

文章编号: 100226819(2001)0320080203

沿海地区温室的风灾防御模式及自动测控的研究

陈联诚, 李立辉, 余祥盛

(华南农业大学工程技术学院, 广州 510642)

摘要: 华南沿海地区台风频繁, 针对该地区温室大棚的特殊要求, 对其环境自动测控系统中的大于 7 级以上的风暴防御子系统进行了研究。用人工神经网络在自动测控系统中建立强风的识别模式, 通过试验对识别模式进行检验。初步结果表明, 该子系统能满足华南沿海地区温室的风灾防御要求, 但还需要在实际环境中接受更多检验。

关键词: 自动监控系统; 风灾防御子系统; 温室大棚

中图分类号: S625.5⁺1

文献标识码: A

华南沿海地区的气候特点是高温高湿、台风频繁, 所以, 这些地区的温室大棚必须以降温、降湿, 特别是要以能防御风灾为目标进行设计, 其配套的环境自动监控系统也要以此为目标进行研制。目前, 温室环境自动测控系统中的风灾监控的研究还是个薄弱环节。

常规的温室控制系统不适合沿海台风频繁气候特点, 因为温室环境控制系统在夏季时需要启动控制系统, 推开天窗, 而在南方沿海地带风灾多发生在炎热的夏季, 这时如果执行开窗指令, 风暴到来时开窗造成的负压会将整个大棚掀起, 造成毁灭性的打击。风灾测控系统的作用是在风暴到来之时, 强制关窗; 在风暴结束时恢复正常状态下的控制模式。

据有关资料表明, 风压的大小在很大程度上取决于风速, 一般 7 级(风速为 13.9~17.1 m/s)大风吹到物体表面, 能产生 225.4 N/m^2 的压力^[1], 所以, 7 级以上的风将对大棚产生很大的摧毁力, 因此风灾防御的关键是 7 级以上的风的识别。为了说明方便, 本文把 7 级以上的风称为风暴。

在风灾发生期间, 风力时大时小, 如果单纯根据风力大小来控制开、关窗, 风暴发生期间不停地开、关窗, 会造成更大的破坏。本课题研究了风暴的识别模式, 用人工神经网络在自动测控系统中建立风暴的智能化识别模式, 通过模拟试验对神经网络的识别模式进行检验, 以证实风灾自动测控系统的防御

功能。

1 风暴的识别与防御模式

1.1 风暴的特征分析

风暴的风力变化非常复杂, 风暴经过时, 强风、弱风交替发生, 持续不断, 如果根据风力大小来控制开关窗, 将造成风暴期间不停地开、关窗; 风暴解除过程中, 强风、弱风也是交替发生, 风力逐渐减小, 风暴发生与解除的界限模糊而交叉。因此, 只根据风力、风速来控制开、关窗将达不到控制要求, 必须准确而又迅速地识别风暴的来临与解除。

1.2 人工神经网络的风暴识别模式

神经网络具有自组织、自学习、非线性动态处理等特征, 具有联想推理和自适应识别能力, 采用人工神经网络来建立风暴识别模型可使问题简单化。在众多神经网络模型中, 本文采用最为常见的 BP 网络来建立风暴识别模型。

BP 网络由输入层、输出层和隐含层组成, 在本设计中取一个隐含层, 输入层取 10 个神经元 x_1, x_2, \dots, x_{10} , 输出层 d_1, d_2, d_3 将输出各类风的识别结果。

将 20 min 内采集到的 10 个风速值作为输入值 x_1, x_2, \dots, x_{10} , 输出层将输出识别结果, d_1 设为“风暴, 7 级以上的风”, d_2 设为“风暴解除, 为 4 及以下的风”, d_3 设为“5、6 级风”。用 7 级以上的风作 d_1 的训练样本, 设它对应的教师值 t_1 为 7; 用 4 级以下的风作 d_2 的训练样本, 设它对应的教师值 t_2 为 4; 用 5、6 级风为 d_3 的训练样本, 设它对应的教师值 t_3 为 6。用 30 组数据进行学习, 训练神经网络风暴识别模

收稿日期: 2001202221 修订日期: 2001204210

基金项目: 国家“九五”重大科技产业工程工厂化高效农业示范工程资助项目(962012205203)

