

科技参考资料之七

关于地震科技的几个問題

合肥市革命委员会地震办公室
合肥市科学技术情报研究所

· 合印

一九七八年十一月

P315

合肥市图书馆

关于地震科技的几个问题

——《地球物理学报》总编辑 谢毓寿（根据录音整理）

这个问题在“四人帮”的时候，没人敢说，至少我们不敢说。现在我们国家地震局领导很强调这个事，并多次出国。马上到日本去也就是参观先进技术。

现在我简单汇报一下。

电子学我不怎么懂，电子计算机我也外行，只能报报标题了。地震观测的发展，这是我们引以为自豪的，人类最早的一个地震计是公元一三二年我们的张衡大科学家发明的。从现在来讲是一个地震计，谈不上仪器，它不能连续记录，它只能显示哪一个方向。从历史的眼光来看，两千前以前能够这样，是一项了不起的成就。但是，从当代的地震学来讲，已是历史作用了。现在的地震学地震仪器最早是在日本，由日本请的一个英国机械师在日本做的，因为他是一个机械工程师，是日本请的大学教授，他在日本感受到了地震，因此感到应该弄个东西来设法记记。他是一个业余爱好者，他发明了现代的第一个地震仪，以后他就培养起一批日本的地震学家，所以日本地震学发展比较早。上个世纪末到这个世纪初，日本的地震学在国际上是能站得住脚的。那时所谓机械式地震仪就是一个摆，相对运动，拿一根线吊一个东西，地一动，桌子跟着动，这根线挂着，所以这个东西就不动，这很简单。（做手势）这样手动作和不动之间产生相对运动，就可测出地震。

以后，二十世纪初帝俄的时候，伽里青第一个发明电磁式地震仪，这是因为线圈切割磁场产生电流电动势，电动势通过一个电流计便能记下来。这种地震仪统治了好几十年，一直到五十年代。五十年代中期以后，电子学才引入地震的观测，从各方面提高了地震的观测技术。譬如说，时间图就用了石英钟，精度能大大提高，那么放大倍数可以无限放大。因为收音机多级放大可以搞得很响，只要噪音小一点，元件好一点，从原则上讲，可以无限放大，不成问题。尤其元件质量提高后，噪音问题解决了，那么根本就没有问题了。问题在于地表没有真正安静的地方，当你在深山里完全没人到的地方放一台很高灵敏度的、放大100万倍的仪器，或者放大500万倍的仪器，它还是在动的。动是永恒的，静是相对的。所以，现在要观测，要放大倍数高，仪器不是问题，而是你找不到安静的地方，所以就足够了。现在地震要观测到7级或8级，观测到-3级-4级，一点问题也没有，所以仪器放大倍数没有问题。时间图可以相当精确，并且可以遥测，因为电子仪器有线无线传输都可以。可以遥测就可以中央集中记录，集中记录所有的地震仪。所有记录都记在一张纸上，量时间的误差就小，否则都要对钟，便麻烦了。现在都记在一起，一个钟同时来对，时间就精确了，并且人力也大量节省，并且电子学的频率范围随便你弄了。众所周知，收音机有长波段、短波段，而地震波有很宽的频带，采用电子技术后，随便选一频段，其它就是噪音，干扰就可以去掉了。例如说，我有地震

仪记地震，不要记爆炸，但是难免有爆炸怎么办？过去没有办法，只好迁台。现在很简单，只要一个通频滤波器，我要的一个频段通得过，其它的都压制了，那就完了嘛，毫无问题。即使有车子走动，有人来也没关系。因为这种频带放大倍率等等全部都解决了，所以现在地震仪器已没有太大的问题了，主要是长周期的问题。长周期实际已没有什么问题了，它号称可以从直流（根本无周期，周期无限大就是倾斜了。缓慢地倾斜完全可以没有时间或可以有时间进行校正，）都不在话下，并且更重要的一个东西就是分析处理的自动化。因为你用了电子技术，就可以直接送入电子计算机，那么所有的东西都看得见，一个地震来了，从地震仪到最后的图都看出来了。地震在哪儿、多大，当中神不知鬼不觉地出来了。并且所谓适时的实际时间就是现在发生地震，现在就出来了，根本不用上下纸，冲洗、烟熏时间不可避免要损失。所以现在地震观测系统跟分析系统从世界范围上讲根本非但有极大的发展，并且已没有什么困难了。所以现在你要做什么，就做什么，并且所需要的人力也很少。据国外讲，电子计算机最近累选，所以使用电子计算机量越来越大，性能越来越高。由于价钱暴选，所以同样的钱可以买很多电子计算机。钱也不是问题，但是外国人就这点，他怕用人，一个人他用不起，而电子计算机来后，人可以精简，这样财政方面的困难也基本上可以解决。现在国际上地震科学发展的很快，成果出得很快，方法就是这样。

