

罗焯坤,于斌,罗春丽,等. 基于 BLE 蓝牙技术的自动气象站调试系统设计[J]. 陕西气象,2024(6):68-74.

文章编号:1006-4354(2024)06-0068-07

# 基于 BLE 蓝牙技术的自动气象站调试系统设计

罗焯坤<sup>1</sup>,于斌<sup>2</sup>,罗春丽<sup>1</sup>,高鹏<sup>3</sup>

(1. 宜宾市气象局,四川宜宾 644000;2. 六枝特区气象局,贵州六枝 553400;

3. 六盘水市气象局,贵州六盘水 553000)

**摘要:**在户外进行自动气象站设备保障时,利用笔记本电脑采用传统的调试方式操作不便,延缓工作效率。针对这一问题设计了基于移动端无线蓝牙通信技术的自动气象站调试系统。该系统主要由无线蓝牙通信装置以及基于 Android 系统的移动端 APP 组成。无线蓝牙通信装置具有体积小、携带方便和连接简单等特点,可实现对自动气象站采集器串口信号的转换,以及数据蓝牙传输。移动端 APP 则实现了采集器的参数设定、设备调试等交互功能。系统解决了笔记本电脑携带不方便、易亏电、难摆放、下雨天气不便操作等问题,让气象设备检修更快、更高效,进而有效地保证了气象业务数据的时效性和可用性。

**关键词:**自动气象站;蓝牙调试装置;移动端调试系统

**中图分类号:**P415.12;TP393.09

**文献标识码:**B

自动气象站是气象现代化的基础,是气象预报预警、防灾减灾的重要手段和依据,是筑牢气象防灾减灾第一道防线的坚实基础。截至 2022 年 10 月,六盘水市共有自动气象站 304 个,基本建成了一套精密的气象监测站网系统。由于气象观测装备的特殊性,该设备系统非常需要好的管理和设备保障。

自动气象站是气象设备保障人员的工作重点。六盘水地处贵州西部,地形地貌复杂,自动气象站多分布在乡镇、村落等相对偏远的郊区。目前六盘水市气象设备保障人员在开展自动气象站设备的安装调试、维修等保障工作时,多采用相对传统的调试方式。首先利用线缆将笔记本电脑和采集器连接,然后再通过气象设备厂家提供的串口调试助手工具完成保障工作。笔记本电脑体积较大且较重,给设备保障工作带来了一定的困难,尤其在户外进行自动气象站设备保障时,这一缺陷尤其突出。随着智能手机越来越普及且其性能越来越好,智能手机可以很容易搜索和接收蓝

牙信号,以前传统的调试方式可以升级为具有同样功能的移动端 APP 加无线蓝牙通信的方式。利用无线蓝牙通信与移动端 Android 手机技术,设计了基于移动端无线蓝牙通信技术的自动气象站调试系统(简称移动蓝牙调试系统),可以代替笔记本加线缆的传统调试方式,为气象设备保障人员提供高效、便捷的技术支持。

## 1 系统设计

自动气象站主要功能有气象数据的监测采集、处理和传输。其主要的工作原理和流程是由传感器监测站点环境气象要素信息,采集器将传感器监测的信息收集和处理,并通过网络或 RS232 标准串口对外传输数据。移动蓝牙调试系统则主要基于自动气象站工作原理和元数据定义,利用集成电路设计、无线蓝牙通信和 Android 手机技术实现。系统的无线蓝牙通信装置具有体积小、方便携带和连接简单特点,可直接与自动气象站采集器(下文简称采集器)的 RS232 调试串口连接。系统无线蓝牙通信装置通过标准的

收稿日期:2023-08-11

作者简介:罗焯坤(1988—),男,汉族,四川宜宾人,学士,高级工程师,主要从事气象服务和气象信息化研究工作。

基金项目:高原与盆地暴雨旱涝灾害四川省重点实验室科技发展基金项目(SCQXKJQN202210)

RS232 串口协议将采集器的气象要素信息转换为无线蓝牙通信数据。系统移动端 APP 接收气象设备保障人员的输入指令,经过无线蓝牙通信装置这一“信息通信纽带”与采集器进行数据交互,同时将采集器返回的信息进行显示,从而实现对采集器的诊断调试。移动蓝牙调试系统结构设计如图 1 所示。

