



Creative sky

创意的天空

北方工业大学2010年

“北京市大学生科学研究与创业行动计划”

研究报告论文集

北方工业大学教务处 主编

Creative sky

创意的天空

北方工业大学2010年
“北京市大学生科学研究与创业行动计划”
研究报告论文集

北方工业大学教务处 主编



中国发展出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

创意的天空：北方工业大学 2010 年“北京市大学生科学研究与创业行动计划”研究报告论文集/北方工业大学教务处主编.
北京：中国发展出版社，2011.9

ISBN 978 - 7 - 80234 - 685 - 7

I. 创… II. 北… III. 大学生—科技成果—研究报告—北京市—文集 IV. G644 - 53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 122510 号

书 名：创意的天空：北方工业大学 2010 年“北京市大学生科学研究与创业行动计划”研究报告论文集

主 编：北方工业大学教务处

出版发行：中国发展出版社
(北京市西城区百万庄大街 16 号 8 层 100037)

标准书号：ISBN 978 - 7 - 80234 - 685 - 7

经 销 者：各地新华书店

印 刷 者：北京科信印刷有限公司

开 本：700 × 980mm 1/16

印 张：11.75

字 数：160 千字

版 次：2011 年 9 月第 1 版

印 次：2011 年 9 月第 1 次印刷

定 价：30.00 元

咨询电话：(010) 68990535 68990692

购书热线：(010) 68990682 68990686

电子邮件：fazhan05@126.com

网 址：http://www.developress.com.cn

版权所有·翻印必究

本社图书若有缺页、倒页，请向发行部调换

序 言

中国大学教育目前最需要的是什么呢？是对学生的创新意识和创新能力的培养。就毕业生的状况来看，还是关注就业的多，关注创业的少，这不仅仅是学生的价值取向问题，也和我们现行教育体制、教育内容等诸多方面原因有关。这个问题近年来引起各级领导特别是教育工作者的重视，改变这种状况应该是我们今后很长一段时间内的工作重点和目标。

创意和创造是创业的基础。为培养学生的创新精神和创新意识，我们必须在大学教育中给学生提供良好的创新环境和条件。2008年，在北京市教育委员会的倡导和支持下，实施了“北京市大学生科学研究与创业行动计划”，为培养大学生的科学研究精神和创业意识提供了非常好的活动平台。

北方工业大学积极响应北京市教育委员会的倡导，于2009年1月启动了“北京市大学生科学研究与创业行动计划”项目。2009年完成项目38项，162名学生参加；2010年完成项目73项，312名学生参加；2011年在研项目147项，598名学生参加。通过实施该计划项目，使学生在科学研究与发明创造中得到了锻炼，提高了动手能力、科研

能力、创业能力以及团结协作能力。

在学生的总结论文里，我们遴选出 21 篇文章结集成册。这些论文虽然略显稚嫩，但它是我们学生在科学实践中实实在在的体会，反映了我们学生在科学研究和创业精神方面的可喜进步，希望大家喜欢并给予支持和理解。在此，我要特别对他们取得成果表示祝贺，并且祝福他们在未来创业历程中为学校带来荣誉，为国家铸就辉煌。

