

内部资料
编号 051

电信传输地震台网 数据处理程序系统总体设计

(征求意见稿)

364

中国地震局地球物理研究所图书馆

贻功余遗赠

专家赠书/刊纪念

国家地震局地震台网软件攻关组
复旦大学计算机系信息论教研组

一九七七年五月

赵坤和

调 研 提 纲

根据《电信传输地震台网观测分析处理系统总体设计》，我们作出了《电信传输地震台网数据处理程序系统总体设计（征求意见稿）》。为修改好程序系统总体设计，给搞好具体程序编制工作打下良好基础，尽快实现台网系统的功能，为地震预报、速报和研究工作服务，请领导和同志们对本设计广泛提出意见和建议。以下列出调研提纲，供参考。

一、关于数据处理程序系统的功能与台网总任务的关系：设计中所提出的各项功能是否符合台网建设的总任务？是否可以起到为实现廿四小时以前预报五级以上破坏性地震快速而准确地提供依据这一重要作用？对各项具体功能需做哪些增、删、改？

二、关于采用的各个处理方法及程序系统结构与要实现的功能的关系：选用的各种处理方法是否合适？程序系统结构是否符合功能要求？请提供些更好的方法或改进意见。

三、关于程序系统与台网硬设备系统的关系：程序系统设计中在台网硬设备系统的理解和要求是否正确？能在台网硬设备系统上实现吗？是否能发挥硬设备之长，弥补硬设备之短？

四、关于程序系统内部结构：本程序设计思路是否正确？总体结构是否合理？各部分之间的关系处理是否得当？有无脱节与自相矛盾？

五、对于分期分批实现程序设计规定的各项功能有何建议？对提

到的各项任务的缓急程度有何看法？

六、对程序系统总体设计的一般评价。

七、某些具体问题：

1 用 XRTOS 调度预处理机中的各项实时处理任务，可行否？

2 请介绍地震判别、初动自动测定及地震仪标定的方法。

3 模数转换器实时采集数据的处理程序安排是否可行？

4 有何更合适的地震参数测定方法？如何提高台网外围地震的参数测定精度？

5 常规处理还应包括哪些内容？对输出内容有何具体要求？

6 波谱分析方法及在地震预报与研究方面的应用。

7 对光笔显示器的应用有何具体要求？

八、其他有关台网数据处理方面的意见、建议和要求。

国家地震局：

台网软件攻关组

一九七七年六月

目 录

序 言	(1)
一、综 述	(3)
(一) 台网获得的标称数据	(3)
(二) 数据管理系统应具备的基本功能	(4)
(三) 数据管理系统硬件设备	(5)
(四) 数据处理程序系统概述	(8)
二、分 述	(10)
(一) 数字化前兆反测量数据预处理	(10)
(二) 触发反测定处理	(16)
(三) 测段基本参数测定	(28)
(四) 常规处理	(30)
(五) 光笔输入与显示	(34)
(六) 中断管理与中断服务	(35)

序 言

一九七七年二月，国家地震局在上海召开了电信传输地震台网观测分析处理系统总体设计审查会，批准了《电信传输地震台网观测分析处理系统总体设计》。根据这一总体设计的要求，台网观测分析处理系统应能完成下列功能：“一、为实现廿四小时之前预报破坏性地震的首要任务，要求整个系统应能为中长期、短期特别是临震于报快速提供连续可靠的地震前兆和微震观测数据，并能对这些数据进行处理，提供给予报分析人员，以便及时地作出预报意见。二、当国内外发生破坏性地震后，在地震波及整个台网的观测点后，十分钟内能快速、准确地初定出所发生的地震的基本参数并提供完整的地震记录。三、为开展地震方法的研究工作提供有关的基本数据和资料。”为了逐步实现这些功能，不仅要有一整套观测、分析、处理用的仪器设备，其中包括计算机及各种外部设备（即所谓“硬设备”），而且必须有适当的数据处理方法和实现这些方法的程序系统，也就是所谓“软设备”或称为“软件”。

