|  |  |
| --- | --- |
| ICS | 91.120.25 |
| CCS | P15/19 |

|  |
| --- |
| 32 |

江苏省地方标准

DB32/TXXXX—20XX

既有建筑隔震加固技术规程

Technical specification for seismic isolation retrofit of existing buildings

20XX-XX-XX发布

20XX-XX-XX实施

江苏省市场监督管理局 江苏省住房和城乡建设厅  发布

目　次

[前言 II](#_Toc139613918)

[1 范围 1](#_Toc139613919)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc139613920)

[3 术语和定义 1](#_Toc139613921)

[4 总则 3](#_Toc139613962)

[5 基本规定 3](#_Toc139613963)

[6 隔震加固设计 5](#_Toc139613964)

[6.1 一般规定 5](#_Toc139613965)

[6.2 地震作用和地震响应计算 7](#_Toc139613966)

[6.3 上部结构设计 11](#_Toc139613967)

[6.4 隔震层设计 12](#_Toc139613968)

[6.5 隔震支座设计 13](#_Toc139613969)

[6.6 下部结构和地基基础设计 13](#_Toc139613970)

[7 抗震构造措施 14](#_Toc139613971)

[7.1 上部结构 14](#_Toc139613972)

[7.2 隔震层及连接构造 15](#_Toc139613973)

[7.3 隔震支座构造 16](#_Toc139613974)

[7.4 下部结构及基础构造 17](#_Toc139613975)

[8 隔震加固施工 17](#_Toc139613976)

[8.1 一般规定 17](#_Toc139613977)

[8.2 施工流程 17](#_Toc139613978)

[8.3 荷载托换 19](#_Toc139613979)

[9 隔震加固验收 20](#_Toc139613980)

[9.1 一般规定 20](#_Toc139613981)

[9.2 支座 22](#_Toc139613982)

[9.3 阻尼器 23](#_Toc139613983)

[9.4 柔性连接 24](#_Toc139613984)

[9.5 隔震缝 24](#_Toc139613985)

[10 隔震加固维护 25](#_Toc139613986)

[10.1 一般规定 25](#_Toc139613987)

[10.2 维护要求 25](#_Toc139613988)

[附录A(规范性)隔震支座选型 27](#_Toc139613989)

[附录B（规范性）隔震支座材料 31](#_Toc139613991)

[附录C（规范性）抗震构造措施补充表 35](#_Toc139613993)

1. 前言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文代替DGJ32/TJ 215-2016《既有建筑隔震加固技术规程》，与DGJ32/TJ 215-2016相比，结构未有大的改动，除编辑性改动外主要技术变化如下：

——将“设计工作寿命”修改为“设计工作年限”，将“后续使用年限”修改为“后续工作年限”，将“剩余使用年限”修改为“剩余设计工作年限”等；

——增加橡胶支座、摩擦摆、阻尼器等混合使用的要求；

——增加了支座和阻尼器储存和搬运的要求；

——增加了阻尼器施工的要求；

——优化了弹性滑板支座的条文；

——优化了第6章隔震加固施工、第7章隔震加固验收的条文；

——增加了荷载托换的设计、构造要求；

——增加了附录C隔震加固后的构造措施表；

——对规程中的相似条文进行了整合；

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由江苏省住房和城乡建设厅提出、归口并组织实施。

本文件起草单位：江苏鸿基节能新技术股份有限公司、江苏省勘察设计行业协会、东南大学、江苏省建筑设计研究院股份有限公司、江苏省建筑科学研究院有限公司、南京市江北新区建设工程设计施工图审查中心有限公司。

本文件主要起草人：卫龙武、周慧、郭彤、顾瑞南、包红燕、卫海、刘涛、陈忠范、汪凯、卢中强、张志强、彭卫纲、徐贾、周岸虎

既有建筑

隔震加固技术规程

1 范围

本标准适用于江苏省行政区域内既有建筑基于水平地震作用下的隔震加固设计、施工、验收及维护。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 55001 工程结构通用规范

GB 55002 建筑与市政工程抗震通用规范

GB 55003 建筑与市政地基基础通用规范

GB 50007 建筑地基基础设计规范

GB 55021 既有建筑鉴定与加固通用规范

GB 50009 建筑结构荷载规范

GB 50010 混凝土结构设计规范

GB 50011 建筑抗震设计规范

GB 50023 建筑抗震鉴定标准

GB 50223 建筑工程抗震设防分类标准

GB 50367 混凝土结构加固设计规范

GB/T 20668.1 橡胶支座 第1部分：隔震橡胶支座试验方法

GB/T 20668.3 橡胶支座 第3部分：建筑隔震橡胶支座

GB/T 37358 建筑摩擦摆隔震支座

GB/T 51408 建筑隔震设计标准

JGJ 116 建筑抗震加固技术规程

JGJ 123 既有建筑地基基础加固技术规范

JGJ 145 混凝土结构后锚固技术规程

JGJ 360 建筑隔震工程施工及验收规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

既有建筑 existing building

已建成可以验收的和已投入使用的建筑。

3.2

近现代历史建筑 modern historic building

近现代（1840~1949年）建造，经县级以上人民政府确定公布的具有一定保护价值，能够反映历史风貌和地方特色的建筑物。

3.3

隔震装置 isolation device

安装在隔震层的支座及连接件、阻尼器及连接件和柔性连接的设备管线、管道等。

3.4

建筑隔震橡胶支座 elastomeric seismic-protection isolator for buildings

用于承载上部结构，并具有隔震变形能力的支座。由多层薄钢板和橡胶相互叠置，经过专门硫化工艺粘合而成，可以分为：天然橡胶支座（linear natural rubber bearing，简称“LNB”）、铅芯橡胶支座（lead rubber bearing，简称“LRB”）、高阻尼橡胶支座（high damping rubbe r bearing，简称“HRB”）等。本规程简称“支座”，同时包括其上、下连接预埋件及螺栓部分。

3.5

弹性滑板支座 elastic sliding bearing

由滑移材料、滑移面板及上、下连接板组成的隔震支座，简称“ESB”。

3.6

摩擦摆隔震支座 friction pendulum isolation bearings

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，简称“FPS”。

3.7

黏滞阻尼器 viscous damper

以黏滞材料为阻尼介质的速度相关型阻尼器，由缸体、活塞、阻尼通道、阻尼材料、导杆和密封材料等部分组成。本规程简称“阻尼器”。

3.8

隔震支座托换 underpinning with seismic isolator

在既有建筑下部指定部位植入隔震支座、形成隔震层的做法。

3.9

隔震层 isolation layer

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、附属装置及相关的支承或连接构件等。

3.10

上部结构 superstructure

既有建筑中位于隔震层以上的部分。

3.11

下部结构 substructure

既有建筑中位于隔震层以下的部分，不包括基础。

3.12

销键梁 drill through girder of wall

穿过墙体并与上下托换梁垂直的销键。分为上销键梁和下销键梁两种。

3.13

上托换梁 above bracketed girder

上部结构的承重托梁，上部结构的竖向荷载通过上托换梁向下传递给隔震支座。

3.14

下托换梁 undersurface bracketed girder

承担上部结构通过隔震支座传来的全部竖向荷载及水平剪力，再向下传递给基础的承重托梁。

3.15

支墩 plinth

连接隔震支座和上下托换梁的支撑构件。分为上支墩和下支墩两种。

3.16

有效刚度 effective stiffness

隔震层（或隔震支座）所承受的荷载与相应位移的比值。其值可取荷载—位移曲线在相应位移点上的割线刚度。

3.17

竖向隔离缝 vertical isolation gap

在隔震层相关部位预留的变形缝，以保证地震时隔震建筑上部结构能够自由水平变形。

3.18

水平隔离缝 horizontal isolation gap

上部结构与下部结构之间设置的结构缝，防止上下部结构相互摩擦，保证地震时隔震建筑上部结构能够自由水平变形。

3.19

柔性连接 flexible connection

为保证穿过隔震层的设备管线、管道在地震时能够正常工作、不阻碍隔震层的水平位移而采取的处理措施，通常包括柔性接头、柔性管段或设置冗余长度等方式。

3.20

隔震构造 details of isolation design

根据隔震设计原则，不需计算而对结构和非结构部分必须采取的各种细部要求。

4 总则

4.1

为规范建筑隔震技术在既有建筑隔震加固工程中的应用，使既有建筑的隔震加固做到安全可靠、技术先进、确保质量，制定本规程。

4.2

本规程适用于江苏省抗震设防烈度为6~8度地区既有建筑基于水平地震作用下的隔震加固设计、施工、验收及维护，严重不规则、超限的既有建筑不适用于本规程。

4.3

既有建筑隔震加固应遵循先检测、鉴定，后加固设计、施工与验收的原则。

4.4

抗震加固前，既有建筑应通过抗震设计和工程质量评估、危险房屋评定，对于工程检测鉴定报告应进行解读和综合合理利用。

4.5

既有建筑的隔震加固设计、施工、验收、维护，除符合本规程的要求外，尚应符合国家、行业和江苏省有关现行标准的规定。

5 基本规定

5.1

隔震加固技术可用于不满足抗震设防要求的，或者对抗震安全性和使用功能有较高、专门要求的既有建筑加固与改造。

5.2

根据既有建筑抗震设防类别、设防烈度、建筑结构类型、场地条件和使用要求等，应对隔震加固方案进行可行性论证、安全分析和技术经济分析，并与其它抗震加固方法进行比较后择优选择。

5.3

房屋主体竣工验收前，应组织并通过隔震加固专项验收。

5.4

隔震建筑的产权所有者或管理者，应会同隔震装置生产厂家、设计单位等编写使用维护要求，制定维护管理计划，并据此实施，以确保隔震装置能正常发挥其功能。

5.5

既有建筑按本规程采用隔震加固技术，其基本抗震设防目标应符合下列规定：

1. 当遭受低于本地区抗震设防烈度的多遇地震影响时，主体结构不受损坏或不需修理可继续使用。
2. 当遭受相当于本地区抗震设防烈度的设防地震影响时，可能发生损坏，但经一般性修理仍可继续使用。
3. 当遭受高于本地区抗震设防烈度的罕遇地震影响时，不致倒塌或发生危及生命的严重破坏。
4. 使用功能或其他方面有专门要求的建筑，当采用性能化设计时，可具有更具体或更高的抗震设防目标。
5. 近现代历史建筑隔震加固后，其建筑抗震性能应符合现行国家标准《建筑抗震鉴定标准》GB 50023的要求。

5.6

采用隔震加固措施时，隔震层中隔震支座的设计工作年限不应低于建筑结构的后续工作年限。当隔震层中的其他装置的设计工作年限低于建筑结构的后续工作年限时，在设计中应注明并预设更换措施。

5.7

既有建筑加固后的后续工作年限，宜由产权所有者和设计根据实际需要和实施可行性确定。后续工作年限的选择，不应低于剩余设计工作年限。

5.8

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

5.9

采用现行标准对新建建筑规定的方法进行抗震承载力验算时，A类建筑的水平地震影响系数最大值应不低于现行标准相应值的0.80倍，或承载力抗震调整系数不低于现行标准相应值的0.85倍；B类建筑的水平地震影响系数最大值应不低于现行标准相应值的0.90倍。同时，上述参数不应低于原建造时抗震设计要求的相应值。

5.10

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

5.11

上部结构、下部结构和地基基础的加固，应在加固设计文件中提出相应的临时性安全措施，并明确要求施工单位必须严格执行。上下部结构及地基基础的加固可在隔震加固整个施工流程中穿插完成。

5.12

既有建筑隔震加固后，应考虑上部结构及隔震层的荷载、传力途径的变化，并对原有地基基础进行承载力复核和地基变形验算。采用隔震加固的既有建筑，其地基基础设计应符合本地区抗震设防烈度的要求和现行行业标准《既有建筑地基基础加固技术规程》JGJ 123的相关规定。

5.13

支座、阻尼器及其连接构件等隔震装置应进行进场验收，应符合现行国家标准《建筑隔震工程施工及验收规范》JGJ 360关于见证验收的规定，禁止使用不合格的隔震装置。

6 隔震加固设计

6.1 一般规定

6.1.1 在既有建筑加固设计前，应收集并分析既有建筑的原设计文件、施工资料、岩土地质勘察报告、既有建筑安全性鉴定报告以及既有建筑抗震鉴定报告等文件，掌握既有建筑上部结构和地基基础的现状，并结合实地勘察，了解建筑的周边环境条件、施工条件和功能需求，合理选择隔震加固方案。