罗学科

北方工业大学副校长

2011 年 7 月



基于无线传输的数字乒乓球拍软硬件开发

..... 祝天岳 李文嘉 曾笑尘 陈雪强 / 1

基于 3G 技术的语言学习型手机游戏软件的开发与应用

..... 高子晗 李孟 杨沐晨 梁潇 / 11

东四三至八条改造——保留历史符号

..... 武少雄 杜程程 张原 文荷君 曹心童 / 19

GRI《可持续发展报告指南》在我国企业的应用研究

..... 马科 郭晓慧 高北 段彬 / 31

基于 FPGA 的智能小车设计

..... 高峻 高向海 张力行 / 41

被动式绿色调湿材料调湿性能研究

..... 闫全智 冯寅烁 张宇 肖凯 于小龙 / 49

北方工业大学 2006 ~ 2007 届毕业生生活状态研究

..... 蒲信竹 李文珍 陈雪君 陈萌 张融 何浩岩 周晓晴 / 59

工程项目投标人资格评审方法研究报告

..... 梁君 朱昱 黄东雲 刘燕 刘璐 / 67

环渤海区域技术进步贡献度的空间计量分析

..... 黄子朗 张亚铭 刘 卓 / 77

一种间歇跳跃机器人的弹跳机构设计

..... 于 燃 李启才 于 洋 孙艳霞 / 85

基于 FPGA 的嵌入式微处理器设计

..... 赵晓丛 张 胤 李 宁 王 庆 杨 楠 李 超 / 91

基于单片机和 CPLD 的 LED 光照控制系统设计

..... 谷建柱 马若飞 陈雪强 张 琳 葛 霜 / 101

高清全数字化视频技术在中小企业的应用

..... 侯 楠 刘英杰 马 可 陈姗姗 红格尔 吴珏轩 / 109

天文定位仪的研发

..... 宋明明 王宇辰 王晓旭 赵 硕 / 115

基于 Bezier 方法的卡通设计及其特征分类

..... 赵春明 杨 琛 / 123

基于触摸屏的无纸记录仪研制

..... 于立冬 王 振 陈强年 杨春雨 / 131

我国房地产价格与房屋租赁价格的均衡关系研究

..... 李超然 周立午 时鹏晓 林 霞 / 141

嵌入式数字网络硬盘设计

..... 齐 飞 马 硕 郭 枫 单 良 / 149

北方工业大学校园文化纪念品设计研究报告

..... 段冰清 刘江凤 任昭慧 邵 定 叶芊芊 李翔宇 / 157

国际贸易术语动态演示方案设计

..... 张 瑞 颜茜钰 吴婷婷 霍 丽 / 163

网络商店品牌形象与大学生购买行为的关系研究

..... 曾文亮 贾 磊 王 卓 李秀杉 / 171

基于无线传输的数字乒乓球拍软硬件开发

祝天岳 李文嘉 曾笑尘 陈雪强

指导教师 郑 勇

摘 要 本文设计了一种基于 nRF24E1 短距离无线通讯技术的数字乒乓球拍,作为一种新型的体育训练辅助手段,可通过采集与分析运动员的动作信息,促进运动员快速提高水平。数字乒乓球拍的核心为高集成度多功能无线收发芯片 nRF24E1 以及采用 MEMS 技术的微型三轴加速度传感器和微型角速度传感器。

关键词 短距离无线通讯; nRF24E1; MEMS; 数字体育

1 概述

随着社会发展和生活水平的不断提高,各项竞技体育和群众体育活动得以蓬勃开展。而随着体育运动竞技水平的提高,体育科研与科学训练对提高运动成绩的作用日益突出,体育与科技结合得愈发紧密。同时,各类新型运动器材的开发对提高体育运动的娱乐性及扩大公众参与度也起到了积极的作用。基于 nRF24E1 短距离无线通讯技术的数字乒乓球拍,采用微型三维加速度传感器和角度传感器记录运动员的挥拍动作。其控制核心采用 nRF24E1 单片机,片内集成 A/D 转换器和无线传输模块,可满足系统对体积、重量、功耗等的较高要求。所采集数据通过无线模块传输给上位机,计算机软件负责

