

# 巨型计算机的前端工作站的设计 (软件部分)

周 守 本

(计算机科学系)

**摘 要** 巨型计算机的前端工作站是巨型计算机系统的重要组成部分,它实现了主处理机与前端处理机的互联。文章从功能与结构两个方面阐述了前端工作站的设计,并且简要地介绍了通讯协议。前端工作站已研制成功并正式投入了使用。

**关键词** 前端工作站, 协议, 信件, 信封, 段, 流

## 1. 概 述

巨型计算机系统是由超高速主处理机及若干台前端处理机构成的处理机群。

在这样的系统中,前端处理机作为主处理机与操作员、用户之间的媒介而存在。前端工作站(简称前端站)就是为实现上述功能的软硬件实体。硬件部分负责把前端计算机与主处理机互联起来;软件部分则根据主处理机与前端机之间的通讯协议,把控制主机运行的操作系统与控制前端机运行的操作系统互联起来。前端站软件在前端机操作系统的控制下:(1)专门管理前端机与主机之间的命令通讯和数据传输;(2)接受本地用户和通过网络及支撑软件支持的远程用户使用主机的请求;(3)监督管理整个计算机系统。这样,各个处理机互相协调地工作,形成一个带有功能分布特征的计算机系统。

以下几部分将详细叙述前端站的功能设计、结构设计,以及主机——前端站通讯协议。

## 2. 前端站功能设计

### 2.1 实现终端命令

终端命令分数据传送命令、操作员命令和用户命令三类。其中除操作员命令,均支

持并发服务。

### 2.1.1 数据传送命令

- 作业提交命令。
- 通用数据传送命令。
- 专用数据传送命令。

专用数据传送命令是为专门的应用设计的。

### 2.1.2 操作员命令

操作员命令是实用程序命令。它包括：

- 激活或停止站命令。
- 调整前端站参数命令。
- 调整作业参数命令。
- 调整设备和通道命令。
- 调整系统参数命令。
- 状态显示命令。
- 调试命令。

操作员命令属于主处理机的操作系统命令。其功能是负责前端站的活动，负责对由该站进入的作业进行控制和管理。如果前端站是系统站，则操作员命令还要负责全系统的软硬件资源的控制和管理。

系统站通过口令密码向主处理机操作系统申请得到。

### 2.1.3 用户命令

用户命令是操作员命令的子集。它包括：

- 显示系统中指定作业状态命令。
- 显示系统中由本站进入的全部作业状态命令。
- 显示系统中海量存贮器状态命令。
- 显示系统中指定数据集状态命令。

若中央处理机操作系统兼有分时系统，则前端站亦应增设交互站。关于交互站的设计，另有文章叙述。

所有终端命令均嵌入到前端机操作系统中，这样凡前端机操作系统支持的处理交互命令、批处理命令以及命令过程手段，亦同时支持前端站命令。

## 2.2 实现文件系统的传递传递

实现文件系统在异构型计算机之间的快速传递是前端站的主要功能之一。采用的方法有：

- 设计高速、可靠、多功能的硬件接口，实现异构型计算机之间的互联。
- 软硬件共同完成不同文件系统之间的格式转换，尽可能减少格式转换的开销。
- 并发进程设计，支持并发的 I/O 活动。
- 优化程序设计，使性能价格比合理。

## 2.3 站系统服务

用户不仅可通过终端命令请求前端站服务，也可以通过调用站系统服务请求服务。

这种功能给一些前端机操作系统不支持的文件系统的传递有了解决的办法, 亦为分布式处理提供了有效的支持。

#### 2.4 假脱机输出

中央处理机操作系统不直接管理除海量存储器外的外部设备。所有需要安置到那些部设备上的信息, 均以文件形式通过中央处理机传送到前端机, 前端站根据文件的属性及处置要求, 经格式变换后, 自动地把它们安置到相应的外部设备。如果是网络上其它节点机的数据, 则还应自动地把该数据送往指定的节点机。

#### 2.5 记帐系统与错误记录系统

前端站作为一个独立的系统, 有自身的记帐系统与错误记录系统。其登记策略, 视具体情况而定。

### 3. 主机——前端机通讯协议

前端处理机与主处理机之间的通讯, 必须根据协议进行。

#### 3.1 传输

前端处理机与主处理机之间的一次输入或输出, 定义为一次传输。

一次传输(图1)可以是(1)称为信封的控制信息的传输, 或(2)称为子段的数据的传输。

#### 3.2 信件

同一方向的一组传输定义为一次信件的传输, 其传输为半双工方式。

一封信可以由(1)信封和最多不超过16个子段组成, 或(2)仅有信封组成。

若一个数据传输时, 其长度超过16个子段, 可分装在几封信件中传输。但除去最后一封信, 该数组以前传输的信件必须填满16个子段, 因此传输方法是唯一的。

#### 3.3 段

一次信件传输紧跟在信封后的数据总和称为段, 段的大小是子段大小的倍数。

#### 3.4 子段

数据按子段为单位进行传输, 子段的大小与具体特性有关。这里定义为 $16 \times 512 \times 64$ 位, 不符合此规定的传输为一次致命故障。

#### 3.5 信封

信封为通讯的连接控制包, 其数据结构与各个域的含义由图2给出。

#### 3.6 流

与一数据集相关的所有信件表示一条软件通路, 称为流并且用流号标识。协议规定最多可定义8条输入流和8条输出流, 允许有多少条流同时活跃, 由操作员命令指定, 省缺时取系统指定值。

