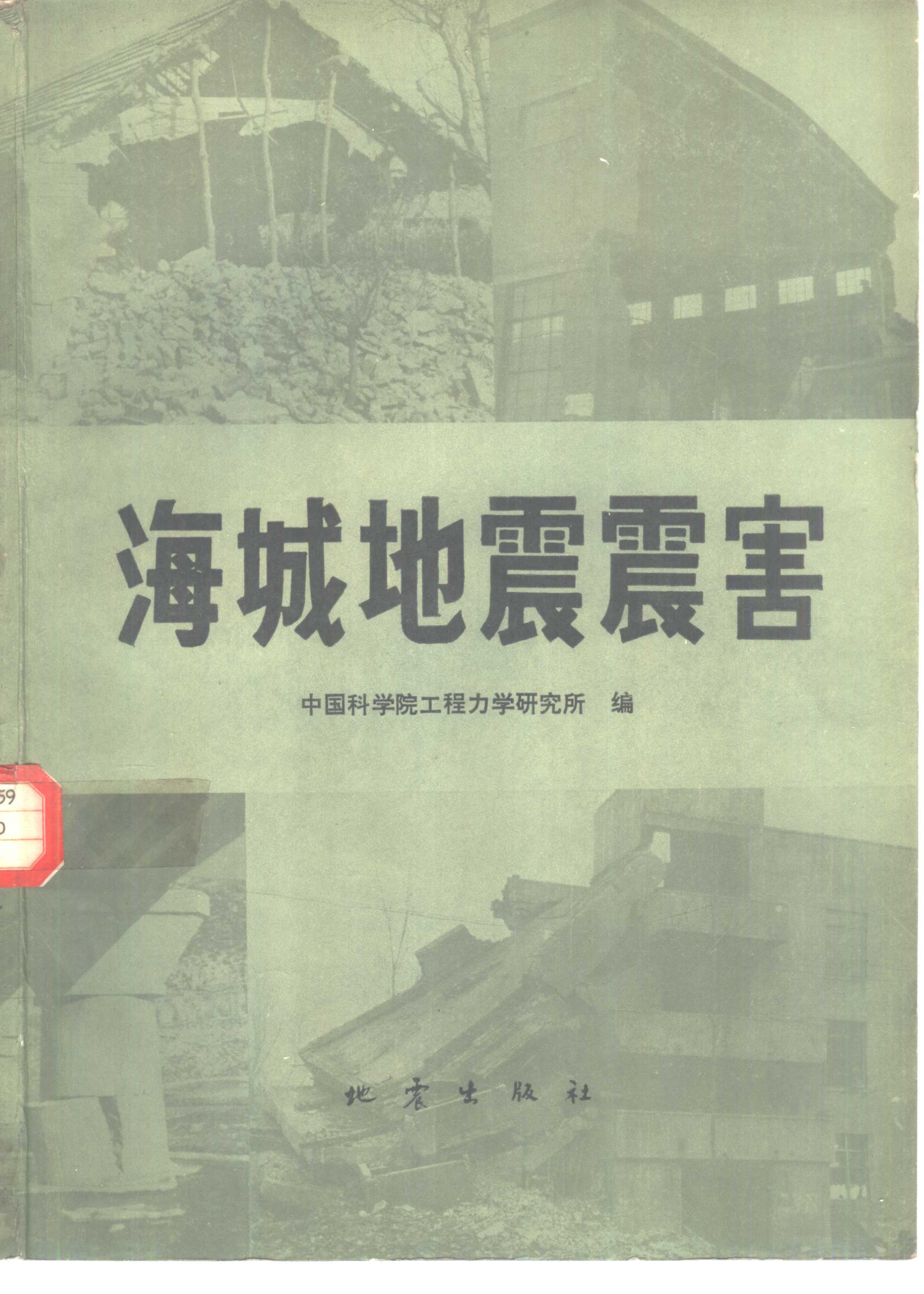




海城地震震害

中国科学院工程力学研究所 编

地震出版社

59

0

海 城 地 震 震 害

中国科学院工程力学研究所编

地 震 出 版 社

1 9 7 9

海 城 地 震 震 害

中国科学院工程力学研究所编

*

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

全国各地新华书店经售

*

787×1092 1/16 印张 $20\frac{1}{2}$ 图版 3 印张 510 千字

1979 年 3 月第 1 版 1979 年 3 月第 1 次印刷

统一书号: 13180.52 定价: 2.85元

限 国 内 发 行

前 言

1975年2月4日北京时间19时36分,我国辽宁省海城、营口地区发生了7.3级强烈地震。这次地震发生在人烟稠密、工业发达的地区。我国地震工作部门对这次地震作了预报,当地党政部门及时采取了有力的防震措施,使这次地震造成的人身伤亡极大地减轻。但房屋建筑和其他工程结构却遭受到不同程度的破坏和损失。

