

文章编号:1673-887X(2021)03-0015-03

# 智能施肥机自动控制系统的分析

张宏

(开封技师学院,河南 开封 475004)

**摘要** 我国目前的农业施肥技术虽然取得了一定的进展,但是创新性的研究还有待加强。文章分析了智能施肥机自动控制系统的工作内容、工作原理和主要功能,同时对自动控制技术的总体设计方案、软件技术、通讯技术和相关技术的设计情况进行了研究分析。

**关键词** 农业施肥技术;智能施肥机;自动控制系统;分析

中图分类号 [S149]

文献标志码 A

doi:10.3969/j.issn.1673-887X.2021.03.006

## Analysis of Automatic Control System of Intelligent Fertilizer Applicator

Zhang Hong

(Kaifeng Technician College, Kaifeng 475004, Henan, China)

**Abstract:** Although the current agricultural fertilization technology in China has made some progress, the innovative research needs to be strengthened. This paper analyzes the working content, working principle and main functions of the automatic control system of the intelligent fertilizer applicator control system, and studies the overall design scheme, software technology, communication technology and related technology of the automatic control technology.

**Key words:** agricultural fertilization technology, the intelligent fertilizer applicator, automatic control system, analysis

目前,我国农业领域的施肥方式除了秸秆还田之外,最常见的仍然是人工施肥的形式,这种人工施肥方式不仅会耗费大量的人力物力,还会在很大程度上影响中国的耕地结构和耕地质量。人工施肥无法对施肥量进行精细化的控制,极易发生施肥过多的情况。因此,我国应加大力度去研究智能施肥机的自动控制系统,优化及完善系统,将智能施肥机的自动控制系统应用到农业的施肥灌溉中,从而提高耕田质量。

### 1 智能施肥机自动控制系统的总体设计分析

#### 1.1 自动控制系统的内容

首先,智能施肥机的自动控制系统在进行施肥灌溉的操作时,可以按照使用者具体的需求对施肥控制阀进行操作控制,这种操作方式能够保证农作物的灌溉量始终保持在精确稳定的状态。其次,在实际使用自动控制系统进行自动施肥操作时,在了解肥料需求量的基础上,施肥控制阀能够灵活调整所施肥料的频率。接下来可以对施肥管道投入定量的肥料,同时要检测施肥管道中水和肥料的EC值和pH值,保证2个数值在正常范围内。如果发生水肥的压力值大于施肥管道可承受压力值的情况,操作人员要及时启动调压装置,若施肥管道长时间处在高压的状态下,自动控制系统就会自

动发出信息,对工作人员进行预警。最后,自动控制系统的的设计使用的是上下位机的结构,上位机的监控软件是VB软件,下位机使用的是可编程逻辑控制器。因此,自动控制系统会针对施肥管道里肥水量的合理程度进行检测,同时将检测的结果,即具体的EC值、pH值、压力值、流量等相关信息数据上传到上位机之中。

#### 1.2 自动控制系统的原理

智能施肥机自动控制系统的灌溉控制主要是对灌水量进行有效控制,可以通过调整灌水时间来完成对灌水量的精准控制和随时调节。自动控制系统的施肥控制主要是对施肥量、灌溉液里的肥料成分以及酸碱度进行有效控制,同样是通过控制施肥时间的控制来完成施肥控制操作。从EC值可以看出肥水的成分含量,所以要想控制肥料的浓度可以调整灌溉液的EC值。另外,由于不同的农作物在每一个生长阶段都对灌溉液体的pH值有不同的要求,所以为了保证灌溉液的pH值始终保持在合理的和规定的数值范围中,可以根据具体情况适当使用pH值调节液。

自动施肥机的3种施肥灌溉液分别为酸性调节液、肥料原液、碱性调节液。智能施肥机自动控制系统应根据设定的施肥频率进行合理施肥,与此同时,自动控制系统可以将检测的2个数值同规定数值进行分析和比较,根据比较的结果决定是否需要在管道之中添加或者减少具体的肥料量,以此来判断是否需要调整施肥的频率。调整施肥频率通过调整施肥阀开关的动作频率来实现,也就是施肥阀的方波信号频

