

# 基于自带智能保护装置理念的小型家具柜设计

夏斯权<sup>1</sup>, 宋文斌<sup>2</sup>, 谷志博<sup>2</sup>

(1.上海理工大学 公共实验中心, 上海 200093; 2.上海理工大学机械工程学院, 上海 200093)

**摘要:** **目的** 针对家具柜容易倾翻, 从而引发重大伤亡事故, 其中对幼儿等弱势群体伤害尤为明显的问题。**方法** 在分析多种原因的基础上, 提出一种自带智能保护装置理念的小型家具柜设计。对传统的家具柜结构进行重新设计, 在家具柜的顶层箱体板内加入智能安全保护控制系统, 该保护控制系统主要包括安全气囊模块、测量水平位置的倾角开关、MSP430 微型处理器主控模块、电源供电模块、报警提示器。**结果** 当家具柜倾翻时, 保护控制系统的主控模块可以检测到电器产生的触发高电平信号, 进而控制安全气囊模块工作, 迅速展开气囊对儿童等弱势群体形成有效缓冲保护, 同时打开报警提示器, 提示家人及时施救。**结论** 整个设计理念对家具设计智能化、安全化发展提供一定的创新思考与价值。

**关键词:** 家具柜; 智能; 安全; 控制系统

**中图分类号:** TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2018)24-0232-05

**DOI:** 10.19554/j.cnki.1001-3563.2018.24.042

## A Small Furniture Cabinet Design with the Concept of Intelligent Protection Device

XIA Si-quan<sup>1</sup>, SONG Wen-bin<sup>2</sup>, GU Zhi-bo<sup>2</sup>

1.Public Experiment Center, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China;

2.School of Mechanical Engineering, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China

**ABSTRACT:** It is easy to cause serious accident for furniture cabinet tilting, especially vulnerable groups such as children. On the basis of analysis of multiple reasons, this paper presents a small furniture cabinet design with the idea of intelligent protection device, redesign the traditional furniture cabinet structure. Intelligent security control system is added into the top floor cabinet of furniture cabinet. The protection control system mainly includes the airbag module, the tilt switch of measuring horizontal position, the main control module of the MSP430 micro processor, the power supply module and the alarm cue. When the furniture cabinet tipped over, Protection control system of the main control module can detect dip switch relay to produce high level signal to trigger and, in turn, control the airbag modules work, quickly an airbag to protect children and other vulnerable groups to form effective buffer, at the same time open the alarm reminders, prompt family rescue in time. The whole design concept provides some innovative thinking and value for the intelligent and safe development of furniture design.

**KEY WORDS:** furniture cabinet; intelligence; security; control system

如今, 互联网化、智能化的新技术正在渗透社会的各行各业。家具的智能化、安全化需求正逐渐引起许多人的关注<sup>[1]</sup>。通过对智能家具产业概况、智能家具国内外的研究现状, 以及智能控制技术在家具中的应用进行综合分析, 提出了智能家具体系构成和设计

研究方法, 对未来智能家具产业发展起到了积极作用<sup>[2-5]</sup>。对儿童家具标准体系和产品质量存在的问题进行分析, 并对相关部门和企业提出建议, 关注儿童家具材料质量和检测标准<sup>[6-8]</sup>。本文从保护儿童等弱势群体的角度出发, 并且结合当下各类家居, 提出一

收稿日期: 2018-08-26

作者简介: 夏斯权 (1989—), 男, 江苏人, 硕士, 上海理工大学助理实验师, 主要研究方向为智能控制、图像处理、嵌入式应用。

种自带智能保护装置理念的小型家具柜设计,目的是防止家具柜倾倒,从而发生伤亡事故。

## 1 家具柜智能化安全化的必要性

根据网络媒体报道,国内外已有多名小孩在家中被家具柜砸到,从而造成重大伤亡事故。网络上流传的家具柜砸死儿童的事故模拟见图 1,笔者从家具柜摆放位置、儿童行为、家庭成员照顾儿童的年龄层次 3 个方面对此类事故发生的可能性作出分析。