地震发生以后,我国不少地震研究单位,工程设计、施工部门与管理机构纷纷组织专门队伍到地震现场考察、研究与观测,提出了不少调查报告和总结资料。为了更好地总结交流抗震工作的经验,在国家地震局的委托下,由中国科学院工程力学研究所主持,于1975年11月12日—22日在哈尔滨召开了“辽宁海城7.3级地震抗震工作经验交流会”,与会代表159名,提交大会的报告资料共47篇。为了巩固会议成果,系统地总结资料,集中地反映记载这次地震的震害现象,供工程设计和科学研究参考应用,同时有利于进行学术交流,经会议建议并在国家地震局的支持下,决定以这些材料为基础集中编写《海城地震震害》一书。国家地震局指定编写工作由工程力学研究所主持,同时聘请了与会单位的一些代表参加各章的编写工作(各章编写人名单列后)。

各章初稿完成后曾征求过一些单位的意见,根据这些意见各章编写人又进行了修改,最后由总编者作了统编删改和最后定稿。

必须指出,由于本书牵涉的内容较广,又受到资料来源的限制,在组织协调方面也有欠缺,特别是由于编写人和总编者的技术水平的限制,本书可能存在下述几方面的问题:

1. 本书原着意编成资料性的书,但由于各章编写人掌握的实际资料有限,考虑问题的重点也不尽相同,各章并未能完全做到突出这一点。

2. 本书编写人原拟在分析问题的时候尽量全面地反映各种有根据的观点,但由于受到综合问题和解释问题的能力和习惯的限制,有些地方难免仍掺进个人的观点,具有一定倾向性。

3. 书中各章的内容,还有局部重复的地方;而某些很重要的方面还有待于多做工作,例如辽南冬季冻土层对震害的影响以及非结构部件的震害详情等(除电力、给排水外)均未顾及。

4. 本书各章的一些分析和结论,个别的地方还有相互矛盾的情况。在所征得的意见中,有些与编写人的意见分歧也很大,特别是关于地震烈度、断层影响、砂土液化、震害原因等方面分歧更多,本书无法对此作全面的反映。

从辩证唯物主义认识论的观点来考察,这些分歧的存在是容易理解的。因为我们所观察到的震害现象是一次地震所引起的外部表象,它取决于地层和建筑物本身的内在的运动规律。在我们尚未明确了解这些规律之前,对于表象的分析和判断就难免带有主观性和片面性。针对同一个现象可以提出种种物理解释。每种解释往往只是着重反映事物的某一个侧面,而未必能全面地、深刻地揭示现象的本质。而如果为假象所迷惑,甚至可以做出完全错误的解释。因此我们希望通过对客观事实的深入分析,开展讨论,进行争鸣。

实践是检验真理的唯一标准。我们仍需不断地通过实践，逐步地掌握地震震害的规律，并随着地震预报工作的进展，预防和战胜地震灾害。

总编者

全书各部分编写人名单

- 第一章 刘恢先 (工程力学研究所)
- 第二章 胡聿贤 (工程力学研究所)
章在墉 (工程力学研究所)
- 第三章 郭玉学 (工程力学研究所)
- 第四章 朱海之 (地质研究所)
刘 颖 (工程力学研究所)
- 第五章 白雪松 (辽宁省建筑设计院)
陈懋恭 (工程力学研究所)
- 第六章 王志勇 (工程力学研究所)
- 第七章 余季安 (鞍钢设计院)
肖光先 (工程力学研究所)
- 第八章 许寒波 (鞍山焦化耐火材料设计研究院)
项忠权 (工程力学研究所)
- 第九章 胡明田 (交通部公路规划设计院)
黄龙生 (工程力学研究所)
- 第十章 黄忠元 (辽宁省水利勘测规划设计院)
徐道荣 (辽宁省水利勘测规划设计院)
- 第十一章 王秀岩 (辽宁工业建筑设计院)
崔长起 (辽宁工业建筑设计院)
- 第十二章 张国华 (水电部东北电力设计院)
文良谟 (水电部西北电力设计院)
沈维兰 (鞍山电业局)
- 照片集 高云学 (工程力学研究所)
陈达生 (工程力学研究所)
郑元洪 (工程力学研究所)
- 总编者 王孝信 (工程力学研究所)
门福录 (工程力学研究所)

目 录

第一章	概况	(1)
第一节	地震情况	(1)
第二节	地形、地貌与地质背景	(3)
第三节	烈度分布	(4)
第四节	震害概况	(6)
第五节	主要经验	(9)
第二章	震害分布与场地条件	(11)
第一节	概述	(11)
第二节	砂土液化与震害的关系	(13)
第三节	地震动周期特性对震害的影响	(17)
第四节	断层与局部地形对震害的影响	(20)
第五节	地基土对震害的影响	(23)
第六节	海城地震震害分布的特点	(26)
第七节	结论	(27)
第三章	余震观测	(28)
第一节	概述	(28)
第二节	震中分布与台站的地质概况	(28)
第三节	观测仪器	(30)
第四节	最大加速度和最大速度	(31)
第五节	地震动的频率特性	(36)
第六节	加速度反应谱	(39)
第七节	结语	(42)
第四章	砂土液化问题	(47)
第一节	砂土液化引起的宏观破坏现象	(47)
第二节	喷水冒砂区的地质条件分析	(51)
第三节	液化砂土的物理力学特性	(59)

