

# 减隔震建筑施工图设计文件技术审查要点

住房和城乡建设部  
中国建筑科学研究院  
二〇一五年六月

## 前 言

随着我国建筑工程技术整体水平的提高,建筑工程减隔震理论研究、产品开发、工程实际应用近些年已有了长足发展,工程技术也日渐成熟,减隔震技术的应用带来的经济效益已得到验证。为更好推动减隔震技术的应用、保证建筑工程安全,住建部质监司发布了《关于房屋建筑工程推广应用减隔震技术的若干意见(暂行) 建质[2014]25号》,对加强设计管理提出具体要求。为此住建部质监司设立了减隔震施工图设计文件技术审查要点专题研究课题。该课题同绿色建筑施工图设计文件技术审查要点进行合并,委托中国建筑科学研究院对此展开研究,以明确施工图设计文件需审查的内容,审查的方式及审查的技术要求。减隔震审查要点的编制,既是为工程设计提供辅助、指导,更是规范施工图审查工作,以保证审查的有效性和结构安全。

按照住建部质监司的统一安排,中国建筑科学研究院设立了专项课题组,组织相关技术人员开展了相关工作。经过对现有技术规范的梳理,结合减隔震技术发展现状,编制了审查技术要点。目前,减隔震技术,主要技术规范,如《建筑抗震设计规范》等已有了专门的章节,部分产品也有了行业标准,实际工程已有一定的技术积累,而现颁布的《建筑工程施工图设计文件技术审查要点(2013年版)》暂未将相关减隔震技术条文纳入其中。减隔震技术的推广需要对设计人员进一步培训,同时,施工图审查人员的技术提升、培训以及审查尺度的合理统一工作也需要加强,才能保证减隔震技术的合理、有效使用

和结构安全。专项课题组在编制过程中，不仅对现行规范、标准进行了梳理，还组织了多次专项会议，听取了相关专家的意见并对要点文件进行了调整、修改和讨论，在此基础上，历时近一年，完成减隔震施工图设计文件技术审查要点。

目前，作为专项课题组的工作成果，《减隔震施工图设计文件技术审查要点》已完成，要点内容基本可以满足施工图审查的需要，达到了专题项目设定的要求。同时，作为《要点》的补充资料，如常用设备的参考数据资料等内容将在后续工作中完善和补充。

# 目 次

一. 总则.....	1
二. 技术审查要点.....	2
1. 隔震结构设计文件审查.....	2
1.1 隔震结构设计说明及图纸内容审查.....	2
1.2 隔震结构计算书内容审查.....	7
2 消能减震结构设计文件审查.....	12
2.1 消能减震结构设计说明及图纸内容审查.....	12
2.2 消能减震结构计算书内容审查	
.....	16

## 一. 总则

- 1.0.1 本要点仅用于把减隔震技术措施作为主要结构技术措施之一的房屋建筑的施工图设计文件的技术审查。
- 1.0.2 本要点规定的内容依据现行相关法规（法规指：住建部等政府主管部门规范性文件的总称）和工程建设标准编写。要点既包含上述工程建设标准强制性条文的内容，也包含对结构主体、地基基础安全有重大影响的内容。设计减隔震技术的行业性标准（指 CESC 系列标准）未列入要点，只作为参考性文件。
- 1.0.3 按照隔震结构和减震消能结构两类主要结构技术措施在设计中的使用对审查要点进行了分类编写。要点中“审查内容要点及说明”内容是按常规设计做法，根据规范、标准条文内容，给出的施工图审查工作应关注的细节。这是一个审查工作提示性内容表述，是参考性的、提示性的，不是对规范条文的解释。
- 1.0.4 减隔震技术对房屋建筑结构，仅属于结构设计内容的一部分，结构设计和施工图审查应包含结构的全部内容，本要点仅规定了涉及减隔震技术的内容，结构设计和审查的其他部分应按照住建部已颁布的《建筑工程施工图设计文件技术审查要点》执行。
- 1.0.5 设计和审查均应按规范要求执行。对审查中发现的其他问题，如设计未严格执行本要点的规定，应有充分依据。审查时应根据相关标准的“用词说明”，按其用词的严格程度予以区别对待。
- 1.0.6 对于超限高层建筑工程，不论是否采用了减隔震技术措施，均应依据《超限高层建筑工程抗震设防管理规定》（建设部令 111 号）、《超限高层建筑工程抗震设防专项审查技术要点》（建质[2010]109 号）要求执行。

