

便携式智能电子质量测定和数据处理系统的研究^①

彭炜峰^{1,2}, 李光林¹

1. 西南大学 工程技术学院, 重庆 400716; 2. 重庆水利电力职业技术学院, 重庆 402160

摘要: 为了适应野外取样现场称量和实时数据处理分析需要, 研究设计了一套智能高精度电子质量测定和数据处理系统. 该系统精度高(称量范围为 0~500 g, 精度为 0.001 g), 体积小, 便于携带, 能对野外现场取样数据信息进行自动保存, 利用 GPS 对野外现场取样的地理坐标和时间加以实时自动标注并保存, 通过 GPRS 无线传输模块将野外操作过程中的数据信息发送到终端服务器. 研究解决了工农业生产和环境保护研究工作中, 实验室用精密电子秤不便在野外取样现场作实时称量和数据分析, 以及环境信息记录和数据存储、传输问题.

关键词: 智能电子质量测定; GPS 定位系统; GPRS 无线传输系统; 数据处理

中图分类号: TM932

文献标志码: A

在工农业生产和环境保护中, 常常需要在野外提取大量样品进行分析研究. 目前, 经常将样品带回实验室进行分析测试, 但是一些物理量常需要现场快速称量、分析、记录, 以保证其准确性. 特别是在现代精准农业中, 对取样样品的现场进行实时分析显得尤为重要. 目前就质量测定仪器来说, 质量测定精度已经达到万分之一, 但只能局限在实验室内使用, 不便于携带到野外使用, 并且大多电子质量测定系统不具有数据处理和存储功能, 也不具有定位和时间显示一体功能.

为了便于野外实时分析需要, 本文研发了一款便于携带, 具有 GPS 全球定位功能, 时间显示功能, 同时具有数据处理和存储功能以及通信功能的智能高精度电子质量测定系统.

1 系统结构及原理

本研究设计的电子质量测定系统由压力传感器模块、仪表放大模块、A/D 转换模块、控制处理模块、GPS 定位模块、矩阵按键模块、液晶显示模块、电源模块、数据存储模块、GPRS 无线传输模块组成. 电子质量测定系统的工作原理是把称量样品的质量, 通过压力传感器转换为电压信号, 电压信号经过放大滤波后输入到 AD7674 转换器转换为数字量, 然后将数字量送入单片机, 在单片机中对数字量进行控制和处理, 另外 GPS、GPRS 以及矩阵按键也由单片机进行控制和处理, 处理得到的数据通过液晶显示器显示, 并保存在单片机内部 EEPROM 模块中, 然后利用 GPRS 无线传输模块将数据发送到终端服务器. 系统硬件组成图如图 1 所示.

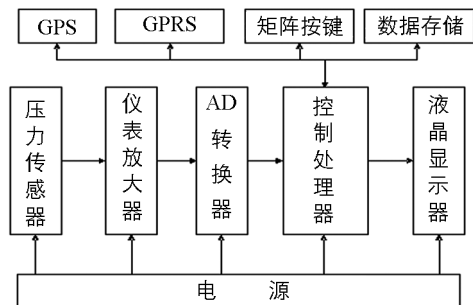


图 1 系统硬件组成

① 收稿日期: 2013-03-16

基金项目: 重庆市科技攻关重点项目(CSTC, 2011GGB018).

作者简介: 彭炜峰(1989-), 男, 重庆开县人, 硕士研究生, 主要从事电气自动化方面的研究.

通信作者: 李光林, 教授, 博士.

2 系统硬件模块

根据系统设计要求,对系统硬件模块选型作以下介绍:

1) 压力传感器模块:采用型号为 XJC-D02 的压力传感器,该传感器的精度为 0.001 g,量程为 0~600 g,符合研究的要求.推荐的激励电压为 5~15 V,安全超载能力为 150%^[1].

2) 仪表放大模块:采用美国 Burr-Brown 公司推出的精密仪表放大器 INA126,该放大器通过 2 个运放的组合设计,使器件具有较宽的电源范围($\pm 1.35\text{ V}\sim\pm 18\text{ V}$).该放大器的增益设置是通过外接一个 5~10 000 Ω 的电阻来实现的^[2].