第四节	砂土液化的预测和预防·····	(39)
第五节	结语·····	(79)
第五章	城镇民用房屋 ·····	(80)
第一节	概述·····	(80)
第二节	多层砖房的震害·····	(81)
第三节	多层钢筋混凝土内框架房屋的震害·····	(107)
第四节	其他建筑·····	(114)
第六章	农村房屋 ·····	(118)
第一节	概述·····	(118)
第二节	木架民房·····	(118)
第三节	单层砖、石墙承重的民房·····	(122)
第四节	基础处理·····	(123)
第五节	结语·····	(124)
第七章	工业厂房 ·····	(125)
第一节	概述·····	(125)
第二节	单层砖柱厂房·····	(126)
第三节	单层钢筋混凝土柱厂房·····	(138)
第四节	多层钢筋混凝土框架厂房·····	(147)
第五节	结语·····	(156)
第八章	构筑物 and 若干工业设备 ·····	(158)
第一节	概述·····	(158)
第二节	烟囱和塔类构筑物·····	(158)
第三节	水塔·····	(164)
第四节	带式输送机通廊·····	(168)
第五节	高位装车料仓及筒仓·····	(174)
第六节	架空管道·····	(179)
第七节	工业设备·····	(181)
第八节	结语·····	(190)

第九章 道路、桥梁、隧道	(214)
第一节 道路	(214)
第二节 桥梁	(227)
第三节 隧道	(239)
第十章 水利工程	(241)
第一节 概述	(241)
第二节 水库工程	(241)
第三节 排灌站及水闸工程	(259)
第四节 河道堤防工程	(278)
第五节 结语	(281)
第十一章 给排水工程设施	(283)
第一节 震害概况	(283)
第二节 给排水构筑物震害与分析	(283)
第三节 给排水管道震害与分析	(288)
第四节 震害经验	(296)
第十二章 电力设施	(300)
第一节 概述	(300)
第二节 发电厂热机设备	(300)
第三节 电气设备	(302)
第四节 输配电线路	(309)
第五节 变压器瓦斯保护	(313)
第六节 震害经验和防震、抗震措施	(315)
照片集	(319)
一、地表现象	(319)
二、城镇民用房屋	(323)
三、农村房屋与民用烟囱	(336)
四、工业厂房	(339)
五、工业构(建)筑物和若干工业设备	(345)
六、桥梁道路	(353)

七、水利工程.....(361)

八、给排水工程设施.....(363)

九、电力设施.....(365)

第一章 概 况

第一节 地震情况

1975年2月4日在我国辽宁省海城地区发生了一次强烈地震。这次地震是辽宁省历史记载上最大的一次地震。主震的主要参数如下:

发震时刻: 19时36分06秒 (北京时间)

震中位置: 北纬 $40^{\circ}39'$

东经 $122^{\circ}48'$

地理位置在海城南东约20公里的岔沟附近

震源深度: 12公里

震级 (M_s): 7.3

这次地震发生在辽东半岛的西北部, 位于郯城—营口地震带的北段 (图1.1)。根据历史记载, 16世纪以来, 在这一段曾发生过14次5级以上的地震 (见表1.1)。1944年后, 辽东地区的地震活动曾一度较为平静, 但从1974年以来, 又开始增强, 3.5级以上的地震增多, 这年12月在辽阳蓼窝水库区发生了最大为4.8级的地震群。1975年2月1日至4日大震之前在岔沟地区, 突然发生了527次地震, 次数逐日增多, 震级增大, 情况如下 (见图1.2):

2月1日, 发生了1次地震, 震级0.5;

2月2日, 发生了7次地震, 最大震级0.6;

2月3日, 发生了61次地震, 最大震级3.2;

2月4日, 在7.3级主震之前, 发生了459次地震, 最大震级4.7。在该日01时至11时的10小时内, 前震活动达到高峰, 但随后出现一个平静阶段, 地震频

度与震级急剧下降, 于19时36分突然爆发了主震。

主震发生后, 余震频繁, 自2月4日至3月31日, 共记录到67640次, 其中, $M_s=1.0-1.9$ 的, 4827次; $M_s=2.0-2.9$ 的, 1211次; $M_s=3.0-3.9$ 的, 200次; $M_s=4.0-4.9$ 的, 25次; $M_s=5.0-5.9$ 的, 5次。

表1.1 辽东半岛及其附近的地震

序号	日 期			位 置		震 级	地 区
	年	月	日	东 经	北 纬		
1	1509	4	11	122.5°	40.3°	6	盖 县
2	1594	10	24	124.0°	42.6°	5	开 原
3	1698			121.2°	41.5°	5	义 县
4	1765	3	15	123.4°	41.8°	5 $\frac{1}{2}$	沈 阳
5	1855	12	11	121.7°	39.1°	5 $\frac{1}{2}$	金 县
6	1856	4	10	121.7°	39.1°	5 $\frac{1}{4}$	金 县
7	1859	9	19	122.2°	40.7°	5	营 口
8	1861	7	19	121.7°	39.1°	6	金 县
9	1885	2	21	121.2°	40.7°	5	营 口
10	1922	2	29	120.5°	39.2°	6 $\frac{1}{2}$	渤 海
11	1940	1	19	121.3°	42.7°	6	通辽南
12	1940	8	5	122.0°	40.2°	5 $\frac{3}{4}$	熊 岳
13	1942	7	9	122.0°	43.0°	6	通辽南
14	1944	12	19	124.3°	39.7°	6 $\frac{3}{4}$	丹东南

