

国际地震科学研究进展

吴荣辉 卢振恒 陈建民 编著



258
RH



海洋出版社

国际地震科学研究进展

吴荣辉 卢振恒 陈建民 编著

海洋出版社

2001年·北京

内 容 提 要

《国际地震科学研究进展》主要就俄罗斯(前苏联)、日本、美国地震科学研究的现状、历史及其研究进展作系统的概括和综述,并重介绍了这些国家在地震科学研究方面的战略、重点、课题和采取的新技术、新方法、新思路、新举措。这些举措和进展反映了国际地震科学研究发展的方向和动态。

本书可供从事地震、地球物理、地震地质、地震对策等学科的科研人员、有关院校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

国际地震科学研究进展/吴荣辉 卢振恒 陈建民 编著—北京:海洋出版社,2001.9

ISBN 7-5027-5337-0

I. 国... II. 吴... III. 地震科学—研究—进展 IV. P315-1

中国版本图书馆CIP数据核字(2001)第069167号

责任编辑 冯 磊 王加林

特约编辑 卢振恒

海洋出版社 出版发行

<http://www.oceanpress.com.cn>

(100081 北京市海淀区大慧寺路8号)

北京金鼎彩印厂印刷 新华书店发行所经销

2001年12月第1版 2001年12月北京第1次印刷

开本:787×1092 1/16 印张:9.25

字数:250千字 印数:01—1000册

定价:25.00元

海洋版图书印、装错误可随时退换

编者的话

众所周知,地震预报是世界性的科学难题。在中国、俄罗斯(前苏联)、美国、日本等多地震国的地震学家的不懈努力下,地震预报研究取得了一系列举世瞩目的成果,有力地推进了地震预报工作的发展。但地震预报依然是各国地震学家所共同面临的困难。今年的国际减灾十年的口号是赇减灾从信息开始。这意味着,要有效地解决地震预报难题,首要的是进行信息交流,相互借鉴,取长补短,进行国际交流与合作。笔者经过多年的积累调研,基于大量素材编译了《国际地震科学研究进展》。该书主要概括地综述俄罗斯(前苏联)、美国、日本等多震国家的地震科学研究发展动态和主要进展,希望有机会能为我国广大地震科技人员和各级管理人员提供一些有价值的参考信息。

中国与俄罗斯(前苏联)都是多震国家,共处欧亚大陆板块,两国在地震活动特征、地震成因、地震观测及地震前兆复杂性研究等方面都有相近的特点。前苏联解体后,其主要地震机构、科研力量仍留在俄罗斯,其地震预报基本思路和发展纲要依然沿袭下来。尽管两国的国情不同,两国的地震预报发展历史差异较大,所采取的地震预报战略也不尽相同。但俄罗斯(前苏联)地震预报探索的经验与教训及其战略对我国仍有着重要的启迪,其地震预报研究的三起两落、其在震源物理、前兆模式、预报方法及实验场等方面所取得的研究成果仍然值得我们去研究、去总结,并取之精华为我所用。编写过程中参考了张肇诚、严赜芬研究员等人的研究资料,谨向他们表示感谢!

《国际地震科学研究进展》中有关俄罗斯(前苏联)部分,主要介绍俄罗斯(前苏联)地震科学研究概况、地震预报科学思路、方法、进展,主要地震实验场研究、地震区划与地震危险性评估和俄罗斯(前苏联)第三个地震预报工作发展纲要(1990~1996年)。对日本国家地震科学研究情况,本书着重介绍日本地震学界在努力提高日本首都圈地震监测预报预防质量和水平的举措和日本在阪神大震灾后在地震预测预防等方面采取的新思路和新举措,笔者还对中日两国首都圈地震监测预防工作作了对比研究,对双方不同的环境特点、思路、做法做了介绍,并提出我国首都圈地震工作的建议。对美国地震科学研究情况,着重介绍美国在台网建设、基础理论研究、地震预报实践、大震研究和美国地震科学研究中主要课题、主要机构研究任务、美国对提高观测技术水平、资料质量、强震和地震危险性研究、地震实验场以及美国实施的地震科学研究计划,其中重点介绍美国目前地震预测预防研究和管理体制。

在《国际地震科学研究进展》编辑过程中,调研大量资料、参阅许多文献数据、经过分析综合编成的这本书,内容丰富,资料翔实,重点突出,概括性强,比较实事求是地反映这些国家地震科学研究发展的现状、历史和进展,也反映了国际地震科学未来发展方向和趋势,尤其文中提到的各国在地震科学研究发展的战略、思路、举措等,均概括了各国地震科研人员长期与自然灾害斗争的艰苦历程,凝结了他们在斗争实践中所取得的进展和成果中最精华部分,为我们和后人提供了丰富的多方面的斗争经验教训,也为我国提供了一部有参考价值的综合性资料。

目 次

第一章 前苏联地震预报研究现状及其进展

1.1 前苏联地震预报研究概况	1
1.1.1 前苏联地震活动的分布和地震预报研究的历史	1
1.1.2 前苏联地震科研机构 and 体制	5
1.1.3 前苏联的地震预报研究机构和管理体制	6
1.1.4 前苏联地震科学研究的奖励制度	7
1.1.5 国际合作	8
1.2 地震预报科学思路、方法与进展	8
1.2.1 地震预报体系	8
1.2.2 地震预报程序	10
1.2.3 地震预报的理论基础	10
1.2.4 地震预报的科学思路和发展动态	10
1.2.5 地震观测系统	12
1.2.6 研究方法及其进展	13
1.2.7 地震前兆和地震预报的探索	22
1.2.8 前苏联地震预报工作的主要经验与存在的问题	23
1.3 苏联主要地震实验场	24
1.3.1 加尔姆地震实验场	25
1.3.2 阿拉木图预报实验场及其实验研究	28
1.3.3 阿什哈巴德地震实验场	32
1.3.4 其它的地震实验场	33
1.4 地震区划与地震危险性的评估	33
1.4.1 俄罗斯境内的地震危险性区划	33
1.4.2 编图原则与方法	34
1.4.3 两张地震区划图分析	35
1.4.4 今后方向	39
1.5 前苏联地震预报实施规则 (草案)	39
1.5.1 本实施规则的目的	39
1.5.2 预报意见的形成	40
1.5.3 对预报意见的科学评议	40
1.5.4 向社会和政府部门的通报	40
1.5.5 关于跨国预报	40

