

# 基于信息终端的电梯健康实时监测系统研究\*

林元海 吴允平 王廷银 苏伟达

(福建师范大学光电与信息工程学院 福州 350007)

**摘要:** 为了监测电梯运行状态,实现电梯故障实时报警,设计了一套基于信息终端的电梯健康实时监测系统。整个系统以 ARM 为核心,通过多传感器信息融合技术和故障推理策略诊断电梯的健康指数,针对不同健康状态系统自主选择定时或者实时上报数据到用户信息终端,实现电梯健康状态全方面公开。同时为了提高监测系统的可靠性,提出一种传感器自检机制,用于判断传感器本身是否故障,避免因传感器故障造成系统漏报误报。目前该系统已在福州某小区电梯上运行,运行效果良好。

**关键词:** 电梯健康;信息终端;自检

**中图分类号:** TP311 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 510.5015

## Research on elevator health real-time monitoring system based on information terminal

Lin Yuanhai Wu Yunping Wang Tingyin Su Weida

(College of Photonic and Electronic Engineering, Fujian Normal University, Fuzhou 350007, China)

**Abstract:** In order to monitor elevator running state, achieve real-time alarm when it is failure, designed a elevator health system based on real-time monitoring information terminal. The entire system based on ARM core, through multi-sensor information fusion and fault reasoning strategy diagnosis elevator health index, autonomous time or real-time upload data to the user information terminal systems for different conditions, implement all aspects of the health status of the elevator open. Meanwhile, in order to improve the reliability of the monitoring system, we propose a sensor self-test mechanism for determining whether the sensor itself fails, avoid the system false positives omission by the sensor failure. At present, the system has been running in a community of Fuzhou, proved stable and reliable to use.

**Keywords:** elevate health; information terminal; self-test

## 1 引言

随着我国经济迅猛发展,城市高楼逐渐增多,电梯的保有量已经超过 300 万台,电梯已成为人们生活出行必不可少的交通工具。然而,随着电梯的广泛使用,电梯事故逐渐增多<sup>[1]</sup>。据国家质检总局统计,2013 年我国共发生电梯安全事故 70 起,而在 2014 年,仅仅是 3 月到 8 月,北京一个城市的电梯安全运行监控中心就处理应急事件 4455 起,全国各地不同地区每天也在发生着不同程度的电梯安全事故<sup>[2]</sup>。

在此背景下,对电梯运行状态的监测和故障实时报警迫在眉睫。厦门市质量技术监督局在 2013 年发布了关于

电梯的《电梯安全物联公共服务平台技术规范》<sup>[3]</sup>,国家质量监督检验检疫总局在 2015 年发布了《电梯应急处置平台数据归集规则》<sup>[4]</sup>,两个标准都旨在规范电梯运行状态监测和故障实时报警。事实上,针对电梯运行状态监测和故障实时报警的研究和应用早已开始<sup>[5]</sup>。文献[6]设计了拥有 RS232、RS485、USB 多通信接口系统,能够从电梯控制器接口上采集当前电梯的运行数据,从而判断电梯是否故障。但是市面上电梯控制器接口和通信协议多种多样,要让该系统广泛使用需完善更多的通信接口和协议。文献[7-10]采用外接电梯传感器的方式自主采集电梯的运行数据,通用性强,但如果电梯传感器出现故障,整个系统将无法正常工作。

收稿日期:2015-12

\* 基金项目:福建省教育厅(JA15109)项目资助

本文设计的电梯健康实时监测系统采用外接电梯传感器,利用电梯传感器采集到的数据逻辑判断电梯的运行状态。系统具有触发采集、存储和转发功能,同时传感器具有自检能力,确保不会因为传感器本身出现故障使整个系统无法正常工作。

图 1 为本设计系统的架构图,有电梯采集器终端、信息终端、后端服务器、电梯维保人员、楼层住户五个部分组成。电梯采集器终端根据电梯传感器采集到的数据逻辑判断电梯的运行状态,再将将该状态上发到信息终端。信息终端收到电梯运行状态代码后转发到后端服务器、维保人员以及电梯楼层住户。这样不但电梯负责人知道电梯故障情况,而且楼层住户也了解电梯的运行状况。保证了电梯健康状态公开,为楼层住户出行安全增加一层保障。本文主要阐述电梯采集器终端的设计。

