

16.259

7660

抗震大观

学术书刊出版社



地震科普丛书

抗震大观

李荣安 姜忠 编著

学术书刊出版社

内 容 提 要

本书以专访形式,通俗地介绍了地震工程学研究概况及其在国民经济建设中的重要作用,重点阐述地基、结构抗震、砖石结构抗震与设计、钢筋混凝土结构抗震、超高层建筑抗震、生命线工程抗震等,其中突出城市抗震防灾问题。本书可供地震、地质、工程建筑、抗震防灾工作者、有关科研人员及广大读者参考。

本书是国家地震局科技监测司、中国地震学会科普委员会主编的地震科普丛书之一。

* * *

地 震 科 普 丛 书

主 编:陈鑫连

副主编:王国治 柴保平

* * *

抗震大观

编 著 者 李荣安 姜 忠

责任编辑 宋纯之

•

学术书刊出版社出版(北京海淀区学院南路86号)
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
北京印刷三厂联营厂印刷

•

开本, 787×1092毫米 1/32 印张: 5 字数: 108千字

1989年9月第1版 1989年9月第1次印刷

印数: 1—6000册 定价: 2.00元

ISBN 7-80045-519-X/P·17

目 录

开 篇.....	(1)
前言	(3)
中国地震工程学的奠基人.....	(5)
抗御地震灾害的科学	(9)
中年学者	(9)
一门应用科学	(11)
历史的回顾... ..	(12)
废墟上的思索	(17)
抗震启迪录	(19)
强烈地面运动	(19)
地表地裂缝	(24)
地震与破坏	(30)
地震界元老之 一.....	(30)
宏观破坏的调查	(32)
建筑物的动力特性	(33)
地震破坏种种	(35)
地基砂土液化	(42)
从事地震砂土液化的科学家	(42)
砂土液化震害... ..	(44)
砂土液化原因	(46)
影响砂土液化的因素	(47)
判断砂土液化的方法	(49)
预防砂土液化措施	(52)
岩土工程	(54)
建筑师的智慧	(65)

结构抗震与设计	(67)
著名地震工程科学家	(67)
从古塔抗震谈起	(69)
抗震结构研究	(70)
抗震设计	(71)
抗震规范	(74)
隔震研究	(75)
土层砖房抗震与设计	(78)
中国的砖瓦房屋与震害	(78)
多层砖房破坏规律及经验教训	(81)
砖房抗震八条	(82)
钢筋混凝土结构	(90)
受力特征与结构原则	(90)
钢筋混凝土建筑物的现状	(95)
钢筋混凝土结构震害	(95)
钢筋混凝土结构的新发展	(101)
超高层建筑抗震	(103)
超高层建筑的魅力	(103)
超高层建筑的震害分析	(108)
超高层建筑物抗震设计	(111)
超高层建筑物的结构动力特性	(117)
构筑物与生命线工程	(121)
烟囱和水塔的抗震问题	(123)
烟囱的破坏	(123)
水塔的破坏	(126)
抗震鉴定和加固处理	(128)
生命线工程	(130)
桥梁	(131)
水库	(136)

