

中国 763 长周期 地震观测台网文集

中国地震局监测预报司



地震出版社

中国 763 长周期地震观测台网 文 集

中国地震局监测预报司

地 震 出 版 社

图书在版编目(CIP)数据

中国 763 长周期地震观测台网文集/中国地震局监测预报司. —北京: 地震出版社, 2002. 5

ISBN 7-5028-2016-7

I. 中… II. 中… III. 地震学—文集 IV. P315—53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 091152 号

内 容 简 介

本书汇集了“中国 763 长周期地震观测台网”建成以来地震科技工作者撰写的一些文章, 内容涉及地震观测系统及观测技术、地震分析和科学研究等广泛领域。这些科技论文和研究成果对从事地震观测和研究的人员具有重要的参考价值。

中国 763 长周期地震观测台网文集

中国地震局监测预报司

责任编辑: 薛广盈 李 玲

责任校对: 王花芝

出版发行: 地震出版社

北京民族学院南路 9 号

邮编: 100081

发行部: 68423031 68467993

传真: 68423031

门市部: 68467991

传真: 68467972

总编室: 68462709 68423029

传真: 68467972

E-mail: seis@ht.rol.cn.net

经销: 全国各地新华书店

印刷: 北京地大彩印厂

版(印)次: 2002 年 5 月第一版 2002 年 5 月第一次印刷

开本: 787×1092 1/16

字数: 794 千字

印张: 31 插页 2

印数: 001~350

书号: ISBN 7-5028-2016-7/P·1110 (2567)

定价: 60.00 元

版权所有 翻印必究

编 委 会

顾
主
编

问
编
委

琴朝智
张伟清
宋彦云
钱英
唐燕娟

吴书贵
邱国荣
刘燕南

涂传龙
张海

序

763型长周期地震仪是我国广大科技人员在独立自主、自力更生的精神鼓舞下，团结奋斗、坚韧不拔、攻克许多技术难关研制成功的。通过多年台站观测试验，在艰难条件及逐步掌握观测实践中的理论和技术的基础上，终于建成了我们自己的长周期地震观测台网——763台网，填补了我们国家的地震基准台网观测频段的空白，从而摆脱了多年来依靠外国仪器建立的基本台网却不能与世界接轨的局面，达到了世界标准地震仪观测台网（WWSSN）同等的观测水平。

763台网投入观测以来，使我国地震基准台网的测震能力获得大幅度提高：单台测报地震数量一般增加了30%以上；记录震相显著丰富且清晰易辨；台站定位、震级测量精度明显提高，使原来不被国际地震中心（ISC）接纳数据的中国台网变成为世界中心测报面波震级的主要台网之一；突破了过去诠释的影区地震记录特征，提高了影区地震的分析能力；特别是763台网建成后，观测记录打破了国际上报道过的极远震幔—核界面衍射波 P_{diff} 的观测范围（ $110^{\circ} \sim 150^{\circ}$ ），创造了 $\Delta=175.6^{\circ}$ 的新记录，扩大了单台定位极远震的能力；763仪器工作的动力学特征，还推动了我国在震源物理、地壳和地球内部结构等学科研究的进展，台网对远震记录的面波频散资料使我国学者能对自己国家所在地区的深部构造进行较深入细致地分析研究，并取得一批可喜的成果，这是我国老一辈科学家期盼多年而未能实现的夙愿。

这一切反映了科技是不断向前发展的，人们的认识也会随之不断扩展与深化，在一定时期内取得的成果是应该被定格在一定的历史阶段。人类进入数字化时代，必然要以数字技术取代模拟技术，这是科技进步的必然。为了使一代科技人员的辛勤耕耘不只留下一丝记录，而成为其宝贵的资料留给后人借鉴，《文集》做了这一有益的汇编，也算一件铺瓦添砖之功，但愿763台网的建设成为中国地震基准观测台网发展长河中溅出的一颗小小的浪花，定格在那一历史的片刻。

蔡朝智

2002年

编者说明

763 长周期地震观测台网历经了仪器研制、观测试验和台网建设的漫长而又艰难的里程。在这段令人难忘的岁月里，一代地震科技工作者们以艰苦奋斗、锲而不舍和无私奉献的敬业精神，在各自岗位上，为我国的长周期地震观测和研究工作，作出了不懈的努力，完成了历史所赋予的使命。

