

河南省工程建设标准

建筑隔震技术标准

Technical standard for seismic isolation of buildings

(征求意见稿)

2023 年 9 月

前 言

根据河南省住房和城乡建设厅《河南省住房和城乡建设厅关于印发 2022 年工程建设标准编制计划的通知》（豫建科〔2023〕4 号文），由河南省城乡规划设计研究总院股份有限公司等单位对河南省工程建设标准《建筑隔震技术标准》进行了编制。

为提升河南省建筑隔震技术水平，贯彻落实《建设工程抗震管理条例》，编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国内外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本标准。

本标准共分 10 章，主要包括：总则；术语和符号；基本规定；地震作用与结构隔震验算；隔震层部件的技术性能；多高层房屋隔震设计；多层砌体房屋隔震设计；既有建筑隔震加固设计与施工；建筑非结构构件及设备隔震措施；施工、验收与维护；附录。

本标准由河南省住房和城乡建设厅负责管理，由主编单位负责具体内容的解释。

目 次

1 总 则	1
2 术语和符号	3
2.1 术语	3
2.2 符号	5
3 基本规定	8
3.1 一般规定	8
3.2 建筑形体及其构件布置的规则性	9
3.3 场地、地基和基础	10
3.4 隔震支座	10
3.5 试验和观测	11
4 地震作用与结构隔震验算	12
4.1 一般规定	12
4.2 设计反应谱与地震动输入	13
4.3 地震作用计算	16
4.4 构件截面设计	20
4.5 结构变形验算	25
4.6 楼面水平加速度	27
4.7 隔震层设计	27
5 隔震层部件的技术性能	31
5.1 一般规定	31
5.2 橡胶支座性能要求	31
5.3 弹性滑板支座性能要求	32
5.4 摩擦摆支座性能要求	33
5.5 阻尼装置性能要求	34
5.6 抗风及抗拉装置性能要求	34
5.7 隔震支座产品检验及要求	35
5.8 阻尼装置检验及要求	40
5.9 抗风及抗拉装置检验及要求	41
6 多高层房屋隔震设计	42
6.1 一般规定	42
6.2 隔震层布置	43

6.3 隔震支座与结构的连接	44
6.4 下部结构设计	45
6.5 上部结构设计	46
6.6 连体建筑的连接设计	47
7 多层砌体房屋隔震设计	48
7.1 一般规定	48
7.2 砌体房屋隔震设计要点	48
7.3 砌体结构的隔震措施	49
8 既有建筑隔震加固设计与施工	51
8.1 一般规定	51
8.2 上部结构隔震加固设计	53
8.3 隔震层托换设计	55
8.4 隔震层托换施工	56
8.5 隔震建筑地基基础加固	57
9 建筑非结构构件及设备隔震措施	58
9.1 一般规定	58
9.2 隔离缝	58
9.3 楼梯、电梯等隔震构造	59
9.4 外墙与屋面隔震构造	60
9.5 室内装修隔震构造	61
9.6 隔震层机电设备与管线	61
9.7 伸缩缝	63
9.8 非结构构件及设备要求	63
10 施工、验收与维护	64
10.1 一般规定	64
10.2 进场验收及施工	64
10.3 工程质量验收	65
10.4 标识与维护	66
附录 A 隔震建筑抗震性能设计	69
附录 B 复振型影响系数计算公式	72
附录 C 隔震支座连接设计	74
附录 D 标准形式隔震支座尺寸及力学性能	78
附录 E 非结构构件和建筑附属机电设备要求	85
附录 F 隔震建筑的常规和定期检查项目	89

1 总 则

1.0.1 为贯彻执行国家有关建筑工程防震减灾的法律法规，实行以预防为主的防震减灾方针，提高河南省建设工程抗震防灾能力，使建筑物采用隔震技术后，地震安全性得到进一步提高，做到安全适用、技术先进、经济合理、确保质量，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于河南省采用隔震技术的新建及既有建筑改造工程的设计、施工、验收和维护。

1.0.3 按本标准设计与施工的建筑，除有特殊要求外，其基本抗震设防目标如下：

第一档抗震设防目标：当遭受相当于本地区设防烈度的地震时，能够满足正常使用要求，主体结构不受损坏或不需要修理可继续使用；当遭受高于本地区抗震设防烈度的罕遇地震时，主体结构可能发生轻微或轻度损坏，经一般修理后可继续使用。特殊设防类建筑遭受极罕遇地震时，不致倒塌或发生危及生命的严重破坏。

第二档抗震设防目标：当遭受低于本地区抗震设防烈度的多遇地震时，主体结构不受损坏或不需修理可继续使用；当遭受相当于本地区设防烈度的地震时，主体结构可能发生轻微或轻度损坏，经一般修理后可继续使用；当遭受高于本地区抗震设防烈度的罕遇地震时，主体结构可能发生损坏，经修复后可继续使用。

第三档抗震设防目标：当遭受低于本地区抗震设防烈度的多遇地震时，主体结构不受损坏或不需修理可继续使用；当遭受高于本地区抗震设防烈度的罕遇地震时，建筑物不致倒塌或发生危及生命的严重破坏。

隔震建筑当抗震设防标准等有特殊要求时，宜按附录 A 采用结构抗震性能化设计方法进行补充分析和论证。

【1.0.3 条文说明】随着我国国民经济和城市化水平的发展，我国对建筑的防震减灾能力提出了更高的要求，《建设工程抗震管理条例》第十六条明确提出“位于高烈度设防地区、地震重点监视防御区的新建学校、幼儿园、医院、养老机构、儿童福利机构、应急指挥中心、应急避难场所、广播电视等建筑应当按照国家有关规定采用隔震减震等技术，保证发生本区域设防地震时能够满足正常使用要求”。隔震建筑应根据其重要性、震后损失、修复难易程度等选择合适的性能目标。

隔震建筑中“两区、八类”的建筑其抗震设防目标应按第一档，其它区域的重点设防类建筑其抗震设防目标宜按第二档，一般建筑其抗震设防目标可按第三档。其中第三档建筑可按《建筑抗震设计规范》GB 50011“三水准、两阶段”的设计方法进行设计，基于小震设计、大震复核，其设计计算方法可采用减震系数法进行分部设计；第二档建筑应按小震和中震包络设计、大震复核，其设计计算方法应采用直接设计法。

一般修理包含简单修理和适度修理，可参照《建筑抗震韧性评价标准》GB/T 38591 中评价方法。简单修理，即建筑修复费用与建造成本的比值小于 5%且修复时间小于 7 天；适度修理，即建筑修复费用与建造成本的比值小于 10%且修复时间小于 30 天。

1.0.4 隔震建筑的非结构构件和附属设备的使用功能有专门要求时，除满足本标准基本设防目标外，尚应满足非结构构件和附属设备抗震性能标准的规定。

1.0.5 隔震建筑设计、施工、验收和维护，除应符合本标准要求外，尚应符合国家及河南省现行相关标准的有关规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 隔震建筑 seismically isolated building

为降低建筑的地震响应，在结构中设置隔震层而实现隔震功能的建筑，包括上部结构、隔震层、下部结构和基础。

2.1.2 隔震层 seismic isolation interface

设置在被隔震的上部结构与下部结构或基础之间的全部部件的总称。包括隔震支座、阻尼装置、抗风装置、限位装置、抗拉装置、附属装置及相关的支承或连接构件等。

2.1.3 上部结构 superstructure

隔震建筑位于隔震层以上的结构部分。

2.1.4 下部结构 substructure

隔震建筑位于隔震层以下的结构部分，不包括基础。

2.1.5 基底隔震 base isolation

隔震层设置在建筑物底部的隔震体系。

2.1.6 层间隔震 inter-storey isolation

隔震层设置在建筑物底部以上某层间位置的隔震体系。

2.1.7 隔震支座 seismic isolator

隔震层用于承载上部结构，并具有隔震变形能力的支座。

2.1.8 阻尼装置 damping device

设置在隔震层用于吸收并耗散地震输入能量而使结构振动反应衰减的装置。

2.1.9 抗风装置 anti-wind device

隔震层用于抵御上部结构风荷载作用的装置，可以是隔震支座的组成部分，也可以单独设置。

2.1.10 抗拉装置 anti-tension device

隔震层中用于抵御上部结构倾覆作用引起支座竖向拉力的装置，防止隔震支座拉应力超出限值。

2.1.11 限位装置 stopper

限制隔震层位移超过合理设计范围的装置。

2.1.12 隔震橡胶支座 rubber isolation bearing

用于隔震层的橡胶支座，包括天然橡胶支座（LNR）、铅芯橡胶支座（LRB）、高阻尼橡胶支座（HDR）。

2.1.13 天然橡胶支座（LNR）linear natural rubber bearing

内部无竖向铅芯，由多层天然橡胶和多层钢板或其他材料交替叠置结合而成的支座。

2.1.14 铅芯橡胶支座（LRB）lead rubber bearing

内部含有竖向铅芯，由多层天然橡胶和多层钢板或其他材料交替叠置结合而成的支座。

2.1.15 高阻尼橡胶支座（HDR）high damping rubber bearing

用复合橡胶制成的具有较高阻尼性能的支座。

2.1.16 弹性滑板支座（ESB）elastic slide bearing

由橡胶支座部分（内部橡胶与内部钢板叠合整体硫化而成的支座部分）、滑移材料、滑移面板及上下连接板组成的隔震支座。

2.1.17 摩擦摆隔震支座（FPS）friction pendulum system

通过球面摆动延长结构振动周期和滑动界面摩擦消耗地震能量实现隔震功能的支座。

2.1.18 第一形状系数 1st shape factor

支座中单层橡胶层的有效承压面积与其自由侧面表面积之比。

2.1.19 第二形状系数 2nd shape factor

对于圆形支座，为其内部橡胶层直径与内部橡胶总厚度之比；对于矩形或方形支座，为内部橡胶层有效宽度与内部橡胶总厚度之比。

2.1.20 底部剪力比 base shear ratio

设防地震作用下建筑结构隔震后与隔震前上部结构底部剪力之比值。

2.1.21 极罕遇地震 very rare earthquake

在设计基准期内年超越概率为 10^{-4} 的地震动。

2.1.22 等效阻尼比 equivalent damping ratio

隔震层或隔震支座对应于某特定水平位移的阻尼比。

2.1.23 等效刚度 equivalent stiffness

隔震结构往复运动时，隔震层（或隔震支座）对应于某特定水平位移的割线刚度，其值可取特定水平位移对应的荷载与位移的比值。

2.1.24 隔离缝 isolation seam

隔震层相关部位及隔震构造预留的允许结构和构件变形的水平和竖向位移预留缝隙和空间，地震时允许上部结构能够自由水平运动，缝宽需满足设计及构造要求的相对水平位移。分为水平隔离缝和竖向隔离缝两种。建筑周边的竖向隔离缝也称为隔震沟。

2.1.25 建筑非结构构件 architectural non-structural components

建筑中除承重骨架体系以外的固定构件或部件，主要包括非承重墙体，附着于楼屋面结构的构件、装饰构件和部件、固定于楼面的大型储物柜等。

2.1.26 建筑附属机电设备 architectural attached mechanical and electrical equipmen

为建筑通用使用功能服务的附属机械、电气设备和系统，主要包括电梯、照明和应急电源、通信设备，管道系统，采暖和空气调节系统，烟火监测和消防系统，公用天线等。

2.1.27 功能性仪器设备 functional equipment facilities

除建筑附属机电设备外，为建筑特定使用功能直接服务的专门仪器设备及其系统，主要包括医疗设备、教学设备、信息系统等。

2.1.28 建筑隔震柔性连接系统 flexible connections system for seismic isolated buildings

设备管线穿越隔震层或跨越隔离缝时设置的满足隔震层相应水平位移要求的柔性管线系统，通常包括弯头、管线结构件、法兰、固定支吊架等。

2.2 符号

2.2.1 作用和作用效应

G ——上部结构总重力荷载代表值；

R ——构件承载力设计值；

R_k ——构件承载力标准值；

S_{Ek} ——地震作用标准值的组合效应；

S ——作用组合的效应设计值；

S_{Gk} ——永久荷载效应标准值；

S_{Qk} ——楼面活荷载效应标准值；

S_{Wk} ——风荷载效应标准值；

S_{GE} ——重力荷载代表值的效应；

S_{Ehk}^* ——水平地震作用标准值的效应；

S_{Evk}^* ——竖向地震作用标准值的效应；

V_{Eki} ——第 i 层对应于水平地震作用标准值的剪力；

V_{Rw} ——抗震层抗风承载力设计值；

V_{wk} ——风荷载作用下隔震层的水平剪力标准值；

V_{Ek}^* ——地震作用标准值的构件剪力；

2.2.2 材料性能

f_c ——混凝土轴心抗压强度设计值；

f_t ——混凝土轴心抗拉强度设计值；

K_{eq} ——隔震层水平等效刚度；

k_j ——第 j 隔震支座（含阻尼器）由试验确定的水平等效刚度；

ζ_{eq} ——隔震层等效阻尼比；

ζ_j ——第 j 隔震支座由试验确定的等效阻尼比。

2.2.3 几何参数

t_r ——单层橡胶层厚度；

T_r ——橡胶层总厚度。

2.2.4 计算系数

α ——地震影响系数；

α_{max} ——地震影响系数最大值；

γ ——地震影响系数曲线下降段的衰减指数；

η ——阻尼调整系数；

ζ ——阻尼比；

α_{vmax} ——竖向地震影响系数的最大值；

γ_o ——结构重要性系数；

γ_{RE} ——构建承载力抗震调整系数；

γ_G ——重力荷载代表值分项系数；

γ_Q ——楼面活荷载分项系数；

γ_W ——风荷载分项系数；

γ_L ——考虑结构设计工作年限的荷载调整系数；

ψ_Q 、 ψ_W ——分别为楼面活荷载组合值系数和风荷载组合值系数；

γ_{Eh} ——水平地震作用分项系数；

γ_{Ev} ——竖向地震作用分项系数；

γ_{Ra} ——承载力抗震调整系数；

λ ——水平地震剪力系数；

2.2.5 其他

S_1 ——隔震支座第一形状系数；

S_2 ——隔震支座第二形状系数；

T ——隔震结构自振周期；

T_1 ——隔震后体系的基本自振周期；

T_g ——特征周期。

3 基本规定

3.1 一般规定

3.1.1 隔震建筑的抗震设防类别应按现行国家标准《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223 的有关规定确定。

【3.1.1 条文说明】隔震建筑的抗震设防分类一般情况下，均应满足《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223，同时要依据《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002 和《建设工程抗震管理条例》（国务院令第 744 号）中的相关要求采取抗震设防措施。

3.1.2 隔震建筑应根据建筑抗震设防类别、设计地震动参数、建筑结构类型和使用要求、场地和地基条件、结构材料和施工等因素，确定合理的隔震方案。

3.1.3 位于高烈度设防地区、地震重点监视防御区的新建学校、幼儿园、医院、养老机构、儿童福利机构、应急指挥中心、应急避难场所、广播电视等建筑应采用隔震减震等技术，保证发生本区域设防地震时能够满足正常使用要求。鼓励在除前述规定以外的建筑工程中采用隔震减震等技术，提高抗震性能。

3.1.4 保证发生本区域设防地震时能够满足正常使用要求的隔震建筑，其抗震设防目标应选用第一档，设防地震时正常使用功能建筑应按表 3.1.4 进行分类。

表 3.1.4 设防地震时保持正常使用功能建筑分类

建筑类型	建筑
I 类	应急指挥中心建筑；医院主要建筑；应急避难场所建筑；广播电视建筑等
II 类	学校建筑；幼儿园建筑；医院附属用房；养老机构建筑；儿童福利机构建筑等

【3.1.4 条文说明】I 类建筑确定原则为在地震发生时和发生后建筑损坏将产生严重次生灾害或严重影响抗震救灾的建筑，II 类建筑确定原则为用于保护弱势群体的建筑及某些人员密集建筑，综合考虑震后影响，本标准规定 I 类建筑的抗震性能目标高于 II 类建筑。

学校建筑包括小学、中学（含职业教育）、高等教育学校，以及党校、老年大学的全部主要建筑，学校建筑中独立建设的附属建筑如大门、设备用房等可以不用按 I 类、II 类建筑设计。

医院主要建筑包括门诊、医技、住院用房。医院附属用房指维持医院主要建筑正常使用要求的直接保障类用房，如独立建造的药品库、动力保障中心、办公楼、设备用房等。

养老机构是为老年人提供集中居住和照料服务的机构包括养老院、托老所、老年人日间照料中心等，对于可容纳老年人人数 ≥ 10 床（人）的建筑可以按 II 类建筑设计。养老机构与其他功能建筑合建时，根据可容纳老年人（床）数及面积比例等综合考虑。

3.1.5 对于第一档抗震设防目标的隔震建筑，应按设防地震、罕遇地震进行设计。在设防地震作用下，应进行结构以及隔震层的承载力和变形验算；在罕遇地震作用下，应进行结构以及隔震层的变形验算，并应对隔震层的承载力进行验算；在极罕遇地震作用下，对特殊设防类建筑尚应进行结构及隔震层的变形验算。

3.1.6 对于第二档抗震设防目标的隔震建筑，应按多遇地震、设防地震、罕遇地震进行设计。在多遇地震作用下，应进行结构的承载力和变形验算；在设防地震作用下，应进行结构以及隔震层的承载力和变形验算；在罕遇地震作用下，应进行结构以及隔震层的变形验算，并应对隔震层的承载力进行验算。

3.1.7 对于第三档抗震设防目标的隔震建筑，应按多遇地震和罕遇地震进行设计。在多遇地震作用下，应进行结构的承载力和变形验算；在罕遇地震作用下，应进行结构以及隔震层的变形验算，并对隔震层的承载力进行验算。

3.1.8 隔震建筑结构高宽比一般情况下宜小于 4，且不应大于相关规程对非隔震结构的具体规定，最大高度应满足《建筑抗震设计规范》GB 50011 非隔震结构的要求；高宽比大于 4 的结构采用隔震设计时，应进行专门研究。

3.1.9 风荷载和其他非地震作用的水平荷载标准值产生的总水平力不宜超过结构总重力的 10%。

3.1.10 隔震建筑房屋高度、规则性、结构类型、隔震层设置等超过相关标准的规定或抗震设防标准等有特殊要求时，宜按本标准附录 A 采用结构抗震性能设计方法进行补充分析和论证。

3.1.11 隔震层中隔震支座的设计工作年限不应低于建筑结构的设计工作年限。当隔震层中的其他装置的设计工作年限低于建筑结构的设计工作年限时，在设计中应注明并预设可更换措施。

3.2 建筑形体及其构件布置的规则性

3.2.1 建筑设计应根据隔震概念设计的要求明确建筑形体的规则性。不规则建筑应按规定采取加强措施；特别不规则的建筑应进行专门研究和论证，采取特别的加强措施。建筑形体及其构件布置的平面、竖向不规则性根据《建筑抗震设计规范》GB 50011 确定。

3.2.2 在平面上应当通过隔震支座的布置，控制隔震层刚度分布均匀，并尽量使隔震层刚度中心与上部结构的质量中心一致。

3.3 场地、地基和基础

3.3.1 隔震建筑的场地宜选择对抗震有利地段，应避免不利地段，当无法避开时应采取有效的措施。不应选择危险地段。

3.3.2 隔震建筑场地宜为 I、II、III 类，并应选用稳定性较好的基础类型。当场地为 IV 类时，应采取有效措施。

3.3.3 隔震结构宜避开发震断层。隔震结构处于发震断层 10km 以内时，应采取有效措施。

3.3.4 第一档隔震建筑地基基础的设计和抗震验算，应满足本地区抗震设防烈度地震作用的要求，符合《建筑抗震设计规范》GB 50011 中可不进行地基和基础抗震验算的建筑，采用隔震设计时也可不进行地基和基础的抗震承载力验算。

第二、三档隔震建筑地基基础的设计和抗震验算应满足《建筑抗震设计规范》GB 50011 规定。

【3.3.4 条文说明】地震时保持正常使用功能建筑地基基础的设计和抗震验算，应按照设防地震作用进行验算。地基的抗震验算应采用地震作用效应的标准组合和地基承载力极限值进行，地基承载力极限值可取 2 倍地基承载力特征值，对于天然地基尚应考虑基础宽度和埋置深度进行修正。

基础抗剪、抗冲切验算应采用地震作用效应的基本组合和基础承载能力设计值，基础抗弯承载力验算可采用地震作用效应的标准组合和基础承载能力标准值。

3.3.5 隔震建筑地基基础的抗震构造措施，应符合《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定。对重点设防类建筑的地基抗液化措施，应按提高一个液化等级确定；对特殊设防类建筑的地基抗液化措施应进行专门研究，且不应低于重点设防类建筑的相应要求，直至全部消除液化沉陷。

3.4 隔震支座

3.4.1 隔震支座类型：隔震支座类型主要有天然橡胶支座（LNR）、铅芯橡胶支座（LRB）、高阻尼橡胶支座（HDR）、弹性滑板支座（ESB）、摩擦摆隔震支座（FPS）等。

3.4.2 隔震支座应符合下列要求：

- 1 支座在设计压应力作用下，应具有良好的耐久性；
- 2 支座在设计压应力作用下，应具有满足要求的竖向承载能力和极限水平变形能力；
- 3 支座应具有一定的耗能能力。若支座提供的耗能能力不足，可设置附加耗能装置；
- 4 支座应具有合理的水平刚度和承载力，应满足延长结构周期、控制极限位移和结构抵御风荷载等要求，并为隔震层提供自动复位能力。

- 3.4.3 隔震支座的性能参数及滞回曲线应由所用产品的试验确定。
- 3.4.4 隔震层包含无自复位性能的隔震支座时，应进行自复位验算。
- 3.4.5 隔震支座的设置部位，除根据建筑使用功能确定外，尚应便于检查和替换。
- 3.4.6 设计文件上应注明对支座的性能要求，支座安装前应具有符合设计要求的型式检验报告、出厂检验报告及见证检验报告。
- 3.4.7 隔震层设置在有耐火要求的使用空间时，隔震支座及其连接应根据使用空间的耐火等级采取相应的防火措施，且耐火极限不应低于与其连接的竖向构件相应的防火规范中要求耐火极限要求。

3.5 试验和观测

- 3.5.1 对特殊设防类隔震建筑或有特殊要求的隔震建筑，宜采用结构模型的模拟地震振动台试验对隔震方案进行补充验证。
- 3.5.2 对较重要或有特殊要求的隔震建筑，应设置地震反应观（监）测系统。
- 3.5.3 隔震建筑宜设置记录隔震层地震变形响应的装置。
- 3.5.4 当隔震建筑遭受不低于本地区基本烈度的地震后，应对隔震支座进行检查和维护。
- 【3.5.4 条文说明】当隔震建筑遭受不低于本地区基本烈度的地震后，应对隔震建筑的隔震支座、阻尼器等进行检查和维护，如以上构件出现不适宜继续工作的特征则需要对其进行更换。

4 地震作用与结构隔震验算

4.1 一般规定

4.1.1 隔震建筑的地震作用应符合下列规定：

- 1 一般情况下，应至少沿建筑结构的两个主轴方向分别计算水平地震作用，各方向的水平地震作用应由该方向抗侧力构件承担；
- 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 隔震结构可采用调整地震作用效应的方法计入扭转影响；质量和刚度分布明显不对称的结构，应计入双向水平地震作用下的扭转影响；
- 4 抗震设防烈度不低于 7 度 ($0.15g$) 时的长悬臂和大跨结构，应计算竖向地震作用；
- 5 对平面投影尺度很大的空间结构和长线型结构，地震作用计算时应考虑地震地面运动的空间和时间变化。

4.1.2 隔震结构分析模型应符合下列规定：

- 1 所选取的分析模型应能合理反映结构中构件的实际受力状况；
- 2 上部结构和下部结构可选多质点系、空间杆系、空间杆-墙板元或壳元、连续体及其他组合有限元等计算模型；
- 3 隔震层的隔震支座和阻尼器应选择能正确反映其特性的计算模型。

4.1.3 隔震结构地震作用计算，除特殊要求外，可采用下列方法：

- 1 房屋高度不超过 24m、上部结构以剪切变形为主，且质量和刚度沿高度分布比较均匀的隔震建筑，可采用底部剪力法；
- 2 除本条第 1 款外的隔震结构应采用振型分解反应谱法；
- 3 对于房屋高度大于 60m 的隔震建筑，不规则的建筑，或隔震层隔震支座、阻尼装置及其他装置的组合复杂的隔震建筑，尚应采用时程分析法进行补充计算。
- 4 非线性分析方法可采用动力非线性时程分析方法。

【4.1.3 条文说明】根据主体结构的工作状态，隔震结构的地震作用效应计算应采用下列方法：1、计算模型宜采用空间结构有限元模型，应包括隔震支座、消能部件的力学参数，力学模型应与产品试验结果相符；2、当主体结构处于弹性工作状态，且隔震支座、消能器处于线性工作状态时，可采用振型分解反应谱法、线性时程分析法；3、当主体结构处于弹性工作状态，且隔震支座、消能器处于非线性工作状态时，可将隔震支座、消能器进行等效线性化，采用等效阻尼比和等效刚度的振型分解反应谱法、线性时程分析法，也可采用非线性时程分析法；4、当主体结构进入非线性状态时，

可采用动力非线性时程分析方法。

4.1.4 当处于发震断层 10km 以内时，隔震结构地震作用计算应考虑近场影响，乘以增大系数，第一档隔震建筑，5km 及以内宜取 1.25，5km 以外可取不小于 1.15；第二、三档隔震建筑 5km 及以内宜取 1.5，5km 以外可取不小于 1.25。

