

# 新型有机肥转化装置控制系统的设计与实现

张艳丽, 牛国玲\*, 刘志忠, 陶然 (佳木斯大学机械工程学院, 黑龙江佳木斯 154007)

**摘要** 针对目前有机肥转化装置的卫生性和自动化程度, 提出一种基于 MCGS 通用监控系统与 PLC 控制技术相结合的有机肥转化装置控制系统的设计, 该系统由 PLC 实现控制功能, 由 MCGS 组态软件实现实时监控、数据查询及参数设定等功能。实践证明, 该设计实现了设备的实时监控, 可操作性强, 自动化程度高, 对我国城市生活垃圾的减量化和资源化利用的研究有着积极意义, 且该装置有一定经济效益, 具有推广价值。

**关键词** PLC; MCGS; 有机肥; 控制系统; 自动化

**中图分类号** S22 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2016)21-222-03

## Design and Realization of Control System of New Organic Fertilizer Conversion Device

ZHANG Yan-li, NIU Guo-ling\*, LIU Zhi-zhong et al (Mechanical Engineering Institute of Jiamusi University, Jiamusi, Heilongjiang 154007)

**Abstract** In order to improve the health and automation of the organic fertilizer conversion device, we proposed a control system of organic fertilizer conversion device, including control function by PLC, data monitoring and querying by MCGS. Experiments and applications showed that the design realized the real-time monitoring of equipment, and had strong maneuverability and high automation. It reduced the living garbage in cities. Use of urban living garbage research had positive significance, and had certain economic benefits. This device had promotion value.

**Key words** PLC; MCGS; Organic fertilizer; Control system; Automation

随着城镇化水平的不断发展, 居民生活水平也在不断提高, 生活垃圾也越来越多, 如何处理这些垃圾成为一个亟待解决的问题<sup>[1]</sup>。常见的生活垃圾处理方法有堆肥、焚烧和填埋等<sup>[2-3]</sup>, 但是这些方式不仅占地面积大而且也会对生态环境造成很大的危害。也有在居民家中处理生活垃圾的方法, 一般采用厨余垃圾发酵桶, 其完全依赖人工手动操作, 过程繁琐, 自动化程度低, 发酵周期长, 过度依靠人力, 有异味产生, 极不卫生且发酵成功率低。华中科技大学武昌分校生物与化学系的张小菊等<sup>[4]</sup>研发了一种利用微生物厌氧发酵处理餐厨垃圾产生沼气的方法; 北京工业大学循环经济研究院的徐鹏等<sup>[5]</sup>对餐厨垃圾在能源生产中的应用与发展进行了研究, 总结了利用餐厨垃圾生产甲烷、氢气、燃料酒精、生物柴油、生物炭等的研究进展。针对目前有机肥转化装置的卫生性和自动化程度, 笔者提出一种基于 MCGS 通用监控系统与 PLC 控制技术相结合的有机肥转化装置控制系统的设计, 以期为我国城市生活垃圾的减量化和资源化利用的研究提供参考。

## 1 有机肥转化装置的功能改进

厨余垃圾发酵桶是市场上现有的有机肥转化装置, 其硬件部分包括桶体、滤网和桶盖。桶体用来承装需要发酵的厨余垃圾, 作为容器; 滤网用来分隔厨余堆肥杂质和堆肥液; 桶盖用来密封, 防止桶内发酵产生的异味散出。厨余垃圾发酵桶处理过程如下: ①材料备好后, 对其进行人工碎块或剥碎处理; ②在厨余发酵桶底部铺上吸油纸或旧报纸; ③在吸油