文集在收录编辑时，遵循尽可能使读者对我国首次自行研制的 763 长周期地震观测系统有一个比较全面的了解。而应用长周期地震资料的科学研究论文以主要地学刊物发表过的主。文集中收录的论文已发表过的则基本保留原貌，但对错误及表述中不规范者做了适当修改。本文集内容包括三个部分，第一部分为观测系统和观测技术，限于篇幅，除介绍 763 观测系统必不可少的科技论文外，主要收集了与长周期地震观测技术有紧密关系的一些文章。第二部分为地震分析，收集了自从我国开展长周期地震观测工作以来，在这个学术领域里所发表的有关论文，如：地震记录特征、地震定位、震级计算及影区地震分析等。第三部分为科学研究，这是地震科研人员利用 763 长周期地震观测资料研究震源物理和地球内部结构的研究论文。

文集汇编过程中，自始至终得到了琴朝智先生的大力支持和帮助，并亲自进行了审校工作，一些专家、学者也给予了支持帮助，在此深表感谢。

目 录

我国长周期地震观测的历史回顾	张伟清 (1)
763 长周期地震仪照片 (插页)	
763 台站分布图	(5)
763 台站一览表	(6)

第一部分 观测系统和观测技术

我国长周期地震观测技术的进展	琴朝智 (9)
我国 763 型光记录长周期地震仪系统	琴朝智 王 鸣 杨业钰 张伟清 段明初 (17)
763 型长周期地震仪的传递函数、频率特性和时间特性	王广福 (27)
长周期地震计零长弹簧的原理	琴朝智 张伟清 (34)
长周期地震观测中的温度、气压、倾斜和湿度效应	琴朝智 张伟清 钱 英 (38)
我国 763 长周期地震观测台网的建设	琴朝智 刘燕南 (45)
G763 型长周期检流计的工作原理、调试方法和日常维护	张伟清 (51)
长周期地震计零长弹簧的调整方法	郑炳钧 (57)
763 长周期地震仪的安装、调试和维护	刘燕南 邱国荣 涂传龙 (63)
763 型长周期地震仪的标定问题	琴朝智 张伟清 钱 英 (71)
763 长周期地震仪系统动态放大率的一致性	王源毅 (75)
763 长周期地震仪仪器常数变化对频率特性影响的偏差计算	姚 宏 (82)
763 长周期地震观测的干扰背景	张伟清 (86)
763 型长周期地震观测中的水平向干扰和竖直向摆零长弹簧的调节	刘燕南 (90)
“逐次逼近法”在 763 水平摆调试中的应用	邱国荣 (98)
763 长周期地震仪水平向抗干扰能力分析	涂传龙 (106)
763 地震仪水平向拾震器抗干扰性能的探索	张 海 晏存厚 (113)
763 长周期地震仪水平摆的安装调试和性能的一致性比测	王源毅 (117)
763 长周期水平向仪器的抗干扰问题	琴朝智 张伟清 张 海 (123)
763 地震仪日常观测中的主要干扰因素浅析	刘洪瑞 (127)
763 地震仪的长周期干扰及排扰措施	李元文 刘洪瑞 王保平 (132)
长周期地震观测中的环境干扰	邱国荣 (138)
大连地震台摆房防潮措施	傅盛国 (143)
确保 763 长周期记录质量采取的措施	岳自仁 (145)
763 长周期地震仪在台站的维护及使用	唐燕娟 史永根 (149)

763 记录受地电测数干扰原因及其排除方法	陆永义	李少云	许国娥	(153)
	闫素平	郑志坤	史升大	
潮湿对 763 观测系统的影响	吴淑美	谢文杰	王建新	(155)
南京台 763 地震仪记录干扰的排除和机理探讨	胡光武	陈 飞	殷 翔	(158)
763 地震仪记录干扰的排除	刘旭东	成健民	张卫东	(161)

