

“小震不坏、中震可修、大震不倒”

——《中国地震动参数区划图》简释

■ 邹文卫

地震灾害中造成人员伤亡的原因之一是房屋垮塌导致压埋，因此房屋建筑本身的抗震设防尤为重要。“小震不坏、中震可修、大震不倒”是我国建筑抗震设防的目标，那么，何为“小震”“中震”“大震”？我国抗震设防的标准是什么？本文将通过地震烈度与地震动三要素、“地震动参数区划图”等对此进行介绍。



在防震减灾科普中谈到抗震设防话题时，经常提到“小震不坏、中震可修、大震不倒”这一建筑抗震设防目标，但什么是“小震”“中震”“大震”，其理解容易出现偏差。因此，有必要从公众角度出发，对“小震不坏、中震可修、大震不

倒”以及《中国地震动参数区划图》等相关话题作概略解读。

地震灾害中造成人员伤亡的原因之一是房屋垮塌导致压埋，所以说“地震中杀人的不是地震而是房屋”。地震中造成房屋垮塌的原因有三大

类：第一，房屋坐落在地震断层上，地震时断层发生错动，房屋被撕扯而垮塌；第二，房屋附近有地质灾害隐患，当地震触发次生地质灾害时，房屋被滚石破坏或被滑坡体掩埋，或因地基被破坏而垮塌；第三，也是最普遍的，房屋建筑本身没有进行抗震设防，在地震力的作用下遭到破坏和垮塌。

要想在地震中保证房屋不垮塌，除了避开活动断层和地质灾害隐患点外，还要进行房屋建筑的抗震设防。

地震烈度与地震动三要素

抗震设防的标准是什么？首先，我们还得了解几个概念。

（一）地震烈度

地震烈度就是表示地面上某点地震动的强烈程度，它决定了地表以及建筑物的破坏程度。地震中决定震级大小的因素只有一个，就是地震断层破裂时释放的能量。而地震烈度则和许多因素有关，最主要的因素就是地震的震级大小、震源深度、地面上某点的震中距，显然，震级越大，震源越浅，震中距越近，烈度就越高。烈度还可能受另外一些因素的影响，如该点所处的地质构造环境、场地条件、所处的地形地貌等。一次大的地震，震级只有一个，但不同地点有不同的烈度，《中国地震烈度表》将地震烈度分为12个等级。

（二）地震烈度分布图

一次大的地震发生后，专业部门会对震区进行震后考察，来确定各个评定点位的烈度等级，将很多点的烈度评定结果标示在地图上，形成地震烈度分布图。地震影响的程度，也可通过事先布置在一定地点的仪器直接测量振动的相关物理参数，通常用地表峰值加速度来代表该点在地震中所受冲击力的大小，也称为仪器地震烈度。震

后快速发布震区的地震烈度分布结果，对于评估灾情、应急救援有重要的意义。

（三）地震动三要素及其作用

在只考虑地震动的情况下，地震破坏主要由三个因素起作用，即地震力、持续时间和共振。我们从牛顿第二定律中知道，加速度是力的作用效果，故地震力可以用地表的峰值加速度来代表；持续时间就是地震波作用的时间长短；共振是建筑物的自振周期与地震波的主要周期成分相近时建筑物产生共振效应发生最大程度的摇晃。

随震级大小、震中距离、场地条件的差异、建筑物大小，三个因素各自起着不同的破坏作用。峰值加速度越大，振动时间越长，对建筑物的破坏程度就越大。但共振的作用比较复杂，一般来说，震中距近的地震（近震），地震波优势周期以高频波为主，所以它对近距离的低矮建筑的破坏作用较大，因为低矮建筑的自振周期小（频率高）；而震中距远的大震地震波主要是低频波，故对远处的高大建筑物作用明显，因为高大建筑物的自振周期长（频率低）。

地震区划图

“地震区划图”是按照地震的强弱程度划分出不同危险性程度区域的图件，因为地震危险程度用未来一定时期内可能发生的烈度或地震动参数表示，一般也习惯称为“地震烈度区划图”，更准确的叫法应该是“地震动参数区划图”。地震烈度与地震动参数之间有一定的对应关系。

