

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB 50011—2010

---

# 建筑抗震设计规范

Code for seismic design of buildings

局部修订条文征求意见稿

202X—XX—XX 发布

202X—XX—XX 实施

---

中华人民共和国住房和城乡建设部 联合发布  
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

## 修订说明

本次局部修订是根据住房和城乡建设部标准定额司《关于同意开展<建筑工程抗震设防分类标准>等2项国家标准局部修订工作的函》（2021-36）的要求，由中国建筑科学研究院有限公司会同有关单位对《建筑抗震设计规范（2016年版）》GB 50011-2010进行局部修订。

本次修订的主要内容是：

1、根据《建设工程抗震管理条例》和《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002-2021的要求，对部分条文进行协调性修订；

2、根据《建筑抗震设计规范（2016年版）》GB50011-2010实施以来各方反馈的意见和建议，对部分条款进行文字性调整。

此次局部修订，共涉及9条条文的修改，分别是第3.1.3条、第3.9.2条、第3.10.1条、第3.10.2条、第3.10.3条、第3.10.4条、第3.10.5条、第5.4.1条、第12.1.6条。

本规范中下划线表示修改的内容；用黑体字标志的条文为强制性条文，必须严格执行。

本次局部修订的主编单位：

参编单位：

主要起草人员：

主要审查人员：

# 《建筑抗震设计规范（2016年版）》GB 50011 – 2010

## 修订对照表

（方框部分为删除内容，下划线部分为增加内容）

现行《规范》条文	修订征求意见稿
3 基本规定	3 基本规定
3.1 建筑抗震设防分类和设防标准	3.1 建筑抗震设防分类和设防标准
	<u>3.1.3 对按规定需编制抗震设防专篇的建筑，其抗震设防专篇宜包括工程基本情况、设防依据和标准、场地与地基基础的地震影响评价、建筑方案和构配件的设防对策与措施、结构抗震设计概要、附属机电工程的设防对策与措施、施工与安装的特殊要求、使用与维护的专门要求等基本内容。</u>
3.9 结构材料与施工	3.9 结构材料与施工
3.9.2 结构材料性能指标，应符合下列最低要求：  1 砌体结构材料应符合下列规定：  1) 普通砖和多孔砖的强度等级不应低于 MU10，其砌筑砂浆强度等级不应低于 M5；  2) 混凝土小型空心砌块的强度等级不应低于 MU7.5，其砌筑砂浆强度等级	3.9.2 结构材料性能指标，应符合下列最低要求：  1 砌体结构材料应符合下列规定：  1) 普通砖和多孔砖的强度等级不应低于 MU10，其砌筑砂浆强度等级不应低于 M5；  2) 混凝土小型空心砌块的强度等级不应低于 MU7.5，其砌筑砂浆强度等级不

现行《规范》条文	修订征求意见稿
<p>不应低于 Mb7.5。</p> <p>2 混凝土结构材料应符合下列规定：</p> <p>1) 混凝土的强度等级，框支梁、框支柱及抗震等级为一级的框架梁、柱、节点核心区，不应低于 C30；构造柱、芯柱、圈梁及其它各类构件不应低于 <b>C20</b>； .</p> <p>2) 抗震等级为一、二、三级的框架和斜撑构件(含梯段)，其纵向受力钢筋采用普通钢筋时，钢筋的抗拉强度实测值与屈服强度实测值的比值不应小于 1.25；钢筋的屈服强度实测值与屈服强度标准值的比值不应大于 1.3，且钢筋在最大拉力下的总伸长率实测值不应小于 9%。</p> <p>3 钢结构的钢材应符合下列规定：</p> <p>1) 钢材的屈服强度实测值与抗拉强度实测值的比值不应大于 0.85；</p> <p>2) 钢材应有明显的屈服台阶，且伸长率不应小于 20%；</p> <p>3) 钢材应有良好的焊接性和合格的冲击韧性。</p>	<p>应低于 Mb7.5。</p> <p>2 混凝土结构材料应符合下列规定：</p> <p>1) 混凝土的强度等级，框支梁、框支柱及抗震等级为一、<u>二</u>级的框架梁、柱、节点核心区，不应低于 C30；构造柱、芯柱、圈梁及其它各类构件不应低于 <u>C25</u>； .</p> <p>2) 抗震等级为一、二、三级的框架和斜撑构件(含梯段)，其纵向受力钢筋采用普通钢筋时，钢筋的抗拉强度实测值与屈服强度实测值的比值不应小于 1.25；钢筋的屈服强度实测值与屈服强度标准值的比值不应大于 1.3，且钢筋在最大拉力下的总伸长率实测值不应小于 9%。</p> <p>3 钢结构的钢材应符合下列规定：</p> <p>1) 钢材的屈服强度实测值与抗拉强度实测值的比值不应大于 0.85；</p> <p>2) 钢材应有明显的屈服台阶，且伸长率不应小于 20%；</p> <p>3) 钢材应有良好的焊接性和合格的冲击韧性。</p>
3.10 建筑抗震性能化设计	3.10 建筑抗震性能化设计

