

# 空间光通信控制计算机接口设计\*

熊金涛\*\* 周玉光

(电子科技大学应用物理所 成都 610054)

**【摘要】**对空间光通信捕获、跟踪、瞄准伺服系统中信息处理控制计算机的接口设计进行了详细的分析,并讨论了各部分接口电路的具体结构组成、功能和器件选择。

**关键词** 空间光通信;控制计算机;接口;捕获、跟踪、瞄准技术

中图分类号 TN929.12; TP334.7

计算机由于其具有强大的算术运算、数据存储和逻辑判断功能,使得它一诞生就被应用到控制领域。随着计算机性能的飞速发展,运算处理能力和硬件性价比的不断提高,同时,也由于系统控制理论和算法的不断复杂化,以及控制精度要求的提高,计算机已成为控制系统必不可少的核心单元。

计算机控制系统随着应用对象的不同,其结构和规模也不同,但是其基本组成是相同的,一般分为硬件和软件两大部分。软件是计算机使用的所有程序和有关数据资料的总称。信号处理与控制算法的数学模型和流程都体现在软件中,它体现了控制的需求特征。硬件是控制软件的运行、传送和执行机构,是直接进行和体现控制过程和效果的单元。现代控制系统的计算机单元,除了标准的计算机外,最核心的部分就是计算机的接口。接口连接着前级的探测、传感单元和后级的机械执行单元,并形成整个控制系统的信息预处理部分和数据流通通道。所以控制系统中计算机单元的接口设计是十分重要的,也是十分困难的部分。本文对空间光通信系统中伺服控制机构的计算机接口设计进行详细的讨论。

## 1 空间光通信系统中的信号处理与控制单元

在我们研制的空间光通信系统的框架结构如图 1 所示。在系统中,信号处理与控制单元的任务主要是通过控制光学天线的位置完成空间光束的 ATP (Acquisition, Tracking and Pointing—自动搜索、跟踪、瞄准) 功能。

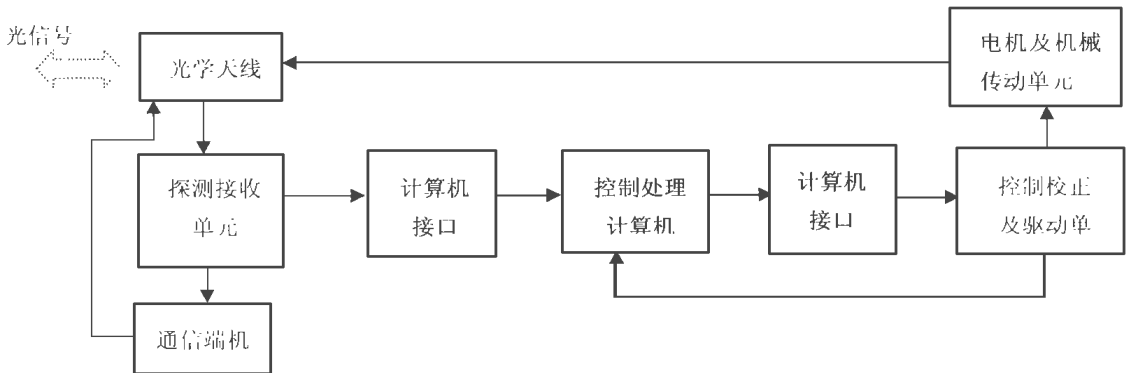


图 1 空间光通信系统结构

光天线接收到的光信号通过探测接收单元的四象限光电探测器的转换,形成多路的模拟电

1998 年 7 月 18 日收稿

\* 国防科研基金资助项目

\*\* 男 31 岁 在职博士生 讲师

信号传送至计算机输入接口, 接收机输入接口经过一系列的信号预处理, 将模拟信号转换为适合于计算机的数字信号, 并按一定的数据分配流程将信号输入控制处理计算机。计算机经过运算处理后将多路控制信号首先送至输出接口, 输出接口将数字信号转换为模拟信号, 再经放大整形等处理送到控制校正及驱动单元的各相应部分, 控制电机及各机械的转动, 用以调整天线位置。由控制校正单元反馈的信号还要经接口反馈至计算机, 用作软件校正的参考信号。

由以上简述的工作过程可看到, 在空间光通信系统的伺服控制部分接口电路完成了 A/D、D/A、放大、整形、数据分配及传送等功能, 是承上启下、保证整个控制过程顺利进行的核心。下面将对本系统中的计算机接口设计及功能进行详细的讨论。

## 2 信号处理与控制计算机的接口设计

本文的计算机接口设计分为以下部分: 1) 由探测接收单元至控制计算机的接口; 2) 由计算机至校正驱动单元的接口; 3) 由校正驱动单元中的数字编码器(码盘)将位置信号反馈至计算机的接口。下面分别对各部分接口的结构设计及器件选择进行分析论述。

