doi:10.3969/j.issn.1001-893x.2013.08.024

一种多功能海事卫星电话的造型与结构设计*

董石羽[1,**],向泽锐[1],吴贵凉[1],朱先辉[2]

(1.西南交通大学 人机环境系统设计研究所,成都 610031;2.中国西南电子技术研究所,成都 610036)

摘　要:针对多功能海事卫星电话的结构特点,提出了详细的设计流程。按照所提出的设计流程,分别对该产品的结构总体设计、造型设计和详细的结构设计进行了论述。设计的多功能海事卫星电话在结构上具有以下特点:电话主机可水平 360°范围内自由旋转,可前后 90°范围内自由俯仰调节;话筒组件也能够根据用户使用要求和使用习惯进行前后俯仰角的自由调节。

关键词:海事卫星电话;船舶自动识别系统;结构设计;造型设计;设计流程

中图分类号:TN03　　**文献标志码**:A　　**文章编号**:1001-893X(2013)08-1094-06

Modeling and Structural Design of a Multifunctional Maritime Satellite Phone

DONG Shi-yu[1], XIANG Ze-rui[1], WU Gui-liang[1], ZHU Xian-hui[2]

(1. Institute of Design and Research for Man-Machine-Environment Engineering System, Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China; 2. Southwest China Institute of Electronic Technology, Chengdu 610036, China)

Abstract: A detailed design flow is proposed according to the structural features of multifunctional maritime satellite phone. Then, according to the proposed design flow, the contents are discussed including overall structural design, modeling design, and detailed structural design. The equipment designed has the following structural features: the telephone host can be rotated freely within the range of horizontal 360°, and pitch 90°. At the same time, the telephone microphone components can be assembled and adjusted according to user requirements and usage.

Key words: maritime satellite phone; automatic identification system (AIS); structural design; modeling design; design flow

1 引　言

卫星电话是适用于海洋、沙漠、乡村、湖泊河流等野外作业环境的通信器材,具有信号覆盖区域广的特点,目前已广泛应用于军事[1]、油气田作业[2]、航海[3]、偏远地区通信[4]、应急救灾[5-6]等领域,并显示出了强大的发展潜力。

船舶自动识别系统(Automatic Identification System, AIS)B 级船载设备是一种安装于内河和近海小型船舶上的助航设备,能够有效地预防船舶碰撞事故的发生。安装该设备的船舶能向 AIS 基站发送识别码、船名、目的地以及是否装载有危险货物等信息,同时也能接收管理当局通过基站发出的告警、助航等信息,对船舶的安全航行具有重要的作用和意义[7-11]。

由于卫星电话的野外通信能力强,船舶自动识别系统 B 级船载设备的助航功能卓越,所以提出将两者的功能进行组合,研制一种既具有卫星信号通话功能,又具有助航功能的新设备——多功能海事卫星电话。本文主要对其造型与结构进行研究。

2 设计流程

多功能海事卫星电话的结构设计内容主要涉及

* 收稿日期:2013-03-28;修回日期:2013-06-03　　Received date: 2013-03-28; Revised date: 2013-06-03
** 通讯作者:sleepybear@126.com　　Corresponding author: sleepybear@126.com

结构总体设计、造型设计和详细结构设计 3 个方面,图 1 为多功能海事卫星电话在结构方面的设计流程。

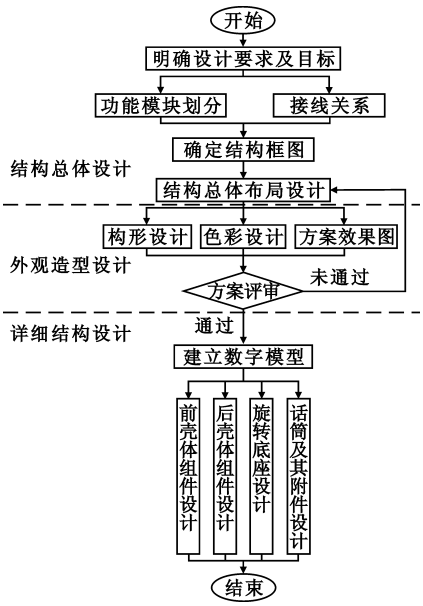


图 1　设计流程图

Fig.1 Design flow chart

3　设计创新

3.1　结构总体设计

(1)模块的划分

多功能海事卫星电话由主机和话筒两部分组成。按照电原理框图的要求,会同相关电路人员将其划分为话筒组件、主板模块、显控模块、转接模块、10.2″ TFT 屏、键盘共 6 部分。此外,该设备还配有 1 套旋转支架。

