

基于北斗卫星的航天器监控系统数据通信技术

熊文俊^{1,2}, 赵 辉^{1,2}

(1. 河南理工大学, 河南 焦作 454003; 2. 河南广播电视大学, 郑州 450008)

摘要: 传统的通信技术在航天器监控系统上通信信号接收清晰率差, 监控系统数据通信效率低, 针对上述问题, 基于北斗卫星研究了一种新的航天器监控系统数据通信技术, 通过数据参数收集、数据指令查找、数据通信收集实现航天器监控系统通信数据收集, 采取基于信息语言表述方式, 进行航天器运行时间实时数据传输控制, 利用矢量计算和精度分析确定航天器监控系统通信数据; 对比实验结果表明, 基于北斗卫星的航天器监控系统数据通信技术通信信号接收清晰率高, 在数据通信时间为 20 s 与 40 s 时, 文章数据通信比传统数据通信效率均高出 27%。

关键词: 北斗卫星; 航天器监控系统; 数据通信; 通信技术

Data Communication Technology of Spacecraft Monitoring System Based on Beidou Satellite

Xiong Wenjun^{1,2}, Zhao Hui^{1,2}

(1. Henan Polytechnic University, Jiaozuo 454003, China;

2. Henan Radio and Television University, Zhengzhou 450008, China)

Abstract: The traditional communication technology has poor clarity of communication signal reception on spacecraft monitoring system, and the data communication efficiency of monitoring system is low. Based on the above problems, a new spacecraft monitoring system data communication technology based on Beidou satellite is studied. Collection, data command search, data communication collection to achieve spacecraft monitoring system communication data collection, based on information language representation, spacecraft real-time data transmission control, vector computing and accuracy analysis to determine spacecraft monitoring system communication data. The experimental results show that the data communication technology based on Beidou satellite's spacecraft monitoring system has a high clear rate of communication signals. When the data communication time is 20 s and 40 s, the data communication efficiency of this paper is 27% higher than the traditional data communication efficiency.

Keywords: Beidou satellite; spacecraft monitoring system; data communication; communication technology

0 引言

在现代计算机技术发展过程中, 利用计算机进行航天器监控的优越性逐渐明显^[1]。北斗卫星系统作为一种导航型系统, 具备全天候为使用者提供精确度高、定位可靠性大、导航性能强的服务能力, 其在监控领域的作用更加重要^[2]。航天器的发展对于国家的发展作用较为重要, 各国对于航天器监控系统数据通信技术也较为重视, 并相继进行了航天器监控系统的开发。例如美国的 GenSAA 系统以及欧洲的 PHMA 系统, 相对以上国家, 我国对于航天器监控系统的研究依旧处于起步阶段。

航天器终端一般采用机器自动追踪方法进行系统监控, 在追踪过程中, 利用双方向线路进行机器性能稳定, 并依据航天器所发出的天线进行监控系统的数据通信, 但航天器的准确位置以及具体形态无法在追踪中获取, 影响监控系统数据通信进程, 缺少对获取数据通信的角度计算, 传统数据通信技术中对于此问题的解决效果较差^[3]。为此,

针对以上问题, 本文研究了一种新式基于北斗卫星的航天器监控系统数据通信技术, 对此些问题进行研究改善。

本文首先通过对监控系统的数据进行初始收集, 过滤无关数据信息, 降低数据整体冗余度, 进一步加强系统的数据通信效率, 在收集数据后, 将数据传输至中心处理器中, 利用 DAMS 性能, 运行 Windows 系统, 并添加 VC 平台开发技术, 对数据进行整合式传输, 降低传输过程中的数据损失率, 进一步提高整体系统的工作效率, 最后对传输数据进行数据通信计算, 单独计算其指向角, 并进行计算信息精度分析, 矢量计算与分析相结合, 提高了系统技术性能, 进一步增强监控系统数据通信效率。

该技术在一定程度上降低了无关数据的影响, 降低初始收集数据冗余度, 减少系统运行时间, 进一步提高了监控系统数据通信效率, 强化系统技术, 增强了数据通信信号接收清晰度, 能够更好地为使用者所使用。