3) A/D 转换模块:采用 ADI 公司推出的 18 位 $\Sigma-\Delta$ A/D 转换器 AD7674.采用 +5 V 单电源对其进行供电,芯片内部包括有 18 位高速 AD 转换器、转换时钟、错误校准电路以及电源缓冲器,并具有并口和可调串口.由于 AD7674 的逐位逼近结构、低功耗特性,使得 AD7674 转换器比一般 AD 转换器的性能更加优越^[3].

4) 控制处理器模块:采用单片机 PIC16F877A 作为控制处理器芯片.整个系统由 PIC16F877A 单片机控制各模块工作,采集 AD 转换器的相关数据, GPS 定位和 GPRS 无线传输模块串口通信,控制液晶显示器工作以及控制单片机内部 EEPROM 模块的数据存取等.

5) GPS 定位模块:GPS 模块接收机是采用 Garmin 公司 12 通道的 GPS15XL,通过 GSM 通信来实现无线传输,该产品具有快速定位,功耗小,数据更新速度快等特性,它在定位的同时,也能记录实时时间,它的定位精度是 0~15 m^[4-5].

6) GPRS 无线传送模块:为了使系统的数据传输过程和硬件装置简单、方便,在 GPRS 模块采用的是 SIM300,其内部扩展的 TCP/IP AT 指令和集成的 TCP/IP 协议栈使其在系统中更易集中开发^[6-7].

7) 液晶显示模块:采用的是深圳绘晶科技有限公司生产的 LCD12864ZW,该产品可提供三种传输模式(串行模式、4 位并行模式和 8 位并行模式).本设计在显示模块采用串行模式^[8].

8) 电源模块:电源部分是决定整个系统设计成败的关键部分之一,提供稳定而又准确的电源是系统其他模块正常工作的决定因素之一.系统电源采用的是大容量锂电池(串联得到电压 12 V),通过稳压管 7 905,7 805 以及滤波电容将直流 12 V 转为 $\pm 5\text{ V}$ 电压.

9) 矩阵按键模块:涉及到数据计算,所以一共设置 16 个按键,其中 10 个数字按键,一个“确认”按键,一个“·”按键,一个“清除”按键,另外 3 个按键作运算符键,根据按键按的次数设置不同的功能,从而实现计算功能.

3 系统硬件电路图

根据系统原理的设计和模块的划分,对系统硬件部分模块电路图作如下设计,图 2 为电源及仪表放大模块电路图,包含了压力传感器信号输出接口和电源的电路设计;图 3 为 A/D 转换模块电路图,包含了仪表放大器信号输出接口和 AD 转换后信号输出接口电路设计;图 4 为控制处理模块电路图,包含了矩阵按键, GPS, GPRS 以及 AD 转换器的接口电路设计.

