

孔维蓉, 何培祥, 李 博, 等. 玻璃温室棚顶清洗机设计[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(9): 429–431.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.09.134

# 玻璃温室棚顶清洗机设计

孔维蓉, 何培祥, 李 博, 徐 丹

(西南大学工程技术学院, 重庆 400715)

**摘要:**玻璃温室棚顶易受灰尘、微生物等污染, 人为清洗困难, 而市面上缺乏相应的清洗设备, 针对此现状设计了一种可遥控的玻璃温室棚顶清洗机。该清洗机由电机驱动的行走机构、可旋转的毛刷、水泵等构成, 通过遥控器可使其在玻璃温室棚顶前进、后退、喷水清洗, 以保证温室大棚的透光率, 提高室内农作物的产量, 具有很好的实用价值, 对我国设施农业温室栽培的发展具有重要意义。

**关键词:**玻璃温室; 大棚清洗机; 设施农业; 透光率; 产量

**中图分类号:** S220.2      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1002-1302(2015)09-0429-02

为缓解我国副食品供应偏紧的矛盾, 我国农业部于 1988 年提出“菜篮子工程”; 1995 年, 新一轮“菜篮子工程”提出大力实施“设施化、多产化、规模化”三化政策, “设施化”是大棚化, “多产化”是种植多种新品种蔬菜, “规模化”是大批量种植<sup>[1]</sup>。三化政策的提出使温室大棚种植技术在我国各地迅速发展, 如今我国温室大棚总建筑面积超过 200 万  $\text{hm}^2$ , 居世界前列<sup>[2]</sup>。蔬菜、花卉等农作物的种植具有季节性、地理区域性, 受气候、海拔、温度、湿度的影响, 大棚栽培有效解决了此问题, 大棚可以收集光照, 人为控制温度、湿度等以满足作物光合作用的需求, 从而提高作物的生长速度和产量, 是农民脱贫致富的重要手段, 也是现代化农业的重要组成部分<sup>[3]</sup>。温室大棚主要有玻璃温室和塑料薄膜温室大棚, 相比之下玻璃温室的保温性、透光性、设施控制性更好, 其结构稳固, 寿命一般为 10~20 年, 透光率为 80%~90%, 室内光照均匀, 其缺点是成本较高, 因此多用于科研或高标准种植, 尤以花卉种植、育种育苗中应用最多<sup>[4]</sup>。玻璃温室可人为模拟作物生长的最佳环境, 而温室内的光照状况决定温度、湿度等诸多因子, 是影响温室生产力的重要因素, 因此温室大棚的透光率直接影响作物的生长<sup>[5]</sup>。受自然环境影响, 玻璃温室顶棚常被灰尘污染, 并有微生物繁殖形成的苔藓等附着其上, 且不易被自然降雨冲掉, 使室内照度明显下降, 并使气温、地温上升, 严重影响植物的光合作用及生长发育, 导致作物减产, 经济效益降低<sup>[6-7]</sup>。玻璃温室大棚是使用寿命较长、制造成本较高的农业设施, 须每年对大棚棚顶进行清洁以保证透光率, 使其能够正常使用。而大棚顶部没有牢固的搭接结构供清洁人员着力, 使清洁费时费力且有较高的危险性, 若工具使用不当则易损坏大棚, 使农民蒙受额外的经济损失<sup>[8-9]</sup>。目前市面上的玻璃温室棚顶清洗设备较少, 且已有设备的工作效率、自动

化程度均较低, 并受许多使用条件的限制, 因此急需一种高效、高自动化的玻璃温室棚顶清洗设备。

## 1 机械结构与工作原理

为降低成本并提高经济效益, 种植业、养殖业的发展逐渐规模化。常见的玻璃温室主要是大型连栋式双屋脊型, 此温室节省占地面积且规模效益好, 本研究所设计的大棚棚顶清洗机主要用于该类玻璃温室, 清洗机的整体机械结构及工作示意图 1。

玻璃温室棚顶清洗机由放置在大棚棚顶两侧的清洁装置构成。清洁装置包括主悬架, 主悬架的前方固定有毛刷辊, 毛刷辊由清洗电机经传动皮带驱动旋转, 毛刷辊前、后两侧设有带喷头的喷水管, 前、后喷水管分别起湿润、清洗的作用, 2 个喷水管与供水的水泵和滤水器连接, 滤水器放置在大棚天沟里。在喷水管支撑杆的前端设有端部传感器, 用于检测清洗机是否走到大棚端部。主悬架的后方固定有行走大轮, 行走大轮通过行走电机经传动皮带驱动, 控制整个清洁装置的前进和后退, 主悬架左、右各固定有辅助小轮, 起辅助行走的作用。大棚屋脊两侧的清洗装置用铰链连接。

