

**T/CECS XXX-20XX**

**中国工程建设标准化协会标准**

消能减震墙（板）应用技术规程

Technical specification for application of damped infill wall/wallboard

**（征求意见稿）**

**xx出版社**

中国工程建设标准化协会标准

**消能减震墙（板）应用技术规程**

Technical specification for application of damped infill wall/wallboard

T/CECS xxx-20xx

主编单位：广州大学

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：202X年XX月XX日

前　言

根据建标协字[2020]23号文“关于印发《2020年第二批协会标准制订、修订计划》的通知”要求，《消能减震墙（板）应用技术规程》的编制工作由广州大学组织完成，编制组经过深入调查研究，认真总结我国消能减震墙实践经验，参考国内外有关标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程共分为9章，主要技术内容包括：总则、术语及符号、基本规定、材料、消能减震墙性能及设计、消能减震墙结构与连接设计、消能减震墙检测、施工、安装及验收、保养与维修。

请注意本规程的某些内容可能直接或间接涉及专利，本规程的发布单位不承担识别这些专利的责任。

本规程由中国工程标准化协会抗震专业委员会归口管理，由广州大学负责具体技术内容的解释。本规程在使用过程中如有需要修改或补充之处，请将有关资料或建议寄送解释单位（地址：广州市大学城外环西路230号，广州大学《消能减震墙（板）应用技术规程》编制组；邮政编码：510006；电子邮箱：zhydxs@163.com），以供修订时参考。

主编单位：广州大学

参编单位：中国建筑西南勘察设计研究院

广东省建筑设计研究院有限公司

广州市设计院集团有限公司

广州大学建筑设计研究院有限公司

深圳华森建筑与工程设计顾问有限公司

柏涛建筑设计(深圳)有限公司

成都市建筑设计研究院

广州建工设计院

中国建筑第四工程局一公司

中国建筑第五工程局三公司

广州建筑股份有限公司

广州一建集团有限公司

汕头市建安（集团）有限公司

成都城投置地（集团）有限公司

上海优耐建筑工程咨询有限公司

柳州东方工程橡胶制品有限公司

江门鑫辉密封科技有限公司

广东宇泰制震装备股份有限公司

成都建国震宁科技有限公司

君兆建设控股集团有限公司

　主要起草人：周　云　吴从晓　张　超　吴小宾　张良平　李力军　王松帆　梁　虹　陈　彬　吴从永　郑日辉　郭阳照　蔡志立　王兴发　林超伟　龚　晨　文永宏　章燕清　梁湖清　邵　泉　黄　群　凌文轩　杨永全　陈清祥　杨 超　李云弟　王欣树　曹 君　陈章彦　林松伟　马兆军

主要审查人：

目　　次

[1　总　　则 1](#_Toc132889851)

[2　术语及符号 2](#_Toc132889852)

[2.1　术语 2](#_Toc132889853)

[2.2　符号 4](#_Toc132889854)

[3　基本规定 7](#_Toc132889855)

[4　材料 9](#_Toc132889856)

[4.1　墙体材料 9](#_Toc132889857)

[4.2　耗能减震元件材料 10](#_Toc132889858)

[4.3　接缝材料 11](#_Toc132889859)

[4.4　预埋件及连接件材料 12](#_Toc132889860)

[5　消能减震墙性能及设计 14](#_Toc132889861)

[5.1　一般规定 14](#_Toc132889862)

[5.2　装配式减震墙板 17](#_Toc132889863)

[5.3　装配式金属消能减震复合墙板 20](#_Toc132889864)

[5.4　阻尼填充墙 23](#_Toc132889865)

[5.5　门窗、电器管线布置要求 25](#_Toc132889866)

[6　消能减震墙结构与连接设计 27](#_Toc132889867)

[6.1　一般规定 27](#_Toc132889868)

[6.2　主体结构设计 28](#_Toc132889869)

[6.3　装配式减震墙板与结构的连接设计 29](#_Toc132889870)

[6.4　装配式金属消能减震复合墙板与结构的连接设计 31](#_Toc132889871)

[6.5　阻尼填充墙与结构的连接设计 31](#_Toc132889872)

[7　消能减震墙检测 33](#_Toc132889873)

[7.1　一般规定 33](#_Toc132889874)

[7.2　墙体材料检测 33](#_Toc132889875)

[7.3　耗能减震元件检测 33](#_Toc132889876)

[7.4　消能减震墙构件性能检测 35](#_Toc132889877)

[8　施工、安装及验收 37](#_Toc132889878)

[8.1　一般规定 37](#_Toc132889879)

[8.2　标志、包装、运输与存放 37](#_Toc132889880)

[8.3　进场安装、验收 38](#_Toc132889881)

[8.4　施工安装顺序 39](#_Toc132889882)

[9　保养与维护 41](#_Toc132889883)

[本规程用词说明 42](#_Toc132889884)

[引用标准名录 43](#_Toc132889885)

[条文说明 44](#_Toc132889886)

Contents

[1　General provisions 1](#_Toc132889851)

[2　Terms and symbols 2](#_Toc132889852)

[2.1　Terms 2](#_Toc132889853)

[2.2　Symbols 4](#_Toc132889854)

[3　Basic provisions 7](#_Toc132889855)

[4　Materials 9](#_Toc132889856)

[4.1　Materials of the wall 9](#_Toc132889857)

[4.2　Materials of the energy-dissipation element 10](#_Toc132889858)

[4.3　Materials of the joint between wall and the surrounded structure 11](#_Toc132889859)

[4.4　Materials of the pre-embedded parts and connections 12](#_Toc132889860)

[5　Design and performance of damped infill wall 14](#_Toc132889861)

[5.1　General provisions 14](#_Toc132889862)

[5.2　Damped precast wallboard 17](#_Toc132889863)

[5.3　Prefabricated energy-dissipation composite wallboard 20](#_Toc132889864)

[5.4　Damped masonry infill wall 23](#_Toc132889865)

[5.5　Arrangement requirements of the opening and the pipeline 25](#_Toc132889866)

[6　Design of the structure with damped infill wall and of the wall-structure connection 27](#_Toc132889867)

[6.1　General provisions 27](#_Toc132889868)

[6.2　Design of the main structure 28](#_Toc132889869)

[6.3　Design of the connection between structure and the damped precast wallboard 29](#_Toc132889870)

[6.4　Design of the connection between structure and the prefabricated energy-dissipation composite wallboard 31](#_Toc132889871)

[6.5　Design of the connection between structure and the damped masonry infill wall 31](#_Toc132889872)

[7　Inspection of the damped infill wall 33](#_Toc132889873)

[7.1　General provisions 33](#_Toc132889874)

[7.2　Inspection of the materials of wall 33](#_Toc132889875)

[7.3　Inspection of the materials of energy-dissipation element 33](#_Toc132889876)

[7.4　Inspection of the materials of the component of damped infill wall 35](#_Toc132889877)

[8　Construction, installation and acceptance 37](#_Toc132889878)

[8.1　General provisions 37](#_Toc132889879)

[8.2　Mark, package, transportation and storage 37](#_Toc132889880)

[8.3　On-site installation and acceptance 38](#_Toc132889881)

[8.4　Installation sequence 39](#_Toc132889882)

[9　Maintenance and repair 41](#_Toc132889883)

I[nstructions of the phrasing used in this specification 42](#_Toc132889884)

L[ist of cited standards 43](#_Toc132889885)

D[escription of provisions 44](#_Toc132889886)

# 1　总　　则

**1.0.1**为规范消能减震墙在建筑工程中的技术要求，做到安全适用、技术先进、经济合理、方便施工，制定本规程。

**1.0.2**本规程适用于在抗震设防烈度为6度～9度地区采用消能减震墙技术的新建、改建和扩建民用建筑工程的设计、施工、验收和维护。

**1.0.3**消能减震墙的设计、施工及验收除应执行本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

# 2　术语及符号

### **2.1　术语**

**2.1.1**消能减震墙　　damped infill wall

消能减震墙是一种具有抗震性能好、变形能力强、损伤程度低、不影响结构（构件）抗震性能等优点的新型填充墙（板），主要由墙体单元、减震层或耗能元件、墙体与结构构件之间或墙体单元之间的连接构造组成。主要有三个产品，分别为：阻尼填充墙、装配式减震墙板以及装配式消能减震复合墙板。

