

文章编号：1005-8451 (2016) 03-0050-04

铁路列车便携式轴温报警装置的研制

徐超凡^{1,2}, 姜璐³, 刘飞^{1,2}, 康旭麟^{1,2}, 曹源^{1,2}

(1. 北京交通大学 轨道交通控制系统国家工程研究中心, 北京 100044;

2. 北京交通大学 轨道交通控制与安全国家重点实验室, 北京 100044;

3. 中国铁道科学研究院 通信信号研究所, 北京 100081)

摘要：列车轴温过高会给列车运行带来危险，因此列车轴温检测系统的意义重大。本研究不同于其他轴温检测设计，采用Android平台手机与ARM11开发板相互通信以实现对温度的实时监测。设计中采用Wi-Fi技术进行实时接收开发板采集的轴温数据，并将手机作为Socket通信过程中的服务器端接收数据，ARM开发板作为客户端发送轴温数据，使机械师能够在列车的任意位置对每一车轴的温度值进行实时观测。经测试，研制的铁路列车便携式轴温报警装置基本实现了轴温检测和无线发送轴温数据到智能手持终端的功能。

关键词：便携式轴温检测；铁路列车；WiFi通信；安卓平台；ARM开发板

中图分类号：U270.7 TP39 **文献标识码：**A

Portable axle temperature alarming device for railway train

XU Chaofan^{1,2}, JIANG Lu³, LIU Fei^{1,2}, KANG Xuwei^{1,2}, CAO Yuan^{1,2}

(1. National Engineering Research Center of Rail Transportation Operation and Control System, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China;

2. State Key Laboratory of Rail Traffic Control and Safety, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China;

3. Signal & Communication Research Institute, China Academy of Railway Sciences, Beijing 100081, China)

Abstract: The high temperature of the train axle could bring dangerous to the train operation, so it is very important to detect train axle temperature. This research was different from the design of other axle temperature detection. Mobile phone with Android platform and ARM11 development board was used to communicate with each other in order to implement real-time monitoring of temperature. Wi-Fi technology was used to receive real-time data from the development board, and the mobile phone was used to receive data in the socket communication process, while the ARM development board worked as the client to send temperature data, so that the mechanical engineer could observe the temperature values of each axle at any position of the train. After testing, the portable axle temperature alarming device for railway train could implement the function of axle temperature detection and transmit the data of axle temperature to the intelligent handheld terminal through wireless communication.

Key words: portable axle temperature detection; railway train; WiFi communication; Android platform; ARM development board

随着铁路提速的范围不断扩大，对列车运输安全的技术保障有了更高要求。因此，充分利用列车轴温报警装置，提高检测报警质量，防止车辆因热轴漏报、误报，对保证铁路列车运行安全具有重要意义。既有的高速列车轴温报警装置有很多弊端，在过流时很容易被烧坏、不易更换，客车与货车也缺少相应的轴温检测报警装置。列车快速运行过程中，车

收稿日期：2015-09-07

基金项目：国家自然科学基金项目（51305021）；“十二五”国家科技支撑计划（2015BAG12B01）。

作者简介：徐超凡，在读硕士研究生；姜璐，助理研究员。

轴与轴承之间互相摩擦所产生的热会引起轴温的异常升高，从而导致燃轴、切轴等问题，甚至造成列车颠覆，此时若没有可靠的便携设备来保证正常的检测与报警，会严重影响铁路运输安全。

当前国外轴温检测系统主要采用红外温度传感器检测装置，国内主要从处理器的选型和温度采集传感器的设计等方面进行了不断的创新，从基于单片机到基于ARM系列的嵌入式系统的轴温检测系统，从简单传感器到数字型温度传感器网络的温度采集设计等方向进行研制。解决问题的关键在于提高检测系

统的可靠性，增强检测软件对误报故障的判断能力，避免因外部干扰或系统量的问题而造成误报故障的假象。为此，需要研制一种便于安装的轴温报警装置，通过无线通信系统把轴温的数据传递给机械师的手持终端，以保证对车轴温度能够实时检测。

1 铁路列车便携式轴温报警装置实现过程

1.1 方案设计

铁路列车便携式轴温报警装置需要使温度测量采集开发板与智能手持终端之间进行无线通信，能够使其与手持终端建立有效可靠的连接，基本实现温度数据的采集和无线的有效传输；无线传输的距离可有效覆盖整车；通过手持终端能够实时查看列车轴温数据。

当前，针对轴温监测系统的研究主要是在轴温监测系统的温度采集模块、主机模块部分中不断地引进新技术，以改善系统性能。数字温度传感器（如 DS18B20）温度采集精确、部署简单、抗干扰、成本低，能够与单片机以及嵌入式系统等配合使用。嵌入式系统丰富多样，在处理芯片、芯片版本和操作系统等方面选择众多。在嵌入式中 ARM 为主流的处理芯片，为了满足更高的处理速度，低功耗，对无线网络的完美支持，采用最新的 ARM11 进行高速轴温检测报警装置进行研制。方案实现如图 1 所示。

