

郑州市建筑隔震技术导则

Technical guidelines for seismic isolation of buildings in Zhengzhou

（征求意见稿）

郑州市城乡建设局

2023年6月

前 言

为提升郑州市建筑隔震技术水平，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，制定本导则。

本导则共分 10 章，主要内容包括总则、术语和符号、基本规定、地震作用与结构抗震验算、地震时保持正常使用功能建筑的性能目标及设计要求、隔震支座的技术性能、多高层房屋隔震设计、砌体房屋隔震设计、建筑与设备隔震措施、隔震建筑施工、验收与维护、附录。

本导则由郑州市城乡建设局负责管理，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	2
2.1 术语	2
2.2 符号	4
3 基本规定	10
3.1 一般规定	10
3.2 场地、地基和基础	11
3.3 隔震支座	12
3.4 试验和观测	12
4 地震作用与结构抗震验算	13
4.1 一般规定	13
4.2 设计反应谱与地震动输入	14
4.3 地震作用计算	15
4.4 截面抗震验算	16
4.5 抗震变形验算	19
4.6 隔震层设计	20
5 地震时保持正常使用功能建筑的性能目标及设计要求	23
5.1 一般规定	23
5.2 地震时保持正常使用功能建筑的性能目标	23
5.3 结构构件承载力验算	24
5.4 结构层间变形和楼面水平加速度基本要求	25
5.5 建筑非结构构件、建筑附属机电设备和功能性仪器设备	26
6 隔震支座的技术性能	28
6.1 一般规定	28
6.2 橡胶支座性能要求	28
6.3 弹性滑板支座性能要求	29
6.4 摩擦摆支座性能要求	30
6.5 隔震支座产品检验及要求	31
7 多高层结构隔震设计	37
7.1 一般规定	37
7.2 隔震层布置	37
7.3 隔震支座与结构的连接	39

7.4 下部结构设计	39
7.5 上部结构设计	40
8 砌体房屋隔震设计	42
8.1 一般规定	42
8.2 砌体房屋隔震设计要点	43
8.3 砌体结构的隔震措施	43
9 建筑与设备隔震措施	45
9.1 一般规定	45
9.2 隔离缝	45
9.3 楼梯、电梯等隔震构造	46
9.4 外墙与屋面隔震构造	47
9.5 室内装修隔震构造	48
9.6 隔震层机电设备与管线	48
10 隔震建筑施工、验收与维护	50
10.1 一般规定	50
10.2 支座进场验收及施工	50
10.3 隔震建筑工程验收	52
10.4 隔震建筑质量保修与维护要求	53
附录 A 现行相关标准及图集	56
附录 B 隔震建筑抗震性能设计	58
附录 C 隔震结构直接设计法简易流程	61
附录 D 隔震结构审查要点	67
附录 E 标准形式隔震支座尺寸及力学性能	70
附录 F 隔震建筑工程专用标识	78
附录 G 位移敏感型建筑非结构构件	85
附录 H 加速度敏感型建筑非结构构件	87
附录 J 建筑附属机电设备	88
附录 K 功能性仪器设备	90

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，加强郑州市隔震建筑工程的技术管理，确保隔震建筑工程质量，规范各方责任主体执行国家及省相关技术标准的规范性，制定本导则。

1.0.2 本导则适用于郑州市采用隔震技术的建筑工程，包括新建和扩建工程的设计、施工、验收和维护。

1.0.3 隔震建筑设计、施工、验收和维护，除应符合本导则要求外，尚应符合国家、行业和河南省现行规范、标准的规定。当新颁布的国家、行业或本省标准中的内容与本导则中规定不一致时，按新颁布标准的规定执行。

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。

2.1.2 隔震结构 seismically isolated structure

隔震建筑中的主体结构和隔震装置，包括上部结构、隔震层、下部结构和基础。

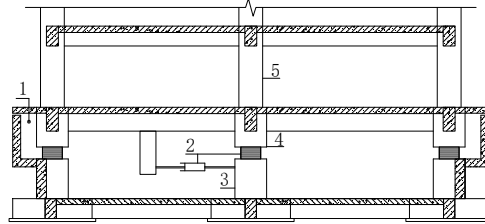


图 2.1.2 隔震结构各部分示意图

1—隔震沟；2—隔震支座及阻尼装置；3—下支墩；4—上支墩；5—上部结构；

2.1.3 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隔震装置的总称。包括全部隔震支座、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。

2.1.4 隔震楼层 isolated floor

在建筑物中，隔震层所在的楼层空间。可以是专用夹层空间，也可以是与建筑日常功能空间合用的楼层空间。

2.1.5 上部结构 superstructure

隔震建筑中位于隔震楼层以上的结构部分。

2.1.6 下部结构 substructure

隔震建筑中位于隔震楼层以下的结构部分，不包括基础。

2.1.7 基底隔震 base isolation

隔震层设置在建筑物底部的隔震体系。

2.1.8 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。

2.1.9 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。（如隔震橡胶支座等水平刚度较小而竖向刚度较大的结构构件，可承受大的水平变形，可作为承重体系的一部分。）

2.1.10 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。

2.1.11 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。

2.1.12 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。

2.1.13 限位装置 stopper

限制隔震层位移超过合理设计范围的装置。

2.1.14 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）。

2.1.15 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。

2.1.16 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。

2.1.17 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。

2.1.18 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。

2.1.19 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。

2.1.20 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。

2.1.21 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。

2.1.22 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。

2.1.23 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。

2.1.24 等效阻尼比 equivalent damping ratio

隔震结构往复运动时，隔震层（或隔震支座）在某特定水平位移所耗散的能量相对应的阻尼比。

2.1.25 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。

2.1.26 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。

2.1.27 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震缝时，因流体或能量输送需要而设置的补偿地震位移及热胀冷缩，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

D ——永久荷载；

E ——极限安全地震作用；

F_{ek} ——结构总水平地震作用标准值；

F_{ji} —— j 振型 i 质点的水平地震作用标准值；

F_{Xji} 、 F_{Yji} 、 F_{rji} ——分别为 j 振型 i 质点 x 方向、 y 方向及转角方向的水平地震作用标准值；

F_{Evk} ——结构总竖向地震作用标准值；

F_{vi} ——质点 i 的竖向地震作用标准值；

F_i ——质点 i 的水平地震作用标准值；

F_h ——隔震层的水平剪力；

K_h ——隔震层水平刚度；

f_{ck} ——混凝土轴心抗压强度标准值；

f_{spk} ——剪力墙端部暗柱中型钢或墙内钢板的强度标准值；

G ——上部结构总重力荷载代表值；
 G_i 、 G_j ——分别集中于第 i 、 j 质点重力荷载代表值；
 G_{eq} ——上部结构等效重力荷载；
 L ——上部活荷载；
 $\sum M_c$ ——节点上、下柱端截面顺时针或逆时针方向组合的弯矩值之和；
 $\sum M_b$ ——节点左、右梁端截面逆时针或顺时针方向组合的弯矩值之和；
 $\sum M_{bua}$ ——节点左、右梁端逆时针或顺时针方向实配的正截面抗震受弯承载力所对应的弯矩值之和；
 M_c^t 、 M_c^b ——分别为柱上、下端顺时针或逆时针方向截面组合的弯矩值；
 M_b^l 、 M_b^r ——分别为梁左、右端逆时针或顺时针方向截面组合的弯矩值；
 M_{cua}^t 、 M_{cua}^b ——分别为柱上、下端顺时针或逆时针方向实配的正截面抗震受弯承载力所对应的弯矩值；
 N ——钢筋混凝土柱考虑设防地震作用组合的轴压力设计值；
 N_{GE} ——钢筋混凝土柱在重力荷载代表值作用下的轴压力设计值；
 N_E ——钢筋混凝土柱在设防地震作用下的轴压力设计值；
 Q ——隔震支座水平剪力；
 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；
 i_j ——第 j 型水平地震作用效应非比例阻尼影响系数；
 λ_T —— k 振型与 j 振型的自振周期比；
 S_i 、 S_j ——第 i 、 j 振型水平地震作用效应；
 S_x 、 S_y ——分别为 x 向、 y 向单向水平地震作用效应；
 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；
 Δu_e ——设防地震作用标准值产生的楼层内最大的弹性层间位移；

Δu_p ——弹塑性层间位移；
 u_{hi} ——第 i 个隔震支座的水平位移；
 u_h ——隔震层水平位移；
 $[u_{hi}]$ ——第 i 个隔震支座的水平位移限值；
 u_{hci} ——罕遇地震、极罕遇地震作用下第 i 个隔震支座考虑扭转的水平位移；
 u_{hc} ——罕遇地震作用下隔震层水平位移；
 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_c ——隔震层在罕遇地震作用下的水平剪力；
 V_{Gb} ——在重力荷载代表值作用下按简支梁分析的梁端截面剪力值；
 V_w ——底部加强部位截面组合的剪力计算值；
 M_{wua} ——抗震墙底部截面按实配纵向钢筋面积、材料强度标准值和轴力等计算的抗震受弯承载力所对应的弯矩值；
 M_w ——抗震墙底部截面组合的弯矩值；
 η_{vw} ——抗震层剪力增大系数；
 V_{GE} ——重力荷载代表值作用下的构件剪力；
 V_{Ek}^* ——地震作用标准值的构件剪力；
 X_{ji} 、 Y_{ji} ——分别为 j 振型 i 质点在 x 方向、 y 方向的水平相对位移；
 $[\theta_e]$ ——弹性层间位移角限值；
 $[\theta_p]$ ——弹塑性层间位移角限值；
 φ_{ji} —— j 振型 i 质点的相对扭转转角。

2.2.2 材料性能

C_{Qy} ——隔震支座中水平屈服剪力调整系数；
 M ——隔震支墩及连接部位所受弯矩；
 P ——上部结构传递的竖向力；
 δ ——支座的水平剪切变形；
 σ_c ——隔震支墩混凝土局部受压最大压应力值；
 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；

f_a ——型钢的抗压强度设计值；
 f_{ay} ——型材屈服强度；
 f_{ak} ——抗震墙端部暗柱中型钢的强度标准值；
 f_{st} ——检钉抗拉强度设计值；
 G_r ——橡胶剪切模量；
 G_p ——铅芯剪切模量；
 K_y ——铅芯橡胶支座屈服后或摩擦摆隔震支座起滑后的水平刚度设计值；
 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；
 K_r ——天然橡胶水平刚度设计值；
 K_p ——由铅芯部分提供的水平刚度；
 K_o ——隔震支座屈服前水平刚度设计值；
 K_{eq} ——隔震支座等效水平刚度；
 Q_y ——隔震支座水平屈服力设计值；
 W ——支座承受的竖向荷载；
 v ——滑移速度；
 σ ——压应力；
 σ_p ——隔震支座中铅芯剪切屈服应力；
 γ_h ——叠层橡胶支座水平剪切应变；
 ζ_{eq} ——隔震层等效阻尼力；
 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

A ——钢筋混凝土柱全截面面积；
 A_r ——叠层橡胶横截面面积，不含橡胶层中间开孔面积；
 A_p ——铅芯横截面面积；
 A_a ——剪力墙端部暗柱中型钢或墙内钢板的截面面积；
 A_c ——扣除型钢后的混凝土截面面积；
 A_{sp} ——剪力墙墙内钢板的横截面面积；
 A_b ——单个螺栓截面积；
 A_{ab} ——单个锚筋截面积；

B 、 L ——分别为结构平面两正交方向的边长；
 e ——偏心距；
 H_n ——柱的净高；
 H_i ——房屋第 i 层距室外地面的高度；
 L_n ——梁的净跨；
 R_s ——摩擦摆隔震支座等效曲率半径；
 r_i —— i 质点的转动半径；
 t_r ——橡胶层总厚度；
 y_i ——第 i 个隔震支座与隔震层刚心之间在计算主轴法线方向的投影；

2.2.4 计算系数

C ——既有建筑水平地震作用调整系数；
 C_{Ky} ——屈服后隔震支座水平刚度调整系数；
 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，比例阻尼时等于 1；
 c_{ji}^o —— 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；
 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_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；
 α_j —— j 振型周期的地震影响系数；
 γ_j —— j 振型的参与系数；
 γ_{tj} ——计入扭转的 j 振型的参与系数；
 ρ_{ji} —— j 振型与 i 振型的耦连系数；
 $\alpha_{v\max}$ ——竖向地震影响系数的最大值；
 γ_o ——结构重要性系数；
 γ_{RE} ——构件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；
 η_i ——第 i 个隔震支座的扭转影响系数；
 ξ ——轴压比调整系数；
 η_e ——框架柱端弯矩增大系数；
 η_{vb} ——梁剪力增大系数；
 η_{ve} ——柱端剪力增大系数；
 $\alpha_1 (\zeta_{eq})$ ——罕遇地震作用下的地震影响系数值；
 μ_s ——滑移面摩擦系数；
 ζ_{eq} ——铅芯橡胶支座等效阻尼比；
 n_b ——螺栓数量；
 n_{st} ——栓钉数量；
 A_{st} ——单根栓钉截面积。

