

SOLACOS: 德国空间光通信系统*

周宇** 石力

(电子科技大学应用物理所 成都 610054)

【摘要】 综述了德国空间光通信系统 SOLACOS 计划的总体设计思想, 发展计划与技术特点。SOLACOS 计划着眼于满足未来不同用户对空间光通信系统的要求, 立足于现有技术, 建立计算机仿真模型和一个实验模拟系统, 该系统可在室内模拟卫星间通信, 通过实验及仿真系统的分析, 确定并发展了该空间光通信系统的关键技术。

关键词 空间光通信; 空间固体激光通信计划; 仿真
中图分类号 TN929. 1

SOLACOS (Solid State Laser Communications in Space) 是空间固体激光通信的缩写, 是由德国政府支持发展的高码率卫星间激光通信计划。该计划开始于 1989 年, 现已建立了完整的计算机仿真设计系统, 同时制造了一套用于测试的实验模拟系统。该系统主要由两个光通信终端及各自的实验平台组成, 一个终端采用 1 064 nm 的 YAG 激光器, 以 650 mbps 码率传输数据的, 另一终端采用 810 nm 的半导体激光器为光源, 通信速率是 10 mbps, 实验平台可以模拟卫星的相对运动和抖动。通过计算机仿真与进行的测试, 确定和发展了用于未来卫星间通信的关键技术。

1 SOLACOS 计划发展思想

SOLACOS 计划的规划者认为, 不同类型的卫星间通信比如说轨道间链接 (IOL), 卫星间链接 (ISL), 低轨道卫星间链接, 同步卫星间链接需要不同的激光通信终端, 因此 SOLACOS 计划在发展空间光通信系统必需满足下列要求:

- 1) 系统在选择光通信技术时有一定的灵活性;
- 2) 提供一个空间光通信的仿真模型, 可以非常逼真地模拟星载光通信系统;
- 3) 尽可能地使用成熟的技术。

SOLACOS 发展空间光通信计划主要分为两个阶段, 如图 1 所示。

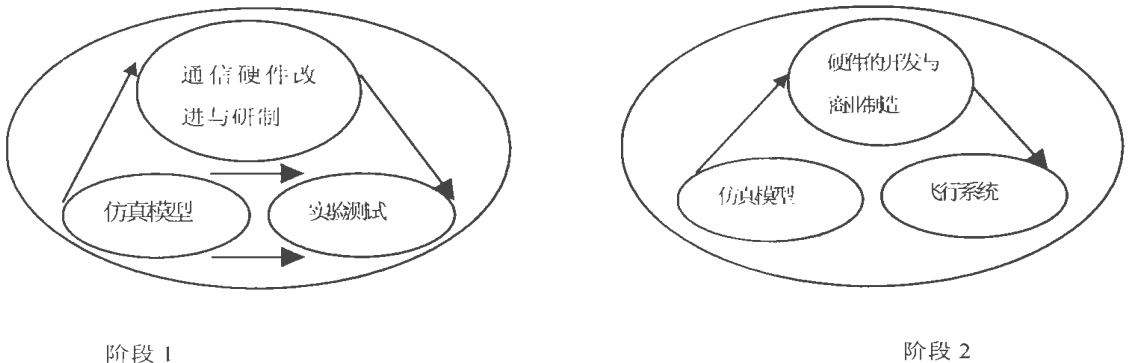


图 1 空间光通信计划示意图

阶段 1: 仿真与实验模型的建立

1998 年 7 月 14 日收稿

* 国防科研基金资助项目

** 男 26 岁 硕士 讲师

主要包括两个主要步骤: 1) 建立系统仿真模型; 2) 建立系统实验模型。

SOLACOS 系统要求是按 ESA DRS 方案设计的: 以 650 mbps 的码率由 LEO 向 GEO 传输数据。SOLACOS 发展了一套全系统的仿真软件, 模拟卫星通信时遇到的各种情况, 这是 SOLACOS 第一阶段的重要步骤。在实验室内建立与之相应的实验模型系统, 通过计算机仿真结果与在实验模型上所测结果对照, 不断修正仿真模型。

由于受到经费的限制, SOLACOS 系统在第一阶段尽可能地使用现成的技术, 把技术开发与硬件研制仅限于绝对必要的地方。对达不到要求的硬件进行改进工作, 对所有的相关元件测试其特性, 根据所得数据进行仿真。

