

基于 5G 的气象数据备份传输及监控告警系统的设计与实现

李玉涛^{1,2} 史潇^{2,3} 陈景丽¹

(1 江苏省气象信息中心, 南京 210018; 2 中国气象局交通气象重点开放实验室, 南京 210018;
3 江苏省气象服务中心, 南京 210018)

摘要 气象观测数据通常情况下通过内网有线宽带进行上传,但因设备故障、人为、自然等因素造成有线线路不通时,需要一种应急通信替代内网通信。此外,由于气象观测台站缺少断网、断电、软件卡死等故障告警机制,造成故障处理周期长,影响观测数据传输质量。本文针对气象观测台站存在的风险设计开发了基于 5G 的气象数据备份传输及监控报警系统,具备网络通信监测、数据自动传输、软件状态监控、各种信息提示、故障报警等功能,能在一定程度上提高气象观测台站数据传输的可靠性,减少业务人员故障解除过程耗时,从而提高气象信息传输质量,适应地面测报业务自动化的发展方向。

关键词 5G;气象数据;备份传输;监控告警

中图分类号: TP399,P409 **DOI**: 10.19517/j.1671-6345.20200164 **文献标识码**: A

引言

气象测报的数据文件和气象电报通常情况下是通过内网有线宽带传输到省信息中心。但因设备故障、人为、自然等因素造成有线线路不通时,需要一种应急通信替代内网通信^[1]。此外,由于气象观测台站缺少通信网络断开、计算机发报软件进程卡死、市电供电断开等突发情况的告警机制,造成观测台站工作人员处理故障时间相对滞后,迟报或缺报现象时有发生,影响观测数据的完整性、及时性、连续性,进而数据的可用性下降^[1-2]。

气象观测台站业务自动化是今后气象探测的发展方向,探测数据的高时空密度采集和传输,对台站和省级气象数据接收端的数据传输网络通信方式提出了更高要求^[3-4]。最新的 5G (5th Generation Wireless Systems,第 5 代移动通信系统)无线移动通信提供了传输线路备份最佳的选择,通过基于 5G 的无线 VPN(Virtual Private Network,虚拟专用网络线路)作为备份的方式实现一主一备的可靠通信

要求,可以确保测报业务数据通信不中断。

本文设计、开发了一套地面观测台站无线备份传输及监控告警系统,通过对网络状况、发报软件进程状态、市电供电状态等一系列影响数据可靠传输的因素进行实时监测,并根据系统预设进行网络路由切换及相关告警生成,可进一步提高气象观测台站数据传输的自动化,从而为推进气象观测台站的无人值守跨出重要的一步。

1 系统设计

1.1 系统总体功能设计

通过设计开发基于 5G 的气象数据备份传输及监控告警系统,并在气象观测台站进行部署应用,可在有线网络故障等突发情况下实现观测数据自动通过无线网络备份传输^[5]。同时该系统具有对网络通信故障、自动站发报软件运行故障、电力故障等情况进行自动告警功能,一旦发生突发故障,台站工作人员可以在接收到告警信息后第一时间进行处理,大大缩短故障解除耗时,提高气象观测数据的及时性、

<http://www.qxkj.net.cn> 气象科技

2018 年国家自然科学基金项目“雨滴谱谱形参数在云微物理参数化方案中的改进研究”(41805077)、2017 年中国气象局小型基建项目“高时空分辨率气象预报分布式计算能力建设二期”(QJ-2017006)、2019 年江苏省气象局面上基金项目“基于公有云的气象信息共享平台关键技术研究”(KM201903)共同资助

作者简介:李玉涛,男,1987 年生,硕士,工程师,主要从事气象信息技术研发工作,Email:591860075@qq.com

收稿日期:2020 年 4 月 30 日;定稿日期:2020 年 9 月 2 日

连续性、可用性。

如图 1 所示,基于气象观测台站业务现状及实际需求,对无线备份传输及监控告警系统进行整体功能设计,实现 4 大功能模块:

(1)气象数据传输模块。包含基于 FTP 方式的气象数据文件传输及基于 Socket 通信^[6]的 BUFR 码气象数据流传输、数据文件转发等功能。

(2)通信链路监测模块。包含网络通信状态监测、通信网络主备线路自动切换、网络故障告警及显示等功能。

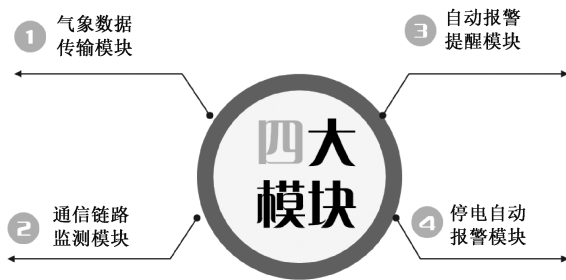


图 1 总体功能设计

(3)自动报警提醒模块。包含设备宕机监测及告警、程序进程运行状态监测及告警、自动站实时运行状态监测及告警等功能^[7]。

(4)停电自动报警模块。包含市电供电状态监控及告警。当检测到市电中断时,系统自动提取预存的值班手机号码,拨打电话和播放停电信息,通知值班员及时处理停电故障。尽管在测报业务计算机配置了 UPS 供电,但往往在夜间发生停电,易造成 UPS 的蓄电池过放电而导致后备电源电能耗尽影响业务工作^[8]。

此外在每种告警的发布方式上采用了告警响声、界面告警提示、短信发布等多种类方式,单独连接了短信网关用于短信发布^[9]。

1.2 系统架构设计

如图 2 所示,在系统架构方面,气象观测台站端主要包含台站测报计算机及气象数据备份传输系统 2 部分;在省级气象端主要包含省级内网文件/数据流接收服务器及省级外网文件/数据流接收服务器,在台站和省级气象端通过有线网络及 5G 无线网络连接 VPN 形成的虚拟网络进行一主一备的网络通信,主备线路可自动切换^[10]。

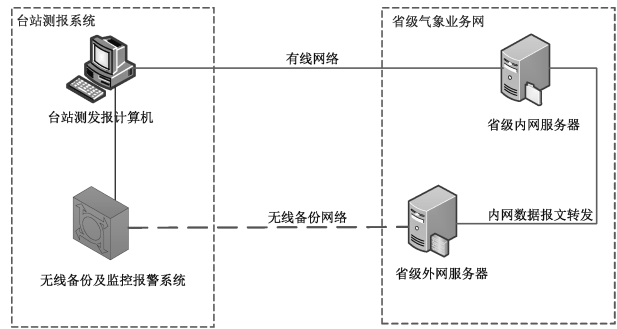


图 2 系统架构设计

2 系统各功能模块的实现

2.1 气象数据传输模块

在正常情况下,气象观测形成的气象数据以文件和数据流的方式通过气象业务内网有线宽带(业务专线)传输到省气象信息中心。但当台站至省级之间的有线宽带因设备故障、光纤断路、人为、自然等因素造成线路断开时,需要一种应急备份的替代通信方式。近年来,气象观测数据的爆炸式增长,随着气象业务的不断格点化、精细化对气象观测数据的传输时效要求也越来越高,数据传输高带宽、低时延成为业务的重点发展方向,现有移动通信系统难以满足未来需求。

当前 5G 通信已成为学术界和通信业的热点,5G 通信网络数据传输速率最高可达 10 Gb/s,远远高于以前的蜂窝网络(表 1),比当前的有线互联网还要快。在连续高移动性和广域覆盖场景下,用户实际体验的网络速率可达 100 Mb/s,比当前 4G LTE 蜂窝网络快 100 倍。5G 网络的另一个优点是较低的网络延迟(低于 1 ms),而 4G 为 30~70 ms,相比之下网络响应更快,采用新一代 5G 通信作为无线备份线路是一个最佳的备份通信线路选择^[11]。

