

基于 HMI 的污泥存储输送处理系统设计*

陈升辉, 饶宾期, 胡青海, 于乐堃

(中国计量学院 机电工程学院, 浙江 杭州 310018)

摘要: 为了解决污泥存储输送困难和自动化程度低的问题, 同时从友好人机交互考虑, 提出利用单片机控制滑架送料装置, 以实现自动破拱的目的; 同时利用串口, 使触摸屏实时更新系统信息。料仓工作时, 单片机能及时判断污泥是否起拱并处理, 并在触摸屏上显示料仓内物料的高度, 为方便用户使用还提供了自动与手动处理模式, 污泥存储输送处理系统通过自动化处理, 使料仓整体耗能减少且工作稳定, 确保污泥能在不起拱的情况下被稳定输送。

关键词: 污泥处理; 人机界面; 破拱装置; 控制系统

中图分类号: TS64

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2013)24-0094-04

Design of sludge storage conveyor treatment system based on HMI

Chen Shenghui, Rao Binqi, Hu Qinghai, Yu Lekun

(College of Mechanical and Electrical Engineering, China Jiliang University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: In order to solve the difficulties of sludge storage and transportation and the problem of low degree of automation, while taking the friendly human-computer interaction into consideration, we come up with using the automatic controlling micro-controller carriage feeding device so as to achieve the purpose of broken arch. While using the serial port, we make the touch-screen update the system information in real time. When the silo runs, the system can judge whether the sludge bags in time and display the material height in the material silo on the touch-screen, and it also provides automatic mode and manual mode for the users. Through automation, sludge storage conveyor treatment system reduces the energy consumption of silo overall and it works stably ensuring that the sludge can be transported stably in case of not bagging.

Key words: sludge treatment; human machine interface; arch breaker; control system

随着我国城市化进程的加快, 城市污水污泥急剧增加。2012 年底, 广东省各地级以上市城镇生活污水处理厂污泥无害化处理处置率达到 80% 以上; 到 2015 年, 全省要达到 100%。可见污泥处置的压力将会不断加重, 如何合理存储输送污泥成为一个需要迫切解决的问题^[1-2]。

污泥是污水处理后的产物, 是一种由有机残片、细菌菌体、胶体等组成的非均质体。污泥的主要特性是含水率高(可高达 99% 以上), 有机物含量高, 容易腐化发臭, 并且颗粒较细, 比重较小, 呈胶状液态。它是介于液体和固体之间的浓稠物, 可以用泵运输, 但它极易在大量输送时产生“起拱”现象。现今的物料输送系统, 由于料仓是封闭的, 工作人员无法准确判断污泥是否起拱, 只能一直开启破拱装置与搅拌装置, 无法实现稳定节能

输送的目的。本文采用的基于人机界面(HMI)的污泥存储输送处理系统采用专门检测起拱传感器和实现破拱的物料输送装置, 使大范围的起拱现象得到解决, 并且采用触摸屏通信, 使工作人员能及时了解料仓的内部情况^[3]。

1 系统总体设计

如图 1 所示, 总体系统包括料仓体处理、传感器检测、触摸屏显示和单片机控制几部分。料仓体处理部分包含对污泥的机械处理部分, 主要是驱动滑架送料装置的液压油泵和驱动螺旋输送机的变频电机等; 传感器检测部分选择超声波传感器作为料位检测传感器和出料口检测传感器, 并选择霍尔传感器作为破拱装置的极限检测传感器; 触摸屏显示部分主要为实现用户与系统的信息交互; 单片机控制部分负责所有传感器的检测处理以及与触摸屏的串口通信, 并根据用户的要求控制料仓

* 基金项目: 浙江省公益技术研究工业项目(2011C21032)

