

# 太阳磁场望远镜数据实时处理方法

科学出版社

黄楚珊

我国自行研制的太阳磁场望远镜包括电视、光电和照相三个接受系统。其中，电视和光电接受系统的观测数据处理实时性强。八一年以来，在中国科学院南京天文仪器厂、北京天文台和长春物理研究所的共同努力下，实现了太阳磁场望远镜与国产TQ—16型电子计算机的联机观测。本文介绍应用TQ—16型机进行太阳磁场望远镜观测数据实时处理的方法。

## 一、数据实时处理的要求

太阳磁场望远镜是研究太阳物理和进行太阳活动预报的重要仪器。在电视接受系统中，采用了干涉偏振滤光器的视面单色器和电视接受系统，能在视面上同时接受大量信息。实时处理这些信息，是电子计算机的任务。由于电子计算机能数字化、图表化实时地处理太阳上大量活动信息，使观测效率提高万倍以上，因而特别有利于研究太阳上快速而猛烈的过程。

电视接受系统在进行电视扫描时，每帧的单元数达1万点以上，速度为每秒10万点，每点经过A/D变换后的输出精度为10~11位（二进制）。为了提高精度，在实际观测中，望远镜是连续观测的，以取得几十甚至几百帧电视扫描的观测数据。因此，还要求电子计算机在接受过程中，对每帧对应的数据施行一定的运算。

为了满足数据处理的这些要求，当利用TQ—16型机实时处理太阳磁场望远镜的观测数据时，必须注意下面几个特点：

1. 观测数据输入机内的形式不是纸带。
2. 观测数据的输入不仅数量多且速度快。
3. 计算机接收数据时与望远镜输出数据应严格同步，防止计算机对数据重取或漏取。
4. 计算机在接收数据时实施一定的连算。

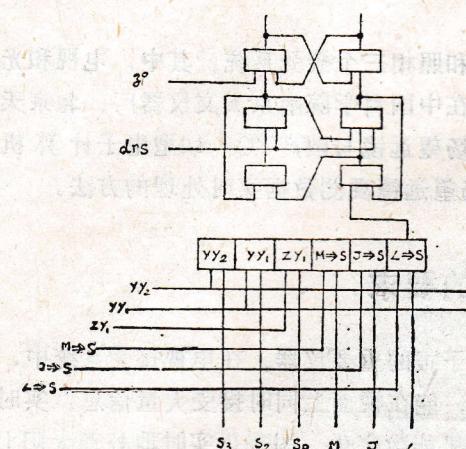
以上四个特点，对计算机来说，是要解决信息输入的问题，也是实时处理的重点。

## 二、数据输入接口的选择

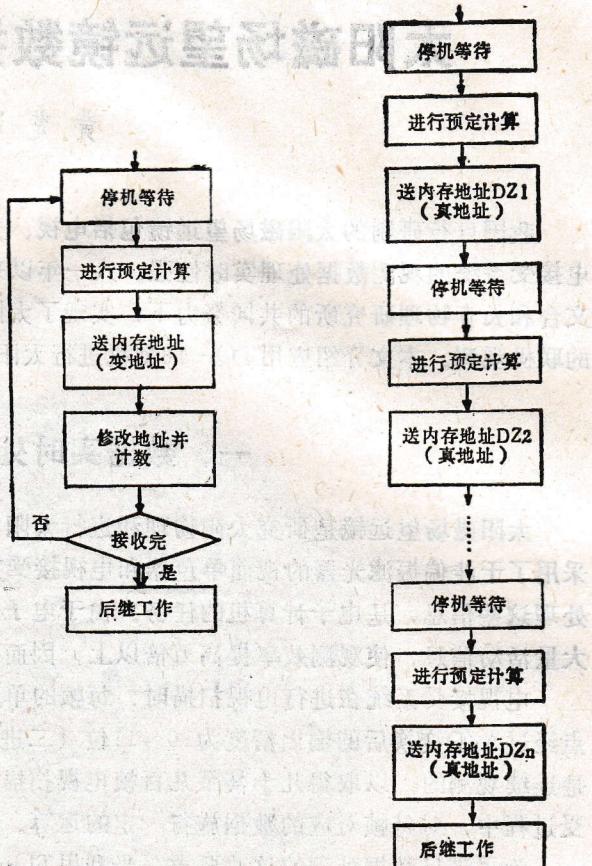
在数值计算中，数据通常从光电输入机输入或从电传打字机打入。这种常规的输入方法，受到了输入和操作的限制，又必经I/O通道，以致输入速度缓慢，实时性差。考虑到数据在输入或运算过程中，都使用了S累加寄存器，若以此作为数据输入接口，将数据直接输入S寄存器内，势必加速数据的传送和处理。图一表示数据输入S寄存器某一位的接线图，图中M表示磁场数据输入接口线。