2.2.5 其他

n ——如结构计算总层数、螺栓与混凝土的弹性模量比；
 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；
 t_0 ——修正前温度；
 t ——修正后温度；
 λ_s ——近场系数。

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》GB50223 的有关规定确定。

3.1.2 郑州市行政区域内（登封市除外）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。鼓励在除前款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。

【3.1.2 解析】《建设工程抗震管理条例》于 2021 年 5 月 12 日国务院第 135 次常务会议通过，自 2021 年 9 月 1 日起施行。

《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。国家鼓励在除前款规定以外的建设工程中采用隔震减震等技术，提高抗震性能。”

为贯彻落实《建设工程抗震管理条例》第十六条相关要求，提高郑州市建设工程抗震防灾能力，降低地震灾害风险，保障人民生命财产安全，本条明确规定当遭受相当于本地区抗震设防烈度的地震时，地震时保持正常使用功能建筑应满足无需修理可继续使用的设防目标。地震时保持正常使用功能建筑设计应按本导则第 5 章及其他国家现行相关标准的规定执行，地震时保持正常使用功能建筑的性能目标应符合本导则 5.2 的相关规定，以保证满足正常使用要求。

3.1.3 隔震建筑结构高宽比一般情况下不宜大于 4，且不应大于相关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《建筑抗震设计规范》GB50011 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。

3.1.4 新建隔震建筑的基本设防目标不应低于：当遭受相当于本地区基本烈度的设防地震时，主体结构基本不受损坏或不需修理即可继续使用；当遭受罕遇地震时，结构可能发生损坏，经修复后可继续使用；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。

3.1.5 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。

3.1.6 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。

3.1.7 隔震建筑设计应根据抗震概念设计的要求明确建筑的规则性。隔震建筑的形体及其构件布置宜规则、均匀，避免突变。不规则建筑应采取加强措施；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。

3.1.8 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，宜按本导则附录 B 采用结构抗震性能设计方法进行补充分析和论证。

3.1.9 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。

3.1.10 隔震层宜设置在结构的底部或下部。隔震层应提供必要的竖向承载力、侧向刚度和阻尼。

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，其他装置的设计工作年限不宜低于建筑结构的设计工作年限。

【3.1.11 解析】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 场地、地基和基础

3.2.1 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。

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

3.2.3 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。

3.2.4 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》GB50011 中可不进行地基和基础抗震验算的建筑，采用隔震设计的建筑也可不进行地基和基础的抗震承载力验算。

【3.2.4 解析】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根据地层结构及岩性特征对地基承载力特征值进行调整，且不超过 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。

3.2.5 隔震建筑地基基础的抗震构造措施，应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011 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。

3.3 隔震支座

3.3.1 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）、摩擦摆支座（FPS）等。

3.3.2 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。

3.3.3 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。

3.3.4 隔震支座的设置部位，除按计算确定外，尚应便于检查和替换。

3.3.5 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及出厂检验报告。

3.3.6 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的耐火极限。

3.4 试验和观测

3.4.1 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。

3.4.2 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。

3.4.3 隔震建筑宜设置记录隔震层地震变形响应的装置。

4 地震作用与结构抗震验算

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 7 度（0.15g）时的长悬臂或大跨结构，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。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%。

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，5km 及以内宜取 1.25，5km 以外可取不小于 1.15。

4.2 设计反应谱与地震动输入

4.2.1 当隔震结构的阻尼比为 0.05 时，地震影响系数应根据烈度、场地类别、特征周期和隔震结构自振周期按地震影响系数曲线（图 4.2.1）确定，其水平地震影响系数最大值 α_{\max} 应按表 4.2.1 采用。

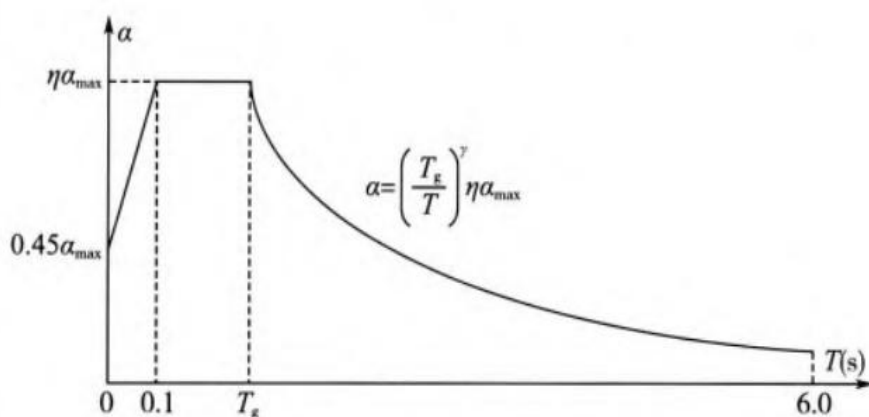


图 4.2.1 地震影响系数曲线

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 —曲线下降段的衰减指数； η —阻尼调整系数

场地特征周期应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的有关规定执行，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 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)
设防地震	0.12	0.23	0.34
罕遇地震	0.28	0.50	0.72
极罕遇地震	0.36	0.72	1.00

4.2.2 当隔震结构的阻尼比不等于 0.05 时，其水平地震影响系数 α 曲线应按地震影响系数曲线（图 4.2.1）确定，但形状参数和阻尼调整系数应按下列规定调整：

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 —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 阻尼调整系数应按下式确定：

$$\eta = 1 + \frac{0.05 - \zeta}{0.08 + 1.6\zeta} \quad (4.2.2-2)$$

式中： η —阻尼调整系数，当小于 0.55 时应取 0.55。

4.2.3 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%。

4.2.4 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 4.2.4 采用。

2 实际强震记录的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。

表 4.2.4 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)
设防地震	50	100	150
罕遇地震	125	220	310
极罕遇地震	160	320	460

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《建筑隔震设计标准》GB/T 51408 规定计算。

采用振型分解反应谱法时，应对下部结构、隔震层与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，且地震作用和作用效应的计算应符合《建筑隔震设计标准》GB/T 51408 规定。

4.3.2 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。

4.3.3 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。

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。

4.3.6 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。

4.3.7 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，但特征周期可均按设计第一组采用。

4.4 截面抗震验算

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；

式中：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导则第 4.4.4 条与第 4.4.6 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式确定：

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

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 —考虑结构设计工作年限的荷载调整系数，设计工作年限为 50 年时取 1.0，设计工作年限为 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，当永久荷载效应起控制作用时应分别取 0.7 和 0.0；当可变荷载效应起控制作用时应分别取 1.0 和 0.6 或 0.7 和 1.0。

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 的场合应取为 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，隔震结构构件设计应采用不计入风荷载效应的地震基本组合，并应根据本导则第 3.1.4 条的基本设防目标进行设防地震作用下的承载力设计。

4.4.5 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，除应按本导则第 4.4.6 条验算强度外，尚应验算其稳定性。

4.4.6 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，应符合现行国家规范《建筑与市政工程抗震通

用规范》GB55002 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，应符合现行国家规范《建筑与市政工程抗震通用规范》GB55002 的规定；

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，应符合现行国家规范《建筑与市政工程抗震通用规范》GB55002 的规定；

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，应符合现行国家规范《建筑与市政工程抗震通用规范》GB55002 的规定。

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。

4.4.7 设防地震作用计算时，隔震结构各楼层对应于地震作用标准值的剪力应符合式 (4.4.7) 的要求：

$$V_{Eki} \geq \lambda \sum_{j=1}^n G_j \quad (4.4.7)$$

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 4.4.7 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 层重力荷载代表值 (N)；

n —结构计算总层数。

表 4.4.7 楼层最小地震剪力系数值

抗震设防烈度	6 度	7 度 (0.1g)	7 度 (0.15g)
扭转效应明显或基本周期小于 3.5s 的结构	0.008	0.016	0.024
基本周期大于 5.0s 的结构	0.006	0.012	0.018

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；

2 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；

4.5 抗震变形验算

4.5.1 上部结构在地震作用下，一般的隔震建筑，其结构楼层内最大的层间位移角不应超过表 4.5.1 的规定。属于本导则第 5.2.1 条规定范围的隔震建筑，应满足第 5 章节的相关要求。

表 4.5.1 上部结构地震作用下层间位移角限值

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	1/400	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：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 下部结构在地震作用下，结构楼层内最大的层间位移角不应超过表 4.5.2 的规定。

表 4.5.2 下部结构地震作用下层间位移角限值

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。

4.6 隔震层设计

4.6.1 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：

$$K_{eq} = \sum k_j \quad (4.6.1-1)$$

$$\zeta_{eq} = \sum k_j \zeta_j / K_{eq} \quad (4.6.1-2)$$

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导则表 4.6.2-1 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。

4.6.2 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 4.6.2-1 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 4.6.2-2 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。

4.6.3 隔震支座的拉应力限值 (MPa) 应符合表 4.6.3 的规定。

表 4.6.3 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。

4.6.4 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%。

4.6.5 一般情况下，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。

4.6.6 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。

4.6.7 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。

4.6.8 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。

4.6.9 隔震层的抗风承载力应符合下式规定：

$$\gamma_w V_{wk} \leq V_{Rw} \quad (4.6.9)$$

式中： V_{Rw} —— 隔震层抗风承载力设计值(N)，隔震层抗风承载力由抗风装置和隔震支座的屈服力构成，按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)。

4.6.10 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导则第 4.6.2~4.6.3 条的规定。

4.6.11 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。

4.6.12 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 地震时保持正常使用功能建筑的性能目标及设计要求

5.1 一般规定

5.1.1 为使建筑在遭受相当于本地区抗震设防烈度地震影响时能够满足正常使用要求,制定本章设计要求。

5.1.2 地震时保持正常使用功能建筑应基于设防地震进行承载力设计,并采用弹塑性时程分析的方法进行设防地震和罕遇地震作用下的结构层间变形和楼面水平加速度验算。结构层间变形和楼面水平加速度应符合本导则 5.4 节的规定。

5.1.3 对建筑非结构构件、建筑附属机电设备和功能性仪器设备的要求应在设计文件中明确,并符合本导则 5.5 节的规定。

5.2 地震时保持正常使用功能建筑的性能目标

5.2.1 地震时保持正常使用功能建筑分为 I 类建筑和 II 类建筑,其分类应按照表 5.2.1 进行。

表 5.2.1 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

【5.2.1 解析】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,本导则规定 I 类建筑的抗震性能目标高于 II 类建筑。对于包含多个使用功能的建筑,其分类应由设计人员根据实际工程情况确定。

5.2.2 地震时保持正常使用功能 I 类建筑的总体性能目标为:当遭受相当于本地区抗震设防烈度地震影响时,无需修理可继续使用;当遭受罕遇地震时,经简单修理可继续使用;II 类建筑的总体性能目标为:当遭受相当于本地区抗震设防烈度地震影响时,无需修理可继续使用;当遭受罕遇地震时,经适度修理可继续使用。

5.2.3 地震时保持正常使用功能建筑的性能目标不应低于表 5.2.3 的规定。

表 5.2.3-1 I 类建筑正常使用的性能目标

构件类型	设防地震	罕遇地震
结构构件	完好或基本完好	轻微或轻度损坏

阻尼装置	正常工作	正常工作
隔震部件	正常工作	正常工作
建筑非结构构件	基本完好	轻度损坏
建筑附属机电设备	正常工作	轻度损坏
功能性仪器设备	正常工作	轻度损坏
总体性能目标	无需修理可继续使用	简单修理可继续使用

表 5.2.3-2 II类建筑正常使用的性能目标

构件类型	设防地震	罕遇地震
结构构件	基本完好或轻微损坏	轻度或中度损坏
阻尼装置	正常工作	正常工作
隔震部件	正常工作	正常工作
建筑非结构构件	基本完好	中度损坏
建筑附属机电设备	正常工作	中度损坏
功能性仪器设备	正常工作	中度损坏
总体性能目标	无需修理可继续使用	适度修理可继续使用

【5.2.3 解析】完好，即构件保持弹性状态；基本完好，即构件基本保持弹性状态；轻微损坏，即构件可能出现轻微的塑性变形，但不影响正常使用；轻度损坏，即构件达到屈服状态，但不出现明显的塑性变形；中度损坏，即构件出现明显的塑性变形，但控制在适度修理可继续使用的范围；正常工作，即减震、隔震部件、附属机电设备、功能性仪器设备正常运行，发挥设计预期的作用或功能。

建筑非结构构件、建筑附属机电设备及功能性仪器设备轻度损坏，即外观可能损坏而不影响使用功能和防火能力，安全玻璃可能产生裂缝但无坠落；中度损坏，即使用功能基本正常或可很快恢复，耐火时间减少 1/4，强化玻璃破碎，其他玻璃无坠落。

