

地震区工程选址手册

王鍾琦 张荣祥 王建民 编著
汪 敏 罗锦添



中国建筑工业出版社

地震区工程选址手册

王鍾琦 张荣祥 王建民 编著
汪 敏 罗锦添

中国建筑工程工业出版社

(京)新登字 035 号

本书系统全面地总结了地震区工程选址问题，收集了国内外现有的观测、计算以及实验的成果，是一本实用性很强的参考性工具书。

全书共分 8 章，内容包括：基本概念、主要工作内容与法则，地震地面运动，场地地震危险性分析，场地地震参数的估计，断裂的地震效应，地震液化及震陷和斜坡地震稳定性分析等。书末附有计量单位换算表。

本书可供地震区工程勘察、规划、设计的工程技术人员以及科研单位和大专院校的有关人员参考。

地震区工程选址手册

王鍾琦 张荣祥 王建民 编著
王 敏 罗锦添

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

新华书店经销

北京顺义振华印刷厂印刷

*

开本：787×1092 毫米 1/16 印张：7¼ 字数：176 千字

1994 年 1 月第一版 1994 年 1 月第一次印刷

印数：1—3,600 册 定价：8.85 元

ISBN7—112—02195—2/TU·1687

(7215)

前 言

破坏性地震在世界不同地区时有发生, 在一些地处地震活动区的发展中国家, 由于人口密度、生活条件、建筑标准等诸多因素的作用, 地震的社会影响和经济影响是十分巨大的。例如在中国, 三十一个省、市中二十八个省、市面临着地震的威胁。发达国家也避免不了地震灾害, 最近一次地震是1989年加利福尼亚Loma Prieta地震, 总的损失估计达100亿美元。加拿大也同样面临着地震的威胁, 人所共知的地震区是在不列颠哥伦比亚西海岸, 特别是温哥华市和维多利亚市以及东区的包括魁北克市在内的圣劳伦斯河下游流域。

为了减轻地震震害, 加拿大国家研究院与中国建设部综合勘察研究院合作于1989年5月正式开始了为期两年半的研究, 部分参加这个项目的还有加拿大安大略省水电局、卡尔顿大学、哥伦比亚大学和安大略地质调查局。加拿大国际发展研究中心(IDRC)对该项目给予了资助, 该项目的主要目的是要对地震区建筑及关键设施的选址建立一套岩土工程指南。编写这本手册时, 收集了现有的观测、计算以及实验的成果。

这本手册主要由三部分组成: 基本概念、场地勘察的具体项目和详细的场地评价方法。第一章基本概念涉及本手册的特点、使用范围以及对某些有争议的名词术语的定义。第二章以回答问题的形式对场地的勘察内容作了逐步的描述, 这样的勘察对于建筑场地的选址是必要的。第三章至第八章进一步叙述了需要检验项目的原理和方法, 它们分别涉及到地震地面运动、场地地震危险性分析、场地地震参数的估计、断裂的地震效应、地震液化及震陷和斜坡地震稳定性分析。

这本手册旨在对地震区建筑场地的选址提供参考资料, 基于最新的研究成果, 本手册补充了现存的中国和加拿大规范中的选址方法并且着重于实际的运用。因此, 本手册对于岩土工程师在地震区的工程建设选址、城市规划以及地基特性的评价等方面是有用的。

这本手册是在王锺琦教授(中国建设部综合勘察研究院)、罗锦添教授(加拿大卡尔顿大学)和李卓芬博士(加拿大安大略省水电局)的指导下完成的。第一、二章由王锺琦执笔, 第三、四、五章由张荣祥执笔, 第六章由王建民执笔, 第七、八章由汪敏执笔。全书由王锺琦总编。