第二章 前苏联地震预报工作发展纲要

2.1 概况	41
2.1.1 关于地震危险性与地震预报问题科学现状	41
2.1.2 前苏联各加盟共和国科学院的地震研究	42
2.1.3 地震观测和地震预报的统一思想体系	45
2.1.4 发展基础科学与解决应用任务之间的关系	46
2.1.5 建立起地震观测和地震预报的统一思想体系的阶段	47
2.2 前苏联预报网的布置原则和结构	47
2.2.1 局部预报网	48
2.2.2 地震基准台	48
2.2.3 各加盟共和国区域的信息预报中心	48
2.2.4 保护重大工程设施的地震和预报台网	48
2.2.5 流动预报网	48
2.2.6 综合磁—电离层观测台	49
2.2.7 地震前兆观测的宇宙子系统	49
2.2.8 大地物理研究所所属的信息预报中心	50
2.3 预报参数观测系统的结构和信息保障	50
2.3.1 综合观测站的仪器组成和工作规范	50
2.3.2 地震预报观测台的工作内容	51
2.3.3 地壳的综合探测	51
2.3.4 卫星大地测量形变仪综合装置	52
2.3.5 基准台网的地震观测台	52
2.3.6 流动预报台网	52
2.3.7 地震电离层监测台网	53
2.3.8 重大工程设施的监测台网	53
2.3.9 工程地震台网	54
2.3.10 观测的仪器和标定的保障	54
2.4 信息采集和处理中心的结构和组织	54
2.4.1 前苏联信息预报中心	55
2.4.2 加盟共和国信息预报中心	59
2.4.3 局部预报网信息采集和处理中心	59
2.5 预报系统的信息传输台网的结构原理	61
2.5.1 数据传输网的三个子系统	61
2.5.2 通讯信道的处理能力	62
2.5.3 数据传输的程控技术的结构	63
2.5.4 网络间相互作用的协议决定了下列程序	64
2.6 结 论	64

第三章 日本致力于提高首都圈地震监测 预报质量和水平的举措

3.1 日本为何如此重视首都圈地震监测预报研究.....	66
3.1.1 首都圈的范围.....	66
3.1.2 首都圈历史上遭到地震的严重袭击.....	66
3.1.3 灾害扩大的环境因素在发展.....	68
3.1.4 致灾的危险因素在增加.....	68
3.1.5 首都圈发生的地震类型危害最大.....	68
3.1.6 预测未来的地震灾害很严重甚至殃及世界经济.....	68
3.1.7 地震预报水平低则增加了灾害的危险性.....	71
3.2 不断改善调整观测预报研究机构体制以适应地震趋势需要.....	72
3.2.1 建立了该区最高权威机构.....	72
3.2.2 各机构分工明确.....	72
3.2.3 近期新举措.....	72
3.3 坚持不懈地加强和注重重量.....	73
3.3.1 现有的观测.....	73
3.3.2 计划发展的观测.....	75
3.3.3 保证观测重量的举措.....	78
3.4 注意开发和引进新理论新思路以提高预报水平.....	81
3.4.1 提出第二个目标即首都圈第二个地震预报计划.....	81
3.4.2 提出海陆结合思路.....	82
3.4.3 以微震研究为捕捉前兆现象的突破口.....	83
3.4.4 首都圈M7直下型地震预报战略.....	83
3.4.5 提出有效观测概念和理论验证的观测方针.....	83
3.4.6 针对难点找出路.....	84
3.4.7 多路探索采纳具有独创思维的萌芽研究.....	84
3.4.8 科学研究群体概念.....	85
3.4.9 提出“注意报”方案.....	86
3.4.10 科学研究政策的正确导向.....	85
3.5 首都圈地震预报研究在第七个五年计划中的地位.....	87
3.5.1 加强首都圈地震观测.....	87
3.5.2 开发新技术.....	87
3.5.3 完善和明确体制的目标.....	88
3.6 提高首都圈的有效防震减灾对策.....	88
3.6.1 地震预报观测研究贯穿于防震减灾工作的始终.....	88
3.6.2 加强城市抗震能力是首都圈减灾工作的重点.....	88

3.6.3 防灾减灾体系是有效减灾对策的保证.....	89
3.6.4 研制开发了大量的防灾减灾技术和方法.....	89
3.6.5 东京都震害预测计划体系和研究课题.....	89
3.7 日本在阪神大震灾后的新举措.....	92
3.7.1 修改与制定有关法律与计划.....	92
3.7.2 强化首都圈城市直下型地震的观测体制.....	93
3.7.3 将地震预测预报改为地震调查研究体制.....	94
3.7.4 建立统一的综合灾害信息系统.....	94
3.7.5 日本地震观测台网.....	95
3.7.6 建立强震观测网.....	96
3.7.7 阪神大震灾后抗震设防新技术与新思路.....	97
3.7.8 今后预测预报和防灾体制.....	99
3.8 中日首都圈地震监测预报的比较研究.....	102
3.8.1 基本情况对比.....	103
3.8.2 中日两国首都圈地震工作的比较.....	107
3.8.3 对中国首都圈今后工作的建议.....	109