**2.1.2**阻尼填充墙　　damped masonry infilled wall

消能减震墙的第一种产品，主要针对的是对于砌块类填充墙的改进。主要由若干个砌体单元、减震层、墙-框间柔性连接构成，构造如图2.1.2所示。

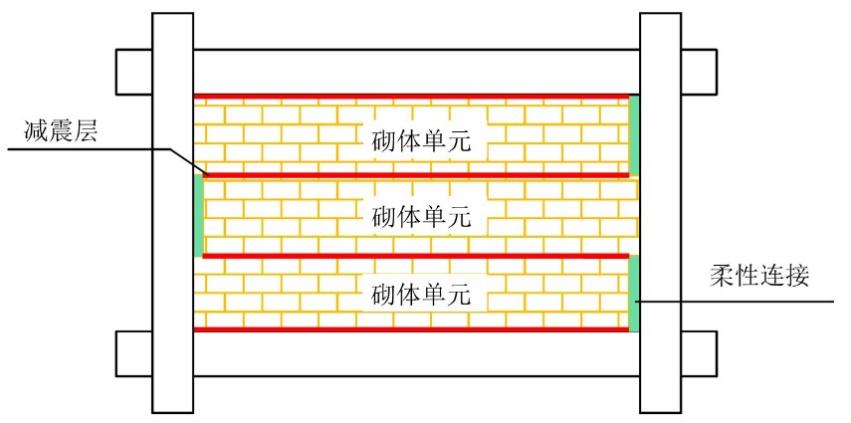


图2.1.2 阻尼填充墙构造示意

**2.1.3**装配式减震墙板　　damped precast wallboard

消能减震墙的第二种产品。是在阻尼填充墙基础上针对装配式隔墙板特点进行改造而提出的。墙体根据预制墙板布置方式的不同，可将装配式减震墙板细分为横条型与竖条型装配式减震墙板，如图2.1.3所示。

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| (b) 横条型 | (c) 竖条型 |
| 图2.1.3 装配式减震墙板构造示意 | |

**2.1.4**装配式金属消能减震复合墙板　　prefabricated energy dissipation

composite wallboard

消能减震墙的第三种产品，主要用于对普通复合混凝土墙板的改进。其构造主要由L型预制混凝土板、耗能元件、柔性连接以及防水保温填充材料构成，如图2.1.4所示。

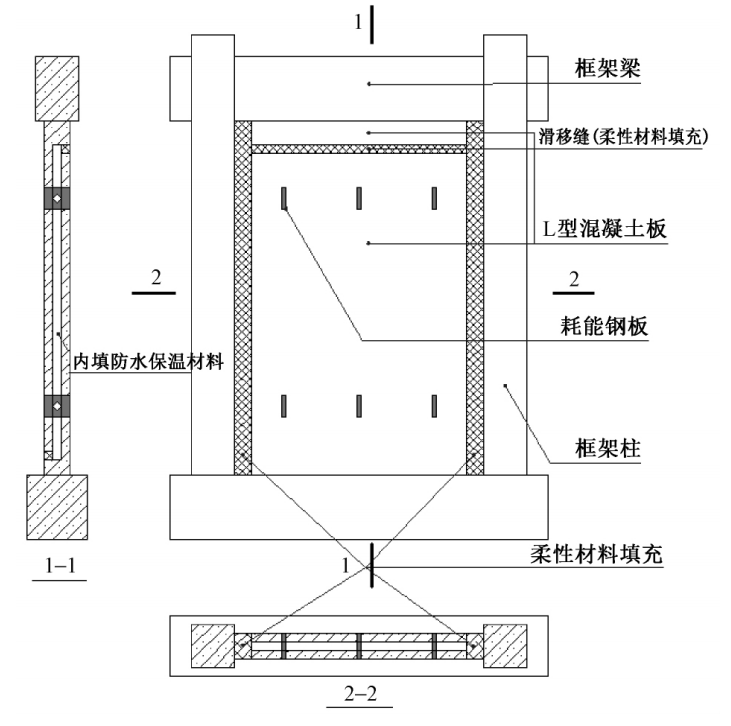


图2.1.4 装配式金属消能减震复合墙板构造示意

**2.1.5**墙体单元　　wall unit

为实现消能减震墙预期工作机制而在普通填充墙基础上进行分块后，所形成的可独立运动单元的统称。对于阻尼填充墙，具体名称为砌体单元；对于装配式减震墙板，具体名称为墙板单元；对于装配式金属消能减震复合墙板，具体名称为L型混凝土墙板；

**2.1.6**耗能减震元件　　energy-dissipation element

指消能减震墙的各墙体单元之间所设置的具有良好耗能能力、屈服后刚度低的元件材料。对于阻尼填充墙以及装配式减震墙板，耗能减震元件一般水平铺设，材料为卷材；对于装配式金属消能减震复合墙板，一般使用开菱形孔的钢板作为耗能元件。