其实，“软件”并不软，有没有这套软件，以及软件搞得好不好，对于地震台网观测分析处理系统能否发挥作用以及作用发挥得好坏，关系极大。因此，在许多场合，有关方面人员和负责同志都曾大力呼吁要尽快为台网系统配备好数据处理程序系统。在一九七六年六月台网软件协作组北京会议后各协作单位都开展了一定的工作，为了加速软件配备工作的进行，由全国六个台网所在单位派出的同志于一九七七年四月廿一日正式组成了“软件攻关组”，与复旦大学计算机系信息论教研组协作，共同承担地震台网数据处理程序系统的研制工作。作为第一步，我们根据《电信传输地震台网观测分析处理系统总体设计》中提出的总任务及各项具体要求，作出了程序系统的总体设计，本设计系征求意见稿，待征得领导部门和各有关方面意见后修改定

籍，作为观关组具体编制程序的依据。

在软件设计过程中，曾遇到不少需要正确处理的问题，择其要者，归纳有三：

1. 如何充分利用台网硬设备之长并有效弥补硬设备之短。例如要处理的原始数据数量非常大，而计算机内存容量较小；要实时或近于实时处理的任务很多，而主机运算速度特别是浮点运算速度较低；外部设备种类和数量之多，为小型计算机系统所罕见，而系统功能要求多种设备协同工作，统一调度和管理；外部设备数量虽然很多，但某些实际性能指标不高，不得不采取非寻常的补救措施，等等。

2. 系统功能要求很高，而许多处理方法本身尚不成熟，仅采用现有处理方法不能满足功能要求，故需要考虑处理方法的不间断试验和改进。例如数字前兆和数字测震数据的传输、接收、编辑、检测、存貯，实属试验性质的工作，计算机自动识别地震、自动检测初到到时反提取其他信息尚无成熟方法可循；计算机测定地震参数和地震仪标定在理论上和实际上都还有许多问题有待解决；至于地震记录和前兆数据的详细分析，提取预报信息，更是要不断试验、研究才能提出一套较好的方法来。因此，可以说台网软件配备工作既有工程性质又有科研性质，要求我们正确处理两者的关系。

3. 既要逐步达到台网系统的功能要求，又要尽快使计算机处理系统在台网运转中发挥作用，在地震速报和预报中早日见到成效。这就要求选取既能早日实现初步功能又允许在此基础上，通过进一步改进达到更高标准的处理方法。

当然，由于时间紧迫，加之实践经验有限，不可能在一次设计中把所有的问题通通考虑到，有些问题即使考虑了也不可能都找出有效的解决办法。我们只能抓住主要任务，针对一般情况，照顾到硬设备系统的实际可能，选择适当处理方法，做出软件总体设计还要通过一段实践之后，再对设计中的某

些部分予以修正。

一、综 述

计算机数据处理系统要处理哪些数据？基本功能是什么？软件系统赖以发挥作用的硬设备有哪些？软件系统包括些什么？这一部分将概要回答这些问题。

(一) 台网获得的原始数据

通过地震台网的几组观测要素获得了丰富的原始数据，归纳起来有：

1. 地震前兆量（注1），包括地电、地倾斜、水氦、地应力、地磁、气象三要素等。每种观测可有一个或几个分量。在15个有线传输台站上，每个台最多传输十余种周期为一分钟的前兆分量，廿个采样周期为半小时的前兆分量。总共可有450个分量，数字化后经电话线传至分析中心。同时，供台网内重点观测用的玉蓉共25路有线传输台站若全部用来记录前兆信息，最多可以传回750个数字化前兆分量。（注2）

2. 有线传输模拟量测震数据，列表于下：

仪器名称	频段	放大倍数	套数	分量总数
三分向短周期地震仪	1~20赫	万倍频或十五倍频	15	45
三分向中长周期地震仪	0.05~3赫	千倍频	4	12
三分向中长周期地震仪	0.05~3赫	百倍频	3	9
三分向中强震仪	0.05~3赫	十倍频	3	9
三分向中强震仪	0.05~3赫	一倍频	3	9
三分向长周期地震仪	0.005~3赫	选频型 0.05赫时 千倍频	2	6