编制组成员：

中国建筑科学研究院： 邱仓虎 黄世敏 吴彦明 薛彦涛 唐曹明 罗开海 李毅

## 二. 技术审查要点

### 1. 隔震结构设计文件审查

#### 1.1 隔震结构设计说明及图纸内容审查

规范名称	条文号	条文内容	审查内容及说明
		1.结构设计说明及图纸一般性内容	详见住房和城乡建设部《建筑工程施工图设计文件技术审查要点》相关章节
		2. 隔震结构设计说明及图纸专项技术内容	隔震结构应专门写一个隔震结构专项设计说明。
抗震规范 GB50011-2010	12.1.3	<p>建筑结构采用隔震设计时应符合下列各项规定:</p> <p>1. 结构高宽比宜小于4,且不应大于相关规范规程对非隔震结构的具体规定,其变形特征接近剪切变形,最大高度应满足本规范非隔震结构的要求;高宽比大于4或非隔震结构相关规定的基础采用隔震设计时,应进行专门研究。</p> <p>2. 建筑场地宜为I、II、III类,并应选择稳定性较好的基础类型。</p> <p>4. 隔震层应提供必要的竖向承载力、侧向刚度和阻尼;穿过隔震层的设备管线、配线,应采用柔性连接或其他有效措施以适应隔震层罕遇地震水平位移。</p>	<p>1. 对建筑物高宽比复核: 一般建筑物控制值: 4; 不应超过相应非隔震结构的高宽比 砌体结构: 见《抗规》第 7.1.4 条; 钢结构: 见《抗规》第 8.1.2 条; 高层混凝土结构: 见《高规》第 3.3.2 条; 高层混合结构: 见《高规》第 11.1.3 条; 其他结构体系要求见国家现行相关规范及规程要求。</p> <p>超过 4 或上述条文规定的高宽比,设计文件中应有专门研究的结果(或结论)。</p> <p>2. 1) 设计文件应提供隔震层(构件)竖向承载力验算、侧向刚度、阻尼的数值。</p>

<p>抗震规范 GB50011-2010</p>		<p>2) 设计说明中应提供隔震层罕遇地震水平位移值,并核查设计说明中罕遇地震水平位移是否与计算文件一致。 3) 图纸中需注明穿过隔震层的设备管线、配线,应采用柔性连接或其他有效措施以适应隔震层罕遇地震水平位移。</p>	<p>2) 设计说明中应提供隔震层罕遇地震水平位移值,并核查设计说明中罕遇地震水平位移是否与计算文件一致。 3) 图纸中需注明穿过隔震层的设备管线、配线,应采用柔性连接或其他有效措施以适应隔震层罕遇地震水平位移。</p>
<p>12.1.5</p>	<p><b>隔震和消能减震设计时,隔震装置和消能部件应符合下列要求:</b> 1. <b>隔震装置和消能部件的性能参数应经试验确定。</b> 2. <b>隔震装置和消能部件的设置部位,应采取便于检查和替换的措施。</b> 3. <b>设计文件上应注明对隔震装置和消能部件的性能要求,安装前应按规定进行检测,确保性能符合要求。</b></p>	<p>1. 说明中应详细列出隔震装置(隔震支座)和消能部件(消能器)的性能参数。 2. 说明中应注明隔震装置和消能部件在安装前应按规定进行检测,并根据产品标准给出检测值的误差限值。应给出产品的总数及检测的数量。 3. 设计文件中应注明定期检查和更换要求,如产品维护更换年限、检查的周期、特殊检查条件(过火、强风、中震、大震)、检查要求及合格标准等。 4. 隔震装置和消能部件周边一般不再设置永久性结构构件,若设置,施工图纸说明中应注明隔震装置和消能部件周边应留有足够空间以便于检查和替换。</p>	<p>1. 说明中应详细列出隔震装置(隔震支座)和消能部件(消能器)的性能参数。 2. 说明中应注明隔震装置和消能部件在安装前应按规定进行检测,并根据产品标准给出检测值的误差限值。应给出产品的总数及检测的数量。 3. 设计文件中应注明定期检查和更换要求,如产品维护更换年限、检查的周期、特殊检查条件(过火、强风、中震、大震)、检查要求及合格标准等。 4. 隔震装置和消能部件周边一般不再设置永久性结构构件,若设置,施工图纸说明中应注明隔震装置和消能部件周边应留有足够空间以便于检查和替换。</p>
<p>12.1.6</p>	<p>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;也可按抗震性能目标的要求进行性能化设计。</p>	<p>1. 隔震和消能减震结构设计的专门标准有: 建筑消能减震技术规程 建筑消能阻尼器 建筑隔震施工与验收规范 叠层橡胶支座隔震技术规程 建筑橡胶隔震支座</p>	<p>1. 隔震和消能减震结构设计的专门标准有: 建筑消能减震技术规程 建筑消能阻尼器 建筑隔震施工与验收规范 叠层橡胶支座隔震技术规程 建筑橡胶隔震支座</p>

<p>抗震规范 GB50011-2010</p>		<p>建筑工程抗震性能化设计通则 应根据设计类型将以上规范规程列入设计文件(设计说明)中</p> <p>2. 是否按性能化目标设计由设计单位和业主确定,如采用抗震性能目标,其目标应符合《抗规》第3.10.3条,计算应符合《抗规》第3.10.4条。</p>
<p>12.2.3</p>	<p>隔震层的橡胶隔震支座应符合下列要求:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 隔震支座在表 12.2.3 所列的压应力下的极限水平变位,应大于其有效直径的 0.55 倍和支座内部橡胶总厚度 3 倍二者中的较大值。</li> <li>2. 在经历相应设计基准期的耐久试验后,隔震支座刚度、阻尼特性变化不超过初期值的 ±20%;徐变量不超过支座内部橡胶总厚度的 5%。</li> </ol>	<p>当隔震采用橡胶隔震支座时,审查内容要求如下:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 设计文件中应给出在压应力作用下水平极限变形参数;</li> <li>2. 本条文的第 2 款内容是对橡胶隔震支座的技术性能要求保证,应在设计图纸(如总说明)中注明。这是对产品采购的技术要求。</li> </ol>