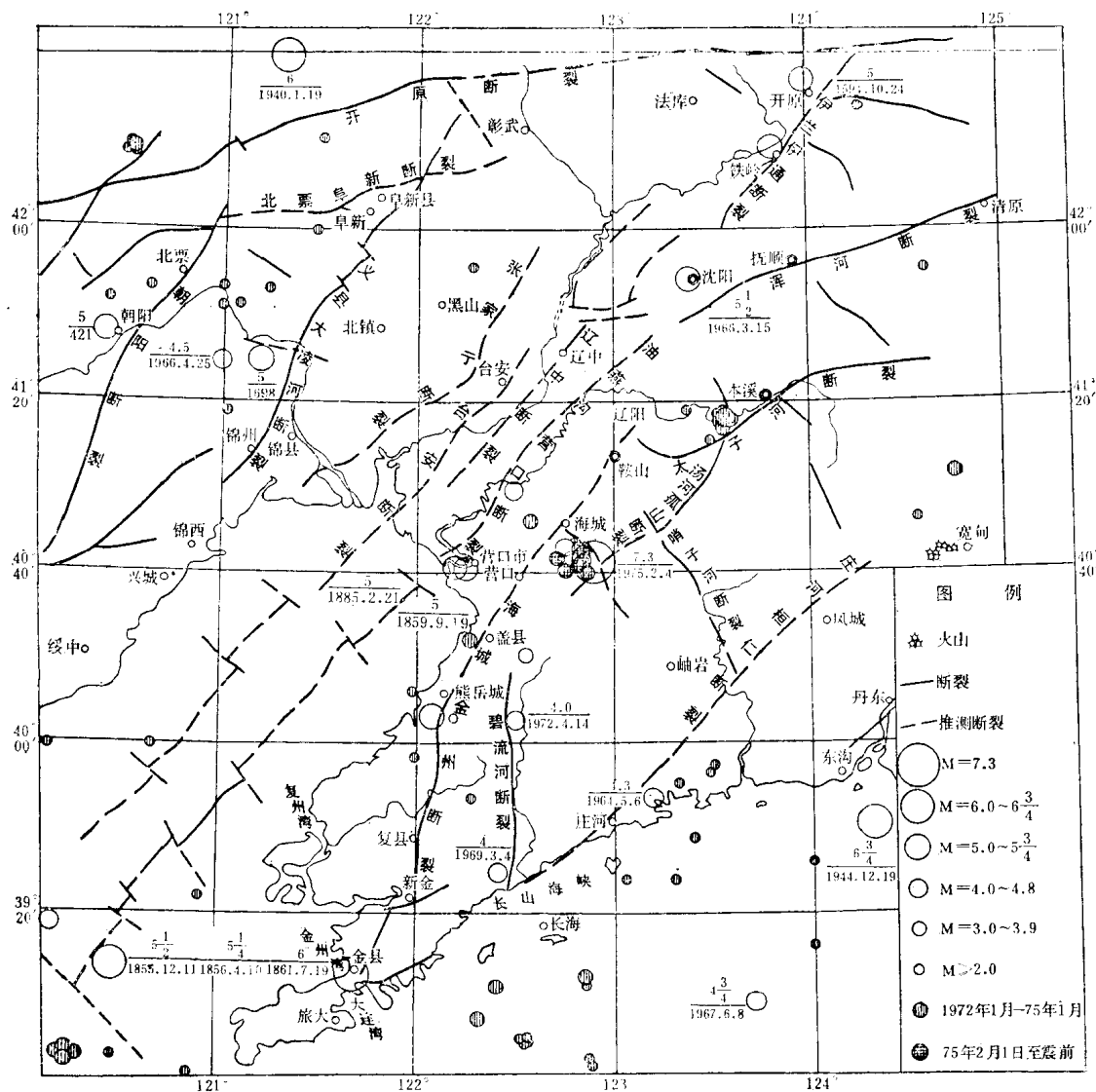


图1.1

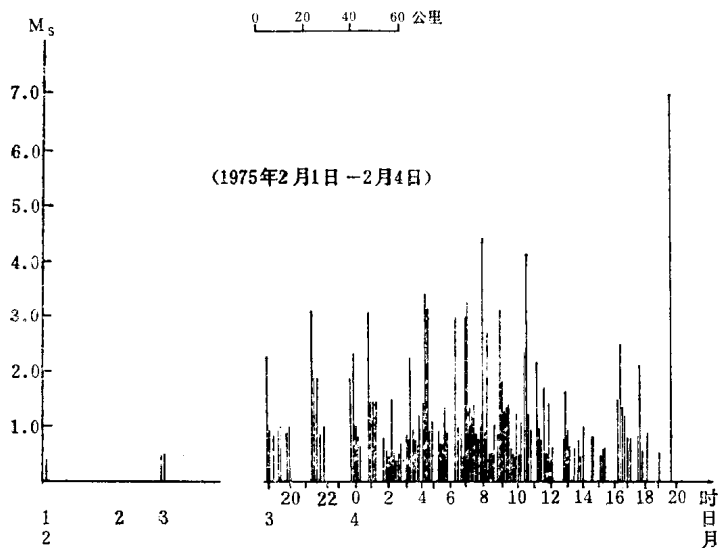


图1.2 前震序列图
(示意图)

