

# 光伏农业环境检测与调控关键技术

徐少明<sup>1,2</sup>, 吴大军<sup>1</sup>, 邱成军<sup>3</sup>

(1. 江苏省电子产品装备与制造中心, 江苏淮安 223003; 2. 淮安信息职业技术学院, 江苏淮安 223003;

3. 黑龙江大学集成电路重点实验室电子工程学院, 黑龙江哈尔滨 150081)

**摘要:**光伏农业就是将太阳能发电广泛应用到现代农业种植、养殖、灌溉、病虫害防治以及农业机械动力提供等领域的一种新型农业。本研究设计了光伏农业环境检测与调控方案, 将 CAN 总线技术、无线技术应用到系统设计中, 并对太阳能电池匹配、光电池选型、环境温湿度等环境因子的采集等关键技术进行了研究。结果表明, 该光伏农业环境检测与调控系统能够及时调控温室的环境因子, 提高农作物的产量和质量。

**关键词:**光伏农业; 环境检测; 温度; 设施农业

**中图分类号:** X382 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2014)08-0316-03

光伏农业就是将太阳能发电广泛应用到现代农业种植、养殖、灌溉、病虫害防治以及农业机械动力等领域的一种新型农业<sup>[1-3]</sup>。包括光伏农业并网发电、太阳能杀虫灯、光伏大棚、光伏养猪等应用, 它是太阳能光伏发电与设施农业的有效结合, 一方面太阳能光伏电站可运用低成本的农地直接发电; 另一方面将太阳能光伏发电系统、光热系统及新型纳米仿生生态转光膜技术综合嫁接到传统温室大棚, 根据不同植物生长对不同波长光的需求, 进行波长转换以便作物吸收, 增强光合作用; 另外白天存贮的太阳能晚间用于给 LED 补光灯供电, 提高作物的品质<sup>[4]</sup>。但是, 相关光伏农业环境检测与调控关键技术研究报道较少, 黑龙江大学邱成军教授带领的团队多年来一直从事智能控制技术、设施农业自动装置的研制, 团队中拥有懂得薄膜太阳能、系统集成、智能控制技术、设施农业、农业种植等领域的最先进的技术人才。本研究设计了光伏农业环境检测与调控方案, 将 CAN 总线技术、无线技术应用到系统设计中, 并对太阳能电池匹配、光电池选型、环境温湿度等环境因子采集等关键技术进行了研究。结果表明, 这种光伏农业环境检测与调控系统完全实现能源自给, 既节能环保, 又极易维护, 相比于传统大棚, 提高了农产品产量和品质。有助于推动农业生产信息化、自动化。

## 1 硬件设计

光伏农业环境检测与调控装置包括太阳能供电单元、数据采集单元、数据接收单元和执行单元<sup>[5-6]</sup>(图1、图2)。太阳能供电单元由薄膜太阳能电池板连接太阳能控制器和蓄电池组成, 太阳能控制器控制蓄电池的充放电, 蓄电池为数据接

收单元和执行单元供电, 太阳能电池板的选择可以根据电池板放置的地点不同而选择晶体硅和薄膜电池, 如果电池板固定在大棚的顶端, 最好选择透光性好的薄膜太阳能电池板或选择性透光电池板, 否则选择价格低廉的晶体硅太阳能电池板进行供电; 数据采集单元由土壤温度传感器、光照度传感器、CO<sub>2</sub> 浓度传感器、大气压力传感器、湿度传感器、单片机、无线发射模块组成, 在 PCB 板上顺序电连接各传感器、单片机、无线发射模块构成数据采集单元, 每个数据采集单元的电力均由无污染蓄电池提供, 定期用太阳能电池板给蓄电池充电; 数据接收单元由无线接收模块、单片机、显示屏、按键、CAN 总线、计算机接口组成, 在 PCB 板上顺序电连接无线接收模块、单片机、显示屏、按键、CAN 总线、计算机接口构成数据接收单元。数据接收单元通过串口将数据传输到计算机进行分析, 同时也能接收计算机发来的数据, 并执行相应的动作。执行单元由驱动电路连接电机、LED 补光灯组成, 电机驱动风扇、卷帘、滴灌设备。其中, LED 补光灯由红色 LED、蓝色 LED 先串后并组成。