纸或旧报纸上先均匀地铺一层发酵菌糠, 而后放入适量处理好的厨余垃圾, 在其上面再铺放一层发酵菌糠, 循环此操作步骤, 直至发酵桶装满; ④将盖子盖紧进行密封发酵, 在停止填料的第 7 天, 可以收取桶底的有机肥液, 应 1~2 d 收取 1 次; ⑤第 10~15 天后, 桶内顺利长出白色或偏红色的菌丝, 发酵成功; ⑥第 15~20 天后, 可将桶内发酵物全部倒出作为基底肥埋入土中或封存装袋留作备用。分析该过程后, 发现厨余垃圾发酵桶可以很好地厨余垃圾发酵为固态有机肥和液态有机肥, 但处理过程中缺少灭菌步骤, 厨余垃圾自身携带的病菌会增加发酵的失败率, 若桶盖的密封不理想将会直接导致发酵失败, 浪费时间和资源。为此, 笔者对厨余垃圾发酵桶的功能进行革新设计, 改进后的加工过程如图 1 所示。该设计在厨余垃圾发酵桶原有的功能基础上, 对其进行完善, 加入了灭菌、投菌、控温、采集有机肥液、出固态有机肥和排发酵废气等功能。

## 2 控制系统的设计

**2.1 PLC 主程序设计** 在 DVP-32EH 系列的 PLC 编程软件 WPLSoft 2.41 内进行程序编写及仿真。利用温度传感器采集装置内部温度信息上传至上位机, 通过上位机中相关寄存器的设置也可以对温度上下限、合格温度及各类定时进行设定。对加工过程进行分析后绘制出流程图, 如图 2 所示。

**2.2 MCGS 上位机远程系统软件设计** MCGS 远程监控系统主要由监控和操作控制 2 个部分组成。监控部分包括转化装置的运行状态、装置内部温度及发酵完全提示等。操作控制部分包括粉碎、出料、出液、参数设定及复位。粉碎是用来启动转化装置粉碎机构的按键, 对入料斗内的发酵材料进行粉碎处理, 并将其送至发酵箱; 在发酵计时结束时, PLC 会发出警报信号, 此时单击出料和出液按键是用来启动转化装置中的出料机构和出液机构的, 启动出料机构或出液机构会将发酵箱内的固态有机肥或液态有机肥取出; 参数设定是对该系统内需要设定的粉碎时间、灭菌时间、冷却时间、发酵时

**基金项目** 黑龙江大学生创新创业训练计划项目 (201510222037); 佳木斯大学教育教学研究项目 (2016JL1004); 田间作业装备创新团队 (extd-2013-01); 国家基金青年项目 (61203052); 黑龙江省教育厅科研项目 (12521539)。

