

76
编 号: (75)012

内 部

出国参观考察报告

日本地震工作概况

科学技术文献出版社

出国参观考察报告

日本地震工作概况

(内部发行)

编辑者: 中国科学技术情报研究所

出版者: 科学技术文献出版社

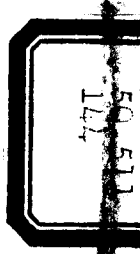
印刷者: 中国科学技术情报研究所印刷厂

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经销

开本 $787 \times 1092 \cdot \frac{1}{16}$ 4.25 印张 110 千字

统一书号, 12176·3 定价, 0.50元

1976年9月出版



毛主席语录

阶级斗争是纲，其余都是目。

搞社会主义革命，不知道资产阶级在那里，就在共产党内，党内走资本主义道路的当权派。走资派还在走。

自力更生为主，争取外援为辅，破除迷信，独立自主地干工业、干农业、干技术革命和文化革命，打倒奴隶思想，埋葬教条主义，认真学习外国的好经验，也一定研究外国的坏经验——引以为戒，这就是我们的路线。

目 录

一、地震台网和测震仪器	(1)
(一) 气象厅所属的测震工作	(1)
(二) 微震观测	(5)
(三) 阿武山微震观测中心的地震资料自动处理 计算系统	(14)
二、测震在地震预报中的应用	(16)
三、测震以外其他地震前兆现象的观测研究	(29)
(一) 地壳形变	(29)
(二) 地电, 重力, 地磁	(32)
四、深井观测技术	(33)
五、火山地震	(37)
六、松代地震群的观测研究	(43)
(一) 地震群的一般概况	(43)
(二) 一般观测工作	(43)
(三) 深部的爆炸地震探测	(45)
(四) 深井注水观测	(47)
(五) 钻孔应变计的试验性观测	(49)
七、日本第三次地震预报的科研规划	(51)

(一) 工作内容	(52)
(二) 第三次规划的特点	(53)
八、地震工程	(55)
(一) 概述	(55)
(二) 基础理论的研究	(56)
(三) 强震观测工作	(59)
(四) 各种结构抗震性能的实验研究	(61)
(五) 房屋抗震设计	(64)
(六) 软弱地基砂土液化问题	(65)

日本地震工作概况

中国地震代表团

一、地震台网和测震仪器

利用地震仪观测地震（以下简称测震）的工作在日本分成两个体系：一是震级3以上的所谓大、中、小地震由气象厅负责常规观测。二是震级3以下的所谓微震由各大学及研究单位根据需要，选择地区观测。气象厅在全国有118个地震台站（都由测候所兼测），一般放大倍数不高（约为 10^2-10^3 ）。各大学及研究单位另有微震台站共约100个，各自形成了中心。近年来大力发展遥测与自动处理系统，台站放大倍数较高（约 10^4-10^5 ）。

（一）气象厅所属的测震工作

日本全国测候所基本上都同时兼测地震，所用地震仪为一倍强震仪（周期5秒），百倍电磁式可见记录仪（周期10秒）。其中在67个台站上装有千倍级的磁鼓存储触发式磁带记录仪。（见图1，图2）。仪器在记录时是速度型，回放时成为1000倍的位移计。可延时30秒，记录4道（其中一道为时标）。松代地震台是气象厅所属的唯一的有一个有灵敏、长周期仪器的地震台。它承担国际地震速报，设备较全。仪器列于表1、2，仪器特性列于图3。

气象厅的常规测震工作是编制地震月报与速报。

地震月报 发生在日本及其周围的震级3以上地震每年据说可达万次。气象厅分工负责这些地震的月报。但气象厅现在的观测能力，对这些地震实际上是记录不全的。我们从京都的一个间接材料中判断，气象厅在该地区实际上只能控制到震级4.5。（东京地区控制到3.8）。由于地震数量大，测定、编报告已采用电算机编制。67个磁带记录台，定期将地震磁带寄送东京气象厅。气象厅先将模拟磁带改造成数字式，然后送电算机测定震中，编制报告。没有磁带记录的台站，则将其报告穿成卡片，也同时送入电算机，参加计算。