陈联诚, 副教授, 广州市天河五山 华南农业大学工程技术学院, 510642

型, 训练好的识别模型能根据采集到风速判定当前的状态是“风暴”还是“风暴解除了”, 当输出 d_1 为 7 时就表示是风暴。表 1 为部分的学习样本。

表 1 部分学习样本

Table 1 Studying samples 单位: $m\ \ddot{o}s$

No.	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	t_i
1	10.5	9.6	13.9	14.3	14.1	15.2	13.6	14.5	12.1	14.4	7
2	8.5	9.8	9.5	11.6	10.3	9.7	7.6	10.1	11.2	13.9	6
3	7.3	6.8	5.4	6.6	5.0	4.3	5.4	7.1	6.5	8.0	4
4	11.2	9.5	12.6	16.1	14.3	15.7	14.6	13.9	12.3	14.3	7
5	13.8	16.2	13.5	12.3	13.7	14.2	17.1	14.4	13.8	12.7	7
6	1.7	2.5	3.2	6.7	7.3	4.6	3.1	3.6	1.3	3.2	4
7	5.8	7.8	9.2	10.1	12.5	13.8	10.0	13.2	10.7	5.3	6
8	13.9	14.5	14.7	17.1	13.9	12.5	14.2	15.5	14.0	12.5	7
9	13.0	13.1	12.9	12.1	10.6	11.9	12.8	13.2	12.9	9.6	6
10	3.3	2.5	5.8	8.6	6.0	4.2	3.1	2.3	1.5	3.3	4

1.3 风灾的自动防御模式

风灾自动防御基本模式是: 当风暴自动测控系统检测到风速大于等于 $13.9\ m\ \ddot{o}s$ 时, 就发出关窗指令, 然后, 系统再调用风暴识别模式, 辨别是否是风暴, 如果不是风暴, 就恢复正常的控制模式; 如果是风暴就保持关窗状态。风暴发生期间, 就一直检测“风暴是否解除”, 当风暴解除了即恢复正常的控制模式。风灾自动防御模式框图如图 1 所示。

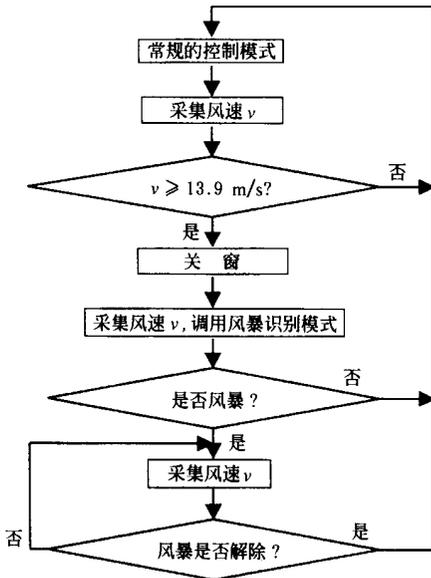


图 1 风灾自动防御模式框图

Fig 1 The flow chart of storm prevention model

2 风灾防御功能的试验验证

2.1 试验的目的

检测风灾自动测控系统对风暴的防御性能。

2.2 试验材料与设备

风灾自动测控系统及自行研制的风力传感器一个, 20 kW 风扇一台, 风速测定仪一个。

气象系统也有风力检测的仪器, 但大部分都是较精密的仪表, 结构复杂, 成本较高, 较难维护, 本研究研制了成本较低, 结构简单且较耐用的风力传感器。其结构如图 2 所示。

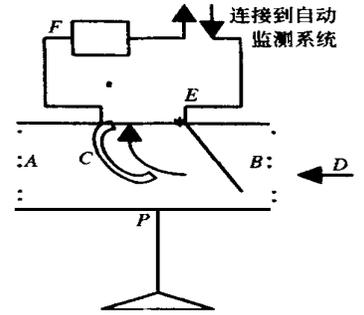


图 2 风力传感器结构图

Fig 3 Structure of the storm strength sensor

风力传感器主要

组成部分是: A —— 导风筒; B —— 风叶片; C —— 滑动变阻器; F —— 电池组。

A 是可以绕轴 P 自由转动的导风筒, 使风从 D 口吹入, B 是可以绕 E 轴转动的金属风叶, C 是滑动变阻器。

当风力较大时, 导风筒 A 将自动转动对准风向, 风吹入导风筒时把风叶 B 向后吹起使电路接通, 风力越大, 风叶向后摆动角度越大, 则电路中的可变电阻减少, 使输入到检测系统中的电流变大, 系统中的单片机就可根据输入信号大小判定风力变化情况。

