轻简式烟草打顶抑芽机控制系统研究

夏志林[1],陈联雄[1],彭玉龙[1],刘 京[1],张之矾[1],韩小斌[1*],任震宇[2],刘宏博[2]
(1. 贵州省烟草公司遵义市公司,贵州遵义 563000;2. 西南大学工程技术学院,重庆 400715)

摘要 随着烟草农业的不断发展,烟草打顶抑芽的工作成为提高烟叶产质的重要方式。在平原地区打顶抑芽机已经投入使用,而在山地丘陵地区,由于其独特的地形,并没有合适的小型机械进行打顶抑芽,为了提高烟草打顶抑芽的工作效率,在结合烟杆的结构特点以及人工打顶抑芽的工作步骤后,研制了一种小型的烟草打顶抑芽机。在介绍这种打顶抑芽机基本结构的基础上,对其控制系统进行研究。该系统采用无刷直流电机驱动药泵喷药,利用单片机控制准确地控制喷药量及其位置,保证工作的可靠性,同时对该控制系统喷药量的检测做了测试试验,验证了其喷药量的准确性。该设计提高了工作效率,实现了烟草打顶抑芽机的半自动化,进一步推动了烟草农业的现代化进程。

关键词 烟草;打顶抑芽;基本结构;控制系统
中图分类号 S224.4 **文献标识码** A **文章编号** 0517 – 6611(2017)24 – 0221 – 03

Study on Portable and Simple Control System of Tobacco Topping and Sucker Machine

XIA Zhi-lin, CHEN Lian-xiong, PENG Yu-long, HAN Xiao-bin* et al (Zunyi Group of Guizhou Tobacco Company, Zunyi, Guizhou 563000)

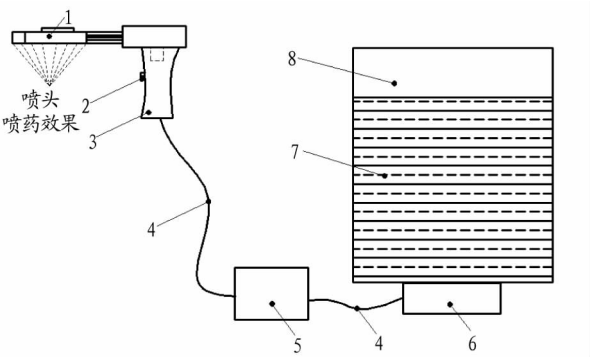
Abstract With the development of tobacco agriculture, the tobacco topping and sucker work has become an significant way to improve the yield and quality of tobacco. Topping machine had been put into use in plain area. While in the hilly and mountainous areas, there was no suitable small machinery for top bud inhibition because of its unique terrain. In order to raise the efficiency of tobacco topping, Based on the structural characteristics of the tobacco rod and the working procedures of manual topping, a small tobacco topping machine had been invented. Based on the introduction of the basic structure of the topping and bud cutting machine, the control system was studied. The system used a brushless DC motor to drive the pump spray. it Also used the SCM to control the quantity and position of spraying, which could ensure the reliability of work. Besides, the detection of the spraying amount of the control system was tested, and the accuracy of the spraying amount was verified. The design improved the efficiency of the machine and it has realized the semi automation of tobacco topping and promotes the modernization process of tobacco agriculture.

Key words Tobacco; Topping and sucker; Basic structure; Control system

烟草作为一种经济作物,其主要目的在于收获其叶片来作为生产原料。为了提高烟叶的产量和质量,在烟草种植过程中必须抑制烟草的顶端优势,打顶抑芽是目前在烟草种植和生产过程中应用广泛且不可缺少的农艺步骤[1]。打顶是通过摘除烟草作物顶端的花序和幼叶,来控制除去其顶端生长优势,以避免不作为产量的幼叶对烟草作物内部养分的进一步吸收;而抑芽则是在除去顶芽的条件下,防止顶部侧边幼芽的生长。当前我国烟草打顶工作主要是采用人工来完成作业,但存在劳动强度大、操作不规范、药物利用率低等现象。机械化的烟草打顶在我国仍处于起步阶段,且主要集中在高校,其中的代表是山东农业大学研制的 3YDX – 3 打顶抑芽机,它选取的是拱形机架式结构,能够完成烟草识别、打顶和施药的一体化作业,提高了烟草农业的机械化水平[2]。与国内相比,日本、加拿大、美国等农业发达的国家早已经实现了烟草打顶和收集的机械化联合作业[3],例如美国在 1972 年就已经对一种在农业机械上挂接式的打顶抑芽设备进行了专利保护[4-5],在农业机械发展的过程中,现代化智能化是未来发展的必然趋势[6]。而目前我国使用的打顶抑芽机械普遍较大,只适用于平原地区,不适合在西南山地丘陵地区的作业,因此,研发一种小型轻量的打顶抑芽机械具有很好的实用价值。西南大学研制了一种轻小型的烟草打顶机械,结合基于单片机的控制系统,可快速打顶,易于操作,喷药量设计的精准偏差小于 5%。