<p>抗震规范 GB50011-2010</p>	<p>12.2.7</p>	<p>防震结构的防震措施，应符合下列规定： 1. 防震结构应采用不阻碍防震层在罕遇地震下发生大变形的下列措施： 1) 上部结构的周边应设置竖向防震缝，缝宽不宜小于各防震支座在罕遇地震下的最大水平位移值的1.2倍且不小于200mm。对两相邻防震结构，其缝宽取最大水平位移值之和，且不小于400mm。 2) 上部结构与下部结构之间，应设置完全贯通的水平防震缝，缝高可取20mm，并用柔性材料填充；当设置水平防震缝确有困难时，应设置可靠的水平滑移垫层。 3) 穿越防震层的门廊、楼梯、电梯、车道等部位，应防止可能的碰撞。</p>	<p>1. 应在图纸（设计说明）中列出防震层在地震作用（大震）下的位移值； 2. 图纸中应对结构的竖向、水平防震缝有明确的表示，其宽度应符合本条文规定； 3. 穿越防震层的门廊、楼梯、电梯、车道等部位，防震缝中应有防止可能的碰撞措施。当采用设置防震缝的措施时，这些部位的缝宽、位置应在图纸中有明确表示，且缝宽应满足本条要求。</p>
	<p>12.2.8</p>	<p>防震层与上部结构的连接，应符合下列规定： 1. 防震层顶部应设置梁板式楼盖，且应符合下列要求： 1) 防震支座的相关部位应采用现浇混凝土梁板结构，现</p>	<p>1. 在考虑水平地震作用时，当上部结构的防震措施较本地区非防震建筑的要求降低，应复核水平防震缝系数是否满足本条规定的规定，所降低程度是否满足本条规定不低于1度的要求； 2. 检查在考虑竖向地震作用时，图纸中防震缝系数与计算书是否相符。 3. 检查在考虑竖向地震作用时，图纸中防震缝系数是否降低了。如降低则违反规范要求。有关防震缝作用的防震构造措施见规范本条下的附注。</p>

		<p>浇板厚度不应小于 160mm；</p> <p>2) 隔震层顶部梁、板的刚度和承载力，宜大于一般楼盖梁、板的刚度和承载力；</p> <p>3) 隔震支座附近的梁、柱应计算冲切和局部承压，加密箍筋并根据需要配置网状钢筋。</p> <p>2. 隔震支座和阻尼装置的连接构造，应符合下列要求：</p> <p>1) 隔震支座和阻尼装置应安装在便于维护人员接近的部位；</p> <p>3) 外露的预埋件应有可靠的防锈措施。预埋件的锚固钢筋应与钢板牢固连接，锚固钢筋的锚固长度宜大于 20 倍锚固钢筋直径，且不应小于 250mm。</p>	
--	--	---	--

## 1.2 隔震结构计算书内容审查

规范名称	条文号	条文内容	审查内容及说明
		1. 结构计算书一般性内容	详见住房城乡建设部《建筑工程施工图设计文件技术审查要点》相关章节
		2. 隔震结构计算书专项技术内容	
抗震规范 GB50011-2010	12.1.3	<p>建筑结构采用隔震设计时应符合下列各项规定：</p> <p>3. 风荷载和其他非地震作用产生的总水平力不宜超过结构总重力的 10%。</p>	设计文件中应提供风荷载和其他非地震作用的水荷载标准值产生的总水平力的计算结果, 审查予以复核。
	12.2.1	<p><b>隔震设计应根据预期的竖向承载力、水平向减震系数和位移控制要求, 选择适当的隔震装置及抗风装置组成结构的隔震层。隔震支座应进行竖向承载力的验算和罕遇地震下水平位移的验算。</b></p> <p><b>隔震层以上结构的水平地震作用应根据水平向减震系数确定; 其竖向地震作用标准值, 8 度 (0.2g)、8 度 (0.3g) 和 9 度时分别不应小于隔震层以上结构总重力荷载代表值的 20%、30% 和 40%。</b></p>	<p>1. 设计文件(计算书)中应给出结构隔震层的验算结果。</p> <p>2. 设计文件(计算书)中应给出隔震支座竖向承载力验算、罕遇地震作用下的最大位移。</p> <p>3. 隔震层以上地震作用计算:</p> <p>1) 水平地震影响系数应按本规范第 12.2.5 条计算;</p> <p>2) 应按照本规范第 12.2.5-4 条规定进行必要的竖向地震作用计算, 计算竖向地震作用标准值应满足本条要求。</p>