**2.1.7**柔性连接　　flexible connection configuration

由消能减震墙与相邻结构构件之间或者消能减震墙的相邻墙体单元之间预留的一定宽度的缝隙、缝隙内的填充材料以及部件间连接件共同组成的局部构造措施。

**2.1.8**设计承载力　　design bearing force

罕遇地震作用下消能减震墙需要承受的最大水平荷载。

**2.1.9**设计位移　　design displacement

罕遇地震作用下消能减震墙达到的最大水平变形。

**2.1.10**极限承载力　 ultimate bearing capacity

消能减震墙能够承受的最大水平荷载，消能减震墙承受的水平荷载超过该值后认为消能减震墙失效。

**2.1.11**极限位移　　ultimate displacement

消能减震墙能够达到的最大水平变形量，即达到极限承载力设计值时对应的水平变形量，消能减震墙的水平变形量超过该值后认为消能减震墙失效。

**2.1.12**附加阻尼比　　additional damping ratio

地震下结构中消能减震墙通过耗能减小结构响应的效果等效附加给结构的有效阻尼比。

### **2.2　符号**

——第j个消能减震墙的恢复力滞回环在相对水平位移时的面积；

——消能减震墙的附加有效阻尼比；

——第j个消能减震墙在结构预期层间位移下往复循环一周所消耗的能量；

——消能减震墙结构在水平地震作用下的总应变能；

——质点i的水平地震作用标准值；

——质点i对应于水平地震作用标准值的位移；

——消能减震墙板有效刚度；

——消能减震墙板在相应位移下的阻尼力；

、——分别为消能减震墙板在相应位移时的正向阻尼力和负向阻尼力；

——沿消能方向消能减震墙板的位移；

、——分别为沿消能方向消能减震墙板的正向位移和负向位移值。

——沿最不利方向施加于非结构构件中心处的水平地震作用标准值；

——非结构构件功能系数；

——非结构构件类别系数；

——状态系数；

——位置系数；

——水平地震影响系数最大值；

——非结构构件的重力；

——非结构构件的楼面反应谱值；

——消能减震墙功能系数；

——非结构构件类别系数；

——黏弹性卷材类耗能元件的厚度；

——黏弹性卷材类减震耗能元件的设计剪切变形；

——黏弹性卷材类耗能元件的最大剪切应变；

——为减震层设计出力；

——消能减震墙单个墙体单元抗剪承载力设计值；

——消能减震墙墙板材料轴心抗拉强度设计值；

——消能减震墙的墙体单元水平分布构造钢筋的抗拉强度设计值；

——为配置在同一水平截面内水平分布构造钢筋的全部截面面积；

——水平分布构造钢筋的间距；

——计算截面剪跨比，；

——消能减震墙单个墙体单元设计剪切刚度；

——黏弹性卷材类减震层的剪切刚度；

——消能减震墙单元的水平横截面面积；

、——分别为墙体材料的弹性模量以及剪切模量；

——消能减震墙单元的高度；

——消能减震墙单元的截面惯性矩；

——钢材的屈服强度；

*E*——钢材的弹性模量；

——钢材屈服点与弹性极限点之间的比例系数。

——为墙体混凝土轴心抗拉强度设计值；

——为水平分布钢筋的抗拉强度设计值；

——为配置在同一水平截面内水平分布构造钢筋的全部截面面积；

——水平分布构造钢筋的间距；

——消能减震墙单个墙体单元抗剪能力设计值；

——永久荷载分项系数；

——砌体抗剪强度设计值；

、——分别为受压处拉结筋面积以及受拉处拉结筋面积；

、——分别为受压处拉结筋直径以及受拉处拉结筋直径；

# 3　基本规定

**3.0.1**　消能减震墙在设计阶段应协调设计、生产、施工各方之间的关系，应加强建筑、结构、设备、装修等专业的配合。

**3.0.2**　消能减震墙在运输和进场堆放过程中，应采取防护措施，不可重压或与锋利物品碰撞；不应使消能减震墙在安装之前进入耗能工作阶段。产品应放在干燥通风处贮存，不宜露天长期暴晒。

**3.0.3**　消能减震墙应根据实际使用场景，使其防水、防火、保温、隔声性能符合下列相关规定：

**1**　消能减震墙用于有防火要求的环境时，应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016、《民用建筑热工设计规程》GB50176中的有关规定；

**2**　消能减震墙用于厨房、卫生间等有防潮、防水要求的内墙时，需对墙体柔性构造连接设计防水构造，墙面防水高度不一低于1.8m；

**3**　消能减震墙用于外墙时，柔性构造处防水设计应满足《预制混凝土外挂墙板应用技术标准》JGJ/T 458的有关规定；其水密性能应满足《预制混凝土外挂墙板应用技术标准》JGJ/T 458以及《建筑幕墙气密、水密、抗风压性能检测方法》GB/T 15227的有关规定。

**4**　消能减震墙隔声性能应符合现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB 50118的规定。

**3.0.4**　当电气线路、设备管线需穿越消能减震墙的减震层或耗能元件时，应对穿越部位构造进行设计，构造大样可参考本规程5.4.2条。

**3.0.5**　消能减震墙的使用年限不宜小于建筑物的设计使用年限。当消能减震墙自身或其中部件设计使用年限小于建筑物的设计使用年限时，达到设计使用年限应进行及时检测，重新确定消能减震墙使用年限或更换。

**3.0.6**　若需要考虑消能减震墙附加阻尼比时，需将消能减震墙板视作消能器并应使消能减震墙满足普通墙体的建筑功能要求以及作为消能器的性能要求。此时减震墙板的布置宜根据需要沿结构主轴方向布置；消能减震墙板在后期维护过程中不能随意拆除。

**3.0.7**　不考虑消能减震墙附加阻尼比时，可将消能减震墙视为对普通填充墙的高性能改进构造措施。

**3.0.8**　应通过构造或计算保证消能减震墙具有足够的平面外承载能力，不满足时应采取相应的加强构造措施。

# 4　材料

### **4.1　墙体材料**

**4.1.1**　消能减震墙的墙体材料应符合国家现行有关产品标准的规定，优先采用节能、利废、环保、轻质的墙体材料。

**4.1.2**　消能减震墙的墙体材料应根据消能减震墙产品类型采用，符合下列规定：

**1**　使用预制混凝土墙板作为墙体材料时，其力学性能与耐久性要求等应符合现行国家规范《混凝土结构设计规范》GB 50010、以及现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1的有关规定。

**2**　使用蒸压加气混凝土、轻骨料混凝土、具有夹心保温层墙体板材等作为墙体材料时，其力学性能与耐久性能应分别符合现行国家标准《蒸压加气混凝土建筑应用技术规程》GB 50666、现行行业标准《建筑隔墙用轻质条板通用技术要求》JG/T 169及其他现行标准。

**3**　使用砖砌块作为墙体材料时，砌筑用砖砌体（块）与砌筑用砂浆的力学性能与耐久性能应符合国家现行规范《砌体结构设计规范》GB 50003、《砌体结构工程施工质量验收规范》GB 50203的有关规定。

**4.1.3**　消能减震墙的墙体材料力学性能应符合下列规定：

**1**　采用混凝土时，强度等级不宜低于C30；

**2**　采用轻骨料混凝土时，强度等级不宜低于LC30；

**3**　采用清混凝土或装饰混凝土时，强度等级不宜低于C40；

**4**　采用隔墙板时，不宜使用空心隔墙板；隔墙板抗压强度等级不宜低于A3.5级。可根据需要对连接构造部位进行增强设计。

**5**　采用砖砌块时，强度等级不宜低于MU15；采用蒸压加气混凝土砌块时，强度等级不宜低于A5.0；砌筑砂浆等级不宜低于M10。

**4.1.4**　消能减震墙物理力学性能指标应满足表4.1.1。

**表4.1.1　消能减震墙物理力学性能指标**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项目 | | 指标要求 | 试验方法 |
| 抗弯极限承载力（kN/m2） | | ≥5.0 | JG/T 432 |
| 耐撞击性能  （10次） | 撞击能力（N·m） | ≥900 | GB/T 21086 |
| 降落高度（mm） |
| 拉伸粘结强度（MPa） | 原强度 | ≥0.10，破坏发生在夹心层的保温材料中 | JG/T 287 |
| 耐水强度 |
| 剥落性能  （每隔玻璃棉的粘结面积）（%） | | ≥85 | GB/T 23932 |
| 吊挂力（N） | | ≥1000 | JG/T 169 |
| 吸水量（g/m2） | | ≤500 | JG/T 287 |
| 不透水性 | | 单侧未渗透 | CECS 396附录B |
| 水蒸气透过性能[g/（m2·h）] | | 面层透过量大于夹心层透过量 | JG/T 287 |
| 湿度变形（%） | | ≤0.07 | JG/T 396 |
| 燃烧性能等级（面层板） | | 不低于A级 | GB 8624 |

注：耐撞击性能应在隔墙板组合成墙体后测试。

### **4.2　耗能减震元件材料**

**4.2.1**　耗能减震元件材料可根据消能减震墙的类型、使用需求，选用金属类、橡胶类、砂浆类以及卷材类等材料。应根据设计要求确保其具有良好的耐久性能、防火性能、防腐性能、耗能能力以及屈服后刚度低的特点。

**4.2.2**　消能减震墙耗能元件为金属材料时，材料性能应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017、《混凝土结构设计规范》GB 50010《金属材料拉伸试验　第1 部分：室温试验方法》GB/T 228. l 和《金属材料室温压缩试验方法》GB/T 7314的有关规定。同时应根据使用需要，对金属连接件采取有效的表面防腐、防锈处理。当节点连接件和预埋件采用耐候结构钢时，其材料性能应符合现行国家标准《耐候结构钢》GB/T4171的有关规定。

**4.2.3**　消能减震墙减震层为黏弹性类材料时，可选用高阻尼橡胶，橡胶材料性能应符合国家标准《橡胶支座 第4部分：普通橡胶支座》GB 20688.4以及《建筑消能阻尼器》JG/T 209的有关规定；橡胶类减震层设计可参考本规程5.2.1条。或选用改性沥青防水卷材。

**4.2.4**　当耗能减震元件采用黏弹性材料且水平设置时，应考虑其竖向刚度与竖向承载能力；当需要考虑消能减震墙的附加阻尼比时，应考虑墙体自重对黏弹性耗能减震元件出力的影响。

**4.2.5**　消能减震墙减震层为砂浆类材料时，材料性能应符合国家现行规范《砌体结构设计规范》GB 50003、《建筑砂浆基本性能试验方法标准》JGJ/T70-2009；砂浆类减震层设计可参考本规程5.2.1条。

### **4.3　接缝材料**

**4.3.1**墙-框预留缝隙处所背衬材料所形成的整体的弹性模量不宜大于10MPa，不宜小于2.5MPa。

**4.3.2**　接缝处应使用密封胶进行封堵、找平；密封胶厚度不宜小于8mm，且不宜小于缝宽的一半；密封胶内侧宜设置背衬材料填充。材料防火性能指标应符合现行国家标准《防火封堵材料》GB23864、《建筑用阻燃密封胶》GB/T 24267的有关规定。力学性能指标应符合现行行业标准《混凝土接缝用建筑密封胶》JC/T 881的有关规定。

