果	176
一、日光温室蔬菜长期定位实验	176
二、露地蔬菜堆肥施用效果	179
第五节 堆肥在果树生产中的应用效果	182
一、有机肥葡萄肥效试验	182
二、有机肥苹果肥效试验	185
参考文献	187

第十章 ● 堆肥产品登记及营销

188

第一节 堆肥产品市场定位	188
一、堆肥产品的一般特点	188
二、堆肥与传统有机肥区别	188
三、堆肥产品市场状况	189
第二节 产品登记	191
一、肥料登记管理办法	191

二、临时登记	192
三、正式登记	193
四、续展登记	194
五、变更登记	195
第三节 产品包装及标签	195
一、肥料标识	195
二、堆肥产品包装及标签规范	197
第四节 产品市场销售策略	198
一、肥料市场网络及特点	198
二、肥料产品营销模式	198
三、堆肥产品销售常见问题及策略	199
参考文献	199

第十一章 ● 堆肥厂运行管理

200

第一节 堆肥设施的维护管理	200
一、维护管理的基本内容	200
二、工艺管理	200
三、环境管理	204
第二节 预处理工艺的管理	205
一、原材料条件	205
二、预处理工艺的管理	206
第三节 发酵工艺的管理	207
一、发酵温度管理	207
二、水分管理	207
三、通风管理	208
四、翻堆管理	208
五、发酵周期管理	208
第四节 堆肥储存管理	209
一、堆肥储存的作用	209
二、分类储存	209
三、储存条件	209
参考文献	210

第十二章 ● 典型堆肥厂案例

211

第一节 养殖场堆肥项目案例：张家口牛粪堆肥项目	211
一、项目背景	211
二、工艺说明	211
三、工程建设	212
四、效益分析	213
第二节 垃圾堆肥厂案例：以北京南宫堆肥厂为例	215
一、项目背景	215
二、工艺说明	215
三、工程建设	217
四、效益分析	219
第三节 污泥堆肥厂案例：以渭南市污泥处置中心为例	219

一、项目背景	219
二、工艺说明	220
三、工程设计	222
四、成本与效益分析	225
第四节 糖厂滤泥堆肥项目案例：广西金穗项目	226
一、项目背景	226
二、工艺说明	226
三、工程设计	228
四、效益分析	229
第五节 堆肥-沼气联合工程案例：鄂尔多斯现代农牧业园区	230
一、项目背景	230
二、工艺说明	231
三、工程设计	232
四、效益分析	236
参考文献	236
附录 1 堆肥原料成分表	237
附录 2 堆肥场记录表	247
附录 3 堆肥常见问题及解决办法	253
附录 4 中华人民共和国固体废物污染环境防治法	255
附录 5 畜禽养殖业污染物排放标准（GB 18596—2001）	261
附录 6 农用污泥中污染物控制标准（GB 4284—84）	264
附录 7 城镇污水处理厂污泥处置园林绿化用泥质（CJ 248—2007）	266
附录 8 城镇污水处理厂污泥处置农用泥质（CJ/T 309—2009）	270
附录 9 城镇垃圾农用控制标准（GB 8172—87）	274
附录 10 生活垃圾堆肥厂运行管理规范（DB 11/T 272—2005）	275
附录 11 城市环境卫生专用设备垃圾堆肥（CJ/T 19—1999）	280
附录 12 恶臭污染物排放标准（GB 14554—93）	284
附录 13 粪便无害化卫生标准（GB 7959—87）	288
附录 14 有机肥料（NY525—2002）	289
附录 15 有机-无机复混肥料（NY 481—2002）	296
附录 16 生物有机肥（NY 884—2004）	300
附录 17 复合微生物肥料（NY/T 798—2004）	302
附录 18 出口有机肥、骨粒（粉）检验规程（SN/T 1049—2002）	307
附录 19 专业术语	313

第一章

绪论

第一节 堆肥及其特点

一、堆肥定义

目前堆肥还没有一个被广泛认同的定义。堆肥可作为一种处理工艺或方法，也可作为一种有机肥料或土壤改良剂产品。有人提出作为一种工艺可以用堆肥化来描述，堆肥只针对肥料类产品。但实际中堆肥既可在工艺中作为动词使用，也可在产品中以名词出现。