显示、记录、存储、分析数据，并可与视频录像相结合。运动员和爱好者可以此作为重要的乒乓球辅助训练手段，分析改进动作。系统整体结构见图 1。

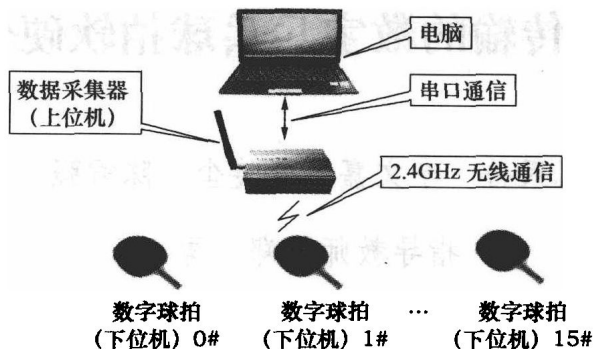


图 1 系统整体结构

2 系统硬件设计

2.1 下位机核心模块电路设计

设计下位机电路原理图时参考了 nRF24E1 数据手册。图 2 中除了 nRF24E1 模块以外，还有用于存储程序的 25AA320 串行 E2PROM、四位拨码开关以及红黄绿三个发光二极管。在 nRF24E1 的内部存储空间中，512 字节 ROM 用于存储引导程序，上电后，它可将 E2PROM 中存储的程序下载到 4kB（千字节）RAM 的程序运行空间，另外的 256 字节 RAM 为数据存储器。四位拨码开关来表示数字乒乓球拍的地址，下位机有不同的地址，通讯时不会产生冲突。三种颜色的发光二极管则是为了方便教练员下达不同的指令。

2.2 加速度传感器电路设计

三轴加速度传感器芯片选择 MMA7331L，其供电范围为 2.2V ~ 3.6V，正常工作时消耗电流的典型值为 400 μ A，休眠模式时电流消耗仅有 4 μ A，具有两种量程范围—— $\pm 4g$ 和 $\pm 12g$ ，可以通过 g-select 引脚选择量程。加速度传感器电路设计图见图 3。

