

# 北斗卫星系统在气象数据传输中的应用研究

何亿强 张晓勇 邵胜利

(北京航天飞行控制中心)

**摘要** 介绍利用北斗导航定位卫星系统的短信通讯功能,实现载人航天任务气象数据传输应用的基本思路与实现方法,对北斗系统在气象领域推广应用,以及与指挥控制信息一体化方面的工作提出了建议。

**关键词** 北斗系统 数据传输 气象水文 载人航天

## 1 载人航天气象保障信息传输现状与挑战

载人航天工程气象水文数据传输从最初的电话、传真加手工记录,到拨号、专线,一直到目前以基地气象局域网为基础、卫星通信网为主要通信手段的气象广域网,气象水文数据的传输方式得到了快速发展,但是发展不全面、不协调。气象水文数据传输现状的总体特点是:任务期间传输顺畅,大文件传输能力较强,但实时性、机动性不足,且不能业务化使用。

载人航天工程后续任务对气象水文数据的采集和传输工作提出了新的、更高的要求,气象保障面临诸多挑战。

(1)数据采集区域空前扩大。为测控设备提供保障的气象水文数据采集点数量多,分布广,需在方圆上百公里范围内布设车载或无人职守自动气象站。

(2)数据采集时间密度加大。为保障任务应急返回预案的执行,气象部门要对相关区域气象水文数据实施长时间连续观、探测。

(3)数据的实时性要求更高。气象水文数据只有实时传递到指挥决策部门,才能真正发挥作用,因而对数据传输实时性的要求比以往任何试验任务都高。

(4)需要长时间、连续的资料积累。载人航天工程在其自身技术发展的同时,对气象因素也愈加敏感。必须利用好有限、珍贵的气象水文数据,对威胁参试人员、设备安全的气象要素和天气系统的发生、发展、演变规律进行深入研究。

## 2 气象信息远程传输的相关技术状况

为解决气象自动站或其它气象水文数据远程终

端采集设备与信息中心的数据传输问题,国内外气象部门也尝试使用不同的方法。目前主要通过四种手段实现数据的远程采集与传输:

### (1)通过移动存储介质

自动气象观测设备配备一定存储能力,能够自动存储一定时间段的数据,管理人员定时去各终端拷贝数据。此方法在没有更经济实用方法的情况下,被许多单位采用。载人航天部分气象保障部门目前就采用这种方法,定期获取信息采集设备上的气象水文信息。该方法虽然简单易行,但实时性差,数据存取不便。

### (2)通过电话线

利用电话线路,通过拨号网络或超级终端方式进行信息传递,此方法操作不便,需有电信部门基础设施的支持,或敷设专线,但投资大,维护费用较高。

### (3)通过 HF 无线电台

此方法系统独立,但电源功耗较大,信号不稳定,且传输距离有限制。

### (4)国内外也有将卫星通信用于气象信息传输

中国气象局在“九五”期间完成的“9210”工程,利用 VSAT 卫星小站建成了覆盖全国地、市级以上气象部门的卫星通信专用网,实现气象水文信息的高速广播、信息交换和共享。其优点是可传输数据量大、全天时工作;缺点是设备投资大,运营使用费用高,数据安全保密性差,普及率低,多用于区域气象中心与国家气象中心间气象水文信息的交换。

### (5)利用 CDMA、GPRS 方式

为解决远程自动观测设备的数据传输问题,国内外很多设备制造商和应用单位也采用了 CDMA、

GPRS 方式进行传输。在设备端增加相关接口模块,依托移动通信运营商的资源进行数据传输。如世界最大的气象自动观测设备生产厂商芬兰维萨拉公司的自动气象站就支持这种方式的传输。国内也有华云、天信等自动气象站支持用户的 CDMA、GPRS 传输应用。这种方式组网灵活、设备投入不大,但在载人航天气象保障中应用仍存在不足:设备布设地点必须有移动通信运营商的基站覆盖,需缴纳通信使用费,数据安全很难保证。

### 3 导航定位卫星系统及在气象信息传输中的应用优势

北斗导航定位系统也称双星区域导航定位系统,它结合了卫星导航和无线电导航的优点,可为军事导航、公路交通、铁路运输、海上作业等提供全天 24 小时连续的导航定位和短信通信服务。