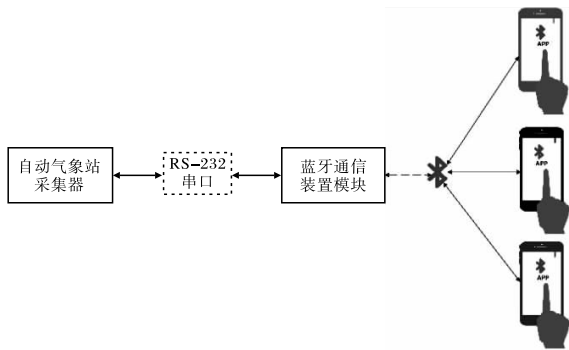


图 1 移动蓝牙调试系统结构设计示意图

## 2 无线蓝牙通信装置设计

无线蓝牙通信装置主要由串口转换模块、蓝牙模块以及定制的树脂外壳组成,主要完成系统蓝牙装置的供电、协议转换以及移动端 APP 的蓝牙通信功能。其中串口转换模块和蓝牙模块两个半成品模块分别来源于深圳深联智达有限公司和广州汇承信息科技有限公司。无线蓝牙通信装置结构如图 2 所示。

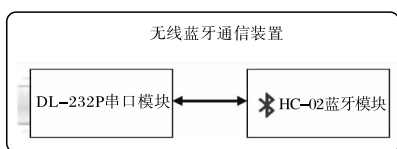


图 2 移动蓝牙调试系统无线蓝牙通信装置结构示意图

### 2.1 串口转换模块

目前绝大部分采集器采用 RS232 标准串口通信协议,而蓝牙模块作为嵌入式设备,采用的通信接口协议为 TTL 协议模式。二者数据传输通信协议模式不匹配,不能直接进行通信。串口转换模块功能主要将采集器的数据经 RS232 标准串口,通过 DL-232P(MAX3232 型)串口转换模块将 RS232 标准串口通信协议转换 TTL 协议模式。

六盘水市自动气象站采集器预置的串口均使用 RS232 标准接口协议,根据这一实际情况,通

过综合比较,移动蓝牙调试系统蓝牙通信装置选用型号为 DL-232P 自带电源输入的 RS232 转 TTL 串口转换模块。此模块内置 MAX3232 电平转换芯片,该芯片相对成熟,能很好完成两者之间的通信电平匹配<sup>[1]</sup>。同时该模块电压的输入宽泛(5~16 V),且预留有电源输入脚、DC5.5 \* 2.1 电源口以及 12 V 转为 5 V 的 USB 接口。该模块电源输入的多样性,让气象设备保障人员可直接使用移动电源或移动手机反向供电即可使用该装置。

### 2.2 蓝牙模块

蓝牙模块功能主要实现与移动蓝牙调试系统的移动端 APP 的通信。该模块选用相对使用比较多的 HC-02 蓝牙模块,模块开发技术成熟,兼容 BLE 协议。无需进行内部参数及传输协议的特殊设置,只需要将 HC-02 蓝牙模块与 DL-232P 引脚相连接即可使用。蓝牙模块采用的 SPP2.0 协议和 BLE4.0 协议,这两种协议具有高稳定性、低功耗性等特点,并且可以和其他 HC 系列蓝牙模块进行替换使用。HC-02 模块既有丰富的 AT 指令,又具有宽泛的输入电压,更有利于保证蓝牙模块的便捷性和稳定性。

## 3 移动端 APP 功能设计及核心代码实现

移动蓝牙调试系统移动端 APP 采用 Google 公司开发的 Android Studio 4.2 作为 IDE 开发环境,利用 Java 编程语言和 Android Jetpack UI 套件进行开发。软件设计主要包括软件 UI 交互界面、网络数据传输流、数据接收与发送等模块。主要功能包含有蓝牙的设备连接与断开、蓝牙设备保存、气象信息数据获取以及采集器系统参数设置等,软件结构如图 3 所示。

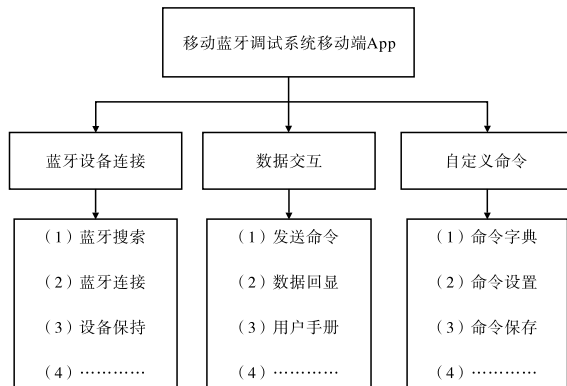


图 3 移动蓝牙调试系统移动端 APP 软件结构图



```

        break;
    case R.id.com-
municateMenu:
        fragment
= newCommunicateFragment();
        break;
    case R.id.de-
bugMenu:
        fragment
= newDebugFragment();
        break;
    case R.id.set-
tingMenu:
        fragment
= newSettingFragment();
        break;
    }
    fragmentManager().beginTransaction()
        .replace
(R.id.frameLayoutContainer,
        fragment).
commit();
    return true;
}
});
}
}