(2)模块的布局

根据各个模块连线关系,对所有模块进行了布局设计,力求各模块布局合理,安装维护方便。图 2 是多功能海事卫星电话的结构框图。

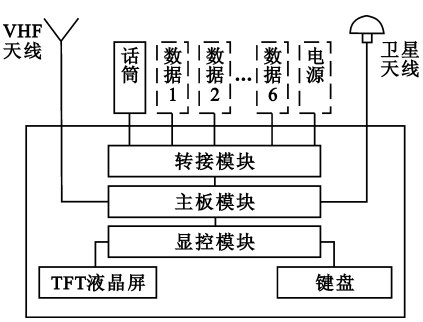


图 2　多功能海事卫星电话结构框图

Fig.2 Structure diagram of multifunctional maritime satellite phone

(3)模块及总体尺寸

会同电路人员,综合考虑到安装和拆卸的方便性、结构强度、散热、电磁屏蔽、密封、元器件高度和接插件位置等因素,计算并初步确定了主机和各个模块的外形尺寸。其中,主机的外形不大于380 mm(长)×250 mm(高)×110 mm(深),同时也明确了外接插座的规格型号、键盘的按键个数及印字内容等。

(4)加工方式的选择

主机和话筒壳体、支架底座选择注射成型加工方式,材料为 ABS 塑料;密封条和按键同样选择注射成型的加工方式,材料为耐蚀性好的硅橡胶;壳体内部的安装板采用冷冲压成型,材料为2 mm厚铝合金板;后壳体上带散热齿的背板采用压铸成型的加工方式,材料为 ZL102。

3.2　外观造型设计

造型设计分为 3 个阶段[8]:构形方案设计→色彩方案设计→方案效果图制作。

3.2.1　构形方案设计

构形设计阶段主要完成了以下工作:

(1)在调研的基础上,结合造型设计的美学原则[12],根据初步确定的相关尺寸,并考虑到各模块组件和插座等零部件的安装情况下,以手绘方式绘制了若干表现草图;

(2)自行对所绘制的所有表现草图进行筛选和修改,选择外形美观、加工经济方便的方案进行改进,进一步对方案进行完善(一般选择 3~5 个方案为佳);

(3)对所选方案进行深入细化设计,绘制出每个方案的主要正视图(一般为最能概括产品外形特征的 3 个正面视图),然后用 UG NX 6.0 软件分别建立三维实体模型。

3.2.2　色彩设计

根据调查,同类产品多为灰色调。因此,将主机的前壳和后壳均设计成灰色(PANTONE Cool Gray 11 C, C:0 M:0 Y:0 K:79)。前壳的上部和下部有两处横向分布的银色装饰条,安装支架为黑色;除“警示”按钮为红色、“开关”按钮为绿色外,其余键盘均为黑色,键盘字符为白色,壳体表面为亚光效果。10.2″ TFT 屏显示内容与灰色壳体、灰色壳体和黑色键盘、黑色键盘和白色字符间都具有较大的明度对比,这些设计都将有助于信息的准确读取和操作。同时,上浅下深的配色也有助于提高设备的视觉稳定性[8]。

3.2.3 方案效果图

制作方案效果图是为了获取外形、质感、色彩接近于实物的视觉效果图片，此阶段完成的主要工作如下：

(1) 以构形设计时所建立的三维实体模型为基础，按照色彩设计方案，在 UG NX 6.0 软件中用其自带的渲染工具进行渲染，并获得整体方案的效果图；然后将图片导入软件 Adobe Photoshop CS8 中进行后期处理，获得了各备选方案的最终效果图；

(2)组织相关专家对设计方案进行评选，以得分最高的设计方案作为最终方案，图 3 即为最终获选方案的效果图。

图 3 获选方案效果图
Fig.3 Program renderings

3.3 详细的结构设计[8,13-14]

多功能海事卫星电话主机的结构共分为三部分：前壳体组件、后壳体组件和旋转支架。前壳体和后壳体之间为止口配合结构，中间设有横截面为2.5 mm×2.5 mm的硅橡胶密封条，通过 10 套 GB818-85 M3×8(mm)不锈钢螺钉进行螺装，壳体组件与旋转支架通过 2 件 M8×10(mm)锁紧手轮进行紧定。