北斗导航定位系统是由两颗地球同步导航卫星、地面控制系统和用户接收机三部分组成。用户接收机分为指挥型用户机和普通型用户机,一台指挥型用户机可以管理若干台普通型用户机。指挥型用户机可以向下属普通型用户机进行数据和指令的广播,可以接收下属所有普通型用户机的数据和请求;普通型用户机间可以实现点对点的数据收发。

卫星导航定位授时系统应用已相当广泛,主要有车(船)导航、定位监控、大地测量、导弹和常规靶场测控等诸多应用领域,充分利用了系统的定位、授时功能。在定位、授时功能之外,北斗导航定位系统也具有短信息通信功能,其短信通信功能每次能够发送的数据量有限,但频次较高。

载人航天工程气象保障常用的基本气象水文数据的种类不多,包括:温度、湿度、气压、风向、风速、场强等气象要素,参数量一般不超过十个,而且传输时间通常每次在分钟到一小时,但气象水文数据采集设备分布较广,具有多级管理的特征。根据这种情况,采用基于北斗卫星的短信数字通信的方式是解决此类数据传输的最佳选择。这也是气象自动站一种全新的数据传输方式。

系统与气象数据采集设备的有效结合,能够较好地缓解目前载人航天任务气象数据传输中存在的几个问题。

(1)实时性强,系统入站可保证每秒 200 个用户同时并发通信请求,实时数据可在秒~分钟内

到齐。

(2)可业务化运行,由于我国拥有该系统完全自主知识产权,从而保证了国内用户利益不受国际形势变化影响,依托该系统的气象数据传输业务可业务化长期运行。

(3)由于系统本身具有时间统一系统,能够保证利用该系统进行数据传输时各采集单元的时间准确度。

(4)系统无缝覆盖中国全部国土区域,而且野外远端用户终端集成度高、外型小巧,安装简便;终端功耗小,还可适用太阳能电池供电;终端设计抗恶劣环境,维护简易,可在无人值守状态下工作,能较好地解决通信覆盖率的问题。

(5)完善的通信回执体制和系统本身采用的通信体制使得数据传输的可靠性、抗干扰性能够得到保证。

## 4 系统设计

我国自主研发的导航定位卫星系统在具备定位、授时功能的同时,兼备短信通信的功能,对于常规观、探测气象水文数据量小,实时性强的特点,有独特的传输优势。为完成载人航天任务的大范围、高时效的数据传输任务,我们设计和建设了基于这一系统的数据采集、传输、应用一体化业务系统—气象水文数据卫星传输应用系统。

### 4.1 系统总体结构

导航定位卫星通信终端分为指挥型用户机和普通型用户机。指挥型用户机可管理所属若干普通型用户机,监听所有下属用户机数据和指令。普通型用户机与数据采集设备接口,完成数据的远程传输。系统主要由气象水文数据采集系统、数据传输系统、数据综合应用系统组成。系统结构示意图如图 1。

### 4.2 气象水文数据采集系统

气象水文数据采集系统采集各试验场区自动气象站、浅层风测量塔等设备的气象水文数据。

数据采集设备将采集的数据通过数据接口设备,传输给与其相联的普通型用户机,用户机将数据发往卫星;用户机从卫星接收远程指挥机发来的配置信息,并转发给终端采集设备进行参数修改。

气象室配备指挥型用户机及数据处理计算机。气象室通过指挥机从卫星收集各终端采集设备的数据,并通过指挥机—卫星—用户机对所辖传输设备进行远程监控与维护。通过应用软件对接收到的各