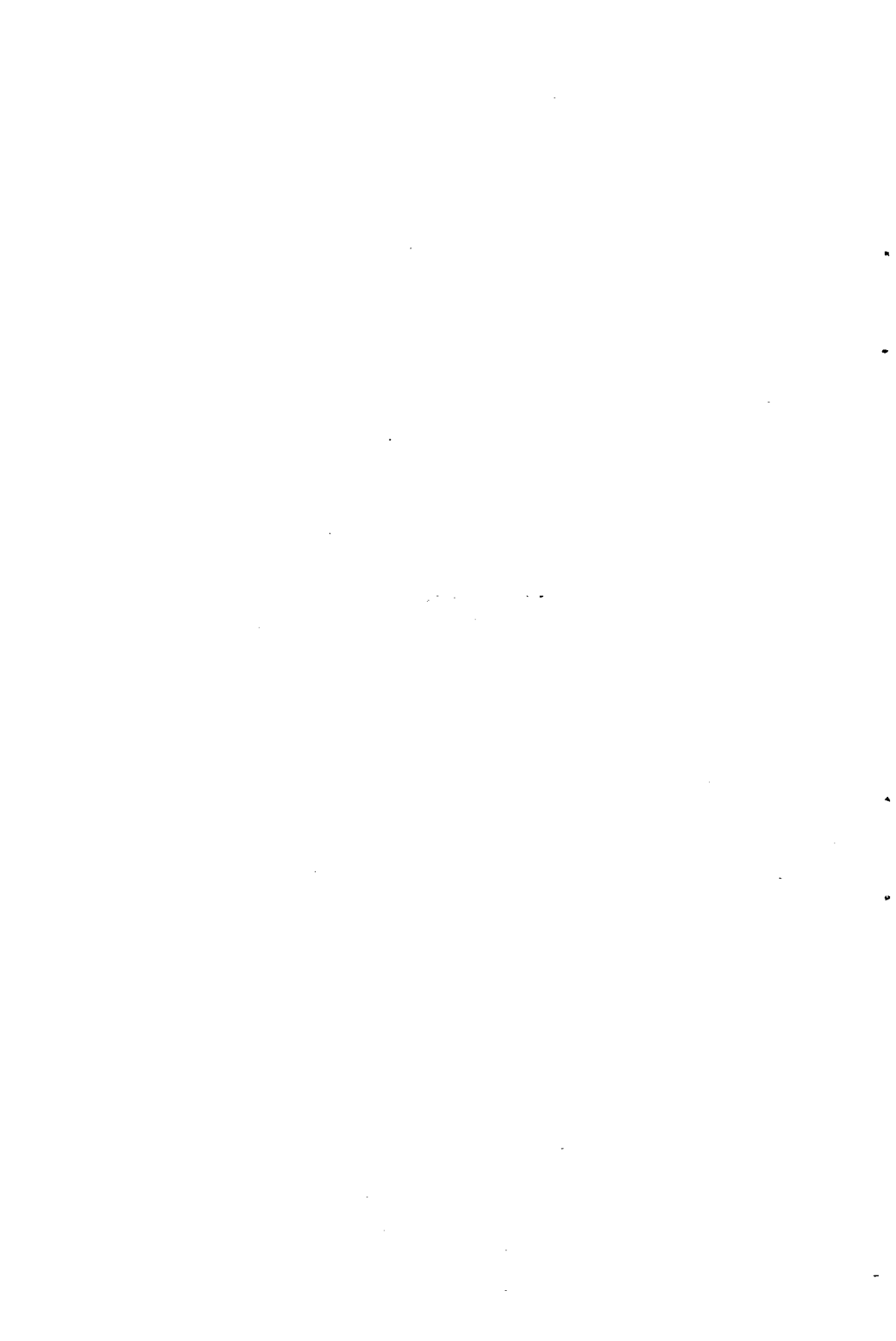
电力设备	(137)
区划与城市抗震防灾	(141)
地震区域规划	(143)
区划工作面面观	(143)
危险性分析方法在地震区划中的应用	(145)
地震小区域划分	(145)
大城市抗震防灾	(147)
城市震灾	(147)
城市性震害特点	(150)
城市抗震防灾规划	(151)
城市抗震对策要点	(153)
后记	(155)
后记	(157)

开 篇

前 言

中国地震工程学的奠基人

抗御地震灾害的科学



前 言

地震是威胁人类的主要自然灾害之一。特别是人口稠密的地区，地震的袭击往往造成巨大的劫难，并使人们在心理上留下恐惧的阴影。虽然地震预报能够减少一些生命伤亡，也可使一部分可移动财产免遭损失，但却不能够改变其破坏力。

地震的破坏力，是由它所释放的能量、建筑物地基条件和结构设计决定的，不以人的主观意志所转移。

众所周知，1975年2月4日辽宁省海城7.3级地震是一次举世闻名的成功预报震例，由于震前采取了相应的预报预防措施，大大减轻了地震灾害。但是，它所释放的能量是不可改变的，它的破坏力不会由于预报而减小。事实是，仅八度区的破坏面积就有165万平方公里，所造成的经济损失达8.1亿元之多。

