

# Wireless Pressure Testing System Based on ZigBee Technology for Household Appliances

Daguo Chen, Hudi Pan, Zezhu Xu

Ningbo Entry-Exit Inspection and Quarantine Bureau Technical Center, Ningbo  
Email: [cx.chendg@nbcic.gov.cn](mailto:cx.chendg@nbcic.gov.cn)

Received: Jul. 12<sup>th</sup>, 2014; revised: Aug. 12<sup>th</sup>, 2014; accepted: Aug. 24<sup>th</sup>, 2014

Copyright © 2014 by authors and Hans Publishers Inc.  
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).  
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

---

## Abstract

In household appliances' safety testing in laboratory, pressure testing is an important testing program. According to the safe problem affecting testers during the pressure testing process, a testing system based on ZigBee wireless pressure sensing technology is proposed in this paper. The system uses wireless transmission characteristics to achieve a test site away from the location, in which pressure testing is done on household appliances. Through the system, the testers can complete the pressure testing in laboratory safely, quickly and accurately. The idea and implementation for safety tests in household appliances' safety testing laboratory are presented in this paper.

## Keywords

Household Appliances, Safety, Pressure Testing, Wireless Pressure Sensing Technology

---

# 基于ZigBee技术的家用电器无线压力测试系统

陈大果, 潘湖迪, 徐泽柱

宁波出入境检验检疫局检验检疫技术中心, 宁波  
Email: [cx.chendg@nbcic.gov.cn](mailto:cx.chendg@nbcic.gov.cn)

收稿日期: 2014年7月12日; 修回日期: 2014年8月12日; 录用日期: 2014年8月24日

## 摘要

家用电器在实验室安全项目的测试中，压力测试是一项重要的安全试验项目。针对压力测试过程中出现的影响测试人员安全的问题，本文提出了一种基于 ZigBee 无线压力传感技术的测试方案，利用无线传输的特点，实现了远离测试现场对家用电器进行压力测试，可安全、快速、准确地实现家用电器实验室安全试验中的压力测试，为家用电器实验室安全生产提出了一种新的思路和实现方法。

## 关键词

家用电器，安全，压力测试，无线压力传感技术

## 1. 引言

在日常生活中使用的装有液体或者气体，以及带有蒸汽发生器的家用电器，如压力式蒸汽电熨斗、充油式取暖器等，要求其在使用过程中对内部产生的高压有足够的安全防护措施，以防止出现液体或气体喷射、容器爆炸等危险。家用电器的国际和国内安全标准，如家用及类似用途电器的安全标准 GB4706.1(对应国际标准为 IEC60335)中，对正常使用中装有液体或带有蒸汽发生器的器具，应对高压危险有足够的安全防护措施[1]。标准要求检测这些产品在正常或非正常的情况下内部产生的压力，然后对器具施加数倍正常的压力对其进行加压测试，从而验证其承受内部压力的能力是否在可控的安全范围内。实验室在对这类家用电器的测试过程中，个别不合格的产品会产生爆裂或爆炸等危险，而现有的实验室压力测试方法基本上都需要测试人员在测试现场读出压力值大小，这样就会接近测试样品，如果样品突然产生爆裂或爆炸现象，就会对测试人员造成严重的伤害，如果不接近产品，则准确测量、记录压力值时就存在一定的困难。因此，压力测试在实验室检测中，是一项具有危险性的测试项目，测试人员常常冒着一定的风险进行测试，同时由于靠人工读写测试的压力值，导致测量误差较大，测量不够准确。这就要求家用电器实验室需要找出一种既准确又安全的测试方法来进行家用电器产品的压力测试。

利用无线传感技术和计算机实时记录技术，可以为上述问题找到了一个有效而实用的解决办法。近年来，无线传感技术得到了快速发展，已经广泛应用于工业控制、家庭自动化、医疗护理、智能农业、消费类电子和远程控制等领域，拥有广阔的应用前景[2]。同样，采用无线传感技术的无线压力传感器经过多年的发展，技术已经非常成熟，其所具有精度高、抗腐蚀、抗冲击、抗震动、高稳定性以及便利的无线数据传输等优点使其非常有利于在复杂的工业环境中进行远程数据采集和实时记录。利用无线压力传感器可远距离传输的特点，同时结合计算机实时记录监测系统，通过我们的研究，开发出一套基于无线压力传感器的压力测试系统，在实验室中能精确、安全的测出被测家电样品的内部压力，从而避免在压力测试过程中对人可能存在的伤害，进而安全、可靠、准确的完成家电实验室对测试样品的压力测试工作。