6.1.2 隔震结构地震作用计算，除特殊要求外，可采用下列方法：

1. 高度不超过24 m、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，可采用底部剪力法。
2. 除第1款外的隔震结构应采用振型分解反应谱法。
3. 高度大于60 m、结构不规则、或隔震层的隔震支座与阻尼装置及其他装置组合复杂，尚应采用时程分析法进行补充计算。

6.1.3 既有建筑隔震加固设计应符合下列要求：

1. 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%。
2. 隔震层刚度中心与上部结构质量中心宜重合，设防烈度地震作用下的偏心率不宜大于3%。
3. 隔震层宜设置在结构第一层以下的部位，应提供必要的竖向承载力、侧向刚度和阻尼。
4. 穿过隔震层的设备配管、配线，应采用柔性连接或其它有效措施，以适应隔震层在罕遇地震下的水平位移，其预留的水平变形量不应小于隔离缝的宽度；穿越隔震层的重要管道、可能泄漏有害介质或可燃介质的管道，其预留的水平变形量不应小于隔离缝宽度的1.4倍。
5. 隔震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，相邻隔震层的层间位移角不应大于1/1000。

6.1.4 既有建筑加固隔震设计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。应根据预期的竖向承载力和位移控制要求，选择适当的隔震装置、阻尼装置及抗风装置，组成隔震层。隔震支座应进行竖向承载力的验算和罕遇地震作用下水平位移的验算。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。

6.1.5 采用隔震加固的既有建筑应按下列原则调整对应非隔震结构的地震作用计算、抗震验算和抗震措施：

1. 隔震层以上结构的水平地震作用应根据水平向减震系数确定；其竖向地震作用标准值应按本规程第6.2.2条采用。
2. 竖向地震作用计算和抗震验算仍采用本地区抗震设防烈度。
3. 隔震层以上结构的抗震措施，当水平向减震系数大于0.4时（设置阻尼器时为0.38），不应降低非隔震时的有关要求；当水平向减震系数不大于0.40时（设置阻尼器时为0.38），可适当降低非隔震时的要求，但烈度降低不得超过1度，与抵抗竖向地震作用有关的抗震构造措施不应降低。
4. 隔震层以上结构的总水平地震作用不得低于非隔震结构在6度设防时的总水平地震作用，并应进行抗震验算。
5. 隔震层以上结构的抗震等级不得低于四级。
6. 下部结构的地震作用计算、抗震验算和抗震措施，应满足本规程第6.6节的相关要求。

6.1.6 隔震层顶部应设置梁板式楼盖，且应符合下列要求：

1. 隔震支座的相关部位应采用现浇混凝土梁板结构，现浇板厚度不应小于160 mm，并应作为隔震房屋的上部结构构件参与结构分析；
2. 隔震层顶部梁、板的刚度和承载力宜大于一般楼盖梁板的刚度和承载力；
3. 隔震支座附近的梁、柱应计算冲切和局部承压，加密箍筋，并根据需要配置网状钢筋。

6.1.7 隔震结构应采取不阻碍隔震层在罕遇地震下发生大变形的下列措施：

1. 上部结构的周边应设置竖向隔离缝，缝宽不宜小于各隔震支座在罕遇地震下的最大水平位移值的1.2倍且不小于200 mm。对两相邻隔震结构，其缝宽取最大水平位移之和，且不小于400 mm。
2. 上部结构和下部结构之间应设置完全贯通的水平隔震缝，与竖向方向固定物的脱开缝高度宜取所采用的隔震支座中橡胶层总厚度最大者的1/25加上10 mm，且不小于50 mm。

6.1.8 既有建筑的隔震加固设计尚应符合下列规定：

1. 应保证结构的整体稳固性。结构的高宽比宜小于4，且不应大于相关标准对非隔震结构的具体规定，其变形特征接近剪切变形，最大高度应满足相关标准中非隔震结构的要求；高宽比大于4或非隔震结构相关规定的结构采用隔震设计时，应进行专门研究。
2. 既有建筑位于Ⅳ类场地时，应采取增大阻尼等有效措施。
3. 近现代历史建筑应符合《建筑隔震设计标准》GB/T 51408有关荷载取值的规定，既有建筑（除近现代历史建筑）应符合《工程结构通用规范》GB 55001有关荷载取值的规定。
4. 当材料性能符合设计要求时，宜按原设计规定取值；当混凝土、钢筋强度低于设计值时，应根据强度实测推定值确定。
5. 设计时应考虑既有结构构件实际几何尺寸、截面配筋、连接构造和已有缺陷的影响；当符合原设计要求时，可按原设计考虑。
6. 对两阶段成形的叠合构件，可按《混凝土结构设计规范》GB 50010相关规定进行设计。
7. 隔震设计应在隔震层预留观察、安装、检修、维护、替换支座、阻尼器、管道等构件的空间，宜设置必要的照明、通风及消防等设施。
8. 隔震层结构的防火、耐久性要求应符合相关规范的要求。

6.1.9 隔震建筑抗倾覆验算应符合下列规定：

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。

结构整体抗倾覆验算时，应按罕遇地震作用计算倾覆力矩，并应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。

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。

6.1.10 隔震加固工程的设计计算除应符合本规程规定以外，尚应符合现行国家标准《既有建筑鉴定与加固通用规范》GB 55021、《工程结构通用规范》GB 55001、《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002、《建筑与市政地基基础通用规范》GB 55003、《建筑隔震设计标准》GB/T51408、《建筑抗震设计规范》GB 50011、《混凝土结构设计规范》GB 50010、《混凝土结构加固设计规范》GB 50367等的有关规定。

6.2 地震作用和地震响应计算

6.2.1 既有建筑隔震加固设计时，结构的地震作用应符合下列规定：

1. 一般情况下，应至少在隔震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隔震层及上部结构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（0.15 g）和8度时的长悬臂或大跨结构，应计算竖向地震作用。

6.2.2 既有建筑隔震加固设计时，隔震层以上结构竖向地震作用标准值，抗震设防烈度8度（0.20 g）和抗震设防烈度8度（0.30 g）时分别不应小于隔震层以上结构总重力荷载代表值的20%和30%。

6.2.3 隔震层以上结构的地震作用计算应符合下列规定：

1. 对多层结构，水平地震作用沿高度可按重力荷载代表值分布。
2. 隔震加固后水平地震作用计算的水平地震影响系数可按本规程6.2.7、6.2.8确定。其中，水平地震影响系数最大值可按下式计算：



…………………………（1）

式中：

|  |  |
| --- | --- |
| *α*max1 | ——隔震加固后的水平地震影响系数最大值； |
| *β* | ——水平向减震系数，按本规程第6.2.4条采用； |
| *α*max | ——非隔震的水平地震影响系数最大值，按本规程第6.2.7条采用； |
| *ψ* | ——调整系数；一般橡胶支座，取0.80；支座剪切性能偏差符合本规程第A.0.5条S-A类的要求时，取0.85；隔震装置带有阻尼器时，相应减少0.05。 |

1. 弹性计算时，若采用简化计算和反应谱分析，宜按隔震支座水平剪切应变为100%时的性能参数进行计算；若采用时程分析法，按设计基本地震加速度输入进行计算。
2. 各楼层的水平地震剪力尚应符合本规程第6.2.9条对本地区抗震设防烈度的最小地震剪力系数的规定。
3. 抗震设防烈度8度且水平向减震系数不大于0.3时，隔震层以上的结构应进行竖向地震作用的计算。

6.2.4 计算既有建筑隔震加固结构水平地震作用时，水平向减震系数可按下列原则确定：

1. 一般情况下，对多层建筑，水平向减震系数应通过隔震房屋和非隔震房屋在多遇地震作用下各层层间剪力最大比值确定。对高层建筑结构，尚应计算隔震房屋与非隔震房屋各层倾覆力矩的最大比值，并与层间剪力的最大比值相比较，取两者的较大值确定。
2. 对水平向减震系数计算，隔震支座应取剪切变形100%时的等效刚度和等效粘滞阻尼比；对罕遇地震验算，宜采用剪切变形250%时的等效刚度和等效粘滞阻尼比。当隔震支座直径较大时可采用剪切变形100%时的等效刚度和等效粘滞阻尼比，当采用时程分析时，应以试验所得滞回曲线作为计算依据。
3. 多层砌体结构的水平向减震系数，可根据隔震加固后整个体系的基本周期，按下式确定：



…………………………（2）

式中：

|  |  |
| --- | --- |
| *η*2 | ——水平地震影响系数的阻尼调整系数，根据隔震层等效阻尼确定； |
| *T*gm | ——场地相关设计反应谱特征周期，当小于0.4 s时按0.4 s采用； |
| *T*1 | ——隔震体系的基本周期，不应大于2.0 s和5倍特征周期的较大值； |
| *γ* | ——地震影响系数曲线下降段衰减指数，根据隔震层等效阻尼确定。 |

1. 与砌体结构周期相当的结构，其水平向减震系数可根据隔震加固后整个体系的基本周期，按下式确定：



…………………………（3）

式中：

|  |  |
| --- | --- |
| *T*g | ——特征周期； |
| *T*0 | *——*非隔震结构的计算周期，当小于特征周期时应采用特征周期的数值。 |

1. 砌体结构及与其周期相当的结构，隔震加固后体系的基本周期可按下式计算：



…………………………（4）

式中：

|  |  |
| --- | --- |
| *G* | ——上部结构总重力荷载代表值； |
| *K*h | ——隔震层水平有效刚度； |
| *g* | ——重力加速度。 |

6.2.5 既有建筑隔震加固设计时，结构的计算分析应符合下列规定：

1. 隔震体系的计算简图，应增加由隔震支座及其顶部梁板组成的质点；对变形特征为剪切型的结构，可采用剪切模型；隔震层顶部的梁板结构，应作为其上部结构的一部分进行计算和设计。
2. 一般情况下，宜采用时程分析法进行计算；当取三组加速度时程曲线输入时，计算结果宜取时程法的包络值和振型分解反应谱法的较大值；当取七组及七组以上的时程曲线时，计算结果可取时程法的平均值和振型分解反应谱法的较大值；当处于发震断层10 km以内时，输入地震波应考虑近场影响系数，5 km以内宜取1.5，5 km以外可取不小于1.25。
3. 采用时程分析法时，应按建筑场地类别和设计地震分组选用实际强震记录和人工模拟的加速度时程曲线，其中实际强震记录的数量不应少于总数的2/3，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法所采用的地震影响系数曲线在统计意义上相符，其加速度时程的最大值可按表1采用。弹性时程分析时，每条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%。

表1 时程分析所用水平地震加速度时程的最大值

单位：cm/s2

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 地震影响 | 6度 | 7度 | | 8度 | |
| 0.05 g | 0.10 g | 0.15 g | 0.20 g | 0.30 g |
| 多遇地震 | 18 | 35 | 55 | 70 | 110 |
| 设防地震 | 50 | 100 | 150 | 200 | 300 |
| 罕遇地震 | 125 | 220 | 310 | 400 | 510 |

1. 计算罕遇地震下结构的变形，应采用简化的弹塑性分析方法或弹塑性时程分析法。
2. 平面投影尺度很大的空间结构，应根据结构形式和支承条件，分别按单点一致、多点、多向单点或多向多点输入进行抗震计算。按多点输入计算时，应考虑地震行波效应和局部场地效应。抗震设防烈度为6度和抗震设防烈度为7度的Ⅰ、Ⅱ类场地的支承结构、上部结构和基础的抗震验算可采用简化方法，根据结构跨度、长度不同，其短边构件可乘以附加地震作用效应系数1.15～1.30；抗震设防烈度为7度的Ⅲ、Ⅳ类场地和抗震设防烈度为8度时，应采用时程分析方法进行抗震验算。

6.2.6 计算地震作用时，建筑的重力荷载代表值应取结构和结构配件自重标准值和各可变荷载组合值之和。各可变荷载的组合值系数应按表2采用。

表2 组合值系数

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 可变荷载种类 | | 组合值系数 |
| 雪荷载 | | 0.5 |
| 屋面积灰荷载 | | 0.5 |
| 屋面活荷载 | | 不计入 |
| 按实际情况计算的楼面活荷载 | | 1.0 |
| 按等效均布荷载  计算的楼面活荷载 | 藏书库、档案库 | 0.8 |
| 其他民用建筑 | 0.5 |
| 起重机悬吊物重力 | 硬钩吊车 | 0.3 |
| 软钩吊车 | 不计入 |