序列中没有出现 6 级以上的强余震,因此主震显得突出。自 2 月 1 日至 3 月 31 日,共释放能量 5.72×10^{22} 尔格,其中主震占总量的 98.8%。图 1.3 表示地震频度 N 与震级 M 的关系,数据与通常应用的关系式 ($\log N = a - bM$) 非常适应,给出的 b 值为 0.86 ± 0.03 ,但主震超出曲线甚远,显示了主震突出的特点。大于 1.0 级的余震集中分布在长约 70 公里、宽约 30 公里的范围内,在其周围尚有零散的余震活动,如图 1.4 所示。

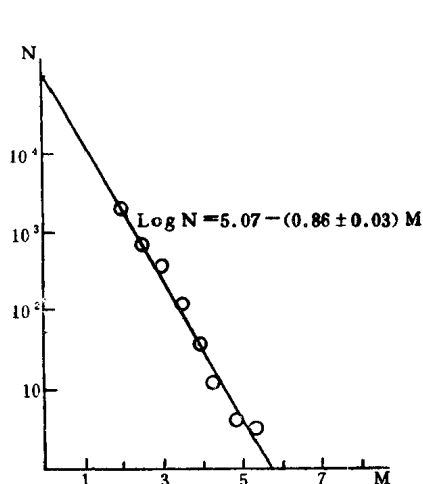


图 1.3 余震频度-震级图

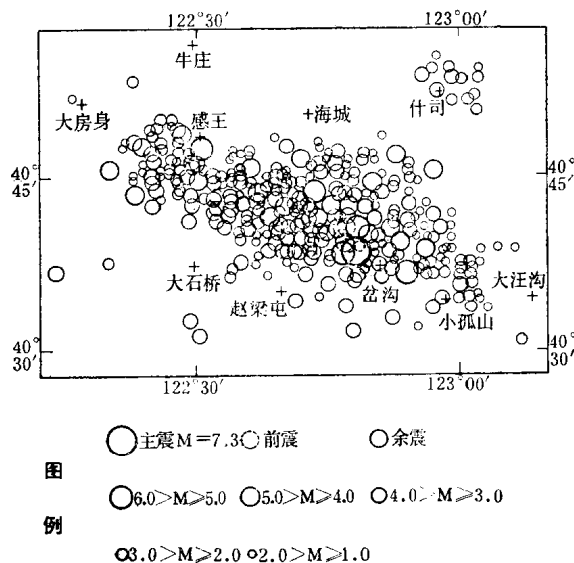


图 1.4 海城地震震中分布图

第二节 地形、地貌与地质背景

海城地震区的地形、地貌基本上可以分为东西两个单元。东部为低山丘陵地区,西部为冲积、滨海沉积的平原区。东西两部分,大致以鞍山、营口直到盖县一线为界。

东部低山丘陵为一构造剥蚀地形,相对高差一般为 100—200 米左右。个别地方高差较大。他山海拔为 147 米,极震区李房身为 243 米,范家峪为 363 米。极震区的南部地形显得比较陡峻。山脉呈北东向延长,河床比较宽阔。

西部主要为辽河、双台子河、大凌河等河流冲积和辽东湾滨海相沉积所形成的平原。平原面微向西南倾斜,地形平坦,高差甚小。自辽中县往西南,海拔均小于 20 米,为一典型的沉降堆积地貌,第四纪沉积厚度最大达 500 米以上。

本区的大地构造单元划分,东部为辽东台隆次一级的岫岩鞍山元古代隆起区,西部为下辽河中、新生代断陷盆地。

本区主要发育有三组方向的断裂构造:即北北东向、北西向及东西向。震区处于这三组断裂交汇区。

1. 北北东—北东向断裂:该组断裂将本区分割为一系列条形块体,主要有以下断裂带:

下辽河断裂带:主要是分布在下辽河平原的四条大致平行的断裂,即牛居—油燕沟深断

裂、辽中断裂、台安断裂和张家街断裂。

金州大断裂带：南起大连湾，过金县、普兰店、瓦房店，经熊岳、盖县往北延至大石桥、海城一带，全长约230公里。

其他北东向断裂：如庄河大断裂带、鸭绿江大断裂等等。

2. 北西向断裂带：包括大洋河—康家岭大断裂以及青山怀、金家屯断裂等。

东西向断裂带：包括杨家堡子断裂、麻尔峪断裂以及汤池东茨沟断裂。

一些断裂带的分布，见图1.1。

这次地震时北北东向及北西向断裂在地表上并无明显的活动迹象，地表也未出现与7.3级地震相当的地裂缝带，而是在北西西方向有延伸长达六、七十公里的裂缝集中区。地震前后的水准测量表明，北西西方向有个沉降带，前震、主震、余震明显形成一个北西西方向的震中密集带。根据这些现象，可以认为发震构造是一个隐伏的北西西向构造带。震区位于北西向大洋河断裂和北北东向牛居—油燕沟深断裂的汇合部位，深部是上地幔局部隆起的地区，地壳在此较薄。可能在北东东—南西西方向的压应力的作用下，北西西向构造带受到左旋最大剪切应力作用，同时上地幔在此隆起，使构造上的正应力减小，以致在隆起的顶部沿北西西向构造破裂，形成地震。