在电算机处理过程中，借图象显示器可作人机联系（见图4）。如机器确定的P波不准，可用人手调整。电算机打印的目录可直接付印。

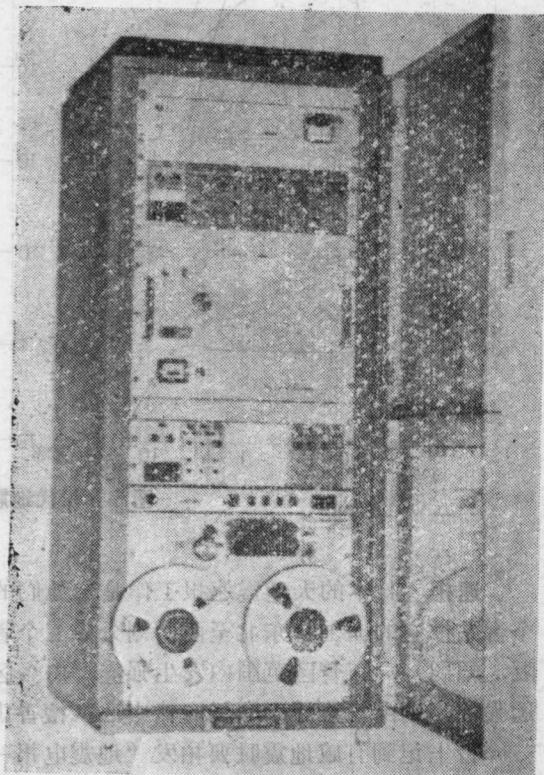


图1 TEAC SR-2101 型磁鼓存储触发式磁带记录仪

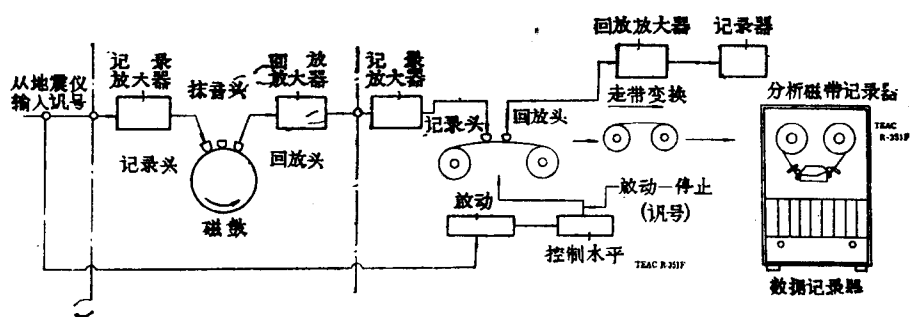


图2 触发式磁带记录仪工作示意图

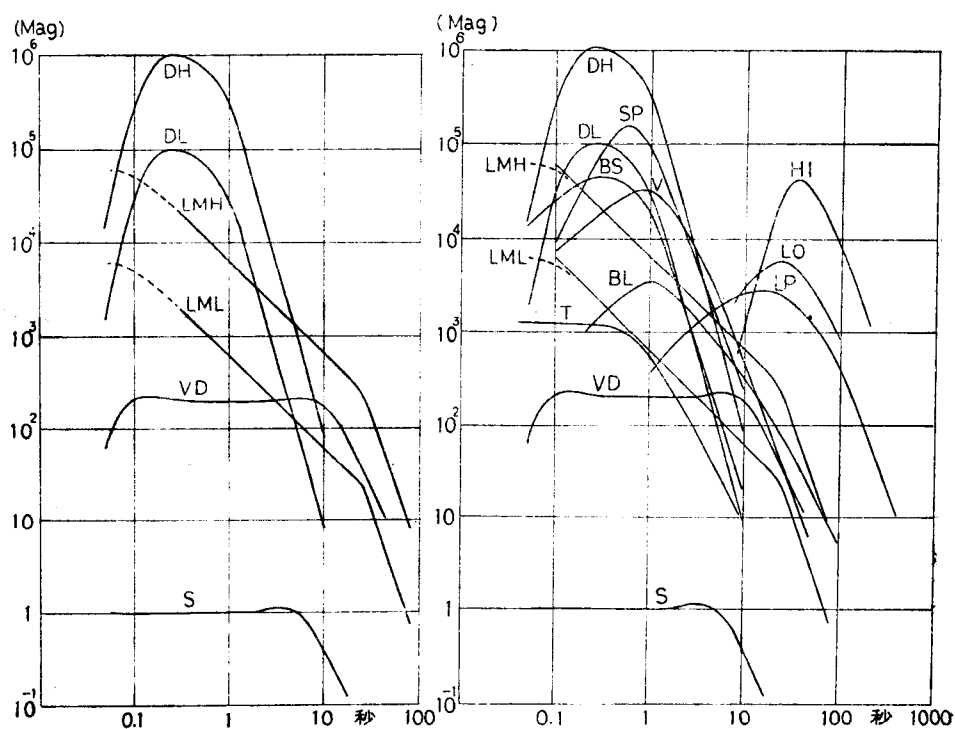


图3 松代地震台所用地震仪特性

速报 日本的大地震速报工作是与他们的海啸警报工作合成一体的。气象厅所属一百余个台站按它的国土自东北至西南划分成五个管区（区域中心分别设在札幌、仙台、东京、大阪、福冈），在管区范围内发生强震，由各区域中心自行测定。如系离海岸 600 公里以上的远强震，则由气象厅报国际海啸中心（檀香山）。

台上记到有感地震时要拍发“地震电报—Seismo-telegram”。当震动强度达到日本烈度表Ⅳ度（不稳的东西倾倒）或一倍强震仪双振幅达 5 毫米时，要拍发“海啸警戒用地震电报—Seismotelegram for tsunami warning”，在五分钟内报出 P 波到时及强度，再在十分钟内报出其他数据。

每个区域中心还配有一个四点有线遥测台网，孔径约 200 公里（见图 5）。记录除磁鼓存储触发式磁带记录仪外，另有纸带式四线可见记录。发生大地震，先用这四线可见记录读出两对台站的 P 波到时差，送入专门（简易）模拟机，即可在图板上显示震中位置。（用离散的小红灯泡来表示震中位置）。图 6 表示速报用快速测定用仪器。（a）全景；（b）磁鼓存储触发式磁带记录仪，图中下部是四线可见记录器；（c）在可见记录上读取两对台站 P 波到时差的情况；（d）震中位置的显示板。

