

栽培基质车间生产加工装备及监控系统的设计

安亚群, 许东来, 崔爱军, 王新雷, 刘原 (北京工业大学机械工程与应用电子技术学院, 北京 100124)

摘要 [目的] 解决农林废弃物数量庞大治理困难的问题, 实现农业废弃物无害化处理的全程自动化监控, 实现资源高效化利用。[方法] 设计 FPJ-A 型翻抛机械装备, 并对物料的翻抛作业过程、基质发酵过程、工艺参数监测过程以及根据采集的工艺参数值实现实时响应的控制过程的各组态功能软件进行设计。[结果] FPJ-A 型翻抛机综合了滚筒式与链板式翻抛机的优势, 并且在翻抛机的传动系统、防护系统以及换槽作业方面作出了较大的改进, 使其性能大幅度提高; 同时设计了能实现智能控制物料的发酵工艺参数, 并能自动定位堆体、自动调整翻抛的速度、深度、位置的控制系统。[结论] 实现了基质发酵过程中各动态工艺参数的精确控制, 物料分布均匀的工艺目标; 保障了产品质量实现了基质车间连续生产的全程自动监控。所设计的人机界面友好, 便于操作。

关键词 翻抛机; 栽培基质; 无线控制; 系统

中图分类号 S126 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2015)13-339-03

Design of a Shop Production Equipment and Monitoring System of Cultivation Medium

AN Ya-qun, XU Dong-lai, CUI Ai-jun et al (College of Mechanical Engineering and Applied Electronics Technology, Beijing University of Technology, Beijing 100124)

Abstract [Objective] To solve a large number of agricultural and forestry waste and management difficulties, realize automatic monitoring of harmless treatment, and resource high-efficient utilization. [Method] FPJ-A compost turner equipment was designed, the turning process, matrix fermentation process, technical parameters monitoring process, and functional software for realizing real-time response control process according to collected technical parameters were designed. [Result] FPJ-A compost turner combined the advantages of drum type and chain plate turning machine, and made improvement of transmission system, protection system, which can significantly improve its performance. The fermentation technical parameters for intelligent control of material, and control system of automatic positioning, automatic adjustment of pile turning speed, depth, location were designed. [Conclusion] This system realizes the technology target of the dynamic technical parameters controlled accurately and equally distributed during the fermentation, and achieves the automatic monitoring of the production plant for substrate continuous production, and guarantees high-quality product. The designed man-machine interface is friendly, easy to operate.

Key words Compost turner; Cultivation medium; Wireless control system

农林废弃物是农业和林业生产与加工过程中的副产品, 数量巨大, 可再生、可生物降解、对环境友好, 是重要的生物质资源, 主要有树皮、果壳、锯末、秸秆、蔗渣等^[1]。目前我国正面临农林固体废弃物数量庞大治理困难的难题, 过去焚烧一直是人们处理农林废弃物的主要方式, 这种处理方式污染环境, 同时还造成了资源的严重浪费。而利用农作物秸秆及其他废弃物生产有机肥或者无土栽培基质等发酵物料, 是农林废弃物无害化处理与资源高效化利用的重要途径^[2]。

物料发酵过程需要实时监测温度、水分等工艺参数, 在此过程控制方面, 我国大都是工人依靠平时积累的经验, 人工控制翻抛、通风等操作工艺, 故误差大, 不能实时监控。基质的参数直接影响到产品质量的好坏, 所以基质发酵过程的参数控制非常重要^[3]。而在农林废弃物生产处理方面美国、德国等发达国家投入大, 发展快, 生产工艺和技术装备均已比较成熟, 正向大型化、智能化方向发展^[4-5]。

为实现综合考虑翻抛作业过程、基质发酵过程、工艺参数监测过程以及根据采集的工艺参数值进行实时控制过程, 设计了 FPJ-A 型翻抛机及其监控系统, 该系统可实现工艺参数实时监测, 并通过 PLC 控制翻抛机动作, 极大地提高了产品品质。

