

地震工程译文集

国家地震局工程力学研究所 译

地震出版社

地震工程译文集

中国科学院工程力学研究所译

地震出版社

1978

内 容 简 介

本书包括关于地震工程学的译文24篇，涉及强震观测、地面运动特性、地震烈度、场地条件影响、弹性及弹塑性体系的地震反应、建筑物抗震设计、土的动力特性以及隔震结构等方面的内容，可供地震工程研究工作者以及有关工程技术人员和高等院校师生参考。

地震工程译文集

中国科学院工程力学研究所译

*

地震出版社出版

北京三里河路54号

北京印刷二厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

*

787×1092 1/16 18印张 314千字

1978年9月第一版 1978年9月第一次印刷

统一书号：13180·40 定价：1.10元

目 录

联合国教科文组织关于判定和减轻地震危险政府间会议(总结报告)	(1)
在加利福尼亚和内华达西部作为烈度数据的函数的地震震级	(22)
中强地震的最大加速度、最大速度、震源距和局部场地条件之间的关系	(36)
不同地质条件地震反应谱的研究	(51)
工程设计用的地震参数	(67)
地震工程学的展望	(73)
小山的地震反应	(78)
圣费尔南多地震时地基-结构的相互作用	(87)
抗震建筑中的“工程危险性”问题	(105)
世界地震区域内的重要结构的设计	(109)
与当前研究发展有关的规范和工程实践	(115)
地震提供的工程教训	(117)
关于承受地震作用的弹塑性体系的计算	(123)
多层框架非线性地震设计	(126)
线性剪切型建筑物的最优地震设计	(148)
地震时土的动力特性	(153)
坝的设计地震系数	(156)
用大型振动台进行的模型堤坝的振动实验(第二部分)	(166)
抗震方面的问题与研究	(175)
填筑坝的地震反应特性	(180)
一个实用的结构隔震体系	(192)

联合国教科文组织关于 判定和减轻地震危险政府间会议 (总结报告)

1976年2月10—19日于巴黎

1. 引言

根据联合国教科文组织全体会议第十八次会议上通过的2.222项决议，会议授权总干事与联合国系统的适当机构和合格的国际性非政府机构合作，以推动由地球物理原因引起的自然灾害及其防灾措施的研究，特别是召开一次关于判定和减轻地震危险政府间会议。

为了使这一会议有充分的科学与技术基础，总干事于1974年12月在联合国教科文组织总部召集了专家预备委员会，它的任务如下：

(i) 回顾自1964年4月在联合国教科文组织总部举行的关于地震学与地震工程学的政府间会议以来，在地震学、地震工程学与有关学科方面的发展状况；

(ii) 为政府间会议制订一份议事日程草案；

(iii) 在会议筹备期间对联合国教科文组织在与合格的国际性非政府组织合作上应采取如何行动方面及时提出意见。

列有会议日程和组织等建议的预备委员会报告合并于SC-75/WS/14文件中，并以文件CL/2405分发给各会员国，作为总干事邀请他们参加会议的通知。

会议之前，联合国教科文组织秘书处邀请了主要专家，为建议日程的每一议程准备了提交讨论的文章。这些文章已于事先分发给各会员国和被邀请的国际组织，并作为SC-76/SEISM/3-19文件提交给会议本身。联合国教科文组织秘书处向会议提交了一份名为“国际合作机构”（SC-76/SEISM/20）的备忘录。

会议于1976年2月10日至19日在巴黎联合国教科文组织总部举行。

2. 参加者

派代表参加的有下述45个会员国的代表：阿尔及利亚、奥地利、保加利亚、加拿大、智利、中国、刚果、丹麦、厄瓜多尔、法国、德意志民主共和国、德意志联邦共和国、加纳、希腊、危地马拉、匈牙利、冰岛、印度、印度尼西亚、伊朗、伊拉克、意大利、牙买加、日本、约旦、利比亚、墨西哥、摩纳哥、尼泊尔、荷兰、新西兰、挪威、秘鲁、葡萄牙、罗马尼亚、西班牙、瑞典、瑞士、特立尼达和多巴哥、突尼斯、土耳其、苏联、英国、美国、南斯拉夫。

下列会员国派观察员参加：玻利维亚、巴西、哥伦比亚、埃及、海地、巴基斯坦、巴拿马。

梵蒂冈教廷派一观察员参加。

参加会议的还有联合国救灾协调组织 (UNDRO)、国际原子能机构 (IAEA)、国际建设与发展银行 (IBRD)、美洲际发展银行 (IDB) 等的办事机构代表, 和下列国际机构的观察员:

