



基于单片机控制房屋变形坍塌预警系统

缪秋莲¹, 关朴芳¹, 杜盼成², 谢祖强¹, 郑昱邦¹

(1. 福建船政交通职业学院 机械与智能制造学院, 福建 福州 350007;

2. 福建船政交通职业学院 汽车学院, 福建 福州 350007)

摘要: 基于单片机控制技术, 设计一款房屋变形坍塌预警系统。在房屋未倒塌前, 采用科学技术识别房屋承重柱变形情况。若建筑物的承重柱变形值超过系统设定的预警值, 系统自动启动大功率声光报警器以及室外 LED 大屏显示安全警报, 提醒建筑物内外的人员预知所处建筑物的险情并紧急逃生, 从而降低因房屋坍塌造成的伤亡人数和损失, 旨在维护人民的生命财产安全。

关键词: 变形坍塌; 单片机控制; 预警系统

中图分类号: TU746.1; TP212

文献标识码: A

文章编号: 1671-931X (2022) 04-0110-05

DOI: 10.19899/j.cnki.42-1669/Z.2022.04.018

许多房屋建筑始建于 20 世纪 80 年代, 这些房屋建筑的使用年限达到 30 多年, 虽未达到设计使用寿命, 但考虑到当时的施工技术、施工质量以及业主私自改建等因素, 这些建筑已经开始逐渐老化^[1]。国家住建部已出台相关文件, 要求加紧建立危旧老楼的“病例档案”。针对多地房屋建筑出现垮塌的状况, 如何做到防患于未然, 避免类似事故的发生, 成为了人们热议的话题^[2]。房屋在改造过程中, 房屋超过自身的强度极限或因结构稳定性破坏而造成伤害、伤亡的事故, 以及因地震而造成的房屋变形坍塌也不在少数。房屋在坍塌前, 一般会出现承重柱变形、窗户破裂等预警现象, 但因缺乏预警系统, 这些预警现象并未被房屋内部租住人员以及外部人员识别并提

前撤离。目前, 危旧房屋的监测仍然以人工巡检的方式为主, 费时、费力且时效性不强, 监测数据间断、不连续, 无法实时的、全面的、大范围覆盖监测^[3]。一旦发生房屋倒塌, 后果不堪设想。在血的教训面前, 如果能够安装一个预警系统, 房屋倒塌前, 提前发出警报以留出一定时间来撤离或关闭关键设施, 那么就能一定程度上减少不必要的损失。本团队研发出具有自主知识产权的房屋变形坍塌预警系统, 旨在采用科学技术识别房屋承重柱变形情况, 若变形值超过预警值, 系统启动声光报警, 提醒房屋内外的人员紧急逃生, 降低因房屋坍塌造成伤亡人数和财产损失。

收稿日期: 2021-09-28

基金项目: 2020 年福建省教育厅中青年科研项目(科技类)资助“基于单片机控制房屋变形坍塌预警系统”(项目编号: JAT201070)。

作者简介: 缪秋莲(1987—), 女, 福建宁德人, 福建船政交通职业学院机械与智能制造学院高级技师, 研究方向: 工程机械教学; 关朴芳(1979—), 女, 辽宁沈阳人, 福建船政交通职业学院机械与智能制造学院副教授, 研究方向: 电气控制; 杜盼成(1985—), 男, 福建泉州人, 福建船政交通职业学院汽车学院助理实验师, 研究方向: 实验教学; 谢祖强(1981—), 男, 福建闽清人, 福建船政交通职业学院机械与智能制造学院实验师, 研究方向: 机械工程; 郑昱邦(2002—), 男, 福建漳州人, 福建船政交通职业学院电气自动化专业 2020 级学生, 研究方向: 电气工程。

一、房屋变形坍塌预警系统原理

房屋坍塌事故发生前一般会有承重柱扭曲变形的预警。房屋建筑变形坍塌预警系统利用建筑物变形坍塌应变式传感器来采集房屋承重柱变形量,将建筑物承重柱变形量转变为测量电路的电压值输出。当系统电压值变化量超过预警阈值时,预示承重柱有坍塌风险,房屋变形坍塌预警系统就会启动声光报警器以及室外 LED 大屏显示安全警报,警示房屋内外的人员紧急逃生,降低因房屋坍塌造成伤亡人数。

其原理如图 1 所示:

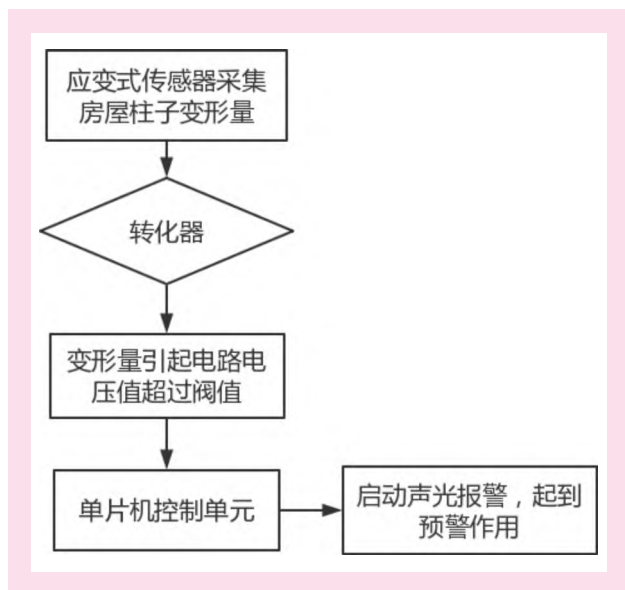


图 1 房屋变形坍塌预警系统的原理

二、房屋变形坍塌预警系统中央控制单元原理

房屋变形坍塌预警系统单片机以及声光报警电路原理图如图 2 所示:

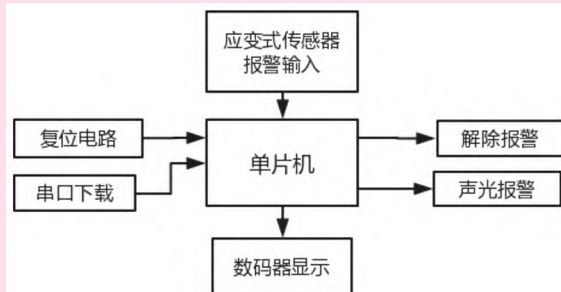
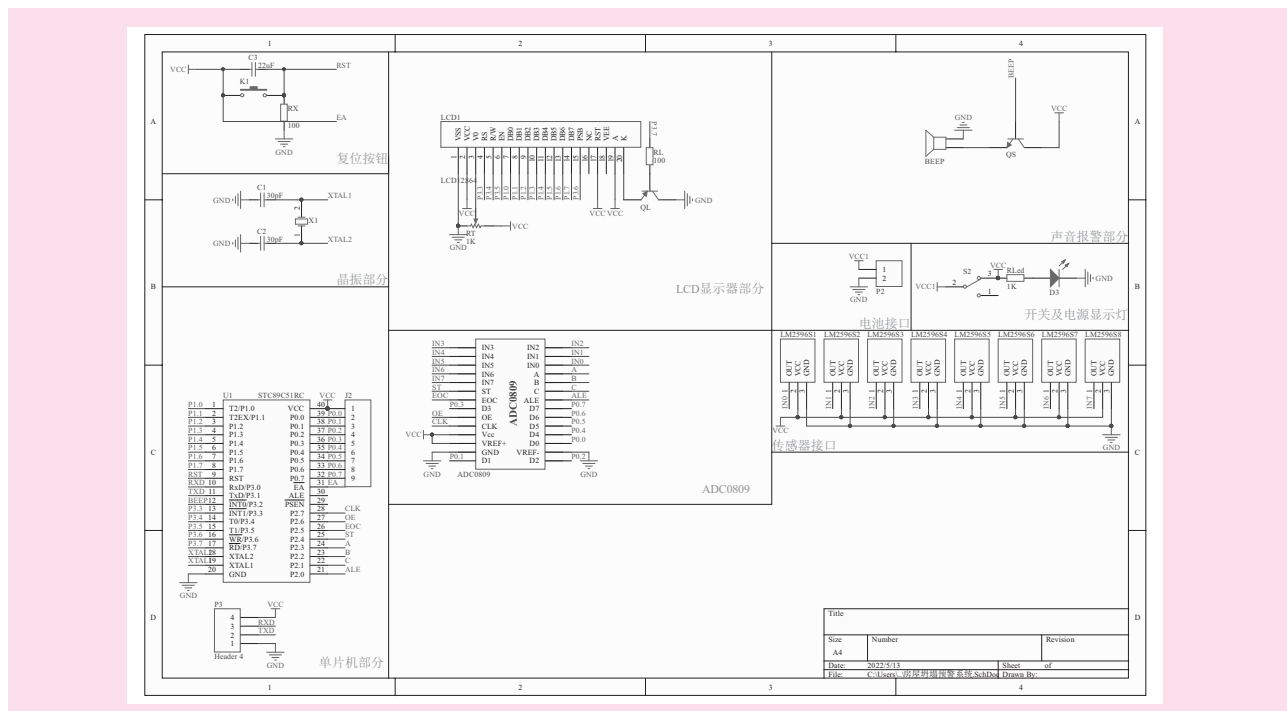


