

钢琴智能物流包装设计

郑文雅

(河南科技大学, 洛阳 471023)

摘要: **目的** 提供一种更加安全、可靠、便捷的钢琴智能运输包装系统, 并对钢琴运输过程中影响其品质的关键因素进行实时监控。**方法** 通过将快装箱设计、物联网技术、传感器技术等引入传统钢琴物流包装中, 设计一种新型钢琴智能物流包装系统, 主要包括物流包装模块和智能物联模块。**结果** 设计的钢琴智能物流包装系统不仅可提供更优的物流包装保护、更高效的物流效率, 而且可实现对包装件的实时监控, 实时监测钢琴的倾倒和振动信息, 并且可实现对钢琴质量信息的全面溯源。**结论** 该系统可为钢琴销售提供更加安全的运输包装保护及信息支持。

关键词: 钢琴; 物流包装; 快装箱; 智能包装

中图分类号: TB485.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2017)11-0102-05

Intelligent Logistics Packaging System Design of the Piano

ZHENG Wen-ya

(Henan University of Science and Technology, Luoyang 471023, China)

ABSTRACT: The work aims to provide a more secure, reliable and convenient intelligent transport packaging system for piano, and to realize the real-time monitoring of the key factors which affect the quality of the piano in the transportation process. By introducing the quick-loading box design, internet of things technology and sensor technology, etc. into the traditional piano logistics packaging, a new piano intelligent logistics packaging system was designed, mainly including the logistics packaging module and intelligent connection of things module. The designed piano intelligent logistics packaging system could not only provide a better logistics package protection and a more efficient logistics, but also could realize the real-time monitoring of the packaging pieces, the real-time monitoring of the toppling and vibration information of the piano, and achieve a comprehensive trace to the source of information on the quality of the piano. The system can provide more secure transport package protection and information support for piano sales.

KEY WORDS: piano; logistics packaging; quick-loading box; intelligent packaging

智能物流包装^[1-5]是指物联网技术在物流领域的应用, 它是在物联网广泛应用的基础上, 利用先进的信息管理、信息处理技术、信息采集技术和信息通信技术, 完成将货物从供应者移动到需求者的整个过程, 其中包括仓储、运输、装卸、搬运、包装、流通加工、信息处理等多项基本活动。文中针对钢琴这一特定产品, 设计其智能物流包装系统。

1 钢琴物流包装现状分析

1.1 要求

钢琴对于大部分家庭来说是一件奢侈品, 其产品

质量及运输安全要求较高。除基本的运输包装保护外, 钢琴在运输过程中要求与地面倾角不得超过 45°, 且振动频率不得过大, 否则会使琴槌等部件的位置发生位移, 影响钢琴音质。钢琴的调音需要较高的专业能力, 需专业的调音师上门服务, 收费较高。如果琴槌等部件发生不可回复的位移变换, 将严重影响钢琴音质, 且该情况不属于产品质量问题。目前该问题引起的消费纠纷较多, 严重困扰琴行及消费者。

1.2 常见结构分析

传统钢琴包装结构主要由瓦楞纸板箱体和一次性托盘底座构成。由于瓦楞纸板耐破度较低, 在物流

收稿日期: 2016-12-03

基金项目: 河南省重大科技专项 (141100210300)

作者简介: 郑文雅 (1979—), 女, 硕士, 河南科技大学讲师, 主要研究方向为物流包装。

运输过程中由外物戳穿纸板划伤钢琴的案例时有发生。瓦楞纸板强度受温湿度影响较大，使用瓦楞纸箱作为钢琴外包装在物流运输过程中存在较大的不稳定因素^[6]。此外，钢琴外包装也存在一些木质包装箱，以传统木钉箱为主，拆装效率低。

针对钢琴防倾倒的运输要求，目前主要采用防倾倒标签进行监测，当钢琴运输过程中发生倒置时，原标签底部的红色颗粒物就会被吸附固定在标签上部的三角区域，起警示作用。该方法监测效果并不明显，且标签存在被置换的风险。针对振动频率过大所引起琴槌位置偏移的问题，目前并无有效手段进行监测。

2 钢琴智能物流包装系统

钢琴智能物流包装系统由物流包装模块和智能物联模块构成，其结构见图 1。物流包装模块保证钢琴物流运输的基本要求，智能物联模块实现对钢琴物流信息的实时动态监控^[7-8]。

