

空间站信息系统与光纤通信技术*

邱琪** 宋玉娥 阳树宗

(电子科技大学宽带光纤传输与通信系统技术国家重点实验室 成都 610054)

【摘要】 描述了空间站信息系统由信息功能和支持功能构成。在空间站这个特定的应用环境中, 光纤通信技术具有比电缆更宽的传输带宽、超强的抗辐射和抗电磁干扰能力; 并具有极小的体积和重量。该特点在空间站信息系统和管理系统中发挥了重要的作用。

关键词 空间站; 信息系统; 信息功能; 支持功能; 光纤通信技术

中图分类号 TN929

近年来随着信息技术突飞猛进地发展, 它已经深入到社会生活的各个领域。电话、电视、INTERNET 等业务得益于光纤通信技术在带宽、传输距离、传输质量的支持。在空间站站内通信控制系统中, 光纤通信技术发挥了重要作用: 1) 光纤体积小重量轻, 降低了空间站起飞重量; 2) 光纤传输带宽大, 可取代若干同轴电缆; 3) 光纤具有超强的抗辐射和抗电磁干扰能力, 是外层空间最佳的传输介质。

1 国际空间站概述

国际空间站是有史以来最庞大、最复杂的国际科学计划, 以美国为首的西方16国是该项目的参加者。国际空间站的规模将达到俄罗斯空间站的4倍, 其总质量约为470 t, 宽108 m, 长88 m。其太阳能电池能为6个国际实验舱提供能源。该空间站运行轨道允许国际合作伙伴发射宇宙飞船, 为空间站提供给养和运送宇航员, 并完成观察地球85%的面积和95%的人类聚居地的任务。1998年, 大约220 t的空间站元部件在世界的各个工厂完成设计生产, 并投入使用。

美国负责开发研究空间站关键元部件, 这些关键元部件包括: 3个连接模块或节点, 1个实验舱、整流罩, 4组太阳能电池、生活舱, 3对适配器, 1个圆顶, 1个无压力后勤运载器和1个离心模块。同时美国还致力于开发研究如热控制、生命支持、导航、航行和控制; 数据处理; 通信与跟踪; 地面运行设施和发射位置处理设备等等系统。其国际合作伙伴加拿大、日本、欧洲宇航局和俄罗斯等国, 主要在以下几个关键技术方面进行开发研究: 加拿大提供16 m 长的机械臂用于完成空间站组装和维护任务; 欧洲宇航局负责建立密封舱; 日本致力于外部联系平台的研究; 俄罗斯提供2个研究舱、生活服务舱、太阳能电池组、后勤支援、Soyuz 宇宙飞船等重要设施; 巴西、意大利为系统配套一些设备^[1]。

2 空间站电子信息系统及功能

空间站的主舱是功能货物舱, 连接空间站的各个实验舱及生活舱, 主舱内部装有导航、通信、姿态控制、温度控制等多种设备。空间站还包括连接舱、实验舱、服务舱及移动服务系统等, 连接舱用于储存货物和电力, 实验舱可以进行生物、医学、环境、材料加工等多种学科的科学实验。目前正在建立的国际空间站长88 m、宽108 m、重470 t, 由6个实验舱、1个居住舱、2个连接舱、服务系统及运输系统组成。

2000年5月25日收稿

* 国家科委863高科技项目

** 男 34岁 硕士 副教授

图1描述了空间站信息系统，具有信息功能和支持功能。系统信息功能包括空间-地面通信、站内通信、有效载荷和数据采集、数据格式处理和储存、纠错功能和宇航员接口等；系统支持功能包括无线电通信、姿态、导航和航行控制、电能控制、热控制、火探测与防止、生命支持、环境控制和机械控制等。