1 烟草打顶机械的基本结构及工作原理

1.1 基本结构 该轻小型烟草打顶机械主要由打顶系统和喷施系统组成,包括剪切部件、驱动部件、机身、药箱、药泵、电磁阀、药管和喷头等组成。详细结构见图 1、2。



注:1. 剪切刀头;2. 控制开关;3. 机身;4. 药管;5. 电磁阀;6. 药泵;7. 药液;8. 药箱

Note: 1. cutter head; 2. control switch; 3. body; 4. medication tube; 5. solenoid valves; 6. drug pump; 7. liquid medicine; 8. medical kit

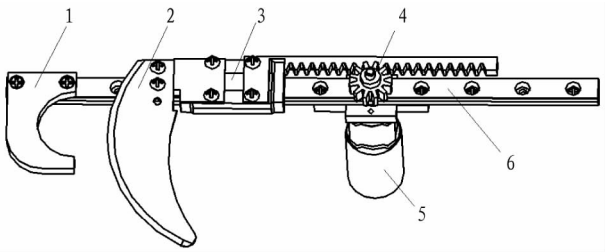
图 1 机械整体结构简图

Fig. 1 Overall structure of the mechanical

1.2 工作原理 单手握持机身至烟草杆顶部,将杆置于剪切刀头之间,指头按下控制开关,单片机收到信号,传送给电机一个运动信号,电机转动带动齿轮与齿条相对运动,进而推动滑块,使动刀刀片运动剪切烟草杆,之后电磁阀将自动

基金项目 中央高校基本业务费专项资金项目(XDJK2016E049)。
作者简介 夏志林(1972—),男,贵州遵义人,高级农艺师,硕士,从事科技创新管理研究。*通讯作者,助理农艺师,硕士,从事科技项目管理与科学研究。
收稿日期 2017 – 06 – 23

开启,药泵将药液通过药管传送到喷头,喷头喷洒药液,即完成一个打顶过程。



注:1. 定刀片;2. 动刀片;3. 滑块;4. 齿轮齿条机构;5. 电机;6. 导轨

Note:1. fixed blade;2. moving blades;3. slide block;4. gear rack mechanism;5. motor;6. lead rail

图 2 打顶机械结构

Fig. 2 The structure of topping machine

2 烟草打顶机的控制系统

2.1 主要工作流程 烟草在进行打顶抑芽工作时主要有 2 个步骤:一是剪切,二是喷药。基于这 2 个要求所设计的主要工作流程如图 3 所示。

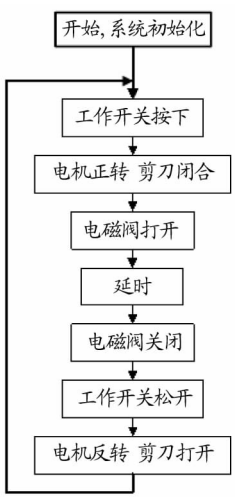


图 3 烟草打顶机主要工作流程

Fig. 3 The main process of work

2.2 控制系统的硬件设计 为了使打顶抑芽机能够正常稳定地工作,同时自由地控制,该设计选用的是线性调速较好、效率较好的无刷直流电机作为驱动电机,其特点是体积小、质量轻、易于更换和维护,能够有效地达到该设计的工作要求。同时,该打顶抑芽机的喷施系统需要对药剂进行精良化控制,尽量避免药泵出口到喷头的压力损失,比对目前常用的几种小型水泵,最终选用了小型的离心泵来进行控制。

系统总体结构。该打顶抑芽机硬件电路的 CPU 主要由单片机来控制实现。剪刀位置信号、喷药量调节信号、电池电压信号、工作开关信号等,都是通过单片机采集数据后处理运算,再根据程序设计传输相应的输出信号到电机驱动模块、控制电路来达到控制整个打顶抑芽过程的过程。其结构示意图如图 4 所示。

