

GSM-R 无线通信基站天线倾角测量系统

董岩磊,陶 成,刘 留,方宝林

(北京交通大学 电子信息工程学院,北京 100044)

摘要:为了更加准确方便地测量 GSM-R 无线通信基站天线的倾斜角度,文中研究了一种新型的 GSM-R 无线通信基站天线倾角测量系统。该系统通过使用芬兰 VTI 公司 SCA100T-D01 传感器进行倾斜角度的测量,通过单片机控制各模块,并通过手持触控 PC 终端显示。同时实现了四种组网测量的方法,可针对不同场景实现有效测量。测量设备的安装方法以及测量数据的统计处理,增强了该测量系统测量的准确性。该测量系统天线俯仰角度测量精度达到 0.5° 。实际测量证明该系统运行稳定,精度较高,方便快捷。

关键词:GSM-R;基站天线;倾角测量;组网测量

中图分类号:TP302.1

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2014)06-0036-04

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2014.06.009

A Measurement System of Antenna's Elevation Angle for GSM-R Base Station

DONG Yan-lei,TAO Cheng,LIU Liu,FANG Bao-lin

(School of Electronics and Information Engineering,Beijing Jiaotong University,Beijing 100044,China)

Abstract:In this paper,a new measurement system of the antenna's elevation angle for GSM-R base station is provided,in order to carry out a more accurate and convenient measurement for the antenna's elevation angle. The system develops an measurement of elevation angle by using SCA100T-D01 sensor,VTI Co.,Finland,controls various module through MCU and displays in handheld terminal of touched PC. Simultaneously achieve four network measurement method which can achieve effective measurement for different scenarios. Installation methods of measuring equipment and the statistical processing of measured data enhance the accuracy of the measurement system. The measuring accuracy of measurement system of the antenna's elevation angle is 0.5° ,which shows that the system is stable and convenient,high precision.

Key words:GSM-R;base station antenna;elevation angle measurement;network measurement

0 引言

GSM-R 系统不仅要为列调、货调、电调等调度通信提供服务,而且承担车-地信息如调度命令、无线车次号校核、列车机车信号和监控信息等传送业务,同时提供区间维护作业和应急移动通信服务^[1];对于 CTC-3 级列控系统,GSM-R 系统需要为车-地之间传输安全数据提供通信通道,实现列车运行控制。因此,GSM-R 系统是保证铁路安全运输的重要系统。为确保 GSM-R 系统运用质量,首要条件是确保场强覆盖良好。良好的场强覆盖,主要取决于基站天线倾角(含俯仰角、方位角)的正确设置^[2-3]。然而在使用

的过程中,由于季节变化或风、雨、雪等自然条件影响,基站天线倾角会发生变化,进而影响场强覆盖质量,因此基站天线倾角的实时、精确测量非常重要。

目前各铁路局管内 GSM-R 基站数量迅速增加,目前仅北京铁路局已投入维护的基站数量已多达 283 座,近期维护数量将突破 500 座。为确保 GSM-R 系统场强覆盖良好,各路局已将基站天线倾角的测量纳入基站月度巡检内容,按照维规要求每半年需对管内所有 GSM-R 基站天线倾角巡检一遍,工作量巨大。除此之外,路局组织开展的 GSM-R 网络优化工作中也有大量天线倾角测量工作。

收稿日期:2013-08-13

修回日期:2013-11-20

网络出版时间:2014-02-24

基金项目:国家重大专项(2011ZX03004-003);北京交通大学人才基金项目(2013RC004)

作者简介:董岩磊(1987-),男,硕士研究生,研究方向为无线宽带通信;陶 成,教授,博士生导师,研究方向为时变信道物理层信号处理、高铁无线通信系统关键技术、多用户检测技术等。

网络出版地址:<http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20140224.0902.028.html>

现阶段基站天线倾角的测量是通过罗盘、坡度仪等测量仪器进行人工登塔测量。由于基站数量巨大,因此该项工作需要耗费大量的人力和物力。并且登塔作业属于登高作业,存在较大的人身安全隐患^[4]。

为此,研发一种新型的 GSM-R 系统基站天线倾角测量系统是亟需的。该系统实现不登塔作业即可完成基站天线倾角的测量工作,并可对各基站测试点进行联网,实现对基站天线倾角的实时监测。该系统可以大大降低 GSM-R 系统现场维护作业的人身安全风险和作业难度、强度,具有很高的实用性和安全性。