阿拉伯教科文组织 (ALECSO)
拉丁美洲物理学中心 (CLAF)
南美洲区域地震学中心 (CERESIS)
国际纪念物与遗址理事会 (ICOMOS)
国际科联理事会 (ICSU)
国际建筑师联盟 (IUA)
国际标准化组织 (ISO)
国际工程组织联盟 (UATI)
国际地震工程学协会 (IAEE)
红十字会联盟 (LICROSS)
泛美工程学会联盟 (UPADI)

3. 会议开幕词

会议由联合国教科文组织总干事的代表卡道拉 (Abdul Razzak Kaddoura) 先生宣布开幕, 他首先提到, 大地震引起的严重破坏胜过任何其它自然现象, 在最近十二年多的时期里丧失了十余万人的生命和数十亿美元的财产。卡道拉先生接着回顾了自1964年的上次政府间会议以来由联合国教科文组织在地震学和地震工程学方面所采取的行动。这包括推动由联合国发展计划所支持的计划、组织讨论会、派遣震灾调查、以及为地震学与地震工程学建立数据处理和培训的国际中心和区域中心。卡道拉先生指出, 1964年政府间会议若以促进科学知识作为它的初步目的, 则本届会议的主要目标将是为了人类利益推动科学和技术的全面应用。他的讲话的全文见本报告附录 I (略)。

4. 选举

会议选举了它的职员如下:

主席

克里施纳教授 (Jai Krishna); (印度)。

副主席

久保教授 (Keizaburo Kubo); (日本)。

纽马克教授 (Nathan M. Newmark) (美国)。

罗森布罗斯博士 (Emilio Rosenblueth) (墨西哥)。

萨瓦林斯基教授 (E.F. Savarensky) (苏联)。

总报告员

汤伯林博士 (John Tomblin) (特立尼达和多巴哥)。

5. 议程

会议通过了下列议程:

1. 选举主席
2. 通过议事规程
3. 选举副主席和报告员
4. 通过议程
5. 通过计划和日程表
6. 建立委员会
7. 建立工作组
8. 判定地震危险
 - 8.1 地震区域划分
 - 8.2 地震小区域划分(包括断层作用、蠕动、地滑等的影响)
 - 8.3 地震预报
 - 8.4 诱发地震
 - 8.5 海啸
9. 减轻损失的工程措施
 - 9.1 建筑物(建筑规范、地方材料和设计等)
 - 9.2 公用事业(铁路、通讯、管道、公路等)
 - 9.3 城市规划
 - 9.4 特种结构和工厂(大坝、核电厂、海上油井等)
 - 9.5 现有结构的加固
10. 地震危险的各种关系
 - 10.1 对经济关系(损失和保险、成本收益研究和数学模型等)
 - 10.2 对人的关系(对危险性的警觉、心理反应、公众宣传等)
 - 10.3 对社会关系(民防、立法和管理措施等)
11. 一般题目
 - 11.1 工程设计用的地震参数
 - 11.2 地震的现场调查
 - 11.3 跨科性教育与培训
12. 实施
 - 12.1 关于减轻地震损失的跨科性研究
 - 12.2 国际合作机构
13. 通过报告

6. 工作组织

为了使得上述议程中所有各项得到充分讨论的可能，会议建立了下列三个委员会和两个工作组：

A 委员会（判定地震危险）：

主席

缪勒教授 (Stephan Mueller) (瑞士)

付主席

纳席博士 (Mansoor Niazi) (伊朗)

报告员

贝雷博士 (M. J. Berry) (加拿大)

B 委员会 (减轻损失的工程措施):

主席

加伦道里教授 (Giuseppe Grandori) (意大利)

付主席

巴布诺夫博士 (Sergei Bubnov) (南斯拉夫)

报告员

埃斯坦瓦博士 (Luis Esteva) (墨西哥)

C 委员会 (对人、社会和经济关系):

主席

加洛加博士 (Otto Glogau) (新西兰)

付主席

王沙丁纳脱先生 (W. Wangsadinata) (印度尼西亚)

报告员

韦思脱盖脱先生 (K. Westgate) (英国)

跨科性研究工作组:

召集人

恩布拉赛斯教授 (N. N. Ambraseys) (英国)

国际合作机构工作组:

召集人

埃里克森博士 (Ulf Ericsson) (瑞典)