工作时先将大棚天沟的下水道堵起, 天沟蓄满水后启动清洗机, 水泵和滤水器从天沟里抽水并输送给喷水管, 蓄电池的低压直流电源通过电源线为行走电机、清洗电机供电, 驱动行走大轮和毛刷辊转动起来, 行走大轮慢速推进清洗装置, 毛刷辊以合适的高速度旋转, 有效清洗温室大棚棚顶上的灰尘、青苔等附着物<sup>[10-12]</sup>。

## 2 控制系统总体设计

### 2.1 控制系统原理

玻璃温室棚顶清洗机控制系统的主要功能是: 控制器根据遥控器发出的信号, 控制清洗机在棚顶前进、后退、停止, 并自动进行清洗。控制系统的总体结构以单片机为核心, 对各输入量进行分析, 并输出相应信号控制电机和水泵工作<sup>[13-14]</sup> (图 2)。

### 2.2 控制系统软件设计

清洗机采用遥控控制, 遥控器向单片机输出不同的控制

收稿日期: 2013-11-06

基金项目: 中央高校基本科研业务费专项 (编号: XDJK2012B001)。

作者简介: 孔维蓉 (1989—), 女, 硕士研究生, 主要从事机电一体化控制研究。E-mail: kwr\_hw@163.com。

通信作者: 何培祥, 博士, 教授, 主要从事机电一体化控制研究。  
E-mail: hpx65@yahoo.com。

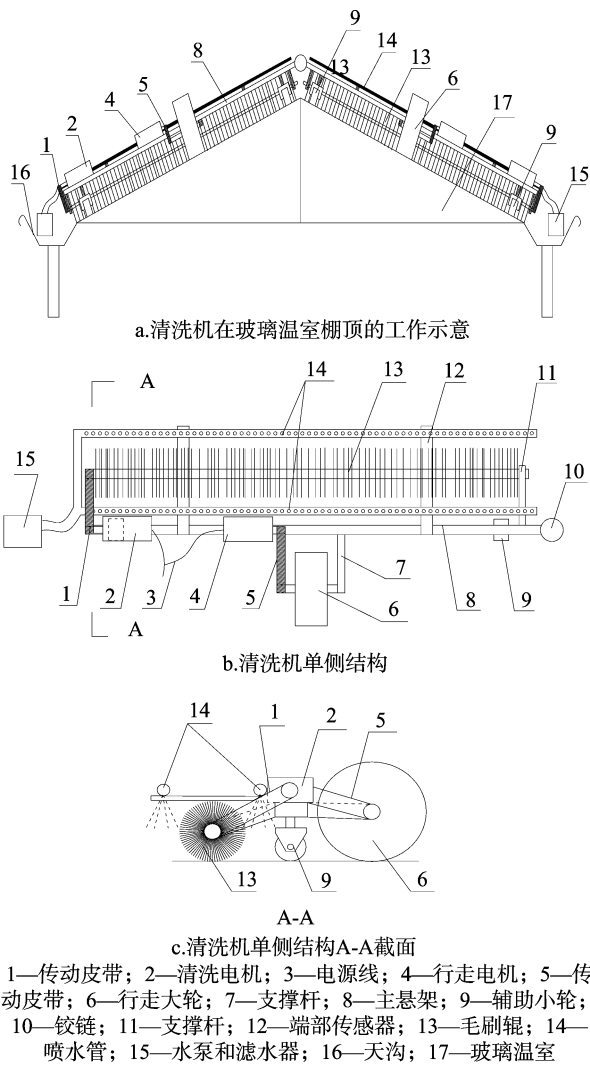


图1 玻璃温室棚顶清洗机的整体结构

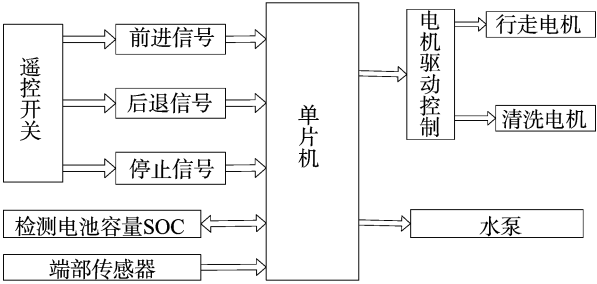


图2 玻璃温室棚顶清洗机的控制原理

信号,经单片机分析后对各电机进行精确控制,确保清洗机的准确运行。控制系统的主程序、行走子程序流程见图3、图4。

首先对单片机各模块进行初始化设置,判定起动清洗机后,检测电池容量是否大于设定值,以保证电量可维持清洗机至少清洗温室大棚的一个纵向长度,若电量不足则发出报警信号,电量充足则开始行走。行走前先对遥控器发来的信号进行判定,前进、后退信号相应地控制电机正转、反转。行走过程中随时检测端部传感器的信号,若有端部信号传来则表明清洗机走到大棚最末端,电机和水泵立即停止。清洗过程中,若控制人员发出停止信号,则清洗机的电机和水泵立即停

