



大学生实践教学系列教材

环境工程专业 实习指导书

Huanjing Gongcheng Zhuanye Shixi Zhidao Shu

主 编 崔春红
副主编 张雪英 方 迪



国防工业出版社

National Defense Industry Press

普通高等教育“十二五”规划教材
大学生实践教学改革系列教材

环境工程专业实习指导书

主 编 崔春红
副主编 张雪英 方迪

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书包括固体废物处理与处置实习、水处理实习、大气污染控制实习以及污染土壤修复实习等4部分,共有12个实习内容。各部分分别介绍了实习的目的与意义,技术原理、工艺流程及系统组成,实习的准备与步骤,以及实习环节的注意事项等。

本书适用于高等院校环境工程专业的实习教学,也可供环境保护专业技术人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

环境工程专业实习指导书 / 崔春红主编. —北京:

国防工业出版社, 2013. 12

大学生实践教学改革系列教材

ISBN 978-7-118-09300-1

I. ①环... ②崔: Ⅲ. ①环境工程—高等学校—
教学参考资料 IV. ①X5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 028500 号



※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 7 $\frac{3}{4}$ 字数 138 千字

2013 年 12 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—2500 册 定价 21.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)88540777

发行邮购:(010)88540776

发行传真:(010)88540755

发行业务:(010)88540717

前 言

随着我国经济和社会的高速发展,环境问题日益严重,对环境工程人才需求和要求越来越高。实践教育是高等院校环境工程专业教学体系中一个重要的环节,国内多家单位都曾出版过一系列实验教材,但据编者了解,国内目前还没有环境工程专业相关的实习教材。

本书涉及环境工程专业相关的固体废物处理与处置实习、水处理实习、大气污染控制实习以及污染土壤修复实习等方面的内容。通过本课程的学习,要求学生初步掌握污染控制工程技术的基本原理、基本方法,并提高解决生产实践问题的能力。为了帮助读者牢固掌握实习内容,书中还编有作业、思考题。

全书由崔春红主编,参加编写的有张雪英(实习一、二、八、九)、崔春红(实习三、五、附录三、四)、周俊(实习四)、郑冠宇(实习六)、杨新萍(实习七、十)、孔火良(实习十一、附录二、六)、代静玉(实习十二)、方迪(附录一)、王电站(附录五)等,全书由方迪统稿。在编写过程中得到南京农业大学、南京工业大学和国防工业出版社的大力支持,在本书编写过程中,参考了许多国内外专著、教材、科研论文及相关国家标准,在此一并表示感谢。

由于编者水平和经验有限,加上成书时间仓促,书中疏漏和不足在所难免,敬请读者提出宝贵意见。

编者

目 录

实习一 垃圾填埋场实习	1
1.1 实习目的和意义	2
1.2 实习相关原理及背景知识	2
1.3 实习准备	4
1.4 实习步骤	4
1.5 实习注意事项	4
1.6 实习结果记录	5
1.7 实习作业及思考	5
实习二 有机废物堆肥实习	6
2.1 实习目的和意义	6
2.2 实习相关原理及背景知识	6
2.3 实习准备	8
2.4 实习步骤	8
2.5 实习注意事项	9
2.6 实习结果记录	9
2.7 实习作业及思考	10
实习三 固体废物焚烧实习	11
3.1 实习目的和意义	11
3.2 实习相关原理及背景知识	11
3.3 实习准备	13
3.4 实习步骤	13
3.5 实习注意事项	14
3.6 实习结果记录	15
3.7 实习作业及思考	15

实习四 沼气发酵实习	16
4.1 实习目的和意义	16
4.2 实习相关原理及背景知识	16
4.3 实习准备	21
4.4 实习步骤	21
4.5 实习注意事项	22
4.6 实习结果记录	22
4.7 实习作业及思考	23
实习五 固体废物固化实习	24
5.1 实习目的和意义	24
5.2 实习相关原理及背景知识	24
5.3 实习准备	26
5.4 实习步骤	26
5.5 实习注意事项	28
5.6 实习结果记录	28
5.7 实习作业及思考	29
实习六 污泥生物沥浸技术实习	30
6.1 实习目的和意义	30
6.2 实习相关原理及背景知识	30
6.3 实习准备	32
6.4 实习步骤	33
6.5 实习注意事项	34
6.6 实习结果记录	34
6.7 实习作业及思考	34
实习七 城市生活污水处理厂实习	35
7.1 实习目的和意义	35
7.2 实习相关原理及背景知识	35
7.3 实习准备	39
7.4 实习步骤	39
7.5 实习注意事项	40
7.6 实习结果记录	40