<p>抗震规范 GB50011-2010</p>	<p>12.2.2</p>	<p>建筑结构隔震设计的计算分析，应符合下列规定： 1. 隔震体系的计算简图，应增加山隔震支座及其顶部梁板组成的质点；对变形特征为剪切型的结构可采用剪切模型（图12.2.2）；当隔震层以上结构的质心与隔震层刚度中心重合时，应计入扭转效应的影响。隔震层顶部的梁板结构，应作为其上部结构的一部分进行计算和设计。 2. 一般情况下，宜采用时程分析法进行计算；输入地震波的反应谱特性和数量，应符合本规范第5.1.2条的规定，计算结果宜取其包络值；当处于发震断层10km以内时，输入地震波应考虑近场影响系数，5km以内宜取1.5，5km以外可取不小于1.25。 3. 砌体结构及基本周期与其相当的结构可按本规范附录L简化计算。</p>	<p>1. 通常情况，隔震结构的整体计算分析建议采用程序计算，对于砌体可按附录采用“手算”； 2. 对采用时程分析法进行计算时，应复核其计算所采用的地震波的技术要求是否符合《抗规》第5.1.2-3条要求。选取地震波时应采用符合隔震结构的地震波。 3. 地震波应符合规范相关要求。 4. 近断层的隔震结构，地震作用应按要求放大。</p>
<p>12.2.3</p>	<p>隔震层的橡胶隔震支座应符合下列要求： 3. 橡胶隔震支座在重力荷载代表值的竖向压应力不应超过表12.2.3的规定。</p>	<p>本条第3款对橡胶支座的平均压应力提出控制性要求，是隔震设计的关键之一。 当隔震采用橡胶隔震支座时，审查内容要求如下：设计文件中应给出隔震支座在重力荷载代表值的压应力验算，其结果应满足《抗规》表12.2.3的限值；</p>	
<p>12.2.4</p>	<p>隔震层的布置、竖向承载力、侧向刚度和阻尼应符合下列规定： 1. 隔震层应设置在结构的底部或下部，其橡胶隔震支座应设置在受力较大的位置，间距不宜过大，其规格、数量和分布应根据竖向承载力、侧向刚度和阻尼的要求通过计算确定。隔震层在罕遇地震下应保持稳定，不宜出现不可恢复的变形；其橡胶支座在罕遇地震的水平 and 竖向地震作用下，拉应力不应大于1MPa。</p>	<p>设计文件（计算书）中应给出以下内容： 1.2 罕遇地震作用下各隔震支座对应的拉应力，且不大于1MPa； 1.2 罕遇地震下的抗拉验算应考虑竖向地震作用； 1.2 计算文件中应给出计算模型所采用的隔震支座等效刚度值并满足规范要求。</p>	

<p>抗震规范 GB50011-2010</p>		<p>2. 隔震层的水平等效刚度和等效黏滞阻尼比可按下列公式计算： 公式-12.2.4-1、12.2.4-2</p> <p>3. 隔震支座由试验确定设计参数时，竖向荷载应保持本规范表 12.2.3 的压力限制；对水平向减震系数计算，应取剪切变形 100% 的等效刚度和等效黏滞阻尼比；对罕遇地震验算，宜采用剪切变形 250% 的等效刚度和等效黏滞阻尼比，当隔震支座直径较大时可采用剪切变形 100% 的等效刚度和等效黏滞阻尼比。当采用时程分析时，应以试验所得回滞曲线作为计算依据。</p>	
<p>12.2.5</p>	<p>隔震层以上结构的地震作用计算，应符合下列规定：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 对多层结构，水平地震作用沿高度可按重力荷载代表值分布。</li> <li>2. 隔震后水平地震作用计算的水平地震影响系数可按本规范第 5.1.4、第 5.1.5 条确定。其中，水平地震影响系数最大值可按下列公式计算：<math>\alpha_{max,i} = \beta \alpha_{max} / \psi</math></li> <li>3. 隔震层以上结构的总水平地震作用不得低于非隔震结构在 6 度设防时的总水平地震作用，并进行抗震验算；各楼层的水平地震剪力尚应符合本规范第 5.2.5 条对本地区设防烈度的最小地震剪力系数的规定。</li> <li>4. 9 度和 8 度且水平向减震系数不大于 0.3 时，隔震层以上的结构应进行竖向地震作用计算。隔震层以上结构竖向地震作用标准值计算时，各楼层可视为质点，并按本规范式 (5.3.1-2) 计算竖向地震作用标准值沿高度的分布。</li> </ol>	<p>本条文主要为计算内容的要求，计算书中应给出（单列）以下内容：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 隔震后的水平地震影响系数 <math>\alpha_{max,i}</math> 的计算、水平向减震系数；</li> <li>2) 对多层建筑，为按弹性计算所得各层隔震和非隔震各层剪力的最大比值；</li> <li>3) 对高层建筑，为按弹性计算所得各层隔震和非隔震各层剪力最大比值和倾覆力矩最大比值二者较大值；（各楼层的水平地震剪力尚应符合本规范第 5.2.5 条对本地设防烈度的最小地震剪力系数的规定，按隔震结构实际周期选取）</li> <li>4) 当 9 度和 8 度时且水平向减震系数不大于 0.3 时，隔震层以上结构应进行竖向地震作用计算，并应给出相应计算结果；</li> </ol> <p>上述计算结果应满足本条文规定以及对应的其他条文规定。</p>	