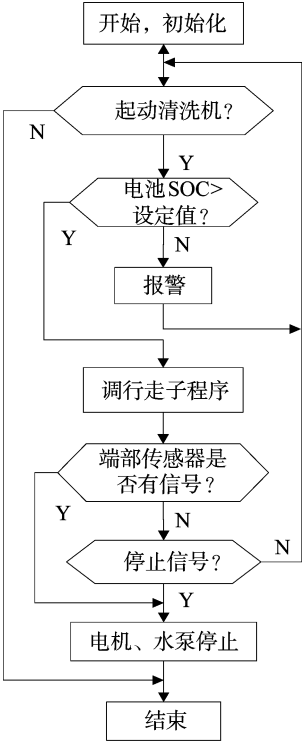


图3 控制系统主程序流程

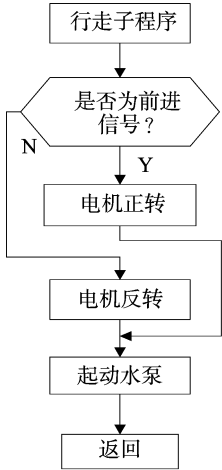


图4 控制系统行走子程序流程

止,保证清洗机的准确运行<sup>[15-17]</sup>。

3 结论

设计的玻璃温室棚顶清洗机可在人员的遥控下对温室大棚棚顶进行清洗,其自动化程度、工作效率均较高,能够保证温室大棚的透光率,提高作物产量,有效解决人为清洗大棚困难、效率低的问题。该清洗机不仅用于玻璃温室,对于双屋脊型板材材质的温室大棚同样适用,具有很好的实用价值,对我国设施农业温室大棚栽培的发展具有重要意义。

参考文献:

[1]王 科,严 华. 菜篮子工程 20 年[N]. 安庆日报,2007-09-24(3).

陈 荣,郑立伟,阚加荣. 基于光伏提水灌溉系统的两级式逆变供电装置研究[J]. 江苏农业科学,2015,43(9):431-434.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.09.135

# 基于光伏提水灌溉系统的两级式逆变供电装置研究

陈 荣<sup>1,2</sup>, 郑立伟<sup>2</sup>, 阚加荣<sup>1</sup>

(1. 盐城工学院信息学院,江苏盐城 224003;2. 江苏大学电气信息工程学院,江苏镇江 212013)

**摘要:**介绍了一种适用于光伏提水灌溉系统的两级式逆变供电装置;针对传统 boost-VSI 电路升压系数低、占空比极大的缺点,介绍了一种电流反馈开关升压电路,其升压比例大,同时不要求极端的占空比操作,具有良好的抗电磁干扰(EMI)特性,与逆变器连接输出交流电压,电流稳定,功率转化率高,大大提高了提水灌溉能力。经仿真和样机试验验证该改进方案可靠稳定。