7.7 实习作业及思考·····	40
实习八 工业废水处理厂实习 ·····	42
8.1 实习目的和意义·····	42
8.2 实习相关原理及背景知识·····	43
8.3 实习准备·····	44
8.4 实习步骤·····	45
8.5 实习注意事项·····	45
8.6 实习结果记录·····	45
8.7 实习作业及思考·····	46
实习九 自来水厂实习 ·····	47
9.1 实习目的和意义·····	47
9.2 实习相关原理及背景知识·····	47
9.3 实习准备·····	49
9.4 实习步骤·····	49
9.5 实习注意事项·····	50
9.6 实习结果记录·····	50
9.7 实习作业及思考·····	51
实习十 污水生态处理实习 ·····	52
10.1 实习目的和意义 ·····	52
10.2 实习相关原理及背景知识 ·····	53
10.3 实习准备 ·····	56
10.4 实习步骤 ·····	56
10.5 实习注意事项 ·····	57
10.6 实习结果记录 ·····	57
10.7 实习作业及思考 ·····	57
实习十一 燃煤烟气处理实习 ·····	59
11.1 实习目的和意义 ·····	59
11.2 实习相关原理及背景知识 ·····	59
11.3 实习准备 ·····	63
11.4 实习步骤 ·····	63
11.5 实习注意事项 ·····	64

11.6	实习结果记录	65
11.7	实习作业及思考	65
实习十二	污染土壤修复实习	67
12.1	实习目的和意义	67
12.2	实习相关原理及背景知识	68
12.3	实习准备	68
12.4	实习步骤	69
12.5	测定指标	69
12.6	实习作业及常见问题思考	69
附录一	实习指导书涉及的标准、法律与规范	71
附录二	多功能吸收塔烟气脱硫实验	73
附录三	固体废物水泥固化实验	83
附录四	固体废物焚烧处理实验	89
附录五	各种泵的结构工作原理及作用	95
附录六	除尘器综合性能实验	105
参考文献		114

实习一 垃圾填埋场实习

随着经济的迅速发展,工业化与城市化进程加快,人口不断地涌入城市,城市废弃物和生活垃圾急剧增多。城市废弃物和生活垃圾污染了环境,对城市居民的健康和生存构成严重威胁,已成为社会的一大公害。如何科学、合理地处理城市废弃物和生活垃圾已经成为我国和世界各大城市的重大环境课题之一。

目前,垃圾填埋是我国大多数城市处理生活垃圾的最主要方法,2005 年底,全国共有 356 座生活垃圾填埋场,85% 的城市生活垃圾采用填埋处理。根据工程措施是否齐全、环保标准能否满足来判断,可分为简易填埋场、受控填埋场和卫生填埋场三个等级。

1. 简易填埋场(Ⅳ级填埋场)

这是我国传统沿用的填埋方式,其特征是:基本上没有工程措施,或仅有部分工程措施,也谈不上执行什么环保标准。目前我国约有 50% 的城市生活垃圾填埋场属于Ⅳ级填埋场。Ⅳ级填埋场为衰减型填埋场,它不可避免地会对周围的环境造成严重污染。

2. 受控填埋场(Ⅲ级填埋场)

Ⅲ级填埋场目前我国约占 30%,其特征是:虽有部分工程措施,但不齐全;或者虽有比较齐全的工程措施,但不能满足环保标准或技术规范。目前的主要问题集中在场底防渗、渗滤液处理、日常覆盖等不达标。Ⅲ级填埋场为半封闭型填埋场,也会对周围的环境造成一定的影响。对现有的Ⅲ、Ⅳ级填埋场,各地应尽快列入隔离、封场、搬迁或改造计划。