5.3 结构构件承载力验算

5.3.1 地震时保持正常使用功能建筑的结构构件承载力应按照设防地震作用进行验算。

5.3.2 地震时保持正常使用功能建筑的关键构件、普通竖向构件、重要水平构件和普通水平构件的抗震承载力应符合本导则 4.4.6 条的相关规定。

5.4 结构层间变形和楼面水平加速度基本要求

5.4.1 地震时保持正常使用功能建筑的最大层间位移角限值应符合表 5.4.1 的规定。

表 5.4.1 地震时保持正常使用功能建筑在设防地震和罕遇地震下的层间位移角限值

结构类型		设防地震	罕遇地震
I 类建筑 (II 类建筑)	钢筋混凝土框架结构	1/400	1/150 (1/100)
	底部框架砌体房屋中的框架—抗震墙、钢筋混凝土框架—抗震墙、框架—核心筒结构	1/500	1/200
	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	1/600	1/250
	多、高层钢结构	1/250	1/100

5.4.2 地震时保持正常使用功能建筑的最大楼面水平加速度限值宜符合表 5.4.2 的规定。

表 5.4.2 地震时保持正常使用功能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	-

【5.4.2 解析】对于每组时程结果，地震时保持正常使用功能建筑的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。

地震时保持正常使用功能建筑的最大楼面水平加速度限值为客观值，基于国内多次地震的地震烈度划分标准，0.1g：地震烈度 VII 度标准，人皆惊惶从室内逃出，驾驶汽车的人也有感觉，轻家具移动，书物用具掉落；0.2g：地震烈度 VIII 度标准，人感到走路困难，家具移动，部分翻倒。

按照地震时正常使用要求，建筑非结构构件、建筑附属机电设备和功能性仪器设备指标限值取值参考《建筑抗震韧性评价标准》GB/T 38591 表 F.1 中损伤状态的中位值及标准差确定。表 F.1 中存在 1 级损伤状态的，指标限值按照 1 级损伤状态的中位值确定；不存在 1 级损伤状态的，指标限值按照最严格标准取 84% 保证率确定。按该准则确定的指标限值在楼面水平加速度为 0.25g 时，基本能保证常用建筑附属机电设备的正常使用；楼面水平加速度为 0.45g 时，基本能保证抗震性能良好的常用建筑附属机电设备正常使用。进一步结合中国地震局工程力学研究所对医疗建筑及设备的试验结果，楼面水平加速度为 0.25g 时，基本能保证建筑内设备、药品柜及内部药品的正常使用。

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。

5.4.3 当楼面水平加速度不满足本导则 5.4.2 的规定时，应对建筑非结构构件、建筑附属

机电设备和功能性仪器设备采取专门措施并进行专门研究和论证。

【5.4.3 解析】对建筑非结构构件、建筑附属机电设备和功能性仪器设备采取专门措施时，包括但不限于增设抗震支撑、增设隔震（振）装置、增强锚固措施。专门研究和论证时应考虑所有建筑非结构构件、建筑附属机电设备和功能性仪器设备对建筑正常使用功能的影响。对于缺乏数据支撑的建筑非结构构件、建筑附属机电设备和功能性仪器设备，应进行专门试验研究。

5.5 建筑非结构构件、建筑附属机电设备和功能性仪器设备

5.5.1 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。

5.5.2 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主体结构的连接，应按设防地震进行抗震设防。

5.5.3 建筑主体结构中，幕墙、围护墙、隔墙、女儿墙、雨篷、商标牌、广告牌及其支架、顶篷支架、大型储物架等建筑非结构构件的安装部位，应根据受力情况采取加强措施，以承受由建筑非结构构件传递的地震作用。

5.5.4 建筑装饰构件的设计与构造应符合下列规定：

1 各类顶棚的构件及与楼板的连接条件，应能承受顶棚、悬挂重物和有关机电设备的自重和地震附加作用；其锚固的承载力应大于连接件的承载力。

2 悬挑构件或一端由柱支承的构件，应与主体结构可靠连接。

3 玻璃幕墙、预制墙板、附属于楼屋面的悬臂构件和大型储物架的抗震构造应符合抗震设防类别和烈度的要求。

5.5.5 建筑附属机电设备不应设置在可能致使其功能障碍或易发生二次灾害的部位；设防地震下需要连续工作的附属设备，应设置在建筑结构地震反应较小的部位。

5.5.6 建筑附属机电设备的基座或支架，以及相关连接件和锚固件应具有足够的刚度和强度，应能将设备承受的地震作用全部传递到主体结构上。

5.5.7 位移敏感型建筑非结构构件可按附录 G 选用，加速度敏感型建筑非结构构件可按附录 H 选用，建筑附属机电设备可按附录 J 选用，功能性仪器设备可按附录 K 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功能性仪器设备，可在专门研究和论证后选用。

【5.5.7 解析】位移敏感型建筑非结构构件是指其地震破坏模式主要受所在楼层相对位移（角）控制

的建筑非结构构件，如填充墙、楼梯、隔墙、玻璃幕墙、门窗等；加速度敏感型建筑非结构构件是指其地震破坏模式主要受所在楼层水平加速度控制的建筑非结构构件，如吊顶等。

6 隔震支座的技术性能

6.1 一般规定

6.1.1 除特殊规定外，各类型隔震支座应符合现行国家标准《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》GB20688.3、《橡胶支座 第5部分：建筑隔震弹性滑板支座》GB20688.5、《建筑摩擦摆隔震支座》GB/T 37358 及建筑工业行业标准《建筑隔震橡胶支座》JG/T118 的相关规定。

6.1.2 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。

6.1.3 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。

6.1.4 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（隔震支座编码、生产厂商、生产年份、出厂检验报告编号、力学性能等）以内置芯片或外印二维码等方式与隔震装置绑定。

6.2 橡胶支座性能要求

6.2.1 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。

6.2.2 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%。

6.2.3 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 6.2.3-1、6.2.3-2 计算。

$$\text{圆形支座:} \quad S_1 = \frac{d_0}{4t_r} \quad (6.2.3-1)$$

$$\text{方形支座:} \quad S_1 = \frac{a}{4t_r} \quad (6.2.3-2)$$

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 6.2.3-3、6.2.3-4 计算。

$$\text{圆形支座: } S_1 = \frac{d_0 - d_i}{4t_r} \quad (6.2.3-3)$$

$$\text{方形支座: } S_1 = \frac{4a^2 - \pi d_i^2}{4t_r(4a + \pi d_i)} \quad (6.2.3-4)$$

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。

6.2.4 第二形状系数 S_2 按式 6.2.4-1、6.2.4-2 计算：

$$\text{圆形支座: } S_2 = \frac{d_0}{T_r} \quad (6.2.4-1)$$

$$\text{方形支座: } S_2 = \frac{a}{T_r} \quad (6.2.4-2)$$

式中： T_r ——内部橡胶总厚度。

6.2.5 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。

6.2.6 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、橡胶与金属黏结性能、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现行行业标准《建筑隔震橡胶支座》JG/T 118 的规定。

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

6.2.8 建筑隔震支座的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现行行业标准《建筑隔震橡胶支座》JG/T 118 的规定。

6.3 弹性滑板支座性能要求

6.3.1 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、粘合性能、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现行国家标准《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现行国家标准《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现行国家标准《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现行国家标准《橡胶支座 第 5 部分：建筑隔震弹性滑板支座》GB 20688.5 的规定。

6.3.2 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现行国家标准《橡胶支座 第 5 部分：建筑隔震弹性滑板支座》GB 20688.5 的规定。

6.3.3 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现行国家标准《橡胶支座 第 5 部分：建筑隔震弹性滑板支座》GB 20688.5 的规定。

6.3.4 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，上述性能具体要求和试验方法应符合现行国家标准《橡胶支座 第 5 部分：建筑隔震弹性滑板支座》GB 20688.5 的规定。

6.3.5 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%。

6.3.6 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 S_1 不宜小于 30，第 2 形状系数 S_2 不应小于 7。

6.4 摩擦摆支座性能要求

6.4.1 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。

6.4.2 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现行国家标准《建筑摩擦摆隔震支座》GB/T37358 的规定。

6.4.3 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、质量与性能应符合现行国家标准《建筑摩擦摆隔震支座》GB/T37358 的规定。

6.4.4 滑动摩擦面的构造及处理、支座的防腐与防尘、支座组装应符合现行国家标准《建

筑摩擦摆隔震支座》GB/T37358 的规定。

6.4.5 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现行国家标准《建筑摩擦摆隔震支座》GB/T37358 的规定。

6.4.6 支座的外观质量、尺寸与偏差允许值等应符合现行国家标准《建筑摩擦摆隔震支座》GB/T37358 的规定。

6.4.7 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现行国家标准《建筑摩擦摆隔震支座》GB/T37358 附录 A 的规定。

6.4.8 支座的检验规则、标志、包装、运输和贮存等应符合现行国家标准《建筑摩擦摆隔震支座》GB/T37358 的规定。

6.5 隔震支座产品检验及要求

6.5.1 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。

6.5.2 隔震支座应按照现行国家标准《建筑隔震设计标准》GB/T51408、《橡胶支座 第 3 部分：建筑隔震橡胶支座》GB20688.3、《橡胶支座 第 5 部分：建筑隔震弹性滑板支座》GB20688.5、《建筑摩擦摆隔震支座》GB/T37358 及现行行业标准《建筑隔震橡胶支座》JG/T118 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)。

6.5.3 隔震支座应按照现行国家标准《建筑隔震设计标准》GB/T51408、《橡胶支座 第 3 部分：建筑隔震橡胶支座》GB20688.3、《橡胶支座 第 5 部分：建筑隔震弹性滑板支座》GB20688.5、《建筑摩擦摆隔震支座》GB/T37358 及现行行业标准《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。

6.5.4 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 6.5.4 的规定。

表 6.5.4 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。

6.5.5 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 6.5.5-1 的规定，支座耐久性检验项目应符合表 6.5.5-2 的规定，支座相关性检验项目应符合表 6.5.5-3 的规定。

表 6.5.5-1 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

	竖向极限拉应力		×	√	模型 B
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 6.5.5-2 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 6.5.5-3 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≥500mm。

6.5.6 弹性滑板支座橡胶材料的物理性能检验项目应符合表 6.5.6 的规定。

表 6.5.6 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）。

6.5.7 弹性滑板支座的力学性能检验项目应符合表 6.5.7 的规定。

表 6.5.7 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 $\geq 150\text{mm}$ ，对于方形滑板支座，边长 $\geq 100\text{mm}$ ，橡胶层厚度 $\geq 1.5\text{mm}$ ，钢板厚度 $\geq 0.5\text{mm}$ 。

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

6.5.8 摩擦摆支座用材料的试验项目应符合表 6.5.8 的规定。

表 6.5.8 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。

6.5.9 摩擦摆整体支座的试验项目应符合表 6.5.9 的规定。

表 6.5.9 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。

6.5.10 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。

7 多高层结构隔震设计

7.1 一般规定

7.1.1 本章适用于多高层钢筋混凝土结构、钢结构及钢—混凝土组合结构的隔震设计。

7.1.2 隔震结构的设计方案，应根据建筑的抗震设防类别、抗震设防烈度、建筑高度、场地和地基条件等因素综合确定。

7.1.3 复杂隔震结构应进行专门研究并进行专家论证。

【7.1.3 解析】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》GB50011 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满足《建筑抗震设计规范》GB50011 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》GB50011、《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3 等规范、规程的结构形式。

7.2 隔震层布置

7.2.1 隔震层位置可按以下要求选取：

1 无地下室的建筑，隔震层可设置在基础顶面与一层底板之间；

2 有地下室的建筑，隔震层可设置在基础顶，也可设置在地下室顶板与一层底板之间。

3 带裙房的大底盘结构，隔震层可设置在裙房顶板与其上一层底板间。

【7.2.1 解析】当基础形式不是整体筏板基础时，应在扩展基础之间设置刚性检修地面或者防水板，并采取有效的防水措施；有地下室的建筑，当隔震层设置在基础顶，且地下室层高较高时，宜在柱墩顶部增设拉梁。

