

前 言

根据河北省住房和城乡建设厅《2020 年度省工程建设标准和标准设计第二批制（修）订计划》（冀建节科函[2020]111 号）的要求，由标准编制组经广泛研究调研，认真总结实践经验并借鉴现行的有关规范标准和相关技术资料，在广泛征求意见的基础上修订而成。

本标准共 7 章，主要技术内容包括：1. 总则；2. 术语和符号；3. 基本规定；4. 地震作用和结构隔震验算；5. 构造连接；6. 性能要求和检验；7. 施工、验收和维护。

本标准由河北省建设工程标准编制研究中心负责管理，由北方工程设计研究院有限公司负责具体技术内容的解释。

执行本标准过程中如有意见或建议，请寄送北方工程设计研究院有限公司（地址：石家庄市裕华东路 55 号，邮政编码：050011，电话：0311-86690792，邮箱：bfgcjgs@163.com），以供今后修订时参考。

本标准主编单位、参编单位、主要起草人和审查人员名单：

主编单位：北方工程设计研究院有限公司

唐山市建筑规划设计研究院

河北震安减隔震技术有限公司

参编单位：河北大成建筑设计咨询有限公司

河北建筑设计研究院有限责任公司

中土大地国际建筑设计有限公司

保定市建筑设计院有限公司

河北工业大学

华北理工大学
石家庄铁道大学
河北建工集团有限责任公司

主要起草人： 宫海军 戎 贤 王天凤 滕驭辞 王伟栋
黄丽红 王振宗 刘庆宽 唐 均 薛荣刚
孙杰夫 阎西康 吕 巍 马振霄 杨松松
安长彪 李双来 李 雪 张朝辉 陈海彬
刘焕忠 史永健 高海潮 王立波 朱少红
张卫全 余卫东 安占法 张淑灏 乔菲菲
杨向坤 耿 哲 臧晓洁 齐美娟 刘 水
许 倩 崔田田 李艳梅 万龙翔 李志强
胡 斌 高春荣 于增德 肖家栋 王 硕
徐建新 张晓巍 甘 雨 齐雪妍 齐晓雷
来金洒 杜永山
审 查 人 员： 张洪波 薛彦涛 彭凌云 赖正聪 马 洪
徐志欣 王国庆 张利新 张 合

目 次

1	总则	1
2	术语和符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	5
3	基本规定	9
4	地震作用和结构隔震验算	11
4.1	一般规定	11
4.2	设计反应谱和地震动输入	12
4.3	地震作用计算和结构验算	15
4.4	隔震层设计	21
5	构造连接	27
5.1	一般规定	27
5.2	隔震橡胶支座与结构的连接	28
5.3	隔离缝	28
5.4	穿越隔震层的固定设施和管线	29
6	性能要求和检验	31
6.1	一般规定	31
6.2	支座外观质量和尺寸偏差检查	32
6.3	支座力学性能	35
6.4	一般力学性能试验项目和要求	38
6.5	剪切性能相关性	41
6.6	压缩性能相关性	42

6.7 耐久性能要求	42
6.8 检验规则	44
7 施工、验收和维护	47
7.1 一般规定	47
7.2 施工	48
7.3 验收	53
7.4 维护	59
附录 A 隔震建筑抗震性能设计	62
附录 B 连接设计	67
附录 C 力学模型	73
附录 D 标准化规格型号及性能参数	77
附录 E 材料进场和隔震施工质量验收记录	87
本标准用词说明	93
引用标准名录	94
附：条文说明	95

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms and Symbols	2
2.1	Terms	2
2.2	Symbols	5
3	Basic Requirements	9
4	Earthquake Action and Seismic Isolation Checking	11
4.1	General Requirements	11
4.2	Design Response Spectrum and Ground Motion Input	12
4.3	Earthquake Action and Seismic Isolation Checking	15
4.4	Design for Isolation Layer	21
5	Detailing and Connection	27
5.1	General Requirements	27
5.2	Connection between Rubber Isolation Bearings for Building and Structure	28
5.3	Isolation Seam	28
5.4	Fixtures and Pipelines through Isolation Layers	29
6	Performance Requirements and Testing	31
6.1	General Requirements	31
6.2	Bearing Appearance Quality and Size Deviation Inspection	32
6.3	Bearing Mechanical Properties	35
6.4	General Mechanical Properties Test Items and Requirements	38
6.5	Correlation of Shear Performance	41
6.6	Correlation of Compression Performance	42
6.7	Durability	42

6.8 Testing Rule·····	44
7 Construction, Acceptance and Maintenance·····	47
7.1 General Requirements·····	47
7.2 Construction·····	48
7.3 Acceptance ·····	53
7.4 Maintenance·····	59
Appendix A Seismic Performance Design of Isolated Building·····	62
Appendix B Connection Design·····	67
Appendix C Mechanical Model·····	73
Appendix D Standardized Specifications and Performance Parameters·····	77
Appendix E Quality Acceptance Record of Material Entry and Isolation Construction·····	87
Explanation of Wording in This Standard·····	93
List of Quoted Standards·····	94
Addition: Explanation of Provisions·····	95

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，实行以预防为主方针，规范隔震橡胶支座在河北省的工程应用，使建筑采用隔震技术后地震安全性得到进一步提高，遭遇设防地震后建筑使用功能不中断，避免人员伤亡和次生灾害，减少社会影响和经济损失，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于河北省抗震设防烈度 6 度及以上地区、采用隔震橡胶支座的新建民用建筑工程的设计、施工和验收，以及隔震装置的性能要求、检验与维护。

1.0.3 采用橡胶支座的隔震建筑，除有特殊要求外，其基本抗震设防目标是：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。

1.0.4 隔震建筑的结构构件、非结构构件和附属设备的使用功能有专门要求时，除应符合本标准基本抗震设防目标外，尚应符合结构构件、非结构构件和附属设备抗震性能标准的规定。

1.0.5 采用隔震橡胶支座的新建民用建筑工程，除应符合本标准要求外，尚应符合国家和河北省现行有关标准的规定。

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

隔震建筑设置在基础、底部或下部结构与上部结构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、隔震柔性连接系统及相关的支承或连接构件等。

2.1.3 上部结构 superstructure

隔震建筑中位于隔震层以上的结构部分。

2.1.4 下部结构 substructure

隔震建筑中位于隔震层以下的结构部分，不包括基础。

2.1.5 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。

2.1.6 等效刚度 equivalent stiffness

隔震层或隔震支座对应于某特定水平位移的割线刚度。

2.1.7 阻尼装置 damping device

通过吸收并耗散地震输入能量而使隔震层地震响应衰减的装置。

2.1.8 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。

2.1.9 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的竖向拉力的装置。

2.1.10 限位装置 stopper

限制隔震层位移超过合理设计范围的装置。

2.1.11 建筑隔震橡胶支座 rubber isolation bearings for buildings

由多层橡胶和多层钢板或其他材料交替叠置结合而成的隔震装置，包括天然橡胶支座（LNR）、铅芯橡胶支座（LRB）和高阻尼橡胶支座（HDR）。

2.1.12 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。

2.1.13 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。

2.1.14 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。

2.1.15 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。

2.1.16 型式检验 type testing

制造厂为了取得特定规格和型号的隔震支座、隔震柔性连接

的生产资格，委托具有相应资质的第三方检测机构进行的产品性能及相关性的检验。

2.1.17 出厂检验 delivery testing

由制造厂质检部门自检或独立的第三方检测机构进行检验的活动。

2.1.18 见证检验 evidential testing

施工单位在工程监理单位或建设单位的见证下，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检测机构进行检验的活动。

2.1.19 第一形状系数 1st shape factor

支座中单层橡胶层的内部橡胶的平面面积与其自由侧面表面积之比。

2.1.20 第二形状系数 2nd shape factor

对于圆形支座，为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。

2.1.21 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 发震断层 seismogenic faults

又称发震断裂，指有过破坏性历史地震记录及被查明全新世（1.1 万年）以来有过中强史前地震活动的断裂。

2.2 符 号

2.2.1 作用和作用效应

F_{Ek} —— 结构总水平地震作用标准值；

F_h —— 隔震层的水平剪力；

F_i —— 质点 i 的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} 、 $F_{\theta ji}$ —— 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；

G_{eq} —— 上部结构等效总重力荷载；

G_i 、 G_j —— 分别集中于第 i 、 j 质点重力荷载代表值；

S_{Ek} —— 地震作用标准值的组合效应；

S_j 、 S_k —— 分别为 j 、 k 振型水平地震作用标准值的效应；

S_x 、 S_y —— 分别为 x 向、 y 向单向水平地震作用的地震效应；

u_c —— 罕遇地震下隔震层质心处水平位移或不考虑扭转的水平位移；

u_h —— 隔震层水平位移；

u_i —— 罕遇地震作用下，第 i 个隔震橡胶支座考虑扭转的水平位移；

$[u_i]$ —— 第 i 个隔震橡胶支座的水平设计位移限值；

V_{Rw} —— 隔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；

X_{ji} —— j 振型 i 质点在 x 方向水平相对位移；

Y_{ji} —— j 振型 i 质点在 y 方向水平相对位移；

φ_{ji} —— j 振型 i 质点的相对扭转转角。

2.2.2 材料性能

ξ_{eq} —— 隔震层等效阻尼比；

ξ_j —— j 隔震橡胶支座的等效阻尼比；

K_{eq} —— 隔震层水平等效刚度；

K_h —— 隔震层的水平刚度；

K_{100} —— 隔震橡胶支座在水平剪切应变 100% 时的水平等效刚度；

k_j —— 隔震橡胶支座 j 由试验确定的水平等效刚度；

G_r —— 橡胶剪切模量；

K_y —— 铅芯橡胶支座屈服后水平刚度设计值；

K_r —— 由橡胶部分提供的水平刚度；

K_p —— 由铅芯部分提供的水平刚度；

K_0 —— 隔震橡胶支座屈服前水平刚度设计值；

K_{eq} —— 铅芯橡胶支座等效水平刚度；

Q_y —— 隔震橡胶支座水平屈服力设计值；

S_1 —— 隔震橡胶支座第一形状系数；

S_2 —— 隔震橡胶支座第二形状系数。

2.2.3 几何参数

r_i —— i 质点的转动半径；

e —— 偏心距；

A_r —— 叠层橡胶横截面面积（不含橡胶层中间开孔面积）；

t_r —— 隔震橡胶支座橡胶层总厚度；

A_p —— 铅芯横截面积。

2.2.4 计算系数

α —— 地震影响系数；

$\alpha_{\max}$ —— 地震影响系数最大值；

α_j —— j 振型周期的地震影响系数；

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；

γ —— 地震影响系数曲线下降段的衰减指数；

γ_j —— j 振型的参与系数；

γ_y —— 计入扭转的 j 振型的参与系数；

γ_w —— 风荷载分项系数；

ρ_{jk} —— j 振型与 k 振型的耦联系数；

ζ —— 阻尼比；

ζ_j 、 ζ_k —— 分别为 j 、 k 振型的阻尼比；

η —— 阻尼调整系数；

η_i —— 第 i 个隔震橡胶支座的扭转影响系数；

λ_T —— k 振型与 j 振型的自振周期比；

l_j —— 第 j 振型水平地震作用效应非比例阻尼影响系数。

2.2.5 其他

T —— 隔震结构自振周期；

T_g —— 特征周期。

3 基本规定

3.0.1 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进行变形验算。

3.0.2 隔震建筑结构适用的高宽比和最大高度宜满足相应抗震结构类型的要求。

3.0.3 隔震橡胶支座的压应力、拉应力应分别满足本标准 4.4.3 和 4.4.4 条、4.4.10 条的规定；对有特殊要求的结构应进行专门研究和论证，并采取有效安全措施。

3.0.4 隔震建筑的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荷载代表值的 10%。

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

3.0.6 隔震建筑的场地宜为 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。

3.0.7 隔震建筑地基基础的设计和抗震验算，应满足本地区与抗震设防烈度相应的地震作用计算要求。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》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。

3.0.8 对特殊设防类隔震建筑，体型复杂或有特殊要求的隔震建

筑，可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。

3.0.9 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，应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 及《建筑隔震设计标准》GB/T 51408 的规定。

3.0.10 隔震橡胶支座的性能除满足本标准的规定外，尚应符合现行国家及行业标准有关要求。工程应采用型式检验、出厂检验和见证检验合格的隔震橡胶支座。

3.0.11 建筑隔震工程施工应符合有关标准和设计规定，明确各施工环节的检验和验收标准。

3.0.12 隔震层中隔震橡胶支座的设计使用年限不应低于建筑结构的设计使用年限。当隔震层中的其他装置的设计使用年限低于建筑结构的设计使用年限时，在设计中应注明并预设可更换措施。当隔震结构遭遇地震和火灾、水灾等意外后，应对隔震橡胶支座进行检查和维护，必要时应进行更换。

3.0.13 对于大型公共建筑、高度超过 80m 或高宽比大于 4 的隔震建筑和有特殊要求的建筑，应按规定设置建筑结构的地震反应观测系统，建筑设计应留有观测仪器和线路的位置。除前款规定以外的隔震建筑工程宜设置建筑物地震反应观测系统。建筑监测系统宜与建筑地震观测系统和机电智能化系统统筹设置。宜选用带有监测功能的减隔震装置组建监测系统。

4 地震作用和结构隔震验算

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 应至少在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 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；其他情况，应允许采用调整地震作用效应的方法计入扭转影响；

4 抗震设防烈度 7 度（ $0.15g$ ）及以上时的大跨度和长悬臂结构，应计算竖向地震作用。

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 隔震层的隔震橡胶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 隔震结构的地震作用计算宜采用下列方法：

1 底部剪力法：高度不超过 24m、上部结构以剪切变形为主、质量和刚度沿高度分布比较均匀且隔震橡胶支座类型单一的隔震建筑，可采用底部剪力法；

2 振型分解反应谱法：除本条第 1 款之外的隔震结构，宜采用振型分解反应谱法；

3 时程分析法：对于高度大于 60 米的隔震建筑，不规则的隔震建筑，隔震层由隔震橡胶支座、阻尼装置及其他装置组合复杂的隔震建筑，特殊设防类隔震建筑，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 当隔震结构处于发震断层 10km 以内时，其水平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 设计反应谱和地震动输入

4.2.1 隔震结构的地震影响系数应根据设防烈度、场地类别、设计地震分组、结构自振周期以及阻尼比确定。其水平地震影响系数最大值应按表 4.2.1 采用。

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 水平地震影响系数最大值 $\alpha_{\max}$

地震影响	6度	7度	8度
设防地震	0.12	0.23 (0.34)	0.45 (0.68)
罕遇地震	0.28	0.50 (0.72)	0.90 (1.20)
极罕遇地震	0.36	0.72 (1.00)	1.35 (2.00)

注：括号内数值分别用于设计基本地震加速度为 0.15g 和 0.30g 的地区。

4.2.2 隔震结构地震影响系数曲线（图 4.2.2）的阻尼调整和形状参数应符合下列要求：

1 当隔震结构的阻尼比为 0.05，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，自特征周期至 6s 区段，衰减指数应取