6.2.7 非隔震结构的地震影响系数应根据抗震设防烈度、场地类别、设计地震分组和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不应小于表3的规定；特征周期应根据场地类别和设计地震分组按表4采用。计算罕遇地震作用时，特征周期应增加0.05 s。

注：周期大于6.0 s的建筑结构所采用的地震影响系数应专门研究。

表3 水平地震影响系数最大值

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 地震影响 | 6度 | 7度 | | 8度 | |
| 0.05 g | 0.10 g | 0.15 g | 0.20 g | 0.30 g |
| 多遇地震 | 0.04 | 0.08 | 0.12 | 0.16 | 0.24 |
| 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 |

表4 特征周期值

单位：s

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 设计地震  分组 | 场地类别 | | | | |
| Ⅰ0 | Ⅰ1 | Ⅱ | Ⅲ | Ⅳ |
| 第一组 | 0.20 | 0.25 | 0.35 | 0.45 | 0.65 |
| 第二组 | 0.25 | 0.30 | 0.40 | 0.55 | 0.75 |
| 第三组 | 0.30 | 0.35 | 0.45 | 0.65 | 0.90 |

6.2.8 非隔震结构地震影响系数曲线（图1）的阻尼调整和形状参数应符合下列要求：

1. 除有专门规定外，阻尼比取0.05的地震影响系数曲线如下图所示：

图示

描述已自动生成

*α*max—水平地震影响系数最大值；*α*—水平地震影响系数；*T*—体系的基本周期

图1 地震影响系数曲线

1. 当建筑结构的阻尼比按有关规定不等于0.05时，其水平地震影响系数曲线应按地震影响系数曲线（图1）确定，但形状参数和阻尼调整系数应按下列规定调整：
2. 曲线下降段的衰减指数应按下式确定：



…………………………（5）

式中：

|  |  |
| --- | --- |
|  | ——曲线下降段的衰减指数； |
|  | ——阻尼比。 |

1. 直线下降段的下降斜率调整系数应按下式确定：



…………………………（6）

式中：

|  |  |
| --- | --- |
|  | ——直线下降段的下降斜率调整系数，小于0时取0。 |

1. 阻尼调整系数应按下式确定：



…………………………（7）

式中：

|  |  |
| --- | --- |
|  | ——阻尼调整系数，当小于0.55时，应取0.55。 |

6.2.9 抗震验算时，结构任一楼层的水平地震剪力应符合下式要求：



…………………………（8）

式中：

|  |  |
| --- | --- |
|  | ——第*i*层对应于水平地震作用标准值的楼层剪力（N）； |
|  | ——水平地震剪力系数，不应小于表5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； |
|  | ——第*j*层的重力荷载代表值（N）； |
| *n* | ——结构计算总层数。 |

表5 楼层最小地震剪力系数值

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 抗震设防烈度 | 6度 | 7度 | 8度 |
| 扭转效应明显或基本  周期小于3.5s的结构 | 0.008 | 0.016(0.024) | 0.032(0.048) |
| 基本周期大于5.0s的结构 | 0.006 | 0.012(0.018) | 0.024(0.036) |
| 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。  注2：基本周期介于3.5 s和5.0 s之间的结构，应允许采用线性插值取值，且不应小于表5的基准值的（9.5-*T*1）/6倍（*T*1为结构计算方向的基本周期）；  注3：抗震设防烈度7、8度时括号内数值分别用于设计基本地震加速度为0.15 g和0.30 g的地区。 | | | |

6.2.10 结构的楼层水平地震剪力应按下列原则分配：

1. 现浇和装配整体式混凝土楼、屋盖等刚性楼、屋盖建筑，宜按抗侧力构件等效刚度的比例分配。
2. 木楼盖、木屋盖等柔性楼、屋盖建筑，宜按抗侧力构件从属面积上重力荷载代表值的比例分配。
3. 普通的预制装配式混凝土楼、屋盖等半刚性楼、屋盖的建筑，可取上述两种分配结果的平均值。
4. 计入空间作用、楼盖变形、墙体弹塑性变形和扭转的影响时，可按本规程各有关规定对上述分配结果作适当调整。

6.2.11 规则的隔震平板型网架屋盖和跨度大于24 m的屋架、屋盖横梁及托架的竖向地震作用标准值，宜取其重力荷载代表值和竖向地震作用系数的乘积；竖向地震作用系数可按表6采用。

表6 竖向地震作用系数

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 结构类型 | 烈度 | 场地类别 | | |
| Ⅰ | Ⅱ | Ⅲ、Ⅳ |
| 平板型网架、钢屋架 | 8 | 可不计算(0.10) | 0.08(0.12) | 0.10(0.15) |
| 钢筋混凝土屋架 | 8 | 0.10(0.15) | 0.13(0.19) | 0.13(0.19) |
| 注1：括号中数值用于设计基本地震加速度为0.30g的地区。 | | | | |

6.2.12 长悬臂构件和不属于本规程第6.2.11条的大跨结构的竖向地震作用标准值，抗震设防烈度为8度时取该结构、构件重力荷载代表值的10%，设计基本地震加速度为0.30g时，可取该结构、构件重力荷载代表值的15%。

6.2.13 大跨度空间结构的竖向地震作用，尚可按竖向振型分解反应谱方法计算。其竖向地震影响系数可采用本规程第6.2.7、6.2.8条规定的水平地震影响系数的65%，但特征周期可均按设计第一组采用。

6.3 上部结构设计

6.3.1 应根据原建筑、结构的竣工图纸、现场情况、抗震鉴定报告、安全性鉴定报告、工程检测资料及其他相关资料，对隔震层以上的结构进行抗震性能校核。

6.3.2 采用现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011的方法进行抗震验算时，宜计入加固后仍存在的构造影响，并应符合下列要求：

1. 对于后续工作年限50年的结构，材料性能设计指标、地震作用、地震作用效应调整、结构构件承载力抗震调整系数应按现行国家设计规范、规程的有关规定执行；
2. 现行国家标准《建筑抗震鉴定标准》GB 50023规定的A、B类建筑结构，其设计特征周期、原结构构件的材料性能设计指标、地震作用效应调整等应按《建筑抗震鉴定标准》GB 50023的规定采用，结构构件的“承载力抗震调整系数”应采用下列“抗震加固的承载力调整系数”替代：
3. A类建筑，加固后的构件仍应依据其原有构件按《建筑抗震鉴定标准》GB 50023规定的“抗震鉴定的承载力调整系数”值采用；新增钢筋混凝土构件、其他墙体可仍按原有构件对待。
4. B类建筑，宜按《建筑抗震设计规范》GB 50011规定的“承载力抗震调整系数”值采用。

6.3.3 隔震层以上结构的水平及竖向地震作用应符合本规程第6.2节的规定。

6.3.4 上部结构的抗震变形验算应按下列要求进行：

1. 对框架、抗震墙和框架抗震墙结构，应进行多遇地震和罕遇地震作用下的层间位移验算。
2. 在多遇地震作用下，层间弹性位移角限值可按《建筑抗震设计规范》GB50011的规定采用。
3. 在罕遇地震作用下，上部结构的层间弹塑性位移角限值可按《建筑抗震设计规范》GB50011的规定采用。

6.3.5 钢筋混凝土结构房屋隔震层以上结构可按《建筑抗震设计规范》GB50011相关要求进行抗震验算。

6.3.6 砌体结构房屋隔震层以上结构应符合下列规定：

1. 可按《建筑抗震设计规范》GB 50011抗震验算的相关规定采用；
2. 楼梯间及薄弱的窗间墙肢宜重点加强；
3. 对于未设置抗震构造措施以及采用预制装配式楼板的结构，宜加强其抗震整体性，但应避免对原结构产生过大破坏和增加较大自重。

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

6.3.8 荷载托换过程中，应按最不利工况进行上部结构的内力、变形复核。

6.4 隔震层设计

6.4.1 隔震层设计应符合下列规定：

1. 同一隔震层选用多种类型、规格的隔震装置时，每个隔震装置的承载力和水平变形能力应能充分发挥，所有隔震装置的竖向变形应保持基本一致。橡胶类支座不宜与摩擦摆支座在同一隔震层中混合使用。
2. 隔震层采用摩擦摆隔震支座时，应考虑支座水平滑动时产生的竖向位移，及其对隔震层和结构的影响。
3. 当隔震层采用隔震支座和阻尼器时，应使隔震层在地震后基本恢复原位，隔震层在罕遇地震作用下的水平最大位移所对应的恢复力，不宜小于隔震层屈服力与摩阻力之和的1.2倍。

6.4.2 上部结构的竖向荷载应通过隔震层有效地传递给下部结构及基础。对于承重墙体、填充墙体及带有构造柱的墙体托换，可选择钢筋混凝土单梁或双夹梁托换。对于框架柱的荷载托换，可选择钢筋混凝土植筋托换节点，或采用型钢混凝土托换节点。托换梁或节点应与隔震层楼板形成整体。

6.4.3上部结构荷载托换设计应符合下列规定：

1. 荷载托换过程中的荷载应包括恒载、活载、风荷载、地震作用等，并应按最不利工况进行内力、变形分析。
2. 荷载托换体系中的临时结构，可采用荷载标准组合；荷载托换体系中的永久结构，应采用荷载基本组合。
3. 砌体结构托换梁可按倒置弹性地基墙梁进行设计，其计算跨度为相邻三个支承点的两边缘支点的距离。
4. 框架结构的荷载托换结构，可按倒置的后设置牛腿设计。后设置牛腿，应验算正截面受弯承载力，局部受压承载力及斜截面的受剪承载力；后设置牛腿的钢筋布置、焊接长度及（直径）锚固应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010和《混凝土结构加固设计规范》GB 50367的有关规定。

6.4.4 隔震层应具备足够的水平刚度和竖向刚度，其标高宜位于原建筑首层或以下。

6.4.5 隔震层楼板宜在同一标高，标高相差较大时，应加强错层交界区域的构造措施。多栋单体整体隔震时，单体交界区域的隔震层应加强。

6.4.6 隔震层的水平刚度和阻尼应符合下列规定：

1. 可按《建筑抗震设计规范》GB50011的相关规定进行隔震层的水平等效刚度和等效阻尼比的计算。
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规程表8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。

6.4.7 罕遇地震作用下隔震支座的水平位移可根据下列原则确定：

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下式简化方法：

*u*h = *F*h / *K*h

…………………………（9）

式中：

|  |  |
| --- | --- |
| *u*h | ——隔震层水平位移（mm）； |
| *F*h | ——隔震层水平剪力（kN）； |
| *K*h | ——隔震层水平刚度（kN/m）。 |

1. 除特殊规定外，在罕遇地震作用下，隔震橡胶支座水平位移不应大于支座直径的0.5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、摩擦摆隔震支座的水平位移不应大于其产品水平极限位移。

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

6.4.9 隔震支座与上部结构和下部结构应有可靠的连接，并应在罕遇地震作用下进行承载力验算。

6.5 隔震支座设计

6.5.1 隔震支座包括天然橡胶支座、铅芯橡胶支座、高阻尼橡胶支座、弹性滑板支座、摩擦摆支座等类型，设计应根据具体工程需要合理选用。

6.5.2 隔震支座的设计参数应与产品型式检验的结果相符，隔震支座的力学分析模型、连接设计、压应力、拉应力、水平位移、水平极限变形或水平极限位移等应符合现行国家标准《建筑隔震设计标准》GB/T 51408的相关规定。此外，隔震支座设计尚应符合下列规定：

1. 隔震支座的设计工作年限应符合本规程第5.6条的规定，且不应低于30年。
2. 隔震支座的性能参数应经试验确定。设计文件上应注明对隔震支座的性能要求，隔震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. 隔震层设置在有耐火要求的使用空间中时，隔震支座及其连接应按其使用空间的耐火等级采取防火措施，定期检查以消除火灾隐患，且耐火极限不应低于与其连接的竖向构件的耐火极限。
4. 隔震支座外露的预埋件应有可靠的防锈措施。隔震支座外露的金属部件表面应进行防腐处理。
5. 隔震支座的设置部位除应按计算确定外，尚应考虑便于检查与替换。