第四章 美国地震预报研究现状与发展规划

4.1 序.....	112
4.2 主要进展.....	112
4.2.1 台站增多数据信息量大.....	112
4.2.2 基础理论研究深入.....	113
4.2.3 地震预报研究和实践.....	114
4.2.4 对近期几次大震的思考.....	116
4.3 主要研究课题和主要机构的研究任务.....	119
4.3.1 基础研究课题.....	119
4.3.2 主要机构的研究任务.....	122
4.4 未来地震预报研究发展方向.....	124
4.4.1 提高观测技术水平和资料质量.....	124
4.4.2 强地面运动和地震危险性研究.....	125
4.4.3 实施几个研究计划.....	126
4.4.4 继续坚持帕克菲尔德实验场工作.....	127
4.5 美国减轻地震灾害体系.....	128
4.5.1 美国减轻地震灾害体制.....	128
4.5.2 美国减轻地震灾害法律.....	133
4.5.3 美国实施《国家减轻地震灾害计划》(NEHRP).....	134
4.5.4 阪神大震和北岭地震后重新考虑国家的地震策略.....	140

第一章

前苏联地震预报研究现状及其进展

虽然苏联在 20 世纪 90 年代初被解体了,但地震预报研究体系、思路、方法和规划仍然沿袭前苏联的既定方向,而且绝大多数加盟共和国尤其多震共和国和地震工作开展较成功的共和国仍在独联体或俄罗斯内。因此,研究目前俄罗斯的地震研究现状仍离不开 1990 年以前苏联的主要工作。此书仅在标题中冠以前苏联,而在正文中,凡 1990 年以前的内容仍冠以苏联名称,1990 年以后相应内容则称俄罗斯。

1.1 前苏联地震预报研究概况

苏联的地震预报工作开展得比较早,近 30 年来各方面都取得一些进展,其中某些领域在世界上处于领先地位。中苏同处于亚欧大陆,共同面临板内地震的预报问题,对苏联地震预报研究情况的全面了解对我国大陆板内地震的预报是有益的。

1.1.1 前苏联地震活动的分布和地震预报研究的历史

苏联是多地震的国家(参见图 1-1~图 1-3),强震活动主要分布在阿尔卑斯褶皱带、老地台的第三、第四纪活化区、大陆裂谷地区、大陆向海洋的过渡带。主要地区为喀尔巴千山地区、克里米亚、高加索、土库曼、中亚和哈萨克斯坦、阿尔泰—萨彦岭地区、贝加尔和远东地区。

苏联地震学的发展历史可以从 1888 年在俄罗斯地理学会建立地震学委员会开始算起,1900 年开展用仪器观测。地震预报的研究历史可分为 3 个阶段:

(1) 20 世纪 20 年代地震预报研究初始阶段

十月革命前,俄罗斯科学院就设立了地震学临时委员会。1906 年,俄罗斯地球科学家 B. B. 伽利津成功地研制了水平向和垂直向地震仪,并把仪器安装在俄罗斯国土上。当时,他认为地震是可以预报的。

1919 年,在列宁的直接指示下,苏联在铁矿基地库尔茨克地区开展了磁异常研究。这一项地球物理研究吸引并造就了一批未来的地震学家,如 И. М. 尼基菲洛夫、О. О. 施米特、Г. А. 甘布尔采夫等人。1928 年成立了苏联科学院地震研究所,逐步建立起观测台网,并把地震预报作为主要研究方向。本阶段主要进行的是传统的地面运动、大地电磁场、重力及地质构造的研究。地震预报作为综合性科学问题进行多学科多项目的探索,并在全苏联内建立了测震台网,这个时期的地震预报工作没有获得重大进展,但测震学和地震区划工作有了一定的发展。

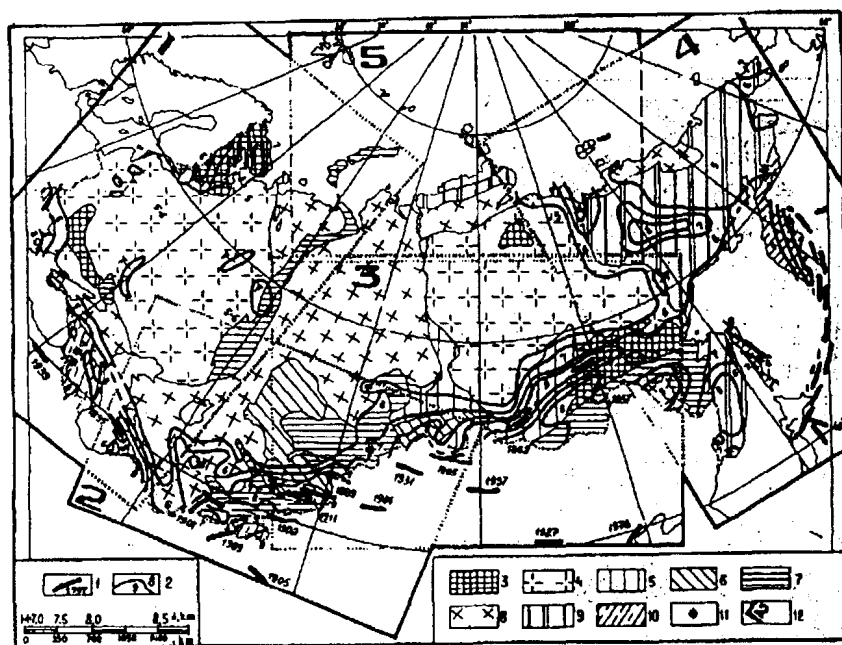


图 1-1 欧亚北部地震和构造环境图

- 1.新地震分区, 2.东欧地台地震区划, 3.前寒武纪古地台结晶基底在地表的出露区, 4.前寒武纪古地台沉积盖层区, 5.贝加尔褶皱区, 6.加里东褶皱区, 7.海西褶皱区, 8.前新生代褶皱区盖层, 9.中生代褶皱区, 10.新生代褶皱区, 11.1988~1992年发生的IX和IX~X地震的震源位置, 12.区域图幅覆盖边界