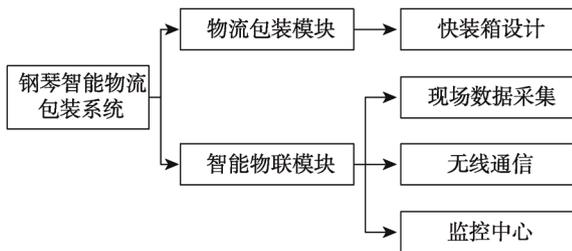


图 1 钢琴智能物流包装系统结构
Fig.1 The structure of piano intelligent logistics package system

2.1 物流包装模块

钢琴物流包装模块结构见图 2，主要包括外包装箱设计、缓冲包装设计、防潮包装设计等部分。

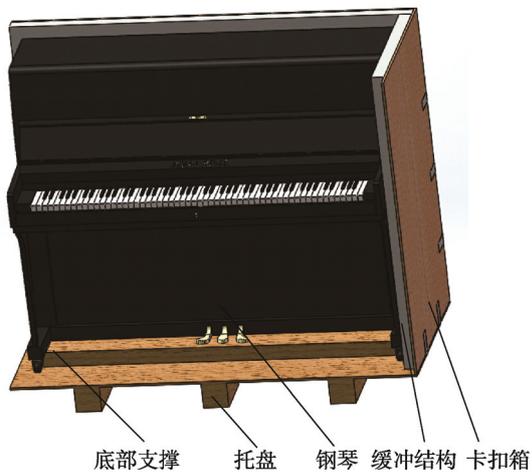


图 2 钢琴物流包装模块结构
Fig.2 The structure of piano logistics package module

2.1.1 外包装箱设计

针对传统钢琴物流包装中存在的问题，该系统采用卡扣式快装箱作为钢琴外包装^[9]，其优点主要包括：箱体部件采用卡扣进行连接，拆装不破坏箱体结构，可循环使用；可折叠后贮运，减少了库存、运输所需空间，极大地降低运输、库存成本，见图 3；卡扣连接牢固，优于传统铁钉，使得箱子整体强度好，外形美观；板材选用胶合板，可免熏蒸直接出口；装箱与拆箱方便快捷，盖子与围板可以取下，满足开箱检查后可无损伤复原的要求，无论是质量检验还是现场管理都将节约大量工作时间。

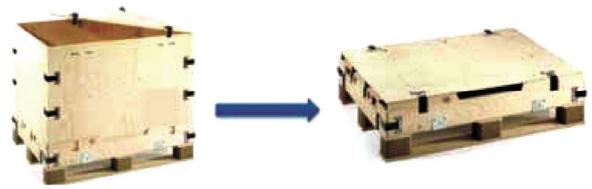


图 3 卡扣箱折叠效果
Fig.3 The schematic diagram of the buckling box folding

2.1.2 缓冲包装设计

缓冲材料选用 EPE，由低密度聚乙烯经物理发泡产生无数的独立气泡构成。EPE 具有较高的弹性，其外观洁白，轻便灵活，且能弯曲，还具有保温、隔水防潮、隔热、隔音、防摩擦、抗老化、耐腐蚀等特点。此外，EPE 还具有良好的加工性以及抗冲击保护效果。在结构上采用全面缓冲设计。

2.1.3 防潮包装设计

采用 LDPE 薄膜对钢琴进行全包裹，内置干燥剂，干燥剂用量的计算为：

$$m = (V\eta_b + m_b\eta_c + Ae\sigma t) / m_a$$

式中： m 为计算干燥剂用量(g)； V 为包装容积(m^3)； η_b 为初始包装时空气中的水含量(g/m^3)； m_b 为密闭包装内含水辅料包装的质量(kg)； η_c 为含水辅料包装的含水率(g/kg)； A 为阻隔层的表面积(m^2)； e 为目标湿度条件下的校正系数； σ 为阻隔层的水汽透过率($g/(m^2 \cdot d)$)； t 为储存运输天数(d)； m_a 为目标湿度条件下每克干燥剂吸收的水汽量(g)。

2.2 智能物联模块

智能物联模块主要由现场数据采集、无线通信、监控中心等部分构成，见图 4。

2.2.1 现场数据采集

信息采集内容主要根据市场调研，钢琴物流包装需要现场采集的信息见表 1。在钢琴包装件上粘贴 RFID 电子标签，并在 RFID 电子标签中写入 EPC 电子代码，相应的交通工具也贴上标签，在物流信息管