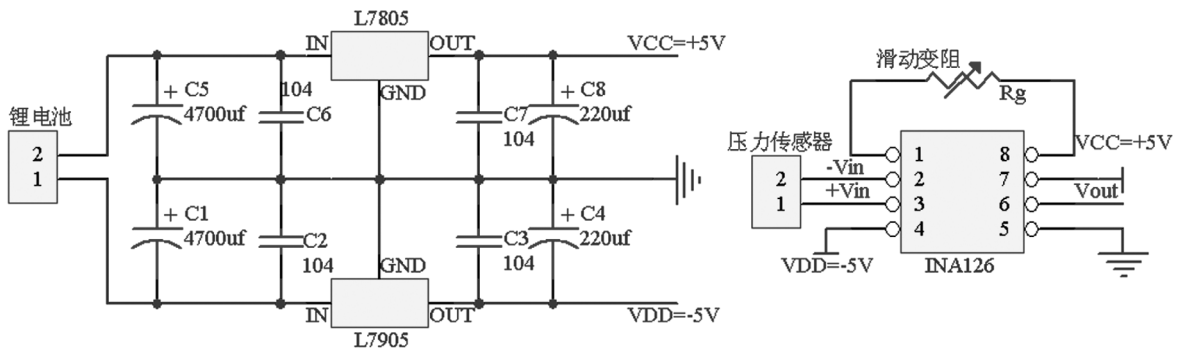


图 2 电源及仪表放大模块

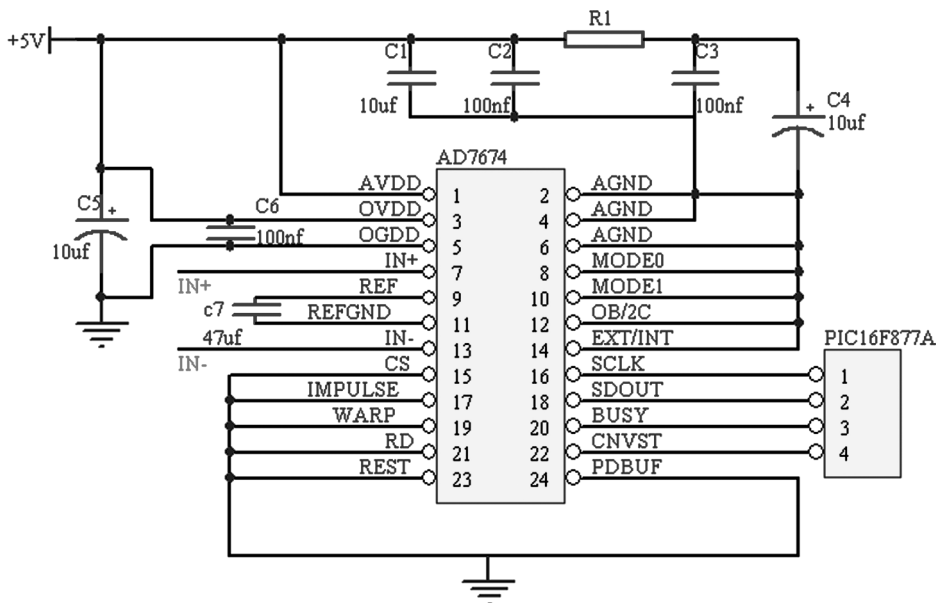


图 3 A/D 转换模块

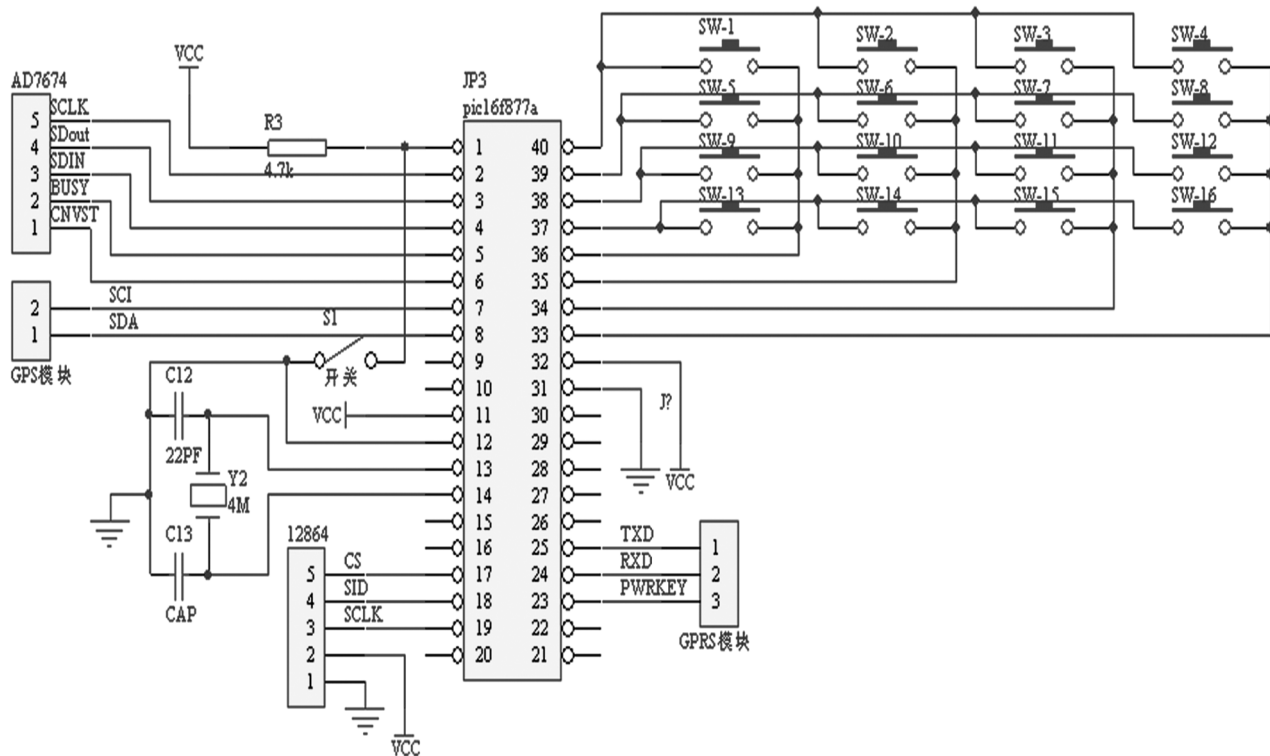


图 4 控制处理器模块

4 系统软件设计

在系统软件设计方面, 系统以 MPLAB IDE V8.0 为开发工具, 采用 C 语言编程. 系统软件设计主要分为主程序设计、GPS 程序设计、GPRS 程序设计、AD7674 转换器程序设计以及数据存储程序设计. 系统的软件组成框图如图 5—图 9 所示.

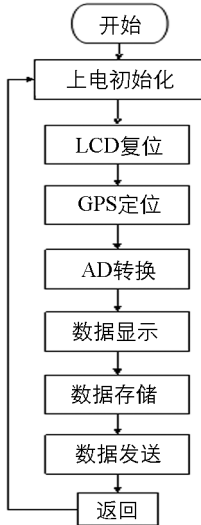


图 5 主程序框图

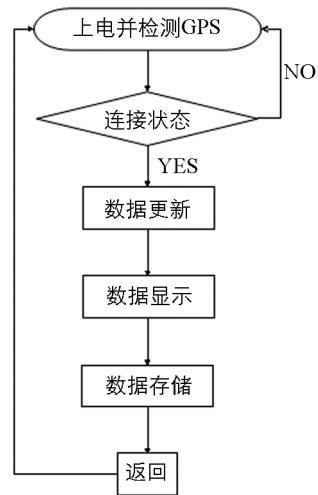


图 6 GPS 程序框图

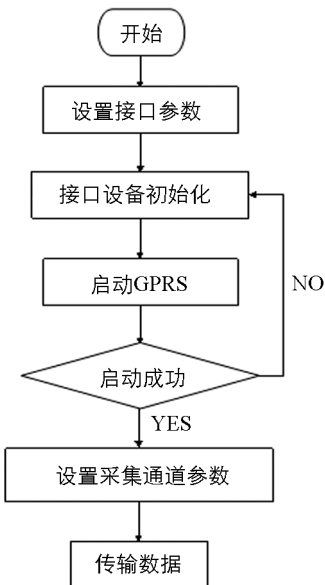


图 7 GPRS 程序框图

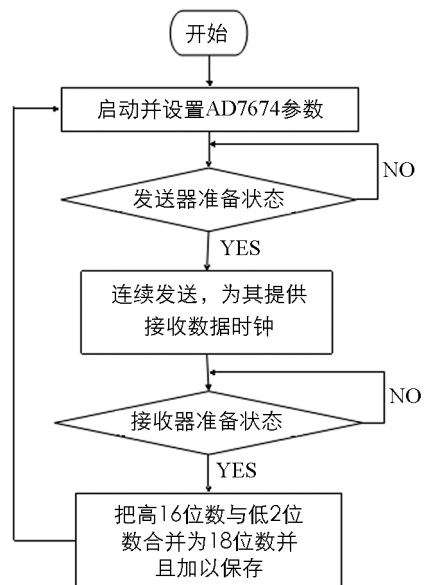


图 8 AD7674 转换程序框图

5 系统调试

1) 坐标数据的提取

