

关于地震烈度的宏观标志讨论

林 学 文

(国家地震局兰州地震研究所)

一、概 述

对于烈度的理解至今尚不统一。有人认为烈度是在一定地点地震造成破坏的尺度,即震原破坏效应的尺度。也有人认为是衡量一次地震的地震力强度的尺度。《中国地震烈度表(1980)》^[1]就是在后一种观点下制定的。在“修订我国地震烈度表的一个建议方案”中^[2]指出,地震烈度是地震时一定地点的地面运动强弱程度的尺度,是指该地点范围内的平均而言。胡聿贤先生曾在“地震工程学”中指出,地震烈度这个概念在于利用震害程度的轻重来衡量地震动的强弱,它只要求一个总的轻重程度^[3]。

既然烈度是一次地震所造成震害程度的衡量尺度,它就应该既能比较确切地反映出震害的轻重,又能比较确切地反映出地震力的大小。从工程的抗震性能及抗震设计的需要出发,当然对地震力的大小更感兴趣。但是,正如李善邦先生指出的,用烈度表来评定一个地点地震影响,也只能是定性的等级比较,不会很准确^[4]。

烈度的用途很广泛,也是很重要的。从发展的角度看,未来的烈度是要定量化的。由于我国有大量历史地震资料,在研究这些宝贵遗产时需要宏观烈度尺度与定量的物理指标建立关系,加之当前没有那么多强震台网投入监测,因此在今后一个时期内宏观烈度仍是重要的震害程度和地震动强弱的尺度。

一次地震在一定地点所造成的破坏是多种因素综合作用的结果。烈度是指在一定范围内的平均震害程度而言,所以很难用某一个指标或现象作为代表进行准确地量度,只能是一个大致的鉴别指标。当前仍依宏观破坏标志及人感作为烈度划分的主要依据,再附以与宏观标志尽量对应的定量化指标。本文试图通过破坏性地震考察,并结合历史地震的震害资料,对地震烈度的宏观标志作一点探讨。

二、关于“中国地震烈度表(1980)”

我国至今先后有过两个烈度表,“中国地震烈度表(1980)”是在“新的中国地震烈度表”基础上,总结了1957至1980二十多年的震害考察经验修改而成。若将两个烈度表作以对比,1980年烈度表有下列几点改进:

1. 给烈度以明确的定义。明确指出了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。这就给烈度以明确概念,它是一次地震在某一地点所造成破坏的综合评价,不是一地一物的破坏,而是一个综合概念。

2. 对1957年烈度表中选用的宏观标志作了筛选和调整,删去了一些已不多见的构筑物破坏标志,也删去一些不确切的描述,对宏观地貌现象的变化作了更切实际的调整。

3. 把人感由 3° 扩展到 10° ，形成一个连续的烈度标志，这对人烟稀少或山区的震害考察扩大了烈度划分的标志。

4. 为了使烈度鉴定趋于定量化，提出了以震害指数为划分烈度的定量指标，这对震害和烈度研究是一个重要贡献。同时也提出了一个对应于 5° — 10° 的定量化物理指标，即速度与加速度。尽管其离散性较大，但这却使烈度有了一个相对的定量物理指标。

但是，1980年烈度表也存在一定的问题，概括起来如下：

1. 在建筑物类型的选择方面缺乏普遍性、典型性与代表性。在1980年烈度表的说明中曾指出，以一般常见的未经抗震设防的民用房屋的综合破坏现象作为烈度标志。这一点在目前是很重要的，尤其对广大农村及一般中小城镇是很适用的。说明中进一步指出，把用木构架和土、石、砖墙构造的旧式房屋和单层或多层的新式砖石房屋合为一类。实际上，这个烈度表是以木构架房屋及新式砖石房屋作为标准建筑物，再根据其震害程度来划分烈度，这就缺乏房屋类型的普遍性、典型性与代表性。尤其在西北黄土高原及经济落后或少数民族聚居的地区及山区、边远地区，更是如此。这些地区上述两种类型房屋数量极少甚至没有，大量分布的则是墙体承重或墙体与木架混合承重类型的房屋。若把各种结构类型不同的房屋合为一类，显然这也是不合理的。大量的震害现象表明，不同结构类型的房屋，其震害程度不同，和林格尔地震考察中，震害指数偏高甚多的原因，就是因为该地区的土拱窑及崖窑抗震性能太差的原因^[5]。很显然，毛石、卵石墙及土坯、夯土墙承重的房屋和以这两种类型墙体

