

广告牌强风卸载自动控制系统研究

王宪菊, 钱增磊, 李 超, 陈 玲, 赵 爽, 宋 廷

(南京师范大学 电气与自动化工程学院, 江苏 南京 210042)

[摘要] 针对广告牌突遇强风意外损坏的问题,从动态减小广告牌受风面积的角度,设计了一种强风卸载广告牌及其自动控制系统。该系统能够在外部风力超出广告牌设计强度时发出预警,并快速启动卸载装置以减小广告牌的受风面积,风速减小到安全范围后,广告牌自动恢复原状。重点介绍了这种广告牌的组成、工作原理,并详细介绍了系统的硬件和软件设计,给出了系统硬件框图和软件流程图。系统以风速传感器为现场风速测量元件,以 AT89S52 微控制器为控制核心,采用 128*32 屏幕点阵液晶作为显示元件,薄膜按键作为输入装置,完成实时风速检测和显示、预警风速和安全风速设定、危险风速报警、系统强风卸载和安全恢复等控制功能。

[关键词] 广告牌,强风卸载,测风仪,单片机

[中图分类号] TP 212.1 [文献标识码] B [文章编号] 1672-1292(2009)03-0014-04

Research of Automatic Control System About Billboard Unloading Strong Wind

Wang Xianju, Qian Zenglei, Li Chao, Chen Ling, Zhao Shuang, Song Ting

(School of Electrical and Automation Engineering, Nanjing Normal University, Nanjing 210042, China)

Abstract For billboard's accidental damage in strong wind, this paper from the perspective of dynamically reducing billboard's windward, gives a new wind-bad unloading billboard design and its auto control system. To the security of billboards, this system would send out alarm signals and startup the unloading device quickly when exterior wind power go beyond the design strength of billboards. When the wind speed was reduced to safe range, the billboard would return to the original state. This paper introduces the composing, working principle, working flow and control logic of this design, and shows the system principle frame charts and software flow charts. To achieve the functions such as real-time wind speed testing and displaying, pre-alarm and safe wind speed setting, dangerous wind speed alarm, wind-bad unloading and safety resume, this system is composed of wind speed sensor, AT89S52 SCM, 128*32 lattice LCD and petticle keys, which work as living wind speed test component, control core, display component and input component.

Key words billboard, strong wind unloading, anemometer, SCM

户外广告牌的意外损坏是一个直接威胁广大人民群众生命和财产安全的重大安全隐患。在广告牌意外损坏事件中,最突出的损坏形式是突遇局部强风,致使广告牌坠落甚至整体垮塌。特别是随着市场经济的迅速发展,户外广告牌越做越大,越做越高,广告牌被强风吹垮,造成重大人员伤亡的事故常见报端。从广告牌的设计方面看,除了广告牌受风面积大,支架强度不够以外,更重要的原因是在突如其来的大风中,一般广告牌不能释放强风对其造成的强大瞬时或短时间的作用力,当这种作用力超出广告牌结构强度时,就会发生垮塌事故。增加广告牌及其支架的强度是解决问题的直接方法,但是强度的增加是有限度的,不仅会大量消耗钢材,提高制作成本,而且对于雷雨季节常出现的局部超强风还是防不胜防。

本文从动态减小受风面积的思路探索解决这一问题。利用安装在广告牌上的风速测量器件(一种常用的、低成本气象用品)实时检测户外的风速,在设计抗风能力之内,广告牌各活动部件相互锁死,和普通广告牌一样工作;一旦风力超出设定范围,控制中心迅速启动应急系统,打开活动部件释放风压;当风力减弱到安全风速后,应急系统会自动关闭,广告牌恢复正常。

收稿日期: 2009-02-28

通讯联系人: 李 超,博士,教授,研究方向:机电一体化工程。E-mail: lichao@njnu.edu.cn

1 系统的组成及工作原理^[1]

整个系统有风窗式广告板、电动机及动力传动系统、自动控制系统 3 部分组成。

1.1 风窗式广告板

风窗式广告板是把整个广告牌面分成若干个单元广告板面,在每个单元广告板面的横(纵)向中轴线上安装有旋转轴,旋转轴端安装有轴承,轴承的外圈安装在支撑广告牌的支架上,各单元广告板可以绕其旋转轴相对其基体框架(支架)旋转摆动一个近 90°的角度。基体框架与广告板形如百叶风窗(单元广告板的大小尺寸和横竖排列划分根据整个广告牌的实际情况和使用情况调整)。在每个广告板旋转轴的一个端部安装有链轮。