1 系统架构

该系统主要包括塔上设备和地面设备两个部分,塔上设备包括:倾角测量模块、中心控制模块、存储模块、太阳能供电模块、数据传输模块及附加模块;地面设备包括:终端模块、数据传输模块。该测量系统的系统框图如图 1 所示。

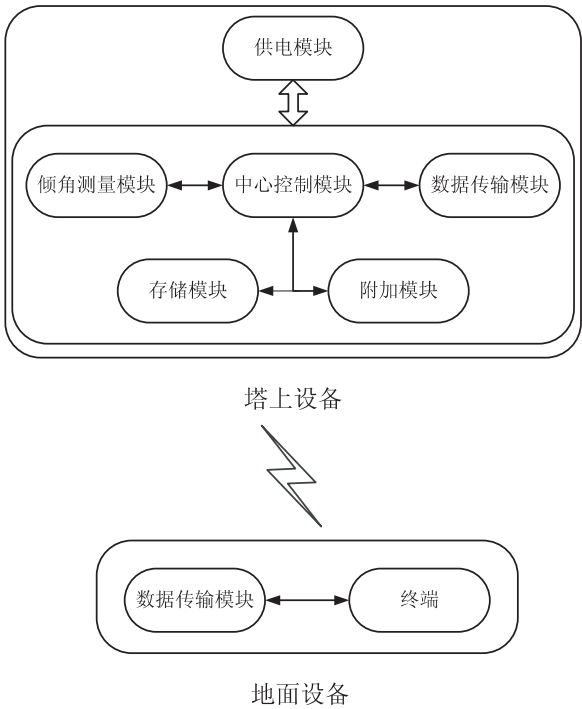


图 1 倾角测量系统框图

2 测量设备实现方案

该测量设备旨在提出一种新型的天线角度测量装置,将测量模块安放在天线上,通过数据传输模块传输测量数据,工作人员在地面(基站或控制中心)即可接收到数据,并在 PC 机上显示。同时日常测试数据也可存储在测量设备的存储模块中,定期进行数据的维护和收集。此测量设备提高了测量的方便性、安全性等。并实现对测量模块的供电问题的有效解决,同时测量人员可以配置测量设备的相关信息。

2.1 塔上设备实现方案

供电模块,塔上设备可采用交流或直流供电方式,也可采用太阳能供电方式,为系统提供 5 V、3.3 V 供电。交流或直流供电方式,选择从塔下引电源到塔上实现供电;太阳能供电方式选用小型的太阳能电池板,为整个系统提供电力供应^[5]。同时供电模块需要携带蓄电池模块,以便保证在阴天、无阳光条件下或者其他特殊情况下塔上设备正常工作。

中心控制模块,采用 ATMEL 公司的 ATmega162 型单片机完成对整个测量设备的控制,包括:整个系统的待机与启动、无线传输模块的发送与接收、附加功能模块的控制等。此模块还具有如下参数配置功能:基站 ID 号、存储周期、自动发送——连接蜂窝系统、被动发送——检测设备检测时发送、GPS、温湿度传感器、风速风向传感器、设备开启与关闭、报警配置等^[6-7]。

数据传输模块,采用集成好的小型无线射频模块,可使用的有线传输方式为 RS232 或以太网接口传输^[8]。

倾角测量模块,采用芬兰 VTI 公司 SCA100T-D01 型传感器,该传感器有效量程范围为 $\pm 30^\circ$,模拟输出分辨率 0.0025° ,该型号测量得到的模拟输出的动态范围为:0.5 V ~ 4.5 V^[9]。测量角度动态范围由公式(1)得到:

$$\alpha = \arcsin\left(\frac{V_{out} - \text{Offset}}{\text{Sensitivity}}\right)$$

(1)

其中,Offset=2.5 V;Sensitivity=4 V/g。

存储模块,采用 ATMEL 公司 AT2C512B 型 EEPROM。将测量数据存储下来,包括:角度、温度、湿度、风速风向等信息。

其他附加功能模块,实现对测量设备的 GPS 定位,起到防盗功能、快速搜索确定位置功能等;增加温度、湿度监控,以保证设备的正常运行;增加报警模块,当测量设备发现倾角发生变化并且超出一定门限时,及时启动报警模块,将报警信息传回地面数据中心;提供风速风向监控功能。