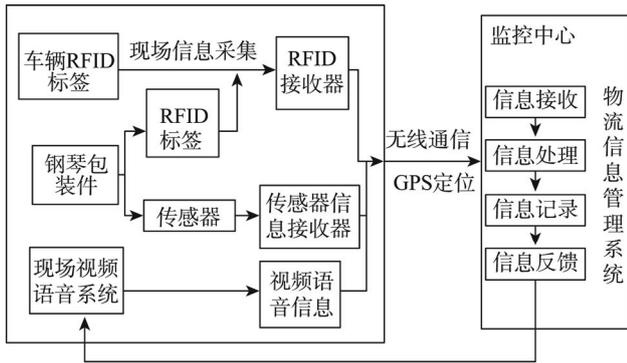


图4 智能物联模块结构

Fig.4 The structure of intelligent connection of things

表1 现场采集信息目录

Tab.1 The catalog of collecting information in the field

项目	内容	信息采集方式
流通环节信息	记录钢琴流通环节信息，并与钢琴产品信息建立关联	RFID 标签
防倒置信息	监测钢琴在运输过程中是否出现倒置、倾角超过 45° 的现象	倾角传感器
琴槌振动信息	监测钢琴在运输过程中琴槌振动频率，避免琴槌发生不可逆移位	振动传感器

理中心建立对应的 RFID 电子标签数据库^[10-12]。RFID 电子标签记录钢琴各个物流环节的信息，并与产品质量信息标签建立关联，实现质量追溯，为消费者更好地了解产品质量信息以及为产品售后、维权等提供信息支持。同时，将倾角传感器放置于包装箱底座，振动传感器设置在琴槌部位，对钢琴的倾倒情况及琴槌振动情况进行实时监测。

2.2.2 无线通信

该系统采用 4G 无线通信技术实现对钢琴现场数据采集信息的实时传输^[13]。4G 是集 3G 与 WLAN 与一体，并能快速传输数据、高质量视频图像的技术产品，具有通信速度快、通信更加灵活、智能性能更高、

通信费用更加便宜等优点。适用于实时性要求高、终端分散、单个传输数据小但传输总量大的钢琴物流运输信息的实时传输。通过 4G 无线通信网络可以将物流环境信息和产品状态信息实时发送给监控中心，实现对钢琴物流运输状态的远程监控。

由于监控中心的数据中心服务器需要同时应对多个物流终端传输的信息，因此该系统需要建立“中心对多点”的无线通信网络结构，见图 5。监控中心通过 Internet 动态 IP 地址方式接入互联网，物流终端通过 4G 网络接入互联网，监控中心登陆互联网后启动服务器上的动态域名客户端，而物流终端则根据终端参数中设置的数据中心域名，从域名服务器获取中心服务器当前的 IP 地址，以此建立“中心对多点”的无线通信网络，实现监控中心与多个物流终端之间的数据传输。

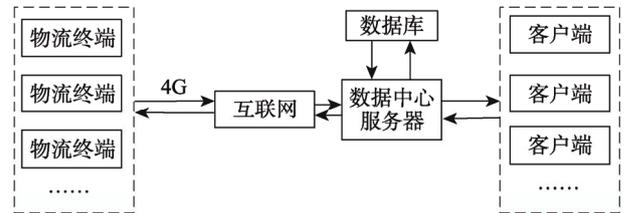


图5 无线通信网络结构

Fig.5 The network structure of wireless communication

2.2.3 监控中心

监控中心的主要功能包括现场采集信息的实时通信及分析处理，数据的存储查询及相关曲线的绘制，将处理结果反馈给监控中心软件界面及物流现场等，其框架见图 6。监控中心作为智能物联模块的实时控制中枢，负责协调、控制整个模块的运行情况^[14-15]。现场采集到的钢琴物流包装件的 RFID 标签信息及传感器信息通过无线通信传输到监控中心，监控中心接收到信号后，首先要对信息进行处理（如校验、存储、对比等），然后根据预先设定好的预警值，结合 RFID 标签信息里的 ID 信息，向监控中心及物流车辆发出声音、动画等警报提示。监控中心应能绘制倾角、振

