

#### 4.2.1【条文说明扩展】

基于性能的抗震设计即性能化设计仍是以现有的抗震科学水平和经济条件为前提的，一般需要综合考虑使用功能、设防烈度、结构的不规则程度和类型、结构发挥延性变形的能力、造价、震后的各种损失及修复难度等等因素。不同的抗震设防类别，其性能设计要求也有所不同。“小震不坏、中震可修、大震不倒”是一般情况的抗震性能要求。

20世纪末和21世纪初的几次大地震造成了巨大的经济损失，传统抗震设计方法(小震弹性计算+抗震构造)显然不能满足绿色低碳高质量发展的需要。抗震设计不仅要防止结构倒塌、保证生命安全，还要考虑经济财产损失及其造成的影响。强制性工程建设规范《建筑与市政工程抗震通用规范》GB55002-2021规定了基本性能目标的要求；《建筑抗震设计标准》GB/T50011-2010(2024年版)、《钢结构设计标准》GB50017-2017以及行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010均对可选用的抗震性能目标进行了分级定义。

《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002-2021

##### 2.1.1 抗震设防的各类建筑与市政工程，其抗震设防目标应符合下列规定：

1 当遭遇低于本地区设防烈度的多遇地震影响时，各类工程的主体结构和市政管网系统不受损坏或不需修理可继续使用。

2 当遭遇相当于本地区设防烈度的设防地震影响时，各类工程中的建筑物、构筑物、桥梁结构、地下工程结构等可能发生损伤，但经一般性修理可继续使用；市政管网的损坏应控制在局部范围内，不应造成次生灾害。

3 当遭遇高于本地区设防烈度的罕遇地震影响时，各类工程中的建筑物、构筑物、桥梁结构、地下工程结构等不致倒塌或发生危及生命的严重破坏；市政管网的损坏不致引发严重次生灾害，经抢修可快速恢复使用。

《建筑抗震设计标准》GB/T50011-2010(2024年版)

M.1.1 结构构件可按下列规定选择实现抗震性能要求的抗震承载力、变形能力和构造的抗震等级；整个结构不同部位的构件、竖向构件和水平构件，可选用相同或不同的抗震性能要求：

1 当以提高抗震安全性为主时，结构构件对应于不同性能要求的承载力参考指标，可按表M.1.1-1的示例选用。

表M.1.1-1结构构件实现抗震性能要求的承载力参考指标示例

性能要求	多遇地震	设防地震	罕遇地震
性能1	完好，按常规设计	完好，承载力按抗震等级调整地震效应的设计值复核	基本完好，承载力按不计抗震等级调整地震效应的设计值复核
性能2	完好，按常规设计	基本完好，承载力按不计抗震等级调整地震效应的设计值复核	轻～中等破坏，承载力按极限值复核
性能3	完好，按常规设计	轻微损坏，承载力按标准值复核	中等破坏，承载力达到极限值后能维持稳定，降低少于5%

性能4	完好, 按常规设计	轻~中等破坏, 承载力按极限值复核	不严重破坏, 承载力达到极限值后基本维持稳定, 降低少于10%
-----	-----------	-------------------	---------------------------------

2 当需要按地震残余变形确定使用性能时, 结构构件除满足提高抗震安全性的性能要求外, 不同性能要求的层间位移参考指标, 可按表M. 1. 1-2 的示例选用。

表M. 1. 1-2 结构构件实现抗震性能要求的层间位移参考指标示例

性能要求	多遇地震	设防地震	罕遇地震
性能1	完好, 变形远小于弹性位移限值	完好, 变形小于弹性位移限值	基本完好, 变形略大于弹性位移限值
性能2	完好, 变形远小于弹性位移限值	基本完好, 变形略大于弹性位移限值	有轻微塑性变形, 变形小于2倍弹性位移限值
性能3	完好, 变形明显小于弹性位移限值	轻微损坏, 变形小于2倍弹性位移限值	有明显塑性变形, 变形约4倍弹性位移限值
性能4	完好, 变形小于弹性位移限值	轻~中等破坏, 变形小于3倍弹性位移限值	不严重破坏, 变形不大于0.9倍塑性变形限值

《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3-2010

3.11.1 结构抗震性能设计应分析结构方案的特殊性、选用适宜的结构抗震性能目标, 并采取满足预期的抗震性能目标的措施。

结构抗震性能目标应综合考虑抗震设防类别、设防烈度、场地条件、结构的特殊性、建造费用、震后损失和修复难易程度等各项因素选定。结构抗震性能目标分为A、B、C、D 四个等级, 结构抗震性能分为1、2、3、4、5五个水准(表3.11.1), 每个性能目标均与一组在指定地震地面运动下的结构抗震性能水准相对应。

