

一种堆肥自动控制系统软件的设计与模拟运行效果

朱能武, 蓝敏权

(华南理工大学环境科学与工程学院, 广州 510640)

摘要:采用 Microsoft Visual Basic 语言, 结合 Microsoft Access & Excel 开发了一种堆肥自动控制系统软件(Temperature—Oxygen—Time, TOT)。软件可实现基于温度、排出气体含氧量和时间三因素对堆肥通风系统进行反馈式控制, 最高报警温度、排出气体最低含氧量和阶段划分温度等均可自定义设置, 堆肥温度、排出气体含氧量和 pH 值均可实时监测。系统每 10 s 刷新显示一次监测结果, 每 1h 自动保存当前采集数据, 利用 Excel 从数据库中读取数据方便对分析结果。模拟运行结果表明, 软件能按照预定的要求控制风机开关, 能正确计算和记录各个阶段和风机的运行时间, 能有效地显示和保存数据。结合 Excel, 还能快捷地读取温度和含氧量的变化的数据、绘制其变化曲线。

关键词:堆肥; 通风控制; 含氧量; 堆肥温度; 模拟运行

中图分类号: S818.9; X713

文献标识码: A

文章编号: 1002-6819(2006)Supp-0207-04

0 引言

人类为满足自身活动的需要, 在生产和生活过程中会产生大量的有机固体废物, 主要包括农作物秸秆、畜禽粪便、城市生活垃圾, 以及污水处理厂污泥等。随着其产生量的不断增长, 有机固体废物的累积和对环境污染的日趋严重, 其处理处置已成为人类面临的重要环境问题之一。

堆肥化具有良好环境效应、生物处理的可持续性和废弃资源的循环利用等特征, 该技术已被许多国家和地区所接受, 成为处理有机固体废物的有效方法之一^[1]。然而, 具有良好控制系统的堆肥过程不仅可以获得高品质的堆肥产品, 还可以降低运行费用、节省人力成本。目前, 国内外主要堆肥过程的通风控制方式主要可分为基于时间控制、温度反馈控制、氧气或二氧化碳控制和氧气/二氧化碳—温度联合控制^[2-6]。作者曾开发基于温度—时间的好氧堆肥通风控制系统^[7], 为了进一步提高控制水平, 开发了新型的基于温度—含氧量—时间三因素系统控制软件(TOT), 并进行了模拟运行, 以观察其效果。

1 材料与方法

1.1 软件设计和程序编写方法

1.1.1 软件要实现的功能

能在 Microsoft Windows 2000/XP 操作系统下稳定运行, 界面简单明了; 可依据堆肥中间层的温度、排出气体含氧量和反应时间等参数对通风进行调节和控制, 且温度反馈对风机具有优先控制权; 可自定义设置最高温度报警和最低含氧量报警; 当采集温度数据大于报警温度, 风机自动运行。反之, 当采集温度数据小于报警温度, 风机停止运行; 当采集含氧量数据小于最低含氧

量报警设置, 风机自动运行, 当采集含氧量数据大于最低含氧量报警设置, 风机停止运行; 软件操作单元为 8 个; 每 10s 刷新采集数据, 每 1h 保存当前的数据; 可以利用 Excel 读取和分析数据。

1.1.2 程序编写方法

采用 Microsoft Visual Basic 6.0 编程, 数据库为 Microsoft Access, 数据读取工具为 Excel 电子表格。

1.1.3 软件结构设计

软件结构主流程为: 开始→升温阶段→高温阶段→降温阶段→结束(图 1)。

1.1.4 参数设定

定义第一阶段(升温阶段, 下同)与第二阶段(高温阶段, 下同)的分界温度 T_{12} , 第二阶段与第三阶段的分界温度 T_{23} , 系统设定每 10s 刷新一次采集数据, 当采样温度高于 T_{12} , 系统进行到第二阶段。同理, 当运行处于第二阶段时, 若采样温度低于 T_{23} , 系统进行到第三阶段。其中 T_{12} 、 T_{23} 可自定义^[1]。定义最高报警温度为 T , 每 10s 采样 1 次, 若采样温度高于 T , 系统认为进入报警阶段, 即自动运行风机。直到温度降到低于报警温度为止。其中 T 可自定义。定义排出气体中含量最低为 $O_2(\min)$, 若测出排出气体的含氧量低于 $O_2(\min)$, 系统将自动运行风机, 直到含氧量大于 $O_2(\min)$ 为止。最低含氧量可自定义。