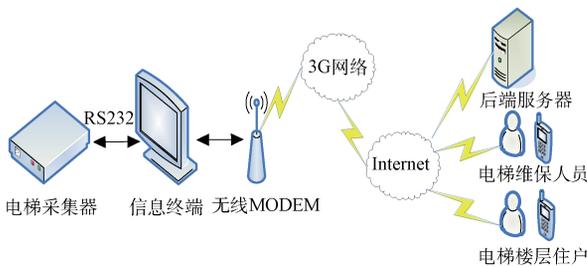


图 1 电梯采集器系统架构图

## 2 终端系统硬件设计

图 2 为终端硬件框图,主要由 MCU、存储器、时芯片、射频维保模块和传感器组成。

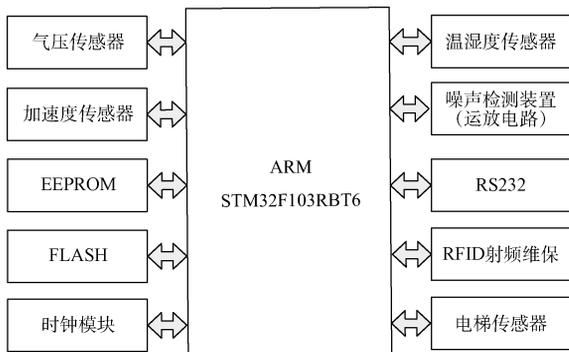


图 2 终端硬件框图

MCU 采用 ST 公司开发的中等容量增强型 STM32F103RBT6,最高可工作在 72MHZ 频率。共 64 个引脚,2 个 IIC 接口,2 个 SPI 接口,3 个 USART 口,16 个 AD 通道口,资源丰富,完全符合当前系统设计要。电梯传感器包括:上下平层磁开关传感器、基站磁开关传感器、轿门磁开关传感器、红外人体感应器,磁控开关传感器用来获取位置到达信号,红外人体感应器用于判断轿厢内是否

有人。系统还有气压传感器、温湿度传感器、加速度传感器和检测噪声设备,这些用来检测电梯的运行环境,实现电梯故障预警功能。EEPROM 用来保存系统配置的参数,如最高楼层、终端数据上传时间间隔、基站楼层数目等。FLASH 存储电梯运行数据和维保记录。时钟模块用来保证系统时间的准确性。维保考勤模块采用 RFID 射频维保,简单方便。通过一路 RS232 通信口将逻辑判断后的电梯运行数据上发至信息终端,信息终端再转发至后端服务器,这样用户只要登录后端系统就可以完全掌握电梯的运行状态。

## 3 终端系统软件设计

终端系统软件流程如图 3 所示,系统上电,程序运行时首先进行硬件初始化,如 I/O 口、传感器、看门狗等初始化。然后通过读取 EEPROM 保存的配置参数实现系统参数初始化,如最高最低楼层、基站楼层、最高温度值等。之后程序进入大循环,通过对多传感器信息融合和故障推理策略诊断出电梯故障状态,若有故障,立即上发故障报文到信息终端,实现故障实时报警功能。当系统检测到电梯运行状态变化、定时上传数据频率时间到会存储运行数据并上发到信息终端;当检测到维保人员考勤刷卡时,保存维保 ID