1.2 电动机及动力传动系统

电动机、(蜗轮蜗杆)减速器、链轮链条组成动力传动系统。驱动广告板摆动的动力来自专用电动机。电动机的高速转动经过蜗轮蜗杆等大降速比的减速器变成慢速转动,再经过链轮链条把运动传递给各广告板的旋转轴。

1.3 自动控制系统

自动控制系统有测风仪、中间继电器、电动机正、反转驱动电路、广告板电动锁紧装置、广告板正常位置和旋转到位限位开关等组成。其中测风仪中包括风速传感器、风速测量电路、风速显示电路、预警风速设定按钮和比较电路、输出继电器等。

广告板电动锁紧装置在广告板开始转动防风以前和恢复原位以后把广告板与其基体框架锁紧,防止广告板在平时受小风的影响产生晃动,影响广告效果,而当广告板需要转动时,锁紧装置则处于松开状态;广告板正常位置限位开关和旋转到位限位开关限定广告板的转动角度,向控制系统提供转动到位信号并停止电动机的转动。

2 自动控制系统的设计

按照上述控制要求,系统的工作流程如图 1 所示。

系统通电后,实时检测户外风速。当风速超出预警风速时,声光报警,锁紧装置松开,电机正转并带动广告牌页面旋转,直到压紧旋转到位限位开关,电机停转,广告牌打开,释放风压。当风速低于安全风速时,电机反转同时带动广告牌页面回转,直到压紧正常位置限位开关,电机停转,广告牌恢复到正常位置。预警风速和安全风速可通过按键随时设置。

2.1 系统硬件设计

该系统采用 AT89S52 为核心控制器件,组成的硬件电路如图 2 所示,实验证明,能够胜任本广告牌所需要的有关控制功能^[2,3]。

AT89S52 是 Amel 公司生产的一种低功耗、高性能 COMS 8 位单片机,片内含 8K Bytes ISP(In-system programmable)的可反复擦写 1000 次的 Flash 只读程序存储器,向下兼容 MCS-51 指令系统^[4]。

2.2 风速传感器

风速传感器由受风旋转机构和脉冲编码器组成,是把风速转换成与其相对应频率脉冲的光电脉冲发生器。共引出 3 条线,分别为风速电源线、风速地线和风速信号线。单片机通过对脉冲计数转换为相应的风速与风力数值通过液晶 LCD 12832 显示出来。

2.3 液晶显示电路

本系统采用液晶显示器为 TCM 12832D,中文液晶显示,自带中文字库,每屏可显示两行,每行最多显示 8 个汉字。LCD 与单片机的接

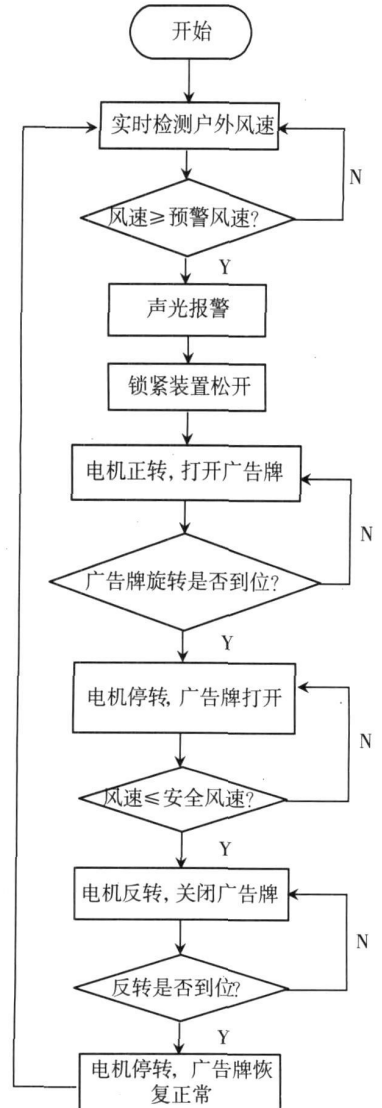


图 1 工作流程图

Fig.1 Workflow diagram

口如图 3 所示.