现行《规范》条文	修订征求意见稿
<p><b>3.10.1</b> 当建筑<b>结构</b>采用抗震性能化设计时，应根据其抗震设防类别、设防烈度、场地条件、结构类型和不规则性，建筑<b>使用功能</b>和附属设施<b>功能</b>的要求、投资<b>大小</b>、震后损失和修复难易程度等，对选定的抗震性能目标<b>提出</b>技术和经济可行性<b>综合</b>分析和<b>论证</b>。</p>	<p><b>3.10.1</b> 建筑抗震性能化设计应根据其抗震设防类别、设防烈度、场地条件、结构类型和不规则性，建筑<b>和附属设施的功能</b>要求、投资<b>规模</b>、震后损失和修复难易程度等，对选定的抗震性能目标<b>进行</b>技术和经济可行性分析<b>与</b>论证。</p>
<p><b>3.10.2</b> 建筑<b>结构的</b>抗震性能化设计，应根据实际需要和可<b>能</b>，具有针对性； <b>可分别选定针对整个结构、结构的局部部位或关键部位、结构的关键部件、重要构件、次要构件以及建筑构件和机电设备支座的性能目标。</b></p>	<p><b>3.10.2</b> 建筑抗震性能化设计，应根据实际<b>工程</b>需要和可<b>行性</b>，<b>选定具有明确针对性的性能目标。建筑的性能目标，宜采用不同地震水准下的建筑性能状态要求进行表征，包括对应于不同地震动水准的结构和非结构的性能要求。</b></p>
<p><b>3.10.3</b> 建筑<b>结构的</b>抗震性能化设计应符合下列要求：</p> <p>1 选定地震动水准<b>。</b>对设计使用年限 50 年的<b>结构</b>，可选用本规范的多遇地震、设防地震和罕遇地震的地震作用，其中，设防地震的加速度应按本规范表 3.2.2 的设计基本地震加速度采用，设防地震的地震影响系数最大值，6 度、7 度(0.10g)、7 度(0.15g)、8 度(0.20g)、8</p>	<p><b>3.10.3</b> 建筑抗震性能化设计应符合下列要求：</p> <p>1 <b>抗震性能化设计的建筑应按下列要求</b>选定地震动水准：</p> <p>1) 对设计使用年限 50 年的<b>建筑</b>，可选用本规范的多遇地震、设防地震和罕遇地震的地震作用，其中，设防地震的加速度应按本规范表 3.2.2 的设计基本地震加速度采用，设防地震的地震影响系数最大值，6 度、7 度(0.10g)、7 度(0.15g)、8 度(0.20g)、8</p>

现行《规范》条文	修订征求意见稿
<p>度(0.30g)、9度可分别采用0.12、0.23、0.34、0.45、0.68和0.90。对设计使用年限超过50年的结构，宜考虑实际需要和可能，经专门研究后对地震作用做适当调整。对处于发震断裂两侧10km以内的结构，地震动参数应计入近场影响，5km以内宜乘以增大系数1.5，5km以外宜乘以不小于1.25的增大系数。</p> <p>2 选定性能目标，即对应于不同地震动水准的预期损坏状态或使用功能，应不低于本规范第1.0.1条对基本设防目标的规定。</p> <p>3 选定性能设计指标。设计应选定分别提高结构或其关键部位的抗震承载力、变形能力或同时提高抗震承载力和变形能力的具体指标，尚应计及不同水准地震作用取值的不确定性而留有余地。设计宜确定在不同地震动水准下结构不同部位、的水平 and 竖向构件的承载力的要求，(含不发生脆性剪切破坏、</p>	<p>8度(0.30g)、9度时分别取0.12、0.23、0.34、0.45、0.68和0.90；</p> <p>2) 对设计使用年限超过50年的建筑，宜按实际需要和可能，经专门研究后对地震作用做适当调整；</p> <p>3) 对处于发震断裂两侧10km以内的建筑，地震动参数应计入近场影响，5km及以内宜乘以增大系数1.5，5km以外宜乘以不小于1.25的增大系数。</p> <p>2 建筑抗震性能目标，即对应于不同地震动水准的预期损坏状态或使用功能，应符合下列要求：</p> <p>1) 抗震性能化设计的建筑，其性能目标应不低于本规范第1.0.1条对基本设防目标的规定；</p> <p>2) 预期地震水准下需保持正常使用建筑的设计，应综合考虑结构及构件、建筑非结构构件、建筑附属机电设备以及专门仪器设备对其使用功能的影响。其结构构件和非结构部分的设计要求，可分别按不低于本规范附录M.1中有关性能2的规定</p>