### 1) 由探测接收单元至控制计算机的接口设计

该部分接口的结构如图 2 所示。

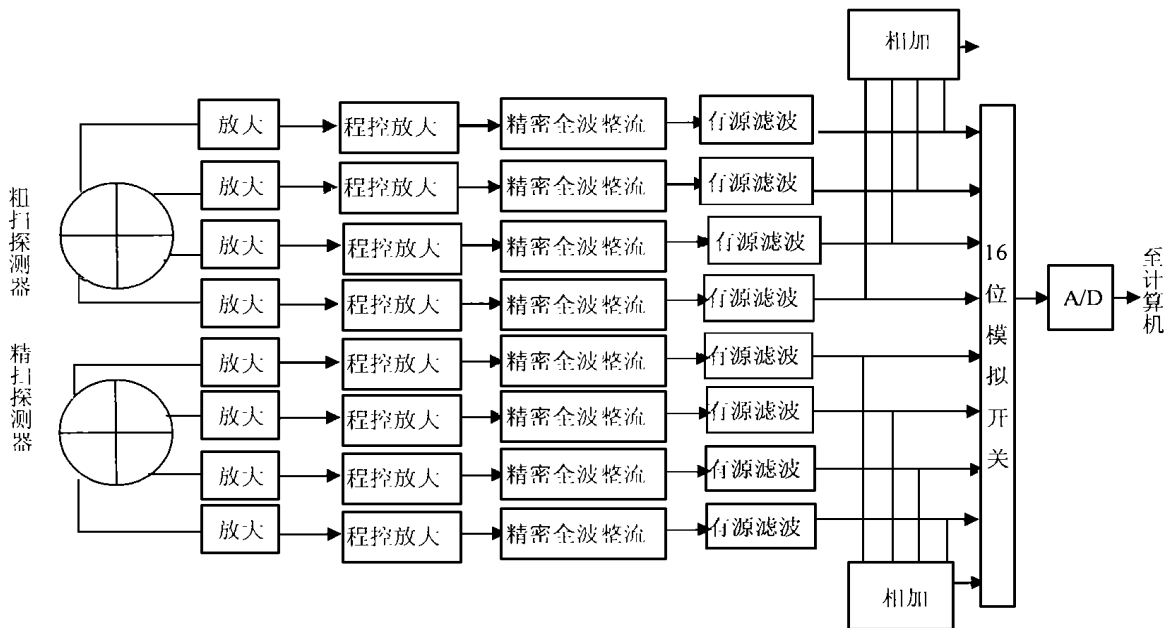


图 2 探测接收单元至控制计算机的接口

由四象限光电探测器输出的模拟信号经放大、程控放大、精密全波整流、有源滤波和相加运算后, 共有包括来自粗扫探测器和精扫探测器的共 10 路信号, 由 16 位的模拟开关控制, 每次选一路经 A/D 转换后送入控制计算机。该接口电路中的器件选择如下:

(1) 放大单元: 选用运放 OPX7 系列器件。该类器件噪声小, 直流特性好, 特别适合于小信号放大。能很好地满足本项研究的具体要求。

(2) 程控放大: 该部分的作用主要是根据实际信号的特性, 为达到最好的系统效果, 对信号的放大倍数进行方便的程控调节。该部分由 OPX84 系列运放和 8 路模拟开关 4051 组成。放大倍数有 8 档, 由 4051 的编码输入端控制。

(3) 精密全波整流及有源滤波: 这两部分的器件也选用运放 OPX84, 该器件的动态范围大,

线性特性好，输入阻抗高，信号不损失。特别适合于该系统小信号检波的要求。

(4) 相加单元：该单元由运放 OPX7 构成算术相加器。

(5) 模拟开关：该接口共有 10 路信号需进行数据分流控制，同时考虑到今后信号路数扩展的需求，我们选用了 16 位的模拟开关 4067，这样可使系统的信号流程在主机计算机的程序控制下作到灵活、方便、快捷。