基础隔震、地下室隔震及层间隔震的隔震层设置可以参考图 7.2.1 隔震层布置示意图。

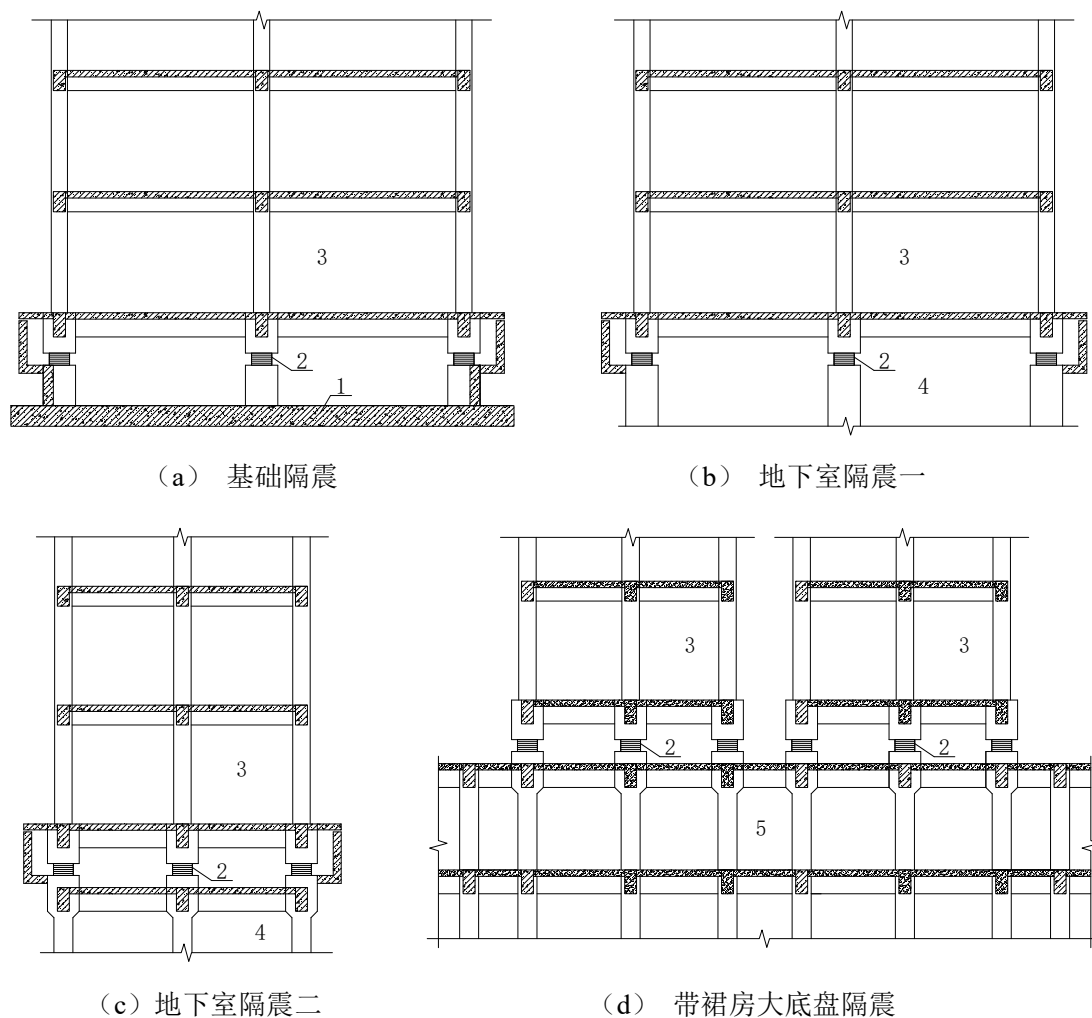


图 7.2.1 隔震层布置示意图

1—基础； 2—隔震层； 3—上部结构； 4—地下室； 5—下部结构

7.2.2 隔震层布置应符合下列要求：

1 同一建筑隔震层可以选用多种类型、规格的隔震装置，要求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保持基本一致；注意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；

2 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，要求罕遇地震作用下的水平最大位移所对应的恢复力，不小于隔震层屈服力与摩擦力之和的 1.2 倍。

3 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，保证罕遇地震作用下相邻隔震层的层间位移角不大于 1/1000；

4 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%；

5 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空间尺寸。

6 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。

7.2.3 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；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，其竖向拉应力应符合本导则 4.6.3 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，可采用增大支座直径、增设抗拉装置、提离支座等措施。

7.2.4 隔震支座的屈服强度设计值应满足本导则 4.6.9 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。

7.2.5 隔震层的隔震橡胶支座的水平位移验算应符合本导则第 4.6.6~4.6.8 条的规定。

7.3 隔震支座与结构的连接

7.3.1 隔震支座的连接宜按《建筑隔震设计标准》GB/T 51408 附录 C 进行设计。

7.3.2 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，使隔震支座在达到极限破坏状态时仍不产生连接破坏。

7.3.3 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。

7.3.4 预埋件的锚固钢筋应与钢板牢固连接，并应满足现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 中钢筋锚固的相关规定。

7.3.5 设置隔震支座的柱头、支墩应进行局压验算，并采取防止局部受压破坏的构造措施。

7.4 下部结构设计

7.4.1 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。

7.4.2 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导则第 4.4 节的规定。

7.4.3 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导则第 4.5.2 条的规定。

7.4.4 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导则第 4.5.2 条的规定。

7.4.5 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导则第 4.5.2 条的规定。

7.4.6 隔震建筑下部结构的抗震措施除应符合现行国家标准《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；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。

7.5 上部结构设计

7.5.1 隔震层以上的结构构件，设防地震作用下的抗震承载力应满足本导则第 4.4 节的规定。

7.5.2 隔震层以上的结构在设防地震作用下的层间位移角限值应符合本导则第 4.5.1 条的规定。

7.5.3 隔震层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导则第 4.5.1 条的规定。

7.5.4 特殊设防类建筑尚应进行极罕遇地震作用下的变形验算，其上部结构的层间位移角限值应符合本导则第 4.5.1 条的规定。

7.5.5 隔震层顶板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，宜采用双层双向配筋，配筋率不应小于 0.2%，不宜小于 0.25%。

7.5.6 隔震结构的抗震措施可按底部剪力比及相应的抗震设防烈度确定；除应符合现行国家标准《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。

7.5.7 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。

7.5.8 隔震层顶板处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。加密区箍率的最小面积配筋率不应小于 $1.3 f_t/f_{yv}$ 。

8 砌体房屋隔震设计

8.1 一般规定

8.1.1 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。

8.1.2 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现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011 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，对钢筋混凝土结构构件，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。

8.1.3 多层砌体建筑的隔震层设计，应符合本导则第 7 章的相关规定。

8.1.4 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。

8.2 砌体房屋隔震设计要点

8.2.1 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。

8.2.2 多层砌体建筑隔震设计应按设防烈度地震作用进行结构的承载力计算，并符合本导则 4.4 节的相关规定。

8.2.3 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) 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。

8.2.4 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。

8.2.5 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。

8.2.6 多层砌体建筑的隔震层下部结构设计应符合本导则 7.4 节的相关规定。

8.3 砌体结构的隔震措施

8.3.1 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 7 度时应按三级采用；

3 隔震层顶部梁截面和构造应满足《建筑抗震设计规范》GB50011 第 7.5.8 条的要求。

8.3.2 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。

8.3.3 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》GB50011 第 7.3 节的要求；当底部剪力墙比不大于 0.5 时，设防烈度 7 度应符合表 8.3.3 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 8.3.3 多层砖砌体房屋构造柱设置要求

房屋层数	设置部位	
7 度		
三、四	楼、电梯间四角，楼梯斜梯段上下 端对应的墙体处； 外墙四角和对应的转角； 错层部位横墙与外纵墙交接处； 大房间内外墙交接处； 较大洞口两侧	每隔 12m 或单元横墙与外纵墙交处
五		每隔三开间的横墙与外墙交接处
六		隔开间横墙（轴线）与外墙交接处； 山墙与内纵墙交接处；
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

9 建筑与设备隔震措施

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现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016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 解析】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》GB55031,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 本导则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 解析】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，宜设置与主体结构整体浇筑的悬挑盖板，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 解析】悬挂式电梯底面与下部结构顶面预留净高数值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导则 9.2.1 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导则第 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(夹层活动墙)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(或夹层活动墙)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(或非隔震墙体、吊顶)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,宽度应符合本导则第 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 隔震层机电设备及管线

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抗震支架,其水平位移补偿量应按满足本导则第 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,具体要求可参照现行行业标准《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 隔震专用层内宜设置照明设施。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。

10 隔震建筑施工、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 隔震建筑施工前，施工单位应对施工现场可能发生的突发性事件制订应急预案。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。

10.1.5 建筑隔震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。

10.1.6 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 支座进场验收及施工

10.2.1 支座、阻尼器及其连接件等进场时，应按规定进行进场验收。支座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。

1 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。

2 材料进场检验记录表按 JGJ360 附录 B。

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，其中检查总数量的每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，应进行拉伸性能的检验。

【10.2.2 解析】0.55D剪切性能检验方法如下：

1 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。

2 极限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±25%。

10.2.3 支座外观质量和尺寸偏差检查，应符合现行国家标准《橡胶支座第3部分：建筑隔震橡胶支座》GB20688.3、《橡胶支座第5部分：建筑隔震弹性滑板支座》GB20688.5、《建筑摩擦摆隔震支座》GB/T37358及现行行业标准《建筑隔震橡胶支座》JG/T118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现行行业标准《钢筋机械连接用套筒》JG/T163的相关规定。

10.2.4 支座和阻尼器的搬运及存储应符合现行行业标准《建筑隔震工程施工及验收规范》JGJ360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、柔性连接及隔离缝的施工尚符合现行行业标准《建筑隔震工程施工及验收规范》JGJ360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 支座和阻尼器安装应有监理进行旁站。

10.2.8 支座和阻尼器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 隔震建筑工程验收

10.3.1 建筑隔震工程可作为建筑工程主体结构分部工程的子分部工程，其检验批、分项工程的划分应符合现行行业标准《建筑隔震工程施工及验收规范》JGJ360 第 3 章相关规定。

10.3.2 建筑隔震工程验收程序应符合下列规定：

1 建筑隔震工程的检验批应由专业监理工程师组织施工单位项目专业质量检查员、专业工长等进行验收。

2 分项工程应由专业监理工程师组织施工单位项目专业技术负责人等进行验收；

3 建设单位、设计单位相关责任人应参与检验批及分项工程的验收。

4 子分部工程完工后，应由总监理工程师组织建设单位负责人、设计单位本项目结构专业技术负责人、施工单位本项目负责人和项目技术负责人等进行验收，并应分别签署子分部工程验收报告。

10.3.3 建筑隔震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导则和设计要求。

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，应由施工单位通知监理工程师和有关单位进行隐蔽验收，确认合格后，形成隐蔽验收文件。

4 监理应按规定对涉及结构安全的试块、试件、有关材料和现场检测项目，进行平行检测、见证取样检测并确认合格。

5 检验批的质量应按主控项目和一般项目进行验收。

6 对涉及结构安全和使用功能的分部、子分部工程进行抽样检测。

7 承担见证取样检测及有关结构安全检测的单位应具有相应资质。

8 工程的外观质量应由验收人员通过现场检查共同确认。

10.3.4 建筑隔震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验收检查。

10.3.5 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尚应符合现行行业标准《建筑隔震工程施工及验收规范》JGJ360 中第 6 章相关规定。

10.3.6 建筑隔震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，应重新进行验收。

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验收。

10.3.7 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。

10.3.8 建筑隔震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 隔震建筑质量保修与维护要求

10.4.1 建设单位应建立质量回访和质量投诉处理机制。施工单位应履行保修义务，并与建设单位、隔震部件生产厂家分别签署施工质量保修书、隔震部件质量保修书，保修书中应明确保修范围、保修期限和保修责任；当质量缺陷为隔震部件产品时，由施工单位向隔震部件生产厂家发出保修通知，隔震部件生产厂家应履行保修义务。

10.4.2 当工程在保修期内出现一般质量缺陷时，建设单位应向施工单位发出保修通知，施工单位应进行现场勘察、制定保修方案，并及时进行修复。

10.4.3 当工程在保修期内出现涉及结构安全或影响使用功能的严重质量缺陷时，应由原设计单位或相应资质等级的设计单位提出保修设计方案，施工单位及隔震部件生产单位实施保修。保修完成后，工程应符合原设计要求。

10.4.4 建设单位、施工单位或受委托的其他单位、隔震部件生产单位在保修期内应明确保修和质量投诉受理部门、人员及联系方式，并建立相关工作记录文件。

10.4.5 隔震建筑工程竣工验收前，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计划，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、隔离缝布置图以及隔震产品描述等。

10.4.6 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、消能器、隔震沟（隔离缝）、柔性连接；检查方法应按现行行业标准《建筑隔震工程施工及验收规范》JGJ360 中第 6 章相关规定执行。

10.4.7 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，应当每五年进行一次安全评估；

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；

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。

10.4.8 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。

10.4.9 建筑隔震工程均应设置隔震工程专用标识。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。隔震工程专用标识的安装应纳入隔震专项验收范围。竣工验收后，建筑隔震工程专用标识应纳入物业维护和管理工作范围，使之在隔震建筑全生命周期内持续发挥作用。

10.4.10 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，专用标识内容发生变化时，应同时更换相应标识。

10.4.11 隔震工程专用标识中，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。

10.4.12 隔震工程专用主标识应设置于建筑主要入口显著位置。其他隔震专用标识应设置于相关隔震装置或隔震构造的邻近位置。所有隔震工程专用标识应便于识读及维护。

10.4.13 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空间。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离缝盖板的部位（隔震与非隔震建筑贴邻建设时）；
- 4 隔震工程中的断开式楼梯、端部滑动支撑式楼梯的可移动部位；
- 5 隔震工程中的悬挂式（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。

10.4.14 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。

10.4.15 隔震工程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。

10.4.16 隔震工程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。

10.4.17 隔震工程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，如隔震工程专用标识出现污损、缺失，应由物业管理方及时进行更换和安装。