各台的电报陆续收到，再用手工交切测定震中。从震级大小，离海岸线远近按已有的规范确定是否发布海啸警报。这全部工作应在 20 分钟内完成。

速报工作是 24 小时值班。各区域中心为一人，东京中心为二人。这项工作规定每年有一至二次演习。

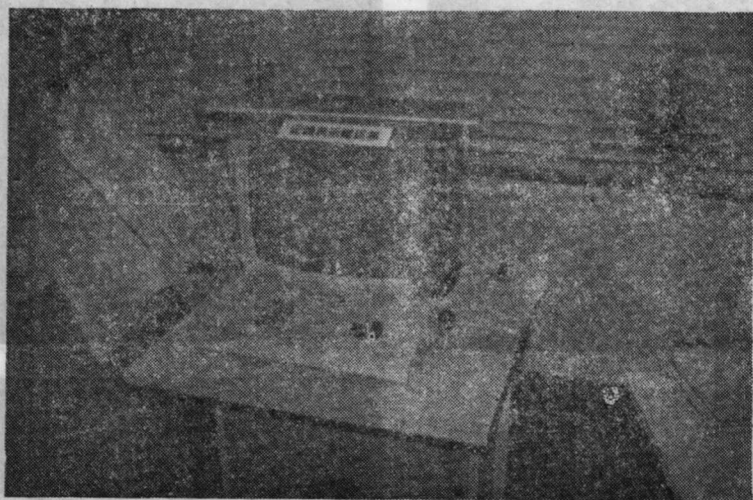


图 4 图象显示器

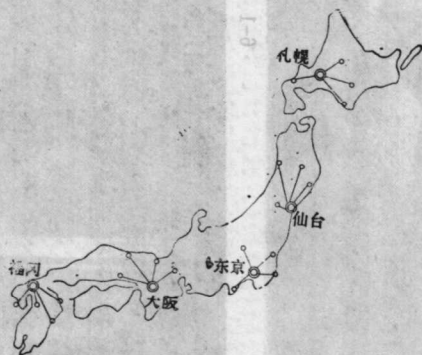
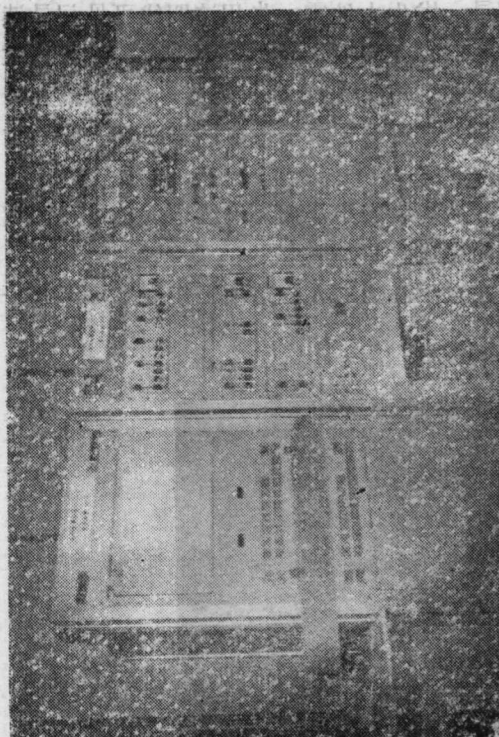
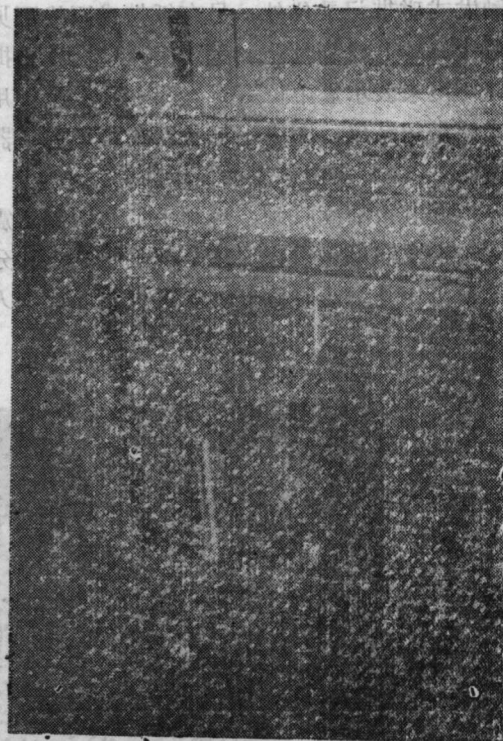


图 5 气象厅分区速报用遥测台网

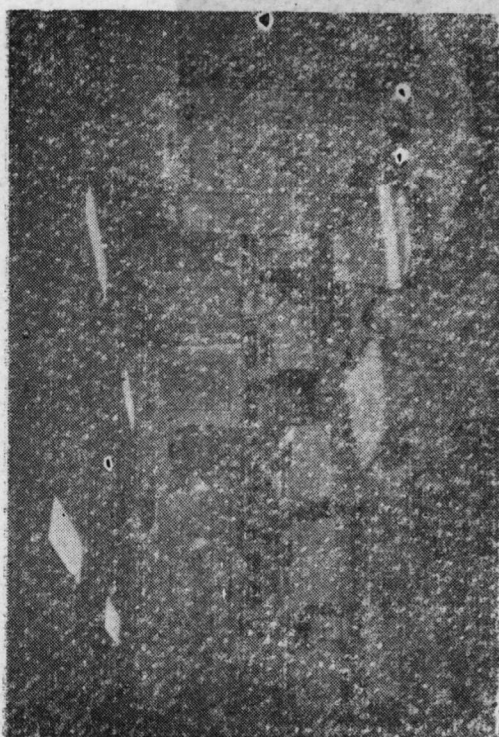
建湖县系51 (5图里)里公002 益谷下, 网告测意起首点四个一育强板心中做四个群