图 2 建筑变形坍塌预警系统单片机以及声光报警电路原理图

三、建筑物变形坍塌预警系统总电路设计

由建筑物变形坍塌预警系统原理,可设计出房屋变形坍塌预警系统组成元件如下:应变式传感器、单片机、声光报警器、电源线路。其中关键技术为建筑物变形坍塌预警系统控制单元的设计技术。

利用 Altium Designer 电气元器件电路原理图软件设计建筑变形坍塌预警系统电路板引脚图如图 3 所示。建筑变形坍塌预警系统电路板引脚图主要包括五大部分:建筑变形坍塌预警传感器部分、建筑变形坍塌预警单片机部分、声光报警部分、LED 安全警报部分、电源控制部分。



根据建筑变形坍塌预警系统电路板引脚图, 利用 Altium Designer 电气元器件电路原理图软件制作出如图 4 建筑变形坍塌预警系统的电路板以及图 5 房屋建筑变形坍塌预警系统电子控制单元。

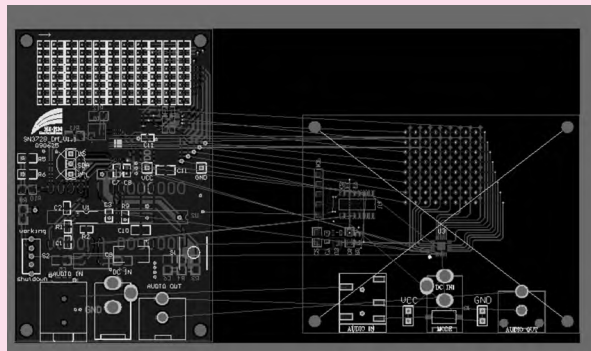


图 4 建筑变形坍塌预警系统电路板设计图

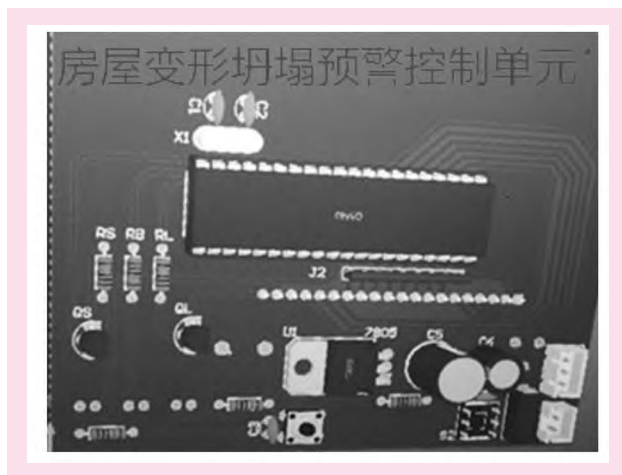


图 5 建筑变形坍塌预警系统电子控制单元

建筑物变形坍塌预警系统关键程序段

建筑物变形坍塌预警系统单片机程序段关键包括: 显现系统最终功能的声光报警部分和控制是否发出预警的建筑变形坍塌预警系统电子控制单元部分。

(一) 声光报警程序编写

建筑物变形坍塌预警系统声光报警程序主要实现接收单片机给的信号, 进行警报声播放和报警灯闪烁功能以及报警后复位功能。建筑物变形坍塌预警系统声光报警程序编写如下:

```
MAIN:MOV DPTR,#7FFFH;    // 命令口, 声光报警器初始化;
      MOV A,#90H    ;    // PA 口 0 输入, PB 口 0 输出
      MOV @DPTR,A
      MOV A,#0FH    ;    // C 端口的复位, PC7=1
      MOVX @DPTR,A
```

```
ZHSA:MOV DPTR,#7FFCH;    // 读取 A 口数据
      MOV A,@DPTR
      RET;                // A 与设定值相等时, 返回原程序
      CJNE A,SETP,NEXT2;    // A 与设定值不相同时, 跳到 NEXT2
      NEXT1:MOV DPTR,#7FFDH
      MOV A,#FFH
      MOVX @DPTR,A;        // PB0L9 灭, 复位
      MOV DPTR,#7FFEh
      MOV A,#FFH
      MOVX @DPTR,A;PC7    // 复位, 蜂鸣器不响
      RET
      NEXT2:JC NEXT1        ;    // A< 设定值, NEXT1 不报警
      MOV DPTR,#7FFDH;    // 此时 A 大于设定值, NEXT2 报警
      MOV A,#00H
      MOVX @DPTR,A;        // L9 亮, PB0 口复位
      MOV DPTR,#7FFEh
      MOV A,#00H
      MOVX @DPTR,A;        // PC7 蜂鸣器响, 复位
      RET
```