（注1）广义而言，地震仪记录也可看作是地震前兆量，为另一“地震台网总体设计”中的提法一致，本文中要列的前兆均指非地震的观测量。

（注2）这25个观测点上，每点或省用两要素一个垂直向短周期地震信号，或者记录30个前兆分量（10个以分为采样周期，20个以小时为采样周期）不能同时兼用。

共有 90 个分量，以模拟量形式经电话线传回记录中心。

无线传输台站若全部用于测震，25 个观测点可传回 25 个垂直向短周期模拟量测震信号（注 2）

3. 大动态范围的数字化测震数据（动态范围大于 100 分贝，频段在 0.05 ~ 20 赫的数字化测震数据来自四个台站，各路三分向，共有 12 个分量，每个分量的采样率是 50 点/秒。

4. 遥控地震仪标定信号。有线传输地震仪器由台站中心控制发回模拟量标定响应信号，共分三组，1. 短周期地震仪，2. 部分中长周期和中强震仪器，3. 另一部分中长周期、中强震仪器及长周期仪器。标定响应信号与模拟量测震信号用同一传输通道送到台站中心。其他测震仪器也人工或定时发回标定响应信号。

(二) 数据处理器应具备的基本功能

上述原始数据除一部分同时记录在磁带记录器上外，将全部进入电子计算机数据处理系统。电子计算机数据处理系统应具备的基本功能是：

1. 实时地时地震前兆数据和动态范围的数字化测震数据进行于处理。将前兆数据全部编排序入数字磁带，并根据命令笔绘部分分量以供监视；将检测出的数字化地震信号存入磁带，并打印出该地震的有关信息。

2. 快速初定地震基本参数。对于初到记录较强的地震信号（暂定标准是初动振幅为前一分钟干扰平均水平的两倍以上），经大多数响应能前自动联机处理，将初定出的地震基本参数按规定格式输出，并将结果及地震信号存于外存贮器。自动处理结果可由操作员通过光笔显示器来检查和修改。对于

(注 1) 广义而言，地震仪记录也可看作是地震的前兆。为与地震台网总体规划中的提法一致，本文中提到的前兆均指非地震的观测量。
(注 2) 在 25 个观测点上，每点或者用笔记录一个垂直向短周期地震信号，或者记录 30 个前兆分量（10 个以分为采样周期，20 个以小时为采样周期），不能同时兼用。

不能自动处理的地震，需用人工测定的震相到时等数据（通过光笔显示器测定或直接读地震图）由计算机测定地震参数，并按规定格式打印出地震报告。

3. 地震前兆数据的常规处理，包括时均值、日均值、日累大值、最小值及其相应的时刻，超过正常阈值的起始时刻和持续时间等。处理结果以规定格式打印并贮存于数字磁带，也可根据需要绘出前兆变化曲线或穿孔纸带输出。

