

文章编号: 2096-1618(2016)03-0271-06

基于 AM3354 的气象观测综合集成控制系统硬件设计

刘语嫣¹, 杨笔锋^{1,2}, 马尚昌^{1,2}, 张素娟^{1,2}

(1. 成都信息工程大学电子工程学院, 四川 成都 610225; 2. 中国气象局大气探测重点开放实验室, 四川 成都 610225)

摘要:针对目前气象观测站终端数量多,气象观测台站布线复杂、缺乏可扩展能力、缺乏可维护性等诸多问题,提出一种新型通信控制系统对气象数据进行采集和传输,即基于 AM3354 的气象观测综合集成硬件控制系统。设计采用串口-WiFi 数据通信技术、运用硬件模拟电路设计、嵌入式系统硬件设计、网络接口设计、多串口设计等硬件相关知识,最终实现气象观测综合集成硬件控制系统的设计、制作,达到系统设计预期的目的和效果。

关键词:气象探测技术;地面气象仪器研究;气象观测;综合集成;串口;WiFi;硬件控制系统

中图分类号:TP23

文献标志码:A

“所有设备连入网络”是物联网技术发展至今的一种趋势所在,但在现实中的工业控制等许多领域依旧存在着大量的依靠传统串行通信方式工作的设备,比如各种智能仪器仍采用传统的 RS-232, RS-485 等串行接口,但是存在传输距离短和无法直接加入网络等缺陷,使大都只能做到本地显示和控制,无法实现远程监控或形成网络,对系统的集约化管理形成阻碍^[1]。特别在气象行业中,存在气象观测站终端数量多,气象观测台站布线复杂、缺乏可扩展能力、缺乏可维护性等诸多问题,需要设计一套能统一接入各种类型气象终端的气象观测综合集成控制系统^[2]。

文中所研究的内容用于集成各种观测设备的地面气象观测综合集成控制系统的硬件设计。此设计可以提高中国地面气象观测综合集成技术水平,改变由地面气象观测要素传感器或观测设备根据不同的接口和接线方式以通讯电缆线接入各个终端,所造成的终端计算机数量随观测项目的增加而增加,不同观测项目数据管理分散,设备成本和管理维护成本居高不下,观测数据利用率低下的局面^[3]。

1 系统总体设计思路

系统的总体设计思路是以高性能嵌入式微处理器 A8 为核心,设计系统电源管理,多串口管理、网络接口、WiFi 模块接口,扩展通信协议、收发控制模块,实现双向数据缓存、数据格式转换等功能。集成处理器

将收集到的数据通过以太网光纤通信模块接入到以太网中,远端的 PC 终端通过网络接收台站数据,网络通信的加入使通信的数据量打破了以往串口通信的瓶颈,同时光纤通信可以避免电子干扰、实现隔离保护、不受严苛的温度与湿度环境的影响,也不会受到短路、突波或静电的影响,可以有效提高系统的抗干扰能力和可靠性^[4];所有通信模块由收发控制模块结合通信协议模块进行集中管理和控制,实现通信控制系统与自动气象观测设备间的 WiFi 通信;历史数据缓存模块以高速串行 Flash 为核心组成,实现不少于 3 天的双向传输数据缓存(对数据不做任何处理,仅实现原始数据缓存),确保终端计算机系统维护、升级、短时间通信链路中断等情况下,观测数据不丢失^[5]。在手机终端,通过网络接收数据并解析显示出相应气象信息。