(二) 建筑变形坍塌预警系统电子控制单元关键程序段编写

建筑变形坍塌预警系统电子控制单元关键程序段, 主要实现采集到的承重柱弯曲度与房屋变形坍塌设定值比对, 输出房屋承重柱的变形量, 显示房屋是否处于安全或危险状态。建筑变形坍塌预警系统电子控制单元关键程序段如下:

```
void main()
{
    init();
    LCD12864_SetPos(0,0);
    LCD12864_DisHZ_Str("承重柱弯曲度");
    LCD12864_SetPos(1,0);
    LCD12864_DisHZ_Str("承重墙弯曲度");
    while(1)
    {
        AD0;
        num=AD_DATA[3];
        LCD12864_NumShow(0,6,num);
        num2=AD_DATA[2];
        LCD12864_NumShow(1,6,num2);
        if(((tempnum-50)>num)|((num>(tempnum+50))|((tempnum2-50)>num2)|((num2>(tempnum2+50)))))
```

```
{
    BEEP=1;
    LCD12864_SetPos(2,0);
    L C D 1 2 8 6 4 _ D i s H Z _
Str("    ");
    LCD12864_SetPos(3,0);
    L C D 1 2 8 6 4 _ D i s H Z _
Str("    ");
    LCD12864_SetPos(2,0);
    LCD12864_DisHZ_Str("房屋
有风险!");
    LCD12864_SetPos(3,0);
    LCD12864_DisHZ_Str("请尽
快撤离!");
    delay(50);
}
else
if((100<num<150)|(100<num2<150))
{
    BEEP=0;
    LCD12864_SetPos(2,0);
    L C D 1 2 8 6 4 _ D i s H Z _
Str("    ");
    LCD12864_SetPos(3,0);
    L C D 1 2 8 6 4 _ D i s H Z _
Str("    ");
    LCD12864_SetPos(2,0);
    LCD12864_DisHZ_Str("目前
安全");
    delay(50);
}
}
```

实验验证

(一) matalab 仿真模拟实验

如图 6, 采用 matalab 虚拟仿真软件进行模拟试验验证房屋建筑变形坍塌预警系统。

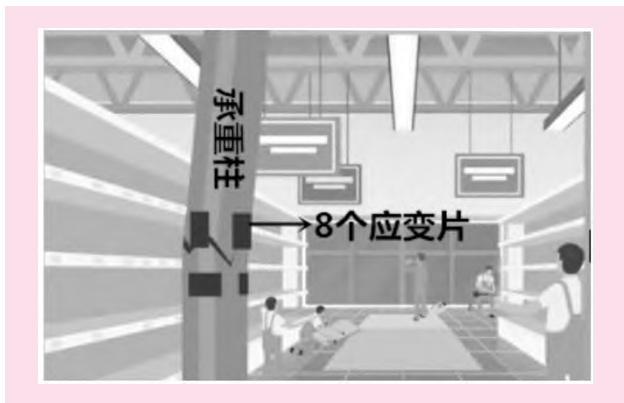


图 6 房屋建筑变形坍塌预警系统虚拟仿真实验图

经模拟实验, 制作出的房屋建筑变形坍塌预警系统可实现当房屋承重柱变形量超过预警阈值时, 房屋变形坍塌预警系统就会启动声光报警器的功能, 起到预警作用。

(二) 实物实验

1. 实验元件设计

房屋变形坍塌预警系统采用的 ADC0809 模数转换器, 能实现 CMOS 的 8 通道工艺, 8 位逐次逼近式 A/D 模数转换器。转换器具备 8 通道多路开关, 能够根据地址码来锁存编译码的信号值, 有序选择 8 路物理模拟输入信号进行 A/D 模数转换。设计的房屋承重柱沿承重柱中段贴 8 片检测变形量的形变传感器, 并将传感器信号值通过 ADC0809 模数转换器转换后, 输入单片机单元, 房屋变形坍塌预警系统元件清单见表 1 所示。