4.2 设计反应谱与地震动输入

4.2.1 建筑结构地震影响系数曲线应按下图确定，第一档隔震建筑按图 4.2.1-1 确定，第二、三档隔震建筑按图 4.2.1-2 确定。

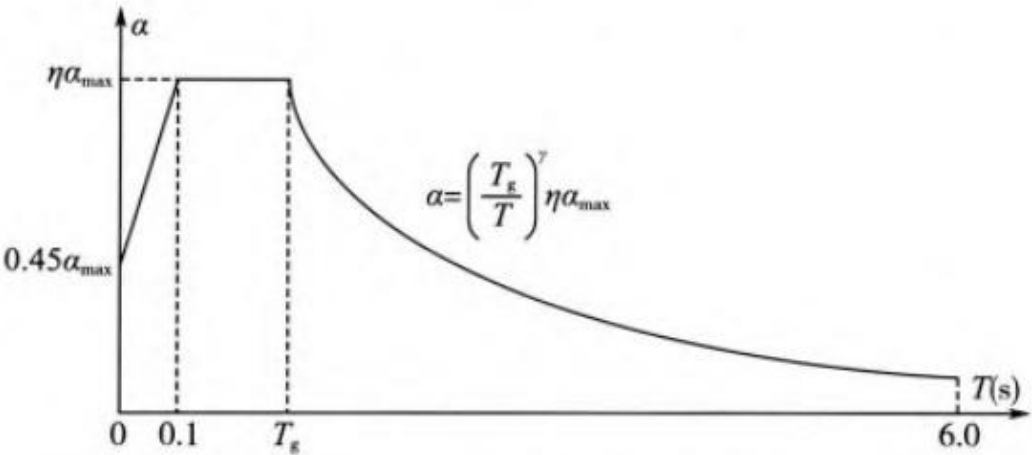


图 4.2.1-1 地震影响系数曲线（一）

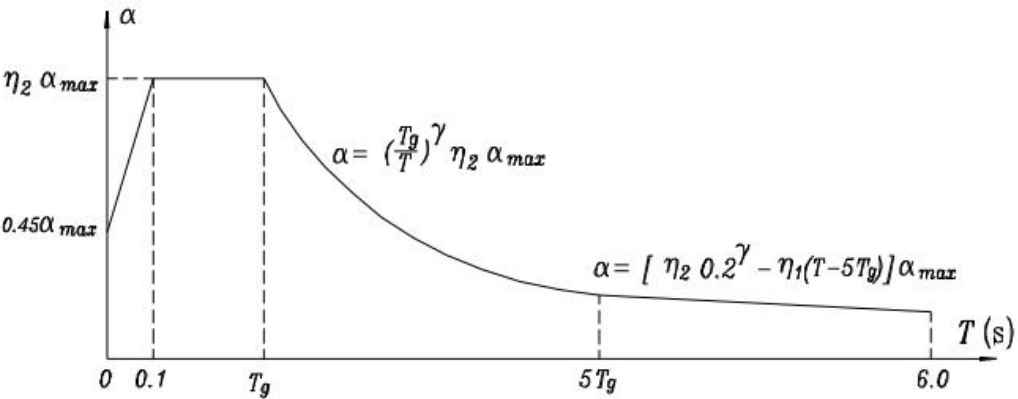


图 4.2.1-2 地震影响系数曲线（二）

注：α—地震影响系数；α_{max}—地震影响系数最大值；T—隔震结构自振周期；T_g—特征周期；γ—曲线下降段的衰减系数；η(η₁、η₂)—阻尼调整系数

水平地震影响系数最大值 $\alpha_{\max}$ 应按表 4.2.1-1 采用, 场地特征周期 T_g 应按表 4.2.1-2 采用, 计算罕遇地震和极罕遇地震作用时, 场地特征周期应分别增加 0.05s 和 0.10s。

表 4.2.1-1 水平影响系数最大值

抗震设防烈度	6 度	7 度 (0.1g)	7 度 (0.15g)	8 度 (0.2g)
多遇地震	0.04	0.08	0.12	0.16
设防地震	0.12	0.23	0.34	0.45
罕遇地震	0.28	0.50	0.72	0.90
极罕遇地震	0.36	0.72	1.00	1.35

表 4.2.1-2 特征周期 (s)

设计地震分 组	场地类别				
	I ₀	I ₁	II	III	IV
第一组	0.20	0.25	0.35	0.45	0.65
第二组	0.25	0.30	0.40	0.55	0.75
第三组	0.30	0.35	0.45	0.65	0.90

4.2.2 建筑结构地震影响系数曲线的阻尼调整和形状参数应符合下列要求:

1 除有专门规定外, 建筑结构的阻尼比取 0.05 时, 地震影响系数曲线的阻尼调整系数应按 1.0 采用, 形状参数应符合下列规定:

- 1) 直线上升段, 周期小于 0.1s 的区段。
- 2) 水平段, 自 0.1s 至特征周期区段, 应取最大值 ($\alpha_{\max}$)。
- 3) 曲线下降段, 第一、二档自特征周期至 6s 区段及第三档自特征周期至 5 倍特征周期区段, 衰减指数应取 0.9。
- 4) 第三档隔震建筑的直线下降段, 自 5 倍特征周期至 6s 区段, 下降斜率调整系数应取 0.02。

2 当建筑结构的阻尼比按有关规定不等于 0.05 时, 地震影响系数曲线的阻尼调整系数和形状参数应符合下列规定:

- 1) 曲线下降段的衰减指数应按下式确定:

$$\gamma = 0.9 + \frac{0.05 - \zeta}{0.3 + 6\zeta} \quad (4.2.2-1)$$

式中:

γ : 一曲线下降段的衰减指数;

ζ —阻尼比, 取隔震结构振型阻尼比。

- 2) 直线下降段的下降斜率调整系数应按下式确定:

$$\eta_1 = 0.02 + \frac{0.05 - \zeta}{4 + 32\zeta} \quad (4.2.2-2)$$

3 阻尼调整系数应按下式确定：

$$\eta = \eta_2 = 1 + \frac{0.05 - \zeta}{0.08 + 1.6 \zeta} \quad (4.2.2-3)$$

式中： η (η_1 、 η_2) — 阻尼调整系数，当小于 0.55 时应取 0.55。

4.2.3 第三档隔震建筑隔震层以上结构的水平地震作用计算时，其水平地震影响系数最大值 $\alpha_{\max 1}$ 应按下式计算：

$$\alpha_{\max 1} = \beta \alpha_{\max} / \psi \quad (4.2.3)$$

式中 $\alpha_{\max 1}$ — 隔震后的水平地震影响系数最大值；

$\alpha_{\max}$ — 非隔震的水平地震影响系数最大值，按本规范第 4.2.1 条采用；

β — 水平向减震系数：对于多层建筑，为按弹性计算所得的隔震与非隔震各层层间剪力的最大比值。对高层建筑结构，尚应计算隔震与非隔震各层倾覆力矩的最大比值，并与层间剪力的最大比值相比较，取二者的较大值；

ψ — 调整系数：一般橡胶支座取 0.80；支座剪切性能偏差为 S-A 类，取 0.85；隔震装置带有阻尼器时，相应减少 0.05，摩擦摆隔震支座取 1.0。

注：1 弹性计算时，简化计算和反应谱分析时宜按隔震支座水平剪切应变为 100% 时的性能参数进行计算；

2 当采用时程分析法时按设计基本地震加速度输入进行计算；

3 支座剪切性能偏差按现行国家标准《建筑隔震橡胶支座》GB 206883 确定。

4.2.4 隔震结构自振周期、等效刚度和等效阻尼比，应根据隔震层中隔震装置及阻尼装置经试验所得滞回曲线对应不同地震烈度作用时的隔震层水平位移值计算，并应符合下列规定：

1 可按对应不同地震烈度作用时的设计反应谱进行迭代计算确定，也可采用时程分析法计算确定。

2 采用底部剪力法时，隔震层隔震橡胶支座水平剪切位移可按下述取值：设防地震作用时可取支座橡胶总厚度的 100%，罕遇地震作用时可取支座橡胶总厚度的 250%，极罕遇地震作用时可取支座橡胶总厚度的 400%。

4.2.5 隔震结构采用时程分析方法时，地震动加速度时程曲线的选择合成应符合下列规定：

1 地震动加速度时程曲线应符合设计反应谱和设计加速度峰值的基本规定，设计地震加速度最大值应按表 4.2.5 采用。

2 实际强震记录地震动加速度时程曲线应根据地震烈度、设计地震分组和场地类别进行选择，多组时程曲线的平均地震影响系数曲线应与振型分解反应谱所采用的地震影响系数曲线在统计意义上相符。

3 人工模拟地震动加速度时程曲线应考虑阻尼比和相位信息的影响。

4 每条地震加速度时程曲线计算所得结构底部剪力不应小于振型分解反应谱法计算结果的 65%，多条时程曲线计算所得结构底部剪力的平均值不应小于振型分解反应谱

法计算结果的 80%。

5 采用时程分析法时，应选用足够数量的实际强震记录加速度时程曲线和人工模拟地震动加速度时程曲线进行输入。宜选取不少于 2 组人工模拟加速度时程曲线和不少于 5 组实际强震记录或修正的加速度时程曲线。地震作用取 7 组加速度时程曲线计算结果的峰值平均值。

表 4.2.5 时程分析所用水平地震加速度时程的最大值 (cm/s²)

抗震设防烈度	6 度	7 度 (0.1g)	7 度 (0.15g)	8 度 (0.20g)
多遇地震	18	35	55	70
设防地震	50	100	150	200
罕遇地震	125	220	310	400
极罕遇地震	160	320	460	600

【4.2.5 条文说明】 输入的地震加速度时程曲线应包含有效持续时间，有效持续时间一般从首次达到该时程曲线最大峰值的 10%那一点算起，到最后一点达到最大峰值的 10%为止；不论是实际的强震记录还是人工模拟波形，有效持续时间一般为隔震结构基本周期的(5~10)倍，即结构顶点的位移可按基本周期往复(5~10)次。

所选取的多组地震动加速度时程曲线的平均地震影响系数曲线与设计反应谱的地震影响系数曲线相比，在对应于结构主要振型周期点上的误差不大于 20%。每条地震加速度时程曲线计算所得结构底部剪力，与振型分解反应谱法计算结果相比一般不会小于 65%、大于 135%；多条地震加速度时程曲线计算所得结构底部剪力的平均值，与振型分解反应谱法计算结果相比一般不会小于 80%、大于 120%。

主要振型周期点指的是地震作用方向上振型质量贡献累计达到 90%以上的各阶振型所对应的周期点。

4.3 地震作用计算

4.3.1 采用底部剪力法时，隔震建筑上部结构的水平地震作用标准值应按下列规定计算：

1 结构总水平地震作用标准值，应按下式确定：

$$F_{Ek} = \alpha_1 G_{eq} \quad (4.3.1-1)$$

式中： F_{Ek} — 结构总水平地震作用标准值 (N)；

α_1 — 相应于隔震结构基本周期设防地震时的水平地震影响系数；应按本标准第 4.2.1 条、第 4.2.2 条计算确定；其中计算隔震结构的基本周期时其刚度可取隔震层等效刚度，阻尼比可取隔震层等效阻尼比；

G_{eq} — 上部结构等效总重力荷载 (N)。

2 质点 i 的水平地震作用标准值可按下式确定：

$$F_i = \frac{G_i}{\sum_{j=1}^n G_j} F_{Ek} \quad (i=1, \dots, n) \quad (4.3.1-2)$$

式中： F_i ——质点 i 的水平地震作用标准值 (N)；

G_i 、 G_j ——分别集中于第 i 、 j 质点重力荷载代表值 (N)。

3 第三档隔震建筑砌体结构及基本周期与其相当的结构可按《建筑抗震设计规范》GB 50011 附录 L 简化计算。

4.3.2 采用振型分解反应谱法时，应将下部结构、隔震层及上部结构进行整体分析，其中隔震层的非线性可按等效线性化的迭代方式考虑。并应计算其地震作用和作用效应，且应符合下列规定：

1 对不进行扭转耦联计算的隔震结构，应按下列规定计算其地震作用和作用效应：

1) 结构 j 振型 i 质点的水平地震作用标准值应按下式确定：

$$F_{ji} = \alpha_j \gamma_j X_{ji} G_i \quad (i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, m) \quad (4.3.2-1)$$

式中： F_{ji} —— j 振型 i 质点的水平地震作用标准值(N)；

α_j —— j 振型周期的地震影响系数，应按本标准第 4.2.1、4.2.2 条确定；

γ_j —— j 振型的参与系数，应按本标准附录 B 中式(B.0.1-2)计算；

X_{ji} —— j 振型 i 质点的水平相对位移(mm)，应按本标准附录 B 中式(B.0.1-1)计算。

2) 当相邻振型的周期比小于 0.85 时，水平地震作用标准值的效应可按下式确定：

$$S_{Ek} = \sqrt{\sum_j (1 + \nu_j^2) S_j^2} \quad (4.3.2-2)$$

式中： S_{Ek} ——水平地震作用标准值的效应(N)；

S_j ——第 j 振型水平地震作用标准值的效应(N)；

ν_j ——第 j 振型水平地震作用效应非比例阻尼影响系数，按本标准附录 B 中式(B.0.2-1)计算。

2 考虑扭转耦联影响时，各楼层可取两个正交的水平位移和一个转角共三个自由度，并应按下列要求计算隔震结构的地震作用和作用效应：

1) 结构 j 振型 i 质点的水平地震作用标准值应按下式确定：

$$\begin{aligned} F_{xji} &= \alpha_j \gamma_{ij} X_{ji} G_i \\ F_{yji} &= \alpha_j \gamma_{ij} X_{ji} G_i \\ F_{rji} &= \alpha_j \gamma_{ij} X_{ji} G_i \end{aligned} \quad (i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, m) \quad (4.3.2-3)$$

式中： F_{xji} 、 F_{yji} 、 F_{rji} ——分别为 j 振型 i 质点的 x 方向、 y 方向和转角方向的水平地震作用标准值(N);

X_{ji} 、 Y_{ji} ——分别为 j 振型 i 质点在 x 、 y 方向的水平相对位移(mm);

ϕ_{ji} —— j 振型 i 质点的相对扭转转角($^{\circ}$);

r_i —— i 质点的转动半径, 可取 i 质点绕质心的转动惯量除以该质点质量的商的正二次方根;

γ_{ij} ——计入扭转的 j 振型的参与系数。

2)单向水平地震作用下的效应, 可按下列公式确定:

$$S_{Ek} = \sqrt{\sum_{j=1}^n \sum_{i=k}^n \rho_{jk} S_j S_k} \quad (4.3.2-5)$$

$$\rho_{jk} = \frac{8\sqrt{\zeta_j \zeta_k} (\zeta_j + \lambda_T \zeta_k) \lambda_T^{1.5}}{(1 - \lambda_T^2)^2 + 4\zeta_j \zeta_k (1 + \lambda_T^2) \lambda_T + 4(\zeta_j^2 + \zeta_k^2) \lambda_T^2} \left(1 + \frac{-1 + \lambda_T^2}{\zeta_j + \zeta_k \lambda_T} l_j + \frac{\zeta_k + \zeta_j \lambda_T}{\zeta_j + \zeta_k \lambda_T} l_k l_j\right) \quad (4.3.2-5)$$

式中： S_{Ek} ——地震作用标准值的组合效应(N);

S_j 、 S_k ——分别为 j 、 k 振型水平地震作用标准值的效应(N), 可根据振型参与质量系数确定参与计算的振型数;

ρ_{jk} —— j 振型与 k 振型的耦联系数;

ζ_j 、 ζ_k ——分别为 j 、 k 振型的阻尼比;

λ_T —— k 振型与 j 振型的自振周期比。

3)双向水平地震作用下的效应可按下列公式中的较大值确定:

$$S_{Ek} = \sqrt{S_x^2 + (0.85S_y)^2} \quad (4.3.2-6)$$

$$S_{Ek} = \sqrt{S_y^2 + (0.85S_x)^2} \quad (4.3.2-7)$$

式中： S_x 、 S_y ——分别为 x 向、 y 向单向水平地震作用按本标准式(4.3.2-4)计算的地震效应(N)。

3 隔震层阻尼比小于 10%, 结构高度不超过 24m、质量和刚度沿高度分布比较均匀且隔震类型单一的隔震建筑, 可按本标准附录 B 第 B.0.3 条的规定执行。

4.3.3 当采用时程分析法时，计算模型的确定应符合下列规定：

1 对特殊设防类、重点设防类隔震建筑及标准设防类不规则隔震建筑，隔震体系的计算模型宜考虑结构杆件的空间分布、弹性楼板假定、隔震支座的位置、隔震建筑的质量偏心、在两个水平方向的平移和扭转、隔震层的非线性阻尼特性以及荷载位移关系特性等。

2 在设防地震作用下，隔震建筑上部和下部结构的荷载-位移关系特性可采用线弹性力学模型；隔震层应采用隔震产品试验提供的滞回模型，按非线性阻尼特性以及非线性荷载-位移关系特性进行分析。在罕遇地震或极罕遇地震作用下，隔震建筑上部结构和下部结构宜采用弹塑性分析模型。

3 隔震支座单元应能够合理模拟隔震支座非线性特性，计算分析时，应按实际荷载工况顺序合理加载。

4.3.4 采用振型分解反应谱法和时程分析法同时计算时，地震作用结果应取时程分析法与振型分解反应谱法的包络值。

4.3.5 对特殊设防类和房屋高度超过 60m 的重点设防类隔震建筑，宜采用不少于两种程序对地震作用计算结果进行比较分析。

4.3.6 长悬臂构件竖向地震作用标准值，7 度（0.10g）、7 度（0.15g）及 8 度（0.20g）可取分别该结构重力荷载代表值的 5%、8%及 10%；大跨度、长悬臂隔震结构的竖向地震作用，尚可按时程分析方法或振型分解反应谱法计算。时程分析计算时输入的地震加速度最大值可按规定的水平输入最大值的 65%采用，反应谱分析时结构竖向地震影响系数最大值可按水平地震影响系数最大值的 65%采用，设计地震分组可按第一组采用。

第三档建筑隔震层以上结构的地震作用计算，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的计算。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《建筑抗震设计规范》GB 50011 计算竖向地震作用标准值沿高度的分布。第三档建筑隔震层以上结构的竖向地震作用标准值，8 度（0.20g）不应小于隔震层以上结构总力荷载代表值的 20%。

4.3.7 隔震层以上结构的总水平地震作用，不得低于 6 度设防非隔震结构的总水平地震作用；隔震结构各楼层对应于地震作用标准值的剪力应符合式（4.3.7）的要求：

$$V_{Eki} \geq \lambda \sum_{j=i}^n G_j \quad (4.3.7)$$

式中： V_{Eki} —第 i 层对应于水平地震作用标准值的剪力（N）；

λ —水平地震剪力系数，不应小于表 4.3.8 规定的值；对于竖向不规则结构的薄弱层，尚应乘以增大系数，增大系数取值 1.15；

G_j —第 j 层的重力荷载代表值 (N) ;
 n —结构计算总层数。

表 4.3.7 楼层最小地震剪力系数值

抗震设防烈度	6 度	7 度 (0.10g)	7 度 (0.15g)	8 度 (0.20g)
扭转效应明显 或基本周期小 于 3.5s 的结构	0.008	0.016	0.024	0.032
基本周期大于 5.0s 的结构	0.006	0.012	0.018	0.024

注：1 表中的基本周期指与隔震结构相应的抗震结构基本周期；
 基本周期介于 3.5s 和 5.0s 之间的结构，应允许采用线性插值取值。

4.4 构件截面设计

4.4.1 隔震结构构件的承载力应符合下列规定：

1 持久设计状况、短暂设计状况应按下列式进行设计：

$$\gamma_0 S \leq R \quad (4.4.1)$$

式中： γ_0 —结构重要性系数，对特殊设防类建筑和重点设防类建筑的结构构件不应小于 1.1，对标准设防类建筑的结构构件不应小于 1.0；

S —作用组合的效应设计值 (N) ；

R —构件承载力设计值 (N) 。

2 地震设计状况应按本标准第 4.4.4 条~4.4.7 条规定进行验算。

4.4.2 持久设计状况和短暂设计状况下，当荷载与荷载效应按线性关系考虑时，荷载基本组合的效应设计值应按下列式确定：

$$S = \gamma_G S_{GK} + \gamma_L \rho_Q \gamma_Q S_{QK} + \rho_W \gamma_W S_{WK} \quad (4.4.2)$$

式中： S —作用组合的效应设计值 (N) ；

γ_G —永久荷载分项系数；

γ_Q —楼面活荷载分项系数；

γ_W —风荷载分项系数；

γ_L —考虑结构设计使用年限的荷载调整系数，设计使用年限为 50 年时取 1.0，设计使用年限为 100 年时取 1.1；

S_{GK} —永久荷载效应标准值 (N) ；

S_{QK} —楼面活荷载效应标准值 (N) ；

S_{WK} —风荷载效应标准值 (N) ；

φ_Q 、 φ_W 分别为楼面活荷载组合值系数和风荷载组合值系数，按现行有关标准的规定执行。

注：对书库、档案库、储藏室、通风机房与电梯机房，本条楼面活荷载组合值系数取 0.7 的场所应取为 0.9。

4.4.3 持久设计状况和短暂设计状况下，荷载基本组合的分项系数应表 4.4.3 采用：

表 4.4.3 荷载基本组合的分项系数

作用分项系数	适用情况	
	当作用效应对承载力不利时	当作用效应对承载力有利时
γ_G	1.3	≤ 1.0
γ_Q	1.5	0
γ_W	1.5	0

4.4.4 地震设计状况下，应根据本标准第 3.1.5~3.1.7 条的基本设防目标进行地震作用下的承载力设计。

4.4.5 第一、二档隔震结构构件根据性能要求可分为关键构件、普通竖向构件、重要水平构件和普通水平构件。对于承受压力的钢构件，除应按本标准验算强度外，尚应验算其稳定性。

【4.4.5 条文说明】 根据功能、作用、位置及重要性等将结构构件分为关键构件、普通竖向构件、重要水平构件和普通水平构件，其中关键构件是指构件的失效可能引起结构的连续破坏或危及生命安全的严重破坏，可由结构工程师根据工程实际情况分析确定，例如，隔震层支墩、支柱及相连构件，底部加强部位的重要竖向构件、水平转换构件及与其相连竖向支承构件等。普通竖向构件是指关键构件之外的竖向构件；重要水平构件是指关键构件之外不宜提早屈服的水平构件，包括对结构整体性有较大影响的水平构件、承受较大集中荷载的楼面梁(框架梁、抗震墙连梁)、承受竖向地震的悬臂梁等；普通水平构件包括一般的框架梁、抗震墙连梁等。结构构件指主体结构构件，不包括隔震支座、滑板支座、阻尼器等。

4.4.6 第一档隔震建筑在设防地震作用下，隔震建筑的结构构件应按下列规定进行设计：

1 关键构件的抗震承载力应满足弹性设计要求，并应符合下式规定：

$$\gamma_G S_{GE} + \gamma_{Eh} S_{Ehk} + \gamma_{Ev} S_{Evk} \leq R / \gamma_{RE} \quad (4.4.6-1)$$

式中： R — 构件承载力设计值 (N) ；

γ_{RE} — 构件承载力抗震调整系数，应按表 4.4.6-1 采用；

S_{GE} — 重力荷载代表值的效应 (N) ；

γ_G —重力荷载代表值的分项系数，应按表 4.4.6-2 采用；

S_{Ehk} —水平地震作用标准值的效应（N），尚应乘以相应的增大系数、调整系数；

γ_{Eh} —水平地震作用分项系数，应按表 4.4.6-3 采用；

S_{Evk} —竖向地震作用标准值的效应（N），尚应乘以相应的增大系数、调整系数；

γ_{Ev} —竖向地震作用分项系数，应按表 4.4.6-3 采用；

2 普通竖向构件及重要水平构件的受剪承载力应符合式（4.4.6-1）的规定，正截面承载力应符合式（4.4.6-2）、式（4.4.6-3）的规定：

$$S_{GE} + S_{Ehk} + 0.4S_{Evk} \leq R_k \quad (4.4.6-2)$$

$$S_{GE} + 0.4S_{Ehk} + S_{Evk} \leq R_k \quad (4.4.6-3)$$

式中： R_k —构件承载力标准值（N）按材料强度标准值计算。

3 普通水平构件的抗剪承载力应符合式（4.4.6-2）、式（4.4.6-3）的规定，构件正截面承载力应符合式（4.4.6-4）、式（4.4.6-5）的规定：

$$S_{GE} + S_{Ehk} + 0.4S_{Evk} \leq R_k^* \quad (4.4.6-4)$$

$$S_{GE} + 0.4S_{Ehk} + S_{Evk} \leq R_k^* \quad (4.4.6-5)$$

式中： R_k^* —构件承载力标准值（N），按材料强度标准值计算，对钢筋混凝土梁支座或节点边缘截面可考虑将钢筋的强度标准值提高 25%进行计算，对钢梁支座或节点边缘截面可考虑将钢材屈服强度标准值提高 25%进行计算。

表 4.4.6-1 承载力抗震调整系数

材料	结构构件	受力状态	γ_{RE}
钢	柱，梁，支撑，节点板件， 螺栓，焊缝	强度	0.75
	柱，支撑	稳定	0.80
砌体	两端均有构造柱、芯柱的承重墙	受剪	0.90
	其他承重墙	受剪	1.00
	组合砖砌体抗震墙	偏压、大偏拉和受剪	0.90
	配筋砌块砌体抗震墙 自承重墙	偏压、大偏拉和受剪 受剪	0.85 0.75
混凝土 钢 - 混凝土组合	梁	受弯	0.75
	轴压比小于 0.15 的柱	偏压	0.75
	轴压比不小于 0.15 的柱	偏压	0.80
	抗震墙	偏压	0.85
	各类构件	受剪、偏拉	0.85
木	受弯、受拉、受剪构件	受弯、受拉、受剪	0.90
	轴压和压弯构件	轴压和压弯	0.90
	木基结构板抗震墙	强度	0.80
	连接件	强度	0.85
竖向地震为主的地震组合内力起控制作用时			1.00

表 4.4.6-2 各荷载分项系数及组合系数

荷载类别、分项系数、 组合系数			对承载力 不利	对承载力 有利	适用对象
永久 荷载	重力荷载	γ_G	≥ 1.3	≤ 1.0	所有工程
	预应力	γ_{Dy}			
	土压力	γ_{Ds}	≥ 1.3	≤ 1.0	市政工程、地下结构
	水压力	γ_{Dw}			
永久 荷载	风荷载	Ψ_w	0.0		一般的建筑结构
			0.2		风荷载起控制作用的建筑 结构
	温度作用	Ψ_t	0.65		市政工程