表 1 不同类型网络参数对比

网络类型	速率	延迟	最大连接数 (每 km ²)	移动性
	Mb/s	ms		km/h
4G	10 ²	30~70	10 ⁴	350
5G	1.024×10 ⁴	1	10 ⁷	500
差距	100 倍+	30~50 倍	1000 倍	1.5 倍

如图 3 所示,在基于 5G 和有线网络通信的基础上,气象数据备份传输系统设计了专用通信软件实现主副通道数据通信,满足一主一备通信的可靠

性要求,在主备通道切换时,内部数据读写模块自动实时抓取气象数据,通过监测到可用的通道进行数据传输,确保测报业务数据通信不中断^[12]。通过系统传输的数据包括分钟观测资料(Z 文件)、气象电报,BUFFER 码数据流以及测报业务软件的数据备份、单站观测资料远程备份等,确保测报业务数据通信不中断。比以往程控拨号通信有诸多的优越性,如速度快、实时在线、不依赖有线光纤,不易遭雷击等优势。

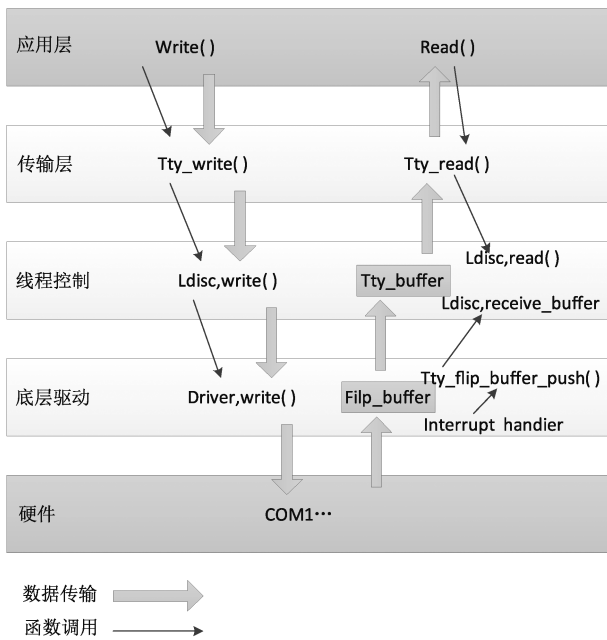


图 3 气象数据传输模块内部调用过程

2.2 通信链路监测模块

如图 4 所示,通过台站测报计算机中的配套软件对有线网络和 5G 无线网络进行轮流实时监测,根据监测状态自动切换路由。当有线网络线路正常情况下气象观测数据通过有线主通道线路传输文件、数据流和气象电报;当有线通信不正常时,自动切换到 5G 应急备份通道传输,当系统部署所在位置 5G 网络未覆盖时,自动搜寻 4G/3G/EDGE/GPRS 等类型网络,并按此优先级进行连接,然后将由于链路故障导致的数据积压通过新的通道进行续传。当通信链路发生故障时,在计算机显示页面中弹出醒目的告警信息,发出告警响铃,同时可以通过短信或语音电话及时告知值班员或网络保障员,及时处理线路故障。