2.2 地面设备实现方案

数据传输模块,地面的数据传输模块同样可以采用有线(RS232 接口或以太网接口等)或无线等传输方式。具体采用哪种方式需要跟塔上设备匹配。

上位机软件模块,采用普通 PC 机或 WinCE 系统的手持 PC。该模块实现控制指令的发送以及测量结果的接收,并进行实时分析显示。

3 组网测量方案

设计的测量系统包括四种组网方式:

- (1)用铁路检测列车定期采集沿线测量数据;

(2) 无线模块互通模式测量;

(3) 基于现有的无线蜂窝网络、专用网络, 实现测量数据的采集;

(4) 手持终端定点测量。

灵活多样的组网测量方案, 能够保证该测量系统适应各种测量环境。

3.1 用铁路检测列车定期采集沿线测量数据

如图 2 所示, 铁路检测列车会定期就铁路各项设备进行检测以发现存在的问题, 便于及时优化。将天线倾角测量设备安装在基站天线上, 倾角测量接收装置安放在铁路检测列车上。列车经过基站时通过无线信号启动塔上测量设备开始传输测量数据, 列车上倾角测量接收装置接收到沿线所有基站天线的倾角信息, 并存储在设备设备上, 便于日后分析处理。

3.2 无线模块互通模式测量

如图 3 所示, 将塔上测量模块都加装无线射频模块, 由所有的无线模块组成一个局域网^[10], 固定一个无线模块 A 为最终数据接收终端, 其他模块将测量

数据以中继传输的形式传输给无线模块 A, 无线模块 A 可以通过无线、有线等传输方式将所有 $n+1$ 个无线模块的测量数据传输给地面接收设备或数据中心。

3.3 基于现有的无线蜂窝网络、专用网络, 实现测量数据的采集

如图 4 所示, 在塔上测量模块中加装 GSM 模块^[11], 利用现有的无线蜂窝网络或者专用网络 (GSM-R 网络) 发送测量请求命令, 启动天线上的测量设备^[12], 完成测量后, 每个天线上的测量设备单独地将测量数据经由无线蜂窝网络或者专用网络 (GSM-R 网络) 传送至地面的接收终端或移动数据中心, 进行后期的处理。

3.4 手持终端定点测量

手持终端定点测量即为人工巡检, 通过手持终端对单一基站进行天线倾斜角度的测量, 适用于基站数量较少, 不适宜联网测量的区域。通过手持终端将测量数据接收并进行处理。