### 2) 由计算机至校正驱动单元的接口设计

由计算机输出的方位控制信号包括水平方向控制信号和俯仰方向控制信号两路，因此其接口的结构图如图 3 所示。

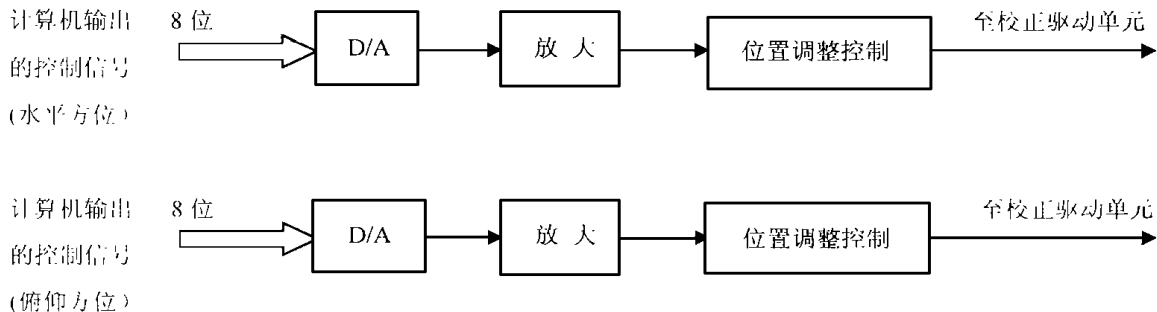


图 3 计算机至校正驱动单元的接口

计算机输出的控制信号为 8 位的数字信号，因此该接口中的 D/A 转换器选用了 12 位的 D/A 1208。这一方面是要满足信号位数的要求和今后提高信号精度、扩展信号位数的需求，另外 1208 的器件精度较高，这对该项目的高精度控制要求和系统的高稳定性是十分合适的。放大器用 OPX7 系列运放构成，要求信号放大后的动态范围在  $-5V \sim +5V$  之间。位置调整控制是对前面的控制信号作进一步的精确调整和修正，以方便天线位置的初定位和动态平衡状态下的调整。该部分要求的电压校正范围为  $-5V \sim +5V$ ，也选用 OPX7 系列运放。

### 3) 由校正驱动单元中的光电数字编码器（码盘）将位置信号反馈至计算机的接口设计

光电数字编码器（码盘）与天线的位置是相对固定的，因此天线的方位变化量可由码盘读出。在该系统中，我们选用的是 16 位的码盘，它可分辨一个圆周的  $1/2^{16}$ ，即读数精度达  $1/2^{16}$ 。该部分接口的结构图如图 4 所示。

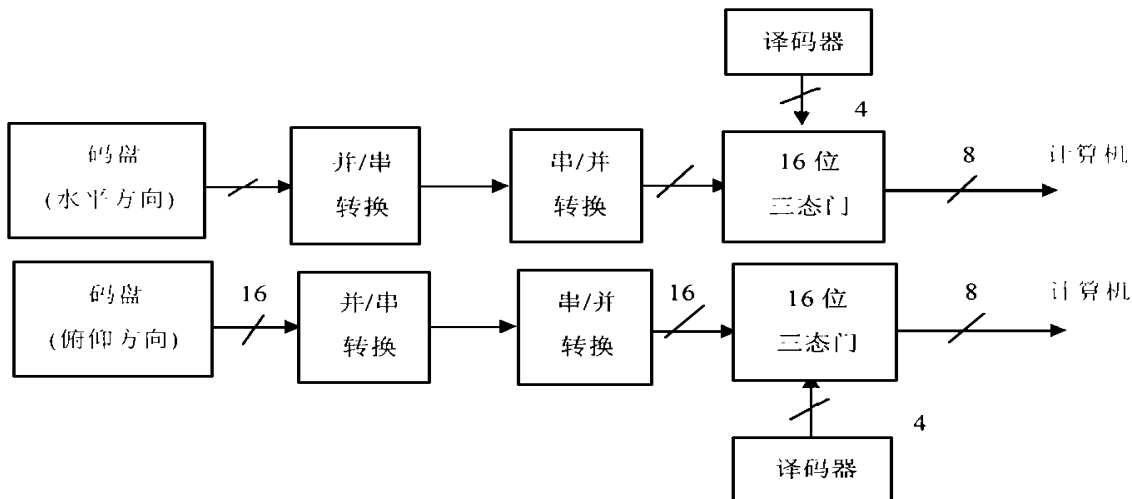


图 4 光电数字编码器至计算机的接口

因为码盘需固定在天线平台上,为了保证整个系统的可靠性和机械结构的集总性,在码盘的输出与计算机之间采用16根电缆连接以进行直接并行数据传输是不可行的方案。因而在码盘至计算机的这一数据传输过程中,进行了并/串变换、又串/并转换的过程,使从码盘所在的单元至计算机机箱只用一根电缆连接,以保证其可靠性。并/串转换由74LS166构成,串/并转换由74LS164实现。这两个器件在速度上都能保证系统数据传输的需求。三态门由译码器传来的信号控制其状态,保证前级数据正常地输入到计算机的总线。

### 3 结束语

上面几部分接口都制作成专用接口电路板,集中安装于专用的接口机箱中,作为整个系统设备的一部分。

经专门编制的接口测试软件的测试和实际系统的调试试验表明,该系统中的计算机接口满足系统的设计功能,同时也在系统精度、可靠性和实时性方面达到了设计要求。

### 参 考 文 献

- 1 谭浩强. 微机原理及应用. 北京:清华大学出版社,1984
- 2 王爱英. 计算机组成与结构. 北京:清华大学出版社,1995
- 3 张福炎,蒋新儿,李滨宇. 微型计算机 IBM PC 原理与应用. 南京:南京大学出版社,1989
- 4 张宇河. 计算机控制系统. 北京:北京理工大学出版社,1996

## Interface Design of Control Computer in Space Laser Communication System

Xiong Jintao Zhou Yuguang

(Institute of Applied Physics UEST of China Chengdu 610054)

**Abstract** In this paper, the interface design of the ATP system in space laser communication is discussed. The practical structures of the interface circuits, their functions and the components are analyzed in detailed.

**Key words** space laser communication; control computer; interface; acquisition tracking pointing