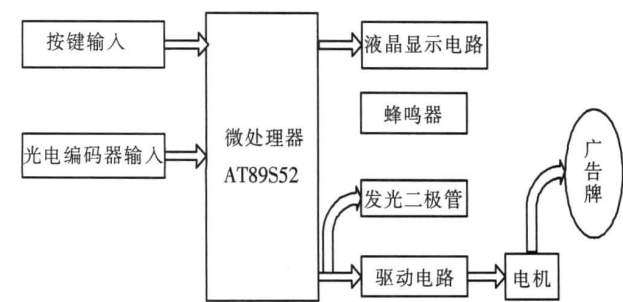


图 2 系统硬件组成框图
Fig.2 Block diagram of system hardware

在本系统中液晶显示分为 3 屏, 如图 4 所示. 第一屏为实时显示户外风速和风力; 第二屏和第三屏显示风速极限值. 第二屏编辑标志在极限 1 前; 第三屏编辑标志在极限 2 前. 极限 1 和极限 2 分别对应安全风速和预警风速.

2. 4 按键设定

根据需要设定翻页键 SET、风速加键 UP、风速减键 DOWN 共 3 个独立式按键. 工作流程是: 开机后进入第一屏; 第一次按下 SET 键进入第二屏, 可编辑安全风速. 即用 UP 或 DOWN 键对系统缺省安全风速进行加或减操作; 第二次按下 SET 时, 可对预警风速进行设置; 第三次按下 SET 后回到第一屏.

2. 5 驱动电路

驱动电路有三极管、继电器以及电阻和电容组成, 如图 5 所示. 电源 VDD (12V) 同时对继电器和三极管供电. 单片机的输出引脚 P1. 0 和 P1. 1 分别对应继电器 K1 和 K2. 由于单片机复位后, I/O 口都是高电平, 为了防止正常状态下继电器吸合, 所以 P1. 0 和 P1. 1 引脚通过一个非门接到三极管的基极^[5].

当 P1. 0 引脚输出低电平时, 三极管 Q1 导通, 继电器 K1 吸合, 同时发光二极管 D1 亮; 同样 P1. 1 引脚输出低电平时, 三极管 Q2 导通, 继电器 K2 吸合, 发光二极管 D2 亮.

3 软件设计

此系统软件部分采用 C51 语言编写, 程序易于移植, 逻辑清晰, 生成代码效率高. 编写过程中, 采用模块化的编程思想, 方便今后的功能扩展^[6].

3. 1 数据处理和分析^[7]

为了实时检测户外的风速, 本系统对编码器的输入脉冲采用中断技术. 光电编码器将测风仪的旋转变换为与其转速成比例的脉冲信号, 输入到单片机的外部中断 1 引脚. 对脉冲的计数转换为计算周期 T, 进

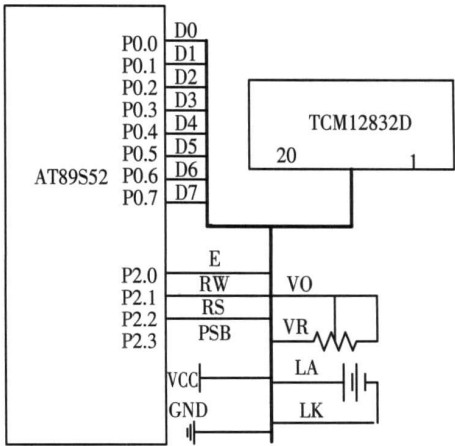


图 3 TCM12832D 与 AT89S52 并行接口示意图
Fig.3 Parallel interface diagram of TCM12832 and AT89S52

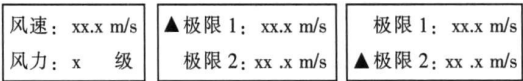


图 4 液晶显示图
Fig.4 LCD diagram

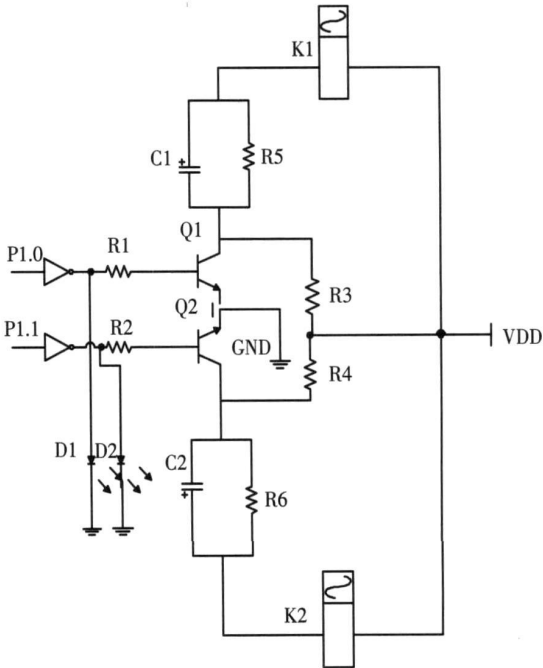


图 5 驱动电路
Fig.5 Drive circuit

而求得频率 $f = \frac{1}{T}$. 当一个下降沿到来时, 触发外部中断 1, 在外部中断 1 服务程序里开启 $T1$, $T1$ 工作在模式 1 即计数位数达到 16 位. 这时 $T1$ 开始定时, 定时每次溢出 count 加 1, count 是一个软件计数变量. 当另一个下降沿到来时, 关闭 $T1$, 求出周期 T 为:

$$T = 65535 \times \text{count} + 256 \times \text{TH1} + \text{TL1} (\mu\text{s}).$$

$$\text{从而求得频率为: } f = \frac{10^6}{65535 \times \text{count} + 256 \times \text{TH1} + \text{TL1}} (\text{Hz})$$

其中, TH1 为定时器 $T1$ 的高 8 位二进制; TL1 为定时器 $T1$ 的低 8 位二进制.

$$\text{已知: } 1.5 \text{ 个脉冲} = 1 (\text{m/s}), \text{ 风速值为: } W \text{ SPEED} = \frac{f}{1.5} (\text{m/s}).$$

采样多个风速值, 然后进行中值滤波, 求得稳定精确的平均值, 在液晶屏上显示出来.

3.2 主程序流程图

接上电源后, LCD 初始化, 开启总中断、NTQ、NT1、T0 和 $T1$ 中断系统, 系统开始扫描 LCD, 并检测是否有脉冲传送. 若有, 则对其进行采样和数据处理, 转换为相应的风速和风力通过 LCD 显示出来; 若无, 液晶屏仍显示初始化的内容, 即风速和风力值都为 0. 主程序流程图如图 6 所示.

3.3 按键输入和液晶显示程序流程图

按键输入和液晶显示程序流程如图 7 所示. 每次按下 S2 键可使安全风速或预警风速加 0.1 m/s ; S2 键在第一屏按下时液晶屏亮, 延时 10 sec 自动熄灭. 按下 S3 键可使安全风速或预警风速减 0.1 m/s . S1、S2、S3 分别为 SET、UP、DOWN 键.