我们简单回顾一下国际上地震观测发展史。开始时，搞一个地震仪就可以设地震台。地震台有人维护，天天去搞就行了。架了几个台后，可以相互交换，有几个台就能测出地震发生的地点等。以后就搞台网，一个单位设一组合，便能控制，把这地区包围起来，便能很好地控制。以后就是台阵，台阵跟台网的差别，主要是技术上的问题，因为用台阵开始时是物理上最先搞起的，地壳任何时候都是运动的，而运动是永恒的，那我不要记录永恒的运动，我要记突然发生的地震，那你就要信号和噪音。永恒振动对我来说是种干扰，是噪音，我去除噪音，就像次的收音机唧拉唧拉老在闹，你听了讨厌它一样。那我们的地震仪老在闹，记出来的信号很不清楚，所以要提高信杂比，就是压低噪声，提高信号，这个用的就是减波器组，就是放一组合理的地震仪，不是单一的地震仪。几个地震仪摆成一定的组合，使噪声相互干扰掉，但是信号相互迭加，这样便能提高信杂比，这是一种。另外用所谓天线理论，从雷达搞了以后，要尽量使天线接收能力效果好，所以一个新的学科就是天线理论。我们要接收信号，当然我们是地下信号，不是天空来的信号，但是原理可以应用，所以用无线电天线理论来布置台网，这样就组成所谓台阵。一样多的台，但是我经过了理论指导来布局，它的接收效果就更好，这就是台阵。台阵在国际上发展最快的是美国，美国人为什么发展，他不是为研究地震学，而是跟老修搞军备竞赛，搞核爆炸侦察，他的目的是把很小的地震能够马上记下来。英国也搞，英国人在英伦三岛搞，在印度、澳大利亚也搞，在加拿大也设小台阵，他钱少，设小台阵能多设几个。美国人一个一个地干，在挪威设了一个很大的台阵，他在自己国家蒙大拿州设了一个世界上最大的台阵，叫大孔径台阵。这一台阵有525个地震仪，全部是自动控制的，它把一组组信号自己混合，混合后，把几组通到华盛顿，用一个专用的电子计算机，在一、二十分钟内就直接用专线通到五角大楼，总统白宫底下的作战图。总统墙上有一战略地图，上面在进行不管是天然地震或是核爆炸发生以后，他收到了，我记得是十分分钟，最多二十分钟，工作量、具体地点、发生在什么地方、有个多大的震动，并且还指出来根据电子计算机逻辑判断，是天然地震，还是核爆炸，警铃响了，值

班人就去了，然后就汇报这样的情况，所以这是美国人做台阵的高潮。以后他扫兴了，现在已不那么积极，非但没发展，很多都下马了，这是一种。另外同样为着军备竞赛，为着侦察核爆炸，他就搞了世界标准台网，是美国人干的。除了老修与中国外，都由他出钱，他的标准仪器，他训练观测人员，他给维修，但是你得给他一份记录，你也可以留一份。这样他就在各处都设，如日本和我们台湾省台北都设了一个，他这么多台的效果是与大孔径台阵相辅相成的。那台阵效果是快，但是由于他只是在一个点观测，尽管有几百平方公里的范围，对地球来讲是个点。单点观察，古话说“差一毫厘，失之千里”，几千公里之外如果测角度偏一度两度结果误差就很大。所以不如你在全世界合理布局，这样相互可以校正，这样更可靠。所以他又搞了个全球标准台网，这都是美国人用军备费用搞的。所以美国地震学家羡慕中国人，另外他自己很侥幸，说是幸亏有军事才推动地震科学，推动了仪器设备，有仪器设备就得有人搞，有人搞就提高了地震科学水平，并且有了记录，就有人进行研究。所以整个地震学受到刺激，说是沾了光，当然并不是说他们这些人都想战争，他觉得如果没有这样，他更落后，他是从这一角度来讲的。

那么，我给大家举个例子，就是我知道的几种类型的台吧。例如说，一九七四年美国有个波尔特，是澳大利亚地震学家，叛国到美国去。在加利福尼亚州伯克利那个地方有个地震实验室，他当时介绍还比较先进，他在一定地区监督，他跟政府合作的，就是要求20分钟之内发生有感地震，特别是有破坏性地震。他承担责任，向州政府汇报，州政府随时用直升飞机到现场去救灾。所以如果报不准，那么救灾就不能及时到达，这个地震学家要承担责任。这样合同之下给他钱，你敢签不敢签？你敢签就干，规划你定，钱你说，但是责任是这个，你干别的科研我不管，他们只是金钱来往，没什么客气。你敢包就包，你不包我包给别人，所以设了一组很密集的台站。他的技术是全部用有线传输，有线传输经验是这样，据说加利福尼亚州电话公司服务很好，态度好，随时检修线路，先得通知他。他说现在震情紧张，不能修，明天修行不行？电话公司就迁就他。另外一条，维修得非常好，噪音很低，因为中国科学家问他，他说，他在英国搞，英国没有办法，英国电话系统陈旧，水平低，所以噪音大。因此英国地震遥测不能用电话局电线。他说他们那儿可以这样用，结果这些信号来了以后，全部是自动检测。因为你一天到晚在那儿记录地震，有地震信号要取出信号，自动检测后，要判断，是天然地震还是干扰等等，这些细节我就不谈了。就是说有这么多环节，首先是检测，你认为是什么地震信号，然后判断什么是天然地震，什么是你要的东西，然后由一个小型电子计算机自动取样，然后记在磁带上，记下后自动分析处理，震中在什么地方，快速定出来。快速定出后，不是很可靠的，有警铃，值班人员平常就象我们医院大夫一样，24小时值班，不能老在上班，他可以睡觉，来了大的地震，超过多大了，值班人员就得起来，起来后，他就把它回放，回放后要求快、要求准，就象我们电视机一样，将屏幕先摆好模式，因为不能把200台都弄上来，那看不出来了。他选定几个主要台，在他的位置上大体看一下，然后一下显示出来，这完全是按钮工作。看出来后，你可以让它停住，也可以放它过去，因为在一个屏幕上不能把整个地震都看出来，所以让它跑过去，然后让它回来。回来后，就要认正像了，认正像要把它放大一点。另外有一按钮，让它放大多少倍，如果太大了，就压低一点，反正便于你正像分析。正象分析完后，要量、要计算时间，各台到时不一样，怎么办呢？这就要求算得非常准，因为台距很小，所以它的办法是，有一根应该说是《天方夜谭》里的“魔杖”了，有了一电子线路的一根很小的棒，这是