3. 卫生填埋场(Ⅰ、Ⅱ级填埋场)

这是近年来我国不少城市开始采用的生活垃圾填埋技术,其特征是:既有比较完善的环保措施,又能满足或大部分满足环保标准,Ⅰ、Ⅱ级填埋场为封闭型或生态型填埋场。目前,Ⅱ级填埋场(基本无害化)在我国约占 15%,Ⅰ级填埋场(无害化)约占 5%。

填埋技术投资少,操作简单,处理费用低,可以处理所有种类的垃圾;但占地面积大,同时存在严重的二次污染,残留着大量的细菌、病毒,还潜伏着沼气重金属污染等隐患,其垃圾渗漏液还会长久地污染地下水资源。近年来各部门已经认识到了这一问题,建立了一批具有较高水平的卫生填埋厂,较好地解决了二次污染问题,但建设投资大,运行费用(包括规范的填埋、渗出液处理及甲烷收集利用等)高。最关键的是填埋厂处理能力有限,服务期满后仍需投资建设新的填埋场,进一步占用土地资源。

1.1 实习目的和意义

本实习在城市垃圾卫生填埋场进行,通过实习,达到以下目的:

- (1) 掌握城市垃圾卫生填埋的工艺操作流程、关键技术单元及作用。
- (2) 掌握填埋场城市垃圾渗滤液的产生、特点及其常见处理。
- (3) 掌握填埋场气体的产生及其资源化利用途径。
- (4) 了解城市垃圾填埋场的选址和设计要求,及垃圾填埋处理技术的优缺点。

1.2 实习相关原理及背景知识

1.2.1 垃圾卫生填埋概述

卫生土地填埋适于处置一般固体废物。用卫生填埋来处置城市垃圾,不仅操作简单、施工方便、费用低廉,还可同时回收甲烷气体,填埋后的土地可重新利用,目前已成为处置固体废物的主要方法。但填埋场选址非常严格,必须远离居民区,并具有良好的防渗措施;埋在地下的固体废物,通过分解可能会产生易燃、易爆或毒性气体,需加以控制和处理;回复的填埋场可能会因为沉降而需不断维修。

为了防止填埋废物与周围环境接触,尤其是防止地下水污染,在设计上除了必须严格选择具有适宜的水文地质结构和满足其他条件的场址外,还要求在填埋场底部铺有一定厚度的黏土层或高密度聚乙烯材料的衬层,并具有浸出液的收集和处理、沼气的收集和处理及适当的最终覆盖层等的设计(图1-1)。

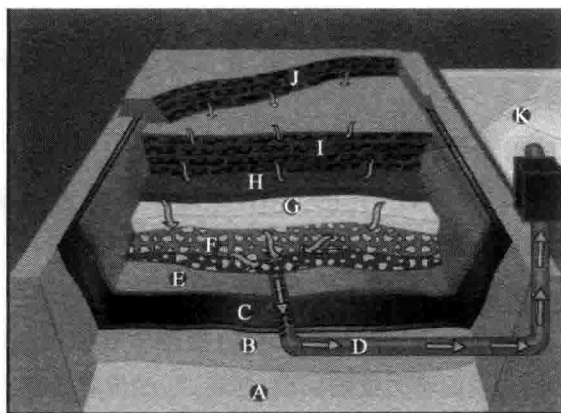


图 1-1 垃圾填埋场结构示意图

A—地下水；B—压实黏土；C—塑料衬垫；D—渗滤液收集管；E—土工织物垫层；F—砂砾；
G—排放层；H—土壤层；I—旧填埋单元；J—新填埋单元；K—渗滤液池。

1.2.2 工艺流程

车进场后,经过磅称量垃圾质量,将垃圾按单元分层填埋;经过推土机将垃圾推平,经过压路机碾平、三次压实,达到 $0.9\text{t}/\text{m}^3$ 的高密度,再覆盖上一层沙土,最后盖上一层日覆盖膜,防止雨水渗入、蚊虫滋生及散发臭味(图 1-2)。