中国建设部综合勘察研究院和加拿大国家研究院的有关人员在编写这本手册中给予了大力支持。

王锺琦
罗锦添

目 录

前言

本书主要符号

第一章 基本要点	1
1.1 应用对象与范畴	1
1.1.1 手册的性质	1
1.1.2 手册的应用对象	1
1.2 基本概念	2
1.2.1 小区划的定义问题	2
1.2.2 场地和地基评价	2
1.2.3 地震的不确定性——概念设计的重要性	2
1.2.4 震害效应的重复性	3
1.2.5 地震的重复性	3
1.3 名词、术语的定义及其解释	4
第二章 主要工作内容与法则	7
2.1 工作实质及其作用	7
2.2 设计地震	7
2.2.1 概念	7
2.2.2 设计地震主要内容	7
2.2.3 设计地震的背景的宏观研究方法	8
2.3 场地与地基在历史地震中的地震效应调查	9
2.3.1 直接震害效应的调查	9
2.3.2 间接震害效应的调查	10
2.4 拟建地区或工程场地地基的勘察与评价要点	12
2.4.1 主要工作任务及程序	12
2.4.2 主要工作内容	12
2.4.3 各项评价方法的总原则	13
第三章 地震地面运动	15
3.1 地震地面运动的特性	15
3.1.1 地震地面运动的强度	15
3.1.2 地震地面运动的频谱特性	18
3.1.3 地震动的持续时间	21
3.2 地震烈度与地震动参数的关系	22
3.3 影响地震动特性的因素	24
3.3.1 影响地震动强度的各种因素	25
3.3.2 影响频谱特性的各种因素	27
3.3.3 影响地震动持续时间的各种因素	28

第四章 场地地震危险性分析	30
4.1 场地地震危险性分析主要方法	30
4.1.1 定值法	30
4.1.2 概率法	30
4.2 地震活动性分析	31
4.2.1 地震活动性分析所依据的资料	31
4.2.2 潜在震源区的划分	31
4.2.3 潜在震源区震级上限确定	32
4.2.4 地震活动性参数的确定	32
4.3 地震危险性分析	34
4.3.1 地震发生的随机过程模型	34
4.3.2 地震动衰减规律	35
4.3.3 地震危险性计算模型	35
4.3.4 不确定性因素的影响	39
第五章 场地地震参数的估计	41
5.1 场地条件	41
5.1.1 场地条件对地震动震害的影响	41
5.2 场地的工程分类	42
5.2.1 场地类别的划分标准	42
5.2.2 覆盖层	44
5.2.3 场地分类方法	44
5.3 设计地震参数的确定	47
5.3.1 地震动强度参数及持续时间的确定	47
5.3.2 设计反应谱的确定方法	49
5.4 设计地震用加速度时程曲线	51
5.4.1 加速度时程曲线的选择	51
5.4.2 人工合成加速度图	53
第六章 断裂的地震效应	54
6.1 断裂的定义和分类	54
6.1.1 断裂的分类	54
6.1.2 活动断裂的定义	54
6.1.3 发震断裂、非发震断裂与能动断裂的定义	54
6.1.4 非活动断裂的定义	54
6.1.5 地震断裂、地表断裂与震源断裂	55
6.1.6 构造性地裂与非构造性地裂的定义	55
6.2 地震危险区划分中的发震断裂研究	55
6.2.1 活动断裂的工程判别标准	55
6.2.2 发震断裂的识别	55
6.2.3 发震断裂的分类	56
6.3 断裂对地震烈度的影响	56
6.3.1 发震断裂带的地震烈度	56
6.3.2 非发震断裂和发震断裂交汇处的地震烈度	56
6.3.3 非发震断裂处的地震烈度	56

