

无线力传感器

翁浩峰 / 浙江省宁波市宁波中学

◎ 项目背景

市场上已经有很多针对高中物理教学应用的力传感器，但基本上都是有线力传感器。同时，在传统物理实验中，很难对运动物体直接进行受力测量，而有线力传感器由于连线会干扰物体的运动也不能使用，所以急需一种无线力传感器来解决这个难题。

◎ 项目应用到的科学原理

本项目利用应变梁式传感器将不可见的力转换为电压信号的变化。应变梁式传感器主要由应变片和桥式电路构成，当金属梁受力弯曲时，贴上面的应变片被拉长或者收缩而产生阻值的变化，于是，应变片和定值电阻构成的桥式电路将这些

阻值的变化转换成电压信号的变化。应变梁式力传感器的结构如图 1。

图 1 中的应变片 1 和应变片 2 和 2 个定值电阻一起组成一个桥式电路。当在传感器右端施加压力时，应变片 1 和应变片 2 由于发生变形导致电阻值的变化，从而使桥式电路出现不平衡，通过对桥式电路电压的测量就可以得到传感器上的压力值。

由于应变梁式传感器受压时形变很小，即应变片的电阻变化很小，所以桥式电路的电压变化也非常小，因此我利用 HX711 模数转换芯片及其外围电路将电压放大并转换成数字信号。通过对 Arduino 编写程序，让其接受来自 HX711 的数据，进行处理后通过蓝牙发射出去。由于无线力传感器需要工作在运动的物体上，所以还必须为其提供单独的电源，这里使用了 9V 可充电方形锂电池供电，图 2 为最终制作出来的单应变梁式无线力传感器实物。

◎ 创新点与改进点

◆ 创新点 1：利用蓝



图 2 单应变梁式无线力传感器实物

牙无线数据传输代替有线数据传输。

在力传感器端安装蓝牙模块，用于发送测得的数据。在数据接收端，选择了 Arduino MEGA 2560 作为数据采集器端的控制器，可以同时连接最多 3 个无线传感器，具体的硬件连接如图 3。

◆ 创新点 2：双应变梁式力传感器。

由于有线力传感器一般只在静态情况下使用，而无线力传感器需要在动态环境下使用。所以有线力传感器的单应变梁式结构在动态环境下，测量端的质量会由于加速度而产生力，这就会导致测量结果并不等于力传感器的受力。所以为了平衡掉加速度产生的力，设计了双应变梁式力传感器。基本原理是在一个传感器中放入 2 个相同的应变

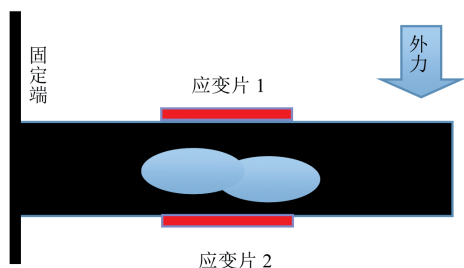


图 1 应变梁式传感器工作原理

梁式力传感器，其中一个连接钩子用来连接外部物体，另外一个只连接一个配重。这样当传感器在运动中有加速度时，利用连接配重的力传感器的数据计算出连接外部物体钩子受力的变化，从而抵消掉由于加速度引起的力的变化。

◆ 创新点 3：利用 Flash 动画代替软件界面

由于 Flash 动画可以接受来自串口的数据，所以本套 DIS 系统使用 Flash 动画代替传统 DIS 系统的软件。Flash 动画的优点是可以针对每个具体的实验制作不同的动画界面。

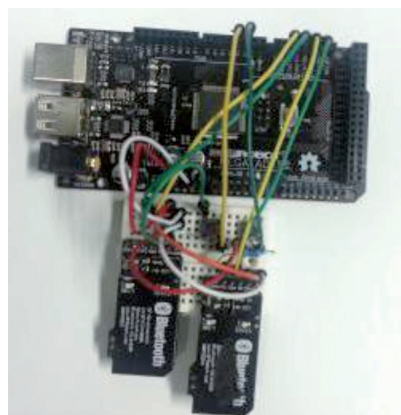


图 3 连接好的数据采集器端控制器



图 4 牛顿第二定律实验

◎ 使用情况

利用这套无线力传感器系统，可以完成一个具体的实验——牛顿第二定律实验中小车受力的测量。在传统实验中，是用重物的重力代替小车的受力，为了控制误差，在实验中小车的加速度不能很大。现在可以直接在小车上安装无线力传感器，直接测量小车受到的拉力。

在小车和无线力传感器质量之和约为 450 g、重物质量为 50 g 的情况下，得到如图 4 的实验数据，可以看到小车静止时和加速运动时的受力大约有 10% 的差距。

◎ 数据

实验数据表明，小车静止时和

加速运动时的受力大约有 10% 的差距。可见在具体的牛顿第二定律实验中，利用我研制的无线力传感器可以非常好地解决运动物体受力的测量问题。

该项目获得第 29 届全国青少年科技创新大赛科技辅导员创新成果科教制作类一等奖。

专家评语

该项目使用蓝牙技术传输测量数据，开发并制作了无线力传感器及配套软件。项目原理科学，概念清晰，构思巧妙，设计合理，作品教育性强。项目选题新颖，具有实质性创新。作品效果显著，制作规范，具有示范推广价值。项目资料齐全，研究报告书写规范。希望在教学应用方面作出改进和提升。■