#### 3.7 流状态表

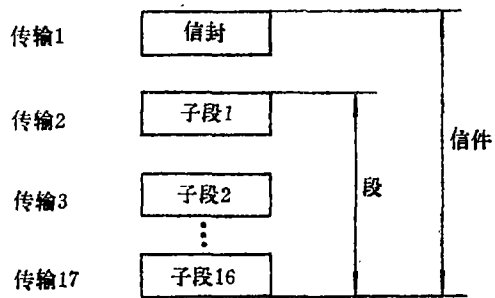


图1 传输单位

主机标识		前端机标识		子段数	功能码	子功能码
流号	段号		信件段所包含的数据位数			
输入流状态						
输出流状态						

图2 信封

流状态表示对应的数据输入/输出活动的状态，其状态值在每一次信件传输中必须明确定义。下面给出流状态表。

表1 流状态表

编 码	助忆符	定 义	发送者	接收者
00	IDLE	流空闲	√	√
01	RTS	请求发送	√	
02	PTR	准备接收		√
03	SND	正在发送	√	
04	RCV	正在接收		√
05	SUS	流挂起		√
06	END	数据发送结束	√	
07	SVG	数据正在保存		√
08	SVD	数据保存完毕		√
09	PPN	延迟传输		√
10	CAN	取消传输	√	√
11	MCL	流传输清除	√	√

### 3.8 流状态的应答关系

图3给出了流状态的应答关系图。

### 3.9 信件功能码及子功能码

信件功能码及子功能码指出了信件传输的含义。信件功能码包括有(1)接通、断开、

同步或恢复通讯命令；(2) 数据传输命令；(3) 状态请求/回答命令；和(4)控制系统资源等命令。子功能码主要用于错误信件传输，由它指明错误的性质。

随着系统功能的不断扩大，应增设相应的功能码，前端站软件亦应增设处理这些信件功能码的模块。

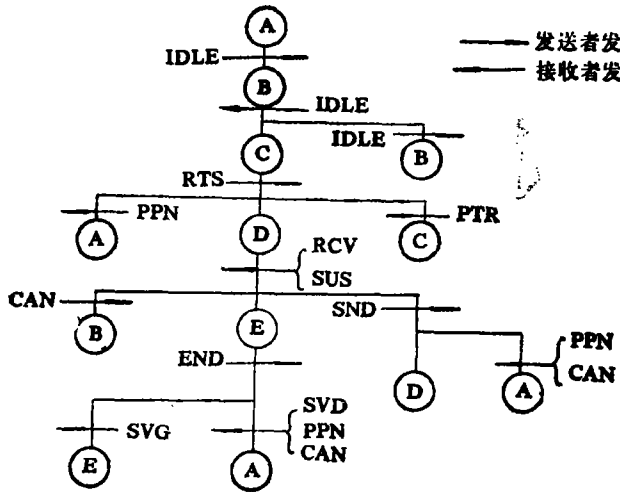


图 3 流状态应答关系

### 4. 前端站结构设计

#### 4.1 层次安排

前端站共分五层 (图 4)，每一层执行一定的功能，层与层之间遵守接口协议，低层向高层提供服务。

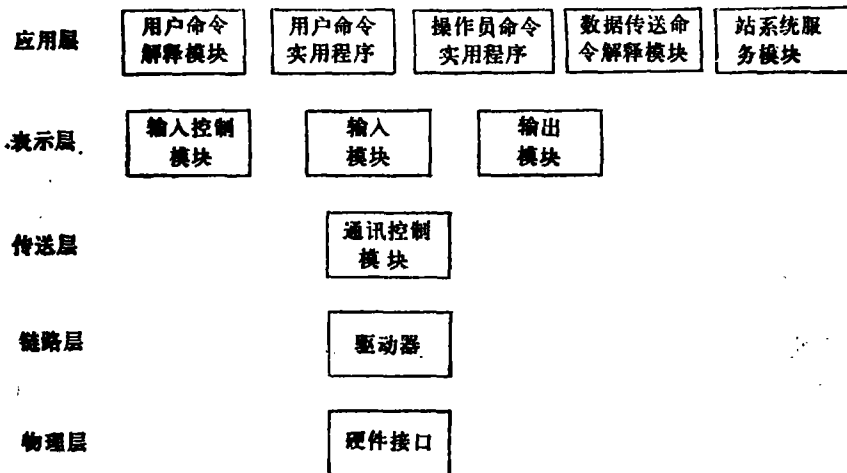


图 4 前端站层次安排

### 4.1.1 应用层

应用层是前端站与用户的界面,用户命令解释模块、数据传送命令解释模块,操作员命令实用程序和站系统服务均安排在应用层运行,此外,为方便用户,用户命令亦可按实用程序方式执行。

