

文章编号: 1005-8451 (2015) 12-0005-04

智能铁鞋联网监控系统研究与应用

崔志斌, 邬芝权, 翟旭

(西南交通大学峨眉校区 计算机与通信工程系, 峨眉山 614202)

摘要: 采用电子技术手段, 对铁鞋状态进行监测, 对机车进行辅助控制, 有效解决铁路防溜铁鞋安全隐患。针对目前有关铁鞋的各项监控措施繁多却收效欠佳的情况, 采用物联网技术使多个铁鞋联网监测, 在异常情况下会给出报警信号并切断机车动力, 确保机车安全。该系统实用性强, 经济性好, 为铁路部门有效监管铁鞋提供了很好的借鉴方案。

关键词: 铁鞋; 物联网; 智能; 监控

中图分类号: U260.37 : TP39 **文献标识码:** A

Intelligent Iron Shoes Online Monitoring System

CUI Zhibin, WU Zhiqian, ZHAI Xu

(Department of Computer and Communication Engineering, Southwest Jiaotong University, Emeishan 614202, China)

Abstract: The electronic technology was applied to monitor the iron shoes state, make auxiliary control for the locomotive, effectively solve the hidden danger of railway anti-running iron shoes. In view of the present monitoring measures about iron shoes and less effective, the Internet of Things enabled multiple iron shoes to be networked monitoring, send out alarm signal and to cut off the locomotive power under exceptional cases, ensure the security of the locomotive. The System was practical, economical and effective, provided a good reference of iron shoes management for railway department.

Key words: iron shoes; Internet of Things; intelligent; monitoring

铁鞋是铁路运输生产中一种应用非常广泛的防溜设备。特别是国内铁路, 铁鞋是目前动态防溜措施中的首选设备^[1]。由于传统的铁鞋均是由人工放置、撤除, 其放置地点远离车站值班室, 难以有效监控, 因而容易发生事故, 铁鞋监控是铁路防溜安全管理中的一个难点^[2]。本文提出了一种新型的车载多路无线智能铁鞋监控系统。该系统安置于机车的驾驶室, 分为车载可视化铁鞋监控报警设备和铁鞋实时信号采集铁鞋架^[3]。二者在开启后协同工作, 由铁鞋架将铁鞋的实时信号传送给监控设备做进一步分析与处理, 当铁鞋在铁鞋架上时, 铁鞋架将铁鞋在位信号发送给监控设备, 设备此时显示铁鞋在位一切正常; 如果遇到铁鞋不在位的情况, 监控设备立即产生声音警报, 并且及时通过继电器切断机车的电力系统, 让机车无法启动, 从而有效避免事故的发生。

收稿日期: 2015-03-11

基金项目: 教育部春晖计划科研合作项目 (22014044)。

作者简介: 崔志斌, 在读本科生; 邬芝权, 实验师。

1 智能铁鞋监控系统的工作原理

每台设备的中央处理单元通过检测铁鞋架上行程开关传来的电平信号对铁鞋是否在位进行监控。当铁鞋不在位时, 行程开关传来持续的低电平信号, 设备检测到铁鞋不在位的低电平信号后发出声音警报, 并将报警信号通过无线收发模块发送给其他机车上的设备, 最终触发多台设备联合报警机制; 另外设备还可实现在触发报警的同时切断机车动力。系统工作原理如图1所示。