收稿日期 2021-01-28

作者简介 张宏(1973-),男,山西人,高级实习指导教师,研究方向:电气工程及其自动化。

率,但主要是对高电平信号的持续时间长短进行调节,低电平信号的时间始终是不变的。

自动控制系统不仅可以对灌溉量和施肥频率进行有效的调控,还可以合理控制EC值和pH值。利用检测出的EC值进行控制就是要对灌溉系统里的肥液进行检测,如果出现了EC值比规定数值的最高值还要高的情况,便可以缩短阀门的时长,因为电磁阀有着不可改变的和恒定的关闭时间,所以需要增加开电磁阀的时间。反之,如果EC值比规定数值的最低值还要低,就要加长打开阀门的时间,尽可能降低反复开关阀门的频次。只有数值达到正常范围要求的时候才不用对阀门进行调整。利用pH值进行调控是智能施肥机创新性的研究和应用,在具体使用pH值进行调节和控制的过程中,需要先使用2个不同的控制阀来控制酸性和碱性这2种截然不同的调节液,系统在对检测的pH值进行分析和判别之后自动控制2个不同施肥阀的开关操作和频次。在检测出来的pH值处于合理的规定范围内时,两个施肥阀都将处于关闭状态。

### 1.3 自动控制系统的功能

智能施肥机的自动控制系统有两大主要功能,一是灌溉功能,二是施肥功能。其中灌溉部分有3种灌溉方式,第1个是定时灌溉,也就是提前设定好1个月之中的某段固定时间里的日期进行灌溉,并根据实际的需求情况来设定这段时间内开始灌溉的时间和每个灌溉时间内的灌溉量,需要提前设定好灌溉阀门的编号;第2个是周期灌溉,同样需要提前设定好1个月内的星期几进行定期灌溉,还应设置好周期灌溉的时间段以及周期灌溉的灌溉量和灌溉间隔的时间,保证间隔时间的周期性和规律性;第3个是手动灌溉,这一方式也需要提前设定好灌溉量,但最后使用的是手动操作,控制灌溉开关按钮来调整开始灌溉和结束灌溉的时间。关于施肥部分,工作人员最先要做的工作是确定是否需要灌溉施肥操作,若需要进行灌溉施肥,则需要按照具体情况来完善施肥的程序。在利用自动控制系统进行实际的施肥操作时,应该按照设定好的施肥频率将肥料投入管道之中,同时需要检测管道中肥料的EC值是否在标准数值范围内,来确定是否需要增加或减少肥料。为了强化自动控制系统的施肥功能,工作人员可以深度检测pH值,如果数值与设定范围不符,则可以将调节液倒入其中,调整并优化管道中的pH值<sup>[1]</sup>。

## 2 智能施肥机自动控制系统的软件设计分析

### 2.1 自动控制系统软件的总体设计方案

上位机软件能够实现利用可编程控制器来采集实时数据,发送控制命令之后保证监督运行能够正常进行。通常情况下,VB可以完成的主要功能是显示功能、参数设定功能、数据存储功能等。显示功能具有显示测量值、设备运行状态和调用画面的功能作用。参数设定功能可以设定灌溉量、灌溉时间、施肥量、施肥时间频率等。数据存储功能可以对自动控制系统运行中Access历史数据库中的数据按照分钟自

动进行有效存储,可以根据实际数据删除历史数据库中不准确的和无效的数据。历史数据库能够查询数据信息,查询数据信息可以按照日期来查询,并将实际数据的报表以打印的形式呈现给工作人员。此外,历史数据库还可以生成实时曲线,以此来保证自动控制系统设计的全面执行。