**作者简介** 张艳丽 (1974-), 女, 黑龙江巴彦人, 讲师, 博士, 从事农业电气化研究。\* 通讯作者, 副教授, 硕士, 从事农业电气化研究。

**收稿日期** 2016-07-01

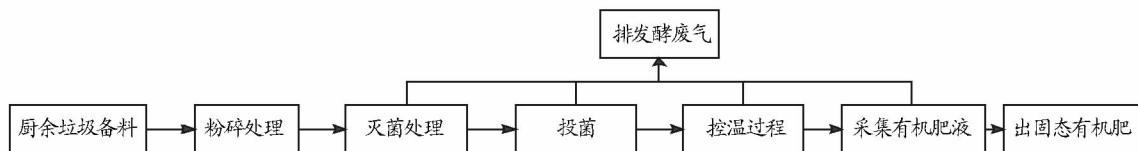


图1 加工过程

**Fig. 1 The machining process**

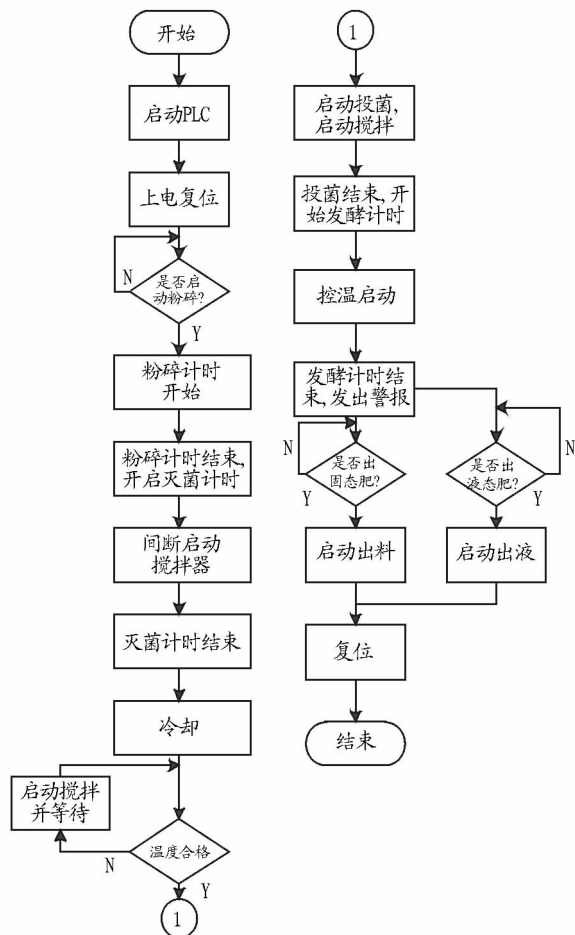


图2 主程序流程

**Fig. 2** The flow chart of main program

ENDIF

图3 监控系统的主界面

**Fig. 3** The main interface of monitoring system

| 设备属性               | 索引   | 注意变量   | 通信名称      | 通信地址 | 增加设备通信 |
|--------------------|------|--------|-----------|------|--------|
| 额定功率: 0.930000     | 0000 |        | 通信名称      |      | 增加设备通信 |
| 额定电压: 220V         | 0001 | 启动     | 启动Y000    |      | 增加设备通信 |
| 额定频率: 50.000000    | 0002 | 灭磁     | 灭磁Y001    |      | 增加设备通信 |
| 额定励磁功率: 5000000    | 0003 | 励磁限制   | 励磁Y002    |      | 增加设备通信 |
| 额定励磁电压: 10000000   | 0004 | 励磁     | 励磁Y003    |      | 增加设备通信 |
| 额定励磁电流: 0.600000   | 0005 | 励磁     | 励磁Y004    |      | 增加设备通信 |
| 额定励磁功率因数: 0.800000 | 0006 | 出料     | 出料Y006    |      | 增加设备通信 |
| 额定励磁功率因数: 0.800000 | 0007 | 冷却     | 冷却Y007    |      | 增加设备通信 |
| 额定励磁功率因数: 0.800000 | 0008 | 冷却     | 冷却Y008    |      | 增加设备通信 |
| 额定励磁功率因数: 0.800000 | 0009 | 加热     | 加热Y012    |      | 增加设备通信 |
| 额定励磁功率因数: 0.800000 | 0010 | 确认检修   | 确认检修Y000  |      | 增加设备通信 |
| 额定励磁功率因数: 0.800000 | 0011 | 选择一    | 选择一Y000   |      | 增加设备通信 |
| 额定励磁功率因数: 0.800000 | 0012 | 选择二    | 选择二Y001   |      | 增加设备通信 |
| 额定励磁功率因数: 0.800000 | 0013 | 选择三    | 选择三Y002   |      | 增加设备通信 |
| 额定励磁功率因数: 0.800000 | 0014 | 选择四    | 选择四Y003   |      | 增加设备通信 |
| 额定励磁功率因数: 0.800000 | 0015 | 选择五    | 选择五Y004   |      | 增加设备通信 |
| 额定励磁功率因数: 0.800000 | 0016 | 通信名称   | 通信名称Y007  |      | 增加设备通信 |
| 额定励磁功率因数: 0.800000 | 0017 | W73    | 通信W73     |      | 增加设备通信 |
| 额定励磁功率因数: 0.800000 | 0018 | W110   | 通信W110    |      | 增加设备通信 |
| 额定励磁功率因数: 0.800000 | 0019 | 励磁电流   | 励磁电流Y000  |      | 增加设备通信 |
| 额定励磁功率因数: 0.800000 | 0020 | 励磁电流   | 励磁电流Y001  |      | 增加设备通信 |
| 额定励磁功率因数: 0.800000 | 0021 | 检修定时   | 检修Y000000 |      | 增加设备通信 |
| 额定励磁功率因数: 0.800000 | 0022 | 复零定时   | 检修Y00001  |      | 增加设备通信 |
| 额定励磁功率因数: 0.800000 | 0023 | 冷却定时   | 检修Y00002  |      | 增加设备通信 |
| 额定励磁功率因数: 0.800000 | 0024 | 发电定时   | 检修Y00003  |      | 增加设备通信 |
| 额定励磁功率因数: 0.800000 | 0025 | 复零定时   | 检修Y00004  |      | 增加设备通信 |
| 额定励磁功率因数: 0.800000 | 0026 | 检修禁止时间 | 检修Y00000  |      | 增加设备通信 |
| 额定励磁功率因数: 0.800000 | 0027 | 检修禁止时间 | 检修Y00001  |      | 增加设备通信 |