组成辽东山地隆起的岩层主要是变质深、浅不同的片麻岩、片岩系。晚太古代鞍山群为深变质的角闪斜长片麻岩和花岗片麻岩。元古代辽河群岩性主要为混合岩、石英片岩、大理岩互层的浅变质岩系。古生代岩层是震旦纪石英砂岩夹千枚岩。

西部下辽河平原区广泛分布有中、新生代的疏松沉积层。

第三节 烈度分布

海城地震的有感范围很大，从震中出发，东北向至黑龙江的哈尔滨和牡丹江，西南向至山西临汾，西北向至吉林鲁北，东南越出国境至朝鲜。有感圈半径几达1000公里，但形状并不规则，尤其在华北平原，有凸凹不圆的现象。

地震烈度的评定是以《新的中国烈度表》为依据，但结合地区具体情况作了补充。本区广大农村的房屋多为平房，城镇和工厂有一些楼房建筑，但所占比例有限。因此评定烈度时以各类平房的震害为主要标志，但也参考了其它建筑物的震害情况。

本区平房，在西部主要为用水泥、石灰或粘土做屋面的平顶房，用草或瓦盖的人字形屋顶较少；在东部，则以人字形屋顶较为普遍。承重结构多为梁柱式木构架，山墙内亦设有“盘山柱”支承屋顶。这些平房按墙体材料可分三类：

I类：以泥浆砌筑的毛石或卵石墙；

II类：土坯墙、夯土墙、表砖里坯墙或砖石堆砌墙；

III类：以水泥砂浆砌筑的砖墙或块石墙。

墙体的震害程度可分四等：

倒塌：三、四面墙倒塌或全部酥裂，房架严重变形或落架；

破坏：墙壁大部分破坏或严重劈裂，有的外墙或内墙倒塌；

损坏：墙壁局部破坏，屋面掉瓦或滚脊等；

轻微损坏：墙面细小裂缝，局部脱落或掉砖，屋瓦个别掉落。

不同烈度区的震害标志大致如下：

Ⅸ度区：城镇砖瓦房或楼房大多数（指50%以上）受到破坏或倒塌落架；农村大多数Ⅱ类民房倒塌严重，有的村庄几乎全部倒塌，Ⅲ类民房亦有倒塌；地面出现大裂缝，有陷坑、喷砂、冒水等现象，烟囱几乎全部破坏。

Ⅷ度区：大多数房屋遭到破坏，许多（指20—40%左右）或少数（指5—15%左右）倒塌；地面有裂缝和喷砂冒水现象，烟囱普遍受到破坏。

Ⅶ度区：许多房屋墙体受到损坏，少数被破坏，个别倒塌；在滨海平原区，地面裂缝和喷砂冒水仍很普遍，烟囱大多数受损坏。

Ⅵ度区：许多房屋受轻微损坏，少数损坏稍重；在古河道和洼地尚有喷砂冒水现象。

极震区的几何中心约在海城县英落公社赵家堡子附近（东经122°41′，北纬40°12′）。震中烈度为Ⅸ度强，Ⅱ类房屋几乎全部倒塌，地面有变形表现。图1.5表示Ⅵ至Ⅸ度的等震线图，图形不很规则。Ⅸ度等震线长轴为北西向，长约50公里，短轴长约37公里，面积约760