为围护或间壁墙的木架房，其抗震性能及抗震强度相差是很大的。除区域性土质条件、施工工艺和质量上的差异外，由于自然条件和经济条件不同，房屋结构类型的区域性差异也是很大的。例如南方与北方、北方的林区附近与远离林区的房屋类型差异均很大，甘肃省民用房屋抗震性能分区图（见图1）^[6]就是一个典型例子。由此引起在宏观烈度综合评定中的偏高或偏低现象也是必然的。

不同类型的墙体承重房屋，震害差异也是非常大的。夯土墙与卵石墙体同处 6° 区时，前者仅有细

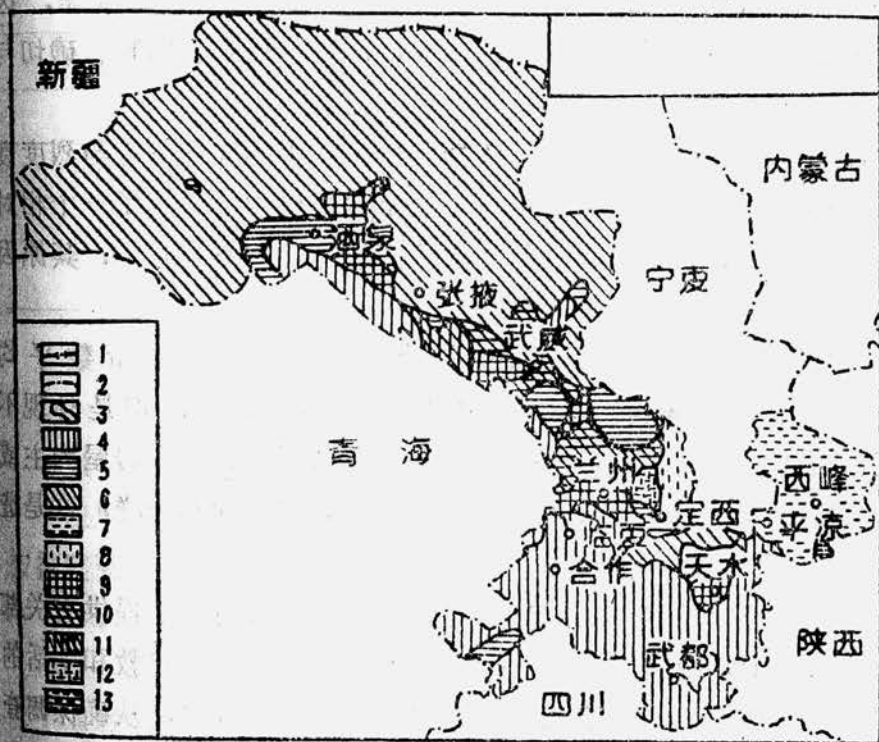


图1 甘肃民用房屋抗震性能分区图

1. 国界线 2. 省界线 3. 抗震性能分区界线 4. I 木架承重房屋分布区
5. II 混合承重房屋分布区 6. III 墙体承重房屋分布区 7. IV 窑窑分布区
8. V 拱窑分布区 9. I、II 类房屋分布区 10. III、IV 类房屋分布区 11. I、II 类房屋分布区
12. V、VI 类房屋分布区 13. III、IV 类房屋分布区

微裂缝，后者则可局部倒塌，在 7° 区时，前者仅在梁檩下出现竖向裂缝，后者却墙倒屋架落。即使都是木架房，用砖墙或土坯墙、夯土墙或卵石碎石墙围护，在相同烈度时三者的破坏也