1 总体设计方案

利用无线传感器网络技术实现对发酵槽中栽培基质水分、温度、含氧量的实时监测, 通过远程控制模块, 辅助继电

器实现整车控制(翻抛车的前行、后退、翻抛、升降)。通过加工机械和监测装置对基质的均匀化搅拌、翻抛、喷雾、干风通风、供氧等工艺及监测措施, 调节基质的温度、水分含量和通风供氧量, 使各动态工艺参数分布均匀, 保障产品的品位及质量。

针对系统功能需求, 将系统分为以下几个模块: 槽式翻抛装置设计、翻抛机传动系统设计、基质信息采集与监测模块、控制系统模块(图 1)。

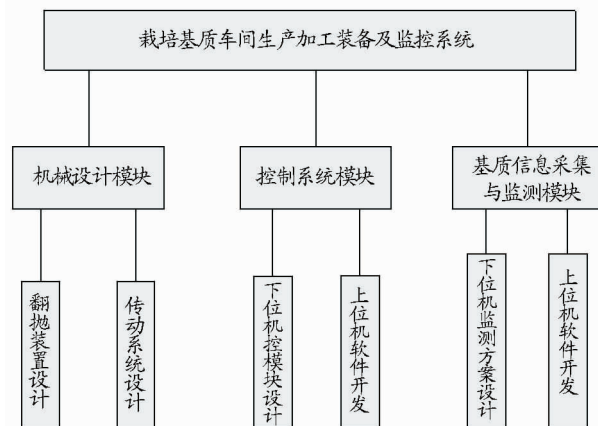


图 1 系统总体组成

2 FPJ-A 型翻抛机设计方案及结构特点

2.1 翻抛机设计方案 翻抛机是整个栽培基质发酵过程中的核心设备, 主要用于物料的打散、翻抛、转移、输送, 目的是使物料与空气充分接触, 提高物料分解率。其直接决定了生产过程的机械化水平。

目前国内外的翻抛机从发酵方式来分主要有槽式、条板式和反应器式 3 种。槽式发酵系统的温度、湿度过程自动化控制效果较好,适应我国的国情,是发展的主要趋势^[6]。从翻抛装置来分主要有滚筒式、链板式、螺旋搅拌式,滚筒式与链板式应用最为广泛。

滚筒式翻抛机的优势在于对物料的攫取能力、破碎能力强,有利于物料之间的横向搅拌混合,结构简单,维护方便。链板式翻抛机的长处在于物料能在空气中停留较长时间,可与空气充分接触,有利于物料的充分发酵^[7]。螺旋搅拌装置行程大,会造成较大的车身震动^[8]。FPJ—A 型翻抛机设计方案正是在综合滚筒式与链板式优点的基础上提出的。

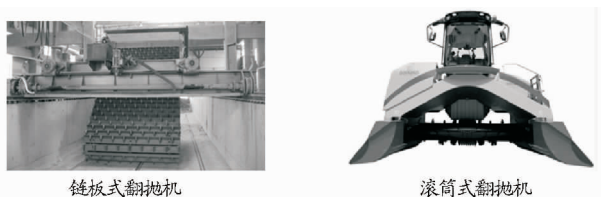


图 2 两种主要的翻抛机结构形式

2.2 FPJ—A 型翻抛机主要技术参数和栽培基质参数

翻抛机主要参数	数值
行进速度 // m/min	5
滚筒长度 // mm	1 800
滚筒直径 // mm	400
滚筒可调最大高度 // mm	600
链板长度 // mm	2 000
处理堆积物(基质)能力 // m ³ /h	500
整车重 // kg	2 700
系统压力 // MPa	16
发酵槽内栽培基质参数	数值
基质堆积高度 // m	2.0
基质堆积宽度 // m	2.0
基质容重 // g/cm ³	0.5