**关键词:**光伏;提水灌溉;逆变器;直流升压;电流反馈

**中图分类号:** S277.9 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)09-0431-04

我国国土面积广阔,部分农业生产地区电网覆盖率不高,这严重影响了农业灌溉,给农业生产带来了沉重的负担<sup>[1]</sup>。光伏提水灌溉系统作为新能源在现代农业生产的应用,成为优化现代农业生产电气机械化设备的新动力,成功减轻了农业生产用电紧张地区提水灌溉困难的现状<sup>[2-3]</sup>。本研究介绍了一种基于优化设计的两级式逆变供电装置,适用于光伏提水灌溉系统。本研究所述的电流反馈开关升压电路结构简单,电子元器件数量少,相比传统 boost-VSI 电路具有更高的升压能力,又不要求极端的占空比操作,同时,具备连续输入电流特性,使得它更加适合应用于新能源供电系统,以确保装置的使用寿命<sup>[4-6]</sup>。太阳能电池板产生的低电压经过电流反馈开关升压电路升压后送入逆变器,输出的交流电压、电流波形良好、稳定,系统电磁干扰(EMI)性低<sup>[7-9]</sup>,有效转化太阳能用于提水灌溉设备供电,大大提高农业生产效率<sup>[10]</sup>。

## 1 传统 boost-VSI 电路

传统的 boost-VSI 电路的拓扑图如图 1 所示,前级 DC-DC 升压电路由开关管  $G_s$  控制开通关断,通过电感  $L$  储能泵升电压和电容  $C$  保持电压输出达到升高电压的作用,其升压比例为  $1:(1-\alpha)$  ( $\alpha$  为占空比)。

传统升压转换器的最大增益在占空比 ( $\alpha$ ) 接近 1 时获得,这导致电路中的二极管将经受严重的反向恢复,从而增加了导通损耗,并产生电磁干扰(EMI)<sup>[11-12]</sup>。这些问题在高开关频率工作状态下尤为明显<sup>[13]</sup>。

传统 boost-VSI 电路的后级 DC-AC 逆变环节中 IGBT 上下桥臂不能同时导通,以避免瞬时短路损坏功率开关,因此在控制开关驱动中要加入死区,但是这样又会造成输出波形的干扰、失真<sup>[14-15]</sup>。

## 2 电流反馈开关升压电路

基于上述传统 boost-VSI 电路存在的问题,本研究提出一种电流反馈开关升压电路,与后级逆变器相结合形成改进后的两级光伏逆变装置<sup>[16]</sup>。图 2 中  $R_{DC}$  为泄放电阻,防止电容两端过电压。

然科学版农学卷,2010,7(3):66-68.

[10] 濮良贵,纪名刚. 机械设计[M]. 北京:高等教育出版社,2008.

[11] 张大申. 玻璃幕墙的清洗[J]. 清洗世界,2004,20(4):40.

[12] 吴神丽,李宏穆,姚小轶. 一种墙面清洁机的研究与设计[J]. 机械工程师,2008(11):118-119.

[13] 周 娟,钱 稷,李中勇. 基于单片机的温室大棚智能清洁机设计[J]. 安徽农业科学,2009,37(16):7668-7670.

[14] 周 娟. 基于单片机的温室大棚智能清洁机[D]. 保定:河北农业大学,2007.

[15] 张建民. 机电一体化系统设计[M]. 北京:北京理工大学出版社,1996.

[16] 李学海. PIC 单片机实用教程:基础篇[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2002.

[17] 李学海. PIC 单片机实用教程:提高篇[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2002.

收稿日期:2014-09-24

基金项目:国家自然科学基金(编号:51107108)。

作者简介:陈 荣(1963—),男,江苏盐城人,博士,教授,研究方向为电力电子与电力传动。

通信作者:郑立伟,硕士研究生,研究方向为并网逆变器。E-mail: 983720738@qq.com。

[2] 钟 钢. 国内外温室发展历程、现状及趋势[J]. 农业科技与装备,2013(9):68-69.

[3] 陶永红. 浅谈我国温室大棚的现状与发展[J]. 安徽农机,2003(1):17-18.

[4] 薛 楠. 设施农业温室大棚嵌入式控制器开发[D]. 沈阳:沈阳工业大学,2013.

[5] 裴孝伯,李世诚,蔡 润,等. 现代温室光环境特征的研究[J]. 安徽农业大学学报,2005,32(2):246-249.

[6] 李宝聚. 清洁棚膜新方法——棚膜清洁带[J]. 农村百事通,2009(14):36.

[7] 王宏丽,李 凯,代亚丽,等. 节能日光温室的发展现状与存在问题[J]. 西北农业大学学报,2000(4):108-112.

[8] 周 清. 塑料大棚清洗机的研究设计[J]. 农机化研究,2003(3):105-106,115.

[9] 彭三河. 塑料大棚清洗机功率特性研究[J]. 长江大学学报:自