3.3.1 前壳体组件设计

前壳体组件由前壳体、硅胶键盘、显控模块、安装板、10.2″ TFT 液晶屏和镜片等组成，详细情况见图 4。10.2″ TFT 屏与安装板之间设有用于减振的丙烯酸泡棉胶带。

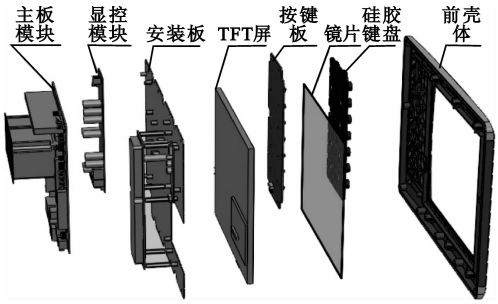


图 4 前壳体组件结构
Fig.4 Structure of front components

(1)键盘

键盘由硅橡胶键盘和按键板(带元器件的印制板)组成。经计算，将键盘的外形尺寸定为198 mm×97 mm×10.6 mm，并在上面设有 12 处 Φ3.2 安装通孔，采用 12 件 GB/T 5285 ST2.9×5-F(mm)不锈钢自攻螺钉进行螺装。

硅橡胶键盘厚度设定为2 mm，脱模斜度设定为0.5°，四周设有1 mm高的防水凸台，并带夜间透光功能。键盘上的按键均参考人机尺寸进行设计，整体布局美观，大小适宜。硅橡胶键盘的背面设计有横竖交叉的排气槽，其外形尺寸为1 mm(深)×2 mm(宽)，按键背面设有用于容纳微型 LED 灯和微动开关的沉槽，尺寸为6.5 mm深。印制板厚1.6 mm，微型 LED 灯和微动开关按照各按键的中心位置，一一对应地分布在电路印制板上，高度为5 mm，其余元器件布置在电路印制板的背面。

(2)前壳体

按照已确定的主机外形尺寸和外观造型方案，结合 10.2″ TFT 屏和密封防水、键盘安装等问题，对前壳体的结构进行了如下设计。

第一，将前壳体的外形尺寸确定为368 mm×229 mm×14 mm，壁厚设定为3 mm，脱模斜度设定为1°。四周设有4.4 mm(深)×3 mm(宽)的密封槽和10 处安装柱，安装柱的尺寸设定为 Φ9×10.5(mm)，端面嵌M3 mm铜螺母，专门用于前壳体与后壳体的装配。

第二，参照 10.2″ TFT 屏的安装尺寸确定好前壳体显示窗口的位置，要保证液晶屏的显示区域中心与前壳体窗口的中心重合。接下来再计算得出用于安装液晶屏的限位框尺寸，壁厚设定为2 mm，高度设定为5 mm。

第三，根据液晶屏的位置来推算得出安装板和

显控模块的位置和相关尺寸。前壳体内腔面上共设有 6 处用于固定安装板的安装柱,其尺寸设定为 Φ9×9(mm),端面嵌M3 mm铜螺母。

第四,根据键盘的尺寸来推算其在前壳体上的安装和开孔位置及尺寸。键盘安装柱尺寸设定为Φ6×4.5(mm),端部为 Φ2×4(mm)盲孔。所有按键安装孔的周边设有防水凸台,并将尺寸设定为高2.5 mm、壁厚1.2 mm。

(3)其他零部件

选择带屏蔽网磨砂面的有机玻璃板,可增强主机的电磁屏蔽性能,同时也可降低镜面反射对信息读取时的影响。采用规格为5 mm(宽)×1 mm(厚)的,密封性、抗振动和冲击性好的,并具有耐高温特性的双面丙烯酸泡棉胶带粘固在前壳体对应位置。

铝合金安装板厚度为2 mm,上面设有 6 处Φ3.5 mm安装通孔和 12 处 M3×6(mm)的盲孔压铆螺母柱。显控模块、主板模块和其他电路板分别通过 12 套 GB818-85 M3×6(mm)不锈钢螺钉螺装在安装板上,安装板则通过 6 套相同规格的不锈钢螺钉螺装在前壳体上。10.2″ TFT 屏放置在前壳体上专门设计的限位框内,前面和后面均贴有5 mm(宽)×1 mm(厚)单面丙烯酸泡棉胶带,并通过安装板压紧固定。