**4.3.3**　消能减震墙接缝处的背衬材料应具有良好的变形能力和较低的弹性模量。可采用直径为缝宽1.3倍~1.5倍的发泡闭孔聚乙烯棒或发泡氯丁橡胶棒；当采用发泡闭孔聚乙烯棒时，其密度不宜大于37kg/m3。

**4.3.4**　接缝处填充背衬材料后需使用密封胶嵌缝。密封胶宜选用低模量弹性密封胶，其性能应符合现行国家标准《硅酮和改性硅酮建筑密封胶》GB/T 14683以及《建筑用硅酮结构密封胶》GB16776的有关规定。

**4.3.5**　密封胶的性能指标应符合表4.3.5的规定。

**表4.3.5　密封胶物理性能指标**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | | 技术指标 | 试验方法 |
| 1 | 密度（g/cm3） | | 规定值  ±1 | 《建筑密封材料试验方法 第2部分：密度的测定》 GB/T 13477.2 |
| 2 | 下垂度  （mm） | 垂直 | ≤3 | 《建筑密封材料试验方法 第6部分：流动性的测定》 GB/T 13477.6 |
| 水平 | 无变形 |
| 3 | 表干时间（h） | | ≤8 | 《建筑密封材料试验方法 第5部分：表干时间的测定》 GB/T 13477.5 |
| 4 | 挤出性1  （mL/min） | | ≥80 | 《建筑密封材料试验方法 第3部分：使用标准器具测定密封材料挤出性的方法》 GB/T 13477.3 |
| 5 | 适用期2  （h） | | ≥2 | 《建筑密封材料试验方法 第3部分：使用标准器具测定密封材料挤出性的方法》 GB/T 13477.3 |
| 6 | 弹性回复率（%） | | ≥70 | 《建筑密封材料试验方法 第17部分：弹性恢复率的测定》 GB/T 13477.17 |
| 7 | 拉伸模量  （MPa） | 23℃ | ≤0.4 | 《建筑密封材料试验方法 第8部分：拉伸粘结性的测定》 GB/T 13477.3 |
| -20℃ | ≤0.6 |
| 8 | 定伸粘结性 | | 无破坏 | 《建筑密封材料试验方法 第10部分：定伸粘结性的测定》 GB/T 13477.10 |
| 9 | 浸水后定伸粘结性 | | 无破坏 | 《建筑密封材料试验方法 第11部分：浸水后定伸粘结性的测定》 GB/T 13477.10 |
| 10 | 冷拉-热压后粘结性 | | 无破坏 | 《建筑密封材料试验方法 第13部分：冷拉-热压后粘结性的测定》 GB/T 13477.13 |
| 11 | 质量损失率  （%） | | ≤5 | 《建筑密封材料试验方法 第19部分：质量与提及变化的测定》 GB/T 13477.19 |

注：1 此项仅适用于单组分产品

2 此项仅适用于双组份产品

**4.3.6**　消能减震墙胶粘剂的性能指标应符合表4.3.6的规定。

**表4.3.6　胶粘剂性能指标**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | | 指标 | 试验方法 |
| 1 | 拉伸胶粘强度（MPa） | 常温14d | ≥1.0 | CECS 301附录F |
| 耐水14d | ≥0.7 |
| 2 | 抗压强度（MPa） | 14d | ≥5.0 | GB 17671 |
| 3 | 抗折强度（MPa） | 14d | ≥2.0 |
| 4 | 收缩率（%） | | ≤0.3 | JC/T 547 |
| 5 | 可操作时间（h） | | ≥2 | GB/T 1346 |

### **4.4　预埋件及连接件材料**

**4.4.1**　预埋于混凝土主体结构的锚筋或锚板材料、预埋于预制墙板的吊环应符合国家现行标准《混凝土结构设计规范》。

**4.4.2**　消能减震墙需与主体结构的连接件采用金属材料或钢筋时，材料性能应符合本规程4.2.2条规定。

**4.4.3**　消能减震墙连接时使用的焊接材料、螺栓、锚栓应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB50017、《钢结构焊接标准》GB 50061以及《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18的相关规定。

**4.4.4**　与主体结构的连接形式应根据消能减震墙的工作机制以及工程实际进行选用。若采用钢卡时，镀锌钢卡和普通钢卡的厚度不应小于1.5mm；对于普通钢卡应进行防锈处理，并不应低于热浸镀锌的防腐效果。

**4.4.5**　墙长大于5m时，墙顶与梁宜有拉结；墙长超过8m或层高2倍时，宜设置钢筋混凝土构造柱，构造柱间距不宜大于4m，框架结构底部两层的钢筋混凝土构造柱宜加密；填充墙开有宽度大于2m的门洞或窗洞时，洞边宜设置钢筋混凝土构造柱；墙高超过4m时，墙体半高宜设置与柱连接且沿墙全长贯通的钢筋混凝土水平系梁。