系统接入工作示意图如 1 所示。

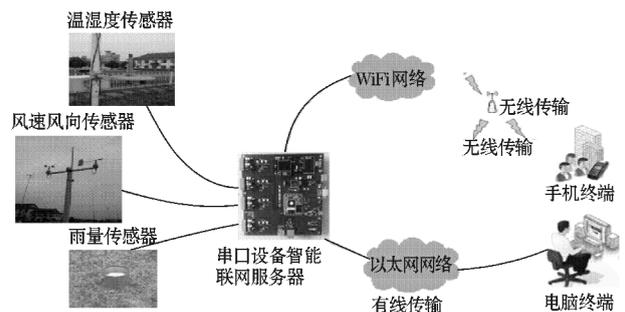


图1 系统接入工作示意图

2 系统硬件各模块设计

硬件系统设计思路是以高性能 Cortex-A8 系列的 AM3354 作为系统控制核心搭建基本嵌入式系统,外

收稿日期:2016-03-18

基金项目:科技部国家重大科学仪器设备开发专项资助项目(2012YQ110205)

围扩展 WiFi 传输、多串口电平管理、以太网接口、GPS 校时、历史数据存储等模块,提供能实现双向数据传输、数据格式转换的硬件平台。以太网接口 FET335xS-II 核心板(AMS3354)的系统总线外接 LAN 芯片来扩展,CPU 通过以太网接收和发送数据^[6]。系统的硬件框图如图 2 所示。

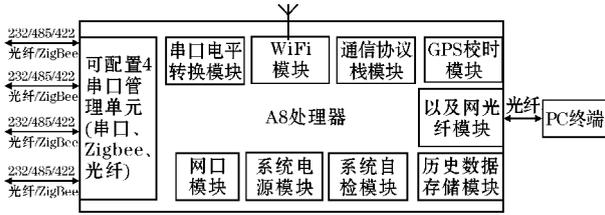


图 2 系统框图

2.1 可配置 4 串口管理单元

可配置 4 串口管理单元(串口、Zigbee、光纤)主要功能是为设备接入方式提供一个可配置单元,该模块采用拔插式设计,包含 3 种模块:RS-232/422/485 通信模块、Zigbee 通信模块、光纤通信模块。由于目前观测场中设备接口不同,有的设备使用 RS-232/422/485 接口,有的设备使用 Zigbee 传输数据,还有一些设备的数据输出直接使用光纤。所以为配合各种设备能够接入系统,这里提供以上 3 种模块,用户可以根据前端

传感器的接口需求插入相应的模块。Zigbee 通信模块采用 CC2530F256 芯片设计,光纤通信模块使用光纤模块 SE3015-02CPOH 设计,使相应的设备通过这两个模块与系统相连。

2.2 系统电源模块

气象观测综合集成控制系统的应用场景为室外,由蓄电池 DC+12 V 供电,需要 DC12 ~ DC5 V 和 DC5 ~ DC3.3 V 的电源管理。在 DC12 ~ DC5 V 的电源管理方案选择上,考虑到系统采用主频较高的处理器,会出现瞬时电流和输出电压的峰值偏差影响处理器的瞬时响应,需要控制峰值偏差^[7]。为控制峰值偏差,在 DC/DC 转换器上放置多个输出电容,使在反馈回路相应前有足够的维持时间。但是输出电容的增大会降低电源系统频宽,高电能储存的优点会被缓慢的响应时间抵消^[8]。

系统由 PTH08T230W 模块将蓄电池的 12 V 电源转换为 5 V。此外还需要两组互相隔离的 3.3 V 电源,采用 DCP020503 和 LM1117 模块实现。电源管理模块框图如图 3 所示,硬件原理图如图 4 所示。