10.4.18 隔震建筑工程专用标识图样见附录 F。

附录 A 现行相关标准及图集

1	《工程结构通用规范》	GB 55001-2021
2	《建筑与市政工程抗震通用规范》	GB 55002-2021
3	《建筑与市政地基基础通用规范》	GB 55003-2021
4	《建筑结构荷载规范》	GB 50009-2012
5	《混凝土结构设计规范》	GB 50010-2010（2015年版）
6	《建筑抗震设计规范》	GB 50011-2010（2016年版）
7	《建筑隔震设计标准》	GB/T 51408-2021
8	《建筑设计防火规范》	GB 50016-2014（2018年版）
9	《钢结构设计标准》	GB 50017-2017
10	《建筑抗震鉴定标准》	GB 50023-2009
11	《建筑工程抗震设防分类标准》	GB 50223-2008
12	《建筑地基基础设计规范》	GB 50007-2011
13	《建筑抗震韧性评价标准》	GB/T 38591-2020
14	《建筑工程容许振动标准》	GB 50868-2013
15	《住宅建筑室内振动限值及其测量方法标准》	GB/T 50355-2018
16	《建筑工程施工质量验收统一标准》	GB 50330-2013
17	《钢结构工程施工质量验收标准》	GB 50205-2020
18	《混凝土结构工程施工规范》	GB 50666-2011
19	《钢结构工程施工规范》	GB 50755-2012
20	《钢结构焊接规范》	GB 50661-2011
21	《建筑用低屈服强度钢板》	GB/T 28905-2022
22	《橡胶支座第 1 部分：隔震橡胶支座试验方法》	GB 20688.1-2007
23	《橡胶支座第 3 部分：建筑隔震橡胶支座》	GB 20688.3-2006
24	《橡胶支座第 5 部分：建筑隔震弹性滑板支座》	GB 20688.5-2014
25	《建筑摩擦摆隔震支座》	GB/T 37358-2019
26	《建筑隔震橡胶支座》	JG/T 118-2018
27	《建筑消能阻尼器》	JG/T 209-2012
28	《建筑隔震柔性管道》	JG/T 541-2017

29	《高层建筑混凝土结构技术规程》	JGJ 3-2010
30	《钢结构高强度螺栓连接技术规程》	JGJ 82-2011
31	《高层民用建筑钢结构技术规程》	JGJ 99-2015
32	《建筑抗震加固技术规程》	JGJ 116-2009
34	《组合结构设计规范》	JGJ 138-2016
35	《混凝土结构后锚固技术规程》	JGJ 145-2013
36	《建筑消能减震技术规程》	JGJ 297-2013
37	《建筑隔震工程施工及验收规范》	JGJ 360-2015
38	《建筑隔震构造详图》	22G610-1

附录 B 隔震建筑抗震性能设计

B.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 四个等级，结构抗震性能分为 1、2、3、4、5、6 六个水准（表 B.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 B.0.1 结构抗震性能目标

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

B.0.2 结构抗震性能水准可按表 B.0.2 进行宏观判别。

表 B.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	部分构件比较严重损坏	比较严重损坏	需排险大修

B.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，应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011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，应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011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，应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011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，应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011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导则的相关规定。

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导则的相关规定。

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导则的相关规定。

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

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

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)；

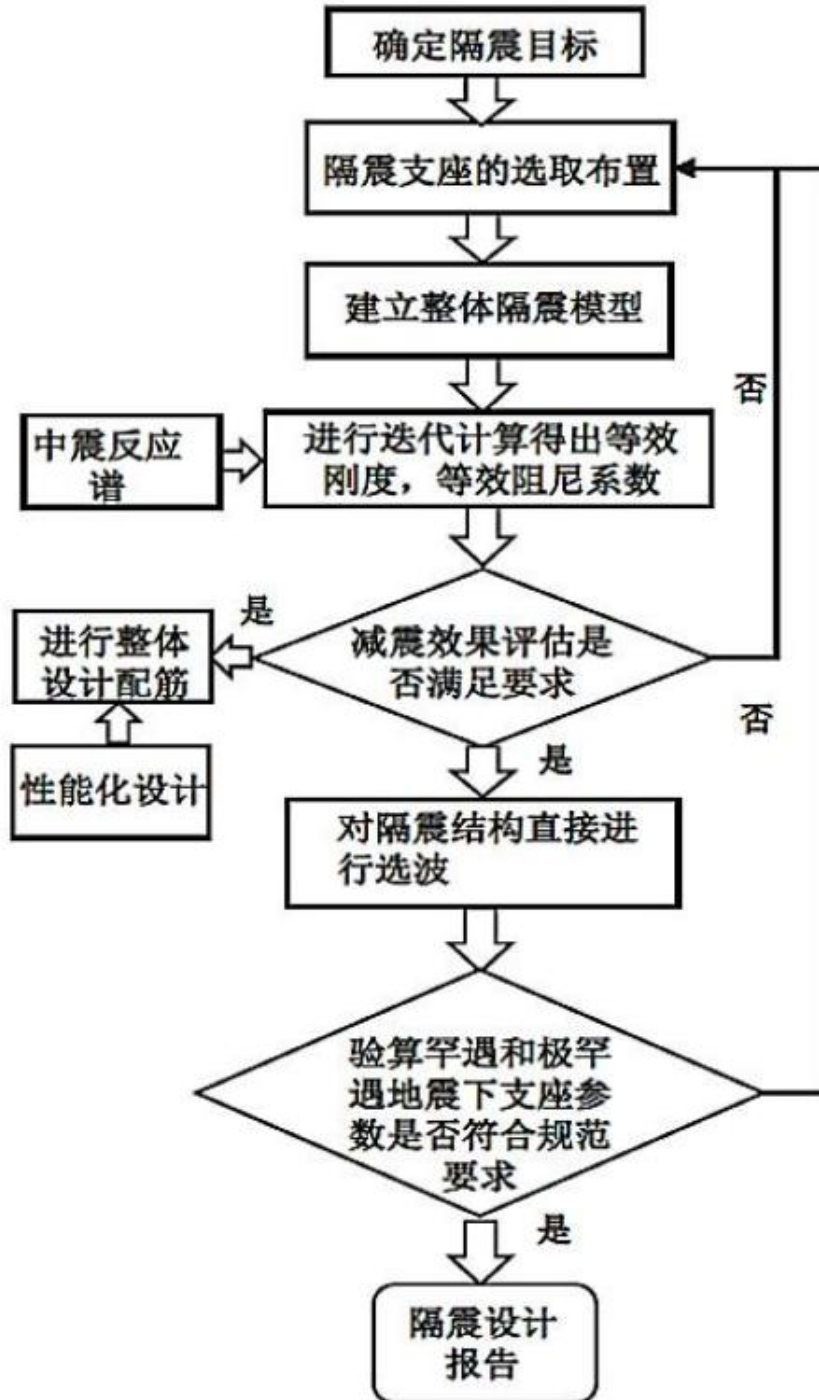
f_{spk} ——抗震墙墙内钢板的强度标准值(N/mm²)；

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导则的相关规定。

附录 C 隔震结构直接设计法简易流程

隔震设计简易流程图



C.1 确定隔震目标

C.1.1 一般将隔震结构底部剪力比控制在 0.5 以内,使得上部结构可按本地区设防烈度降低 1 度确定水平地震作用下的抗震措施。

C.1.2 对于《建筑隔震设计标准》GB/T 51408 中 1.0.5 条所列的隔震建筑,尚应确定相应的性能目标,按照本导则附录 B 进行相关设计。

C.2 非隔震模型试算

C.2.1 启动软件常规模块,建立非隔震模型:

1 假定底部剪力比不大于 0.5,此时抗震等级可按本地区设防烈度降低 1 度确定水平地震作用下的抗震措施,建立非隔震试算模型。

2 不含支座层及下支墩层,上支墩层柱脚定义铰接,近似模拟隔震支座的约束,可在普通模块试算。

3 参数定义中 α_{\max} 可以采用本地区设防烈度对应的 α_{\max} 的 0.5 倍或者低一度的 α_{\max} ,不考虑周期折减,其他参数正常设置,结果控制位移角、构件承载力等指标接近规范限值。此时记录下非隔震模型的周期,上部结构具体指标可结合整体隔震模型再进行细致调整。

【C.2.1 解析】因为隔震支座的选型和上部结构的主要指标是两个变量,同时调整不易调过,建议此种方式先将上部结构调整差不多,再建立整体分析模型,在隔震模块里进行整体分析,可起到事半功倍的效果。有经验时可跳过此步骤。

C.3 建立隔震结构模型

C.3.1 启动软件的隔震模块,建立隔震结构模型:

1 直接设计法中隔震模型的建立与普通结构基本类似,隔震结构在非隔震模型基础上新增隔震支座层及上、下支墩层。

2 若无下部结构,直接建立下支墩层;若有下部结构,建立下部结构层及下支墩层。地下室层数应设置在隔震支座层以下,避免因土体约束而导致隔震层无法滑动。

3 建立上支墩层及上部结构层。

4 在上、下支墩层之间建立隔震支座层,层高可暂按不大于 500mm 考虑,后期绘制施工图时应结合实际调整。

【C.3.1 解析】隔震支座层尚需在参数设置中进行特殊定义,有些软件上支墩层与隔震支座层合并定义,建模的时候注意仔细查阅相关软件的使用说明书,必要时结合相关讲解视频或咨询对应软件商

家的技术人员。

C.3.2 上、下支墩层间间距应能满足隔振层检修的需要，并与建筑专业确认隔震沟范围及相关要求，隔震层是否计容等。

C.4 参数设置及前处理

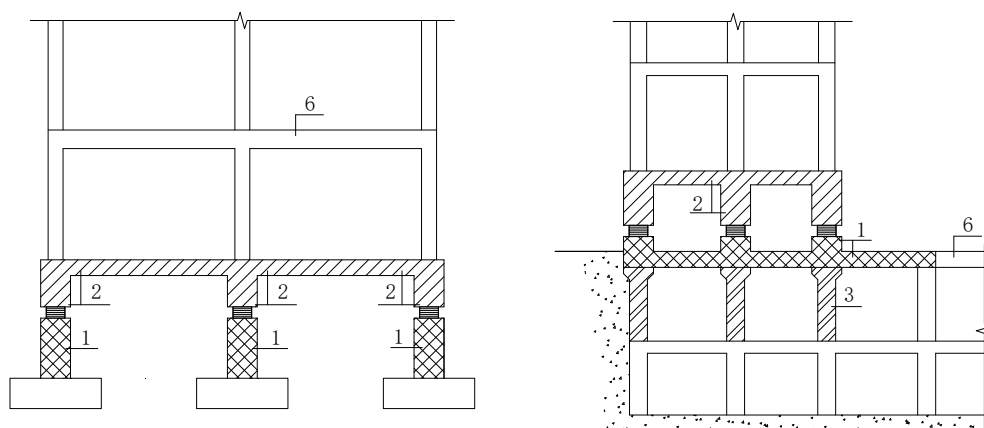
C.4.1 隔震模型建立完成后进入前处理模块，依据相关规范进行参数设置。此过程与普通结构的参数设置基本类似，地震信息中的周期折减可不考虑，隔震结构增加了隔震信息的相关要求，隔震信息条款下具体参数的选用如下：

- 1 隔震结构设计方法推荐整体分析设计。
- 2 隔震支座的等效刚度与等效阻尼比可迭代确定。
- 3 反应谱分析计算推荐采用复振型分解法（CCQC 组合）。
- 4 模型信息应同时勾选中震非隔震模型、中震隔震模型、大震隔振模型。

5 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，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。

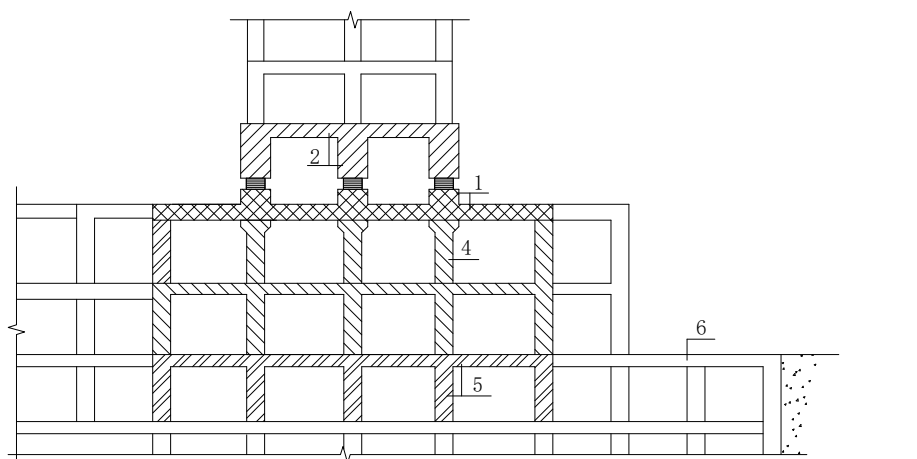
6 隔震建筑房屋高度、规则性、结构类型、隔震层设置等超过相关标准的规定或抗震设防标准等有特殊要求时，宜进行性能包络设计；