表 4.4.6-3 地震作用分项系数

地震作用	γ_{Eh}	γ_{Ev}
仅计算水平地震作用	1.4	0.0
仅计算竖向地震作用	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（竖向地震为主）	0.5	1.4

4.4.7 第三档隔震建筑在多遇地震作用下，隔震结构构件的设计应符合下列规定：

$$\gamma_G S_{GE} + \gamma_{Eh} S_{Ehk} + \gamma_{Ev} S_{Evk} + \sum \gamma_{Di} S_{Dik} + \psi_i \gamma_i S_{ik} \leq R / \gamma_{RE} \quad (4.4.7)$$

式中：

γ_{Di} —不包括在重力荷载内的第 i 个永久荷载的分项系数，应按表 4.4.6-2 采用；

S_{Dik} —不包括在重力荷载内的第 i 个永久荷载标准值的效应；

γ_i —不包括在重力荷载内的第 i 个可变荷载的分项系数，不应小于 1.5；

S_{ik} —不包括在重力荷载内的第 i 个可变荷载标准值的效应；

ψ_i —不包括在重力荷载内的第 i 个可变荷载的组合值系数，应按表 4.4.6-2 采用。

【4.4.7 条文说明】 本条中不包括在重力荷载内的永久荷载，主要指的是土压力、水压力、预应力

等不变荷载；不包括在重力荷载内的可变荷载主要包括温度作用、风荷载等。

4.4.8 第二档隔震建筑在多遇地震作用下，隔震结构构件的设计应符合 4.4.7 条规定，并按以下规定进行设防地震作用下性能化复核。

1 关键构件的抗震承载力应符合下式规定：

$$\gamma_G S_{GE} + \gamma_{Eh} S_{Ehk}^* + \gamma_{Ev} S_{Evk}^* \leq R / \gamma_{RE} \quad (4.4.8-1)$$

式中： R —构件承载力设计值（N）；

γ_{RE} —构件承载力抗震调整系数，应按表 4.4.6-1 采用；

S_{GE} —重力荷载代表值的效应（N）；

γ_G —重力荷载代表值的分项系数，应按表 4.4.6-2 采用；

S_{Ehk}^* —水平地震作用标准值的效应（N）；

γ_{Eh} —水平地震作用分项系数，应按表 4.4.6-3 采用；

S_{Evk}^* —竖向地震作用标准值的效应（N）

γ_{Ev} —竖向地震作用分项系数，应按表 4.4.6-3 采用；

2 普通竖向混凝土构件及重要水平混凝土构件的受剪承载力应符合式（4.4.8-1）的规定，正截面承载力应符合式（4.4.8-2）、式（4.4.8-3）的规定；普通竖向钢构件及重要水平钢构件的受剪承载力和正截面承载力应符合式（4.4.8-2）、式（4.4.8-3）的规定：

$$S_{GE} + S_{Ehk}^* + 0.4 S_{Evk}^* \leq R_k \quad (4.4.8-2)$$

$$S_{GE} + 0.4 S_{Ehk}^* + S_{Evk}^* \leq R_k \quad (4.4.8-3)$$

3 普通水平混凝土构件的抗剪承载力应符合式（4.4.8-2）、式（4.4.8-3）的规定，构件正截面承载力应符合式（4.4.8-4）、式（4.4.8-5）的规定；普通水平钢构件的受剪承载力和正截面承载力应符合式（4.4.8-4）、式（4.4.7-5）的规定：

$$S_{GE} + S_{Ehk}^* + 0.4 S_{Evk}^* \leq R_k^* \quad (4.4.8-4)$$

$$S_{GE} + 0.4 S_{Ehk}^* + S_{Evk}^* \leq R_k^* \quad (4.4.8-5)$$

【4.4.8 条文说明】 第二档隔震建筑，其结构设计首先要满足小震时承载力及变形要求；同时按照本标准 1.0.3 条设防目标要求，当遭受相当于本地区设防烈度的地震时，主体结构可能发生轻微或轻度损坏，经一般修理后可继续使用，根据结构构件的重要性及延性要求，本条给出了设防地震时性能化的设计要求，该要求相当于《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 第 3.11.2 条中性能 2、性能

3 的水准，即：关键构件无损坏、普通竖向构件轻微损坏、耗能构件轻度损坏，经一般修理可继续使用。设防地震的变形尚应满足本标准表 4.5.2-2 的规定。

4.5 结构变形验算

4.5.1 结构在地震作用下，结构楼层内最大的层间位移应符合以下规定：

1 第一档隔震建筑上部结构，在设防地震作用下楼层内最大的弹性层间位移应符合式(4.5.1-1)规定；在罕遇地震作用下结构楼层内最大的弹塑性层间位移应符合式(4.5.1-2)规定；其中特殊设防类隔震建筑，在极罕遇地震作用下结构楼层内最大弹塑性层间位移尚应符合式(4.5.1-2)规定。

2 第二档隔震建筑上部结构，在多遇地震及设防地震作用下楼层内最大的弹性层间位移应符合式(4.5.1-1)规定；在罕遇地震作用下结构楼层内最大的弹塑性层间位移应符合式(4.5.1-2)规定。

3 第三档隔震建筑，在多遇地震及作用下楼层内最大的弹性层间位移应符合式(4.5.1-1)规定；在罕遇地震作用下结构楼层内最大的弹塑性层间位移应符合式(4.5.1-2)规定。

4 第一、二档隔震建筑隔震层以下的地下室，或塔楼底盘结构中直接支撑隔震塔楼的部分，在设防烈度地震作用下弹性层间位移应符合式(4.5.1-1)规定；第一、二、三档隔震建筑隔震层以下且地面以上的结构在罕遇地震下的弹塑性层间位移尚应符合式(4.5.1-2)的规定；特殊设防类建筑，在极罕遇地震作用下结构楼层内最大弹塑性层间位移尚应符合式(4.5.1-2)规定

$$\Delta u_e \leq [\theta_e] h \quad (4.5.1-1)$$

$$\Delta u_p \leq [\theta_p] h \quad (4.5.1-2)$$

式中： Δu_e —地震作用标准值产生的楼层内最大的弹性层间位移（mm）；

$[\theta_e]$ —弹性层间位移角限值，应符合 4.5.2 条的规定；

h —计算楼层层高（mm）；

Δu_p —弹塑性层间位移（mm），宜采用动力弹塑性时程分析方法；对规则建筑，也可采用静力弹塑性分析方法或等效线性化方法；

$[\theta_p]$ —弹塑性层间位移角限值，应符合表 4.5.2 条的规定。

4.5.2 各类建筑结构楼层内最大的层间位移角限值，应符合以下表中的规定：

表 4.5.2-1 第一档隔震结构上部结构层间位移角限值

结构类型		设防地震作用下弹性层间位移角限值	罕遇地震作用下弹塑性层间位移角限值	特殊设防类建筑极罕遇地震作用下弹塑性层间位移角限值
I、II类建筑	钢筋混凝土框架结构	1/400	1/150 (1/100)	1/50
	钢筋混凝土框架—抗震墙、框架—核心筒	1/500	1/200	1/100
	钢筋混凝土抗震墙、板柱—抗震墙结构	1/600	1/250	1/120
	多、高层钢结构	1/250	1/100	1/50

注：1 仅特殊设防类建筑需进行极罕遇地震作用下的弹塑性层间位移角的计算。

2 表中括号内数值仅用于II类建筑。

表 4.5.2-2 第二档隔震结构上部结构层间位移角限值

结构类型	多遇地震作用下弹性层间位移角限值	设防地震作用下弹性层间位移角限值	罕遇地震作用下弹塑性层间位移角限值
钢筋混凝土框架结构	1/550	1/250	1/120
钢筋混凝土框架—抗震墙、框架—核心筒	1/800	1/400	1/200
钢筋混凝土抗震墙、板柱—抗震墙结构	1/1000	1/500	1/250
多、高层钢结构	1/250	1/200	1/100

表 4.5.2-3 第三档隔震结构层间位移角限值

结构类型	多遇地震作用下弹性层间位移角限值	罕遇地震作用下弹塑性层间位移角限值
钢筋混凝土框架结构	1/550	1/50
钢筋混凝土框架—抗震墙、板柱—抗震墙结构、框架—核心筒	1/800	1/100
钢筋混凝土抗震墙、筒中筒	1/1000	1/120
钢筋混凝土框支层	1/1000	—
多、高层钢结构	1/250	1/50

注：第三档隔震建筑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制尚应满足表 4.5.1-4

表 4.5.2-4 隔震结构下部结构层间位移角限值

结构类型	设防地震作用下弹性层间位移角限值	罕遇地震作用下弹塑性层间位移角限值	特殊设防类建筑极罕遇地震作用下弹塑性层间位移角限值
钢筋混凝土框架结构	1/500	1/100	1/60
钢筋混凝土框架-抗震墙、框架-核心筒	1/600	1/200	1/130
钢筋混凝土抗震墙、板柱-抗震墙结构	1/700	1/250	1/150
多、高层钢结构	1/300	1/100	1/60

注：仅特殊设防类建筑需进行极罕遇地震作用下的弹塑性层间位移角的计算。

【4.5.2 条文说明】第二档建筑的设防地震作用、罕遇地震作用下位移角限制参照《建筑抗震设计规范》GB 50011 性能化原则确定。

4.6 楼面水平加速度

4.6.1 第一档隔震建筑的最大楼面水平加速度限值宜符合表 4.6.1 的规定。

表 4.6.1 第一档隔震建筑的最大楼面水平加速度限值 (g)

地震水平	设防地震	罕遇地震
I 类建筑	0.25	0.45
II 类建筑	0.45	-

【4.6.1 条文说明】I 类建筑为在地震发生时和发生后建筑损坏将产生严重次生灾害或严重影响抗震救灾的建筑，因此为避免罕遇地震下产生严重次生灾害或严重影响抗震救灾，针对 I 类建筑罕遇地震下的最大楼面水平加速度限值做了规定。

综合考虑地震烈度划分标准、建筑非结构构件、建筑附属机电设备和功能性仪器设备正常使用限值要求，规定 I 类建筑设防地震、罕遇地震时最大楼面水平加速度限值分别为 0.25g、0.45g；II 类建筑设防地震时最大楼面水平加速度限值为 0.45g。

4.6.2 楼面水平加速度应采用时程分析法进行计算，最大楼面水平加速度可取结构各层质心处楼面绝对水平加速度响应时程的最大值。

4.7 隔震层设计

4.7.1 隔震层的水平刚度和阻尼应符合下列规定：

- 1 隔震层的水平等效刚度和等效阻尼比，可按下列公式计算：

$$K_{eq} = \sum \kappa_j \quad (4.7.1-1)$$

$$\zeta_{eq} = \sum \kappa_j \zeta_j / K_{eq} \quad (4.7.1-2)$$

式中： ζ_{eq} —隔震层等效阻尼比；

K_{eq} —隔震层水平等效刚度 (N/mm)；

ζ_j —j 隔震支座的等效阻尼比；

k_j —隔震支座 j（含阻尼器）由试验确定的水平等效刚度 (N/mm)。

2 当隔震层设有附加阻尼装置时，尚应计入阻尼装置的阻尼。

3 隔震支座和阻尼装置的设计参数，应与产品型式检验的结果相符，检验时支座竖向荷载应采用本标准表 4.7.2-1 规定的压应力限值，对应不同地震烈度作用时的隔震层水平位移可求得等效刚度和等效阻尼比；第二、三档隔震建筑，水平向减震系数计算时，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% 时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% 时的等效刚度和等效黏滞阻尼比。当采用弹塑性时程分析时，应以试验所得滞回曲线作为计算依据。

4.7.2 隔震支座的压应力限值（MPa）应符合表 4.6.2-1 及表 4.6.2-2 的规定：

表 4.7.2-1 隔震支座在重力荷载代表值作用下的最大竖向压应力限值（MPa）

建筑类别	特殊设防类建筑	重点设防类建筑	标准设防类建筑
隔震橡胶支座	10	12	15
弹性滑板支座	12	15	20
摩擦摆隔震支座	20	25	30

注：1 隔震橡胶支座的第二形状系数（有效直径与橡胶层总厚度之比）小于 5.0 时，应降低平均压应力限值：小于 5 且不小于 4 时降低 20%，小于 4 且不小于 3 时降低 40%；标准设防类建筑外径小于 300mm 的支座，其压应力限值为 10MPa。

2 弹性滑板支座中的橡胶支座部及滑移材料的压应力限值均应满足本表，且支座部外径不宜小于 300mm。

3 摩擦摆隔震支座中的摩擦材料的压应力限值也应满足本表。

表 4.7.2-2 隔震支座在罕遇地震作用下的最大竖向压应力限值（MPa）

建筑类别	特殊设防类建筑	重点设防类建筑	标准设防类建筑
隔震橡胶支座	20	25	30
弹性滑板支座	25	30	40
摩擦摆隔震支座	40	50	60

注：1 隔震橡胶支座的直径小于 300mm 时，其压应力限值可适当降低。

2 弹性滑板支座中的橡胶支座部及滑移材料的压应力限值均应满足本表。

3 摩擦摆隔震支座中的摩擦材料的压应力限值也应满足本表。

4 隔震支座验算最大压应力时，应考虑水平及竖向地震同时作用产生的最不利轴力；其中水平和竖向地震作

用产生的应力应取标准值。

4.7.3 隔震支座的拉应力限值（MPa）应符合表 4.7.3 的规定

表 4.7.3 隔震支座在罕遇地震作用下的最大竖向拉应力限值（MPa）

建筑类别	特殊设防类建筑	重点设防类建筑	标准设防类建筑
隔震橡胶支座	0	1.0	1.0

注：1 隔震橡胶支座在同一地震动加速度时程曲线作用下出现拉应力的支座数量不宜超过支座总数的 30%。

2 隔震支座验算最大拉应力时，应考虑水平及竖向地震同时作用 产生的最不利轴力；其中水平和竖向地震作用产生的应力应取标准值。

3 弹性滑板支座、摩擦摆隔震支座或其他不能承受竖向拉力的支座宜保持受压状态 。

4.7.4 在建筑设计工作年限内，隔震支座刚度、阻尼特性变化不应超过初期值的±20%；橡胶支座的徐变量不应超过内部橡胶总厚度的 5%。

4.7.5 一般情况下，第一档隔震建筑应采用振型分解反应谱法结合迭代的方法或时程分析法，对隔震体系整体进行分析，确定不同设防地震作用下隔震层位移幅值。第二、三档隔震建筑可采用《建筑抗震设计规范》GB 50011 相应的设计方法。

4.7.6 除特殊规定外，在罕遇地震作用下隔震橡胶支座的水平位移限值不应大于支座直径的 0.55 倍和各层橡胶厚度之和 3.0 倍二者的较小值；弹性滑板支座的水平位移限值不应大于其产品水平极限位移的 0.75 倍；摩擦摆隔震支座的水平位移限值不应大于其产品水平极限位移的 0.85 倍。

4.7.7 对特殊设防类建筑，在极罕遇地震作用下隔震橡胶支座的水平位移限值可取各层橡胶厚度之和的 4.0 倍；弹性滑板支座、摩擦摆隔震支座的水平位移限值可取产品水平极限位移；隔震层宜设置超过极罕遇地震下位移的限位装置。

4.7.8 隔震支座产品的水平极限变形或水平极限位移应以产品型检报告为准；隔震橡胶支座产品的水平极限变形不应低于各层橡胶厚度之和的 4.0 倍；弹性滑板支座产品水平极限位移不应小于同一隔震层中隔震橡胶支座产品水平极限位移的最大值。

4.7.9 隔震层的抗风承载力应符合下式规定：

$$\gamma_w V_{wk} \leq V_{Rw} \quad (4.7.9)$$

式中： V_{Rw} —— 抗风装置的水平承载力设计值（N）。当抗风装置是隔震支座的组成部分时，取隔震支座的水平屈服荷载设计值（铅芯橡胶支座取屈服力，弹性滑板支座及摩擦摆隔震支座按起滑后的摩阻力）；当抗风装置单独设置时，取抗风装置的水平承载力，可按材料屈服强度设计值确定；

γ_w ——风荷载分项系数，可取 1.5；

V_{wk} ——风荷载作用下隔震层的水平剪力标准值（N）。

4.7.10 隔震建筑抗倾覆验算应符合下列规定：

- 1 隔震建筑应进行结构整体抗倾覆验算和隔震支座拉压承载能力验算。
 - 2 结构整体抗倾覆验算时，应按罕遇地震作用计算倾覆力矩，并按上部结构重力代表值计算抗倾覆力矩，抗倾覆力矩与倾覆力矩之比不应小于 1.1。
 - 3 隔震层在罕遇地震作用下应保持稳定，不宜出现不可恢复的变形。隔震支座在罕遇水平和竖向地震共同作用下，最大压应力及最大拉应力应符合本标准第 4.7.2~4.7.3 条的规定。
- 4.7.11 隔震支座连接预埋件和连接螺栓的验算应取支座在轴向力、水平剪力和弯矩共同作用下的受力状态；隔震支座及阻尼装置与建筑结构之间的连接件，应能传递罕遇地震下隔震支座和阻尼装置产生的最大水平剪力和弯矩，遵循强连接、弱构件的原则。
- 4.7.12 隔震层支墩、支柱及相连构件应采用在罕遇地震作用下隔震支座底部的竖向力、水平力和弯矩进行承载力验算，且应按抗剪弹性、抗弯不屈服考虑，宜按本标准附录 C 进行验算。
- 4.7.13 高层及复杂隔震结构隔震支座尚应进行施工阶段的验算。

5 隔震层部件的技术性能

5.1 一般规定

5.1.1 除特殊规定外，各类型隔震支座应符合《橡胶支座 第1部分：隔震橡胶支座试验方法》GB/T 20688.1、《橡胶支座 第3部分：建筑隔震橡胶支座》GB 20688.3、《橡胶支座 第5部分：建筑隔震弹性滑板支座》GB 20688.5、《建筑摩擦摆隔震支座》GB/T 37358及《建筑隔震橡胶支座》JG/T 118的相关规定。

5.1.2 确定支座性能的标准温度为23℃，确定支座工作温度的范围应考虑支座的实际使用环境。检验样品的温度应与标准温度23℃相符。

5.1.3 隔震橡胶支座的压应力破坏极限值不应小于90MPa。在剪应变为零的条件下，隔震橡胶支座的屈服拉应力不应小于1.5MPa，极限拉应力不应小于4.0MPa。

5.1.4 检验或验收不合格的产品及验收合格后性能发生变化不能满足使用要求的产品不得在工程中使用。

5.1.5 隔震装置生产商应对每个隔震装置进行编码，并确保编码的唯一性，将编码印制在隔震装置上，并将编码等相关信息以内置芯片或外印二维码等方式与隔震装置绑定。

5.2 橡胶支座性能要求

5.2.1 橡胶支座包含天然橡胶支座、铅芯橡胶支座和高阻尼橡胶支座等类型的橡胶隔震支座。

5.2.2 建筑隔震橡胶支座第一形状系数 S_1 不应小于15，第二形状系数不应小于3且不宜小于5。当 S_2 小于5时，应降低支座压应力限值： S_2 不小于4且小于5时，降低20%， S_2 不小于3且小于4时，降低40%。

5.2.3 第一形状系数 S_1 计算公式如下：

a) 无开孔支座的 S_1 按式5.2.3-1、5.2.3-2计算。

$$\text{圆形支座:} \quad S_1 = \frac{d_0}{4t_r} \quad (5.2.3-1)$$

$$\text{方形支座:} \quad S_1 = \frac{a}{4t_r} \quad (5.2.3-2)$$

式中： d_0 ——内部钢板的外部直径，单位为毫米（mm）；

t_r ——单层橡胶层的厚度，单位为毫米（mm）；

a ——方形支座内部橡胶的边长，单位为毫米（mm）。

b) 开孔支座的 S_1 按式 5.2.3-3、5.2.3-4 计算。

$$\text{圆形支座: } S_1 = \frac{d_0 - d_i}{4t_r} \quad (5.2.3-3)$$

$$\text{方形支座: } S_1 = \frac{4a^2 - \pi d_i^2}{4t_r(4a + \pi d_i)} \quad (5.2.3-4)$$

式中： d_i ——内部钢板的开孔直径，单位为毫米（mm）。若孔洞灌满橡胶或铅，则按无开孔支座考虑。

5.2.4 第二形状系数 S_2 按式 5.2.4-1、5.2.4-2 计算：

$$\text{圆形支座: } S_2 = \frac{d_0}{T_r} \quad (5.2.4-1)$$

$$\text{方形支座: } S_2 = \frac{a}{T_r} \quad (5.2.4-2)$$

式中： T_r ——内部橡胶总厚度。

5.2.5 建筑隔震橡胶支座的性能包含橡胶支座内部橡胶的物理机械性能和橡胶支座本体的性能。

5.2.6 建筑隔震橡胶支座内部橡胶的物理机械性能包含橡胶的拉伸性能、压缩性能、橡胶与金属黏合性能、老化性能和低温脆性等，上述性能的具体要求和试验方法应符合《建筑隔震橡胶支座》JG/T 118 的规定。

5.2.7 建筑隔震支座的外观质量、尺寸允许偏差的具体要求和试验方法应符合《建筑隔震橡胶支座》JG/T 118 的规定。

5.2.8 建筑隔震支座的力学性能包括竖向和水平力学性能、耐久性、相关性等。上述性能的具体要求和试验方法应符合《建筑隔震橡胶支座》JG/T 118 的规定。

5.3 弹性滑板支座性能要求

5.3.1 弹性滑板支座的材料性能包含橡胶材料、滑移材料、滑移面板材料和连接板材料等支座用材料的性能。

1 橡胶材料的物理性能包括拉伸性能、老化性能、硬度、黏合性能、压缩性能、剪切性能、脆性性能、抗臭氧性能和低温结晶性能等。上述性能的具体要求和试验方法应

符合《橡胶支座 第 5 部分：建筑隔震弹性滑板支座》GB 20688.5 的规定；橡胶材料剪切模量不宜小于 0.392MPa。

2 弹性滑板支座使用的滑移材料可采用聚四氟乙烯板、改性超高分子量聚乙烯板等，其物理性能包含密度、拉伸性能、球压痕硬度、线磨耗系数、极限抗压强度、抗压弹性模量等，上述性能的具体要求和试验方法应符合《橡胶支座 第 5 部分：建筑隔震弹性滑板支座》GB 20688.5 的规定；

3 滑移面板材料的材质及尺寸等要求应符合《橡胶支座 第 5 部分：建筑隔震弹性滑板支座》GB 20688.5 的规定；

4 上下连接板材料的材质及尺寸应符合《橡胶支座 第 5 部分：建筑隔震弹性滑板支座》GB 20688.5 的规定。

5.3.2 弹性滑板支座的外观要求包含橡胶支座部外观质量、滑移材料外观质量、滑移面板外观质量、滑移面板与下连接板的链接及防腐蚀要求等，上述性能的具体要求和试验方法应符合《橡胶支座 第 5 部分：建筑隔震弹性滑板支座》GB 20688.5 的规定。

5.3.3 弹性滑板支座的尺寸允许偏差包含橡胶支座部允许偏差、滑移材料允许偏差、滑移面板允许偏差、连接板允许偏差等，上述尺寸允许偏差具体要求和试验方法应符合《橡胶支座 第 5 部分：建筑隔震弹性滑板支座》GB 20688.5 的规定。

5.3.4 弹性滑板支座的力学性能包括压缩性能、剪切性能、剪切性能相关性、压缩性能相关性、极限性能和耐久性能等。上述性能的具体要求和试验方法应符合《橡胶支座 第 5 部分：建筑隔震弹性滑板支座》GB 20688.5 的规定。

5.3.5 弹性滑板支座滑移时橡胶支座部设计水平剪应变不宜大于 50%。

5.3.6 弹性滑板支座的橡胶支座部的最小直径（或边长）尺寸不宜小于 300mm，第 1 形状系数 S1 不宜小于 30，第 2 形状系数 S2 不应小于 7。

5.4 摩擦摆支座性能要求

5.4.1 摩擦摆隔震支座按照滑动摩擦面结构形式，可将摩擦摆隔震支座分为两类：I型为单主滑动摩擦面型；II型为双主滑动摩擦面型。摩擦摆支座由上下锚固装置、上座板、上滑动摩擦面、球冠体、下滑动摩擦面、下座板等部件组成。

5.4.2 支座基准竖向承载力分级、支座极限位移量分级、支座摆动周期分级及支座标记方式应符合《建筑摩擦摆隔震支座》GB/T 37358 的规定。

5.4.3 支座的摩擦材料、支座用钢材、黏结剂和防尘橡胶材料等的规格、质量与性能应符合《建筑摩擦摆隔震支座》GB/T 37358 的规定。

5.4.4 滑动摩擦面的构造及处理、支座的防腐与防尘、支座组装应符合《建筑摩擦摆隔震

支座》GB/T 37358 的规定。

5.4.5 支座的力学性能包括压缩性能、剪切性能、剪切性能相关性、水平极限变形能力等。上述性能的具体要求和试验方法应符合《建筑摩擦摆隔震支座》GB/T 37358 的规定。

5.4.6 支座的外观质量、尺寸与偏差允许值等应符合《建筑摩擦摆隔震支座》GB/T 37358 的规定。

5.4.7 支座的等效曲率半径、初始刚度、等效刚度、等效周期、阻尼比、摆动周期、屈服后刚度、回复力等的计算方法应符合《建筑摩擦摆隔震支座》GB/T 37358 附录 A 的规定。