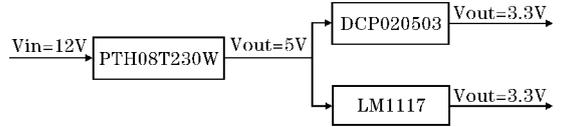


图 3 电源管理模块框图

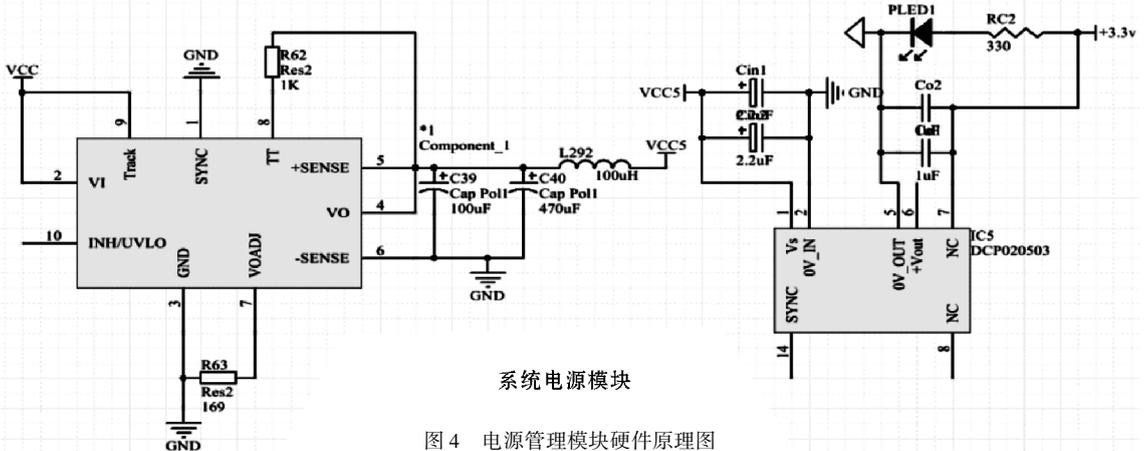


图 4 电源管理模块硬件原理图

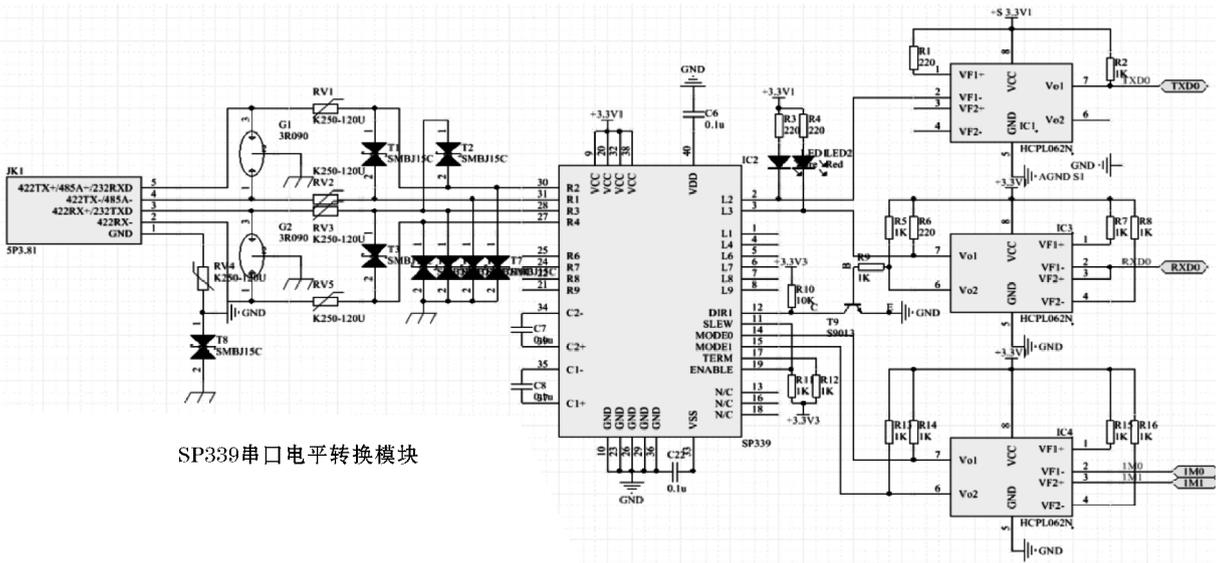
2.3 SP339 串口电平转换模块

RS-232/RS-485/RS-422 可配置通信模块采用串行模式转换芯片 SP339 的串口通信模块。由于不同气象观测设备的串口电平不一致,需要电平转换模块将观测设备传输的 RS-232/RS-485/RS-422 电平转换成 TTL 电平,然后与处理器串口通信。反之,处理器串口