表 1 元件清单

元件名称	标号	元件型号	数量
喇叭	BEEP	喇叭	1
瓷片电容	C1, C2, C3	100p	3
电解	C5, C6	1000uF, 470uF	2
瓷片电容 103	C7	103	1
显示灯	D1, D2, D3	LED	3
排阻 103	J2	103	1
开关	K1		1
液晶显示器	LCD1	LCD-12864	1
压力传感模块		BF350-3AA	1
充电器	P3	DC5V	2
PNP 三极管	QL	PNP8550	1
NPN 三极管	QS	NPN2N3904	1
电阻	R13	2K	1
电阻	RL, RLde, RS, RX	AXIAL-0.4	4
电位器	RT	1K	1
按钮	S2		1
单片机	U1	89C51	1
三端稳压器	U1	7805	1
接插口			1
晶振	X1	12MHz	1
语音模板		XFS5152	1
应变片			8
应变式传感器 PCB 制板		自制	5
房屋变形坍塌系统 PCB 制板		自制	5

2. 实物模型

如图 7, 将烧录了房屋变形坍塌预警单片机控制程序段的房屋变形坍塌预警控制系统 PCB 板以及其他房屋预警系统所需的硬件进行布线组装, 最终做出如图 8 的房屋变形坍塌系统实物模型。



图 7 房屋变形坍塌系统布线



图 8 房屋变形坍塌系统模型

经过实验, 如图 9 所示, 研发出的房屋变形坍塌

预警系统, 能够有效识别出房屋承重柱变形情况。当变形值超过单片机设定的预警值, 变形坍塌系统能够自动启动声光报警以及室外 LED 大屏显示安全警报, 提醒房屋内外的人员紧急逃生, 降低因房屋坍塌造成伤亡人数和财产损失。

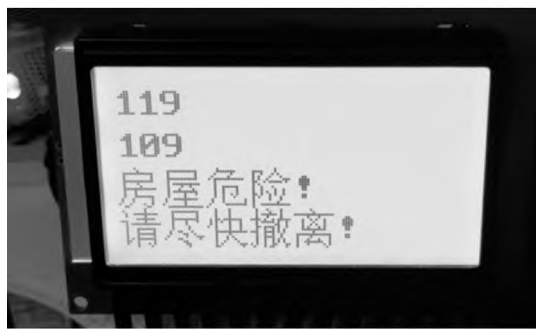


图 9 实物实验效果图

经过设计、制作、程序编写、模拟试验、实物实验等环节, 设计出的房屋建筑变形坍塌预警系统实现房屋变形坍塌预警功能, 有效警示危险, 提前撤离, 从而降低因房屋老旧变形导致安全事故的伤亡人数, 提高居民的生活幸福指数。

参考文献:

- [1] 朱明非, 翁信文, 汪维, 等. 基于 GIS/GPS 集成的变形监测预警系统设计[J]. 科技创新与生产力, 2016(4): 109-110.
- [2] 经根东, 王振祥. 大地震时房屋裂缝变形机理及抗震构造优化[J]. 四川建材, 2019(12): 63-65.
- [3] 郑海钢. 钢筋混凝土结构房屋变形性能及容许变形指标[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2017(8): 31.

[责任编辑: 刘 骋]

Early Warning System for Building Deformation and Collapse based on MCU Control

MIAO Qiu-lian¹, GUAN Pu-fang¹, DU Pan-cheng², XIE Zhu-qiang¹, ZHENG Yu-bang¹

(1. School of Machinery and Intelligent Manufacturing, Fujian Chuanzheng Communications College, Fuzhou Fujian, 350007, China; 2. School of Automotive, Fujian Chuanzheng Communications College, Fuzhou Fujian, 350007, China)

Abstract: Based on MCU control technology, an early warning system for building deformation and collapse is designed. Before the building collapses, the deformation of the bearing column of the house is identified with science and technology. If the deformation value of the bearing column of the building exceeds the warning value set by the system, the system will automatically start the high-power audible and visual alarm and the safety alarm will be shown on the outdoor LED large screen, reminding the personnel inside and outside the building of the danger of the building and escape in an emergency, so as to reduce the number of casualties and losses caused by the collapse of the building, in order to maintain the safety of people's lives and property.

Key words: deformation and collapse; MCU control; early warning