1 航天器监控系统通信数据收集

航天器的监控系统数据收集需要经过专业的数据综合检测, 本文利用分系统控制检查以及分系统时间空间匹配对航天器进行数据通信信息收集, 并辅助模拟飞行激励系

收稿日期: 2019-10-16; 修回日期: 2019-11-01。

作者简介: 熊文俊(1989-), 女, 河南信阳人, 硕士, 主要从事数字图像处理与软件开发技术方向的研究。

统进行工作激励, 根据预定的收集参数进行数据的收集存储^[5]。其航天器状况图如图 1 所示。

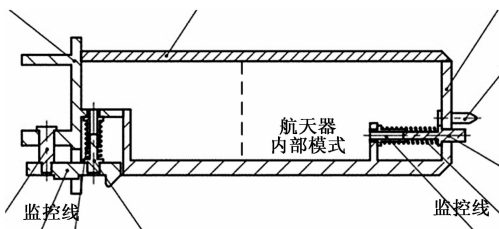


图 1 航天器状况图

由此可以得出, 航天器数据收集主要包括以下几个步骤:

1) 数据参数收集。在当前航天器工作情况下, 判断收入数据是否位于预定的参数范围之内, 并由此检查航天器辅助装备正常运行状况下的参数数值是否随运行状况的变化而改变, 若改变, 则进行下一步的工作模式识别, 由所判读的参数数值确定该数据是否符合所需模式预期值状态, 并进行数据预处理收集。

2) 数据指令查找。在经过数据预处理收集过后, 进行指令查找, 根据航天器所接受的数据指令, 查找其相关指数, 并视具体情况进行指令查找出发点的判断。

3) 数据通信收集。指令查找结束后, 可利用其结果在航天器运行过程中实现动态运行监测, 在检测过程中收集航天器发送的数据通信信号, 并指定飞行时刻的飞行状态, 设置运行起始点为事件 J, 运行动作发生后的具体参数为 JF。

2 航天器监控系统数据通信传输

监控系统在获取所需数据后, 需向中心系统进行数据的传输, 利用 DAMS 的运行技能, 将监控网络与主技能检测机进行连接, 并根据系统提供的使用者界面信息进行描述参数处理, 以不同的设定参数规定航天器的检测数据需求, 在传输过程中要特别注重数据的及时性反应性与传输完整性的保持, 利用 IF P THE 的数据传输方式, 辅助数据监控引擎对传输数据进行解释处理, 并对系统分类, 按照分类后的系统设置属性编辑区域, 支持不同的网络数据操作模式, 其主要操作如下:

1) 采取基于信息语言表述方式, 进行航天器运行时间实时数据传输控制, 经由引擎手机指令并向下进行下行数据的信息指令传达, 利用监控驱动部件, 将数据进行完好传输, 航天器在接收传输中进行进行相应动作, 其图示如图 2 所示。

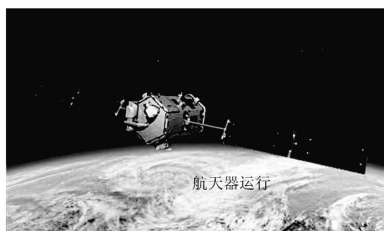


图 2 航天器相应动作图

效果分析, 并不断从中提取系统反映时长与反应动作等基础数据, 由于采集的数据在传输过程中具备一定的数据反映周期, 为此, 需利用传输引擎解决数据传输指令与下行数据传输不同步的问题^[6]。

3) 进行数据的传输结构化编程, 拓展传输数据的系统文件形式以及系统的基础框架组织, 实现对收集数据的通信传输^[7]。

3 航天器监控系统数据通信计算

3.1 数据通信矢量计算

在数据传输后, 对所接收的数据进行通信计算, 将航天器追踪位置信息设置为时刻、经纬度与高度数据几个数据, 并计算惯性运动条件下的航天器具体位置与形态变化数据, 其中, n 时刻航天器具体位置图如图 3 所示。

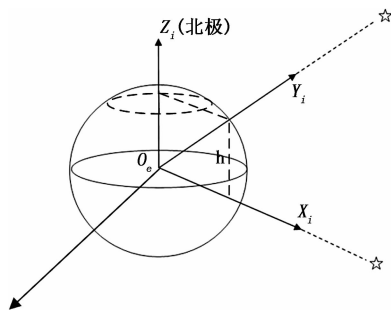


图 3 n 时刻航天器具体位置图

设置其经度为 φ , 纬度为 λ , 高度为 h , 地球半径为 r , 由图中可以获得 n 时刻航天器的具体位置矢量:

$$\begin{aligned} x_1 &= (r+h)\cos\lambda\cos(\varphi+\lambda) \\ y_1 &= (r+h)\cos\lambda\sin(\varphi+\lambda) \\ z_1 &= (r+h)\sin\lambda \end{aligned} \quad (1)$$