不一样。显然,在地震的宏观烈度考察中如不区分结构类型及墙体类型,仅以现行烈度表(1980)的破坏程度来划分烈度,是不能比较确切地反映出地震动的强弱和破坏的差异程度。

根据西北地区及国内一些地震灾害的调查,7°强时土坯拱窑有40—60%倒塌,其余为严重破坏或破坏;木架房与墙体承重房屋的墙体可有60%(土)损坏,10%破坏,个别倒塌[6][1]。在1980年修改的烈度表附表中,也明显的反映出各类房屋抗震性能的差异,可是在1980年烈度表的描述只是“轻度破坏—局部破坏、开裂,但不妨使用”。很显然,这种描述不能如实地反映出不同结构类型房屋破坏的差异性,在宏观烈度的评定中也无法明确特征可循,这在震害宏观考察中,尤其在西北地区是无法确切地评定烈度的。

2.破坏标志不明确、不确切。作为1980年的修改烈度表,其优点是删繁就简,其中包括房屋分类和破坏程度。但是,作为全国通用的烈度表,在破坏程度的描述方面由于过于简单,不免含糊不清了。例如既无明确、确切的标志,又没有明确指出是什么遭受破坏。如8°的描述是“中等破坏—结构受损、需要维修”,似乎结构受损是8°的破坏标志,但没有反映出结构受损的部位,有关墙体的情况没有提及。若为砖房,则应指出墙体的破坏标志。又如9°时的描述“严重破坏—墙体龟裂,局部倒塌,修复困难”,看上去似乎不包括木架房屋的构架破坏情况,实际在9°时木架房屋构架本身的破坏却是很典型的,而且砖房的破坏也并非只是墙体。从8°、9°的描述中不难看出,1980年烈度表没有明确、普遍、典型及具有代表性的宏观烈度标志。其实不同类型的墙体与构架的破坏程度,是重要的宏观烈度标志,因此,很有必要总结与研究各级烈度(6°—10°)的宏观标志问题,以达清晰、明瞭、确切与使用方便的目的。

3.综合震害指数不适宜作震害宏观考察的烈度划分依据。作为震害的详细研究与烈度衰减规律研究,震害指数是比较准确和可行的指标,它将烈度这个含混概念,给予了一个相对的破坏程度定量指标。但是这种方法作为震害调查时烈度划分的指标,是不适宜的,其原因有:

(1)平均震害指数是一个建筑群或一定地区范围内所有建筑物的震害指数平均值[1],作为反映一次地震在某一地区的破坏程度或地震动强弱程度是可以的,但是体现不出结构类型不同的房屋其抗震性能的差异,例如以木架房为主的地区和墙体承重房屋为主或以拱窑、崖窑为主地区,虽然震害指数相同但反映出来的地震动强弱程度却不一样,这是造成震害指数偏高或偏低的原因。

(2)地震宏观调查要求准确迅速地了解灾害的程度与分布范围,以便尽快提供有关部门作为抗震救灾布署的依据。同时由于强余震的不断发生,为了灾区人民抗震自救和生活的需要,使地震破坏现场随时都在发生变化。时间愈长,其面貌改变愈大。因此,从确保调查结果的真实性来说,也应尽快进行。可是,平均震害指数的评定要求有一定数量的房屋震害调查,在农村以行政村为单位,在城镇要求分区进行,面积以一平方公里为宜(当然也可用普查和抽样方法确定)。在这种情况下,逐栋逐间地进行震害指数评定,其工作量是可想而知,势必降低了震害考察的速度。要提高速度,只有增加考察人数,这将增加灾区在食宿交通等方面的压力,一般情况下是不允许的。