### 2.2 自动控制系统软件的技术分析

在智能施肥机的自动控制系统的技术应用中,主要是将闭环控制作为系统的基础条件,通过不断优化系统的硬件和软件的组合方式,实现自动控制系统软件的设计。通常,智能施肥机的自动灌溉和自动施肥装置可以依照农作物的实际需要精准控制灌溉量和施肥量,并利用相关的施肥装置把肥料溶液按照固定的比例投入到滴灌系统里,使肥料深入到农作物的根部,以此来体现自动控制系统滴灌技术的自动化和智能化的特点。在对整个自动控制系统进行技术上的设计时,主要是将单片机中央处理器作为系统的核心控制部件,再利用上位机软件对不同单元的信息数据进行收集,精准有效地控制、调节灌溉量和施肥量。为加强喷雾量的精准程度,还可以优化设计自动控制系统中的硬件和软件<sup>[2]</sup>。

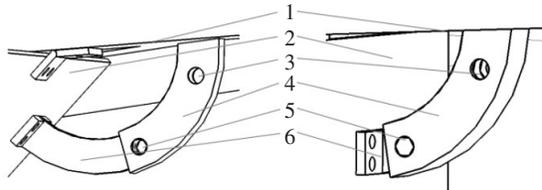
### 2.3 自动控制系统软件的通讯设计

在智能施肥机自动控制系统的通讯设计中通常会使用自由端口模式,通信端口使用的连接口标准为RS-485信号,利用PC电缆或者PPI电缆将S7-200计算机进行连接,再发送相关指令如接收中断、发送中断、字符中断等,使自由端口通信能够自由控制S7-200CPU通信口。自动控制系统的通讯过程应用的是主从方式,主从方式指的是以计算机作为主机,以PLC作为从机,当计算机主机发出请求指令后,PLC从机才会向PC端返回发送缓冲区的数据信息,这是智能施肥机自动控制系统优化设计的关键环节。PLC从机在首次扫描时实行的是初始化子程序,初始化的对象是端口和接收指令,在初始化结束之后,端口就会保持在接收状态。端口接收就会把以特定字符作为开头和结尾的命令存储在接收缓冲区里面,在完成接收的同时进行中断,收到中断信号的中断程序就会将接受缓冲区的ASCII码恢复成数据并进行存储,同时校验程序会将接收缓冲区的校验码和指令的校验码进行核对,根据核对结果决定下一步的操作<sup>[3]</sup>。

### 2.4 自动控制系统技术的相关技术应用

智能施肥机自动控制系统在研究、开发和应用过程中,可以参考或引进国外的先进技术,然后结合我国农业施肥灌溉的实际情况,进行优化设计和改造。例如,可以应用文丘里原理,将施肥器和滴灌系统与灌溉入口的控制阀进行并联安装,并关小控制阀让前后留有压差,当灌溉水流经支管时在管道里会产生真空吸力,可以把肥料液吸进管道之中,全面提高肥料的利用效率,加强作物对养分的吸收。此外,还可以应用多路均匀施肥技术,在肥料较多时,对各种不同的肥料进行合理配置,加强各种肥料的使用效率,实现农作物的智能化、自动化和精准化的种植管理。

外套体、圆弧板、上定位销孔、下定位销孔。不需要覆土作业时,定位销插入下定位销孔内,使覆土侧板抬起,与水平呈45°角,覆土侧板离地间隙大;工作状态时,定位销插入上定位销孔内,圆弧板将覆土侧板放下,与地面呈90°角,离地间隙小。



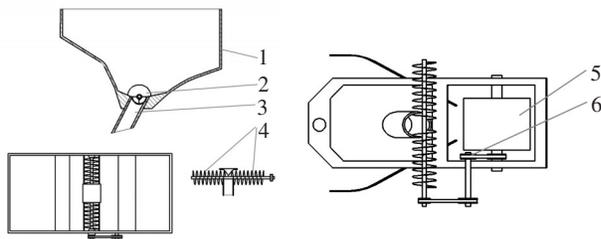
1. 机架;2. 覆土侧板;3. 上定位销孔;  
4. 圆弧形外套体;5. 下定位销孔;6. 圆弧板

图3 圆弧形伸缩铰链结构

Fig.3 The structure of the circular and curved telescopic hinge

### 3.3 强制排肥装置

强制排肥装置包括肥料箱、传动机构、强制排肥机构。如图4所示,该结构能保证肥料顺重力落入搅龙槽,搅龙槽内安装有对称分布于排料筒两侧的搅龙结构,且搅龙方向相反布置,由搅龙强制顺排料筒定量排出,根据果园施肥要求,设计肥料箱容积为4 m<sup>3</sup>。动力由夯土轮经皮带传动机构传送到搅龙,搅龙的转动速度随机械运动速度的改变而改变,通过调节带轮传动的传动比,可实现各类果园的不同施肥量要求。