选择高标准、无污染蓄电池, 通过太阳能控制器为装置供电, 数据采集单元的  $n$  个经过编号的数据采集节点将采集到的温湿度等环境参数通过无线发送, 数据接收单元中单片机依次接收采集节点的数据, 通过 CAN 总线将简单处理后的数据送入计算机, 上位机软件对数据进行处理和分析, 通过执行单元驱动相应设备执行相应的动作, 达到闭环控制; 用户根据植物品种不同, 设置相应的上限参数<sup>[7-8]</sup>。

## 2 软件设计

本光伏农业环境检测与调控装置下位机(数据采集模块)软件由 KEIL C 按模块化设计方式进行设计, 功能包括无线初始化、数据采集和发送等。考虑到光伏农业工程较大, 大面积、长距离的无线数据传输无法实现, 故数据采集采用无线技术和 CAN 总线技术互补形式, 在最低级节点采取无线采集和发送, 高端级别的节点采用 CAN 总线采集和发送数据, 同时高端级别的节点能接受上位机发送的命令, 并能执行。

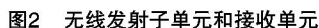
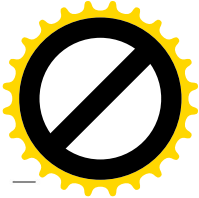
上位机系统由 2 部构成, 控制监控系统和互联网信息远程监控系统, 上位机系统功能框见图3。上位机的数据采集

收稿日期: 2013-11-26

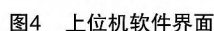
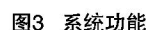
基金项目: 江苏省科技创新与成果转化(科技服务平台)专项引导资金(编号: JHB2011-75); 淮安信息职业技术学院青年基金(编号: HXYQ2013004); 江苏省淮安市产学研合作计划(编号: HAC201111)。

作者简介: 徐少明(1965—), 男, 江苏金湖人, 硕士, 副教授、高级工程师, 主要从事应用电子、自动控制、声像传媒等方面的研究。  
E-mail: haxsm@163.com。

通信作者: 邱成军, 教授, 博士生导师。E-mail: chiucj@163.com。



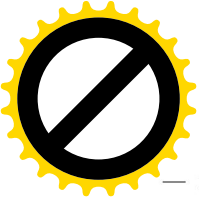
LED 补光灯在植物栽培中光谱配比问题对植物生长非常关键。试验表明,采用 LED 照明(红:蓝=1:7),生菜的生长速率、光合速率都提高 20% 以上,将 LED 用于光伏农业中较为合适。光伏发电不稳,要使 LED 补光灯发光稳定、均



(1) LED 灯, 单路、50 W, 12 V 系统; (2) 当地日均有效光

蓄电池充、放电预留 20% 容量;LED 灯的实际电流在 5 A





以上(加20%损耗,包括恒流源、线损等)。

实际蓄电池需求 =  $100.08 \text{ A} \cdot \text{h}$  加20%预留容量、再加20%损耗:

$$100.08 \text{ A} \cdot \text{h} \div 80\% \times 120\% = 150 \text{ A} \cdot \text{h}.$$

实际蓄电池为  $12 \text{ V}/150 \text{ A} \cdot \text{h}$ , 需要1组  $12 \text{ V}$  蓄电池  $150 \text{ A} \cdot \text{h}$ 。

计算电池板

(1) LED灯  $50 \text{ W}$ 、电流:  $4.17 \text{ A}$ ; (2) 计算出电池板的需求峰值(WP) = 电池板平均接受有效光照时间为  $4.5 \text{ h/d}$ ; 最少放宽对电池板需求20%的预留额。

$$WP \div 17.4 \text{ V} = (4.17 \text{ A} \times 4 \text{ h/d} \times 120\%) \div 4.5 \text{ h/d}$$

$$WP \div 17.4 \text{ V} = 4.38 \text{ A}$$

$$WP = 77 \text{ (W)}$$

本项目采用  $20.45 \text{ V}$ , 所以  $WP = 89.57 \times 1.2 = 108 \text{ W}$ , 购买的  $12 \text{ V}$  电池板是2块  $55 \text{ W}$  的(电池板预留最少20%)。