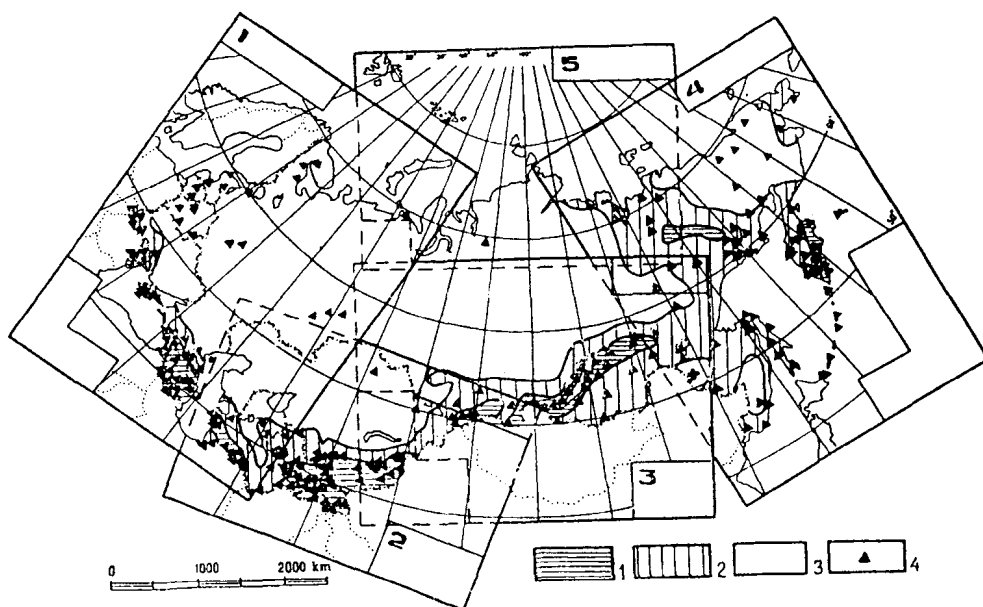
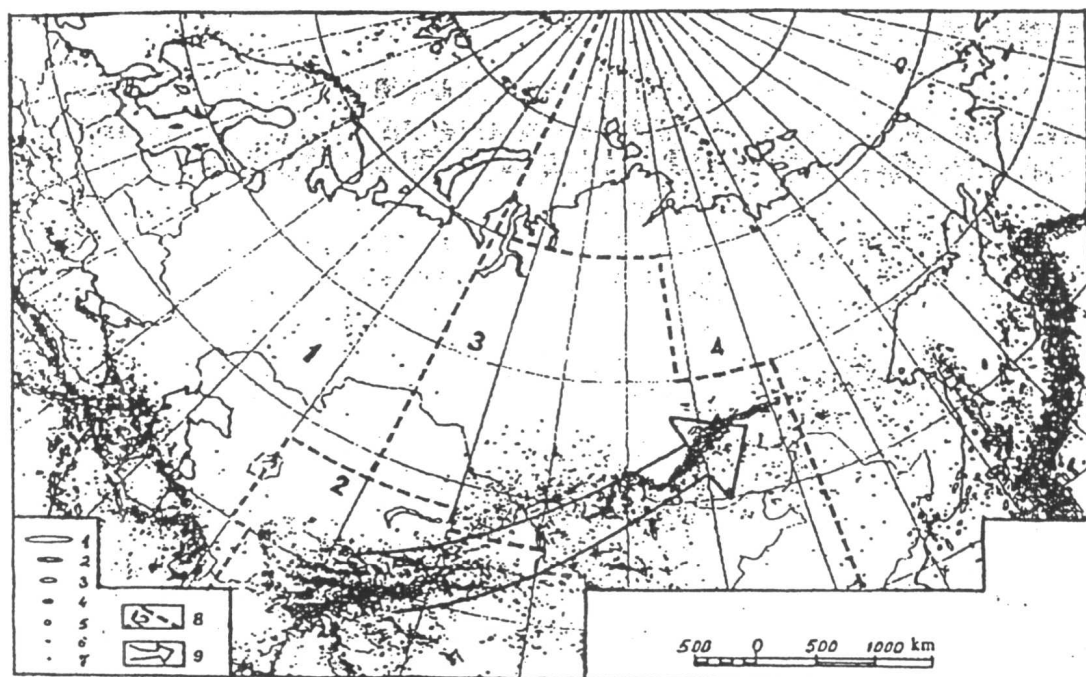
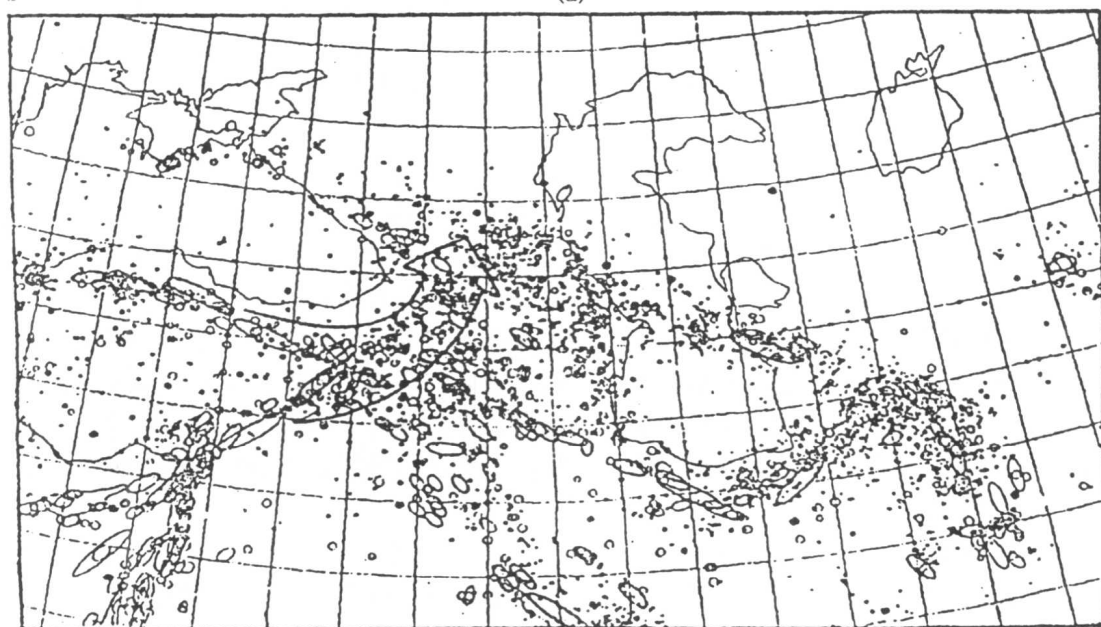