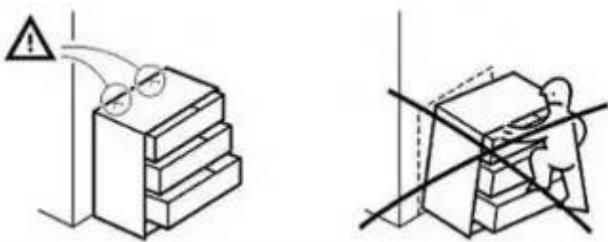


图 1 家具柜砸死儿童的事故模拟  
Fig.1 Simulation of children killed by furniture cabinets

### 1.1 从家具柜的摆放位置分析

现在的住房多为两室以上的房型结构,室内装修除了房间的部分衣柜和壁柜固定在墙面上,其他的小型家具均都是可移动的。由于墙面踢脚线存在,所以家具柜与靠放墙面留有间隙。如果家具柜的支撑脚与

地面接触部不够平稳,加之如今的家具柜质量比较轻,极有可能因外力发生翻倒。

### 1.2 从儿童的行为分析

儿童的感官系统比较敏感,具有好动的天性,比较善于探索周边的事物<sup>[9]</sup>。如果小孩对于家具柜上的某一样物品产生好感,就会伸手去获取,但是家具柜的高度都是高于小孩的身高,为了满足自己的好奇心,他们会把家具柜的底层抽屉打开,脚站在上面,这样也是极有可能使家具柜翻倒。

### 1.3 从家庭成员的年龄层次分析

儿童学会走路后,大多数都是爷爷奶奶在家照看。由于年龄辈分的差距,所以老人们一般认为只要小孩在家里,只要不玩水、火、电,就是安全的,基本忽视了家具柜翻倒的危险。传统的家具柜因摆放的位置不平稳、小孩攀爬、大人忽视等一系列因素,导致其存在翻倒的危险,因此笔者推出的家具柜智能化设计理念十分有必要。

## 2 现有的家具柜样式及防倾倒措施

家具柜的样式虽然比较繁多,但其结构基本相似。这些家具柜的底层和地面处于悬空状态,依靠 4 个柜脚支撑,柜身质量轻,与地面接触不平稳时容易翻倒。常见的家具柜样式见图 2。