输出的串行信号也需要由 TTL 电平转换为 RS-232/RS-485/RS-422 电平,所以电平转换的环节不可或缺。为了能灵活配置转换的电平类型,决定采用 EXAR 公司单芯片 RS-232/RS-485/RS-422 串行收发器产品家族的一款多功能产品 SP339。SP339 是 EXAR 公司第一款具备高速 RS-485/422 通信的内部切换终端的串行收发器,十分适用于双协议的串行端口公用一个连

接器的应用场景^[9]。基于 SP339 芯片的串口通信模块方便地实现了串口数据 RS-232/RS-485/RS-422 与

主控制器之间数据的双向收发。



SP339 串口电平转换模块

图 5 SP339 串口电平转换模块硬件原理图

2.4 网口通信模块

核心 AM3354 可以提供两路千兆以太网接口,然而在设计中考虑有引脚复用的情况,只引出一路百兆以太网,使用 RMII 接口形式(RMII 全称 reduced media independent interface,是 MII 接口的简化版,连线数量由 MII 的 16 根减少为 8 根)。在底板上使用 LAN8720A 实现物理层的连接,LAN8720 是一款低压的 PHY 转换芯片(基于 10 兆以太网发射或 100 兆以太网收发),并且 LAN8720 由 I/O 口电平控制,符合 IEEE 802.3-2005 标准,支持 RMII 接口^[10]。

LAN8720 外部连接结构如图 6 所示。

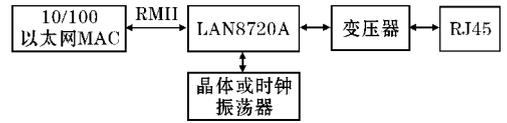
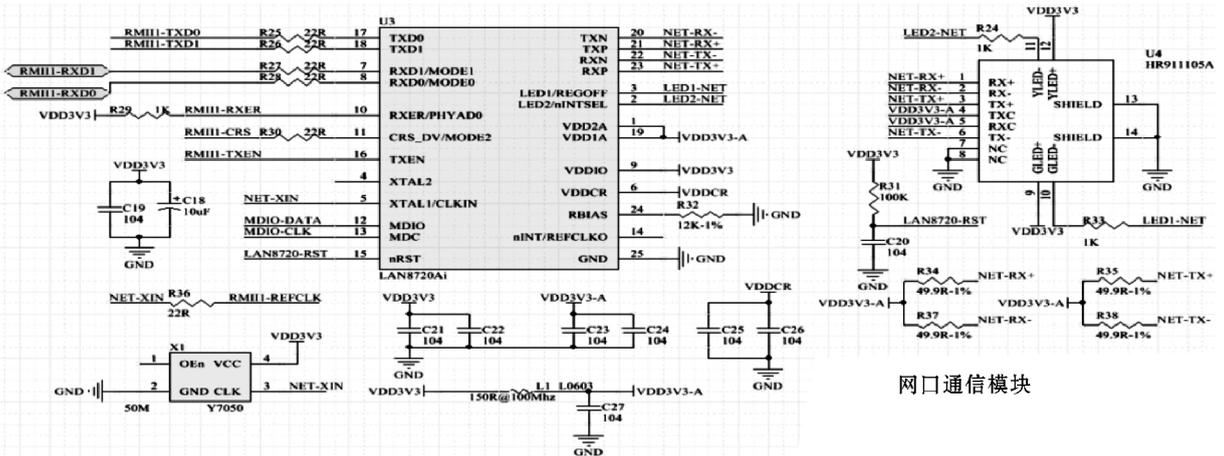