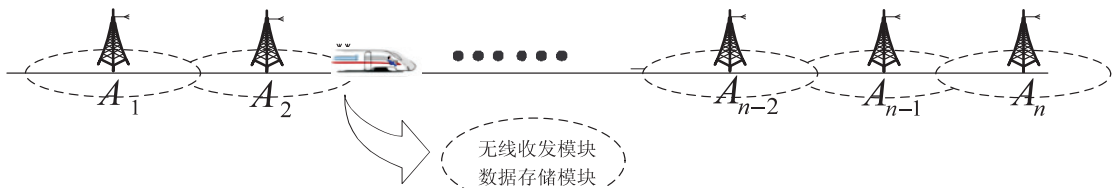


图 2 动检列车采集测量数据示意图

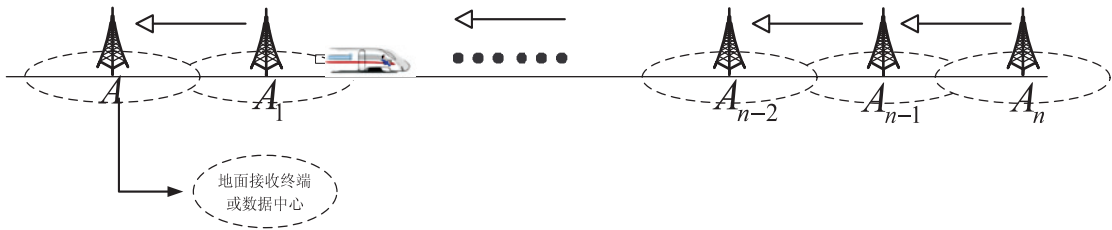


图 3 无线模块互通模式测量示意图

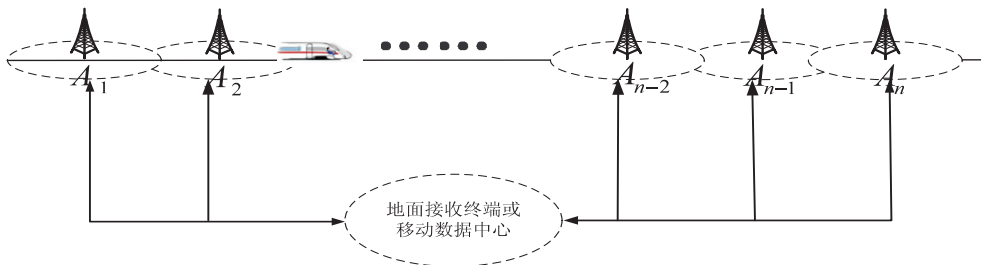


图 4 基于现有无线蜂窝网络、专用网络, 实现测量示意图

4 设备安装方案及数据处理方案

4.1 设备安装方案

如图 5 所示, 基站设计初期, 塔上支架 A、B 互相平行, 且与水平面平行, 抱杆 C 与支架 A、B、水平面垂直, D 为基站扇面天线, 夹角 α 即为天线的俯仰角度。但由于施工精度问题, 且基站天线普遍较高, 因此受天

气风力等的影响很大, 抱杆 C 不能做到完全垂直于水平面, 且抱杆 C 与扇面天线 D 之间是用可折叠俯仰角调节器连接, 因此垂直方向上的俯仰角度会很容易发生变化, 因此直接测量倾角 α 是不准确的, 此种倾角测量方法就可以有效地解决这一问题。将倾角测量仪分别安装在扇面天线 D 上和抱杆 C 上, 设定垂直水平面方向为 0° , 分别测量出抱杆 C 和扇面天线 D 相对于垂

直水平面方向的倾斜角度 α_1, α_2 , 则天线的俯仰角度 $\alpha = \alpha_1 - \alpha_2$ 。

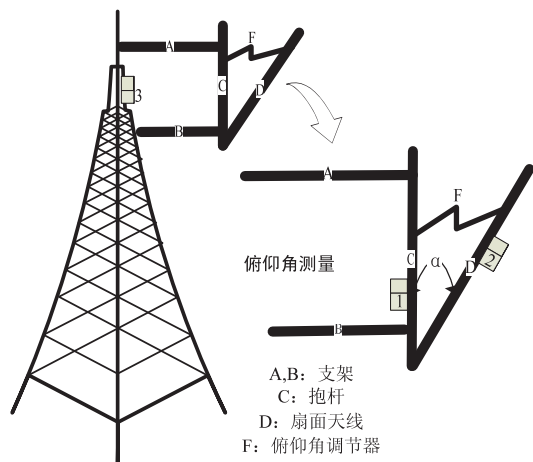


图5 塔上测量设备安装示意图

4.2 数据处理方案

(1) 平均法:经典的平均算法,多次测量取平均,可以一定程度上减少测量误差,达到可以接受的理想效果。

$$\alpha = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \alpha_n \quad (2)$$

其中, α 为输出数据; α_n 为每次测量直接得到的数据,经过 N 次测量取平均,该方法可以将测量信噪比提高 $10\log_{10}(N)$ dB。

(2) Kalman 滤波法:Kalman 滤波是一种高效率的递归滤波器(自回归滤波器)^[13],它能够从一系列的不完全包含噪声的测量中,估计动态系统的状态。采用的具体方法为利用如下公式:

$$\alpha_{\text{out}N} = [\alpha_{\text{out}(1 \dots N-1)} \times (n-1) + \alpha] / N \quad (3)$$

其中, $\alpha_{\text{out}N}$ 为第 N 次滤波器输出; $\alpha_{\text{out}(1 \dots N-1)}$ 为前 $N-1$ 次滤波器输出的平均值; α 为第 N 次测量的滤波前的结果^[14]。用这种方法统计处理测量的数据,输出结果将更加精确。

5 结束语

文中提出了一种新型的 GSM-R 无线通信基站天线倾角测量系统,并针对此测量系统提出了四种组网

测量的方法,以及测量设备的安装方法、测量数据的处理方法。通过此测量系统,可以大大降低测量工人的劳动强度,提高工作效率,减小危险系数。

参考文献:

- [1] 洪治. 浅谈高速铁路 GSM-R 系统干扰现状及对策[J]. 中国无线电, 2013(3): 28-29.
- [2] 何泽. GSM 网络优化-基站天线下倾技术的探讨[J]. 广东通信技术, 2003, 23(11): 5-9.
- [3] 束咸荣, 董玉良, 王华. 基站天线机械下倾和电下倾辐射特性分析[J]. 微波学报, 2012, 28(6): 43-45.
- [4] 黎雳, 吕黎. 新型移动基站天线角度监测系统[J]. 淮阴工学院学报, 2010, 19(3): 45-48.
- [5] 唐原广, 朱明垒. 海洋测量浮标太阳能 LED 锚灯系统的设计[J]. 计算机技术与发展, 2012, 22(4): 165-167.
- [6] 龚冬梅. 单片机无线数据传输接口 C 程序设计[J]. 微机发展(现更名: 计算机技术与发展), 2003, 13(8): 80-82.
- [7] Ushikubo Y. System for RF communication between a computer and a remote wireless data input device; U. S. Patent 5793359 [P]. 1998-08-11.
- [8] 刘皓波, 彭章友. 基于 CC1010 芯片的微型无线数据收发模块的设计[J]. 电子设计应用, 2004(5): 25-26.
- [9] Yu Yan, Ou Jinping, Zhang Jun, et al. Development of wireless MEMS inclination sensor system for swing monitoring of large-scale hook structures[J]. IEEE Transactions on Industrial Electronics, 2009, 56(4): 1072-1078.
- [10] 林砺宗, 王子异, 刘磊. 基于 Ad Hoc 无线自组网测量系统组网技术研究[J]. 计算机工程, 2007, 33(1): 253-255.
- [11] 来虎军. 当前铁路通信技术及铁通专网发展概况分析[J]. 现代工业经济和信化, 2012(22): 77-78.
- [12] Jiang Xuping. Network measurement policy system; a novel policy system for integrated network measurement[C]//Proc of IEEE international symposium on knowledge acquisition and modeling workshop. Wuhan: IEEE, 2008: 75-78.
- [13] Ran Chenjian, Deng Zili. Two average weighted measurement fusion Kalman filtering algorithms in sensor networks[C]//Proc of 7th world congress on intelligent control and automation. Chongqing: IEEE, 2008: 2387-2391.
- [14] 余翔, 冯璐, 漆晶. 一种组合式的 Kalman 滤波算法[J]. 电视技术, 2013, 37(9): 168-170.

(上接第 35 页)

- [9] 蔡丽欢, 廖英豪, 郭东辉. 图像拼接方法及其关键技术研究[J]. 计算机技术与发展, 2008, 18(3): 1-4.
- [10] 于芹芬. 遥感图像与地形图信息融合系统的研究和实现[J]. 计算机技术与发展, 2008, 18(8): 182-184.
- [11] 刘进锋, 郭雷. CUDA 和 OpenGL 互操作的实现及分析[J]. 微型机与应用, 2011, 30(23): 40-42.
- [12] Si Xiaoshu, Zheng Hong. High performance remote sensing im-

age processing using CUDA[C]//Proc of 2010 third international symposium on electronic commerce and security. Guangzhou: [s. n.], 2010: 121-125.

- [13] 张宏伟, 童恒建, 左博新, 等. 基于 GDAL 大于 2G 遥感图像的快速浏览[J]. 计算机工程与应用, 2012, 48(13): 159-162.
- [14] 陈亮, 龙腾. 遥感图像实时宽幅显示技术研究及实现[J]. 微计算机信息, 2008, 24(10-3): 288-289.

GSM-R无线通信基站天线倾角测量系统

作者:

[董岩磊](#), [陶成](#), [刘留](#), [方宝林](#), [DONG Yan-lei](#), [TAO Cheng](#), [LIU Liu](#), [FANG Bao-lin](#)

作者单位:

[北京交通大学 电子信息工程学院, 北京, 100044](#)

刊名:

[计算机技术与发展](#) 

英文刊名:

[Computer Technology and Development](#)

年, 卷(期):

[2014 \(6\)](#)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjfz201406009.aspx