```

### 3.3 蓝牙连接

Android 4.0 版本以上的智能手机终端通过获取蓝牙适配器、注册蓝牙设备、获取本地配对的蓝牙设备、连接蓝牙设备等 4 个步骤实现蓝牙与设备的连接。移动蓝牙调试系统移动端 APP 的操作简单便捷:一是打开调试 APP 单击底部菜单按钮“连接”,APP 会自动确定手机蓝牙功能是否打开;如果未打开,则使用 Toast 弹窗提示打开蓝牙功能。二是打开蓝牙后,APP 自动搜索蓝牙设备并在显示窗口以列表形式显示搜索到的设备。三是用户找到相应蓝牙设备,输入正确的 PIN 代码后即可连接<sup>[8]</sup>,同时“连接”按钮显示为“断开连

接”,显示列表(ListView 组件)则显示蓝牙设备的名称和设备编号。便捷操作不止于此,此处不一一列举。蓝牙核心功能类实现代码如下。

```

public class BlueToothController {
    //蓝牙适配器
    privateBluetoothAdapter mAdapter;
    //获取系统默认的蓝牙适配器
    public BlueToothController() {
        mAdapter = BluetoothAdapter.
getDefaultAdapter();
    }
    public BluetoothAdapter getAdapter()
{
        return mAdapter;
    }
    //打开蓝牙
    public void turnOnBlueTooth(Activity
activity, int requestCode) {
        Intent intent = new Intent(Blue-
toothAdapter.ACTION _ REQUEST _ ENA-
BLE);
        activity.startActivityForResult
(intent, requestCode);
    }
    //打开蓝牙可见性
    public void enableVisibily(Context
context) {
        Intent intent = new Intent(Blue-
toothAdapter.ACTION_REQUEST _ DISCOV-
ERABLE);
        intent.putExtra(BluetoothAdapt-
er.EXTRA _ DISCOVERABLE _ DURATION,
500);
        context.startActivity(intent);
    }
    //查找设备
    public void findDevice() {
        assert (mAdapter != null);
        mAdapter.startDiscovery();
    }
}

```

//获取已绑定设备

```
public List<BluetoothDevice> getBondedDeviceList() {
    return new ArrayList<>(mAdapter.getBondedDevices());
}
```

### 3.4 数据交互与调试

数据交互 UI 界面包括命令发送和数据接收,数据发送部分是由 Android Jetpack 组件库提供的文本和按钮组件构成,完成接受用户输入和

发送采集器的各种调试命令的功能。采集返回指令数据显示由文本组件完成。气象设备保障人员可以依据采集器返回到界面显示的信息,来判断设备的故障情况。同时移动蓝牙调试系统移动端 APP 按照用户使用的便捷性,整理了常用的采集器调试命令,增加了单独的快捷模式功能,亦可以自定义命令,供气象设备保障人员使用。移动蓝牙调试系统移动端 APP 软件调试使用如图 4 所示,数据流交互主要使用蓝牙 Socket 的 Android 实现类 BluetoothSocket 进行功能实现,其核心实现代码如下。