应用奇葩

Example of Application

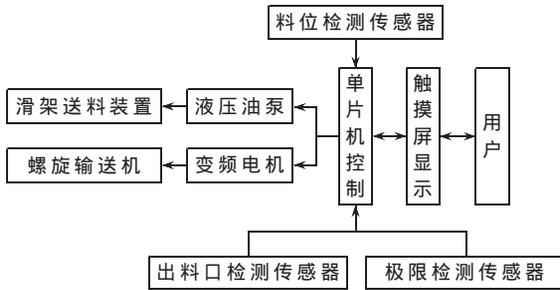


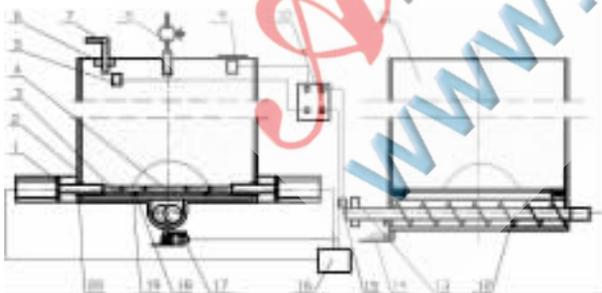
图1 系统框图

体处理污泥。

2 硬件框架

2.1 料仓体处理部分的设计

硬件设计包含料仓体、滑架送料装置和螺旋输送机。料仓体为圆柱形平底,可提高料仓的强度及降低料仓高度,结构示意图如图2所示。根据当前污泥料仓存在的问题及污泥特点对料仓进行优化设计,优化部分主要如下:(1)滑架由原先的滑动摩擦改为滚动摩擦。原先装置的滑架为直接设置在料仓的导轨上,优化后的滑架送料装置包括滑架、导轨、液压动力组件、滚轮、滚轮罩、填料套及密封件,在滑架下方设置滚轮,使滑架由原先的滑动变为滚动,大大减小滑架所受到的摩擦力及驱动滑架的液压。同时在滚轮四周设置有密封罩,滚轮罩滑动时会将导轨上的污泥清扫干净,使得滚轮滚过的导轨为干净光滑的导轨,减小滚轮的摩擦力。在滚轮上采用动密封,可有效防止污泥及粉尘进入滚动副中,提高滑架工作可靠性;(2)螺旋输送由单螺旋改为双螺旋输送,双螺旋叶片之间互相挤压剪切,可有效解决单螺旋输送时污泥等高粘度物料粘结在螺旋叶片上的问题^[4]。



1. 液压动力组件 2. 料仓体 3. 导轨 4. 滑架 5. 有害气体检测传感器 6. 排气装置 7. 排气孔 8. 输入污泥泵 9. 料位检测传感器 10. 单片机控制器 11. 污泥 12. 螺旋输送机 13. 电机 14. 输送带 15. 变频器 16. 滑架控制系统 17. 出料口检测传感器 18. 滚轮 19. 滚轮罩 20. 填料套

图2 污泥储存输送系统结构示意图

2.2 传感器的选择

2.2.1 超声波传感器

本系统采用超声波模块 HC-SR04 作为物料高度传

感器以及出料口传感器。系统设置超声波传感器的工作频率为 38 kHz, 以此获得较好的指向性。考虑到环境温度对超声波传播速度的影响, 通过温度补偿的方法对传播速度予以校正, 以提高测量精度。

图3为超声波接收电路图, 超声传感器的发射部分由单片机与硬件同时完成, 38 kHz 发射波形可由 NE555 产生, 然后由单片机调制成脉冲串(持续 0.3 ms, 间隔 1 s)^[5]。

2.2.2 霍尔传感器

本系统采用霍尔传感器作为滑架送料装置左右极限的检测, 为了实现滑架送料装置的自动化控制, 需要传感器确定滑架来回的极限位置, 同时由于料仓内环境恶劣, 需要传感器保证一定的防腐蚀能力。综合上述考虑, 采用工业无压型霍尔传感器 1pcs 来增强检测的范围和可靠性, 图4所示为霍尔传感器的安装位置。