会议的指导委员会由全会的主席、付主席和总报告员以及三个委员会的主席组成,并由会议的秘书长协助之。

7. 一般性讨论

在一般性讨论中,按提交问题次序的全部清单是冗长而又重复的。为此将它们归纳为三个主题:研究工作的最新成就;建议或要求解决的当前的问题;和需要优先注意的未来目标。

7.1 研究工作的最新成就

在国际组织、特别是在联合国教科文组织帮助下通过双边和国际性合作达到的许多成就是很明显的。大量的学生已接受了东京国际地震学与地震工程学研究所、和斯科普里地震工程学与工程地震学研究所的高级培训。在许多个别国家里,地震学研究被组织得非常好。例如在中国,近年来利用综合性、跨科性途径方面取得了显著的进步,并由大量的业余观测者在地震预报和应用地震学的其它方面配合专业队伍进行研究。举出了对大批居民进行教育的有意义的例子,首先对动物习性和其它自然现象的观测可以作为大地震的临震预报手段,其次,普遍了解地震危险可以减轻和消除危险。在日本,紧密的跨科性合作已经导致高耸建筑、大

跨度桥梁和地下隧道技术方面的巨大发展。在苏联，跨科性研究取得了地震区划图和建筑规范中地震烈度表的重大改进。判定地震危险和地震预报的新的数学方法已成功地进行了试验。在美国通过一支庞大的跨科性队伍，正在为建立抗震设计规程进行着新的全国努力，从最初阶段就有负责制订最后条例的官方参加。

在数据收集方面，据报告，强震加速度仪已获得了有价值的结果。考虑到观测台站的实际应用，国际地震学与地球内部物理学协会的委员会正在将原有手册进行修订，以出版内容更为广泛的版本。国际大坝委员会代表叙述了近年来在大坝结构反应的模型试验方法方面取得了巨大改进，并在进一步减轻地震危险方面取得了新的进展。

7.2 当前的问题

中心问题之一是在抗震设计的应用方面需要取得从理论到实践的进展。虽然有着一些经过高级培训的工程师名流，懂得和应用抗震设计技术，但是在他们与初级建筑者之间缺乏联系。某些代表强调指出需要改变私有住房的设计，特别是要避免重的屋顶。对于土坯式农村房屋的特殊问题，要求因地制宜研究利用地方材料的加筋技术。许多代表强调说明，需要用最简单易懂语言写成的材料对公众进行防震教育。在规定减轻地震危险措施之前，了解当地居民的特殊需要和习惯是很重要的，特别是因为从一个国家到另一个国家，社会情况有很大不同。

关于妨碍判定地震危险研究进展的问题，提到了诸如政府对地震研究方面缺乏适当认识，研究资金缺乏，和对在地震学领域工作的学生缺乏奖励。另一方面有些国家并非资金不足，而需要外国专家用有计划的培训来进行帮助。

在管理标准上引起的问题是，如何确定可被接受的危险标准，以及谁应对建立这些标准负责任。也注意到了需要设计参数和制订决策的准则。提出了如果保险公司在较宽和更现实的范围内支付分等级的保险金的话，那么，抗震设计应用标准是可以达到的。说明了需要保护历史性纪念物免遭地震破坏的措施。

7.3 未来目标

在这个标题下最重复的题目之一是要求地震学家、地质学家和工程师们相互了解和讨论地震危险问题。一位代表提议编辑一本包括所有三方面的难语小辞典。为了改进近场资料的收集，需要有一种大量的、比较简便的加速度仪类型的仪器，来定量判定地面运动。地面运动、能量发射和应力降的专门参数的确定，都同样是未来的目标。地壳构造模型和能量释放的全球分析也被看作是预报的重要方法。

关于情报资料的传播方面，代表们建议编写一本简明地球物理实验及其解释的手册，和一本发展中国家的小型房屋手册。机械和电气工程师应十分精通抗震设计，以保证地震活动区的机电设备在他们的监督下能得到合理的设计和锚固，这一点被认为是很重要的。有一个请求，要求将联合国教科文组织地震特派调查团的报告广泛分发，并认为这种特派调查可以为研究生的现场培训提供良好机会。一位代表建议举办有几方面有关学科的专家们在一起的专题讨论会。

8. 判定地震危险

8.1 地震区划

讨论根据“SC-76/SEISM/3”进行。第一个介绍者评论了现有的程序，并注意到潜在

的震源区定义、最大可能震级、参考土质条件和衰减曲线等问题。

讨论了基本的地质资料的收集和整理。强调了震源参数目录对研究地震危险是不可缺少的，所列参数应附以误差估计。建议联合国教科文组织和各政府合作编辑破坏性地震的所有历史资料。