2.3 FPJ—A 型翻抛机结构特点

2.3.1 工作原理与结构。FPJ—A 型翻抛机在链板前方通过支架连接翻抛滚筒,链板与滚筒通过液压缸实现升降。翻抛作业时,物料在被链板翻动之前先经过滚筒的横向搅拌,这样可以达到更好的翻抛、搅拌效果。解决了链板式翻抛机翻抛效果好,但无法实现物料之间的横向搅拌混合;滚筒式翻抛机横向搅拌混合效果好,但搅拌深度浅的问题。

2.3.2 传动系统。在农用机械中,翻抛装置大都采用链传动的方式,传动效率低,传动装置庞大复杂,行走系统一般由电机驱动。该设计的动力传动由变频电机带动液压泵转动,液压油进而被带动进入各个液压马达以及液压缸,4 个行走轮的动力、翻抛滚筒以及链轮的转动均由液压马达带动,液压缸实现滚筒升降。液压传动效率高,传动较平稳,可实现无极调速,也可以为整机设计提供方便。

2.3.3 换槽作业。目前大都采用移行车或者铺设轨道的办法换槽,增加生产成本的同时并没有带来便利,该设计在每对轨道行走轮的前方都装有可伸缩的地面行走轮,这样可避

免借助辅助设备换槽带来的种种麻烦,利用自动更换车轮的方式来实现在地面上的行走。翻抛作业时,地面行走轮收缩,轨道轮发挥作用,需要换槽时,地面行走轮伸出,可在地面任意行走。

2.3.4 防护系统。在链板前端底部装有 2 个对称的支撑转向轮,链板两侧对称装有两对导向轮,导向轮的弹性与旋转可以防止链板在工作过程中与槽壁的挤压、摩擦。

2.3.5 自动化程度。采用半自动化设计,链板前端底部装有 2 个对称的支撑转向轮,工作时驾驶人员通过方向盘控制整车转向,操作灵活,运转方便。

3 栽培基质信息采集与监控系统设计

实际操作时,翻抛机在发酵槽上不断移动、翻抛,要求现场不能有过多的电缆、导线暴露在外,因此采用无线传感器网络数据传输,利用温度传感器、水分传感器对基质进行信息采集,可精确反应基质发酵过程中的参数变化,通过上位机监测平台显示实时数据变化,PLC 辅助继电器控制翻抛机的各种动作,调节肥料温度、水分含量和通风供氧量。此种传输方式经济、高效,抗干扰性强。

3.1 监控系统基本组成 下位机由温度水分采集模块、主控模块、无线通讯模块、显示模块、电源模块等部分组成;上位机包括无线模块、串口通讯模块、温度水分显示模块以及数据存储模块等组成。选用组态软件实现上位机功能,人机界面友好,方便操作^[9]。

硬件系统包括:土壤水分传感器、土壤温度传感器、氧分析仪、RS485 集线器、Zigbee 发送模块、Zigbee 接收模块。

3.2 数据采集与监控系统 由于系统监测范围小,监测站点多,因此选择适合于多个传感器之间通信的 ZigBee 协议,可靠而且经济^[10]。在系统设计中选择众多传感器节点密集部署于监控区域,通过温度传感器、水分传感器采集温度、水分信号,用氧分析仪测量基质的含氧量,来实现全程监控。整个系统覆盖 300 个监测点,共 5 个发酵槽,每个发酵槽有 50 个温度监测节点,10 个水分监测节点。由数据采集模块处理现场传感器数据,处理后的数据通过串口传送给 Zigbee 发送模块,Zigbee 发送模块通过 Zigbee 网络上传给 Zigbee 接收模块,接收模块通过以太网上传到上位机。系统结构如图 3 所示。

控制系统主要核心模块选用高可靠性的 PLC 模块,系统的喷雾、鼓风、翻抛功能均采用变频器进行速度控制,喷雾、鼓风等辅助设备均安装于翻抛机上,滚筒的旋转,链板升降,链轮以及行走轮的旋转均由 PLC 输出信号控制。PLC 控制过程如图 4 所示。

每个发酵槽均有 5 个断面,每个断面内都装有温度传感器与水分传感器,将横向的 5 个断面中的传感器都连接到一起再连接采集器、集线器以及 Zigbee 构成一个总断面,每个这样的总断面连接一个控制柜,控制柜接线图如图 5 所示。