第二部分 地震分析

763 型长周期地震仪地震记录特征	赵荣国	琴朝智	(167)
长周期 763 式地震仪的记录特征	叶家鑫		(171)
地震波初动测量探讨	叶家鑫	黄金贵	赛来义 (178)
广州台 763 长周期地震仪记录极远震的震相特征	严旭东		(185)
763 型长周期地震仪在测震分析中的作用	肖洪财		(188)
763 长周期地震仪及其地震记录特征	李惠智		(191)
银川台极远震记录特征及其分析处理	李惠智	孙立新	蔡新华 (199)
兰州台 763 长周期地震仪记录特征	李发科	尹志文	沈文荣 (204)
应用 PP 震相测定极远震震中	方家福		杨心平 (209)
单台地震定位问题初探	邱国荣		(212)
不同地震仪地震定位的对比分析	李惠智		(222)
用 763 长周期地震仪台网测定面波震级	陈培善	左兆荣	肖洪财 (229)
763 竖直向面波震级 M_{sz}	方家福	安建军	陈幼琴 慈宁宁 (242)
用几种量规函数测定 M_s 震级偏差的比较	许康生		(253)
银川台 M_s 震级偏差与台基校正值	李惠智		(257)
中国台网测定面波震级的初步研究	葛焕称	余美轩	许福喜 倪岳伟 (263)
763 面波震级和大震速报	邱国荣		项建权 (269)
影区范围及影区内的 P 波和 S 波	吴培雅	施玉芳	史升大 (274)
中国 763 长周期台网观测到 $\Delta=175.6^\circ$ 的幔—核界面衍射波	赵荣国		(278)
中国地震台网记录到震中距大于 160 度的衍射波	方家福		(282)
关于 $\Delta \geq 140^\circ$ 的地震衍射波 P_{df}	郭 瑛		(283)
对 P 波衍射波 P_{df} 震相记录范围的讨论	唐燕娟		(287)

第三部分 科学研究

区域地震范围内地壳介质的低频响应	徐大方	姚振兴	(295)
中国西北地区几个中强地震的 P_{df} 波研究	徐大方	高莉萍	王凯 (303)
连续多发地震重叠记录的同态信号处理	周常羲	徐果明	(309)
区域性瑞利面波的相速度重构试验	傅淑芳		(317)
用长周期面波研究中国大陆及沿海的三维速度结构	宋仲和	陈国英	陈立华 (321)
	安昌强	庄 真	傅竹武
中国上地幔剪切波速度结构的初步研究	王 凯	姚振兴	(326)

中国大陆及其相邻海域瑞利波群速度分布特征	宋仲和	陈国英	安昌强	陈立华	(336)
	庄 真	傅竹武	吕梓龄	胡家富	
中国大陆及其海域地壳—上地幔三维速度结构	宋仲和	陈国英	安昌强	陈立华	(343)
	庄 真	傅竹武	吕梓龄	胡家富	
利用长周期面波研究华北地区地壳与上地幔结构的横向非均匀性		陈国英	宋仲和		(352)
华北地区三维地壳上地幔结构	陈国英	宋仲和	安昌强	陈立华	(360)
	庄 真	傅竹武	吕梓龄	胡家富	
中国南北带地壳上地幔三维面波速度结构和各向异性	陈立华	宋仲和	安昌强	陈国英	(370)
	庄 真	傅竹武	胡家富	吕梓龄	
华南上地幔 P 波速度结构		王 凯	姚振兴		(380)
由长周期地震面波研究华南地区地壳和上地幔三维构造	傅竹武	庄 真	吕梓龄	胡家富	(389)
	宋仲和	陈国英	安昌强	陈立华	
中国东部及其相邻海域 S 波二维速度结构	宋仲和	陈国英	安昌强	陈立华	(399)
	庄 真	傅竹武	吕梓龄	胡家富	
中国西部三维速度结构及其各向异性	宋仲和	安昌强	陈国英	陈立华	(413)
	庄 真	傅竹武	吕梓龄	胡家富	
中国西北地区剪切波三维速度结构	安昌强	宋仲和	陈国英	陈立华	(426)
	庄 真	傅竹武	吕梓龄	胡家富	
用地震面波频散研究喜马拉雅山与西藏高原岩石圈构造的差异		陈国英	曾融生		(435)
青藏高原北缘地区上地幔 P 波速度结构		王 凯	姚振兴		(445)
青藏高原及邻近区域的 S 波三维速度结构	周 兵	朱介寿	秦建业		(454)
青藏高原及邻近地区地壳与上地幔剪切波三维速度结构	庄 真	傅竹武	吕梓龄	胡家富	(469)
	宋仲和	陈国英	安昌强	陈立华	

