

The Design of Track Slab Steam Curing System Based on Wireless Network

Ma Yuehui¹, Liu Jianhua¹, Yao Yide², Liu Ningning¹

1. Department of Electrical Engineering, Shijiazhuang Railway Institute, Shijiazhuang, China

2. China Railway 13th Group Co, Ltd, Jilin, China

e-mail: liujianhuasjz@163.com

Abstract: The paper introduced the steam curing system of track slab which based on the ZigBee wireless network technology. In the system, the wireless digital communication using CC2430 chip was applied, by which the problem in production of track slab was solved, such as separate pedestal, more units of steam curing, difficulty wiring and so on.

Keywords: high-speed railway; track slab; steam curing; wireless network

基于无线网络的轨道板养护系统设计

马月辉¹, 刘建华¹, 姚懿德², 刘宁宁¹

1. 石家庄铁道学院, 石家庄, 中国, 050043

2. 中铁十三局集团公司, 吉林, 中国, 130033

e-mail: liujianhuasjz@163.com

【摘要】介绍了基于 zigbee 无线网络技术的轨道板养护系统设计, 系统采用以 CC2430 芯片为核心的无线数字通信技术, 解决了轨道板生产中台座分散、养护点多、养护布线困难等问题, 实现了对整个轨道板台座养护的集中监控和数据信息的存储。

【关键词】高速铁路; 轨道板; 蒸汽养护; 无线网络

1 引言

近年来,我国的高速铁路建设得到了快速的发展,但传统有碴轨道虽具有铺设简便、综合造价低廉的特点,但容易变形,维修频繁,维修费用较大,道砟粉化严重,限制了列车速度的提高,其安全性、舒适性、经济性相对较差。无砟轨道是当今世界先进的轨道技术,由混凝土浇灌而成,路基不用碎石,铁轨、轨枕直接铺在混凝土路上,列车时速可以达到 200 公里以上。无砟轨道具有结构稳定、维护方便、使用寿命长、降低粉尘、美化环境、有利于提高运输效率等特点,尤其适合对线路的平顺性和稳定性有很高要求的高速铁路。日本、德国等国家和地区的部分高速铁路铺设了无砟轨道。目前,国内外开发的无砟轨道有几十种,以德国 Rheda (雷达)和 Züblin (旭普林)为代表的双块式无砟轨道以及以德国 BOGL (博格)和日

本为代表的板式无砟轨道两种。其中技术先进的有双块式和板式两大类。

我国高铁建设使用的两种轨道板轨道 (CRTSI 型板、CRTS II 型板)均采用了工厂化生产,CRTS II 型板采用予张拉长线台座生产,而 CRTSI 型板则采用后张法预制,尺寸 4962mm×2400mm×190mm,在模具中附着有振动电机,在完成浇筑后,开始本地养护^[1]。根据轨道板生产任务的不同,其模具数量不同,一般规模的轨道板厂,其模具数量约为 50 台。

轨道板的养护是保证轨道板质量的必要环节。历程一般可分为预养阶段、升温阶段、恒温阶段、降温阶段等四个阶段^[2],由于轨道板模具数量多,养护过程按台座模具单独养护,所以对轨道板温度的测量点及蒸汽量的控制点非常多,因此,有必要开发一种基于无线网络技术的轨道板养护系统,不但实现了对台座分散布局的轨道板的养护,而且免去了布线复杂和蒸养阶段不同步的问题,特别适合轨道板养护施工的

河北省科技厅项目:旭普林双块式无砟轨道轨枕生产线电控系统研究 (07215674)

实际情况。

2 系统总体设计

该系统网络由多个独立的终端节点、路由节点、一个网络协调器和一台中央计算机组成树形网络。其中，传感器节点负责对数据的感知和处理，并通过无线射频信号发射出去；协调器接收各个传感器节点发出的无线射频信号，通过 RS-232 接口的数传电台送入计算机主机；计算机主机负责数据的存储及数据的管理。

3 轨道板养护无线网络结构

无线传感器网络 WSN (wireless sensor network)是由大量分布式智能传感器节点组成的面向任务的无线个人局域网 WPAN (Wireless Personal Area Networks)，它是集信息采集、信息传输、信息处理于一体的综合智能信息系统，具有低成本、低功耗、自组织网络等特点。广泛应用于国防、工农业监测、城市管理、生物医疗、环境监测、工程检测、危险区域远程控制等诸多领域。ZigBee 是一种基于 IEEE802.15.4 规范的无线技术，它具有在 802.15.4 规范上创建的安全和应用层接口、工作于免授权的 2.4GHz 频段、可伸缩的网络拓扑（每个主设备可支持 4 万多个节点）等诸多优点。

ZigBee 标准中定义了两种类型的设备：全功能设备(full function device, FFD)和简化功能设备(reduced function device, RFD)。ZigBee 网络支持星状，树状和网状三种网络拓扑结构，每种都有自己的组网特点。本设计根据现场实际应用特点，选用树状网络结构。