# 5　消能减震墙性能及设计

### **5.1　一般规定**

**5.1.1**　消能减震墙设计使用年限应满足本规程3.0.5条规定。

**5.1.2**　消能减震墙的耗能减震元件应在墙内均匀、对称地布置，应保证耗能减震元件与其相连接的墙体具有可靠的连接。

**5.1.3**　消能减震墙应进行十年一遇风荷载的验算，确保该风荷载水平下耗能元件不屈服，相邻减震墙板单元之间不发生错动。

**5.1.4**　消能减震墙不考虑其附加阻尼比时，应作为非结构构件使用。根据所选用的墙体类型参照本规程5.2节~5.4节的相关条文执行。

**5.1.5**　消能减震墙考虑附加阻尼比时，应符合下列规定：

**1**　抗震计算分析模型应同时包括主体结构与消能减震墙。

**2**消能减震墙部件在水平地震作用下往复循环一周所消耗的能量，可按下式计算：

（5.1.5-1）

式中：——第j个消能减震墙的恢复力滞回环在相对水平位移时的面积（kN·m）

**3**消能减震墙部件附加给结构的有效阻尼比可按下式计算：

（5.1.5-2）

式中：——消能减震墙的附加有效阻尼比；

——第j个消能减震墙在结构预期层间位移下往复循环一周所消耗的能量，kN·m；

——消能减震墙结构在水平地震作用下的总应变能，kN·m；

**4**消能减震墙结构在水平地震作用下的总应变能可按下式计算：

（5.1.5-3）

式中：——质点i的水平地震作用标准值（一般取相应于第一振型的水平地震作用即可，kN）；

——质点i对应于水平地震作用标准值的位移，m

**5**　消能减震墙有效刚度下列公式计算：

 （5.1.5-4）

式中：——消能减震墙板有效刚度，kN/m；

——消能减震墙板在相应位移下的阻尼力，kN；

、——分别为消能减震墙板在相应位移时的正向阻尼力和负向阻尼力，kN；

——沿消能方向消能减震墙板的位移，m；

、——分别为沿消能方向消能减震墙板的正向位移和负向位移值，m。

**6**应考虑耗能减震元件对其连接墙体所附加的轴力、剪力和弯矩作用，耗能减震元件的阻尼力应取消能减震墙在设计位移或设计速度下对应荷载的1.2倍。

**7**　应考虑消能减震墙附加阻尼力对结构构件附加的轴力、剪力和弯矩作用，附加阻尼力应取消能减震墙在设计位移或设计速度下对应荷载的1.2倍。

**8**消能减震墙的墙体材料、各连接部位的强度应符合设计要求，保证消能减震墙在罕遇地震作用下能正常工作。设计时荷载应按消能减震墙在设计位移下对应荷载的1.2倍。

**9**消能减震墙应经过消能减震墙结构或子结构试验，验证消能减震墙的性能和减震效果。

**10**消能减震墙安装后应注明位置，后期维护过程中不能随意拆除，必须拆除的，需经业主及设计单元确认。

**11**　工程上使用的消能减震墙应由专业厂家进行设计和制造，厂家在生产构件前应提供型式检验报告，并应待监理单位和设计单位确认后方可生产。消能减震墙应满足设计要求，在设计使用周期内，应能发挥预期的功能而不发生影响功能的破坏。

**5.1.6**　消能减震墙所受地震作用可根据楼面谱方法或等效侧力法得到。

**1**当使用等效侧力法时，水平地震作用标准值以按下列公式计算：

（5.1.6-1）

式中：——沿最不利方向施加于非结构构件中心处的水平地震作用标准值；

——非结构构件功能系数，由相关标准确定或按照《建筑抗震设计规范》GB 50011附录M第M.2节执行；

——非结构构件类别系数，由相关标准确定或按照《建筑抗震设计规范》GB 50011附录M第M.2节执行；

——状态系数，对预制建筑构件、悬臂类构件、支承点低于质心的任何设备和柔性体系宜取2.0，其余情况可取1.0；

——位置系数，建筑的顶点宜取2.0，底部宜取1.0，沿高度线性分布；采用时程分析补充计算的结构，应按其计算结果调整；

——水平地震影响系数最大值，可按《建筑抗震设计规范》GB 50011关于多于地震的规定采用；

——非结构构件的重力，应包括附属在消能减震墙面上部品的重力。

**2**当使用楼面谱法时，楼面谱应反映消能减震墙的具体自身动力特性、消能减震墙所在楼层位置，以及结构和消能减震墙阻尼特性对结构所在地点的地面地震运动的放大作用。计算楼面谱时，宜采用多支点体系计算。水平地震作用标准值可按下列公式计算：

（5.1.6-2）

——非结构构件的楼面反应谱值，取决于设防烈度、场地条件、消能减震墙与结构体系之间的周期比、质量比和阻尼，以及消能减震墙在结构的支承位置、数量和连接性质。

——消能减震墙功能系数，取决于建筑抗震设防类别和使用要求，一般分为1.4、1.0、0.6三档；

——非结构构件类别系数，取决于构件材料性能等因素，一般在0.6∼1.2范围内取值。

**5.1.7**　不宜在需要开门、窗洞的部位布置消能减震墙。确需在开洞部位布置的，可选用本规程5.5.1~5.5.2条规定给出的参考构造，必要时应对消能减震填充墙墙体单元的划分、连接构造进行专门设计。

**5.1.8**　消能减震墙的外观应符合下列规定：

**1**表面平整、不能出现露筋、孔洞、疏松、裂缝等缺陷。

**2**耗能材料与墙板之间应连接可靠，不应出现缺陷。

**3**墙板的截面尺寸偏差应小于3mm。

**5.1.9**　消能减震墙防水、防火、保温、隔声性能应符合本规程3.0.3条规定。

**5.1.10**　装配式减震墙板柔性连接构造处宜采用钢丝网砂浆面层防开裂。

**5.1.11**　楼梯间采用砌体填充墙时，应设置间距不大于层高且不大于4m的钢筋混凝土构造柱，并应采用钢丝网砂浆面层加强。

### **5.2　装配式减震墙板**

**5.2.1**　装配式减震墙板的减震层厚度设计应符合下列规定：

**1**减震层材料为黏弹性卷材类材料时，厚度应符合式5.2.1-1；

 （5.2.1-1）



式中：——黏弹性卷材类耗能元件的厚度（m）；

——黏弹性卷材类减震耗能元件的设计剪切变形（m）；

——黏弹性卷材类耗能元件的最大剪切应变，应根据材性试验确定，不宜超过300%。

**2**减震层材料为低强度砂浆时，厚度应符合国家现行规范《砌体结构设计规范》GB 50003、《建筑砂浆基本性能试验方法标准》JGJ/T70-2009的相关规定；

**5.2.2**　装配式减震墙板减震层的设计出力应小于墙体单元的抗剪承载力，并应符合下式规定：

（5.2.2-1）



（5.2.3-2）

式中：——为减震层设计出力。对于减震层为黏弹性卷材类材料，为剪切变形下对应剪切荷载的1.2倍。对于减震层为摩擦类材料，为摩擦类材料的起滑力；

——消能减震墙单个墙体单元抗剪承载力设计值；

——消能减震墙墙板材料轴心抗拉强度设计值；

——消能减震墙的墙体单元水平分布构造钢筋的抗拉强度设计值；

——为配置在同一水平截面内水平分布构造钢筋的全部截面面积；

——水平分布构造钢筋的间距；

——安全系数，对于减震层为黏弹性卷材类材料，建议取5；对于减震层为摩擦型材料，建议取5；

——计算截面剪跨比，，当时，取1.5；当时，取2.2；*a*取集中荷载作用点至支座截面或节点边缘的距离。

**5.2.3**　装配式减震墙板的减震层水平剪切刚度应小于墙体单元的剪切刚度，并应符合下式规定：

（5.2.3-1）



（5.2.3-2）



（5.2.3-3）

（5.2.3-4）

式中：——消能减震墙单个墙体单元设计剪切刚度；

——黏弹性卷材类减震层的剪切刚度，应根据减震层材料剪切滞回性能试验结果确定，可取屈服时的割线刚度；

——安全系数，可取5；

——消能减震墙单元的水平横截面面积（mm2）；

、——分别为墙体材料的弹性模量（MPa）以及剪切模量（MPa）；

——消能减震墙单元的高度（mm）；

——消能减震墙单元的截面惯性矩（mm4）；

**5.2.4**　进行5.2.1条~5.2.3条的验算时，当减震层的相关性能参数与法向压应力大小有联系时，与耗能有关的性能参数应统一取处于墙体最顶部减震层所受法向压应力下对应的参数；与力学特性有关的性能参数应统一取处于墙体最底部减震层所受法向压应力下对应的参数的取值。

**5.2.5**　装配式减震墙板的墙体材料可根据设计要求选用隔墙板或混凝土板，所选用的板材性能应符合本规程4.1.3条规定。

**5.2.6**　装配式减震墙板的减震层可根据需求选用黏弹性类材料或砂浆类材料，所选用的材料应相应地符合本规程4.2.3条~4.2.5条规定。

**5.2.7**　装配式减震墙板与主体结构间应采用钢板卡件保证其平面外抗倒塌能力，墙-主体结构的连接构造应符合本规程6.3.2条以及6.3.3条规定。柔性连接构造内连接件应符合本规程4.4节的相关规定；柔性连接构造内填充材料应符合本规程4.3节的相关规定。

**5.2.8**　装配式减震墙板内埋设电气管线需穿过减震层时，管线在减震层附近处的局部构造应符合本规程3.0.4条规定，并宜参考本规程5.5.2条给出的构造。

**5.2.9**　若需考虑装配式减震墙板附加阻尼比时，应符合下列规定：

**1**减震层材料为黏弹性材料时，装配式减震墙板力学性能应符合表5.2.9-1的要求。

**表5.2.9-1　黏弹性型装配式减震墙板力学性能要求**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | 性能要求 |
| 1 | 极限应变 | 每个产品极限位移实测值不应小于极限位移设计值 |
| 2 | 最大阻尼力 | 每个产品最大阻尼力的实测值偏差应为设计值的±15%；实测值偏差的平均值应为设计值的±10% |
| 3 | 表观剪切模量 | 每个产品表观剪切模量的实测值偏差应为设计值的±15%；实测值偏差的平均值应为设计值的±10% |
| 4 | 损耗因子 | 每个产品损耗因子的实测值偏差应为设计值的±15%；实测值偏差平均值应为设计值的±10% |
| 5 | 滞回曲线面积 | 任一循环中滞回曲线包络面积实测值偏差应为设计值的±15%；实测值的平均值应为设计值的±10%。 |

**2**减震层材料为摩擦型材料时，装配式减震墙板力学性能应符合表5.2.9-2的要求。

**表5.2.9-2　摩擦型减震层的力学性能要求**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 序号 | 项目 | 性能要求 |
| 常规性能 | 1 | 起滑阻尼力 | 每个产品起滑阻尼力的实测值偏差应为设计值的±15%；实测值偏差的平均值应为设计值的±10% |
| 2 | 起滑位移 | 每个产品起滑位移的实测值偏差应为设计值的±15%；实测值偏差的平均值应为设计值的±10% |
| 3 | 初始刚度 | 每个产品最大阻尼力的实测值偏差应为设计值的±15%；实测值偏差的平均值应为设计值的±10% |
| 4 | 极限荷载 | 每个产品极限荷载的实测值偏差应为设计值的±15%；实测值偏差的平均值应为设计值的±10% |
| 5 | 极限位移 | 每个产品极限位移值不应小于极限位移设计值 |
| 6 | 滞回曲线面积 | 任一个循环中滞回曲线包络面积实测值偏差应为设计值的±15%；实测值偏差的平均值应为设计值的±10% |
| 疲劳性能 | 1 | 摩擦荷载 | 实测产品在设计位移下连续加载30圈，任一个循环的最大、最小阻尼力应为所有循环中最大、最小阻尼力平均值的±15%； |
| 2 | 滞回曲线 | 1）实测产品在设计位移下连续加载30圈，任一个循环中位移在零时的最大、最小阻尼力应为所有循环中位移在零时的最大、最小阻尼力平均值的±15%；  2）实测产品在设计位移下，任一个循环中阻尼力在零时的最大、最小位移应为所有循环中阻尼力在零时的最大、最小位移平均值的±15%； |
| 5 | 滞回曲线面积 | 实测产品在设计位移下连续加载30圈，任一个循环的滞回曲线面积应为所有循环的滞回曲线面积平均值的±15%； |