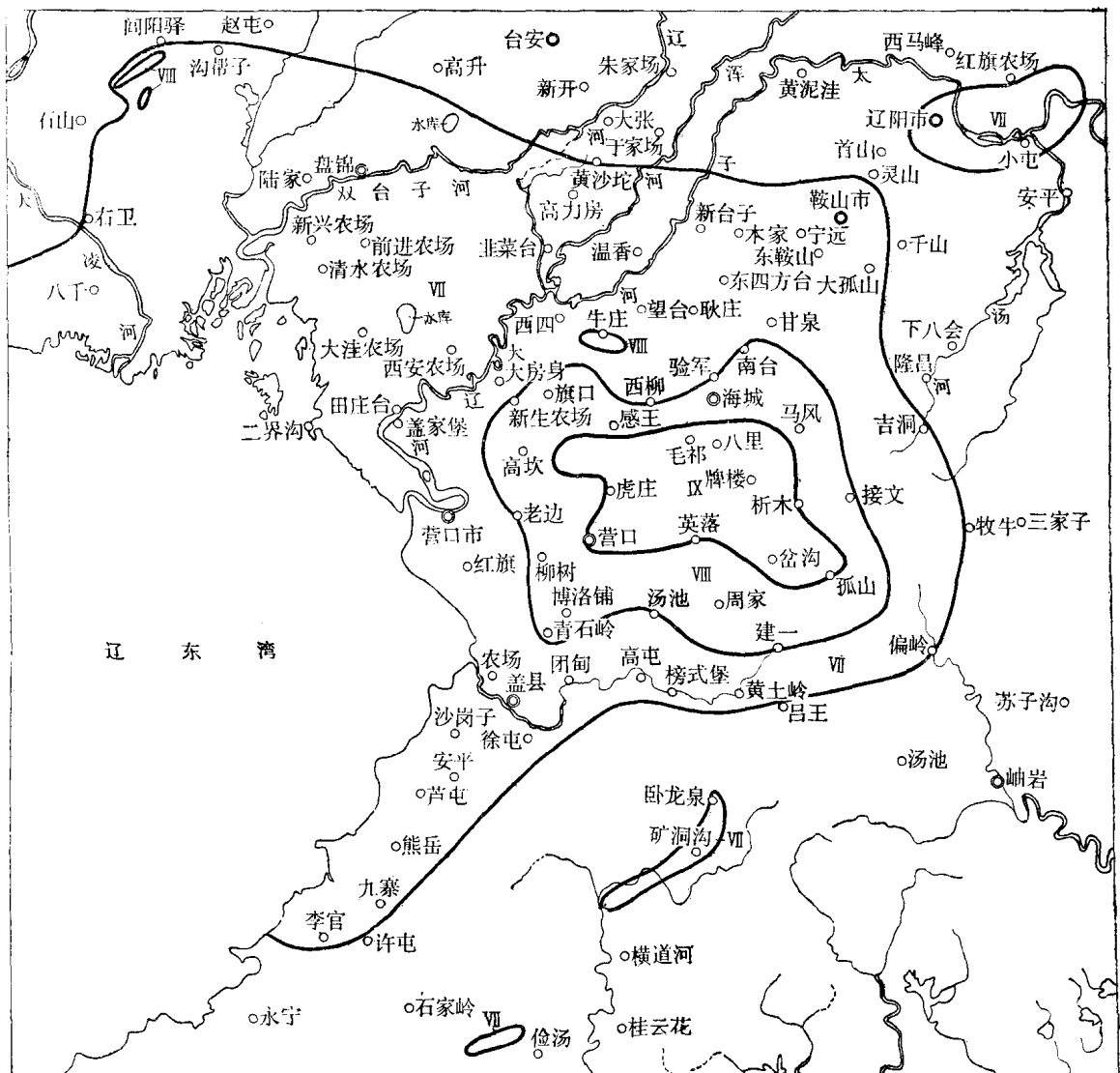


图1.5 海城7.3级地震等震线图

平方公里。Ⅷ度等震线与Ⅸ度线相似，面积1685平方公里。从Ⅷ度区延伸的范围来看，烈度在东面衰减很快，而在西面衰减甚慢。这是和东面为剥蚀山地、西面为冲积平原分不开的。此外，在各烈度区都有一些烈度异常的地点，例如海城县城是Ⅷ度区的高异常点，营口、牛庄是Ⅷ度区的高异常点，辽阳是Ⅶ度区的高异常点。

第四节 震害概况

海城地震有两个特点，一是地震发生在人口稠密的工业区，因而有各种各样的建筑物受到地震的考验；一是发生在辽河冲积平原和千山山脉的接壤地带，因而地基土壤的震害及影响表现得比较充分。这两个特点是我国历次大地震所罕见的，所以海城地震提供了许多新的经验。

一、自然界的破坏现象比较突出的有三种：

第一是地面冒水喷砂。这种现象主要发生在千山山脉以西的广大辽河冲积平原。这个地区第四纪沉积很厚，粉细砂层广泛分布，砂层上覆盖很薄，地下水位高；这些条件都是有利于在地震作用下的砂土液化，形成冒水喷砂现象。喷砂孔大小不一，大的直径达2.5米，喷出的砂堆积成圆锥体，高达50厘米。喷砂孔的排列有成群、成片、成线和零星分布几种情况。单孔喷出的砂量可达300立米。喷出的砂淤塞渠道，淹没田地，为害不小。

第二是地面裂缝。在西部平原，裂缝广泛发育，给人以深刻印象。一般宽数十厘米，最宽达3米，长度一般为几十至几百米，最长2公里。裂缝方向多变，但大的裂缝多与河流平行。在东部丘陵地带，裂缝多发生在山前平原，规模较小，一般宽约几厘米，长几米至十余米。但在海城县小孤山有一地震断裂，断续长约5.5公里，裂缝带宽40米。

第三是地面陷坑。发育于孤山河两侧的河漫滩上，沿北北西向的河谷分布，总计有六十多处，陷坑直径3—8米，深度3—17米。河谷两侧为厚层灰岩、大理岩，发现其中有高宽数米、深数十米的溶洞。陷坑的分布与灰岩、大理岩的分布一致，说明陷坑的形成与灰岩中溶洞是有关系的。由于地面有冻土层支持，陷坑并不全在地震时陷落，有的是随着气温转暖，地面解冻，逐渐发展的。