C.4.2 依据相关规范标准进行隔震层相关构件的定义，并复核相应的关键构件、普通竖向构件、重要水平构件和普通水平构件等信息是否关联到位。各部位构件定义参照下图示意：



(a) 无地下室隔震建筑

(b) 带地下室隔震建筑



(c) 带大底盘裙房隔震建筑

图 C.4.2 隔震层相关构件示意图

1—隔震层下支墩、支柱及相连构件； 2—隔震层上支墩、与上支墩相连框架梁； 3—紧邻隔震层地下一层构件； 4—地面以上竖向投影及相关范围构件； 5—嵌固端水平构件及负一层竖向构件； 6—其它构件

1 隔震层下支墩、支柱及相连构件为关键构件，应按中震弹性，大震抗剪弹性、抗弯不屈服设计。

2 隔震层上支墩、与上支墩相连框架梁为关键构件，应按中震弹性设计。

3 紧邻隔震层地下一层构件为关键构件，应按中震弹性设计。

4 地面以上竖向投影及相关范围构件为关键构件，应按中震弹性设计。

5 嵌固端水平构件及负一层竖向构件宜为关键构件；宜按中震弹性设计。

【C.4.2 解析】目前主流软件可直接依据《建筑隔震设计标准》GB/T51408 第 4.7.2 条定义隔震区域构件，关键构件、普通竖向构件、重要水平构件和普通水平构件等信息会自动关联，但仍需人为复核是否关联到位，若未关联到位或有特殊构件需要另行定义，需人为干预相关构件的指定。

C.4.3 在特殊柱中对隔震支座层进行隔震支座的定义与布置。

1 项目设计之初应结合甲方确定支座生产厂家，隔震支座参数按照支座厂家提供的参数进行定义。

2 若前期厂家确实无法确定，也可按照相关软件内置的数据库使用，并要求后期甲方选定的支座厂家按设计要求的参数进行生产，并在后期验收时复核相关支座参数是否满足设计要求。

3 当采用橡胶隔震支座时，宜将铅芯橡胶支座布置在角部及四周，普通橡胶支座布置在中部。可先采用软件的自动布置支座功能初步筛选支座类型及截面大小，后续依据计算结果进行手动调整。

4 若选用摩擦摆、弹性滑板等隔震支座时，应结合软件及支座厂家提供的资料专门

研究后再进行相关布置。

【C.4.3 解析】目前相关软件提供了自动对橡胶隔震支座的选型功能，需要知道非隔震模型的自振周期，设置预期的底部剪力比范围、控制隔震层偏心率等参数，才能进行隔震支座的选型。如果手动布置支座，原则上和上述一样，根据长期面压初步选择支座截面大小。

C.4.4 生成数据并进行计算。

【C.4.4 解析】子模型参数如需修改，可在子模型单独修改，生成数据或者计算时，子模型参数是否更新选择否。

C.5 非线性补充验算

C.5.1 目前常规主流设计软件只是进行等效线性化的弹性时程分析，若需进行弹塑性的验算，尚应用具备非线性分析功能的软件进行弹塑性的补充验算，以复核相关指标是否满足规范标准要求。

C.6 结果查看

C.6.1 查看底部剪力比是否满足预设的隔震目标；如果设防烈度可以降低，对照相关规范标准返回模型修改结构的抗震等级。

1 首先查看阵型，确认隔震支座层随主体结构一起振动，发挥相应作用，如未滑动，说明之前的模型建立或参数设置不合适，需要回查。

2 如果底部剪力比不大于 0.5，说明整体模型及参数符合假定目标，继续后续工作，否则需要调整上部结构刚度或者隔震支座布置，使得底部剪力比满足不大于 0.5 的要求。

3 如果底部剪力比确实满足不了不大于 0.5 的要求，上部结构抗震措施不得降低等级，修改后相应参数后继续进行后续工作（一般隔震结构以调整到底部剪力比不大于 0.5 为目标）。

C.6.2 查看各模型下隔震支座的拉压应力、位移变形、隔震层偏心率等计算结果是否合理并满足规范标准要求。

C.6.3 查看隔震层上部结构的各项整体指标是否合理并满足规范标准要求。

C.6.4 查看对应各个性能目标子模型下的结构构件的承载力是否合理并满足规范标准要求。

C.6.5 查看对应各模型下的结构变形是否合理并满足规范标准要求。

C.6.6 查看隔震层的抗风承载力是否满足规范标准要求。

【C.6.6 解析】常规建筑可通过调整铅芯橡胶支座的布置和数量调整抗风验算结果。

C.6.7 查看罕遇地震作用下的抗倾覆验算是否满足规范标准要求。

C.6.8 查看隔震层在罕遇地震下的水平最大位移所对应的恢复力是否满足规范标准要求。

C.6.9 若隔震模型进行了时程分析，查看时程分析的结果是否靠近反应谱（对照《建筑隔震设计标准》GB/T51408 第 4.1.3 条第 3 款、4.3.4 条及其条文说明）。

C.6.10 查看楼面质心水平加速度验算结果的内容。

【C.6.10 解析】《建筑隔震设计标准》GB/T51408 并未对此有特殊要求，本导则第 5 章做了相关要求。

C.6.11 对上述不合理或不满足规范要求的结果进行优化调整并重新计算，直至各项指标的计算结果趋于合理且满足规范标准要求。

C.7 结果文件处理

C.7.1 生成计算书及隔震报告（应包含 C.6 中结果查看的相关内容）。

C.7.2 生成并绘制基础以上的结构施工图。

C.7.3 进行基础设计并绘制基础施工图。

C.7.4 绘制隔震建筑的相关节点构造图。

C.7.5 编制隔震结构设计总说明。

附录 D 隔震结构审查要点

D.1 设计原则

D.1.1 隔震设计应满足国家规范、规程及本导则的相关要求。

D.1.2 隔震设计应有隔震设计专项说明，内容包含主要分析结果及结论、隔震产品力学参数、构造大样等。

D.1.3 设防地震作用下各楼层的水平地震剪力应满足本导则最小剪重比（第 4.4.7 条）的要求。

D.1.4 隔震结构的抗震措施可按底部剪力比及相应的抗震设防烈度按本导则（第 7.5.6 条）相应要求确定，与抵抗竖向地震作用有关的抗震措施，应符合本地区设防烈度的规定不应降低。

D.1.5 隔震支座宜将铅芯隔震支座布置在周边，天然橡胶支座布置在中间，并且铅芯隔震支座和天然橡胶支座混用，有效控制扭转。

D.1.6 隔震层下支墩、下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。隔震层的下支墩应有足够的稳定性，其截面最小尺寸不应小于支座法兰板尺寸。

D.1.7 平面不规则（L 形、槽形、E 形等）、超长、开洞较多的隔震结构，应补充多角度地震作用计算，计算时应考虑楼板的平面内变形的影响。

D.1.8 剪力墙结构、框剪结构采用隔震技术时，隔震层应合理转换并按转换构件要求进行加强（不按转换层），隔震层不宜出现三级转换的托墙梁。

D.1.9 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，重点设防类建筑的抗液化措施应按提高一个液化等级确定，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。

D.2 隔震计算

D.2.1 隔震结构位于条状突出的山嘴、高耸孤立的山丘、非岩石和强风化岩石的陡坡、河岸和边坡边缘等不利地段时，隔震前后均应考虑地震作用的放大效应。

D.2.2 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%。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。

D.2.3 隔震支座在重力荷载代表值作用下，最大竖向压应力设计值应满足本导则（第 4.6.2 条）相应要求。

D.2.4 隔震层刚度中心与质量中心宜重合，设防烈度地震作用下偏心率不宜大于 3%。

D.2.5 隔震建筑上部结构在设防地震作用下，结构楼层内最大弹性层间位移角应满足本导则（第 4.5.1 条）相应要求。

D.2.6 隔震建筑下部结构在设防地震、罕遇地震作用下，结构楼层位移角应满足本导则（第 4.5.2 条）相应要求。

D.2.7 罕遇地震作用下，隔震建筑结构整体抗倾覆验算应满足本导则（第 4.6.10 条）相应要求。

D.2.8 罕遇地震作用下，隔震建筑上部结构楼层内最大弹塑性层间位移角应满足本导则（第 4.5.1 条）相应要求。

D.2.9 罕遇地震作用下，隔震支座的水平位移、竖向压应力、竖向拉应力应满足本导则（第 4.6.6 条、4.6.2 条、4.6.3 条）相应要求；隔震层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擦力之和的 1.2 倍。

D.2.10 特殊设防类隔震建筑上部结构在极罕遇地震作用下，结构楼层内最大弹塑性层间位移角应满足本导则（第 4.5.1 条）相应要求。

D.2.11 特殊设防类隔震建筑在极罕遇地震作用下，隔震支座的水平位移应满足本导则（第 4.6.7 条）相应要求。

D.3 隔震构造要求

D.3.1 隔震建筑应有完善且可实施的隔震构造大样。

D.3.2 隔震层周边竖向、水平隔离缝宽度应满足本导则（第 9.2.1、9.2.2 条）相应要求，隔震建筑中当楼梯、电梯等穿越隔震层时，应设置隔离缝满足隔震脱离要求。

D.3.3 对于大底盘多塔、长宽比较大、结构超长等情况以及高层隔震结构，应对隔震层顶板进行加强，以保证塔楼之间的有效连接。

D.3.4 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。

D.3.5 隔震建筑避雷措施穿越隔震层时应确保避雷线能够适应隔震层在地震作用下的水平位移，隔震建筑顶部的避雷措施应与下部隔震层保持连贯，且应避免雷暴天气下隔震设备受到损伤。

D.3.6 隔震层主要结构构件耐火等级及防火措施应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016-2014（2018年版）的相关规定。

D.3.7 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。

附录 E 标准形式隔震支座尺寸及力学性能

表 E.1 天然橡胶支座力学性能及规格尺寸表 ($S_2=5$, $G=0.392\text{MPa}$)

类别	单位	LNR1500	LNR1400	LNR1300	LNR1200	LNR1100	LNR1000	LNR900	LNR800	LNR700	LNR600	LNR500	LNR400	LNR300
有效直径 D	mm	1500	1400	1300	1200	1100	1000	900	800	700	600	500	400	300
竖向刚度 K_v	kN/mm	8300	6900	5700	4700	4400	4200	3700	3100	2500	2100	1700	1400	1000
水平等效刚度 $K_h100\%$	kN/mm	2.30	2.15	1.99	1.84	1.68	1.51	1.35	1.21	1.05	0.88	0.73	0.58	0.44
橡胶层总厚度	mm	300	280	260	240	220	204	184	163	143	122	102	82	61

表 E.2 天然橡胶支座力学性能及规格尺寸表 ($S_2=5.45$, $G=0.392\text{MPa}$)

类别	单位	LNR1500	LNR1400	LNR1300	LNR1200	LNR1100	LNR1000	LNR900	LNR800	LNR700	LNR600	LNR500	LNR400	LNR300
有效直径 D	mm	1500	1400	1300	1200	1100	1000	900	800	700	600	500	400	300
竖向刚度 K_v	kN/mm	8000	6700	5400	4300	4100	3900	3300	2700	2300	1900	1600	1200	900
水平等效刚度 $K_h100\%$	kN/mm	2.50	2.34	2.17	2.01	1.83	1.67	1.51	1.33	1.17	0.98	0.81	0.66	0.49
橡胶层总厚度	mm	276	257	239	220	202	184	165	148	129	110	92	73	56

表 E.3 天然橡胶支座力学性能及规格尺寸表 ($S_2=5$, $G=0.49\text{MPa}$)

类别	单位	LNR1500	LNR1400	LNR1300	LNR1200	LNR1100	LNR1000	LNR900	LNR800	LNR700	LNR600	LNR500	LNR400	LNR300
有效直径 D	mm	1500	1400	1300	1200	1100	1000	900	800	700	600	500	400	300
竖向刚度 K_v	kN/mm	8600	7200	6000	5000	4500	4300	3800	3000	2600	2200	1750	1450	1050
水平等效刚度 $K_h100\%$	kN/mm	2.88	2.68	2.49	2.30	2.10	1.88	1.69	1.51	1.31	1.10	0.92	0.73	0.55
橡胶层总厚度	mm	300	280	260	240	220	204	184	163	143	122	102	82	61

表 E.4 天然橡胶支座力学性能及规格尺寸表 ($S_2=5.45$, $G=0.49\text{MPa}$)

类别	单位	LNR1500	LNR1400	LNR1300	LNR1200	LNR1100	LNR1000	LNR900	LNR800	LNR700	LNR600	LNR500	LNR400	LNR300
有效直径 D	mm	1500	1400	1300	1200	1100	1000	900	800	700	600	500	400	300
竖向刚度 K_v	kN/mm	8300	6900	5700	4700	4200	4000	3400	2800	2450	2000	1700	1300	1000
水平等效刚度 $K_h100\%$	kN/mm	3.13	2.92	2.75	2.51	2.29	2.09	1.88	1.66	1.46	1.22	1.02	0.82	0.61
橡胶层总厚度	mm	276	257	239	220	202	184	165	148	129	110	92	73	56