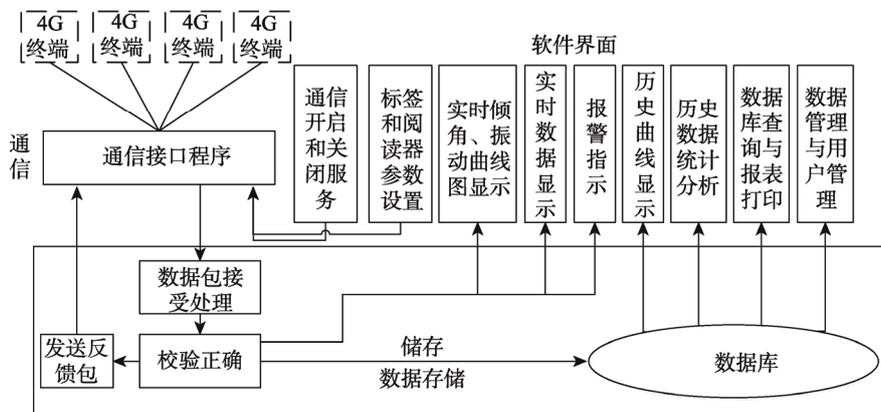


图6 监控中心总体设计框架

Fig.6 The framework of the overall design of the monitoring center

动信息的实时曲线，且能保存、查询历史记录信息。

为了减轻 RFID 标签的信息负荷，降低通信量，可将与钢琴相关的对象信息，如产品、包装件、运输工具、相关人员等信息进行编号，通过设计统一的数据库详细记录对象信息内容，而 RFID 标签中只需包含信息编号。无线通信只需传递信息编号，通过数据库将各编号与对象的详细信息进行关联，以提高数据传输效率。

3 系统可行性分析

1) 系统实施。当包装件所处物流环境发生变化时，相应的传感器系统结合 RFID 系统将捕捉到的信息传送到监控中心进行处理，如果倾斜度、振动等数据处于正常状态，则不必反馈给监控中心，如果数据处于预警阶段，则由监控中心通过无线通信网络反馈给物流管理中心和现场工作人员，琴槌振动频率过大时的一种监控策略见图 7。该系统不但可以实时监测钢琴的物流状态是否变化，还可以通过 GPS 定位系统确定物流车辆的具体位置，通过现场视频系统对钢琴包装件的状况进行视频监控。

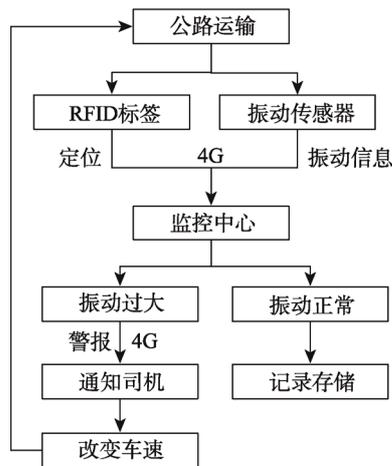


图 7 琴槌振动频率过大时的监控策略

Fig.7 Monitoring strategy when hammer vibration frequency is too big

2) 系统跟踪。监控中心可随时主动查询钢琴包装件的状态，作为消费者，可以根据物流公司提供的 RFID 电子标签号和相应的查询授权，通过互联网随时查询自己所购买钢琴的物流信息及其是否处于正常状态。在这个过程中，多个物联网需要有机结合，应注意层次性和系统性。

3) 系统成本。该系统所涉及的现场包装元素都可以回收循环使用，以快装箱一般使用情况为例，循环使用 3 次后综合成本便优于传统包装方式，循环次数越多时综合成本越低，且快装箱采用模块化设计，如有损坏只需更换损坏件即可。智能物联系统可有效

避免钢琴物流过程中关键部件的损坏，且为质量纠纷提供信息支持，明确责任划分，为企业节省大量人力，提高企业信誉。钢琴一般由琴行进行销售，并由琴行进行安装、调音以及提供售后服务，因此，可通过琴行建立包装回收网，将卡扣箱、RFID 标签、传感器等进行回收再利用，可极大降低钢琴智能物流包装系统的推广成本。

4 结语

物联网作为一个新经济增长点的战略新兴产业，正在越来越多的行业内得到应用，钢琴智能物流包装系统正是以物联网技术为支撑来打造智能物流包装系统。通过将快装箱引入钢琴物流包装，产品包装可循环使用，符合绿色包装的要求。钢琴智能物流包装系统不仅提高了钢琴运输包装的安全要求，而且可对钢琴进行质量溯源、动态信息实时监控等，对于解决钢琴在实际物流过程中存在的问题具有一定的指导意义，同时，有利于钢琴生产企业更好整合企业资源，优化物流包装服务，降低物流综合成本，提高企业经济效益。