现行《规范》条文	修订征求意见稿
<p>形成塑性铰、达到屈服值或保持弹性等)；宜选择在<sup>不同地震动水准下</sup>结构不同部位的预期<sup>弹性或弹塑性</sup>变形状态，以及相应的<sup>构件</sup>延性构造<sup>的高、中或低</sup>要求。当构件的承载力明显提高时，<sup>相应的</sup>延性构造可适当降低。</p>	<p><u>和附录 M.2 中有关性能 2 的规定采用；也可根据相关规定确定建筑性能目标以及相应的控制技术指标。</u></p> <p><b>3 建筑抗震性能设计的具体技术指标应符合下列要求：</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>1) 一般情况下，应根据选定的性能目标确定结构或关键部位抗震承载能力、抗震变形能力的具体指标。确定具体设计指标时，尚应计及地震作用取值的不确定性设置适当的冗余；</b></li> <li><b>2) 宜确定不同地震动水准下结构不同部位、不同构件的抗震承载能力的要求，包括不发生脆性剪切破坏、形成塑性铰、达到屈服值或保持弹性等；</b></li> <li><b>3) 宜确定不同地震动水准下结构不同部位的预期变形状态，以及相应的延性构造要求。当构件的承载能力与实际需求相比明显提高时，延性构造可适当降低。</b></li> </ol>
<p><b>3.10.4 建筑结构的抗震性能化设计的计算</b>应符合下列要求：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>1 分析模型应正确、合理地反映地震作用的传递途径楼盖在不同地震动水准下是否整体或分块处于弹性工作状态。</b></li> </ol>	<p><b>3.10.4 建筑抗震性能化设计的结构分析</b>应符合下列要求：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>1 分析模型应正确、合理地反映地震作用的传递途径和结构在不同地震动水准下的工作状态。</b></li> <li><b>2 结构分析方法应根据预期性能目标下结构的工作状态确定。当结构处</b></li> </ol>

现行《规范》条文	修订征求意见稿
<p>2 弹性分析可采用线性方法；分析可根据性能目标所预期的结构弹塑性状态，分别采用增加阻尼的等效线性化方法、以及静力或动力非线性分析方法。</p> <p>3 结构非线性分析模型相对于线弹性分析模型可有所简化，但二者在多遇地震下的线性分析结果应基本一致；应计入重力二阶效应，合理确定弹塑性参数，应依据构件的实际截面、配筋等信计算承载力；可通过与理想弹性假定计算结果的对比分析，着重发现构件可能破坏的部位及其弹塑性变形程度。</p>	<p>于弹性状态时可采用线性方法；当结构处于弹塑性状态时，可采用等效线性方法、静力非线性方法或动力非线性方法。</p> <p>3 结构非线性分析应符合下列要求：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 结构非线性分析模型相对于线性分析模型可适当简化，二者在多遇地震下的线性分析结果应基本一致；</li> <li>2) 结构分析时应计入重力二阶效应的影响，并合理确定结构构件的弹塑性参数，其中，构件的承载力应依据实际截面和实际配筋等信息确定；</li> <li>3) 结构非线性计算结果宜与理想弹性假定计算结果进行对比分析，以识别构件的可能破坏部位及弹塑性变形程度。</li> </ol>
<p>3.10.5 结构及其构件抗震性能化设计的参考目标和计算方法，可按本规范附录 M 第 M.1 的规定采用。</p>	<p>3.10.5 结构及其构件抗震性能化设计的参考目标和设计方法，可按本规范附录 M 第 M.1 的规定采用。</p> <p>建筑构件和附属机电设备抗震性能化设计的参考目标和设计方法，可按本规范附录 M 第 M.2 的规定采用。</p>
<p>5 地震作用和结构抗震验算</p>	<p>5 地震作用和结构抗震验算</p>
<p>5.4 截面抗震验算</p>	<p>5.4 截面抗震验算</p>
<p>5.4.1 结构构件的地震作用效应和其</p>	<p>5.4.1 结构构件的地震作用效应和其</p>