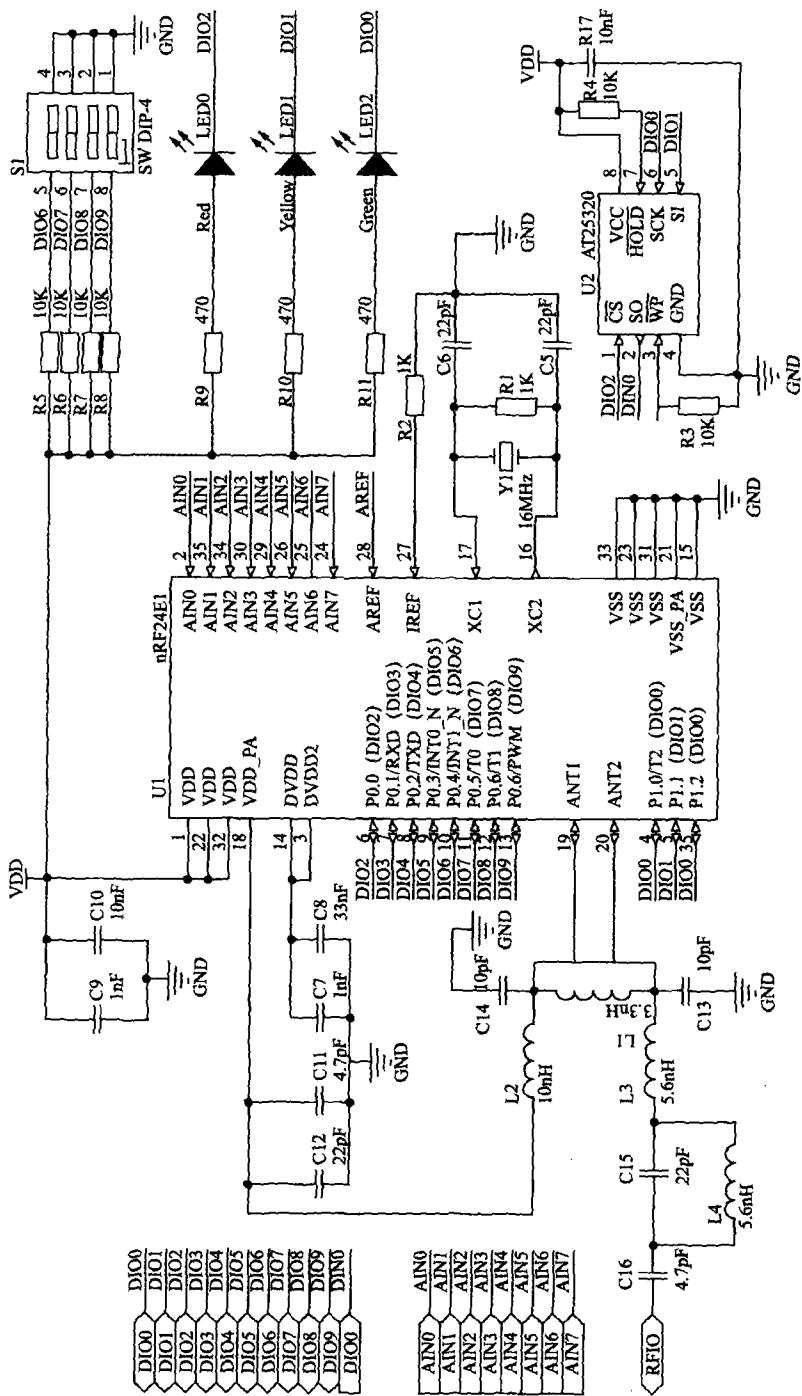


图 2 下位机电路原理

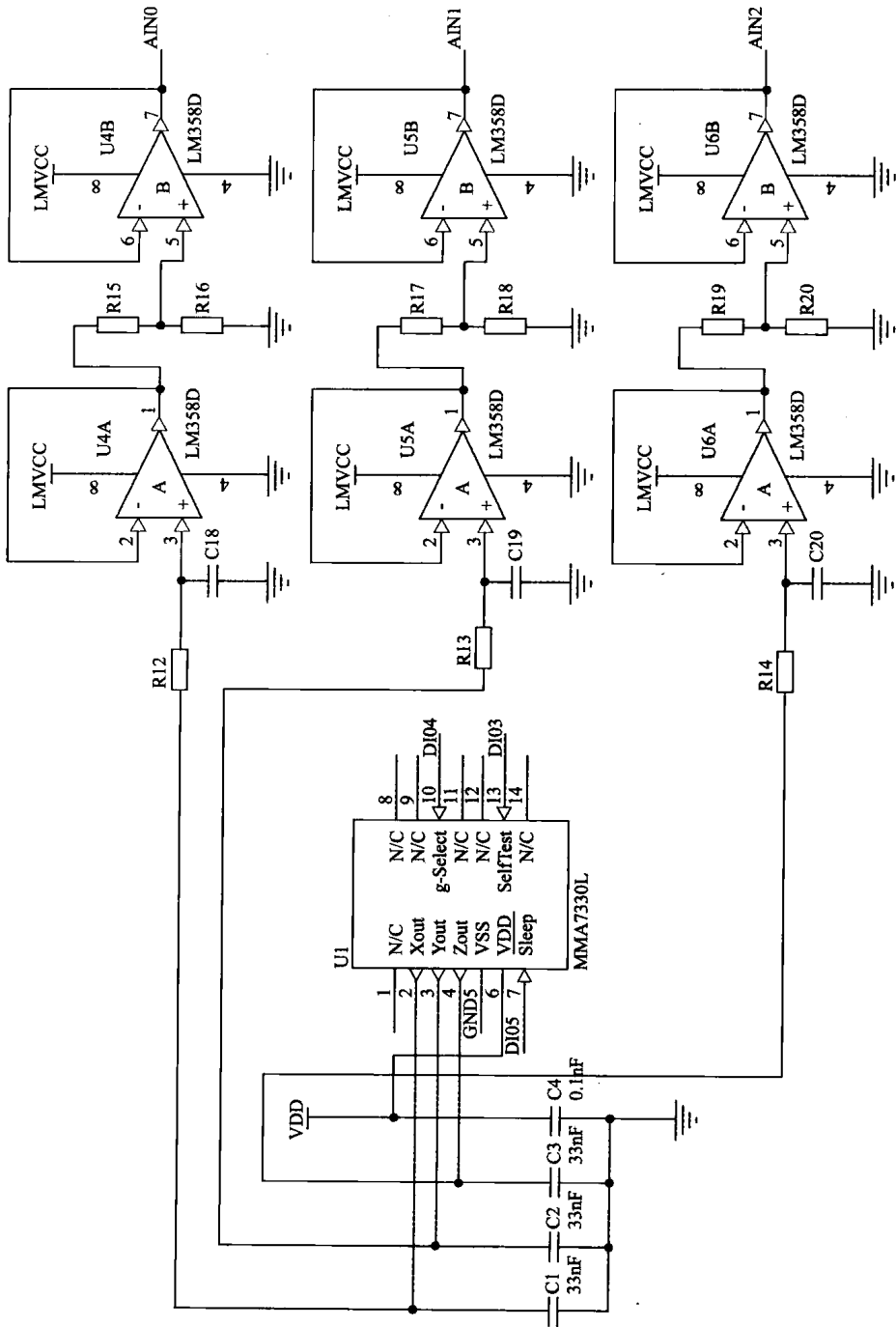


图3 加速度传感器电路设计

信号调理电路主要分为两部分，左半部分为滤波电路，右半部分为分压电路。其中运放 LM358 采用单电源供电方式。

2.3 角速度传感器电路设计

角速度传感器选择三片 ADXRS300，在三维空间互成 90° 布置，供电电压为 5V，电源电流的典型值为 5mA，角速度的测量范围为 $\pm 300^\circ/\text{s}$ ，灵敏度为 $5\text{mV}/^\circ/\text{s}$ ，对应输出电压范围 1V ~ 4V，零位输出电压为 2.5V，-3dB 带宽为 40Hz，通过外部电阻电容还可分别设定测量角速度的范围、带宽及零位输出电压。可直接输出，也可通过积分运算转化为角度输出。角速度传感器电路设计图见图 4。

2.4 电源电路设计

下位机电源电路是选择了四节 3.7V、250mAh 的可充电锂电池作为电源，由 AMS1117 稳压芯片输出各种不同的电压供 nRF24E1 及传感器等外围电路使用。见图 5 所示。

2.5 采集器硬件设计

采集器的控制核心也为 nRF24E1，负责通信协议的上传下达，与各个下位机采用无线通信方式交换数据，与上位机（PC）采用串行通信方式交换数据，波特率为 57600bps，8 位数据位，1 位停止位，无奇偶校验位。见图 6 所示。