#### 4 环境监测与调控

根据光伏农业种植需要, 本试验对环境中的温度、湿度、光照度、二氧化碳浓度进行了监测和调控, 本数据科研作为专家系统的参考数据, 环境因子采集时间10月至次年5月<sup>[10]</sup>。

对于平均温度低于  $15^\circ\text{C}$  的月份要注意作物的保护, 12月、1月和2月种植相对抗寒的低温作物较为合适。如芹菜、菠菜、水萝卜等(图5)。

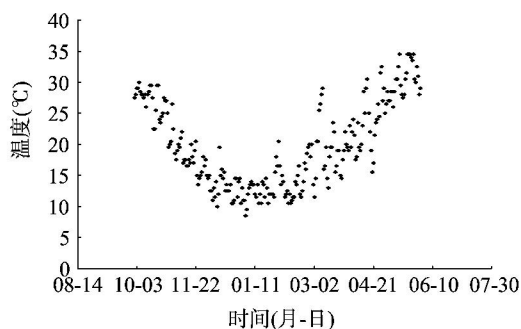


图5 日光温室内空气日均温度变化曲线

12月、1月土壤中土层温度是1年中较低的时期(图6), 这个时期大棚管理主要以增温为主, 可将太阳能发的多余电量用于加热, 提高温室温度。

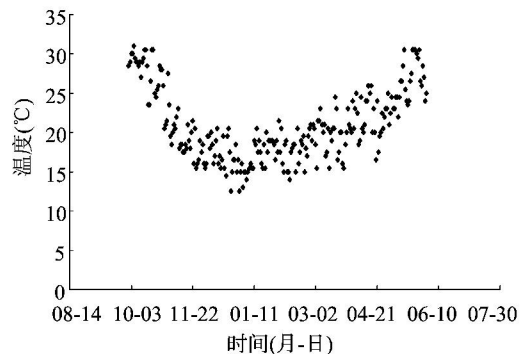


图6 土层温度日均变化曲线

农作物生长的一般相对湿度是  $60\% \sim 80\%$  (图7), 12月、1月的相对湿度较大, 易造成植株发生病害, 严重影响植株生长, 要经常除湿。可以通过滴灌、通风、遮阴等方式除湿。

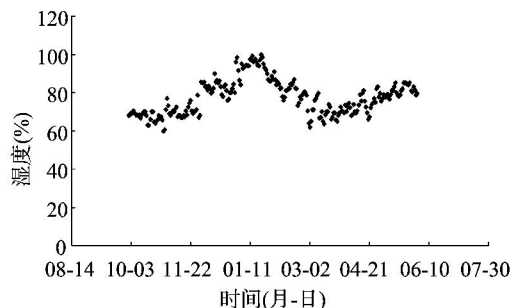


图7 灌层日均湿度变化曲线

设施蔬菜良好的生长环境, 光照度要求  $3 \text{ lx}$  (图8), 在12月份和阴雨天气光照度明显不足, 通过LED补光灯对植物进行补光, 增强光合作用, 提高设施蔬菜的品质和产量。