我国长周期地震观测的历史回顾^①

张伟清

(中国地震局地球物理研究所 北京)

引 言

20 世纪 50 年代末 60 年代初,美、苏两国为了侦察和识别地下核试验,(美国)在全球兴建了一组具有 130 个台站的世界标准地震仪台网(WWSSN),每个台站配有两套仪器:一套短周期和一套长周期仪器。这组台网的建成,发展成后来的监测全球地震活动并提供研究地球动力过程最基础的重要观测台网。当时,我国基准地震台只配有短周期和从前苏联引进的基氏地震仪,其观测频带比较窄,所能记录的地震波周期最多记录到 40~50s,而更长周期地震波资料对于研究震源机制、地壳和地幔构造乃至地球内部结构和识别天然地震与人工爆炸以及修订震级能量标度都是必不可缺的重要依据。在这种历史背景下,出于同样的目的,为了填补我国长周期地震观测频带的空白,1963 年由原中国科学院地球物理研究所第七研究室承担了长周期地震仪的研制任务,仪器定为 763 型,琴朝智先生全面负责这项工作。

一、仪器研制

仪器研制阶段凝聚了许多同志的辛勤劳动,在查阅了大量的国外长周期地震仪器研制方面文献的基础上,经过反复推敲,确定了水平向以伽登—盖特(Garden—Gate)悬挂、竖直向以拉柯斯(La'Coste)悬挂原理的设计方案。

1965 年,在试验初样的基础上正式加工了 5 套 763 样机,样机生产后长周期检流计的周期可以调到 100s,水平向摆能够调到 40s,而竖直向摆仅能调到 10s 左右。1966 年仪器研制工作被迫停止。直至 1972 年,原中国地震局地球物理研究所在 581 工厂恢复了 763 仪器的研制工作。研制是艰难的,竖直向摆的关键部件(零长弹簧)从一筐筐报废到成功率几乎为 100%,为仪器的研制成功奠定了基础,竖直向摆的周期可以调到 62.5s,而水平向摆的周期则提高到 50s。

由于时间紧迫任务急需,1974 年中国地震局在 763 仪器尚未正式鉴定的情况下正式下

^① 刊于《地震地磁观测与研究》1999 年第 1 期。

达了任务，指令我们整理图纸准备批量生产。为了尽可能使生产出来的仪器性能稳定、可靠，同时又实用，重新成立的研制组根据国外长周期地震观测抗干扰方面的资料，结合自己有限的观测试验实践知识，对拾震器的设计进行了改进和完善，同时对长周期检流计进行了改型设计。

北京钢铁研究总院、上海钢铁研究所、上海电表厂为仪器研制和生产所急需的特殊材料及相关技术提供了大力支持。在仪器改进设计和正式生产阶段，又得到了北京仪器厂和天水长城电工仪器厂有关技术领导的鼎力相助。1976年在上述两厂生产了3套正式样机，并于1977年完成了40套763长周期地震仪的生产任务，仪器由生产厂直接发往各省局，1980年仪器正式鉴定。

二、地震观测和台网建设

我国的长周期地震观测和台网建设起步较晚，这是一条艰难曲折的不断摸索着前进的道路。1969年，乌鲁木齐台成为我国非正式的第一个长周期地震台，由于当时763竖直向摆的样机周期仅为10s，台上配有两台763水平向摆和一台用基氏摆并联电容而成的竖直向仪。同年7月18日记录到发生在我国渤海湾的7.4级地震所激发的长达240s左右的地震波，尽管仪器尚不配套，竖直向记录放大率太小而记录资料未尽完善，但这毕竟是我国测震史上的第一次。从实验室到试验场如此反复直到实际观测应用，这是任何仪器研制工作的必由之路。763仪基本指标达到后，分别于1973年和1974年在乌鲁木齐台和牡丹江台进行观测记录，1978年以后又相继在牡丹江、白家疃、泰安、余山和乌鲁木齐等台架设了正式生产的763仪，这5个台成为我国最早的长周期地震观测台。