3.3 组态软件的开发 设计要求通过组态软件可以获得栽培基质发酵过程中的主要工艺参数数值,并根据数值得到实时变化曲线,同时上位机根据接收到的数据自动控制通风装

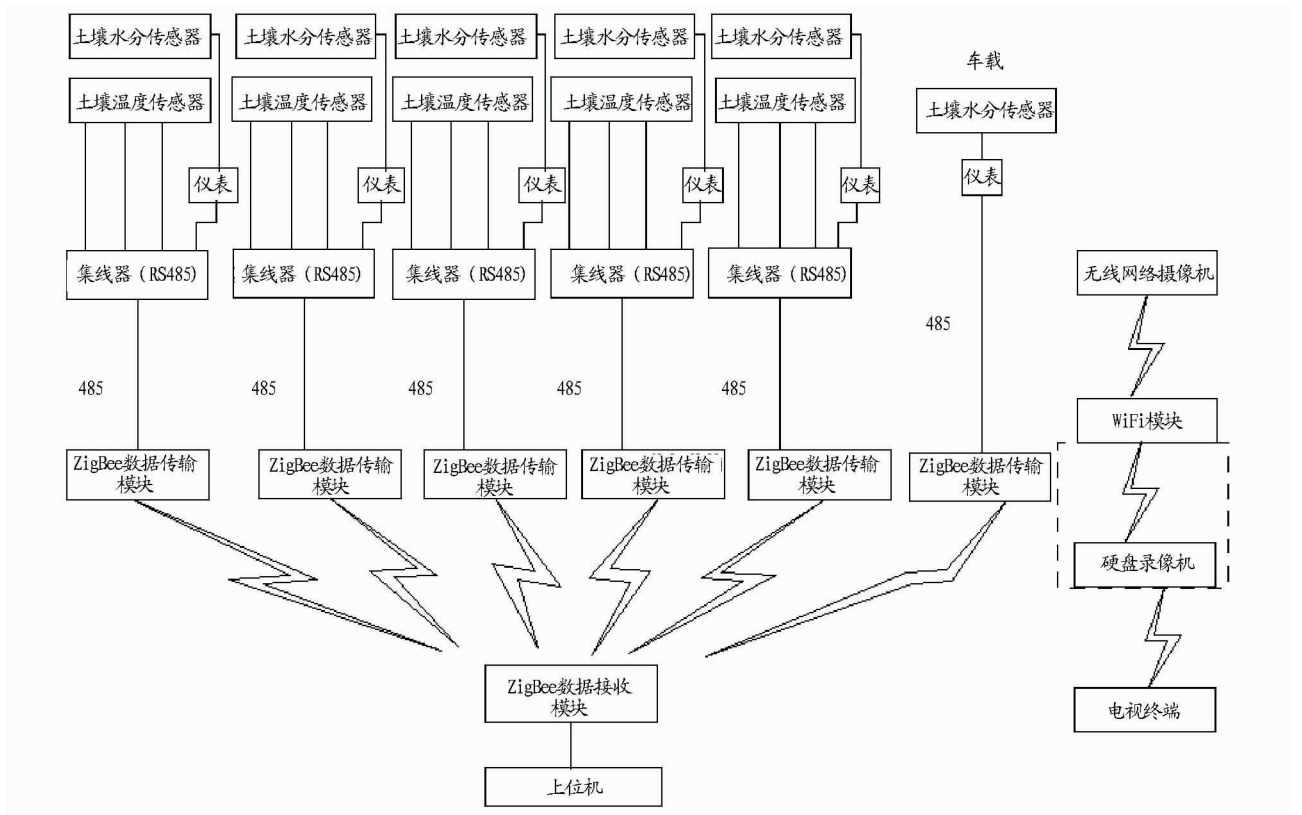


图3 系统结构示意图

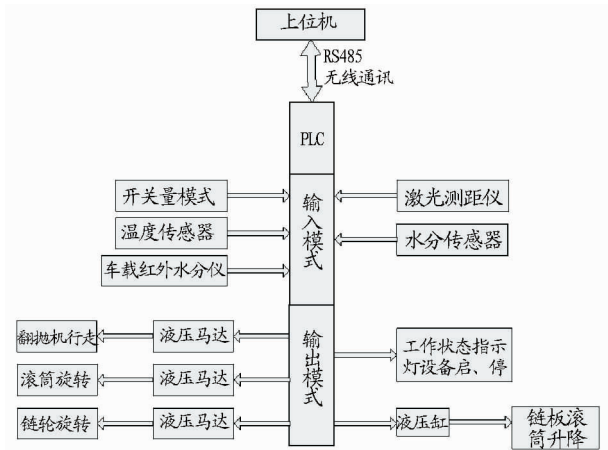


图4 PLC控制示意图

置、喷雾装置以及翻抛机的前进、后退、翻抛、升降等动作。

由图6可以看出,计算机界面上有各个组态功能键。点击监测界面按键,进入实时监控的界面(图7)。

由图7可知,发酵槽内的物料总共有3种用途,即用于培育花卉或者果树的基质或者直接施与土壤用作肥料。开启车间控制系统之前,首先选择物料的种类,1~5号发酵槽中分别放有不同种类的物料,点击启动后,系统进入发酵过程,待发酵结束后,对翻抛机可选择暂停或者复位动作,点击进料或出料按钮可控制运输机的进料、出料动作。此画面可以显示监测到的温度数据以及水分数据,点击每个断面均可生成一张数据报表,并生成曲线,每一时刻数据都不同,温度高于50℃数据会呈红色显示,并会产生报警。数据报表如图8所示,报警界面如图9所示。