依据北斗卫星对航天器运动行为追踪的位置矢量对航天器运行轨道根数的积分运算, 将航天器位置作差, 并获取结果运算后的指向矢量, 在此基础上对数据结果进行坐标系变换修整, 保证航天器地理位置坐标系, 航天器机体体系以及三轴姿态角度固定, 设置 φ 为俯视仰角, μ 为航天器路线角, γ 为机械滚动角, λ 与 ν 为天线安装角航天器的相对指向矢量依据地理地图图像定点技术与航天器机体坐标系数量进行计算, 并得出在此计算程序下的指向矢量, 按照此时航天器运行的位置以及运动速度进行惯性运动地理坐标系的矩阵转化, 在得到航天器三轴姿态角后, 按照欧拉旋转定理获取地理坐标系与航天器机体体系坐标系的矩阵变化, 并由天线指向矢量向坐标系转变^[8]。

在航天器天线机体体系与坐标系相重叠的情况下, 获取了航天器天线的地理坐标指向矢量, 由此获得航天器天线坐标控制下的指向矢量数据信息。进一步依据航天器地理位置坐标系转换确定天线坐标系下的对应位置指向矢量, 此矢量处于航天器天线之间, 其中指向矢量与指向角之间的关系如图 4 所示。

图 4 中设置坐标系为航天系具体位置机体系, W 为航

2) 在响应动作进行后, 对数据传输的信息进行记录与

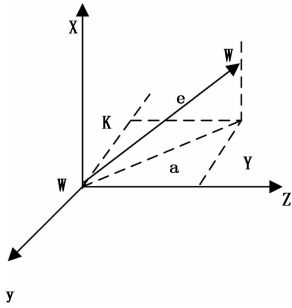


图 4 指向矢量与指向角关系图

天器, 卫星监控为 ω , 追踪角度为 K , Y 为追踪仰视角。由于航天器的指向角坐标系由几何关系确定, 确立追踪角度范围为 -90° 至 90° , 追踪仰视角范围为 -180° 至 180° , 确定航天器体系坐标追踪角度与追踪仰视角之间的关系。由此, 得出航天器体系具体指向向量参数, 由此进行下一步的分析。

3.2 数据通信精度分析

在进行数据指向矢量计算后, 对追踪过程的航天器指向角进行失误统计分析, 并由此进行追踪航天器的数据通信精度分析, 统计数据信息涵盖航天器指向失误变换范围, 变换平均值以及标准差值等, 进一步利用追踪过程的航天器实时监控地理位置的返回路线以及航天器此时此刻的理论指向角精度, 并与航天器实时监控系统的返回路线天线控制角进行对比, 实时进行航天器指向精度计算, 并保证航天器追踪过程中使用者目标以及卫星准确指向的确定性。航天器的实时监控系统测量的数据大致为 1 帧/s, 为此, 监控系统数据通信精度的遥控测试数据指向计算失误偏差控制为 1 秒/次^[9]。

由于航天器仰视角与方位变化角的指向失误偏差主要经过指向精度与航天器返回行路指向角相差进行。本文航天器时空失误偏差以理论结果的指向矢量与实际测试的指向矢量之间的夹角为准, 并按照实时监控测量的航天器指向角进行反向计算, 并得到在此条件下的坐标系实际指向矢量精度分析, 最终根据计算理论结果下的指向矢量与实际指向矢量夹角, 获得时空状态下的指向角失误偏差, 测得的测量数值大于零, 监控系统下航天器图示如图 5 所示。

进一步由航天器方位角度与仰视角进行监控系统数据通信失误偏差精度分析, 航天器天线在监控系统自动追踪情况下能够精准的完成对航天器的数据通信监控, 其中航天器方位角的失误偏差范围控制在 -0.3° 至 0.7° 之间, 仰视角的失误偏差范围控制在 -0.3° 至 0.2° 之间, 方位角的失误偏差稍大于仰视角, 造成此现象的原因在于航天器在运行过程中受飞行姿态的影响较大, 并掺杂气体流向、控制状态等因素, 为此, 需要对指向精度失误偏差的范围进行随机性的判断。依据航天器指向精度失误偏差确定航天器在二维空间平面下的范围转变为 0.6° 以下, 并获取最终数据通信精度分析角的失误偏差值为 0.376° , 航天器方位角与