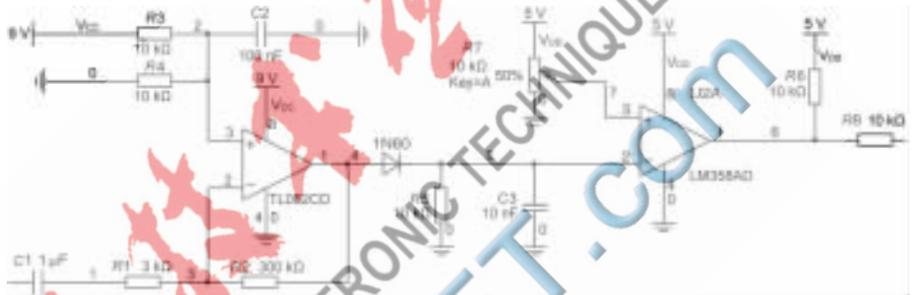


图3 超声波接收电路图

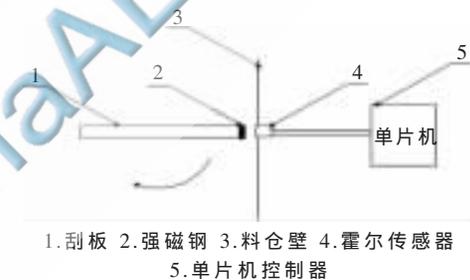


图4 霍尔传感器安装位置

2.2.3 继电器模块

在整个系统控制中, 当破拱时, 需要启动滑架送料装置, 即需要控制外部液压油泵随之动作。在本系统中, 通过继电器来控制油泵的前向出油与反向出油。由单片机和继电器控制油泵的前向进油和反向退油, 从而实现控制滑架送料装置的前进和后退。

3 控制系统设计

整体控制系统以单片机 STM8S208CB 控制器作为核心, 主要是对触摸屏软件和控制器软件进行设计。触摸屏软件设计以动画效果制作和与单片机之间的通信为主。控制器软件的设计主要以自动模式的设计和手动模式的设计为主。两者之间通过 RS232 串口进行通信, 规定两者间的通信协议, 即可使两者实现有效的通信。

3.1 触摸屏软件设计

人机交互 (Human Machine Interface) 采用迪文触摸屏 DMG80600K080_01W。通过控制迪文触摸屏串口命

应用奇葩

Example of Application

令,使图片来回切换以实现页面动画效果。当按下不同的按键时,迪文触摸屏通过串口发送一段软件设定的命令给控制器。同时它也随时接收来自控制器的命令,并将其经过软件处理后,快速显示在触摸屏上。自定义命令的格式及含义如表 1 所示。

表 1 自定义命令的格式及其含义

编号	命令	含义
1	AA, 78, 00, CC, 33, C3, 3C	转到第二页
2	AA, 78, 01, CC, 33, C3, 3C	自动模式
3	AA, 78, 02, CC, 33, C3, 3C	手动模式
4	AA, 78, 03, CC, 33, C3, 3C	油泵前进
5	AA, 78, 04, CC, 33, C3, 3C	油泵后退

3.1.1 动画效果的实现

为了实现较好的人机交互,当物料高度发生变化时,在触摸屏上,料仓内部以颜色的变化提示用户污泥的高度变化。首先,以原始的界面复制 6 张一样的界面,并将物料的高度六等分。将第一张界面命名为 0%,而第二张界面命名为 20%,并从底部开始,将料仓高度的 20%以深颜色涂黑,以此类推,分别命名为 40%、60%、80%和 100%,料仓高度颜色的涂黑程度也以此类推。当检测到物料高度为 0 时,显示 0%的界面,检测到物料高度为 0~20%时,显示 20%界面,以此类推。当污泥高度发生变化时,界面快速变化,通过人眼的视觉效应,使人眼产生动画的效果^[6]。

3.1.2 触摸屏界面设计

为了满足系统设计的要求,触摸屏上界面分为开始界面和工作界面。开始界面为介绍系统信息部分,上面包括料仓 3D 图形以及系统名称,同时包括有一个进入工作界面的按钮。

工作界面如图 5 所示,内含 4 个按钮(分别为自动模式按钮、手动模式按钮、油泵前进按钮和油泵后退按钮)以及一个对话框和一个返回开始界面按钮。按下不同的按钮,触摸屏都会通过串口发送相应的命令串给单片机,由单片机返回的命令串决定触摸屏不同的显示效果。在对话框中则会显示一些系统运行的信息提示,如当下的模式、物料的高度等。



图 5 工作界面

3.2 控制器软件设计

控制器采用 STM8S208CB 作为系统的核心,控制器不仅负责外部传感器的数据检测以及数据的综合处理,还负责将数据传递给触摸屏,以实现触摸屏页面信息的实时更新,同时随时接收触摸屏的命令。在软件中还加入了看门狗,当出现单片机死机时,复位单片机,并且关闭所有的外部可控设备,降低出现故障的可能性。

3.2.1 污泥自动模式

当按下自动按钮进入自动处理污泥模式时,在对话框中显示现在正处于自动模式。此时开启螺旋输送机,不停地将污泥搅拌后,输送出去。计算出料口传感器到料仓输出口之间的距离,通过软件设置,当该距离在系统设定距离范围之内时,判定为污泥正在被输送,即料仓内部没有出现起拱现象。料位传感器在选择自动模式后,就会不停地测量物料的高度,同时将物料的高度实时显示在对话框中,并根据测量的料高显示动画效果。