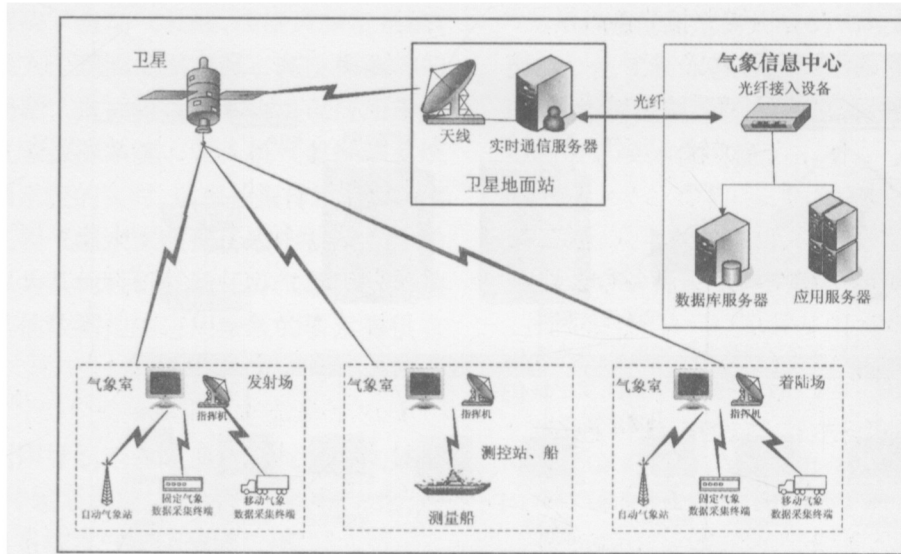


图 1 气象水文数据卫星传输应用系统总体结构示意图

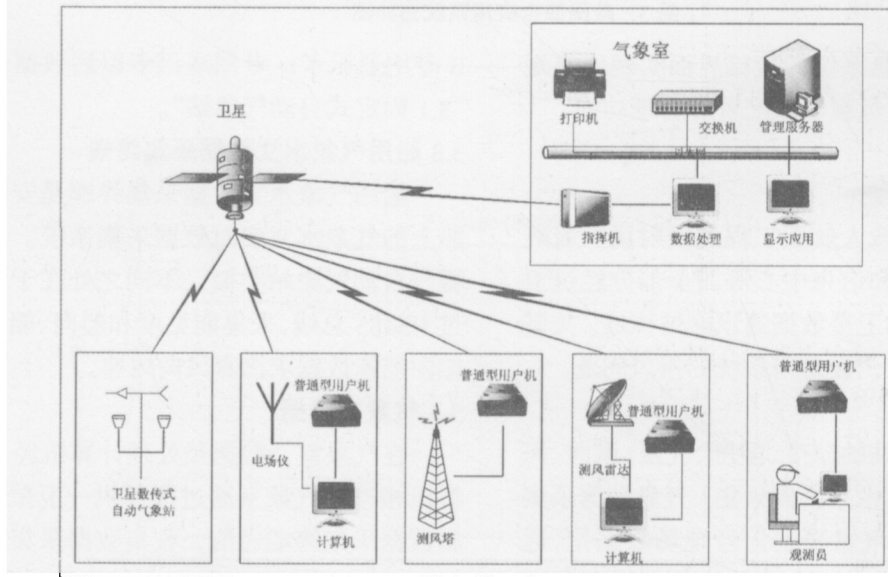


图 2 气象水文数据采集系统拓扑图

种自动化气象设备(自动气象站、测风塔、风廓线雷达、人工观测等)的数据进行处理和人工观测数据的格式化录入。系统拓扑图如图 2。

### 4.3 数据传输系统

数据传输系统将采集到的数据，转发到气象室和信息中心。

卫星接收到采集终端发来的数据后，将其发送给卫星地面站。卫星地面站进行分拣后将数据通过卫星发送到气象室的指挥机；同时将所有数据通过地面光纤链路发送到信息中心；卫星地面站通过逆向流程将信息中心发出的远程终端配置指令通过卫星发送到相应用户机，由用户机传输数据至采集终端，进行数据采集频率等参数的修改。

### 4.4 数据综合应用系统

数据综合应用系统主要完成气象水文数据处理、存储、查询分析、交互显示、基于地理信息系统管理等功能。系统拓扑图如图.3。

进行数据存储。气象水文数据库分为设备库和数据库。设备库包括设备参数描述、传感器参数、应用参数和传输数据格式；数据库的个数、种类由设备种类属性数据库决定，数据按设备库中的传输数据格式进行存储。