图 2 常见的家具柜样式  
Fig.2 Furniture cabinet style

如今,家具柜翻倒事故的严峻性越来越引起人们的注意,现有的防倾倒措施有:家具柜安放物品时需

要保持上轻下重原则;加装底部安定模块,见图 3,安定模块带有一定的坡度,柜子底部被抬高,这样可

以改善柜子前倾的可能性；加装顶部支撑模块，见图4，这样柜子便不容易翻倒。

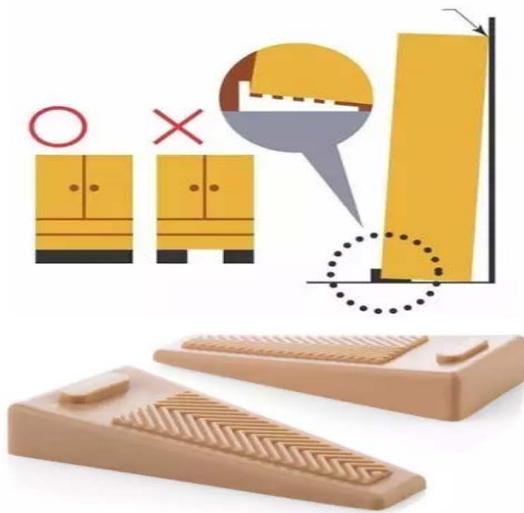


图3 底部安定模块  
Fig.3 Bottom diazepam module

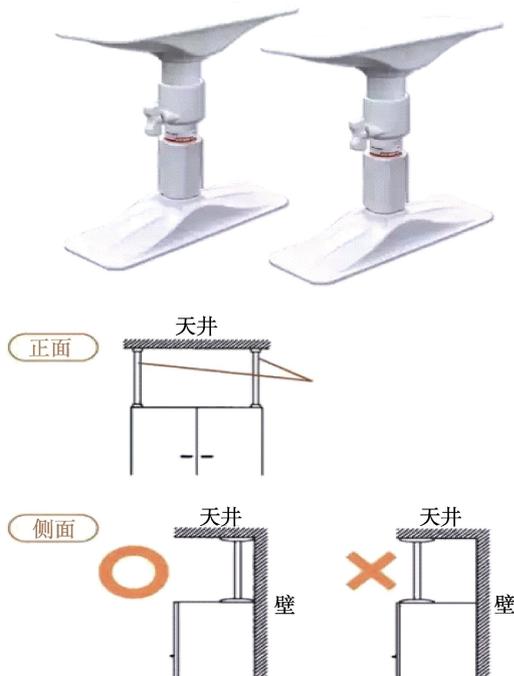


图4 顶部支持模块  
Fig.4 Top support module

### 3 自带智能保护系统的家具柜架构设计

上述措施从某种程度上可以防止家具柜倾倒，但是缺乏保障用户人身安全的智能化措施，因此本方案对传统家具柜的结构进行重新考量后，在家具柜的顶层结构里加入智能安全保护系统，设计效果见图5。这里对家具柜的样式不作固定化处理，其主要改进家具柜的顶层设计。



图5 智能安全家具柜架构设计  
Fig.5 Intelligent and safe furniture cabinet structure design effect

#### 3.1 家具柜顶层结构的组成

家具柜顶层板箱体内结构见图6。顶层板箱体和顶层板封盖属于吸合结构，在外力的作用下可以把顶层板的封盖打开，这样安全气囊在工作时，家具柜的所有结构可以不被破坏。

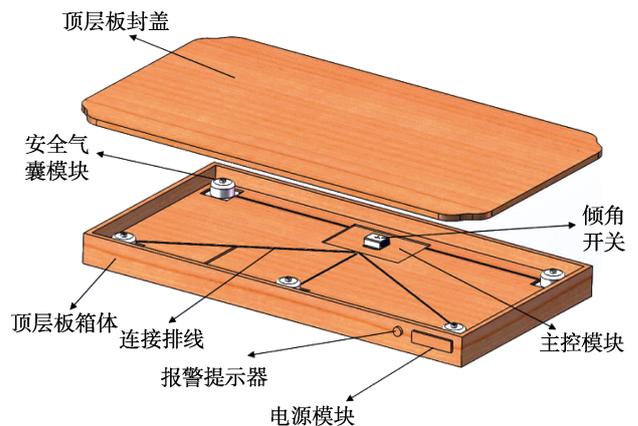


图6 顶层板箱体内结构  
Fig.6 The structure of the top plate box body

#### 3.2 智能保护控制系统设计

##### 3.2.1 控制系统硬件设计

家具柜设计中自带的智能保护系统的控制结构框架见图7。其中主控单元采用TI公司生产的MSP430微型处理器，该处理器具有独特的超低功耗设计，给低功耗仪表设计带来了方便<sup>[10]</sup>。

倾角开关是用来测定家具柜水平位置的平衡状态的核心工作器件，安装在顶层箱体的中心轴位置上，其工作角度变化见图8，家具柜一般都是依墙体摆放，因此沿X轴方向（与墙体面平行）易发生左倾翻或右倾翻，在Y轴方向（墙体面垂直）易发生前倾翻。图中A点以外是报警点区域，B点以内是复位区域，倾角开关复位产生低电平信号。