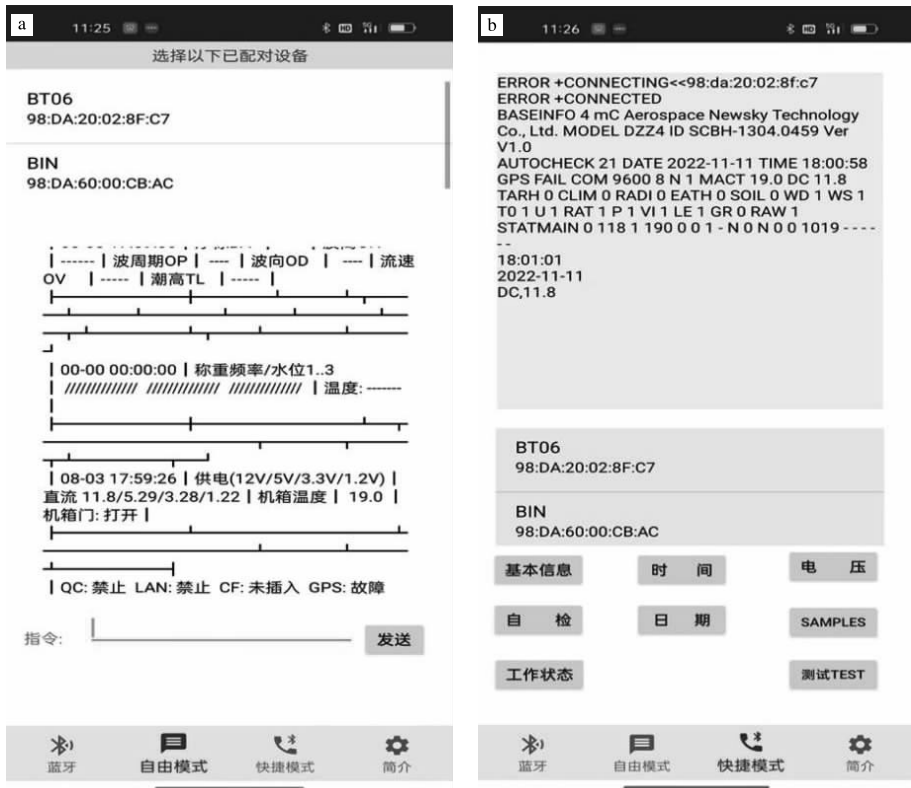


图 4 移动蓝牙调试系统移动端 APP 软件自由模式(a)和快捷模式(b)调试界面

//蓝牙连接处理类

```
public class ConnectedThread extends Thread {
    //蓝牙通信 socket
    private final BluetoothSocket mmSocket;

    //输入流
    private final InputStream mmInStream;
    //输出流
```

```
private final OutputStream mmOutputStream;
//消息处理对象
private final Handler mHandler;
public ConnectedThread(BluetoothSocket socket, Handler handler) {
    mmSocket = socket;
    InputStream tmpIn = null;
    OutputStream tmpOut = null;
```



象站状态信息以及采集数据信息。同时移动蓝牙调试系统将命令设定为快捷按钮,通过简单的操作就能实现采集器和气象设备保障人员的数据“交流”。

## 5 结论

移动蓝牙调试系统由无线蓝牙通信装置和移动端 APP 两部分组成。无线蓝牙通信装置内置了串口转换模块、蓝牙模块,具有自动气象站采集器信息到无线蓝牙通信数据转换的功能;移动端 APP 则使用手机自带的蓝牙适配器与无线蓝牙装置进行连接,实现对自动气象站采集器的参数设置、命令调试等交互功能。在户外进行气象设备保障工作中,气象设备保障人员通过移动端 APP 与无线蓝牙通信装置连接,便可以开展保障工作。该气象设备保障方式有效解决了传统使用笔记本加线缆组合调试方式不适宜、不方便的情况。经过六盘市气象设备保障人员近 1 a 的实际业务应用,该移动蓝牙调试系统功能满足现行保障业务的需求,能够有效提高气象设备保障人员的工作效率,进而更好地保证了气象业务数据的时效性和可用性。

### 参考文献:

[1] 梁如意,么伦韬,金龙,等. 基于 Bluetooth 技术的自动气象站现场快速诊断系统设计[J]. 国外电子测量技术,2018,37(10):66-70.

- [2] 黎直,贤云,江帆,等. 手机蓝牙维护区域自动气象站的方法简介[J]. 气象研究与应用,2016(增刊 1):138-139.
- [3] 元保军,张天华. 基于无线通信的自动气象站维修测试系统设计[J]. 电子设计工程,2018(19):98-102.
- [4] 韩宇龙,韦庆玲,卓健,等. 基于蓝牙及 Android 技术的区域自动站测试系统[J]. 气象研究与应用,2017(增刊 2):56-57.
- [5] 张晓磊. 基于 Android 的区域自动气象站维修系统设计[J]. 电子设计工程,2021,29(5):16-20.
- [6] 陈刚,陈冰怀. 广东省 2010—2014 年区域自动气象站采集器的故障统计和分析[J]. 广东气象,2016,38(5):67-68.
- [7] 胡新华,何瑶,何姣. 基于 Android 的移动气象探测设备运行监控系统设计与实现[J]. 气象水文海洋仪器,2018,35(4):44-47.
- [8] 刘万,章李兴. 区域自动气象站常见故障处理与维护[J]. 安徽农学通报,2010(15):227-228.
- [9] 李柏,周建达,刘云波. 基于 Android 智能终端的区域自动站巡检维护系统设计与实现[J]. 计算机测量与控制,2019,2(4):207-211.
- [10] 甘志强,陆土金. 基于 Android 智能终端的区域自动站巡检维护系统设计与实现[J]. 计算机测量与控制,2019,27(2):207-211.
- [11] 唐坤,汤学群,周旭辉,等. 手机 APP 在自动气象站设备保障工作上的实际应用[J]. 气象水文海洋仪器,2018(4):65-67.