3.3.2　后壳体组件设计

后壳体组件主要由转接板、喇叭、固态硬盘、音频板、密封圈、后壳体、螺母、铭牌等组成,详见图 5。

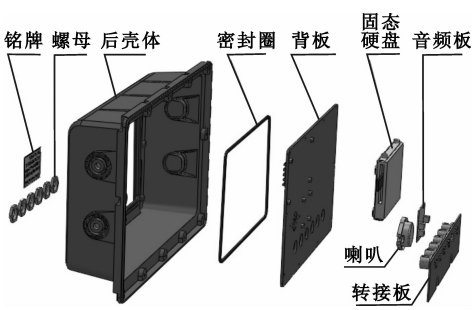


图 5　后壳体组件结构

Fig.5 Structure of back components

(1)转接板

转接板为一带元器件的电路印制板。经推算,印制板尺寸设定为220 mm×50 mm×1.6 mm,上面设有 6 件直式穿墙安装插座,并通过插座自带的螺母紧固安装于背板上。

(2)后壳体

后壳体的主要作用是容纳和承载转接板、喇叭、音频板、密封圈等功能件,详细结构设计如下。

第一,将后壳体外形尺寸设定为368 mm×229 mm×85 mm,壁厚设定为3 mm,脱模斜度设定为 1°。在与前壳体的接触面上设有高2.2 mm,宽2 mm,用于密封的凸台和 10 处Φ3.5 mm的安装通孔。后壳体腔体内设有 12 处安装柱,有 10 处尺寸为 Φ8×10.3(mm),另 2 处受壳体结构所限,需向后壳体背面凸出 Φ8×5(mm)、锥度为 1°的锥台,所有安装柱端面均嵌有M3 mm铜螺母,用于背板的安装固定。

第二,后壳体腔体内设有一梯形通孔,主要目的是便于背板散热。梯形孔的内侧周围设有密封槽,尺寸设定为2.3 mm深、3 mm宽,专门用于断面尺寸为2.5 mm×2.5 mm硅橡胶密封条的安装。

第三,后壳体两侧分别设有两处用于安装旋转支架和齿圈支撑的齿座,端面嵌有M8 mm铜螺母,端面齿的详细参数见文献[8]。

(3)背板

背板为 3 mm 厚铝合金板,四周设有 12 处Φ3.5 mm的安装通孔,背面设有散热齿,正面设有 8 处 M3×6(mm)的盲孔压铆螺母柱和 2 处M3 mm安装螺纹通孔。固态硬盘、音频板分别通过 4 套 GB818-85 M3×5(mm)不锈钢螺钉螺装在背板上。喇叭通过 2 套 GB818-85 M3×5(mm)不锈钢螺钉压装在背板上。背板则通过 12 套相同规格的不锈钢螺钉螺装在后壳体上。背板安装到位后会压迫密封条产生形变,能起到很好的密封效果。

3.3.3　旋转支架设计

为了节约成本,减少不必要的开模费用,因此直接采用文献[8]所介绍的旋转支架,其结构如图 6 所示,详细结构设计内容此处就不再赘述。

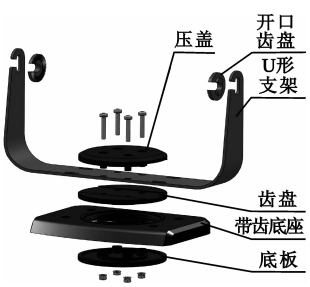


图 6　旋转支架结构

Fig.6 Structure of revolving stand

3.3.4　话筒组件设计

话筒组件主要由话筒、话筒座和齿圈支撑等组成,详见图 7。话筒内部设有磁控开关,话筒座内部对应的位置设有磁铁。通电后,当话筒远离话筒座时形成通路,当话筒扣合在话筒座上时形成断路。