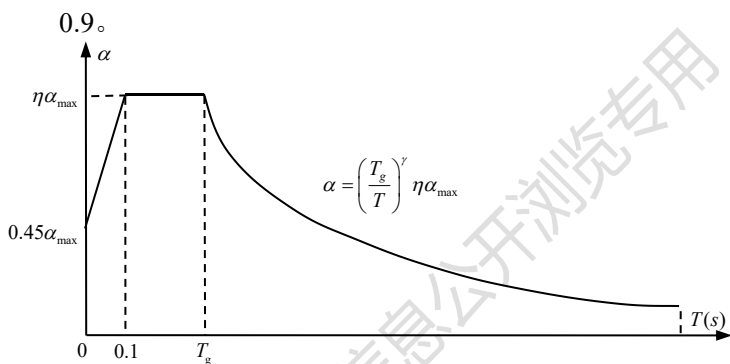


图 4.2.2 地震影响系数曲线

α —地震影响系数； $\alpha_{\max}$ —地震影响系数最大值； γ —衰减指数；

T_g —特征周期； η —阻尼调整系数； T —隔震结构自振周期

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 曲线应按图 4.2.2 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列式确定：

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

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列式确定：

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

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满足设计反应谱和设计加速度峰值的基本要求，设计地震加速度最大值应按表 4.2.3 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。隔震前后的主要周期处适配设计反应谱值的相对误差应控制在 $\pm 20\%$ 以内。

表 4.2.3 地震加速度最大值 (cm/s²)

地震影响	6度	7度	8度
设防地震	50	100 (150)	200 (300)
罕遇地震	125	220 (310)	400 (510)
极罕遇地震	160	320 (460)	600 (840)

注：括号内数值分别用于设计基本地震加速度为 0.15g 和 0.30g 的地区。

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 对采用底部剪力法计算并仅采用隔震橡胶支座的隔震结构，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%；

2 可按对应不同地震设防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。

4.3 地震作用计算和结构验算

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、第 4.2.4 条计算确定；其中计算隔震结构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）。

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 条、第 4.2.2 条、第 4.2.4 确定；

X_{ji} —— j 振型 i 质点的水平相对位移（mm）；

γ_j —— j 振型的参与系数。

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

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

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）；

ι_j —— 第 j 振型水平地震作用效应非比例阻尼影响系数。

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:

$$F_{xji} = \alpha_j \gamma_y X_{ji} G_i$$

$$F_{yji} = \alpha_j \gamma_y Y_{ji} G_i \quad (i=1,2,\dots,n; j=1,2,\dots,m) \quad (4.3.2-3)$$

$$F_{\varphi ji} = \alpha_j \gamma_y r^2 \varphi_{ji} G_i$$

式中: F_{xji} 、 F_{yji} 、 $F_{\varphi ji}$ —— 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_y —— 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:

$$S_{Ek} = \sqrt{\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n \rho_{jk} S_j S_k} \quad (4.3.2-4)$$

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

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支座类型单一的隔震建筑，可采用强迫解耦实振型分解反应谱法，按本标准式（4.3.2-1）~式（4.3.2-4）进行水平地震作用和作用效应的计算，其中振型参与系数和耦联系数可按现行国家标准《建筑隔震设计标准》GB/T

51408 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。

4.3.5 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 隔震建筑内部放置对振动有特殊要求的仪器设备而需限制楼层绝对加速度响应时，容许加速度应符合现行国家标准《建筑工程容许振动标准》GB 50868 的规定。

4.3.8 上部结构在设防地震作用下弹性层间位移角、罕遇地震作

用下弹塑性层间位移角及特殊设防类隔震建筑在极罕遇地震作用下弹塑性层间位移角限值应符合表 4.3.8 的要求。

表 4.3.8 上部结构层间位移角限值

上部结构类型	设防地震 作用下限值	罕遇地震 作用下限值	特殊设防类 极罕遇地震 作用下限值
钢筋混凝土框架结构	1/400	1/100	1/50
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	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
钢结构	1/250	1/100	1/50

4.3.9 隔震层以下的结构和基础应符合下列要求：

1 隔震层支墩、支柱及相连构件，应采用罕遇地震下隔震橡胶支座底部的竖向力、水平力和力矩进行承载力验算，且应按抗剪弹性、抗弯不屈服考虑；

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，应满足设防烈度地震作用下的抗震承载力要求，弹性层间位移角限值应满足表 4.3.9 的要求。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角限值还应满足表 4.3.9 的要求。特殊设防类建筑尚应进行极罕遇地震作用下的变形验算，其弹塑性层间位移角限值应满足表 4.3.9 的要求。

表 4.3.9 下部结构层间位移角限值

下部结构类型	设防地震 作用下限值	罕遇地震 作用下限值	特殊设防类 极罕遇地震 作用下限值
钢筋混凝土框架结构	1/500	1/100	1/60
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	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
钢结构	1/300	1/100	1/60

4.3.10 隔震橡胶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，且宜按本标准附录 B 的规定执行。

4.4 隔震层设计

4.4.1 隔震层设计应符合下列要求：

1 阻尼装置、抗风装置和抗拉装置可与隔震橡胶支座联合使用，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一致；

3 当隔震层采用隔震橡胶支座和阻尼器时，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。

4.4.2 隔震层的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，其隔震橡胶支座应设置在受力较大的位置，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 隔震层刚度中心与质量中心宜重合，设防烈度地震作用下的偏心率不应大于 3%；

3 隔震橡胶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，不能相对应时，应采取可靠的结构转换措施；

4 隔震橡胶支座底面宜布置在相同标高位置上；当隔震层的隔震装置处于不同标高时，应采取有效措施保证隔震装置共同

工作，且罕遇地震作用下，不同标高的相邻隔震层的层间位移角不应大于 1/1000；

5 同一支承处采用多个隔震橡胶支座时，隔震橡胶支座之间的净距不应小于安装和更换所需的尺寸。

4.4.3 隔震层的隔震橡胶支座的压应力和徐变性能应符合下列要求：

1 隔震橡胶支座在重力荷载代表值作用下的竖向压应力设计值，不应超过表 4.4.3 的规定；

2 隔震橡胶支座在表 4.4.3 所列的压应力下的极限水平位移，应不小于内部橡胶总厚度的 450%；

3 在建筑设计使用年限内，隔震橡胶支座刚度、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支座内部橡胶总厚度的 5%。

表 4.4.3 隔震橡胶支座在重力荷载代表值作用下的压应力限值

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
压应力限值（MPa）	10	12	15

注：1 当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%；

2 外径小于 300mm 的隔震橡胶支座，标准设防类建筑的压应力限值为 10MPa。

4.4.4 隔震层的隔震橡胶支座在罕遇地震作用下的最大竖向压应力不应超过表 4.4.4 所规定限值。

表 4.4.4 隔震橡胶支座在罕遇地震作用下的压应力限值

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
压应力限值（MPa）	20	25	30

注：隔震橡胶支座的直径小于 300mm 时其压应力限值可适当降低。

4.4.5 隔震橡胶支座和阻尼装置的设计参数，应由所选用的支座产品型式检验获得的滞回曲线得到验证，检验时，支座竖向荷载

应采用表 4.4.3 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。隔震层的水平等效刚度和等效阻尼比应符合下列规定：

$$K_{eq} = \sum k_j \quad (4.4.5-1)$$

$$\xi_{eq} = \sum k_j \xi_j / K_{eq} \quad (4.4.5-2)$$

式中： K_{eq} —— 隔震层水平等效刚度（N/mm）；

k_j —— 隔震橡胶支座 j 由试验确定的水平等效刚度（N/mm）；

ξ_{eq} —— 隔震层等效阻尼比；

ξ_j —— j 隔震橡胶支座的等效阻尼比。

4.4.6 罕遇地震、极罕遇地震作用下隔震橡胶支座的水平位移可根据以下原则确定：

1 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；

2 采用底部剪力法确定地震作用的隔震结构，其隔震层水平位移可采用如下简化方法：

$$u_h = F_h / K_h \quad (4.4.6-1)$$

式中： u_h —— 隔震层水平位移（mm）；

F_h —— 隔震层的水平剪力（kN）；

K_h —— 隔震层的水平刚度（kN/mm）。

4.4.7 隔震橡胶支座的水平剪力应根据隔震层在罕遇地震下的水

平剪力按各隔震橡胶支座的水平等效刚度分配；当按扭转耦联计算时，尚应考虑隔震层的扭转刚度。隔震橡胶支座在地震作用下的设计水平位移，应符合下列要求：

$$u_i \leq [u_i] \quad (4.4.7-1)$$

$$u_i = \eta_i u_c \quad (4.4.7-2)$$

式中： u_i —— 罕遇地震作用下，第 i 个隔震橡胶支座考虑扭转的水平位移（mm）；

$[u_i]$ —— 第 i 个隔震橡胶支座的水平设计位移限值；在罕遇地震作用下，隔震橡胶支座的设计水平位移限值不应超过支座最大有效直径的 0.55 倍和内部胶总厚度 3.0 倍二者的较小值；在极罕遇地震作用时，隔震橡胶支座的设计水平位移限值不应超过橡胶总厚度的 4.0 倍；

u_c —— 罕遇地震下隔震层质心处水平位移或不考虑扭转的水平位移（mm）；

η_i —— 第 i 个隔震橡胶支座的扭转影响系数，应取考虑扭转和不考虑扭转时 i 支座计算位移的比值；当隔震层以上结构的质心与隔震层刚度中心在两个主轴方向均无偏心时，边支座的扭转影响系数不应小于 1.15。

4.4.8 隔震层的抗风承载力应符合下式规定：

$$\gamma_w V_{wk} \leq V_{Rw} \quad (4.4.8)$$

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, 采用 1.4;

V_{wk} —— 风荷载作用下隔震层的水平剪力标准值 (N)。

4.4.9 隔震橡胶支座的弹性恢复力应符合下列要求:

$$K_{100}t_r \geq 1.40V_{Rw} \quad (4.4.9)$$

式中: K_{100} —— 隔震橡胶支座在水平剪切应变 100% 时的水平等效刚度 (N/mm);

t_r —— 隔震橡胶支座橡胶层总厚度 (mm)。

4.4.10 隔震房屋抗倾覆验算应符合下列要求:

1 隔震建筑应进行结构整体抗倾覆验算和隔震橡胶支座承压承载能力验算;

2 进行结构整体抗倾覆验算时, 应按罕遇地震作用计算倾覆力矩, 并按上部结构重力荷载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。抗倾覆力矩的计算可计入隔震层抗拉装置的作用;

3 上部结构传递到隔震橡胶支座的 gravity 荷载代表值应考虑倾覆力矩所引起的增加值;

4 隔震层在罕遇地震下应保持稳定, 不宜出现不可恢复的变形; 其橡胶支座在罕遇地震的水平和竖向地震同时作用下, 最大压应力不应超过表 4.4.4 的规定; 最大拉应力, 对于特殊设防类建筑不应大于 0MPa, 对于重点设防类、标准设防类建筑不应

大于 1MPa;

5 当隔震层隔震橡胶支座出现拉应力时, 同一地震动加速度时程作用下出现拉应力的支座数量不宜超过支座总数的 30%; 对出现拉应力的支座宜采用具有可靠抗拉功能的隔震橡胶支座。

4.4.11 穿越隔震层和跨越隔离缝的建筑隔震柔性连接系统应进行水平位移变形设计和转角变形设计, 柔性连接压力管道应进行应力分析验算。

5 构造连接

5.1 一般规定

5.1.1 隔震橡胶支座应符合下列规定：

- 1 隔震橡胶支座的力学分析模型宜按本标准附录 C 规定；
- 2 隔震橡胶支座的性能参数及滞回曲线应由所用产品的试验确定，设计时宜按本标准附录 D 选用；
- 3 隔震橡胶支座的设置部位除应计算确定外，尚应考虑便于检查和替换，并应设置必要的照明、通风等设施；
- 4 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、出厂检验和见证检验报告。

5.1.2 隔震层楼板，应有足够的平面内水平刚度，在罕遇地震作用下应保持弹性。当采用现浇混凝土梁板结构时，板厚不应小于 160mm。楼板最小配筋率 0.25%。

5.1.3 当隔震层有防火要求时，隔震橡胶支座应采取防火措施，防火措施不应妨碍隔震橡胶支座的变形。耐火等级按《建筑防火设计规范》GB50016 上部结构承重墙和柱的一级要求采用。检测方法应符合《建筑构件耐火试验方法 第 7 部分：柱的特殊要求》GB/T9978.7。

5.1.4 隔震层设计应能保证避免上部结构及隔震部件正常位移或变形受到阻挡。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。

5.1.5 穿越隔震层的设备配管、配线，应采用柔性连接或其他有效措施以适应隔震层的罕遇地震水平位移。

5.2 隔震橡胶支座与结构的连接

5.2.1 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，悬臂柱下支墩高度与其截面短边长度之比不宜大于 1.5，当超过时应整体分析以考虑其影响。

5.2.2 隔震橡胶支座连接螺栓、连接板和相关预埋件的设计应符合国家和行业现行相关标准的规定。

5.2.3 隔震橡胶支座与上部结构及下部结构的连接应可靠，应使隔震橡胶支座在达到极限破坏状态时仍不产生连接的破坏。

5.2.4 预埋件的锚固钢筋应与连接板牢固连接。外露的预埋件应按现行行业标准《建筑钢结构防腐技术规程》JGJ/T 251 进行防锈处理。隔震橡胶支座外露的金属部件表面应按现行行业标准《建筑钢结构防腐技术规程》JGJ/T 251 进行防腐处理。

5.2.5 设置隔震橡胶支座的柱头应有防止局部受压破坏的构造措施。

5.3 隔离缝

5.3.1 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以避免罕遇地震作用下可能的阻挡和碰撞，隔离缝宽度不应小于隔震橡胶支座在罕遇地震作用下最大水平位移的 1.2 倍，且不应小于 300mm。对相邻隔震结构之间的隔离缝，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，隔离缝宽度尚不应小于隔震橡胶支座在极罕遇地震下最大水平位移。

5.3.2 上部结构与下部结构或室外地面之间应设置完全贯通的水平隔离缝，水平隔离缝高度不宜小于 50mm，并应采用柔性材料

填塞进行密封处理。

5.3.3 采用悬吊式方案穿越隔震层的电梯井，在电梯井底部可设置隔震橡胶支座，也可直接悬空，电梯井与下部结构之间的隔离缝宽度不应小于所在结构与周围固定物的隔离缝宽度。

5.3.4 一般情况下，隔离缝顶部、悬吊式电梯井出入口与下部结构之间，应设置滑动盖板，滑动盖板的设计滑动距离不应小于所在结构与周围固定物的隔离缝宽度，且应满足检修及清理的要求。

5.4 穿越隔震层的固定设施和管线

5.4.1 穿越隔震层的楼梯、扶手、门厅入口、踏步、电梯、地下室坡道、车道入口及其它固定设施，应避免地震作用下可能的阻挡和碰撞，在适当部位做断开或可变形的构造措施。

5.4.2 穿越隔震层和跨越隔离缝的管道、线缆应采用建筑隔震柔性连接系统，预留的柔性连接水平变形量除不应小于隔离缝宽度外，尚应进行地震工况下的强度验算。

5.4.3 穿越隔震层的重要管道、污水管道、可能泄露有害介质或可燃介质的管道，在隔震层处应采用建筑隔震柔性连接系统，其预留的水平变形量不应小于隔离缝宽度的 1.4 倍。

5.4.4 穿越隔震层及跨越隔震缝的建筑隔震柔性连接系统，柔性连接处应设置抗震支吊架。

5.4.5 给水、消防系统、空调水等压力管道采用柔性连接时，宜采取增设阻尼等防冲击措施。

5.4.6 利用构件钢筋作避雷针时，应采用柔性导线连接隔震层上部结构和下部结构的钢筋，其预留的水平变形量不应小于隔离缝宽度的 1.4 倍。

5.4.7 立面幕墙在隔离缝位置宜采用分离式幕墙，缝两侧幕墙独立支承，尽量减少相互作用。当采用整体式幕墙时，可根据破坏后果的严重性允许采用设防水准下的隔离缝宽度进行幕墙构造设计。