电视机的屏幕了。假定我这四个手指头代表四道地震记录吧，到时不一样就要算到时差，我们用圆规作图，即使很有经验，起码准不到十分之一秒。他的办法是这样，他有一条零线，他把最先到达的波齐着零线，算是零，然后第二个台怎么办呢，他拿这根小棒一指，这根线就跟着跑了，他一拉，这根线就跑过来，就齐了，跑到零线，然后，计数器上有了，我一拉拉了多少时间，所以第二道比第一道时间滞后多少，打字机就会打出来。哪一台比第一台时间落后多少，然后指着这个一拉，就跑过来了，这一拉拉了多少秒，这样便全部出来了。一个小电子计算机把所有程序都排好，一按电钮，便放出来了。所以这样，这是有经验的人来做，认为人比机器高级，机器的程序是人排的，人排后就定死了。人可以灵活，看到这不对，可以变换，电子计算机的程序是排死的。所以电子计算机要首先快速弄出来，当然积累了一定经验后，他就程序修改，但是不管怎么修改都是死的，象这样他就是修订震中就是这么做的。至于震级等就不谈了，很容易，把它弄大弄小很简单，这是一个。当时我的水平也很低，无线电也不懂，当时我以为听错了，后来我就问问我们中国同志，就是从外国商品介绍（无线电厂商的介绍）听说真有这种玩意儿。就是这个电视机的银屏，拿个东西这么一拉，叫它往哪儿拉就往哪儿拉。拉了以后就可以码上号码打出来，知道拉了多远。据说真有这个东西，说明我没有听错，但这个并不是最高级的，是一个一般的，是观测系统，比我们一个省局要小多了，它是省里的一个州，州的大学的一个实验室。那么我再举个例子，五十年代国际上有个海啸预报中心，设在檀香山的。地震后引起的海啸是非常可怕的，所以日本、秘鲁、美国等都参加的。这些参加国就承担了责任，发生了认为有可能引起海啸的地震，二十分钟以内要作出海啸预报，对外预报，人才好跑，那么所以就要求地震台在十分钟左右，最多二十分钟，不然就来不及了。来了大地震，指的是海域，一定在海里某些地区，发生的海底地震，才会引起海啸，并非所有大地震都需要这样做。那么这样的地震他马上报到檀香山火奴鲁鲁预报中心，立刻发海啸预报，我为什么要提一下这个呢？因为他的技术是很落后的，并不是了不得的先进的东西。我们在日本参观它的气象中心，它就是圆规记录的，是值班员拿圆规量的，如P波到达、S波到达，拿圆规在图上报一下，算一下大概多远，立刻报出去，所以速度非常快，来不及算什么其它的等等，比较粗糙，因为用不准很准，在海域区，错几十公里、上百公里没有问题，就是这样做的。我的意思谈这个问题的目的，用我们的话说，可以土法上马，并不是说“那不行，我这个还没买到，那个还没有批准”，就好像什么工作都不能做了，我说土法也可以做高水平的工作嘛！这是第二个例子。刚才美国大孔径台阵我说过了，我就不说了，样这一个集中的台阵整个全球它都控制了。它号称全球3.5级的震动它都能控制，误差较大些就是了。超高灵敏度的小台阵，这个是多快好省的一种办法，就是用放大100万倍级的高灵敏度、短周期的地震仪。美国人设计的目的是为着观察断层当前活动情况，如（加）州发现四大断层是活动的，但整个是活动的，但某一段与某一段的活动程度不一样呀，同时活动随时间也变化，所以应当经常进行观察，大地震很少，所以就得观察很小的地震，很小的地震就得用高灵敏度仪器，高灵敏度仪器控制范围很狭，因噪音很大，所以这样只能进行流动观测。很短时间内，以几小时记它几百个地震，几十个地震就完了，办法就是吉普车后面放了拖车，一般放七个地震仪，都拉着线，自己开着车子到那里，放好七个地震仪，把拖斗这么一放，小汽车一开就回去没有事了。然后到一定时候自动冲洗，胶卷就出来了，可以观测多少小时，记到多少地震，多大地震，然后从大小地震关系来推

测法，这就是所谓超高灵敏度小型流动地震台阵，这个地震仪用的是美国上天观测月球振动的设计的仪器，否则设计一个仪器是很贵的。用的是月震仪构造做的，这个我认为国内可以搞，因为多快好省，交通系统如果人跑或牲口驮也不是很困难的，瑞典有一个帕德台阵，处在斯堪的纳维亚半岛，地壳是比较稳定的，这个小台阵基本是自动控制的，每天调测仪器，调零点，从动力特性一直到记录等等全部自动化的。这个台上找三个人，三角台网加个中心台共四个台。三个人为辅，另外一个人搞分析，分析的人责任很简单，当天一定要把所有地震分析完，用电传真发给世界各国中心，互相交流。现在瑞典斯堪的纳维亚半岛是一个很稳定的台，是片麻岩、花岗岩的，岩性也好，并且也稳定，基本无地震，它所有的历史上所能知道的就是发生在挪威南端海底发生的地震对它有5度左右的影响，造成了轻微的伤害。本来它没有地震问题，所以它搞台网是为了搞核侦察，但是现在它要发展核电站，原子能发电站，他们国家就有一个原子能委员会，原子能委员会订出严格的要求，要求它参数一个是千分之一的危险性，就是偶然的出毛病，有千分之一可能出毛病，必须给出来。第二个是十万分之一的可能性，就是机率，要给这两个数据，那么所以它的能源部与台站订合同，三年为期，设一组全国台网，然后根据观测数据来判断千年一遇的地震。在它那几个要建原子能发电站的地点的地表最大振动多大，振幅怎样，是严格的。千年一遇甚至还有十万年一遇的是什么样，多大，他这个人胆子不小，承担下来了，搞了十七个台，设备向美国买了。十七个台他就想精打细算，放大设备等等，自己做了，试验花了半年多时间，架台半年多时间，一共一年半。从接受任务到十七个台架起来，架起来后全部用无线电传出中央记录。为什么用无线电呢？因为他说是有线传输付不起一个电话线的租金，他说电话线租金一年半就够无线电中继站的一次投资，他这个一年半就可以捞回本钱，要有线干什么？所以他是完全从经济考虑的。十七个台站，全国范围南北八百公里，东西多远记不清了，相当于我们一般省的范围。一年多一点从设计选台到正常工作，观测人员连一个都没有，那怎么观测呢？原来有四个台，刚才说的那三个人，再把原来台进一步自动化。三个人维护原来那四个台任务就更轻了，十七个台就兼一下，兼仪器维护，和每天每台都要测仪器的动力特性，不是说一年测个常数什么的。所有零点飘移等全部不允许的，每天都要测的，全部自动化的。出了问题后所有修理工作都是这三个人，没有什么仪器组呀、修理组呀，什么都没有。但高级修理是不会的，因为所有东西都是组件的，这个坏了，只要换个插件插进去就完了，这要说清楚。至于分析呢！就是他又提出这个比较困难，就是全部电子计算机程序，那么他们接触的这个问题都是我们将来要碰到的这个问题，我们现在这个都不成问题，现在一般手里都有电子计算机，一个月运转的时间不见得都转的满，他们的电子计算机都是分秒必争，要花钱的，小型电子计算机他自己专用的非常便宜，才一两万美金一个，算不了大题目，要算大题目要借别人的，一分钟要多少钱，所以他就精打细算。他的办法就是这样，他请这个设计公司，软件设计公司，配合他一块，最经济有效的来设计这个程序，因为他这个程序不象科研，科研这个题目没有人不会排程序的。排程序并且从质量来讲能够满足科研要求，因我要科研成果自己知道，但是效率不是最高的，比如说内行的人可以十分钟算完这个题，我要算同样这个题目可能要十五分钟，那多五分钟，我一个科研题目没关系，一共算不了几题，多几块钱算了。我请人家来排程序可能钱更多，但是他要预测，他要作三年的观测，可能要几千个几百个地震。那么一个地震多算几秒钟，他就吃不消，所以他的办法就是这样。我