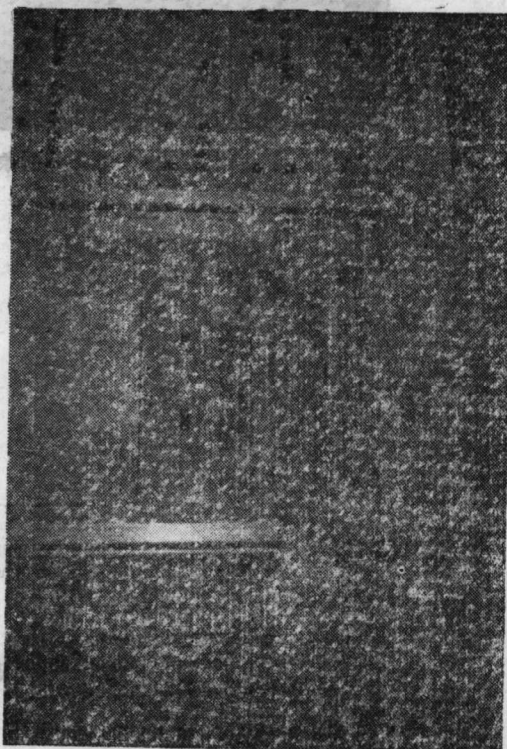
6-2



6-4



6-1



6-3

图6 速报测定用仪器

(二) 微震观测

微震工作早年在日本开展很少。1964年秋地震预报计划开始前仅在日本中部地方有少量开展。1966年4月我国建成八条线台网，7月日本地震学家河角广来参观时会说日本还做不到这样的台网。但近年来日本微震工作发展较快。特别是1974年开始的第三个地震预报计划，各大学都着手建设微震的遥测台网与自动计算处理系统。据说，全国已有将近一百多个微震台站。这些台站是分属各个大学或研究所，各有自己的中心。给我们安排参观介绍了七个中心，粗估所属台站约有八九十个。看来这七个中心可代表日本微震观测的全貌，下面仅就七个中心的简况与特点作一些概略介绍。

1. 北海道大学——札幌中心

遙測台站十個(見圖7)。其中有四個台先集中傳至一個次中心, 然後用400MC無線傳至札幌地區中心。中途在一些山上設有無線電傳輸中繼站。

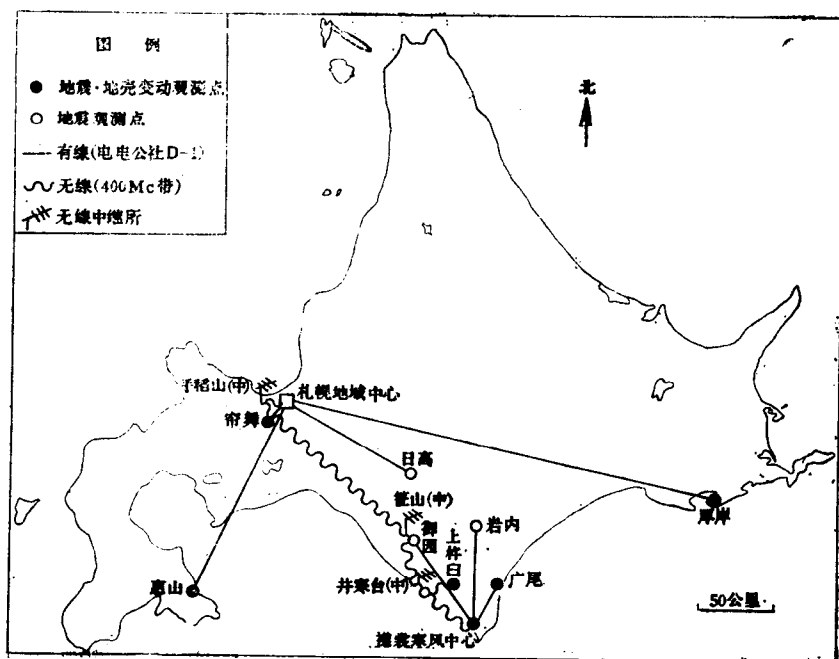


图7 北海道大学遥测台网

2. 东北大学——青叶山中心

遥测台站14个(见图8)。其中设有秋田,北上两个次中心,各有五个台,可以独立工作。在次中心记录时,各台为三分向,在次中心集中再传至青叶山中心时仅为垂直向。各台另有慢变化信号(如:伸缩三成分,倾斜二成分,降水量一成分,气温一成分,气压一成分,地磁一成分,)合成一道进行传输。延迟触发记录信号可由青叶山中心控制(见图9)。青叶山中心有电算机(32KW),磁盘(2.5MW)等可自动画出震中分布图,形变矢量图等。