## 2. 无线压力测试系统的技术方案

### 2.1. 技术方案的总体设计

基于无线压力传感技术的家用电器压力测试系统由无线压力数据采集模块、无线数据接收模块和计算机监控系统三大部分组成。无线压力数据采集模块有两个功能：一是实时采集试验样品的压力数据，二是把压力数据转化为无线数据向外传输。无线数据接收模块负责控制无线数据接收装置的启动和接收计算机监控系统发出的指令，同时把接收到的压力数据传输给计算机监控系统。计算机监控系统实现对

压力数据实时存储记录，并对整个系统的测试过程进行监测和控制。

无线压力测试系统运行时，无线压力传感器安装到测试样品上，测试样品按照规定条件工作，其内部产生的压力通过无线压力传感器传输出去，无线数据接收模块根据计算机指令接收无线数据，然后实时传送到计算机监控系统，计算机监控系统对采集到的压力数据进行分析、存储和可视化显示，从而完成整个系统的数据采集存储功能。对于在测试过程中或测试完毕后需要远距离切断被测样品电源以进一步保障安全的需要，系统增加了无线控制模块，以此模块为基础，结合继电器控制，实现了无线状态下的远程断电功能。技术方案的总体设计如图 1 所示。

## 2.2. 无线压力测试系统数据采集

无线压力测试系统进行压力采集时，无线压力传感器(本文研究的系统采用的是北京昆仑海岸传感器有限公司的 JXT 系列产品)按照测试条件安装在被测样品上，传感器在工作过程中采集到的压力信号通过内置的无线发射装置发送出去。在采集端，数据采集模块采集到无线压力信号后通过串口传输到计算机，计算机通过组态软件，把数据存放在数据库中，并通过图形界面的形式显示出来。在这一系列数据传输过程中，测试样品所在的危险品测试室和采集端的计算机之间有一定的距离，数据之间的通信，是通过远距离无线方式来实现的，避免了有线数据传输的繁琐和不灵活的缺点，同时避开了测试人员在现场测试过程中可能存在的风险。在无线压力数据传输过程中，经实际检测，当无线测试距离超过 30 米，且穿越两堵水泥砖墙时出现了信号不稳定和衰减的现象。针对此情况，通过增加一个中继放大模块，可有效解决此问题，保障无线数据在传输过程中不丢失，保证了远距离数据采集的稳定性和可靠性。使无线信号传输距离可涵盖测试实验室三层楼层的范围，有效测试距离超过 50 米。

对于部分测试样品(如蒸汽压力电熨斗)，被测介质温度往往会超过 100 度，现有的无线压力表中，压力表被测介质的最高温度不应超过 85 摄氏度。为了保障无线压力测试仪表的工作稳定性，在器具和仪表间增加一根冷凝管，起到冷凝被测介质的作用，能够有效降低介质温度，经测试，可降低的温度最大能达到 70 摄氏度左右，这样就扩大了被测介质的温度范围，能够满足常见家用电器的压力测试。对增加冷凝管造成的压力损失，在经过有和没有冷凝管压力测试的对比后，通过无线压力表自带的压力补偿功能，进行压力补偿调整，来实现高温介质下准确地测量。