2.3 试验过程与结果

试验在实验室进行, 用 20 kW 风扇作风源, 模拟风暴发生过程, 研究风暴检测与开、关窗控制系统的性能。主要进行了 3 个验证实验: 风暴来临时的关

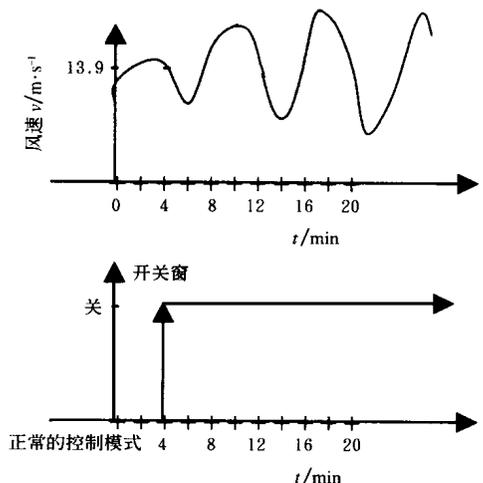


图 3 风暴到达时关窗试验

Fig 3 Tests on closing window when storm arriving

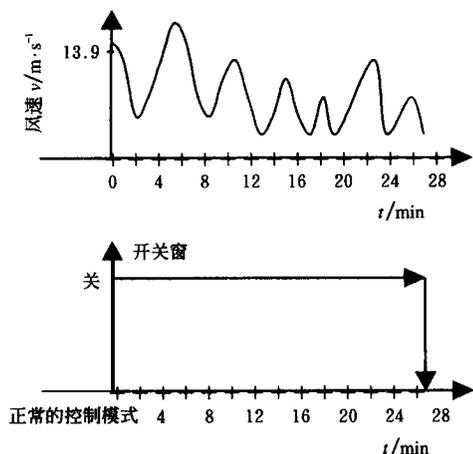


图4 风暴解除试验

Fig 4 Tests on storm relieving

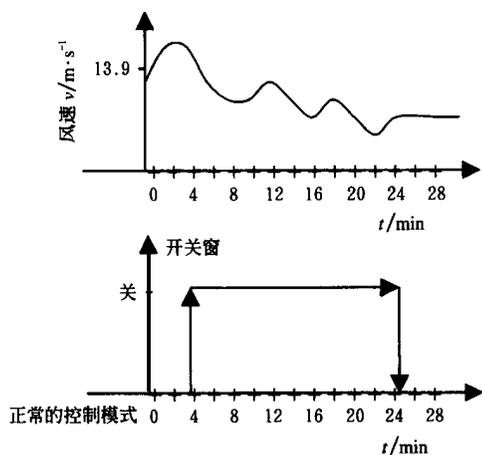


图5 偶然性强风试验

Fig 5 Tests on occasional strong wind

窗功能, 风暴解除时返回正常控制模式的功能, 偶然性强风的关窗功能。典型试验结果见图3、图4、图5。

在图3至图5中, 上图表示风速随时间变化情

况, 下图是在对应时间内窗户的开关情况。由图3可知, 风速达到 $13.9 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 时, 在 15 s 内及时关窗, 识别模式判定结果是“风暴发生了”, 所以, 保持关窗状态; 图4的结果是: 风暴解除了, 恢复正常的控制模式; 图5则说明偶然性强风, 及时关窗。强风减小 $20 \text{ m}\cdot\text{in}$ 后恢复正常控制模式。

2.4 讨论

试验结果表明: 风暴来临时系统能在 15 s 内自动关窗; 风暴过后 $20 \text{ m}\cdot\text{in}$ 系统会自动恢复正常的控制模式。试验结果基本符合了“风暴来临时关窗, 风暴解除后恢复正常的控制模式”的要求, 试验验证了系统的风灾防御功能。对于偶然性的强风, 系统也能及时关窗, 起到防御作用。

整个测控系统安装在华南农业大学农场的温室大棚中连续运行近一年, 结果表明, 测控系统性能稳定, 系统结构简单, 操作方便易于维护。本系统的抗风暴智能化测控模式还必须经过实地多年的验证与修正, 系统中的一些关键的临界值(如: $13.9 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 风速及 $20 \text{ m}\cdot\text{in}$ 的检测时间)可以根据用户需要修改。

3 结论

- 1) 模拟试验表明, 研制的风力传感器及风灾测控系统性能可靠, 具备了风灾防御功能。
- 2) 监控系统在温室大棚经过一年实地试验, 效果良好。
- 3) 风暴辨别控制模式还需要经过多次风暴的验证。

[参考文献]

- [1] 陈可声. 灾害性天气及其预防[M]. 石家庄: 河北人民出版社, 1979. 23~39, 41.
- [2] 贺菊美, 郝任侠. 实用农业气象指南[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1989. 441~449, 477~478.

Windstorm Disaster Prevention Model and Control System for Greenhouse in Coastal Areas

Chen Liancheng, Li Lihui, Yu Xiangshen

(College of Polytechnic, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

Abstract: Typhoon occurred frequently in coastal areas in South China. The studies on the windstorm disaster prevention system in the monitoring and controlling environments for greenhouse in the particular climate region were conducted. A storm recognition model based on the methods of Artificial Neural Network for environment control system was developed. Experiments were conducted to examine the model. The results showed that the control system can meet the windstorm prevention requirements in the coastal areas in South China, and more experiments are required.

Key words: automatic control system; windstorm disaster prevention subsystem; greenhouse