<p>抗震规范 GB50011-2010</p>	<p>12.2.6</p>	<p>隔震支座的水平剪力应根据隔震层在罕遇地震下的水平剪力按各隔震支座的水平等效刚度分配；“按扭转耦联计算时，尚应计入隔震层的扭转刚度。 隔震支座对应于罕遇地震水平剪力的水平位移，应符合下列要求：<math>u_i \leq [u_i]</math> (12.2.6-1) <math>u_i = \eta_i u_e</math> (12.2.6-2)</p>	<p>本条文主要为抗震计算内容的要求，审核计算书中各隔震支座水平位移计算是否符合规范要求。</p>
<p>12.2.8</p>	<p>隔震层与上部结构的连接，应符合下列规定： 1. 隔震层顶部应设置梁板式楼盖，且应符合下列要求： 2) 隔震层顶部梁、板的刚度和承载力，宜大于一般楼盖梁、板的刚度和承载力； 3) 隔震支座附近的梁、柱应计算冲切和局部承压，加密箍筋并根据需要配置网状钢筋。 2. 隔震支座和阻尼装置的连接构造，应符合下列要求： 2) 隔震支座与上部结构、下部结构之间的连接件，应能传递罕遇地震下支座的最大水平剪力和弯矩；</p>	<p>1. 设计文件（计算书）中应有隔震支座附近的梁、柱冲切和局部承压的验算； 2. 隔震支座与上部结构、下部结构之间的连接件的抗剪、抗弯验算（罕遇地震下）。</p>	<p>1. 设计文件（计算书）中应有隔震支座附近的梁、柱冲切和局部承压的验算； 2. 隔震支座与上部结构、下部结构之间的连接件的抗剪、抗弯验算（罕遇地震下）。</p>
<p>12.2.9</p>	<p><b>隔震层以下的结构和基础应符合下列要求：</b> 1. 隔震层支墩、支柱及相连构件，应采用隔震结构罕遇地震下隔震支座底部的竖向力、水平力和力矩进行承载力验算。 2. 隔震层以下的结构（包括地下室和隔震塔楼下的底盘）中直接支撑隔震层以上结构的相关构件，应满足嵌固的刚度比和隔震后设防地震的抗震承载力要求，并按罕遇地震进行抗剪承载力验算。隔震层以下地面以上的结构在罕遇地震下的层间位移角限值应满足表 12.2.9 要求。 3. 隔震建筑地基基础的抗震验算和地基处理仍应按本地区抗震设防烈度进行，甲、乙类建筑的抗液化措施应按提高一个液化等级确定，直至全部消除液化沉陷。</p>	<p>本条文主要审查计算书内容的完整性、符合性。 1. 应有罕遇地震工况的整体计算分析，给出各支座底部反力（包括竖向力、水平力和力矩）并<b>以此反力进行隔震层支墩、支柱及相连构件的承载力验算</b>； 2. 隔震层以下结构中直接支撑隔震层的相关构件应满足下列要求： a) 嵌固的刚度比要求； b) 隔震后的中震弹性要求； c) 隔震后的大震抗剪弹性要求 3. “当隔震层位于地面以上某层时，隔震层以下地面以上的结构的位移应按罕遇地震验算层间</p>	<p>本条文主要审查计算书内容的完整性、符合性。 1. 应有罕遇地震工况的整体计算分析，给出各支座底部反力（包括竖向力、水平力和力矩）并<b>以此反力进行隔震层支墩、支柱及相连构件的承载力验算</b>； 2. 隔震层以下结构中直接支撑隔震层的相关构件应满足下列要求： a) 嵌固的刚度比要求； b) 隔震后的中震弹性要求； c) 隔震后的大震抗剪弹性要求 3. “当隔震层位于地面以上某层时，隔震层以下地面以上的结构的位移应按罕遇地震验算层间</p>

			<p>位移角，其位移值应满足表 12.2.9 要求；</p> <p>4. 隔震建筑地基基础的抗震验算和地基处理仍应按本地区抗震设防烈度进行，甲、乙类建筑的抗液化措施应按提高一个液化等级确定，直至全部消除液化沉降。</p>
--	--	--	--

## 2 消能减震结构设计文件审查

### 2.1 消能减震结构设计说明及图纸内容审查

规范名称	条文号	条文内容	审查内容及说明
		1.结构设计说明及图纸一般性内容	详见住房城乡建设部《建筑工程施工图设计文件技术审查要点》相关章节
		2.消能减震结构设计说明及图纸专项技术内容	消能减震结构应专门写一个消能减震结构专项设计说明。
抗震规范 GB50011-2010	12.1.5	<p><b>隔震和消能减震设计时，隔震装置和消能部件应符合下列要求：</b></p> <p>1. <b>隔震装置和消能部件的性能参数应经试验确定。</b></p> <p>2. <b>隔震装置和消能部件的设置部位，应采取便于检查和替换的措施。</b></p> <p><b>设计文件上应注明对隔震装置和消能部件的性能要求，安装前应按规定进行检测，确保性能符合要求。</b></p>	<p>1. 说明中应详细列出隔震装置（隔震支座）和消能部件（消能器）的性能参数要求。</p> <p>2. 说明中应注明隔震装置和消能部件在安装前应按规定进行检测，并给出性能参数的误差范围要求。</p> <p>消能部件周边不能再设置永久性结构构件，同时，施工图纸说明中应注明隔震装置和消能部件周边应留有足够空间以便于检查和替换的措施。</p> <p>注：规范本条款即涉及隔震结构也涉及消能减震结构，前面隔震结构中已有说明，在这重复列入以引起重视。</p>