参考文献：

- [1] 倪卫涛. 面向智能物流环境的运输包装系统研究[J]. 包装工程, 2014, 35(23): 33—36.
NI Wei-tao. Transport Packaging System Oriented to Intelligent Logistics Environment[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(23): 33—36.
- [2] 李蔚田, 神会存. 智能物流[M]. 北京: 北京大学出版社, 2013.
LI Wei-tian, SHEN Hui-cun. Intelligent Logistics[M]. Beijing: Beijing University Press, 2013.
- [3] LIU Bing-wu, LIU Xue-feng, LI Jun-tao. Research on Heterogeneous Information Integration for Intelligent Logistics Information System Based on Internet of Things[J]. Information Science and Management Engineering, 2014, 46(2): 1783—1789.
- [4] 李文强. 基于物联网技术的物流包装及其应用[J]. 电子技术与软件工程, 2016, 10(19): 29.
LI Wen-qiang. Logistics Packaging and Application Based on the Internet of Things Technology[J]. Electronic Technology and Software Engineering, 2016, 10(19): 29.
- [5] YANG J. Design and Implementation of Intelligent Logistics Warehouse Management System Based on Internet of Things[J]. International Conference of Logistics Engineering & Management, 2012, 28(1): 1—5.
- [6] 彭国勋. 物流运输包装设计[M]. 北京: 印刷工业出版社

- 出版社, 2012.
- PENG Guo-xun. Logistics Packaging Design[M]. Beijing: Graphic Communications Press, 2012.
- [7] 王磊. 基于物联网的智能仓储信息系统设计[D]. 保定: 河北大学, 2015.
- WANG Lei. The Design of Intelligent Warehousing Information System Based on Internet of Things[D]. Baoding: Hebei University, 2015.
- [8] 张军, 梅仲豪. 基于物联网技术的物流包装及其应用研究[J]. 包装工程, 2014, 35(17): 135—139.
- ZHANG Jun, MEI Zhong-hao. Logistics Packaging and Application Based on the Internet of Things Technology[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(17): 135—139.
- [9] 康柳, 刘婧, 张佳娟, 等. 基于 SolidWorks 的卡扣快装箱有限元分析[J]. 包装工程, 2015, 36(2): 65—69.
- KANG Liu, LIU Jing, ZHANG Jia-juan, et al. Finite Element Analysis of Quickly Assembled Box with Buckles via SolidWorks[J]. Packaging Engineering, 2015, 36(2): 65—69.
- [10] FENG Yi, XIE Li, CHEN Qiang, et al. Low-cost Printed Chipless RFID Humidity Sensor Tag for Intelligent Packaging[J]. IEEE Sensors Journal, 2015, 15(6): 3201—3208.
- [11] HUANG Yin, XU Ying, QI Shan, et al. Recent Patents on RFID-based Logistics Management Systems[J]. Recent Patents on Mechanical Engineering, 2016, 9(1): 26—36.
- [12] 李莉, 刘威. 振动传感器的原理与应用[J]. 电子元件与材料, 2014, 33(4): 81—82.
- LI Li, LIU Wei. Principle and Application of Vibration Sensor[J]. Electronic Components and Materials, 2014, 33(4): 81—82.
- [13] 王晓东. 基于 GPRS 技术的食品智能包装运输监测系统的设计[D]. 杭州: 浙江大学, 2008.
- WANG Xiao-dong. Design of Food Intelligent Packaging and Transportation Monitoring System Based on 4G Technology[D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2008.
- [14] SHAO H J, JANG W S. Selection of Wireless Technology for Tracking Construction Materials Using a Fuzzy Decision Model[J]. Journal of Civil Engineering and Management, 2012, 18(1): 43—59.
- [15] 秦琳琳, 陆林箭, 石春, 等. 基于物联网的温室智能监控系统设计[J]. 农业机械学报, 2015, 46(3): 261—267.
- QIN Lin-lin, LU Lin-jian, SHI Chun, et al. Implementation of IOT-based Greenhouse Intelligent Monitoring System[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2015, 46(3): 261—267.