强调了需要更多的近场的仪器资料，因为对这方面的实际过程是了解得很不够的。

虽则普遍同意宏观地震烈度资料对于勾画地震破坏图是有用的，并能用作地震危险的指标，对寻找烈度与地面运动物理参数之间的独特关系的可能性表示关心。

鉴于使用现有宏观地震烈度表的某些困难，建议将这些烈度表更新，使之与现代结构实践相适应，并作适当说明以应用于区域性条件。

普遍都同意所有地质资料应被考虑来确定地震危险，用历史的和仪器的资料确定地震活动性应与所有可利用的地质与地球物理资料结合起来。

对用于编制地震区划图的数据处理的某些技术问题进行了一般性讨论。1000年以上的现有历史资料目录表明，在大陆区域地震活动性有时并不是一稳态现象。

还认识到震级—频度关系只是在中等震级范围内是有效的，在较高的震级范围，它的误差可能是相当可观的。

在资料分析中，考虑到对于那些更为牵强附会的模型，应比当前使用的作更多研究，以挖掘某些资料的充分潜力。

认识到对一个地方可以有几种类型的地震区划图，每种都有它自己的用途。委员会最有趣地注意到某些国家所描述的、为它们的领土编制地震区划图的详细程序。

提议地质学家和其它地质科学家应当接受咨询和邀请，为编制地震构造图作出贡献。

地震危险估计的概念，作为制订决策的需要被提交到委员会来。指出了这种推算要求对大量概率函数共同进行分析，这类函数内容典型地包括：地震地面运动，居民分布（作为时间的函数），建筑物和其它危险工程的分布（作为时间的函数），易受破坏的程度和人身伤亡率。经济损失和人身伤亡的函数可分开计算。制订决策的常用准则应寻求后者减少到零和前者减低到某一可被接受的水平。

8.2 地震小区划和有关问题

讨论根据工作报告 SC-76/SEISM/4。作者介绍了该问题的主要方面，并提出小区划往往将土与结构相互作用包括进去。曾同意，小区划是以计算各种土质条件对地面运动的反应为目标的特殊研究课题。这种计算结果可以用局部地区的小区划图方式来表示。

对脉动和小地震的术语容易有不同的解释，明确的定义有待研究，这一点，曾有一致看法。关于应用脉动和小地震资料来确定大地震的强烈地面运动方面有着一些不同的意见。脉动和小地震的应用确是一个有待研究的题目。

最新的观测资料提出，现在的分析和数值方法可能是过于简单化了，它甚至还不能用来可靠地预测许多实际情况下的地面运动的差异。然而将观测资料扩大到具不同土质条件的邻近地区、特别是远场地区，这样的分析方法可能是有意义的。

曾经建议，为设计目的选择地面运动的最合适的方法是收集一组在可比较的条件下得到的强震记录，并用简单方法由这些记录进行外插。局部土质条件可能对反应谱作重大修正，应予以考虑。假如一定要坚持采用一个单独参数作为不同土质条件的标准，看来峰值地面运动速度大概是最好的了。

土壤液化和有关现象、海啸和与大坝有关的诱发地震都是同样重要的场地特殊问题。

缺乏地震学家所需要的近场区域强震加速度记录，对此表示关切。一致同意，为了增强在世界范围内收集不同土质条件的有关资料，必须在地震区布设越来越多的强震仪。这些仪器中的一部分最好应按三分量配置，以研究不同土质条件的反应。

8.3 地震预报

秘书长介绍了本主题，强调了一般公众在地震预报方面的巨大兴趣，使代表们想起委员会的会报应被各政府与联合国教科文组织用作科学和社会经济领域内的将来行动指针。

讨论文章 SC-76/SEISM/5 的作者扼要地讲了该报告的要点。他强调地震预报研究应高度可靠，这就需要进行大量的工作和国际合作。他还叙述了苏联的预报计划的若干内容。

然后，会议介绍了中国辽宁省大地震最新的成功的预报，它是由大量的科学工作者与业余工作人员相结合，通过复杂途径作出的。被测报的主要现象包括地倾斜和地面升降变化、水位变化、地磁场和地电场的变化、地震活动性的时间空间变化和动物习性异常。

接着评论了美国的预报计划。强调仍然以预报方法的研究为主，和在某些时候以前作出相当可靠的预报。预报研究仍然缺乏适当的理论基础，特别对走向滑动断层作用。所以与其把注意力集中在地震波传播速度的变化上，倒不如把注意力集中在地壳变形的研究更好些。

尽管日本有充分的计划，但是被监视的前兆现象之间似乎还没有过满意的一致以保证可靠的预报。

其他一些代表叙述了地震预报的特种试验室及野外研究。

会议然后讨论地震预报的社会经济联系，由加拿大肯尼门 (R. Kueneman) 引导讨论。

他强调了社会科学家试图研究制订有关临震预报影响的社会政策时存在着为难局面。他着重指出，灾害的社会科学研究结果与地震预报的影响有关。他议论了这方面的主要问题有：警报、心理健康、经济效果、保险和法律含义。他对地震预报结果可能导致社会和经济不平等而采取的一定社会措施表示关心。