表 E.5 铅芯橡胶支座规格型号及性能参数表 ($S_2=5$, $G=0.392\text{MPa}$)

类别	单位	LRB1500	LRB1400	LRB1300	LRB1200	LRB1100	LRB1000	LRB900	LRB800	LRB700	LRB600	LRB500	LRB400	LRB300
有效直径 D	mm	1500	1400	1300	1200	1100	1000	900	800	700	600	500	400	300
竖向刚度 K_v	kN/mm	8600	7200	6000	5000	4600	4400	3900	3400	2800	2400	2000	1700	1300
水平等效刚度 $K_h100\%$	kN/mm	3.64	3.58	3.28	2.84	2.67	2.46	2.08	1.83	1.66	1.40	1.12	0.90	0.70
等效阻尼比 $h_{eq}100\%$	%	23	24	24	23	23	23	22	23	24	23	22	22	21
屈服前刚度 K_l	kN/mm	29.10	27.04	25.12	23.34	21.35	18.97	17.12	15.29	13.30	11.48	9.55	7.54	5.72
屈服后刚度 K_d	kN/mm	2.24	2.08	1.93	1.80	1.64	1.46	1.32	1.18	1.02	0.88	0.73	0.58	0.44
屈服力 Q_d	kN	420	420	350	250	227	203	141	106	90	63	40	27	16
橡胶层总厚度	mm	300	280	260	240	220	204	184	163	143	122	102	82	61

表 E.6 铅芯橡胶支座规格型号及性能参数表 ($S_2=5.45$, $G=0.392\text{MPa}$)

类别	单位	LRB1500	LRB1400	LRB1300	LRB1200	LRB1100	LRB1000	LRB900	LRB800	LRB700	LRB600	LRB500	LRB400	LRB300
有效直径 D	mm	1500	1400	1300	1200	1100	1000	900	800	700	600	500	400	300
竖向刚度 K_v	kN/mm	8300	7000	5700	4600	4400	4200	3500	2900	2600	2200	1800	1400	1100
水平等效刚度 $K_h100\%$	kN/mm	3.95	3.90	3.55	3.09	2.91	2.77	2.37	2.05	1.87	1.58	1.27	1.04	0.76
等效阻尼比 $h_{eq}100\%$	%	23	24	24	23	23	23	22	23	24	23	22	22	21
屈服前刚度 K_l	kN/mm	31.63	29.46	27.16	25.46	23.25	21.67	19.67	17.35	15.19	13.11	10.91	8.79	6.44
屈服后刚度 K_d	kN/mm	2.43	2.27	2.09	1.96	1.79	1.67	1.51	1.33	1.17	1.01	0.84	0.68	0.50
屈服力 Q_d	kN	420	420	350	250	227	203	141	106	90	63	40	27	16
橡胶层总厚度	mm	276	257	239	220	202	184	165	148	129	110	92	73	56

表 E.7 铅芯橡胶支座规格型号及性能参数表 ($S_2=5$, $G=0.49\text{MPa}$)

类别	单位	LRB1500	LRB1400	LRB1300	LRB1200	LRB1100	LRB1000	LRB900	LRB800	LRB700	LRB600	LRB500	LRB400	LRB300
有效直径 D	mm	1500	1400	1300	1200	1100	1000	900	800	700	600	500	400	300
竖向刚度 K_v	kN/mm	8900	7500	6300	5300	4800	4600	4100	3600	2900	2500	2050	1750	1350
水平等效刚度 $K_h100\%$	kN/mm	4.20	4.10	3.76	3.29	3.08	2.82	2.41	2.12	1.91	1.62	1.31	1.05	0.81
等效阻尼比 $h_{eq}100\%$	%	23	24	24	23	23	23	22	23	24	23	22	22	21
屈服前刚度 K_l	kN/mm	36.38	33.80	31.40	29.17	26.68	23.72	21.40	19.12	16.63	14.35	11.96	9.49	7.15
屈服后刚度 K_d	kN/mm	2.80	2.60	2.42	2.24	2.05	1.82	1.65	1.47	1.28	1.10	0.92	0.73	0.55
屈服力 Q_d	kN	420	420	350	250	227	203	141	106	90	63	40	27	16
橡胶层总厚度	mm	300	280	260	240	220	204	184	163	143	122	102	82	61

表 E.8 铅芯橡胶支座规格型号及性能参数表 ($S_2=5.45$, $G=0.49\text{MPa}$)

类别	单位	LRB1500	LRB1400	LRB1300	LRB1200	LRB1100	LRB1000	LRB900	LRB800	LRB700	LRB600	LRB500	LRB400	LRB300
有效直径 D	mm	1500	1400	1300	1200	1100	1000	900	800	700	600	500	400	300
竖向刚度 K_v	kN/mm	8600	7200	6000	5000	4500	4300	3600	3000	2750	2300	1900	1500	1200
水平等效刚度 $K_h100\%$	kN/mm	4.56	4.47	4.09	3.58	3.36	3.19	2.75	2.39	2.16	1.83	1.48	1.21	0.89
等效阻尼比 $h_{eq}100\%$	%	23	24	24	23	23	23	22	23	24	23	22	22	21
屈服前刚度 K_1	kN/mm	39.54	36.82	34.19	31.82	29.06	27.08	24.58	21.68	18.99	16.39	13.64	10.66	7.93
屈服后刚度 K_d	kN/mm	3.04	2.83	2.63	2.45	2.24	2.08	1.89	1.67	1.46	1.26	1.05	0.82	0.61
屈服力 Q_d	kN	420	420	350	250	227	203	141	106	90	63	40	27	16
橡胶层总厚度	mm	276	257	239	220	202	184	165	148	129	110	92	73	56

表 E.9 高阻尼橡胶支座规格型号及性能参数表

类别	单位	HDR1500	HDR1400	HDR1300	HDR1200	HDR1100	HDR1000	HDR900	HDR800	HDR700	HDR600	HDR500	HDR400
有效直径 D	mm	1500	1400	1300	1200	1100	1000	900	800	700	600	500	400
竖向刚度 K_v	kN/mm	8700	8100	7500	6900	6300	5700	5100	4500	4000	3400	2900	2500
水平等效刚度 $K_h100\%$	kN/mm	3.85	3.53	2.96	2.76	2.67	2.47	2.23	1.97	1.73	1.48	1.22	0.98
等效阻尼比 $\zeta_{eq}100\%$	%	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
屈服前刚度 K_1	kN/mm	15.9	13.5	12	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	2.65	2.25	2	1.9	1.8	1.67	1.51	1.33	1.17	1.01	0.84	0.68
屈服力 Q_d	kN	330	330	230	190	177	149	120	95	73	53	36	23
橡胶层总厚度	mm	276	257	239	220	202	184	165	148	129	110	92	73

表 E.10 弹性滑板支座规格型号及性能参数表 (G=1.0MPa)

类别	单位	ESB1500	ESB1400	ESB1300	ESB1200	ESB1100	ESB1000	ESB900	ESB800	ESB700	ESB600	ESB500	ESB400	ESB300
有效直径 D	mm	1500	1400	1300	1200	1100	1000	900	800	700	600	500	400	300
竖向刚度 K_v	kN/mm	30000	27000	23000	20000	17000	16000	14000	13000	12000	10000	8000	5500	3500
初始刚度 K_1	kN/mm	35.00	32.00	28.00	26.00	22.00	20.00	21.00	20.00	16.50	15.00	11.25	8.80	3.60
动摩擦系数 μ	—	0.02~	0.02~	0.02~	0.02~	0.02~	0.02~	0.02~	0.02~	0.02~	0.02~	0.02~	0.02~	0.02~
		0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
橡胶层总厚度	mm	48	48	48	44	44	40	30	25	20	19	19	12	17

表 E.11 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
2000	FPS-I-2000-100	1100~1700	0.01~0.06	0.02~0.08	1500~3000	±100
	FPS-I-2000-200	1100~1700	0.01~0.06	0.02~0.08	1500~3000	±200
	FPS-I-2000-300	1100~1700	0.01~0.06	0.02~0.08	1500~3000	±300
3000	FPS-I-3000-100	1700~2500	0.01~0.06	0.02~0.08	1500~3000	±100
	FPS-I-3000-200	1700~2500	0.01~0.06	0.02~0.08	1500~3000	±200
	FPS-I-3000-300	1700~2500	0.01~0.06	0.02~0.08	1500~3000	±300
4000	FPS-I-4000-100	2200~3400	0.01~0.06	0.02~0.08	1500~3000	±100
	FPS-I-4000-200	2200~3400	0.01~0.06	0.02~0.08	1500~3000	±200
	FPS-I-4000-300	2200~3400	0.01~0.06	0.02~0.08	1500~3000	±300
5000	FPS-I-5000-100	2700~4200	0.01~0.06	0.02~0.08	1500~3000	±100
	FPS-I-5000-200	2700~4200	0.01~0.06	0.02~0.08	1500~3000	±200
	FPS-I-5000-300	2700~4200	0.01~0.06	0.02~0.08	1500~3000	±300
6000	FPS-I-6000-100	3300~5000	0.01~0.06	0.02~0.08	1500~3000	±100
	FPS-I-6000-200	3300~5000	0.01~0.06	0.02~0.08	1500~3000	±200
	FPS-I-6000-300	3300~5000	0.01~0.06	0.02~0.08	1500~3000	±300

7000	FPS-I-7000-100	3800~5800	0.01~0.06	0.02~0.08	1500~3000	±100
	FPS-I-7000-200	3800~5800	0.01~0.06	0.02~0.08	1500~3000	±200
	FPS-I-7000-300	3800~5800	0.01~0.06	0.02~0.08	1500~3000	±300
8000	FPS-I-8000-100	4500~6500	0.01~0.06	0.02~0.08	1500~3000	±100
	FPS-I-8000-200	4500~6500	0.01~0.06	0.02~0.08	1500~3000	±200
	FPS-I-8000-300	4500~6500	0.01~0.06	0.02~0.08	1500~3000	±300
9000	FPS-I-9000-100	4700~7500	0.01~0.06	0.02~0.08	1500~3000	±100
	FPS-I-9000-200	4700~7500	0.01~0.06	0.02~0.08	1500~3000	±200
	FPS-I-9000-300	4700~7500	0.01~0.06	0.02~0.08	1500~3000	±300
10000	FPS-I-10000-100	5200~8000	0.01~0.06	0.02~0.08	1500~3000	±100
	FPS-I-10000-200	5200~8000	0.01~0.06	0.02~0.08	1500~3000	±200
	FPS-I-10000-300	5200~8000	0.01~0.06	0.02~0.08	1500~3000	±300

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 E.12 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
2000	FPS-II-2000-100	1100~1700	0.01~0.06	0.02~0.08	3000~6000	±100
	FPS-II-2000-200	1100~1700	0.01~0.06	0.02~0.08	3000~6000	±200
	FPS-II-2000-300	1100~1700	0.01~0.06	0.02~0.08	3000~6000	±300
	FPS-II-2000-400	1100~1700	0.01~0.06	0.02~0.08	3000~6000	±400
3000	FPS-II-3000-100	1700~2500	0.01~0.06	0.02~0.08	3000~6000	±100
	FPS-II-3000-200	1700~2500	0.01~0.06	0.02~0.08	3000~6000	±200
	FPS-II-3000-300	1700~2500	0.01~0.06	0.02~0.08	3000~6000	±300
	FPS-II-3000-400	1700~2500	0.01~0.06	0.02~0.08	3000~6000	±400
4000	FPS-II-4000-100	2200~3400	0.01~0.06	0.02~0.08	3000~6000	±100
	FPS-II-4000-200	2200~3400	0.01~0.06	0.02~0.08	3000~6000	±200
	FPS-II-4000-300	2200~3400	0.01~0.06	0.02~0.08	3000~6000	±300
	FPS-II-4000-400	2200~3400	0.01~0.06	0.02~0.08	3000~6000	±400
5000	FPS-II-5000-100	2700~4200	0.01~0.06	0.02~0.08	3000~6000	±100
	FPS-II-5000-200	2700~4200	0.01~0.06	0.02~0.08	3000~6000	±200
	FPS-II-5000-300	2700~4200	0.01~0.06	0.02~0.08	3000~6000	±300
	FPS-II-5000-400	2700~4200	0.01~0.06	0.02~0.08	3000~6000	±400
6000	FPS-II-6000-100	3300~5000	0.01~0.06	0.02~0.08	3000~6000	±100
	FPS-II-6000-200	3300~5000	0.01~0.06	0.02~0.08	3000~6000	±200
	FPS-II-6000-300	3300~5000	0.01~0.06	0.02~0.08	3000~6000	±300
	FPS-II-6000-400	3300~5000	0.01~0.06	0.02~0.08	3000~6000	±400
7000	FPS-II-7000-100	3800~5800	0.01~0.06	0.02~0.08	3000~6000	±100
	FPS-II-7000-200	3800~5800	0.01~0.06	0.02~0.08	3000~6000	±200
	FPS-II-7000-300	3800~5800	0.01~0.06	0.02~0.08	3000~6000	±300
	FPS-II-7000-400	3800~5800	0.01~0.06	0.02~0.08	3000~6000	±400