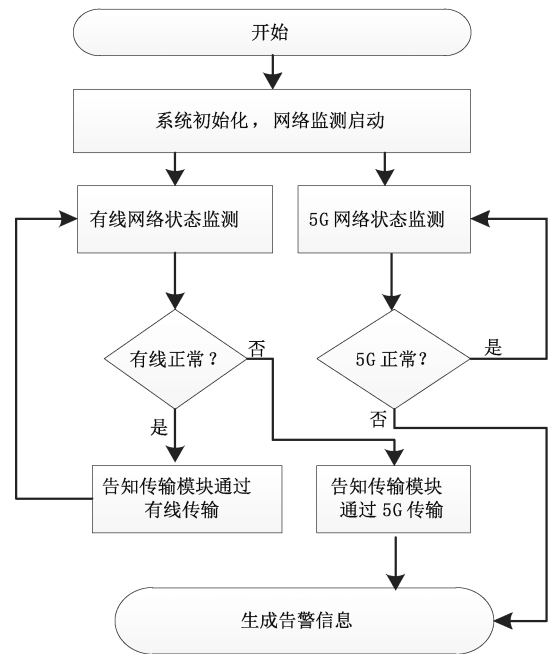


图 4 通信链路监测流程

2.3 系统自动报警模块

气象数据备份传输系统设计移动通信 GSM 模块,用于通过传统移动无线网络发送短信和拨打语音报警电话^[13];设计了短信网关客户端,可实时调取运营商短信网关接口发送短信。

如图 5 所示,系统针对气象观测业务场景,设计开发了相关设备及进程状态监测软件,可实时对设备宕机状态、程序进程运行状态、自动站实时运行状态等进行监测,当发现异常需要告警提醒时,可根据系统预设的值班员和业务管理员电话号码,发送短信或拨打语音电话。系统配置了语音自动合成集成模块,根据报警的种类和信息内容将文字转换为语音,拨通手机后播放语音。



图 5 系统自动报警模块

为了监控计算机工作状态和业务软件正常运行,系统通过串口与计算机形成了定时应答互动联络机制,一旦计算机死机或气象台站数据发送软件进程异常退出,系统自动向预设的值班手机号发送报警短信和拨打语音电话,及时提醒值班人员处理异常的现象。确保自动站计算机和业务软件运行正常,起到“看门狗”的作用。

2.4 停电自动报警模块

气象观测台站配置了 UPS 用于给测报业务计算机供电,可以满足短时间停电时业务的连续性要求。但如果在夜间出现停电情况,台站又无人值守,短时间无法处理,这极易造成 UPS 蓄电池过放电导致后备电源电能耗尽影响业务工作。为了满足测报值班室停电报警的需求,系统专门设计了停电自动拨打值班员电话的功能,当检测到市电中断的情况下,利用内置锂电池供电自动拨打值班电话及发送短信告警信息。在停电报警模块,通过开发 KVM 接口信息采集相关程序功能,可以定时通过调取 KVM 系统的供电状态信息数据接口获取当前市电状态,并在本地进行存储^[14]。停电报警模块会根据获取的供电状态数据进行逻辑判断,并给出状态指示或产生告警信息通过相关短信、语音接口予以发布,图 6 为停电报警模块界面。

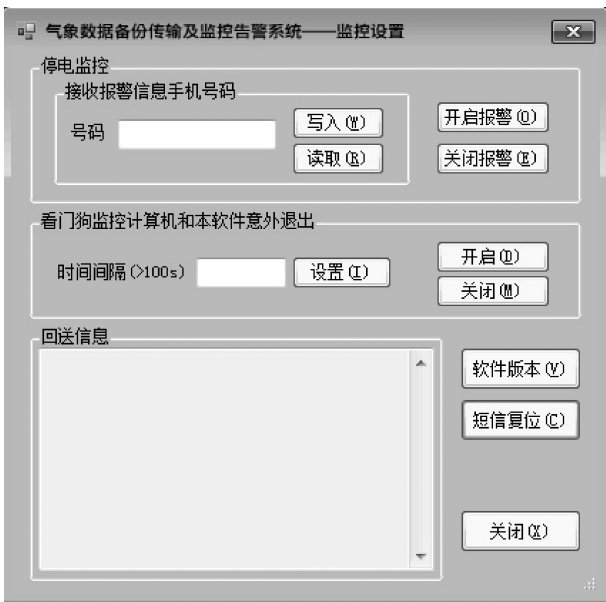


图 6 停电报警模块

3 系统的部署及测试

3.1 系统组成结构及软件部署

气象数据备份传输及监报告警系统开发完成后,部署在气象测报计算机上,并部署安装. Net Framework 4.0 软件运行环境及台站综合观测业务软件。省级外网 FTP 服务器安装 UDP 通信检测软件“5G 通信链路测试服务端(UDP)”和报文转发软件“气象观测资料 5G 接收转发 FTP 工具软件”。如图 7 所示,搭建完成后,数据可以通过地面有线宽带及无线通信链路进行传输。