从堆肥的处理工艺区分，一般又可分为好氧堆肥和厌氧堆肥。其中好氧堆肥指在有氧气情况下有机物料的分解过程，其代谢产物主要是二氧化碳、水和热；而厌氧堆肥则是在无氧气条件下有机物料的分解，厌氧分解最后的代谢产物是甲烷、二氧化碳和许多低分子量的中间产物，如有机酸等。厌氧堆肥与好氧堆肥相比较，单位重量的有机质降解产生的能量较少，而且厌氧堆肥通常容易发出臭味。传统堆肥以厌氧堆肥为主，而现代堆肥系统则大都采用好氧堆肥。

欧盟堆肥品质检查委员会把堆肥定义为：“在通风条件下，通过自身发热分解的产物，是一类不会招致害虫、无臭气，可防止病菌繁殖的有机物”。英国堆肥协会（UKCC，现英国有机循环协会）的定义与欧盟的定义也完全一致。

美国堆肥协会（USCC）这一民间事业团体，则认为堆肥为：“有控制地通过生物分解有机废弃物后得到的产物，在分解过程中产生的热量可使原材料得到无害化和稳定化以有益于植物生长，其物理性质与初始的原材料已截然不同。堆肥是一种有机质资源，其特有的性质可以改善土壤或生长基质的化学、物理和生物性质，它虽含有植物养分，但还不是一种典型肥料”。

加拿大堆肥协会的定义是：“堆肥是一自然的生物过程，它在可控条件下把有机物转化成一种稳定的、类腐殖质的产品。堆肥过程中主要通过微生物，包括细菌和真菌把有机物分解为简单的化合物。堆肥是一好氧过程，意味着微生物需要氧气来完成其工作”。

日本于2000年修订的肥料管理法中把传统堆肥定义为：“把稻秸、稻壳、树皮、动物的排泄物及其他动植物的有机物质（污泥及鱼贝类的内脏器官除外）进行堆积或搅拌，腐熟而成的肥料”。日本有机资源协会于2003年出版的堆肥化手册则把堆肥化定义为：在堆积、搅拌、通风的好氧状态下，利用微生物分解原材料中的有机物，分解产生的热量可使水分蒸发，能杀死病原菌、寄生虫卵和杂草种子，是一安全、卫生、有机物稳定化的过程。

国内对堆肥的理解是，指在人工控制和一定的水分、C/N和通风条件下通过微生物的发酵作用，将废弃有机物转变为肥料的过程。通过堆肥化过程，有机物由不稳定状态转变为

稳定的腐殖质物质，其堆肥产品不含病原菌，不含杂草种子，而且无臭无蝇，可以安全处理和保存，是一种良好的土壤改良剂和有机肥料。

从上述概念分析，堆肥实际就是废弃物稳定化的一种方式，但它需要特定的湿度和通气条件以产生适宜的温度。一般认为这个温度要高于 55℃，保持这种高温可以使病原菌失活，并杀死杂草种子。堆肥后残留的有机物分解率较低并趋于稳定，其臭味得到明显控制。

堆肥实际上也是一种脱水工艺，而且由于其主要依赖微生物作用，不需要外部能量，因此往往具有低投入、低成本、产品增值使用等特征，受到废物处理界的欢迎。

二、堆肥特点

堆肥无论是从废物处理还是土地利用方面均有许多好处。其中最重要的有两点：一是可以把令人讨厌的废物转变为易于处理的物料；二是能创造有价值的商品即堆肥产品。但是堆肥往往需要时间，也面临众多风险。表 1-1 给出了堆肥的主要利弊特点，具体描述如下。

表 1-1 堆肥的利与弊

堆肥的优点	堆肥的缺点	堆肥的优点	堆肥的缺点
优良的土壤改良剂 产品可销售 改变了原料性状 改善了土地利用 降低污染风险和臭味抱怨	费时耗本 加工需要场地 可能产生臭气 受天气影响大 需要市场销售	可杀灭病原菌 作为养殖垫料 减轻土传病害 获得政府补贴	原料及其养分的异地转移 可能损失肥料中的氮素 堆肥养分释放缓慢 作为商业企业有一定风险