会议报告了美国在这方面的计划。强调了需要对公众进行教育，解说和讨论了中国与日本关于地震警报和预防措施方面的公众教育与宣传经验。

8.4 诱发地震

作者介绍了讨论文章 SC/761SEISM/6 和提供了一些补充资料，特别涉及到1975年9月于加拿大朋夫 (Banff) 举行的第一届国际诱发地震讨论会。考虑了下列题目：

1. 水库诱发地震

提出了水库诱发的地震，或者由孔隙压力增加、或者更稀罕地由增加了的应力所触发。所以强调了了解在蓄水之前水库邻近地区的静态应力是评定诱发地震可能性的先决条件。

现在的指标是大约在每14个最大深度大于100米、和库容大于 10^9 立方米的水库中，有一个水库发生诱发地震。大家都同意，在所有新水库当它们超过上述极限时，在蓄水之前、当时以及蓄水后需要立即对附近地区可能有的地震活动性进行仔细监视。

2. 采矿诱发地震

指出了由矿山作业诱发的地震的特殊性质，它们能发生在一个岩石静态应力场里。另一个特性是这种地震的震源区是可以接近的。所以矿井中的三分量地震仪的设置可用来为发展采矿安全技术和研究断层作用过程两者服务。

3. 注液诱发地震

这种过程可以理解为，由于增加了的流体压力在高的区域应力下引起岩石破裂的触发。有几位代表报告了从沉积岩中抽油诱发地震的情况。

8.5 海啸

苏联一位代表介绍了讨论文章 SC-76/SEISM/7。

指出了海啸发生的实际过程从来没有直接观测到过，它通常被设想为海洋底部的活塞状运动。还认为大的弹性位移、海底振荡、水下猛然坍落和浊流可能激起海啸。

海啸的特征取决于它的发生、传播和海岸的变化。它的传播理论已有了相当好的研究，但是在海湾、江河出海口等处的变化细节还没有很好地被了解。

政府间海洋委员会秘书叙述了在太平洋的国际海啸警报系统协调组与在火奴鲁鲁的国际海啸情报中心的工作。

日本海啸警报系统是作为预报、发布警报和撤退三个部分来说明的。

太平洋周围某些国家海啸警报系统是不完备的，该地区每年发生接近80%的海啸破坏，对此表示关切。

指出了在日本有很发达的警报系统，现在重点放在发展主要的土木工程结构上以保护海岸线，和将低处村庄迁到较高的安全处。

某些代表强调指出需要改进公众宣传服务，以便从现有的海啸警报系统获得充分利益。

决 议 案

地震区划与小区划

决议案8.11

会议建议各会员国采取措施，进一步发展了解破坏性地震的特征所需要的地球物理和统计方法。

会议建议联合国教科文组织鼓励并帮助区域性计划，如巴尔干地区的地震活动性调查，有些适当方法迄今尚未收效地区的地震区划和小区划，例如在安第斯山脉和阿尔卑斯—喜马拉雅地带。

会议进一步建议联合国教科文组织和联合国救灾协调组织，与国际性非政府科学机构（如国际地震工程学协会、国际大地测量和地球物理学联合会、国际地震学与地球内部物理学协会、国际地质科学联合会等）合作，在地震区划及小区划领域内通过下列方式鼓励和帮助国际研究与协作，为有关专题，如编目、修订烈度表、区划图与危险图的制作方法和图例、强震地面运动资料分析、宏观地震与仪器资料的相关性等召开讨论会和建立工作组。

决议案8.12

为了改进局部的和区划性的地震危险的判定工作，会议建议各会员国采取下列适当行动：

1. 搜集有关历史地震资料并将它编目及摘录，使之系统化。
2. 确保充分的地震台网，在仪器及记录分析技术方面都现代化并运转起来。
3. 改进危险地区的工程地质图和新构造图，并对已发生过破坏性地震的地区进行详尽的地质调查，以便将这些地区与将来可能发生类似地震的地区进行比较。
4. 在需要资料的地方配备强震仪，并注意其维护管理。为了得到更为广泛的资料，必须将强震仪与某些井下仪器布置成台阵。

5. 在每一次地震发生之后立即收集宏观资料，并摘要整理，提供出来。
6. 为培训人员提高业务和技术水平。
7. 发展和完善小区划图的技术，如果合适，可列入当地的建筑规范。

决议案8.13

注意到精确地编辑为区划图准备的震中资料目录的根本重要性，某些机构已经有了可供计算机阅读形式的世界震中目录。

会议建议所有这些目录尽可能地与某一专门的机构合编，这个机构应承担把这种目录改为同一种通常的开本，并把它们合并到与国家机构合作编辑的专门的目录中去。

会议还建议中心目录在各个编纂阶段可广泛地用作研究区域性与世界地震活动性的根据。

地震预报

决议案8.3

会议承认发展可靠的地震预报能力的重要性。此外，研究工作应引导到与区域性、国家和国际有关的社会经济、人的行为和法律问题中去。

会议鼓励各会员国，组织与地震预报的技术和社会经济方面有关的国家团体。此外，从这次政府间会议的极为有益的观点来看，会议鼓励联合国教科文组织，每隔适当时间组织跨科性会议，为交换有关的最新情报资料提供条件。