5.4.8 支座的检验规则、标志、包装、运输和贮存等应符合《建筑摩擦摆隔震支座》GB/T 37358 的规定。

5.5 阻尼装置性能要求

5.5.1 隔震层中采用的阻尼装置宜选用刚度较小的粘滞阻尼器，也可采用粘弹性、金属阻尼器等。

5.5.2 阻尼装置应具有较大的变形能力，且在大变形作用下不能出现面外失稳。

5.5.3 阻尼装置的构造、防腐与防尘应符合《建筑消能阻尼器》JG/T 209 的规定。

5.5.4 阻尼装置的力学性能包括滞回性能、刚度、阻尼系数、阻尼指数等。上述性能的具体要求和试验方法应符合《建筑消能阻尼器》JG/T 209 的规定。

5.5.5 阻尼装置的外观质量、尺寸与偏差允许值等应符合《建筑消能阻尼器》JG/T 209 的规定。

5.5.6 阻尼装置的检验规则、标志、包装、运输和贮存等应符合《建筑消能阻尼器》JG/T 209 的规定。

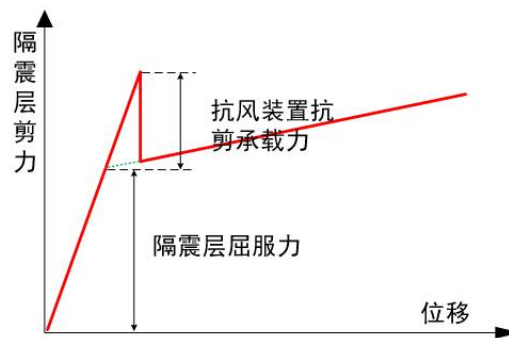
5.6 抗风及抗拉装置性能要求

5.6.1 隔震层中的抗风和抗拉装置可以与隔震支座合为一体，也可单独设置。

5.6.2 隔震层中布置抗风或抗拉装置，宜布置在结构的四周，宜对称布置，安装于便于检修和可更换位置。

5.6.3 抗风装置的核心组件应采用高强度的脆性材料，在 50 年一遇风荷载作用下应保持弹性，在设防地震作用时，超过材料的极限强度应断开，不能影响预期地震水准下的隔震层等效刚度和隔震效果。

【5.6.3 条文说明】设置抗风装置后的隔震层本构应符合下图：



设置抗风装置后的隔震层本构

5.6.4 抗拉装置应具有足够的滑动间隙，其水平隔离缝不宜大于 20mm，不影响隔震支座的变形。

5.6.5 地震完成后应对抗风装置进行检修，已拉断的抗风装置应更换。

5.6.6 抗拉装置应在结构施工完成后，支座受力稳定后再进行安装。

5.6.7 抗拉装置的抗拉极限承载力不应小于支座在罕遇地震作用下拉力设计值的 1.2 倍。

5.6.8 抗拉装置抗拉承载力、抗拉刚度等参数需要通过试验取得；产品需要通过专家论证并提供权威第三方机构的检测报告。结构在竖向拉力作用下的倾角不宜超过 2%。

5.6.9 抗拉装置应避免产生水平力，无法避免时水平力不宜超过受拉支座的恢复力。

5.6.10 抗拉装置与其他装置潜在接触点之间宜布置橡胶等缓冲材料，避免产生直接接触。

5.7 隔震支座产品检验及要求

5.7.1 隔震支座应进行型式检验、出厂检验。

1 型式检验是制造厂为了取得隔震支座的生产资格，委托质量技术监督部门或具有相应资质的第三方检验机构对产品的各项指标进行的全面检验。制造厂提供工程应用的隔震橡胶支座新产品（新种类、新规格、新型号）进行认证鉴定时，或已有支座产品的规格、型号、结构、材料、工艺方法等有较大改变时，均应进行型式检验，并提供型式检验报告。

2 出厂检验是制造厂对其生产的隔震支座在出厂前由其质检部门或独立的第三方检测机构对该批隔震支座进行的质量等相关性能指标的检验。隔震支座出厂检验应符合下列规定：

- 1) 特殊设防类、重点设防类建筑，每种规格产品抽样数量应为 100%；
- 2) 标准设防类建筑，每种规格产品抽样数量不应少于总数的 50%，有不合格试件时，应 100%检测；

3) 每项工程抽样总数不应少于 20 件, 每种规格的产品抽样数量不应少于 4 件, 当产品少于 4 件时, 应全部进行检验。

5.7.2 隔震支座应按照《建筑隔震设计标准》GB/T 51408、《橡胶支座 第 3 部分: 建筑隔震橡胶支座》GB 20688.3、《橡胶支座 第 5 部分: 建筑隔震弹性滑板支座》GB 20688.5、《建筑摩擦摆隔震支座》GB/T 37358 及《建筑隔震橡胶支座》JG/T 118 的要求进行型式检验, 并提供型式检验报告, 检验报告的有效期不得超过 6 年(其中建筑隔震橡胶支座正常生产时每 4 年进行型式检验一次、建筑摩擦摆隔震支座正常生产时每 5 年定期进行型式检验一次)。

5.7.3 隔震支座应按照《建筑隔震设计标准》GB/T 51408、《橡胶支座 第 3 部分: 建筑隔震橡胶支座》GB 20688.3、《橡胶支座 第 5 部分: 建筑隔震弹性滑板支座》GB 20688.5、《建筑摩擦摆隔震支座》GB/T 37358 及《建筑隔震橡胶支座》JG/T 118 的要求进行出厂检验, 检验合格并附有合格证书的产品方可使用。

5.7.4 建筑隔震橡胶支座内部橡胶的物理机械性能检验项目应符合表 5.7.4 的规定。

表 5.7.4 建筑隔震橡胶支座内部橡胶的物理机械性能检验项目

性能	项目	出厂检验	型式检验
硬度	硬度	△	√
拉伸性能	拉伸强度	√	√
	扯断伸长率	√	√
	25%定伸应力	△	√
	300%定伸应力	△	√
压缩性能	压缩永久变形	△	√
黏合性能	黏合强度	△	√
热空气老化性能	拉伸强度变化率	△	√
	扯断伸长率变化率	△	√
	硬度变化	△	√
抗臭氧性能	臭氧老化	×	√
	静态拉伸试验	×	√
脆性性能	脆性温度	×	√

注: √——要进行试验; ×——不要进行试验; △——可选择进行试验。

5.7.5 建筑隔震橡胶支座竖向和水平力学性能检验项目应符合表 5.7.5-1 的规定, 支座耐久性检验项目应符合表 5.7.5-2 的规定, 支座相关性检验项目应符合表 5.7.5-3 的规定。

表 5.7.5-1 建筑隔震橡胶支座竖向和水平力学性能检验项目

性能	检验项目	出厂检验	型式检验	试件要求
压缩性能	竖向压缩刚度	√	√	足尺
	压缩变形性能	√	√	
	竖向极限压力	×	√	足尺或缩尺

					模型 A
	水平位移为支座内部橡胶直径 55% 状态时的极限压应力		×	√	足尺或缩尺 模型 B
	侧向不均匀变形		√	√	
拉伸性能	竖向拉伸刚度		△	√	足尺或缩尺 模型 B
	竖向极限拉应力		×	√	
水平剪切性能	水平等效刚度	剪应变为 100% 或 γ_0	√	√	足尺
		剪应变为 250%	△	√	
	等效阻尼比		√	√	
	屈服后水平刚度（铅芯橡胶支座）		√	√	
	屈服力（铅芯橡胶支座）		√	√	
0.55D 剪切性能	水平等效刚度		×	√	足尺或缩尺 模型 B
极限剪切性能	水平极限变形能力		×	√	足尺

注：1 √——要进行试验；×——不进行试验；△——可选择进行试验。

2 缩尺模型 A：直径或长边尺寸 $\geq 500\text{mm}$ ；

缩尺模型 B：直径或长边尺寸 $\geq 1000\text{mm}$ 。

3 γ_0 ——设计剪应变。

4 水平位移为支座内部橡胶直径 55% 状态时的极限压应力限值要求：

当 $3 \leq S_2 \leq 4$ 时，应不小于 20MPa；

当 $4 < S_2 \leq 5$ 时，应不小于 25MPa；

当 $S_2 > 5$ 时，应不小于 30MPa。

5 0.55D 剪切性能测试标准：测试竖向压应力限值下将支座推剪到水平位移 0.55D 往复循环加载 3 次，滞回曲线不应出现负刚度或零刚度。极限压应力限值下水平位移 0.55D 时的水平等效刚度与压应力 15MPa 下的剪应变 100% 时水平等效刚度偏差不超过 $\pm 25\%$ 。

表 5.7.5-2 建筑隔震橡胶支座耐久性检验项目

性能	检验项目	出厂检验	型式检验	试件要求
老化性能	竖向刚度	×	√	足尺或缩尺 模型 A 标准试件，剪切型 橡胶试件
	水平等效刚度	×	√	
	等效阻尼比	×	√	
	水平极限变形能力	×	√	
徐变性能	徐变量	×	√	足尺或缩尺模型 C
疲劳性能	竖向刚度	×	√	足尺或缩尺 模型 A
	水平等效刚度	×	√	
	等效阻尼比	×	√	
	外观情况	×	√	

注：1 √——要进行试验；×——不进行试验；△——可选择进行试验。

2 缩尺模型 A：直径或长边尺寸 $\geq 500\text{mm}$ ；

缩尺模型 B：直径或长边尺寸 $\geq 1000\text{mm}$ ；

缩尺模型 C：直径或长边尺寸 $\geq 300\text{mm}$ 。

表 5.7.5-3 建筑隔震橡胶支座相关性检验项目

性能	检验项目	出厂检验	型式检验	试件要求
竖向应力相关性	竖向刚度	×	√	足尺或缩尺模型 A
	水平等效刚度	×	√	
大变形相关性	竖向刚度	×	√	
	水平等效刚度	×	√	
加载频率相关性	竖向刚度	×	√	
	水平等效刚度	×	√	
温度相关性	竖向刚度	×	√	
	水平等效刚度	×	√	

注：1 √——要进行试验；×——不进行试验；△——可选择进行试验。

2 缩尺模型 A：直径或长边尺寸 $\geq 500\text{mm}$ 。

5.7.6 弹性滑板支座橡胶材料的物理性能检验项目应符合表 5.7.6 的规定。

表 5.7.6 弹性滑板支座橡胶材料物理性能检验项目

序号	性能	试验项目	出厂检验		型式检验	
			内部橡胶	橡胶保护层	内部橡胶	橡胶保护层
1	拉伸性能	拉伸强度	√	√	√	√
		拉断伸长率	√	√	√	√
		100%拉应变时的弹性模量	×	×	√	√
2	老化性能	拉伸强度变化率	△	△	√	√
		拉断伸长率变化率	△	△	√	√
		100%拉应变时的弹性模量变化率	×	×	√	√
3	硬度	硬度	△	△	√	√
4	粘合性能	橡胶与金属粘合强度	△	×	√	√
5	压缩性能	压缩永久变形	√	√	√	×
6	剪切性能	剪切模量	△	×	√	×
		等效阻尼比	△	×	√	×
		剪切模量和等效阻尼比的温度相关性	×	×	√	×
		破坏剪应变	×	×	√	×
7	脆性性能	脆性温度	×	×	√	√*
8	抗臭氧性能	外观变化	×	√	×	√
9	低温结晶性能	硬度变化率	×	×	√+	√+

注：√*——使用环境温度低于 0℃时，应进行试验；

√——应进行试验；×——不进行试验；△——可选择进行试验；

√⁺——应进行试验，除非橡胶对工作温度范围内的结晶不敏感（见 GB/T 20688.1~2007 的 5.7）。

5.7.7 弹性滑板支座的力学性能检验项目应符合表 5.7.7 的规定。

表 5.7.7 弹性滑板支座力学性能试验项目

序号	性能	试验项目	出厂检验	型式检验	试件
1	外观要求		√	√	足尺
2	允许偏差		√	√	足尺
3	压缩性能	竖向压缩刚度 压缩位移	√	√	足尺
4	剪切性能	动摩擦系数 初始刚度 K_1	√	√	足尺
5	剪切性能相关性	压应力相关性	×	√	足尺或缩尺模型 B
6		加载速度相关性	×	√ (m)	足尺或缩尺模型 A，标准试件
7		反复加载次数相关性	×	√	足尺或缩尺模型 B
8		温度相关性	×	√ (m)	足尺或缩尺模型 A，标准试件
9	压缩性能相关性	压应力相关性	×	√	足尺或缩尺模型 B
10	极限性能	水平极限性能 竖向极限抗压性能	×	√	足尺或缩尺模型 B
11	耐久性能	老化性能	×	√ (m)	足尺或缩尺模型 A，标准试件
12		徐变性能	×	√	足尺或缩尺模型 A，

注：1 √——应进行试验；√ (m)——对滑板支座试件或剪切型橡胶试件进行试验；×——不进行试验。

2 缩尺模型 A 的尺寸要求：对于圆形滑板支座，直径≥150mm，对于方形滑板支座，边长≥100mm，橡胶层厚度≥1.5mm，钢板厚度≥0.5mm。

3 缩尺模型 B 的尺寸要求：对于圆形滑板支座，直径≥400mm，对于方形滑板支座，边长≥400mm。橡胶层厚度≥1.5mm，钢板厚度≥0.5mm。

5.7.8 摩擦摆支座用材料的试验项目应符合表 5.7.8 的规定。

表 5.7.8 摩擦摆支座用材料的试验项目

序号	材料	试验项目	出厂检验	型式检验
1	摩擦材料	物理机械性能、厚度、外观	√	√
2	不锈钢板	外观	√	√
3	黏结剂	滑板与钢板黏结剥离强度	√	√
4	防尘板橡胶	物理机械性能	√	√
注：√——进行试验；×——不进行试验，				

注：√——进行试验；×——不进行试验。

5.7.9 摩擦摆整体支座的试验项目应符合表 5.7.9 的规定。

表 5.7.9 摩擦摆整体支座的试验项目

序号	性能	试验项目	出厂检验	型式检验	试件
1	外观质量	—	√	√	足尺
2	尺寸偏差	摩擦材料	√	√	足尺
3		金属摩擦面	√	√	足尺
4		机加工件	√	√	足尺
5		整体支座	√	√	足尺
6	支座力学性能试验	竖向压缩变形	√	√	足尺或缩尺
7		竖向承载力	×	√	
8		剪切性能试验	√	√	
9		剪切性能相关性试验	△	√	
10		水平极限变形试验	△	√	

注：√——进行试验；×——不进行试验；△——可选择进行试验。

5.7.10 支座在运输、贮存过程中如遭遇可能影响支座性能的事件时，应再次进行出厂检验。检测项目和抽样数量可由相关各方协商确定。

5.8 阻尼装置检验及要求

5.8.1 隔震层中布置的阻尼装置应通过型式检验和出厂检验。型式检验除满足相关产品的要求外，检验报告有效期不超过 6 年。出厂检验报告只对采用阻尼装置的项目有效，不得重复使用。

5.8.2 阻尼装置的性能检验，应符合下列规定：

1 对黏滞阻尼器，抽检数量为同一工程同一类型同一规格数量，标准设防类取 20%，重点设防类取 50%，特殊设防类取 100%，但不应少于 2 个，检验合格率为 100%，该批次产品可用于主体结构。检测合格后，阻尼装置若无任何损伤、力学性能仍满足正常使用要求时，可用于主体结构。

2 对摩擦阻尼器、金属阻尼器，抽检数量为同一工程同一类型同一规格数量的 3%，当同一类型同一规格的阻尼装置数量较少时，可在同一类型阻尼装置中抽检总数量的 3%，但不应少于 2 个，检测合格率为 100%，该批次产品可用于主体结构。检测后的阻尼装置不应用于主体结构。

5.8.3 阻尼装置力学性能检测应满足《建筑消能阻尼器》JG/T 209 要求。

5.9 抗风及抗拉装置检验及要求

5.9.1 隔震层中布置的抗风及抗拉装置应对其受力构件进行力学性能试验，并提供相应的第三方检验报告或型检报告。报告中应包含抗风及抗拉装置的抗拉刚度和极限承载力。

5.9.2 隔震层中布置的抗风及抗拉装置力学性能检测应满足受力构件对应材料的现行国家标准要求。抗拉装置应提供可靠的设计依据或证明材料。

5.9.3 抗风装置的受力构件抗拉或抗剪极限强度不应超过设计值的 $\pm 15\%$ 。

5.9.4 抗风及抗拉装置工作年限应与支座设计工作年限相同。

6 多高层房屋隔震设计

6.1 一般规定

6.1.1 本章适用于多高层钢筋混凝土结构的隔震建筑设计。

【6.1.1 条文说明】本章规定了多高层钢筋混凝土房屋隔震建筑的设计规定，钢结构及组合结构等其他类型房屋可以参照本章及相关规范要求设计。

6.1.2 属于本标准 1.0.3 条规定的第一、二挡抗震设防目标的隔震建筑，其抗震措施可按底部剪力比及相应的抗震设防烈度确定；除应符合《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定外，尚应符合下列规定：

1 隔震结构底部剪力比大于 0.5 时，隔震结构应按本地区设防烈度规定采取相应的抗震措施；

2 隔震结构底部剪力比不大于 0.5 时，上部结构可按本地区设防烈度降低 1 度确定抗震措施；

3 与竖向地震作用有关的抗震措施，应符合按本地区设防烈度的规定，不得降低。

6.1.3 属于本标准 1.0.3 条规定的第三档抗震设防目标的隔震建筑，隔震层以上结构的抗震措施应满足下列规定：

1 当水平向减震系数大于 0.40 时（设置阻尼器时为 0.38）不应降低非隔震时的有关要求；

2 当水平向减震系数不大于 0.40 时（设置阻尼器时为 0.38），可适当降低本规范有关章节对非隔震建筑的要求，但烈度降低不得超过 1 度，与抵抗竖向地震作用有关的抗震构造措施不应降低。

【6.1.3 条文说明】与抵抗竖向地震作用有关的抗震措施，对钢筋混凝土结构，指墙、柱的轴压比规定；对砌体结构，指外墙尽端墙体的最小尺寸和圈梁的有关规定。

6.1.4 复杂隔震结构应进行专门研究并进行专家论证。

【6.1.4 条文说明】复杂隔震结构是指隔震建筑房屋高度超过《建筑抗震设计规范》GB 50011 现浇钢筋混凝土房屋适用最大高度要求的隔震建筑；隔震建筑上部结构建筑形体及其构件布置的规则性符合《建筑抗震设计规范》GB 50011 中特别不规则要求的隔震建筑；隔震建筑采用暂未列入《建筑抗震设计规范》GB 50011、《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 等规范、规程的结构形式。

6.2 隔震层布置

6.2.1 隔震层设计应符合下列规定：

1 阻尼装置、抗风装置和抗拉装置可与隔震支座合为一体，亦可单独设置，必要时可设置限位装置；

2 同一隔震层选用多种类型、规格的隔震装置时，每个隔震装置的承载力和水平变形能力应能充分发挥，所有隔震装置的竖向变形应保持基本一致。橡胶类支座不宜与摩擦摆等钢支座在同一隔震层中混合使用；

3 隔震层采用摩擦摆隔震支座时，应考虑支座水平滑动时产生的竖向位移，及其对隔震层和结构的影响。

4 当隔震层采用隔震支座和阻尼器时，应使隔震层在地震后基本恢复原位，隔震层在罕遇地震作用下的水平最大位移所对应的恢复力，不宜小于隔震层屈服力与摩阻力之和的 1.2 倍。

6.2.2 隔震层布置应符合下列要求：

1 隔震层宜设置在结构的底部或中下部，其隔震支座应设置在受力较大的部位，隔震支座的规格、数量和分布应根据竖向承载力、侧向刚度和阻尼的要求由计算确定；

2 隔震支座底面宜布置在相同标高位置上，当确实有困难需要布置在不同标高时，应采取有效措施保证隔震装置共同工作；

3 隔震层刚度中心与上部结构的质量中心宜重合，设防烈度地震作用下的偏心率不宜大于 3%；罕遇地震作用下，隔震支座的扭转位移比不应大于 5%。

4 同一支承处采用多个隔震支座时，隔震支座之间的净距应能满足安装和更换所需的尺寸。

5 隔震支座的平面布置宜与上部结构和下部结构中竖向受力构件的平面位置相对应。当不可避免需要采取偏心布置时，需沿偏心方向设置平衡梁；当平面位置不对应时，应采取可靠的结构转换措施。

【6.2.2 条文说明】扭转位移比=(最大位移-最小位移)/平均值位移。隔震建筑重点需要控制隔震层的偏心布置，补充在罕遇地震作用下，隔震支座的扭转位移比不大于 5%时，上部结构的扭转可以通过隔震层设计解决。

6.2.3 弹性滑板支座、摩擦摆隔震支座或其他不能承受竖向拉力的支座宜保持受压状态。当不可避免出现竖向脱离时，竖向脱离支座的数量应控制在 20%以内，且脱离高度不宜超过 10mm。

【6.2.3 条文说明】竖向脱离支座的数量过多时，影响上部结构的整体稳定性。

6.2.4 隔震橡胶支座在罕遇地震作用下不宜出现竖向拉应力，当不可避免时，其竖向拉应

力应满足本标准 4.7.3 条的规定，且要求同一地震加速度时程曲线作用下出现拉应力的支座数量不超过支座总数的 30%。当计算的拉应力超限时，宜采取调整上部结构布置等措施减少手拉支座数量，也可采用增大支座直径、增设抗拉装置、提离支座等措施减小支座拉应力。

【6.2.4 条文说明】其中抗拉装置和提离支座应能与普通支座协同变形，提离支座的提离高度不宜超过 20mm。提离装置详见下图（图 6.2.4）示意：

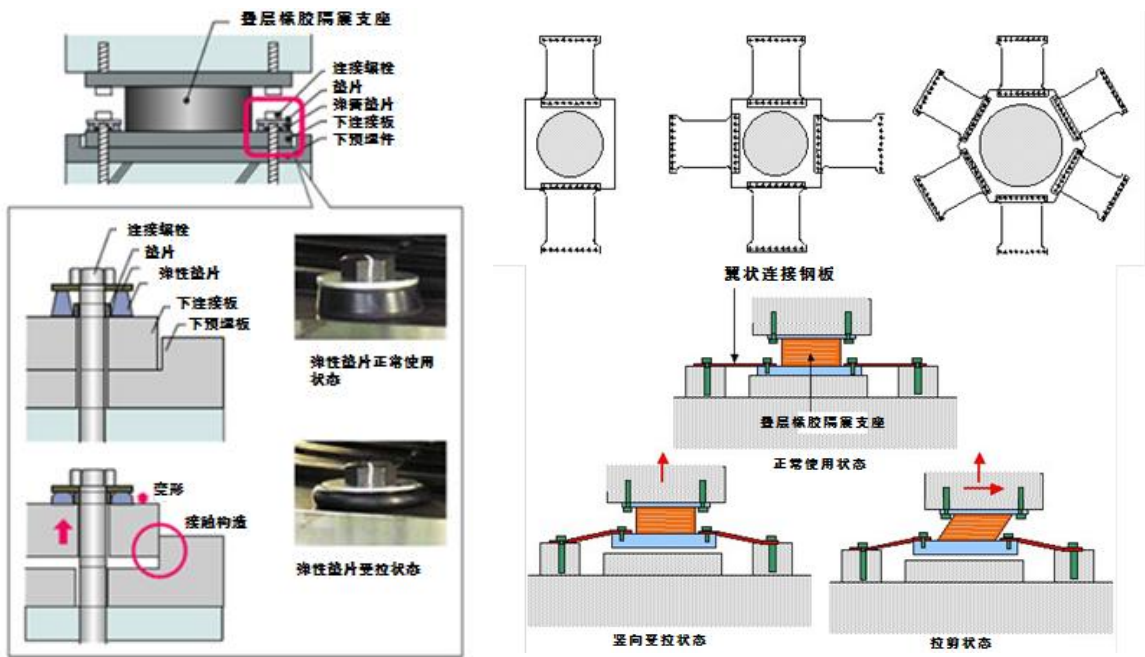


图 6.2.4 提离装置示意图

6.2.5 隔震支座的屈服强度设计值应满足本标准 4.7.9 条要求，当不能满足时，可调整隔震支座或者设置抗风装置等措施。

6.2.6 隔震层的隔震橡胶支座的水平位移验算应符合本标准第 4.7.6~4.7.8 条的规定。

6.3 隔震支座与结构的连接

6.3.1 隔震支座连接预埋件和连接螺栓的验算应取支座的轴向力、水平剪力和弯矩共同作用下的受力状态。

6.3.2 隔震支座的连接宜按本标准附录 C 进行设计。

6.3.3 隔震支座预埋件、连接螺栓及连接板的设计应满足国家现行相关标准的规定；隔震支座与上部结构及下部结构的连接应可靠，应使隔震支座在达到极限破坏状态时仍不产生连接破坏。

6.3.4 隔震支座外露的预埋件应有可靠的防锈措施，外露的金属部件表面均应进行防腐

处理。

6.3.5 预埋件的锚固钢筋应与钢板有可靠的连接。当预埋板直径大于 1m 时，可以在预埋板与柱顶之间预留 50~100mm 空隙采用二次浇筑，要求采用比支柱、支墩混凝土高一个强度等级的微膨胀免振捣细石混凝土或者灌浆料。

6.3.6 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。

6.3.7 设置隔震支座的支柱、支墩及相连构件应计算抗冲切和局部承压，并采取防止局部受压破坏的构造措施。

【6.3.7 条文说明】防止局部受压破坏的构造措施，依据《建筑抗震设计规范》GB 50011 要求加密箍筋并应根据需要配置网状钢筋，如果网状钢筋设置确实困难，也可采取其他有效防止局部破坏的施工措施。

6.4 下部结构设计

6.4.1 隔震层下部结构的承载力验算应考虑上部结构传递的轴力、弯矩、水平剪力，以及由隔震层水平变形产生的附加弯矩。

6.4.2 隔震层以下的地下室，或塔楼底盘结构中直接支撑隔震塔楼的部分及其相邻一跨的相关构件，设防地震作用下的抗震承载力应满足本标准第 4.4 节的规定。

6.4.3 隔震层以下的地下室，或塔楼底盘结构中直接支撑隔震塔楼的部分及其相邻一跨的相关构件，设防地震作用下的层间位移角限值应符合本标准第 4.5 节的规定。

6.4.4 隔震层以下且地面以上的结构在罕遇地震作用下的层间位移角限值应符合本标准第 4.5 节的规定。

6.4.5 特殊设防类建筑尚应进行极罕遇地震作用下的变形验算，其下部结构的层间位移角限值应符合本标准第 4.5 节的规定。

6.4.6 隔震建筑下部结构的抗震措施除应符合《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定外，尚应符合下列规定：