们早晚会碰到这个问题的，这个我就不多啰嗦了。就是说，这是个初步的测定，碰到有兴趣的地震的话，那么就是人来作了，不是机器作了。这一组台的特点就是这样，他因为要作万年一遇的最大的地震，所以他算了一下，他要三年的时间，因为原子能发电站第四年就要开工了，所以三年必须出成果，所以他从过去的历史地震——我说一下历史地震的重要性，虽然有几十年历史，一百年都靠不住，但几十年比几天好些，也比空想好。所以他几十年之内曾经刚才说过的在外国发生的一次影响才5度的地震，那么他就想，我三年之内发生不了这么大的，比这小一点的是由完全从统计数学来计算，三年之内可能发生最大的震动多大，那么他的仪器就保证那么大的地震不出格。因为他虽然有三年可能就碰到这一次，但这一次丢了比什么都宝贵，命根子。因为有这么大的地震好容易来了又丢了，那怎么办呢？所以最大的可能出现的地震要能够记的下来，因此他的电子放大线路就有压缩倍率的，如果真的来了那么大的地震，立刻就调档了。一共分7档8档，最高灵敏度是百万倍级的，百万倍级的有感地震在出格后早就不知去向了。所以就分7档8档，全部自动调整的，信号来多大它就调一档，即每一档之间有交叉，所以完全保证一点都不漏，最小的地震一直到三年之内可能出现的最大的地震（比有感要强一些的地震）用同一个地震仪保证都能够正确无误的、定量的、没有误差的记下来，不光是记下来，还要正确、大小、定量的记下来，所以要求还是比较高的。我的汇报就到这里。

我底下谈两个问题，一个是国外人家搞地震台的科学思路。比如说搞一组台，安徽省叫我设一组安徽省的地震台，安徽台网怎么配，那么据我接触的各个国家，各个科学家，只要他有真正的独立科研能力的人，思路是一样的。首先任务是什么，要我干什么，要我干原子能发电站，三年要记到百年一遇的地震，那最大的……比如说他要核侦察，所以近的不要，要远的。因为他自己不做报站，最近的在苏联某地要一千公里之内的地震，全部都要自动把它识别了以后去掉，来的信号不要，完全不要人管的，所以这一切程序完全服务于你的任务，因此不用说那你说地震仪，那我们国家哪有？厂里出不来，不是这个问题。这首先有那么个任务，你就得设计，遗憾的是你什么样的仪器能够满足我所要记的东西，然后就是布局，怎样去布局，才能够控制我所要记的东西，我所不要的东西不会造成干扰。布局问题，然后就要选台，干扰背景等等，仪器可以实验，同时还没有噪音干扰，同时什么雷雨等等都要考虑，交通问题，将来人员的生活问题，一切的一切全都要考虑。他“一长制”嘛！谁能叫谁负一责任，出了问题就你一个人负责嘛，但是他可以找别人商量，可是最后排版就是这一个人了，所以他就全不考虑。那么然后你就要试记录，最后就是设台。关于设台，我所看到设的台没有一个台造一平方米的房子，该打洞的打洞，该弄一个棚弄一个棚，这就是新修的房子，弄一个竹篱一个棚，没有盖房子的，然后，弄一根棍子，一个前置放大器，然后一根天线发射出去了，就完了，用不着盖房子，当然盖房子他们就是这么说的：“我花钱盖房子，还不如把仪器搞好，还不如多请一个研究人员，能够把这个记录研究更好一些，更多一些，还不如更多建一个台呢。”所以是这样一个情况，钱嘛，因为资产阶级社会是钞票挂帅嘛，钞票真挂帅！他一切真是精打细算。他这个人，因为你要是超过这个，以后追加预算没人理你，你说预算不追加，我身边没钱了，你不观测，三年要负法律责任，签订合同有法律责任。所以这一切东西，思路是非常清楚的，并且步步有交待的，不保密，我们那天去他全部同我们谈清楚了。并且象瑞典这种情况，它布置台网的时候，还不是全国布台

网，他布了一组台网，他在全国进行了普遍的花了半年时间，在全国范围之内观测脉动噪声背景，然后才选的台，把全国总干扰背景的图画出来然后才选的。我再哆嗦一下，就是说我觉得在我国内会经常碰到的，过去实际上已经碰到了，而将来更要碰到，现在实际上存在。