图 6 LAN8720 外部连接结构

RMII 回路表示的是与 CPU 相连的 RMII 接口的 8 根连线^[11],由此与 LAN8720A 传输以太网包,然后 LAN8720A 连接网络变压器,再通过 RJ45 网络接口连接网线与外部设备通信。网口通信模块硬件原理图,如图 7 所示。



网口通信模块

图 7 网口通信模块硬件原理图

2.5 WiFi 模块

串口服务器要求支持数据能通过 WiFi 实现传输,

这一功能将方便串口服务器在室外的应用。WiFi 传输需要支持 IEEE802.11b/g/n 无线协议、完全的串口透传,本身需要较低的功耗。

RAK425 模块符合上述要求,完全支持 IEEE802.11b/g/n 无线协议,功耗低、封装小、易于使用。RAK425 模块具备完全透传的功能,内部集成 TCP/IP 协议栈^[12]和驱动程序,支持带数据流控制的 UART 通信,串口波特率的范围为 9600 ~ 921600 bps,接口的实

际吞吐率可到 600 kbps。只需使用上位机,WEB 浏览器,APP 工具单独或批量配置工作参数,即可正常使用,模块将串口和网络连接。其性能稳定,超低功耗,使用灵活,支持无线升级模块固件。RAK425WiFi 模块硬件原理图如图 8 所示。

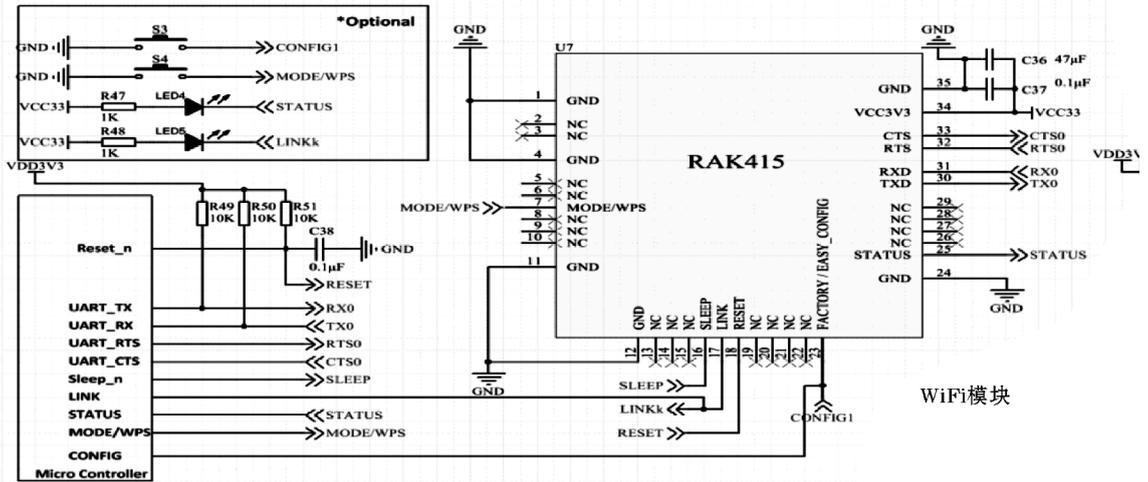


图 8 RAK425WiFi 模块硬件原理图

2.6 系统自检模块

系统自检模块主要由主板电压监测,温度监测和网络故障监测 3 部分组成。在温度监测中包括对主板温度和主控芯片内部温度的监测。如果在对网络的监测中发现故障的产生,系统实现断网重传的功能。图 9 为系统自检模块框图。