TQ—16型机的字长是48位，而数据输入机内只占12位。为了减少内存开销，提高采集能

力，我们利用12根电缆作为数据的传输线，并先在机外对数据整形和分频，然后将每两数据合并一次输入机内S寄存器，从而完成了数据输入的第一步。



图一 磁场数据输入S寄存器接线图



图二 接收数据流程图

### 三、计算机接收数据的方式

观测数据输入机内S寄存器之后，还有赖于软件程序的执行，才能最终实现数据的运算和送入内存区的目的。为了达到这一目的，必须认真分析计算机接收数据的方式。

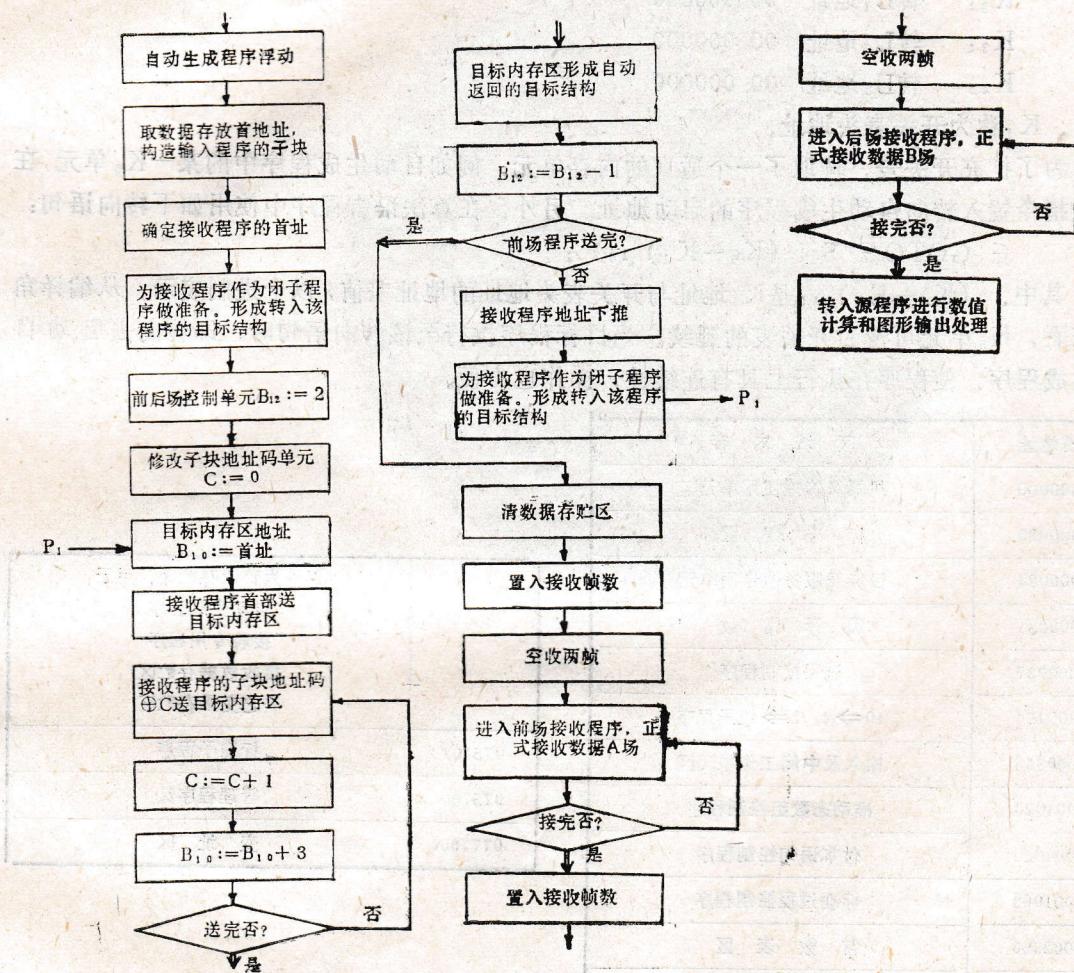
图二是计算机接收数据的流程图。其中，(a) 是变地址接收方式，(b) 是真地址接收方式。分析了变地址接收方式之后表明，即使每两观测数据合并一次输入计算机内，数据输入的时间间隔从10微秒增大至20微秒，仍然不足执行送数据以及修改地址和计数指令所需的时间。为了解决时间不足这一关键问题，提出真地址接收方式，突破了传统的处理方式。从图二(b) 可以看出，运算和送数据都使用数据的真地址，没有修改地址和计数等指令，这就大大地节省了时间，使得在20微秒内足以完成预定的任务。真地址接收方式的特点是：充分地利用了内存空间上的优势，有效地补偿了运算时间上的不足。