进行实时数据显示和历史数据查询，与卫星云图等气象信息进行交互显示，为预报员和指挥员提供多种可视化数据产品，是气象水文数据与预报保障人员的接口。

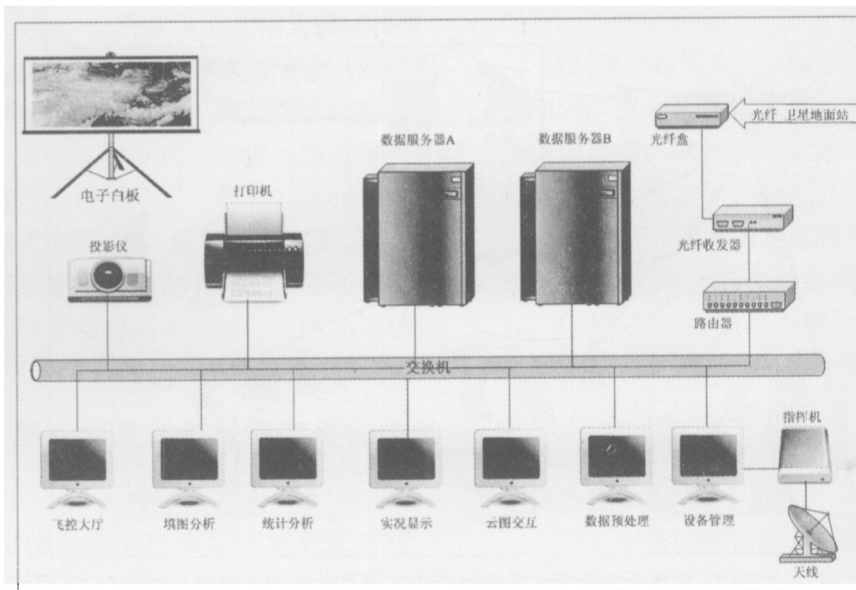


图 3 数据综合应用系统拓补图

通过基于地理信息系统的接口界面实现对终端采集设备的状态监控、远程参数配置等管理功能。

## 5 实现方式

整个系统由参与载人航天工程的发射场、着陆场、测控站气象系统和信息中心等四个部分经过卫星、卫星地面站提供的卫星数据通讯网络构成。关键要解决好各种观测、探测设备与系统的接口问题。

### 5.1 固定式自动气象站

固定式自动气象站的温度、湿度、气压、风向、风速、雨量传感器的数据由采集器采集。气象数据采集器将各传感器感应的气象要素信号现场数据化,通过 RS-485 通信口以半双工方式传给的数据预处理器。预处理器采集传感器测量的数据,按技术要求对数据进行处理后,经过 RS232 串行接口传送给 S/B 专用通讯卡。专用通讯卡将气象数据按卫星格式要求进行整理和编码,经另一个 RS232 接口将数据发送给普通型用户机,普通型用户机将数据经卫星传给卫星地面站,卫星地面站将数据通过卫星传输至气象室指挥机,通过光纤传至信息中心,并完成定位和对时等功能。

### 5.2 机动式自动气象站

机动式自动气象站数据采集器单元对大气温度、相对湿度、大气压力、风速、风向、指北传感器的信号进行控制、采集,测出温、湿、压、瞬时风速、风向,并计算得出露点温度、平均风速、平均风向等。采集器按设定的输出周期经 RS232 接口将数据发往 S/

B 专用通讯卡。专用通讯卡以后数据传输过程参见“3.1 固定式自动气象站”。

### 5.3 船用气象水文数据采集终端

船用气象水文数据采集终端是安装在近海测控船上的气象水文实时数据采集系统。其数据采集过程与自动气象站类似,不同之处在于预处理器还通过 RS485 总线,采集能见度和船向、船速数据。并由船向船速数据求出真风向风速。

### 5.4 气象室数据

在气象室,数据预处理计算机经 RS232 与指挥型机相连。气象室通过指挥机—卫星—用户机与所属数据采集终端通信,收集数据采集终端的实时数据,发送配置指令给数据采集终端。预处理器、现有的业务系统经局域网实现气象数据的相互调用。

## 6 结论与建议

神舟六号任务中,利用导航定位卫星系统建成的覆盖载人航天工程各参试部门的实时气象水文数据传输专用网,结合配套的应用软件系统,实现了从数据采集到综合应用一套完整的气象水文保障业务化平台。系统的建设一定程度上解决了目前气象水文保障过程中数据传输的时效性、长效性和有效性的难题,提高了载人航天工程气象水文数据传输能力。