5.4.8 柔性连接部件的连接方式及设置位置应便于检修和更换。

6 性能要求和检验

6.1 一般规定

6.1.1 隔震橡胶支座的设计使用年限不宜低于建筑结构的设计使用年限。当超过建筑设计使用年限时，应对隔震橡胶支座进行检查和维护，必要时应进行更换。当隔震结构遭遇地震和火灾、水灾等意外后，应对隔震橡胶支座进行检查和维护，重新确定隔震橡胶支座使用年限，必要时应进行更换。

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 建筑隔震橡胶支座第一形状系数 S_1 不应小于 20，第二形状系数 S_2 不应小于 3 且不宜小于 5。

6.1.4 在设计压应力作用下，隔震橡胶支座的极限剪切变形不应小于橡胶总厚度的 450%。在剪应变为零的条件下，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 1.8MPa，极限拉应力不应小于 4.0MPa。

6.1.5 支座力学性能试验项目应包括压缩性能、剪切性能、拉伸性能、极限剪切性能、剪切性能相关性、压缩性能相关性和耐久性能。支座力学性能试验各项目的试验方法和条件、试件尺寸、试验结果合格判据应满足本章相应规定。

6.1.6 隔震橡胶支座受火前后的竖向压缩性能和水平剪切性能的变化率不大于 ±15%。防火措施不应妨碍隔震橡胶支座的水平剪切变形。

6.1.7 应用于建筑工程的隔震橡胶支座应进行型式检验、出厂检验、见证检验和进场验收。支座型式检验、出厂检验、见证检验所需进行的试验项目和数量应满足本标准第 6.8 节规定。

6.1.8 制造厂提供建筑工程应用的隔震橡胶支座新产品（包括新种类、新规格、新型号）进行认证鉴定时，或已有支座产品的结构、材料、工艺方法等有较大改变时，应进行型式检验，并提供型式检验报告。型式检验应由具有专门资质的检测机构进行，应满足本标准第 6.4 节的要求。型式检验合格，并取得型式检验报告后方可进行生产。

6.1.9 隔震橡胶支座出厂检验应经制造厂的质检部门自检或独立的第三方检测机构检验后方可出厂。

6.1.10 见证检验应在监理单位见证下从项目的进场产品中随机抽取，并做永久标识后送至具备相应资质的第三方检测机构进行检验。

6.2 支座外观质量和尺寸偏差检查

6.2.1 支座表面应光滑平整，外观质量应符合表 6.2.1 的要求。

表 6.2.1 支座外观质量要求

缺陷名称	质量指标
气 泡	单个表面气泡面积不应超过50mm ²
杂 质	杂质面积不应超过30mm ²
缺 胶	缺胶面积不应超过150mm ² ，不应多于2处，且内部嵌件不应外露
凹凸不平	凹凸不应超过2mm，面积不应超过50mm ² ，不应多于3处
胶钢黏结不牢 （上、下端面）	裂纹长度不应超过30mm，深度不应超过3mm，不应多于3处
裂纹（表面）	不允许
钢板外露（侧面）	不允许

6.2.2 平面尺寸的偏差应符合表 6.2.2 的规定。

表 6.2.2 支座平面尺寸允许偏差

项目		尺寸允许偏差
内部	每层橡胶层厚度/%	产品设计值的±10
	橡胶层总厚度/%	产品设计值的±5
	夹层薄钢板厚度/mm	按GB/T 3247执行
	封钢板厚度/mm	±0.5
	钢板直径或边长/mm	±1.0
外部	总高度	设计值的±1.5%与6mm两者间的较小值
	外直径或边长 D' 、 a' 和 b'	设计值的±1%，且不大于±5.0mm
	中孔直径 d_i /mm	±1.5
	橡胶包覆层厚度/mm	±1.5
	侧面垂直度	支座总高度的1/100
	水平偏差	不应超过3mm

注：1 D' 为圆形支座包括保护层厚度的直径； a' 为矩形支座包括保护层厚度的长边长度；
 b' 为矩形支座包括保护层厚度的短边长度。

2 支座尺寸偏差的测量方法应符合 GB/T 20688.1 第 7 章的规定。

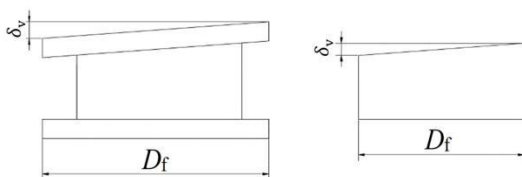
6.2.3 支座平整度的允许偏差为：直径或短边边长不大于 1200mm 时，取直径或测量长度的 1/400 和 3mm 的较小值；直径或短边边长 1500mm 时，取直径或测量长度的 1/300；直径或短边边长介于 1200mm 和 1500mm 之间，可插值。

$$\psi = \left| \frac{\delta_v}{D_f} \right| \quad (6.2.3)$$

式中： ψ ——平整度；

δ_v ——在通过支座中心的直线的两 endpoint 所测的支座高度之差，如图 6.2.3 所示；

D_f ——连接板直径或短边边长长度，如图 6.2.3 所示。



I型和II型（安装连接板后）

III型

图 6.2.3 平整度的测量

6.2.4 设计压应力下，支座的侧向不均匀变形 δ_h 应符合表 6.2.4 的规定。

表 6.2.4 支座产品侧向不均匀变形允许值（mm）

D' 、 a' 和 b'	侧向不均匀允许值
D' 、 a' 和 $b' \leq 600$	≤ 3
$600 < D'$ 、 a' 和 $b' \leq 1000$	≤ 4
D' 、 a' 和 $b' > 1000$	≤ 5

6.2.5 设计压应力下，采用直角尺和塞尺测量支座最大凸出、凹进位置的凸出、凹进量，取最大值。侧向均匀变形指隔震橡胶支座在设计压应力下，支座的侧面均匀向外鼓出，剖面呈灯笼状，见图 6.2.5-1。侧向不均匀变形指隔震橡胶支座在设计压应力下，支座的侧面不均匀向外鼓出，剖面呈 C 型或 S 形状或局部异常鼓出，见图 6.2.5-2。

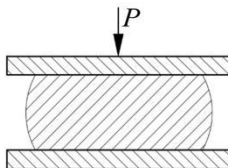


图 6.2.5-1 侧向均匀变形示意图

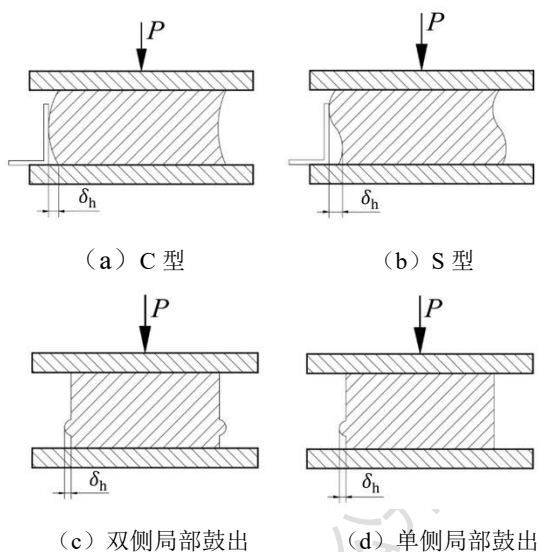


图 6.2.5-2 侧向不均匀变形示意图

6.3 支座力学性能

6.3.1 支座力学性能试验项目应符合表 6.3.1 的规定。

表 6.3.1 支座力学性能

性能	试验项目	合格判据
压缩性能	竖向压缩刚度	单一支座竖向压缩刚度允许偏差为 $\pm 30\%$ ，平均值为 $\pm 20\%$ 。
	竖向压缩变形	位移-荷载曲线无异常。
	设计压应力下侧向变形	直径或边长不大于600mm支座，侧向不均匀变形不大于3mm； 直径或边长不大于1000mm支座，侧向不均匀变形不大于4mm； 直径或边长大于1000mm 支座，侧向不均匀变形不大于5mm。
	竖向极限压应力	当 $3 \leq S_2 \leq 4$ 时，应不小于60MPa； 当 $4 < S_2 \leq 5$ 时，应不小于75MPa； 当 $S_2 > 5$ 时，应不小于90MPa。

续表 6.3.1

性能	试验项目	合格判据
压缩性能	水平位移为支座内部橡胶直径55%状态时的极限压应力	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。
剪切性能	水平等效刚度水平等效阻尼比或水平等效刚度屈服后刚度屈服力	1 单个试件测试值偏差允许值为 $\pm 15\%$, 一批试件平均测试值 $\pm 10\%$; 2 高阻尼橡胶支座水平性能, 等效阻尼比单一试件测试值偏差允许值为 $\pm 25\%$, 一批试件平均测试值 $\pm 15\%$; 3 测试项目 天然橡胶支座: 水平等效刚度。 高阻尼橡胶支座: 水平等效刚度、等效阻尼比。 铅芯橡胶支座: 水平等效刚度、等效阻尼比; 或者水平等效刚度、屈服后刚度、屈服力。
0.55D剪切性能	水平等效刚度	测试竖向压应力 30MPa 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。30MPa 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 $\pm 25\%$ 。
拉伸性能	竖向拉伸刚度	实测值允许偏差为 $\pm 30\%$, 平均值允许偏差 $\pm 20\%$ 。
	竖向极限拉应力	剪应变为0时, 屈服拉应力不应小于1.8MPa, 极限拉应力不应小于4.0MPa。
极限剪切性能	水平极限能力	1 支座在最大和最小竖向荷载作用下, 剪切位移达到设计最大值之前, 不应出现破坏、屈曲或滚翻; 2 基准压应力下, 极限剪切变形不应小于橡胶总厚度的450%; 3 测试极限剪切性能时采用的竖向应力: I 型、II 型支座: $\sigma_{\max}$ 、 $\sigma_{\min}$ (可受拉); III型支座: $\sigma_{\max}$ 、 $\sigma_{\min}$ (不可受拉)。

6.3.2 天然橡胶支座和铅芯橡胶支座相关性能要求应符合表 6.3.2 的规定。

表 6.3.2 天然橡胶支座和铅芯橡胶支座相关性能

项目		性能要求
竖向压应力相关性	水平等效刚度，屈服力变化率（LRB）	±15%
	等效阻尼比变化率（LRB）	
大变形相关性	水平等效刚度，屈服力变化率（LRB）	±20%
	等效阻尼比变化率（LRB）	
加载频率相关性	水平等效刚度，屈服力变化率（LRB）	±10%
	等效阻尼比变化率（LRB）	
温度相关性	水平等效刚度，屈服力变化率（LRB）	±25%
	等效阻尼比变化率（LRB）	

注：（LRB）指铅芯橡胶支座应具备的相关性能指标。

6.3.3 高阻尼橡胶支座相关性能要求应符合表 6.3.3 的规定。

表 6.3.3 高阻尼橡胶支座相关性能

项目		性能要求
竖向压应力相关性	水平等效刚度变化率	±25%
	等效阻尼比变化率	
大变形相关性	水平等效刚度变化率	±25%
	等效阻尼比变化率	
加载频率相关性	水平等效刚度变化率	±25%
	等效阻尼比变化率	
温度相关性	水平等效刚度变化率	±25%
	等效阻尼比变化率	

6.3.4 隔震橡胶支座耐久性能要求应符合表 6.3.4 的规定。

表 6.3.4 支座耐久性能

项目	试验项目		合格判据
耐久性能	老化性能	竖向刚度	竖向压缩刚度、水平等效刚度和等效阻尼比（LRB、HDR）的变化率为±20%。水平极限变形能力不应小于360%剪应变，支座外观目视无龟裂。
		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	60年徐变量，天然橡胶支座和铅芯橡胶支座不应大于橡胶层总厚度的5%，高阻尼橡胶支座不应大于橡胶层总厚度的10%。
	疲劳性能	竖向刚度	竖向压缩刚度、水平等效刚度和等效阻尼比（LRB、HDR）的变化率为±15%，支座外观目视无龟裂。
		水平等效刚度	
		等效阻尼比	
		外观	

注：（LRB、HDR）指铅芯橡胶支座和高阻尼橡胶支座应具备的相关性能指标。

6.4 一般力学性能试验项目和要求

6.4.1 支座一般力学性能试验项目和要求应符合表 6.4.1 的规定。

表 6.4.1 支座一般力学性能试验项目和要求

性能	试验项目	试验方法和条件	出厂 检验	型式 检验	见证 检验	试件
压缩 性能	竖向压缩刚度	1 加载方法采用GB/T 20688.1的 6.3.1.3款方法2加载3次，竖向压缩刚度应按第3次加载循环测试值计算；	√	√	√	足尺 支座
	竖向压缩变形	2 试验标准温度为23℃，否则应对试验结果进行温度修正；	√	√	√	足尺 支座
	侧向不均匀变形	3 在设计竖向压应力下，采用直角尺和塞尺测量支座侧面的最大鼓出位置的鼓出量和最大凹入位置的凹入量。	√	√	√	
	竖向极限压应力 /MPa	加载方法采用GB/T 20688.1的 6.3.1.3款方法2向支座施加轴向压力，缓慢或分级加载，直至破坏。同时绘出竖向荷载和竖向位移曲线，根据曲线的变形趋势确定破坏时的荷载和压应力。	×	√	Δ	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/MPa	1 竖向压力下将支座推剪到水平位移0.55D； 2 缓慢或分级施加竖向载荷，记录竖向载荷和水平刚度，往复循环加载各一次； 3 支座外观发生明显异常或水平刚度趋于0时，视为破坏。	×	√	Δ	足尺 或缩 尺模 型B
剪切 性能	水平等效刚度水 平等效阻尼比或 水平等效刚度屈 服后刚度屈服力	1 加载方法采用GB/T 20688.1的 6.3.2.2条的3次加载循环法，加载3次，剪切性能应按第3次加载循环测试值计算。剪应变 $\gamma = 100\%$ 或 γ_0 ； 2 若加载频率和设计频率不同，应对试验结果进行修正，基准频率为设计频率或0.5Hz； 3 试验标准温度为23℃， 否则应对试验结果进行温度修正； 4 可采用单、双剪试验装置，试验方法见GB/T 20688.1的6.3.2条。	√	√	√	足尺 支座

续表 6.4.1

性能	试验项目	试验方法和条件	出厂 检验	型式 检验	见证 检验	试件
0.55D剪切性能	水平等效刚度	测试竖向压应力 30MPa 下将支座推剪到水平位移 0.55D 往复循环加载 3 次。	×	√	√	足尺 支座 或缩 尺模 型B
拉伸 性能	竖向拉伸刚度	1 试件应在指定剪应变作用下, 进行指定拉力下的拉伸性能试验; 2 可采用单、双剪试验装置, 试验方法见GB/T 20688.1的6.6节。	Δ	√	Δ	足尺 或缩 尺模 型B
	竖向极限拉应力		×	√	Δ	
极限剪切性能	水平极限能力	可采用单、双剪试验装置, 试验方法见GB/T 20688.1的6.5节。	×	√	√	足尺 支座

注: 1 测量侧向不均匀变形时的竖向压应力, 当 S_2 不小于5时, 型式检验取15MPa, 出厂检验取设计压应力, 当 S_2 小于5不小于4时竖向压应力降低20%, 当 S_2 小于4不小于3时竖向压应力降低40%。