当然，由于发布了临震预报，群众采取了相应的避震措施，直接死于地震的只有1328人，死于地震次生灾害的713人，死亡率只占总人口的3‰。可见地震预报，特别是临震预报的必要性。又由于发布了中期地震预报，震前对一些大型水库、交通枢纽、变电站、桥梁等进行了加固，使震害减少到最低程度，其经济损失也主要是房倒屋塌（占总损失的76.5%）。因此，不论地震预报做得多么好，经济损失还是不可避免的。

那么，地震预防的关键是什么呢？

从目前地震科学预报水平来看，地震预防的关键还是抗震。本世纪60年代以来，全球约有20几次7级以上地震发生

在大城市和工业集中区，给人类造成巨大的灾难和损失。据粗略统计，地震在全世界造成的经济损失每年约达几十亿美元，已经引起了各国政府和公众的高度重视，许多国家都将地震预报、预防和抗震工作纳入国家科研规划。

据统计，我国有 $\frac{1}{3}$ 的国土、 $\frac{2}{5}$ 的大城市位于地震基本烈度在七度以上的高烈度区，特别是“七五”、“八五”计划中，许多新建大项目、开发区都处于有震的危险地区，诸如核电站、水电站、大堤坝、化工厂、海上石油平台、海底电缆等大工程如果不进行抗震设防或设防标准不适当，一旦发生大地震，不仅会造成整个工程的毁坏，甚至还会酿成不堪设想的次生灾害。

为了使广大地震工作者在抗震、防震和地震预报的工作中，有统一的意志和明确的奋斗目标，制订了我国新时期地震工作方针。该方针是：以预防为主，专群结合，多路探索，加强地震预报和工程地震的研究，推进地震科学技术现代化，不断提高监测预报水平，减轻地震灾害，发挥地震科学在国民经济建设和社会进步中的作用。

我国新时期地震工作方针，明确指出了开展工程地震的研究在国民经济建设中的进步作用。事实也是如此，如海南岛北部地区的开发，就因为原来把地震基本烈度定得过高，一度影响了经济开发和外商投资的积极性。后来，重新组织力量对这个地区进行深入详细的复核工作，重新进行了地震危险性评定，取得了比较实际的认识，也取得了较大的经济效益。

由此看来，不管地震预报还是防震抗震，都涉及工程地震问题。

中国地震工程学的奠基人

刘恢先研究员是中国科学院学部委员，中国地震工程学



刘恢先研究员素描肖像

的奠基人，为地震工程这门科学在中国的开拓与发展做出了重大的贡献。

他于1933年毕业于交通大学唐山工程学院，1934年赴美留学，1937年获康乃尔大学博士学位。“七七”事变后，为赴国难，回国抗战。历任铁路工程师、大学教授。1947年再度赴美，在美任工程设计公司工程师和大学教授。全国解放后，他于1951年毅然由美国回到祖国怀抱，为祖国的社会主

义建设服务。最初在清华大学任教授，1952年调到中国科学院创建工程力学研究所（原称土木建筑研究所），担任所长职务，一直到1984年3月荣任名誉所长。

工程力学研究所在他的领导下，密切配合建国初期大规模经济建设的需要，开展建筑材料、地基土壤、结构、建筑设计四个方面的研究工作，为国家做出了贡献。在工程力学研究所取得的成就中，凝结着他30多年的精力和心血。他还曾长期从事桥梁设计工作，担任过武汉长江大桥顾问委员会委员，为实际工程建设献计献策。

他根据我国地震区广阔、地震活动频繁的特点，早于1954年就提出开展抗震结构的研究，并于1955年初在所内开设抗震结构研究专题。他于1956年参加二十年（1956~1976）全国科学规划工作，编写规划中“地震对建筑物的影响及其有效抗震措施的研究”部分。随后他以科学规划为依据，在工程力学研究所内开展了强震观测、建筑物原型和模型试验、地震荷载计算、抗震设计规范、仪器研制等方面的研究，并通过实践培养了一支训练有素的队伍，使我国地震工程学的研究在60年代初期曾接近世界先进水平。