**3**使用结构分析模型计算附加阻尼比时，减震层的性能应取设置于最高处阻尼层所受的法向压应力作用下的性能。

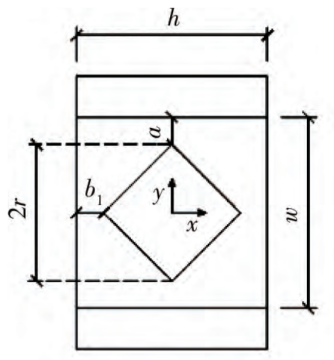
### **5.3　装配式金属消能减震复合墙板**

**5.3.1**　装配式金属消能减震复合墙板耗能减震元件一般采用中部开菱形孔的耗能减震钢板（见图5.3.1），应符合下列规定：

**1**耗能元件弱轴在水平方向，竖向应具有足够的刚度和承载能力。

**2**耗能元件宜全截面屈服耗能。

**3**钢板材料性能应符合本规程4.2.2条规定



**图5.3.1 开菱形孔耗能钢板示意图**

**5.3.2**　装配式金属消能减震复合墙板的设计弹性刚度、屈服荷载以及屈服位移分别见式5.3.2-1~5.3.2-3。

（5.3.2-1）

（5.3.2-2）

（5.3.2-3）

式中：——耗能钢板数量；

*t*——钢板耗能部分的厚度，见图5.3.1；

*w*——耗能钢板的宽度，见图5.3.1；

*r*——耗能钢板在长度方向上开孔长度的一半，见图5.3.1；

*h*——耗能钢板的高度，见图5.3.1；

——钢材的屈服强度；

*E*——钢材的弹性模量；

——钢材屈服点与弹性极限点之间的比例系数。

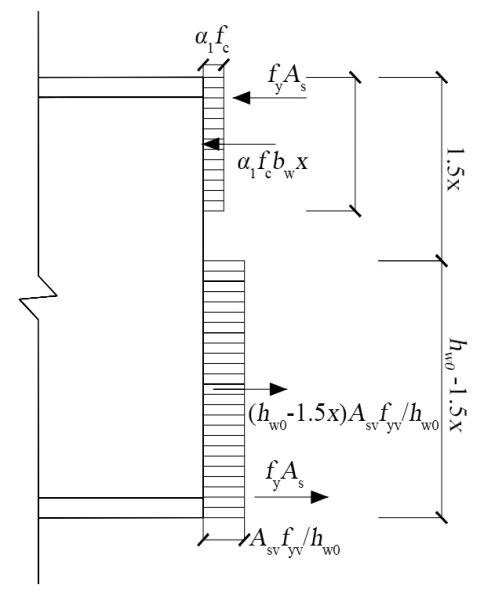
**5.3.3**　装配式金属消能减震复合墙的墙体单元受弯承载力由下式计算：

（5.3.3-1）

（5.3.3-2）

（5.3.3-3）

式中相关符号意义参照下图：



**图5.3.3 装配式金属消能减震复合墙受弯承载力计算受力示意图**

**5.3.4**　装配式金属消能减震复合墙的墙体单元抗剪承载力由下式计算：

（5.3.4-1）

2.5时， （5.3.4-2）

2.5时， （5.3.4-3）

式中，——为墙体混凝土轴心抗拉强度设计值；

——为水平分布钢筋的抗拉强度设计值；

——为配置在同一水平截面内水平分布构造钢筋的全部截面面积；

——水平分布构造钢筋的间距；

——计算截面剪跨比，，当时，取1.5；当时，取2.2；a取集中荷载作用点至支座截面或节点边缘的距离。

**5.3.5**　墙体材料宜采用混凝土板，混凝土性能应符合本规程4.1.3条规定。

**5.3.6**　装配式金属消能减震复合墙板与结构梁之间的连接应具有足够强度，保证连接构造在设计地震动作用下不提前破坏。

**5.3.7**　与主体结构间或者墙体内的柔性连接构造设计宜参考本规程6.3.2条或6.5.1条规定。柔性连接构造内连接件应符合本规程4.4节的相关规定；柔性连接构造内填充材料应符合本规程4.3节的相关规定。

**5.3.8**　墙体内埋设电气管线需穿过减震层时，管线在减震层附近处的局部构造应符合本规程3.0.4条规定，并宜参考本规程5.5.2条给出的构造。

**5.3.9**　若需考虑装配式金属消能减震复合墙板附加阻尼比时，应符合下列规定：

**1**混凝土墙板自身、混凝土墙板与主体结构连接作用力取值应为耗能元件在设计位移下对应阻尼力的1.2倍。

**2**装配式金属消能减震复合墙板性能要求应符合表5.3.9的规定。

**表5.3.9 金属消能减震墙板力学性能要求**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 序号 | 项目 | 性能要求 |
| 常规性能 | 1 | 屈服荷载 | 每个产品的屈服荷载实测值允许偏差应为屈服荷载设计值的±15%；实测值偏差的平均值应为设计值的±10%。 |
| 2 | 屈服位移 | 每个实测产品屈服位移的实测值偏差应为设计值的±15%；实测值偏差的平均值应为设计值的±10%。 |
| 3 | 屈服后刚度 | 每个实测产品屈服后刚度的实测值偏差应为设计值的±15%；实测值偏差的平均值应为设计值的±10%。 |
| 4 | 极限荷载 | 每个实测产品极限荷载的实测值偏差应为设计值的±15%；实测值偏差的平均值应为设计值的±10%。 |
| 5 | 极限位移 | 每个实测产品极限位移值不应小于极限位移设计值。 |
| 6 | 滞回曲线面积 | 任一循环中滞回曲线包络面积实测值偏差应为产品设计值的±15%；产品实测值偏差的平均值应为设计值的±10%。 |
| 疲劳性能 | 1 | 阻尼力 | 实测产品在设计位移下连续加载30圈，任一个循环的最大、最小阻尼力应为所有循环的最大、最小阻尼力平均值的±15%。 |
| 2 | 滞回曲线 | 1) 实测产品在设计位移下连续加载30圈，任一个循环中位移在零时的最大、最小阻尼力应为所有循环中位移在零时的最大、最小阻尼力平均值的±15%。  2) 实测产品在设计位移下，任一个循环中阻尼力在零时的最大、最小位移应为所有循环中阻尼力在零时的最大、最小位移平均值的±15%。 |
| 3 | 滞回曲线面积 | 实测产品在设计位移下连续加载30圈，任一个循环的滞回曲线面积应为所有循环的滞回曲线面积平均值的±15%。 |