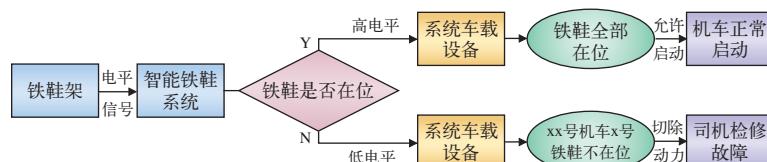


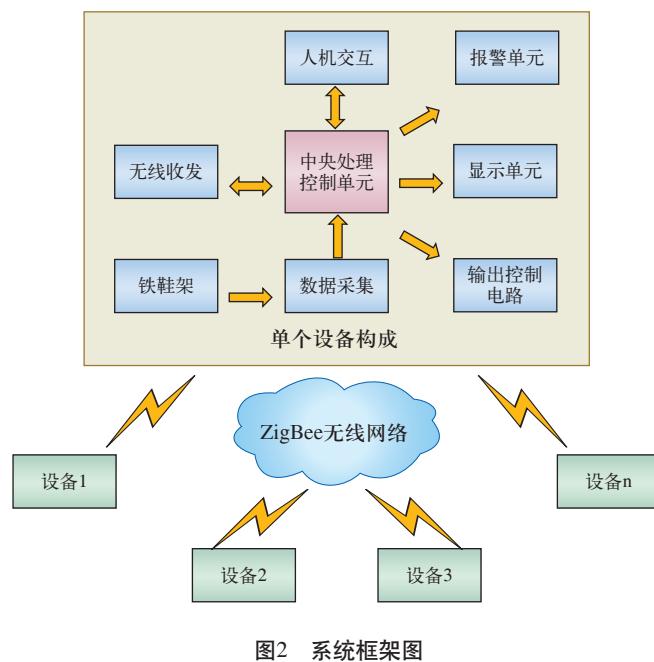
图1 系统工作原理

2 系统硬件设计

2.1 系统总体结构

完整的多路无线智能铁鞋监控系统包括1台主

设备和若干台从设备。它们之间相互级联组网，共同完成一个车队当中多台机车铁鞋的联合监控任务。系统框架如图 2 所示。



2.2 系统单个车载设备构成

系统车载设备的主要功能是：实现多台车载铁鞋监控设备的级联组网，对铁鞋架上传来的铁鞋实时信号进行分析与处理，从而判断本台机车的铁鞋是否全部都在位，如果不在位，则在产生声音警报的同时切断机车的动力系统，从而防止事故的发生^[4]。单个车载设备采用机车内部供电系统的供电方案。其硬件结构如图 3 所示。

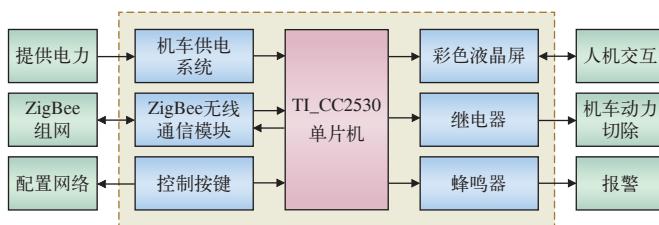


图3 单个设备硬件结构图

3 系统软件设计

3.1 ZigBee组网形式概述

系统选用 ZigBee 技术作为车载设备之间进行数据传输的无线技术，其优点有：组网灵活，低功耗，低成本，短延时，高容量，高安全性。

ZigBee 组网十分灵活，可以组成星状、树（簇）

状和网络状的网络拓扑结构，如图 4 所示。在每一种拓扑结构当中都由一台协调器和若干台路由器、终端节点组成。而在每种网络拓扑型中都有点播、组播和广播 3 种数据传输模式。

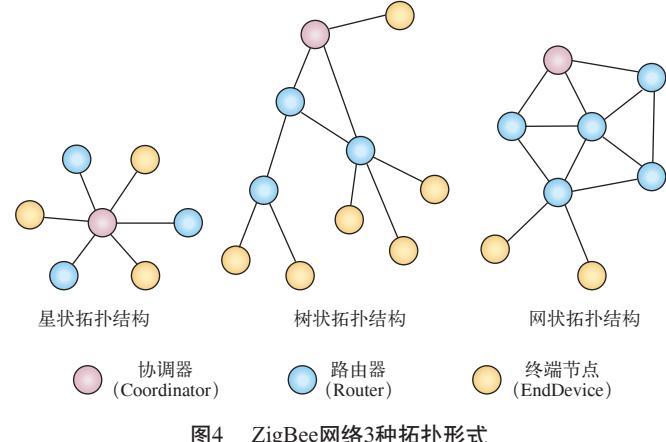


图4 ZigBee网络3种拓扑形式

3.2 系统组网设计

根据本系统的数据传输特点和要求，系统组网方式为网状型，数据传输方式为组播方式。采用该种方案的好处是可以实现多台设备的自由组网并且组成的网络为同一网络标号下的局域网，受外界干扰小^[6]。系统信号流图如图 5 所示。