仰视角的失误偏差变化为 -1° 与 1° 之间^[10]。

4 实验研究

4.1 实验目的及方法

为了检测本文基于北斗卫星的航天器监控系统数据通信技术的通信效果, 与传统通信技术进行对比, 并分析实验结果。建立航天器监控系统数据通信模型, 根据模型设定实验参数, 将本文基于北斗卫星的航天器监控系统数据通信技术与传统航天器监控系统数据通信技术的参数调整为设定参数, 对比两种技术的通信信号接收清晰率、监控系统数据通信效率。

4.2 航天器监控系统数据通信模型建立

针对航天器监控系统数据通信所需的精度管理与需求分析的特殊性, 对其进行数据通信技术分析, 并构建航天器监控系统数据通信模型, 如图 6 所示。

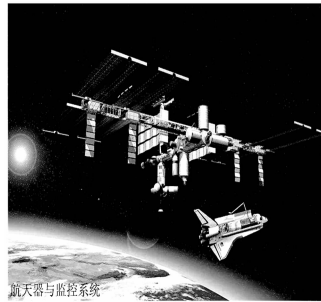


图 5 监控系统下航天器图

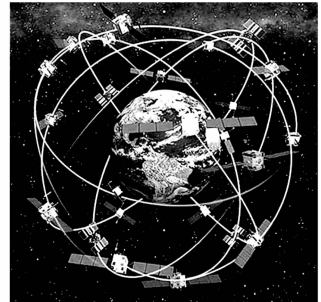


图 6 航天器监控系统数据通信模型图

根据上述数据通信模型, 进行实验参数的设定, 如表 1 所示。

表 1 实验参数表

项目	参数
数据测量	矢量测量
辅助角	天线安装角
方位角误差	$-0.5 \sim 0.8$
采点方法	样点采集
系统模式	自动跟踪
平台	VC
监视方式	参数监视
运算方法	逻辑运算
参数判别	预期值判别
系统辅助研究部分	DAMS

4.3 实验结果与分析

根据上述数据通信模型进行实验对比, 将本文基于北斗卫星的航天器监控系统数据通信技术的通信效果与传统航天器监控系统数据通信技术的通信效果进行比较, 得到的通信信号接收清晰率对比图及监控系统数据通信效率对比图如下。

4.3.1 通信信号接收清晰率对比图

对比图 7 可知, 在相同的参数条件下, 本文通信信号

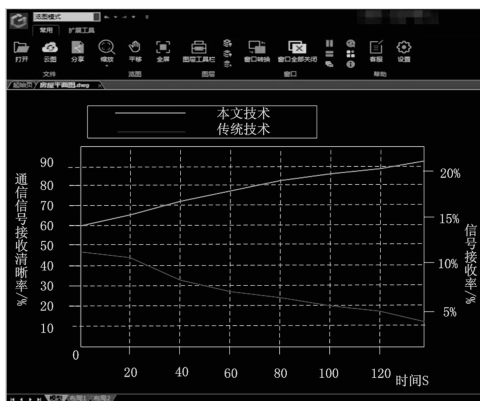


图7 通信信号接收清晰度对比图

接收的清晰程度较高,原因在本文采取多模式监视以及数据指数精度分析,对所进行收集的数据进行指数向量计算,更加清晰系统所需分析数据的原始图像,减少了无关因素对数据通信图像的影响,进一步提高系统运行过程中对数据通信信号接收的清晰度。而传统监控系统数据通信技术对数据处理的过程较为简单,不具备以上步骤,导致数据通信信号接收的清晰度较低。