2 “√” 一要进行试验; “Δ” 一可选择进行试验或按设计要求试验; “×” 一不进行试验。

3 缩尺模型A: 直径或边长尺寸 $\geq 500\text{mm}$; 缩尺模型B: 直径或边长尺寸 $\geq 1000\text{mm}$ 。

4 γ_0 表示设计剪应变。

6.5 剪切性能相关性

6.5.1 支座剪切性能相关性试验项目和要求应符合表 6.5.1 的规定。

表 6.5.1 支座剪切性能相关性试验项目和要求

性能	试验项目	试验方法和条件	出厂检验	型式检验	试件	合格判据或需要测试的项目
剪切性能相关性	剪应变相关性	1 剪应变取值范围为50%至 $\gamma_{\max}$ ，间隔增量可为50%，最后两个剪应变增量至少为50%，必要时可增加剪应变值10%和20%； 2 可采用单、双剪试验装置，试验方法见GB/T 20688.1的6.4.1条。	×	√	足尺支座或缩尺模型A	基准剪应变应为设计剪应变
	压应力相关性	1 被测试支座分别在轴向压应力5MPa、10MPa、15MPa作用下，剪应变100%时的水平等效刚度、等效阻尼比，并计算与轴压10MPa时的相应比值； 2 可采用单、双剪试验装置，试验方法见GB/T 20688.1的6.4.2条。	×	√	足尺支座或缩尺模型A	基准压应力应为设计压应力或10MPa
	加载频率相关性	1 试验方法见JG/T118-2018中7.6条； 2 可采用单、双剪试验装置。	×	√	足尺支座或缩尺模型A	测定被试支座在设计压应力下，剪应变100%，加载频率0.02Hz、0.05Hz、0.1Hz、0.2Hz的水平等效刚度和等效阻尼比，并计算与0.2Hz的相应比值
	反复加载次数相关性	1 反复加载次数为50次； 2 可采用单、双剪试验装置，试验方法见GB/T 20688.1的6.4.4条。	×	√	足尺支座或缩尺模型A	基准反复加载次数应为第3次
	温度相关性	1 一般温度取值范围为-20℃~40℃，对于有特殊低温需求的温度范围可取-30℃~40℃； 2 可采用单、双剪试验装置，试验方法见GB/T20688.1的6.4.5条； 3 支座在设定温度下放置温控箱内不低于24小时，取出后30分钟内完成试验。	×	√	足尺支座或缩尺模型A	基准温度23℃

续表 6.5.1 支座剪切性能相关性试验项目和要求

性能	试验项目	试验方法和条件	出厂 检验	型式 检验	试件	合格判据或需要 测试的项目
剪切 性能 相关 性	大变形 相关性	1 测定被试支座在设计压应力作用 下，剪切变形100%时的水平等效刚 度、等效阻尼比； 2在 剪切变形250%试验8次后，重新 测定被试支座在设计压应力作用下， 剪应变形100%时的水平等效刚度、 等效阻尼比，比计算相应比值。	×	√	足尺支 座或缩 尺模型A	测试水平等效刚 度变化率、等效 阻尼比变化率

- 注：1 缩尺模型A：直径或边长尺寸 $\geq 500\text{mm}$ 。
2 标准试件：见GB/T20688.1的6.1节。对LRB，标准试件仅允许用于老化试验。
3 剪切型橡胶试件：见GB/T20688.1的5.8.3条。对LRB，剪切型橡胶试件仅允许用于
老化试验。
4 $\gamma_{\max}$ 表示最大剪应变。

6.6 压缩性能相关性

6.6.1 支座压缩性能相关性试验项目和要求应符合表 6.6.1 的规
定。

表 6.6.1 支座压缩性能相关性试验项目和要求

项目	试验 项目	试验方法和条件	出厂 检验	型式 检验	试件	合格判据或需要 测试的项目
压缩 性能 相关 性	剪应变 相关性	1 剪应变取值见GB/T 20688.1第6.4.6 条。 2 应符合GB/T20688.1第6.4.6的规 定。	×	√	足尺支 座或缩 尺模型A	基准剪应变为0
	压应力 相关性	1 压应力取值范围为 $\sigma_0 \pm 0.3\sigma_0$ ， $\sigma_0 \pm 0.5\sigma_0$ ， $\sigma_0 \pm 1\sigma_0$ ； 2 应符合GB/T 20688.1中6.4.7条的规 定。	×	√	足尺支 座或缩 尺模型A	基准压应力为 $\sigma_0 \pm 0.3\sigma_0$

注：缩尺模型A：直径或边长尺寸 $\geq 500\text{mm}$ 。

6.7 耐久性能要求

6.7.1 老化性能不应低于 60 年。老化性能试验方法和试验结果

应符合下列规定：

1 试验方法：首先测定被试支座的竖向刚度、水平刚度、水平等效阻尼比；然后将支座置于 80℃ 的恒温箱内 962h（40 天）或 100℃ 的恒温箱内 185h（相当于 20℃×60 年的等效温度和等效时间）取出，冷却至自然室温，重新测定支座的竖向刚度、水平等效刚度、水平等效阻尼比、水平极限变形能力；

2 老化性能变化率应满足表 6.3.4 的要求。

6.7.2 徐变性能应符合下列规定：

1 隔震橡胶支座徐变性能试验方式应与支座老化性能一致，且徐变性能不应低于 60 年；

2 试验方法：支座在设计压应力作用下，置于 80℃ 的恒温箱内 962h（40 天）或 100℃ 的恒温箱内 185h（相当于 20℃×60 年的等效温度和等效时间）后，取出测其徐变量。

6.7.3 疲劳性能应符合下列规定：

1 首先测定支座的竖向刚度、水平等效刚度、水平等效阻尼比；然后在设计压应力作用下，按剪应变 100%，加载频率不低于 0.02Hz 施加水平荷载 50 次，记录循环加载过程中水平加载力和位移的滞回曲线，仔细观察试验过程中试件应无龟裂或出现其他异常现象；最后测定支座的竖向刚度、水平等效刚度、水平等效阻尼比。竖向刚度变化率、水平等效刚度变化率、等效阻尼比变化率（LRB、HDR）满足性能要求，且 20 组滞回曲线与其平均曲线偏差在 ±15% 时，再按剪应变 100%，加载频率 0.15Hz 施加水平荷载 3 次，若滞回曲线无明显异常，则判断疲劳试验合格；

2 剪切位移和竖向压力的允许偏差为 ±5%；

3 加载波形可为正弦波或三角波。

6.7.4 支座耐久性能试验项目和要求应符合表 6.7.4 的规定。

表 6.7.4 支座耐久性能试验项目和要求

项目	试验项目		试验方法和条件	出厂检验	型式检验	试件
耐久性能	老化性能	竖向刚度	6.7.1	×	√	足尺支座、缩尺模型A、标准试件或剪切型橡胶试件。
		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	6.7.2	×	√	足尺支座、缩尺模型支座C。
	疲劳性能	竖向刚度	6.7.3	×	√	足尺支座、缩尺模型支座A。
		水平等效刚度		×	√	
		等效阻尼比		×	√	
		外观		×	√	

注：1 “√”一要进行试验；“Δ”一不选择进行试验；“×”一不进行试验。

2 缩尺模型A：直径或边长尺寸 $\geq 500\text{mm}$ ；缩尺模型B：直径或边长尺寸 $\geq 1000\text{mm}$ ；

缩尺模型C：直径或边长尺寸 $\geq 300\text{mm}$ 。

6.8 检验规则

6.8.1 型式检验应符合下列规定：

1 型式检验应包括支座外观质量和尺寸偏差检查、橡胶材料物理性能检测和支座力学性能试验。当设计有其他要求时，尚应进行相应的检验；

2 满足下列全部条件的，可采用以前相应的型式检验结果：

1) 支座用相同的材料配方和工艺方法制作；

2) 相应的外部 and 内部尺寸相差 10%以内；

3) 第二形状系数相差 ± 0.4 以内；

- 4) 第二形状系数 S_2 小于 5, 以前的极限性能和压应力相关性试验试件的 S_2 不大于本次试验试件的 S_2 ;
 - 5) 以前的试验条件更严格。
- 3 隔震橡胶支座产品有下列情况之一时, 应进行型式检验:
- 1) 新产品的试制、定型、鉴定;
 - 2) 当原料、结构、工艺等有较大改变, 有可能对产品质量影响较大时;
 - 3) 正常生产时, 每 4 年检验一次;
 - 4) 停产 1 年以上恢复生产时。

6.8.2 出厂检验应符合下列规定:

1 出厂检验由制造厂质检部门或独立的第三方检测机构检验, 应包括支座外观质量和尺寸偏差检查、支座力学性能试验。当设计有其他要求时, 尚应进行相应的检测;

2 建筑工程中使用的隔震橡胶支座出厂检验比例 100%。
每个隔震橡胶支座应进行出厂检验, 检验合格方准出厂;

3 支座外观质量和尺寸偏差检查应符合本标准 6.2 节的规定;

4 支座力学性能试验应进行的项目包括: 压缩性能、剪切性能。宜进行拉伸性能试验。

6.8.3 见证检验应符合下列规定:

1 见证检验应在工程监理单位或建设单位的见证下, 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检测机构进行检验;

2 见证检验应在监理单位见证下从项目的产品中随机抽取, 并做永久性标识。检测机构应对抽样样品先进行竖向压缩性能和

剪切性能检验，合格后进行水平极限性能检测和 0.55D 剪切性能检测。设计应力下水平极限剪应变不应小于 450%，用于水平极限性能和 0.55D 剪切性能检测的支座不得用于工程。当建筑设计对支座有抗拉要求时，则应进行拉伸性能的试验；

3 取样数量：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 个进行支座压缩性能和剪切性能试验。并从取样数量的每 3 个支座抽取 1 个支座，其中选取 1 个支座进行先进行 0.55D 剪切性能检验然后进行水平极限剪切性能试验，其余支座仅进行水平极限剪切性能试验。

7 施工、验收和维护

7.1 一般规定

7.1.1 施工现场应具有健全的质量管理体系、相应的施工技术标准、施工质量检验制度和综合施工质量水平评定考核制度。施工现场质量管理应符合现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 的有关规定。

7.1.2 隔震橡胶支座及其连接件进场时应进行进场验收，并按附录 E.0.1 和 E.0.2 进行记录。

7.1.3 隔震建筑施工前，施工单位应根据设计文件和施工组织设计的要求，编制专项施工方案并按规定进行报批。

7.1.4 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，并应符合下列规定：

1 分项工程应按支座安装、阻尼器安装、柔性连接安装、隔离缝等进行划分；

2 检验批可按楼层、结构缝或工段等进行划分；

3 材料进场检验，可按照进场批次、生产厂家、规格等划分检验批。

7.1.5 隔震建筑施工前，应由建设单位组织设计、施工和监理等单位对设计文件进行技术交底和图纸会审。施工单位应对施工作业人员进行技术交底和必要的实际操作培训。

7.1.6 隔震建筑施工前，应根据设计和施工规范要求及现场施工条件，确定施工工艺。首件样板工程应由有关各方确认后方可进行后续施工。

7.1.7 隔震工程施工过程中，应进行自检和交接检，前一工序经

检验合格后方可进行下一工序的施工。

7.1.8 隔震工程施工过程中，对隐蔽工程应按要求进行验收，并形成验收记录。对重要工序和关键部位应加强质量检查或进行测试，并应做出详细记录，同时宜留存图像资料。

7.1.9 隔震工程施工过程中，应对隔震橡胶支座采取临时保护或固定措施。

7.1.10 施工单位应保证施工资料真实、有效、完整和齐全。施工项目技术负责人应组织施工全过程的资料编制、收集、整理和审核，并应及时存档、备案。

7.1.11 隔震工程施工中的安全措施、劳动保护、防火要求等，应符合国家和行业现行有关规范的规定。

7.2 施 工

7.2.1 定位板、下连接件定位与固定应符合下列规定：

1 隔震橡胶支座下连接件安装前，应对连接件的位置进行测量定位，定位板上宜画出中心线；

2 下支墩（柱）钢筋绑扎过程中应确定连接套筒、锚筋或锚杆的位置，不应相互阻挡；

3 在下支墩（柱）定位板、连接件安装过程中，应对其轴线、标高和水平度进行精确的测量定位，连接套筒应紧贴定位板；

4 定位板、下连接件预埋就位后，应校核其标高、平面位置、水平度，并应符合本标准和设计要求；

5 定位板、下连接件应牢靠固定，并按附录 E.0.3 进行记录；

6 安装下支墩（柱）侧模，应用水准仪测定模板高度，并应在模板上弹出水平线。

7.2.2 下支墩（柱）混凝土浇筑应符合下列规定：

1 下支墩（柱）混凝土浇筑前，应对下支墩（柱）定位板、连接件进行隐蔽工程验收，并应复核标高、平面位置、水平度；

2 浇筑下支墩（柱）混凝土时，应加强施工管理，避免扰动定位板、连接件，确保定位板、连接件位置准确；

3 混凝土初凝前，应对定位板的平面位置、标高、水平度进行复测并记录，且不应发送移动和错位；

4 下支墩（柱）混凝土浇筑时，应采取必要措施保证定位板下混凝土密实；

5 下支墩（柱）浇筑采取灌浆料填充法时，除灌浆料和灌浆工艺应符合现行《水泥基灌浆材料应用技术规范》GB/T 50448和《水泥基灌浆材料》JC/T 986的规定外，应按下列规定进行施工：

- 1) 为使定位板底面与下支墩（柱）混凝土顶面密贴，以均匀传递荷载，宜在定位板与下支墩（柱）混凝土顶面之间留出 30~50mm 的空隙，并宜采用灌浆料填充；
- 2) 灌浆材料宜选用流动性好的高强微膨胀灌浆料，强度等级宜比下支墩（柱）原设计强度等级提高一级；
- 3) 正式灌浆前宜进行填充性确认试验，并对试验结果进行评估，根据试验结果确定灌浆工艺，编写灌浆施工方案。

6 下支墩（柱）浇筑采取混凝土浇筑法时应按下列规定进行施工：

- 1) 下支墩混凝土浇筑时宜使混凝土溢出定位板浇筑孔和排气孔 5mm~10mm，混凝土初凝后、终凝前取出定位板。取板前应将高出下支墩（柱）顶设计标高的多余混凝土铲出，并在混凝土终凝前采用原浆对下支墩（柱）

顶混凝土表面进行抹面处理，确保混凝土完成面密实、平整、光滑；

- 2) 用大流动性混凝土进行浇筑时，应保证定位板下不出现集中空隙，且填充率达到 90%（空隙总面积与定位板面积之比）以上，浇筑前宜先开展填充性确认试验。大流动性混凝土的浇筑高度不宜超过 500mm，否则宜采用灌浆料填充法。

7.2.3 隔震橡胶支座安装应按下列规定进行施工：

1 隔震橡胶支座安装时，下支墩（柱）混凝土强度不应低于设计强度的 75%；

2 隔震橡胶支座安装前，下支墩（柱）顶面应清理干净，并测量其顶面水平度、中心标高、平面中心位置，偏差应符合表 7.2.3 的要求；

3 安装前应对支座进行检查，确保连接板漆面完整。隔震橡胶支座就位后，应对称拧紧连接螺栓。隔震子分部工程验收前，应对螺栓进行逐个检查，避免出现松动；

4 支座吊装过程中，应注意保护隔震橡胶支座；

5 支座安装完成后，应检查支座平面中心位置、顶面中心标高、顶面水平度，其偏差应符合表 7.2.3 的规定；

表 7.2.3 支座安装位置的允许偏差和检验方法

检查项目		与设计偏差	检验方法
支座中心标高和多支座顶面高差		不应大于±5mm	用水准仪、钢尺测量
支座中心平面位置		不应大于±5mm	用全站仪、钢尺测量
水平度	支墩（柱）顶面	不宜大于3‰	用水准仪、千分塞尺测量
	支座（柱）顶面	不宜大于8‰	用水准仪、千分塞尺测量