现行《规范》条文	修订征求意见稿
<p>它荷载效应的基本组合，应按下式计算：</p> $S = \gamma_G S_{GE} + \gamma_{Eh} S_{Ehk} + \gamma_{Ev} S_{Evk} + \psi_w \gamma_w S_{wk} \quad (5.4.1)$ <p>式中，<math>S</math>—结构构件内力组合的设计值，包括组合的弯矩、轴向力和剪力设计值等；</p> <p><math>\gamma_G</math>—重力荷载分项系数，一般情况下采用 <a href="#">1.2</a>，当重力荷载效应对构件承载能力有利时，不应大于 1.0；</p> <p><math>\gamma_{Eh}</math>、<math>\gamma_{Ev}</math>—分别为水平、竖向地震作用分项系数，应按表 5.4.1 采用；</p> <p><math>\gamma_w</math>—风荷载分项系数，应采用 <a href="#">1.4</a>；</p> <p><math>S_{GE}</math>—重力荷载代表值的效应，可按本规范第 5.1.3 条采用，但有吊车时，尚应包括悬吊物重力标准值的效应；</p> <p><math>S_{Ehk}</math>—水平地震作用标准值的效应，尚应乘以相应的增大系数或调整系数；</p> <p><math>S_{Evk}</math>—竖向地震作用标准值的效应，尚应乘以相应的增大系数或调整系数；</p> <p><math>S_{wk}</math>—风荷载标准值的效应；</p>	<p>它荷载效应的基本组合，应按下式计算：</p> $S = \gamma_G S_{GE} + \gamma_{Eh} S_{Ehk} + \gamma_{Ev} S_{Evk} + \psi_w \gamma_w S_{wk} \quad (5.4.1)$ <p>式中，<math>S</math>—结构构件内力组合的设计值，包括组合的弯矩、轴向力和剪力设计值等；</p> <p><math>\gamma_G</math>—重力荷载分项系数，一般情况下采用 <a href="#">1.3</a>，当重力荷载效应对构件承载能力有利时，不应大于 1.0；</p> <p><math>\gamma_{Eh}</math>、<math>\gamma_{Ev}</math>—分别为水平、竖向地震作用分项系数，应按表 5.4.1 采用；</p> <p><math>\gamma_w</math>—风荷载分项系数，应采用 <a href="#">1.5</a>；</p> <p><math>S_{GE}</math>—重力荷载代表值的效应，可按本规范第 5.1.3 条采用，但有吊车时，尚应包括悬吊物重力标准值的效应；</p> <p><math>S_{Ehk}</math>—水平地震作用标准值的效应，尚应乘以相应的增大系数或调整系数；</p> <p><math>S_{Evk}</math>—竖向地震作用标准值的效应，尚应乘以相应的增大系数或调整系数；</p> <p><math>S_{wk}</math>—风荷载标准值的效应；</p>

现行《规范》条文	修订征求意见稿																														
<p><math>\psi_w</math>—风荷载组合值系数，一般结构取 0.0，风荷载起控制作用的建筑应采用 0.2。</p> <p>表 5.4.1 地震作用分项系数</p> <table border="1" data-bbox="240 551 778 1014"> <thead> <tr> <th>地震作用</th> <th><math>\gamma_{Eh}</math></th> <th><math>\gamma_{Ev}</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>仅计算水平地震作用</td> <td>1.3</td> <td>0.0</td> </tr> <tr> <td>仅计算水平地震作用</td> <td>0.0</td> <td>1.3</td> </tr> <tr> <td>同时计算水平与竖向地震作用 (水平地震为主)</td> <td>1.3</td> <td>0.5</td> </tr> <tr> <td>同时计算水平与竖向地震作用 (水平地震为主)</td> <td>0.5</td> <td>1.3</td> </tr> </tbody> </table>	地震作用	$\gamma_{Eh}$	$\gamma_{Ev}$	仅计算水平地震作用	1.3	0.0	仅计算水平地震作用	0.0	1.3	同时计算水平与竖向地震作用 (水平地震为主)	1.3	0.5	同时计算水平与竖向地震作用 (水平地震为主)	0.5	1.3	<p><math>\psi_w</math>—风荷载组合值系数，一般结构取 0.0，风荷载起控制作用的建筑应采用 0.2。</p> <p>表 5.4.1 地震作用分项系数</p> <table border="1" data-bbox="810 551 1348 1014"> <thead> <tr> <th>地震作用</th> <th><math>\gamma_{Eh}</math></th> <th><math>\gamma_{Ev}</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>仅计算水平地震作用</td> <td>1.4</td> <td>0.0</td> </tr> <tr> <td>仅计算水平地震作用</td> <td>0.0</td> <td>1.4</td> </tr> <tr> <td>同时计算水平与竖向地震作用 (水平地震为主)</td> <td>1.4</td> <td>0.5</td> </tr> <tr> <td>同时计算水平与竖向地震作用 (水平地震为主)</td> <td>0.5</td> <td>1.4</td> </tr> </tbody> </table>	地震作用	$\gamma_{Eh}$	$\gamma_{Ev}$	仅计算水平地震作用	1.4	0.0	仅计算水平地震作用	0.0	1.4	同时计算水平与竖向地震作用 (水平地震为主)	1.4	0.5	同时计算水平与竖向地震作用 (水平地震为主)	0.5	1.4
地震作用	$\gamma_{Eh}$	$\gamma_{Ev}$																													
仅计算水平地震作用	1.3	0.0																													
仅计算水平地震作用	0.0	1.3																													
同时计算水平与竖向地震作用 (水平地震为主)	1.3	0.5																													
同时计算水平与竖向地震作用 (水平地震为主)	0.5	1.3																													
地震作用	$\gamma_{Eh}$	$\gamma_{Ev}$																													
仅计算水平地震作用	1.4	0.0																													
仅计算水平地震作用	0.0	1.4																													
同时计算水平与竖向地震作用 (水平地震为主)	1.4	0.5																													
同时计算水平与竖向地震作用 (水平地震为主)	0.5	1.4																													
12 隔震与消能减震设计	12 隔震与消能减震设计																														
12.1 一般规定	12.1 一般规定																														
<p>12.1.6 建筑结构的隔震设计和消能减震设计，尚应符合相关专门标准的规定；<u>也</u>可按抗震性能目标的要求进行性能化设计。</p>	<p>12.1.6 建筑结构的隔震设计和消能减震设计，可按抗震性能目标的要求进行性能化设计，<u>当设防目标高于本规范第 1.0.1 条的基本设防目标时</u>，尚应符合相关专门标准的规定。</p>																														