1980年763长周期地震仪正式鉴定前的一些年间，由于复杂的长周期干扰背景，研制组人员进行了大量艰苦的观测试验工作。观测试验阶段的突出问题除了一些记录存在严重的行漂外，有些水平向仪抗干扰能力差，图面干扰大，尤其在气候变化时图面干扰更为严重，以致记录线条交叉成乱麻状无法正常记录。在这种情况下，研制组面临着763仪不稳定、长漂干扰严重等舆论的巨大压力。这期间，为了克服长周期干扰，大家除了奔波于上述5个台外，又在北京郊区阳坊的防化部队山洞内增设仪器进行观测试验。尽管当时尚未找到解决这些问题的最佳办法，但是已经为仪器的正式鉴定和台网建设的全面启动打下了基础。

在中国地震局科技监测司的大力支持下，1980年12月在山西省太原地震台举行了第一届763培训班，除大连、拉萨、西安、红山等4个台外，各省局台站共34名技术人员参加了培训，培训期间太原台的763仪安装并投入观测。之后，各台的仪器相继自行安装，763台网建设全面启动。

台网建设初期，明显的观测效益和一系列技术问题共存，观测频带的展宽大大提高了台站的地震观测能力，丰富了地震波的震相记录，因而提高了台站人员的地震分析能力，大量的长周期地震波信息推动了各项科研工作的进展。与此同时，763仪的基本性能也得到了很好的验证。尤其是拾震器，其零位稳定性、周期稳定性和参数稳定性都非常好，摆的零点几个月甚至更长时间都不用调整，除了有些台站的水平向摆以外，全部竖直向摆的抗干扰能力非常好，记录状态十分理想。但是，由于各台地理环境、观测条件、系统安装等方面的差异，加之尚未找到解决水平向仪抗干扰的最佳办法，一系列技术问题也随之而来。这些技术

问题的出现起源于复杂的长周期干扰背景：气压效应、温度效应、倾斜干扰、电干扰、鸟啄型干扰以及标定长周期检流计时出现的静电干扰等。各台出现的问题不尽一样，实践出真知，台站第一线科技人员是解决这些问题的典范。他们开动脑筋、想方设法查找原因并加以克服，763 技术组及时总结台站的经验并利用各种场合加以交流推广，其中水平向仪抗干扰问题的解决就是一个最好的例子。80 年代中后期，台站科技人员创造性的工作使这个困惑我们多年的棘手问题的解决出现了转机，从此，台网观测记录总体状况明显好转。90 年代初，763 技术组根据自身的实践经验，结合台站科技人员在解决水平向仪抗干扰方面的丰富经验，及时总结出一套正确调试 763 水平向拾震器的方法，并于 1992 年、1993 年分别在北京和太原举行了培训班，从此台网状况全面改观。

为了台站之间及时进行交流并不断推进 763 台网的建设，1982 年、1984 年和 1987 年又分别在长沙、南京和大连举行过仪器方面的培训班和技术交流会。

1987 年、1989 年、1991 年、1992 年大连、拉萨、西安、红山等 4 个台相继建成，本着成熟一批验收一批的原则，从 1986~1992 年由 中国地震局科技监测司分 4 批验收了共 31 个台站。与此同时，为了使观测资料质量不断提高，从 1988 年度起对 763 资料单独进行评比并给予物质奖励，1992 年度起又对 763 资料的评比按比例占分纳入全国 I、II 类台的数据评分中，其占分比例逐年增加。从台站验收起，《中国地震台临时报告》和《中国地震年报》就正式使用 763 资料。1994 年格尔木台正式验收，1997 年琼中台建成并验收。至此，具有 33 个台站的我国 763 长周期地震观测台网建成。

三、观测和科研成果

我国 763 长周期地震观测台网的建成，在几个方面取得了明显的观测效益。

(1) 使我国地震台站的观测频带从几十秒扩展到百秒以上，大大提高了我国地震台站的地震观测能力。比如，周期长达 180~290s 的地幔瑞利波和地幔面波多次被记录到。

(2) 大幅度增加了台站记录的地震个数。据统计，地震个数平均约增加了 1/3。

(3) 提高了识别震相（特别是周期较长的后续震相）的能力。由于 763 仪频带宽、动态特性好，因而各种震相的起始很清晰，尤其是 S 波。在 763 仪的记录图上，不但可以观测到 PP、SS、pP、sP、ScS、PS、PKP、SKKS 和 Lg 等外，还可以记下绕地球大圆弧几圈的地幔面波 G 波。此外，还观测到大量的地核界面衍射波 P_{dif} 波（曾经观测到 $\Delta=175.6^\circ$ 的 P_{dif} 波，而国外的报道中仅观测到 $\Delta=165^\circ$ ）。