6.5.3 隔震支座产品的制作和检验应符合相关国家标准及行业标准的规定。

6.6 下部结构和地基基础设计

6.6.1 隔震加固时，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，应采用隔震结构罕遇地震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。
2. 隔震层以下的结构（包括地下室和隔震塔楼下的底盘）中直接支承隔震层以上结构的相关构件，应满足嵌固的刚度比和隔震加固后设防地震的抗震承载力要求，并按罕遇地震进行抗剪承载力验算。隔震层以下且地面以上的结构在罕遇地震下的层间位移角限值应满足表7要求。
3. 隔震建筑地基基础的抗震验算和地基处理仍应按本地区抗震设防烈度进行，甲、乙类建筑的抗液化措施应按提高一个液化等级确定，直至全部消除液化沉陷。
4. 若上述构件不满足要求，应对其进行加固补强，且应符合现行国家标准的相关规定。

表7 隔震塔楼下部底盘结构罕遇地震作用下层间弹塑性位移角限值

|  |  |
| --- | --- |
| 下部结构类型 | [*θ*p] |
| 钢筋混凝土框架结构和钢结构 | 1/100 |
| 钢筋混凝土框架-抗震墙 | 1/200 |
| 钢筋混凝土抗震墙 | 1/250 |

6.6.2 当既有建筑的地基承载力或基础底面积尺寸不满足设计要求时，可采用混凝土套或钢筋混凝土套加大基础底面积。加大基础底面积的设计和施工应符合下列规定：

1. 当基础偏心受压时，可采用不对称加宽；当中心受压时，宜采用对称加宽。
2. 在灌注混凝土前，应将原基础凿毛和刷洗干净后，铺一层高强度等级水泥浆或涂混凝土界面剂，以增加新老混凝土基础的粘结力。
3. 对加宽部分，地基上应铺设厚度和材料均与原基础垫层相同的夯实垫层。
4. 当采用混凝土套加固时，基础每边加宽的宽度其外形尺寸应符合《建筑地基基础设计规范》GB 50007中有关刚性基础台阶宽高比允许值的规定。沿基础高度隔一定距离应设置锚固钢筋。
5. 当采用钢筋混凝土套加固时，加宽部分的主筋应与原基础内主筋相焊接或通过植筋技术有效传力。
6. 对条形基础加宽时，宜按长度1.5~2.0 m划分成单独区段，分批、分段、间隔进行设计和施工。

6.6.3 当不宜采用混凝土套或钢筋混凝土套加大基础底面积时，可将原独立基础改成条形基础、十字交叉条形基础或筏形基础；原筏形基础可改成箱形基础。

6.6.4 当隔震施工荷载增加较大且不宜采用本规程6.6.2、6.6.3条中的加固措施时，可考虑注浆加固、锚杆静压桩、树根桩、坑式静压桩等方法。

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

7 抗震构造措施

7.1 上部结构

7.1.1 框架结构、框架-抗震墙结构、抗震墙结构隔震加固后，当水平向减震系数不大于0.40（设置阻尼器时为0.38）时，构造措施应符合本规程附录C第C.0.1~C.0.4条的规定。

7.1.2 砌体结构隔震加固后，当水平向减震系数不大于0.40（设置阻尼器时为0.38）时，构造措施应符合下列规定：

1. 房屋的层数、总高度、高宽比限值、最大横墙间距应符合本规程第C.0.5~C.0.7的规定。
2. 纵横向砌体抗震墙的墙面洞口面积，抗震设防烈度7、8度时，不宜大于墙面总面积的55%。
3. 多层砖砌体房屋的钢筋混凝土构造柱设置，应符合本规程第C.0.8条的规定。
4. 混凝土小砌块房屋芯柱的设置，应符合本规程第C.0.9条的规定。

7.1.3 底层框架-抗震墙砌体房屋隔震加固后，当水平向减震系数不大于0.40（设置阻尼器时为0.38）时，构造措施应符合下列规定：

1. 房屋的层数、总高度、最大横墙间距应符合本规程第C.0.5、C.0.7的规定。
2. 房屋的底部，应沿纵横两方向设置一定数量的抗震墙并应均匀对称布置。抗震设防烈度7度且总层数不超过四层的底层框架-抗震墙砌体房屋，应允许采用嵌砌于框架之间的约束普通砖体或小砌块砌体的砌体抗震墙，但应计入砌体墙对框架的附加轴力和附加剪力并进行底层的抗震验算，且同一方向不应同时采用钢筋混凝土抗震墙和约束砌体抗震墙；其余情况，抗震设防烈度7、8度时应采用钢筋混凝土抗震墙或配筋小砌块砌体抗震墙。
3. 底层框架-抗震墙砌体房屋的纵横两个方向，第二层计入构造柱影响的侧向刚度与底层侧向刚度的比值，抗震设防烈度7、8度时不应大于2.5，且不应小于1.0。
4. 底部两层框架-抗震墙砌体房屋纵横两个方向，底层与底部第二层侧向刚度应接近，第三层计入构造柱影响的侧向刚度与底部第二层侧向刚度的比值，抗震设防烈度7、8度时不应大于2.0，且不应小于1.0。
5. 底层框架-抗震墙砌体房屋的上部墙体中构造柱、芯柱的设置，应符合本规程第7.1.2条的规定。
6. 底层框架-抗震墙砌体房屋的钢筋混凝土结构部分，应符合本规程第7.1.1条的规定。此时，底部混凝土框架的抗震等级，6、7、8度可分别按四、三、二级采用，混凝土墙体的抗震等级，6、7、8度可分别按四、四、三级采用。
7. 过渡层墙体构造柱的纵向钢筋，抗震设防烈度7、8度时，不宜少于4Φ16；过渡层墙体芯柱的纵向钢筋，抗震设防烈度7、8度时，不宜少于每孔1Φ16。
8. 框架柱纵向钢筋最小总配筋率，当钢筋的强度标准值低于400 MPa时，中柱在抗震设防烈度7、8度时不应小于0.9%，边柱、角柱和混凝土抗震墙端柱在抗震设防烈度7、8度时不应小于1.0%；框架柱的箍筋直径，抗震设防烈度7、8度时不应小于8 mm。

7.1.4 既有建筑隔震加固后，当水平向减震系数不大于0.40（设置阻尼器时为0.38）时，与抵抗竖向地震作用的下列抗震构造措施不应降低：

1. 钢筋混凝土结构中的墙、柱轴压比。
2. 砌体结构中的外墙尽端墙体最小尺寸和圈梁的有关规定。

7.1.5 抗震设防烈度6度及其他抗震构造措施，应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011的规定。

7.2 隔震层及连接构造

7.2.1 当门厅入口、室外踏步、室内楼梯、电梯、地下室坡道、车道入口处等穿越隔震层时，应按隔震构造措施处理，不得有任何固定物对上部结构的水平移动形成阻挡，防止可能的碰撞。

7.2.2 隔震层与上部结构的连接应符合下列规定：

1. 隔震层顶部应设置梁板式楼盖，且应符合本规程第6.1.6条的规定。
2. 隔震支座和阻尼装置的连接构造应符合下列要求：
   1. 隔震支座和阻尼装置应安装在便于维护人员接近的部位。
   2. 预埋件的锚固钢筋应与钢板牢固连接，锚固钢筋的锚固长度宜大于锚固钢筋直径的20倍，且不应小于250 mm。

7.2.3 砌体结构隔震层的构造应符合下列规定：

1. 多层砌体房屋的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；当采用混凝土支墩时，应验算砌体的局部承压。
2. 隔震层顶部纵、横梁的构造均应符合《建筑抗震设计规范》GB 50011关于底部框架砖房的钢筋混凝土托墙梁的要求。

7.2.4 框架-抗震墙结构及抗震墙结构隔震层的构造应符合下列规定：

1. 抗震墙下的隔震支座宜均匀布置。
2. 抗震墙下的隔震层梁、隔震支墩应符合框支梁、框支柱的要求。

7.2.5 隔震层的构造还应符合下列要求：

1. 隔震层所形成的缝隙可根据使用功能要求，采用柔性材料或脆性材料进行密封、填充。
2. 隔震层应设置检修口，以便隔震层检查、维护。

7.2.6 钢筋混凝土双夹梁墙体托换构造要求和截面尺寸应满足下列要求：

1. 托换体系应包括墙体两侧的夹梁和横向拉梁或拉结筋。
2. 钢筋混凝土夹梁高度宜取夹梁计算跨度的1/8~1/12，高宽比宜取 2~3.5。夹梁计算跨度取相邻支座形心之间的距离。横向拉梁间距宜控制在在1~1.5 m，每个拉梁中下部拉结钢筋数量不小于2C16。仅配置横向拉结钢筋时，横向拉结钢筋数量不小于C16@1000。横向钢筋锚入夹梁中的锚固长度不小于400 mm。

7.2.7 钢筋混凝土单梁墙体托换构造要求和截面尺寸应按《砌体结构设计规范》GB 50003中有关墙梁的条文执行。

7.2.8 钢筋混凝土植筋托换节点构造要求应符合下列规定：

1. 植筋应选用带肋钢筋。
2. 植筋植入柱身长度不应小于10 *d*，锚入新浇筑托换梁内长度不应小于20 *d*，*d*为植筋直径。
3. 植筋宜四面均匀布置，根数应适中。四面植筋位置标高应错开，避免相互干扰。

7.2.9 型钢混凝土托换节点构造要求应符合下列规定：

1. 型钢和柱之间填充膨胀细石混凝土，强度等级不宜低于C40，且不应低于原柱混凝土强度。
2. 型钢上翼缘卡入柱身位置，宜在节点四周设保护构造，高度为100~150 mm，宽度不小于60 mm，箍筋不少于2A6，且箍筋接头不应设在同一柱角。
3. 工字钢之间应用槽钢或钢板焊接拉结，并应进行焊缝强度验算。
4. 当托换荷载较大，需要穿螺栓较多时，同一水平截面螺栓不宜超过2个，上下两层螺栓净距不宜小于100 mm。

7.3 隔震支座构造

7.3.1 隔震支座应符合下列要求：

1. 隔震支座在表8所列的压应力下的极限水平变位，应大于其有效直径的0.55倍和支座内部橡胶总厚度3倍两者的较大值；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。
2. 在经历相应设计基准期的耐久试验后，隔震支座刚度、阻尼特性变化不超过初期值的±20%；徐变量不超过支座内部橡胶总厚度的5%。
3. 对于隔震橡胶支座，当第二形状系数（有效直径与橡胶层总厚度之比）小于5.0时，应降低压应力限值：小于5且不小于4时降低20%，小于4不小于3时降低40%；标准设防类建筑外径小于300 mm的支座，其压应力限值为10 MPa。
4. 对于弹性滑板支座，橡胶支部及滑移材料的压应力限值均应满足表8的规定，支座部外径不应小于300 mm。
5. 对于摩擦摆隔震支座，摩擦材料的压应力限值也应满足表8的规定。
6. 隔震支座在重力荷载代表值的竖向压应力不应超过表8的规定。

表8 隔震支座在重力荷载代表值作用下的压应力限值

单位：MPa

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 支座类型 | 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：压应力设计值应按永久荷载和可变荷载的组合计算；其中，楼面活荷载应按《建筑结构荷载规范》GB 50009的规定乘以折减系数。  注2：结构倾覆验算时应包括水平地震作用效应组合；对需进行竖向地震作用计算的结构，尚应包括竖向地震作用效应组合。 | | | |

7.3.2 隔震橡胶支座应设置在受力较大的位置，间距不宜过大，其规格、数量和分布应根据竖向承载力、侧向刚度和阻尼的要求通过计算确定。隔震层在罕遇地震下应保持稳定，不宜出现不可恢复的变形；其橡胶支座在罕遇地震的水平和竖向地震同时作用下，拉应力不应大于1 MPa。

7.4 下部结构及基础构造

7.4.1 下部结构及基础构造应满足《建筑地基基础设计规范》GB 50007关于不同基础形式及《建筑抗震鉴定标准》GB 50023关于地基基础的相关条文要求。

7.4.2 加固补强后，下部结构及基础构造应满足《既有建筑地基基础加固技术规范》JGJ 123不同地基基础加固方法的相关条文要求。

8 隔震加固施工

8.1 一般规定

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

8.1.2 既有建筑隔震加固工程主要施工流程有：土方开挖、荷载托换、隔震支座安装、结构分离、管线柔性连接、隔震层梁板浇筑、地坪恢复等。

8.1.3 支座和阻尼器应储存在干燥、通风、无腐蚀性气体、无紫外线直接照射并远离热源的场所，码置应整齐牢固，不得混放、散放。严禁与酸碱、油类、有机溶剂或腐蚀性化学品等接触。开封验货后，应进行包装防护。支座和阻尼器搬运时应有防止雨淋、日晒、磕碰和锐器划伤等措施。