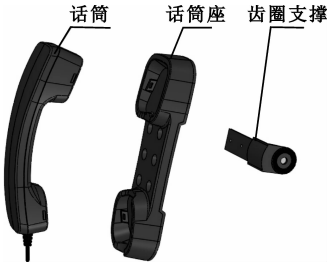


图 7 话筒组件结构
Fig.7 Structure of transmitter components

(1)话筒

话筒按照人体工程学尺寸进行设计,外形尺寸为208 mm(长)×50 mm(宽)×56 mm(高),把手中间部分设有一定的弧度,便于把握。话筒上下壳体通过卡扣扣合,并用 2 颗 GB/T 5285 ST2.9×8 - F(mm)自攻螺钉进行螺装。受话器 SD150 采用专门设计的压盖进行压装,并通过 2 颗 GB/T 5285 ST2.9×5 - F(mm)自攻螺钉进行螺装。磁控开关设计安装在下壳上,同样通过 2 颗 GB/T 5285 ST2.9×5 - F(mm)自攻螺钉进行螺装。麦克直接塞入到下壳的安装圆槽内,并用热熔胶进行粘固。弹簧线通过上下壳的配合扣合压装,详细情况见图 8。

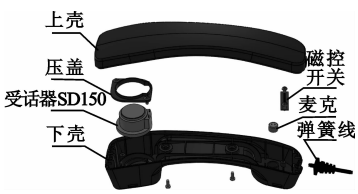


图 8 话筒结构
Fig.8 Structure of transmitter

(2)话筒座

话筒座用于安装放置话筒,由上、下壳体组成。话筒座的上、下壳体通过 4 颗 GB/T 5285 ST2.9×8 - F(mm)自攻螺钉进行螺装。用于控制磁控开关的磁铁设计安装在上壳内部,并用热熔胶进行粘固,详细情况见图 9。

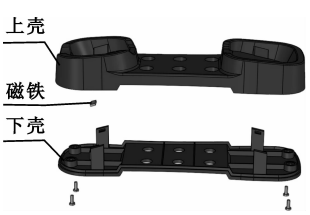


图 9 话筒座结构
Fig.9 Structure of transmitter seat

(3)齿圈支撑

齿圈支撑可随意安装于主机的左、右两侧,用于放置话筒组件,通过 1 件 M8×10(mm)的锁紧手轮进行紧定。齿圈支撑一端设有端面齿,参数与后壳体端面齿的参数相同,详见文献[8];另一端用于安装话筒座,上面设有两处与话筒座配装的M4 mm螺纹通孔(嵌 M4 mm铜螺母),通过 2 套 GB818 - 85 M4×10(mm)不锈钢螺钉与话筒座配装。

4 结束语

本文结合设计案例,探讨了一种多功能海事卫星电话的结构设计流程及方法。通过结构总体设计、外观造型设计和详细结构设计 3 个阶段的努力,成功获得了一种多功能海事卫星电话的设计方案。新方案在借鉴已有研究成果的基础上,进一步拓展了产品使用的方便性,实现了电话主机可水平 360°范围内自由旋转,可前后 90°范围内自由俯仰调节;同时话筒组件也能够根据用户的使用要求和使用习惯自由地安装于主机的左、右两侧,并可实现前后俯仰角的自由调节。该设备的造型与结构设计充分体现了对用户、对使用者的考虑,融入了人性化的设计思想。

5 致 谢

成都天奥信息科技有限公司的佟力高级工程师和黄玺、黄琴两位工程师在设计过程中提供了许多支持和帮助,特在此表示感谢。

参考文献:

[1] 志英. 美军卫星电话的先进组网能力[J]. 卫星与网络, 2011(7):54 - 55.
ZHI Ying. Advanced Networking Capability of U.S. Military Satellite Telephone [J]. Satellite and Network, 2011(7):54 - 55. (in Chinese)

[2] 李宏飚, 何光智, 王世全, 等. GPRS - DTU 海事卫星电话远程监控系统[J]. 油气田地面工程, 2009, 28(9): 53 - 54.
LI Hong-biao, HE Guang-zhi, WANG Shi-quan, et al. Remote Monitoring System of GPRS-DTU Maritime Satellite Telephone [J]. Oil-Gasfield Surface Engineering, 2009, 28(9): 53 - 54. (in Chinese)

[3] 彭晓星. 构建于 LAN 网的 F 船站话音模拟通信系统的设计[D]. 上海: 上海海事大学, 2005.
PENG Xiao-xing. Design of the F Mobile Earth Station Voice Analog Communications System Constructed in LAN Net[D]. Shanghai: Shanghai Maritime University, 2005. (in Chinese)

[4] 蔡琳. 西藏卫星电话统计分析系统设计与实现[D]. 成都: 电子科技大学, 2006.
CAI Lin. Design and Implementation of Statistic and Analysis

System for Tibet Satellite Telephone [D]. Chengdu: University of Electronic Science and Technology of China, 2006. (in Chinese)