图4 设备编辑窗口

**Fig. 4** The equipment editor window

### 3 转化装置的三维仿真及系统测试

### 3.1 转化装置的三维仿真

析,参考相关文献,对该装置进行三维仿真设计,采用的三维软件是 Pro/e,仿真结果如图 5 所示。其中包含入料斗、粉碎机械、灭菌箱、灭菌器、投菌口、发酵箱、滤网、集液箱、排气管、机架、电机支架、电机及螺旋推进器。

预期工作过程:从入料斗上开口投入材料,由下口进入粉碎机械进行粉碎,粉碎后的小块材料落入灭菌箱,待所有材料处理完成,开启灭菌器对材料灭菌,灭菌后冷却,检测内部温度合格后,在投菌口投放适量菌糠,由电机带动螺旋推进器将灭菌箱内的材料与菌糠送至发酵箱,开始发酵过程,在该过程中对内部温度实时监测,温度过低时,开启加热装置,温度达到一定值时,停止升温,将温度始终保持在一个适宜发酵菌的范围内,发酵结束后,由电机带动螺旋推进器将发酵箱内的固态肥取出,打开电磁阀放出集液箱内的液态肥,完成一次加工。

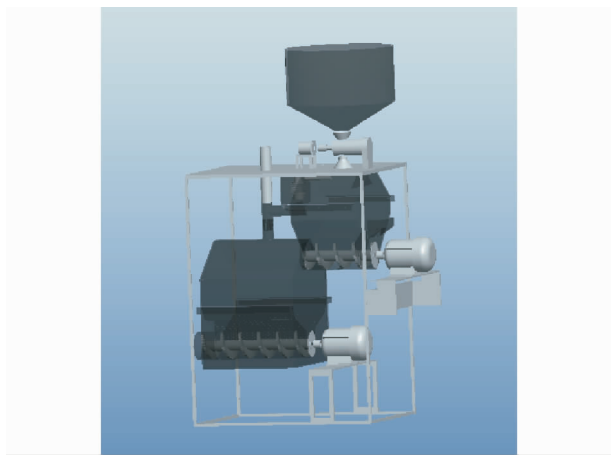


图 5 有机肥转化装置 Pro/e 图

Fig. 5 The Pro/e diagram of conversion device of organic fertilizer

**3.2 系统调试** 有机肥转化装置控制系统包括电气部分(图 6)和程序部分,电气部分包含空气开关、24 V 直流稳压电源、DVP-32EH 系列 PLC、昆仑通态触摸屏、温度传感器、中间继电器及若干导线;程序部分包括 PLC 的梯形图程序和 MCGS 组态软件程序。