8.1.4 隔震加固工程的每道工序完成后应按隐蔽工程要求检查验收，并形成检查或验收记录；前一道工序验收合格后，方允许进行下一道工序的施工。

8.1.5 施工期间，需变更设计时，应按照相应程序报审，经相关单位签证后实施。

8.1.6 工程施工应符合环境保护、劳动保护、绿色施工、防火要求和安全文明等法律、法规和现行标准的有关规定。

8.2 施工流程

8.2.1 隔震加固工程的施工前准备，应符合下列要求：

1. 建设单位应组织项目设计单位，按审查批准的设计文件向施工单位和监理单位进行隔震专项施工图纸会审和技术交底；施工单位熟悉图纸，确定施工工艺，并向施工班组交底。
2. 施工单位应根据设计文件和施工组织设计的要求，编制隔震专项施工方案，经审查批准后方可组织实施。
3. 编制的隔震专项施工方案应包括项目概况、施工主要依据、施工方法、施工设备及材料、施工人员组织安排、施工质量保证措施和施工进度计划、隔震层和上部结构的变形监测、安全防护措施及施工应急预案等。
4. 隔震装置生产厂家应组织施工单位等相关人员，对隔震装置的安装施工进行专项说明和技术培训。
5. 施工单位进场后，应对房屋现状进行核验；设置沉降观测点，并做原始记录；绘制场地平面图，规划各功能区及材料堆放场地；熟悉与业主合同及各分包合同，明确施工内容及项目分工。

8.2.2 首层地面、隔墙的拆除及土方开挖的施工，在保证结构安全的前提下，应根据现场情况采取适当的工具、方式，并应保护原有水电等管线。

8.2.3 挡土墙、隔震沟垫层等部位，应根据设计要求，进行防水处理。

8.2.4 针对不同结构形式，应用型钢对拉螺栓柱托换、植筋柱托换、单托梁墙体托换、双夹梁墙体托换等方法进行荷载托换。不同形式荷载托换施工，应满足本规程第8.3节的要求。

8.2.5 结构分离施工，应符合下列要求：

1. 上部结构的荷载须经有效托换后，方可实施结构分离；结构分离时，可增设临时支撑，保证结构安全。
2. 结构分离时应分区、分段、分批实施，应采取控制振动幅度、施工噪声及差异沉降的相应措施。

8.2.6 支座安装施工主要流程有定位放线、支座下预埋板安装、支座安装、支座上预埋板安装固定等。上道工序交接检验后，方可进行支座安装工程施工。支座安装工程施工经质量验收合格后，方可进行其后续工程施工。

8.2.7 支座下支墩（柱）施工应符合下列规定：

1. 支座下支墩（柱）钢筋安装、绑扎时，应考虑支座下预埋套筒或锚筋的位置，避免相互阻挡。
2. 支座下预埋板就位后，应校核其平面位置、标高和水平度，并应符合本规程和设计要求。
3. 支座下支墩（柱）的混凝土宜分二次浇筑，应专人负责，浇筑时应有排气措施。第一次宜浇筑至支座下连接板以下，第二次浇筑前应复核支座下预埋板的平面位置、高程和水平度。二次浇筑的混凝土宜采用高流动性且收缩性小的混凝土、微膨胀或无收缩的高强砂浆，其强度宜比原设计强度提高一级。两次浇筑的混凝土应结合紧密。
4. 下支墩混凝土浇筑过程中应加强施工管理，避免扰动预埋件，确保预埋件位置准确；应采取措施保证预埋板下混凝土密实。
5. 浇筑混凝土前，需对螺栓孔采取临时措施封闭，避免灌入混凝土。混凝土浇筑完成后应及时将下预埋板清洁干净。

8.2.8 支座就位安装应符合下列规定：

1. 下支墩（柱）混凝土强度达到设计强度的75%以上方可进行安装。
2. 隔震支座安装前，应将下支墩顶面清理干净，并对下支墩顶面水平度、中心标高、平面中心位置及平整度进行测量和记录。
3. 隔震支座安装过程中宜采用机械设备吊装，严禁将钢丝绳等穿于螺栓孔内进行吊装。吊运过程中应保证支座上下面水平，避免倾斜。隔震支座吊装过程中，应注意保护隔震支座。
4. 安装前应对隔震支座进行检查，确保法兰板漆面完整。
5. 支座安装过程中应采取措施，不得发生水平变形。
6. 支座就位后，对其位置、高程和水平度进行复核。
7. 拧紧后，必须用力矩扳手检查所有螺栓。
8. 支座安装后，支座与下支墩（柱）顶面连接板应密贴。
9. 同一墩（柱）下采用多个支座组合时，必须采用同一厂家的产品，且顶面高差不宜大于5.0 mm。
10. 当支座需进行防火保护时，应按设计文件进行。

8.2.9 支座相邻上部结构施工应符合下列规定：

1. 支座安装验收合格后，方可进行后续工程施工。
2. 支座上预埋板安装后，相应锚定螺栓就位，应进行其位置、高程等校核，并保留记录。
3. 支座安装后应立即采取保护措施，防止后续施工过程中污染、损伤。
4. 支座上部相邻结构进行模板和混凝土工程施工，必要时应对建筑四周的支座设置临时横向支撑，避免其发生水平位移。
5. 单层面积较大、长度超过100 m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时，必须制定专项施工方案，避免产生过大的温度变形和混凝土干缩变形。
6. 支座相邻上部结构为钢结构或其他必要情况时，应对全部支座采取临时固定措施。
7. 支座相邻上部结构施工过程中，应定期对支座竖向变形进行观测，并保留相应记录。

8.2.10 阻尼器的施工应符合下列规定：

1. 阻尼器与主体结构的连接方案，应经确认后实施。
2. 阻尼器的平面布置、吊装就位应符合设计要求。
3. 阻尼器安装接头的高强度螺栓连接，应符合现行行业标准《钢结构高强度螺栓连接技术规程》JGJ 82的有关规定，并应符合设计要求。
4. 阻尼器安装接头的焊接连接，应符合现行国家标准《钢结构焊接规范》GB50661的有关规定，并应符合设计要求。
5. 阻尼器与铰连接件之间的销栓或球铰连接，其间隙应满足设计文件要求。当设计文件无要求时，间隙不应大于0.3 mm。
6. 阻尼器安装完成后应撤除临时固定件。

8.2.11 隔震层管道和管线的安装应符合下列规定：

1. 穿过隔震层的设备配管、配线，应采用柔性连接或其他有效措施，预留的变形量应满足设计要求。
2. 重要管道、可能泄露有害介质或可燃介质的管道，隔震层处必须采用柔性接头或柔性连接段。柔性接头或柔性连接段安装需严格按照相关工艺和设计技术要求进行施工，防止发生破坏和引发次生灾害。
3. 管线接头部分重量很大时，宜设置不阻碍隔震层位移的支撑。
4. 当利用构件钢筋作防雷接地引下线时，应采用柔性导线连通隔震层上、下部分的钢筋，确保接地线有足够的变形量，并应对该处的隔震支座进行专门的防火处理。

8.2.12 隔震支座、连接板和外露连接螺栓应按设计的防腐、防锈等保护措施进行施工。

8.2.13 隔震缝的施工应符合下列规定：

1. 隔震缝的缝宽不应小于设计文件要求，当无设计规定时，应符合《建筑抗震设计规范》GB 50011规定。
2. 穿过隔震层的竖向通道，包括楼梯、电梯、管井等，在隔震缝处的构造应符合设计要求。
3. 当门厅入口、室外踏步、室内楼梯节点、电梯井道、地下室坡道、车道入口处等穿越隔震层时，应按照设计文件的相应构造措施处理。
4. 隔震缝的密封处理应按照设计文件的相应构造措施处理。

8.2.14 既有建筑隔震加固工程的恢复施工应符合下列规定：

1. 根据设计、产权所有者的要求，可按加固前进行恢复，也可按新的装修方案进行恢复。
2. 恢复项目主要包括：首层地面，首层隔墙，水、电、通讯管线等。

8.3 荷载托换

8.3.1 型钢对拉螺栓柱托换节点施工宜按下述步骤和要求执行：

1. 柱表面标出穿柱螺栓的位置，用取芯机钻洞。钻孔应保持水平，偏差角小于1%；钻孔直径宜大于螺杆直径1~2 mm。
2. 凿去柱保护层，露出柱纵筋。用切割轮片在型钢翼缘卡入位置切槽。保护层凿除深度不得超过35 mm；柱表面切槽时不应损伤柱纵筋。
3. 在柱下所凿洞中穿入螺杆，螺杆上裹水泥浆或结构胶。
4. 摆放型钢夹梁，在型钢腹板上标出穿螺杆位置。
5. 卸下型钢夹梁，在型钢夹梁腹板上打螺栓孔。螺栓孔直径宜比螺栓直径大1 mm。
6. 重新安装型钢，将螺杆穿入，拧紧螺母。
7. 在柱两侧和夹梁垂直的方向焊槽钢，从上面的预留孔向夹梁和槽钢内部灌注微膨胀细石混凝土。
8. 施工上部围护结构。在钢夹梁上方柱四个面上打膨胀螺栓，并固定短构造钢筋。
9. 绑扎托架梁钢筋，将托架梁钢筋和型钢夹梁焊接。托架梁钢筋和型钢夹梁之间的焊缝满足焊接长度要求。
10. 进行托换节点和上托架梁的模板支设。
11. 浇筑混凝土。

8.3.2 植筋柱托换节点施工宜按下述步骤和要求执行：

1. 在柱面植筋设计位置用电钻钻孔，孔径大于钢筋直径1~2 mm，钻孔深度误差不大于1 cm。
2. 植筋，技术要求应满足《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ145相关规定。
3. 绑扎托换节点四周及节点间托梁钢筋，托架梁钢筋深入托换节点的长度应满足锚固长度的要求。
4. 支托换节点和托架梁的模板。
5. 浇筑混凝土。

8.3.3 单托梁墙体托换施工宜按下述步骤和要求执行：

1. 对每段墙体划分单元段，墙体交叉处为独立单元。
2. 第一批单元墙段开洞。开洞应分批，对任意相邻三个单元墙段，每批同时开洞的单元段数量不超过1个。托换梁段混凝土达到设计强度时，才允许进行下一批开洞施工。
3. 第一批开洞处托换梁施工：支模、绑扎钢筋、浇筑混凝土。
4. 第二批单元墙段开洞，第二批托换梁段施工；依次进行，直到所有墙段托换完毕。
5. 将各托换梁段连接。连接技术要求如下：托换梁段中的纵筋长度应超出开洞长度，超出长度不小于10 d（d为钢筋的直径）。托换梁段支模前，应将前一批梁段端部浮浆和松动的砂石凿除，并清洗干净，然后浇筑第二梁段混凝土。托换梁段之间纵筋采用帮条焊或搭接焊。焊接搭接长度应符合相关规范要求。

8.3.4 双夹梁墙体托换的施工宜按下述步骤及要求执行：

1. 墙体每隔1~1.5 m开洞，开洞尺寸根据横向拉梁尺寸确定。
2. 支夹梁底模。
3. 绑扎夹梁钢筋。
4. 绑扎横向拉梁纵筋和箍筋。
5. 支夹梁侧模。
6. 混凝土浇筑，振捣、养护、拆模。

8.3.5 荷载托换施工尚应符合下列规定：

1. 墙、柱采用混凝土结构托换时，新老混凝土接触面处，原混凝土表面应凿毛、洗净、晾干，粗糙面凹凸深度不应小于6 mm，并涂刷界面剂。
2. 植筋钻孔和穿螺栓钻孔位置偏差不宜大于10 mm。
3. 当采用本规程未提及的其它荷载托换方法时，应保证结构的安全可靠。

9 隔震加固验收

9.1 一般规定

9.1.1 隔震加固工程作为建筑工程主体结构分部工程的子分部工程，可划分为支座安装、阻尼器安装、柔性连接安装、隔震缝等分项工程。隔震加固工程质量验收除应执行本规程外，对于钢筋工程、模板工程、混凝土工程、钢结构工程、建筑结构加固工程、地基基础加固工程等，尚应符合现行国家有关标准的规定。