图 1-2 俄罗斯及其周围地区区划和地震台站分布图

- 1.烈度Ⅶ和Ⅶ度以上区, 2.Ⅵ度以上区, 3.OCR—78地震区划图上的低于Ⅵ度区 (东欧地台上的著名的Ⅵ和Ⅵ~Ⅶ度区没有标出), 4.科学院各研究所的地震台



(a)



(b)

图 1-3 俄罗斯及相邻地区的地震活动性 (a) 及伊朗—高加索—安纳托地区震源和地震活动性图的一部分 (b)

$M > 5$ 的地震震源由古代开始, $M > 3.5$ 的由 1960 至 1993 年: 1. $M=8.5$; 2. $M=8.0$; 3. $M=7.5$; 4. $M=7.0$; 5. $M=6.5$; 6. $M=6.0$; 7. $M=5.5$; 8. 地震活动区: (1) 西部, (2) 南部, (3) 中部, (4) 东部; 9. 由中亚向贝加尔附近地震活动性的迁移方向 (速度为 35 km/a , 最大震级大约为 8 级) 和由土耳其向北高加索的迁移方向 (速度大约为 10 km/a , 地震震级 $M=7.0 \pm 0.2$)

（2）开始进行实验场较大规模的综合观测

1948 年阿什哈巴德地震后，地震预报成为地震观测的主要目的。1949 年，苏联科学院主席团下设了地震委员会，甘布尔采夫任主席。在他的领导下，先后组织了加尔姆和塔吉克综合地震考察队，建立了地震活动、地声、地倾斜、电磁场和波速观测基地，为苏联地震预报的发展奠定了基础。

（3）进行科学研究规划时期

20 世纪 60 年代中期，大地物理所所长萨多夫斯基院士加强了对地震预报工作的领导，提出了在各种地球物理场中探索强震前兆的任务，并着手在全苏联范围内开展了建立地震预报实验场——在实验室研究大岩体破裂的物理过程——震源理论及模式的工作。当时，地震预报呈现一派生机勃勃的景象，以里兹尼钦柯为首的小组发展和完善了地震区划的统计方法，费多托夫领导的小组提出了“地震周期”的长期预报方法，并行之有效地预报了太平洋地区的大震发生时间及地点；凯里斯—鲍洛克小组则侧重于研究地震活动性，创立了地震图像识别这个新的地震分支。

1966 年塔什干地震后，加强和扩大了中亚及远东的地震实验场工作，很快地在地震前兆方面有了重要的发现。杜尚别和加尔姆地震实验场利用地震空区、P 波速度变化、有效应力变化、震源机制和地球化学参量变化作为预报指标，于 1971 年百次预报了伊斯法—巴德根地震。此后又相继进行了多次预报，其中有不少中等地震的预报获得了成功。特别是在与美国地震学家进行既合作又竞争的环境中，提出了“雪崩式不稳定裂隙形成模式”，对后来进行震源物理、地震破裂过程和解释前兆现象起着理论指导作用。本阶段是苏联地震预报的鼎盛时期。

1971 年苏联制定了第一个地震预报研究纲要“地震前兆探索工作规划”。1976 年，苏联科学院成立了“部际地震预报委员会”。1981 年，苏联科学院主席团部际地震学与抗震建筑委员会制定了第二个地震预报发展纲要“地震预报研究科学规划”。地震预报问题得到了社会的广泛重视和支持。参加地震预报研究工作的除苏联科学院和各加盟共和国科学院外，还有教育部、地质部及其他生产部门近 100 个单位。当时，苏联地震预报观测研究的重点地区仍然是中亚地区、高加索地区、远东地区和堪察加地区。后来，苏联加强和扩展了中亚、高加索和远东地区固有的地震实验场，又新开辟了不少单项或多项的实验场。使之逐步形成一条以实验场为基地，进行长期的、大规模地震前兆观测、科学研究与监测预报有机地结合的独特道路。

1964~1965 年在萨多夫斯基（М.А.Саловский）院士的倡导和领导下重新提出了地震预报问题，在全苏联范围内开展了从建立预报试验场到研究岩石破裂过程的物理基础与模式等研究工作。

此阶段一开始就把地震预报列入了科学研究计划，举行了第一次全苏代表会议，总结了国内外研究成果。1966 年塔什干地震之后，苏联加强了乌兹别克、塔吉克、哈萨克和吉尔吉斯等加盟共和国的地球物理试验场，发展了探索地震前兆和预报方法的研究工作。同期在远东勘察加等地开展了综合观测，在大地物理研究所进行了实验和理论研究。1971 年 8 月，在莫斯科召开的国际大地测量和地球物理协会代表大会上，苏联提出了一批成果。1974 年在中亚塔什干召开了地震前兆探索国际讨论会，苏联提出了 IPE 模式及前兆和试验场研

研究成果；近几年来苏联进一步加强了试验场、地震区划、1~2m 大样本岩石破裂实验和理论研究工作；1989 年 12 月的亚美尼亚大地震造成了惨重的伤亡和损失，引起苏联政府和人民对地震预报的极大关注。大地物理研究所的科学家按有关方面的要求制订了“苏联地震预报工作发展纲要”的初步方案，供政府研究。