6.4 地表断裂	57
6.4.1 出现位置	57
6.4.2 出现的可能性	57
6.4.3 地表断裂出现的宽度	58
6.4.4 地表断裂的位错	58
6.4.5 覆盖层对地表断裂的影响	58
6.4.6 发震断裂长度与震级的关系	59
6.5 地表断裂错动的危险性分析	59
6.6 活动断裂的工程评价及对策	61
6.6.1 非发震断裂的工程评价	61
6.6.2 发震断裂的工程评价	61
6.7 地裂	62
6.7.1 构造性地裂及其震害效应	62
6.7.2 非构造性地裂	62
第七章 地震液化及震陷	64
7.1 液化的基本概念	64
7.1.1 液化的定义	64
7.1.2 液化势	65
7.2 液化的影响因素及其界限指标	65
7.2.1 地震因素	65
7.2.2 地质地貌条件	65
7.2.3 土层因素	66
7.3 液化势的判定法则	67
7.3.1 宏观判定法则	67
7.3.2 微观判定法则	67
7.4 液化的室内测定	69
7.4.1 动三轴试验	69
7.4.2 动单剪试验	71
7.5 液化的原位测定方法	72
7.5.1 标准贯入试验	72
7.5.2 静力触探试验	73
7.5.3 剪切波速法	74
7.6 用能量法评价液化势	75
7.6.1 土体振动中的能量损耗	75
7.6.2 土中振动孔压与能量损耗间的关系	75
7.6.3 无粘性土的液化势的能量判别模式	76
7.7 用可靠性分析评价液化	77
7.8 液化危害的预测	78
7.9 液化在宏观震害中的双重作用	80
7.9.1 历史地震显示的规律	80
7.9.2 理论的解释	80
7.10 液化震陷	81
第八章 斜坡地震稳定性分析	83

8.1 地震滑坡	83
8.2 地震滑坡的成因及类型	83
8.2.1 平原地区地震滑坡	83
8.2.2 山区地震滑坡的预测	84
8.3 地震滑坡的稳定性评价	85
8.3.1 稳定性的定性评价	85
8.3.2 稳定性的定量评价	85
8.4 斜坡岩土工程调查	87
参考文献	89
附录 计量单位换算表	92
名词解释	93
索引	98

本书主要符号

a_h ——水平向地震加速度	k_o ——静止土压力系数
a_{max} ——最大地震加速度	L ——活动断裂长度,地表破裂长度
a_p ——峰值加速度	——斜坡弧长
a_v ——竖向地震加速度	LF ——液化系数
C_N ——覆盖压力修正系数	M ——地震震级
C_r ——应力校正系数	M_o ——震级下限
C_u ——不均匀系数	M_u ——震级上限
CPT——静力触探试验	N ——标准贯入锤击数
c ——内聚力	N_1 ——修正标贯击数
——综合影响系数	N_c ——液化判别标准贯入锤击数基准值
D ——断裂位错	N_{cr} ——液化判别标准贯入锤击数临界值
——断层距	N_{eq} ——等效循环数
——力臂	n ——标贯点总数
D_L ——液化度	OCR——超固结比
D_{max} ——液化最大震中距	P ——准静力
D_r ——相对密度	P_L ——液化概率
D_{50} ——平均粒径	P_T —— T 年内超越概率
d_i ——第 i 层土厚度	P_{1y} ——1年内超越概率
d_s ——被测试土层埋深	P_u ——场地错动超过 u 的概率
d_u ——上覆非液化土层厚度	P'_c ——先期固结压力
d_w ——地下水位深度	P_s ——比贯入阻力
E ——力臂	P'_s ——饱和土液化临界比贯入阻力
e ——孔隙比	R ——震中距
F_s ——安全系数	——半径
G ——土层刚度	R_L ——抗液化强度比
g ——重力加速度	R_s ——抗液化强度
H_s ——液化层厚度	r_d ——深度修正系数
I ——地震烈度	S ——断裂破裂长度
$I_{L.E}$ ——液化指数	$S_a(T)$ ——(绝对)加速度反应谱
K_c ——固结应力比	$S_d(T)$ ——(相对)位移反应谱
K_h ——水平地震系数	S_E ——地震作用力
k ——渗透系数	SPT——标准贯入试验