图二中的“停机等待”表示上一数据已接收完毕，机器处于动态停机等待接收下一数据

的状态。“停机等待”后继程序是由另一根与数据传输同步的讯号线来启动的，保证了望远镜的输出与计算机的接收严格同步。

#### 四、自动生成程序的功能

对于数以万计的观测数据来说，用人工编写和穿孔真地址接收方式的程序，这是一件十分繁重的工作，甚至是不可能做到的。为了解决这一困难问题，精心设计了一个自动生成程序。这个程序的功能是既能在内存自动形成真地址接收方式的程序，又能自动执行该接收程序。也可以说，自动生成程序是类似一种特殊的编译程序，它构造了数据接收程序这样一种专用的输入目标程序。图三是自动生成程序框图。



图三 自动生成程序框图

#### 五、自动生成程序的嵌入及启动

在程序设计方面，自动生成程序用机器语言编制，数据接收后的数值计算和图形输出处

理用算法语言编制。为了使两者有机地结合在一起，可以通过输入语句，将自动生成程序作为“字符”输入机内。要注意的问题是：

1. 自动生成程序的编写应避免使用与数据分隔等相同的指令码和地址码。
2. 要对现行的系统软件稍加临时改造，使自动生成程序中被视为“空”的字符能正确送入计算机内。
3. 图四是自动生成程序实施时的内存布局。这里开辟了一个专用区，用于存储自动生成程序。自动生成程序所构成的快速接收程序，可使用变量存贮区的广阔空间。

自动生成程序的启动，由第二类型的开关转向语句来实现。设开关说明为  $\in \text{SWITCH}$

$\in S : = L_1, L_2, L_3$ ；经编译后形成如下的开关表：

K <sub>1</sub> :	00 000000 00 K <sub>1</sub>
K <sub>2</sub> :	转L <sub>1</sub> 地址 00 000000
K <sub>3</sub> :	转L <sub>2</sub> 地址 00 000000
K <sub>4</sub> :	转L <sub>3</sub> 地址 00 000000

其中，K<sub>1</sub>称为开关表头地址。

为了扩充开关表，选取了一个适宜的内存单元，例如自动生成程序中的某一K<sub>5</sub>单元，在其左指令置入转向自动生成程序的启动地址。另外，在算法语言程序中使用如下转向语句：

$\in \text{GOTO} \in S [(K_5 - K_1)_{10}]$ ;

其中，(K<sub>5</sub> - K<sub>1</sub>)<sub>10</sub>是K<sub>5</sub>地址与开关表头地址的地址差值，以十进制表示。从编译角度来看，K<sub>5</sub>单元可视为开关表的延续。当目标程序执行至该转向语句时，即转向去启动自动生成程序，使程序在执行上具有连续性，操作也方便。

首地址		区域内容		
000000		机器及管理使用单元区		
000020		标准变量		
000024		目标及服务性专用单元		
000031		编译常数		
000037		过程控制程序		
000174		10 $\Rightarrow$ 2, 2 $\Rightarrow$ 10子程序		
000335		输入及中间工作单元区		
001020		准动态数组控制程序		
001050		附本语句控制程序		
001083		标准过程控制程序		
002360		常数表区		
		信息向量表区		以下为变量存贮区，用于：
		开关说明表区		自动生成程序
		过程说明表区		接收专用程序
		目标程序区	075103	接收数据存贮区
			075700	其它变量存贮区
			077700	标准子程序
				管理程序区
				变址区