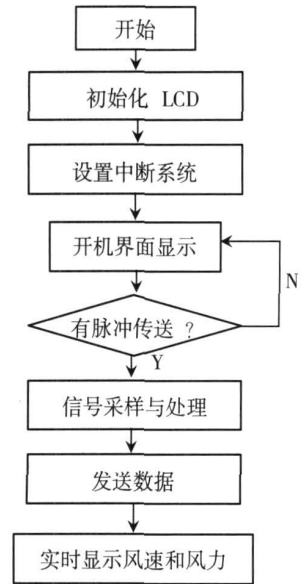


图 6 主程序流程图

Fig.6 Main program flow chart

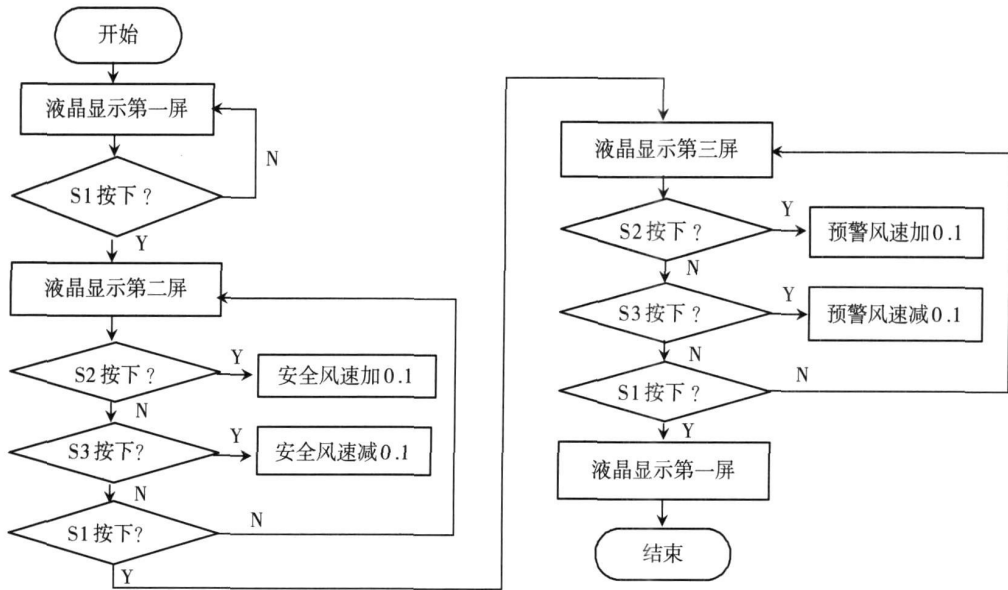


图 7 按键输入和液晶显示程序流程图

Fig.7 Button input and LCD program flow chart

4 结论

本系统充分利用了 AT89S52 单片机高性能低功耗的内核及其片内丰富的外设资源, 使用 $128^* 32$ 屏幕点阵液晶作为显示元件. 实验证明, 该系统具有数据采样速度快、精确度高、操作简单、界面友好、灵敏度高、工作稳定、性能优良等优点. 目前, 已有样机研制成功, 在需要大型广告牌的场所有很好的推广价值.

(下转第 63 页)

- MOD International Conference on Management of Data New York: ACM Press, 1999: 61-72
- [9] Aggarwal C C, PS Yu Finding generalized projected clusters in high dimensional spaces[C] // Proceedings of the 2000 ACM SIGMOD international conference on Management of data Oalaks, Texas: ACM Press, 2000: 70-81
- [10] Liu J, Strohmaier K, Wang W. Revealing true subspace clusters in high dimensions[C] // Proceedings of the 4th IEEE International Conference on Data Mining USA: IEEE Computer Society, 2004: 463-466
- [11] UCIMachine Learning Repository[EB/OL]. <http://archive.ics.uci.edu/ml/machine-learning-databases/breast-cancer-wisconsin/>.
- [12] UCIMachine Learning Repository[EB/OL]. <http://archive.ics.uci.edu/ml/machine-learning-databases/iris/>.
- [13] UCIMachine Learning Repository[EB/OL]. <http://archive.ics.uci.edu/ml/machine-learning-databases/yeast/>.
- [14] He J, Lan M, Tan C L, et al Initialization of cluster refinement algorithms: a review and comparative study[C] // Proceedings of IEEE International Joint Conference on Neural Networks USA: IEEE Computer Society, 2004: 297-302
- [15] Böhm C, Kailing K, Kriegel H P, et al Density connected clustering with local subspace preferences[C] // Proceedings of the 4th IEEE International Conference on Data Mining USA: IEEE Computer Society, 2004: 27-34

[责任编辑: 严海琳]

(上接第 17页)

[参考文献] (References)

- [1] 李超, 陈玲. 广告牌风力卸载的卸载方法及抗强风广告牌: 中国, ZL2006 1 0086005. 6[P]. 2008-05-28
Li Chao, Chen Ling. The method of wind billboard uninstall and billboard anti-strong wind. China, ZL2006 1 0086005. 6[P]. 2008-05-28 (in Chinese)
- [2] 龙安国. 基于 AT89S51 的 PCB 制版喷雾腐蚀控制系统的设计[J]. 电子技术, 2008(5): 48-51.
Long Anguo. Design of PCB plate-making spray erosion control system based on AT89S51[J]. Electronic Technology, 2008 (5): 48-51 (in Chinese)
- [3] 张迎新. 单片机原理与应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 2005.
Zhang Yingxin. Principle and Application of SCM[M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2005. (in Chinese)
- [4] ATMEL AT89S52 中文资料[EB/OL]. [2008-05-01]. <http://www.51.com>. 2008
ATMEL AT89S52 Chinese datasheet[EB/OL]. [2008-05-01]. <http://www.51.com>. 2008 (in Chinese)
- [5] 杨志忠, 卫桦林. 数字电子技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2004
Yang Zhizhong, Wei Hualin. Digital Electronic Technology[M]. Beijing: Higher Education Press, 2004 (in Chinese)
- [6] 田立, 田清, 戴方震. C 语言程序设计快速入门[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2007.
Tian Li, Tian Qing, Dai Fangzhen. C Language Programming Design Quick Start[M]. Beijing: Posts and Telecom Press, 2007. (in Chinese)
- [7] 刘国汉, 韩根亮, 张建华. 嵌入式数据采集系统的研究[J]. 甘肃科技, 2004(10): 91-92
Liu Guohan, Han Genliang, Zhang Jianhua. Research of the embedded data collecting system[J]. Gansu Science and Technology, 2004(10): 91-92 (in Chinese)

[责任编辑: 刘 健]