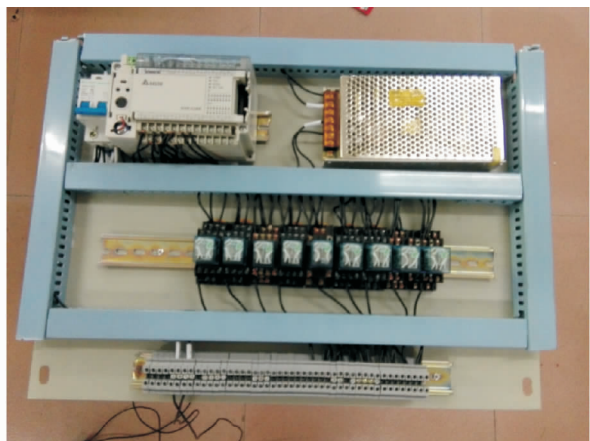


图 6 电气部分

Fig. 6 Electrical component

调试步骤如下:第 1 步,接通电源,打开急停开关;第 2

步,检查 PLC 和触摸屏的得电情况;第 3 步,在触摸屏上点击“进入”,从开机界面跳转至主界面,在主界面内点击“参数设定”跳转至参数设定界面,对参数进行设定,灭菌定时、冷却定时、合格温度、发酵定时分别输入 10、2、37、15,点击“保存数据”后,点击“返回上一层”。参数设定界面如图 7 所示;第 4 步,点击粉碎,弹出粉碎定时窗口,设定数值后,点击确认,弹出投菌量选择窗口,确认后,窗口自动关闭,此时对应流程图,查看 PLC 的 I/O 指示灯和主界面内各工序对应的指示灯点亮的顺序;第 5 步,在发酵定时即时结束后,在主界面内会显示“出料”、“出液”和“复位”,点击“出料”和“出液”会进行出料和出液动作,相应指示灯会亮起,点击“复位”后,触摸屏会跳至开机界面;第 6 步,关闭空气开关,停止供电;最后,切断电源,系统调试完成。在有机肥转化装置运行试验过程中,遇到了许多需要注意的问题,在解决问题中也完善了设计上的不足之处,运行试验结果表明,有机肥转化装置控制系统设计方案具有可行性。



图 7 参数设定界面

Fig. 7 Interface of parameter setting

#### 4 结论

生活垃圾处理已经成为现代社会面临的重大挑战,作为一种可再生能源,如何将其资源化、合理化利用已成为社会热点话题。目前,现有的生活垃圾处理设备功能简单,操作过程繁琐,依赖大量人力,且不卫生,而该研究设计的新型有机肥转化装置的控制系统提高了现有设备的卫生性和自动化程度,其应用了 PLC 和 MCGS 组态软件相结合的高级技术,对现有设备进行革新改进,加入了新的功能,可操作性强,操作简单,且运行稳定。该系统设计成功,对我国城市生活垃圾的减量化和资源化利用的研究有着积极意义,具有一定经济效益,可大面积推广。

#### 参考文献

- [1] 李凤美. 生活垃圾产生的沼气发电之经济分析[J]. 中国集体经济, 2016(7): 9-10.
- [2] 李化山, 于光辉, 李诗刚, 等. 餐厨垃圾与园林植物废弃物混合堆肥工艺研究[J]. 安徽农业科学, 2014, 42(28): 9745-9748.
- [3] 钱栋. 城市生活垃圾焚烧处理及其污染控制研究[J]. 安徽农业科学, 2015, 43(9): 261-263.
- [4] 张小菊, 李横江, 杨娟, 等. 餐厨垃圾厌氧发酵产沼气的初步探究[J]. 湖北师范学院学报, 2015, 35(1): 96-99.
- [5] 徐鹏, 穆献中. 餐厨垃圾在能源生产中的应用与发展[J]. 重庆大学学报, 2016, 36(5): 12-16.
- [6] 王云刚, 陈文燕. 基于 MCGS 和 PLC 的水位自动控制系统设计[J]. 测控技术, 2014, 33(1): 96-98.