表3.11.1 结构抗震性能目标

地震水准 \ 性能目标	A	B	C	D
性能水准	1	1	1	1
多遇地震	1	1	1	1
设防烈度地震	1	2	3	4
预估的罕遇地震	2	3	4	5

3.11.2 结构抗震性能水准可按表3.11.2进行宏观判别。

表3.11.2各性能水准结构预期的震后性能状况

结构抗震性能水准	宏观损坏程度	损坏部位			继续使用的可能性
		关键构件	普通竖向构件	耗能构件	

1	完好、无损坏	无损坏	无损坏	无损坏	不需修理继续使用
2	基本完好、轻微损坏	无损坏	无损坏	轻微损坏	稍加修理即可继续使用
3	轻度损坏	轻微损坏	轻微损坏	轻度损坏、部分中度损坏	一般修理后可继续使用
4	中度损坏	轻度损坏	部分构件中度损坏	中度损坏、部分比较严重损坏	修复或加固后可继续使用
5	比较严重损坏	中度损坏	部分构件比较严重损坏	比较严重损坏	需排险大修

《钢结构设计标准》GB 50017-2017

17.1.3 钢结构构件的抗震性能化设计应根据建筑的抗震设防类别、设防烈度、场地条件、结构类型和不规则性，结构构件在整个结构中的作用、使用功能和附属设施功能的要求、投资大小、震后损失和修复难易程度等，经综合分析比较选定其抗震性能目标。构件塑性耗能区的抗震承载性能等级及其在不同地震动水准下的性能目标可按表17.1.3划分。

表 17.1.3 构件塑性耗能区的抗震承载性能等级和目标

承载性能 等级	地震动水准		
	多遇地震	设防地震	罕遇地震
性能 1	完好	完好	基本完好
性能 2	完好	基本完好	基本完好～轻微变形
性能 3	完好	实际承载力满足高性能系数的要求	轻微变形
性能 4	完好	实际承载力满足较高性能系数的要求	轻微变形～中等变形
性能 5	完好	实际承载力满足中性能系数的要求	中等变形
性能 6	基本完好	实际承载力满足低性能系数的要求	中等变形～显著变形
性能 7	基本完好	实际承载力满足最低性能系数的要求	显著变形

可供选定的高于一般情况的预期性能目标参考《建筑抗震设计标准》GB/T 50011-2010(2024年版)，地震下可供选定的高于一般情况的预期性能目标可参考表4-2。

表 4-2 可供选定的高于一般情况的预期性能目标

地震水准	性能1	性能2	性能3	性能4
多遇地震	完好	完好	完好	完好
设防地震	完好, 正常使用	基本完好, 检修后继续使用	轻微损坏, 简单修理后继续使用	轻微至接近中等损坏, 变形 $<3$ [ $\Delta U_e$ ]
罕遇地震	基本完好, 检修后继续使用	轻微至中等破坏, 修复后继续使用	其破坏需加固后继续使用	接近严重破坏, 大修后继续使用

其中性能4中结构总体的抗震承载力仅略高于传统抗震设计方法(小震弹性计算十抗震构造)的要求。

前半句是要求按相关规范要求, 选定性能目标, 对结构进行抗震性能分析。鼓励采用新技术新材料进行抗震性能设计。

后半句是要求根据分析, 合理提高抗震性能。实际操作时, 在确保建筑结构满足“小震不坏、中震可修、大震不倒”一般情况的性能要求的情况下, 根据项目情况, 通过小震、中震、大震抗震性能分析, 可以考虑对整体结构、局部部位或者关键构件及节点按更高的抗震性能目标进行设计, 或者采取措施减少地震作用。局部部位或者关键构件及节点可根据建筑平面、立面的规则性、构件的重要性选取, 如中小学教学楼按表4-2中的性能2设计; 教学楼的楼梯间作“抗震安全岛”提高其抗震性能, 提高结构转换层的框支柱、框支梁, 剪力墙的底部加强层部位、结构薄弱层构件等构件的抗震性能; 采取的措施包括设隔震支座(垫)、消能减震支撑、阻尼器等等。

### 【具体评价方式】

本条适用于各类民用建筑的预评价、评价。

预评价查阅相关结构设计文件、结构计算文件、项目抗震安全分析报告、隔震减震设计及设备参数要求。

评价查阅预评价涉及内容的竣工文件, 还查阅项目抗震安全分析报告及应对措施结果, 相关应对设施(如隔震减震设备)的检验报告。