9.1.2 隔震加固工程验收程序和组织应符合下列规定：

1. 检验批和分项工程应由监理工程师组织施工单位专业技术负责人及专业质量负责人进行验收。
2. 子分部工程应由总监理工程师组织施工单位项目负责人和技术、安全、质量负责人进行验收；设计单位工程项目负责人及施工单位部门负责人也应参加。
3. 隔震加固工程专项验收通过后，方可组织工程主体竣工验收。
4. 隔震加固工程竣工后一年，应由建设单位组织相关专业人员对工程进行回访，重点检查隔震装置的使用和维护状态以及相关构造等。

9.1.3 隔震加固工程施工质量应按下列要求进行验收：

1. 工程质量验收均应在施工单位自检合格的基础上进行。
2. 参加工程施工质量验收的各方人员应具备相应的资格。
3. 检验批的质量应按主控项目和一般项目验收。
4. 对涉及结构安全的试块、试件及材料，应在进场时或施工中按规定进行见证检验，并应在验收前按规定进行抽样检验。
5. 隐蔽工程在隐蔽前应由施工单位通知监理单位进行验收，并应形成验收文件，验收合格后方可继续施工。
6. 工程的观感质量应由验收人员现场检查，并应共同确认。

9.1.4 隔震加固工程施工质量验收时，应提供下列文件和记录：

1. 工程相关设计文件及设计变更文件。
2. 支座及相关材料质量合格证明文件、中文标志、性能检测报告和进场复验报告。
3. 施工现场质量管理检查记录。
4. 有关安全及功能的检验和见证检测项目检查记录。
5. 有关观感质量检验项目检查记录。
6. 分项工程所含各检验批质量验收记录。
7. 工程重大质量问题的处理方案和验收记录。
8. 隔震装置使用维护手册、维修管理及计划。
9. 其他必要的文件和记录。

9.1.5 支座产品进场应提供以下质量证明文件：

1. 原材料检测报告。
2. 连接件检测报告。
3. 产品合格证。
4. 出厂检验报告。
5. 型式检验报告。
6. 其它必要的证明文件。

9.1.6 检验批质量验收合格应符合下列规定：

1. 主控项目的质量经抽样检验应合格。
2. 一般项目的质量经抽样检验应合格；当采用计数检验时，其合格点率不应小于90%，且不能有严格缺陷。
3. 应具有完整的施工操作依据、质量检查记录及质量证明文件。

9.1.7 分项工程质量验收合格应符合下列规定：

1. 所含检验批施工质量均应符合本规程的合格质量规定。
2. 所含检验批的质量验收记录和有关合格证明文件应完整。

9.1.8 子分部工程质量验收合格应符合下列规定：

1. 子分部工程所含分项工程施工质量验收合格。
2. 子分部工程所含分项工程的质量验收记录完整。
3. 性能质量检验和抽样检测结果应符合相关规定。
4. 观感质量验收应符合规定。

9.1.9 隔震加固工程施工质量不合格时，应由施工单位返工重做，并重新检查、验收。若通过返工后仍不能满足安全使用要求的加固工程，严禁验收。

9.2 支座

Ⅰ 主控项目

9.2.1 支座型号、数量、安装位置应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查施工记录。

9.2.2 支座应与下支墩（柱）顶面密贴。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查施工记录。

9.2.3 支座下支墩（柱）混凝土强度不应低于设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：试件强度试验报告。

Ⅱ 一般项目

9.2.4 支座安装位置的允许偏差和检验方法应符合表9的规定。

表9 隔震支座安装位置的允许误差和检验方法

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 检查项目 | | 与设计偏差 | 检查数量 | 检验方法 |
| 支座标高（mm） | | ±5 | 全数  检查 | 用水准仪、钢尺测量 |
| 支座水平位置偏差（mm） | | ±5 | 用经纬仪、钢尺测量 |
| 水平度 | 下支墩（柱）顶面 | 3‰ | 用水准仪、千分塞尺测量 |
| 支座顶面 | 8‰ | 用水准仪、千分塞尺测量 |

9.2.5 隔震橡胶支座的外观质量应符合本规程表25。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

9.2.6隔震橡胶支座尺寸偏差应符合本规程表16和本规程第A.0.13条的规定。

检查数量：支座总数量的10%，且不少于5个。

检验方法：钢尺测量。

9.2.7 弹性滑板支座（ESB）外观质量应符合本规程第B.0.8条的规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

9.2.8 弹性滑板支座（ESB）尺寸偏差应符合本规程第A.0.24条的规定。

检查数量：支座总数量的10%，且不少于5个。

检验方法：钢尺测量。

9.2.9 摩擦摆隔震支座（FPS）外观质量应符合现行国家标准《建筑摩擦摆隔震支座》GB/T 37358的相关规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

9.2.10 摩擦摆隔震支座（FPS）尺寸偏差应符合现行国家标准《建筑摩擦摆隔震支座》GB/T 37358的相关规定。

检查数量：支座总数量的10%，且不少于5个。

检验方法：钢尺测量。

9.2.11 支座不应出现较大倾斜。当出现倾斜时，单个支座的倾斜度不大于支座直径的1/300。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，测量，检查施工记录。

9.2.12 支座不应出现较大侧鼓。当出现侧鼓时，侧鼓尺寸不宜大于3 mm。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，测量，检查施工记录。

9.2.13 支座表面出现破损、锈蚀，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。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查施工记录。

9.2.14 支座下支墩（柱）不应有蜂窝、麻面。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

9.2.15 支座防火封闭应满足设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查施工记录。

9.3 阻尼器

Ⅰ 主控项目

9.3.1 阻尼器型号、数量、安装位置应满足设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查施工记录。

9.3.2 阻尼器安装连接部位的焊缝质量应满足设计要求，并应进行见证检验。当设计文件无要求时，焊缝等级不应低于二级。检测质量应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205的有关规定。

检查数量：一级焊缝全数检查；二级焊缝抽查全数的20%。

检验方法：检查超声波或射线探伤见证试验报告。

Ⅱ 一般项目

9.3.3 阻尼器安装连接部位的高强度螺栓的终拧扭矩和梅花头检查应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205的有关规定。

检查数量：安装节点总数的5％，且不少于3个。

检验方法：观察，检查施工记录。

9.3.4 阻尼器连接件与混凝士构件连接的锚栓、垫板安装应满足设计要求及现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205的有关规定。

检查数量：安装节点总数的20％，且不少于3个。

检验方法：观察，检查施工记录。

9.3.5 阻尼器连接件与混凝土构件连接需二次灌浆时，其浇筑质量应满足设计要求。

检查数量：安装节点总数的50%，且不少于3个。

检验方法：观察，检查施工记录和试件试验报告。

9.3.6 阻尼器安装出平面外垂直度要求应满足设计要求。

检查数量：安装节点总数的50％，且不少于3个。

检验方法：观察，测量，检查施工记录。

9.3.7 阻尼器采用销栓或球铰连接时，其间隙应满足设计文件要求。当设计无要求时，间隙不得大于0.3 mm。

检查数量：安装节点总数的50％，且不少于3个。

检验方法：观察，卡尺测量，检查施工记录。

9.3.8 当阻尼器表面出现破损、锈蚀，不影响使用性能时，应及时修复；影响使用性能时，应及时更换。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查施工记录。

9.4 柔性连接

Ⅰ 主控项目

9.4.1 可能泄露有害介质或可燃介质管道的柔性接头或柔性连接段，应确认其具有满足设计要求的水平变形能力，保证地震时满足设计位移要求和不发生泄露、火灾等次生灾害。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，查看性能保证书和相关证明文件。

Ⅱ 一般项目

9.4.2 穿过隔震层的设备配管、配线，应采用柔性连接或其他有效措施。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，钢尺测量。

9.4.3 当构件钢筋作避雷线时，柔性导线的预留可伸展长度应大于设计水平位移要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，钢尺测量。

9.5 隔震缝

Ⅰ 主控项目

9.5.1 水平隔震缝的高度及竖向隔震缝的宽度不应小于设计文件要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：塞尺、米尺测量。

9.5.2 隔震缝内及周边不得有影响隔震层发生相对水平位移的阻碍物。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

9.5.3 对穿越隔震层的门厅入口、室外踏步、室内楼梯、楼梯扶手、电梯井道、地下室坡道、车道入口等，应采用隔震脱离措施并符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

9.5.4 隔震缝的密封构造措施不得阻碍隔震层发生相对水平位移。

抽检数量：全数检查。

检验方法：观察。

Ⅱ 一般项目

9.5.5 水平隔震缝的高度及竖向隔震缝宽度应均匀。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，钢尺测量。

10 隔震加固维护

10.1 一般规定

10.1.1 隔震层设置的检查口的尺寸应便于人员进入，且符合运输隔震支座、连接部件及其它施工器械的规定。

10.1.2 隔震建筑应设置标识，并应标明其功能特殊性、使用及维护注意事项。

10.1.3 隔震建筑标识的设置应符合下列规定：

1. 标识应醒目。
2. 标识内容应简单明了。
3. 标识设置应尽量统一，并具有一定的警示作用。

10.1.4 隔震建筑标识的设置范围和内容应符合下列规定：

1. 门厅入口处：应该在标识上注明此建筑物为隔震建筑，并简单阐述隔震的基本原理、房屋使用者需注意的问题以及维护要求等。同时，可以在标识上注明此建筑的平面结构图以及剖面图等，并在图上简要注明隔震沟与建筑物的大致关系。
2. 楼梯断缝处：应注明楼梯为断缝楼梯，当地震来临时在断缝处楼梯会发生滑动，请勿在滑动范围内堆放能阻止楼梯滑动的物体，且提醒行人在地震来临时注意。
3. 建筑物周围的竖向隔震缝（又称隔震沟）：应在建筑物周围隔震沟范围内设置标线或警示线，提醒人们此处为隔震建筑的隔震沟，地震时建筑将在该范围内移动，并且周围停放物应和建筑物保持一定的避让距离，避免地震时发生碰撞。
4. 水平隔震缝：应标明此处为上部结构和下部结构完全分开的水平缝。
5. 隔震产品描述：应注明隔震产品的型号、规格以及功能、特性等，对其特殊的使用要求和维护要求进行简要描述。

10.2 维护要求

10.2.1 隔震建筑工程竣工验收前，应提交由支座和阻尼器生产厂家、设计等单位编写的使用维护手册及维护管理计划；隔震建筑的维护检查可分为常规检查、定期检查、应急检查。

10.2.2 隔震建筑工程除对建筑常规维护项目进行检查外，还应对隔震建筑特有的项目进行检查。检查项目可包括支座、阻尼器、隔震缝、柔性连接；检查方法应按本规程第9章相关规定执行。

10.2.3 常规检查应每年进行一次，检查方式可采用观察方式。

10.2.4 定期检查应为竣工后的3年、5年、10年，10年以后每10年进行一次，检查项目见表10。

表10 检查项目

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 位置 | | 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 |
| 设备管线机柔性连接 | 设备管线 | 柔性连接 | 液体渗漏  增加、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 |

10.2.5 当发生可能对隔震层及相关元件造成损伤的地震或火灾等灾害后，应及时进行应急检查，必要时应由专业机构进行监测鉴定。

附 录 A

（规范性）

隔震支座选型

A.1

既有建筑隔震加固工程中的隔震支座类型主要包括三种：隔震橡胶支座、弹性滑板支座（ESB）、摩擦摆隔震支座（FPS）。隔震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）。支座形状分为圆形和方形，宜优先选用圆形支座。

A.2

隔震支座的选用应符合下列要求：

1. 摩擦摆隔震支座（FPS）宜单独使用，不宜与橡胶类支座在同一隔震层中混合使用。
2. 天然橡胶支座（LNR）应与带阻尼的隔震支座或其他阻尼器联合使用。
3. 弹性滑板支座（ESB）应与提供恢复力的橡胶类支座联合使用。
4. 隔震橡胶支座及弹性滑板支座（ESB）中橡胶部分应采用天然橡胶整体硫化而成。
5. 支座整体设计工作年限不应低于上部结构的剩余设计工作年限。

A.3

隔震橡胶支座按构造一般分为两类，按表11采用。

表11 按构造分类

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 分类 | 说 明 | 图 示 |
| Ⅰ型 | 连接板和封板用螺栓连接。封板与内部橡胶黏合。  橡胶保护层在支座硫化前包裹。 |  |
| 连接板和封板用螺栓连接。封板与内部橡胶黏合。  橡胶保护层在支座硫化后包裹。 |  |
| Ⅱ型 | 连接板直接与内部橡胶黏合 |  |