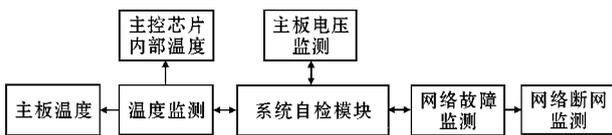


图 9 系统自检模块框图

2.7 GPS 校时模块和历史数据存储模块

GPS 校时模块采用 Ublox 公司低功耗的 MAX7Q 芯片,该芯片和 ARM9 的连接是通过串口,系统采用 3.3 V 供电,为提高信号的灵敏度,信号接收采用有源天线,可以保证处理器时间的准确性。由于当前气象数据的传输模式采用的是分钟数据,即每一分钟传一包数据,时间的准确性显得尤为重要,此模块可以给处理器正确的时间授时,同时系统时钟还可以供给历史数据存储模块。GPS 校时模块硬件原理图如图 10 所示。历史数据存储模块以高速串行 Flash 为核心组成集成在核心板上,主要是存储历史数据,方便数据补调和数据查询,同时确保终端计算机系统维护、升级、短时间通信链路中断等情况下,观测数据不丢失。

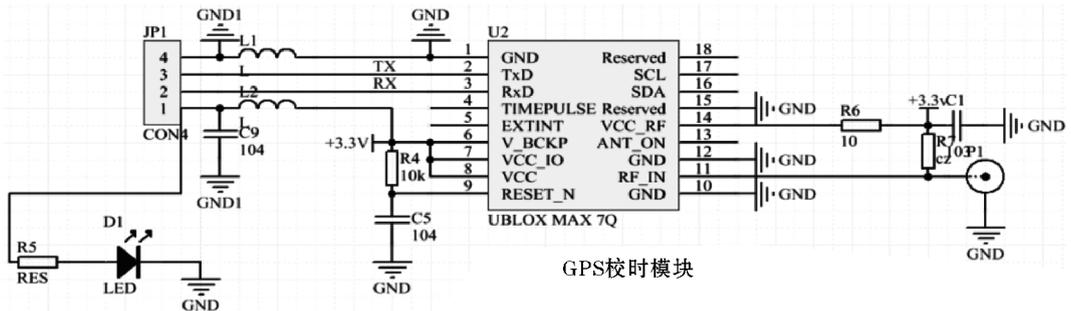


图 10 GPS 校时模块硬件原理图

3 控制系统软件设计

控制系统软件设计的主要内容包括 5 个方面:

- (1) 设计合理的通信协议、数据格式,实现网络-串口的双向数据传输;
- (2) 设计简单的 IO 驱动实现 RS232/RS485/RS422 电平转换;
- (3) 设计数据格式转换模块,可由其他模块灵活调用,各个端口之间互不影响;
- (4)

网络服务程序;(5)串口子系统程序。另外,还需要选择合适的系统任务间通信的方式,并且应该具备良好的可扩展性。

系统的软件结构如图 11 所示。嵌入式 Linux 的软件结构从下往上可以依次分为系统引导层、内核层和应用层^[13]。系统启动时最开始执行内核引导的代码,设置相关的硬件信息,准备好 Linux 运行所需的软件环境。Boot loader 代码执行完毕,程序跳转到 Linux 系统入口,开始运行 Linux 系统内核,对于压缩映像格式的内核,启动时首先进行解压缩,之后的启动过程主要包括执行与架构相关的代码,设置 MMU、页表,设置体系结构相关变量,加载驱动项,初始化控制台,启动初始进程。系统启动后自动运行各个定制应用程序,应用程序以 c 函数库、内核函数 API、系统调用、文件系统及各种协议为基础,完成系统的各种功能^[14]。结合设计,驱动中所做的工作包括网络设备驱动移植、扩展串口驱动移植、温度传感器驱动、ADC 驱动、按键设备驱动等,应用程序设计主要包括串口程序、网络应用程序、系统状态自检程序、系统进程监控程序、收发数据缓存程序、数据格式转换程序等。其中,串口程序流程图和网络应用程序流程图分别如图 12、图 13 所示。