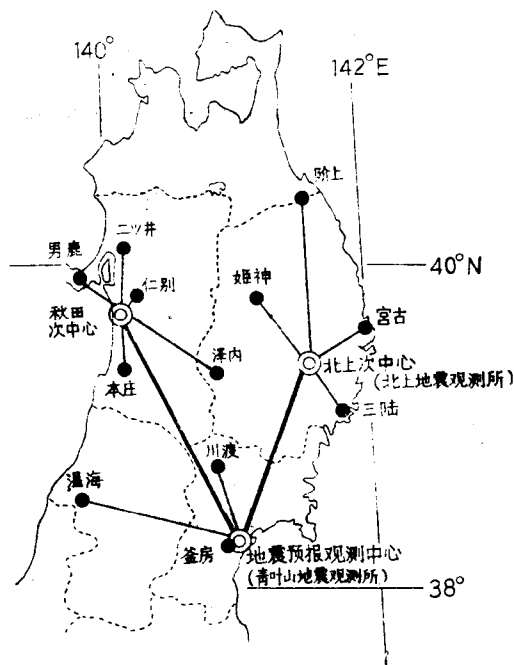


图8 东北大学遥测台网

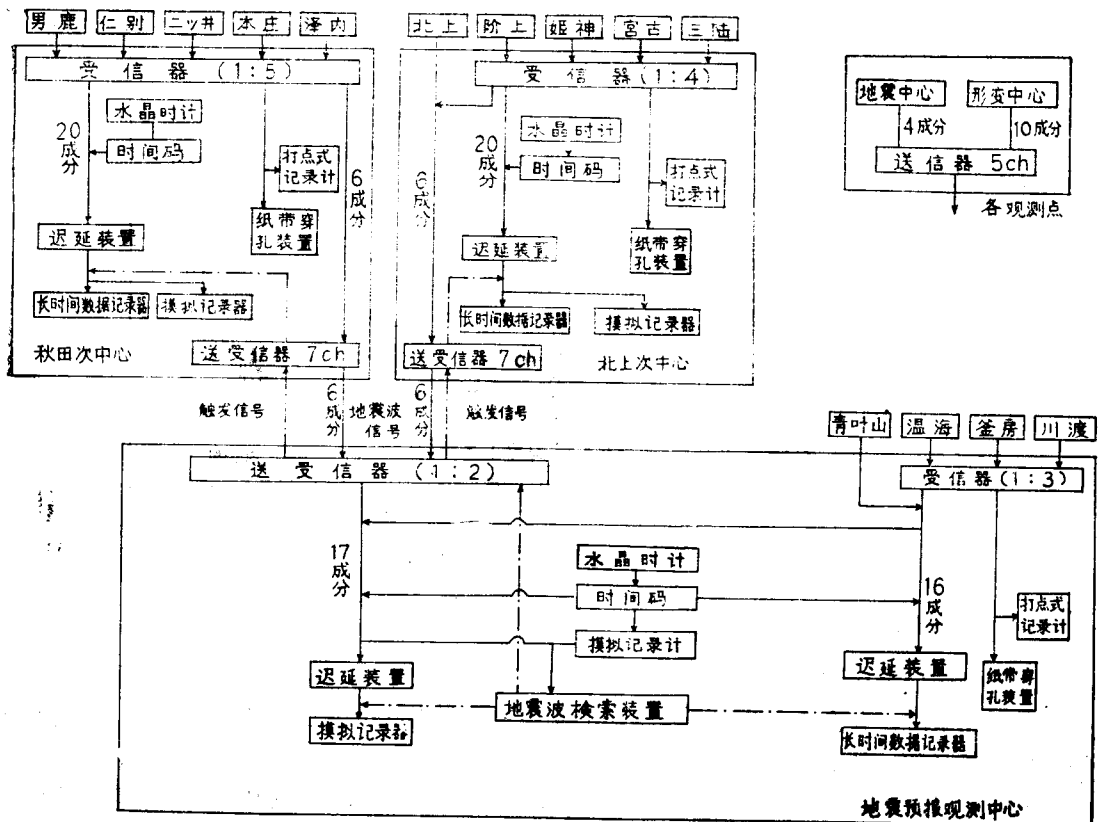


图9 东北大学遥测系统方框图

3. 东京大学地震研究所

有微震观测所六个，即：筑波、堂平、和歌山、白木、北信、柏崎(见图10)。每个观测所联系了3~10个微震台站，日本称其为各观测所的卫星观测点。一般无专业人员看管，委托当地换纸，邮寄主管观测所。其中和歌山与堂平两观测所各有遥测系统。

和歌山有卫星观测点12个，其中有四个点用无线遥传至和歌浦观测所。

堂平、筑波、清澄、城山、大山五点用400MHz或60MHz无线传至地震研究所六楼记录。(见图11)。其中同时传有长、中、短周期地震仪记录。记录除一般墨水、可见、磁带记录外，另有连续多道选频记录。