GPS15XL 的坐标采用 WGS84 坐标系统, GPS15XL 输出是标准 NMEA0183 语句格式的的定位信息, GPS15XL 提取的数据格式如下:

GPGGA, <1>, <2>, <3>, <4>, <5>, <6>, <7>, <8>, <9>, M, <10>, M, <11>, <12> * hh<CR><LF>

其中,“GPGGA”,是指语句 ID;“<1>”代表 UTC 时间(时分秒)格式;“<2>”代表纬度格式;“<3>”代表纬度方向,北纬或南纬;“<4>”代表经度格式;“<5>”代表经度方向,东经或西经;“<6>”代表 GPS 状态指示为带差分定位信息;“<7>”代表正在使用的卫星数量;“<8>”代表 HDOP 水平精度因子;“<9>”代表海平面高度;“<10>”代表地球椭球面相对大地水准面的高度;“<11>”代表差分 GPS 信息;“<12>”代表差分站 ID 号。

在提取的数据语句中,不仅可以知道当地的地理位置信息,而且还对该点的卫星接收情况有一定的了解。实际数据处理过程中,通过识别试验输出语句中逗号个数和数据,提取出所需的经纬度定位参数,再利用高斯投影法进行数据变换,得到具体的经纬度^[9-10]。选用高精度 GPS 定位模块,在具体某点

定位测量中采用多次测量取平均值, 来解决 GPS 漂移产生误差的问题.