中华人民共和国国家标准

建筑抗震设计规范

Code for seismic design of buildings

**GB 50011 – 2010**

条文说明

## 1 总则

1.0.5 在 89 规范和 2001 规范中，均规定了抗震设防依据的“双轨制”，即一般情况采用抗震设防烈度(作为一个地区抗震设防依据的地震烈度)，在一定条件下，可采用经国家有关主管部门规定的权限批准发布的供设计采用的抗震设防区划的地震动参数（如地面运动加速度峰值、反应谱值、地震影响系数曲线和地震加速度时程曲线）。

本次修订，按 2009 年发布的《防震减灾法》对“地震小区划”的规定，删去 2001 规范对城市设防区划的相关规定，保留“一般情况”这几个字。

新一代的地震区划图正在编制中，本次修订的有关条文和附录将依据新的区划图进行相应的协调性修改。

## 3 基本规定

### 3.1 建筑抗震设防分类和设防标准

3.1.3 本条为新增条文，对抗震设防专篇的具体内容作出规定。按《建设工程抗震管理条例》第十二条要求，对位于高烈度设防地区、地震重点监视防御区的重大建设工程、地震时可能发生严重次生灾害的建设工程、地震时使用功能不能中断或者需要尽快恢复的建设工程，应按规定编制抗震设防专篇。本条规定是贯彻落实《条例》相关要求的技术支撑之一。

### 3.9 结构材料与施工

3.9.2、3.9.3 本规范对结构材料的要求分为强制性和非强制性两种。

- 1 本次修订，将烧结黏土砖改为各种砖，适用范围更宽些。
- 2 对钢筋混凝土结构中的混凝土强度等级有所限制，这是因为高强度混凝土具有脆性性质，且随强度等级提高而增加，在抗震设计中应考虑此因素，根据现有的试验研究和工程经验，现阶段混凝土墙体的强度等级不宜超过 C60；其他构件，9 度时不宜超过 C60，8 度时不宜超过 C70。当耐久性有要求时，混凝土的最低强度等级，应遵守有关的规定。此次局部修订，根据《建筑与市政工程抗震通用规范》GB55002-2021、《混凝土结构通用规范》GB55008-2021 的相关规定，补充了抗震等级二级的框架梁、柱、节点核心区混凝土强度等级要求，提高了构造柱、芯柱、圈梁及其它各类构件的混凝土强度等级下限值。

