

# 基于 LabVIEW 的鞋垫式足底压力测试系统的设计与实现

注：山东省自然科学基金项目资助（编号：2004ZX33）

摘要：根据足底压力测量的实际需要，提出了基于 LabVIEW 的虚拟测试实验系统的组建方案。研究开发了鞋垫式足底压力测量系统以及数据采集和处理系统。给出了系统的软、硬件设计方案，并通过实验证明鞋垫式足底压力测试系统可以满足实际测量需要。

关键词：足底压力；虚拟仪器；LabVIEW；压电陶瓷

中图分类号：TP212.1 文献标识码：A 文章编号：1006-883X(2009)03-0031-03

张凯华 王兰美 李安国 ◀◀

## 一、前言

据医学专家研究，足底压力的分布对人体健康有很大的影响。人体足底压力分布反映了有关足的结构、功能及整个身体姿态控制等情况，当人体足部产生病变或人体运动状态改变时，足底压力和压强的分布都会相应地发生变化<sup>[1]</sup>。因此，对不同运动状态下(如站立或行走)足底各点与地面之间的压力及其时间参数进行测量，并对测量结果进行分析，可以获取人体在各种体态和运动状态下的生理、病理力学参数及机能参数，揭示不同的足底压力分布特征和模式，对临床医学诊断、疾患程度测定、术后疗效评价、生物力学及康复研究均有重要意义。

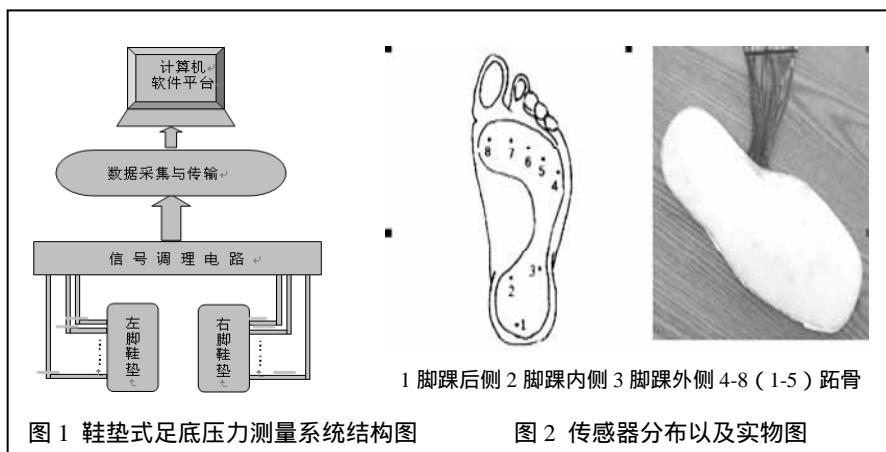


图1 鞋垫式足底压力测量系统结构图

图2 传感器分布以及实物图

## 二、鞋垫式足底压力测试系统的组成

鞋垫式足底压力测量系统由五部分组成：传感器模块、信号调理模块、数据采集与传输模块、计算机数据处理系统。系统结构图如图1所示。传感器模块主要由多个压电陶瓷式力传感器组成，这

些传感器被放置于测量鞋垫中的固定位置上，当进行测试时，传感器传出的电信号反映了足底压力信号的变化情况。信号调理模块对微弱的电信号放大、滤波等处理，以便信号的采集。数据采集模块和计算机数据处理系统是重要部分，主要完成从传感器模拟信号到计算机数字信号的转换、数据采集工作，再配以开发的数

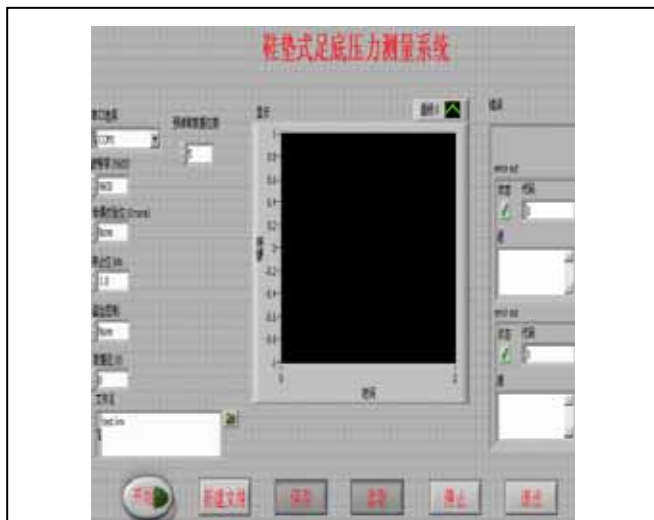


图 4 测量系统前面板

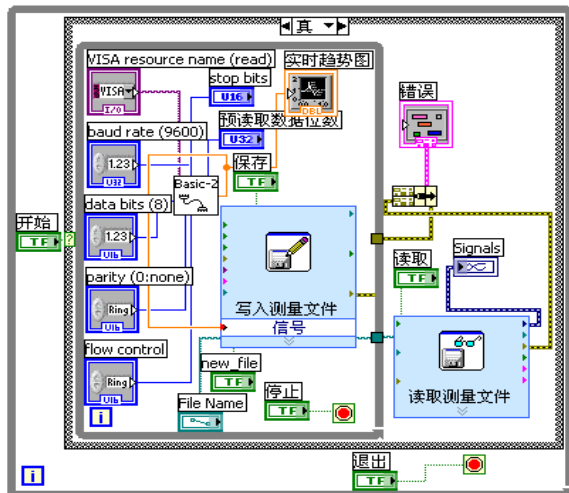


图 5 测量系统程序框图

据处理系统，完成对测量数据的分析和处理。

### 三、测试系统的设计方案

该系统的总体设计方案，主要由软件和硬件两大部分组成。传感器先将被测信号转换成电压信号，经过信号调理电路，由数据采集与传输模块进行 A/D 转换和数据采集，再通过 RS-232 与计算机通信。应用 LabVIEW 虚拟仪器开发工具编写软件，实现对信号的显示、存储和分析。