因此,综合震害指数方法不宜作为震害宏观考察中烈度评定的依据。

综上所述,很有必要对1980年烈度表的宏观烈度标志进行讨论,以适应震害考察的

要。

三、宏观烈度标志的讨论

为了寻求既比较准确又便于掌握和具有普遍性、典型性与代表性的宏观烈度标志，必须对过去的震害进行详细研究。在这一方面，1980年烈度表的修订者们作了大量的工作。从目前来看，他们提出的一些主要原则依然是对的。宏观烈度标志不仅要和烈度的物理量指标相适应，还应简要（要以明瞭为前提），便于掌握与使用。

不同烈度段，以不同标志为主，其他标志为辅，如表1。

不同烈度段宏观烈度标志划分

表1

烈度标志 烈度	人感	器物反应	房屋破坏	独立砖烟囱	自然景观改变
I					
II					
III					
IV		∴			
V					
VI				∴	∴
VII	∴				∴
VIII	∴				
IX	∴				
X	∴				
XI			∴		
XII					

2°—5°：人感为主，器物反应为辅。

6°—10°：房屋破坏为主；人感、独立砖烟囱及宏观自然景观的改变为辅。

11°—12°：以宏观自然景观改变为主，建筑构筑物破坏为辅。

在用一般未经抗震加固与抗震设计的民用房屋破坏程度确定宏观烈度时，首先应将房屋按抗震强度与结构类型分类。

I、卵石、碎石泥填充的墙体承重房屋或以此作围护、间壁墙的房屋及土坯拱窑。

II、土坯墙、夯土墙承重房屋或以此作围护、间壁墙的房屋。

III、轻质木架房及砖房和一般新式砖房。

破坏程度可分为：

损坏：墙体出现细微裂隙，个别掉砖、落瓦或梭瓦，木架榫头松动，但不妨使用。

破坏：墙体开裂或个别倒塌，木架拔榫，需要维修。

严重破坏：墙体酥裂、龟裂或局部倒塌，构架脱榫或倾斜，修复困难。

倒塌：大部份墙体倒塌、屋顶塌落或部份塌落，不能修复。

在破坏数量的描述方面，应尽量给出定量区间。其实在1957年烈度表和1980年修改烈度表中，均指出了相应的定量区间。

综合震害指数可以保留,以便作震害和烈度衰减研究之用。

烈度的物理量指标不变,仍照原数据列入。

建议的震害宏观烈度标志如表2。最终的烈度表见表3。

建议的主要烈度段宏观标志

表2

烈度 标志类型	6°	7°	8°	9°	10°
卵石墙 碎石墙 土坯拱窗	破坏50% (±) 〔普遍出现裂缝〕 严重破坏10% (±) 〔墙体开裂或局部倒塌〕	倒塌50% (±) 余严重破坏	倒塌90% (±)		
土坯墙旁土 墙承重房屋 及其墙体	损坏30% (±) 〔墙体出现细裂缝〕 严重破坏10% (±) 〔局部倒塌〕	损坏60% (±) 〔墙体出现细裂缝〕 破坏,严重破坏 40% (±) 〔墙体开裂或局部 倒塌〕 个别房屋局部塌顶	墙体严重破坏60— 70% (±) 屋顶塌落20% (±)	屋顶塌落50% (±) 余破坏或严重破坏	几乎倒平
砖房	损坏10% (±) 〔个别墙体有细微 裂缝,有掉砖、落 瓦现象〕	损坏50% (±) 〔沿门窗角有细裂 缝〕	破坏50% (±) 〔墙体开裂〕 严重破坏20% (±) 〔山墙、隔墙开裂 女儿墙、屋檐闪 落〕	严重破坏50% (±) 〔山墙、女儿墙、屋 檐局部或大片闪 落〕 墙倒屋塌10—20% (±)	墙倒屋塌80% (±) 其余严重破坏
轻质木架房	损坏10% (±) 〔有掉砖落瓦及校 瓦现象〕	墙体破坏同 I	木构架10% (±) 松动 墙体破坏同 I	木构架30% (±) 脱榫或梁柱折断引 起塌顶或屋架歪斜	80% (±) 塌 顶