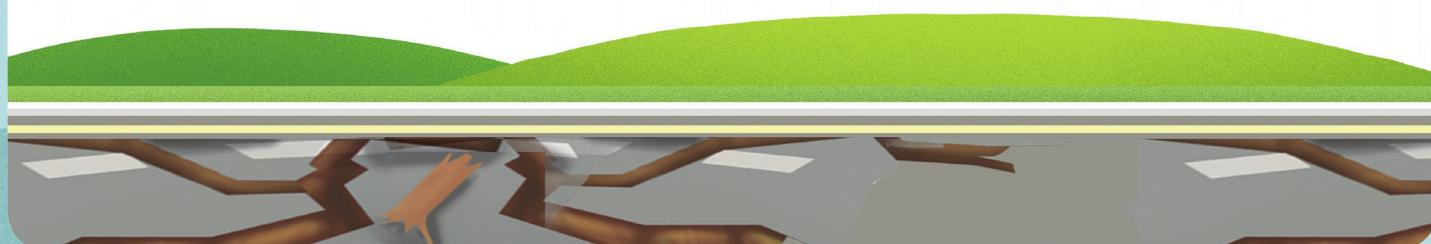
千万不要把“地震烈度分布图”与“地震烈度区划图”搞混。虽只有两字之差，但前一个表示的是某一个破坏性地震后不同地震影响和破坏程度的分布，是小区域范围内的确定性结果，而后一个是对不同区域未来某段时间内地震潜在影响的估计。

讲“地震动参数区划图”，还得讲讲地震动参数。地震是岩层的破裂或断层的错动，其释放的能量以地震波的形式传递到四面八方，然后以动能和热能的形式消耗掉。其中动能被传递到地表，就使地表震动，形成“地震”。衡量“地震动”大小的物理参数就是地震动参数，主要就是地震动峰值加速度和标准反应谱。对不同地方可能遇到地震影响的地震动参数做出估计，并把它按不同强度振动、按区域划分出来，就叫地震动参数区划。要比较科学地把某地点的地震动参数估计出来并不是一件容易的事。首先要确定影响某地的“潜在震源区”，对该地区和周边地区历史上发生过的地震进行统计和梳理，对该区域的断裂带和断层等地质条件进行调查和研究，还要掌握本地区的地球物理基本特性，然后对一定年限内可能发生的地震的频度和震级做出估计。这种潜在震源的估计还不能给出地震动参数，因为地震波在传播途中，会不断地损耗能量，损耗能量的多少与地震波传播的路径长短、途经的地壳介质构成等因素有关，这就是所谓的地震动衰减。考虑和研究了周边所有可能发生地震的频率和大小、远近和地震动衰减关系以及不同地区的场地条件和频率响应特性，就能给出某地在一定土层（因为在不同土层上地震动会不同）上的地震动参数。当然，由于地震的发生和地震影响的不确定性，这是一种可能性的估计，所以叫地震危险性概率分析，分析结果可以给出某地 50 年内不同超越概率的地震动结果，把超越概率为 10% 的地震动称为该地的基本地震动，

或称为基本烈度。

简单地说，地震动参数区划图就是对某地区将来有可能发生的地震影响（地震动）的一种概率性的估计。其特点是它有一定的时间段，一般以 50 年计，还要估计地震风险的可能性大小，第三是确定地表地震动的大小。