<p>抗震规范 GB50011-2010</p>	<p>12.3.6</p>	<p>消能器的性能检验，应符合下列规定：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 对黏滞流体消能器，由第三方进行抽样检验，其数量为同一工程同一类型同一规格数量的 20%，但不少于 2 个，检测合格率为 100%，检测后的消能器可用于主体结构；对其他类型消能器，抽检数量为同一类型同一规格数量的 3%，当同一类型同一规格的消能器数量较少时，可以在同一类型消能器中抽检总数的 3%，但不应少于 2 个，检测合格率为 100%，检测后的消能器不能用于主体结构。</li> <li>2. 对速度相关型消能器，在消能器设计位移和设计速度幅值下，以结构基本频率往复循环 30 圈后，消能器的主要设计指标误差和衰减量不应超过 15%；对位移相关型消能器，在消能器设计位移幅值下往复循环 30 圈后，消能器的主要设计指标误差和衰减量不应超过 15%，且不应有明显的疲劳现象。</li> </ol>	<p>设计文件(设计说明)中应注明消能器相关技术要求：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 消能器类型；</li> <li>2. 消能器检验要求和方法；</li> </ol> <p>图纸说明中应根据消能器的类型直接注明本工程消能器检验要求和方法，并应满足《抗震规范》第 12.3.6 条以及相关产品检验的有关技术规范、规程的要求。</p>
	<p>12.3.8</p>	<p>当消能减震结构的抗震性能明显提高时，主体结构的抗震构造要求可适当降低。降低程度可根据消能减震结构地震影响系数与不设置消能减震装置结构的地震影响系数之比确定，最大降低程度应控制在 1 度以内。</p>	<p>当主体结构的抗震构造措施较正常结构降低时，应审查以下内容：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 计算书应给出本工程采用消能减震措施（包括消能器等）后得到的结构地震影响系数、计算降低系数；</li> <li>2. 审查设计图纸中的构造措施降低是否与降低系数匹配，即构造降低程度不能超过计算的降低系数；</li> <li>3. 主体结构的抗震构造要求降低程度，其构造要求降低最多不超过 1 度。</li> </ol>

<p>建筑消能减震技术规程 JGJ297-2013</p>	<p>1.0.3</p>	<p>按本规程设计与施工的消能减震结构，其抗震设防目标是：当遭受低于本地区抗震设防烈度的多遇地震影响时，消能部件正常工作，主体结构不受损坏或不需要修理可继续使用；当遭受相当于本地区抗震设防烈度的设防地震影响时，消能部件正常工作，主体结构可能发生损坏，但经一般修理仍可继续使用；当遭受高于本地区抗震设防烈度的罕遇地震影响时，消能部件不应丧失功能，主体结构不致倒塌或发生危及生命的严重破坏。</p>	<p>1. 按本规程设计与施工的消能减震结构，当遭受低于本地区抗震设防烈度的多遇地震影响或遭受相当于本地区抗震设防烈度的设防地震影响时，消能部件正常工作；当遭受高于本地区抗震设防烈度的罕遇地震影响时，消能部件不应丧失功能（一般需进行大震作用验算）； 2. 按本规程设计与施工的消能减震结构，主体结构的抗震设防目标不应低于《建筑抗震设计规范》GB50011-2010的1.0.1规定。</p>
<p>3.1.4</p>	<p>确定消能减震结构设计方案时，消能部件的布置应符合下列规定：</p>	<p>1 消能部件宜根据需沿结构主轴方向设置，形成均匀合理的结构体系。 2 消能部件宜设置在层间相对变形或速度较大的位置。 3 消能部件的设置，应便于检查、维护和替换，设计文件中应注明消能器使用的环境、检查和维修要求。</p>	<p>消能部件在正常使用情况下要进行常规检查，特别是对于消能器使用年限小于主体结构使用年限时应进行检查和影响的消能器，其在达到使用年限时应进行环境和检查和维护要求。</p>
<p>3.2.2</p>	<p>应用于消能减震结构中的消能器应符合下列规定：</p>	<p>1 消能器应具有型式检验报告或产品合格证。 2 消能器的性能参数和数量应在设计文件中注明。</p>	<p>设计文件中应注明消能器的性能参数和数量。</p>
<p>3.5.1</p>	<p>支撑及连接件一般采用钢构件，也可采用钢管混凝土或钢筋混凝土构件。对支撑材料和施工有特殊规定时，应在设计文件中注明。</p>	<p>当安装消能器的支撑及连接件所用材料有特殊要求时，应在设计文件中作特殊说明。</p>	<p>当安装消能器的支撑及连接件所用材料有特殊要求时，应在设计文件中作特殊说明。</p>
<p>3.5.2</p>	<p>钢筋混凝土构件作为消能器的支撑构件时，其混凝土强度等级不应低于C30。</p>	<p>钢筋混凝土支撑构件混凝土强度等级是否不低于C30。</p>	<p>钢筋混凝土支撑构件混凝土强度等级是否不低于C30。</p>
<p>3.6.1</p>	<p>消能部件的耐久性应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010的规定，承受竖向荷载的消能器应按主体结构的要求</p>	<p>消能部件的耐久性应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010的要求</p>	<p>应在设计说明中注明消能器的耐久性要求，且承受竖向荷载的消能器应按主体结构的要求进行防火处理。</p>

<p>建筑消能减震技术规程 JGJ297-2013</p>	<p>进行防火处理。</p>	
<p>6.1.3</p>	<p>消能减震结构的高度超过现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011 规定时，应进行专项研究。</p>	<p>根据超限审查规定，当消能减震结构的高度超过现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011 规定时，仍应进行专项研究。有关超限界定应按超限高层建筑工程抗震设防专项审查技术要点（建质[2010]109 号）确定。</p>
<p>8.1.4</p>	<p>消能部件尺寸、变形、连接件位置及角度、螺栓孔位置及直径、高强度螺栓、焊接质量、表面防锈漆等应符合设计文件规定。</p>	<p>设计文件应对消能部件尺寸、变形、连接件位置及角度、螺栓孔位置及直径、高强度螺栓、焊接质量、表面防锈漆等给出规定。</p>
<p>8.4.3</p>	<p>消能部件安装的吊装就位、测量校正应符合设计文件的要求。</p>	<p>检查设计文件是否对消能部件安装的吊装就位、测量校正等给出了相应规定。</p>
<p>8.5.2</p>	<p>消能部件采用铰接连接时，消能部件与销栓或球铰等铰接件之间的间隙应符合设计文件要求，当设计文件无要求时，间隙不应大于 0.3mm。</p>	<p>当设计对消能部件的铰接连接间隙有特殊要求时，设计文件应给出消能部件与销栓或球铰等铰接件之间的间隙控制值。</p>
<p>8.7.2</p>	<p>消能部件应根据消能器的类型、使用期间的具体情况、消能器设计使用年限和设计文件要求进行定期检查。金属消能器、屈曲约束支撑和摩擦消能器在正常使用情况下可不进行定期检查；黏滞消能器和黏弹性消能器在正常使用情况下一般 10 年或二次装修时应进行目测检查，在达到设计使用年限时应进行抽样检验。消能部件在遭遇地震、强风、火灾等灾害后应进行抽样检验。</p>	<p>设计文件应给出了对消能部件进行定期检查的要求。</p>