地震烈度表

表3

标志 烈度	人感	房屋声响	民用房屋破坏		独立砖烟 囱	自然景观改变	参考物理指标 (水平向)	
			房屋破坏程度	平均震害指数			加速度厘 (米/秒 ²)	(速度厘米/秒)
1°	无感							
2°	室内个别静止 有人感							
3°	室内少数静止 有人感	门窗轻微作响						
4°	室内多数人有 感 室外少数人有 感 少数人梦中惊 醒	门窗及纸顶棚 响						

续表

标志 烈度	人 感	房屋声响	民用房屋破坏		独立砖烟囱	自然景观改变	参考物理指标(水平面)	
			房屋破坏程度	平均震害指数			加速度(厘米/秒 ²)	速度(厘米/秒)
5°	室内普遍有感 室外多数人有感 多数人梦中惊醒	门窗天花板及屋架响 纸顶棚震破、落灰土					31 (22—44)	3 (2—4)
6°	室外普遍有感 室内人惊逃户外	门窗及屋架巨响 有梁柱折断感	I类房屋破坏50%(±), 严重破坏10%(±) I、II类房屋损坏10%—30%	0—0.1	有的出现轻度裂缝 个别掉头	河岸边或低洼湿地可能出现裂缝	63 (45—89)	6 (5—9)
7°	行走不稳 室内人惊慌逃出户外		I类房屋倒塌50%(±), 余破坏或严重破坏 II类房屋损坏60%(±), 破坏或严重破坏40%(±), 个别房屋局部塌顶 III类房屋损坏50%(±)	0.11—0.30	50%(±)出现裂缝 10%(±)掉头	河岸可出现坍塌,低洼地、河滩可出现喷沙冒水。黄土地区出现崩塌或滑坡	125 (90—177)	13 (10—18)
8°	行走困难 汽车司机亦感不安		I类房屋倒塌90%(±)余破坏或严重破坏 II类房屋严重破坏60—70(±), 屋顶塌落20%(±) III类房屋破坏50%(±), 严重破坏,20%(±)木架松动10%(±)	0.31—0.50	30%(±)掉头 30%(±)严重破坏	河岸边坍塌,河滩地低洼地喷沙冒水,出现崖崩、岩崩及滑坡	250 (178—353)	25 (19—35)
9°	坐立不稳 行走者可被摔倒		II类房屋倒塌50%(±), 余严重破坏或破坏 III类房屋严重破坏50%(±) 房屋倒塌20—30%(±), 木架脱榫,梁柱折断屋架倾斜	0.51—0.70	50%(±)掉头 30%(±)严重破坏	滑坡、塌方、岩崩、崖崩、地陷等多见,并有基岩断层出露	500 (354—707)	50 (36—71)
10°	有抛起感 处不稳状态者可被抛出		II类房屋几乎倒平 III类房屋倒塌30%(±), 余严重破坏	0.71—0.90	80%(±)从根部倒塌或严重破坏	山崩、地陷、基岩新层带规模均较大且较多	1000 708—1414	100 (72—141)
11°				0.91—1.00		山崩多见,规模较大,基岩断层延长较大		
12°						山河改观		

平

塌80%

重破坏

±)塌

平间)

米/秒)

四、结 语

本文针对“中国地震烈度表(1980)”在使用当中的问题,提出了一些看法,并根据本人的地震震害宏观考察体会,提出了一些不成熟的意见。其目的在于使震害宏观烈度考察工作能更真实确切地反映出震害的实际程度和特征,使考察者更便于掌握和运用。随着震害现场宏观考察经验的总结和积累,必将有更准确完善的宏观烈度标志出现。当然,随着建设事业的发展和人们物质文化生活水平不断提高,原有的住房类型将不断更新,新建筑也将按一定烈度和抗震设计,采取必要的抗震措施。对于这一部份建筑物,应在不断总结积累经验基础上,找出其震害宏观标志或相关关系,以使震害宏观标志更为完备。

限于本人的经验,不妥之处难免,权作抛砖引玉,以引起对这个问题的重视。

参 考 文 献(略)

即:
L,
均
然
况
算
基
震
这
在