6 隔震橡胶支座安装完成，应进行分项工程验收，合格后

方可进入下一道工序。

7.2.4 上部结构施工应符合下列规定：

1 支座上连接板安装后，将连接套筒、锚筋或锚杆就位，应校准其位置、标高等，并按附录 E.0.4 和 E.0.5 进行记录。上连接件与隔震橡胶支座固定后方可进行上部结构施工；

2 上部结构施工过程中，应采取有效措施以保护隔震橡胶支座。模板拆除后，应对连接板破损漆面进行修补；

3 对单层面积较大或长度超过 100m 的支座相邻上部混凝土结构、大跨度的钢结构或设计有特殊要求的，应制定专项施工方案，不应产生过大的温度变形和混凝土干缩变形；

4 当支座相邻上部结构为钢结构和钢骨结构时，应对全部支座采取临时固定措施；

5 因混凝土收缩应力和温度应力引起的支座上下连接板水平相对位移不应超过表 7.2.4 的规定；

表 7.2.4 隔震橡胶支座上下连接板水平相对位移限值

D、a和b （mm）	水平相对位移不应超过（mm）
300、400	20
500、600	30
700、800	40
900、1000	50
1100~1300	55
1400~1600	65

注：D 为圆形支座有效直径；a 为正方形支座内部橡胶的边长，或矩形支座内部橡胶的长边长度；b 为矩形支座内部橡胶的短边长度。

7.2.5 隔震构造措施隔震层构配件及隔离缝施工应符合设计要求。

7.2.6 建筑隔震工程施工工作流程可参照图 7.2.6 执行。

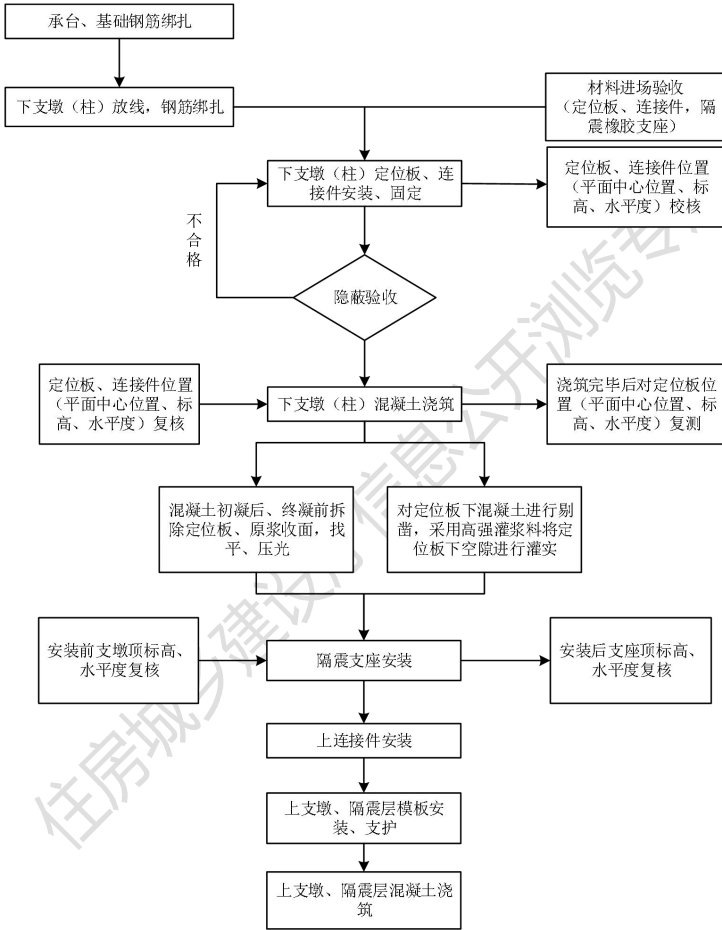


图 7.2.6 建筑隔震工程施工流程

7.3 验 收

7.3.1 隔震橡胶支座进场验收应包括出厂合格证明文件检查、出厂检验报告检查、外观尺寸检查和见证检验报告检查。当设计有其他要求时，尚应进行相应的检验。

7.3.2 隔震橡胶支座和连接件进场应提供下列质量证明文件：

1 隔震橡胶支座所用钢板、螺栓、橡胶、铅锭、胶黏剂等原材料质量证明文件，橡胶检验报告；

2 隔震橡胶支座生产厂家生产及服务能力证明材料；

3 项目所用相关型号隔震橡胶支座型式检验报告；

4 项目全部规格隔震柔性连接管道压力试验报告、气密性检查报告和型式检验报告；

5 连接件所用钢板、钢筋、套筒、螺栓等质量证明文件，锚筋套筒连接第三方机械连接性能检验报告；

6 隔震橡胶支座进场时，应提供产品合格证、隔震橡胶支座外观质量及尺寸偏差出厂检验报告、隔震橡胶支座力学性能出厂检验报告；

7 其他必要证明文件。

7.3.3 隔震橡胶支座的种类、规格和数量应符合现行行业标准《建筑隔震橡胶支座》JG/T 118 的规定及设计要求。

7.3.4 隔震橡胶支座的外观质量和尺寸偏差应符合本标准 6.2 节，支座连接件尺寸偏差应满足表 7.3.4 的规定，连接套筒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/T-163 的有关规定。

表 7.3.4 支座连接件尺寸允许偏差 (mm)

连接板平面 尺寸	直径或边长 ≤ 1000	板厚 ≤ 30	± 2.00
		板厚 > 30	± 2.50
	直径或边长 $1000 \sim 2500$	板厚 ≤ 30	± 2.50
		板厚 > 30	± 3.00
连接板厚度	直径或边长 ≤ 1500	板厚 $15 \sim 25$	± 0.65
		板厚 $25 \sim 40$	± 0.70
		板厚 $40 \sim 60$	± 0.80
		板厚 $60 \sim 100$	± 0.90
	直径或边长 $1500 \sim 2500$	板厚 $15 \sim 25$	± 0.75
		板厚 $25 \sim 40$	± 0.80
		板厚 $40 \sim 60$	± 0.90
		板厚 $60 \sim 100$	± 1.10
连接板螺栓 孔位置	直径或边长 $400 \sim 1000$		± 0.80
	直径或边长 $1000 \sim 2500$		± 1.20

7.3.5 隔震橡胶支座在运输、贮存过程中如遭遇可能影响支座性能的情况时，应再次进行检验。

7.3.6 隔震橡胶支座应进行见证检验，且应符合下列规定：

- 1 试样抽取后应进行唯一性标识，标识字迹应清晰、附着牢固。试样经妥善封存后应及时送到具备相应资质的检测单位进行检验；
- 2 用于水平极限变形能力检验的隔震橡胶支座不得用于工程；
- 3 见证检验应包括基本力学性能检验和水平极限变形能力

检验。见证检验除应符合相关现行标准外，尚应符合下列规定：

- 1) 隔震橡胶支座的基本力学性能包括竖向压缩性能和水平剪切性能；
- 2) 水平极限变形能力：设计压应力下水平极限剪应变不小于 450%；
- 3) 取样数量：同一生产厂家、同一类型、同一规格的产品，应取总数量的 2%且不少于 3 个进行支座竖向压缩性能和水平剪切性能试验。并从取样数量的每 3 个支座抽取 1 个，其中选取 1 个支座进行先进行 0.55D 剪切性能检验然后进行水平极限剪切性能试验，其余支座仅进行水平极限剪切性能试验。

4 隔震橡胶支座的基本力学性能检验合格后，应进行水平极限变形能力检验；

5 当水平极限变形能力不合格时，应对水平极限变形能力按照见证检验要求加倍抽样，检验仍不合格，则判定该批次隔震橡胶支座不合格，不应在工程中使用；

6 当见证检验试样基本力学性能不合格时，应按下列规定重新检验：

- 1) 在同批次隔震橡胶支座中按照见证检验要求加倍抽样；
- 2) 基本力学性能检验合格后，进行水平极限变形能力检验，水平极限变形能力检验按照加倍抽样前的数量进行；
- 3) 当支座基本力学性能不合格时，不再进行水平极限变形能力检验，该批次隔震橡胶支座判定为不合格，不应在工程中使用；
- 4) 当水平极限变形能力不合格时，应在已加倍抽样的试样中每 3 个取 1 个进行水平极限变形能力检验。检验仍不合格，则该批次隔震橡胶支座判定为不合格，不应在

工程中使用。

7.3.7 隔震橡胶支座产品质量应符合下列规定：

1 主控项目中隔震橡胶支座的种类、规格、数量和性能应符合本标准要求。抽检数量和检验方法应满足下列规定：

- 1) 抽检数量：全数检查；
- 2) 检验方法：检查隔震橡胶支座制造厂合法性证明文件、隔震橡胶支座型式检验报告、出厂检验报告、出厂合格证及见证检验报告。当设计另有规定时，尚应检查相应的检测报告。

2 一般项目应符合下列规定：

- 1) 隔震橡胶支座外观质量应符合表 6.2.1 的规定。抽检数量：全数检查。检验方法：观察检查；
- 2) 隔震橡胶支座及连接件尺寸偏差应符合本标准 6.2 节和表 7.3.4 的规定。抽检数量：全数检查。检验方法：尺量检查；
- 3) 连接套筒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/T-163 的有关规定。抽检数量：全数检查。检验方法：观察、尺量检查。

7.3.8 隔震橡胶支座安装质量应符合下列规定：

1 主控项目应符合下列规定：

- 1) 隔震橡胶支座种类、规格、数量和安装位置应符合设计要求。抽检数量：全数检查。检验方法：观察，检查施工记录；
- 2) 定位板、下支墩、隔震橡胶支座顶面的水平度，连接螺栓处、下支墩顶面中心、隔震橡胶支座顶面中心的标高均应符合设计规定。抽检数量：全数检查。检验方法：实测检查和检查隐蔽工程验收记录。

2 一般项目应符合下列规定：

- 1) 连接件、下支墩、隔震橡胶支座平面中心位置应符合设计规定。抽检数量：全数检查。检验方法：实测检查和检查隐蔽工程验收记录；
- 2) 连接板漆面完整性和橡胶保护胶完整性应符合设计规定。抽检数量：全数检查。检验方法：实测检查、检查测量记录和隐蔽工程验收记录。

7.3.9 隔震层构配件及隔离缝施工质量应符合下列规定：

1 配管、配线在穿越隔离缝处的构造应符合设计要求。设计无要求时，隔离缝处可采用挠曲或柔性接头等构造措施，使管线、线槽在隔离缝处的自由错动量不应小于相关规范要求。抽检数量和检验方法应符合下列规定：

- 1) 抽检数量：全数检查；
- 2) 检验方法：实测检查、检查测量记录和隐蔽工程验收记录。

2 当利用构件钢筋作避雷引下线时，在隔离缝处应采用柔性导线连接，并应对该处的隔震橡胶支座进行专门的防火处理。抽检数量和检验方法应符合下列规定：

- 1) 抽检数量：全数检查；
- 2) 检验方法：实测检查、检查测量记录和隐蔽工程验收记录。

3 有毒、有害、易燃、易爆等介质管道穿越隔离缝的构造，应严格按设计要求进行施工。抽检数量和检验方法应符合下列规定：

- 1) 抽检数量：全数检验；
- 2) 检验方法：观察和实测检查。

4 穿过隔震层的竖向通道，包括楼梯、电梯、管井等在隔

离缝处的构造应符合设计要求。抽检数量和检验方法应符合下列规定：

- 1) 抽检数量：全数检验；
- 2) 检验方法：观察和实测检查。

5 当门厅入口、室外踏步、室内楼梯节点、地下室坡道、车道入口、楼梯扶手等与隔离缝相邻时，其构造应符合设计要求。抽检数量和检验方法应符合下列规定：

- 1) 抽检数量：全数检验；
- 2) 检验方法：观察和实测检查。

6 水平隔离缝、竖向隔离缝的封闭处理应符合设计要求。抽检数量和检验方法应符合下列规定：

- 1) 抽检数量：全数检验；
- 2) 检验方法：观察和实测检查。

7 隔震层构（配）件安装及隔离缝施工检查记录可按本标准附录 E.0.6 执行。

7.3.10 观感质量应由验收人员通过现场检查确认。观感质量应符合下列规定：

1 隔震橡胶支座不应出现破损、锈蚀及超出本标准允许的侧向不均匀变形，且不应出现较大水平位移；

2 隔震橡胶支座表面出现破损，在不影响使用性能时，应及时修复。当影响到使用性能时，应及时更换。

7.3.11 隔震子分部工程验收除应符合国家和河北省现行有关验收规范规定外，尚应提交下列文件：

- 1 隔震橡胶支座及连接件供货企业的合法性证明；
- 2 隔震橡胶支座及连接件出厂合格证书；
- 3 隔震层子分部工程施工验收记录；
- 4 隐蔽工程验收记录；

- 5 隔震橡胶支座及其连接件的施工安装记录；
- 6 提供带支座编号的安装平面布置竣工图；
- 7 隔震结构施工全过程中隔震橡胶支座竖向压缩变形、上下连接板水平位移差、隔震橡胶支座不均匀变形观测记录；
- 8 含上部结构与周围固定物脱开距离的检查记录；
- 9 其他相关文件和记录。

7.4 维 护

7.4.1 隔震层应设置进入检查口，进入检查口的尺寸应便于人员进入，且满足运输隔震橡胶支座、连接部件及其它施工器械的要求。

7.4.2 隔震层应留有便于观测和维修更换隔震橡胶支座的空间，宜设置必要的照明，通风等设施。

7.4.3 隔震建筑应设置标识，标识内容应包括隔震装置（含隔震橡胶支座、阻尼器或其他装置）及隔离缝（隔离沟）的检查和维修要求。

7.4.4 隔震建筑维护应符合下列规定：

- 1 隔震建筑工程竣工，应提交由支座和阻尼器生产厂家、设计等单位编写的维护使用手册。隔震建筑管理人员应编写维护管理计划书；

- 2 制造厂应在产品说明书中明确隔震橡胶支座的特点及使用过程中的维护规定；

- 3 隔震建筑的检查包括常规检查、定期检查和应急检查三类；

- 4 隔震建筑工程除对建筑常规维护项目进行检验、检查外，

还应应对隔震建筑特有的项目进行检验、检查。检查项目包括隔震橡胶支座、隔离缝、柔性连接；

5 常规检查宜由隔震建筑使用方或管理方人员进行检查，应每年进行一次，检查方式可采用观察方式；

6 定期检查宜由专门技术人员进行检查，宜在竣工后的第3年、5年、10年，10年以后每10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。定期检查项目见表 7.4.4。