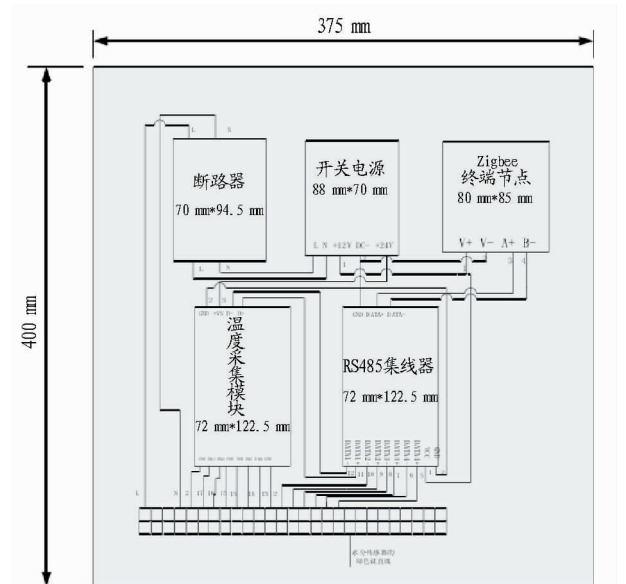


图5 控制柜接线图

4 结束语

FPJ-A型翻抛机综合了滚筒式与链板式2种翻抛机的优势,并且在翻抛机的传动系统、防护系统以及换槽作业方面作出了较大的改进,解决了传统翻抛作业的搅拌均匀性和粉碎性差、生产效率低、劳动强度大、作业成本高等诸多问题。并且将翻抛机与堆肥智能发酵系统相结合,研制了一种能实现智能控制物料的发酵工艺参数、并能自动定位堆体、自动调整翻抛的速度、深度、位置等功能的加工机械装备系统,在我国的农业生产方面具有较大的意义。

(下转第346页)

字描述,比如“边界有误”、“生成用途错误”等;另外,还可以添加1张或多张现场照片,用以辅助说明现场情况。核查信息上传至农用地核查服务的同时,也被保存在移动端中,方便随时查看和修改核查记录。

2.3 农用地核查记录查看 核查员需要查看核查记录时,可以根据核查人与核查日期快速定位到感兴趣的核查记录项;查看详细信息时,地图快速定位至记录的农用地块,并显示包括文字、图片在内的多媒体等核查具体信息(图3)。