1.1.2 前苏联地震科研机构和体制

据不完全统计，苏联拥有 100 多个地震科研机构。长期从事地震预报研究工作的地震学家和观测人员超过 3 000 人，苏联每年用于地震预报工作的经费约为 2 000 多万卢布（当时折合 1 亿多元人民币）。全苏共有 300 多个地震台（不包括流动及临时台网），其中基准台有 66 个。苏联地震学家每年约发表科学论文约为 600 多篇，其中地震工程方面的论文约占 40%。苏联每年发生 10 多万次地震，其中有记录的有 5 万次左右，而有感的约为 200~300 次。近一个世纪以来，发生了 10 多次 7.0~8.0 级大震，而 6.0~7.0 级地震多达几十次。位于地震活动区的各加盟共和国都相继成立了地震研究所（或地球物理研究所），不少加盟共和国成立了抗震研究所。除施米特大地物理所直属于苏联科学院外，一般的地震科研机构大多隶属于各加盟共和国科学院或地区科研中心。研究所的规模为 100~1 000 人左右，设所长 1 人，副所长 3~5 名，他们大多是由国内外著名的科学家或教授担任。研究所下设若干研究部，研究部规模为 30~80 人左右，设部主任 1 人，副主任 3~4 名，他们大多由获得过博士或副博士学位的专家、学者担任。研究部下设若干个研究室，室规模为 10~20 人左右，设室主任 1 人、副主任 1~2 名。有些规模较大的室下设实验室或野外队，一般实验室编制为 3~7 人，而野外队为 5~10 人左右。实验室主任和野外队队长大多由工程师担任。研究所实行所长负责制，党政分工。研究所的科研方向制定、科研经费分配、职称晋升、干部任免、机构设置均由所长和所务委员会决定，然后由所长签字以文件形式下达后生效。研究所设党委书记和若干名党委委员，党委主要负责党的方针政策执行情况、组织发展、干部提拔的考核、调查和推荐。研究室设有党支部。据了解，研究所的党务、行政及科研管理人员大多是学有专长的学者担任，尤其在科研、业务和外事部门这些岗位的负责人都由一些出类拔萃的科研人员来担任。他们始终认为科研组织管理比科研本身更重要。科研的选题，基本是按照国家需要下达的任务来执行。各研究室的科研主攻方向由研究所确定、学科带头人根据本室主攻方向选择适合于自己的具体课题。有些科研人员称为“大方向统死，小方向灵活”。

据统计，研究所内科研人员占全所人员的 48% 左右，科研人员中约有 50% 以上的人获得过博士或副博士学位。这说明苏联科研人员的个人基本素质还是比较高的。现在，苏联科研机构中的研究人员的职称系列为：苏联科学院院士；通讯院士（包括加盟共和国院士、通讯院士）、高级研究员、初级研究员（或称一等研究员）、高级工程师、工程师、高级技师、技师和实验员。在苏联，职称和职务的等级是森严的，但学术气氛却是很活跃的，比如研究室召开的不定期学术报告会上，提问和争论极其激烈，而会后则心平气和。

在人才培养方面，他们立足于本研究所不同学科联合培养研究生，或是同国内其它研究所、高等院校横向联合培养研究生。毕业后实行统一分配，从而避免了近亲繁殖的弊病。此外，还经常派出青年科学家参加各种国际学术会议，让年轻人在各种场合得到锻炼。例如，1980 年 8 月在布达佩斯召开的第十七届欧洲地震委员会代表大会和第七届地震委员会

大会，拥有 40 名代表的苏联代表团中青年科学家占了 25 名。他们培养人才的另一条途径是定期派出年轻科学家到国内一些重点院校进修，或是各研究所互派年轻科学家到对方参加实验室工作。研究所每年不定期地举行研究生和年轻科学家学术报告会，从中发现人才和培养人才。比如 1955 年 5 月施米特大地物理所举行的一次学术报告会，当时那些名不经传的小人物经过 10~20 年后都成为苏联地震界的精英，如费多托夫、雅诺夫斯卡娅、柳比莫瓦等人。据报道，苏联科研人员中 30 岁以下的青年科学家占 50% 以上。在干部的使用上，由于他们的学位制历史较长，所长很重视学位、学历的作用。现在，许多初露头角的年轻人担任着研究室、研究部的领导或科研管理部门的负责人。近年来，苏联科学院一再下决心调整所、院领导人年龄老化的问题，前年他们规定 60 岁以上的一般不再担任研究所的一线领导。后来，苏联政府规定，各研究所所长不得大于 65 岁，但科学院院士或通讯院士可放宽到 70 岁。