表 7.4.4 定期检查项目

		检查项目		检查方法	管理目标
隔震层、建筑物外围	建筑物	周边环境	确保净空间距	目测、确认	移动范围内无障碍物
	隔震构件管线	周边状况	障碍物	目测、确认	移动范围内无障碍物
			可燃物	目测、确认	无可燃物
			排水条件	目测、确认	排水状况良好
			液体泄漏	目测	无异常
隔震构件	隔震橡胶支座	橡胶保护层外观	变色	目测	无异常、无异物
			损伤	目测	无损伤
		钢材部位状况	锈蚀	目测	无浮锈、无锈迹
			安装部位	目测	螺栓、铆钉无松动
设备管线柔性连接	设备管线	柔性连接	渗漏、更换	确认	不增加、更换
	电气线路	变形吸收部位	增加、更换	确认	不增加、更换

7 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。

7.4.5 隔震建筑应设置标识，并应标明其功能的特殊性、使用和维护的注意事项。

7.4.6 隔震建筑的标识内容和设置范围应符合下列规定：

1 隔震建筑标识应能描述其特殊性，并能提醒相关人员对隔震橡胶支座及隔震构造的维护，确保在地震时不影响隔震功能的发挥；

2 隔震建筑的标识应醒目、简单明了，宜设置在地震时会发生相对位移且有人员活动的位置；

3 门厅入口处应标明此为隔震建筑，简单阐述隔震原理、注意事项，同时给出主要建筑结构平面图、剖面图、隔震层布置图、隔离缝布置图及隔震产品介绍；

4 水平隔离缝处应标明此为上部结构与下部结构完全分开的水平缝；

5 竖向隔离缝处应标明此为地震时建筑物的移动空间，并应在其范围内设置标线或警示线；

6 隔震建筑标识的设置尚应符合现行相关规范、标准、规程的规定。

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 四个等级（表 A.0.1），结构抗震性能分为 1、2、3、4、5、6 六个水准（表 A.0.2），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 抗震性能目标表

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

A.0.2 结构抗震性能水准可按下表 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

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

续表 A.0.2 各性能水准结构预期的震后性能状态

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	
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可按下列规定进行设计：

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：

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

式中： R —— 构件承载力设计值；

γ_{RE} —— 承载力抗震调整系数；

S_{GE} —— 重力荷载代表值的效应；

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》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；

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》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；

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》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（A.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（A.0.3-1）的规定，其正截面承载力应符合式（A.0.3-2）、（A.0.3-3）的规定；普通水平构件的受剪承载力应符合式（A.0.3-2）的规定，其正截面承载力应符合式（A.0.3-4）的规定：

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

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

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

式中： R_k —— 构件承载力标准值，按材料强度标准值计算；

R_k^* —— 构件承载力标准值，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式（A.0.3-1）的规定，其正截面承载力应符合式（A.0.3-2）、（A.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式（A.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要求。

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式（A.0.3-2）、（A.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式（A.0.3-2）、（A.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要求。

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式（A.0.3-2）、（A.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（A.0.3-5）的规定，钢-混凝土组合抗震墙的受剪截面应符合式（A.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要求。

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

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

式中： 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，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；

f_{spk} —— 抗震墙墙内钢板的强度标准值；

f_{ak} —— 抗震墙端部暗柱中型钢的强度标准值；

A_a —— 抗震墙端部暗柱中型钢的截面面积；

A_{sp} —— 抗震墙墙内钢板的横截面面积。

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要求。

附录 B 连接设计

B.0.1 隔震橡胶支座水平变形后，常规隔震支墩及连接部位的附加弯矩应按下列公式计算：

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

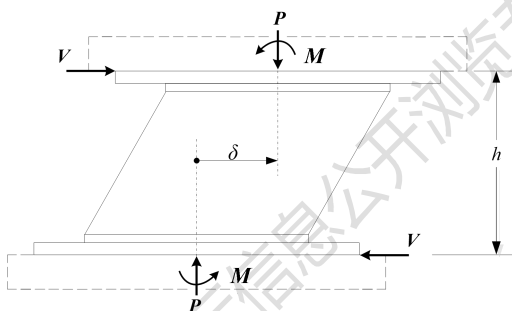


图 B.0.1 隔震支墩及连接部位变形

式中： 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；

V —— 支座所受水平剪力；

h —— 支座的总高度（含连接板）。

B.0.2 隔震支墩混凝土局部受压最大压应力应按下列公式计算：

$$\sigma_c = P \left[\frac{4(1 - \cos \theta)}{\sin \theta (2 + \cos^2 \theta) - \theta \cos \theta - n P_g \pi \cos \theta} \right] \leq 1.35 \beta_c \beta_l f_{ck} \quad (\text{B.0.2})$$

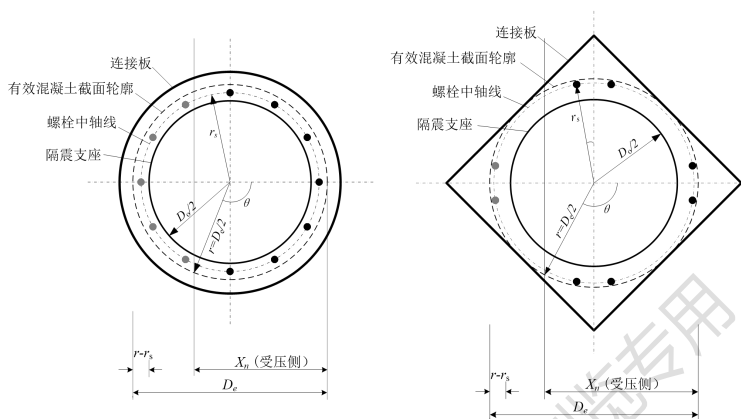


图 B.0.2 隔震支墩有效混凝土柱截面应力分布

式中： σ_c —— 隔震支墩混凝土局部受压最大压应力值；

θ —— 支墩混凝土受压区对应的圆心角的一半，

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

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， $P_g = \frac{A_s}{\pi D_e^2 / 4}$ ；

D_e —— 上下支墩有效混凝土柱截面直径， $D_e = D_o + 4t_f$ ， D_o 为隔震橡胶支座有效直径， t_f 为连接板厚度；

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_1 —— 混凝土局部受压时的强度提高系数，取 $\sqrt{\frac{A_b}{A}}$ 和

1.6 二者的较小值，其中 A_1 表示支墩截面面积，

A_b 表示局部受压面积 $A_b = \pi r^2$;

f_{ck} —— 支墩混凝土轴心抗压强度标准值;

X_n —— 中性轴位置, $X_n = \left(0.5 + \frac{1 + 2nP_g \left(\frac{r_s}{r} \right)^2}{16(1 + nP_g) \frac{\delta}{D_e}} \right) D_e$;

r_s —— 螺栓布置的半径;

r —— 上下支墩有效混凝土柱截面半径, $r = D_e / 2$ 。

B.0.3 隔震橡胶支座连接螺栓强度验算应符合下列规定:

$$\left(\frac{F_B}{A_b f_{yt}^b} \right)^2 + \left(\frac{V}{n_b A_b f_v^b} \right)^2 \leq 1 \quad (\text{B.0.3-1})$$

$$F_B = \frac{M_r L_{\max}}{\sum L_i^2} + \frac{F_u}{n_b} \quad (\text{B.0.3-2})$$

式中: F_B —— 螺栓拉力;

A_b —— 单个螺栓截面积;

f_{yt}^b —— 螺栓抗拉设计强度;

n —— 螺栓数量;

f_v^b —— 螺栓抗剪设计强度;

M_r —— 支座水平剪力产生的附加弯矩, $M_r = \frac{Vh}{2}$;

$L_{\max}$ —— 螺栓到中性轴的最大距离;

L_i —— 螺栓到中性轴的距离, 其中中性轴距离隔震橡胶
支座中心为 $\frac{\delta}{2}$;

F_u —— 支座提离力。

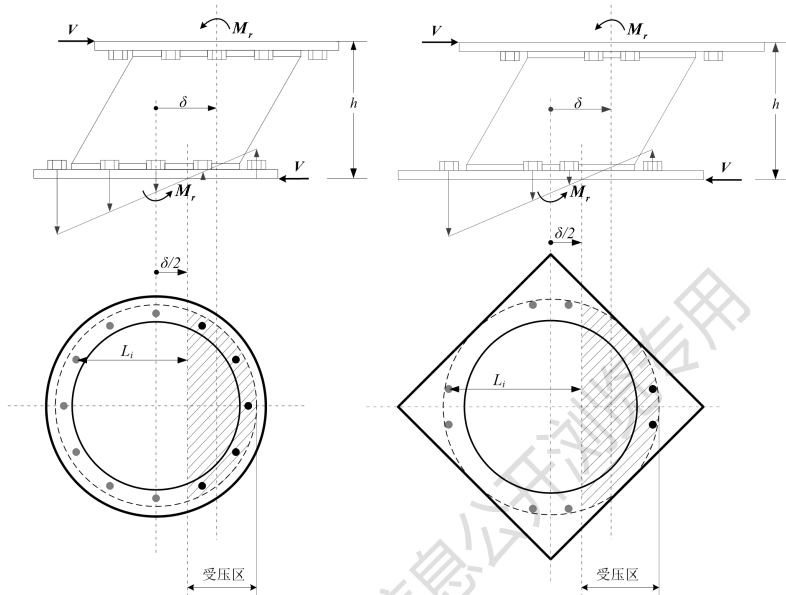


图 B.0.3 连接螺栓受力简图

B.0.4 隔震橡胶支座预埋件设计应符合下列规定：

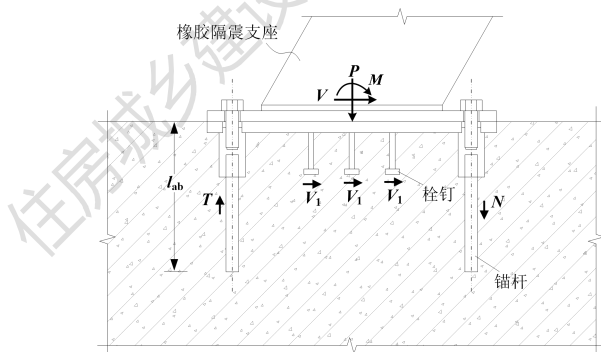


图 B.0.4 预埋件受力情况

1 与连接螺栓相连锚筋强度验算，应符合下列规定：

$$\sigma_B = \frac{F_B}{A_{ab}} \leq f_{yt}^{ab} \quad (\text{B.0.4-1})$$

式中： σ_B —— 与连接螺栓相连锚筋的受拉应力；

A_{ab} —— 单个锚筋截面积；

f_{yt}^{ab} —— 锚筋抗拉设计强度。

2 与连接螺栓相连锚筋的锚固长度可按下列公式计算：

$$l_{ab} \geq \alpha \frac{\sigma_B}{f_t} d_{ab}, \text{ 且不小于 } 250\text{mm} \quad (\text{B.0.4-1})$$

式中： l_{ab} —— 与螺栓相连锚筋的锚固长度；

α —— 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；

d_{ab} —— 锚筋直径。

3 预埋板中部栓钉受剪承载力设计值可按下列公式计算：

$$V_1 = \frac{V}{n_{st}} \leq N_v^{st} = 0.43 A_{st} \text{ 且 } V_1 \leq 0.7 A_{st} \gamma_c f_{st} \quad (\text{B.0.4-2})$$

式中： V_1 —— 单根栓钉所承受的剪力；

n_{st} —— 栓钉数量；

N_v^{st} —— 单根栓钉受剪承载力设计值；

A_{st} —— 单根栓钉截面积；

d_{ab} —— 锚筋直径。

E_c —— 混凝土的弹性模量；

f_c —— 混凝土轴心抗压强度设计值；

γ —— 栓钉材料抗拉强度最小值与屈服强度之比；

f_{st} —— 栓钉抗拉强度设计值；当栓钉材料性能等级为 4.6 级时， $f_{st}=215\text{ N/mm}^2$ ， $\gamma=1.67$ 。

住房和城乡建设厅信息公开浏览专用

附录 C 力学模型

C.0.1 天然橡胶隔震橡胶支座力学模型（图 C.0.1），水平刚度设计值可按式进行计算（环境温度为 23℃）：

$$K_r = G_r \frac{A_r}{t_r} \quad (\text{C.0.1-1})$$

式中： K_r —— 天然橡胶隔震橡胶支座水平刚度设计值；

G_r —— 橡胶剪切模量；

A_r —— 天然橡胶横截面面积（不含橡胶层中间开孔面积）；

t_r —— 橡胶层总厚度。

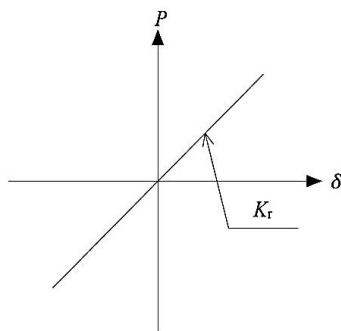


图 C.0.1 天然橡胶支座力学模型

考虑温度修正的天然橡胶支座水平刚度设计值可按式进行调整：

$$K_r(t) = K_r(t_0) \exp(\alpha_{tk}(t - t_0)) \quad (\text{C.0.1-2})$$

式中： t_0 —— 修正前温度；

t —— 修正后温度；

α_{tk} —— 温度修正系数，由支座相关性试验确定。

C.0.2 铅芯橡胶支座滞回模型（图 C.0.2），其主要力学性能参数设计值应按下列规定计算：

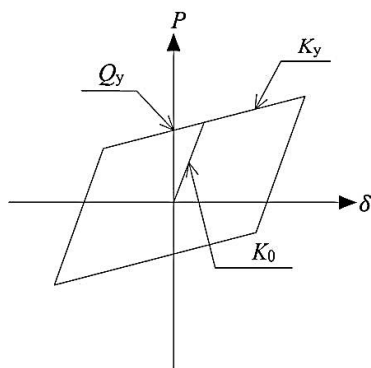


图 C.0.2 铅芯橡胶支座力学模型

1 环境温度为 23°C 时的屈服后水平刚度设计值可按下式确定：

$$K_y = C_{Ky} (K_r + K_p) \quad (\text{C.0.2-1})$$

$$K_p = G_p \frac{A_p}{t_r} \quad (\text{C.0.2-2})$$

式中： K_y —— 铅芯橡胶支座屈服后水平刚度设计值；

K_p —— 由铅芯部分提供的水平刚度；

A_p —— 铅芯横截面积；

G_p —— 铅芯剪切模量；

C_{Ky} —— 屈服后水平刚度调整系数，可由支座试验确定。

考虑温度修正的铅芯橡胶支座屈服后水平刚度设计值可按公式 (C.0.1-2) 进行调整。

2 环境温度为 23°C 时的水平屈服剪力设计值可按下式确定：

$$Q_y = C_{Qy} \sigma_p A_p \quad (\text{C.0.2-3})$$

式中： Q_y —— 铅芯橡胶支座水平屈服剪力设计值；

σ_p —— 铅芯剪切屈服应力；

C_{Qy} —— 水平屈服剪力调整系数，可由支座试验确定。

考虑温度修正的铅芯橡胶支座水平屈服剪力设计值可按下式进行调整：

$$Q_y(t) = Q_y(t_0) \exp(\alpha_{tQ}(t - t_0)) \quad (\text{C.0.2-4})$$

式中： α_{tQ} —— 温度修正系数，由支座相关性试验确定。

3 屈服前水平刚度设计值可按下式确定：

$$K_0 = \alpha K_y \quad (\text{C.0.2-5})$$

式中： K_0 —— 铅芯橡胶支座屈服前水平刚度设计值；

α —— 屈服前水平刚度设计值与屈服后水平刚度设计值之比值。

4 铅芯橡胶支座等效水平刚度和等效阻尼比可按下式确定：

$$K_{eq} = \frac{Q_y}{\gamma_h t_r} + K_y \quad (\text{C.0.2-6})$$

$$\zeta_{eq} = \frac{2}{\pi} \frac{Q_y [\gamma_h t_r - \frac{Q_y}{(\beta - 1) K_y}]}{K_{eq} (\gamma_h t_r)^2} \quad (C.0.2-7)$$