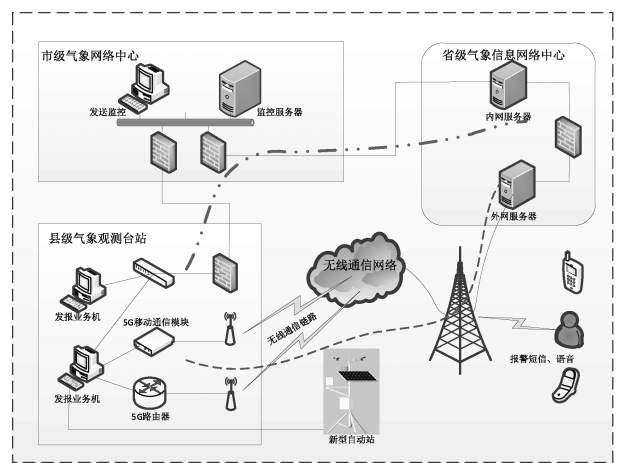


图 7 气象数据备份传输网络拓扑

图 8 是系统部署后通信链路监测的情况,通过设置网络监测,系统可以实时的了解有线网络及无线的联通状态,为做出网络路由切换进行准备。



图 8 通信链路监测配置界面

3.2 系统应用效果统计

系统开发测试完成后,本文选取南京 58238 国家基准气象观测站作为系统试运行试点站,将本数据备份传输及监控报警系统投入业务试运行,并进行了为期 2 个月的气象信息传输质量统计对比。如图 9 所示,该图中 2019 年 9、10 月数据是未部署该系统时气象信息传输质量统计情况,11、12 月为部署该系统后气象信息传输质量统计情况。

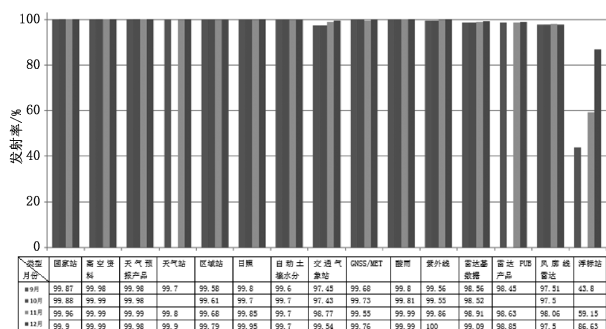


图 9 2019 年 9—12 月南京 58238 站气象信息传输质量统计

本文对台站部署后 2 个月 16 类气象数据传输质量情况进行了统计。统计结果显示 2019 年 11、12 月 16 类气象资料中,除风廓线雷达数据及 GNSS/MET 2 类气象资料外,其他 14 类资料传输质量均有所提升,特别是交通气象、大气成分及浮标站资料较系统部署前传输质量提升尤为明显,从一定意义上说明本文设计的气象数据备份传输及监控报警系统采用 5G 备份线路实现了备份传输并提高了数据传输稳定性,通过及时生成告警信息提醒台站业务人员及时处理相关故障,也一定程度上减少了故障解决耗时,降低了因各类故障导致数据缺报的严重程度。

4 结论

基于 5G 的气象数据备份传输及监控报警系统是针对当前气象观测台站业务系统中存在的风险而设计开发的,可以根据系统监测的数据通道连通情况实现自动数据传输,同时具备网络通信监测、自动站实时运行监控、各种信息提示、故障报警等功能。该系统在试点气象观测台站经过 2 个月的业务试运