诱发地震

决议案8.41

为了保证尽最大可能保护大坝和下游居民免遭诱发地震的危险，会议建议有大水库计划的各会员国，在水库地区，当大坝开始建造前两年或更早些时候就进行仔细的地震监视，以获得良好的震源控制和震源参数。此外，建议在未来水库最深点附近测量初始应力，这可采用适当的技术诸如液压破碎和岩芯应变花，作为蓄水后了解诱发地震活动性机制的一种手段。

在本决议案中，“大水库”是指最大深度超过100米和最大有效库容超过 10^9 立方米而言的。

决议案8.42

因为对诱发地震现象的解释需要一种多科性途径，会议建议联合国教科文组织对各会员国在该领域承担研究任务给予支持，提供意见，并为更有效地处理和评定观测资料进行培训。

海啸

决议案8.5

会议建议各会员国在联合国教科文组织和它的政府间海洋学委员会、联合国救灾协调组织和联合国发展计划帮助下，采取下列行动：

1. 改进并把稳定的、精密的记录海啸的传感器放入公海中使用。
2. 在地震台站设计和装设长周期、宽频带地震仪；继续和完成地震资料的自动化处理；保证在海啸警报工作中使水物理学与地震学方法结合起来。
3. 改进海啸警报系统使用的通讯联络线路，包括利用人造卫星。
4. 大力扩充微气压计及陆上测潮计的台网。

5. 继续和进一步发展海啸的发生和传播理论。
6. 编辑太平洋和易遭泛滥海岸的海啸区划图。
7. 在居民点采取合理的工程预防措施, 和通过国际讨论会交换技术情报。
8. 改进对海啸威胁的公众宣传和提高警觉。
9. 扩大国际大地测量与地球物理联合会的海啸委员会、国际海啸情报中心、联合国救灾协调组织和政府间海洋学委员会的活动。
10. 在易遭海啸的所有国家扩充和创建海啸警报系统。

9. 减轻损失的工程措施

9.1 抗震建筑物

会议结合建筑物抗震设计、最近几年来制订的规范中的突出特征、和实施建筑规范及研究成果有关问题, 研究了一些最为重要的问题。

在工作报告 SC-76/SEISM/8 的介绍和讨论中, 注意到了现代规范的下述显著特点: 结构分析的详细的和简化的方法体系, 适用于简化方法的较保守的设计规定; 明确考虑在降低设计谱定义下的有效延性; 三分量地面运动反应叠加的概率准则; 重复的要求; 关于有助于修正自振周期和引起发散阻尼的土与结构相互作用的明确考虑; 考虑倾覆弯矩以修改柱子的应力和基础的承载能力; 节点和结构细部设计的特殊考虑; 保证节点强度通常高于相交各构件的强度。对用最简单术语表达设计要求和采用适时格式方面也提出了专门的意见。

在同一文中, 振型分析比大概更精密的方法, 如步步计算动力分析方法, 更受到支持。因为后者在实际应用中, 由于一些重大影响它们不能解释, 现在看来并不合适。在既定的地震区由两个参数(有效峰值地面加速度和中等周期的零阻尼谱速度)定义的设计谱被认为是合适的。

在起草建筑规范中, 各使用单位的参加对规范的实施也是不可缺少的。

虽然影响地面运动参数的不确定性, 比影响结构参数的要大, 对后者的研究仍应作重要努力, 因为有关结果使用广泛。

对发展中国家农村地区的低标准房屋的安全问题进行了广泛讨论, 为了这方面的研究和发 展, 强烈提倡国际合作。

建筑规范的统一问题得到了特别的注意。大多数与会者感觉到不管通用规范或共同规范体制都是行不通的; 然而, 根据基本设计原则制订一般性准则则认为是很需要的。

强调了使建筑规范适合地方材料特性以及控制质量标准的重要性。

建筑学概念的抗震要求和设计过程的关系得到了承认。

9.2 公用事业(铁路、通讯、管道、公路等)

讨论围绕着工作报告 SC-76/SEISM/9 进行。认识到估计公用事业网的安全标准仍然是处于发展的初始阶段。有关的主要问题有:

- (a) 估计不同点之间的相对位移; 这将要求发展特殊的测量方法。
- (b) 设计容许出现大形变的系统, 这主要发生在预先选择的位置上(利用特殊接头)。
- (c) 与处理高压下流体有关的特殊问题。