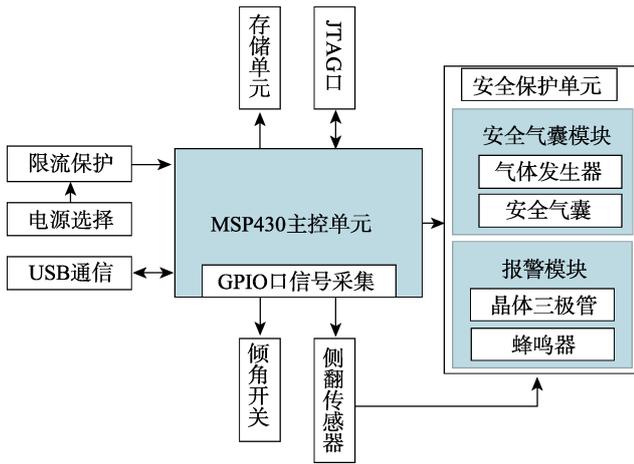


图 7 控制结构框架  
Fig.7 Control structure frame

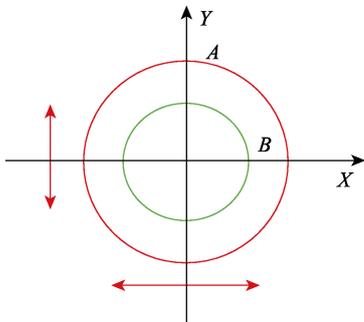


图 8 倾角开关工作角度  
Fig.8 Angle switch working angle

安全气囊模块是由气体发生器和安全气囊两部分组成，安全气囊模块中的气体发生器内部含有一个 2 欧姆左右的桥丝，需要通过 2A 左右的电流脉冲信号，持续时间需要 2 ms。实际工作时需要延长脉冲时间大于 2 ms，确保气体发生器的桥丝熔断后气囊起爆鼓起，桥丝熔断后，电流脉冲信号自动截至。本方案设计的家具柜顶层箱体内包含 5 个安全气囊模块，分别安装在家具柜顶层箱体的左端、右端和前端的相关位置上，气体发生器的控制电路见图 9。

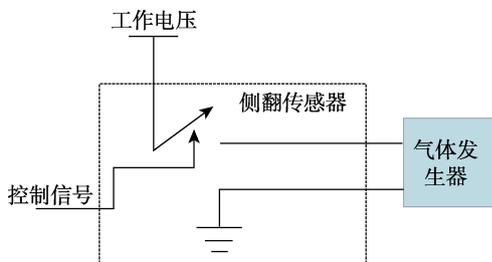


图 9 气体发生器的控制电路  
Fig.9 control circuit of gas generator

报警模块功能主要是在家具柜倾翻时发出警报提示家人，由晶体三极管和蜂鸣器组成。电源模块主要提供 5 V、9 V、12 V 等多种直流电压，包含主控电源 5 V 直流电压、倾角开关 9 V 直流电压、倾翻传

感器 5 V 直流电压、安全气囊模块 5 V 直流电压。为了防止因电路电流过大，而烧坏主控芯片，在电源模块和主控单元之间加入限流保护，进一步提高主控模块的使用寿命。

### 3.2.2 家具柜智能保护系统工作原理

当家具柜发生倾翻时，其顶部的倾角开关传感器从水平位置开始，角度逐渐增大超过报警点 A，倾角开关被触发，产生高电平信号。当主控 MSP430 单片机 GPIO 信号采集口检测到这一个高电平信号时，立刻通过 GPIO 口控制安全气囊模块的倾翻传感器启动闭合从而开始工作，触发冲气指令迅速打开气囊，此时家具柜的顶层板箱体的封面盖会弹出，气囊分别在柜体的前侧和左右两侧张开空间，快速形成缓冲保护，同时报警提示器发出警报，告知家里的其他人员及时进行施救，安全气囊工作见图 10（图中黑色箭头是顶层板封盖被气囊弹起时的状态示意，红色箭头是气囊打开的空间状态示意）。