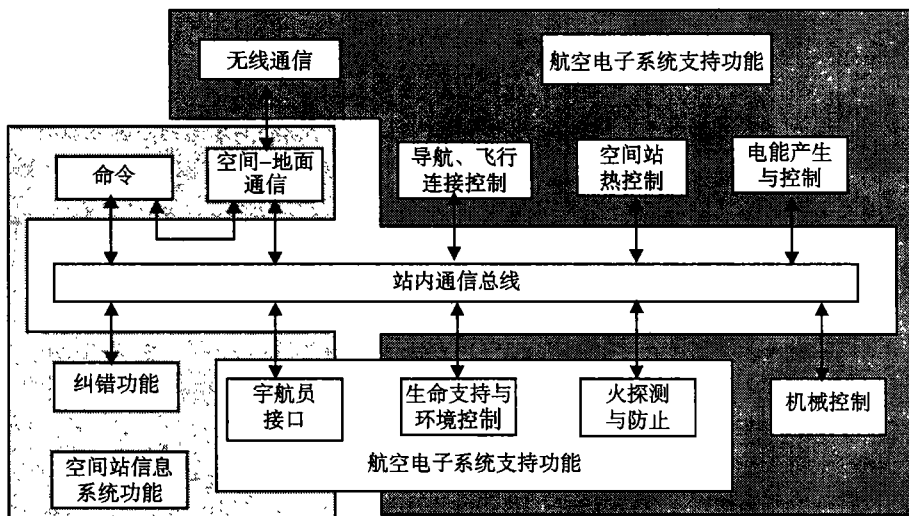


图1 空间站信息系统

空间站信息系统是一个非常复杂并支持多种业务的系统，涉及的技术包括：指令集设计(ISA)、数据处理(DSP)、数据总线、串行输入/输出接口、试验接口、模块封装、模块连接、高级编程语言、操作系统(OS)和空间环境因素等。

空间站数据总线是整个系统中最重要的一部分，由以下几种数据总线共同组成：标准数据总线(低速)、测试维护总线、高速数据总线、并行数据总线、传感器分布网络、视频数据分布网络和数据网络。

在空间站这一个特定的应用环境中，若将各个子系统集成为一个空间站信息与控制系统是最为理想的境界。虽然这样会面对许多难题，但光纤技术会越来越多地运用在空间站各个电子子系统中。这主要得益于光纤通信技术的卓越优点：具有比电缆更宽的传输带宽，超强的抗辐射和抗电磁干扰能力；拥有极小的体积和重量，是空间站首选的信息传输介质^[2-4]。

3 光纤通信技术在空间站的运用

光纤通信技术具有传输频带宽、强抗干扰能力、体积小和重量轻等优点。这些特点都使光纤通信技术越来越多地运用在空间站中。其应用范围分为：1) 点到点的光纤数据传输系统(替代常规的同轴电缆)；2) 高速率的数据网络系统；3) 飞行及控制系统；4) 更轻便快捷的系统结构。

光纤通信技术在航天领域的应用经历了缓慢的发展过程。最先使用数据率为1 Mb/s 的 MIL-STD-1773低速数据总线，由于其速率低、成本高而未被广泛采用。后来又推出了速率高达100 Mb/s 的 FDDI 分布式光纤数据接口。近几年光纤通信发展非常迅猛，如 SDH、ATM、WDM 技术在地面系统中相继实用化，成为通信领域的主导技术，这些技术都可以为空间站信息系统服务。

3.1 多业务和多功能光纤传输系统

图2为总体技术方案示意图，包括多业务1 Gb/s 高速光纤数据传输系统(高速数据链路)和多功能光纤数据采集与控制系统(低速数据链路)。高速数据链路完成多种业务数据并行输入(16个并行信道，速率为19.2 kb/s~60 Mb/s)，进行并串转换将速率提高到1.2 Gb/s 送至光发射机，注入光纤传输；同理在接收端先由光接收机实现光电变换，再恢复成多种数据信号输出。该系统具有端口可扩展性和进行双向传输的能力。低速数据链路主要完成对各种模拟信号的采集(A/D)，模拟信号的输出(D/A)以及8路开关

量信号的采集输入与8路开关量信号的控制输出。它可以作为空间站各类传感器、自动控制、报警和状态监控等信号的有效传输手段，且低速数据链路可以方便接入高速数据链路传输。