1.2 软件模拟运行方法与数据处理方法

1.2.1 软件模拟运行方法

本次模拟一次运行了 8 个模拟单元, 每秒钟刷新一次采集数据并保存所有结果; 开始时为环境温度 23℃, 各堆体排除气体的含氧量约为 19%; 设定第一和第二临界温度分别为 45 和 40℃; 定义 A 型号反应堆报警温度为 60℃, 最低含氧量为 14%; 设 B 型号反应堆报警温度为 58℃, 最低含氧量为 15%; 设定随着时间的推移,

收稿日期: 2006-07-14 修订日期: 2006-10-28

基金项目: 国家自然科学基金(30471271); 广东省自然科学基金博士科研启动基金(04300060); 华南理工大学自然科学基金(302-E5040660)

作者简介: 朱能武(1974-), 男, 安徽安庆人, 讲师, 博士, 主要从事固体废物处理与利用研究。广州 华南理工大学环境科学与工程学院, 510640。Email: nwzhu@scut.edu.cn

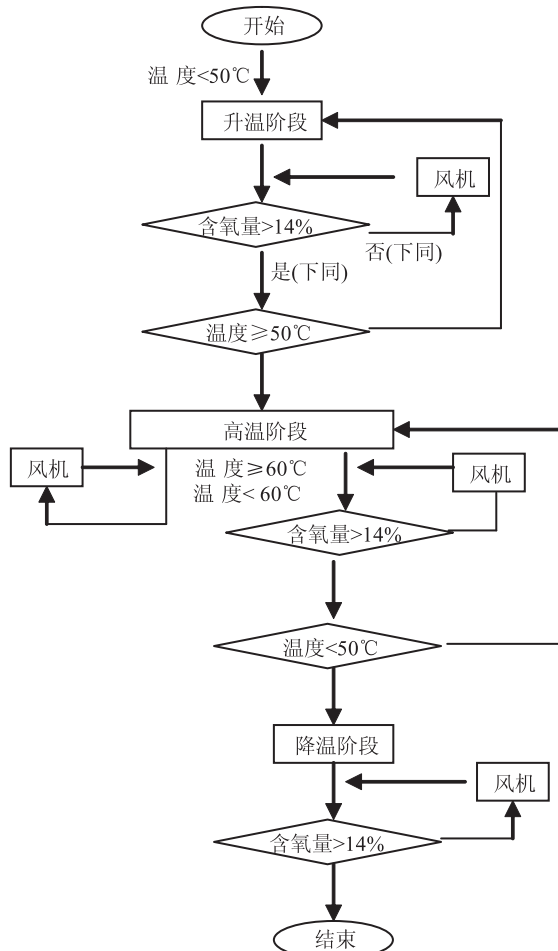


图1 软件结构图

Fig. 1 Flowchart of software structure

生成的模拟温度会逐渐增高,而含氧量会逐渐的降低;设置当温度或含氧量超过报警设置以外5次,风机自动运行,并开始记录风机时间,当温度或含氧量恢复到低报警设置以内5次,风机停止运行,并计算风机运行时间;运行结束,提示保存记录结果;读取数据并分析结果。

1.2.2 模拟运行结果的数据分析方法(CFA)

C(collect the data)利用已加载宏模块的 Excel 从数据库中读取需要的数据;F(format the data)利用 Excel 把收集到的数据整理并制成曲线图表,易于分析;A(analyze the data)对温度和含氧量曲线进行分析,确认风机是否有效的开关,分析各堆肥反应堆温度及排出气体含氧量随着时间的推移所发生变化的原因。

2 结果与分析

编制的系统软件可监控8个反应堆的堆肥化过程,可以手动/自动设置最高温度和排出气体最低含氧量报警,当反应的温度或排出气体含氧量超过报警值,风机会自动运行,降低温度和含水量,补充氧气,直到这些参数恢复到最佳状态为止。而且该系统每隔10s读取反应堆体不同深度的温度、排出气体含氧量、pH值等和各个阶段的反应与风机运行的时间关键数据,并每隔一个小时把当前数据保存到 Access 数据库中。这些可利

用 Excel 等数据分析软件从数据库中读取,然后对其进行比较、分析,进而总结出最优堆肥控制方案。软件工作主界面如图2所示。



图2 软件工作主界面

Fig. 2 Working interface of the software of the control system

2.1 软件的基本功能

2.1.1 基本信息栏

堆体号码显示堆体系列号,每个堆体事先分配唯一的系列号。开始日期和当前日期显示开始监控时间和当前系统日期。时间记录框即时记录各个阶段的耗时和风机运行。当前状态框显示当前运行阶段和风机开关状态,其中单选按钮显示运行阶段,图形按钮当绿灯时表示风机处于运行状态,当红灯时表示处于关闭状态。