1.1.3 前苏联的地震预报研究机构和管理体制

苏联的地震预报研究机构统一由苏联科学院主席团部际地震学和抗震建筑委员会来协调工作（参见图 1-4）。

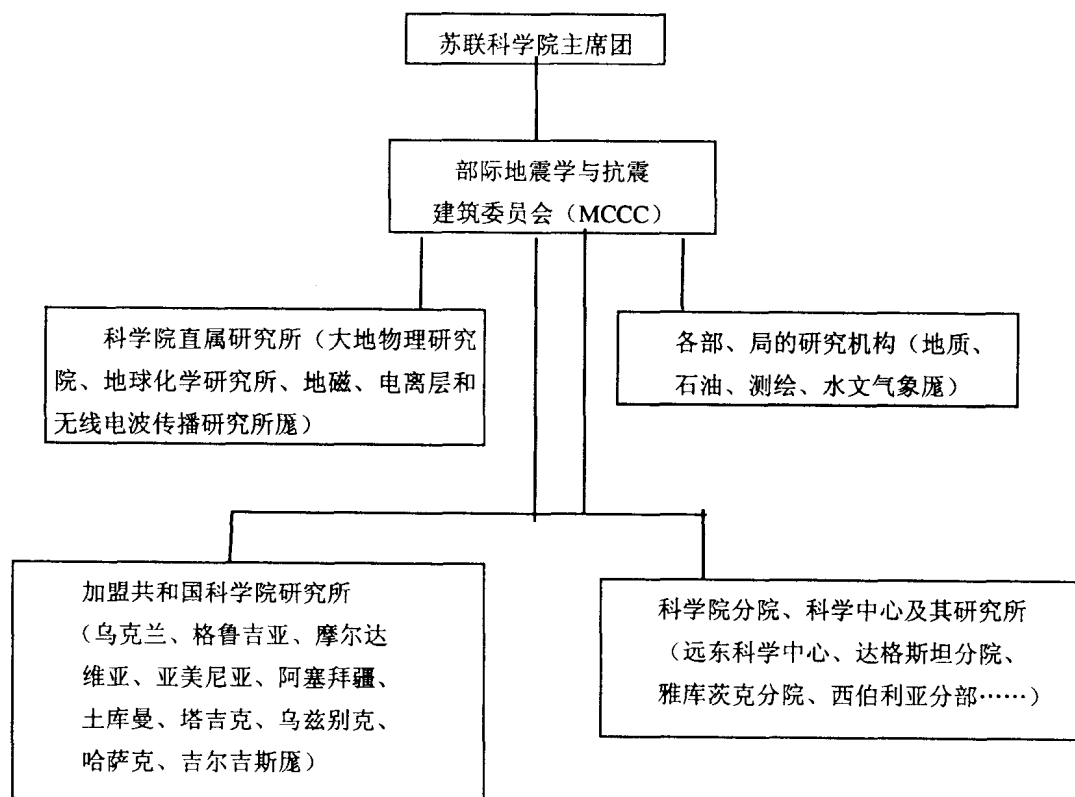


图 1-4 前苏联地震研究工作管理体制示意图

苏联科学院于 1928 年在莫斯科成立地震研究所，1947 年改名为地球物理研究所，1957 年开始更名为大地物理研究所，该所一直是推动苏联地震学和地震预报发展的主要研究机构，也是地震预报方面的学术领导单位。30 年代开始，一些加盟共和国科学院开始建立地震研究所。科学院有关的科学研究所及地质、石油、测绘、水文气象等部、局的一些研究机构亦参加了地震预报研究。1974 年有 30 多个研究单位从事地震工作，后来已发展到 100 多个。苏联地震研究机构的设置示于图 1-4，主要地震区及研究所所在地见表 1-1。

苏联地震预报处于研究和试验阶段。地震监测和预报工作主要在地震区及有关加盟共和国进行，由地方研究所负责。研究所内有预报委员会，将预报意见向地方政府报告，由政府作出决策；同时向部际地震学与抗震建筑委员会和大地物理研究所报告，对重大预报意见由专家组审核并提出意见，但不负责最终决策。在高加索和中亚两个地区建立了区域地震中心，负责区域地震资料的集中管理（数据库）、传递和处理，协调区内各加盟共和国的监测预报工作。

表 1-1 前苏联主要地震区及地震研究所分布表

地震区	研究所所在地	所属加盟共和国	区域中心
喀尔巴阡	基辅、利沃夫、基什尼耶夫	乌克兰、摩尔达维亚	
克里米亚	辛菲罗波尔，基辅	乌克兰	
高加索	第比利斯	格鲁吉亚	高加索区域 中 心 (第比利斯)
	列宁纳坎	亚美尼亚	
	马哈奇卡拉	达格斯坦	
	巴 库	阿塞拜疆	
科佩特	阿什哈巴德	土库曼	
中 亚	杜尚别	塔吉克	中亚区域中心 (杜尚别)
	塔什干	乌兹别克	
	伏龙芝	吉尔吉斯	
	阿拉木图	哈萨克	
贝加尔	伊尔库斯克， 新西伯利亚	俄罗斯	
雅库特	乌加丹	俄罗斯	
勘察加	彼德罗巴甫洛夫 斯克—勘察加	俄罗斯	
萨哈林	南萨哈林斯克	俄罗斯	

1.1.4 前苏联地震科学研究的奖励制度

在苏联，人们普遍尊重知识、尊重知识分子。对于有贡献的科研人员，苏联政府和人民授予他们种种荣誉称号和奖励。比如，为了奖励科学家做出杰出的贡献、发明和创造，

苏联科学院颁发了“苏联科学奖总则”，该科学奖是以卓越的苏联科学家命名的金质奖章和奖金（如地球物理领域中有施米特金质奖章）。金质奖章和奖金授予有杰出贡献、重大发明、杰出的科学著作或具有多种重大科学意义的著作者。个人单独参加金质奖章的评奖。奖金授予那些有单项优秀科学论著、科学发明或多种同一专题的科学著作者。据称，获奖者在职称晋升时优先考虑甚至可越级提升。

除此之外，还有各种不同级别的勋章及奖金。例如，“苏联英雄”、“社会主义英雄”、“列宁勋章”、“红旗劳动勋章”、“十月革命勋章”、“荣誉勋章”、“国家奖金”、“红星勋章”及各加盟共和国级的奖章和奖金。许多著名的苏联地球物理学家都获得过上述荣誉，例如著名地球物理学家O. IO. 施米特曾获“苏联英雄”称号、著名勘探地球物理学家П. А. 甘布尔采夫获“红旗劳动勋章”、著名破裂物理学家M. A. 萨多夫斯基获“社会主义劳动英雄”和“列宁勋章”、著名地球物理学家IO. B. 里兹尼钦柯获“列宁勋章”和“红旗劳动勋章”、而实验地震学家П. А. 索波列夫获“国家奖金”。

对于有特殊贡献的科学家和组织家，苏联人民永远纪念他们，通常在这些著名科学家的寿辰（诞辰）时，有关刊物刊登他们的学术活动经历及生平简介。1986年6月份是著名地震学家B. Ф. 萨瓦林斯基诞生80周年，大地物理所举行了隆重的“萨瓦林斯基学术思想讨论会”和纪念会，几百名萨瓦林斯基生前的同事、同学及学生出席了大会，大会盛况空前，会后整理出版了纪念论文集。

1.1.5 国际合作

苏联已经与几十个国家的地震部门或国际地震机构有合作关系。比如，1972年根据苏美双方科技协定，设立了苏美地震预报委员会，并进行下列几方面的合作研究：

- (1) 地震预报的野外综合观测，如加尔姆地区和圣安德烈斯断层地区的野外综合研究。
- (2) 从理论和实验两个方面对震源进行研究。
- (3) 利用现代数学物理方法和电子计算机来预测未来强震的发震地点；评定地震危险性。
- (4) 工程地震学研究。