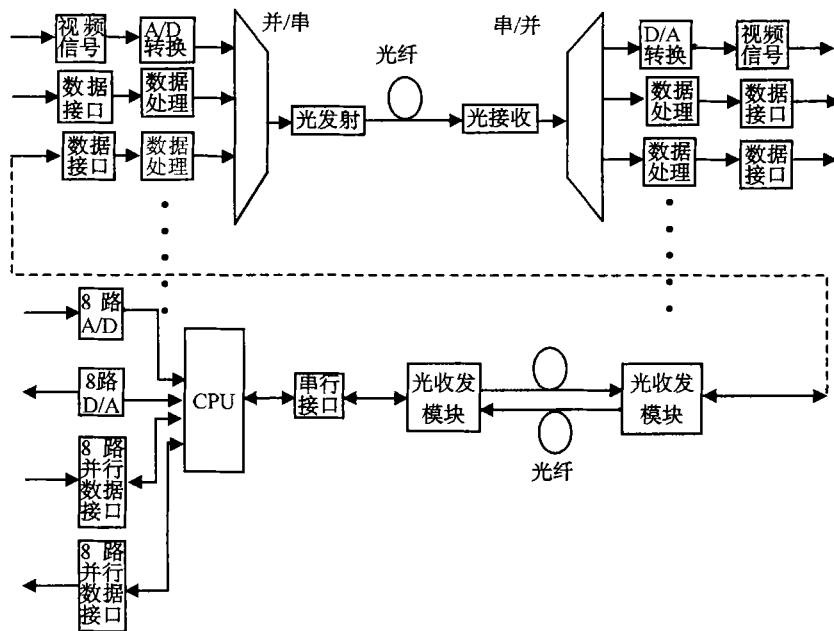


图2 多业务和多功能光纤传输系统原理框图

3.2 SDH 光纤信息传输平台

图3为 SDH 光纤传输系统示意图。SDH 具有许多独特的优点，如可靠性、抗毁性、接口及上下线路灵活等。SDH 传输平台可以根据需求设计不同的光纤传输速率，目前标准化组织推出的速率为155 Mb/s、622 Mb/s、2.488 Gb/s 和10 Gb/s 等多种标准，可以方便升级复用。多个 SDH 光节点即构成 SDH 光纤传输总线或 SDH 环，每个光节点可以非常方便地上下数据业务，图像、数据、语音通过专门的接口接入 SDH 系统^[5,6]。

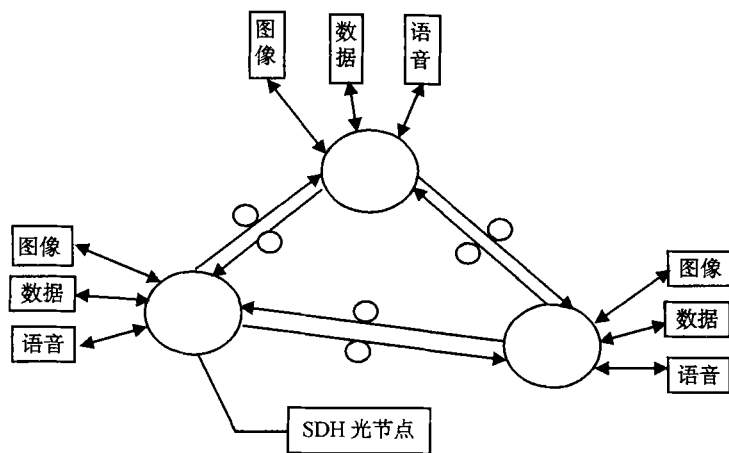


图3 SDH 光纤传输平台

4 实验结果

我们在对图2所描述的系统进行实验研究中，系统的高速数据链路采用300 m 单模光纤，低速数据链路采用300 m 多模光纤。高速数据链路完成了16个数据通道、传输速率为19.2 kb/s~60 Mb/s 的实验研究，其误码率小于 10^{-9} 。并利用每两个信道传输一路彩色电视信号(PAL 制式)，传输主要技术指标为：信噪比(SNR)>65 dB，微分增益(DG)≤±1%，微分相位(DP)≤±1，该系统可同时传

输8路视频信号。实验研究证明该系统能对多种不同速率的数字信号和模拟信号在一根光纤中高速传输。低速数据链路完成了8路模拟信号的采集(A/D)和8路模拟信号的输出(D/A), 以及8路开关量信号的采集输入与8路开关量信号的控制输出。本文还对图3的 SDH 平台进行了理论分析研究, 证明了系统的可行性。

5 结束语

光纤通信技术以其独特的优势在空间站及航天领域发挥着积极的作用。光纤通信技术在空间站信息和管理系统的运用将极大地提高和完善空间站信息传输功能, 同时大大降低空间站的起飞重量, 提高通信服务质量。

参 考 文 献

- 1 <http://www.nasa.org>
- 2 Zhang Jian Guo. New optical fiber data buses for avionics application. IEEE, 1992, 0-7803-0820-4/92
- 3 Smith J F. A summary of spacecraft avionics function. IEEE, 1993, 0-7803-1343-7/93
- 4 Borky John M. An advance spacecraft avionics architecture. IEEE, 1996, 0-7803-3196-6/96
- 5 韦乐平. 光同步数字传输网. 北京: 人民邮电出版社, 1993
- 6 李乐民, 谭真平. 信息高速公路与 ATM 网络技术. 电子科技大学学报, 1994,23(2): 197~201

Fiber Optical Communication and Information Systems in Space Stations

Qiu Qi Song Yu'e Yang Shuzong

(National Key Lab of Optical Fiber Transmission and Communication Networks, UEST of China Chengdu 610054)

Abstract In this paper, space station information systems are described, including avionics supported functions and information system functions. In space stations, the technology of fiber optical communication has its own advantages: wider bandwidth fiber than coax cable; capable of anti-radiation and anti-electromagnetism; small volume and light weight of the optical fiber, etc., which play a key role in information systems and administration systems in space stations.

Key words space station; information system; supported functions; information system functions; fiber optic communication