测试参数框架主要显示监测参数堆体温度和排出气体含氧量的值,每10s刷新一次采集的数据,并自动保存到数据库中。程序运行进度条用来显示风机运行状态,如果风机失控,红灯警示。

2.1.2 按钮

“开始”按钮用来开始执行对堆体的监测和控制;“暂停”按钮是为了当系统出现小故障需要暂时冲断维修时而设定的;按下“退出”将结束本次监测和控制并提示保存结果。

2.1.3 多窗体(MDI)模式与下拉设置菜单

界面是多窗体(MDI)模式,可以同时显示8个反应堆体的监控。这样易于便于操作和未来扩展更多窗体。文件下拉菜单有二级菜单具有打开数据、保存数据、打印数据等功能。退出系统为退出整个系统,所有的监控窗体都停止运行并退出,并提示保存当前数据。设置下拉菜单设有风机设置、临界温度、高温报警设置和低含氧量报警设置,“风机设置”为风机手动和自动设置。“临界温度”T1、T2分别设置是升温阶段与高温阶段、高温阶段与降温阶段的临界温度。“高温报警设置”可以根据要求显示和改变当前的报警温度。“低含氧量报警设置”可以显示和改变当前的最低含氧量设置。

2.2 软件的模拟运行与模拟数据分析结果

模拟运行的所有的测试参数结果均为利用模拟函数随机生成,目的在于确认该软件是否能有效地显示和保存数据,风机是否按照预定的要求打开,而且各个阶段和风机的运行时间是否正确计算和记录。

2.2.1 模拟运行的多窗口工作界面

在模拟运行过程中,最大化主窗体来并列显示6个窗体以便同时监控(图3)。

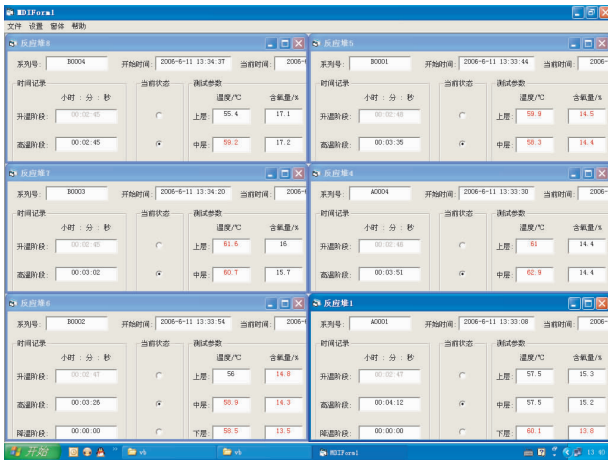


图3 模拟运行界面

Fig.3 Working interface of simulating operation

2.2.2 利用 Excel 读取数据

单击桌面数据读取工具快捷图标,显示是否启用宏对话框,注意 excel 工具下拉菜单宏的安全应设置为中等级别,否则不能启用宏功能。选中“启用宏”按钮,然后启动电子表格程序,单击 Excel 标题栏页面显示按钮显示“Commandbuttons”页面,显示数据读取按钮。单击任意按钮获取相关数据。

2.2.3 利用 Excel 分析数据

(1)堆肥温度的模拟结果

堆肥起始温度为 23℃,随着时间的推移,温度逐渐升高,此为升温阶段(图4)。当温度高于 45℃时,进入高温阶段。随着时间的推移,温度还在继续升高,当温度高于 60℃时,超过最高报警设置温度,风机自动运行,风机刚开始运行时温度由于惯性作用还在继续升高,很快到达最波峰 64℃,继而温度下降,当温度下降到 60℃时风机还在运行,一直持续到温度波谷 57℃。