2.3 系统软件设计 打顶抑芽机的控制系统要保证使用者在实际操作中,当控制按钮按下后,一套动作要立刻开始执行,并检测过程中可能出现的问题,在遇到问题的时候能够

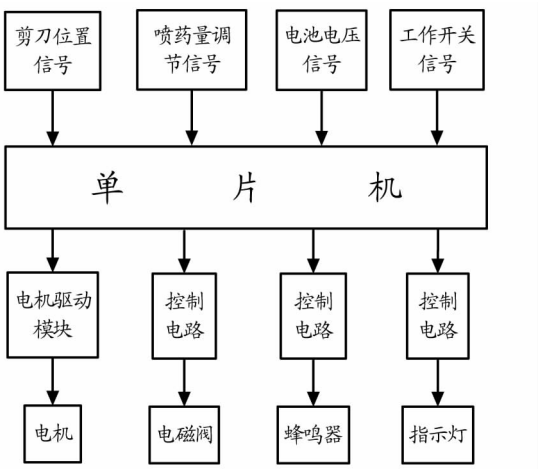


图 4 硬件系统结构

Fig. 4 The hardware system structure

自动报警。因此其主程序控制流程图如图 5 所示,该主程序中将调用多个子程序,包括电机子程序、施药子程序等。

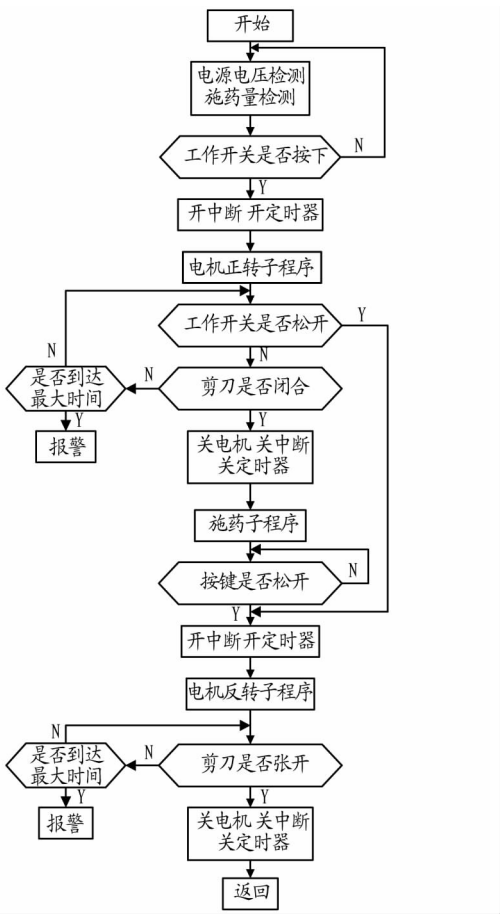


图 5 系统主程序设计流程

Fig. 5 The main program design process of system

当打顶机开始工作时,首先要检测电源电压和施药量是否在正常范围内,再判断工作开关是否被按下,在接收到工作开关按下的信号时,控制程序开始启动并且调用直流电机正转的子程序,之后判断工作开关是否松开,当接收到开关未被松开的信号后,紧接着会判断剪刀是否闭合,剪刀闭合之后,系统将关闭直流电机同时调用施药子程序。之后接收

到按键松开的信号后,程序调用直流电机反转子程序,再张开剪刀,关闭直流电机,整个过程就此结束。当然,在程序设计中也考虑到一些突发状况和故障的处理,使用者在工作过程中遇到相关问题或出现非正常工作状态的情况时,系统能够自动报警提醒使用者停止使用,并做出相应的检查。在下一次电源开启时,所有动作程序都将初始化。

3　喷药量测试试验及结果分析

喷药量测试主要是针对设计好的打顶抑芽机的控制系统所进行的准确性测试试验。通过对制作好的打顶抑芽机样机进行喷药量检测,用得到的试验数据进行分析。该试验所用到的装置主要有:打顶抑芽机样机、多个小量程的量杯。试验对打顶抑芽机样机喷施量选定了 11 组设定值,从 10 mL 到 20 mL 每隔 1 mL 进行一组试验,每组进行 10 次喷施,测得总药量,计算出平均每次喷施量、喷施偏差、平均偏差、方差、标准差以及喷施偏差等数据,来对试验过程进行分析。试验结果如表 1 所示。