阶段 2: 应用

根据用户对空间通信系统的要求, 计算机仿真可以决定系统的最佳设计方案, 计算出制造所需时间及造价, 决定系统所使用元件是使用已有的产品, 还是需要改进或者重新开发。

2 仿真模型

发展一套计算机仿真系统是 SOLACOS 计划的重要组成部分。系统要求拥有这些功能: 1) 仿真光端机所在卫星的相对运动; 2) 优化设计控制系统与系统参数; 3) 优化 APT 传感器, 光学系统与整个系统布局设计; 4) 仿真不同方案对技术的需求。

最后一点对 SOLACOS 计划非常重要, 因为将用该系统分析不同方案 (IOL, ISL, LEO 等) 所需的技术支持和开支。

仿真系统主要由光端机仿真与卫星的相对运动仿真组成。

光端机仿真由粗扫 (CPA)、精扫 (FPA)、捕获跟踪传感器 (ATS)、APT 控制、前点矫正 (PAA) 和光纤章动镜等子系统组成, 其工作流程如图 2 所示。整个模拟系统如图 3 所示。

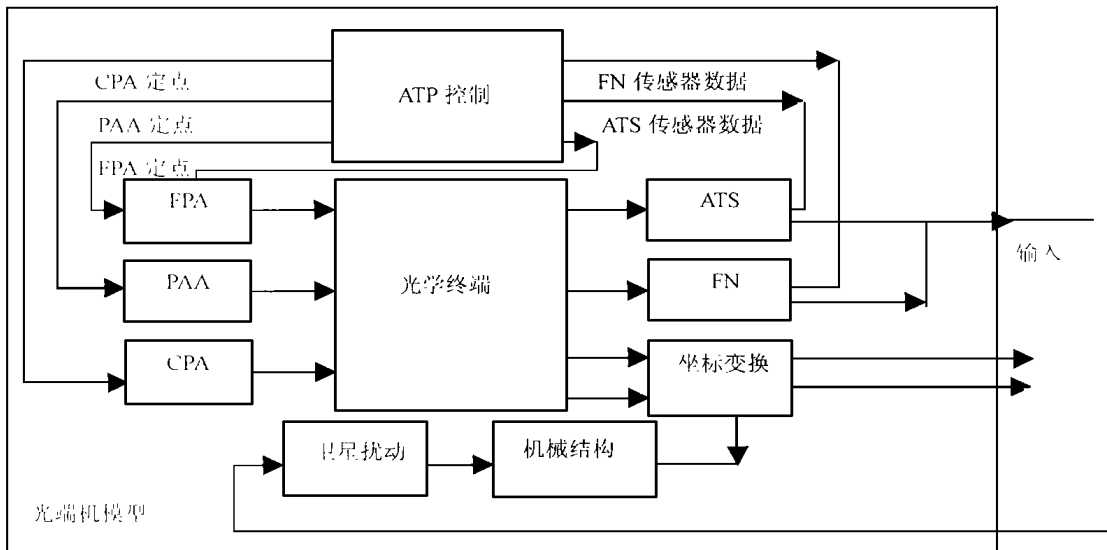


图 2 光端机仿真流程图

3 实验模拟系统

SOLACOS 计划的实验模拟系统模拟不同轨道间链接 (IOL), 主要由两个终端和底座组成, 底座的构造如下:

1) LEO 终端放在一个可同时旋转和倾斜的平台上, 平台的旋转和倾斜可模拟卫星在轨道上的运动;