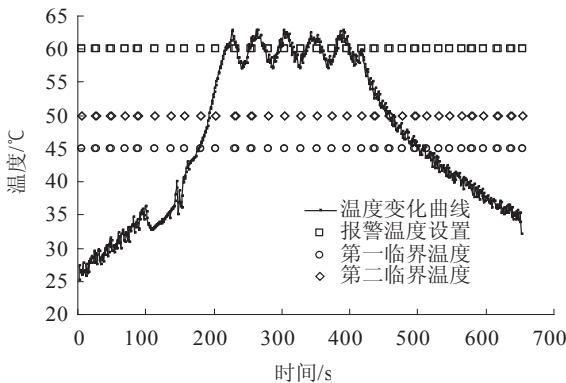


图4 堆肥温度模拟曲线

Fig.4 Simulating curve of composting temperature

(2)排出气体含氧量曲线

在升温阶段,由于物料中含有一定量的氧气,随着

微生物的持续利用,含氧量逐渐下降,当其小于 14%时,风机开,此时含氧量开始上升,直到排出气体含氧量大于 17%为止(图5)。在高温阶段,一方面,含氧量的控制会使得其含氧量呈现一定的波动;另一方面,当最高温度达到报警设置值时,风机开,此时含氧量会呈现一定范围内的波动。

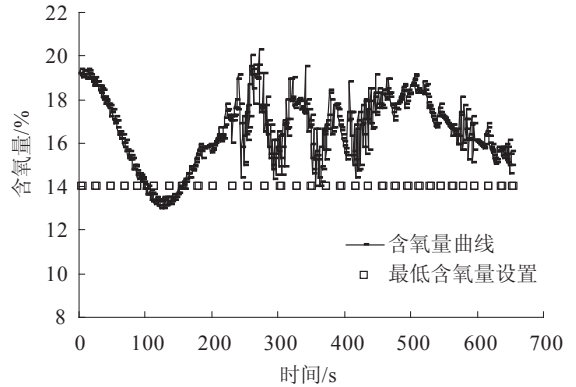


图5 排除气体含氧量模拟曲线

Fig.5 Simulating curve of oxygen content of exhausted gas

3 结论

软件可实现基于温度、排出气体含氧量和时间三因素对堆肥通风系统进行反馈式控制。堆肥温度、排出气体含氧量和 pH 值均可实时监测,最高温度报警、排出气体最低含氧量和阶段划分温度等均可自定义设置。系统每 10s 刷新显示一次监测结果,每 1h 自动保存当前采集数据,利用 Excel 从数据库中读取数据方便对分析结果。

模拟运行结果表明,系统软件能按照预定的要求控制风机开关,能正确计算和记录各个阶段和风机的运行时间,能有效地显示和保存数据。结合 Excel,还能快捷地读取温度和含氧量的变化的数据、绘制其变化曲线。

[参考文献]

- [1] 朱能武. 堆肥微生物学研究现状与发展前景 [J]. 氨基酸和生物资源, 2005, 27(4): 36-40.
- [2] 徐红, 樊耀波, 王敏健. 污泥堆肥的通风及控制技术 [J]. 环境科学进展 1999, 7(4): 121-128.
- [3] 徐红, 樊耀波, 贾智萍, 等. 时间温度联合控制的强制通风污泥堆肥技术 [J]. 环境科学, 2000, 12(1): 51-61.
- [4] 魏源送, 王敏健, 王菊思. 堆肥技术及进展 [J]. 环境科学进展, 1999, 7(3): 12-25.
- [5] 姚光福, 何鄂, 戴亚南. 堆肥生产线自动化控制系统的探索 [J]. 环境卫生工程, 1995, 2(1): 7-10.
- [6] 郑玉琪, 陈同斌, 高定. 堆肥氧气实时、在线自动监测系统的开发 [J]. 环境工程, 2003, 21(4): 55-57.
- [7] 朱能武, 邓昌彦, 熊远著, 等. 基于温度-时间的好氧堆肥通风控制系统的设计与运行效果 [J]. 农业工程学报, 2003, 19(4): 282-286.

Automatic control system for composting: software design and simulating operational effect

Zhu Nengwu, Lan Minquan

(College of Environmental Science and Engineering, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

Abstract: A kind of automatic control software for composting was designed by using Microsoft Visual Basic computer language and tools including Microsoft Access & Excel. The software —TOT— can control aeration system of composting by temperature, oxygen content of the exhausted gas, and time. Maximum altering temperature, minimum oxygen content of the exhausted gas, and distinguished temperature of different phases can be set by users. The composting temperature, oxygen content of the exhausted gas, and pH value can be monitored by the system. The results are refreshed per 10 s, and saved automatically per 1 h. The data can also be gathered from database and analyzed by using Microsoft Excel. The simulating operational results show that the system software can control fans according to the scheduled requirement, can calculate and record the phase and operational time of fans correctly, can display and save the data. In addition, the software can also read the data of composting temperature and oxygen content of the exhausted gas, and draw the profiles of them.

Key words: composting; aeration control; oxygen content; composting temperature; simulating operation