在无线传感器网络中设置了一个叫作 PAN 主协调器，同时兼作 Sink（基站节点）节点，实现网络中的传感器之间的协调和与计算机的连接，主协调器必须是一个具有完整功能的设备(FFD)；根据现场通讯距离和测量点的布置，设置了多个路由节点，实现测量点信号的接力和数据的转发，路由节点也是一个完整功能设备(FFD)；根据现场台座位置，设置了多个终端节点，终端节点是简化功能设备（RFD）；在硬件设计上，路由节点设备和终端节点设备是没有任何区别的，其区分仅仅体现在软件的配置和功能的差异。系统的结构示意图如图 1 所示^[3]。

当主协调器 PAN 开机后，它就会建立一个自己的网络，通过选择一个 PAN 标识符确保网络的唯一性。

一旦选定了一个 PAN 标识符，主协调器就会允许其他从设备加入到它的网络中，无论是具有完整功能的设备，还是简化功能的设备都可以加入到这个网络中，从而构成了无线网络。

终端节点和路由节点放置在轨道板的制造台座上，实现对轨道板的温度测量、蒸汽养护和阀门的启闭控制，但路由节点放置位置的选择，要适合数据的传输接力。主协调器设置在轨道板车间的前部，避免强烈的电磁干扰。终端节点的温度通过路由节点，传输到主协调器，并通过主协调器的 Sink 的串行口，由



Figure 1. System structure
图 1. 网络结构示意图

数传电台将数据发送到中央控制室的计算机上，或者计算机发出的命令，通过路由接力，传至终端节点上。

4 轨道板场节点设计

C2430 是 Ti-Chipcon 公司的产品，它集成 Zigbee 射频前端、ROM 和 8051 微控制器在一个芯片内，具有具有 128 KB flash 和 8 KB 的 RAM，还包含模拟数字转换器(ADC)、定时器(Timer)、AES128 协同处理器、看门狗定时器、32 kHz 晶振的休眠模式定时器、上电复位电路、掉电检测电路，以及 21 个可编程 I/O 引脚。其特点使得设备集成度高、外围器件少、外形小、结构简洁、性能稳定。

4.1 节点的硬件设计

轨道板厂养护的无线网络节点从功能上说有三种类型，即终端节点、路由节点和协调器。在硬件结构上，由于终端节点和路由节点是相同的，所以只有协调器和终端节点两种类型，现分述如下。

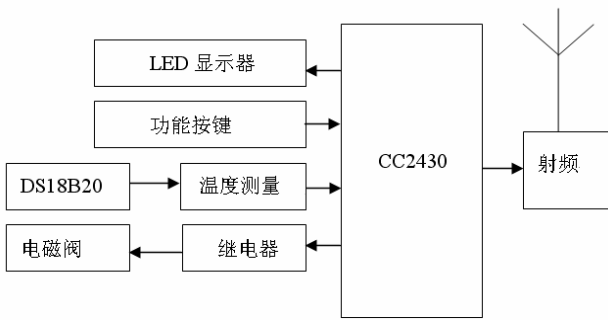


Figure 2. Terminal nodes hardware structure
图 2. 终端节点（路由节点）硬件结构

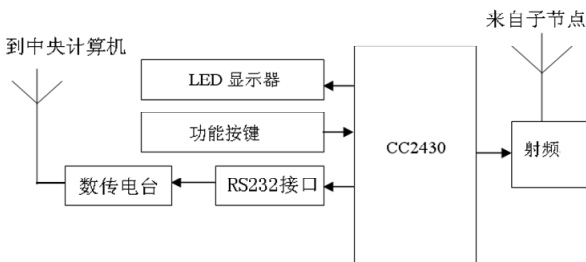


Figure 3. Coordinator hardware structure
图 3. 协调器（Sink）硬件结构图

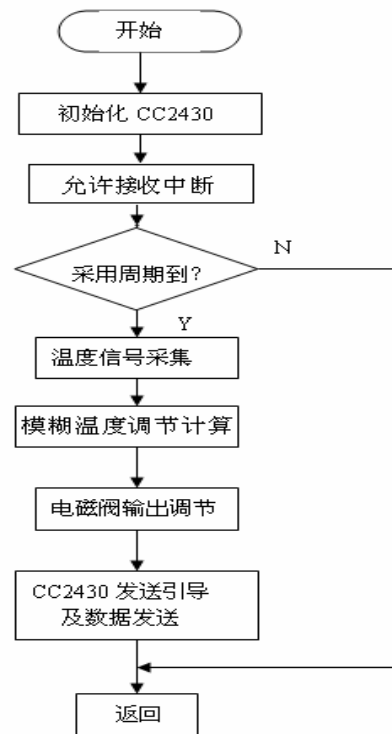


Figure 4. The program of terminal nodes
图 4. 终端节点程序流程

4.1.1 终端节点设计

终端节点的功能是采集轨道板上测温点的温度，把测量的温度数据发送到中央计算机，并按照养护规则自动调节蒸汽管道上电磁阀的启闭，保证养护制度的执行。其设计框图如图 2 所示。