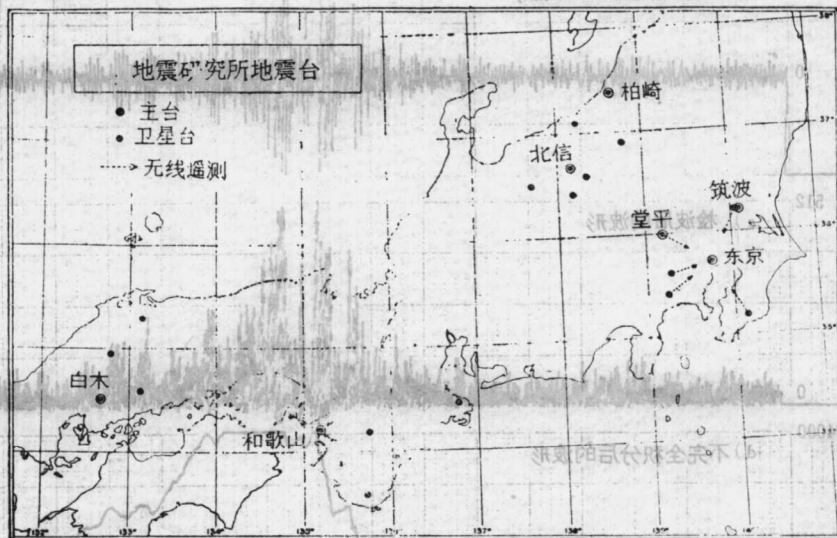


图10 东京大学地震研究所微震台网

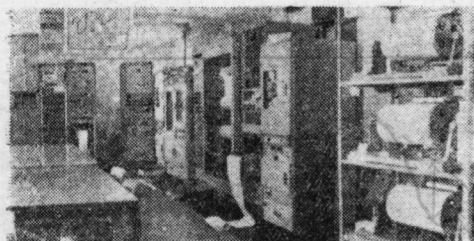


图11 东京大学地震研究所坪平传输台网本所记录室

- ①防灾中心(已设)
- ②防灾中心(计划)
- ③国土地理院(建设中)
- ④东大地震研究所(已设)
- ⑤遥测(已设)
- ⑥遥测(计划)
- ⑦山地

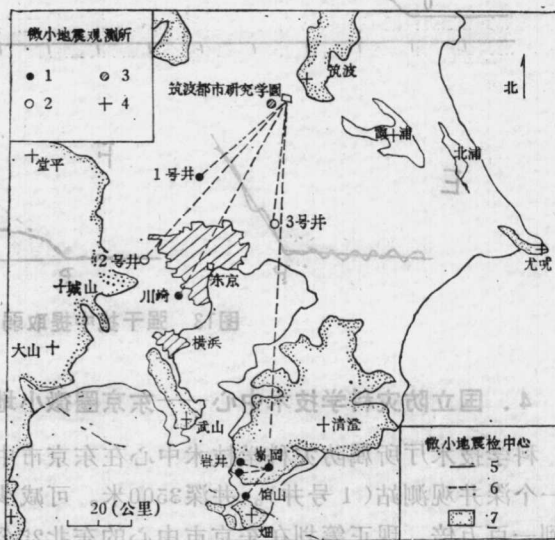


图12 防灾科学技术中心首都圈微小地震观测网

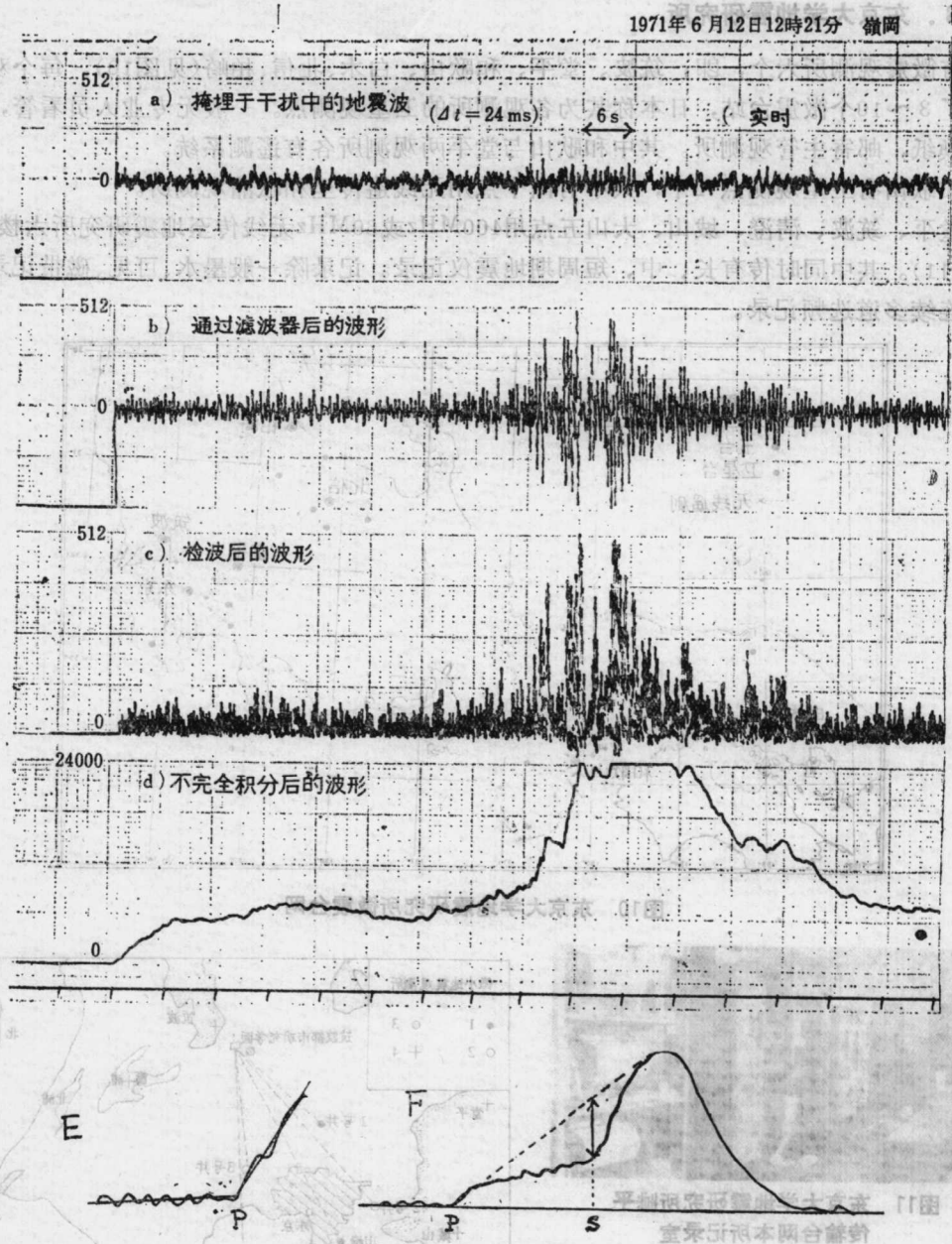


图13 强干扰中提取弱信号的示波图

4. 国防防灾科学技术中心——东京圈微小地震观测网

科学技术厅所属防灾科学技术中心在东京市中心北北西30公里岩槻市专为观测微震设立了一个深井观测站(1号井)。井深3500米。可减少地面交通干扰。据说,仪器在10周时可放大到一百万倍。现正筹划在东京市中心的东北25公里处钻一口2500米的深井(3号井)。在市中心的西面22公里处再钻一口5500米的深井(2号井)。配合外围地面台站组成东京圈微小地震观测网(见图12),以记录东京市正下方的微震。三个深井再加上川崎浅井及岭岗观测点的记

表1 松代地震台观测仪器一览表

地震仪名称	符号	分量	摆		电流计		记录方式
			周期	阻尼	周期	阻尼	
1 52B型1倍强震仪	S	南北	6.0秒	0.55			墨水记录30mm/分
		东西	6.0	0.55			
		上下	5.0	0.55			
2 61型200倍可见电磁式地震仪	VD	南北	10.0	0.55			墨水记录30mm/分
		东西	10.0	0.55			
		上下	10.0	0.55			
3 短周期垂直向地震仪	V	上下	1.0	1.4	2.8秒	1.2	照相纸记录60mm/分
4 胡特-安特生地震仪	T	南北	0.8	0.8			照相纸记录30mm/分
		东西	0.8	0.8			
5 本尼沃夫地震仪—短周期	BS	南北	1.0	0.63	0.2	1.7	胶卷记录15mm/分
		东西	1.0	0.64	0.2	1.6	
		上下	1.0	0.67	0.2	1.2	
本尼沃夫地震仪—长周期	BL	南北	1.0	0.63	89	2.5	照相纸记录30mm/分
		东西	1.0	0.64	55	2.5	
		上下	1.0	0.67	64	2.7	
6 世界标准地震仪—短周期	SP	南北	1.0	1.0	0.75	1.0	照相纸记录60mm/分
		东西	1.0	1.0	0.75	1.0	
		上下	1.0	1.0	0.75	1.0	