设计要点:

- 规范化——与前端机操作系统命令与实用程序一致。
- 并发性——支持多用户环境。
- 可靠性——适应各种复杂情况。
- 易扩充——为增设新命令提供标准接口。

### 4.1.2 表示层

输入控制模块、输入模块和输出模块在表示层上运行,其任务实现异构型机之间的文件系统的格式变换,完成数据发送之前的预处理和数据到达后的善后处理。这一层的效率极为关键。

设计要点:

• 高效——开发前端机操作系统低层资源,优化程序设计,尽可能提高I/O传输率。

- 并发性——支持并发的I/O活动,最多支持16个I/O活动并发。
- 通用性——面向各种外部设备,并且为以后扩充留有标准接口。

### 4.1.3 传送层

传送层上的通讯控制模块是前端站的核心模块,它负责报文的拆卸与装配,负责对操作员命令、用户命令的响应与回答,负责与站系统服务的接口。

设计要点:

• 优先级策略——用户命令的传输优于数据的传输,操作员命令的传输优于用户命令的传输。

• 时间片轮转——对数据的传输实行时间片轮转,这样对大小数据的传输服务公平合理。

### 4.1.4 链路层

适配器的驱动程序安排在链路层,它实现通讯协议规定的数据传输。

设计要点:

- 模块化——以标准子程序的形式,分别提供给通讯控制模块调用。
- 差错控制——对每一次传输回收各种必要的状态信息,提供给通讯控制模块进行分析之用。特别是数据传输的奇偶校验,由高一层来决定错停或错不停。

### 4.1.5 物理层

实现主处理机与前端处理机的互联,具体实现技术,由另文专述。

## 4.2 前端站的逻辑设计

图5给出前端站的总逻辑方块图,图中虚线表示控制信号的流向,实线表示数据的流向。

前端站软件由一组并发进程组成,进程间的数据交换采用内存数据共享与外存数据

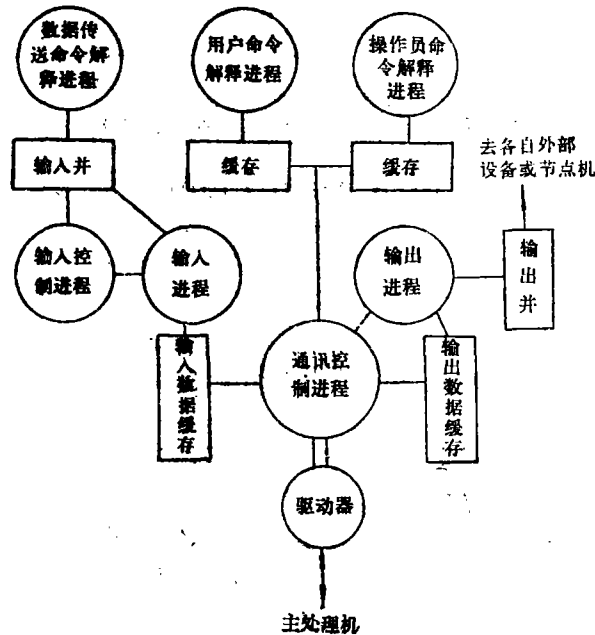


图 5 前端站逻辑图

共享相结合的方法。

进程间的同步与互斥，采用信号灯与高级通讯机构，必要时站软件再设置软标志。

### 5. 后 记

巨型计算机的前端工作站已研制成功，并已正常运行了几年，站软件用 FORTRAN 和汇编两种语言书写，总程序量约 2 万余行（包括注释行）。

在前端站软件的设计过程中，得到了陈立杰教授的指导，谭道源副教授、倪鹏云副教授和顾大然同志参加了方案设计讨论。邓宽、申宇、卢泽新、苏金龙和宋珊等同志参加了前端站软件的方案设计和实施。

## Design of the Front end Working Station of a Main Frame

Zhou Shouben

### Abstract

The front end working station is an important part of the supercomputer system. It connects the front end computer and the main frame. The paper describes the functional and layered structure design of the station respectively. The communication protocol is also presented briefly. The front end working station has now been in use successfully.

**KEY WORDS** Front end working station, Protocol, Message, Link control packet, Segment, Stream