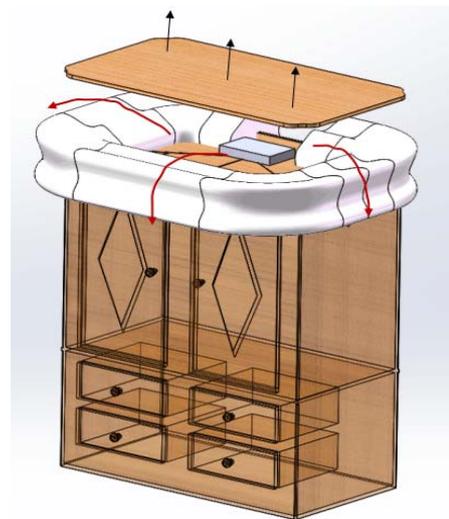


图 10 安全气囊工作  
Fig.10 Airbag work

### 3.2.2 控制系统软件设计

在设计控制系统软件程序时，首先需要考虑到系统的稳定性、准确性和快速性等基本要求，在系统开始工作时加入自检环节，确认各模块工作状态，进一步确保系统执行的可靠性。具体的程序设计流程见图 11。

### 3.2.3 保护控制系统测试分析

家具柜智能保护系统的核心保护器件就是安全气囊模块，其工作灵敏度要求气体发生器可靠，为了检测系统灵敏度，通过主控 MSP430 的 GPIO 口产生一个 5 V 的电平脉冲信号，去启动侧翻传感器开关闭合。气体发生器实际工作的电流脉冲信号变化曲线见图 12，由图可知电流脉冲信号在气体发生器工作期间的电流峰值达到 2.6 mA，工作电流的持续时间达到 2.4 ms 左右，满足实际工作的需求。

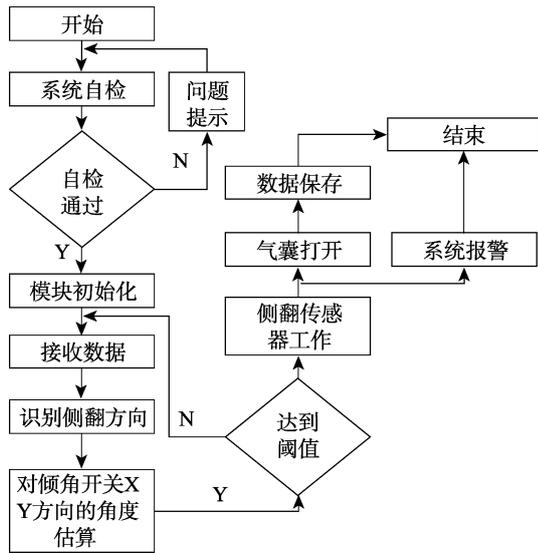


图 11 控制系统软件流程  
Fig.11 Control system software flow chart

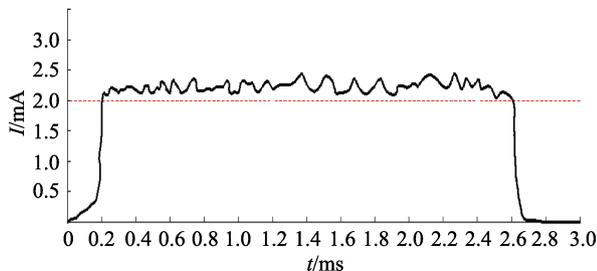


图 12 电流脉冲曲线  
Fig.12 Current pulse curve

#### 4 结语

家具智能化、安全化设计是一个必然的趋势，本文所述的自带智能保护系统的小型家具柜设计，在传统的家具柜的整体结构上对柜体的顶层板结构进行改进，再加入智能安全保护系统，该系统可以在家具柜发生翻倒时，通过安全气囊对儿童等弱势群体形成有效的缓冲保护，从一定程度上可以有效降低家具柜倾倒对儿童等弱势群体的伤害程度，但这只是一种智能保护措施，要想避免类似事故分生，还需要家长的耐心教育和家人的仔细看护。笔者设计的家具柜只是家具行业智能安全化的一个具体创新，其设计思路可以给其他家具设计提供一定的参考价值。