#### 1、硬件设计

硬件设计主要包括传感器和数据采集模块两部分。根据足底压力测量的实际需要，传感器采用压电陶瓷力传感器，并将传感器安放在能够反映足底压力变化的 8 个重要的足部解剖区域内，其安放位置以及实物图如图 2 所示。

数据采集与传输模块是系统硬件的核心，它主要完成数

据的 A/D 转换和采集。由于本系统要利用 LabVIEW8.2.0 中文版软件对数据进行分析处理，而且如果购买价格较贵的数据采集卡，开发成本会较高，所以我们采用了 STC12LE5412AD 微处理器来采集数据，并通过串口 RS-232 与计算机进行数据的通讯。所选的方案满足了实际测量两方面的需要：有较高的数据传输率、能够实时采集和处理数据。

#### 2、软件设计

LabVIEW 是实验室虚拟仪器集成环境的简称，它采用图形模式的结构框图构建程序代码，尽可能的利用了开发人员所熟悉的术语、图标和概念，提供了实现仪器编程和数据采集系统的便捷途径，使程序的编写过程也直观明了。

本系统设计的虚拟仪器前面板如图 4 所示，对应的程序框图如图 5 所示。

在串行传输中，串行接口用三根线，使用软件握手方式，实现微处理器与 PC 机之间的数据传送，因此需要在 LabVIEW 中编写程序来完成 PC 机控制数据通讯设备进行数据交换，直接通过串口接收外部数据。

首先根据设计要求将串口初始化，设置波特率为 9600b/s，数据位为 8 位，1 位停止位，无奇偶校验位。PC 机向微处理器发送启动命令“S”，微处理器接收到以后，向 PC 机发送“发送准备好”的信号“DSR”，并等待 PC 机的“接收准备好”信号“R”，再开始发送一帧数据，发送完毕，返回初始点，等待下一个启动命令。PC 机接收到数据后，首先通过 String To Byte Array 命令将字符串转换为数组，并通过写入测量文件命令将数据以 test.lvm 文件形式保存在相应文件夹中，同时将数据显示在观察窗内，观察信号的变化。

### 四、实验测试

以一个体重 60kg，足部正常的人为测量对象，采集其右脚起步瞬间状态的数据。部分数据（单位为 N）如表 1 所示。通过对所有数据的分析，人在起步瞬间其右脚的 1-3 跖骨头 Z 向受力较大；脚中部、脚踝内侧、脚踝外侧和脚踝后侧受力较小；左脚 Z 向受力明显比右脚大，这时候人体的重心在左侧。符合人体生物力学特征，因此该足底压力测量系统也基本满足实际测量需要。

表 1 采集到的部分数据

Channels	1	
Samples	1	
Date	#####	
Time	57:55.2	

Z-Dimension	Time	
X0	1.00E-01	
Delta_X	0.001	
***End_of_Header	***	
X-Value	Y_Value	Z_Value
1.98	8.71	40.56
1.8	6.88	36.45
1.84	7.14	30.25
0.42	1.24	8.82

## 五、结束语

基于 LabVIEW 的鞋垫式足底压力测量系统具有友好的界面,能够实时且直观的反映足底压力的变化,工作稳定、性能优良,为足底压力的测量提供了一种方便、快捷的测量方法。而且将虚拟仪器技术与测量系统相结合,易于系统的扩展,避免了硬件的低可靠性和功能固定等问题。

## 参考文献

- [1]王兰美,郭业民,潘志国.人体足底压力分布研究与应用[J].机械制造与研究. 2005.34(1):35-37.
- [2]杨乐平,李海涛,杨磊. LabVIEW 程序设计与应用(第2版)[M].北京:电子工业出版社,2005.
- [3]曹玲芝,等.现代测试技术及虚拟仪器[M].北京:北京航空航天大学出版社,2004.
- [4]袁希光.传感器技术手册[M].北京:国防工业出版社,1992.
- [5]绍进魁,徐振高.多点压力实时监测系统的研制[J].机械与电子. 2004. (11): 64-66.
- [6]刘君华,贾惠芹,丁晖.虚拟仪器图形化编程语言 LabVIEW 教程[M].西安:西安电子科技大学出版社,2001.

## The design and realization of the insole plantar pressure measurement system based on LabVIEW

ZHANG Kai-hua, WANG Lan-mei, LI An-guo

(Shandong University of Technology, Zibo, Shandong 255049, China)

**Abstract:** According to practical need of the plantar pressure measurement system, a combined scheme about virtual system is put forward based on LabVIEW. The insole plantar pressure measurement system is studied and the data acquisition and processing modules are designed. Meanwhile, the system software and hardware design are presented. The experiments show that the measurement system can meet the requirements of practical application.

**Keywords:** pressure measurement; virtual instrument; LabVIEW; piezoelectric ceramic

## 作者简介:

张凯华, 山东理工大学机械学院研究生, 研究方向: 机械设计与理论。

通信地址: 山东省淄博市张店区张周路 12 号 山东理工大学 110 信箱 邮编: 255049

联系电话: 13153386136 电邮: zibozhkh888@126.com

王兰美, 山东理工大学轻工与农业机械学院教授, 硕士生导师, 研究方向: 机械制图教学以及测试仪器的研究。

李安国, 山东理工大学机械学院研究生, 研究方向: 测试计量及仪器。

读者服务卡编号 007