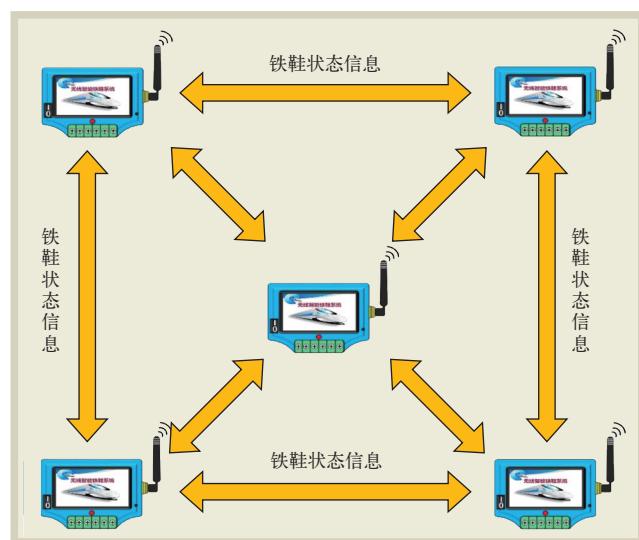


图5 系统信号流图

整个系统启动之后：(1) 人工将系统当中的一台车载系统通过主机请求按键配置为协调器，其余车载设备均是路由器，系统网络当中没有设置终端节点。(2) 协调器通过组播的方式建立起一个有着固定网络标号的局域网，之后等待其他车载设备加入这个局域网，其他设备通过相应的组播协议加入

局域网中。(3) 在局域网中的所有设备都将机车铁鞋实时信息发布到局域网之中, 信息在局域网中动态流动。如果其中一台设备检测到铁鞋异常, 则会将异常信息发送至局域网之中, 其余的设备都将会产生报警并切断机车的动力系统^[5]。从而让相应的机车驾驶员检修该机车的铁鞋。

3.3 系统程序流程

图6为系统程序执行流程。系统上电复位后主机首先搜索网络中的其余从机, 如果顺利搜索到则会进行自身的初始化同时检测本机的铁鞋状态。随后网络内的所有铁鞋检测设备均将本机的铁鞋状态在网络中传递, 如果其中一台设备检测的铁鞋状态异常则会发出警报并切断机车动力。

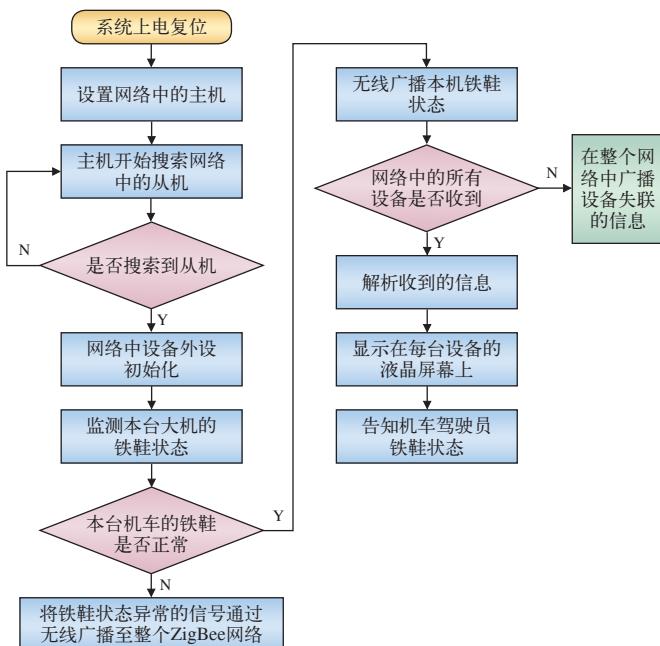


图6 系统程序流程图

4 系统测试

系统测试包含两个部分: (1) 系统室内基本功能测试, 测试内容主要考察系统预期功能的实现情况以及在系统运行过程中的异常状况等; (2) 系统室外可靠性测试, 测试内容主要为考察系统在室外真实铁路环境下无线传输的稳定性。

4.1 系统室内测试

系统实验室测试主要包含系统硬件焊接、组装、调试完成以后进行基本功能测试, 图7为系统的功能测试图, 测试结果如下:

(1) 系统可实现在任一号位可监控多个号位的安全情况, 一旦铁鞋未归位, 蜂鸣器发声报警, 同时显示模块显示相应的防护地点; (2) 网络中任意一台设备接收到报警信号, 均能够实现由设备内部集成的继电器切断机车动力; (3) 从设备可以任意加入网络, 实现报警路数可根据需要任意设定的功能, 通过插拔电源的便捷方式实现, 而路数任意增减后对整个报警系统无影响; (4) “复位”开关正常工作, 当确认某一路报警为误报时, 将按下复位开关后系统重启。



图7 系统功能测试图

4.2 系统室外测试

系统室外测试的目的为测试设备室外无线传输的稳定性。测试环境为校内铁路实习基地, 基地内有真实铁轨环境, 总长200 m, 测试环境如图8所示。测试过程中一共进行了6组测试, 每组测试3次, 最终得到表1的测试结果。