3 本次修订,对一、二、三级抗震等级的框架,规定其普通纵向受力钢筋的抗拉强度实测值与屈服强度实测值的比值不应小于 1.25,这是为了保证当构件某个部位出现塑性铰以后,塑性铰处有足够的转动能力与耗能能力;同时还规定了屈服强度实测值与标准值的比值,否则本规范为实现强柱弱梁、强剪弱弯所规定的内力调整将难以奏效。在 2008 年局部修订的基础上,要求框架梁、框架柱、框支梁、框支柱、板柱-抗震墙的柱,以及伸臂桁架的斜撑、楼梯的梯段等,纵向钢筋均应有足够的延性及钢筋伸长率的要求,是控制钢筋延性的重要性能指标。其取值依据产品标准《钢筋混凝土用钢第 2 部分:热轧带肋钢筋》GB 1499.2-2007 规定的钢筋抗震性能指标提出,凡钢筋产品标准中带 E 编号的钢筋,均属于符合抗震性能指标。本条的规定,是正规建筑用钢生产厂家的一般热轧钢筋均能达到的性能指标。从发展趋势考虑,不再推荐箍筋采用 HPB235 级钢筋;当然,现有生产的 HPB235 级钢筋仍可继续作为箍筋使用。

4 钢结构中所用的钢材,应保证抗拉强度、屈服强度、冲击韧性合格及硫、磷和碳含量的限制值。对高层钢结构,按黑色冶金工业标准《高层建筑结构用钢板》YB 4104-2000 的规定选用。抗拉强度是实际上决定结构安全储备的关键,伸长率反映钢材能承受残余变形量的程度及塑性变形能力,钢材的屈服强度不宜过高,同时要求有明显的屈服台阶,伸长率应大于 20%,以保证构件具有足够的塑性变形能力,冲击韧性是抗震结构的要求。当采用国外钢材时,亦应符合我国国家标准的要求。结构钢材的性能指标,按钢材产品标准《建筑结构用钢板》GB/T 19879-2005 规定的性能指标,将分子、分母对换,改为屈服强度与抗拉强度的比值。

5 国家产品标准《碳素结构钢》GB/T 700 中,Q235 钢分为 A、B、C、D 四个等级,其中 A 级钢不要求任何冲击试验值,并只在用户要求时才进行冷弯试验,且不保证焊接要求的含碳量,故不建议采用。国家产品标准《低合金高强度结构钢》GB/T 1591 中,Q345 钢分为 A、B、C、D、E 五个等级,其中 A 级钢不保证冲击韧性要求和延性性能的基本要求,故亦不建议采用。

### 3.10 建筑抗震性能化设计

**3.10.1** 考虑当前技术与经济条件,慎重发展性能化目标设计方法,本条明确规定需要进行可行性论证。

性能化设计仍然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、建筑和附属设施的功能要求、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。

鉴于目前强烈地震下结构非线性分析方法的计算模型及参数的选用尚存在不少经验因素，缺少从强震记录、设计施工资料到实际震害的验证，对结构性能的判断难以十分准确，因此在性能目标选用中宜偏于安全一些。

对确有需要在处于发震断裂避让区域内建造的房屋、以及在设防地震下需满足正常使用要求的建筑，抗震性能化设计是可供选择的设计手段之一。

**3.10.2** 建筑的抗震性能化设计，立足于承载力和变形能力的综合考虑，具有很强的灵活性和明确的针对性和灵活性。针对具体工程的需要和可行性，可以对整个结构，也可以对某些部位或关键构件，灵活运用各种措施达到预期的性能目标——着重提高抗震安全性或满足使用功能的专门要求。

例如，可以根据楼梯间作为“抗震安全岛”的要求，提出确保大震下能具有安全避难通道的具体目标和性能要求；可以针对特别不规则、复杂建筑结构的具体情况，对抗侧力结构的水平构件和竖向构件提出相应的性能目标，提高其整体或关键部位的抗震安全性；也可针对水平转换构件，为确保大震下自身及相关构件的安全而提出大震下的性能目标；地震时需要连续工作的机电设施，其相关部位的层间位移需满足规定层间位移限值的专门要求；其他情况，可对震后的残余变形提出满足设施检修后运行的位移要求，也可提出大震后可修复运行的位移要求。建筑构件采用与结构构件柔性连接，只要可靠拉结并留有足够的间隙，如玻璃幕墙与钢框之间预留变形缝隙，震害经验表明，幕墙在结构总体安全时可以满足大震后继续使用的要求。

**3.10.3** 我国的 89 规范提出了“小震不坏、中震可修和大震不倒”，明确要求大震下不发生危及生命的严重破坏即达到“生命安全”，就是属于一般情况的性能设计目标。本次修订所提出的性能化设计，要比本规范的一般情况较为明确，尽可能达到可操作性。