二、农村建筑破坏的概貌可以从烈度的分布看出，因为这是评定烈度的主要标志。农村建筑的形式多是三开间或五开间的平房，以木架承重。其主要表现为墙体的破坏，屋盖由于有木构架支撑，一般最严重的破坏是架歪，落瓦，完全倒塌落地的情形比较少见。农村建筑的墙体多半就地取材，采用几种材料以泥浆砌成。最常见的是表面用砖、里面用土坯；在靠山地区，则多是用石头和土坯，因此墙体脆弱；烈度在Ⅷ度以上的地区，破坏就很显著。

三、城镇民用建筑，按建筑形式可以分成下面几类：（一）旧式木架承重平房，形式和农村建筑相似。这类房所占比重很大；（二）砖墙承重的平房；（三）多层砖房，用途极广，包括宿舍、办公楼、商店、学校、医院等；（四）内框架砖房，同时采用内外砖墙和内部钢筋混凝土框架承重，多半作为商店之用；（五）空旷砖房，如礼堂、餐厅、仓库等。由于结构不同，它们所受震害亦不同。

旧式平房的震害和农村建筑是相似的，在此不论。

多层砖房多数为砖混结构，少数为砖木结构，都是砖墙承重体系。结构形式有纵墙承重、纵横墙承重、横墙承重以及砖柱承重四种，其中以纵墙承重的占多数。房屋层数，在海城、

大石桥地区多为二、三层的，在营口、鞍山等地多为四、五层的，六、七层以上的房屋为数很少。多层砖房常见的震害是墙体出现斜向的或交叉的裂缝，房屋上部的四角或两端以及平、立面上的突出部位往往是严重破坏的所在，但楼盖和屋盖结构很少遭受破坏。砖木结构的房屋破坏较为严重，对于砖混结构的房屋说来，纵墙承重和砖柱承重的，多数破坏严重，而横墙和纵横墙承重的震害较轻，多数完好。

内框架房屋以二或三层居多。其钢筋混凝土梁柱均为现场捣制的，楼板和屋盖多数为现场捣制的，也有采用预制空心板的，一般每层均设有一道圈梁。震害表现是：横墙（或山墙）的破坏以斜或交叉裂缝为主。纵墙则以窗口上下处的水平通缝为主。框架的破坏集中于节点，以柱头或柱脚的水平裂缝为主，梁极少有破坏的。墙体的破坏普遍较框架部分为重。不论墙体或钢筋混凝土框架部分，破坏都是下层较轻，上层较重。采用捣制梁柱及预制板的和全部捣制的相比，震害程度差别不大。值得提出的是，在这次地震中，即使在高烈度区，内框架房屋也无一倒塌。

空旷砖房的横墙的间距很大，由纵墙或墙垛承受屋面荷载，端部为硬山搁檩。这类房屋受震后外纵墙通常出现水平裂缝，有的在窗过梁或圈梁上下出现水平裂缝，有的在墙体本身或屋盖和墙体之间发生错位。另一种破坏现象是山墙外闪，山尖倒塌。房屋前厅部分的震害现象与多层砖房相似。

四、工业厂房

按结构形式分类，辽南地区的工业厂房有单层砖柱厂房、单层钢筋混凝土柱厂房，多层钢筋混凝土框架厂房等类型，大量厂房属于前两种。

单层砖柱厂房常见的震害为纵墙和壁柱在窗下口的墙体发生水平裂缝。严重者，壁柱下部弯曲，压碎崩落。厂房中央部分的柱子和纵墙破坏较重，而靠近山墙部分破坏很轻。一般说来，重型屋盖的厂房比轻型屋盖的破坏略重。

单层钢筋混凝土厂房有单跨、等高多跨以及高低跨三种，多数采用重型屋盖。这类厂房在高烈度区，柱根部往往出现水平裂缝，但破坏不重。破坏严重的部位大都是屋盖系统和围护墙，有的支撑压弯、拉断，屋面板掉落，个别还有屋架落地和围护墙倾倒的。高低跨型厂房的破坏显然较单跨及等高多跨厂房为严重。

多层钢筋混凝土框架厂房层数由二、三层至六、七层不等，厂房高度自十余米到四十余米。围护结构大都是砖填充墙。这类厂房的震害表现为：钢筋混凝土框架梁端或柱端出现裂缝；砖填充墙有的出现裂缝，有的甚至产生错动、外倾或局部倒塌等现象。还有一种震害是钢筋混凝土框架的柱上牛腿被拉裂。此外，也有框架与毗邻砖房互相碰撞造成的破坏。

五、桥梁、道路、隧洞

辽南地区，铁路有长（春）大（连）线、沟（帮子）海（城）线、大（连）营（口）线及钱矿专用线；公路线纵横交错。

铁路桥梁都是梁式桥，有钢梁、钢桁架、钢筋混凝土或预应力混凝土简支梁，墩台为石砌或素混凝土的，基础多为钻孔灌注的桩基础，少数为沉井或扩大基础。公路桥上部结构有钢梁、钢筋混凝土梁、钢筋混凝土板梁和石拱或混凝土双曲拱等类型，下部结构多用石砌或钢筋混凝土柱式墩体和钻孔灌注的桩基。

桥梁震害主要集中在西部地区，这里地裂缝、喷砂冒水、砂土液化的现象比较严重。震害特征是：河岸滑坡，推动墩台移位、倾斜，甚至使桥墩折断、桥梁坠落；再就是墩台不均