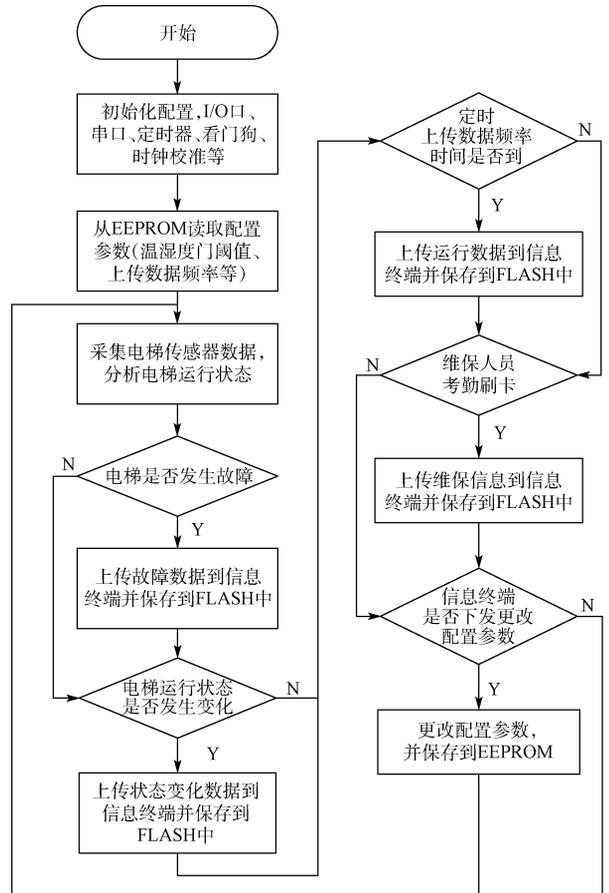


图 3 终端软件流程

号并上发到信息终端;当收到信息终端下发的参数配置更改,根据不同的指令执行相应的操作,如楼层校准、上发数据频率更改、较时、系统重启、恢复出厂设置等。

### 3.1 电梯故障推理和传感器自检

判断电梯是否运行故障由采集到的电梯传感器数据逻辑推理得到,先由采集到的数据判断出电梯的运行方向,当前楼层,轿门开关状态,轿厢内是否有人,再由这些信息逻辑判断出电梯是否发生故障。各类故障推理逻辑如下:

1)冲顶:电梯运行楼层高过在EEPROM里面设置的最高楼层时判定为冲顶。

2)蹲底:电梯运行楼层低于EEPROM里面设置的最低楼层时判定为蹲底。

3)非平层停梯故障:当上平层或者下平层传感器有一个接近导通时,开始启动计时,经过固定 $t$ 时间,下平层或者上平层传感器没导通,判定为非平层停梯故障。

4)开门故障:当电梯运行到楼层位置停梯时,开启开门故障计时器,根据国家规定,如果电梯在5s内没开门,认定为开门故障。

5)关门故障:当电梯开门后,启动关门故障判断计时器。过1min电梯没关门认为关门故障。

6)开门走梯故障:当电梯运行时,检测到轿门是开着的,判定为开门走梯故障。

7)困人故障:当上述故障发生时,轿厢内有人,判定为困人故障。

综上所述,整个系统稳定运行的基础在于电梯传感器的正常运行,如果某一个电梯传感器出现问题,系统将不能正常工作。为了能够及时预报传感器故障情况,本系统设计了一套传感器自检系统。如图4所示,系统设置当传感器的状态不变超过十分钟启动传感器自检,定义一个传感器的状态不变超过十分钟启动传感器自检,定义一个传感器

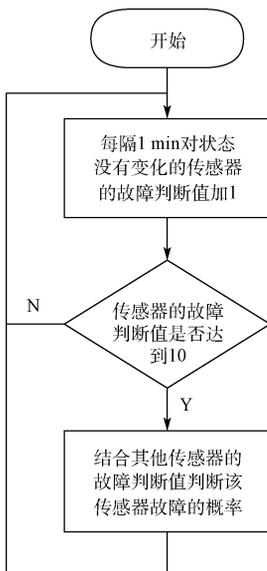


图4 传感器自检流程

器故障判断值存储传感器状态不变时长。传感器正常运行时,在传感器每次状态变化时故障判断值清零,当传感器状态不变时,每隔1min故障判断自动加1,当加到设定的最大值10时,结合其他传感器的故障判断值判断,其它传感器故障判断值越接近10,则该传感器故障概率越小;反之,其它传感器故障判断值越远离10,则该传感器故障概率越大。

## 4 运行效果

终端目前已在福州某小区电梯内运行。终端试运行以来,数据稳定,通信良好,能够准确检测到电梯运行故障,效果良好。终端数据采集和故障逻辑判断结果如图5所示,人为模拟电梯下平层传感器出现故障如图6所示,系统报警下平层传感器故障的情况。