(4) 提高了单台定位的精度。据有关资料统计，同一震相在 763 仪上记录的振幅可比 SK 仪记录大出几倍，而周期值有时会比 SK 仪记下的大出 10 倍之多，因而，763 仪测定震中位置的精度远比 SK 仪高。

(5) 提高了我国地震台网测定面波震级的精度。一些学者指出：用 763 台网资料求得的震级量规函数所定震级不但比 SK 台网定的精度高，且数值很稳定。

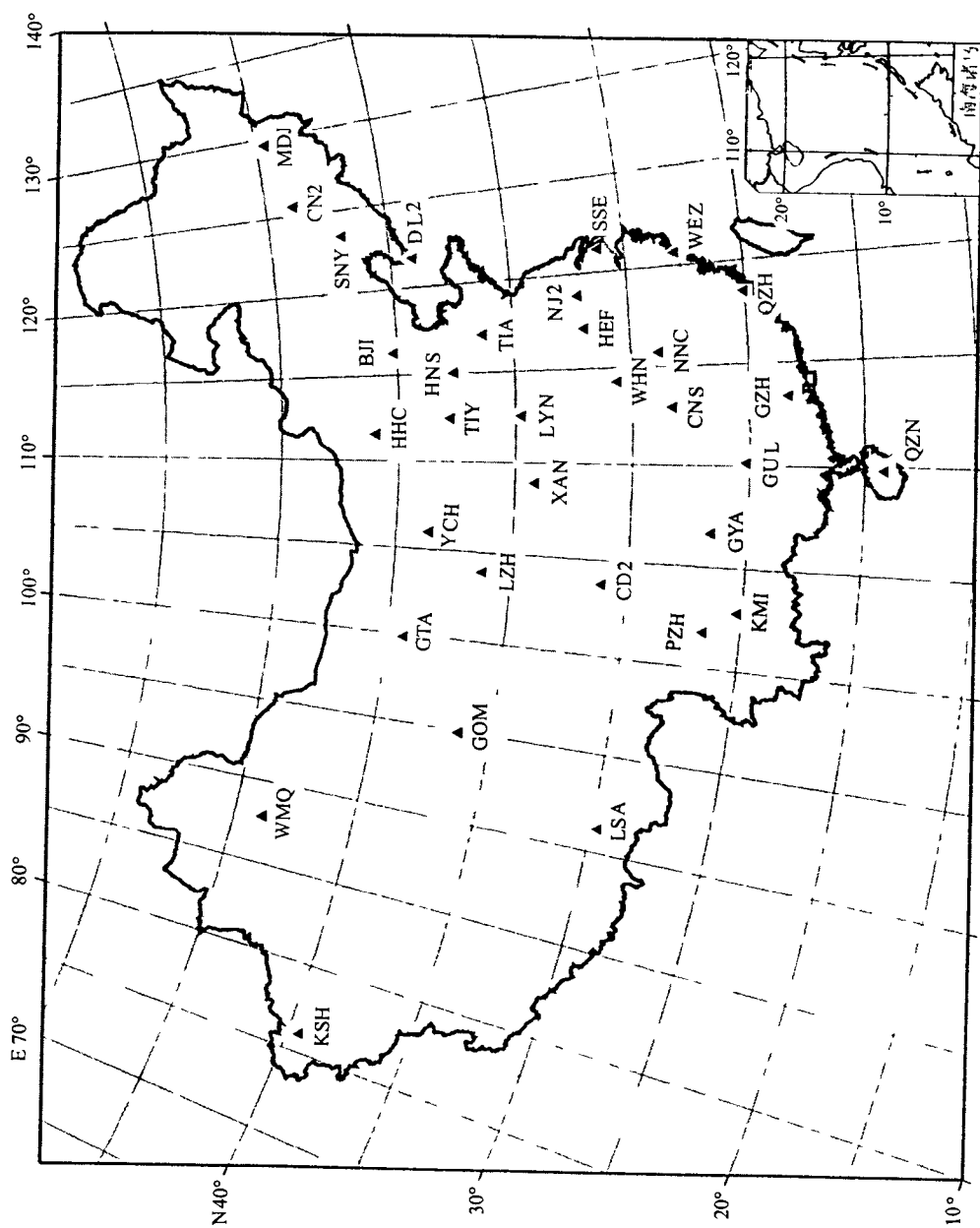
(6) 改进了影区地震的观测。由于地下低速层的存在，过去对震中距 $\Delta=6^\circ\sim 26^\circ$ 间的地震，经常记不到 P、S 等主要震相。但 763 台网建成后，许多台如余山、合肥、泰安、温州等都能从 763 仪的记录上明确辨别出这些影区地震的 P 波和 S 波来。