（一）堆肥优点

堆肥的优点主要包括土壤改良，能生产可出售的产品，改变原料性状，改善土地利用，降低污染和卫生风险，杀死病原菌，使用堆肥作为养殖垫料，抑制病害以及获得处理或利用补贴。

1. 土壤改良

堆肥是一种很好的土壤改良剂。当堆肥被用于农田或退化土壤，可以增加有机质，改善土壤结构，减少化学肥料的使用量，并且可以减轻土壤的潜在侵蚀。

2. 产品可销售

堆肥最具吸引力的特征之一就是产品有市场。其潜在的消费者包括蔬菜、园林、庭院、草坪种植企业、农户以及高尔夫球场等。由于被看作一种废弃物产品，堆肥的价格变化很大，其价格主要由本地市场需求、堆肥质量以及原材料价格等决定。

3. 改变原料性状

通过堆肥处理可以明显减轻原料的重量、水分和活性，便于后续操作，由于没有臭气和苍蝇问题它可以方便长期储存，随时使用，从而减少了原料堆放导致的径流和氮素损失。

4. 改善了土地利用

有机废弃物的相当部分还在直接或简单处理后土地利用，虽也有肥料价值，并能起到改善土壤质量的作用，但还不能与堆肥相比。废弃物堆肥后使用具有以下优点：①堆肥可以使废弃物中的氮素转变为更加稳定的有机氮，尽管其中也有部分氮素的损失，但剩余的氮素通常不容易被淋失和挥发掉；②初始废弃物碳氮比偏高或偏低，直接施用到土壤后，会导致土壤中氮不足或氮过量，影响作物生长，相反经过堆肥后碳氮比趋于合理，更适合于土地利用；③堆肥过程产生的热量可以减少废弃物中杂草种子的数量，减轻了草害的影响。

5. 降低污染风险和臭味抱怨

在城市化和农业不断规模化发展的过程中，有机废弃物开始成为一种负担而不是财富。

特别对一些农业养殖企业来说,由于没有大面积土地吸纳这些动物粪便,动物数量远远超过了土地的承受能力,使得粪便的处理就成了很头疼的问题。另外在城市垃圾及污泥的堆放场所也普遍存在臭气问题,由此加剧了与附近居民的矛盾。

堆肥可以减轻这些问题的影响。由于堆肥产品通常有需求,因此其出路就不再是问题。堆肥可以储存和处理的性质允许它可以被运到比粪便或其他原料更远的地方。一个运行良好的堆肥设施基本不会产生臭气和滋生苍蝇的。

6. 杀灭病原体

近年来一些研究发现有机废弃物包括畜禽粪便中可能含有一些病原生物,如鞭毛虫(*Giardia*)和隐孢子虫(*Cryptosporidium parvum*)。这些病原生物若得不到控制,会通过被感染动物的排泄物向环境传播,以致污染饲料、饮水,进一步感染牲畜特别是年幼动物。

多数病原生物在堆肥温度达到60℃的条件下30min内可以被杀死。有时堆肥靠近表层的部分可能达不到这个温度,但可以通过翻堆使所有的原料都达到所需的温度。

若堆肥温度达不到60℃,一般认为在较低的温度如55℃下停留较长时间,也能杀死这些病原生物。

7. 养殖垫料替代物

从动物福利及养殖环境的改善角度认为,养殖圈舍内应铺设垫料层,一方面有利于吸附动物排泄物,减轻环境污染,另一方面也给动物提供了一舒适的地面环境。

许多研究表明,堆肥可用来替代锯末、秸秆粉等在养殖场作为垫料使用。

8. 减轻土传病害

已经发现良好的堆肥可以在不使用化学药物控制的情况下减轻植物的土传病害。堆肥的这种抑制病害的特点已经开始被广泛地认识和赞赏。

9. 获得政府补贴

目前许多城市污水处理厂和垃圾场均在寻找可替代的处理方法。这时对于堆肥厂来说,就有了一个机会,即通过堆肥处理非农业废弃物来收取处理费,这种为接受废物获得的费用也称为处置费。

一些市政和工业废弃物事实上可以改善堆肥的原料构成。大部分的粪便需要加入相对干的并且是良好碳源的物料,如落叶、锯末、树皮和刨花都是很好的这种原料;一些湿原料,如污水处理厂的污泥和食品加工中产生的废物,可以和如稻草一类的干物料混在一起堆肥。