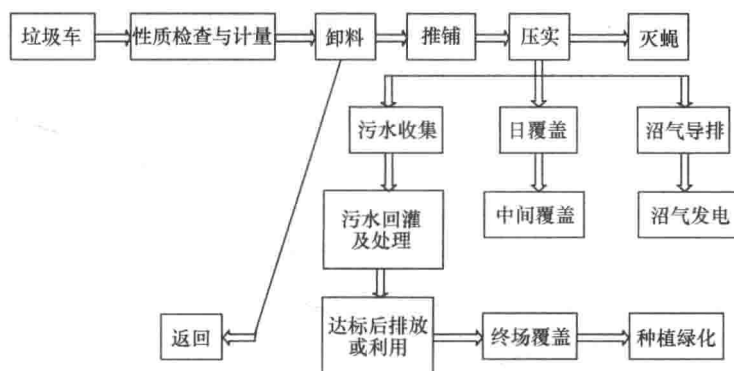


图 1-2 垃圾填埋工艺流程

1.2.3 技术特点

城市垃圾填埋是固体废物的一种最终处理方式。它可以利用各地所能提供的基础条件,采用不同的填埋方式,满足作业和消纳的要求(图 1-3、图 1-4)。



图 1-3 填埋坑施工照片



图 1-4 垃圾填埋作业照片

目前,城市垃圾多采用卫生填埋方法。在回填场地上先铺一层厚约 60cm 的垃圾,经压实后再铺一层松土、砂或粉煤灰的覆盖层,以免鼠、蝇滋生,并可使产生的气体逸出;然

后依此将垃圾分隔在夹层结构中。已回填完毕的场地,可以建设成公园、绿地、高尔夫球场等。

1.3 实习准备

实习采用参观并听老师讲解工艺流程,现场察看记录与照相等相结合的形式进行。实习前应该充分回顾相关的所学专业基础知识,并查找、阅读以下资料。

- (1) 城市垃圾的产生、分类以及进入填埋场前的垃圾处理过程。
- (2) 城市垃圾填埋场的选址要求及其库容的计算。
- (3) 垃圾渗滤液的产出原因、特点以及常见处理的方式。
- (4) 垃圾填埋场的蚊蝇等卫生控制手段及其潜在环境影响的控制和消除方式。
- (5) 垃圾填埋场气体的产出原因、特点及处理方式。

(6) 垃圾填埋场的管理系统:机构、人员设置、岗位职责、生产调度、垃圾渗滤液的处理成本、气体收集处理等的经济核算。

1.4 实习步骤

(1) 进场教育、听专业讲座,了解有关城市垃圾填埋场的发展简史、规划概况等方面的知识。

(2) 查阅工程图纸,熟悉城市垃圾填埋场的设计知识,包括填埋场的防渗设计、渗滤液的收集处理流程设计、气体回收系统及利用的设计等。

(3) 实地参观和调查,了解垃圾填埋的生产工艺、规模、场区情况、场区道路、场区排水管道现状,渗滤液收集系统及城市垃圾填埋场的平面布置,垃圾填埋场内的蚊蝇灭除、垃圾压实、填土等情况。

(4) 在垃圾渗滤液处理部门跟班实习,了解渗滤液的处理工艺,掌握污水及污泥处置等构筑物和设备的作用、安装及布置情况,了解其构造型式;熟悉各种仪器设备操作(或维护)的基本知识;深入了解城市垃圾渗滤液处理工艺运行时应控制的各项参数以及这些参数的测定方法。

(5) 向岗位师傅学习,调查工艺运行时出现的故障及其排除方法。

(6) 实习总结、集中答疑,离厂,安全返回学校。

1.5 实习注意事项

(1) 在实习过程中严格遵守学校和厂方的纪律和制度,注意安全;进入施工现场一定要系好戴好安全帽;不得穿拖鞋、高跟鞋、裙子和短裤上工地;不熟悉的门和通道不许进

入;电气、阀门、开关、施工机械等未经操作师傅同意不许擅自开动;未采取安全措施的场所不许进入。

(2) 虚心向技术人员、岗位工人学习,培养独立观察生产过程及独立提出问题和分析问题的能力。

(3) 实习过程中要认真记录实习日记,内容除文字外,应配有适当的简图或示意图,对重要的参数等信息应详细记载,现场实习结束后,应将实习日记的内容进行整理分析并形成实习报告。