[5] 张昊, 吕欣驰. 论重特大灾害消防应急通信技术[J]. 消防科学与技术, 2011,30(2):132 – 136.
ZHANG Hao,LV Xin-chi. A Discussion into the Technology of Emergency Communication for Severe Disasters[J]. Fire Science and Technology,2011,30(2):132 – 136.(in Chinese)

[6] 李德东, 张建超, 王宇杰. 卫星电话在防汛通信系统中的应用[J]. 黑龙江水利科技, 2005, 33(2): 115.
LI De-dong, ZHANG Jian-chao, WANG Yu-jie. Application of Satellite Phone for Flood Control Communicate System [J]. Heilongjiang Science and Technology of Water Conservancy, 2005, 33(2): 115. (in Chinese)

[7] 向泽锐. 采用铝压铸盒设计小型电子设备的方法[J]. 电讯技术,2010,50(8):171 – 173.
XIANG Ze-rui. Design Method of Small Electronic Equipment by Using Aluminum Alloy Die-casting Box [J]. Telecommunication Engineering, 2010,50(8):171 – 173. (in Chinese)

[8] 向泽锐. 一种船舶自动识别系统 B 级船载设备的结构创新设计[J]. 电讯技术,2011, 51(2):116 – 121.
XIANG Ze-rui. Innovative Structural Design of a Class B Ship-borne Equipment of the Automatic Identification System (AIS) [J]. Telecommunication Engineering, 2011, 51(2): 116 – 121. (in Chinese)

[9] Tetreault B J. Use of the Automatic Identification System (AIS) for maritime domain awareness (MDA) [C]//Proceedings of 2005 MTS/IEEE Oceans. Washington, DC: IEEE,2005:1590 – 1594.

[10] Hasegawa K, Hata K, Niwa K, et al. Transmission Evaluation of Ship-borne Automatic Identification System (AIS) in Congested Waterways [C]//Proceedings of 2008 8th International Conference on ITS Telecommunications. Phuket: IEEE,2008:18 – 23.

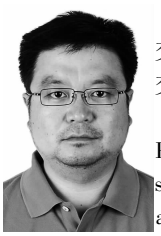
[11] 何民,许斌,钟杰. 星载 AIS 接收链路设计与仿真[J]. 电讯技术,2010,50(9):114 – 117.
HE Min, XU Bin, ZHONG Jie. Design and Simulation of LEO Satellite-based AIS Receiver Link [J]. Telecommunication Engineering, 2010,50(9):114 – 117. (in Chinese)

[12] 向泽锐. 现代有轨电车车身造型设计研究[D]. 成都: 西南交通大学, 2009.
XIANG Zer-ui. Research on Styling Design of Modern Trams [D]. Chengdu: Southwest Jiaotong University, 2009. (in Chinese)

[13] 陈剑鹤.模具设计基础[M].北京:机械工业出版社,2003.
CHEN Jian-he. The Basics of Mold Design[M]. Beijing: China Machine Press,2003. (in Chinese)

[14] 成大先. 机械设计手册(第 2 卷)[M]. 北京:化学工业出版社,2002.
CHENG Da-xian. Mechanical Design Handbook (Vol. 2) [M]. Beijing: Chemical Industry Press,2002. (in Chinese)

作者简介:



董石羽(1971—),男,四川成都人,西南交通大学副教授,主要研究方向为产品设计、交通工具设计;

DONG Shi-yu was born in Chengdu, Sichuan Province, in 1971. He is now an associate professor. His research interests include product design and transportation design.

Email:sleepybear@126.com

向泽锐(1980—),男,四川广汉人,工程师,西南交通大学博士研究生,主要研究方向为产品设计、交通工具设计;

XIANG Ze-rui was born in Guanghan, Sichuan Province, in 1980. He is now an engineer and currently working toward the Ph.D. degree. His research interests include product design and transportation design.

Email:xiangzerui@163.com

吴贵凉(1958—),男,四川成都人,西南交通大学教授,主要研究方向为产品创新设计;

WU Gui-liang was born in Chengdu, Sichuan Province, in 1958. He is now a professor. His research direction is product innovative design.

朱先辉(1973—),男,四川成都人,硕士,工程师,主要从事电子设备结构设计工作。

ZHU Xian-hui was born in Chengdu, Sichuan Province, in 1973. He is now an engineer with the M.S. degree. His research concerns structural design of electronic equipment.