A.4

隔震橡胶支座按极限性能分类见表12。

表12 按极限性能分类

|  |  |
| --- | --- |
| 分类 | 极限剪应变 |
| A | *γ*u ≥ 350% |
| B | 350% > *γ*u ≥ 300% |
| C | 300% > *γ*u ≥ 250% |

A.5

隔震橡胶支座按剪切性能允许偏差分类见表13。

表13 按剪切性能的允许偏差分类

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 分 类 | 单个试件测试值 | 一批试件平均测试值 |
| S-A | ±15% | ±10% |
| S-B | ±25% | ±20% |

A.6

隔震橡胶支座的力学性能试验项目应按表14的规定执行。

表14 隔震支座力学性能试验项目

|  |  |
| --- | --- |
| 性 能 | 试 验 项 目 |
| 压缩性能 | 竖向压缩刚度 |
| 压缩位移 |
| 剪切性能 | 水平等效刚度 |
| 等效阻尼比 |
| 屈服后刚度 |
| 屈服力 |
| 剪切性能相关性 | 剪应变相关性 |
| 压应力相关性 |
| 加载频率相关性 |
| 反复加载次数相关性 |
| 温度相关性 |
| 压缩性能相关性 | 剪应变相关性 |
| 压应力相关性 |
| 极限剪切性能 | 破坏剪应变、破坏剪力 |
| 屈曲剪应变、屈曲剪力 |
| 滚翻剪应变、滚翻剪力 |
| 拉伸性能 | 破坏拉力 |
| 屈服拉力 |
| 拉伸破坏和屈服时对应的剪应变 |
| 耐久性能 | 老化性能 |
| 徐变性能 |
| 疲劳性能 |
| 低速率变形的反力性能 | 低速率变形时的剪切模量 |
| 注1：天然橡胶支座的剪切性能测试项目为水平等效刚度；  注2：高阻尼橡胶支座的剪切性能测试项目为水平等效刚度、等效阻尼比；  注3：铅芯橡胶支座的剪切性能测试项目为水平等效刚度、等效阻尼比或者屈服后刚度、屈服力。 | |

A.7

隔震橡胶支座竖向压缩刚度允许偏差为±30%；隔震橡胶支座剪切性能允许偏差见本规程表13。按《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223确定的甲类及乙类建筑，应满足S-A类的要求；按《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223确定的丙类及丁类建筑，应满足S-B类的要求。

A.8

隔震橡胶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、屈曲或翻滚。

A.9

隔震橡胶支座在水平剪应变为0时，竖向极限压应力不应小于90 MPa；隔震橡胶支座在水平剪应变为0或受拉大应变时，其拉伸强度不得小于2.5 MPa；水平等效刚度、等效阻尼比、屈服后刚度、屈服力等性能，老化前后变化率不得超过20%；隔震支座在60年徐变量不超过支座内部橡胶总厚度的10%。

A.10

隔震橡胶支座尺寸测量的标准温度为（23±5）℃。支座硫化后应在（23±5）℃的温度中放置至少24 h，放置时间应根据支座的尺寸进行调整，应以支座内部温度为调整依据。

A.11

隔震橡胶支座尺寸测量项目应按表15的规定执行。

表15 隔震橡胶尺寸测量

|  |  |
| --- | --- |
| 对 象 | 试 验 项 目 |
| 支座 | 支座平面尺寸 |
| 支座高度 |
| 支座水平偏差 |
| 连接板 | 连接板平面尺寸 |
| 连接板厚度 |
| 连接板螺栓孔位 |

A.12

Ⅰ型、Ⅱ型支座的平面尺寸的偏差应符合表16的规定。

表16 支座平面尺寸的允许偏差

|  |  |
| --- | --- |
| *D*，*a*和*b*（mm） | 允 许 偏 差 |
| *D、a*和*b*均不大于500 | 5mm |
| *D*大于500且*a*和*b*均不大于1500 | 1% |
| *D*、*a*和*b*均大于1500 | 15mm |

A.13

隔震橡胶支座高度的允许偏差为1.5%与±6 mm两者中的较小值。

A.14

隔震橡胶支座的平整度偏差，即相距180°的两点所测的支座高度之差不应大于3.0 mm；高度差与连接板或外部直径之比不应大于0.25%。

A.15

隔震橡胶支座产品的水平偏移不应超过5 mm。

A.16

连接板平面尺寸的允许偏差应符合表17的规定。

表17 连接板直径和边长允许偏差

单位：mm

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 连接板直径或边长 | 板材厚度 | |
| ≤30 | >30 |
| ≤ 1000 | ±2.0 | ±2.5 |
| 1000~2500 | ±2.5 | ±3.0 |

A.17

连接板厚度允许偏差应符合表18的规定。

表18 连接板厚度允许偏差

单位：mm

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 连接板厚度*t* | 连接板直径或边长 | |
| ≤ 1500 | 1500~2500 |
| 15.0~25.0 | ±0.65 | ±0.75 |
| 25.0~40.0 | ±0.70 | ±0.80 |
| 40.0~60.0 | ±0.80 | ±0.90 |
| 60.0~100.0 | ±0.90 | ±1.10 |

A.18

连接板螺栓孔位置（包括封板螺纹孔位置）的允许偏差应符合表19的规定。

表19 螺栓孔位置的允许偏差

单位：mm

|  |  |
| --- | --- |
| 连接板直径或边长 | 允许偏差（mm） |
| 400~1000 | ±0.80 |
| 1000~2500 | ±1.20 |

A.19

对在隔震设计中有防火要求的隔震支座，应加设防火装置，并宜进行防火试验，满足相应的建筑防火规程要求。

A.20

隔震橡胶支座由试验确定设计参数时，竖向荷载应保持本规程表8的压力限值；对水平向减震系数计算，应取剪切变形100%的等效刚度和等效黏滞阻尼比；对罕遇地震验算，宜采用剪切变形250%时的等效刚度和等效黏滞阻尼比，当隔震支座直径较大时可采用剪切变形100%时的等效刚度和等效黏滞阻尼比。当采用时程分析时，应以试验所得滞回曲线作为设计依据。

A.21

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支座的水平等效刚度分配；当按扭转耦联计算时，尚应计及隔震层的扭转刚度。

A.22

隔震橡胶支座选型时应优先选用大直径的支座。当通过验算或有可靠工程经验时，可选用直径不大于300 mm的支座。

A.23

隔震橡胶支座的第一形状系数S1不宜小于20，第二形状系数S2不宜小于5。

A.24

弹性滑板支座（ESB）应满足下列要求：

1. 最大滑移量应满足设计要求。
2. 外径（或边长）尺寸不宜小于300 mm。
3. 力学性能、外观要求、尺寸偏差限值、抽检标准等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/T 20688.5相关条文的要求。

A.25

摩擦摆隔震支座（FPS）应满足下列要求：

1. 极限位移量应满足设计要求。
2. 力学性能、外观要求、尺寸偏差限值、抽检标准等应符合现行国家标准《建筑摩擦摆隔震支座》GB/T 37358相关条文的要求。

附 录 B

（规范性）

隔震支座材料

B.1

橡胶材料物理性能的试验项目应符合表20的要求。

表20 橡胶材料试验项目

|  |  |
| --- | --- |
| 性 能 | 试 验 项 目 |
| 拉伸性能 | 拉伸强度 |
| 拉断伸长率 |
| 100%拉应变时的弹性模量 |
| 老化性能 | 拉伸强度变化率 |
| 扯断伸长率变化率 |
| 100%拉应变时的弹性模量变化率 |
| 硬度 | 硬度 |
| 黏合性能 | 橡胶与金属黏合强度  试件破坏类型 |
| 压缩性能 | 压缩永久变形 |
| 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 |
| 脆性性能 | 脆性温度 |
| 抗臭氧性能 | 性能变化率 |
| 低温结晶性能 | 硬度变化率 |

B.2

天然橡胶支座和铅芯隔震橡胶支座内部橡胶材料的物理性能要求应符合表21的规定。

表21 天然橡胶支座和铅芯隔震橡胶支座

内部橡胶材料的物理性能要求

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 试验项目 | 量测项目 | 单位 | 剪切模量/MPa | | | |
| 0.30 | 0.35 | 0.40 | 0.45 |
| 拉伸性能 | 拉伸强度 | MPa | ≥12 | ≥14 | ≥14 | ≥15 |
| 扯断伸长率 | % | ≥650 | ≥600 | ≥600 | ≥600 |
| 硬度 | 硬度 | IRHD | 30±5 | 35±5 | 35±5 | 40±5 |
| 黏合性能 | 橡胶与金属黏合强度 | N/mm | ≥6 | ≥6 | ≥6 | ≥6 |
| 破坏类型 | — | 橡胶破坏 | 橡胶  破坏 | 橡胶  破坏 | 橡胶  破坏 |
| 脆性性能 | 脆性温度 | ℃ | ≤-40 | ≤-40 | ≤-40 | ≤-40 |

表21 天然橡胶支座和铅芯隔震橡胶支座

内部橡胶材料的物理性能要求（续）

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 试验项目 | 量测项目 | 单位 | 剪切模量/MPa | | |
| 0.60 | 0.80 | 1.0 |
| 拉伸性能 | 拉伸强度 | MPa | ≥15 | ≥20 | ≥20 |
|  | 扯断伸长率 | % | ≥500 | ≥500 | ≥500 |
| 硬度 | 硬度 | IRHD | 45±5 | 50±5 | 65±5 |
| 黏合性能 | 橡胶与金属黏合强度 | N/mm | ≥6 | ≥6 | ≥6 |
|  | 破坏类型 | — | 橡胶破坏 | 橡胶  破坏 | 橡胶  破坏 |
| 脆性性能 | 脆性温度 | ℃ | ≤-40 | ≤-40 | ≤-40 |

B.3

高阻尼隔震橡胶支座内部橡胶材料的物理性能要求应符合表22的规定。

表22 高阻尼隔震橡胶支座

内部橡胶材料的物理性能要求

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 试验项目 | 量测项目 | 单位 | 剪切模量/MPa | | |
| 0.40 | 0.60 | 0.80 |
| 拉伸性能 | 拉伸强度 | MPa | ≥8.0 | ≥8.0 | ≥10.0 |
| 扯断伸长率 | % | ≥650 | ≥650 | ≥650 |
| 硬度 | 硬度 | IRHD | （60~70）±5 | （60~70）±5 | （60~70）±5 |
| 脆性性能 | 脆性温度 | ℃ | ≤-40 | ≤-40 | ≤-40 |
| 注1：剪切模量的相应剪应变为。 | | | | | |

B.4

橡胶材料的其它物理性能要求应符合表23的规定。

表23 橡胶材料其它的物理性能要求

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 技术指标 | 量测项目 | 单位 |
| 老化性能 | 拉伸强度允许变化率 | ±25% |
| 扯断伸长率允许变化率 | -50%×老化前扯断伸长率最大值 |
| 抗臭氧性能 | | 橡胶保护层不应出现龟裂 |

B.5

隔震橡胶支座的典型尺寸见表24。如有必要，可采用其他尺寸。

表24 支座的典型尺寸

单位：mm

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 尺寸  *d*或*a* | 厚度 | | 第二形状系数 | 开孔直径 |
| 单层内部橡胶厚度*t*r | 单层内部钢板厚度*t*s |
| 400 | 2.0 ≤ *t*r ≤ 5.0 | ≥2.0 | ≥3.0 | 天然橡胶和高阻尼橡胶支座：  ≤*d*/6或≤*a*/6  铅芯橡胶支座：  ≤*d*/4或≤*a*/4 |
| 450 | 2.0 ≤ *t*r ≤ 5.5 |
| 500 | 2.5 ≤ *t*r ≤ 6.0 |
| 550 | 2.5 ≤ *t*r ≤ 7.0 |
| 600 | 3.0 ≤ *t*r ≤ 7.5 |
| 650 | 3.0 ≤ *t*r ≤ 8.0 |
| 700 | 3.5 ≤ *t*r ≤ 9.0 |
| 750 | 3.5 ≤ *t*r ≤ 9.5 | ≥2.5 | ≥3.0 |
| 800 | 4.0 ≤ *t*r ≤ 10.0 |
| 850 | 4.0 ≤ *t*r ≤ 10.5 | ≥3.5 |
| 900 | 4.5 ≤ *t*r ≤ 11.0 |
| 950 | 4.5 ≤ *t*r ≤ 11.0 |
| 1000 | 4.5 ≤ *t*r ≤ 11.0 | ≥3.0 | ≥3.5 | 天然橡胶和高阻尼橡胶支座：  ≤*d*/5或≤*a*/5铅芯橡胶支座：  ≤*d*/4或≤*a*/4 |
| 1050 | 5.0 ≤ *t*r ≤ 11.0 |
| 1100 | 5.5 ≤ *t*r ≤ 11.0 |
| 1150 | 5.5 ≤ *t*r ≤ 12.0 |
| 1200 | 6.0 ≤ *t*r ≤ 12.0 | ≥4.0 |
| 1250 | 6.0 ≤ *t*r ≤ 13.0 |
| 1300 | 6.5 ≤ *t*r ≤ 13.0 | ≥4.0 | ≥4.0 |
| 1350 | 6.5 ≤ *t*r ≤ 14.0 |
| 1400 | 7.0 ≤ *t*r ≤ 14.0 |
| 1450 | 7.0 ≤ *t*r ≤ 15.0 |
| 1500 | 7.0 ≤ *t*r ≤ 15.0 |