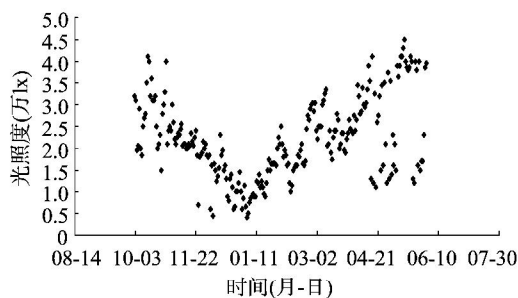


图8 灌层光照日均变化曲线

一般设施蔬菜对空气中二氧化碳的浓度要求是大于  $500 \mu\text{L/L}$ , 过低的二氧化碳严重影响蔬菜产量。在日出时温室中的二氧化碳浓度较高, 随着植物光合作用消耗二氧化碳, 浓度减小, 中午一段时间维持稳定, 下午随着光合作用减弱, 呼吸作用增强, 二氧化碳浓度增大(图9)。试验表明, 10:00以后人为增加二氧化碳浓度, 能够增加产量  $27\% \sim 52\%$ 。

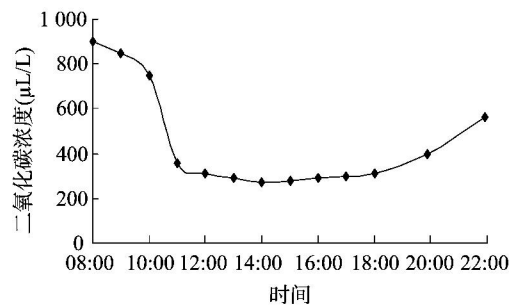


图9 温室二氧化碳浓度日变化曲线

1个  $3 \text{ kW}$  的光伏农业装置月发电量变化曲线见图10, 6—8月是发电高峰, 1—2月是发电低谷, 该电站足以满足1

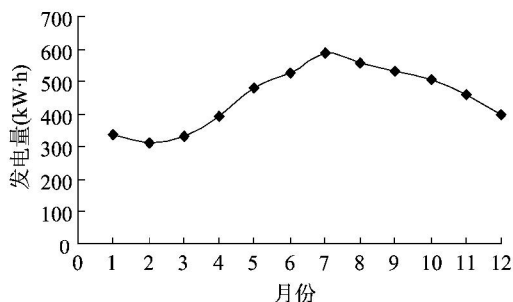
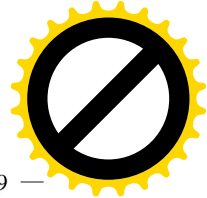


图10  $3 \text{ kW}$  光伏农业装置月发电量曲线



袁德桔. 土壤中抗生素残留对土壤微生物活性与功能的影响 [J]. 江苏农业科学, 2014, 42 (8) : 319 - 321.

# 土壤中抗生素残留对土壤微生物活性与功能的影响

袁德桔

(重庆三峡职业学院农林科技系, 重庆 404000)

**摘要:**通过研究抗生素残留对土壤呼吸以及氮化的作用,以探讨抗生素对土壤微生物活性与功能的影响。结果表明,3种抗生素残留对土壤呼吸有不同程度的抑制作用,最大抑制率为15%,并且随着时间延长和浓度升高,呼吸抑制效果更加明显。抗生素残留对土壤氮化起抑制作用,土壤铵态氮含量呈先增加后降低再增加的趋势,处理3d后土壤铵态氮含量最高,抑制率在90%~99%。由此可见,土壤抗生素残留对土壤微生物活性功能有很大影响,对土壤抗生素的生态毒性研究很有必要。

**关键词:**抗生素;土壤;微生物活性;呼吸;氮化

**中图分类号:** S154.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2014)08-0319-03

抗生素是世界上用量最大、使用最广泛的药物之一。全球抗生素年均使用总量为10万~20万t,我国每年有成千上万吨的抗生素类药物被用于畜禽养殖。含有残留兽药的粪便作为有机肥施入农田,造成土壤污染,对人类健康和生态系统产生潜在危害。养殖业使用的主要兽药种类为抗生素类药物,且用量逐年增加,目前土壤中兽药残留浓度范围为 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 级到 $\text{g}/\text{kg}$ 级。本试验在总结国内外相关研究的基础上,重点研究抗生素残留对土壤微生物群落功能和结构的影响<sup>[1]</sup>。