利用导航定位卫星建设气象水文数据传输系统具有国内政策主导、通信回执体制完善、覆盖区域广阔及远端用户安装、维护简易等诸多优点。利用这一

平台目前已经解决了自动气象站、浅层风测量系统、风廓线雷达以及人工观测地面实况、高空探测等的数据远程传输问题，这一解决方案也可以应用于未来的系留飞艇气象探测系统、无人机气象探测系统等多种气象探测系统的实时、远程数据传输。这一技术在载人航天工程气象水文数据传输中初步应用的经验，希望可以为其他科研试验任务气象数据传输系统建设，或其他数据传输应用系统的研发提供有益的借鉴。

两点建议：

(1) 制定利用导航定位卫星传输气象水文数据的技术标准，使传输系统软、硬件通用化、模块化，加速导航定位卫星系统在气象领域的应用。

(2) 通过制定格式数据和控制报文，构建卫星数据链，使气象传感器与需气象参数支持的测控通信设备、指挥控制系统直接连通，加快气象信息与指挥控制信息一体化进程。◇

参考文献

- [1] 卢会国, 郭金慧. 基于无线传输系统的气象自动观测站探讨. 中国气象学会, 2005
- [2] 李永泉, 高成发. 北斗导航定位系统简介. 江苏测绘, 2001
- [3] 徐宁军, 陈战平, 冯智伟. GPRS 业务在自动气象站网数据传输中的应用. 气象科技, 2006
- [4] 地面气象观测规范, 气象出版社, 2003
- [5] 地面气象测报业务系统软件操作手册, 中国气象局监测网络司, 2005

(上接第 44 页)

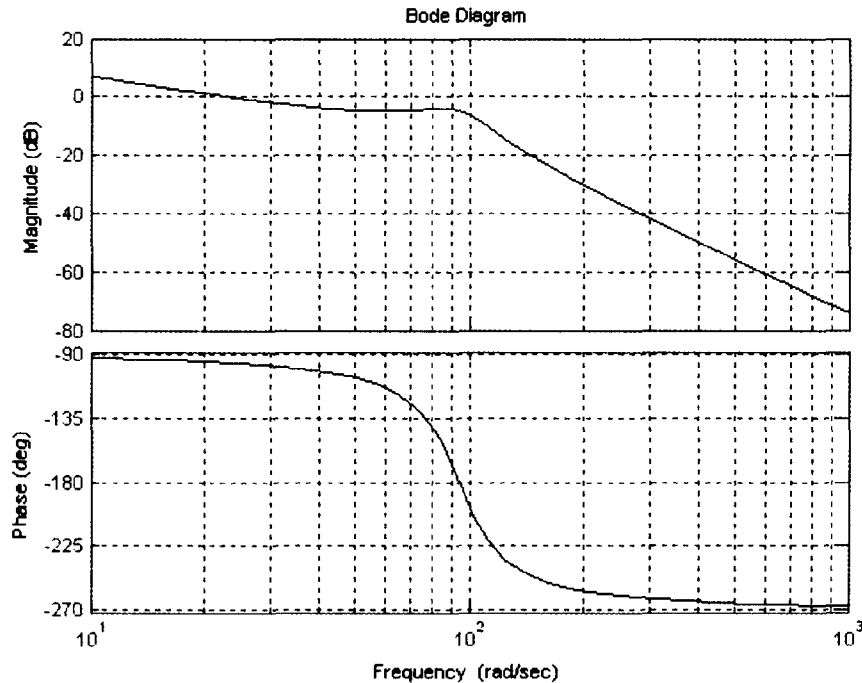


图 5 系统波特图

参考文献

- [1] 刘立军, 徐庚保, 运载火箭控制系统六自由度数字仿真研究, 航天控制, 1998, 3 期, P46-P47
- [2] 柴霖, 方群, 基于 MATLAB/SIMULINK 的鱼雷导引弹道仿真, 系统仿真学报, 2003, No.2, Vol 15
- [3] 徐明友, 弹箭飞行动力学, 北京, 国防工业出版社, 2003, P19
- [4] 李晓娟, 蔡远文, 陈勇, 运载火箭控制系统模拟仿真研究, 指挥技术学院学报, 2002, 1 期, 11 卷
- [5] 薛定宇, 陈阳泉, 基于 MATLAB/SIMULINK 的系统仿真技术与应用, 北京, 清华大学出版社, 2002