1. 肥料箱;2. 搅龙槽;3. 排料筒;4. 搅龙;5. 夯土轮;6. 皮带传动机构

图4 强制排肥装置

Fig.4 The device for forcing the discharge of fertilizer

### 4 结语

针对目前果园生产中劳动力缺乏、生产与管理成本过高的问题,设计了一种集开沟、施肥、覆土、夯实功能于一体的

果园自动化施肥机,能实现开沟宽度为200 mm,开沟深度在0~400 mm范围内可调,采用对称式的双搅龙强制排肥,能有效防止肥料堆积,能适应化肥、农家肥、混合肥料等不同形式的肥料,并且排肥量可调节,可实现定量施肥。该自动化施肥机能提高果园施肥的自动化程度,提高施肥效率和肥料的利用率,降低果农的劳动强度,降低人力成本。对后续进行样机试制及田间试验提供理论依据。

### 参考文献

- [1] Reumers J,Tijskens E,Ramon H.Experimental characterisation of the cylindrical distribution pattern of centrifugal fertiliser spreaders: towards an alternative for spreading hallmeasurements[J]. Biosystems Engineering,2003,86(4):431—439.
- [2] Reumers J,Tijskens E,Ramon H.Experimental characterisation of the tangential and cylindrical fertiliser distribution pattern from a spinning disc: a parameter study[J]. Biosystems Engineering, 2003, 86(3):327—337.
- [3] 郭振华,陈焕美,伊海涛,等. 果园施肥机械研究现状与展望[J]. 新疆农机化,2019(6):22—25+31.
- [4] 张加清,刘丽敏,陈长卿,等. 大棚果园开沟深施肥机的设计研究[J]. 农机化研究,2012,34(3):119—122.
- [5] 韩冰,刘斐,慕军营,马阳. 一种果园挖坑施肥机结构设计[J]. 农机化研究,2015,37(3):123—125+129.
- [6] 祝勇仁. 果园开沟深施肥机结构设计[J]. 农机化研究,2017,39(12):102—106.
- [7] 孙兴祚,刘潇,王忠军,等. 新疆果园有机肥条施机设计与试验[J]. 中国农机化学报,2018,39(6):48—51+76.
- [8] 方玉婷,张宏,刘文亮,等. 浅谈果园开沟施肥机的研究现状[J]. 新疆农机化,2019(5):16—19.
- [9] 赵映,肖宏儒,梅松,等. 我国果园机械化生产现状与发展策略[J]. 中国农业大学学报,2017,22(6):116—127.
- [10] 宋月鹏,张紫涵,范国强,等. 我国果园开沟施肥机械研究现状及发展趋势[J]. 中国农机化学报,2019,40(3):7—12+25.
- [11] 彭肖肖,陈冬冬. 我国现代农业机械化发展对农业经济的影响研究[J]. 四川职业技术学院学报,2019,29(6):53—58.

(上接第16页)

### 3 结语

我国作为农业大国,虽然在农作物种植方面已基本实现机械化种植,但农作物施肥的方式还停留在初始的阶段,不仅浪费时间和人力,还会加大劳动的强度,影响肥料效果的发挥。因此,智能施肥机在我国具有很大的市场前景,智能施肥机自动控制系统施肥的精准化和自动化的特点对加强农作物吸收养分的效果、减少肥料的浪费、提高农作物质量

都有着重要的意义。

### 参考文献

- [1] 乐名锋. 谈智能精准施肥机的研发与应用[J]. 农机使用与维修, 2020(11):27—28.
- [2] 谢敬芬,刘斌. 智能精准施肥机的研发与应用[J]. 农业开发与装备,2017(11):32.
- [3] 李宏俊,贾荣丛. 智能施肥机的设计[J]. 电子世界,2017(17):187.