4. 测震数据的常规处理，对记录的地震信号进行编辑分类，编录地震目录，按规定格式输出指定时、空、强范围内的地震目录，并绘出震中分布图等。

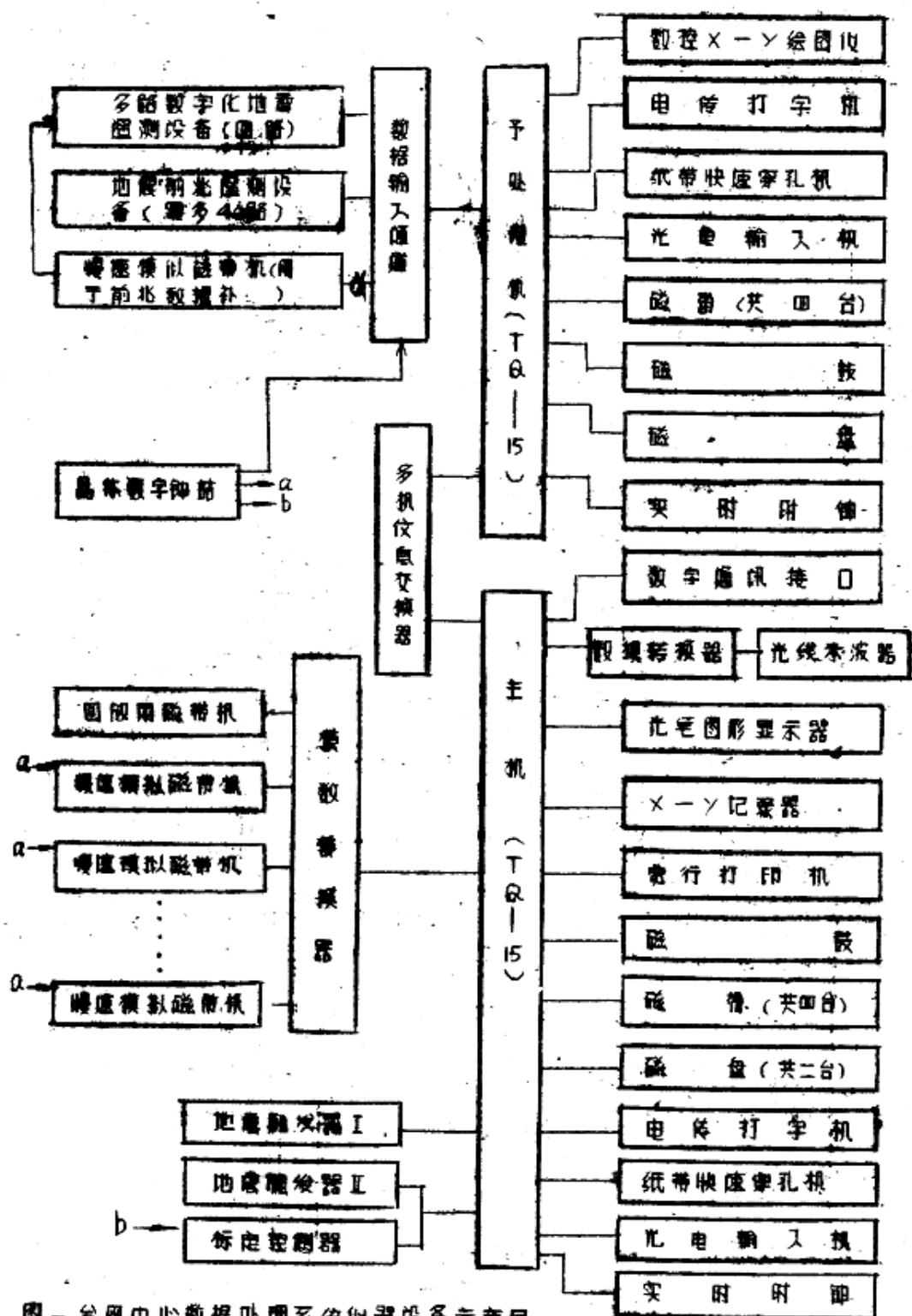
5. 有线传输台站上测震仪器系统频率特性测定和工作状态控制，根据所测取的标定向应带与计算频率特性，判定系统工作是否正常，打印出计算结果，绘出频率特性曲线。

6. 地震前兆和测震数据的详细分析处理：将贮存于磁带上的前兆与测震记录回装入计算机内，作各种详细分析处理。这项功能将在台网建成后逐步实现和发展，以便使台网在地震预报和研究工作中发挥更大的作用。

(三) 数据处理系统设备

上述各项功能是在软件与硬件配合之下实现的。可以说，硬设备是软件发挥其功能的物质基础。《电信传输地震台网观测分析处理系统总体设计》中所给出的数据处理系统硬设备示意于图一。