图四 自动生成程序实施时的内存布局

太阳磁场望远镜与国产TQ—16型电子计算机的联机观测成功，这是我国天文望远镜首次应用计算机进行观测数据的实时处理。

## 六、光电观测数据的接收方式

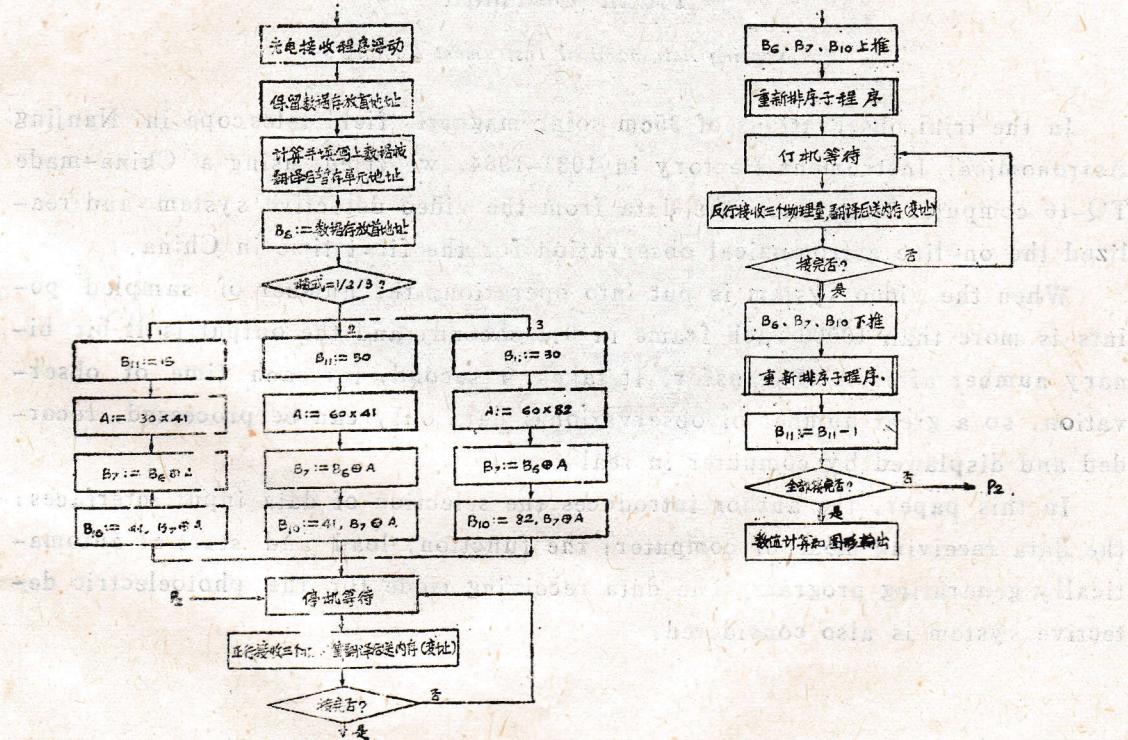
太阳磁场望远镜在进行光电观测时，数据单元的时间间隔较长，达几百毫秒左右，完全可以采用图二（a）变地址接收方式来实时处理数据。当然，光电观测还具有自身的特点，它表现在于：

1. 光电观测数据具有亮度、纵向场、横向场和速度场四个物理量，它们发送的行列数计有： $30 \times 41$ ， $60 \times 41$ 和 $60 \times 82$ 等三种格式。

2. 光电观测数据是按“之”字形顺序回绕方式发送的。

3. 光电观测数据是以BCD码（二—十进制）形式发送的。

根据上述特点，在程序设计中，应能够随时判断接收的数据是来自于哪一类物理量，是属于哪一种格式。在接收完每整行数据时，要注意重新排序。对接收的每一个数据，均予先进行了翻译，然后才能直接参加运算。图五是光电接收方式的程序框图。



图五 光电接收方式框图

## 七、几点看法

太阳磁场望远镜与国产TQ—16型电子计算机的联机观测成功，这是我国天文望远镜首次应用计算机进行观测数据的实时处理。

对于天文观测数据的实时处理，利用通用电子计算机兼作实时处理是有利的。这是因为天文观测的数据多，计算复杂，要求精度高。在数据被接收之后，可以充分享用丰富的系统软件和外围设备，有利于进一步处理。特别是对于具有类似TQ-16型机的单位来说，只要配上A/D变换和接口装置，就能做到一机两用，既节约了开支，又加快课题的研究步伐，并能为今后望远镜选配计算机提供有价值的科学根据。

实践证明，对于信息的快速输入，自动生成程序以及由它所产生的接收程序，是一个行之有效的快速直接输入方法，该方法的实质是一种以软件为基础对计算机输入功能的开发。

## REAL DATA PROCESSING FOR THE SOLAR MAGNETIC FIELD TELESCOPE

Huan Chushan

(Nanjing Astronomical Instrument Factory)

In the trial observations of 35cm solar magnetic field telescope in Nanjing Astronomical Instrument Factory in 1983-1984, we tried using a China-made TQ-16 computer to process the data from the video detective system and realized the on-line astronomical observation for the first time in China.

When the video system is put into operation, the number of sampled points is more than 10000 each frame in 0.1 second, and the output is 11 bit binary number after A/D transfer. It takes 9 second, for each time of observation, so a great number of observational data only can be processed, recorded and displayed by computer in real-time.

In this paper, the author introduces the selection of data input interfaces; the data receiving mode of computer; the function, load and start of automatically generating program. The data receiving mode for the photoelectric detective system is also considered.