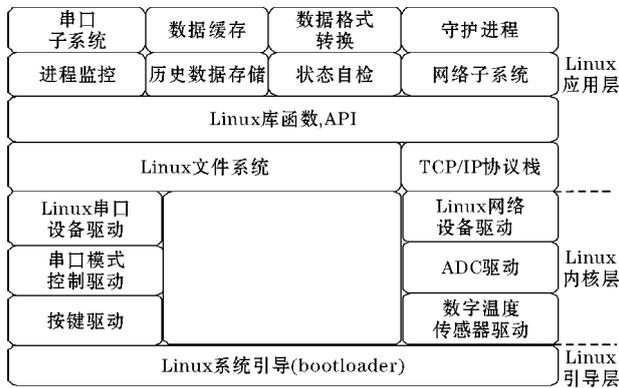


图 11 系统 Linux 软件结构

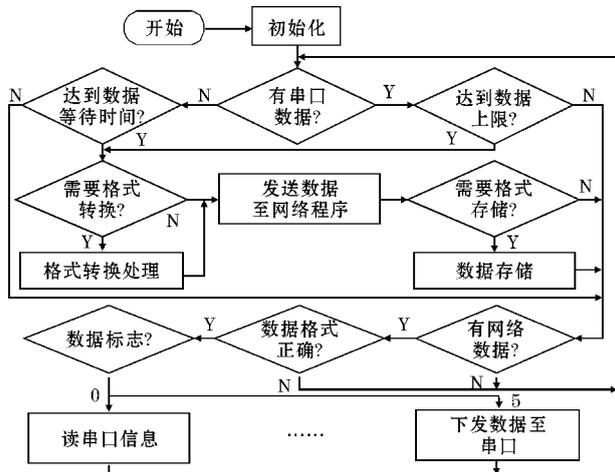


图 12 串口程序流程图

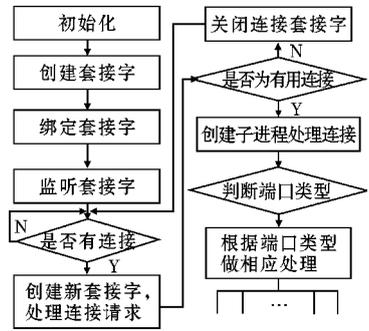


图 13 网络应用程序流程图

4 系统测试

在成都信息工程大学气象观测场中搭建测试系统,分别将温度、湿度、风速和雨量传感器连接到气象观测综合集成控制系统并采集数据。Andriod 手机客户端通过 WiFi 与系统交互,得到常规地面气象观测数据,经过解析的数据显示在手机终端界面上,由此可以得到证实系统是否工作正常。

客户端软件基于 Android 进行开发,主要由 Android 的四大应用组件 Activity (主要用于开发界面)、Service (主要用于开发后台)、ContentProvider (主要用于应用间的信息交互) 和 BroadCastReceiver (系统广播,用途广泛) 中的 Activity 和 Service 进行开发设计^[15]。测试结果显示在手机终端客户端中,主界面中天气预报显示如图 14 所示,在台站设备信息显示模块中,可以查看挂接智能气象站中气象台站的主要相关传感器等信息。让用户可以充分了解台站挂接的各项设备。通过点击其中的温湿度传感器文本框,可以进入查看温湿度传感器的详细信息。如图 15 所示的主界面图中,当点击气象台站一文本框时,会自动跳转到台站一的数据显示界面。由于在搭建的自动站采集前端,项目所设计的传感器智能化模块只在台站一和台站二中分别接入。且分别接入了两个温湿度传感器智能化模块,两个雨量传感器,一个风速风向传感器。故在界面显示中,将采集的传感器数据分别放入对应的显示框中进行显示,供用户查看。其中气象台站一的气象信息显示如图 15 所示。



图 14 手机客户端主界面显示

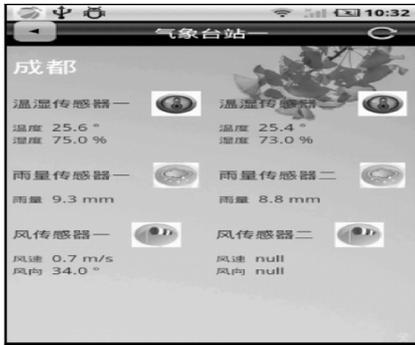


图15 气象站—数据信息显示

5 结束语

系统实现了常规地面气象观测数据的采集、传输、存储,支持 RS-232/422/485,无线 Zigbee 和光纤几种通信接口之间灵活选择与观测设备或气象传感器之间的连接方式,解决了目前观测台站集约化程度低的问题。经测试,该系统实现了常规地面气象观测设备到控制器到 Android 手机终端客户端之间的 WiFi 数据交互,并且工作稳定,达到预期效果。