式中： K_{eq} —— 铅芯橡胶支座等效水平刚度；

ζ_{eq} —— 铅芯橡胶支座等效阻尼比；

γ_h —— 天然橡胶支座水平剪切应变，其数值为天然橡胶支座水平位移与橡胶层总厚度之比值。

附录 D 标准化规格型号及性能参数

表 D.0.1 天然橡胶支座规格型号及性能参数表 ($S_2=5$, $G=0.392\text{MPa}$)

规格型号	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_h (100%) / (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 D.0.2 天然橡胶支座规格型号及性能参数表 ($S_2=5.45$, $G=0.392\text{MPa}$)

规格型号	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_h (100%) / (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 D.0.3 天然橡胶支座规格型号及性能参数表 ($S_2=5$, $G=0.49\text{MPa}$)

规格型号	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_h (100%) / (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 D.0.4 天然橡胶支座规格型号及性能参数表 ($S_2=5.45$, $G=0.49\text{MPa}$)

规格型号	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_h (100%) / (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 D.0.5 天然橡胶支座规格型号及性能参数表 ($S_2=5$, $G=0.60\text{MPa}$)

规格型号	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)	8900	7500	6300	5300	4800	4600	4100	3400	2900	2400	2050	1750	1350
水平等效刚度 K_h (100%) / (kN/mm)	3.52	3.29	3.05	2.81	2.58	2.30	2.07	1.84	1.61	1.35	1.12	0.89	0.69
橡胶层总厚度 /mm	300	280	260	240	220	204	184	163	143	122	102	82	61

表 D.0.6 天然橡胶支座规格型号及性能参数表 ($S_2=5.45$, $G=0.60\text{MPa}$)

规格型号	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	5900	5000	4500	4300	3600	3000	2700	2300	2000	1600	1300
水平等效刚度 K_h (100%) / (kN/mm)	3.83	3.58	3.32	3.07	2.81	2.55	2.31	2.03	1.78	1.50	1.25	1.01	0.75
橡胶层总厚度 /mm	276	257	239	220	202	184	165	148	129	110	92	73	56

表 D.0.7 天然橡胶支座规格型号及性能参数表 ($S_2=7.25$, $G=0.34\text{MPa}$)

规格型号	LNR1500	LNR1400	LNR1300	LNR1200	LNR1100	LNR1000	LNR900	LNR800	LNR700	LNR600
有效直径 D/mm	1500	1400	1300	1200	1100	1000	900	800	700	600
竖向刚度 K_v / (kN/mm)	9100	8000	6900	5900	5000	4200	3700	3100	2800	2500
水平等效刚度 K_h (100%) / (kN/mm)	2.91	2.71	2.51	2.31	2.12	1.93	1.74	1.55	1.35	1.15
橡胶层总厚度 /mm	206	192.5	179	165.5	151.5	137.5	124	110	96.5	83

表 D.0.8 天然橡胶支座规格型号及性能参数表 ($S_2=7.25$, $G=0.392\text{MPa}$)

规格型号	LNR1500	LNR1400	LNR1300	LNR1200	LNR1100	LNR1000	LNR900	LNR800	LNR700	LNR600
有效直径 D/mm	1500	1400	1300	1200	1100	1000	900	800	700	600
竖向刚度 K_v / (kN/mm)	9200	8100	7000	6000	5100	4300	3800	3200	2900	2600
水平等效刚度 K_h (100%) / (kN/mm)	3.35	3.12	2.89	2.67	2.45	2.23	2.01	1.79	1.56	1.33
橡胶层总厚度 /mm	206	192.5	179	165.5	151.5	137.5	124	110	96.5	83

表 D.0.9 天然橡胶支座规格型号及性能参数表 ($S_2=7.25$, $G=0.49\text{MPa}$)

规格型号	LNR1500	LNR1400	LNR1300	LNR1200	LNR1100	LNR1000	LNR900	LNR800	LNR700	LNR600
有效直径 D/mm	1500	1400	1300	1200	1100	1000	900	800	700	600
竖向刚度 K_v /(kN/mm)	9400	8300	7200	6200	5300	4500	4000	3400	3100	2800
水平等效刚度 K_h (100%) / (kN/mm)	4.19	3.90	3.62	3.33	3.06	2.78	2.51	2.23	1.95	1.66
橡胶层总厚度 /mm	206	192.5	179	165.5	151.5	137.5	124	110	96.5	83

表 D.0.10 铅芯橡胶支座规格型号及性能参数表 ($S_2=5$, $G=0.392\text{MPa}$)

规格型号	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_h (100%) / (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 ζ_{eq} (100%)	23	24	24	23	23	23	22	23	24	23	22	22	21
屈服前刚度 K_1 / (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 D.0.11 铅芯橡胶支座规格型号及性能参数表 ($S_2=5.45$, $G=0.392\text{MPa}$)

规格型号	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_h (100%) / (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 ζ_{eq} (100%)	23	24	24	23	23	23	22	23	24	23	22	22	21
屈服前刚度 K_1 /(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 D.0.12 铅芯橡胶支座规格型号及性能参数表 ($S_2=5$, $G=0.49\text{MPa}$)

规格型号	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_h (100%) / (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 ζ_{eq} (100%)	23	24	24	23	23	23	22	23	24	23	22	22	21
屈服前刚度 K_1 /(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 D.0.13 铅芯橡胶支座规格型号及性能参数表 ($S_2=5.45$, $G=0.49\text{MPa}$)

规格型号	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_h (100%) / (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 ζ_{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 D.0.14 铅芯橡胶支座规格型号及性能参数表 ($S_2=5$, $G=0.60\text{MPa}$)

规格型号	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)	9200	7800	6600	5600	5100	4900	4400	3800	3300	2700	2350	2000	1600
水平等效刚度 K_h (100%) / (kN/mm)	4.83	4.68	4.30	3.79	3.54	3.23	2.78	2.45	2.20	1.87	1.52	1.22	0.95
等效阻尼比 ζ_{eq} (100%)	23	24	24	23	23	23	22	23	24	23	22	22	21
屈服前刚度 K_1 /(kN/mm)	44.54	41.38	38.44	35.72	32.67	29.04	26.21	23.41	20.36	17.57	14.62	11.63	8.97
屈服后刚度 K_d /(kN/mm)	3.43	3.18	2.96	2.75	2.51	2.23	2.02	1.80	1.57	1.35	1.12	0.89	0.69
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 D.0.15 铅芯橡胶支座规格型号及性能参数表 ($S_2=5.45$, $G=0.60\text{MPa}$)

规格型号	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	3900	3300	3000	2600	2200	1700	1450
水平等效刚度 K_h (100%) / (kN/mm)	5.25	5.10	4.96	4.13	3.86	3.58	3.10	2.70	2.44	2.07	1.68	1.37	1.03
等效阻尼比 ζ_{eq} (100%)	23	24	24	23	23	23	22	23	24	23	22	22	21
屈服前刚度 K_1 / (kN/mm)	48.42	45.09	45.43	38.96	35.58	32.20	29.22	25.78	22.57	19.48	16.21	13.07	9.77
屈服后刚度 K_d / (kN/mm)	3.72	3.47	3.49	3.00	2.74	2.48	2.25	1.98	1.74	1.50	1.25	1.01	0.75
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 D.0.16 铅芯橡胶支座规格型号及性能参数表 ($S_2=7.25$, $G=0.34\text{MPa}$)

规格型号	LRB1500	LRB1400	LRB1300	LRB1200	LRB1100	LRB1000	LRB900	LRB800	LRB700	LRB600
有效直径D/mm	1500	1400	1300	1200	1100	1000	900	800	700	600
竖向刚度 K_v / (kN/mm)	9400	8300	7200	6200	5300	4500	4000	3400	3200	2900
水平等效刚度 K_h (100%) / (kN/mm)	4.87	4.81	4.39	3.77	3.57	3.35	2.83	2.48	2.25	1.86
等效阻尼比 ζ_{eq} (100%)	23	24	24	23	23	23	22	23	24	23
屈服前刚度 K_1 / (kN/mm)	36.76	34.11	31.64	29.35	26.89	24.42	22.04	19.65	17.10	14.46
屈服后刚度 K_d / (kN/mm)	2.83	2.62	2.43	2.26	2.07	1.88	1.70	1.51	1.32	1.11
屈服力 Q_d /kN	420	420	350	250	227	203	141	106	90	63
橡胶层总厚度 /mm	206	192.5	179	165.5	151.5	137.5	124	110	96.5	84

表 D.0.17 铅芯橡胶支座规格型号及性能参数表 ($S_2=7.25$, $G=0.392\text{MPa}$)

规格型号	LRB1500	LRB1400	LRB1300	LRB1200	LRB1100	LRB1000	LRB900	LRB800	LRB700	LRB600
有效直径D/mm	1500	1400	1300	1200	1100	1000	900	800	700	600
竖向刚度 K_v /(kN/mm)	9500	8400	7300	6300	5400	4600	4100	3500	3300	3000
水平等效刚度 K_h (100%) / (kN/mm)	5.30	5.21	4.76	4.11	3.88	3.64	3.09	2.71	2.45	2.03
等效阻尼比 ζ_{eq} (100%)	23	24	24	23	23	23	22	23	24	23
屈服前刚度 K_1 /(kN/mm)	42.38	39.33	36.48	33.84	31.00	28.15	25.41	22.66	19.72	16.67
屈服后刚度 K_d /(kN/mm)	3.26	3.03	2.81	2.60	2.38	2.17	1.95	1.74	1.52	1.28
屈服力 Q_d /kN	420	420	350	250	227	203	141	106	90	63
橡胶层总厚度 /mm	206	192.5	179	165.5	151.5	137.5	124	110	96.5	84

表 D.0.18 铅芯橡胶支座规格型号及性能参数表 ($S_2=7.25$, $G=0.49\text{MPa}$)

规格型号	LRB1500	LRB1400	LRB1300	LRB1200	LRB1100	LRB1000	LRB900	LRB800	LRB700	LRB600
有效直径D/mm	1500	1400	1300	1200	1100	1000	900	800	700	600
竖向刚度 K_v /(kN/mm)	9700	8600	7500	6500	5600	4800	4300	3700	3500	3200
水平等效刚度 K_h (100%) / (kN/mm)	6.11	5.96	5.46	4.76	4.48	4.18	3.58	3.14	2.83	2.35
等效阻尼比 ζ_{eq} (100%)	23	24	24	23	23	23	22	23	24	23
屈服前刚度 K_1 /(kN/mm)	52.98	49.16	45.60	42.30	38.75	35.19	31.76	28.33	24.64	20.84
屈服后刚度 K_d /(kN/mm)	4.08	3.78	3.51	3.25	2.98	2.71	2.44	2.18	1.90	1.60
屈服力 Q_d /kN	420	420	350	250	227	203	141	106	90	63
橡胶层总厚度 /mm	206	192.5	179	165.5	151.5	137.5	124	110	96.5	84

表 D.0.19 高阻尼橡胶支座规格型号及性能参数表

规格型号	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_h (100%) / (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 ζ_{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

附录 E 材料进场和隔震施工质量验收记录

表 E.0.1 材料、构配件进场验收记录

材料、构配件进场检验记录					资料编号		
工程名称					检验日期	年 月 日	
序号	名称	规格 型号	进场 数量	生产 厂家 合格证号	检验项目	检验结果	备注
检验结论：							
签字 栏	施工单位		技术质检员		专业工长	检验员	
	监理（建设） 单位				专业工程师		

表 E.0.2 隔震橡胶支座尺寸偏差检查记录

隔震橡胶支座尺寸偏差检查记录				资料编号				
工程名称								
规格型号		供货厂家						
进场数量		检查数量		进场日期				
执行标准								
序号	检验项目	质量要求		检查记录				备注
1	平面尺寸 (mm)	D' , a' 和 b'	设计值的 $\pm 1\%$, 且不大于 $\pm 5.0\text{mm}$					
2	总高度 (mm)	设计值 $\pm 1.5\%$ 且不大于 ± 6						
3	侧面垂直度	$\leq$ 支座总高度 $1/100$						
4	支座产品 水平偏差 (mm)	≤ 3						
5	平整度 (mm)	直径或短边边长不大于 1200mm 时, 取直径或测量长度的 $1/400$ 和 3mm 的较小值; 直径或短边边长 1500mm 时, 取直径或测量长度的 $1/300$; 直径或短边边长介于 1200mm 和 1500mm 之间, 可内插。						
结论								
施工单位			项目技术负责人		专业质检员		专业工长	
监理 (建设) 单位					专业监理工程师			

表 E.0.3 隔震橡胶支座连接件安装记录

隔震橡胶支座安装记录						资料编号					
工程名称								施工图号			
供货厂家								安装日期			
执行标准											
序号	轴线 部位	支 座 编 号	下支墩（柱）顶面						多支 座顶 面高 差 (5mm)	螺栓是 否齐全 拧紧	
	设计 标高 (m)		实测 标高 (±5mm)	实测 平均值 (m)	水平度 (8‰)		中心平面 位置 (±5mm)				
					纵向	横向	纵向	横向			
1											
2											
3											
4											
施 工 单 位						技 术 负 责 人		专 业 质 检 员		施 测 人	
监 理 (建设)单位						专 业 监 理 工 程 师					

表 E.0.4 隔震橡胶支座安装记录

隔震橡胶支座安装记录					资料编号						
工程名称					施工图号						
供货厂家					安装日期						
执行标准											
序号	轴线部位	支座编号	支座顶面						多支座顶面高差 (5mm)	螺栓是否齐全 拧紧	
	支座型号		设计标高 (m)	实测标高 (±5mm)	实测平均值 (m)	水平度 (8‰)		中心平面位置 (±5mm)			
						纵向	横向	纵向			横向
1											
2											
3											
4											
施工 单位					技术负责人		专业质检员		施测人		
监理 (建设)单位					专业监理工程师						

表 E.0.6 隔震构造措施施工检验批质量验收记录

单位工程				检验部位		施工 单位 检查 记录	建设 监理 单位 验收 意见
施工单位				项目经理			
执行标准							
设计要求或施工质量验收规范规定							
主控项目	1	配管、配线穿越隔离缝时	构造应符合设计要求。设计无要求时，隔离缝处可采用挠曲或柔性接头等构造措施管线、线槽在隔离缝处的自由错动量不应小于相关规范要求				
	2	有毒、有害、易燃、易爆等介质管道穿越隔离缝的构造，应严格执行设计要求					
	3	利用构件钢筋作避雷引下线时	在隔离缝处应采用柔性导线连接				
			应对该处的隔震橡胶支座进行专门的防火处理				
	4	竖向隔离缝	竖向隔离缝缝宽应符合设计要求，当无设计要求时不宜小于隔震橡胶支座在罕遇地震下的最大水平位移值的1.2倍且不小于300mm				
			对两相邻隔震建筑，竖向隔离缝缝宽应符合设计要求，当无设计要求时取最大水平位移值之和，且不小于600mm				
穿越隔震层的楼梯、电梯等的竖向隔离缝应符合设计要求，当无设计要求时不宜小于隔震橡胶支座在罕遇地震下的最大水平位移值的1.2倍且不小于300mm							
5	水平隔离缝	上部结构与下部结构之间的水平隔离缝，缝高应符合设计要求，当无设计要求时不小于50mm					
		穿越隔震层的门廊、楼梯、电梯、车道等的水平隔离缝应符合设计要求，当无设计要求时不小于50mm					
6	水平隔离缝宜采用柔性材料或者脆性材料填充，竖向隔离缝的封闭处理不应阻碍隔震建筑的水平位移						
主控项目：；共抽查点，合格， 合格率为%							
施工单位检查结果	施工班组长： 专业施工员： 专职质检员： 年 月 日			监理（建设）单位 验收结论	专业监理工程师 （建设单位项目 专业技术负责人）： 年 月 日		

