

基于物联网的高铁接触网智能监测系统

陈胜蓝

(株洲中车时代电气股份有限公司 湖南 株洲)

[摘要] 本文以物联网技术为出发点, 构建高铁接触网的监测平台, 以此增强监测平台运行的智能性。文章第一部分简述了监测平台的搭建思路, 创建智能性功能、进行多技术融合。文章第二部分进行了监测平台的设计实践: 开展接触网监测分析, 梳理监测功能, 优化监测系统, 以此顺应高铁接触网的远程管理需求, 展现物联网智慧融合的技术优势。

[关键词] 监测平台; 接触网; 传感数据

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-6288.2020.02.399

引言

2019年, 国内铁路运行里程突破13.9万公里, 高铁运行里程新增6000公里, 电气装配比例显著提升。国内高铁、快铁等各类电力交通项目逐步建成, 国内铁路的运行里程会继续增加。高铁运行期间, 加强路网平稳性, 成为研究重点。用于监测接触网的平台, 需建立路网运营、电力运维等多个监测任务, 以此有效监管高铁路网各个节点的运行情况, 及时给出故障反馈, 保证高铁运检安全。

1 系统构建思路

1.1 多技术融合

监测平台积极引入了多种技术, 包括动态传感、数据通信、数据处理等。平台设计时, 采用多节点信息传输形式, 利用4G/5G网络, 将监测数据发送至云端, 再逐一分享至各用户移动设备、微信小程序、计算机平台, 打造多主体查看监测数据的技术框架^[1]。

1.2 系统运行方式

监测平台运行时, 各监测点的温度、电流等多种传感器, 会有效传送监测数据。数据传送时, 利用温度变送器, 处理监测数据, 使其以电压信号形式回传至监测中心。利用STM32FI型号的控制程序, 准确解析电压数据。微控制器数据回传频率为10s/次, 包括温度监测、电流监测等多种类型数据, 同步备份至云端服务器。数据备份时, 如果数据大于安全值, 系统会给出警示。

2 智能监测平台的设计实践

2.1 接触网监测分析

2.1.1 监测框架

结合网关节点的实际设计情况, 网关硬件的技术框架中, 含有数据通信模块、数据通信4G单元, Flash存储单元、时间单元等。其中, 存储单元是用于存储各类传感数据。高铁接触网的运行环境较为复杂, 实际运行期间会形成电磁辐射问题。高铁沿线范围金属设备数量较多, 雨雪极端天气均会减小信号传输长度, 要求传感网络建立高速通信单元, 以此提升传感数据收发有效性。选择RF射频芯片, 制成网关通信单元。此种芯片性能较强、能耗较小, 可保证信息集成质量, 能够在142至1050MHz范围内运行。窄带处理期间, RF芯片的信道间距达到12.5kHz, 能够在恶劣环境中收发数据, 保证数据传送的平稳性。RF芯片支持20dBm的数据传送, 利用FET的场外支持, 传输最大值可达到27dBm。利用SPI进行连接, 以此保障网关、传感器各节点信息传输质量。采取E类功放线路组合形式, 创建433MHz增益线路, 以此提高RF芯片传输能量值, 使其以较高的信号强度, 适应接触网所在的复杂环境, 确保各项监测数据回传质量^[2]。

高铁电气设备的运行, 无法创建专用供电线路, 使监测网关在低功耗条件下, 可自主供电。平台设计期间, 共设有2个电池管理单元, 一个用于获取能量, 另一个用于存储能量。供电形式设计为“光伏发电”, 使用太阳能发电板, 有序吸收发电能量。利用锂电池存储电量, 在阴雨环境中保持锂电池的供电能力, 使用电池电压测定电路的运行情况, 以