$S_v(T)$ ——(相对)速度反应谱	γ ——剪应变
s ——抗滑力	——断层单位长度上震级大于 M_0 的地震年平均发生率
T ——周期,地震动时段长	Δu ——孔压增量
T_r ——重复周期	ϵ_{cr} ——覆盖层土的剪切破损临界应变值
T_1, T_2 ——反应谱的角点周期	ϵ_d ——轴向动应变
t_{er} ——产生地表断裂的覆盖层临界厚度	λ_u ——场地错动超过 u 的平均发生率
U ——断裂错位	ν ——地震年平均发生率
U_d ——孔隙水压力	μ ——泊松比
U_1 ——相对于最大震级 M_1 的断层位错	ρ_c ——粘粒含量百分率
V_{max} ——最大速度	σ ——应力,总应力,法向应力
V_p ——峰值速度	σ'_v ——上覆有效应力
V_s ——剪切波速,横波速度	σ_0 ——自重应力
V_{seri} ——液化临界剪切波速	σ_1 ——最大主应力
W ——重力	σ_3 ——最小主应力
W_N ——归一化耗损能量	σ_d ——动应力
w_i ——权函数值	τ ——剪应力
X ——破裂沿震中向两侧延伸的距离	τ_{av} ——平均剪应力
Z ——土层深度	τ_{eq} ——等效剪应力
β ——阻尼比	τ_{hv} ——均匀循环剪应力
——地震活动性常数	τ_{max} ——地震最大剪应力
$\beta(T)$ ——规格化反应谱	τ_u ——场地错动超过 u 的重现周期
	φ ——内摩擦角

第一章 基 本 要 点

1.1 应用对象与范畴

1.1.1 手册的性质

(1) 这本手册是为了提供给地震区工程勘察、规划、设计工程师在中国和加拿大进行场地选择、场地与地基的地震工程评价及抗震设计工作所需要的参考资料，它是一本参考性的工具书。

(2) 编制这本手册过程中作者们密切注意到加、中两国现行的国家规范中的有关规定，并针对它们的重要性从工程实用观点做适当的延伸，或根据近期的研究成果以及作者们的经验与判断作某些补充。希望使读者们能够在更深和更广泛的意义上处理工程实际问题，从这个意义上讲它也是一本指南。

(3) 作者们编制这本手册时更主要的兴趣在于针对现行的国家规范尚未作出具体规定的有关场地地基评价问题，提出可供工程实际应用的咨询性法则，因此这本手册还可视作一本技术性的读物。

1.1.2 手册的应用对象

(1) 这本手册适用于地震区广泛建造的各种土木建筑工程，它包括各种形式的建筑物、道路及桥梁、隧道、地下工程、挡土结构及露天开采工程等。但对于那些涉及繁杂的社会经济问题的如核电站、大坝、近海工程等有特殊社会影响的工程场地与地基的综合性评价问题，应根据主管部门的专门规定，另行研究。

(2) 使用这本手册的读者，需要具有土木工程本科毕业或同等学历的技术基础，以及对地震工程学、地震工程地质学、土力学及岩体力学的基本知识，因为有关这些基本知识在本手册中均将从略。

(3) 为便于本手册应用于建筑工程的抗震，需要明确划分两类建筑工程的场地地基评价标准：

I 类建筑——指重要的建筑，如学校、医院、公共会场以及中国建筑抗震设计规范(GBJ11—89)规定的“乙类建筑”。

II 类建筑——指一般建筑，即相当于中国建筑抗震设计规范(GBJ11—89)规定的丙类和丁类建筑。

(4) 本手册的着重点，自然是放在工程抗震的实际应用方面，而不涉及理论上的研讨，但由于地震工程这门应用科学本身的幼稚性，有不少概念性的问题及其相应的处理方法在国际上以及在中、加两国内尚未统一，甚至尚有争论，所以本手册对于这类问题尽可能客观地、均等地予以概括，以希对读者提供有效的技术咨询。