他于1958年发表的《论地震力》和1963年发表的《地震工程学的发展趋势》（与胡聿贤合写）两篇论文，在分析国外研究动态的基础上提出了关于地震工程的研究方向和具体研究项目。工程力学研究所的地震工程研究正是在这些方面开展工作并取得成绩的。

他对于地震宏观现象极为重视，认为“地震对于建筑物是实际的考验，是不可多得的足尺试验”。从60年代以来我国连续发生了多次破坏性地震，根据周总理“抓住地震不放”的指示，他亲自率领工程力学研究所的研究人员多次深

入地震现场，一方面协助当地群众重建家园，另一方面进行了广泛深入的震害调查，总结我国独特的经验，为抗震设计提供了依据。他主编的《唐山大地震震害》一书，系统地总结了唐山地震震害的经验，是一部关于唐山地震的重要历史文献。

他紧紧抓住编制我国地震区建筑规范这个中心环节，推动我国地震工程学研究的发展，并使这项研究适应我国抗震工作的需要。在他的组织领导和直接参与下，我国于1959年编成第一个抗震规范草案，1964年又编成第二个规范草案。他在第二个规范草案中提出了结构系数等概念。结构系数的用意在于弥合实际结构与常规设计之间的差距，它反映着结构的抗震潜力。这个规范草案根据实际的地震观测结果确定地震系数，强调区分地震惯性力与地基失效这两种效应，将地基条件分为四类，分别采用四种标准反应谱。这个规范草案实际上已为国内工程设计单位广泛应用，在其制订的当时以及其后相当一段时间内都是在国际上较为先进的。曾在我国试行多年的“工业与民用建筑抗震设计规范”中的抗震验算原则（与1964年草案相近）主要也是他与其他人提出的。

他结合三峡水利枢纽重力坝方案抗震问题的研究，于1960年提出了理论与实验相结合的确立三维结构在三向地面作用下的反应方法，考虑了库水与坝体之间的相互作用。上述方法已成功地应用于重力坝和拱坝的抗震计算。

他对地震烈度及其物理标准问题进行了深入的研究，提出“地震烈度是地震时一定地点的地面震动强弱程度的尺度，是指该地点范围内的平均水平而言”。他用多元统计识别和回归的方法来提取衡量地震烈度的地面运动的主要特征。通过对强震地面运动数据的分析，他认为地面运动的峰值特

别是地面运动平均速度的峰值乃是起主要作用的因素。基于上述对地震基本烈度的理解，他及其助手们制订了一个新的烈度表——《中国地震烈度表》（1980年）。该烈度表吸收了我国近年来大地震的经验，应用震害指数作为宏观烈度的定量指标，同时补充了物理尺度，便于工程应用。他还围绕新的中国地震区划图编制、地震危险性分析专家系统、潜在震源区划分及其地震活动性参数确定等专题开展了深入研究。

在他的组织领导下，工程力学研究所承担了国家交给的大量抗震研究任务，例如三峡水利枢纽重力坝方案抗震问题，新丰江水库地震和坝体抗震加固的研究，西南、西北地区建设任务，京津地区抗震任务，二滩水电站抗震任务，海洋工程抗震研究等。这些任务的完成为我国地震工程科学的发展做出了贡献。

他治学严谨、谦虚谨慎、不耻下问。他的实事求是、一丝不苟的治学态度，兢兢业业，几十年如一日地为祖国的科学事业奋斗的精神，给予全所同志以深刻的影响。他平易近人，热心鼓励青年，他于50年代培养的研究生，都已成长为高级研究人员。近年来还在培养硕士和博士研究生，同时对在职干部的培养也不遗余力，有20多名同志从初来所时的青年助手，如今成长为高级研究人员，近200名同志成长为中级科技人员。他以自己的远见卓识，引导中青年踏踏实实地工作，攀登科学高峰。

他对我们编著的这本《抗震大观》一书很感兴趣。他说，地震科普书很难写，但写好了也很有意义。科普读物必须尊重科学、讲清科学道理，但也不能干干巴巴，要有故事性、趣味性，使读者爱看。