世界标准地震仪—长周期	LP	南北	15.0	1.0	100	1.0	照相纸记录15mm/分
		东西	15.0	1.0	100	1.0	
		上下	15.0	1.0	100	1.0	
7 高倍率可见电磁式地震仪	(高) DH	东西	1.0	0.5			卷纸墨水记录 16级可变速度(余震观测用) 1mm/分— 250mm/分
		上下	1.0	0.5			
	(低) DL	上下	1.0	0.5			
8 高灵敏度长周期地震仪	(高) HI	南北	30.0	1.0	100	1.0	照相纸记录15mm/分
		东西	30.0	1.0	100	1.0	
		上下	30.0	1.0	100	1.0	
	(低) LO	南北	30.0	1.0	100	1.0	照相纸记录15mm/分
		东西	30.0	1.0	100	1.0	
		上下	30.0	1.0	100	1.0	
9 长周期磁带记录地震仪	(高) LMH	南北	30.0	1.0			磁带记录0.3吋/秒
		东西	30.0	1.0			墨水监视记录30mm/分
		上下	30.0	1.0			
	(低) LML	南北	30.0	1.0			磁带记录0.3吋/秒
		东西	30.0	1.0			墨水监视记录30mm/分
		上下	30.0	1.0			

表 2

	形变观测仪名称	符 号	分 量	特性、精度及记录方式
1	石本式石英倾斜仪	ST	南 北	$T_0=30$ 秒, $0.026^\circ/\text{mm}$ 照相纸记录, $40\text{mm}/\text{日}$
2	获原式水管倾斜计	WT	东 西	长度40米, $0.005^\circ/\mu$, 测微计读数每日一次
8	石英管应变仪	SS	南 北	长度100米, 长周期 $2 \times 10^{-9}/\text{mm}$ 短周期 $1.7 \times 10^{-10}\text{mm}$
4	占孔式体应变仪	SE	东 西	墨水记录, 长周期 $12.5\text{mm}/\text{小时}$; 短周期 $20\text{mm}/\text{分}$ 三点比较观测(松代2长野1)遥测方式 墨水记录: $10\text{mm}/\text{分}$ 磁带记录 精度: $8 \times 10^{-8}/\text{伏}$ (パイモツ) $5 \times 10^{-7}/\text{伏}$ (差动变压器)

表 3

	A-D 转 换 器		D-A 转 换 器	
	T-3400	T-40	T-3400	T-40
道数	8	4	4	4
每道转换速度(μS)	33	20	7	15
输入, 输出电压(V)	$0-\pm 10$	$0-\pm 10.25$	$0-\pm 10$	$0-\pm 10$
每道最大取样率(KHZ)	2	2	2	2