此监测网关储电状态。网关监测框架的实物图, 如图1所示。

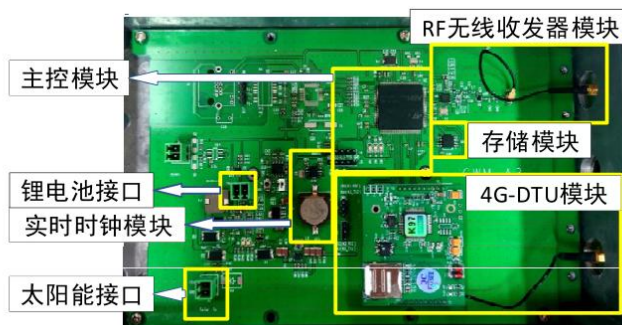


图1 网关监测实物图

2.1.2 网络结构

接触网监测传感设备网络的链路共有三个字段, 字段帧结构如表1所示。

表1 监测平台传感设备链路层字段帧结构

前导码	同步字	帧长度	PSDU	CRU校验
Tx: 8byte Rx: max20bit	2byte	1byte	可变	2byte

由表1可知: 首个字段传输时, 会发送8个字节的数据, 前导码组成的最大字节为“20bit”, 以此保障无线数据收发的同步性; 第二个字段含有2byte同步字, 用于确定数据帧的位置; 第三个字段用以表示有效负载, 字段容纳最大值为66byte。有效负载中含有三个字段, 分别表示物理层数据长度、可调整的数据长度、数据单元的有效荷载字段。

接触网监测程序的数据通信协议如表2所示。

表2 接触网监测程序的数据通信协议

项目	帧头	节点信息	报文类型	报文长度
参数	2byte	17byte	1byte	1byte
项目	报文内容	发送强度	时间	校验
参数	可变	1byte	4byte	2byte

表2中表示此协议模块字段含义: 帧头, 表示通信时数据帧状态的辨别; 节点信息, 含有节点位置、节点种类、节点版本、报文编码、传感器位置等; 报文类型, 各类报文类型字段的功能具有差异性, 比如, 0x07表示数据中心对报文内容的响应情况, 0x08表示网关节点处理各类传感数据的反馈报文等; 报文长度, 用于表示报文内容的字节长度; 报文内容, 含有多种数据类别, 比如传感设备回传的监测数据, 指令报文、采样数据等; 发送强度是指传送监测报文的信号强度; 时间, 是指收发监测信息的时间认证方式, 间隔5min同步更新一次网关数据; 校验, 使用CRC-16进行各项参数校验。

2.1.3 网关运行方式

如图2所示是App框架图。无线接收设备, 可有效获取传感网络的各项监测信息, 保证4G数据收发质量。2类数据传输

走向具有一定差异性, 数据处理方式一致, 均需App程序建立各类函数的联合体系, 函数包括数据处理、数据存储等多个类型。比如, 传感函数处理时, 网关使用SPI接口, 使得RF芯片与传感器网络获得有效连接, 无线接收设备可有效获取传感数据。传感数据接收完成后, 可利用数据处理函数, 调取缓存内部的数据, 按照约定协议进行数据解析, 解析完成的数据存储在Flash中, 经4G-DTU单元将监测数据回传至数据中心^[3]。

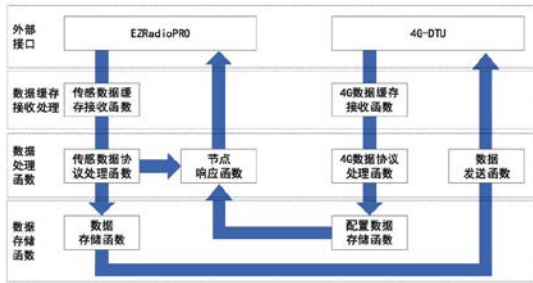


图2 App框架图

2.2 功能设计

2.2.1 传感数据管理

用于接触网监测的平台, 传感数据各类处理流程如图3所示。

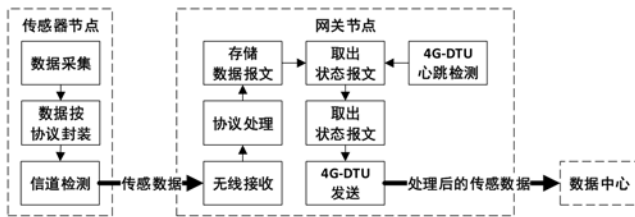


图3 传感数据各类处理流程图

传感器节点能够有效采集监测平台的各类部件数据, 监测所得数据回传至监测平台, 利用433MHz链路完成数据传输, 保证数据完整传输至网关节点。从无线收发设备视角, 进行网关数据传送, 按照既定的数据传输协议, 解析数据包, 对监测数据进行时间认证、完整存储等处理。在4G-DTU单元与服务器获得有序连接后, 从存储单元调取处理完成的数据, 使用4G通信链路, 由数据中心完整接收监测数据。

2.2.2 4G数据管理

网关节点收发4G数据时, 主要利用4G移动网络, 保证监测数据传送质量。网关节点内部的4GDTU单元, 在接收监测数据时, 会中断微控制芯片, 利用4G网络运行缓存函数, 在缓存程序中存储完成接收的监测数据。运行App主函数, 调取缓存的监测数据。网关节点进行的各项4G数据收发处理, 对于传感器的报文信息, 可使用ID信息进行报文校验, 将校验完成的数据进行有效存储。对于有配置需求的传感设备, 上传各项传感设备的状态信息, 网关节点可调取配置文件, 将其添加在传感器监测数据的报文内容中^[4]。