他得知我们采用访问的形式来写，表示赞同。鉴于被访问的科学家都是我国地震界的权威，有举足轻重的影响，他为此还热情地介绍了工程力学研究所的一些知名科学家的情况，希望能在书中予以介绍。

抗御地震灾害的科学

地震工程学是研究什么内容的，它在减轻地震灾害工作中起着什么作用，它和地震预报又有什么关系呢？

为了使这些问题得到明确的回答，在工程力学研究所首先访问了谢礼立研究员。

中年学者

谢礼立研究员于1938年生于上海，1960年毕业于天津大学，曾从事过测震仪器、振动测试技术、爆破脱痂机理、水坝抗震、强震观测与分析、近场地震动特征等项研究，并与他人合作编著了《强震观测与分析原理》和合译了《地震动谱分析入门》等书。

他近几年来还承担了大量的国际学术交流和组织工作，活跃于国际地震工程学界。他于1981~1982年曾在美国从事合作研究。1983年秋曾率领国家地震局代表团赴联邦德国汉堡出席第18届IUGG年会和22届IASPEI讨论会，并被推选为国际强震地震学委员会委员。1984年在旧金山召开的世界地震工程大会上，在他未出席会议的情况下，被选为国际强震台阵委员会委员。他于1984年10月参加了在印度召开的区域性IASPEI会议。1985年8月率领国家地震局代表团赴日本参加了第23届IASPEI会议，并主持了一次讨论会。



谢礼立研究员素描肖像

1985年12月作为中国地震代表团团长率团到墨西哥考察了1985年9月发生的墨西哥大地震。1986年4月率领工程力学所赴日考察团访问了清水建设株式会社、大崎科研所，草签了合作研究协定，并出席了 IEMORI 第2届学术讨论会。1986年9月应IASPEI执行局邀请，被聘为1987年在加拿大召开的第19届IUGG会议近场地震动解释和分析学术会议的召集人与会议主席。1987年4月作为中国地震代表团的成员，应邀参加了在美国洛杉矶召开的第二届国际地震大会。1986年10月国际地震工程协会(IAEE)与国际地震学与地球内部物理学协会为研究局部场地条件对地震动影响这个重要课题，推动国际性的合作研究，成立了一个专题研究的国际工作小组，他被聘为这个国际工作小组的成员之一。1988年联合国秘书长组建了“减轻自然灾害十年”特别国际专家

组，由五大洲的24个国家的25位专家和官员组成，他作为中国的代表被聘为这个专家组的成员之一。他还曾担任1985年在北京召开的中美日三国抗御各种自然灾害的工程科学讨论会、1985年在哈尔滨召开的中日地震工程学术交流会和1986年在北京召开的中国-欧洲地震工程科学讨论会的组织委员会主席，并在会上作了学术报告。

一门应用科学

地震工程学是一门抗御地震灾害、保障人民生命财产的应用科学。它的研究内容包括地震学、地质学、建筑工程学、土木工程学、水利学、社会经济、社会心理各个方面，属工程学、地学与社会学的跨学科科学。这门科学自建立以来，经历了几起几落，到目前已具备了完整的科学体系。

当人们还没有完全掌握它时，仅着眼于工程结构本身，由于大地震的不断发生，大量的宏观震害显示出场地地基对工程抗震的影响，使地震学家、工程学家和建筑师深深感到仅着眼于工程结构本身的抗震是不够的。因为没有任何建筑物能够脱离地面成为空中楼阁，而场地地基失效会从根本上动摇任何工程设施的稳定性。尽管有了这种认识，也不能不看到现有地震工程对于场地地基在地震中的反应和表现，还缺乏系统的研究，甚至不少宏观现象还没有被认识。

鉴于上述情况，我国科技人员试图把现有的地震学与工程地震学两门科学有机地结合起来，其宗旨在于为工程抗震提供有关评价各类场地地基地震效应的有效方法。实现这个目标的途径主要要依靠实际经验的总结以及发展相应的理论，但最关键的还是要获取各类场地在实际地震中的观测资料。而抗御地震灾害，必然涉及工程本身的抗震问题，诸如