1.6 实习结果记录

完成城市垃圾填埋场实习专题报告1篇。

要求:在跟班运转或深入调研基础上完成,内容应有文字、图表、照片等实际资料,有介绍分析、思考评价、总结结论。

实习报告内容应包括:

(1) 实习单位概况(占地面积、发展史、地理位置、处理垃圾的区域范围、日填埋量、实际填埋库容等)。

(2) 城市垃圾填埋处理的实际流程(绘制流程图)以及城市垃圾填埋场的总平面布置。

(3) 垃圾渗滤液的日产生量、收集系统图,处理流程图,渗滤液各处理构筑物名称、作用、原理及操作运行管理基本方法,以及渗滤液的处理效果及排放情况。

(4) 垃圾填埋场的气体回收系统图,以及气体收集后的处理途径。

(5) 垃圾填埋场整个场部系统(包括场部运行管理、垃圾填埋、渗滤液处理、气体回收等)的存在问题、各处理构筑物及整个处理工艺评价(特点、缺点、存在问题、技术改造措施)。

(6) 实习的心得体会。

1.7 实习作业及思考

(1) 简述固体废物的卫生填埋和安全填埋的在工艺技术上有何异同点。

(2) 简述城市垃圾渗滤液的产生原因,分析渗滤液水质特点与垃圾填埋场库龄的关系。

(3) 简述填埋场库坑内微生物的活动情况及气体的产生原因,分析气体组分与垃圾填埋场库龄的关系。

实习二 有机废物堆肥实习

有机固废废物的堆肥技术在中国农业从事活动中早有应用,而作为科学进行研究探讨此法则始于1920年。堆肥法操作一般分为4步:①预处理,剔出大块的及无机的杂质,将垃圾破碎筛分为匀质状,匀质垃圾的最佳含水率为45%~60%,碳氮比约为(20~30):1,达不到需要时可掺进污泥或粪便;②细菌分解(或称发酵),在温度、水分和氧气适宜条件下,好氧或厌氧微生物迅速繁殖,垃圾开始分解,将各种有机质转化为无害的肥料;③腐熟,稳定肥质,待完全腐熟即可施用;④产品开发,将堆肥产品进一步开发成有机无机复混肥或园林绿化基质等。

好氧堆肥化是在有氧存在的条件下,以好氧微生物为主,降解、稳定有机物的无害化处理方法。由于具有发酵周期短、无害化程度高、卫生条件好和易于机械化操作等特点,好氧堆肥法在国内外得到了广泛的应用。目前常用的堆肥技术有很多种,分类也很复杂,按照有无发酵装置可分为开放式堆肥系统和发酵仓堆肥系统;根据堆肥操作过程堆肥系统可分为简单条垛式堆肥系统和复杂机械堆肥系统。

作为一种古老的堆肥系统,条垛式系统一直被国内外普遍采用,此堆肥技术具有很多优点:所需设备简单,投资成本较低;翻堆会加快水分的散失,堆肥容易干燥;干燥的堆肥易于把填充剂筛分;干的填充剂可以较快地进行回用;由于堆肥时间相对较长,条垛式堆肥产品腐熟度高、稳定性好。

2.1 实习目的和意义

本实习在有机固体废物好氧堆肥场进行,通过实习,达到以下目的:

- (1) 掌握城市垃圾、污泥等有机固体废物好氧堆肥的工艺操作流程、关键技术单元及作用。
- (2) 掌握有机固体废物好氧堆肥腐熟度的评判方法。
- (3) 掌握有机固体废物好氧堆肥前后的主要性质的变化规律。

2.2 实习相关原理及背景知识

2.2.1 有机固体废物好氧堆肥原理

好氧堆肥是在有氧条件下,利用好氧菌对废物进行吸收、氧化、分解。堆肥可使废物

的物理性质得到大幅度改善,如结构蓬松,体积减少,水分明显蒸发;堆肥处理后的废物稳定,且体积和水分减少,有利于贮运;堆肥后的废物无臭味,病原菌大幅度灭活,实现了卫生无害化;堆肥产品可用做有机肥料,充分发挥其培肥改土和促进植物生长的作用,从而使固体废物得到资源化和无害化的利用。