## 2.2 消能减震结构计算书内容审查

规范名称	条文号	条文内容	审查内容及说明
		1. 结构计算书一般性内容	详见住房城乡建设部《建筑工程施工图设计文件技术审查要点》相关章节
		2. 消能减震结构计算书专项技术内容	
抗震规范 GB50011-2010	12.3.3	<p>消能减震设计的计算分析，应符合下列规定：</p> <p>1. 当主体结构基本处于弹性工作阶段时，可采用线性分析方法作简化估算，并根据结构的变形特征和高度等，按本规范第 5.1 节的规定分别采用底部剪力法、振型分解反应谱法和时程分析法。消能减震结构的地震影响系数可根据消能减震结构的总阻尼比按本规范第 5.1.5 条的规定采用。</p> <p>消能减震结构的自振周期应根据消能减震结构的总刚度确定，总刚度应为结构刚度和消能部件有效刚度的总和。</p> <p>消能减震结构的总阻尼比应为结构阻尼比和消能部件附加给结构的有效阻尼比的总和；多遇地震和罕遇地震下的总阻尼比应分别计算。</p> <p>2. 对主体结构进入弹塑性阶段的情况，应根据主体结构体系特征，采用静力非线性分析方法或非线性时程分析方法。在非线性和静力分析中，消能减震结构的恢复力模型应包括结构恢复力模型和消能部件的恢复力模型。</p> <p>3. 消能减震结构的层间弹塑性位移角限值，应符合预期的变形控制要求，宜比非消能减震结构适当减小。</p>	<p>检查以下主要技术参数使用(主要针对计算文件审查):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 总阻尼比在进行多遇地震和罕遇地震下结构分析时应采用对应的数值;</li> <li>2. 整体计算分析中,对主体结构进入弹塑性阶段的情况应采用非线性分析方法;</li> <li>3. 消能减震结构的层间弹塑性位移角限值,不应超出预期的变形控制要求,一般时要适当减小。</li> </ol>

<p>抗震规范 GB50011-2010</p>	<p>12.3.5</p>	<p>消能部件的设计参数，应符合下列规定：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 速度线性相关型消能器与斜撑、墙体或梁等支承构件组成消能部件时，支承构件沿消能器消能方向的刚度应满足公式（12.3.5-1）。</li> <li>2. 黏弹性消能器的黏弹性材料总厚度应满足公式（12.3.5-2）。</li> <li>3. 位移相关型消能器与斜撑、墙体或梁等支承构件组成消能部件时，消能部件的恢复力模型参数应符合下列要求：公式（12.3.5-3）</li> <li>4. 消能器的极限位移应不小于罕遇地震下消能器最大位移的1.2倍；对速度相关型消能器，消能器的极限速度应不小于地震作用下消能器最大速度的1.2倍，且消能器应满足在此极限速度下的承载力要求。</li> </ol>	<p>计算书应包括并单独整理以下内容：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 采用速度线性相关型消能器时，应按本条规定单列支撑构件的刚度验算；</li> <li>2. 采用黏弹性消能器时，应按本条规定单列计算黏弹性材料总厚度；</li> <li>3. 应给出结构罕遇地震下消能器的位移值，该位移值应小于消能器的极限位移值的1/1.2倍；</li> <li>4. 当采用速度相关型消能器时，消能器的极限速度应不小于地震作用下消能器最大速度的1.2倍，且消能器应满足在此极限速度下的承载力要求。该项计算应单独列出；</li> <li>5. 上述消能器的技术指标（如极限位移值、极限速度等）应在设计文件中明确标注，以保证产品定货、设计计算的有效性；并核对图纸与计算书的一致性。</li> </ol>
	<p>12.3.7</p>	<p>结构采用消能减震设计时，消能部件的相关部位应符合下列要求：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 消能器与支承构件的连接，应符合本规范和有关规程对相关构件连接的要求。</li> <li>2. 在消能器施加给主结构最大阻尼力作用下，消能器与主结构之间的连接部件应在弹性范围内工作。</li> <li>3. 与消能部件相连的结构构件设计时，应计入消能部件传递的附加内力。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 消能器与支承构件的连接构件应满足抗震规范及相关规范对构件的构造要求。例如采用钢构件连接时，钢连接件的宽厚比、连接焊缝（或螺栓）等应满足抗震规范第八章和钢结构规范的要求；并核对图纸与计算书的一致性。</li> <li>2. 应给出与消能减震构件连接节点计算书 计算主要内容如下： 1) 应提供消能器施加给主结构最大阻尼力作用； 2) 按此内力，验算连接件的强度、稳定；验算时，连接件的材料强度指标应采用设计值。</li> </ol>