1 层间隔震结构位于地面以上的下部结构，其竖向投影向外延伸一跨范围内的所有竖向构件均属于关键构件，抗震设防烈度 6、7 度时钢筋混凝土框架结构的抗震等级为二级、钢筋混凝土抗震墙结构的抗震等级为一级，抗震设防烈度 8 度时钢筋混凝土框架结构的抗震等级为一级、钢筋混凝土抗震墙结构的抗震等级为一级；外延伸一跨范围以外结构的抗震等级按抗震建筑采用。

2 层间隔震结构，地下室地下一层抗震等级应与地面上一层相同，以下各层结构

抗震等级可逐渐降低，但不得小于三级。

3 基底隔震结构，当隔震层设置在地下室柱或墙顶时，隔震层所在的地下室地下一层抗震等级应与隔震层上一层抗震等级相同，以下各层结构抗震等级可逐渐降低，但不得小于三级。

6.4.7 层间隔震及地下室隔震建筑，与下支墩相连的楼层应采用现浇混凝土梁板结构，板厚不应小于 160mm，采用双层双向通长配筋，配筋率不宜小于 0.25%。

6.5 上部结构设计

6.5.1 隔震层顶部楼盖应有足够的刚度和承载力，当采用整体式混凝土结构时，板厚不应小于 160mm，应采用双层双向配筋，配筋率不宜小于 0.25%。楼板应少开洞、开小洞，当洞口尺寸大于 800mm 时，洞口周边应设置边梁。

6.5.2 隔震结构抗震墙底部加强部位的范围应符合下列规定：

1 底部加强部位的高度，对基底隔震结构应从隔震层顶板算起；对中间层隔震结构，有地下室时应从地下室顶板算起，无地下室时应从基础面算起；

2 底部加强部位的高度可取底部两层和墙体总高度的 1/10 二者的较大值，对部分框支抗震墙结构及中间层隔震结构，尚应取至转换层及隔震层以上两层。

6.5.3 混凝土抗震墙应符合下列规定：

1 抗震墙重力荷载代表值作用下的轴压比，抗震等级为一级时，7、8 度不宜大于 0.5；抗震等级为二级、三级时，不宜大于 0.6；

2 抗震墙竖向和横向分布钢筋，抗震等级为一、二、三级时竖向和横向分布钢筋最小配筋率不应小于 0.25%，抗震等级为四级时不应小于 0.20%。

6.5.4 抗震墙和开洞抗震墙下应设置转换梁，转换梁应符合下列规定：

1 转换次数不宜大于 3。

2 梁上下纵向钢筋最小配筋率，一级和二级分别不应小于 0.6%和 0.5%。

3 支座处距柱边 1.5 倍梁高范围内，以及抗震墙洞口处距洞口两侧 1.5 倍梁高范围内的箍筋应加密，箍筋直径不应小于 12mm，间距不应大于 100mm。加密区含箍率不应小于 $1.3f_t/f_{vy}$ 。

6.5.5 隔震结构设计时，钢筋混凝土柱的轴压比应按式（6.5.5-1）计算：

$$\mu_N = \varepsilon N / f_c A \quad (6.5.5-1)$$

$$\varepsilon = (N_{GE} + 0.36N_E) / (N_{GE} + N_E) \quad (6.5.5-2)$$

式中： μ_N —钢筋混凝土柱的轴压比；

ε —轴压比调整系数；考虑多遇地震组合设计时取 1.0；当考虑设防地震组合作

用时按式（6.5.5-2）计算；

N —钢筋混凝土柱的轴压力设计值（N）；

N_{GE} —钢筋混凝土柱的重力荷载代表值作用下的轴压力设计值（N）；

N_E —钢筋混凝土柱在设防地震作用下的轴压力设计值（N）；

f_c —混凝土轴心抗压强度设计值（N/mm²）；

A —钢筋混凝土柱全截面面积（mm²）。

对于型钢混凝土柱，轴压比可按下式（6.5.5-3）计算：

$$\mu_N = \varepsilon N / (f_c A_c + f_a A_a) \quad (6.5.5 - 3)$$

式中： μ_N —型钢混凝土柱的轴压比；

ε —轴压比调整系数；考虑多遇地震组合设计时取 1.0；当考虑设防地震组合作用时按式（6.5.5-2）计算；

N —型钢混凝土柱的轴压力设计值（N）；

A_c —扣除型钢后的混凝土截面面积（mm²）；

f_a —型钢的抗压强度设计值（N/mm²）；

A_a —型钢的截面面积（mm²）；

6.5.6 钢筋混凝土结构设计除应符合本标准规定外，其余设计要求均应符合《建筑抗震设计规范》GB 50011 和《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 等国家现行标准的有关规定。

6.6 连体建筑的连接设计

6.6.1 连接体结构与主体结构宜在一端采用隔震支座，另外一端采用刚性连接，支座滑移量应能满足罕遇地震作用下的位移要求；当两端都采用隔震支座时，抗倾覆验算应同时考虑风和地震组合。

6.6.2 连接体的隔震支座宜采用高阻尼橡胶支座，也可采用普通橡胶支座与阻尼器联合使用方式，并应设置限位装置，设置防跌落拉索。

6.6.3 7 度（0.15g）和 8 度抗震设计时，连体结构的连接体应考虑竖向地震的影响，其竖向地震作用分别不小于结构重力荷载代表值的 10% 和 20%。

6.6.4 连接体的构件及与连接体相连的构件，在连接体高度及上、下层范围内的抗震等级应较其他构件提高一级。

7 多层砌体房屋隔震设计

7.1 一般规定

7.1.1 本章适用于普通砖、多孔砖（包括烧结、混凝土多孔砖）砌体承重的多层建筑的隔震设计。

7.1.2 多层砌体建筑采用隔震设计时应符合下列规定：

1 应优先采用横墙承重或纵横墙共同承重的结构体系。

2 隔震建筑的层数、总高度和最大高宽比应符合《建筑抗震设计规范》GB 50011 的相关规定。重点设防类建筑应满足抗震结构相应设防烈度的要求；当底部剪力比不大于 0.5 时，其余抗震措施可适当降低，但最大降低幅度不超过 1 度；标准设防类隔震建筑底部剪力比不大于 0.5 时，建筑物层数、总高度、最大高宽比和其余抗震措施可适当降低，最大降低幅度不超过 1 度。

注：与抵抗竖向地震作用有关的抗震措施不应降低，对钢筋混凝土结构，指墙、柱的轴压比规定；对砌体结构，指外墙尽端墙体的最小尺寸和圈梁的有关规定。

7.1.3 多层砌体建筑的隔震层设计，应符合本标准 4.7 节及 6.2 节的相关规定。

7.1.4 多层砌体建筑的隔震层布置应符合下列规定：

1 隔震层宜设置在基础或地下室结构与上部首层结构之间；

2 外墙四角和对应转角、楼、电梯间四角、每隔不大于 2 个开间与纵墙交接处且不宜大于 8m，应布置隔震支座，其余位置的隔震支座应结合隔震层顶部梁受力和隔震支座受力的情况合理布置；

3 当隔震层位于地下室顶部时，隔震支座不宜直接放置在砌体墙上，否则应验算墙体的局部承压；

4 隔震层顶部纵、横梁的构造，应符合底部框架 - 抗震墙建筑的钢筋混凝土托墙梁的要求。

7.2 砌体房屋隔震设计要点

7.2.1 多层砌体建筑的隔震设计可采用底部剪力法进行计算分析，对重点设防类建筑、房屋平面或竖向不规则及多塔结构，尚应采用振型分解反应谱法或时程分析方法做补充计算。

7.2.2 多层砌体建筑隔震设计应按本标准 4.4 节进行结构的承载力计算。

7.2.3 多层砌体建筑的隔震层顶部梁可按承受均布荷载的单跨简支梁或多跨连续梁计算，均布荷载可按底部框架砌体建筑的钢筋混凝土托墙梁的规定取值，并应符合下列规定：

1 7度（0.15g）及8度（0.2g）区托梁跨度不小于8m时，除考虑水平地震作用外，还应考虑竖向地震作用的影响；

2 当按连续梁算出的正弯矩小于单跨简支梁跨中弯矩的0.8倍时，应按0.8倍单跨简支梁跨中弯矩配筋。

7.2.4 多层砌体建筑的关键构件除与隔震层相连的结构构件外，尚应包含隔震层以上的首层墙体。

7.2.5 当需要进行竖向地震作用下的抗震验算时，砌体抗震抗剪强度的正应力影响系数宜按减去竖向地震作用效应后的平均压应力取值。

7.2.6 多层砌体建筑的隔震层下部结构设计应符合本标准6.4节的相关规定。

7.3 砌体结构的隔震措施

7.3.1 砌体结构隔震层顶部梁板应满足以下规定：

1 隔震层顶部梁板应采用钢筋混凝土梁板结构，板厚不应小于160mm，应采用双层双向配筋且每个方向的配筋率不宜小于0.25%；楼板应少开洞、开小洞，当洞口尺寸大于800mm时，洞口周边应设置边梁；

2 隔震层顶部梁的抗震等级，设防烈度为6、7度时应按三级采用，设防烈度为8度时应按二级采用；

3 隔震层顶部梁截面和构造应满足《建筑抗震设计规范》GB 50011第7.5.8条的要求。

7.3.2 隔震层以上第一层墙体顶面标高处、屋面标高处应沿墙体设置钢筋混凝土圈梁。

7.3.3 多层砖砌体房屋的钢筋混凝土构造柱设置，当底部剪力比大于0.5时，应满足《建筑抗震设计规范》GB 50011第7.3节的要求；当底部剪力比不大于0.5时，设防烈度为7度及8度时应符合表7.3.3的要求。隔震支座对应上部墙体处应设置上下贯通的现浇混凝土构造柱，并应与圈梁连接。

表 7.3.3 多层砖砌体房屋构造柱设置要求

房屋层数		设置部位	
7度	8度		
三、四	二、三	楼、电梯间四角，楼梯斜梯段上下端对应的墙体处；	每隔12m或单元横墙与外纵墙交处
五	四	外墙四角和对应的转角； 错层部位横墙与外纵墙交接处；	每隔三开间的横墙与外墙交接处

六	五	大房间内外墙交接处； 较大洞口两侧	隔开间横墙（轴线）与外墙 交接处； 山墙与内纵墙交接处；
七	六、七		内墙（轴线）与外墙交接处； 内墙的局部较小墙垛处； 内纵墙与横墙（轴线）交接 处

8 既有建筑隔震加固设计与施工

8.1 一般规定

8.1.1 本章适用于经鉴定不满足抗震设防要求或对安全性和使用功能有较高要求的既有建筑物的隔震加固与改造。

【8.1.1 条文说明】随着我国经济水平与建设质量的提高，一些既有建筑经鉴定后不能满足改造后使用功能，地上结构需要大面积加固，将显得十分不经济，经合理设计的隔震加固工程，可满足抗震要求，其造价可以与传统加固方法相当，而综合考虑工期、装修恢复等因素后，其经济性将进一步突出。

8.1.2 既有建筑采用隔震加固技术后，其基本的抗震设防目标是：

- 1 当遭受低于本地区抗震设防烈度的多遇地震影响时，主体结构不受损坏或不需修理可继续使用；
- 2 当遭受相当于本地区抗震设防烈度的设防烈度的设防地震影响时，可能发生损坏，但经一般性修理仍可继续使用；
- 3 当遭受高于本地区抗震设防烈度的罕遇地震影响时，不致倒塌或发生危及生命的严重破坏；
- 4 使用功能或其它方面有专门要求的建筑，当采用性能化设计时，可具有更具体或更高的抗震设防目标。

【8.1.2 条文说明】既有建筑隔震加固，若按《建筑隔震设计标准》GB / T 51408 中新建隔震建筑的要求，则除采用隔震加固外，上部结构还需要进行大量加固，大量的加固对既有建筑损伤大，费用高，不利于隔震技术在既有建筑中的推广，故既有建筑隔震后，抗震设防目标与《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002 以及《建筑抗震设计规范》GB 50011 相同。

采用隔震方案加固既有建筑结构时，可以按建设单位对使用标准提出高于本地区设防烈度的要求进行设计，也可以按基本的抗震设防目标进行设计。

性能化设计相关要求，可参考附录 A 相关规定。

8.1.3 既有建筑隔震加固设计前，应收集并分析既有建筑的原设计文件、施工资料、岩土工程勘察报告、既有建筑安全性鉴定报告以及既有建筑抗震鉴定报告等文件，掌握既有建筑上部结构和地基基础的现状，并结合实地勘察，了解建筑周边环境条件、施工条件。应根据结构抗震设防类别，结构体型，场地、地基基础条件，使用功能需求，施工技术对隔震加固方案进行综合分析，合理选择加固方案。

【8.1.3 条文说明】近年来，国内已有部分学校、医院、办公楼加固改造采用的隔震加固技术。由于隔震加固技术影响范围小，主要集中于建筑首层，工期较短且对建筑内外立面影响较小，因此在其适用范围内具有较为突出的优势。在医院加固工程中，可以较小地影响医院使用，不改变医院建筑的外立面与内部装修等，大幅缩短工期，可以产生较好的经济效益与社会效益。当然，所有加固技术均有其适用范围，特别是对于既有建筑的加固，既要考虑建筑的抗震设防分类，抗震设防烈度，场地条件，使用功能及建筑结构的方案，还往往受到结构材料强度、结构形式、高宽比、平面、基础埋深、邻近建筑的诸多影响，因此在选择隔震加固方案时，应做个案分析和技术经济指标对比。

8.1.4 既有建筑隔震加固设计方案应专门研究后进行。对于结构体系不明确、结构形式特殊的建筑，应首先对隔震加固方案的可行性进行专项论证。

【8.1.4 条文说明】在《建筑抗震设计规范》GB 50011 中，混合结构、内框架结构、砖木结构等结构形式已不再列入，但是目前国内的加固工程中，这几类结构形式仍会遇到。此时，采用隔震加固技术将是一种不错的选择，为规范隔震加固技术的应用，对此类建筑加固设计时应进行专项论证。

8.1.5 上部结构、下部结构和地基基础的加固，应在加固设计文件中提出相应的临时性安全措施，并要求施工单位必须严格执行，施工单位需制定安全可靠的施工技术方案。上、下部结构及地基基础的加固可在隔震加固整个施工过程中穿插完成。

【8.1.5 条文说明】施工单位可根据自身施工技术，合理安排基础加固及上部结构加固在整体施工流程中的顺序，确保施工中结构安全。

8.1.6 既有建筑加固后的后续设计工作年限，宜根据建筑抗震鉴定报告、产权所有者的实际需求、设计需要和实施可行性综合确定。后续设计工作年限的选择，不应低于剩余设计工作年限。

【8.1.6 条文说明】随着时间的推移，既有建筑加固后的后续工作年限，不再以国家标准《建筑抗震鉴定标准》GB 50023 作为划分依据。根据《既有建筑鉴定与加固通用规范》GB 55021 的规定，既有建筑后续工作年限的选择，不应低于剩余设计工作年限。

8.1.7 既有建筑根据后续工作年限应分为三类：后续工作年限为 30 年以内（含 30 年）的建筑，简称 A 类建筑；后续工作年限为 30 年以上 40 年以内（含 40 年）的建筑，简称 B 类建筑；后续工作年限为 40 年以上 50 年以内（含 50 年）的建筑，简称 C 类建筑。

【8.1.7 条文说明】根据《既有建筑鉴定与加固通用规范》GB 55021 的规定，既有建筑根据后续工作年限分为 A、B、C 三类。

8.1.8 采用现行规范规定的方法进行抗震承载力验算时，A 类建筑的水平地震影响系数最大值应不低于现行标准相应值的 0.80 倍，或承载力抗震调整系数不低于现行标准相应值的 0.85 倍；B 类建筑的水平地震影响系数最大值应不低于现行标准相应值的 0.90 倍。

8.1.9 施工时应采取可靠措施确保结构不出现不均匀沉降。

8.2 上部结构隔震加固设计

8.2.1 既有建筑隔震加固设计时，水平地震作用可按本标准第三档目标计算，有更高性能要求时可按本标准第二档目标计算。抗震设防烈度 7 度（0.15g）和 8 度时的长悬臂或大跨度结构，应计算竖向地震作用。

【8.2.1 条文说明】第三档目标隔震建筑水平地震作用按《建筑抗震设计规范》GB 50011 规定的多遇地震作用下引入水平向减震系数确定，水平向减震系数见本标准第 4.2.3 条。结构所受的地震作用，既有水平也有竖向，目前的橡胶隔震支座只具有隔离水平地震的功能，对竖向地震没有减震效果，对于竖向地震作用，应予以重视并做相应的验算，采取适当的措施。

8.2.2 既有建筑隔震后，上部结构构件在地震设计状况下的承载力验算，第三档目标建筑宜采用《建筑抗震设计规范》GB 50011 的方法，并宜计入加固后仍存在的构造影响，并应符合《建筑抗震加固技术规程》JGJ 116 的规定。下部结构计算应符合第 4 章规定，构造要求应符合第 6.4 节规定。

【8.2.2 条文说明】隔震后，隔震层以上结构的水平地震作用可根据水平向减震系数确定。对于多层结构，层间地震剪力代表了水平地震作用取值及其分布，可用来识别结构的水平向减震系数。隔震后，上部结构按《建筑抗震设计规范》GB 50011 相关结构的规定进行设计时，地震作用可以降低，降低后的地震影响系数曲线形式可按《建筑抗震设计规范》GB 50011 第 5.1.5 条，仅隔震后的水平地震影响系数最大值 $\alpha_{\max 1}$ 减小。隔震后的上部结构计算时，直接取 $\alpha_{\max 1}$ 进行结构计算分析。

8.2.3 采用现行国家标准规定的方法进行抗震承载力验算时，对于 C 类建筑，其设计宜按照本标准各章执行；对于 A 类建筑、B 类建筑，其设计特征周期、原结构构件的材料性能设计指标、地震作用效应调整等可按《建筑抗震鉴定标准》GB 50023 的规定采用，结构构件的“承载力抗震调整系数 γ_{RE} ”可采用下列“抗震加固的承载力调整系数 γ_{Rs} ”替代：

B 类建筑，宜按《建筑抗震设计规范》GB 50011 的“承载力抗震调整系数 γ_{RE} ”值采用；

A 类建筑，加固后的构件仍应依据其原有构件按《建筑抗震鉴定标准》GB 50023 规定的“抗震鉴定的承载力调整系数 γ_{Rs} ”值采用，新增钢筋混凝土构件、砌体墙体可按原有构件对待。

8.2.4 既有建筑隔震后，对于第二档目标的上部结构的抗震措施可按底部剪力比及相应地震烈度确定：

- 1 隔震结构底部剪力比大于 0.5 时,上部结构应按原设防烈度采取相应的抗震措施;
- 2 隔震结构底部剪力比不大于 0.5 且大于 0.25 时,上部结构可适当降低按原设防烈度采取的抗震措施,但烈度降低不得超 1 度;
- 3 隔震结构底部剪力比不大于 0.25 时,上部结构可适当降低按原设防烈度采取的抗震措施,但烈度降低不得超过 2 度;
- 4 任何情况下上部结构的抗震措施不能低于抗震设防 6 度或者抗震等级四级;
- 5 下部结构应仍按原设防烈度采取相应的抗震措施;
- 6 与抵抗竖向地震作用有关的抗震构造措施不应降低。

8.2.5 既有建筑隔震后,对于第三档目标的上部结构的抗震措施可按水平向减震系数确定:

- 1 当水平向减震系数大于 0.4 时(设置阻尼器时为 0.38),不应降低非隔震时的有关要求;
- 2 当水平向减震系数不大于 0.40 时(设置阻尼器时为 0.38),可适当降低非隔震时的要求,但烈度降低不得超过 1 度;
- 3 任何情况下上部结构非隔震时的抗震措施不能低于抗震设防 6 度或者抗震等级四级;
- 4 下部结构应仍按原设防烈度采取相应的抗震措施;
- 5 与抵抗竖向地震作用有关的抗震构造措施不应降低。

8.2.6 砌体结构房屋隔震层以上结构应符合下列规定:

- 1 对于 C 类建筑可按《建筑抗震设计规范》GB 50011 第 7 章相关要求进行了抗震验算;
- 2 对于未设置抗震构造措施以及采用预制装配式楼板的上部结构,宜加强其抗震整体性,但应避免对原结构产生过大破坏和增加较大自重;
- 3 楼梯间及薄弱的窗间墙肢宜重点加强。

【8.2.6 条文说明】砌体结构上部结构抗震措施中应特别注意下列几个方面:

1 我国建国后至 20 世纪 90 年代前兴建的建筑往往没有设置构造柱、圈梁等抗震构造措施,对于此类建筑,有条件时应尽量补充抗震构造措施,以增强整体性。不具备条件时,应做专项论证,并进一步提高水平减震系数。预制装配式楼板曾在房屋中应用较广,对于隔震加固工程中的预制装配式楼板,应与传统加固方式有所区分。这主要是考虑到隔震后上部结构的位移以平动为主,楼板相对变形大大减小。另一方面,传统加固方法中对于预制楼板往往需凿除其面层并叠浇钢筋混凝土面板,此类方式对原结构带来一定损伤且增加自重较多,实践中不推荐采用。若仍需补充预制装配式楼板的加固,可考虑通过角钢等轻质加固手段,增加楼板的搁置长度以及整体性。

2 砌体结构的楼梯间以及窗洞间的墙肢属于结构薄弱部位,需要采取相应的加强措施保证体系安全。

8.2.7 砌体结构隔震后，构造措施可按《建筑抗震鉴定标准》GB 50023 或《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010 中规定适当降低采用，烈度不得超过 1 度。

8.2.8 上部结构重新校核后，承载力或抗震措施仍然不满足现行规范要求的，应对结构进行加固补强。

8.3 隔震层托换设计

8.3.1 隔震层的设计工作年限不应低于上部建筑结构的后续使用年限，当隔震层中的其他装置的设计工作年限低于上部建筑结构设计工作年限时，在设计中应注明并预设更换措施。

8.3.2 隔震层设置选择的基本要求：

1 隔震层的设置应考虑施工的可操作性和难易程度。隔震层宜置于地下室或底层架空层，无地下室和底层架空层时，隔震层可置于室内地面与基础之间，也可设置于首层楼盖下；

2 隔震层应隔断穿过其标高范围的所有竖向受力构件；

3 隔震支座的平面布置宜与隔震层处竖向构件相对应；

4 其他要求应符合本标准第 6.2.2 条。

8.3.3 上部结构的竖向荷载应通过隔震层有效地传递给下部结构及基础。

8.3.4 对于承重墙体、填充墙体及带有构造柱的墙体托换，可选择钢筋混凝土单托梁或双夹梁托换，托换梁的设计应符合下列要求：

1 托换梁宜由托换夹梁和连系梁构成，并应具备承担上部墙体重量及荷载的承载能力；

2 托换连系梁宜等间距布置，且间距不宜过大；

3 托换夹梁和连系梁的内力计算和截面设计应符合《砌体结构设计规范》GB 50003 对墙梁的相关要求，且构造措施不应低于《建筑抗震设计规范》GB 50011 对底部框架砌体房屋中钢筋混凝土托墙梁的构造要求；

4 托换梁的混凝土强度等级不应低于 C30。

8.3.5 对于框架柱的荷载托换，可选择钢筋混凝土托换节点或型钢混凝土托换节点，并应与原框架柱通过植筋、后浇混凝土等措施有效传递剪力。托换梁或节点应与隔震层楼板形成整体。

8.3.6 隔震楼层顶部应有楼盖，且宜符合本标准第 6.5 节规定。利用既有房屋中位于隔震楼层上方的首层楼盖作为隔震层顶部楼盖时，若原结构首层楼盖不满足要求，应对该层楼盖的梁、板进行加强加固。

【8.3.6 条文说明】隔震楼层顶部无楼盖时，可新增楼盖；有楼盖但原楼盖不满足要求时，主要以增加此楼盖的刚度为目标进行加固，如楼板设置叠合层，增设次梁，增加原有梁的截面，增加梁间斜撑等增加隔震层楼盖的刚度。

8.3.7 当隔震结构与邻近既有建筑净距不满足本标准第 9.2.1 条规定时，可考虑隔震层设置消能阻尼限位装置减少水平位移或者进行平面局部切割，以满足隔震层的位移需求。

【8.3.7 条文说明】由于隔震后的上部结构需要与周边完全脱开，并需要有一定的位移空间，因此独栋建筑相对而言更加适合隔震加固。对于平面设缝的建筑以及紧邻周边建筑的加固项目，应做专项论证。

对于多栋建筑的隔震加固，目前一般有几类做法：

- 1 隔震层形成整体，上部结构不连接。此时应验算各栋单体之间的地震作用耦合效应以及位移需求；
- 2 隔震层和上部结构均在各楼层标高处连接，此时应做整体模型的抗震分析，并仍需满足原结构温度缝等设置需求；
- 3 单体做少量平移，以满足隔震建筑的位移需求，此应考虑是否涉及规划修改；
- 4 在单体间设置耗能阻尼装置，兼有限位作用。

8.4 隔震层托换施工

8.4.1 既有建筑隔震加固工程施工现场管理，应有健全的质量管理体系与检验制度；施工所采用的各类计量器具，均应经校准或检定合格，且应在有效期内使用。

8.4.2 隔震装置生产厂家应组织施工单位等相关人员，对隔震装置的安装施工进行专项说明和技术培训。

8.4.3 隔震层托换施工属于危险性较大的分部工程，施工单位应根据设计文件和现场情况，编制隔震专项施工组织设计和施工技术方案，经专家论证后方可组织实施。

8.4.4 托换施工中，应有监测措施，保障现场施工安全，并制定应急处理预案。

8.4.5 砌体结构墙托换的施工可采用单托梁墙体托换或双夹梁墙体托换的方式。

8.4.6 框架柱托换的施工可采用植筋柱托换节点或型钢对拉螺栓柱托换节点的方式。

8.4.7 结构分离及安装隔震支座的施工应满足下列要求：

- 1 分区分批切断准备安放隔震支座处的墙体（包括构造柱）和框架柱，并做支撑保护；
- 2 在下支墩处安装隔震支座的预埋钢板，将预埋钢板螺栓和下支墩钢筋进行有效连接，确保浇灌混凝土时不移位不变形，并校准预埋钢板的标高和水平度，经检查无误