整个处理系统可分成于处理机部分和主机部分，而以多机信息交换器相联接，前者主要执行上述第一项功能，其特点是工作的连续性和实时性，后者则主要执行其余各项功能。



图一. 台内中心数据处理系统仪器设备示意图

(四) 数据处理程序系统概述

数据处理程序系统的运行框图示于图二，框图中着重表明数据处理的流程及各程序块之间的关系，以下简要说明。

1. 数字化前兆及测震数据于处理(1)是连续、实时进行的，它由实时操作系统调度，最后获得前兆记录磁带，地震信号磁带和供监视用前兆曲线。

2. 于处理机，通过电传机打入命令可指定绘制哪些前兆分量曲线。

3. “数据转发”(4-1)在主机和于处理机中根据电传机命令同步执行，将于处理机中的前兆磁带重新编排存入主机中的数字磁带(磁带1)中，以便于进一步分析。

4. 模拟量测震及标定信号记录在慢速模拟磁带上，当有触发器及标定控制器信号向主机要求中断后，主机即执行触发及标定处理(2)，它将通过实时时钟控制采样频率和采样数据转换器，将模拟信号数字化后存入内存，若为地震信号，则自动检测初到时并转入参数测定(3)。采集的数据存于数字磁带(磁带2)上，标定处理还要绘制响应曲线。

5. 基本参数测定(3)包括发震时刻、震源位置和震级。测量数据来源是：1° 触发及标定处理(2)中自动检测得到的初到时、P波最大振幅和相应周期；2° 由“光笔输入与显示”(5)，操作员在显示屏上测量出的到时和振幅、周期数据；3° 由人工测量地震图所得到的数据经电传机写入或经光电机输入数据磁带。计算结果存入地震目录磁带(磁带3)，并打印地震报告。

6. 利用磁带1，磁带2，磁带3的数据可进行三种常规处理(4-2, 4-3, 4-4)。(4-2)是前兆常规处理，目前肯定的处理内容还不多，今后将逐步发展，计算结果存于磁带4，并打印常规分析报告。还可根据操作员命令绘制前兆记录曲线。

地震常规处理(4-3)利用地震目录磁带(磁带3)作出地震日报表

月报表，绘制震中分布图。

地震常规处理(4-4)利用地震信号磁带(磁带2)计算地震波频谱，也可以利用模拟磁带记录，数字化后输入主机计算频谱。这时要借助光笔显示器，通过光笔输入与显示(5)程序指定求频谱的波段，计算出的频谱可显示在显示器上也可绘出曲线，同时打印出介绍报告。

以上三种常规处理均由电传机命令来控制执行。

7. 操作人员通过电传打字机和光笔显示器实现人机通讯。当由电传机打入命令后，通过命令解释程序决定执行何种处理：数据转发(4-1)、地震参数测定(3)、前兆常规(4-2)、地震常规(4-3)或者地震常规(4-4)。

8. 输入输出处理是程序系统中的重要组成部分，拟以广义输入输出指令形式在各程序块的汇编程序中出现。为此，要有一套广义输入输出指令执行程序。

9. 通用程序库存储在主机磁盘中，通过调用命令调入内存中，供各项任务调用。

10. 框图中没有画出但必不可少的是用户设备中断管理和中断服务程序。

整个程序系统按其各项任务的特点和相对独立性，可归纳成六个部分，它们是：

1. 数字化前兆反测震数据预处理；
2. 震发及测定处理；
3. 地震基本参数测定；
4. 常规处理；
5. 光笔输入与显示；
6. 中断管理与中断服务；

本设计的第二部分将对这六项分别予以说明。

二、分述

(一) 数字化前兆及测震数据予处理

是在予处理机中进行的工作。主要目的是采集和编排数据，检测超限信号，笔绘临用前兆曲线。工作方式是联机实时处理，连续工作。

1、数据输入通道：最多为40路的前兆数据、四路测震数据、四路时间编码通过数据输入通道进入予处理机，该输入接口的设备号、定幅符、屏蔽位均恒定。

数据输入通道可输入64路（每路16位）数据；其中16路对应于16个中断点。16路中有4路用于输入测震数据，4路用于输入时间编码。由于输入前兆量的40路无中断点，前带中断点的3路中的40个点一一对应各路前兆。当某路前兆量到达时，与之对应点的状态改变，即可查明路序号，接收该路前兆量。