### **5.4　阻尼填充墙**

**5.4.1**　阻尼填充墙减震层厚度应符合本规程5.2.1条规定。

**5.4.2**　阻尼填充墙减震层的设计出力应符合下式规定，

（5.4.2-1）



（5.4.2-2）

当时， （5.4.2-3）

当时， （5.4.2-4）

式中：——消能减震墙单个墙体单元抗剪能力设计值；

——永久荷载分项系数；

——砌体抗剪强度设计值，可根据材性试验或依据《砌体结构设计规范》GB 50003选取；

——修正系数；当时，砖（含多孔砖）砌体取0.60，混凝土砌块砌体取0.64；当时，砖（含多孔砖）砌体取0.64，混凝土砌块砌体取0.66；

——剪压符合受力影响系数；

——砌体抗压强度设计值；

——永久荷载设计值产生的水平截面平均压应力，其值不应大于0.8。

**5.4.3**　阻尼填充墙减震层的水平剪切刚度应符合本规程5.2.3条规定。

**5.4.4**　进行5.4.1条~5.4.3条的验算时，应满足本规程5.2.4条规定。

**5.4.5**　阻尼填充墙的墙体材料可根据需求选用常用砌体材料，材料性能应符合本规程4.1.3条规定。

**5.4.6**　阻尼填充墙的减震层可根据需求选用黏弹性类材料或砂浆类材料，所选用的材料应相应地符合本规程4.2.3条~4.2.5条规定。

**5.4.7**　阻尼填充墙与主体结构间的柔性连接构造设计应符合本规程6.5.1条规定。柔性连接构造内连接件应符合本规程4.4节的相关规定；柔性连接构造内填充材料应符合本规程4.3节的相关规定。

**5.4.8**　阻尼填充墙构造应确保墙体不发生平面外失稳，宜在各个砌体单元上部放置1~2道贯通拉结筋。

**5.4.9**　墙体平面外承载力的计算应符合以下规定：

**1**当减震层为黏弹性材料时，平面外承载力按式5.4.9-1~式5.4.9-4计算。

（5.4.9-1）

（5.4.9-2）

（5.4.9-3）

（5.4.9-4）

式中，，、分别为拉结筋的弹性模量以及砌体的弹性模量；

、——分别为受压处拉结筋面积以及受拉处拉结筋面积；

、——分别为受压处拉结筋直径以及受拉处拉结筋直径；

——为墙体单元个数。

**2**当减震层为低强度砂浆材料时，平面外承载力按式5.4.9-5~式5.4.9-7计算。

（5.4.9-5）

（5.4.9-6）

（5.4.9-7）

式中，——为砌体抗压强度平均值；

、——分别为墙体的高度、厚度；

、——分别为框架柱的材料弹性模量以及惯性矩。

**3**平面外承载力验算需满足式5.4.9-8，

（5.4.9-8）

式中，——为阻尼填充墙所受到的平面外地震作用，可参照本规程5.1.6条规定计算得到。

——为阻尼填充墙的平面外承载力，可参照本规程5.4.9条规定计算得到。

**5.4.10**　若需考虑阻尼填充墙附加阻尼比，所选用的黏弹性类或砂浆类材料应符合本规程5.2.9条规定。

### **5.5　门窗、电器管线布置要求**

**5.5.1**　消能减震墙不宜设有门、窗洞口。必须设置时，应根据门、窗等洞口的特点对消能减震墙墙板单元的分布进行调整，并应符合下列规定：

**1**　当消能减震墙内只设置门洞时，消能减震墙墙体单元的分布构造可参考图5.5.1-1。

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| （a）适用于阻尼填充墙 | （b）适用于装配式减震墙板 |
| **图5.5.1-1 消能减震墙内只设有门洞时的参考构造示意** | |

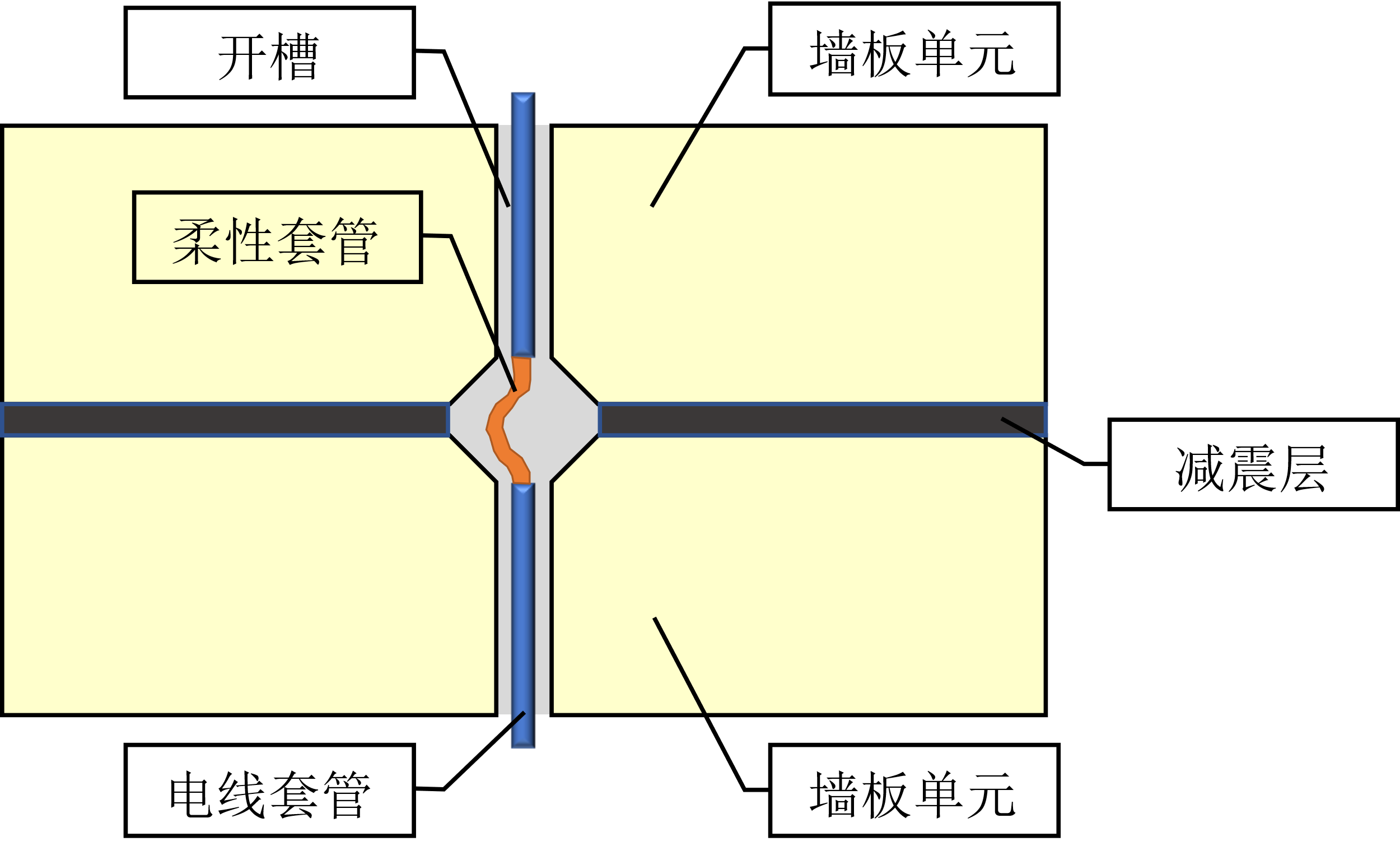
**2**　当消能减震墙内只设置窗洞时，消能减震墙墙体单元的分布构造可参考图5.5.1-2。

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| （a）适用于阻尼填充墙 | （b）适用于装配式减震墙板 |
| **图5.5.1-2 消能减震墙内只设有窗洞时的参考构造示意** | |

**3**　当消能减震墙内同时设置门、窗洞口时，消能减震墙墙体单元的分布构造可参考图5.5.1-3。

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| （a）适用于阻尼填充墙 | （b）适用于装配式减震墙板 |
| **图5.5.1-3 消能减震墙同时设有门洞、窗洞时的参考构造示意** | |

**5.5.2**　消能减震墙内埋设管线时不宜穿过减震层。所埋设管线确有需要穿过减震层时，应在穿过减震层处对普通管线套管进行改造，使在减震层附近处的管线套管具有一定的变形能力，可参考图5.5.2所示的构造。



**图5.5.2 消能减震墙内埋穿越减震层的管线参考构造示意**

# 6　消能减震墙结构与连接设计

### **6.1　一般规定**

**6.1.1**　消能减震墙结构应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011的规定。楼（屋）盖宜满足平面内无限刚性的要求。当楼（屋）盖平面内无限刚性要求不满足时，应考虑需楼（屋）盖宜平面内的弹性变形。