2) 质量测定数据的提取

质量测定数据的提取实际是对 AD7674 芯片从仪表放大器 INA126 获得的数据进行筛选和提取. 单片机对质量测定数据采集部分的编程主要是对 AD7674 芯片编程, AD7674 芯片含有 8 个片内寄存器, 而 AD7674 的功能是由片内的寄存器的参数设置来控制实现的, 通过串口(包括 5 个信号: CS, SCLK, BUSY, SDOUT 及 SDIN)来对寄存器读/写功能加以实现^[11].

AD7674 的作用是把模拟量转换为数字量, 然后把转换后得到的数据通过程序设计的数学公式进行计算, 从而得到样品质量的称量值. 所以, AD 转换结果与被测量存在着以下关系:

$$X = \frac{U_m * D}{S * K * D_{FS}}$$

式中: U_m 表示 AD7674 转换器满量程时的输入电压; S 表示压力传感器及其测量电路的灵敏度; K 表示仪表放大器的放大倍数; D_{FS} 表示 AD7674 转换器满量程时的输出数字.

3) 数据的计算

矩阵按键设计是利用控制芯片的 I/O 口直接连接的独立式按键, 每个按键都有与之相对应的 I/O 口, 从而构成 $4 * 4 = 16$ 个按键, 按键是采用中断的工作方式, 然后通过“行扫描法”和程序公式设计来实现数据计算的功能^[12].

4) 数据的存储

称量的数据和 GPS 定位的坐标数据能实时存储在控制芯片 PIC16F877A 内部 EEPROM 中的. 通过对 EEPROM 进行写操作: 将要写入的数据地址写入地址寄存器 EEADR 中, 进行写操作, 把数据写入数据寄存器 EEDATA 中, 最后自动把数据传递到写入的地址中, 达到数据保存的效果.

5) 数据的无线传输

系统上电启动, GPRS 模块也随之启动, 通过 GPRS 模块内部的 IP 与外部 Internet 公网达成的一致协议和 LABVIEW 编写上位机接收数据, 来实现系统 EEPROM 存储器中数据的无线传输^[13].

6) 实验结果

表 1 是系统在实验室做的误差测试. 表 2 是系统野外现场数据记录表.

整个电子质量测定系统经过四次测量并记录测量结果, 同时用实验室(精度为 0.000 1 g)称量仪器称量同一样品, 将本研究的电子质量测定系统的称量结果(测量值)与实验室质量测定仪器的称量结果(标称值)加以对比, 然后增加 100 g 的测试砝码继续叠加, 来检验系统的稳定性和精确性.

表 1 误差测试

标称值 /g	测量值 /g	测量值 /g	测量值 /g	测量值 /g	绝对误差 /g	相对误差 /%
10.002 2	9.998	10.001	10.001	10.004	0.002 1	0.02
50.004 9	49.997	49.999	50.008	50.012	0.005 4	0.01
100.002 1	99.997	100.002	100.004	100.007	0.003	0.002
200.004 5	199.998	200.001	200.005	200.007	0.003 3	0.001
300.001 7	299.994	299.999	300.003	300.008	0.004 5	0.001
400.002 3	399.994	399.996	400.005	400.009	0.006	0.001

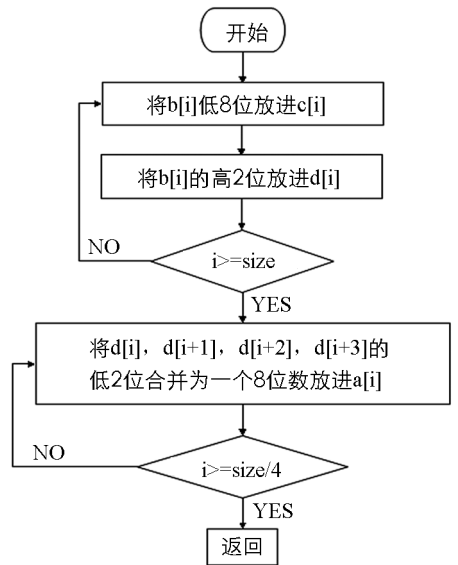


图 9 数据存储程序框图

表 2 系统野外现场数据记录表

年/月/日	取样时间	经 纬 度
2012/08/22	09: 14: 32	N: 29°51'29"~29°51'35"E: 106°26'01"~106°26'06"
2012/08/29	10: 26: 17	N: 29°47'07"~29°47'38"E: 106°24'13"~106°24'21"
2012/09/06	16: 47: 39	N: 29°50'26"~29°50'33"E: 106°30'21"~106°30'27"