在估计“生命线”系统的可靠性方面, 有两组问题必须考虑到:

- (a) 与主要干线工作有关的问题, 它们通常可能没有备用系统。

(b) 城市内网状系统, 它们可能有和需要有备用系统。

对于大型设备(机械、电气、化学等)安装设计, 采用定量标准的重要性得到了强调。

9.3 城市规划

有关城市规划问题的讨论, 是从减轻地震可能损失而采取的措施出发的。

在提交讨论的文章 SC-76/SEISM/10 和随后的讨论中提出了下述重要论点:

1. 从头开始规划的理想与只可能采取有限行动的实际情况之间存在着矛盾: 美国和日本说明了, 曾采取某些行动, 来定量地描述潜在危险和为减轻损失的有效法律措施。谈到了关于城镇迁移和对该区域缺乏任何系统性分析问题。经验表明在乡村迁移方面常常存在强大阻力。

2. 各个国家的预防要求可能都是不一样的, 因此在每个国家里, 城市规划应该根据各自所采用的规定。

3. 相当大的份量放在精确地确定市区内不同地震危险水平的重要性上。正确的土地利用政策应是这种评定的直接结果, 并为抗震结构规定提供基础。对于规划标准, 根据不同危险种类和不同地区的地震危险的比较分析的便利问题, 进行了广泛的辩论。

4. 建议在地震活动地区, 任何区域或城市的发展计划, 从它一开始就进行工程地震研究, 按不同地震危险水平确定小区域划分。

5. 在城市规划过程中制定决策的全部阶段, 乡村作为一个整体的积极参加对规划策略的成功实施是不可缺少的。

9.4 特种结构

这个标题包括两类主要的特种结构: 核反应堆和大坝。

当选择地震设计参数时, 两类结构都要求作同样研究。按照场地附近可利用的地震构造条件资料充分与否, 区域地震活动性的评定方式有所不同: 当断层已被很好确定和有地震的历史记载可供利用时, 合理地精确估计地震活动性是可行的; 当这类资料缺乏时, 最大烈度的估计只得依靠局部地质和区域地质研究, 和依靠地壳上可供比较地区的已知地震活动性。

对于预测局部土质条件对地震反应的影响, 常用的一维剪切波模型是有问题的, 这种模型是不考虑运动的竖向分量或不考虑表面波的, 而它们对地面运动有显著的影响, 至少当频率低于 1 赫芝时是如此。因为实验论据常与这些方法的结果相矛盾, 预测应以类似土质条件下记录到的运动为依据。建议与其采用基岩, 倒不如采用场地下面第一层合适的土层来详细地描述地面运动。

核反应堆

核电厂的动力反应分析提出了特殊问题。在介绍讨论文章 SC-76/SEISM/12 和以后的讨论中都强调了土与结构的相互作用对反应产生显著影响; 研究这一现象的常用准则并不考虑在基础与土壤接触面上的高频能量损失。在土与结构相互作用问题上应用有限单元法有着明显的缺点。强烈地建议, 用基础上和自由场同时得到的记录进行比较研究。非线性结构反应的步步分析方法是常被采用的, 但由地面运动不同分量引起的反应值间的明显的相互作用常被忽略。安装在主体结构上的设备是根据底板反应谱设计的, 没有考虑由于设备与结构相互作用引起的反应减弱。

回顾了设计规定, 重点为通常提倡的两种烈度水平和应力水平对所采用阻尼值的影响。

使运转的基本烈度等于安全停转地震的一半的主张遭到了批评，并谈到该问题现在正在分析中。

讨论了与设计谱的细节有关的某些问题：由最佳安全准则可得到设计谱，其形状与合乎固定可靠准则的有所不同；并且自振周期的不定性，影响了高频范围内谱纵坐标减小的充分利益。

指出了近场强震地面运动资料的缺乏。在地震活动性低的区域内场地地下发生的震级小的地震的意义得到了承认。还议论了将强震记录应用于与原来记录场地条件不同处的困难，和当试作震级与烈度的关系时，需要考虑局部条件与震源机制。某些讨论还对使结构与地震波和断层位移隔绝的可能性作了努力。

大坝

像核电厂情况一样，在文件 SC-76/SEISM/11和讨论中强调了将仪器布置在结构附近与它的基础上，以及上部结构的几个位置上的便利与否问题。

大坝的某些专门问题值得特别注意，例如：在堆石或堆土堤坝中反映土与水系统性能的二相模型的表示和校正；三维相互作用的考虑以及行波对动力反应的影响；旨在避免堤坝不均匀沉降所采取的改良压密控制程序；为了探测诱发地震，于大坝建造前，仪器台阵的设置；沿着断层上缓慢的和突然的相对位移的预防措施；通过基础与坝端发散的能量。