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对于要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”；反面词采用“严禁”。

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”；反面词采用“不应”或“不得”。

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”；反面词采用“不宜”。

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“按……执行”或“应符合……的规定”。

引用标准名录

- 1 《建筑抗震设计规范》GB 50011
- 2 《建筑隔震设计标准》GB/T 51408
- 3 《橡胶支座 第1部分：隔震橡胶支座试验方法》GB/T 20688.1
- 4 《橡胶支座 第3部分：建筑隔震橡胶支座》GB 20688.3
- 5 《建筑隔震工程施工及验收规范》JGJ 360
- 6 《建筑隔震橡胶支座》JG/T 118
- 7 《建筑防火设计规范》GB 50016
- 8 《建筑构件耐火试验方法 第7部分：柱的特殊要求》GB/T 9978.7
- 9 《铅锭》GB/T 469
- 10 《建筑工程容许振动标准》GB 50868
- 11 《碳素结构钢和低合金结构钢 热轧薄钢板和钢带》GB 912
- 12 《碳素结构钢冷轧薄钢板及钢带》GB/T 11253
- 13 《水泥基灌浆材料应用技术规范》GB/T 50448
- 14 《水泥基灌浆材料》JC/T 986

河北省工程建设地方标准

建筑隔震橡胶支座应用技术标准

DB13(J)/T 8423-2021

条文说明

住房和城乡建设厅信息公开浏览专用

制定说明

《建筑隔震橡胶支座应用技术标准》DB13(J)/T 8423-2021，经河北省住房和城乡建设厅2021年6月28日以第87号公告批准发布。

为便于有关人员在使用本标准时能正确理解和执行有关条文规定，编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需要注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握条文规定的参考。

目 次

1	总则	98
2	术语和符号	99
3	基本规定	100
4	地震作用和结构隔震验算	101
4.1	一般规定	101
4.2	设计反应谱和地震动输入	101
4.3	地震作用计算和结构验算	102
4.4	隔震层设计	102
5	构造连接	105
5.1	一般规定	105
5.2	隔震橡胶支座与结构的连接	105
5.3	隔离缝	105
5.4	穿越隔震层的固定设施和管线	106
6	性能要求和检验	107
6.1	一般规定	107
6.2	支座外观质量和尺寸偏差检查	109
7	施工、验收和维护	110
7.1	一般规定	110

1 总 则

1.0.3 国家标准《建筑隔震设计标准》GB/T 51408 在 1.0.3 条指出：除特殊规定外，隔震建筑的基本设防目标是：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。

1.0.4 隔震建筑结构构件抗震性能设计内容详见本标准附录 A。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、广播电视等建筑应保证发生本区域设防地震时能够满足正常使用要求。建筑非结构构件、仪器设备和附属设备的性能目标应不低于《建筑抗震韧性评价标准》GB/T 38591 抗震韧性二星水平。

2 术语和符号

2.1.15 传统的管道柔性元件基本上仅用于吸收管道的热胀冷缩变形，其变形量较小且变形过程缓慢。地震发生时往往伴随着巨大的能量释放和振动过程，管道柔性元件存在冲击破坏和共振隐患。近年来，随着隔震技术在建筑领域的广泛应用，穿越隔震层和跨越隔震缝的管道隔震构造难题随之凸显。鉴于此，对建筑隔震柔性管道的大变形、防压力甩动、避免失稳和谐振性能应提出更高要求。

3 基本规定

3.0.3 现行国家标准《建筑隔震设计标准》GB/T 51408 在 11.1.2 条仅对村镇民居建筑结构的最大高宽比有特别规定。对多层和高层隔震结构的最大高度适用范围未做特别规定，而是侧重于对隔震橡胶支座拉应力控制。当超过现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011 相应高度限值时应对结构抗倾覆设计和支座抗拉设计进行详细论证。

3.0.11 本标准进一步明确了型式检验、出厂检验和见证检验的定义和见证检验的量化指标。明确提出见证检验是“施工单位在工程监理单位或建设单位的见证下，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检测机构进行检验的活动”，具体检验规则见本标准第 6.8 节。

4 地震作用和结构隔震验算

4.1 一般规定

4.1.3 国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 第 4.1.3 条第 3 款指出：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。

4.2 设计反应谱和地震动输入

4.2.3 由于地震动的复杂性，在进行地震波的选取时宜兼顾地震环境、场地类别的相似性，不能仅考察地震波本身与目标反应谱数学意义上的兼容性。由于隔震结构的周期通常是变化的，需注意隔震层的非线性特征，及其在不同地震作用水准下所对应的等效自振周期的不同。应考察地震波反应谱和目标反应谱在设防地震和罕遇地震作用水准下主要振型周期点谱值的兼容性。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。

考虑地震波的离散性和时程分析结果的可靠性，参考现行国家标准《建筑隔震设计标准》GB/T 51408 对非隔震结构和隔震结构主要周期点与设计反应谱的谱值最大偏差值从严规定。《建筑抗震设计规范》GB50011-2010（2016 年版）第 5.1.2 条文说明认为，所谓“统计意义上相符”指的是多组时程波的平均地震影响系数曲线与振型分解反应谱法所用的地震影响系数曲线相比，在对应于结构主要振型的周期点上相差不大于 20%。在人工模

拟地震动加速度合成时，宜考虑不同阻尼比对反应谱的影响和天然相位信息的非平稳特征对结构响应的影响。。

4.2.4 国家标准《建筑隔震设计标准》GB/T 51408 第 4.2.2 条第 2 款指出：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%。对橡胶支座的极限剪切变形能力提出更高要求。

4.3 地震作用计算和结构验算

4.3.2 由于隔震层的等效阻尼比一般都会在 0.15 以上，常规的振型分解方法求结构的自振频率时采用忽略阻尼矩阵仅考虑刚度矩阵和质量矩阵影响得到的结果不合理，故采用同时考虑刚度矩阵、质量矩阵和阻尼矩阵的复振型分解法可得到结构真实的振型周期。本标准计算地震作用采用的振型分解法均为考虑阻尼矩阵的复振型分解方法，具体概念和计算方法可参见现行国家标准《建筑隔震设计标准》GB/T 51408 的相关内容。

4.4 隔震层设计

4.4.2 抗拉装置宜布置在拉力较大的位置，阻尼装置宜布置位移较大的位置或隔震层周边位置，抗风装置宜布置便于运维更换的位置。

4.4.7 现行《建筑隔震橡胶支座》JG/T 118 提出建筑隔震橡胶支座的极限剪切变形不应小于橡胶总厚度的 400%与 0.55D 的较大

值：现行国家标准《建筑隔震设计标准》GB/T51408 规定“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”；一些地方标准已经把建筑隔震橡胶支座的水平极限变形能力提高到不小于橡胶总厚度的 450%；经调研河北省内隔震橡胶支座的主要生产厂家，产品性能均可达到极限剪切变形不小于橡胶总厚度的 450%的要求。鉴于此，提高隔震橡胶支座本身的极限变形能力，考虑一定的安全储备，本标准将建筑隔震橡胶支座最大设计位移控制为不应大于橡胶总厚度的 400%，隔震橡胶支座的极限剪切变形不应小于橡胶总厚度的 450%。

4.4.10 在罕遇地震作用下，隔震支座将会在重力荷载代表值产生的竖向压应力基础上叠加较大的竖向拉、压应力，因此，需要设定隔震橡胶支座竖向压应力限值和竖向拉应力限值。最大压应力和最小压应力的计算参照下列公式：

最大压应力 = $1.0 \times \text{恒载} + 0.5 \times \text{活载} + 1.0 \times \text{罕遇水平地震作用产生的最大轴力} + 0.4 \times \text{竖向地震作用产生的轴力}$ (1)

最小压应力 = $1.0 \times \text{恒载} - 1.0 \times \text{罕遇水平地震作用产生的最大轴力} - 0.5 \times \text{竖向地震作用产生的轴力}$ (2)

多层尤其是高层建筑隔震设计过程中，应重点关注隔震支座受拉问题。罕遇地震作用下，隔震橡胶支座的最大拉应力应满足本标准前文规定的数值，且出现拉应力的支座数量不宜过多，限制在不超过支座总数的 30% 以下。

4.4.11 隔震层的建筑隔震柔性连接管线，其预留的变形应满足建筑主体结构罕遇地震下最大水平位移的变形需求。对于重要的柔性连接管道，应对管道及连接进行地震作用下的应力分析，分析地震荷载叠加管道内压和自重等一次应力，防止管道塑性变形

破坏；分析管道机电设备连接处的应力满足设计要求，保证机电设备正常运行；分析管道法兰强度，防止法兰损坏引起泄漏；分析管道抗震支吊架受力等。

5 构造连接

5.1 一般规定

5.1.2 隔震层顶板在罕遇地震作用下应保持弹性一般可理解为边缘混凝土抗拉强度比例极限点，即处在开裂前的临界状态。《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010（2016年版）第12.2.8条文说明：为了保证隔震层能够整体协调工作，隔震层顶部应设置平面内刚度足够大的梁板体系；隔震橡胶支座附近的梁、柱受力状态复杂，地震时还会受到冲切，应加密箍筋，必要时配置钢筋网片；上部结构的底部剪力通过隔震橡胶支座传给基础结构，上部结构与隔震橡胶支座的连接件、隔震橡胶支座与基础的连接件应具有传递上部结构最大底部剪力的能力。

5.2 隔震橡胶支座与结构的连接

5.2.4 为保证预埋锚固钢筋与连接板的牢固连接，应注重隔震构造措施的施工，详见本标准 7.2 节。

5.2.5 隔震支座附近的梁、柱应计算冲切和局部承压，加密箍筋并根据需要配置钢筋网片。

5.3 隔离缝

5.3.2 隔离缝不宜小于 50mm，主要基于以下几点考虑：（1）实际施工误差；（2）施工时支护模板操作的空间需要；（3）隔震橡胶支座在大变形时，随着剪应变增大，竖向高度会稍微降低；

(4) 日本相关标准中规定水平隔离缝高度不小于 50mm。

5.4 穿越隔震层的固定设施和管线

5.4.2、5.4.3 设备管道穿越隔震层和隔离缝时应设置能满足隔震层相应水平位移要求的管道隔震柔性装置，应能满足地震波引起的振动冲击影响，避免谐振，具体要求、试验方法、检验规则等可以参照《建筑隔震柔性管道》JG/T541 的要求。

5.4.5 柔性连接处的压力管道，在遭遇地震时容易因共振、冲击脱落而造成次生灾害，因此宜采取阻尼措施，使冲击动能在位移吸收过程中得到有效衰减。

5.4.7 整体式幕墙等非结构构件的变形适应能力有限，工程实践表明，对此类二次结构仍以罕遇地震或极罕遇地震下的隔离缝宽度进行构造设计时，难度较大。

6 性能要求和检验

6.1 一般规定

6.1.3 S_1 表示隔震橡胶支座中每层橡胶的平面面积与其自由侧面面积之比； S_2 表示隔震橡胶支座内部橡胶层直径（或有效宽度）与内部橡胶总厚度之比。 S_1 越大，橡胶钢板层数越多，相同直径隔震橡胶支座的单层橡胶层的厚度越薄其竖向刚度和受压承载力越大。 S_2 越大，橡胶层总厚度越矮，相同直径隔震橡胶支座越扁平，弯曲变形占总变形的比例就越小，隔震橡胶支座越不容易压屈，其水平刚度越大，稳定性越高。《叠层橡胶支座隔震技术规程》CECS 126：2001 和《建筑抗震设计规范》GB50011-2010（2016 年版）中一般要求 $S_1 \geq 15$ ， $S_2 \geq 5$ ，随着建筑隔震橡胶支座制作水平的提升，国内部分地区已将 S_1 提高到不小于 20。

当 S_2 小于 5 时应降低支座压应力限值： S_2 小于 5 且不小于 4 时降低 20%，当 S_2 小于 4 且不小于 3 时降低 40%。

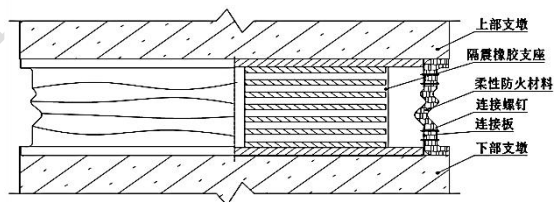
6.1.4 现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 第 12.2.3 条规定：隔震橡胶支座水平位移限值应超过 0.55D 和橡胶总厚度的 3 倍二者较大值；《建筑隔震橡胶支座》JG/T 118 第 6.4 条规定隔震橡胶支座的极限剪切变形不应小于橡胶总厚度的 400% 与 0.55D 的较大值。水平位移限值直接反映了隔震橡胶支座的产品质量，即叠层橡胶钢板粘接性能和支座硫化质量，提高该项指标，直接影响隔震建筑在大地震下的安全性能和储备，具有重要的意义，另考虑国内部分制造厂家所生产的隔震橡胶支座其极限

剪切变形已可达 450%以上，提高该项指标，有助于推动行业进步和良性发展。因此本标准将隔震橡胶支座的水平极限剪应变规定为 450%。

本条参考《叠层橡胶支座隔震技术规程》CECS126：2001 的规定，明确支座失稳的临界应力不应小于 90MPa。

拉应力直接反映了橡胶钢板的粘接性能，橡胶材料的物理机械性能，以及硫化质量。《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010（2016 年版）第 12.2.4 条条说明基于早期广州大学的试验成果，取屈服拉应力小于 1.0MPa；而美国 UBC 规范采用的屈服拉应力值为 1.5MPa。随着建筑隔震橡胶支座工艺技术和检验能力的提升，隔震橡胶支座的屈服拉应力可达 1.8MPa，极限拉应力可达 4MPa 以上。隔震橡胶支座拉伸性能测试参考《橡胶支座 第 1 部分：隔震橡胶支座试验方法》GB 20688.1-2007 第 6.6 节。

6.1.6 当隔震层有防火要求时，耐火等级应达到承重墙和柱的同等要求，即耐火极限应达到 3 小时。隔震橡胶支座的防火构造可有多种做法，下图是常用做法。目前北京大兴机场旅客航站楼、云南联通大厦等一些有防火要求的项目采用了防火措施。



6.2 支座外观质量和尺寸偏差检查

6.2.2 为进一步保证建筑隔震橡胶支座产品质量，本标准对支座的水平偏差尺寸收严。现行行业标准《建筑隔震橡胶支座》JG/T 118 规定其水平偏差尺寸不大于 5mm。

住房和城乡建设厅信息公开浏览专用

7 施工、验收和维护

7.1 一般规定

7.1.9 混凝土振捣等施工过程可能导致支座污染、损伤及支座发生较大水平位移的情形，对隔震建筑的施工和使用是不利的。可通过包覆等措施避免支座污损；可设置必要的临时支撑或连接，避免支座过大变形。