另外关于仪器观测，我再汇报一下。就是现在的方向，现在国际上发展的方向，我问了一下去年在英国一个城市开的一个国际大地测量及地球物理学学会下属的地球内部构造物理学跟地球化学联合学术会议讨论会，里边有个专门地震观测的讨论小组，这个组长我问他，他说是会上对于地震仪器没有重大发展，只不过是西德的什么的提出来作广告，说是很方便，这么大一个地震图，他可以说一下子放的眼墙这么大，他说这个没意思，有什么用，是商业广告性质的，没有研究性的改进。而敦克尔说现在的仪器已经够了，你所要做的工作，这些仪器完全能满足了，所以没有什么重大的新的发展。不过现在就是超长周期的地震仪是一个研究方向，在我国内不是重要问题，因为这个不是研究地震灾害问题，是用地震波研究地壳构造等问题，这在国际上是个热门。那么另外呢，他们就由美国人搞的，搞一组十个八个在关键地点设他的所谓科研地震台，这是比较高标准的，他好好记录下来，长期的保留着。那么另外呢，有个重大的问题在国际上基本上取得了统一的看法，现在要取得好的资料，好的效果，地震台在于精而不在于多，也不光是仪器精，要维护的好，少数一些维护的很好的仪器不多的台，就完全够了。现在的世界台网控制世界的地震活动太多了，不是太少了。美国六十年代设的世界标准地震台网有一百多个台，在一些国家他不好好维持，他又有漏洞，没有办法，动不动就停了，停了又不工作，所以这些台就调整、下马，有若干重要的台就派人、花钱，而一般的就下马了。这个不是空洞的理论计算，是根据实际的测定震源位置，等等的实践结果，这个台太多了，用不着，所以他们不是在大量的铺台了，而是保证台站质量的这么一种趋势。刚才说过，他这个大孔径的台阵也同样的，他几个台阵都送给大学做教学用了。比如说挪威的这个，他因为维持费不够，把它大部分都停止运转了，就是说经过实践的结果，当时是冒进了，没有必要花那么多钱、投那么多资。但是已经投了资也没有办法，但维护费要压缩，他维持不起。还有一个问题，就是说那么多台，记录太多没有地方保存，所以一般三个月磁带就刷掉了。既然有用的就回放 to 别的磁带上，就集中，连续记录嘛！没有用的他就把它刷掉了，要的就回放 to 密集到某几个上面，所以现在这个是一个基本的潮流，或者一个动向吧。那么另外呢，不光是走时曲线各个地区早已不在话下了，那就进一步考虑在一个局部地区地震波传播的各项异性问题了，和不同的方向地震波传播的速度，特别是动态的，就是震幅的大小，能量的吸收，从东南西北来不一样的，进行这样一个精密的修订，这也是一个很重要的方向。其它的因时间关系不再谈了。

下面我想谈一下外国来了那么多地震代表团，来的都是向我们学习地震预报的，那么他到底怎么个看法，这个当然我只能说我主观，因为一般外国人回去以后他会发表一个观感，就是中国的地震学究竟如何。据我了解，他回去以后，我探讨他的口气，从而听到一些看法，我就向大家简单汇报一下。首先是学到了什么没有，根据他们的态度以及他们的说法，我倒是有点相信他真愿意有学习的愿望的，那么学到了什么没有呢，学到了。最突出的是学到了我们的群众工作，他们公开的说并且有实际行动，就是他说我们宣传群众、解释群众、动员群众，他们说服了，他们要跟上，所以他就要宣传画，要

科普小册子等等。所以他们不是客气，他真要。并且，象瑞典代表团，他还要我们那场电影，他说他回去以后要推荐给他们电视台。电视宣传他说他们落后了，因为他说这样以后，可以使他们的群众有了地震知识以后，如果有什么情况，可以给专家，给专业人员汇报。他们承认地震，只要你观测台多，你不能够每一个地方都设台，这么多台也不够多，而人们哪儿都有，没人的地方地震也无所谓，所以从另一个角度来讲是值得做群众工作的。另外，就是群众有了知识，对于防灾可以不那么惊慌，也可以避免损失，因为他说不出所以然，所以我相信他不是客套，他是真正向我们学习了群众工作。

第二点我想提一下，他对我们的羡慕，这是普遍的，公开的。我所以要介绍一下，这并不是说我们可以引以为骄傲，我个人觉得我们的责任更是艰巨，应该对我们讲是个压力，是个动力。因为他们第一就说党和政府如此重视地震，不管人力、物力、财力，几乎是无止尽的这么给，他说他不可想象。我们参观一个台，连美国人都说，这是超级台，世界上的超级台，一千多平方米一个台。比如说到广东的一个工厂群测群防站，就造了一个小楼，在我们这里一个县的地震台那简直是相当低级，因为那还不是我们的专业队伍，就是一个工厂里，两三间房子。加拿大人简直是羡慕的不得了，说：“一个地震台都盖好几间房子，好家伙，我整个全国地震中心才几间房子。”所以他说：“你们条件实在太好了，真舍得花钱。”那么，他还羡慕我们报错了也没关系，你们地震学家也不负有责任，群众也不埋怨你们，他们觉得是羡慕我们。而我们每次听了以后压力相当大，这是普遍的，各个国家的各批专家，有的事你不问到他也要谈，他说：“这就是一个台呀，一个台就这样多房子呀！”因为他们一个台一个平方米都不盖的，所以这一点我交待一下。