在堆肥场地上堆制污泥、垃圾等废弃物可能要单独处理,并且必须考虑臭气问题和臭气控制措施、邻居抱怨以及更多环境法规的限制。由于原材料会决定堆肥产品的市场价值以及污染物(比如重金属)的浓度,因此对堆肥产品的质量和价值影响就应给以足够考虑。

(二) 堆肥缺点

堆肥的缺点包括费时、臭气影响、天气影响、市场销售、原料分散等。

1. 费时耗本

像其他工程一样,堆肥也需要设备、人力和管理。如果有现成机械和设备的话,堆肥的最初投入会非常低。这种方式对原料相对小的农场很适合,但是大部分中等到大型的堆肥厂已经发现仅利用现有设备会需要太多的人力,因此应购买专门的堆肥设备。堆肥设备中少的代价需要10万元左右,好一些的则需要100万以上。

2. 占用场地

堆肥处理、原料储存以及堆肥成品储存等都需要占用土地,有时甚至是建筑用地。

3. 产生臭气

说堆肥没有臭气是失实的。尽管堆肥过程的最终产品是没有臭味的,但是用来堆制堆肥

的有些原料确实会产生臭气。直到它们被堆制前，这些有活性的原材料，如粪便、污泥以及食品垃圾都能产生臭气，特别是它们被放置一段时间后。如果处理不当，也可能在堆制的过程中产生臭气。

对臭气的敏感是必要的。有些场地，由于位置的关系，可能需要对臭气进行处理。这与先前的堆肥可以解决臭气问题的声明并不矛盾，对大部分原料来说，一个管理得很好的堆体中产生的臭气只是一定时期的，并且时间很短。在大部分例子中，堆肥比起粪便的传统处理方法来确实改进了许多。

4. 受天气影响

寒冷的天气会降低堆肥物料的温度，也使得堆肥过程变慢。它还可能导致其他的问题，如原料和设备结冻。雨和雪的潜在影响更加严重，大的降雨量会增加堆肥混合物的水分，因此延长了堆肥的时间。目前多数堆肥厂均有顶棚设施，有的还装备了供暖设施，这些均大大减少了天气的负面影响。

5. 需要市场销售

销售堆肥需要市场，这意味着要寻找潜在的客户，并对产品进行包装、广告，还要管理库存，使产品符合顾客的需要以及保持产品质量。

6. 原材料及其养分的转移

堆制肥料然后作为产品出售出去，会把原料中的养分、有机质和培肥当地土壤的能力转移出去，意味着养分及有机质的向外转移。若再通过购买商品肥料来补充农田失去的养分显得得不偿失。

7. 氮素流失

堆制过的堆肥常常只含有新鲜粪便不到一半的氮素。一个好的废物管理系统应能保留住绝大部分的氮素，堆肥实际上就代表了控制氮素损失的一条潜在途径。但是，除了土壤混合和恰当的储存，废物中的氮素会很快释放到大气，最后可能比堆肥中的残留的氮素还要少。

8. 缓慢释放养分

堆肥中的养分主要呈复杂的有机形态，需要在植物利用之前被矿化。比如，堆肥的总氮中仅有约 15% 的氮素能在首个种植季节被利用。与新鲜粪便相比，堆肥起始的使用量应大一些，才能达到与化学氮肥相同的肥效水平。

然而，在某一年份一般不会施加足够的堆肥以满足 100% 的作物氮素需要，因为这要耗费大量的时间与劳力。实际上在随后的几年中，前茬提供的氮素会逐渐被作物利用掉。

9. 作为商业企业有一定风险

堆肥一旦作为一个独立企业运行，就面临众多风险。如投资过高，产品成本过高失去竞争力；设备运行不正常，产能达不到，迟迟没有收益；产品质量控制不严，使用过程中技术服务跟不上，导致用户抱怨甚至赔产等，这些均要求堆肥企业在开始就要科学规划与实施。

第二节 堆肥历史

一、西方堆肥历史

堆肥是一门古老的学科，在人类有历史记录以前可能就已开始应用，但直到 20 世纪 50