2、输入数据特征：

(1) 前兆数据最多可有40路，其中来自有线传输大台网的共15路；来自无线传输临时密集台网的共25路。每路可传回10个采样周期为一分钟的前兆分量（以下简称分分量），20个采样周期为一小时的前兆分量（以下简称时分量）。各路分量串行到达台网中心，每字相距5秒钟。每分钟每路输入12个字，构成一帧，到达顺序是：

每小时第一分钟第一个字是帧同步字，第二个字是第一个分分量，第三至第十二个字依次为第一至第十个分分量。

在下一分钟，第一个字是帧同步字，第二个字是第二个分分量，第三至第十二个字依次为第一至第十个分分量。

依此类推，每小时前20分钟传20个时分量，其序号由帧同步字中的帧序号给出。帧序号为1~20，之后，序号变为零，每分钟第二个字也变

为零。

每个字为16位，字结构是：

帧同步字：	全 1	帧序号
-------	-----	-----

0 10 11 15

数据字：	0	符	数	值
------	---	---	---	---

0 1 2

符：符号位

数值：二一十进制 } 取值范围 1-3999

数据字第0位恒为零，以与帧同步字区分。

四十路前兆数据到达的次序是随机的，需由予处理机来判断。各观测点时钟精度是 10^{-4} ，要求前兆数据与时间对应关系准确到分。为此，每天应输入一次时间代码。

(2) 大动态范围数字化测震数据：共四路，每路传输一个台站的三向短周期数据。帧带20秒~20赫，传输速率400字/秒。路，每个分量采样率50字/秒。故实际传入数据量150字/秒。路。

输入字的结构是：

0	阶码	数符	尾数	字序号
---	----	----	----	-----

0 1 2 3 4 5 12 13 14 15

阶码是以4为底的，尾数是二进制码，字序号即各路代号0、1、2、3。

予处理机实时接收检测、存储数字化测震数据。作为一项示范性工作，为检验其处理能力，在对数字化测震数据进行处理时，不利用主机中时模拟量输入地震数据的处理结果，也不利用触发器I、II提供信息。

(3) 四组时间代码输入，分别用二一十进制编码表示，第一组是台网号、年号；第二组为月、日；第三组为时、分；第四组为秒、百分之一秒。各占

用数据输入通道的一路。

3. 数字化前兆及地震数据予处理能力：

(1) 将前兆数字化前兆数据，进行初步编排，存贮于数字磁带上；每日记录为一个文件，为保证时间精度，在记录开头记有路号、分量序号、及起止年、月、日、时、分。同时，将部分前兆分量用数控 X-Y 仪绘出曲线，最多绘出 10 个分量。

(2) 对数字化地震数据进行检测，将判定为地震的记录，按路、分量、排列好存于数字磁带上，记录长度 3 分钟，最先到达该记录前保留 10 秒钟左右干扰记录。记录中要插入时间代码以达到时间精度要求。在检测地震同时，测定地震初动到时、初动符号、记录段内的最大振幅、周期，并打印检测结果。