后进行下支墩混凝土的二次浇灌；

3 安装上部预埋钢板及螺栓，将预埋钢板螺栓和上支墩钢筋进行有效连接，确保浇灌混凝土时不移位不变形，经检查无误后进行上支墩混凝土的二次浇灌；

4 待混凝土达到设计强度后，进行隔震支座安装。

8.5 隔震建筑地基基础加固

8.5.1 采用隔震加固的既有建筑，应考虑上部结构及隔震层的荷载增加以及隔震层传力途径的变化，并对原有地基基础进行承载力复核和地基变形验算。

8.5.2 既有建筑隔震后，地基基础加固设计，应符合本标准第 3.3.4 条要求，对于第三档目标建筑，符合《建筑抗震设计规范》GB 50011 中可不进行地基和基础抗震验算的，也可不进行地基和基础的抗震承载力验算。若上述构件不满足要求，应对其进行加固补强、且应符合现行国家标准的相关规定，原基础不满足抗震要求时，可根据《既有建筑地基基础加固技术规范》JGJ 123 选用适当的方法进行加固。

【8.5.2 条文说明】采用隔震加固后的建筑，上部结构一般具有明显的隔震效果，而下部结构的减震效果相对不明显，采用隔震加固设计时，要特别注意下部结构与地基基础的复核。

8.5.3 当原基础埋深较浅不便于隔震层设置时，可采用变截面梁或增设支点的方式，减小梁高以便于隔震支座的设置。

8.5.4 当原结构整体或局部存在倾斜时，应根据其安全等级、倾斜量及变化趋势，判断其对整体安全和使用功能的影响，必要时可在隔震加固前采用纠倾处理。

8.5.5 当隔震施工荷载增加较大且不宜采用本标准 8.5.3、8.5.4 条中的加固措施时，可考虑注浆加固、锚杆静压桩、树根桩、坑式静压桩等方法。

8.5.6 既有建筑地基基础加固工程，应对建筑物在施工期间及使用期间进行沉降观测，直至施工完成后沉降达到稳定为止。

9 建筑非结构构件及设备隔震措施

9.1 一般规定

9.1.1 隔震建筑与非隔震建筑或周边固定物之间应留出足够的水平隔震间距,以避免上部结构及隔震部件正常的隔震移动或变形受到阻挡或碰撞,隔震建筑竖向隔离缝,不应被占压或填堵。特殊设防类隔震建筑考虑极罕遇地震作用时,可采用相应的限位措施进行限位保护。

9.1.2 隔震层主要结构构件耐火等级应符合《建筑设计防火规范》GB 50016 的相关规定。隔震支座周边应设置防火隔离措施,其耐火极限应根据建筑物的耐火等级按柱采用,确定隔震支座上、下支墩尺寸时,应考虑防火隔离材料与隔震支座之间留有空隙。

9.1.3 隔震层不做使用功能时,隔震层顶板下净高不宜小于 2.0 米,不应小于 1.6 米;隔震层顶板梁下净高不宜小于 1.2 米,不应小于 0.8 米,并满足检修、更换隔震装置的需要。隔震层应设置人员检修出入口、隔震装置进出口或吊装口,并应设置防止人员误入或坠落的措施。

【9.1.3 条文说明】隔震层梁板下的净高应综合考虑工程造价与施工、检修、维护等因素,为方便检修、更换隔震装置及施工人员操作,无使用功能时,隔震层高度可尽量高一些,按照《民用建筑通用规范》GB 55031,隔震层层高控制在小于 2.2 米时,可不计算建筑面积。

9.1.4 隔震层位于地下室和半地下室时,其防水等级应根据使用功能确定。其地下工程迎水面主体结构应采用防水混凝土,并应根据防水等级的要求采取其他防水措施。

9.1.5 隔震楼层内装修应符合现行国家标准建筑内部装修设计防火的规定,应采用防火防潮材料,并满足防腐、抗震、环保要求。

9.1.6 本标准未涉及的特殊隔震构造措施,应根据具体功能需求和隔震设计要求进行设计。

9.2 隔离缝

9.2.1 隔震建筑上部结构与周围固定物之间应设置完全贯通的竖向隔离缝,竖向隔离缝宽度不应小于隔震支座在罕遇地震下最大水平位移的 1.2 倍,且不宜小于 500mm,不应小于 300mm。对两个相邻的隔震建筑之间的竖向隔离缝,缝宽取最大水平位移值之和,且不应小于 600mm。对特殊设防类建筑,竖向隔离缝宽度尚不应小于隔震支座在极罕遇地震下最大水平位移。

【9.2.1 条文说明】设置一定宽度的竖向隔离缝，地震时竖向隔离缝不会阻碍隔震建筑上部结构的相对自由水平运动，对于隔震作用发挥至关重要。当缝宽受限时，可在隔震建筑之间设置阻尼器以减少位移，防止隔震建筑之间发生碰撞。施工过程中，常常发生竖向隔离缝宽度预留不足或空间被填充封死。因此施工过程中必须保证竖向隔离缝宽度和空间清空，并进行重点检查。

9.2.2 上部结构与下部结构或室外地面之间应设置连续贯通的水平隔离缝，水平隔离缝高度不宜小于 30mm，并应采用柔性材料填塞，进行密封处理。有防水要求的水平隔离缝，应预留伸缩量；有防火要求时，封堵材料应满足相应部位的耐火极限要求。

9.2.3 竖向隔离缝（隔震沟）应满足如下要求：

- 1 竖向隔离缝应采取可靠措施防止雨水侵入隔震层；
- 2 竖向隔离缝不应存在任何阻碍上部结构运动的杂物；
- 3 竖向隔离缝盖板不应阻碍隔震建筑在地震时发生水平位移，特殊部位（如转角、竖向隔离缝侧壁变标高部位）还应注意满足地震工况多方向移动变形要求；
- 4 竖向隔离缝盖板应采用坚固耐用、防滑材料制作，满足相关通行要求；
- 5 竖向隔离缝盖板应满足上部结构日常工况下的承载力和温度变形量要求；
- 6 隔震建筑的人员和车辆主要出入口部位，宜设置与主体结构同时现浇的悬挑盖板，如设置可移动竖向隔离缝盖板，应采取防滑落和复位措施，保证通行功能不中断。

9.3 楼梯、电梯等隔震构造

9.3.1 隔震建筑中，穿越隔震层的楼梯、电梯、自动扶梯、自动步道、台阶、坡道、门厅入口，应避免地震作用下可能的阻挡和碰撞，做断开或可变形的构造措施。

9.3.2 楼梯穿越隔震层时，可采用断开、端部滑动支承、悬挂、底部支承等形式。楼梯、附属结构及竖向隔离缝盖板不应阻碍隔震建筑在地震时发生位移。

9.3.3 电梯井穿越建筑主体结构隔震层时，可采取悬挂式或支承式电梯井等方式。电梯井周围及底部应留出水平和竖向隔离缝。悬挂式电梯井结构底面与下部结构顶面净高不宜小于 200mm。支承式电梯井结构底面与下部结构顶面净高不宜小于 1000mm。悬吊式电梯出入口与下部结构之间，应设置滑动盖板，滑动盖板应满足罕遇地震作用下的滑动要求。

【9.3.3 条文说明】悬挂式电梯底面与下部结构顶面预留一定净高是用来满足施工支撑模板需要，待混凝土强度达到设计要求时底部模板应拆除以保证震时电梯井能够自由水平运动。

9.3.4 与隔震建筑上部结构相连的室外出入口台阶、无障碍坡道、地下车库出入口坡道及附属栏杆扶手设施，在穿越隔震层位置与室外地面衔接时，应采取隔震脱离措施，如断

开设缝、端部滑动支承梯段（坡道）等方式。与隔震建筑上部结构相连的台阶、坡道与周围固定物的竖向隔离缝宽度应满足本标准第 9.2.1 条要求。

9.4 外墙与屋面隔震构造

9.4.1 隔震建筑与非隔震建筑贴邻时，贴邻墙体或幕墙之间应采取隔震脱离措施，其各类构件水平脱开净距（即外墙竖向隔离缝宽度）不应小于表 9.4.1 的规定。

表 9.4.1 隔震建筑外墙竖向隔离缝宽度

		非隔震建筑		
		钢筋混凝土外墙、砌体外墙 (含承托外墙的混凝土楼板)	幕墙金属主龙骨	幕墙金属次龙骨
隔震建筑	钢筋混凝土外墙、砌体外墙（含承托外墙的混凝土楼板）	D	D ₁	D ₂
	幕墙金属主龙骨	D ₁	D ₁	D ₂
	幕墙金属次龙骨	D ₂	D ₂	D ₂

注： 1、D 为隔震层在罕遇地震下最大水平位移值的 1.2 倍，且不应小于 300mm。
 2、D₁ 取值为隔震层在设防地震下最大水平位移值的 1.2 倍，且不应小于 200mm。
 3、D₂ 取值为隔震层在多遇地震下最大水平位移值的 1.2 倍，且不应小于 200mm。对于地震时保持正常使用功能建筑，该数值要求为隔震层在设防地震下最大水平位移值的 1.2 倍，且不应小于 200mm。

9.4.2 因功能需要将建筑外墙竖向隔离缝进行覆盖时，应采用可移动盖板构造或可变形柔性材料；还应满足外墙防水、防火的相关要求。

9.4.3 隔震建筑与非隔震建筑贴邻时，贴邻屋面之间应采取隔震脱离措施，其各类构件水平脱开净距（即屋面竖向隔离缝宽度）不应小于表 9.4.3 的规定。

表 9.4.3 隔震建筑屋面竖向隔离缝宽度

		非隔震建筑		
		钢筋混凝土屋面	金属屋面主檩条及次檩条、室外吊顶主龙骨	金属屋面次龙骨、室外吊顶次龙骨
隔震建筑	钢筋混凝土屋面	D	D ₁	D ₂
	金属屋面主檩条及次檩条、室外吊顶主龙骨	D ₁	D ₁	D ₂
	金属屋面次龙骨、室外吊顶次龙骨	D ₂	D ₂	D ₂

注： D、D₁ 和 D₂ 的取值可参考表 9.4.1。

9.4.4 因功能需要将上述屋面竖向隔离缝进行覆盖时，可采用可移动盖板构造、可变形柔

性材料、一侧与上部结构固定的盖板等方式，还应满足屋面防水、保温和防火的相关要求。当采用一侧与上部结构固定的盖板时，应通过水平隔离缝将彼此贴邻的屋面脱开。

9.5 室内装修隔震构造

9.5.1 隔震层内确需设置内墙时，与下部结构相连的内墙和上部结构构件之间应采取隔震脱离措施，其水平隔离缝宽度和竖向隔离缝宽度应符合本标准第 9.2.1 条和 9.2.2 条的规定。

9.5.2 隔震层内墙及外墙上的门窗，不应跨越水平隔离缝，该门窗应仅与上部结构或下部结构进行单侧固定，与另一侧采取隔震脱离措施。

9.5.3 如因功能需要将内墙竖向隔离缝进行覆盖时，应采用可移动盖板构造或可变形柔性材料；还应满足内墙防水、隔声相关要求。内墙竖向隔离缝可移动盖板的整体耐火极限应满足相应要求。

9.5.4 如因功能需要将内墙水平隔离缝进行覆盖或填充时，应采用可移动构造或可变形柔性材料；还应满足内墙防水、隔声相关要求。内墙水平隔离缝可移动构造或填充物的整体耐火极限应满足相应要求。

9.5.5 与常规功能楼层共用的隔震层，该楼层的吊顶与邻近的非隔震结构构件之间应采取隔震脱离措施，一般情况下，吊顶水平脱开净距不宜小于 200mm；考虑地震时该楼层功能正常使用时，其水平脱开净距不应小于隔震层在罕遇地震下最大水平位移值的 1.2 倍，且不应小于 300mm。

9.5.6 隔震建筑与非隔震建筑贴邻且内部空间连通时，各层楼板室内连通位置应设置竖向隔离缝，宽度应符合本标准第 9.2.1 条要求。竖向隔离缝构造应满足通行、防火、防水、防坠落及保温等要求。

9.5.7 隔震层的隔震装置及隔离缝应采取防火构造措施，防火构造措施应满足相应建筑构件的燃烧性能和耐火极限，且不应阻碍隔震装置或上部建筑在地震时的位移；防火构造措施所用材料应防腐、防潮，正常使用耐久性年限不宜低于 15 年。

9.6 隔震层机电设备与管线

9.6.1 隔震建筑的机电工程柔性连接应满足下列要求：

1 地震时保持正常使用功能建筑中，机电工程柔性连接的设计应满足建筑罕遇地震标准；

2 建筑中在震时可能使用的防排烟、消防给水、消防供配电、消防应急照明和疏散指示、火灾自动报警等系统柔性连接设计应满足建筑罕遇地震标准；其余机电系统柔性连接的设计应满足建筑设防地震标准。

9.6.2 穿越隔震层的各类管道应采用柔性连接部件或其他有效措施，并在隔震层两侧设置固定支架，其水平位移补偿量应按满足本标准第 9.6.1 条规定的地震标准进行计算确定，且不宜小于计算最大位移量的 1.2 倍。柔性连接部件应采用成熟产品，且应满足正常使用要求，设置位置应考虑方便检修与更换。

9.6.3 隔震层中，固定于上部结构的机电管线边缘与周围固定物、非隔震结构（或墙体）的间距不应小于建筑结构主体罕遇地震下最大水平位移值的 1.2 倍。

9.6.4 管道隔震柔性连接装置应能适应地震波引起的振动冲击，避免谐振，具体要求可参照《建筑隔震柔性管道》JG/T 541。

9.6.5 可能泄露有害介质或可燃介质的管道布置应符合下列规定：

- 1 应避免穿越隔震楼层，当必须穿越时，应在室外设置阀门和快速切断阀，并设置与切断阀连锁的地震感应器；管道在隔震层部位的水平位移补偿量应满足建筑主体罕遇地震下最大水平位移值的 1.4 倍；

- 2 不应穿越隔离缝及邻近的可移动构件。

9.6.6 隔震专用楼层内管道及支吊架应加强防腐性能，地下隔震专用楼层内的机电设备宜选用防潮性能好的产品。

9.6.7 密闭的隔震专用层宜设置机械通风设施，通风换气量不小于 2 次/h。

9.6.8 隔震专用层内应预留集水坑，其数量不应少于两处，其间距不宜大于 200m；隔震层位于不同标高时，较低层和楼层低点应设置集水坑。集水坑应根据地下水位、隔震层渗水、进水风险等因素，设置排水泵系统或自干型集水坑。

9.6.9 隔震专用层内应设置照明设施。出入口、吊装口地面照度不宜低于 100 lx，隔震专用层内地面最低水平照度不应低于 1.0 lx。

9.6.10 隔震专用层的人员检修出入口外部宜安装无关人员禁止进入标志灯，内部应安装出口标志灯。

9.6.11 机电管线穿越隔震楼层时，应采用柔性防火材料对洞口与管道间的缝隙进行封堵。

9.6.12 隔震专用层内部与外部的用电设备应分回路配电，分支配电线路不宜由隔震专用层内部配电装置向外部配出。

9.6.13 隔震楼层内的各类电缆缆线穿越隔震层时，应留有缆线长度余量，余量不应小于隔震层在罕遇地震下最大水平位移值的 1.2 倍，且不应小 300mm。缆线穿管敷设时宜采用弹性和延性较好的管材。

9.6.14 防雷接地引线跨越隔震楼层时，应采取可靠柔性跨接措施，水平位移补偿量应满足建筑主体罕遇地震下最大水平位移值的 1.4 倍。

9.7 伸缩缝

9.7.1 隔震建筑上部结构设置的伸缩缝，其间距可比《混凝土结构设计规范》GB 50010 的相关规定适当延长，但必须经过详细计算确定；缝宽应符合国家现行相关标准的规定，且不应小于罕遇地震或极罕遇地震作用下缝两侧结构最大相对位移的 1.2 倍。

9.7.2 当伸缩缝贯穿隔震层顶板及上部结构各层楼板，使上部结构分为多个独立的隔震结构时，伸缩缝应按相邻隔震结构的隔离缝考虑。

9.8 非结构构件及设备要求

9.8.1 地震时保持正常使用功能建筑应根据其在设防地震作用下的层间位移角和楼面水平加速度选择适合的建筑非结构构件、建筑附属机电设备和功能性仪器设备。当所选用的建筑非结构构件、建筑附属机电设备和功能性仪器设备不能适应建筑的层间位移角和楼面水平加速度时，应重新选择或对其采取专门措施。

9.8.2 地震时保持正常使用功能建筑非结构构件、建筑附属机电设备和功能性仪器设备自身及与结构主体的连接，应按设防地震进行弹性设计。

9.8.3 地震时保持正常使用功能建筑位移敏感型建筑非结构构件、加速度敏感型建筑非结构构件、功能性仪器设备及建筑附属机电设备可按附录 E 选用，对于附录中未涉及的建筑非结构构件、建筑附属机电设备和仪器设备，可在专门研究和论证后选用。

10 施工、验收与维护

10.1 一般规定

10.1.1 隔震建筑施工现场，应有完整的质量管理体系、施工质量控制与检验制度。

10.1.2 隔震建筑施工前，建设单位应组织设计、施工、监理及隔震支座生产厂商等单位对设计文件进行会审和技术交底。

10.1.3 隔震建筑施工前，施工单位应根据设计文件编制专项施工组织设计或施工技术方案，并经建设单位和监理单位审核。

10.1.4 隔震建筑工程可作为建筑工程主体结构分部工程的子分部工程，并应符合下列规定：

1 分项工程可按支座安装、阻尼器安装、柔性连接安装、隔震缝进行划分；

2 检验批可按楼层、结构缝或施工段进行划分；

3 支座和阻尼器等材料进场检验，可按进场批次、生产厂家、规格划分检验批。

10.1.5 隔震工程施工中的安全措施、劳动保护、防火要求等，应符合国家及行业现行相关规范的规定。

10.1.6 隔震建筑工程施工所采用的各类计量器具，均应经校准或检定合格，且应在有效期内使用。

10.1.7 隔震建筑工程施工的各道工序完成后应按隐蔽工程要求进行检查验收，形成记录，宜留有图像资料。对重要工序需经设计人员及隔震支座生产厂商确认合格后，方可进行下道工序施工。

10.2 进场验收及施工

10.2.1 支座、阻尼器及其连接件等进场时，应按相关规定进行进场验收。进场验收是对进入施工现场的隔震支座及其连接件，按相关标准的要求进行检验，并对其质量、规格及型号等是否符合要求做出确认的活动。进场验收包括资料检查（型式检验合格报告检查、出厂合格证明文件检查、出厂检验合格报告检查、外观尺寸检查、见证检验合格报告检查等）。当设计有其他要求时，尚应进行相应的检查验收。

10.2.2 隔震支座应进行见证检验，对检验判定为不合格的产品不得使用。见证检验是施工单位在建设单位项目负责人和工程咨询单位（工程监理单位、工程管理单位等）见证

取样员的共同见证下，按照有关规定从施工现场随机抽取试样，送至具备相应资质的第三方检测机构进行见证检验的活动。

1 同一生产厂家、同一类型、同一规格的产品，取总数量的 2%且不少于 3 个进行支座的竖向压缩性能和剪切性能检验。橡胶支座检查总数量的每 3 个支座中，取一个先进行 0.55D 剪切性能检验，然后进行水平极限剪切性能检验，用于水平极限变形能力检测的支座不得再应用于工程项目；

2 对于特殊设防类、重点设防类建筑，支座在设计应力下水平极限剪应变不应小于 450%，且支座表面变形应均匀无突变；对于标准设防类建筑，支座在设计应力下水平极限剪应变不应小于 400%，且支座表面变形应均匀无突变；

3 当设计对支座有抗拉要求时，应进行拉伸性能检验。

【10.2.2 条文说明】工程参建各方应按验收标准要求参与见证检验。

支座的 0.55D 剪切性能检验方法详见本标准表 5.7.5-1，当设计对支座有抗拉要求时，应提出相应的性能指标并进行拉伸性能检验。

10.2.3 支座外观质量和尺寸偏差检查，应符合《橡胶支座第 3 部分：建筑隔震橡胶支座》GB 20688.3、《橡胶支座第 5 部分：建筑隔震弹性滑板支座》GB 20688.5、《建筑摩擦摆隔震支座》GB/T 37358 及《建筑隔震橡胶支座》JG/T 118 的要求；上下支墩预埋锚固套筒的外观质量和尺寸偏差检查应符合《钢筋机械连接用套筒》JG/T 163 的相关规定。

10.2.4 支座和阻尼器的搬运及存储应符合《建筑隔震工程施工及验收规范》JGJ 360 中第 4 章的相关规定。开封验货后，应进行包装防护。

10.2.5 隔震支座、阻尼器、柔性连接及隔震缝的施工尚符合《建筑隔震工程施工及验收规范》JGJ 360 中第 5 章相关规定。

10.2.6 阻尼器的安装应在支座安装及上部梁板体系施工验收合格后进行，或在隔震层上部结构施工验收合格后进行。

10.2.7 支座、阻尼器及抗风抗拉装置安装应有监理进行旁站。

10.2.8 支座、阻尼器及抗风抗拉装置安装宜由经过专门培训的人员实施。

10.2.9 隔震建筑施工过程中，应对隔震支座的变形进行监测。

10.2.10 采用新工艺进行隔震支座安装时，应组织专家进行论证。

10.3 工程质量验收

10.3.1 隔震建筑工程验收程序应符合下列规定：

1 隔震建筑工程的检验批及分项工程由专业监理工程师组织施工单位项目结构专业技术负责人等进行验收；

2 建设单位、设计单位相关责任人应参与隔震层相关检验批及分项工程的验收。

3 隔震建筑工程完工后，应由总监理工程师组织建设单位、设计单位专业技术负责人、施工单位项目负责人和项目技术负责人等进行验收并提交子分部工程验收报告。

10.3.2 隔震建筑工程施工质量验收应在自检合格的基础上，按检验批、分项工程、子分部工程逐级检查验收，并应符合下列规定：

1 工程施工质量应符合本标准和设计要求；

2 参加工程施工质量验收的各方人员应具备规定的资格；

3 隐蔽工程在隐蔽前，应由相关单位进行隐蔽工程验收，确认合格后，形成隐蔽验收文件；

4 检验批的质量应按主控项目和一般项目进行检查；

5 工程的外观质量应由验收人员通过现场检查共同确认。

10.3.3 隔震建筑工程上部结构验收和竣工验收时，均应对隔离缝和柔性连接进行检查。

10.3.4 支座安装、阻尼器安装、柔性连接、隔离缝的主控项目和一般项目及其检验方法应符合《建筑隔震工程施工及验收规范》JGJ360 中第 6 章相关规定。

10.3.5 隔震建筑工程质量验收不合格时，应按下列规定处理：

1 经更换构（配）件的检验批，应重新进行检查；

2 经有资质的检测单位检测鉴定并出具相关鉴定报告，且经原设计单位核算认可，能够满足结构安全和使用功能的检验批，可予以验收；

3 经返修或加固处理的分项、子分部工程，对改变外形尺寸尚能满足安全使用要求时，可按处理技术方案和协商文件进行检查。

10.3.6 通过返修或加固处理仍不能满足安全使用要求的建筑隔震工程，严禁验收。

10.3.7 隔震建筑子分部工程施工质量验收合格后，应将所有的验收文件存档备案。

10.4 标识与维护

10.4.1 建设单位应组织各参建方编制隔震工程使用维护手册及维护管理要求，说明书中应阐述隔震原理、房屋使用者注意的问题，同时给出主要建筑结构平面图、剖面图、隔震层布置图、隔震缝布置图以及隔震产品描述等。

10.4.2 隔震建筑工程除对建筑常规维护项目进行检验、检查外，还应对隔震建筑特有的项目进行检验、检查。检查项目可包括支座、阻尼器、隔震沟（隔震缝）、柔性连接；检查方法应按《建筑隔震工程施工及验收规范》JGJ 360 中第 6 章相关规定执行。

10.4.3 隔震建筑的维护检查分为常规检查、定期检查和应急检查。

1 常规检查每年不少于一次，检查方式可采用观察方式和尺量。常规检查项目详见

附录 F.0.1。

2 定期检查应为竣工后的第 3 年和第 5 年，第 5 年以后每 5 年进行一次。除支座的水平变形和竖向压缩变形应使用仪器测量外，其他项目均可通过观察方式进行检查。定期检查项目详见附录 F.0.2。

3 当发生可能对隔震层相关构件及装置造成损伤的地震或火灾等灾害后，应及时进行应急检查，检查内容同定期检查。

10.4.4 隔震层部件的改装、更换和加固，宜优先采用原厂家隔震部件。施工前应编制专项施工方案，并由原设计单位或具有相应资质等级的设计单位确认。

10.4.5 隔震建筑均应设置专用标识。专用标识不应被遮挡、覆盖。工程设计文件中应对专用标识的设置提出明确要求。隔震建筑专用标识的安装应纳入隔震专项验收范围。竣工验收后，隔震建筑专用标识应纳入物业维护和管理范围，使之在隔震建筑全生命周期内持续发挥作用。

10.4.6 隔震装置（如隔震支座、阻尼器等）标识由生产厂商随产品提供，其他隔震专用标识应由建设单位委托制作，施工单位负责安装。更换隔震装置时，专用标识内容有变化时，应同时更换相应标识。

10.4.7 隔震建筑专用标识中，主标识反映工程基本信息，包括隔震工程标志、项目名称、功能特殊性、使用及维护注意事项、建设单位、设计单位、施工单位、监理单位、主要隔震装置的生产厂商、隔震专项工程验收日期。其他专用标识，包括隔震支座标识、隔震沟（隔离缝）标识、隔震楼层标识、穿越隔震层部位的可移动管线标识、隔震层检修口（吊装口）标识、疏散避让标识、地面隔震间距标识等。

10.4.8 隔震建筑专用主标识应设置于建筑主要入口显著位置或工程质量永久性标牌附近。其他隔震建筑专用标识应设置于相关隔震装置或隔震构造的邻近位置。所有隔震建筑专用标识应便于识读及维护。

10.4.9 由于隔震建筑上部结构和下部结构在地震时产生相对水平位移，应在水平位移部位的临近墙面或地面设置疏散避让标识，提示疏散人员进行避让，提示无关物品不得侵占水平隔震间距。应设置明显疏散避让标识的部位如下：