- 2) GEO 终端放在一个固定的平台上, 平台可震动, 模拟卫星的扰动;
- 3) 实验控制器可监视实验和记录实验数据。

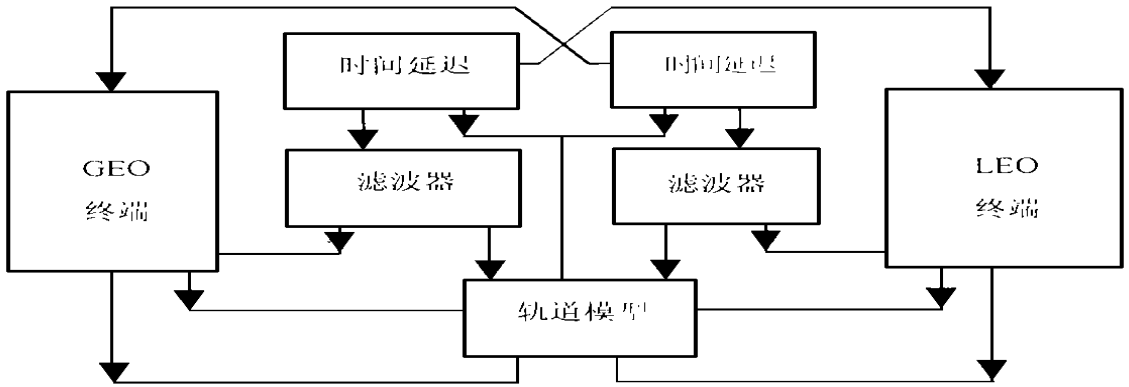


图3 模拟系统示意图

4 发展的关键技术

在 SOLACOS 计划中数据通信是由两个不同的光终端机完成的, 一个光端机是以 1 064 nm 的 YAG 激光为光源, 通信码率为 650 Mbps, 另一光端机以 810 nm 的半导体为光源, 通信码率为 10 Mbps。

尽管 SOLACOS 尽可能地采用现成的技术, 但有一些全新的技术必须开发, 另外一些元件也需要改进才能达到要求, 以下介绍在制造实验模拟系统中用到的关键技术。

1) 发射激光器: SOLACOS 发射光源采用 YAG 环形激光器, 发射单模光并具有高的频率稳定性, 激光参数为波长: 1 064 nm, 输出功率: 980 mW, 频率稳定度: $< 100 \text{ MHz/h}$ (预热后), 尺寸: $200 \text{ mm} \times 67 \text{ mm} \times 70 \text{ mm}$;

2) 本机振荡激光器: YAG 微片激光器, LO 激光器包括两个调节机构, 响应慢范围大的热调节与响应快范围窄的压电调节。波长: 1 064 nm, 输出功率: 5 mW (尾纤输出), 快调范围: $\pm 200 \text{ MHz}$ (100 kHz 带宽), 慢调范围: $\pm 20 \text{ GHz}$ (1Hz 带宽), 尺寸: $42 \text{ cm} \times 36 \text{ cm} \times 12 \text{ cm}$;

3) 集成光学调制器 (IOM)。波长: 1 064 nm, 带宽: 3 GHz, 驱动电压: $6 \pm 0.5 \text{ V}$ (700 mbps), 损耗: 3 dB, 光能输入: $> 800 \text{ mW}$;

4) 捕获跟踪传感器 (ATS)。ATS 由一个 CCD 与一个数字信号处理器组成, 主要参数为: 视场与分辨率, 其中, 视场为 256×256 像素 (对应 $4\,500 \mu\text{rad}$), 分辨率约为 0.01 像素 (对应 $0.2 \mu\text{rad}$), 高带宽: 200 Hz (对于整个探测器 256×256 像素), 500 Hz (对于部分探测器 32×32 像素)。ATS 的三种工作模式为探测模式, 窗口模式和跟踪模式。最大光束探测时间为 40 ms;

5) 光纤章动跟踪传感器 (FN)。正在发展的光纤章动传感器可以具有很高的角分辨率 ($\approx 0.1 \mu\text{rad}$)。

5 结论

德国 SOLACOS 计划与欧盟、美国、日本的空间光通信计划不同, 由于受到经费的限制, 尽可能地使用现成技术, 建立实验模型, 同时注重计算机仿真工程, 已发展了一套非常先进的计算机仿真软件, 开发一些关键技术, 但要制造充分发挥光通信优点的实用空间光通信系统还要做许多工作。

参 考 文 献

- 1 Pribil K, Flemmig J. SLACOS — system implementation. Proc SPIE, 1996, 2 381: 142 ~ 150
- 2 Pribil K, Serbe C. SOLACOS YKS—an optical high datarate communication system for I Intersatellite link applications. Proc SPIE, 1996, 2 381: 83 ~ 88
- 3 Pribil K, Flemmig J. SOLACOS high data rate satellite communication system verification program. Space Optics ' 94, SPIE, 2 210: 137 ~ 140

SOLACOS: German Space Laser Communication System

Zhou Yu Shi Li

(Inst. of Applied Physics, UEST of China, Chengdu 610054)

Abstract In this paper the overview of SOLACOS (German free-space laser communication system), the developing plan and key techniques of SOLACOS are presented. SOLACOS accomplishes a computer simulation system and a breadboard in laboratory based on available technology. The key technique for free-space laser communication between satellites are determined and developed by computer simulation and experiments on breadboard.

Key words space laser communication; solid state laser communications in space project; simulation