进一步要求：在完成上述工作后，利用所测得的初动到时，采取较简单的方法测定地震参数；此项工作视经验情况而定。若予处理能力不能完成，将交由主机去前。

4. 程序

为完成上述功能，要求在实时操作系统管理之下建立以下六个任务。这六个任务均应在执行开机任务时建立起来，并常驻内存。

(1) 前兆数据预处理；

(2) 前兆数据写带；

(3) 前兆数据画曲线；

(4) 地震数据检测；

(5) 地震数据暂存磁带；

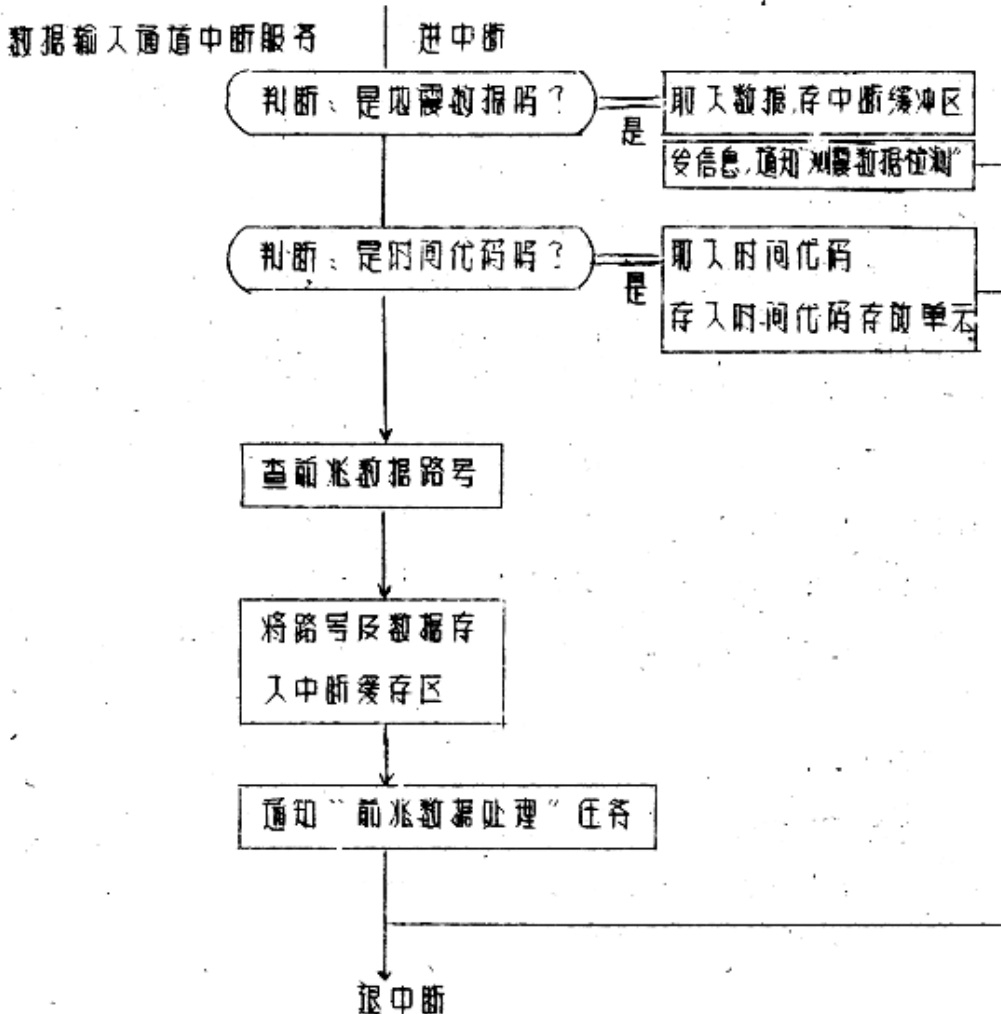
(6) 地震信号读盘写带；

同时，要有用户中断服务程序、台网数据输入中断。

六项任务的优先顺序是任务 4、任务 1、任务 5、任务 2、任务 3、任务 6。

5. 程序框图

数据输入通道中断服务：判断中断源、取入数据、通知任务1或任务4。



说明：四组时间代码存于内存中四个固定单元，在前兆和测震数据记录中需要写入时间代码时，即可以从这四个单元中取出相应时刻的时间代码。

任务1：前兆数据处理、接到信息后，执行处理任务，包括将中断缓冲区中数据按规定格式排队放入内存缓存区，当一个缓存区满时，通知写带，当需要画曲线时通知画曲线。