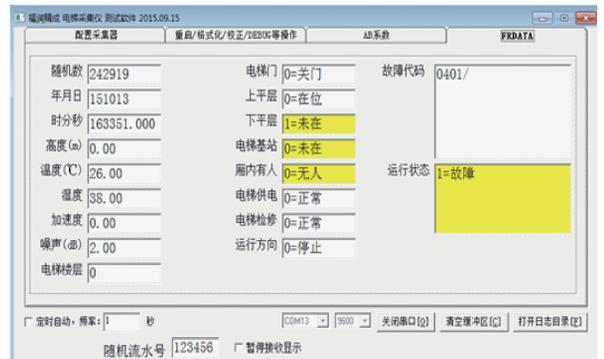


图5 终端数据采集



图6 下平层传感器故障报警

## 5 结论

分析了基于信息终端的电梯健康实时监测系统的系统框架,硬件组成和软件设计。采用独立的传感器来获取电梯的运行状态,与电梯本身系统无任何关联,对电梯无干扰,通用性强,安全可靠,且对传感器本身有一套自检系统,确保整个系统运作正常。

## 参考文献

- [1] 张春华. 分析电梯安全隐患及事故[J]. 品牌与标准化, 2010(14): 28-28.

- [2] 彭焱. 高楼的隐痛: 电梯事故为何频发? [J]. 湖南安全与防灾, 2015 (3): 19-21.
- [3] 闽安. 福建首个电梯安全物联网技术规范通过审查[J]. 劳动保护, 2013 (12): 68-68.
- [4] 国家质量监督检验检疫总局. 电梯应急处置平台数据归集规则[R]. 2015.
- [5] 刘松国, 韩树新, 李伟忠, 等. 电梯运行状态监测与故障远程报警系统研究[J]. 自动化与仪表, 2011, 26(10): 42-46.
- [6] 郭新宇. 基于远程数据传输的电梯监控系统的设计与实现[D]. 苏州: 苏州大学, 2014: 43.
- [7] 周俊. 电梯远程安全监测故障报警系统的设计[D]. 杭州: 浙江工业大学, 2013: 50.
- [8] 祁雷. 基于物联网的电梯典型故障监测及困人报警系统设计研究[D]. 乌鲁木齐: 新疆大学, 2014: 59.
- [9] 杨国龙. 基于物联网的电梯智能数据采集报警系统

优化及应用[D]. 银川: 宁夏大学, 2014: 41.

- [10] 张晓奇. 基于物联网技术的电梯故障监测系统的设计与实现[D]. 西安: 西安电子科技大学, 2014: 63.

### 作者简介

**林元海**, 福建师范大学硕士研究生, 主要研究方向为嵌入式系统。

E-mail: lyh\_fjedu@163. com

**吴允平**, 教授, 研究生导师, 主要研究方向为检测技术与自动化装置。

E-mail: wyp@fjnu. edu. cn

**王廷银**, 实验师, 硕士, 主要研究方向电子电路设计。

E-mail: tywang@fjnu. edu. cn

**苏伟达**, 讲师, 硕士, 主要研究方向为通信与信息系统。

E-mail: suweida@fjnu. edu. cn

## R&S 推出 20 GHz 多端口矢量网络分析仪 ZNBT20

罗德与施瓦茨公司最新推出的 R&S ZNBT20 是目前市面上唯一的真正具备 16 端口的微波频段矢量网络分析仪。基于 ZNBT8 的先进的多端口平台, ZNBT20 这一次把频率扩展到了 20 GHz。ZNBT 系列网络分析仪可以快速的测量多端口微波器件, 也可以用于快速并行测量多个器件, 极大地提高了测试效率。“真正的”多端口网络分析仪(和开关矩阵相比)每个端口的性能指标是没有任何损失的。

2016 年 8 月 10 日, 慕尼黑——罗德与施瓦茨公司进一步把 ZNBT 系列多端口网络分析仪的工作频率扩展到 20 GHz, 新推出了 R&S ZNBT20, 该设备的起始频率从

100 kHz 开始, 最多可配置 16 个端口, 提供了优秀的射频指标和极快的测试速度。该设备基于“真正的”多端口架构, 每个端口可以同时输出激励信号, 而无需内部切换。并行测试可以极大地提高测试速度, 对生产线应用有极大帮助。

现代的射频器件, 如移动电话的多模、多频段前端模块和高速数据线, 对“真正的”多端口网络分析仪要求越来越严格。而且最新的 ZNBT-K20 选件进一步扩展了网络分析仪的 TDR(时域反射计)功能, 用户可以实时的测试出高速数据传输线的眼图、上升、下降沿、时间差 Skew 等信号完整性相关的参数。