行测试,具有较高的可靠性和稳定性。该系统投入业务试运行后通过提供一主一备自动切换的网络通道能在一定程度上提高气象观测台站数据传输的可靠性,可以及时通过多种方式发出故障告警信息,从而减少业务人员进行各类故障解除过程的耗时,从而提高气象信息传输质量,适应地面测报业务自动化的发展方向。

参考文献

- [1] 许玮,王迎迎,秦运龙,等.省级气象广域网网络优化的设计与应用[J].气象科技,2016,44(3):358-361.
- [2] 张凡进,郭立君,张荣,等.医用气体实时监测平台的设计与实现[J].计算机应用与软件,2019,36(4):92-96.
- [3] 安继芳,李海建.基于 IPMSG 的银行业务自动监控系统的设计与应用[J].计算机应用与软件,2011,28(3):300-302.
- [4] 李晓乐.多数据中心容灾备份与疏散的大量数据传输优化研究[D].济南:山东大学,2019.
- [5] 颜时锋,顾华江,汤建忠.烟草行业主机系统采集与监控平台的研究[J].计算机应用与软件,2012,29(2):224-226.
- [6] 莫辉.Intranet 网络信息系统容灾备份的研究与实现[D].北京:北京邮电大学,2007.
- [7] 李磊.西北地区自动转报网络的升级与建设[J].中国新通信,2015(9):109-112.
- [8] 李强,陈敏,张锐,等.重庆地震台网双链路备份传输方案及成效[J].地震地磁观测与研究,2010,31(6):77-79.
- [9] Luo M Z, Wang J M, Zhang M Y, et al. The research and implementation of anti-theft monitoring alarm system based on MTK [C] // The 2nd International Conference on Computer Application and System Modeling, Shenyang, 2012: 1201-1204.
- [10] 马德辉.网络传输备份路由系统的设计与应用[J].信息通信,2016(9):114-115.
- [11] 钱毅,董德宝,赵宝义,等.利用无线网卡实现气象报文备份传输[J].气象水文海洋仪器,2013(3):45-47.
- [12] Cai C T, Wang B Y, Liang X. A new family monitoring alarm system based on improved YOLO network [C] // The 30th Chinese Control and Decision Conference, Shenyang, 2018: 4269-4272.
- [13] 胡祖权,王永明.来宾市气象局网络监控报警系统的设计与实现[J].气象水文海洋仪器,2017(4):56-58.
- [14] 李俊超,赵瑞,王秋良.地震台站综合观测仪器自动化监控报警系统的设计与实现[J].大地测量与地球动力学,2019,39(1):108-109.

Design and Implementation of 5G-Based Meteorological Data Backup Transmission and Monitoring Alarm System

LI Yutao^{1,2} SHI Xiao^{2,3} CHEN Jingli¹

(1 Jiangsu Meteorological Information Center, Nanjing 210008; 2 Key Laboratory of Transportation Meteorology, China Meteorological Administration, Nanjing 210018; 3 Jiangsu Meteorological Service Center, Nanjing 210008)

Abstract: Meteorological observation data are usually uploaded through the wired broadband of the internal network, but when the wired line is blocked due to equipment failure, human or natural factors, an emergency communication is needed to replace the internal network communication. In addition, due to the lack of fault warning mechanisms such as network disconnection, power or software failure in meteorological observation stations, the fault processing cycle is long, which affects the transmission quality of observation data. In view of the risk of meteorological observation stations, this paper designs and develops a 5G-based meteorological data backup transmission and monitoring alarm system, which has the functions of network communication monitoring, data automatic transmission, software status monitoring, various information prompts, fault alarm, etc., can improve the reliability of data transmission of meteorological observation stations to a certain extent, and reduce the time-consuming of the fault removal process for the technical personnel, so as to improve the quality of meteorological information transmission.

Key words: 5G; meteorological data; backup transmission; monitoring alarm