## 1 材料与方法

### 1.1 抗生素标准样品

本试验主要针对4种抗生素进行研究,分别是四环素类四环素(tetracycline,纯度为98%)、金霉素(CTC,纯度为

95%),喹诺酮类诺氟沙星(BR,纯度为99%),以上均产自上海卒瑞生物科技有限公司;喹诺酮类环丙沙星(Ciprofloxacin hydrochloride,98%),产自阿拉丁试剂有限公司。

### 1.2 抗生素标准溶液配制

2 000  $\mu\text{g}/\text{mL}$  标准溶液:取100 mg抗生素加入蒸馏水中,并定容至50 mL。取1.25 mL标准溶液定容至25 mL,配制浓度为1  $\mu\text{g}/\text{g}$ ;量取6.25 mL标准溶液定容至25 mL,配制浓度为5  $\mu\text{g}/\text{g}$ ;取12.5 mL标准溶液定容至25 mL,配制浓度为10  $\mu\text{g}/\text{g}$ 。

### 1.3 氮化培养基的配制

(1)液体培养基:取磷酸氢二钾0.5 g,氯化钠1 g,七水合硫酸镁0.25 g,硫酸亚铁0.2 g,葡萄糖2.5 g,硫酸铵1.0 g,加入水中,并定容至500 mL,调节pH值至7.2~7.4,在灭菌锅中120  $^{\circ}\text{C}$ 灭菌30 min。(2)0.2%蛋白胨:将1 g蛋白胨粉末加入水中,并定容至500 mL,在灭菌锅中120  $^{\circ}\text{C}$ 灭菌30 min。

### 1.4 抗生素污染土壤配制与模拟

1.4.1 供试土壤及前处理 试验土壤采集于重庆三峡职业

收稿日期:2013-10-22

作者简介:袁德桔(1968—),男,重庆人,副教授,从事高职高专教育管理与教学研究工作。E-mail:zhichengzhijia@139.com。

座100  $\text{m}^2$ 的大棚数据采集、补光、照明用等用途。多余电量也可以并网卖给国家。

## 5 结论

设计并实现了光伏农业环境检测与调控装置,开发了上位机软件,并对光伏与LED等的匹配进行评估,记录了影响环境因素的各个参数并作了分析。

本装置适合在偏远地区,特别是无市电的大棚和温室,无法进行环境参数测量和控制的地方使用。

根据该装置测得的数据,合理调控环境的各个参数,充分利用太阳能光伏优势,能够提高农作物产量和品质。

## 参考文献:

- [1] 盛 绎,滕国荣,严建华,等. 太阳能光伏水泵在农业方面的应用[J]. 农机化研究,2008(12):198-200.
- [2] 彭梅牙. 新余市大力发展光伏农业[J]. 南方农机,2012(2):4-6.

- [3] 魏海峰,李萍萍,包晓明. 基于同步整流的光伏水泵数字控制器[J]. 农业机械学报,2009,40(11):94-98.
- [4] 赵春江,杨金焕,陈中华,等. 太阳能光伏发电应用的现状及发展[J]. 节能技术,2007,25(5):461-465.
- [5] 张仁贡. 农村水能与太阳能混合发电系统的设计与应用[J]. 农业工程学报,2012,28(14):190-195.
- [6] Neelakanta,Perambur S,Harshad D. Robust factory wireless communications:A performance appraisal of the blue tooth and the ZigBee collocated on an industrial floor[J]. IEEE Computer Society,2003(3):2381-2386.
- [7] 杜尚丰,李迎霞,马承伟,等. 中国温室环境控制硬件系统研究进展[J]. 农业工程学报,2004,20(1):7-12.
- [8] 王忠义,陈端生,黄 岚. 温室植物生理指标监测及应用研究[J]. 农业工程学报,2000,16(2):101-104.
- [9] 陈端生. 中国节能型日光温室建筑与环境研究进展[J]. 农业工程学报,1994,9(1):123-129.
- [10] 王松涛,冯广和,陈端生,等. 论我国设施园艺建设的宏观管理[J]. 农业工程学报,1999,15(1):159-164.