1.2 基本概念

本手册是加、中科学技术合作项目“地震小区划—中国”的研究成果的一部分。有关地震小区划的理论与方法自从五十年代以来已有不少发展，从单纯地根据土质岩性的变化把基本烈度进行加减调整的方法，到七十年代按地面运动反应谱特征进行分区，直至八十年代按地震危险性（按某一烈度的年超越概率）进行划分的方法都已取得实用的效果。但是迄今在工程实用中还有一些尚待解决的问题如下：

1.2.1 小区划的定义问题

实际上小区划在地理面积上并无特定的涵义，在地震地质上也无固定的划分标准。它无非是在某一地震（烈度）区范围内针对某种自然条件（例如土质岩性）的变化，进一步划分出若干不同的小区，预示着未来地震可能产生的后果有所不同。这个小区划的划分如果是以烈度来表示，则意味着未来地震发生时，各小区的宏观震害烈度将有差异。如果是地震反应谱来划分，则预示着各小区在未来地震中将有不同的地面运动。这虽然是对较大范围规定的烈度或地震加速度分区的重要补充，但它仍不足以概括未来地震运动及其造成的震害随着各种地质地形条件（这些条件将在以后各有关章节中予以阐述）的不同而产生的变化。这种变化常常是突然的剧变，而无法以“小区划”来识别和预测，因为它们随着小范围的场地地基的土质岩性或微地形地貌条件的改变而产生。因此更为确切的小区划，必须是对工程占用的土地、场地范围内的地质地理条件来划分和预测，或者说就是根据场地地基条件来划分和预测未来的地震动参数，这样才能使抗震设计更有针对性和精确合理。

1.2.2 场地和地基评价

基于上述，本手册用工程场地与地基的评价代表小区划的新概念和新方法，这是本手册的一个基本概念。

场地，是指工程活动所直接占用或相互影响的土地，它的范围大小无需定义。但在其范围内存在的各种地质、地形等第一环境因素可能改变着局部的地震运动及其破坏作用，因而成为第一个重点研究和评价的对象。

地基，是指建筑物等工程设施直接建造于其上的范围十分明确的一块土地。它在地震作用下一方面受控于“场地”的地震效应，同时也取决于自身的抗震性能和动力特性。

本手册论及的场地与地基评价仅仅是针对地震区的工程抗震设防需要、针对场地与地基的两者的共性与特性，从大（场地）到小（地基）、从整体到局部地进行分析论证，但是将不涉及与地震无关的场地与地基问题。

1.2.3 地震的不确定性——概念设计的重要性

地震运动是由震源—传播介质体—场地地质体一系列变化多端的因素综合形成的，它是极为复杂的和不确定的模糊事件。因此自从七十年代以来，提倡“概念设计”以指导和弥补“技术设计”的不足。此外某些地震效应在某种情况下还具有相反的双重性，例如后面将会论述的地震地表断裂和地震液化对建筑物都可能产生加重震害或减轻震害的作用。这只能通过实际经验的积累和分析，在概念设计中予以判定，或用概念设计来补充设计规定。

场地与地基的评价实质上是对场地与地基在未来地震中可能产生的地震效应与震害进行具体的分析和预测,因此这实际上也是设计地震的重要内容之一。本手册的 3.3 节将专门论述这个问题。在此需要强调的是设计地震在结合场地与地基方面时,应充分利用概念设计的法则弥补定量方法的不足。例如后面在判定水平场地的液化势时将会体现这个基本概念。