图3 记录查看

3 小结

随着“智慧城市”和“智慧农业”等的建设,物联网和移动互联网的迅猛发展,数字化信息无处不在,也对农业工作者提出了更高的要求,应当利用先进的移动互联网、GIS技术提高农用地现场核查效率。笔者将移动互联网技术与农业结合,提出了一套移动端农用地现场核查系统,阐述了系统中的离线数据加密、压缩、核查记录采集和核查记录展示等关键技术。最后,在Android平台上进行了实现,成功应用于上海市浦东新区农用地信息化管理系统中。

参考文献

- [1] 杨艳梅,王泽根. 移动地图理论基础研究[J]. 四川测绘,2007,30(4): 159-163.
- [2] 周侗,龙毅. 我国近期移动地图与互联网地图发展综述[J]. 地理与地理信息科学,2012,28(5):1-5.
- [3] 刘胜前,陈立定,任志刚. 基于Android移动平台和GPS应用服务研究[J]. 信息技术,2012(1):82-85.
- [4] 赵雪梅. AES加密算法的实现及应用[J]. 常熟理工学院学报,2010,24(2):105-110.
- [5] 辛靖,白丽娜,刘占敏. 一种适用于移动在线地图数据的精简方法[J]. 军事交通学院学报,2014(2):86-90.
- [6] 刘爱龙. 地图数据网络分发中数据压缩与加密技术的研究[D]. 郑州:解放军信息工程大学,2005.

(上接第341页)



图6 系统示意图

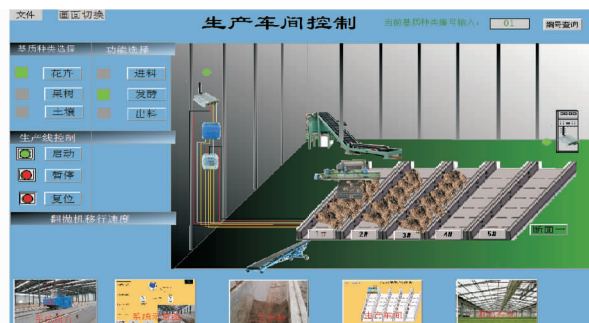


图7 生产车间控制界面



图8 数据报表



图9 报警界面

参考文献

- [1] 田蓓. 农林废弃物环保型基质再利用研究进展与展望[J]. 土壤通报, 2011,42(2):497-502.
- [2] POINCELOT R P. Scientific Examination of Principles and Practice of Composting[J]. Compost Science,1974,15(2):24-31.
- [3] SZANTO G L, HAMELERS H, RULKENS W H, et al. $N_h < Sub > 3, N < Sub > 2 > O$ and $Ch < Sub > 4$ Emissions During Passively Aerated Composting of Straw-Rich Pig Manure[J]. Bioresource Technology, 2007, 98(14):2659-2670.
- [4] TIQUIA S M, TAM N, HODGKISS I J. Effects of Turning Frequency On Composting of Spent Pig-Manure Sawdust Litter[J]. Bioresource Technology, 1997,62(1):37-42.

- [5] O' BRIEN J R. The Flexible in-Vessel Composting System[J]. Wastes Utilization,1997,4(1):20-33.
- [6] 马学良. 养殖场条垛堆肥翻堆设备发展趋势分析[J]. 中国家禽,2010,32(6):8-11.
- [7] 樊洁,王亚东,左淑珍. 生物有机肥翻堆设备的现状与发展[J]. 农业机械,2007(4):52.
- [8] 张华,李秀金,蔡璐平. HC-01深槽式螺旋搅拌堆肥装置的研制[J]. 农机化研究,2008(3):222-225.
- [9] 欧金成,欧世乐,林德杰,等. 组态软件的现状与发展[J]. 工业控制计算机,2002(4):1-5.
- [10] 张芸薇. 基于ZigBee无线传感网数据采集的设计与实现[D]. 大连:大连理工大学,2007.