强调与其把堤坝抗震设计准则建立在应力极限上，倒不如建立在顶部沉陷上。

当地质条件提出有诱发地震可能性时，必须想象可能发生最大区域性震级的地震。

注意到国际大坝委员会的兴趣在于接受和分发与抗震设计和大坝性能有关的情报资料。评论了遭受中等地震的某些大坝的观测到的满意的性能。

对设计中假定的荷载组合作了某些讨论。详尽地讨论了按最大水位和发生在大坝下的最大区域性地震同时出现的设计建议，大多数代表并未认为可以采用。对于判定诱发地震，区域性构造应力的研究被认为是需要的。

从依赖断层位移预报的困难来看，在堤坝心部建议采用能自己愈合的非粘性材料。

由水库边坡破坏发生波的可能性，加强对局部地质的深入研究是必要的。

9.5 现有的和破坏的房屋加固

从技术要求和实施政策的立场，对房屋修复和加固问题进行了讨论。指出了修复意味着最好是恢复原有的结构抗力，而加固意味着改进结构抗御地震力的能力。对修复工作实际上会使结构削弱的可能性给予了警告。

认为包括在讨论文章 SC-76/SEISM/13中的详细建议，主要用于已被研究过的特殊条件，对不同条件可以要求不同的解决办法。问题应当得到地方当局和工程师们的注意，因为小房子的现有缺陷在今后几十年可能不变，要求对保留下来的房子安全采取行动。

某些代表坚持改进现有的以破坏为根据的烈度表。然而，结论是这个问题的讨论不应继续，因为已经存在大量的现有烈度表，并和本议程的题目关系不大。

实际结构性能的观测应当被用来改进设计和构造实践。因此，应当分析受地震破坏的结构性能，以了解和定量地描述其破坏原因。新的结构系统和建筑工艺的引入导致了新的破坏型式，这就使得交换地震破坏情报资料成为极重要的事。

讨论了加固纪念物的特殊问题，同意本题目所通过的总的建议可以考虑应用。

决 议 案

决议案9.11

因为研究建筑物在强地震作用下的性能对校核和改进设计及构造的准则与方法是有重大意义的，会议建议联合国教科文组织的现场特派团将强地震造成的未损坏的、损坏的或破坏的建筑物的分析工作继续下去。

决议案9.12

认为在减轻地震危险方面，建筑规范起了关键性作用，会议建议联合国教科文组织支持在制订建筑规范方面，为发展基本原则交换有关思想和方针。

决议案9.13

为设计各种不同类型结构，特别是砖结构和装配式房屋，发展一种简单的设计方法，进行结构材料、构件和结构系统的基本静力和动力性能的理论 and 实验研究是必要的。会议建议联合国教科文组织与适当的国际机构寻求合作，部署研究力量制订准则，和给设计人员提供一份根据抗震设计最佳准则的规程和手册等帮助。

决议案9.14

会议建议地震学家与工程师在抗震设计方面共同工作，前者确定地震危险性，后者确定在设计中如何考虑这些危险性。

决议案9.15

会议建议联合国教科文组织请国际建筑师联盟鼓励它的成员与地震工程师一起，在地震区房屋和企业规划及设计方面，从计划的最初阶段开始就进行共事合作。

决议案9.16

会议建议在建筑材料及构造方面至今还没有采用最低标准及规范的各会员国，应这样做。

决议案9.17

会议指出，需要增加地震近场有关资料和在严格条件下许多类型结构性能的观测资料。

会议号召各会员国在联合国教科文组织的帮助下，在地震活动性高而人口密度低的区域建立地震实验区。在每一个区内应建立简单的基本的机构和有信号标志网的入口。东道国对来访者和他们的用品及设备出入应给予方便，并在它的权力范围内提供任何其它帮助。

决议案9.2

认识到（a）公用事业系统的抗震设计技术在目前状态还处于发展阶段；（b）公用事业系统的震害对现代的公共生活构成极大危险。会议建议联合国教科文组织对现有协作的政府计划在建立情报资料 and 人员交换方面提供帮助。

决议案9.31

认识到联合国关于人的住宅区会议居民组对全球的、区域性的和小区域各级在改进人的住宅区方面所作努力的重要性，会议建议联合国教科文组织采取适当步骤，要求居民组把地震区的住宅区问题列到议事日程中去。

决议案9.32

注意到在将来的规划或城市发展中，例如地震小区划和地震危险的社会经济影响关系等因素非常重要，会议建议联合国教科文组织采取适当行动，根据要求，在推动这些题目的情报资料的国际交换方面提供技术援助。