1.2.4 震害效应的重复性

大量的历史地震记载表明,地震造成的地面破坏是带有明显的重复性。例如中国和日本许多强震区在历次地震中都在同一个地区、同一场地、甚至是同一个部位重复发生液化、喷水冒砂的现象。不仅如此,地表断裂以及振型特征明显的高烟囱以及高建筑物都在多次强震中在同一地点甚至同一建筑物上重复出现破坏。从更大的意义上说,某些历史强震区中出现的高、低烈度异常区也是屡次被实际验证的。例如美国加利福尼亚州旧金山地区的历次强烈地震在马尔林纳(MARINA)地区以及旧金山湾地区都是高烈度异常区。中国北京地区的几个烈度异常场地在历次强震中屡次为异常点,在那些场地上建造的古建筑物、民用建筑等在两次大地震(1679, 1976)中均遭同样的破坏。

震害效应的重复性有力地说明它是在一定的地区地质地形条件下,在一定的场地与地基的土质岩性和微地貌以及地层结构的综合影响下产生的必然反应(这些影响将在本手册的有关章节中具体介绍)。因此它是一种不仅仅包含震源机制、震中距及地震强度等各种外界因素影响的客观规律,这种规律主要取决于场地与地基本身的内在因素。

震害效应的重复性的重要意义,在于它揭示了一个地区,一个场地的震害规律,使人们可以根据其规律推测在未来一次强震中可能出现的震害。并且如果场地地基本身的内在条件不变时,震害重复出现的可能性几乎可以成为必然性。因此在评价历史强震区中的场地与地基的震害效应时,应特别注重历史地震的震害规律的调查。作为一项基本法则,调查所得的历史震害规律可作为场地地基在同等条件下的未来震害预测。这项法则尤其对于天然水平场地地基的液化、地面断裂(主要是构造性地裂)具有特别重要的意义。

1.2.5 地震的重复性

地震活动,包括它的发生和发展,都是在一定的地质历史时期内形成的。从地质年代来说,几千年以来的历史地震都应看成是新近的记录。而工程抗震设计最关心的今后五十年甚至一百年的使用期,应该属于地震的现今活动期范围。因此历史地震记录应被视为现今地震活动的前导,而未来五十年甚至一百年的地震应该是近期历史地震的延续和继承。

地震的重复性给我们提供了重要的法则,即根据历史地震的表现及规律预测未来地震的相应特征,这是比较合理并且可靠的论断。

地震的重复性表现在时间上,就可以提供有关地震发生的概率和频度规律,如果历史记录数据量足够反应这种规律的话;地震的重复性表现在空间上,就可提供有关地震发生的地理趋向以及震源深度,而工程上最关心的破坏性地震大多在 10—30km 的深度;地震的重复性表现在强度上,就可以提供有关地震震级预测以及前震、主震、余震的幅值、频率或周期特性及地震持续时间等特征,这些都是抗震设计的重要基本参数。

因此在场地与地基的评价中,应充分利用地震重复性的规律,对未来地震的发生及其后果作出判断。

1.3 名词、术语的定义及其解释

本章将沿用中国国家规范及加拿大有关的全国性规范手册中使用的术语，而不需多加解释。在这里仅对于一些尚无统一定义的基本名词术语，根据作者的见解，探讨其定义。至于各项课题的专门术语（如液化、断裂等），将在各有关的章节中加以论述。

地震区 (SEISMIC ZONES/EARTHQUAKE ZONES) ——严格来说，地球上所有地点都曾在漫长的地质历史上发生过地震。但从工程抗震的角度来定义，必须给予时间、空间和强度上的限定条件。因此本手册所谓的地震区，是指经国家认定的经中长期地震预报在今后50年超越概率为10%可能发生的最大强度的地震，其烈度在六度以上(中国)，或水平峰值地震加速度 $a_{hmax} = (0.06 \sim 0.5)g$ 或相当于按地震加速度划分的 $I_0 = 2 \sim 5$ 地区(加拿大)。

地震作用 (EARTHQUAKE ACTION) ——与传统名称“地震力”或“地震荷载”(SEISMIC FORCE, SEISMIC LOAD) 是同义词。由于这种力是通过地面运动间接起作用，而且地面运动又是一种模糊的概念，有时不能用这种“力”或“荷载”来表示，因此在本手册中倾向采用“地震作用”。