3 数字乒乓球拍固件设计

3.1 星形网络的通信协议

无线通信较有线通信稳定性差，为避免模块在发送或接收时进入无限等待状态，在采集器程序设计中采用了超时退出机制，若超时未收到数据则向上位机发送 00 FF FF。

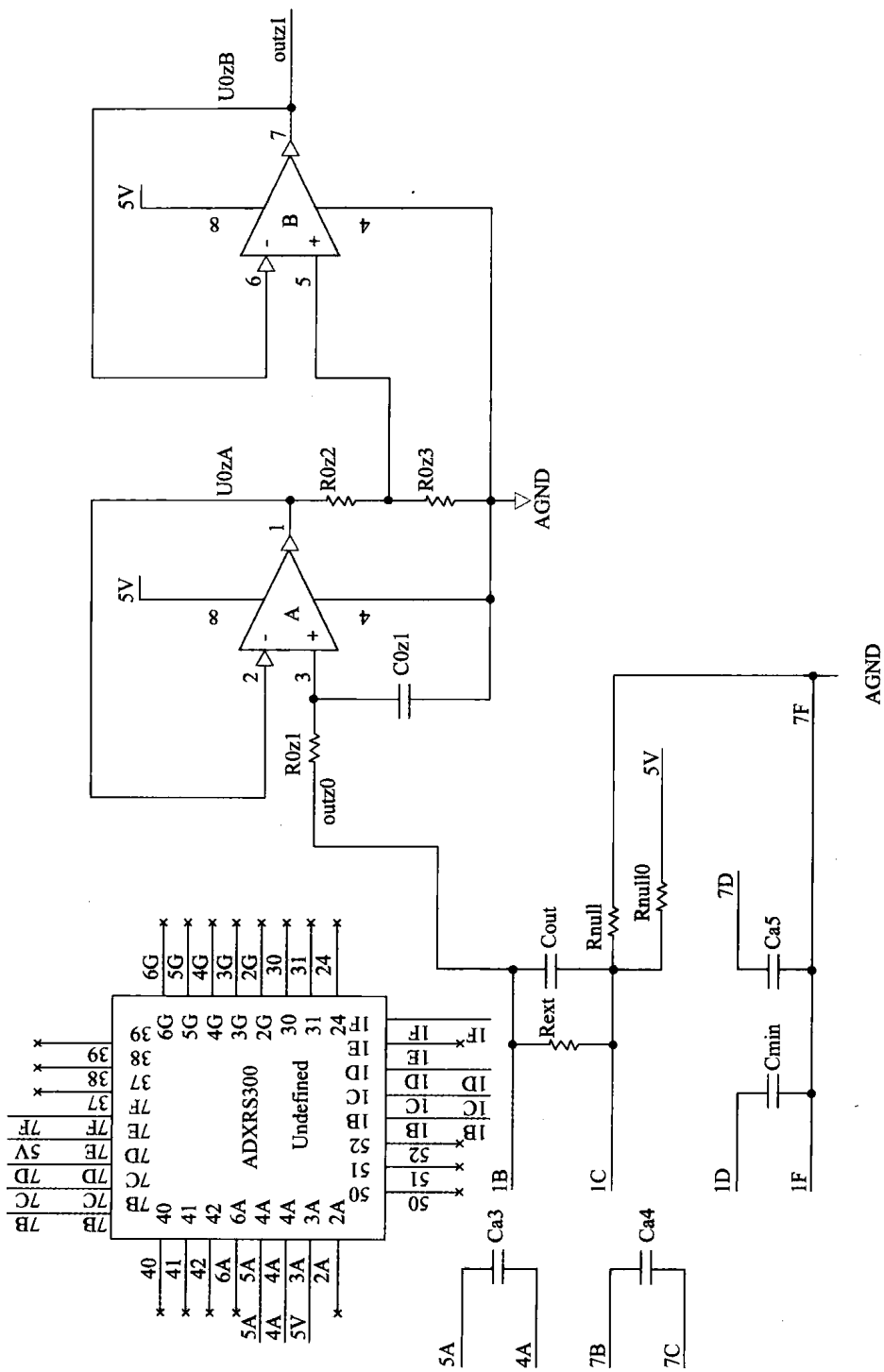


图4 角速度传感器电路设计

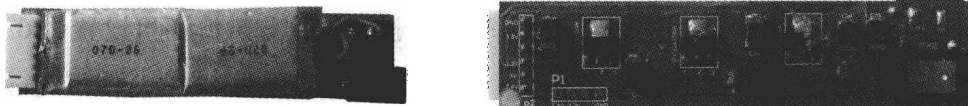


图5 电源板实物



图6 数据采集器实物

表1

通信协议

指 令	字节一	字节二	字节三
上位机检测 × × 号下位机是否启动	00	00	× ×
下位机对上位机检测进行回复	AA	AA	AA
× × 号下位机对第 N (0 至 7) 号 A/D 端口采样	01	× ×	0N
下位机 A/D 采样后数据上传	00	ADRH	ADRL
× × 号下位机读取 P0 口数据	02	00	× ×
× × 号下位机读取 P1 口数据	03	00	× ×
下位机读取 P0 或 P1 口后数据上传	04	00	DATA
× × 号下位机 P0 口输出数据 (无需回复)	05	× ×	DATA
× × 号下位机 P0 口输出数据 (需回复)	06	× ×	DATA
× × 号下位机 P1 口输出数据 (需回复)	07	× ×	DATA
下位机执行 P0 或 P1 口数据输出后回复	55	55	55