2.3 监测平台的优化方法

2.3.1 缓存处理

接触网沿线添加了多个接触网分支传感器网络, 各分支网络均含有一个网关、若干个传感设备。当传感器含有多个监测节点时, 会在相同时间向无线收发设备传送数据。当主控模块的微控制单元存储量不足时, 较多的传感数据会存储至微控制单元, 此时微控制单元并不能完整接收监测数据, 未接收的数据会经过中断程序进行存储, 覆盖未处理完成的监测数据, 出现监测数据丢失问题, 覆盖数据无法存储, 会形成网络拥堵问题。

对此缓存问题进行优化处理, 无线收发设备能够有效存储各类监测数据, 以数据包形式进行传输。网关实际收发监测数据时, 需监测网关字段。在数据寄存器内部, 添加自动检测程序, 以此控制微型控制单元的数据传送量, 相应减少了微型控制单元的计算量, 可降低传感器设备功耗。使用循环冗余校验技术, 可有效排查99.99%的数据处理失误问题。在数据存储前, 添加循环冗余校验码k, 将此码与监测数据一并传送, 可有效校验数据差错, 可用于处理缓存拥堵问题。如果数据存储失败, 校验结果为“存储不成功”, 系统会重新发送监测报文。

2.3.2 协同运行

传感器、网关进行数据传输时, 创建双向数据通信体系, 通信长度较为依赖于无线接收设备的运行能力, 接触网信息传输时可能会缺失部分节点感应区域。在传感器网络中添加多个网关的协同运行体系, 解决节点感应失效问题, 增强各传感器节点信息的传输平稳性。接触网监测平台的各个监测点, 多数呈现线性分布形式, 可能会出现节点感应失效、感应距离较大等问题, 难以保障监测数据的全面性。采取多网关联动运行方式, 对感应失效区域, 建立相邻传感器网络的协同机制, 以此联合进行监测数据处理。如图4所示, 是协同运行的技术图。

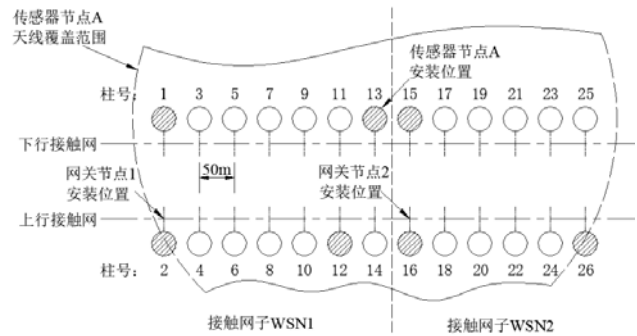


图4 协同运行的技术图

图4中1号网关的A节点处于感应失效状态, 借助多网协同监测形式, 1、13两个点位置添加传感设备, 联合15号传感设备, 与2号网关建立通信体系, 以此联合进行A点数据处理, 全面接收节点A节点的监测数据, 消除监测盲区^[5]。

结论

综上所述, 高铁融合物联网技术搭建高铁网监管平台, 切实维持接触网的运行能力。对于接触网创建的监管平台, 需加强传感器数据处理, 以此有效掌握高铁接触网的运行情况, 及时给出接触网运维方案, 切实增强高铁供电质量。

参考文献

[1] 段伟. 高速铁路牵引供电物联网化感知研究[J]. 电气化铁道, 2019, 30 (S1): 12-15.
 [2] 孟飞, 史天运, 解亚龙. 基于IFC标准的高铁接触网信息模型创建的研究[J]. 铁道工程学报, 2019, 36 (07): 70-75.
 [3] 李长江, 韩志伟, 钟俊平, 等. 基于级联Faster R-CNN的高铁接触网支撑装置等电位线故障检测[J]. 铁道学报, 2019, 41 (06): 68-73.
 [4] 周少喻. 近海高铁隧道内接触网定位器腐蚀机理分析及对策[J]. 中国铁路, 2018 (09): 44-49.
 [5] 程俊. 提高高铁接触网可靠性的思考[J]. 科学技术创新, 2018 (06): 150-151.

作者简介:

陈胜蓝 1986年6月, 女, 湖南株洲, 硕士研究生, 高级工程师, 机器视觉, 深度学习, 交通运输工程。