当污泥正处于起拱状态时,滑架送料装置开始工作,即油泵驱动的刮板开始前后动作。当滑架送料装置刚开始运行时,默认先使刮板前进,同时使油泵前进按钮呈现凹进效果,油泵后退按钮呈现突起效果,当其到达前进极限,使油泵前进按钮突起,油泵后退按钮凹进,直到后退到达后退极限时,对应的按钮效果再反转。一旦出料口超声波传感器检测到有物料从输送口送出时,则关闭滑架送料装置,并使油泵前进按钮和油泵后退按钮都突起,以节约电能。

3.2.2 软件流程图

系统软件流程图如图 6 所示。

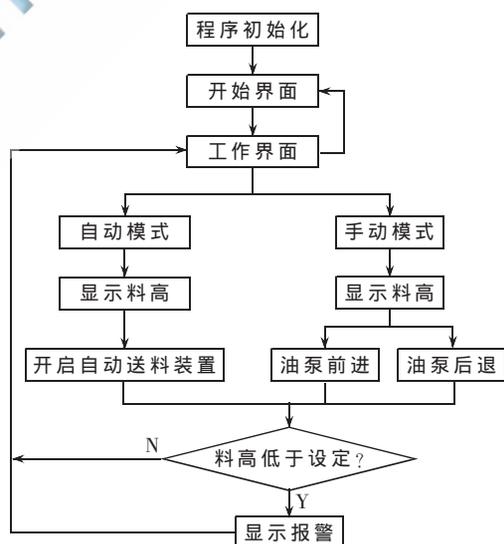


图 6 系统软件流程图

4 试验效果

在电源输入端安装三相电能表,分别在 1 个月内抽取 7 天进行实验。在进行实验时,由提升机不断地对料仓进行污泥加料,在出料口使用固定的容器存储料仓处理后的污泥,以便计算处理的污泥体积,在测量完成后,

欢迎网上投稿 www.pcachina.com 103

应用奇葩

Example of Application

计算出当天的电能消耗与每小时消耗功率。由表 2 实验数据可知,本系统设计的污泥存储料仓的每小时消耗功率为 3.33 kW,而同等规格污泥料仓处理相同体积污泥,由于需要不停地破拱与搅拌,每小时消耗的功率为 4.5 kW~5.5 kW,由上可知本系统的污泥存储输送料仓具有节能的效果。

表 2 实验数据

序号	试验时间/h	处理污泥/t	总电能消耗/kWH	每小时消耗功率/kW
1	4	35.3	12.8	3.20
2	6	52.7	19.9	3.30
3	4	35.2	12.7	3.17
4	4	34.7	13.2	3.30
5	5	43.6	16.1	3.22
6	4	34.8	13.5	3.37
7	5	44.1	15.0	3.00

通过对污泥料仓的优化设计,使污泥能得到有效的存储和输送。由于对污泥起拱的自动化判断,使污泥在储存输送时的效率大大提高,相应地使消耗的能源大大减少。由于触摸屏的使用,使系统与用户之间的人机交

互友好性得以提高。随着社会的快速发展,污泥的处理压力正在慢慢加大,相信通过不懈的努力,会使社会变得更加清洁与舒适。

参考文献

- [1] 余杰,田宁宁,王凯军.我国污泥处理、处置技术政策探讨[J].中国给水排水,2005,21(8):84-87.
- [2] 李艳霞,陈同斌,罗维,等.中国城市污泥有机质及养分含量与土地利用[J].生态学报,2003,23(11):2464-2474.
- [3] 申建平.含油污泥的处理与利用[J].油气田环境保护,1994,4(3):16-20.
- [4] 吴菊珍,杜涛.污泥处理移动装置工艺研究[J].成都电子机械高等专科学校学报,2005(1):16-19.
- [5] 华亮,堵俊,吴晓.新型高精度一体反射型超声波传感器测距系统研制[J].仪表技术与传感器,2008(4):80-86.
- [6] 姚建真.迪文 DGUS 与 Modbus 协议的基本应用[J].电子技术应用,2013,39(1):8-9.

(收稿日期:2013-09-29)

作者简介:

陈升辉,男,1992年生,在读本科生,主要研究方向:自动化设备与检测。