注：× × 表示下位机的地址，由四位拨码开关唯一确定，地址号为 0 ~ 15；ADRH 为 A/D 采样数据的高位，ADRL 为 A/D 采样数据的低 8 位；DATA 为上位机指示下位机在 P0 或 P1 口上输出的 8 位数据。

3.2 对 nRF24E1 中 A/D 的配置及应用

nRF24E1 含一个 9 路 10 位线性 A/D 转换器，且分辨率还可设置为 6、8 或 12 位，根据原理样机的硬件条件，A/D 分辨率配置为 12 位，使用内部参考源，输入电压范围 0 ~ 1.22V，不启用连续转换模式，不使用差分模式，A/D 转换器的时钟频率为 CPU 的 1/32。

3.3 对 nRF24E1 中 RF 的配置及应用

nRF24E1 中内置了 2.4GHz 工作频率的 nRF2401 无线收发器子系统，并只支持 ShockBurst™ 模式。无线收发器 nRF2401 可以通过软件编程来设定接收地址、收发频率、发射功率、无线传输速率、无线收发模式，以及 CRC 校验和的长度和有效数据的长度等无线通信参数。

3.3.1 ShockBurst™ 模式

ShockBurst™ 技术应用片上先入先出 (FIFO) 缓冲器，以较低的速率写入数据，以较高的速率发射数据，从而达到节电目的。在 ShockBurst™ 模式下，数据包的格式如下：

报文头	地址	数据	CRC
-----	----	----	-----

3.3.2 无线收发器子系统的配置

ShockBurst™ 模式的配置字允许 nRF2401 子系统运行 RF 协议，原理样机的程序设计中，对于 ShockBurst™ 模式的专用配置模块配置如下：

- (1) 地址宽度为 5 个字节，用以区分不同的系统；
- (2) 有效数据段宽度为 3 个字节；
- (3) 采用 16 位 CRC 校验，允许在片上产生 CRC 校验码和解码，保证数据的可靠性；
- (4) 采用 ShockBurst™ 模式，RF 载波频率数据速率设定为 1M bps（只有在 16MHz 晶振时才能使用），功率设定为 0dB，不采用双通道接收模式；
- (5) RF_CH# 设置为 0，nRF24E1 发射通道频率为 2400MHz。