4.3.2 监控系统数据通信效率对比图

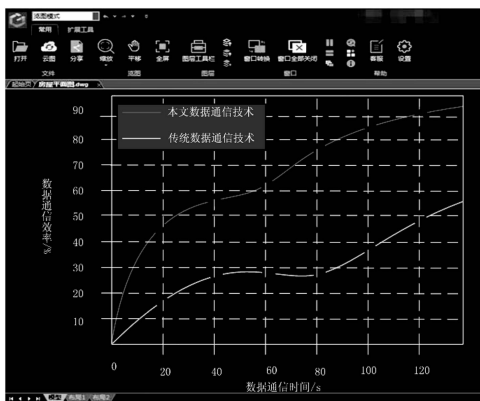


图8 监控系统数据通信效率对比图

对比图8可知,在数据通信时间为20s时,本文数据通信效率为45%,而传统数据通信效率为18%,在通信时间为40s时,本文数据通信效率为55%,而传统数据通信效率为28%,造成此种差异的原因在于本文选用产生式表示规则对数据进行加工处理,在通信过程中降低数据损耗度,不断更换数据旧体,一定程度上减少不必要的系统操作支出,进一步提高了监控系统的数据通信效率。

在此后的实验中,随着实验时间的不断增加,本文数据通信效率不断提高,且一直处于传统数据通信效率的上方,此种现象的形成原因在于,本文数据通信技术相较于传统通信技术采取了矢量计算与数据指向角精度分析,进一步提高系统的技术性能,加大了数据分析的基础研究,能够在一定时间内提高系统的整体数据通信效率,降低通信所需时间,并提供良好的数据通信环境,为下一次的数

据通信进行预先处理。而传统数据通信技术对此步骤的处理较差,数据通信效率提高较缓慢。

经过以上对比分析可知,本文基于北斗卫星的航天器监控系统数据通信技术的通信信号接收清晰率与数据通信效率高于传统航天器监控系统数据通信技术,在较大程度上降低了外部干扰因素的影响,加大了系统的技术投入,并按照收集的数据进行了分类分析处理,减低数据冗余度,在处理环节中注重循环开发与利用,推广的空间更大。

5 结语

本文在传统技术研究的基础上研究了一种新式基于北斗卫星的航天器监控系统数据通信技术,该技术的通信效果明显优于传统技术。

本文首先对所需数据进行数据初采集,利用数据监视综合测试技术,在较大程度上降低了数据的冗余度,为下一步数据的传输做好铺垫。在数据传输的过程中,采用DAMS技术,先对数据进行加工转化,再进行相关数据传输,能够减少数据的不必要操作损失,进一步提高数据通信的信号接收清晰度,最后对传输至系统的数据进行数据通信的计算,从矢量计算与精度分析两方面出发,计算出适宜的最佳方案,以此提高整体数据通信效率,减少通信时间。

相较于传统技术,本文技术在较大程度上降低了不必要因素的干扰,提高了数据的信号接收清晰度,简化了操作过程,增加了整体技术参与,提升技术性能,降低了通信时间,进而提高了数据通信的效率,具备更为宽广的使用市场及更大的消费需求。

参考文献:

- [1] 刘春明,梁晋,贾平. 基于北斗卫星通信平台的电力机车远程实时监控[J]. 铁道机车车辆, 2018, 25(6): 40-43.
- [2] 赵云峰,武壮,戴永成. 基于北斗卫星的船舶监控系统的数据通信技术开发[J]. 舰船科学技术, 2018, 66(3A): 97-99.
- [3] 付瑶,温酬钦,孙汉威,等. 基于北斗卫星通信技术的自动抄表系统研究[J]. 自动化与仪表, 2018, 33(4): 105-108.
- [4] 冯国亮,李春来. 基于北斗卫星的太阳能资源监测系统设计[J]. 现代电子技术, 2018, 41(2): 71-74.
- [5] 李兆伟,张涛,楚占锋. 基于北斗卫星通信的计量自动化系统解决方案的研究[J]. 信息系统工程, 2018, 293(5): 128-130.
- [6] 李小汝. 基于北斗导航卫星系统的应急卫星通信链路接入技术研究[J]. 北华航天工业学院学报, 2019, 24(4): 4-7.
- [7] 李华,吕岳卿,陈智博. 基于北斗卫星导航系统的数据安全应用[J]. 网络安全技术与应用, 2017, 66(7): 78-79.
- [8] 连林珍. 基于北斗的通用航空指挥监控系统的应用研究[J]. 无线互联科技, 2017, 66(7): 5-6.
- [9] 于泓博,石磊. 基于北斗卫星的森林火灾监控终端设计[J]. 计算机测量与控制, 2019, 20(4): 991-993.
- [10] 王洪峰,李强,羌胜利. 中继卫星支持航天器实时精密定轨技术研究[J]. 航天器工程, 2019, 25(2): 113-119.