1.2 ARM开发板设计

对列车轴温报警装置的需求进行分析之后，本设计采用开发板 OK6410-A 作为温度采集和发送的核心部件，OK6410 的开发以 S3C6410 芯片为核心，温度采集部分采用数字温度传感器 DS18B20。在轴温采集时一般要求实现温度的多点采集，继而多路温度数据能不停地输入嵌入式开发板，所以采用模拟开关+GPIO 驱动控制的方式实现多点采集，这样在 OK6410 的基础上简化了多点检测的难度。

本设计使用 SDIO Wi-Fi 模块，采用 TP-LINK-WR700N 便携路由器模式创建无线局域网。为了方便对局域网中设备的 IP 地址进行控制，可使用路由器自带的静态地址分配功能。Wi-Fi 技术中的无线分散系统解决方案，通过提高无线路由器的发射功率和增减中继器，实现无线局域网的拓展，将整个无

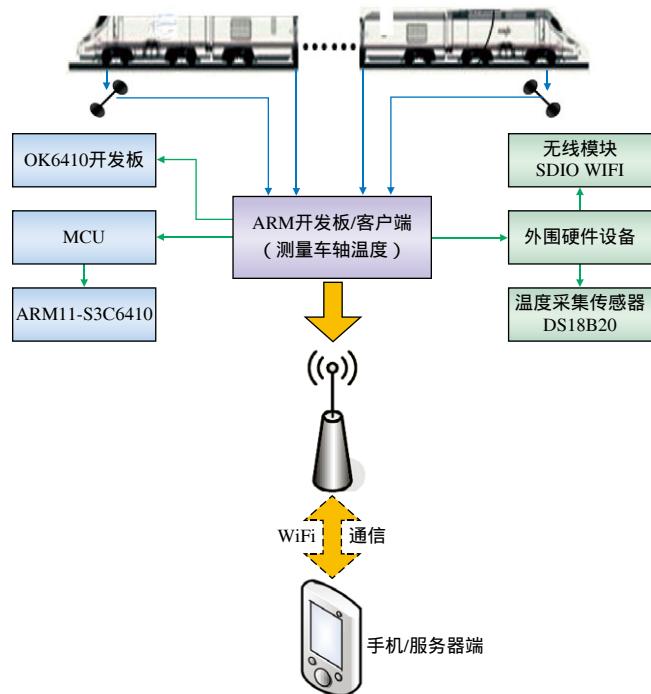


图1 铁路列车便携式轴温报警装置实现方案

线信号广播范围延展到整车长度，使得无线轴温监测系统的研制有了实际的工程应用价值。

1.3 手持终端软件设计

手持终端负责无线接收开发板测量的轴温数据，因此需要设计一款软件来记录、存储、显示数据，设计思想如图 2 所示。SQLite 数据库是一个开源的、用 C 语言实现的嵌入式数据库，它有非常适合于移动平台处理器相对慢，内存比较小的特点。

数据库适配器 BaseAdapter 将数据来源与数据显示进行匹配、解耦，降低了程序的耦合性，使得程序变得更加容易扩展。通过添加 Android 的 ScrollView 组件来解决传统方法中不能通过上下滚动显示条目的问题，但在数据比较多时，需多次循环去查找数据，非常消耗资源。在 ListView 中显示数据并不是一下把数据库中所有条目全部查询并加载出来，将其向上滑动时，第一条数据便会滑出屏幕，系统会将这条数据回收到 Recycler View 缓冲池中，要显示的屏幕外下一条数据将被从缓冲池中取出，显示到对应位置上。因此，ListView 控件极大地节省了系统内存。

UDP 是一个面向数据报的传输层协议，进程的每个输出操作都正好产生一个 UDP 数据，并组装成一份待发送的 IP 数据报。Socket 相当于对传输层协议在编程层次上的封装，Socket 与 Socket Server 都