录将用有线传至筑波研究中心。该技术中心, 设备较新。现在能做到从强干扰中找出微弱地震。图13a为1971年6月12日12时21分岭岗台的记录。因干扰很大、小地震波形掩埋在干扰中看不清楚。图13b为通过滤波器后的波形, 图13c为经检波后的波形。图13d为不完全积分后的波形。经这种处理后的p,s震相的典型图见图13e, 13f。其形态与普通记录的p,s的样子完全不同了。

该中心装备有两台电算机。一台小型机T-40, 一台中型机T-3400。(东京芝浦电气株式会社生产TOSBAC-40C浮点16位, 内存8K-64K。TOSBAC-3400浮点48位, 内存8K-262K。)两台电算机均配有A-D, D-A变换器, 其规格列于表3。

小型机服务于输入输出的操作, 如: ①将地震记录进行A-D变换存入电算机磁带中。②将图面上的波形图转换到磁带中。③将中型机T-3400的输出用笔绘, 曲线仪, 打印制表等显示。④用于各种记录方式的转换: 如磁带转成纸带, 数据记录转成笔绘记录等。当然小型机T-40也可作为电算机从事一些简单的数值滤波, 叠加求和等。中型机T-3400则用于数学运算, 如频谱分析, 有限元模拟, 统计分析等。有些图象信息的存储如中文文字, 中文作表, 信息量很大, 需存在磁盘内, 则需借T-3400机操作。

该中心分析地震的方式如(图14)所示。

地震波检测装置即前述滤波—整流—不完全积分所组成的弱信号检测的模拟线路。线路与特性见图15。输入电算机的, 经模—数变换器的数据, 先暂存于电算机存储器, 如有检测装置的触发信号, 则将存储器中的数据转入磁带记录器。

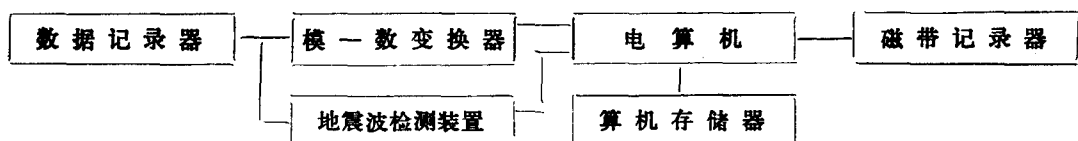


图14 防灾科技中心微弱地震记录系统综合示意图

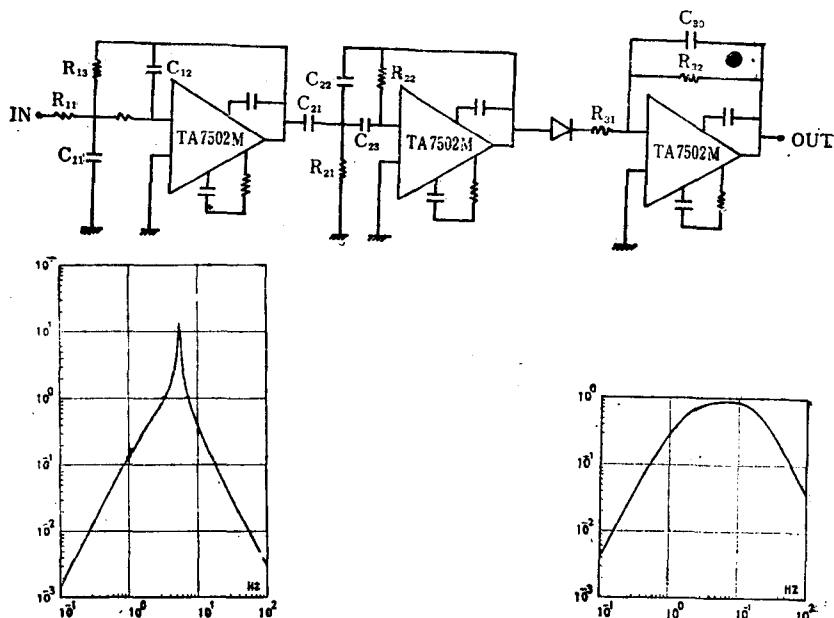


图15 检测线路及滤波特性图

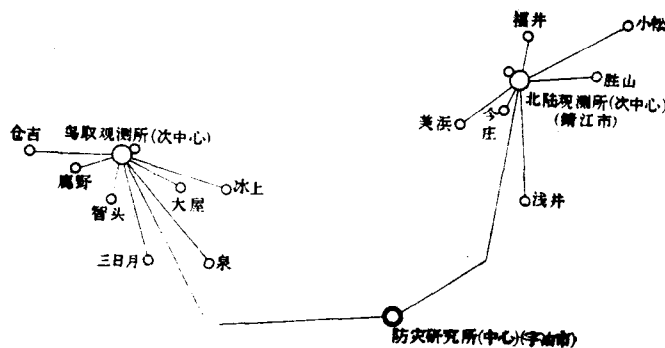


图16 京都大学遥测台网

5. 名古屋大学

现有观测点15个。其中8点为有线传输。拟在1976—1977年建成13点的有线传输网。计算处理设备正在调试中，现在能做到自动编绘震中分布图。

6. 京都大学防灾研究所

正在建设具有(8+9个台)两个分中心的一组有线遥测台网(见图16)。测点与接收点的传输设备正在日立制作所装配。我们去该厂参观了这些设备。整个系统可见示意图17。传输设备中考虑有呼叫，通话与由记录中心控制，能进行标定的功能。传输讯号为调频式： $f_0 = 800 + 400(n-1)$ 。通带为0.1—50Hz。三道。另有专为测试长途线路用的监控(pilot)