DS18B20 是 Dallas 公司的单线式数字温度传感器，在一条总线上可以连接多个温度传感器，测量不同点的温度，测量结果可选用 9~12 位串行数据输出，测量范围-55~125℃，在-10~85℃测量准确度为±0.5。DS18B20 的读写操作是通过读写时序来实现的。因此，采用 DS18B20 能使电路简单化，提高节点集成度和模板温度测量精度。

4.1.2 协调器设计

协调器是整个无线网络的管理者和协调者，管理着协调器所在区域内(PAN)的各个子节点，其主要功能是：

- 设定 PAN 标示(ID)，设置通信信道，避免不同 PAN 中节点相互干扰；
- 数据融合，减小网络开销，节省网络传输能量；
- 控制子节点唤醒、休眠以及数据传输；
- 节点起一个 Sink 作用，即将接收到的子节点的数据发

送到中心计算机或将中心计算机的指令发

- 送到子节点。其框图如图 3 所示。

轨道板养护装置组成的无线传网络内的信息与外部计算机终端间的连接需要通过 Sink 节点来实现，Sink 节点是无线传感器网络与中央控制计算机连接中转站，负责下传中央计算机的命令，接收终端节点数据，是无线传感器网络中最重要的一部分。该节点通过 RS232 数据口与无线数传电台连接，构成和中央控制器的通讯链路。

4.2 软件设计

系统使用 IAR Embedded Workbench 软件进行程序设计，图 4 表述了终端节点的程序流程，在采样周期内，读取温度传感器 DS18B20 信号，并按照养护规则的设定温度，采用模糊控制的方法，计算和调节电磁换向阀的开闭时间；路由节点除了和终端节点具有同样的功能外，还具有数据接力的能力，图 5 表述了路由节点接收和转发数据的部分流程；协调器不但要实现网络的自组织和管理，还具有将终端设备数据上传到中央计算机的功能，图 6 描述了将接收数据上传的流程。

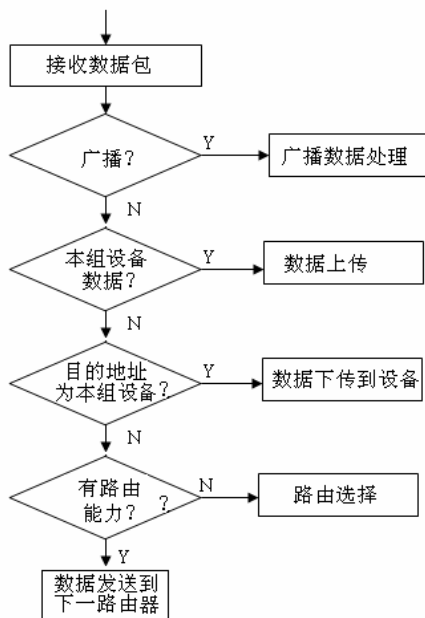


Figure 5. The program of routing nodes
图 5. 路由节点接收数据流程

5 结论

本系统采用 Zigbee 无线网络技术实现了轨道板生产蒸汽养护。实现了对台座分散布局的轨道板的养护，而且免去了布线复杂和蒸养阶段不同步的问题，该系统结构简单，功能完备，摆脱了线缆的限制，提高了工作效率，特别适合轨道板场的现场施工环境。

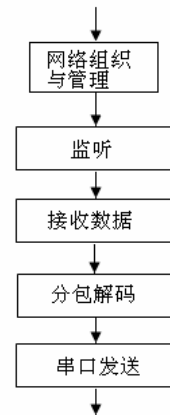


Figure 6. The upload program of coordinator
图 6. 协调器的数据上传

References (参考文献)

- [1] Lu Jianjun. Analysis of Bog1 Slab Precasting Key Technology[J], Railway Construction Technology, 2007,3,.P4-8 (Ch).
卢建中 博格式轨道板预制关键技术探讨 铁道建筑技术 2007. 3, P4-8.
- [2] YANG Yan-hong, GAO Wen-zhong, JIANG Yun-fei, WANG Zhi-bin The Temperature Control of Concrete Box Beams During Steam Curing[J], National Defense Transportation Engineering and Technology. 2005,3(4). P76-78(Ch).
杨艳红 高文忠 混凝土箱梁蒸汽养护的温度控制 国防交通工程与技术. 2005,3(4). P76-78.
- [3] Li Ming, Wang Rui, Shi Lei , Wireless Sensors Network Node Based on Zigbee [J], Technology of utomation and Application. 2008,1. P91-94 (Ch).
李明 王睿 石磊 一种 ZigBee 无线传感器网络。、节点的设计 自动化技术与应用. 2008,1. P91-94.