<p>建筑消能减震技术规程 JGJ297-2013</p>	<p>3.2.1</p>	<p>消能器选择应符合下列规定： 1 消能器应具备良好的变形能力和消耗地震能量的能力，消能器的极限位移应大于消能器设计位移的 120%。速度相关型消能器极限速度应大于消能器设计速度的 120%。 2 在 10 年一遇标准风荷载作用下，摩擦消能器不应进入滑动状态，金属消能器和屈曲约束支撑不应产生屈服。 3 消能器屈曲约束支撑和屈曲约束支撑型消能器应满足位移相关型消能器性能要求。 4 消能器应具有良好的耐久性和环境适应性。</p>	<p>1. 为使消能减震结构实现大震不倒的设防目标，需保证大震作用下消能器不致丧失功能而产生破坏。为此，消能器的极限位移不应小于在罕遇地震作用时消能器最大变形的 1.2 倍。同样，对于速度相关型消能器，其极限速度不应小于在罕遇地震作用下消能器达到的速度值 1.2 倍； 2. 金属消能器和屈曲约束支撑应保证在弹性范围内具有足够的抵抗设计风荷载的能力，以避免过早出现非预期的破坏。检查在 10 年一遇标准风荷载作用下的有关计算。 3. 消能器主要技术指标（如极限位移、极限速度等）应在设计文件中明确标注。</p>
	<p>3.3.3</p>	<p>消能减震结构的总阻尼比应为主体结构阻尼比和消能器附加给主体结构阻尼比的总和，结构阻尼比应根据主体结构处于弹塑性或弹塑性工作状态分别确定。</p>	<p>列出消能部件附加给主体结构的有效阻尼比的计算内容，并注意控制有效阻尼比 25%限值，当超过 25%时应给出必要的说明。</p>
	<p>3.3.4</p>	<p>消能减震结构的总刚度应为结构刚度和消能部件附加给结构的有效刚度之和。</p>	<p>计算结构地震反应和振动周期时是否考虑了附加刚度的影响。</p>
	<p>4.1.1</p>	<p><b>消能减震结构的抗震作用，应符合下列规定：</b> 1 应在消能减震结构的各个主轴方向分别计算水平地震作用并进行抗震验算，各方向的水平地震作用应由该方向消能部件和抗侧力构件承担。 2 有斜交抗侧力构件的结构，当相交角度大于 15°时，应分别计算各抗侧力构件方向的水平地震作用。 3 质量和刚度分布明显不对称的消能减震结构，应计入双向水平地震作用下的扭转影响；其他情况，应允许采用调整地震作用效应的方法计入扭转影响。</p>	<p>消能器布置于结构中，一般情况下不改变主体结构的结构形式和竖向承载能力，只是通过消能器消耗部分地震能量来减少结构在水平荷载作用下的反应；对于不同方向的水平地震作用由该方向的主体结构抗侧力构件和消能器共同承担。因此，消能减震结构地震作用计算的基本要求还是应满足《建筑抗震设计规范》GB50011-2010 第 5.1.1 条的要求。 1) 斜向地震作用计算时，不能因其总地震作</p>

<p>建筑消能减震 技术规程 JGJ297-2013</p>	<p>4 8度及8度以上的大跨度与长悬臂消能减震结构及9度时的高层消能减震结构，应计算竖向地震作用。</p>	<p>用比正交方向小而忽视，应主要检查斜向抗侧力构件的内力和配筋及斜向消能部件承担的地震作用大小； 2) 长悬臂构件计算竖向地震作用的长度界限，一般按9度1.5m、8度2m控制。</p>
<p>6.1.4</p>	<p>消能减震结构构件设计时，应考虑消能部件引起的柱、墙、梁的附加轴力、剪力和弯矩作用。</p>	<p>检查设计计算文件中是否考虑了与消能部件相连的主体结构构件因消能部件引起的附加作用。</p>
<p>7.1.6</p>	<p>与位移相关型或速度相关型消能器相连的预埋件、支撑和支墩、剪力墙及节点板的作用力取值应为消能器在设计位移或设计速度下对应阻尼力的1.2倍。</p>	<p>与消能部件相连接的主体结构构件与节点应考虑消能器的最大输出阻尼力作用，从而保证消能器在罕遇地震作用下不丧失功能。 1) 检查与位移相关型消能器在设计位移下的阻尼力计算；并检查与位移相关型消能器相连的预埋件、支撑和支墩、剪力墙及节点板的作用力取值； 2) 检查与速度相关型消能器在设计速度下的阻尼力计算；并检查与速度相关型消能器相连的预埋件、支撑和支墩、剪力墙及节点板的作用力取值； 3) 注意：消能器设计位移是指消能减震结构在罕遇地震作用下消能器达到的位移值；消能器设计速度是指消能减震结构在罕遇地震作用下消能器达到的速度值。</p>
<p>7.3.3</p>	<p>与速度线性相关型消能器连接的支撑、支墩、剪力墙的刚度应满足本规程第6.3.1条的要求，与其他类型消能器连接的支撑、支墩、剪力墙的刚度不宜小于消能器有效刚度的2倍。</p>	<p>采用速度线性相关型消能器时，应验算支撑构件沿消能器消能方向的刚度，并符合式(6.3.1-3)之规定；与其他类型消能器连接的支撑、支墩、剪力墙的刚度不宜小于消能器有效刚度的2倍。</p>