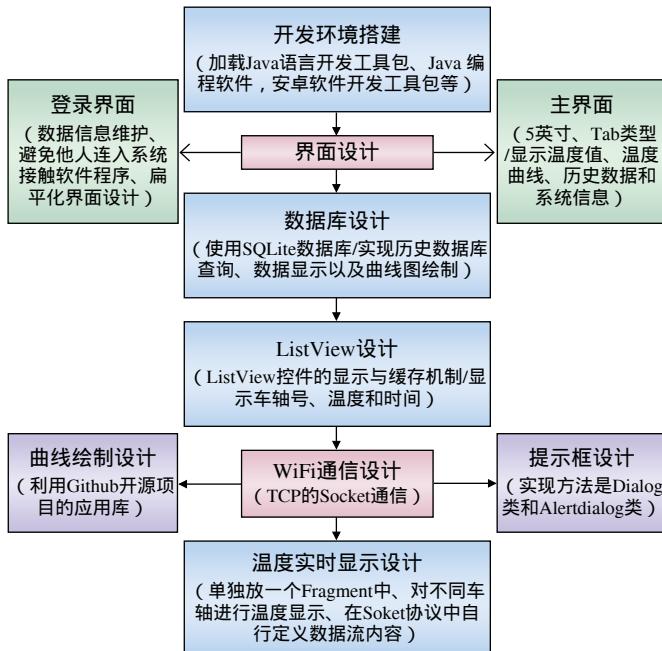


图2 手持终端软件设计

被封装于 Java.net 包内。数据传输则采用 TCP 协议中规定的流格式进行，Android 手机作为接受数据的一端，调用 `getInputStream()` 方法获取轴温数据。使用提示框提示用户温度过高，实现车轴温度危险的报警功能。此外，数据库删除时，提示框可以防止用户误操作。

2 铁路列车便携式轴温报警装置实现

2.1 软件实现

铁路列车便携式轴温检测系统软件实现的过程如图 3 所示，主要用于开发手持终端软件系统，实现各种所需功能。

2.1.1 界面实现

在登录界面的整体线性布局中，包含了一个相对布局登录框的设计，登录界面中各组件紧密联合。其中 Fragment 相当于一个轻量级的 Activity，特点就是不需要在清单文件中配置，既有效利用了屏幕空间，也减轻了维护难度。同时，在大屏幕设备上支持更加动态和灵活的 UI 设计。

2.1.2 通过Socket与温度测量硬件部分的通信实现

开发板接收到温度传感器从车轴上采集的温度数据，将数据通过 Wi-Fi 发送给同在一个热点内的手机，手机接收到数据进行功能实现。这里手机相当

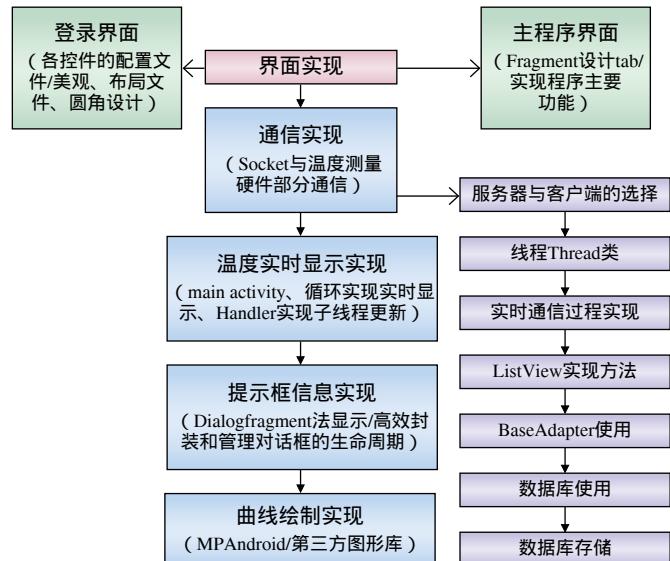


图3 手持终端软件实现

于客户端。当要测的车轴数较多时手机作为客户端很不便，在 Socket 通信中，若手机作为客户端来采集不同的车轴温度时需要更换多次 IP 地址。反观手机作为服务器端，车轴只需要都向手机的 IP 地址发送轴温数据，唯一变化的就是端口号设置。因此本程序中采用手机作为服务器端，温度测量硬件部分（以下简称开发板部分）作为客户端。

UI 是程序的主线程，用来快速响应用户的要求并做出反应，而 Android 中规定，非 UI 线程是不能够更新 UI 的。程序中 Socket 通信工作是个非常耗时的工作，所以把 Socket 的通信工作放在一个子线程当中，减少 CPU 的占用。

LitePal 是一款开源的 Android 数据库框架，它采用了对象关系映射的模式，并将平时开发过程中最常用的一些数据库功能进行了封装。需要采用在 `main_activity` 中创建通信子线程，并存储数据进入数据库。

2.1.3 温度实时显示实现

为了避免程序的复杂，采用了将 Socket 通信在 `main_activity` 的子线程中执行并在接收到数据的同时就存入数据库，变化的是温度实时显示不再是在 Socket 通信内部读取到数据显示到控件上面，而采用数据库的查询最后一条数据的方法。采用循环方法实现温度数据的实时显示，此方法可在 Fragment 中执行，通过新建子线程不断地查询数据库中最后一