#### 参考文献：

[1] 周丽丽, 张红梅, 杜寅福. 关于智能家具的物联网感知体系结构设计[J]. 自动化技术与应用, 2018, 37(4): 151—155.  
ZHOU Li-li, ZHANG Hong-mei, DU Yin-fu. Design of Intelligent Furniture's Internet of Things Perception

Architecture[J]. Automation Technology and Application, 2018, 37(4): 151—155.

[2] 吴智慧, 张雪颖, 徐伟. 智能家具的研究现状与发展趋势[J]. 林产工业, 2017, 44(5): 5—8.  
WU Zhi-hui, ZHANG Xue-ying, XU Wei. Research Status and Development Trend of Intelligent Furniture[J]. Forest Products Industry, 2017, 44(5): 5—8.

[3] 郭叶莹子, 易熙琼, 陈浩森. 智能家具概念及产品设计方法探析[J]. 家具, 2016, 37(1): 70—73.  
GUO Ye Ying-zi, YI Xi-qiong, CHEN Hao-miao. Analysis of the Concept and Design Method of Intelligent Furniture[J]. Furniture, 2016, 37(1): 70—73.

[4] 孙建平, 单海斌. 单片机技术在智能家具中的应用与发展[J]. 森林工程, 2012, 28(5): 45—49.  
SUN Jian-ping, SHAN Hai-bin. Application and Development of Single Chip Microcomputer Technology in Intelligent Furniture[J]. Forest Engineering, 2012, 28(5): 45—49.

[5] 段海艳, 吴智慧. 智能化——未来家具发展的趋势[J]. 林产工业, 2006, 33(4): 16—19.  
DUAN Hai-yan, WU Zhi-hui. Intellectualization Trend of Furniture Development in the Future[J]. Forest Products Industry, 2006, 33(4): 16—19.

[6] 王红强, 海凌超, 陈满英, 等. 我国儿童家具标准化现状及产品质量问题分析[J]. 林产工业, 2018, 45(3): 7—9.  
WANG Hong-qiang, HAI Ling-chao, CHEN Man-ying, et al. Analysis of the Status of Standardization of Children's Furniture and Product Quality in China[J]. Forest Products Industry, 2018, 45(3): 7—9.

[7] 张旭, 王欣铨, 孟玲. 儿童家具安全性设计初探[J]. 辽宁工业大学学报(社会科学版), 2008, 10(6): 78—79.  
ZHANG Xu, WANG Xin-quan, MENG Ling. Preliminary Study on the Safety Design of Children's Furniture[J]. Journal of Liaoning University of Technology (Social Science Edition), 2008, 10(6): 78—79.

[8] 杨婷. 基于安全性角度的学龄前儿童家具设计研究[J]. 艺海, 2016, 7(5): 94—96.  
YANG Ting. Research on Furniture Design for Pre-school Children Based on Safety Angle[J]. Yihai, 2016, 7(5): 94—96.

[9] 苗艳凤, 徐璐, 申立坤. 基于亲子互动的儿童家具设计[J]. 林产工业, 2018, 44(8): 42—46.  
MIAO Yan-feng, XU Lu, SHEN Li-kun. Design of Children's Furniture Based on Parent-Child Interaction[J]. Forest Products Industry, 2018, 44(8): 42—46.

[10] 张军, 陈慧丽. 基于 MSP430 单片机和 DS18B20 的数字温度计参考[J]. 电子设计工程, 2010, 18(11): 106—109.  
ZHANG Jun, CHEN Hui-li. Digital Thermometer Reference[J]. Electronic Design Engineering Based on MSP430 Microcontroller and Ds18B20, 2010, 18(11): 106—109.