另外，关于地震预报，他们至少对于海城、营口地震他是相信的，他洋洋细细的问。因为那天出去是下雪天，他们觉得不可思议，觉得办不到。但是，他觉得里面有很多问题，他提出来一些，比如说：“你们科学家没那个本事吧，第一，科学家动员不了那么多人。”所以加拿大代表团团长就简单地说了几句话：“总的看你们政府比你们的科学家更聪明。”因为他觉得人民生命财产的损失的减少，关键在于政府下了决心动员了人民。在这种前提之下，地震没有真来，就硬是下雪天，在东北就这么临时弄一下，连病人都出来。这个当然有很多人有不同的解释，有的说他是恶意的，有的说是善意的，我也不清楚。另外他们有这样一个问题，我们有很多预报手段没有给他介绍。实际上，我们大家都知道，石砬砬地震台在临震前一两天一下子有好几百个地震，还是相当关键的，那么他就提这个问题，加拿大人、新西兰人也这么说，他说：“你们这么多小地震我们常常碰到，比你们多的有的是，几千个地震我都记到过，我当时真不敢报，而幸亏没报，因为以后没有来大地震，报了可就坏了。”我跟他们说：“我们是综合性预报的。”他就没话说了。他说：“那我们落后了，我没有那么多手段。”另外，他们就是要掏咱们高的，掏的最厉害的就是“异常”。异常是有背景的，出现了异常就要开会商谈了，向省委汇报，根据就是异常。“什么是异常？首先正常你说说清楚。”我们说：“正常就比较平稳。”他说：“你平稳到什么样？多大是异常？”“嚷什么，你看，这叫异常！”他说：“你能不能把没有地震时的情况谈谈。”他问这个也是一环扣一环的。“你这学多久了？起码也学了几个月几年了吧，你报了多少回了？”这个人说我报了几回几回。咱们都是很漂亮的一个一个的，都给他摆在那。“那么你有那么长的地裂，中间没有预报，能不能给我看看呢？”这些我们按常规不给看，这些都不给看，一

般他就不问了,因为他们到中国来都是时间很紧张,他也很识相的,知识分子说话都是拐弯的。他们提问题一般举个手,我有问题不知道该不该问,然后说这个问题你可以问,那我声明这个问题不一定要回答,然后他就说,话又说回来,你不怎么回答,他声明不一定要回答他就心怀鬼胎,所以他就有看法。我们再举一个反面事例证明,一个美国代表团员说:“我到日本去,日本一个教授给我拿了一个很漂亮的例子,地倾斜予报地震一个对应一个。当时我就也相信也不相信,后来我又不好意思问他,说有没有错报,他拿出东西都是正确报的,但他一会儿就出去,他底下一个技术员讲,他是个技术员,观测是你观测的,没有地震也没有异常啊,有没有地震不异常的?可那观测员说当然有了。可我不相信那个教授的话。”我根本不相信他那一套,所以我想他跟我说这番话,恐怕是话中有话。其实,你何必出日本人洋相干什么呢?所以我就如实地向大家汇报一下,有这么种情况。这是第一,他抠你这个东西,随便哪种手段,他都要求你拿出来,有震无震,报准报不准都得拿出来,然后我才能相信你什么叫正常,否则我就不信你不震就叫正常,或者小震就叫正常,这是一个。还有一个叫怀疑,比如水氢,他相信水氢,报准报不准是另外一码事,水氢手段能报地震前兆他有点相信,他觉得讲的通。因为这是他们自己说出来的,他说因为水氢是深井里拿来上的,浅井里又当别论,深井的水氢是变了,这是岩层裂隙里压出来的,地应力变了,所以这样可以反映地底下的应力状态的,因此有可能是前兆现象。但是土地电呢,他就不解释了,他就问你,“你这是放在土里还是在石头里?”我说是土里,他就怀疑了,多远呢?有时100公里200公里,到处都有,200公里之外有个五、六级地震,200公里之内的土应力就变了?他就不相信了。所以诸如此类他就要在理论上问你个为什么,考验一下你的基础。另外他正面提出,我们没有过关的东西就遍地开花。有的诚恳的代表团员,我觉得是善意的,他说:“你这样是不是会造成浪费?你为什么不试点?仪器过关不过关?观测条件过不过关?就大量的摊开。”这是他正面提出的就比较不客气。他说:“你们予报定义我不怎么看,我们的予报,时间是很准确的时间,具体的时间,地点是很具体的地点,震级也是很具体的震级,最好拿张纸,白纸黑字提出报告,这样才算。否则说有震情,后来来了个几级地震也不管。”他不承认这个地震予报,顶多说是趋势,他们就这么不客气的判断。

苏局长叫我说一下对地震予报你有什么看法。地震予报我没有看法,我也不会予报,震情会商我一次也没有参加过。我有一个简单的看法,我们都得予报地震,对群众发出予报。而现在报的震级问题,我觉得不怎么够,震级是地震的大小,简单的说一个电灯有多少瓦?一千瓦的电灯,我隔一堵墙看根本是黑的,一点也没有,一支光的电灯,我这儿是很亮的,可以看书。所以光报一个几级、多远,就叫人家搭防震棚,淋雨,我觉得于心不忍,叫人家三层楼的都下来,我觉得三层楼比平房结实的多,所以我觉得地震工作者和抗震工作者没有尽到自己的职责。这不是说我不管地震予报就给人家出难题,我觉得应该这样子,应当予报什么地方,什么样的房子就危险,那你该出去就出去,该怎么样就怎样,所以我就是这个简单的看法。

还有几分钟,再向大家汇报另一个题目,书归正传,说一下地震历史资料问题,我想提一下地震历史资料在地震学中的应用。

我们国家的地震工作方针,党提的非常明确:“在党的一元化领导下,以预防为主,专群结合,土洋结合,依靠广大群众,做好予测予防工作。”这里面只有一个内容,就是如何减免、抗御地震的灾害问题,对于纯地震学的理论研究这里面没有提。当然,如果