表 1　喷药量测试试验数据

Table1　Test data of spraying amount test

设定值 Setting value mL	药液 Liquid medicine//mL										总药液 Total liquid medicine mL	平均药液 Average liquid medicine mL	方差 Variance	标准差 Standard deviation	喷施偏差 Spraying deviation %
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
10	9.1	9.4	10.2	9.1	9.2	10.5	9.5	9.8	9.4	9.5	95.7	9.57	0.22	0.47	4.30
11	10.6	10.2	11.5	10.9	11.8	11.2	11.1	10.6	9.8	10.3	108.0	10.80	0.38	0.62	1.82
12	11.2	12.5	11.6	11.8	12.3	11.5	11.3	11.6	12.1	12.3	118.2	11.82	0.21	0.45	1.50
13	12.4	12.6	12.5	13.3	11.4	12.8	13.6	12.4	12.5	12.2	125.7	12.57	0.36	0.60	3.31
14	13.5	14.4	14.5	13.6	13.8	14.2	14.8	13.2	12.9	13.1	138.0	13.80	0.42	0.65	1.43
15	13.9	14.5	15.1	15.3	14.6	15.7	15.2	14.3	14.5	14.7	147.8	14.78	0.29	0.54	1.47
16	16.5	16.4	16.5	16.8	17.5	16.9	16.2	16.4	15.5	15.8	164.5	16.45	0.31	0.56	2.81
17	17.3	16.2	16.3	16.1	15.8	17.2	16.8	17.3	17.1	16.4	166.5	16.65	0.31	0.56	2.06
18	17.8	19.3	18.9	18.4	17.6	17.7	19.1	18.2	18.6	17.8	183.4	18.34	0.38	0.62	1.89
19	19.5	18.6	18.5	19.5	18.2	19.6	19.5	18.1	18.2	17.9	187.6	18.76	0.47	0.69	1.26
20	19.1	20.6	19.4	18.9	19.1	19.3	20.2	20.5	20.5	19.1	196.7	19.67	0.48	0.69	1.65

由表 1 试验数据可知,该打顶抑芽机的每次实际喷药量均在设定值上下轻微波动,其喷药量平均偏差为 2.14%,各组试验的方差、标准差的变化较小,反映出每组测试的单次喷药量的波动较小,离散程度低,满足设计要求。

4　结论

该试验的控制系统是针对一种烟草打顶抑芽机提出来的,主要由单片机作为核心,对剪刀位置、喷药量调控、电池电压、工作开关等信号进行控制,并在喷药量测试试验中验证了其精准度,提高了药液的使用效率。对于烟草的打顶抑芽工作能够起到很大的作用,提高了打顶抑芽的工作效率和烟叶质量,实现了烟草打顶抑芽的半自动化和精准化,也为进一步优化该机械的自动化进程提供了良好的基础。随着农业现代化的发展,自动控制系统将在农业领域运用得越来越广泛,该系统的应用将进一步提高烟草农业的自动化与智能化。

参考文献

[1] 林中麟,石健林,周益. 烟草打顶研究进展[J]. 江西农业学报,2009,21(6):32 - 36.
[2] 耿爱军,张晓辉,苗乃树,等. 3YDX - 3 型烟草打顶抑芽机设计[J]. 农业工程学报,2010,26(7):96 - 101.
[3] 耿爱军. 智能烟草打顶机械关键技术研究[D]. 泰安:山东农业大学,2011:8 - 10.
[4] CECIL H W. Apparatus for topping stalk-type plants:US3695013[P]. 1972 - 10 - 03.
[5] LEE S E. Devices for topping tobacco plants:US3662526[P]. 1972 - 05 - 16.
[6] 宋涛,张晓辉,马敏,等. 烟草打顶机械化技术及应用现状[J]. 农机化研究,2010,32(6):233 - 236.

名词解释

扩展学科扩散指标:指在统计源期刊范围内,引用该刊的期刊数量与其所在学科全部期刊数量之比。

$$\text{扩展学科扩散指标} = \frac{\text{引用刊数}}{\text{所在学科期刊数}}$$

扩展学科扩散指标:指期刊所在学科内,引用该刊的期刊数占全部期刊数量的比例。

$$\text{扩展学科扩散指标} = \frac{\text{所在学科内引用被评价期刊的数量}}{\text{所在学科期刊数}}$$

扩展被引半衰期:指该期刊在统计当年被引用的全部次数中,较新一半是在多长一段时间内发表的。被引半衰期是测度期刊老化速度的一种指标,通常不是针对个别文献或某一组文献,而是对某一学科或专业领域的文献的总和而言的。

扩展 H 指数:指该期刊在统计当年被引的论文中,至少有 h 篇论文的被引频次不低于 h 次。

来源文献量:指来源期刊在统计当年发表的全部论文数,它们是统计期刊引用数据的来源。