## 2.3. 无线压力测试系统的数据传输过程

本文的家用电器无线压力测试系统采用 ZigBee 网络技术作为数据无线传输的技术基础。ZigBee 作为

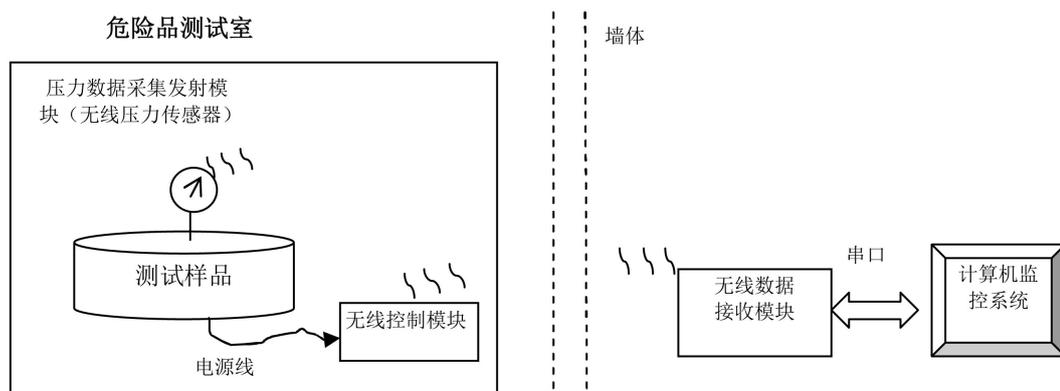


Figure 1. Diagram of wireless pressure test system  
图 1. 无线压力测试系统总体设计方案

一种新兴的短距离无线通信技术，具有高安全性、低成本、易实现、功耗低等优点，广泛应用于无线传感器网络系统。ZigBee 的提出弥补了短距离无线通信技术应用研究的空白，现在该技术已经成为研究的新热点[3]。在本文所述的无线压力传感系统中，传感器、控制设备和计算机系统的通信数据只有一路压力信号、一路温湿度信号和一路控制信号，数据量很少，并不需要很高的带宽和传输速率，但是数据的传输过程中需要高可靠性和高安全性。因此，ZigBee 无线网络技术非常适合用来搭建本文所述的家用电器无线压力测试系统。本文的家用电器无线压力监控系统的数据传输通过一个主控节点、一个路由节点(无线数据的采集器和放大环节)以及一个终端采集和控制节点(无线压力传感器和无线控制器)来实现。系统的主控节点为在组态软件平台上开发的计算机监控系统，主控节点实现数据采集及图形界面的人机交互功能。考虑到避开危险测试场所对被测样品远距离断电功能的实现，主控节点增加了一个远程无线断电功能，可通过控制器在无线方式下实现对被测样品的断电功能。路由节点包括无线接收模块和信号放大模块，实现数据的中转和放大。终端采集和控制节点包括无线压力表和无线控制器。无线压力表安装在测试样品上，将被测样品的压力数据以无线的方式实时发送出。无线控制器则接受主控节点发送的断开或接通命令，实现对被测样品的关/开功能。在该系统的网络结构中，路由及采集控制节点均为 ZigBee 网络技术定义的具有完整功能的设备构成。无线数据的传输过程如图 2 所示。

#### 2.4. 无线压力测试系统中计算机监控系统的开发

本文所述的家用电器无线压力测试系统中，计算机监控系统主要实现对采集到的压力数据进行存储记录、压力数据可视化界面的输出以及对测试样品进行远程的断电和通电控制。针对无线压力测试系统的以上功能需求，计算机监控系统采用组态软件来开发。组态软件是一套用于快速构造和生产计算机监控系统的工具软件，能够在计算机平台上实时稳定运行。组态软件通过对现场数据的采集和处理，提供流程控制、实时曲线、历史曲线和报表输出等多种方式来解决实际工程问题。它充分利用 windows 图形功能完备、界面一致性好、易学易用等特点，使其比使用专用及开发的系统更有通用性，在工业自动化领域有着广泛的应用[4]。本文利用组态软件的上述特点，开发出一套计算机监控系统，具有图形界面输出功能，实现测试过程中的最大压力值显示、实时曲线显示、历史曲线读取、数据保存、报表生成、数据打印、远程控制等功能，且可扩展性强，开发过程简单，成功实现本文研究的压力测试系统计算机监控功能。

图 3 和图 4 为实验室对蒸汽清洗机和充油式取暖器两种测试样品进行压力测试的数据采集主界面。从图中可以看出，被测样品工作过程中的压力最大值、测试环境的温湿度均能实时记录存储下来，并可远程实现对测试样品通电和断电控制，从而安全、可靠、准确完成对家用电器工作过程中压力值的实验室检测工作。

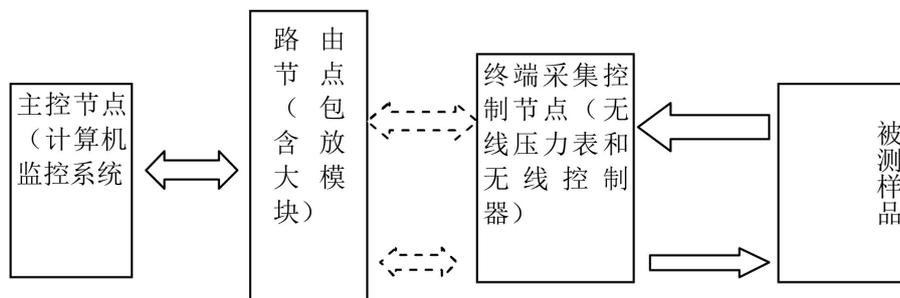


Figure 2. The wireless data transmission process of pressure test system  
图 2. 压力测试系统的无线数据传输过程