地震动参数区划图的专业用途，主要是给设计和建设部门进行抗震设防提供依据和标准。一般公众也能从《中国地震动参数区划图》中获取某地地震风险的大小。当从新闻中了解到某地发生了地震灾害，很多人就会关心自己所在地是否会发生地震，但求解的结果往往令人失望。其实，公众从地震动参数区划图中就可了解到所关心地点的地震灾害风险大小的信息，而且这个图的信息更详细、更科学。详细在于它告诉了该区的地震时地震动的大小（综合考虑了地震大小和远近的影响），科学性在于由于地震灾害的不确定性，无法用确定性的语言来表述，所以用 50 年内地震动大小的可能性来描述这个地区的地震动，这就比用确定性语言更科学和符合实际。打个比方，就如同概率性天气预报一样，“未来 3 天内，本地将会有小到中雨，降水概率为 90%”，这句话的含义是，未来 3 天，本地下小雨或中雨的可能性很大，但也有 10% 的可能性不下雨，这样即使 3 天内没有下雨，我们也能理解，因为不下雨也有 10% 的可能性，尽管可能性小，小概率事件也会发生。这种概率性预报充分考虑了气象条件在 3 天时间内变化的不确定性，就比“未来 3 天有小到中雨”的确定性预报更科学。



“小震不坏、中震可修、大震不倒”

我国采用“小震不坏，中震可修，大震不倒”的抗震设防三水准作为抗震设防目标。“小震不坏，中震可修，大震不倒”的意思是，遇到“小震”时，建筑物一般不会损坏或不经修理可继续使用；遇到“中震”时，建筑物可能会有损坏但经一般修理可继续使用；遇到“大震”时，建筑物可能会遭到严重损坏但不至于倒塌或发生危害其内生命安全的严重破坏。这里的“小震”“中震”“大震”不是我们通常所理解的震级的“小”“中”“大”，而是地震动的“小”“中”“大”，即“小震动”“中震动”“大震动”，它考虑了上述所说的各种地震和时间因素。专业上称“小震”“中震”“大震”为“多遇地震影响”“地震基本烈度的地震影响”和“罕遇地震影响”。既然是“震动”，那就是地面峰值加速度以及频率响应特性，为阐述方便，在这里统一用烈度来说明。这里的“中震”相当于某地未来50年超越概率为10%的地震烈度，这个烈度称之为该地的地震基本烈度，作为该地的抗震设防烈度。举个例子，若某地的基本烈度是8度，那么“该地的一般工民建筑按抗8度地震设防”，即以8度作为一般工业和民用建筑抗震设防烈度，意思是这个地方可能遭受的地震动既有可能是本地20千米左右深处发生的6级地震造成的8度，也可能是较远处的7级地震引起的，或有可能是更远处的8级地震引起的烈度8度，但三者对本地的影响（地震动大小）都是8度。由于地震的不确定性，该地未来50年内也有可能遭受大于基本烈度的地震动，这种可能性的概率

就是10%，称为超越概率。本地遭遇小于基本烈度的地震动即“小震”的可能性就大多了；而“大震”相当于未来50年超越概率为2%的强地面震动，虽破坏性比“中震”要大，但其发生的可能性比“中震”要小。

由于各地的基本烈度不同，也就有不同的抗震设防烈度，其“中震”的含义就不相同。如某地的基本烈度是8度，则抗震设防烈度就是8度，该地区的“中震”就是8度；若另一地的基本烈度是7度，则抗震设防烈度就是7度，其“中震”就是7度，而8度的烈度对该地来说就是超越概率为2%的“大震”了。

另外，考虑到频率响应，也就是共振效应，《中国地震动参数区划图》还给出了中国地震动反应谱特征周期区划图。它描述了在一定场地条件下，全国各地的地震反应谱特征周期，反应谱特征周期越长，意味着地震动的中、低频分量越丰富，也就是图上颜色越深的地方，固有周期长的场地或建筑物就更容易受到破坏。

《中国地震动参数区划图》是一般工业和民用建筑的抗震设防依据。它综合考虑了在抗震前提下的建设成本和经济性，达到了抗震性和经济性的平衡。随着我国社会、经济的发展以及对地震灾害认识的深入，我国第五代地震动参数区划图已经对全国基本烈度做出了一定的调整，适当地提高了一些地区的抗震设防烈度。

当然，对于特别重要的生命线工程以及人员密集场所如学校等建筑，抗震设防标准会有更高的要求。

（作者系中国灾害防御协会副秘书长）