不许研究，你可以作为研究这个手段，要地震预报也要研究嘛。但是，归根结底重点是放在保障人民生命财产的安全问题上，这样，首先就要弄清地震活动性这个问题。根据统计，全世界每年平均8级地震一年可能发生两次左右，7级可能发生20来次，有感地震一般说十几万次一年。我们国家一九五〇年到一九七六年二十七年的统计，8级地震大体上十年发生一次，7级地震大概每年发生1.4次，一次半左右。所以地震在一个国家或者一个地震区来讲，大地震的重复率非常低，多少年才会一次，所以一般几十岁的人一辈子碰到次把地震或者说不定没碰到地震是不足为奇。因此地震一来紧张的不得了，谁都着急，谁都重视，要钱给钱，要什么给什么，但是往往过了一些日子地震老不来，你看我们的抗震棚拆的差不多了吧，据说是震情缓和了。可现在据说又有点震情，慢慢地抗震棚老不住就要拆，再过几十年地震也许不太多的话，恐怕要钱就不那么容易了，要造予算了等等，所以世界古今中外都是这个样子，世界各国都是这样。这样一来，地震学一直是比较落后，研究上去了又下来了，而地震本身就比较难的，它就发生在地底下，你也很难弄准确，做实验我刚才也说过，模拟相似那个问题到现在还不能很好解决。因此，地震学发展的就比较慢，而地震资料积累也比较慢。比如说，现代的科学一般都是由宏观到微观，先都是描述性的，地理啊，气象啊，都是这样，以后逐渐用仪器观测，更科学的仪器，更好的仪器，然后有所谓科学记录，实验等等，这样到微观，地震学也不例外。地震仪器也相当好了，台网已经设的够多了，从全球来讲，那应该满足了。但是地震有一个特点，大地震全球一年才发生一、两次，你要积累每一个地震，全球地震每年何止成百成千，每个地震区你都要把它的最大的地震到最小的地震都记下，大地震多少年重复一次，要靠地震仪记，恐怕夸张一点，从地球地质学现象看，一万年恐怕全球活动构造都有大活动，恐怕没有那么快，所以光靠仪器再好，不震怎么办呢？所以我们现在的仪器发展了，并且地震学也发展了，已经掌握了规律，大小地震之间有一定的规律，大体上震级大一级好象次数是少八次、八倍吧，我记不太清楚了。震级越高，地震次数越少，所以你可以从小的地震来推嘛。比如可以从0级地震、1级地震、2级地震，我找出它的双关关系，然后我推出2级地震要多少年一次，3级多少，4级……那你要推到8级也行。但是统计学有一定的限制，你光是0级、1级、2级就要推到8级就有点太玄乎了，1级、2级要推3级还有点门，要推到8级，起码5级、6级有个把点子来控制它，来校正一下。所以历史地震资料，做这一方面的事是唯一的、宝贵的资料，因为历史地震，记到过一次8级地震，我这一地区先后记到过零级、1级、2级、4级，你要推一下，推到5级还有点把握，推到6级就玄乎了，推到8级根本就没影。不过你历史资料有个8级的，并且你历史资料足够长，8级地震多少年才一次，给你用小地震来推是一致的，那么有一个8级地震来校核，这0级、1级、2级、3级，推出来的那个5、6、7级就很有把握了，就是说我这里有几个点子，这里有一个点子，那么连成一个直线，当中这几个就比较有把握，6级地震多少年重复一次，7级地震多少年重复一次，所以这个东西唯有用历史地震。当前的水平需要这样做，因为试验不可靠，什么东西也没有办法，仪器再好，它不来地震，所以历史资料花多大力气都够本，这是非常重要的。因为重复率每一个地方都不一样，比如我国台湾省东部与西部就不一样。台湾东部重复率非常多，十几年就来一个7、8级的大地震；又比如我们关中平原出名的一五五六年的大地震，死亡有资可查的，82万有余。但是现在连4级地震都没有，3级地震一年才一、两个，那你这个8级是过硬的，决不会弄错的，地点也错不

了，所以这样就非常可贵了，这样可以掌握它的时间变化规律。还有一个是空间变化规律，哪里有地震，哪里没地震，有多大。比如说，还以关中为例吧，假如没有一五五六年这个地震的历史记载，没有人反映是西安地区会发生8级地震，是不是不就那么一个吗？那就是说历史资料是研究性的问题了，而这一问题正是国际上特别是美国现在有重大问题没有办法解决，因为美国东部没有很大的破坏性地震，所以它基本上不设防的，但必须要发展，而现在它的仪器灵敏度提高了，发现有小地震，那它就出现问题了。有小地震是不是不可能有大地震？这是个原则性问题，它没法突破，理论上过不了关。要观测，又等不到大地震，历史，它祖宗没给他财富，所以他一点办法也没有，非常羡慕我们这个，所以他非常希望通过我们的这个研究，能够给他掌握一些规律。所以我相信，如果我们资料公布了，我们不用，他一定会拿来研究，他倒不是成名成家，他要解决美国的问题，我有小地震，咱们西安、关中平原有小地震，美国没有大地震，美国一五五六年还没有人哪，还是当地的印地安人，没有历史。所以他这是唯一的希望，如果你现在这个情况基本类似，他就可以作一个旁证，所以这也是一个非常重要的问题，至少到现在为止，地震科学的发展还只有求助于老祖宗。所以，历史地震资料在这一方面也是独一无二的能起作用的，没有第二个东西能代替它。

第三，还有地震活动的类型问题，地震活动的类型在有些地方，会有小地震出现，但是没有大的，根据我个人的经验，云南林区这个地方找到一个老先生，他在黄历上批的，一连三天地震，他记得很具体，如：隔壁什么在晃动，一连三日不停，人心惶惶，不知世界末日何日到来之。那么后来证明世界末日没有到来，只有地震群，没有大地震，它会出现一群地震，大小差不多，3到4级，大不了4、5级，再大没有了，有好几次出现的震群，所以这是一种类型。那么另外一种，是邢台3月8日来个地震，3月22日又来了一个大家伙，差不多大，一九二七年河西走廊出现地震，历史上相当惨的，下午来了个地震，相当大，有破坏，老百姓都跑出去了。冬天寒冬腊月，在西北高原，日落西山，饥寒交迫，也没有什么余震，结果熬不住了，就回家做饭，这下来了个更大的地震，他们窑洞很多，死伤很惨，因为人已经精疲力尽，饥寒交迫，并且麻痹了，觉得大地震过去了。所以能够掌握一个地方的地震活动的类型，无论对于预报地震或者对于减轻地震的灾害都是极其重要的，而这一东西，理论当然可以做，但是更现实的就是看它的过去，估计它的将来，从它的活动史，这是允许的，因为地震是地质现象，地质以人类活动的年代来算是稳定的，几百年我们认为它是稳定的，所以这是非常重要的。如果你们听说这个是一个震群，那你何必叫人家出来住抗震棚呢？如果你知道当场要来个大地震，那当然会有余震，那余震下去就完了，如果它是双震型的，或者它有比较强的前震的话，那么来了一个3至4级地震，那就应该马上震情会商，叫人家避一下是应该的，如果这一地区不是属于这一类型的，你何必来了个3级地震就紧张一番，过了一个礼拜没事了，又松一番，如果我们掌握了某一地区的地震类型，我们能够把地震活动区勾划出来，非地震活动区不会受影响，地震活动区有7级地震，我这个地方离开地震活动区最起码还有一百公里，你死不了着什么急呢？7级地震的震中区跑了，你离300公里之外也跟着跑，这不是庸人自扰吗？所以我觉得你知道了这个地方的烈度，然后根据烈度再来动员群众，我觉得这样比较合理些。所以我觉得根据历史资料至少在这方面，一个，划分地震活动区，我就过硬的，这个地方发生过地震，是活动区，有什么理由不承认它是活动区，别的地方确实有一年历史，就是没有发生过5级以上地震，你为什么还