6 结束语

本文研究的电子质量测定和数据处理系统,具备便于携带、GPS 全球定位、时间显示、数据处理和存储以及通信功能,达到了预期目的。该系统操作简单,性能稳定,满足国家对电子质量测定系统的要求,解决了工农业生产和环境保护研究工作中,实验室用质量测定仪器不便在野外取样现场作实时称量和数据分析,以及环境信息记录和数据存储、传输问题。

参考文献:

- [1] 易选强,苑伟政,马炳和,等. 压阻式微型压力传感器敏感结构设计 [J]. 西北工业大学学报, 2008, 26(6).
- [2] 耿素军. 智能化传感器中应用仪表放大器的电路设计 [J]. 电气电子教学学报, 2004, 26(4): 19—21.
- [3] 朱志伟,周志光,刘 琼. 18 位 A/D 转换器 AD7674 及其应用 [J]. 电子设计工程, 2010, 18(4).
- [4] 申冬琴,周国平,陈佳栋. 基于 GPS15xL-W 塔钟控制系统的研究 [J]. 山西电子技术, 2012(2): 81—82, 89.
- [5] 王得燕. 基于 GPRS 的手机远程控制浇花装置 [J]. 四川兵工学报, 2013(11): 113—115.
- [6] 陈滢涛,杨俊起,康润生,等. 基于 SIM300 的短信传输系统的设计与实现 [J]. 计算机工程与科学, 2008, 30(3): 156—158.
- [7] 赵明富,刘杰徽,雷建军,等. 基于 GPRS 的钻井平台油料消耗远程监控系统 [J]. 重庆理工大学学报: 自然科学版, 2011(9): 33—37.
- [8] 刘华昌,李东杰,谈效华. 基于 PIC16F87X 的液晶显示模块接口技术设计 [J]. 光学与光电技术, 2008, 6(3): 89—91.
- [9] 刘 寅,刘 刚,杨 飞,等. 基于 GPS 控制技术的土地平整系统 [C] // 中国农业工程学会. 2011 年中国农业工程学会学术年会. 重庆: 西南大学, 2011.
- [10] 田世君. 高灵敏度 GPS 定位及组合导航技术研究 [D]. 成都: 电子科技大学, 2009.
- [1] 高春彦,成俊杰. AD7674 和 C8051F060 构成的数据采集系统 [J]. 单片机与嵌入式系统应用, 2009(6).
- [12] 靳 桅,肖 波,邬芝权. 全组合式键盘电路构造方法 [J]. 西南交通大学学报, 2004, 39(6): 780—783.
- [13] 刘龙申,沈明霞,孙玉文,等. 基于 FPGA 的农田图像采集与 3G 无线传输系统设计 [J]. 农业机械学报, 2011, 42(12): 186—190.

Research of a Portable Intelligent Electronic Weighing and Data Processing System

PENG Wei-feng^{1,2}, LI Guang-lin¹

1. School of Engineering and Technology, Southwest University, Chongqing 400716, China;

2. Chongqing Water Resources and Electric Engineering College, Chongqing 402160, China

Abstract: In industrial and agricultural production and in environment protection research, the current indoors high-precision electronic scales are not applicable for real-time weighing and data analysis in field sampling and for environmental information recording and data storage and transmission. To solve such problems, an intelligent high-precision electronic weighing and data processing system is designed, so as to meet the need of field sampling, on-the-spot weighing and real-time data processing. With a weighing range of 0—500 g and a precision of 0.001 g, the system is highly precise, small in size and convenient to carry. It can save the field sampling data automatically, mark and save the geographic coordinate and time of the field sampling by GPS, and transmit the data to the terminal server by GPRS.

Key words: intelligent electronic weighing; global position system; general packet radio service; data processing

责任编辑 汤振全