美国地震学家在中亚加尔姆地震实验场布设地震观测网，并长期在这里进行观测研究，已取得不少有意义的结果。按协定要求，双方共同享受科研成果。美国地震学家也参加了以П. А. 索波列夫为首的大岩体破裂过程的实验室工作。

据苏联科学院报道，从1968年开始，苏联和日本就开始合作研究太平洋地区和上地幔结构。统一协调工作在苏联由苏联科学院部际地球物理委员会负责，日本由国家地幔研究委员会负责。双方合作研究千岛群岛—堪察加半岛和日本岛弧的震源带及火山带的深部构造，并绘制了日本海和鄂霍茨克海域地球物理场图；确定出了太平洋西部地壳主剖面方向；合作揭示了从亚洲大陆到太平洋转换带构造圈的深部构造情况，双方合作仍在继续。同时，苏联同东欧的一些国家的地震合作研究也偶见报道。

1.2 地震预报科学思路、方法与进展

1.2.1 地震预报体系

苏联的地震预报体系是统一领导、自下而上的系统（见图 1-5）。它的最基础单位是由一组地球物理观测台站组成的实验场，或是以观象台为中心的一组台网。其主要任务是进行长期的、连续的综合地球物理观测。在一般的综合观测台上，设有各类地震仪、倾斜仪、应变仪、重力仪、地磁仪、地电仪及水化学仪器。除个别项目人工操作外，大部分观测项目都是自动的。一般的实验场都配有 1~3 套大型的 NBK-4 计算机联机，负责对原始资料进行初级处理。第二级是加盟共和国地震预报中心，一般此预报中心是设在加盟共和国地震研究所，它的任务是对本共和国的地震预报研究工作实行监督和领导；领导各类观测台和实验场的综合观测工作，负责综合和保存地震资料；监测震情并对共和国范围内的地震提出预报意见。加盟共和国地震预报中心通常配备有 CM-4 计算机和 M-4030-1 计算机联网，有的甚至拥有 EC-1030 型大功率计算机。更高层次则是区域地震预报中心，它的任务是协调和领导各加盟共和国中心，及时地收集、处理和储存全区的地震资料，综合分析和评价各加盟共和国中心提出的地震预报意见，负责全区的地震区划，提出长期预报意见供各加盟共和国中心考虑。

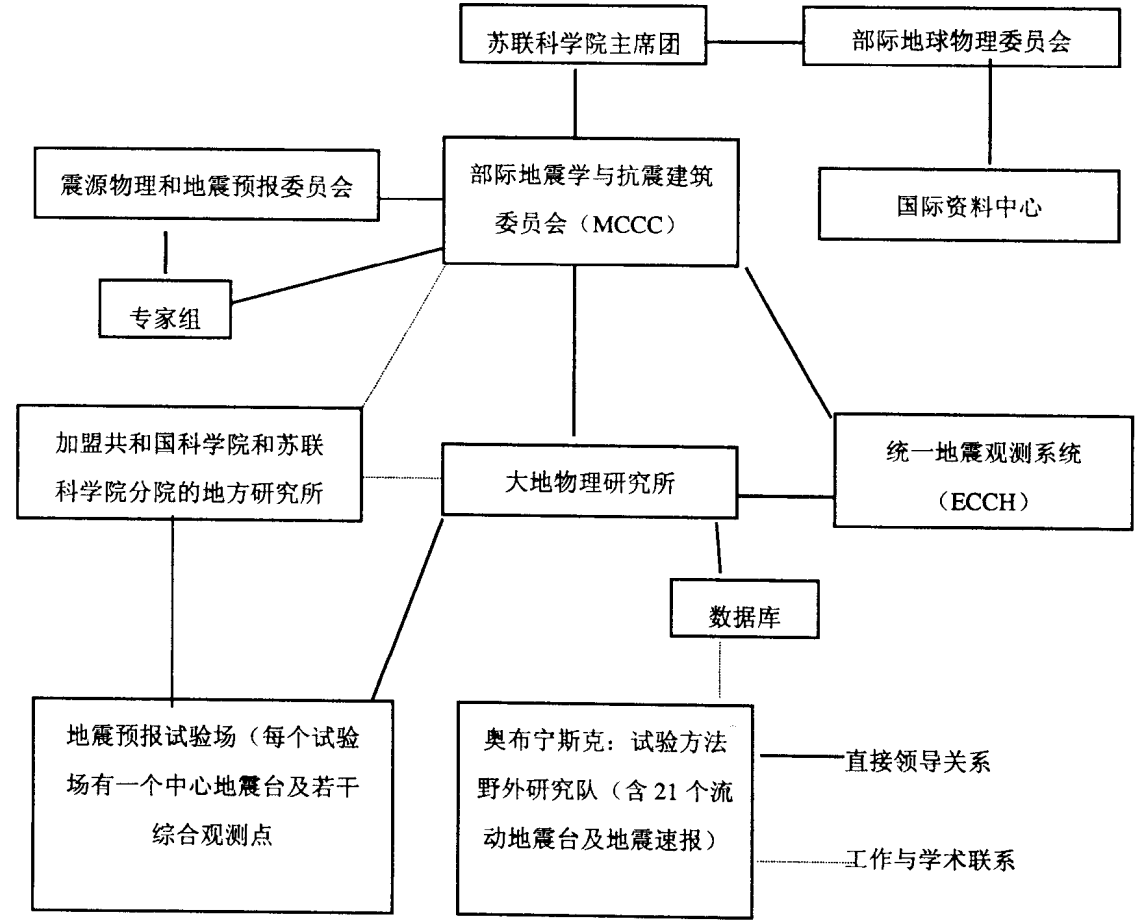


图 1-5 前苏联地震预报工作体制示意图

苏联的最高地震预报机构是施米特大地物理所。它对全苏的地震预报研究工作进行指导，组织和调协各区域地震预报中心、加盟共和国中心及实验室的工作。它对各区域预报