那么害怕呢？所谓活动区就是地震的空间分布。第二就是随时间的变化这个规律，第三就是地震的活动类型，我觉得这个都是为了预报，为着抗震所需要的基础资料，而这个都是我们祖先留给我们的历史地震宝贵资料的、世界独一无二的，我们的沾的光。

我再说一下关于前兆，过去都说古人都胡说八道，什么“地生白毛。”地生白毛未必没这个事，生的不一定是白毛，比如说根据我自己的实践经验，就是地震常常地裂缝、喷水、含砂、盐碱地出碱，（这是有客观经验的都有这个经验）然后等到一千以后，砂子原来是黑砂，后来颜色慢慢变淡，或者成了一片白的盐碱，从前那时的秀才写这书的人，他还会上山调查？他还不是老远望望，或听别人一说，就说：“啊，长了白毛了！”他就那么一写，再加上生动一些，“地生白毛”，言词简练，文章又漂亮。所以我觉得这种现象未必他瞎说。但是，你说他不科学，他怎么会科学呢？那时还没有地震学，他怎么会科学呢？比如说还有“赤毛之鱼”，赤毛之鱼我还亲眼看见过，地震以后，河水发浑了，鱼鳞上那个粘乎乎的东西，粘上一些河里的浑的泥砂，他说这是毛，其实当然不是毛，也许他没看清楚。是毛还是鱼上的那个粘的，也许他为了美化文字他那么写，那你怎么一定说是呢？现在确是有，你不信，下回你们可以注意一下。发生了大地震，河水浑你们见过吧，井水浑你们见过吧，你把鱼扔下去，捞起来，你看它长不长红毛呢，或者是黑毛、黄毛都可能嘛，水是什么颜色，它是什么颜色。所以我想，这些东西我们提出来这些，不要一比，就说古人迷信，你说他不科学，不科学和迷信又有什么区别？他就迷信，他把这事情说出来了，由于他迷信才把它记了，他不迷信就不记了，那我们还没有这份遗产呢！所以我们必须科学消化他给我们遗留给我们的东西，而不应该一棍子打死，就因噎废食，我觉得有点可惜。

最后我想简单说说，这些年来我们的地震事业发展是非常之快的，成绩也是十分巨大的，在国际上也是承认的。刚才我说了，并不是人家都说什么，起码他承认我们的海城地震，别的地震他也承认。预报，现在各国受压力是真的，中国的预报，怎么预报他都是真的，就是说外国的人民是相信的。所以从科学上我们应该保持更进一步，是不是？我们不能停留在经验、成绩面前，并且我们应该承认我们的经验还不够。我们是有预报的，比如说海城地震，那一夜的几百个小震群起了很大作用。但是据说今年海城还有5、6级，好象就没那么信任了，那是不是真的没有小前震了？也不敢说，因为石砬砬那个台他摸准了，石头底下正好是震源，但六点几级地震上面不一定有地震台，即使有一组前震也未必能记得到。所以，就是说我们即使出经验，也还是不够的，我觉得我们还是应该进一步努力。同时我们也有更多的责任这样子，正象外国人所羡慕的，我们党对我们这样支持，人力、物力、财力对我们这样的爱护，我们做错了，不责怪我们，而是鼓励我们，我们还有什么任何理由不更百倍的努力来更快的突破我们这个预报关呢？那么还有另外还有一条，我再重复一遍，就是国外的情报工作是非常之快的。举个例子，就是说海城地震甚至包括昆明那个地方是什么通海，外国代表团来协商计划的时候，都先提出，海城还有河北等几个地震都不去了，因为有一个国家去过以后我们就听到了，他就对我们介绍了，我们想看唐山的，想看别的没去过的地震，他说是狮子岭。并且他的资料中心也非常之快，我们地震局今年三月份派人参加了国际地震资料中心，他就予备全部上电子计算机，我们这些历史资料拿去，他们会每一个字上，他就上目录，而每一个目录都上了电子计算机的，所以运用起来非常之灵活、非常之快的。所以我们必须抢先，就是我刚才说的不能从外国上垫脚石，我们现在没有理由，因为

我们现在和国际上是提倡交换的，我们不能说：“我自己不干，资料也不给你。”那不行，我觉得我们应该抓紧。刚才就是说解决我们预报当中的任务。

另外一个就是加紧科研工作，我们这个会在这儿开，开这个会我们是放也是收，我们这个会是要放更大的，更快的来干、来收集、来考证历史资料，但是也要快点做出来，所以也是收，而报出来了以后一献礼，我们试了，不能把它撤消了。我希望我们国内的地震学家们，现在就动好脑筋，马上接下去，你交卷，我上马，现在我就先把科研题目、仪器等等安排好，这样子绝不能让外国人走到我们前面去，如果不是，让外国做垫脚石，那我作为总编辑死不瞑目。

一九七八年十月三十日

整理完毕