B.6

隔震橡胶支座外观质量应符合表25的规定。

表25 外观质量

|  |  |
| --- | --- |
| 缺 陷 名 称 | 质 量 标 准 |
| 表面 | 光滑平整，防腐涂层均匀光洁，无漏刷 |
| 气泡 | 单个表面气泡面积不超过50 mm2 |
| 杂质 | 杂质面积不超过30 mm2 |
| 缺胶 | 缺胶面积不超过150 mm2，不得多于2处，且内部嵌件不许外露 |
| 凹凸不平 | 凹凸不超过5 mm，面积不超过50 mm2，不得多于3处 |
| 胶钢黏结不牢（上、下端面） | 裂纹长度不超过30 mm，深度不超过3 mm，不得多于3处 |
| 裂纹（侧面） | 不应出现 |
| 钢板外露（侧面） | 不应出现 |

B.7

钢板强度应满足表26的要求。

表26 钢板的强度设计值要求

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 牌号 | 强度设计值/MPa | | | |
| 钢板厚度*t*/mm（括号内为Q355钢板厚度） | | | |
| *t* ≤ 16 | 16 < *t* ≤ 40  (16 < *t* ≤ 35) | 40 < *t* ≤ 60  (35 < *t* ≤ 50) | 60 < *t* ≤ 100  (50 < *t* ≤ 100) |
| Q235 | 215 | 205 | 200 | 190 |
| Q355 | 310 | 295 | 265 | 250 |

B.8

弹性滑板支座（ESB）的材料应符合下列要求：

1. 橡胶材料剪切模量不宜小于0.392 MPa，其他物理性能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/T 20688.5的相关规定。
2. 滑移材料应采用无孔材料，可采用聚四氟乙烯、改性超高分子量聚乙烯板；在检测及使用过程中严禁在表面涂油或油脂等；不允许出现脱皮、裂纹、分层或其它损伤破坏的现象；摩擦材料的原材料、物理性能、厚度等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/T 20688.5的相关规定。
3. 滑移面板用钢材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/T 20688.5的相关规定。
4. 上、下连接板采用Q235钢板或Q355钢板，厚度不应小于25 mm，其强度设计值参见本规程表26。
5. 混凝土块型弹性滑板支座，滑移材料、混凝土块等材料性能应满足设计要求。

B.9

摩擦摆支座（FPS）的材料应符合下列要求：

1. 摩擦材料宜采用聚四氟乙烯、改性聚四氟乙烯及改性超高分子量乙烯；摩擦材料表面应光滑，整体颜色应均匀一致，不应有裂纹、气泡、分层，不应有影响使用的机械损伤、板面刀痕等缺陷，不应夹带任何杂质；摩擦材料的原材料、物理机械性能、厚度等应符合现行国家标准《建筑摩擦摆隔震支座》GB/T 37358的相关规定。
2. 支座用钢材应符合现行国家标准《建筑摩擦摆隔震支座》GB/T 37358的相关规定；钢材表面应平整、光洁，不应有分层、鼓泡、褶皱和影响使用的机械损伤。
3. 黏结剂的质量应稳定，黏结摩擦材料与钢板的剥离强度不应小于5 kN/m。
4. 支座防尘围板的防尘橡胶材料可采用三元乙丙橡胶，其性能应符合现行国家标准《建筑摩擦摆隔震支座》GB/T 37358的相关规定。

附 录 C

（规范性）

抗震构造措施补充表

C.1

隔震加固后，当水平向减震系数不大于0.40（设置阻尼器时为0.38）时，现浇钢筋混凝土房屋适用的最大高度应符合表27的要求。

表27 隔震加固后现浇钢筋混凝土房屋适用的最大高度

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 结构类型 | 烈 度 | |
| 7 | 8 |
| 框架 | 60 | 50 |
| 框架-抗震墙 | 130 | 120 |
| 抗震墙 | 140 | 120 |
| 注1：“抗震墙”指结构抗侧力体系中的钢筋混凝土剪力墙，不包括只承担重力荷载的混凝土墙。 | | |

C.2

钢筋混凝土房屋应根据设防类别、烈度、结构类型和房屋高度采用不同的抗震等级，并应符合相应的计算和构造措施要求。隔震加固后，当水平向减震系数不大于0.40（设置阻尼器时为0.38）时，丙类钢筋混凝土建筑的抗震等级应按表28确定。

表28 隔震加固后现浇钢筋混凝土房屋的抗震等级

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 结构类型 | | 设 防 烈 度 | | | | | |
| 7度 | | 8度 | | | |
| 框架 | 高度（m） | ≤24 | ＞24 | ≤24 | | ＞24 | |
| 一般框架 | 四 | 三 | 三 | | 二 | |
| 大跨度框架 | 三 | | 二 | | | |
| 框架-抗震墙 | 高度（m） | ≤60 | ＞60 | ≤24 | 25~60 | | ＞60 |
| 框架 | 四 | 三 | 四 | 三 | | 二 |
| 抗震墙 | 三 | | 三 | 二 | | |
| 抗震墙 | 高度（m） | ≤80 | ＞80 | ≤24 | 25~80 | | ＞80 |
| 一般抗震墙 | 四 | 三 | 四 | 三 | | 二 |
| 注：大跨度框架指跨度不小于18m的框架。 | | | | | | | |

C.3

隔震加固后，当水平向减震系数不大于0.40（设置阻尼器时为0.38）时，框架结构（包括设置少量抗震墙的框架结构）房屋的防震缝宽度，在符合本规程第4.1.7竖向隔离缝要求的情况下，还应符合表29的要求。

表29 隔震加固后框架结构防震缝宽度

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 房屋高度 | | 宽度 |
| ≤15 m | | 100 mm |
| ＞15 m | 抗震设防烈度7度地区，每增加5 m | 加宽20 mm |
| 抗震设防烈度8度地区，每增加4 m |

C.4

隔震加固后，当水平向减震系数不大于0.40（设置阻尼器时为0.38）时，框架-抗震墙结构抗震墙之间无大洞口的楼、屋盖的长宽比，不宜超过表30的规定。

表30 隔震加固后抗震墙之间楼屋盖的长宽比

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 楼、屋盖类型 | | 设 防 烈 度 | |
| 7 | 8 |
| 框架-抗震墙结构 | 现浇或叠合楼、屋盖 | 4 | 4 |
| 装配整体式楼、屋盖 | 3 | 3 |

C.5

隔震加固后，当水平向减震系数不大于0.40（设置阻尼器时为0.38）时，多层砌体房屋和底部框架砌体房屋的层数和高度不应超过表31的规定。

表31 隔震加固后房屋的层数和总高度限值

单位：m

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 房屋类别 | | 最小抗震墙厚度（mm） | 烈度和设计基本地震加速度 | | | | | | | |
| 7 | | | | 8 | | | |
| 0.10 g | | 0.15 g | | 0.20 g | | 0.30 g | |
| 高  度 | 层  数 | 高  度 | 层  数 | 高  度 | 层  数 | 高  度 | 层  数 |
| 多层砌体房屋 | 普通砖  多孔砖  多孔砖  小砌块 | 240  240  190  190 | 21  21  21  21 | 7  7  7  7 | 21  21  18  21 | 7  7  6  7 | 21  21  18  21 | 7  7  6  7 | 21  18  15  18 | 7  6  5  6 |
| 底部框架-抗震墙砌体房屋 | 普通砖  多孔砖 | 240 | 22 | 7 | 22 | 7 | 22 | 7 | 19 | 6 |
| 多孔砖 | 190 | 22 | 7 | 19 | 6 | 19 | 6 | 16 | 5 |
| 小砌块 | 190 | 22 | 7 | 22 | 7 | 22 | 7 | 19 | 6 |

C.6

隔震加固后，当水平向减震系数不大于0.40（设置阻尼器时为0.38）时，多层砌体房屋的总高度与总宽度的最大比值，宜符合表32的要求。

表32 隔震加固后房屋最大高宽比

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 烈度 | 7 | 8 |
| 最大高宽比 | 2.5 | 2.5 |

C.7

隔震加固后，当水平向减震系数不大于0.40（设置阻尼器时为0.38）时，多层砌体房屋和底部框架砌体房屋抗震横墙的间距，不应超过表33的要求。

表33 隔震加固后房屋抗震横墙间距

单位：m

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 房屋类别 | | | 烈度 | |
| 7 | 8 |
| 多层砌体房屋 | 现浇或装配整体式钢筋混凝土楼、屋盖  装配式钢筋混凝土楼、屋盖  木屋盖 | | 15  11  9 | 15  11  9 |
| 底部框架-抗震墙砌体房屋 | | 上部各层 | 同多层砌体房屋 | |
| 底层或底部两层 | 18 | 15 |

C.8

隔震加固后，当水平向减震系数不大于0.40（设置阻尼器时为0.38）时，多层砖砌体房屋的钢筋混凝土构造柱设置，应符合表34的规定。

表34 隔震加固后砖房构造柱设置要求

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 房屋层数 | | 设置部位 | |
| 7度 | 8度 |
| 三、四 | 二、三 | 楼、电梯间四角，楼梯斜段上下端对应的墙体处；外墙四角和对应转角；错层部位横墙与外纵墙交接处，较大洞口两侧，大房间内外墙交接处 | 每隔12m或单元横墙与外墙交接处 |
| 五 | 四 | 每隔三开间的横墙与外墙交接处 |
| 六 | 五 | 隔开间横墙（轴线）与外墙交接处，山墙与内纵墙交接处 |
| 七 | 六、七 | 内墙（轴线）与外墙交接处，内墙局部较小墙垛处；内纵墙与横墙（轴线）交接处 |

C.9

隔震加固后，当水平向减震系数不大于0.40（设置阻尼器时为0.38）时，混凝土小砌块房屋芯柱的设置，应符合表35的规定。

表35 隔震加固后混凝土小砌块房屋芯柱设置要求

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 房屋层数 | | 设置部位 | 设置数量 |
| 7度 | 8度 |
| 三、四 | 二、三 | 外墙转角，楼梯间四角，楼梯斜段上下端对应的墙体处；大房间内外墙交接处；每隔12m或单元横墙与外墙交接处 | 外墙转角，灌实3个孔  内外墙交接处，灌实4个孔 |
| 五 | 四 | 外墙转角，楼梯间四角，楼梯斜段上下端对应的墙体处；大房间内外墙交接处，山墙与内纵墙交接处，隔三开间横墙（轴线）与外纵墙交接处 |
| 六 | 五 | 外墙转角，楼梯间四角，楼梯斜段上下端对应的墙体处；大房间内外墙交接处，隔开间横墙（轴线）与外纵墙交接处，山墙与内纵墙交接处；抗震设防烈度8度时，外纵墙与横墙（轴线）交接处，大洞口两侧 | 外墙转角，灌实5个孔  内外墙交接处，灌实5个孔  洞口两侧各灌实1个孔 |
| 七 | 六 | 外墙转角，楼梯间四角，楼梯斜段上下端对应的墙体处；各内外墙（轴线）与外墙交接处；内纵墙与横墙（轴线）交接处；洞口两侧 | 外墙转角，灌实7个孔  内外墙交接处，灌实4个孔  内墙交接处，灌实4~5个孔  洞口两侧各灌实1个孔 |