震中区 ——对已有的地震区来说，它是指“宏观震中”(而不是“仪器震中”)周围最大烈度(亦即震中烈度)所包括的地区。

地震烈度 ——在中国沿用着十二度的烈度划分标准，它与北美通用的“修正的麦卡里烈度标准”以及前苏联等国的十二度烈度标准大体相当，但根据经验所给定的相应的地震加速度标准则有较大差别。表1.3.1给出的有关对应的最大地震加速度值可见一斑，这是

国际上常用的烈度对照表 表 1.3.1

中 国 1980		日本(JMA)① 1950		美国(MM)② 1931		意瑞 (R—F)③ 1873	西欧(M—C—S)④ 1917		东欧(MSK—64)⑤ 1964		苏 联 1952
十二度	α (伽)	八度阶	α (伽)	十二度	α (伽)	十 度	十二度	α (伽)	十二度	α (伽)	十二度
一		0	<0.8	I		I	I	0.25	1		I
二		I	0.8—2.5	II	1.0	II	II	0.25—0.5	2		II
三		II	2.5—8.0	III	1.6	III	III	0.5—1.0	3		III
四		II—III		IV	3.2	IV	IV	1.0—2.5	4		IV
五	31	III	8.0—25	V	10	V—VI	V	2.5—5.0	5	12—25	V
六	63	IV	25—80	VI	32	VI	VI	5—10	6	25—50	VI
七	125	IV—V	80—250	VII	79	VII	VII	10—25	7	50—100	VII
八	250	V	80—250	VIII	200	VIII	VIII	25—50	8	100—200	VIII
九	500	VI	250—400	IX	316	IX	IX	50—100	9	200—400	IX
十	1000	VI	250—400	X	398	X	X	100—250	10	400—800	X
十一	>1000	VII	>400	XI		X	XI	250—500	11		XI
十二		VII	>400	XII		X	XII	500—1000	12		XII

[注] ① JMA 为 Jaoan Moteoroiological Agency 日本中央气象台编订。
② MM 又名 MMS 即 Modified Mercdalli Scale 修订的墨卡里表。
③ RF 为 Rossi, M. S; Forel, F. A. 二人合订的烈度表多用于意大利和瑞士等国。
④ M—C—S 为 Morcalli, G; Cancani, A; Sieberg, A: 等三人的合订的烈度表。
⑤ MSK—64 为 1964 年发表的由 Медведев, C. B. Sponheuer, W. 和 Karnik, V. 三人合订的烈度表。

由于实际的地震记录极为有限，而且随着地质地理条件的不同变化极大，所以这是一项经

验数值。地震烈度是对历史地震区地震作用后果的宏观震害的综合评定，故又称宏观烈度。但它又被用作表示未来地震的震害预测，所以可用它作为划分地震区的指标之一。

在中国新颁布的建筑抗震设计规范（GBJ11—89）中，把烈度按照 50 年内的超越概率划分为三个水准，其中超越概率为 10% 的烈度水准相当于基本烈度，它与加拿大现行的七等分的分区所依据的概率分析水准相同。

强震区——本手册中所谓强震区是指地震基本烈度为八度和八度以上的地区。由于在这种烈度的地震作用下会造成一定的地震震害（详见中国地震烈度表表 1.3.2），所以使用这个术语意味着场地地基的评价必须考虑抗震问题。

远场及远震——任何一次地震的影响场恒是从震中向外围地区扩展，其地震烈度逐渐衰减。远场即指其地震烈度衰减二度以上的高烈度地震的外围地区或场地（FAR FIELD）。而该次地震相对于该远场来说可称作远震或远场地震。

近场地震——相对于远场及远震而言，该地区（场地）范围以内的地震烈度衰减（较震中烈度）均小于 2 度（NEAR FIELD）。相对于这个地区（场地）范围而言，该地震属于近震。