(7) 获得新的信息。大量的 763 长周期资料可以获得 150s 以上的瑞利面波的频散，这

样反演可以求得 200~300km 深处的上地幔构造中的信息，我国的有关学者，曾在文章中报道了用 763 资料研究西藏高原的地壳上地幔结构，其频散周期达 100s，反演出深度达 150km 的喜马拉雅山和西藏高原的地壳-上地幔结构模型。

四、结 束 语

我国的长周期地震观测，从仪器研制到台网的建成经历了 30 余年的漫长历史过程，许多地震科学工作者、台站及协作单位的科技人员共同谱写了这部不平凡的历史，这个完全靠自己力量建成的长周期地震观测台网，已经并正在发挥它应有的作用，大量的长周期地震波信息随着历史的进展必将会继续被开发利用。



763 台站一览表

台 名	代 码	纬度 (N)	经度 (E)	高程/m	台 基	放大率
北 京	BJI	40°01′	116°10′	195	奥陶系灰岩	1500
红 山	HNS	37°25′	114°42′	37	石英砂岩	750
呼和浩特	HHC	40°51′	111°34′	1169	流纹岩	1000
太 原	TIY	37°42′	112°26′	850	石灰岩	1500
沈 阳	SNY	41°49′	123°34′	54	花岗岩	1500
大 连	DL2	38°54′	121°37′	62	石英砂岩	1500
长 春	CN2	43°48′	125°27′	223	板 岩	1000
牡 丹 江	MDJ	44°48′	129°48′	250	花岗片麻岩	1000
余 山	SSE	31°06′	121°11′	10	火山岩	1000
南 京	NJ2	32°03′	118°56′	45	石英长石砂岩	750
温 州	WEZ	27°56′	120°40′	20	花岗岩	750
合 肥	HEF	31°50′	117°10′	65	砂 岩	750
南 昌	NNC	28°46′	115°48′	78	花岗片麻岩	750
泉 州	QZH	24°56′	118°35′	21	花岗岩	750
泰 安	TIA	36°13′	117°07′	300	花岗片麻岩	1500
广 州	GZH	23°05′	113°20′	11	红色砂岩	750
琼 中	QZN	19°00′	109°48′	230	花岗岩	750
桂 林	GUL	25°17′	110°25′	172	石灰岩	750
武 汉	WHN	30°33′	114°21′	26	石英砂岩	750
长 沙	CNS	28°10′	112°55′	86	石英砂岩	750
洛 阳	LYN	34°33′	112°28′	170	石灰岩	750
成 都	CD2	30°33′	103°27′	628	砾 岩	750
攀 枝 花	PZH	26°18′	101°27′	1160	花岗闪长岩	750
昆 明	KMI	25°08′	102°45′	1952	石灰岩	1500
贵 阳	GYA	26°28′	106°40′	1162	白云岩	1500
拉 萨	LSA	29°42′	91°07′	3800	花岗岩	750
西 安	XAN	34°02′	108°55′	630	花岗岩	1500
兰 州	LZH	36°05′	103°50′	1560	冲积黄土层	1500
高 台	GTA	39°24′	99°48′	1341	花岗岩	1000
格 尔 木	GOM	36°12′	94°49′	3276	花岗片麻岩	1000
乌鲁木齐	WMQ	43°49′	87°42′	901	砂 岩	750
喀 什	KSH	39°31′	75°55′	1314	砂质粘土	1000
银 川	YCH	38°36′	105°55′	1545	花岗片麻岩	750

第一部分 观测系统和观测技术

原书空白