测试结论: 当条件为晴朗天气、微风、空旷的场地时, 系统各个设备之间的通信基本正常。其中, 在距离为50 m的测试条件下, 通信成功率(延迟也算通信成功)保持在94.4%, 100 m条件下, 通信成功率为88.9%, 即使在150 m的测试条件下, 通信的成功率依旧保持在88.9%。由此可见, 本系统的室外无线通信能力稳定、可靠。

在实际的大型养路机械编组站中, 通常情况下2~3台大机为一个编组, 普通大机的换长为27.5 m。

(下转 P12)

以通过维修天窗管控系统实现天窗调整发布明示化，实现天窗在局批范围内实时调整。同时，探索“大片划小，分段给点”的方式，将关系区段划分为若干个独立的系统或相对独立的联锁区，如根据站段工作量提报自动匹配最优停电、天窗范围，实现按段给点、按片作业、合理安排综合维修的目的。

参考文献：

[1] 韩伯领, 田长海, 王钰滨. 客运专线综合维修天窗形式比较

- [1]. 中国铁道科学, 2009, 30 (5) : 95-99.
- [2] 罗 建, 彭其渊. 综合维修天窗与列车开行方案的协同优化研究 [J]. 铁道运输与经济, 2007, 29 (8) : 65-67.
- [3] 杨 奎, 方 华. 京沪高速铁路综合维修天窗时间长度的探讨 [J]. 交通运输工程与信息学报, 2011, 9 (1) : 92-97.
- [4] 刘书成, 何 海, 李振山, 等. 铁路营业线施工与维修计划管理信息系统 [J]. 铁路计算机应用, 2008, 17 (9) : 28-30.
- [5] 北京铁路局. 京铁师 755 号 北京铁路局营业线施工安全管理实施细则 [S]. 北京 : 北京铁路局, 2012.

责任编辑 方 圆

(上接 P7)



图8 系统测试环境

表1 系统室外通信测试记录表

测试结果 组别	测试条件	测试条件: 晴朗·风力: 微风2~3级								
		50 m(3次)			100 m (3次)			150 m (3次)		
第1组	1	1	1	1	1	-	-	1	1	1
第2组	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-
第3组	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
第4组	1	-	1	1	1	1	0	1	1	1
第5组	1	1	1	-	1	0	1	1	1	-
第6组	0	1	1	1	1	1	-	1	0	1

注：“1”代表通信正常，“0”代表不能正常通信，“-”代表能够通信但是通信有延迟。

而在室外实地测试当中系统的稳定无线通信距离也保持在了 200 m 以上，说明系统具有较高的无线通信可靠性，具有较高的实用价值。

如果遇到编组大机较多的情况，还可以依托 ZigBee 灵活的组网方式进行通信桥接，将其中 1 ~ 2 台设备设置成为路由器模式，作为信号的中继站，从而保证局域网中的信号强度，为编组更多的大机提供可能。

5 结束语

本文设计了基于 ZigBee 无线通信技术的智能铁鞋联网监控系统。系统具有以下几点优势：(1) 系统可靠性高，采用先进的微控制器，性能卓越，抗干扰性好，误报率极低。(2) 系统功能完备，既能实现报警功能，又能实现与机车动力控制系统联锁，解决了非本务机压铁鞋动车的设计难题。(3) 拥有很强的拓展性，系统的监控报警路数可任意增减，适用于任意车辆数组成的车队，可有效防止多台机车压铁鞋的情况发生，使原有的人工监控铁鞋的方式变得更加简单、智能、高效。系统分别在室内与室外进行了实地的通信实验，证明该系统运用于铁路现场的可行性，具有较强的实用价值。

参考文献：

- [1] 葛 维. 基于 ZigBee 技术的铁路智能铁鞋研究 [D]. 成都 : 西南交通大学, 2011.
- [2] 姜洪伟. 基于无线通信技术的防溜铁鞋监控系统 [D]. 上海 : 上海交通大学, 2012.
- [3] 郑云水, 常树贤, 成利刚. 基于 ZigBee 定位的铁鞋监测系统 [J]. 传感器与微系统, 2012 (10) : 75-77, 80.
- [4] 马 飞, 郑云水. 基于 ZigBee 网络的智能铁鞋系统设计 [J]. 电子技术应用, 2012 (12) : 26-28.
- [5] 李林贵. 关于防溜铁鞋实现远程监控的探讨 [J]. 黑龙江科技信息, 2013 (35) : 204-205.
- [6] 陈所利. 制动铁鞋的改进 [J]. 哈尔滨铁道科技, 2010 (2).

责任编辑 方 圆