**1** 鉴于地震具有很大的不确定性，性能化设计需要估计各种水准的地震影响，包括考虑近场地震的影响。规范的地震水准是按 50 年设计基准期确定的。结构

设计使用年限是国务院《建设工程质量管理条例》规定的在设计时考虑施工完成后正常使用、正常维护情况下不需要大修仍可完成预定功能的保修年限，国内外的般建筑结构取 50 年。结构抗震设计的基准期是抗震规范确定地震作用取值时选用的统计时间参数，也取为 50 年，即地震发生的超越概率是按 50 年统计的，多遇地震的理论重现期 50 年，设防地震是 475 年，罕遇地震随烈度高度而有所区别，7 度约 1600 年，9 度约 2400 年。其地震加速度值，设防地震取本规范表 3.2.2 的“设计基本地震加速度”，多遇地震、罕遇地震取本规范表 5.1.2-2 的“加速度时程最大值”。其水平地震影响系数最大值，多遇地震、罕遇地震按本规范表 5.1.4-1 取值，设防地震按本条规定取值，7 度(0.15g)和 8 度(0.30g)分别在 7、8 度和 8、9 度之间内插取值。

对于设计使用年限不同于 50 年的结构，其地震作用需要做适当调整，取值经专门研究提出并按规定的权限批准后确定。当缺乏当地的相关资料时，可参考《建筑工程抗震性态设计通则（试用）》的附录 A，其调整系数的范围大体是：设计使用年限 70 年，取 1.15~1.2；100 年取 1.3~1.4。

2 建筑结构遭遇各种水准的地震影响时，其可能的损坏状态和继续使用的可能，与 89 规范配套的《建筑地震破坏等级划分标准》(建设部 90 建抗字 377 号)已经明确划分了各类房屋(砖房、混凝土框架、底层框架砖房、单层工业厂房、单层空旷房屋等)的地震破坏分级和地震直接经济损失估计方法，总体上可分为下列五级，与此后国外标准的相关描述不完全相同：

名称	破坏描述	继续使用的可能性	变形参考值
基本完好 (含完好)	承重构件完好；个别非承重构件轻微损坏；附属构件有不同程度破坏	一般不需修理即可继续使用	$<[\Delta u_e]$
轻微损坏	个别承重构件轻微裂缝(对钢结构构件指残余变形)，个别非承重构件明显破坏；附属构件有不同程度破坏	不需修理或需稍加修理，仍可继续使用	$1.5\sim 2[\Delta u_e]$

中等破坏	多数承重构件轻微裂缝(或残余变形), 部分明显裂缝(或残余变形); 个别非承重构件严重破坏	需一般修理, 采取安全措施后可适当使用	$3\sim 4[\Delta u_e]$
严重破坏	多数承重构件严重破坏或部分倒塌	应排险大修, 局部拆除	$< 0.9[\Delta u_p]$
倒塌	多数承重构件倒塌	需拆除	$> [\Delta u_p]$

注: 1 个别指 5% 以下, 部分指 30% 以下, 多数指 50% 以上。

2 中等破坏的变形参考值, 大致取规范弹性和弹塑性位移角限值的平均值, 轻微损坏取 1/2 平均值。

参照上述等级划分, 地震下可供选定的高于一般情况的**结构预期**性能目标可大致归纳如下:

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, <b>正常使用</b>	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

3 实现上述性能目标, 需要落实到具体设计指标, 即各个地震水准下构件的承载力、变形和细部构造的指标。仅提高承载力时, 安全性有相应提高, 但使用上的变形要求不一定满足; 仅提高变形能力, 则结构在小震、中震下的损坏情况大致没有改变, 但抗御大震倒塌的能力提高。因此, 性能设计目标往往侧重于通过提高承载力推迟结构进入塑性工作阶段并减少塑性变形, 必要时还需同时提高刚度以满足使用功能的变形要求, 而变形能力的要求可根据结构及其构件在中震、大震下进入弹塑性的程度加以调整。

完好, 即所有构件保持弹性状态: 各种承载力设计值 (拉、压、弯、剪、压弯、拉弯、稳定等) 满足规范对抗震承载力的要求  $S < R/\gamma_{RE}$ , 层间变形(以弯曲变形为主的结构宜扣除整体弯曲变形)满足规范多遇地震下的位移角限值  $[\Delta u_e]$ 。



这是各种预期性能目标在多遇地震下的基本要求——多遇地震下必须满足规范规定的承载力和弹性变形的要求。

基本完好，即构件基本保持弹性状态：各种承载力设计值基本满足规范对抗震承载力的要求  $S \leq R/\gamma_{RE}$  (其中的效应  $S$  不含抗震等级的调整系数)，层间变形可能略微超过弹性变形限值。