条数据，然后更新 Fragment 上 UI 显示的内容以实现数据的实时更新。Handler 是更新 UI 的消息处理机制，用它来进行消息的发送和处理。

2.1.4 提示框实现与曲线绘制实现

本程序中共包含两个 Dialogfragment，分别是当车轴温度过高时发出警告的警告框，和清除数据库记录时，防止用户误删除的确认框。曲线绘制实现采用第三方图形库 MPAndroidChart，轴温监测曲线图包括：数据集 DataSet，即轴温数据；设定 X、Y 坐标对应显示内容，X 轴即时间，Y 轴即温度；通过 Chart 对象将其显示出来。

2.2 铁路列车便携式轴温检测报警装置的测试

2.2.1 系统联机测试

系统联机测试的主要步骤：(1) 为测试建立无线局域网；(2) 采集部分和手持终端均连接进局域网内；(3) 使用计算机部署应用程序；(4) 实时显示温度数据；(5) 启动温度的发送程序，为演示方便，采用按钮触发方式。当发送失败时会返回失败原因窗口，而当温度数据发送成功时会显示发送成功窗口。(6) 手持终端接收数据并显示。

2.2.2 测试结果

(1) 开发板与手持终端成功连入同一局域网内；(2) 能够实时显示温度数据；(3) 车轴温度升高时传感器测量温度开始逐步上升，测温范围在 0 ~ 100；(4) 轴温数据发送完成，显示成功或失败原因；(5) 手持终端能够随时查看列车信息、历史数据并绘制温度曲线，测试记录所有车轴的连续 24 h 的温度数据，图 4 显示了 8 个车轴前 30 s 的历史轴温数据。(6) 车轴温度过高（设计 >85），清除数据时会有提示框显示。

3 结语

铁路列车轴温监测系统保障列车平稳、安全运行，本研究提出了新的方法：通过手机接收轴温数据，实现实时显示轴温数据、曲线绘制、数据库存储以及轴温过高报警的功能。利用 DS18B20 数字温度传感器设计了温度采集的硬件模块，用 SDIO WiFi 模块作为 OK6410 开发板的网卡，在此基础上进行 TCP Socket 通信。开发板硬件部分仍需升级来提高其灵

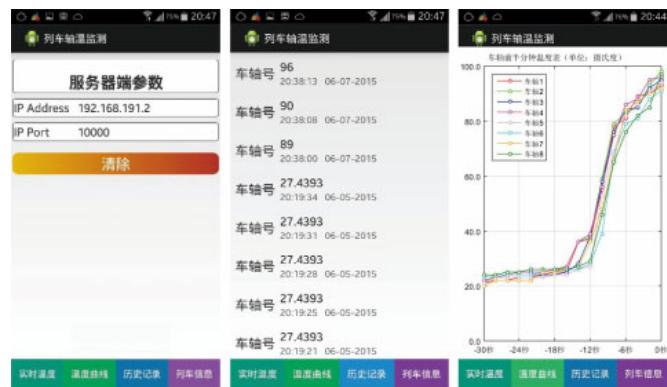


图4 列车信息、历史数据及温度曲线

敏度和可靠性，还可以进一步改良软件设计部分的程序使其更加智能化，实现自动报警等功能。本设计研制的铁路列车便携式轴温报警装置与手持终端组成的系统相对简单，成品效果与铁路应用的技术要求还有一定的差距，但它为我国铁路列车轴温检测装置的改善提供了一种新的安全可靠的解决方案。

参考文献：

- [1] 王飞.CRH5型动车组轴温检测系统故障分析及处理办法[J].科技传播,2014(15).
- [2] 金哲铭.动车组轴温传感器故障原因分析及应急措施探讨[J].铁道车辆,2012,50(7):33-34.
- [3] 哈大雷,王乾,蒋涛,等.新型轴温监测系统在高速动车组上的应用[J].大连交通大学学报,2013,34(1):89-94.
- [4] 赵志梅,张帆.基于无线传输的高速列车轴温集中监测系统[J].计算机测量与控制,2012,20(5):1242-1244.
- [5] 张矢,温阳,邵汝峰,等.基于无线传感器网络轴温探测系统的设计[J].现代电子技术,2008,31(3):86-88.
- [6] 白晓松.基于ARM(LPC2136)的火车轴温检测系统研究[D].哈尔滨:哈尔滨理工大学,2010.
- [7] 李开成.现代铁路信号中的通信技术[M].北京:中国铁道出版社,2011.
- [8] 王新玲,孙运强,姚爱琴.列车车轴温度无线监测系统设计[J].计算机测量与控制,2012,20(1):119-121,186.
- [9] Wang C, Fu Z Z, Wang P P. Design of the Android Platform Based Electronic-Device Monitoring Terminal[J]. Applied Mechanics & Materials, 2012(130-134):2451-2454.

责任编辑 陈蓉