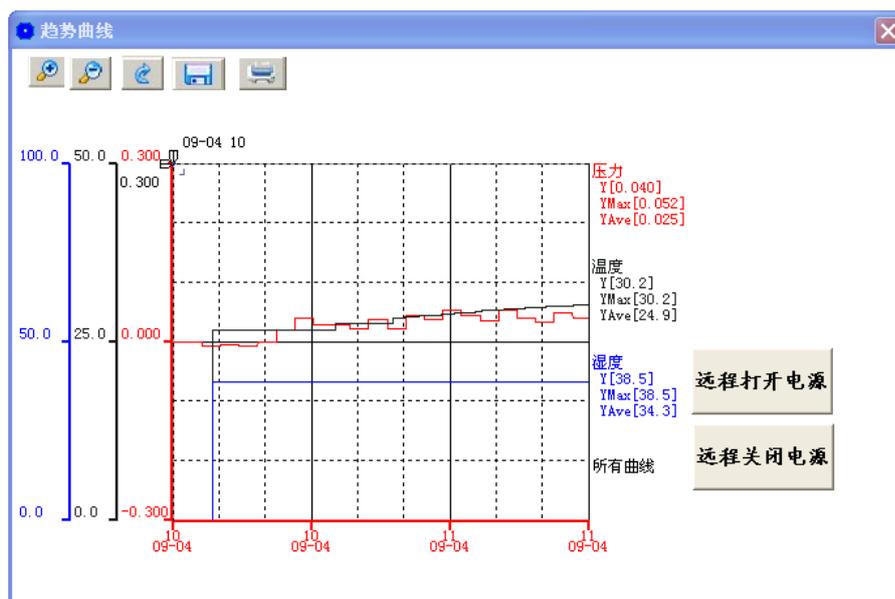


Figure 3. Computer monitoring interface of the steam cleaning machine pressure test  
图 3. 蒸汽清洗机压力测试计算机监控界面

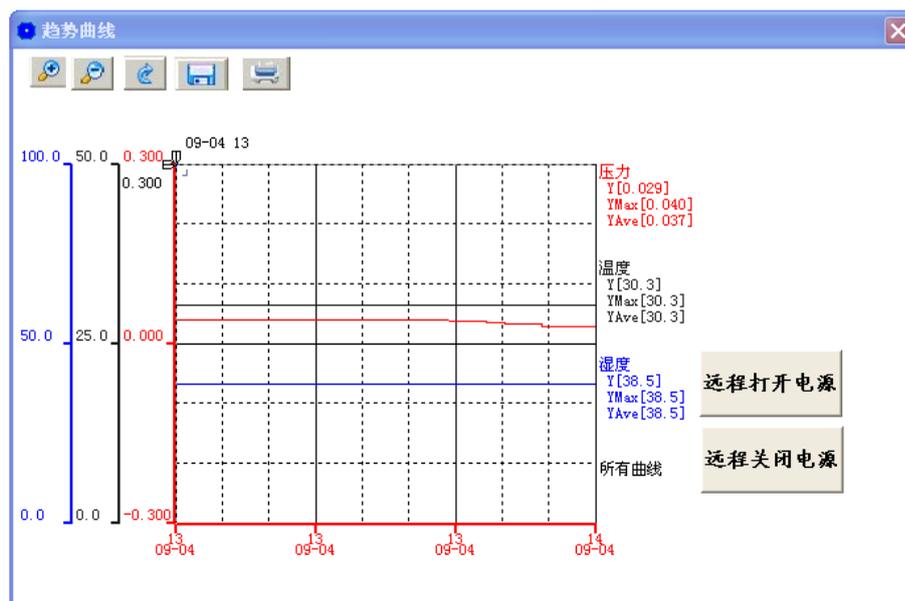


Figure 4. Computer monitoring interface of the oil filled heater pressure test  
图 4. 充油式取暖器压力测试计算机监控界面

### 3. 结束语

本文利用无线压力传感技术实现了家用电器在安全项目试验中的压力值的实时采集，并且通过远离测试场所进行试验，从而避免了试验过程中潜在的对测试人员引起的危险，并且使测试数据更加准确。针对采集过程中出现的问题，如测试介质温度对压力表的影响、测试数据在远距离传输的稳定性等方面提出了有效的解决办法。本套测试系统已经在国家重点实验室宁波出入境检验检疫局电气安全检测中心得到应用，对实验室实现对家用电器在压力测试过程中的安全检测提供了有效的技术保障。

### 参考文献 (References)

- [1] GB4706.1-2005/IEC60335-1:2004(Ed4.1) (2005) 家用和类似用途的电器安全. 中国标准出版社, 北京.
- [2] 孙利民, 李建中, 陈渝, 等 (2005) 无线传感器网络. 清华大学出版社, 北京.
- [3] 王小强, 欧阳骏, 黄宁淋 (2012) ZigBee 无线传感器网路设计与实现. 化学工业出版社, 北京.
- [4] 吴永贵 (2013) 力控组态软件应用实践. 化学工业出版社, 北京.