- 1 跨越建筑首层周围隔震沟的人行出入口、隔震台阶和无障碍坡道部位；
- 2 跨越隔震沟的地下车库连通口、地下车库地面出入口部位；
- 3 建筑内部各楼层楼板上设置了竖向隔震缝盖板的部位（隔震与非隔震建筑贴邻建设时）；
- 4 隔震建筑中的断开式楼梯、端部滑动支撑式楼梯的可移动部位；
- 5 隔震建筑中的悬挂式（支承式）楼梯间、悬挂式（支承式）电梯井、悬挂式（支承式）核心筒在楼板处的竖向隔离缝盖板部位；

6 其他因隔震而可能产生相对位移的部位。

10.4.10 在隔震建筑周围竖向隔震沟位置，如有人员和车辆出入口通过，宜在出入口部位设置地面隔震间距标识或标线，并标明地震时此处为建筑物的移动空间。

10.4.11 隔震建筑专用标识应采用耐久性好、易于清洁、不易腐蚀生锈变质的不燃或难燃材料制作，如铜、铝、不锈钢等。同一项目宜采用统一标识材料，隔震管线标识可采用难燃的软质标签。

10.4.12 隔震建筑专用标识在安装前应由设计单位确认内容正确，安装后应形成标识数量和样式清单，纳入隔震专项工程验收资料，并提供给后续物业管理单位。

10.4.13 隔震建筑专用标识在竣工验收后，一般情况应每半年进行一次定期检查，保证标识安装牢固、标志和字迹清楚、未受污损。发生地震、火灾等特殊情况，应结合隔震工程应急检查一并进行巡检。在建筑使用期内，如隔震建筑专用标识出现污损或缺失，应由物业管理方及时进行更换和安装。

附录 A 隔震建筑抗震性能设计

A.0.1 隔震建筑抗震性能设计应分析隔震结构方案的特殊性，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。

隔震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、隔震层设置和结构的特殊性等各项因素选定。结构抗震性能目标设为 A、B、C、D、E 五个等级，结构抗震性能分为 1、2、3、4、5、6 六个水准（表 A. 0.1），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 A.0.1 结构抗震性能目标

地震水准	抗震性能目标				
	A	B	C	D	E
多遇地震	1	1	1	1	1
设防地震	1	1	2	2	4
罕遇地震	1	3	4	5	6
极罕遇地震	3	4	5	6	——

A.0.2 结构抗震性能水准可按表 A. 0.2 进行宏观判别。

表 A. 0.2 各性能水准结构预期的震后性能状态

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	普通竖向构件及重要水平构件	普通水平构件	
1	完好、无损坏	无损坏	无损坏	无损坏	不需修理即可继续使用
2	基本完好	无损坏	无损坏	轻微损坏	不需修理即可继续使用
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	轻-中度损坏	轻微损坏、部分轻度损坏	轻度损坏	中度损坏	修复后可继续使用
5	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
6	比较严重损坏	中度损坏	部分构架比较严重损坏	比较严重损坏	需排除大修

A.0.3 不同抗震性能水准的结构设计应符合下列规定：

1 第 1 性能水准的结构，应满足弹性设计要求，在设防地震或预估的罕遇地震作用下，结构构件的抗震承载力应符合下式规定：

$$\gamma_G S_{GE} + \gamma_{Eh} S_{Ehk}^* + \gamma_{Ev} S_{Evk}^* \leq R / \gamma_{RE} \quad (\text{B.0.3-1})$$

式中： R ——构件承载力设计值（N）；

γ_{RE} ——构件承载力抗震调整系数，应符合《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定；

S_{GE} ——重力荷载代表值的效应（N）；

γ_G ——重力荷载代表值的分项系数，应符合《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定；

S_{Ehk}^* ——水平地震作用标准值的效应，对设防地震尚需乘以相应的增大系数、调整系数（N）；

γ_{Eh} ——水平地震作用分项系数，应符合《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定；

S_{Evk}^* ——竖向地震作用标准值的效应，对设防地震尚需乘以相应的增大系数、调整系数（N）；

γ_{Ev} ——竖向地震作用分项系数，应符合《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定。

2 第 2 性能水准的结构，在设防地震作用下，关键构件抗震承载力应符合式(B.0.3-1)的规定；普通竖向构件及重要水平构件的受剪承载力应符合式（B.0.3-1）的规定，其正截面承载力应符合式（B.0.3-2）、式（B.0.3-3）的规定；普通水平构件的受剪承载力应符合式（B.0.3-2）的规定，其正截面承载力应符合式（B.0.3-4）的规定：

$$S_{GE} + S_{Ehk}^* + 0.4S_{Evk}^* \leq R_k \quad (\text{B.0.3-2})$$

$$S_{GE} + 0.4S_{Ehk}^* + S_{Evk}^* \leq R_k \quad (\text{B.0.3-3})$$

$$S_{GE} + 0.4S_{Ehk}^* + S_{Evk}^* \leq R_k^* \quad (\text{B.0.3-4})$$

式中： R_k ——构件承载力标准值（N），按材料强度标准值计算；

R_k^* ——构件承载力标准值（N），按材料强度标准值计算，对钢筋混凝土梁支座或节点边缘截面可考虑钢筋的超强系数 1.25。

3 第 3 性能水准的结构应进行弹塑性计算分析。在预估的罕遇地震或极罕遇地震作用下，关键构件、普通竖向构件及重要水平构件的受剪承载力应符合本标准式（B.0.3-1）的规定，其正截面承载力应符合本标准式（B.0.3-2）、式（B.0.3-3）的规定；部分普通水平构件进入屈服阶段，但其受剪承载力应符合本标准式（B.0.3-2）的规定；结构薄弱部位的层间位移角应符合本标准的相关规定。

4 第 4 性能水准的结构应进行弹塑性计算分析。在预估的罕遇地震或极罕遇地震作用下，关键构件的抗震承载力应符合本标准式（B.0.3-2）、式（B.0.3-3）的规定；普通竖向构件及重要水平构件的受剪承载力应符合本标准式（B.0.3-2）、式（B.0.3-3）的规

定；部分普通水平构件进入屈服阶段；结构薄弱部位的层间位移角应符合本标准的相关规定。

5 第 5 性能水准的结构应进行弹塑性计算分析。在预估的罕遇地震或极罕遇地震作用下，关键构件的抗震承载力应符合本标准式 (B.0.3-2)、式 (B.0.3-3) 的规定；部分竖向构件进入屈服阶段，但钢筋混凝土竖向构件的受剪截面应符合式 (B.0.3-5) 的规定，钢—混凝土组合抗震墙的受剪截面应符合式 (B.0.3-6) 的规定；大部分水平构件进入屈服阶段；结构薄弱部位的层间位移角应符合本标准的相关规定。

$$V_{GE} + V_{EK}^* \leq 0.15 f_{ck} b h_0 \quad (\text{B.0.3-5})$$

$$(V_{GE} + V_{EK}^*) - (0.25 f_{ak} A_a + 0.5 f_{spk} A_{sp}) \leq 0.15 f_{ck} b h_0 \quad (\text{B.0.3-6})$$

式中： V_{GE} ——重力荷载代表值作用下的构件剪力 (N)；

V_{EK}^* ——地震作用标准值的构件剪力 (N)，不需考虑相应的增大系数或调整系数；

f_{ck} ——混凝土轴心抗压强度标准值 (N/mm²)；

f_{ak} ——抗震墙端部暗柱中型钢的强度标准值 (N/mm²)；

A_a ——抗震墙端部暗柱中型钢的截面面积 (mm²)；

f_{spk} ——抗震墙墙内钢板的强度标准值 (N/mm²)；

A_{sp} ——抗震墙墙内钢板的横截面面积 (mm²)。

6 第 6 性能水准的结构应进行弹塑性计算分析。在预估的极罕遇地震作用下，关键构件受剪不宜进入屈服阶段；较多的竖向构件进入屈服阶段，但同一楼层的竖向构件不宜全部屈服；允许部分普通水平构件发生比较严重的破坏；结构薄弱部位的层间位移角应符合本标准的相关规定。

A.0.4 属于本标准 1.0.3 条规定的第一档抗震设防目标的隔震建筑，当遭遇到本地区的设防地震影响和罕遇地震影响时，应按分别不低于本节要求的 1、3 两个抗震性能水准的抗震目标进行设计。特殊设防类建筑当遭遇到本地区的极罕遇地震影响时，应按不低于本节要求的第 5 性能水准的抗震目标进行设计。

A.0.5 属于本标准 1.0.3 条规定的第二档抗震设防目标的隔震建筑，当遭遇到本地区的多遇地震影响、设防地震影响和罕遇地震影响时，应按分别不低于本节要求的 1、2、4 三个抗震性能水准的抗震目标进行设计。

A.0.6 属于本标准 1.0.3 条规定的第三档抗震设防目标的隔震建筑，当遭遇到本地区的多遇地震影响、设防地震影响和罕遇地震影响时，应按分别不低于本节要求的 1、4、6 三个抗震性能水准的抗震目标进行设计。

附录 B 复振型影响系数计算公式

B.0.1 复振型分解反应谱法中 j 振型和参与系数可按下列公式计算：

$$X_{ji} = \text{Re} (c_{ji} \phi_{ji}) \quad (\text{B.0.1-1})$$

$$\gamma_j = 2 \text{Re} (\eta_j \lambda_j) \quad (\text{B.0.1-2})$$

$$c_{ji} = c_{ji}^0 \frac{\eta_j \lambda_j}{\text{Re} (\eta_j \lambda_j)} \quad (\text{B.0.1-3})$$

$$\eta_j = \frac{-\lambda_j^2 \phi_j^T \mathbf{M} \mathbf{r}}{-\lambda_i^2 \phi_i^T \mathbf{M} \phi_i + \phi_i^T \mathbf{K} \phi_i} \quad (\text{B.0.1-4})$$

$$c_{ji}^0 = \begin{cases} -(1 + \mu_b) \omega_b^2 / (\mu_b \lambda_j^2) + (-\lambda_j - a) / (\lambda_j + b \lambda_j^2) \sum_{i=1}^n G_i \phi_{ji} / G_b \phi_{jb} & \text{隔震层} \\ (-\lambda_i - a) / (\lambda_i + b \lambda_i^2) & \text{非隔震层} \end{cases} \quad (\text{B.0.1-5})$$

式中： G_i 、 G_b ——分别表示集中于质点 i 、隔震层的重力荷载代表值(N)；

c_{ji} —— j 复振型 i 质点的水平相对位移非比例阻尼影响系数，比例阻尼时等 1；

ϕ_{ji} —— j 复振型 i 质点水平相对位移(mm)

η_j —— j 复振型的参与系数；

λ_j —— j 复振型的特征值；

c_{ji}^0 —— j 复振型 i 质点的地震作用非比例阻尼影响系数，比例阻尼时等于 1；

γ ——地震作用影响向量；

ω_b ——隔震层圆频率(rad/s)，等于隔震层刚度除以隔震结构总质量的平方根；

a ——上部结构瑞利阻尼质量比例系数；

b ——上部结构瑞利阻尼刚度比例系数；

μ_b ——隔震层质量与上部结构总质量比值；

Re ——表示取复数实部。

B.0.2 j 振型水平地震作用效应非比例阻尼影响系数可按下列公式计算：

$$\iota_j = S_j^v / S_j \quad (\text{B.0.2-1})$$

式中： S_j^v —— j 振型速度相关水平地震作用效应(N)，由相应速度相关水平地震作用确定。

j 振型 i 质点速度相关水平地震作用可按下式计算：

$$F_{ji}^v = \alpha_j \gamma_j \operatorname{Re}[(-\zeta_j + i\sqrt{1-\zeta_j^2})c_{ji}\phi_{ji}]G_i$$

$$(i=1,2,\dots,n; j=1,2,\dots,m) \quad (\text{B.0.2-2})$$

B.0.3 采用强迫解耦实振型分解反应谱法进行水平地震作用和作用效应计算时， j 振型 i 质点的水平地震作用应按本标准式(4.3.2-1)和式(4.3.2-3)计算，水平地震作用效应应按本标准式(4.3.2-2)和式(4.3.2-4)计算，其中振型参与系数、耦联系数应按下列公式计算：

$$\gamma_j = \sum_{ji}^n X_{ji} G_i / \sum_{ji}^n X_{ji}^2 G_i \quad (\text{B.0.3-1})$$

$$\rho_{jk} = \frac{8\sqrt{\zeta_j \zeta_k} (\zeta_j + \lambda_T \zeta_k) \lambda_T^{1.5}}{(1-\lambda_T^2)^2 + 4\zeta_j \zeta_k (1-\lambda_T^2) \lambda_T + 4(\zeta_j^2 + \zeta_k^2) \lambda_T^2} \quad (\text{B.0.3-2})$$

附录 C 隔震支座连接设计

C.0.1 隔震橡胶支座水平变形后(图 B.0.1), 隔震支墩及连接部位的附加弯矩应按式算:

$$M = \frac{P\delta + Vh}{2} \quad (\text{C.0.1})$$

式中: M —隔震支墩及连接部位所受弯矩 ($\text{N} \cdot \text{mm}$);

P —上部结构传递的竖向力 (N);

δ —支座的水平剪切变形 (mm);

V —3 支座所受水平剪力 (N);

h —支座的总高度 (含连接板) (mm)。

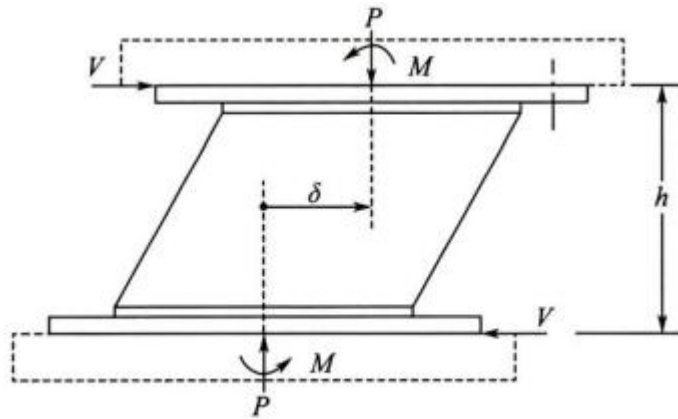


图 C.0.1 隔震支墩及连接部位变形示意图

C.0.2 隔震支墩混凝土局部受压最大压应力 (图 C.0.2) 应符合下列公式规定:

$$\sigma_c = P \frac{4(1 - \cos\theta)}{\left[\frac{\sin\theta(2 + \cos^2\theta)}{3} - \theta\cos\theta - nP_g\pi\cos\theta \right] D_e^2} \leq 1.35\beta_c\beta_l f_{ck}$$

$$\theta = \arccos\left(\frac{r - X_n}{r}\right)$$

$$P_g = \frac{A_s}{\pi D_e^2/4}$$

$$D_e = D_o + 4t_f$$

$$A_b = \pi r^2$$

$$X_n = \left[0.5 + \frac{1 + 2nP_g \left(\frac{r_s}{r}\right)^2}{16(1 + nP_g) \frac{\delta}{D_e}} \right] D_e$$

$$r = D_e/2$$

式中： σ_c —— 隔震支墩混凝土局部受压最大压应力值(Pa)；
 θ —— 支墩混凝土受压区对应的圆心角的一半(rad)；
 n —— 螺栓与混凝土的弹性模量比；
 P_g —— 螺栓配筋率，螺栓总面积与支墩有效混凝土柱截面直径的比值；
 D_e —— 上下支墩有效混凝土柱截面直径(mm)；
 D_o —— 隔震支座有效直径(mm)；
 t_f —— 连接板厚度(mm)；
 β_c —— 混凝土强度影响系数：当混凝土强度等级不超过 C50 时，取 1.0；当混凝土强度等级为 C80 时，取 0.8；其间按线性内插法确定；
 β_l —— 混凝土局部受压时的强度提高系数，取 $\sqrt{\frac{A_b}{A_l}}$ 和 1.6 二者的较小值，其中 A_l 表示支墩截面面积(mm²)， A_b 表示局部受压面积(mm²)；
 f_{ck} —— 支墩混凝土轴心抗压强度标准值(N/mm²)；
 X_n —— 中性轴位置；
 r_s —— 螺栓布置的半径(mm)；
 r —— 上下支墩有效混凝土柱截面半径(mm)。

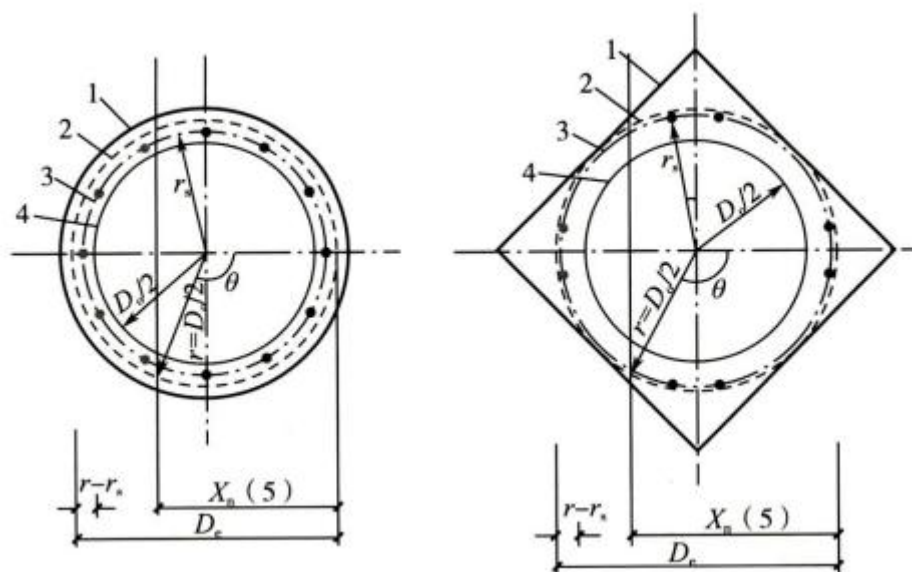


图 B.0.2 隔震支墩有效混凝土柱截面应力分布

1—连接板；2—有效混凝土截面轮廓；3—螺栓中轴线；4—隔震支座；5—受压区

C.0.3 隔震支座连接螺栓强度验算（图 B.0.3）应符合下列公式规定：

$$\left(\frac{F_B}{A_b f_{yt}^b}\right)^2 + \left(\frac{V}{n_b A_b f_v^b}\right)^2 \leq 1$$

$$F_B = \frac{M_r L_{\max}}{\sum L_i^2} + \frac{F_u}{n_b}$$

$$M_r = \frac{Vh}{2}$$

式中： F_B ——螺栓拉力(N)；

A_b ——单个螺栓截面积(mm²)；

f_{yt}^b ——螺栓抗拉设计强度(N/mm²)；

n_b ——螺栓数量；

f_v^b ——螺栓抗剪设计强度(N/mm²)；

M_r ——支座水平剪力产生的附加弯矩(N·mm)；

$L_{\max}$ ——螺栓到中性轴的最大距离(mm)；

L_i ——螺栓到中性轴的距离(mm)，其中中性轴距离隔震

支座中心为 $\frac{\delta}{2}$ ；

F_u ——支座提离力(N)。

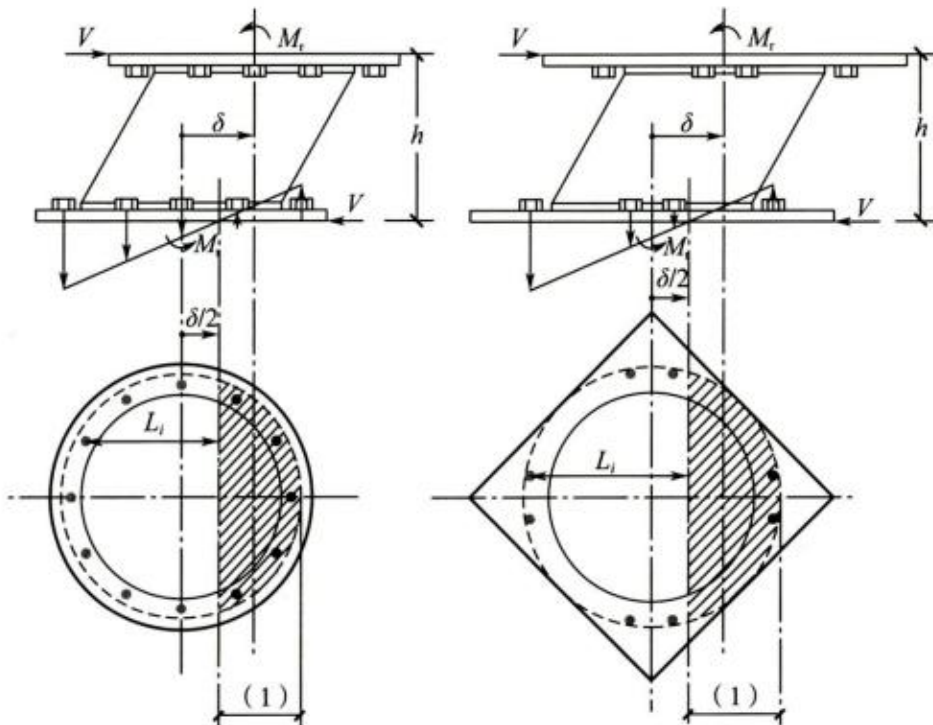


图 C.0.3 连接螺栓受力简图

1-受压区

C.0.4 隔震支座预埋件设计（图 B.0.4）应符合下列规定：

1 与连接螺栓相连锚筋强度验算应符合下式规定

$$\sigma_B = \frac{F_B}{A_{ab}} \leq f_{yt}^{ab}$$

式中： σ_B ——与连接螺栓相连锚筋的受拉应力(MPa)；

A_{ab} ——单个锚筋截面积(mm²)；

f_{yt}^{ab} ——锚筋抗拉设计强度(N/mm²)。

2 与连接螺栓相连锚筋的锚固长度应符合下式规定，且不小于 250mm：

$$l_{ab} \geq \alpha_c \frac{\sigma_B}{f_t} d_{ab}$$

式中： l_{ab} ——与螺栓相连锚筋的锚固长度(mm)；

α_c ——锚筋的外形系数，光圆表面取 0.16，带肋表面取 0.14；

f_t ——混凝土轴心抗拉强度设计值(N/mm²)；

d_{ab} ——锚筋直径(mm)。

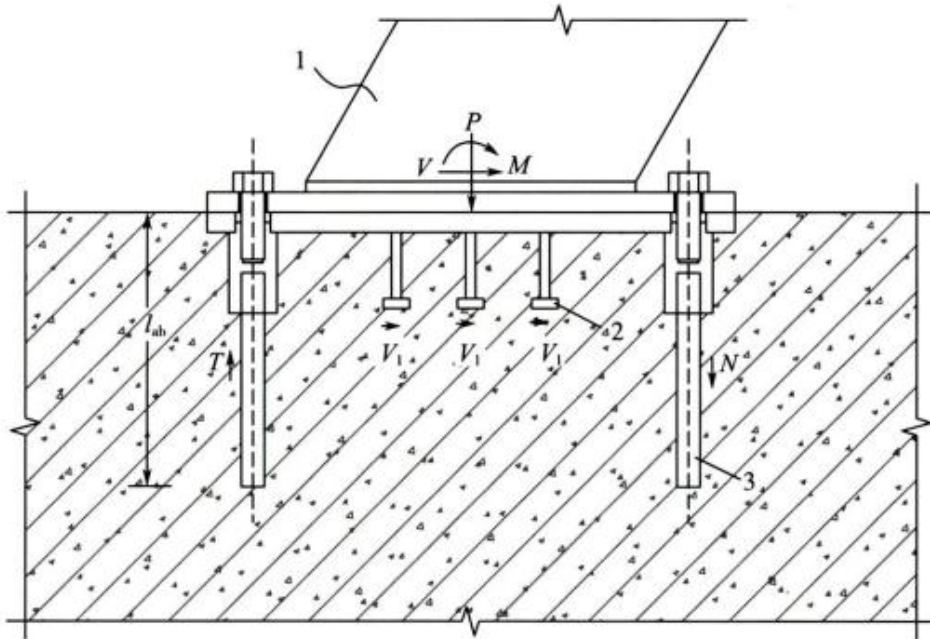


图 C.0.4 预埋件受力情况示意图

1-橡胶隔震支座；2-栓钉；3-锚杆

附录 D 标准形式隔震支座尺寸及力学性能

表 D.1 天然橡胶支座力学性能及规格尺寸表 (S2=5.45, G=0.392MPa)

类别	单位	LNR1200	LNR1100	LNR1000	LNR900	LNR800	LNR700	LNR600	LNR500	LNR400
有效直径 D	mm	1200	1100	1000	900	800	700	600	500	400
竖向刚度 K_v	kN/mm	4730	4510	4290	4125	3375	2875	2375	2000	1500
水平等效刚度 K_h 100%	kN/mm	2.01	1.83	1.67	1.51	1.33	1.17	0.98	0.81	0.66
橡胶层总厚度	mm	220	202	184	165	148	129	110	92	73
支座总高度	mm	330~420	305~395	280~355	250~325	220~290	195~265	170~225	185~205	165~185
有效面积 A	mm ²	1125376	946004	781154	634594	501144	383688	274750	191226	122283

表 D.2 天然橡胶支座力学性能及规格尺寸表 (S2=5.45, G=0.49MPa)

类别	单位	LNR1200	LNR1100	LNR1000	LNR900	LNR800	LNR700	LNR600	LNR500	LNR400
有效直径 D	mm	1200	1100	1000	900	800	700	600	500	400
竖向刚度 K_v	kN/mm	5170	4620	4400	4250	3500	3062.5	2500	2125	1625
水平等效刚度 K_h 100%	kN/mm	2.51	2.29	2.09	1.88	1.66	1.46	1.22	1.02	0.82
橡胶层总厚度	mm	220	202	184	165	148	129	110	92	73
支座总高度	mm	330~420	305~395	280~355	250~325	220~290	195~265	170~225	185~205	165~185
有效面积 A	mm ²	1125376	946004	781154	634594	501144	383688	274750	191226	122283

表 D.3 天然橡胶支座力学性能及规格尺寸表 (S2=5.45, G=0.6MPa)