中国地震烈度表（1980）表 1.3.2

烈 度	人 的 感 觉	一 般 房 屋		其 他 现 象	参 考 物 理 指 标	
		大多数房屋 震 害 程 度	平均震害 指 数		加速度(水平向) cm/s ²	速度(水平向) cm/s
I	无感					
II	室内个别静止 中的人感觉					
III	室内多数静止 中的人感觉	门、窗轻微作响		悬挂物微动		
IV	室内多数人感 觉。室外少数人感 觉。少数人梦中惊 醒	门、窗作响		悬挂物明显摆动、 器皿作响		
V	室内普遍感觉。 室外多数人感觉。 多数人梦中惊醒。	门窗、屋顶、屋 架颤动作响，灰土 掉落，抹灰出现微 细裂缝		不稳定器物翻倒	31 (22—44)	3 (2—4)
VI	惊慌失措，仓惶 逃出	损坏——个别 砖瓦掉落、墙体微 细裂缝	0—0.1	河岸和松软土上 出现裂缝。饱和砂层 出现喷砂冒水。地面 上有砖烟囱轻度裂 缝、掉头	63 (45—89)	6 (5—9)
VII	大多数人仓惶 逃出	轻度破坏—— 局部破坏、开裂、 但不妨碍使用	0.11-0.30	河岸出现坍方。饱 和砂层常见喷砂冒 水。松软土地裂缝 较多。大多数烟囱 中等破坏	125 (90—177)	13 (10—18)
VIII	摇晃颠簸、行走 困难	中等破坏—— 结构受损，需要 修理	0.31—0.50	干硬土上亦有裂 缝。大多数砖烟囱 严重破坏	250 (178—353)	25 (19—35)
IX	坐立不稳。行动 的人可能摔跤	严重破坏—— 墙体龟裂，局部倒 塌，复修困难	0.51—0.70	干硬土上有许多 地方出现裂缝，基岩 上可能出现裂缝。滑 坡、坍方常见。砖烟 囱出现倒塌	500 (354—707)	50 (36—71)

续表

烈 度	人 的 感 觉	一 般 房 屋		其 他 现 象	参 考 物 理 指 标	
		大多数房屋 震 害 程 度	平均震害 指 数		加速度(水平向) cm/s ²	速度(水平向) cm/s
X	骑自行车的人会摔倒。处不稳状态的人会摔出几尺远。有抛起感	倒塌——大部倒塌，不堪修复	0.71—0.90	山崩和地震断裂出现。基岩上的拱桥破坏。大多数砖烟囱从根部破坏或倒毁	1000 (708—1414)	100 (72—141)
XI		毁灭	0.91—1.00	地震断裂延续很长。山崩常见。基岩上拱桥毁坏		
XII				地面剧烈变化，山河改观		

- 注：1. I—V度以地面上人的感觉为主；VI—X度以房屋震害为主，人的感觉仅供参考；XI、XII度以地表现象为主。XI—XII度的评定，需要专门研究。
2. 一般房屋包括用木构架和土、石、砖墙构造的旧式房屋和单层或数层的、未经抗震设计的新式砖房。对于质量特别差或特别好的房屋，可根据具体情况，对表列各烈度的震害程度和震害指数予以提高或降低。
3. 震害指数以房屋“完好”为0，“毁灭”为1，中间按表列震害程度分级。平均震害指数指所有房屋的震害指数的总平均值而言，可以用普查或抽查方法确定之。
4. 使用本表时可根据地区具体情况，作出临时的补充规定。
5. 在农村可以自然村为单位，在城镇可以分区进行烈度的评定，但面积以1km²左右为宜。
6. 烟囱指工业或取暖用的锅炉房烟囱。
7. 表中数量词的说明：个别：10%以下；少数：10—50%；多数：50—70%；大多数：70—90%；普遍：90%以上。