8000	FPS-II-8000-100	4500~6500	0.01~0.06	0.02~0.08	3000~6000	±100
	FPS-II-8000-200	4500~6500	0.01~0.06	0.02~0.08	3000~6000	±200
	FPS-II-8000-300	4500~6500	0.01~0.06	0.02~0.08	3000~6000	±300
	FPS-II-8000-400	4500~6500	0.01~0.06	0.02~0.08	3000~6000	±400
9000	FPS-II-9000-100	4700~7500	0.01~0.06	0.02~0.08	3000~6000	±100
	FPS-II-9000-200	4700~7500	0.01~0.06	0.02~0.08	3000~6000	±200
	FPS-II-9000-300	4700~7500	0.01~0.06	0.02~0.08	3000~6000	±300
	FPS-II-9000-400	4700~7500	0.01~0.06	0.02~0.08	3000~6000	±400
10000	FPS-II-10000-100	5200~8000	0.01~0.06	0.02~0.08	3000~6000	±100
	FPS-II-10000-200	5200~8000	0.01~0.06	0.02~0.08	3000~6000	±200
	FPS-II-10000-300	5200~8000	0.01~0.06	0.02~0.08	3000~6000	±300
	FPS-II-10000-400	5200~8000	0.01~0.06	0.02~0.08	3000~6000	±400

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 F 隔震建筑工程专用标识

（该部分内容参考《安全色和安全标志 第一部分 设计原则》GB/T2893.1-2013、《安全色和安全标志 第二部分 产品安全标签设计原则》GB/T2893.2-2008 消防安全标志（参照 GB 13495）；）

F.0.1 隔震建筑工程专用标识形式简明、图文并茂，设置于隔震建筑特定位置，为项目业主、施工方、使用者、物业管理及维护人员提供必要的隔震工程技术信息，避免使用中的不当行为影响隔震功能，促进隔震建筑的正常使用、合理维护，指导人员遇震时正确疏散。同时，隔震工程专用安全标识具有一定的技术宣传和推广作用。

F.0.2 隔震建筑工程专用标识分为如下两类：

1) 隔震建筑工程主标识

2) 其他安全专用标识，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、疏散避让标识等。

F.0.3 建筑隔震工程专用标识分为禁止、警告，采用标牌或标签形式，图形和文字信息应便于识读；

F.0.4 地面隔震沟在某些隐蔽部位可能被占压，可采用红色禁止标识、黄色警示标识。

F.0.5 当确有必要时，可根据工程实际需要在标识中增设其他语言文字。

F.0.6 标识图样

1) 隔震建筑工程主标识

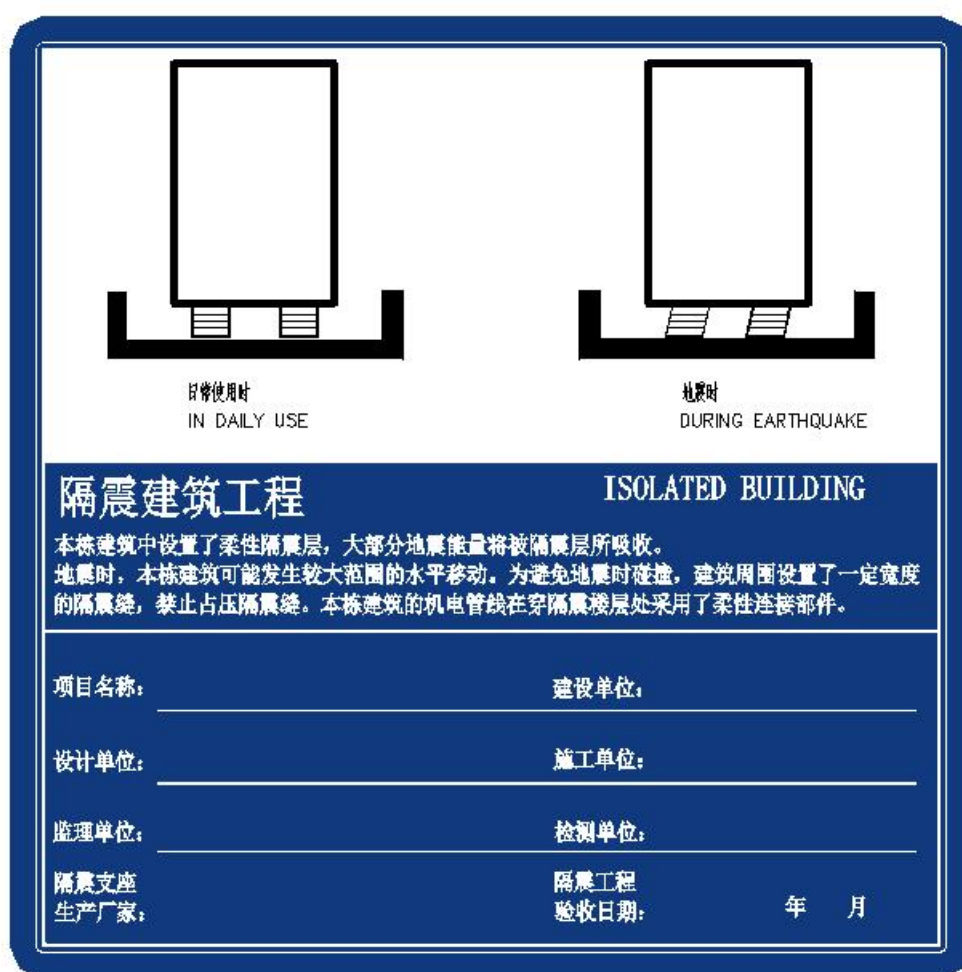
尺寸：600mm×600mm（宽×高）

颜色：边框为蓝色，隔震建筑工程标识为黑色

中文标题：方正大黑简体宋体字号 20 号，英文标题：方正黑体简体宋体字号 20 号

中文说明文字：方正黑体简体宋体字号 10 号

中文正文表头：方正黑体简体宋体字号 10 号，中文表格正文：方正黑体简体宋体字号 10 号



2) 隔震支座安全标识


尺寸：600mm×300mm（宽×高）

禁止标识内圈直径 200mm 外圈直径 250mm

颜色：禁止标志为红色，隔震支座标识为黑色

中文标题：方正红色宋体字号 25 号，

中文注意事项：方正黑体简体宋体字号 40 号，中文正文表格文字：方正黑体简体宋体字号 15 号

 <p style="text-align: center; background-color: red; color: white; padding: 5px;">禁止涂抹</p>	禁 止
	<p>禁止在隔震支座上涂抹腐蚀性物质 禁止在隔震支座周围摆放易燃、易爆物品</p> <p>生产厂家： 产品标准： 生产批号： 生产日期：</p>

3) 隔震缝（隔震沟）标识

尺寸：600mm×300mm（宽×高）

禁止标识内圈直径 200mm 外圈直径 250mm

颜色：禁止标志为红色，隔震缝（隔震沟）标识为黑色

中文标题：方正红色宋体字号 25 号，

中文注意事项：方正黑体简体宋体字号 40 号，中文正文表格文字：方正黑体简体宋体宋体字号 15 号

 <p style="text-align: center; background-color: red; color: white; padding: 5px;">禁止占用</p>	禁 止
	<p>隔震建筑与周围固定物之间需脱开一定的水平距离隔离缝（隔震沟）禁止任何任何物品堵塞、填埋、占用 地震时隔震缝盖板会产生移动，请通过人员注意安全</p>

	<h1>注 意</h1>
	<p>隔震建筑与周围固定物之间需脱开一定的水平距离隔离缝（隔震沟）禁止任何任何物品堵塞、填埋、占用 地震时隔震缝盖板会产生移动，请通过人员注意安全</p>

	<h1>禁 止</h1>
	<p>此处为隔震缝区域、禁止地面无关物品占压 地震时，地面盖板可能发生移动，请注意安全</p>

4) 隔震层标识

尺寸：600mm×300mm（宽×高）

禁止标识内圈直径 200mm 外圈直径 250mm

颜色：禁止标志为红色，隔震层标识为黑色

中文标题：方正红色宋体字号 25 号，

中文注意事项：方正黑体简体宋体字号 40 号，中文正文表格文字：方正黑体简体宋体字号 15 号



5) 隔震管线标识

尺寸：600mm×300mm（宽×高）

禁止标识内圈直径 200mm 外圈直径 250mm

颜色：禁止标志为红色，隔震管线标识为黑色

中文标题：方正红色宋体字号 25 号，

中文注意事项：方正黑体简体宋体字号 40 号，中文正文表格文字：方正黑体简体宋体字号 15 号



6) 隔震层检修口标识

尺寸：600mm×300mm（宽×高）

禁止标识内圈直径 200mm 外圈直径 250mm

颜色：禁止标志为红色，隔震层检修口标识为黑色

中文标题：方正红色宋体字号 25 号，
 中文注意事项：方正黑体简体宋体字号 40 号，中文正文表格文字：方正黑体简体宋体字号 15 号

 <p style="text-align: center; background-color: red; color: white; padding: 5px;">禁止堵塞</p>	禁 止
	<p>本检修口为隔震层检查、维护专用通道 禁止堵塞、占用 禁止无关人员进入，进入前应通风</p>

 <p style="text-align: center; background-color: black; color: yellow; padding: 5px;">注意通风</p>	注 意
	<p>本检修口为隔震层检查、维护专用通道 禁止堵塞、占用 禁止无关人员进入，进入前应通风</p>

7) 隔震楼梯标识

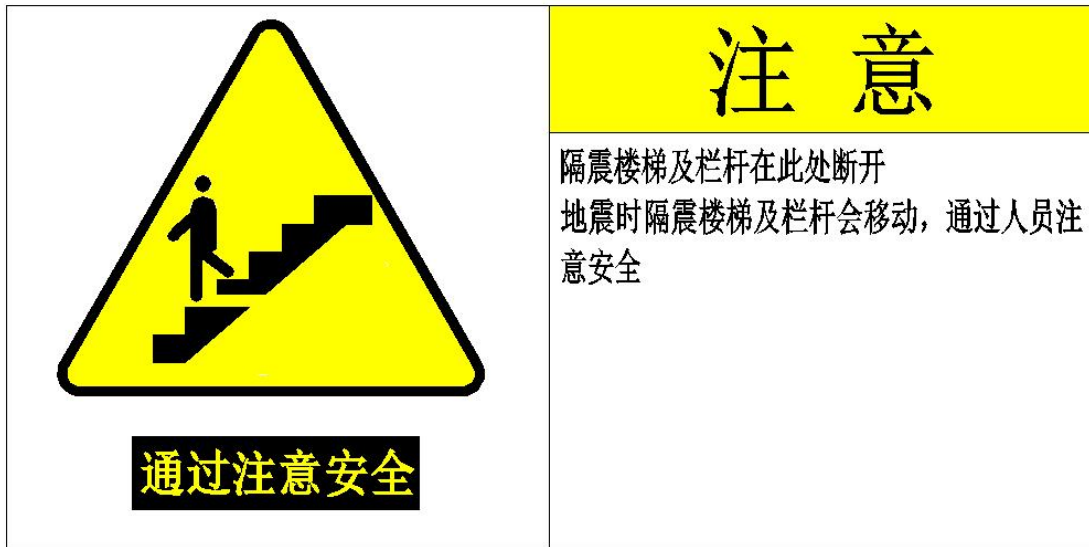
尺寸：600mm×300mm（宽×高）

禁止标识内圈直径 200mm 外圈直径 250mm

颜色：禁止标志为红色，隔震楼梯标识为黑色

中文标题：方正红色宋体字号 25 号，

中文注意事项：方正黑体简体宋体字号 40 号，中文正文表格文字：方正黑体简体宋体字号 15 号



8) 疏散避让标识

尺寸：600mm×300mm（宽×高）

禁止标识内圈直径 200mm 外圈直径 250mm

颜色：禁止标志为红色，疏散避让标识为黑色

中文标题：方正红色宋体字号 25 号，

中文注意事项：方正黑体简体宋体字号 40 号，中文正文表格文字：方正黑体简体宋体字号 15 号



附录 G 位移敏感型建筑非结构构件

G.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 G 选用。

表 G 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。

附录 H 加速度敏感型建筑非结构构件

H.0.1 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 H 选用。

表 H 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

附录 J 建筑附属机电设备

J.0.1 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 K 选用。

表 K 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>80mm, 设置纵向支撑	1.01	I、II
热水管(吊挂式)	管径<80mm, 仅纵向支撑	0.33	I
	管径<80mm, 纵向与侧向支撑	1.36	I、II
	管径≥80mm, 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<80mm	0.35	I
	管径≥80mm	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<80mm	0.35	I
	管径≥80mm, 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	设置水平支撑	1.16	I、II

风机			
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值。

附录 K 功能性仪器设备

K.0.1 地震时保持正常使用功能建筑的功能性仪器设备可按表 J 选用。

表 J.0.1 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。