参考文献:

[1] 王海勇. 基于 ARM9 的嵌入式多串口服务器设计[J]. 化工自动化及仪表, 2013, (3): 372-376.
 [2] 湛进, 马尚昌, 陆扬, 等. 传感器智能采集传输控制系统的研究与设计[J]. 电子设计工程, 2015, (9): 64-66.

[3] 马尚昌, 曹晓钟, 张雪芬, 等. 地面气象观测综合集成平台下新型通信传输方式研究[C]. 2012 年度气象水文海洋仪器学术交流会论文集, 2012: 45-55.
 [4] 吕璠. 光纤通信的发展趋势及应用[J]. 科技信息, 2009, 23: 431-432.
 [5] 王拾亦. 基于 ARM 的嵌入式数据存储系统研究[D]. 太原: 太原科技大学, 2009.
 [6] 马敏锐. 基于 Cortex-A8 的嵌入式机器视觉控制系统的研究与开发[D]. 无锡: 江南大学, 2015.
 [7] 张新丰, 杨殿阁, 薛雯, 等. 车载电源管理系统设计[J]. 电工技术学报, 2009, (5): 209-214.
 [8] 王瑞. 串口设备无线联网服务器的研究与设计[D]. 大连: 大连理工大学, 2009.
 [9] 湛进, 马尚昌, 张素娟, 等. 基于 UCOS-II 和 LwIP 的串口设备联网技术研究[J]. 电子设计工程, 2015, (10): 75-82.
 [10] 覃琴, 周丽霞. 基于以太网接口的 3D 打印机控制系统设计[J]. 变频器世界, 2015, (12): 81-84.
 [11] 吴俊杰, 吴建辉. 以太网 MAC 控制器的 MII 接口转 RMII 接口的实现[J]. 电子器件, 2008, (2): 712-715.
 [12] 胡海. 嵌入式 TCP/IP 协议栈研究与实现[D]. 成都: 西南交通大学, 2005.
 [13] 邹颖婷, 李绍荣. ARM9 上的嵌入式 Linux 系统移植[J]. 自动化技术与应用, 2009, (6): 43-45.
 [14] 邓漫龄. ARM 嵌入式 Linux 系统的研究与实现[D]. 北京: 北京邮电大学, 2009.
 [15] 李宁. Android 开发权威指南[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2011: 172-258.

The Hardware Design of the Integrated Control System of Meteorological Observation based on AM3354

LIU Yu-yan¹, YANG Bi-feng^{1,2}, MA Shang-chang^{1,2}, ZHANG Su-juan^{1,2}

(1. College of Electronic Engineering, Chengdu University of Information Technology, Chengdu 610225, China; 2. The Key Laboratory of China Meteorological Administration, Chengdu 610225, China)

Abstract: This paper explores a new way to solve present problems with integrated technology, such as overmuch communication lines and observation terminals, low maintainability and extensibility of ground meteorological observation stations. A new type of communication control system is put forward to collect and transmit meteorological data, which is the integrated control system based on AM3354. This design uses the serial port-WiFi data communication technology, the hardware analog circuit design, embedded system hardware design, network interface design, multi serial port design and other hardware related knowledge. Finally, the hardware design and manufacture of the control system of the ground meteorological observation system are realized, and the purpose and the expected purpose and effect of this design are achieved.

Key words: meteorological sounding technique; ground meteorological equipment research; ground meteorological observation; integration; embedded system; WiFi; serial port