2.2.2 工艺流程

有机固体废物好氧堆肥的过程主要包括有机固废分选、调节水分、堆成条垛(三角形或梯形断面)、间歇供氧(风机或翻堆)、后熟和腐熟度测定等环节。

在间歇供氧和后熟阶段,好氧微生物通过自身的分解代谢和合成代谢过程,将一部分有机物分解、氧化成简单的无机物,从中获得微生物新陈代谢所需要的能量,同时将一部分有机物转化合成新的细胞物质,使堆肥得以腐熟。

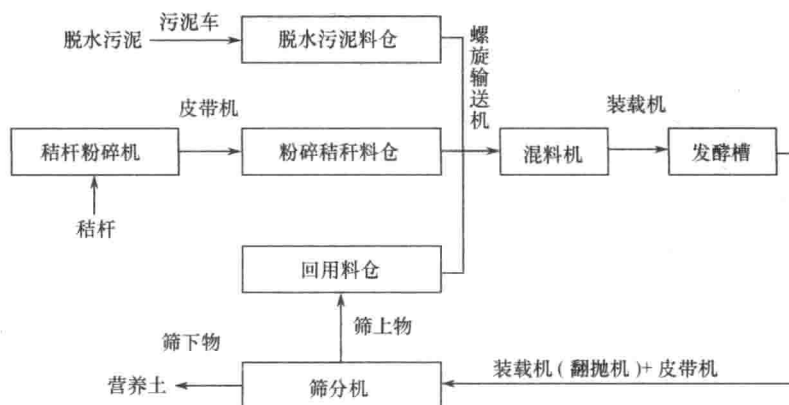


图 2-1 堆肥工艺流程

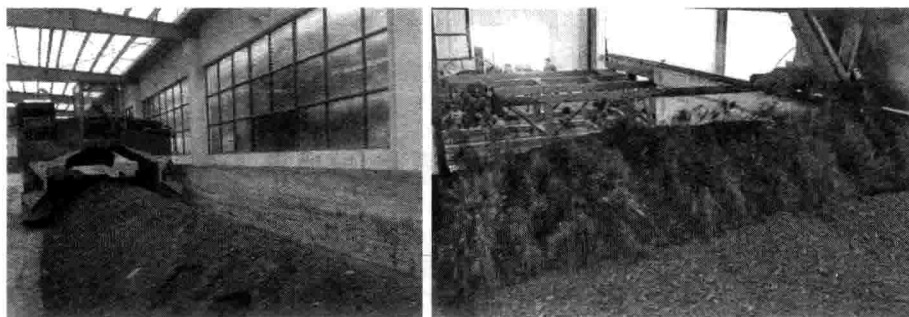


图 2-2 污泥堆肥现场照片

2.2.3 堆肥腐熟度的判定

堆肥的腐熟度是指堆肥成品的稳定程度。已腐熟的堆肥中,有机物应该不再分解并达到卫生无害化,且该堆肥在农业利用中不影响作物的正常生长,即不产生“烧根”和“烧

苗”现象。针对堆肥熟化,国内外提出了很多参数或衡量指标,但迄今仍未统一。除堆肥外观的变化外,国内外所提出的各种参数大致可分为两类:一类是反映发酵过程的参数,如耗氧、 CO_2 和温度变化等,称为反应过程参数;另一类是反映堆肥产品性质的参数,如 C/N、水溶性糖、腐殖酸、菌群特征和种子发芽效应等,称为堆肥性质参数。评判堆肥是否腐熟往往需要综合各种指标(见附录 3)。

2.3 实习准备

实习采用参观、实验并听老师讲解工艺流程,现场察看记录与照相等相结合的形式进行。实习前应该充分回顾相关的所学专业基础知识,并查找、阅读以下资料。

- (1) 固体废物堆肥的常见工艺及其好氧方式。
- (2) 堆肥过程中肥堆的温度及其他常见主要指标的测定方法和变化规律。
- (3) 堆肥初始进行的合适条件及其实用的腐熟指标测定方法。
- (4) 堆肥的氧气供给频率(量)或翻堆的频率。
- (5) 堆肥产品的后续处理及其资源化利用途径。
- (6) 堆肥场的管理系统:机构、人员设置、岗位职责、生产调度、处理成本等的经济核算。