4 上位机软件设计

上位机软件界面如图 7 所示。

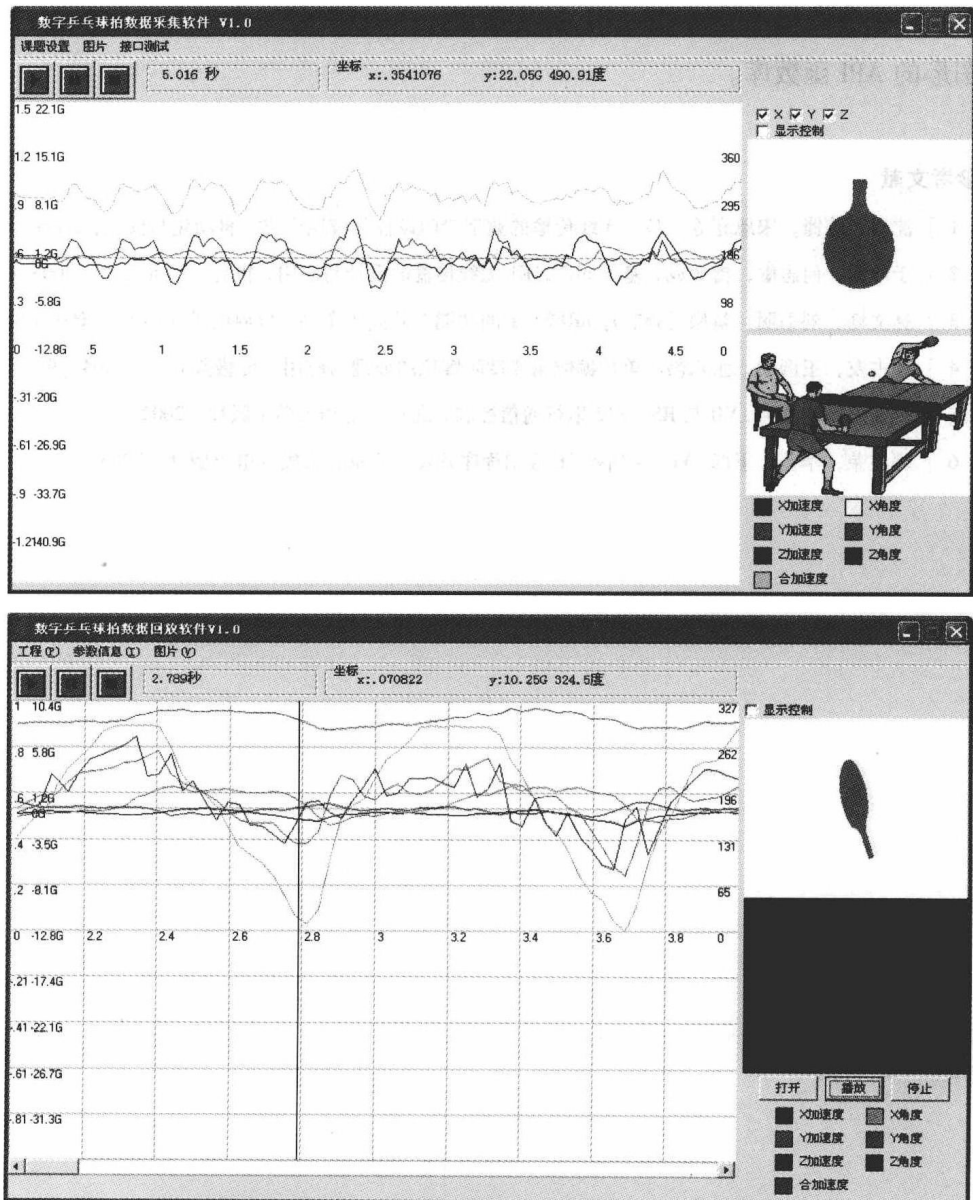


图 7 上位机软件界面

上位机软件实现采集数据的实时曲线显示、球拍姿态显示、数据存储、回放、分析等功能，并可与视频录像相对照。软件采用 VB 语言开发，便于快速实现串口通信功能，生成软件界面，但 VB 语言实时性较差，所以大量使用 API 函数来绘制数据曲线，实现精确定时，如 Createpen、Lineto、timegettime 等。球拍姿态显示采用 OpenGL 技术实现，OpenGL 是一个专业化的绘制三维图形的 API 函数库。

参考文献

- [1] 沈勇, 陈锋, 宋恩亮等. 基于无线传输的数字铅球设计与应用研究. 自动化与仪表, 2006 (4)
- [2] 于珍珠, 何志敏, 梅大成. 基于 nRF24E1 无线传输的设计与应用. 世界电子元器件, 2005 (7)
- [3] 林文峰, 刘书明. 新型射频芯片 nRF24E1 的功能及其应用实例. 世界电子元器件, 2003 (12)
- [4] 沙占友, 王彦朋, 张永昌. 单片偏航角速度陀螺仪的原理与应用. 传感器世界, 2004 (9)
- [5] 范逸之, 陈立元. VB 与 RS-232 串行通信控制. 北京: 清华大学出版社, 2002
- [6] 郭兆荣, 李菁, 王彦. VC++ OpenGL 应用程序开发. 北京: 人民邮电出版社, 2006