轻微损坏，即结构构件可能出现轻微的塑性变形，但不达到屈服状态，按材料标准值计算的承载力大于作用标准组合的效应。

中等破坏，结构构件出现明显的塑性变形，但控制在一般加固即恢复使用的范围。

接近严重破坏，结构关键的竖向构件出现明显的塑性变形，部分水平构件可能失效需要更换，经过大修加固后可恢复使用。

对性能 1，结构构件在预期大震下仍基本处于弹性状态，则其细部构造仅需要满足最基本的构造要求，工程实例表明，采用隔震、减震技术或低烈度设防且风力很大时有可能实现；条件许可时，也可对某些关键构件提出这个性能目标。

对性能 2，结构构件在中震下完好，在预期大震下可能屈服，其细部构造需满足低延性的要求。例如，某 6 度设防的核心筒-外框结构，其风力是小震的 2.4 倍，风载层间位移是小震的 2.5 倍。结构所有构件的承载力和层间位移均可满足中震（不计入风载效应组合）的设计要求；考虑水平构件在大震下损坏使刚度降低和阻尼加大，按等效线性化方法估算，竖向构件的最小极限承载力仍可满足大震下的验算要求。于是，结构总体上可达到性能 2 的要求。

对性能 3，在中震下已有轻微塑性变形，大震下有明显的塑性变形，因而，其细部构造需要满足中等延性的构造要求。

对性能 4，在中震下的损坏已大于性能 3，结构总体的抗震承载力仅略高于一般情况，因而，其细部构造仍需满足高延性的要求。

**3.10.5** 本节属于原则规定，其具体化的设计要求，如结构、结构构件、建筑构配件、建筑附属机电设备等在中震下的性能化设计要求详见等，列于附录 M±。

## 5 地震作用和结构抗震验算

### 5.4 截面抗震验算

**5.4.1** 在设防烈度的地震作用下，结构构件承载力按《统一标准》计算的可靠指

标 $\beta$  是负值，难于按《统一标准》的要求进行设计表达式的分析。因此，89 规范以来，在第一阶段的抗震设计时取相当于众值烈度下的弹性地震作用作为额定设计指标，使此时的设计表达式可按《统一标准》的要求导出。

### 1 地震作用分项系数的确定

在众值烈度下的地震作用，应视为可变作用而不是偶然作用。这样，根据《统一标准》中确定直接作用（荷载）分项系数的方法，通过综合比较，本规范 89 版修订时，对水平地震作用，确定 $\gamma_{Eh}=1.3$ ，至于竖向地震作用分项系数，则参照水平地震作用，也取 $\gamma_{Ev}=1.3$ 。当竖向与水平地震作用同时考虑时，根据加速度峰值记录和反应谱的分析，二者的组合比为 1:0.4，故 $\gamma_{Eh}=1.3$ ， $\gamma_{Ev}=0.4 \times 1.3 \approx 0.5$ 。

2010 年修订时，考虑大跨、大悬臂结构的竖向地震作用效应比较显著，表 5.4.1 增加了同时计算水平与竖向地震作用（竖向地震为主）的组合。

此外，按照《统一标准》的规定，当重力荷载对结构构件承载力有利时，取 $\gamma_G=1.0$ 。

此次局部修订，匹配《建筑与市政工程抗震通用规范》GB55002-2021 规定，调整有关荷载分项系数的取值要求。

### 2 抗震验算中作用组合值系数的确定

本规范在计算地震作用时，已经考虑了地震作用与各种重力荷载（恒荷载与活荷载、雪荷载等）的组合问题，在本规范 5.1.3 条中规定了一组组合值系数，形成了抗震设计的重力荷载代表值，本规范继续沿用 78 规范在验算和计算地震作用时（除吊车悬吊重力外）对重力荷载均采用相同的组合值系数的规定，可简化计算，并避免有两种不同的组合值系数。因此，本条中仅出现风荷载的组合值系数，并按《统一标准》的方法，将 78 规范的取值予以转换得到。这里，所谓风荷载起控制作用，指风荷载和地震作用产生的总剪力和倾覆力矩相当的情况。

### 3 地震作用标准值的效应

规范的作用效应组合是建立在弹性分析叠加原理基础上的，考虑到抗震计算模型的简化和塑性内力分布与弹性内力分布的差异等因素，本条中还规定，对地震作用效应，当本规范各章有规定时尚应乘以相应的效应调整系数 $\eta$ ，如突出屋面小建筑、天窗架、高低跨厂房交接处的柱子、框架柱，底层框架-抗震墙结构的柱

子、梁端和抗震墙底部加强部位的剪力等的增大系数。

#### **4 关于重要性系数**

根据地震作用的特点、抗震设计的现状，以及抗震设防分类与《统一标准》中安全等级的差异，重要性系数对抗震设计的实际意义不大，本规范对建筑重要性的处理仍采用抗震措施的改变来实现，不考虑此项系数。