类别	单位	LNR1200	LNR1100	LNR1000	LNR900	LNR800	LNR700	LNR600	LNR500	LNR400
有效直径 D	mm	1200	1100	1000	900	800	700	600	500	400
竖向刚度 K_v	kN/mm	5500	4950	4730	4500	3750	3375	2875	2500	2000
水平等效刚度 K_h 100%	kN/mm	3.07	2.81	2.55	2.31	2.03	1.78	1.50	1.25	1.01
橡胶层总厚度	mm	220	202	184	165	148	129	110	92	73
支座总高度	mm	330~420	305~395	280~355	250~325	220~290	195~265	170~225	185~205	165~185
有效面积 A	mm ²	1125376	946004	781154	634594	501144	383688	274750	191226	122283

表 D.4 铅芯橡胶支座规格型号及性能参数表 (S2=5.45, G=0.392MPa)

类别	单位	LRB1200	LRB1100	LRB1000	LRB900	LRB800	LRB700	LRB600	LRB500	LRB400
有效直径 D	mm	1200	1100	1000	900	800	700	600	500	400
竖向刚度 K_v	kN/mm	5060	4840	4620	4200	3480	3120	2640	2160	1680
水平等效刚度 K_h 100%	kN/mm	3.09	2.91	2.77	2.37	2.05	1.87	1.58	1.27	1.04
等效阻尼比 h_{eq} 100%	%	23	23	23	22	23	24	23	22	22
屈服前刚度 K_1	kN/mm	25.46	23.25	21.67	19.67	17.35	15.19	13.11	10.91	8.79
屈服后刚度 K_d	kN/mm	1.96	1.79	1.67	1.51	1.33	1.17	1.01	0.84	0.68
屈服力 Q_d	kN	250	227	203	141	106	90	63	40	27
橡胶层总厚度	mm	220	202	184	165	148	129	110	92	73
支座总高度	mm	330~420	305~395	280~355	250~325	220~290	195~265	170~225	185~205	165~185
有效面积 A	mm ²	1130400	949850	785000	635850	502400	384650	282600	196250	125600

表 D.5 铅芯橡胶支座规格型号及性能参数表 (S2=5.45, G=0.49MPa)

类别	单位	LRB1200	LRB1100	LRB1000	LRB900	LRB800	LRB700	LRB600	LRB500	LRB400
有效直径 D	mm	1200	1100	1000	900	800	700	600	500	400
竖向刚度 K_v	kN/mm	5500	4950	4730	4320	3600	3300	2760	2280	1800
水平等效刚度 K_h 100%	kN/mm	3.58	3.36	3.19	2.75	2.39	2.16	1.83	1.48	1.21
等效阻尼比 h_{eq} 100%	%	20	21	22	20	19	20	20	18	19
屈服前刚度 K_1	kN/mm	31.82	29.06	27.08	24.58	21.68	18.99	16.39	13.64	10.66
屈服后刚度 K_d	kN/mm	2.45	2.24	2.08	1.89	1.67	1.46	1.26	1.05	0.82
屈服力 Q_d	kN	250	227	203	141	106	90	63	40	27
橡胶层总厚度	mm	220	202	184	165	148	129	110	92	73
支座总高度	mm	330~420	305~395	280~355	250~325	220~290	195~265	170~225	185~205	165~185
有效面积 A	mm ²	1130400	949850	785000	635850	502400	384650	282600	196250	125600

表 D.6 铅芯橡胶支座规格型号及性能参数表 (S2=5.45, G=0.6MPa)

类别	单位	LRB1200	LRB1100	LRB1000	LRB900	LRB800	LRB700	LRB600	LRB500	LRB400
有效直径 D	mm	1200	1100	1000	900	800	700	600	500	400
竖向刚度 K_v	kN/mm	5830	5280	5060	4680	3960	3600	3120	2640	2040
水平等效刚度 K_h 100%	kN/mm	4.13	3.86	3.58	3.10	2.70	2.44	2.07	1.68	1.37
等效阻尼比 h_{eq} 100%	%	18	19	20	18	17	18	17	16	17
屈服前刚度 K_1	kN/mm	38.96	35.58	32.20	29.22	25.78	22.57	19.48	16.21	13.07
屈服后刚度 K_d 100%	kN/mm	3.00	2.74	2.48	2.25	1.98	1.74	1.50	1.25	1.01
屈服力 Q_d	kN	250	227	203	141	106	90	63	40	27
橡胶层总厚度	mm	220	202	184	165	148	129	110	92	73
支座总高度	mm	330~420	305~395	280~355	250~325	220~290	195~265	170~225	185~205	165~185
有效面积 A	mm ²	1130400	949850	785000	635850	502400	384650	282600	196250	125600

表 D.7 高阻尼橡胶支座规格型号及性能参数表

类别	单位	HDR1200	HDR1100	HDR1000	HDR900	HDR800	HDR700	HDR600	HDR500	HDR400
有效直径 D	mm	1200	1100	1000	900	800	700	600	500	400
竖向刚度 K_v	kN/mm	6900	6300	5700	5100	4500	4000	3400	2900	2500
水平等效刚度 K_h 100%	kN/mm	2.76	2.67	2.47	2.23	1.97	1.73	1.48	1.22	0.98
等效阻尼比 ζ_{eq} 100%	%	18	18	18	18	18	18	18	18	18
屈服前刚度 K_l	kN/mm	11.4	10.8	10	9.07	8	7.01	6.05	5.03	4.08
屈服后刚度 K_d	kN/mm	1.9	1.8	1.67	1.51	1.33	1.17	1.01	0.84	0.68
屈服力 Q_d	kN	190	177	149	120	95	73	53	36	23
橡胶层总厚度	mm	220	202	184	165	148	129	110	92	73
支座总高度	mm	330~420	305~395	280~355	250~325	220~290	195~265	170~225	185~205	165~185
有效面积 A	mm ²	1130400	949850	785000	635850	502400	384650	282600	196250	125600

表 D.8 弹性滑板支座规格型号及性能参数表 (G=1.0MPa)

类别	单位	ESB1200	ESB1100	ESB1000	ESB900	ESB800	ESB700	ESB600	ESB500	ESB400
有效直径 D	mm	1200	1100	1000	900	800	700	600	500	400
竖向刚度 K_v	kN/mm	20000	17000	16000	14000	13000	12000	10000	8000	5500
初始刚度 K_l	kN/mm	26.00	22.00	20.00	21.00	20.00	16.50	15.00	11.25	8.80
动摩擦系数 μ	——	0.02~ 0.05	0.02~ 0.05	0.02~ 0.05	0.02~ 0.05	0.02~ 0.05	0.02~ 0.05	0.02~ 0.05	0.02~ 0.05	0.02~ 0.05
橡胶层总厚度	mm	44	44	40	30	25	20	19	19	12
支座总高度	mm	190~240	190~240	175~215	150~180	140~175	130~165	120~150	110~140	100~130
有效面积 A	mm ²	1125376	944826	779976	633888	501144	383394	281638	194994	124344

表 D.9 单主滑动摩擦面型摩擦摆隔震支座规格型号及性能参数表

设计竖向承载力/kN	规格型号	竖向刚度 (kN/mm)	动摩擦系数下限值 (慢)	动摩擦系数上限值 (快)	等效曲率半径/mm	设计水平位移/mm	支座总高度/mm	滑块面积 /mm ²
2000	FPS-I~2000~100	1100~1700	0.01~0.06	0.02~0.08	1500~3000	±100	≤160	8.04*10 ⁴
	FPS-I~2000~200	1100~1700	0.01~0.06	0.02~0.08	1500~3000	±200	≤180	
	FPS-I~2000~300	1100~1700	0.01~0.06	0.02~0.08	1500~3000	±300	≤200	
3000	FPS-I~3000~100	1700~2500	0.01~0.06	0.02~0.08	1500~3000	±100	≤175	1.257*10 ⁵
	FPS-I~3000~200	1700~2500	0.01~0.06	0.02~0.08	1500~3000	±200	≤195	
	FPS-I~3000~300	1700~2500	0.01~0.06	0.02~0.08	1500~3000	±300	≤225	
4000	FPS-I~4000~100	2200~3400	0.01~0.06	0.02~0.08	1500~3000	±100	≤190	1.662*10 ⁵
	FPS-I~4000~200	2200~3400	0.01~0.06	0.02~0.08	1500~3000	±200	≤210	
	FPS-I~4000~300	2200~3400	0.01~0.06	0.02~0.08	1500~3000	±300	≤240	
5000	FPS-I~5000~100	2700~4200	0.01~0.06	0.02~0.08	1500~3000	±100	≤205	2.043*10 ⁵
	FPS-I~5000~200	2700~4200	0.01~0.06	0.02~0.08	1500~3000	±200	≤225	
	FPS-I~5000~300	2700~4200	0.01~0.06	0.02~0.08	1500~3000	±300	≤255	
6000	FPS-I~6000~100	3300~5000	0.01~0.06	0.02~0.08	1500~3000	±100	≤220	2.463*10 ⁵
	FPS-I~6000~200	3300~5000	0.01~0.06	0.02~0.08	1500~3000	±200	≤240	
	FPS-I~6000~300	3300~5000	0.01~0.06	0.02~0.08	1500~3000	±300	≤270	
7000	FPS-I~7000~100	3800~5800	0.01~0.06	0.02~0.08	1500~3000	±100	≤230	2.827*10 ⁵
	FPS-I~7000~200	3800~5800	0.01~0.06	0.02~0.08	1500~3000	±200	≤250	
	FPS-I~7000~300	3800~5800	0.01~0.06	0.02~0.08	1500~3000	±300	≤280	
8000	FPS-I~8000~100	4500~6500	0.01~0.06	0.02~0.08	1500~3000	±100	≤240	3.217*10 ⁵
	FPS-I~8000~200	4500~6500	0.01~0.06	0.02~0.08	1500~3000	±200	≤260	
	FPS-I~8000~300	4500~6500	0.01~0.06	0.02~0.08	1500~3000	±300	≤295	
9000	FPS-I~9000~100	4700~7500	0.01~0.06	0.02~0.08	1500~3000	±100	≤255	3.632*10 ⁵

	FPS~I~9000~200	4700~7500	0.01~0.06	0.02~0.08	1500~3000	±200	≤275	
	FPS~I~9000~300	4700~7500	0.01~0.06	0.02~0.08	1500~3000	±300	≤305	
10000	FPS~I~10000~100	5200~8000	0.01~0.06	0.02~0.08	1500~3000	±100	≤290	4.072*10 ⁵
	FPS~I~10000~200	5200~8000	0.01~0.06	0.02~0.08	1500~3000	±200	≤320	
	FPS~I~10000~300	5200~8000	0.01~0.06	0.02~0.08	1500~3000	±300	≤355	

注：FPS~I~2000~100，FPS 表示建筑摩擦摆隔震支座；I 表示支座结构类型，可选用 Ia 或 Ib；2000 表示设计竖向承载力，100 表示极限位移。慢摩擦系数是指在 4mm/s 下测试的结果，快摩擦系数是指在 150mm/s 下测试的结果；摩擦系数建议以 0.01 为增量进行取值。

表 D.10 双主滑动摩擦面型摩擦摆隔震支座规格型号及性能参数表

设计竖向承载力/kN	规格型号	竖向刚度 (kN/mm)	动摩擦系数下限值 (慢)	动摩擦系数上限值 (快)	等效曲率半径/mm	设计水平位移/mm	支座总高度/mm	滑块面积 /mm ²
2000	FPS~II~2000~100	1100~1700	0.01~0.06	0.02~0.08	3000~6000	±100	≤160	8.04*10 ⁴
	FPS~II~2000~200	1100~1700	0.01~0.06	0.02~0.08	3000~6000	±200	≤180	
	FPS~II~2000~300	1100~1700	0.01~0.06	0.02~0.08	3000~6000	±300	≤200	
	FPS~II~2000~400	1100~1700	0.01~0.06	0.02~0.08	3000~6000	±400	≤225	
3000	FPS~II~3000~100	1700~2500	0.01~0.06	0.02~0.08	3000~6000	±100	≤175	1.257*10 ⁵
	FPS~II~3000~200	1700~2500	0.01~0.06	0.02~0.08	3000~6000	±200	≤195	
	FPS~II~3000~300	1700~2500	0.01~0.06	0.02~0.08	3000~6000	±300	≤225	
	FPS~II~3000~400	1700~2500	0.01~0.06	0.02~0.08	3000~6000	±400	≤250	
4000	FPS~II~4000~100	2200~3400	0.01~0.06	0.02~0.08	3000~6000	±100	≤190	1.662*10 ⁵
	FPS~II~4000~200	2200~3400	0.01~0.06	0.02~0.08	3000~6000	±200	≤210	
	FPS~II~4000~300	2200~3400	0.01~0.06	0.02~0.08	3000~6000	±300	≤240	
	FPS~II~4000~400	2200~3400	0.01~0.06	0.02~0.08	3000~6000	±400	≤270	
5000	FPS~II~5000~100	2700~4200	0.01~0.06	0.02~0.08	3000~6000	±100	≤205	2.043*10 ⁵
	FPS~II~5000~200	2700~4200	0.01~0.06	0.02~0.08	3000~6000	±200	≤225	

	FPS~II~5000~300	2700~4200	0.01~0.06	0.02~0.08	3000~6000	±300	≤255	
	FPS~II~5000~400	2700~4200	0.01~0.06	0.02~0.08	3000~6000	±400	≤280	
6000	FPS~II~6000~100	3300~5000	0.01~0.06	0.02~0.08	3000~6000	±100	≤220	2.463*10 ⁵
	FPS~II~6000~200	3300~5000	0.01~0.06	0.02~0.08	3000~6000	±200	≤240	
	FPS~II~6000~300	3300~5000	0.01~0.06	0.02~0.08	3000~6000	±300	≤270	
	FPS~II~6000~400	3300~5000	0.01~0.06	0.02~0.08	3000~6000	±400	≤300	
7000	FPS~II~7000~100	3800~5800	0.01~0.06	0.02~0.08	3000~6000	±100	≤230	2.827*10 ⁵
	FPS~II~7000~200	3800~5800	0.01~0.06	0.02~0.08	3000~6000	±200	≤250	
	FPS~II~7000~300	3800~5800	0.01~0.06	0.02~0.08	3000~6000	±300	≤280	
	FPS~II~7000~400	3800~5800	0.01~0.06	0.02~0.08	3000~6000	±400	≤310	
8000	FPS~II~8000~100	4500~6500	0.01~0.06	0.02~0.08	3000~6000	±100	≤240	3.217*10 ⁵
	FPS~II~8000~200	4500~6500	0.01~0.06	0.02~0.08	3000~6000	±200	≤260	
	FPS~II~8000~300	4500~6500	0.01~0.06	0.02~0.08	3000~6000	±300	≤295	
	FPS~II~8000~400	4500~6500	0.01~0.06	0.02~0.08	3000~6000	±400	≤320	
9000	FPS~II~9000~100	4700~7500	0.01~0.06	0.02~0.08	3000~6000	±100	≤255	3.632*10 ⁵
	FPS~II~9000~200	4700~7500	0.01~0.06	0.02~0.08	3000~6000	±200	≤275	
	FPS~II~9000~300	4700~7500	0.01~0.06	0.02~0.08	3000~6000	±300	≤305	
	FPS~II~9000~400	4700~7500	0.01~0.06	0.02~0.08	3000~6000	±400	≤340	
10000	FPS~II~10000~100	5200~8000	0.01~0.06	0.02~0.08	3000~6000	±100	≤270	4.072*10 ⁵
	FPS~II~10000~200	5200~8000	0.01~0.06	0.02~0.08	3000~6000	±200	≤290	
	FPS~II~10000~300	5200~8000	0.01~0.06	0.02~0.08	3000~6000	±300	≤320	
	FPS~II~10000~400	5200~8000	0.01~0.06	0.02~0.08	3000~6000	±400	≤355	

注：FPS~II~2000~100，FPS 表示建筑摩擦摆隔震支座；II 表示支座结构类型；2000 表示设计竖向承载力，100 表示极限位移。慢摩擦系数是指在 4mm/s 下测试的结果，快摩擦系数是指在 150mm/s 下测试的结果；摩擦系数建议以 0.01 为增量进行取值。

附录 E 非结构构件和建筑附属机电设备要求

F.0.1 地震时保持正常使用功能建筑的位移敏感型建筑非结构构件可按表 E.0.1 选用。

表 E.0.1 位移敏感型建筑非结构构件适用的建筑类型

构件类型	构造特征	层间位移角容许值	适用的建筑类型
填充墙	轻钢龙骨石膏板，到顶，上、下端固定	1/200	IA、IB、IC、ID、IIA、IIB、IIC、IID
	轻钢龙骨石膏板，不到顶，下端固定、上端侧向支撑	1/100	IA、IB、IC、ID、IIA、IIB、IIC、IID
	轻钢龙骨石膏板，到顶，下端固定，上端滑槽	1/250	IA、IB、IC、ID、IIA、IIB、IIC
	木龙骨石膏板，到顶，上、下端固定	1/500	IB、IC、IIC
	砌体填充墙，柔性连接	1/400	IA、IB、IC、IIB、IIC
	蒸压加气混凝土条板隔墙	1/200	IA、IB、IC、ID、IIA、IIB、IIC、IID
楼梯	非滑动楼梯或滑动楼梯	1/200	IA、IB、IC、ID、IIA、IIB、IIC、IID
隔墙饰面	石膏板+墙纸（或瓷砖），不到顶，下端固定、上端侧向支撑；大理石或木饰面，不到顶，下端固定、上端侧向支撑	1/210	IA、IB、IC、ID、IIA、IIB、IIC
玻璃幕墙	普通框架式单片玻璃幕墙	1/44	IA、IB、IC、ID、IIA、IIB、IIC、IID
	普通框架式幕墙，双层隔热型玻璃幕墙	1/75	IA、IB、IC、ID、IIA、IIB、IIC、IID
	框架式幕墙，双层隔热钢化玻璃，厚度 6mm+13mm 或 6mm+6mm	1/38	IA、IB、IC、ID、IIA、IIB、IIC、IID
	框架式幕墙、单片夹胶钢化玻璃厚度 6mm	1/90	IA、IB、IC、ID、IIA、IIB、IIC、IID
	框架式幕墙、单片非夹胶钢化玻璃厚度 6mm	1/90	IA、IB、IC、ID、IIA、IIB、IIC、IID
	框架式幕墙，双层隔热钢化玻璃，厚度 6mm+12mm	1/58	IA、IB、IC、ID、IIA、IIB、IIC、IID
门窗	塑钢平开门窗	1/345	IA、IB、IC、IIB、IIC

注：

IA——满足 I 类建筑中钢筋混凝土框架结构的层间位移角限值；

IB——满足 I 类建筑中钢筋混凝土框架—抗震墙、框架—核心筒结构的层间位移角限值；

IC——满足 I 类建筑中钢筋混凝土抗震墙、板—柱抗震墙、筒中筒、钢筋混凝土框支层结构的层间位移角限值；

ID——满足 I 类建筑中多、高层钢结构的层间位移角限值；

IIA——满足 II 类建筑中钢筋混凝土框架结构的层间位移角限值；

IIB——满足 II 类建筑中钢筋混凝土框架—抗震墙、框架—核心筒结构的层间位移角限值；

IIC——满足 II 类建筑中钢筋混凝土抗震墙、板—柱抗震墙、筒中筒、钢筋混凝土框支层结构的层间位移角限值；

IID——满足 II 类建筑中层间位移角限值的多、高层钢结构的层间位移角限值。

E.0.2 地震时保持正常使用功能建筑的加速度敏感型建筑非结构构件可按表 E.0.2 选用。

表 E.0.2 加速度敏感型建筑非结构构件适用的建筑类型

构件类型	构造特征	水平加速度容许值 (g)	适用的建筑类型
吊顶	仅纵向支撑	0.56	I、II
	纵向支撑与侧向支撑	1.09	I、II

注：

I——满足 I 类建筑楼面水平加速度限值；

II——满足 II 类建筑楼面水平加速度限值。

E.0.3 地震时保持正常使用功能建筑的功能性仪器设备可按表 E.0.3 选用。

表 E.0.3 功能性仪器设备最大楼面水平加速度容许值及其适用的建筑类型

构件类型	构造特征	水平加速度容许值 (g)	适用的建筑类型
核磁共振仪	有锚固	1.38	I、II
X 光机	有锚固	1.17	I、II
CT 机	有锚固	1.38	I、II
医疗药柜	浮放无锚固	0.25	I
	有锚固	0.65	I、II
输液架	浮放无锚固	0.32	I
	悬吊式，设置纵向支撑	0.60	I、II
抢救车	刹车放松	0.35	I
	刹车锁死	0.49	I、II
医用病床	刹车放松	0.33	I
	刹车锁死	1.02	I、II
立式无影灯	浮放无锚固	0.44	I
	有锚固	0.60	I、II
通信机柜	有锚固	0.66	I、II

注：

I——满足 I 类建筑楼面水平加速度限值；

II——满足 II 类建筑楼面水平加速度限值。

E.0.4 地震时保持正常使用功能建筑的建筑附属机电设备可按表 E.0.4 选用。

表 E.0.4 建筑附属机电设备适用的建筑类型

构件类型	构造特征	水平加速度容许值 (g)	适用的建筑类型
电梯	常规曳引电梯	0.25	I
	常规液压电梯	0.37	I
	曳引电梯, 轨道支撑点加密	0.50	I、II
	液压电梯, 轨道支撑点加密	0.50	I、II
变压器	有锚固或隔振	1.85	I、II
电机控制箱	有锚固或隔振	1.61	I、II
配电盘	有锚固或隔振	2.04	I、II
低压开关设备	有锚固或隔振	2.04	I、II
悬挂式灯具	抗震设计	1.01	I、II
冷水管 (吊挂式)	管径 $>80\text{mm}$, 设置纵向支撑	1.01	I、II
热水管 (吊挂式)	管径 $<80\text{mm}$, 仅纵向支撑	0.33	I
	管径 $<80\text{mm}$, 纵向与侧向支撑	1.36	I、II
	管径 $\geq 80\text{mm}$, 设置纵向支撑	0.91	I、II
污水管	铸铁管, 柔性连接, 设置纵向支撑	0.73	I、II
	铸铁管, 插接, 设置纵向支撑	1.36	I、II
蒸汽管道	管径 $<80\text{mm}$	0.35	I
	管径 $\geq 80\text{mm}$	1.01	I、II
消防喷淋水管	水平支管	0.74	I、II
喷头立管	嵌入柔性可拆卸吊顶, 长度不超过 2m	0.50	I、II
	嵌入无支撑刚性可拆卸吊顶, 长度不超过 2m	0.37	I
	无吊顶、长度不超过 2m	1.01	I、II
冷却水管	管径 $<80\text{mm}$	0.35	I
	管径 $\geq 80\text{mm}$, 设置纵向支撑	0.91	I、II
冷水机组	有锚固或隔振	0.59	I、II
空气压缩机	有锚固或隔振	0.38	I
暖通空调管道 风机	设置水平支撑	1.16	I、II
暖通空调风管	设置水平支撑	1.01	I、II
支管及风口	位于吊顶内	0.87	I、II
	无吊顶, 设置水平支撑	1.01	I、II
VAV 箱带卷盘	水平或纵向支撑	1.27	I、II
空调系统风机	无隔振, 无锚固	0.35	I
	刚性锚固或隔振	0.55	I、II
空气处理机组	有锚固	0.85	I、II

柴油发电机	有锚固或隔振	1.64	I、II
冷却塔	无锚固，无隔振	0.35	I
	有锚固或隔振	0.53	I、II

注：

I——满足 I 类建筑楼面水平加速度限值；

II——满足 II 类建筑楼面水平加速度限

附录 F 隔震建筑的常规和定期检查项目

F.01 隔震建筑常规检查项目应符合表 F.01 的规定。

表 F.01 隔震建筑常规检查项目

位置	检查项目		检查方法	管理目标
隔震层	周边环境	净空间距	设备测量	移动范围内无障碍物
	隔震支座及 管线周边状 况	障碍物	目测	移动范围内无障碍物
		可燃物	目测	无可燃物
		排水条件	目测	排水状况良好、无积水
隔震支座	橡胶保护层 外观	变色	目测	无异常、无异物附着
		损伤	目测	无损伤
	钢材部位状 况	锈蚀	目测	无锈蚀
		安装部位	目测	螺栓、铆钉无松动
阻尼器	外观状况	外观	目测	无异常、无损伤
		锈蚀	目测	无锈蚀
		安装部位	目测	不偏离螺母标线
设备管线	柔性连接	液体渗漏 损伤龟裂	目测	无异常
电气线路	变形吸收部 位	损伤龟裂	目测	无异常

注：一般取各类构件总数的 10%且 3 套以上（不足 3 套应全检），其中一半为隔震层中有代表性的部位，优先选择结构转角，热源、水源、排水设备、振动源附近的构件。

F.02 隔震建筑定期检查项目应符合表 F.02 的规定。

表 F.02 隔震建筑定期检查项目

位置	检查项目		检查方法	管理目标
隔震层	周边环境	净空间距	设备测量	移动范围内无障碍物
	隔震支座及 管线周边状 况	障碍物	目测	移动范围内无障碍物
		可燃物	目测	无可燃物
		排水条件	目测	排水状况良好、无积水
隔震支座	橡胶保护层 外观	变色	目测	无异常、无异物附着
		损伤	目测、设备测 量	无损伤或深度小于外包橡胶厚
	钢材部位状 况	锈蚀	目测	无锈迹
		安装部位	目测	不偏离螺母标线

	支座变形	垂直变形	设备测量	无异常变形
		水平变形	设备测量	无异常变形
阻尼器	外观状况	外观	目测	无异常、无损伤
		锈蚀	目测	无锈蚀
		安装部位	目测	不偏离螺母标线
	变形	水平变形	设备测量	无异常变形
设备管线	柔性连接	液体渗漏 损伤龟裂	目测	无异常
电气线路	变形吸收部位	损伤龟裂	目测	无异常

注：1 一般取各类构件总数的 10%且 3 套以上（不足 3 套应全检），其中一半为隔震层中有代表性的部位，优先选择结构转角，热源、水源、排水设备、振动源附近的构件；

2 以橡胶总厚度的 10%且不大于 10mm 为目标值；

3 以初始值 $\pm 25\text{ mm}$ 以内为目标值。