2.4 实习步骤

(1) 进场教育、听专业讲座,实地参观和调查,了解有机固废堆肥的生产工艺、规模、场区情况、平面布置等情况。

(2) 根据肥堆的大小,准备足够量的堆肥原料。将堆肥原料与膨松剂混合,体积比可为 1:1,1:2,1:3;混合的同时,调节水分含量约为 55%。采用条垛堆结合翻堆方式进行(图 2-3)。

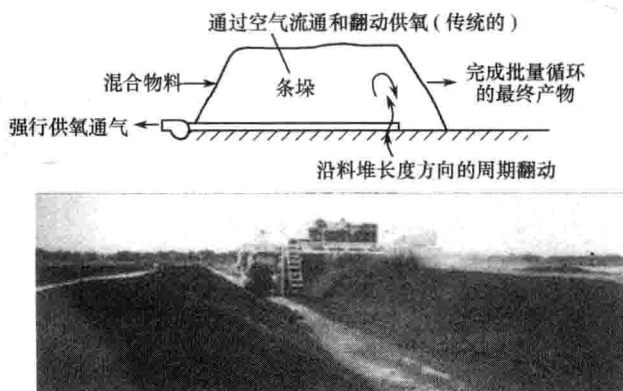


图 2-3 堆肥条垛剖面图

(3) 将污泥与膨松剂的混合物堆成高约 1.5 ~ 2m 的长垛。

(4) 将垛的表面覆盖一层塑料薄膜,在肥堆中布设温度计。

(5) 采用翻堆机进行翻堆,或将鼓风机或抽风机与通风管道连接,肥堆堆积 3 ~ 4 天后开始通风,通风方式可以采用肥堆温度或氧气反馈装置自动调节。例如,温度低于 45℃ 时,风机开始工作,提供氧气,促进微生物的活动;温度处于 45 ~ 70℃ 时,风机停止工作;温度高于 70℃ 时,风机再度工作,以降低肥堆的温度。也可以通过定时器控制风机的工作,例如,每隔 3h 通风 15 ~ 30min。若采用抽风方式,风机出来的气体通常先通过腐熟后的堆肥过滤脱臭,再排入大气。

(6) 肥堆温度上升至最高后开始下降时,则需翻堆。通常堆肥 4 周后,停止通风,让其成熟。若需要得到高度腐熟的堆肥,后熟时间最好为 30 天以上。

(7) 堆腐后的物料通常需要干燥,可以采用露天自然晾干的方法,也可以将鼓风机重新开启,借助大风量来驱逐水分。若堆肥中的膨松剂需要循环利用,还必须对堆肥进行筛分。

(8) 堆置过程中每天记录空气温度和肥堆温度,每周采样 1 次,测定氨氮、硝态氮、全氮、pH、DOC、EC 和种子发芽指数等项目,测定方法见本书相关篇或其他参考资料。

(9) 向岗位师傅学习,调查工艺运行时出现的故障及其排除方法。

2.5 实习注意事项

(1) 在实习过程中严格遵守学校和厂方的纪律和制度,注意安全;进入施工现场一定要系好戴好安全帽;不得穿拖鞋、高跟鞋、裙子和短裤上工地;电气、阀门、开关、施工机械等未经操作师傅同意不许擅自开动;未采取安全措施的场所不许进入。

(2) 虚心向技术人员、岗位工人学习,培养独立观察生产过程及提出问题和分析问题的能力。

(3) 实习过程中要认真记录实习日记,内容除文字外,应配有适当的照片或示意图,对重要的参数等信息应详细记载,现场实习结束后,应将实习日记的内容进行整理分析并形成实习报告。

2.6 实习结果记录

完成固体有机废物堆肥实习专题报告 1 篇。

要求:在深入调研、现场实验、跟班运转的基础上完成,内容应有文字、图表、照片等实际资料,有介绍分析、思考评价、总结结论。

实习报告内容应包括:

(1) 实习单位概况(占地面积、发展史、地理位置、处理对象、采用工艺等)。