**6.1.2**　消能减震墙结构的最大适用高度应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011对应结构体系的规定。当超过时应进行专项研究。

**6.1.3**　主体结构抗震等级应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》 GB 50011 取值。

**6.1.4**　不考虑消能减震墙对结构的附加阻尼比时，应满足下列规定：

**1**　对于装配式减震墙板以及阻尼填充墙，可不考虑消能减震墙引起的附加轴力、弯矩和剪力作用对结构构件的影响，主体结构构件抗震验算应符合《建筑抗震设计规范》GB50011有关规定。

**2**　对于装配式金属消能减震复合墙板，应考虑其引起的附加轴力、弯矩和剪力作用对结构构件的影响

**3**　可根据带消能减震墙的结构模型动力特性分析结果对不带消能减震墙的结构模型的周期折减系数取值进行调整。

**6.1.5**　考虑消能减震墙对结构的附加阻尼比时，应考虑消能减震墙引起的柱、墙、梁的附加轴力、弯矩和剪力作用，主体结构构件抗震验算应依据《建筑消能减震技术规程》 JGJ297的相关条文执行。

**6.1.6**　消能减震墙与结构之间的连接构造及布置应根据消能减震墙具体产品类型以及设计要求进行设计。

**6.1.7**　消能减震墙与结构之间的连接件、预埋件主要包括高强度螺栓、焊接、钢连接件、拉结钢筋。连接件应依据实际受力状态进行设计以保证其具有足够的刚度、强度。连接件所使用的材料性能应符合本规程4.4节的相关规定。

**6.1.8**消能减震墙与新建钢筋混凝土结构连接时，连接构造设计应符合国家现行标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的有关规定；消能减震墙与既有钢筋混凝土结构连接时，连接构造设计应符合现行行业标准《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145的有关规定；涉及焊接连接时，焊接的强度验算应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017的有关规定。

**6.1.9**消能减震墙与钢结构及组合结构连接时，宜采用螺栓连接或焊接连接，焊接的强度验算或螺栓与连接板的验算应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017的有关规定。

**6.1.10**　消能减震墙与结构连接构造的预埋件、连接件，其作用力设计取值应为消能减震墙在设计位移下对应荷载的1.2倍。

**6.1.11**　消能减震墙与结构柔性连接构造的预留缝隙应使用具有良好隔音、防水、防潮及保温性能的柔性材料进行封堵，材料性能应符合本规程4.4节以及现行国家规范的有关规定，并柔性连接处应采取合理构造措施避免墙体表面开裂。

**6.1.12**　消能减震墙与结构之间的连接构造，应确保墙体预期工作机制的同时避免墙体出现平面外失稳倒塌或破坏。

### **6.2　主体结构设计**

**6.2.1**　与消能减震墙相连接的结构构件的构造措施应符合下列规定：

**1**与消能减震墙相连接的结构构件的抗震构造措施要求应按设防烈度要求执行。

**2**与消能减震墙相连接的结构构件为混凝土或型钢混凝土构件时，应满足国家现行标准《混凝土结构设计规范》GB 50010和《高层建筑泪凝土结构技术规程》 JGJ 3的要求。相邻构件为剪力墙时，其端部宜设暗柱，其箍筋加密区长度、箍筋最大间距和箍筋最小直径，不应低于国家现行标准《混凝土凝土结构设计规范》 GB 50010和《高层建筑混凝土结构技术规程》 JGJ 3中关于框架柱的要求。

**3**与消能减震墙相连接的结构构件为钢结构构件时，应满足《钢结构设计规范》GB 50017和《高层民用建筑钢结构技术规程》JGJ 99的要求。

**6.2.2**　消能减震墙结构的抗震变形验算应符合下列规定：

**1**消能减震墙结构的弹性层间位移角限值应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011取值。

**2**消能减震墙结构的弹塑性层间位移角限值不应大于现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011取值。

**6.2.3**　若需考虑消能减震墙对增大周期折减系数的效果时，宜建立带消能减震墙力学模型的结构模型分析得到消能减震墙结构周期折减系数；消能减震墙力学模型应根据所使用的消能减震墙产品选用合理的力学模型，结构抗震验算按一般结构执行。

**6.2.4**　若需考虑消能减震墙附加阻尼比时，消能减震墙的布置原则、消能减震墙附加有效阻尼比计算方法、结构截面抗震验算、结构抗震变形验算、结构构造措施应根据《建筑消能减震技术规程》 JGJ297关于消能减震结构以及消能部件子结构的有关规定执行。

### **6.3　装配式减震墙板与结构的连接设计**

**6.3.1**装配式减震墙板与结构间柔性连接应根据设计要求进行布置；柔性连接构造所涉及的相关钢材以及填缝材料应分别符合本规程4.3节以及4.4节的相关规定。

**6.3.2**　装配式减震墙板墙体与竖向结构构件之间柔性连接的缝隙最小宽度不宜小于20mm，且应满足下列公式：

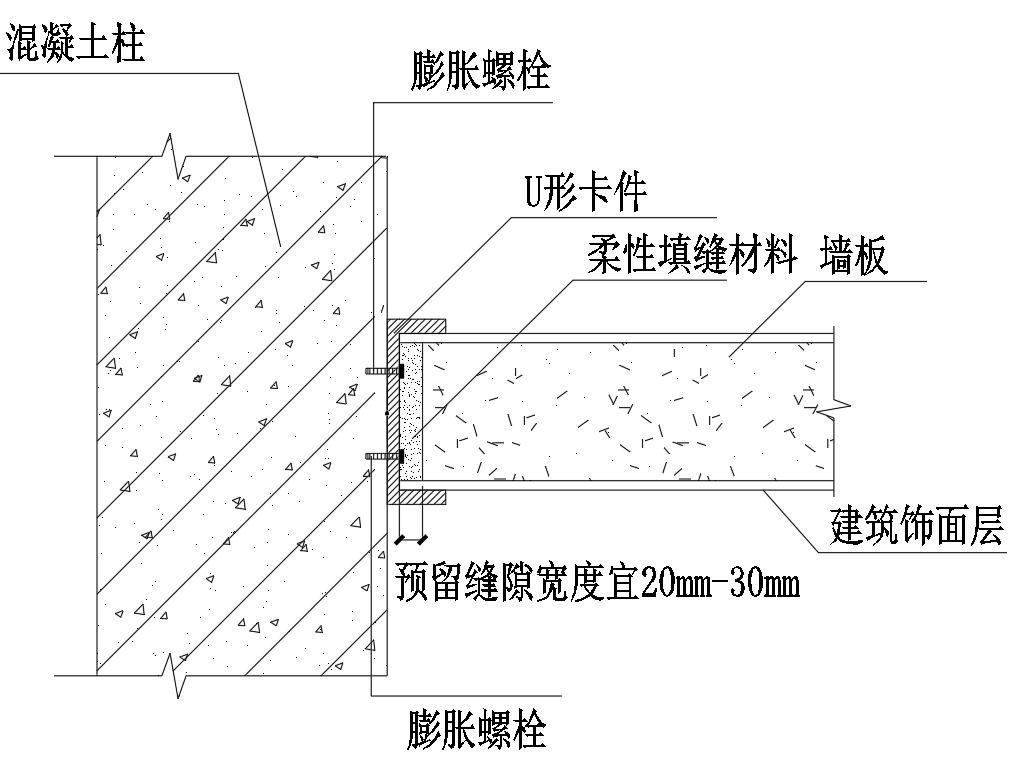
（式6.3.2-1）

式中：—— 接缝设计宽度（mm）；

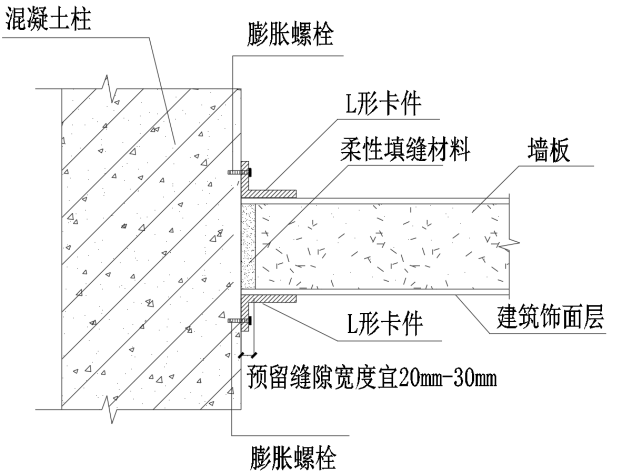
*——* 罕遇地震作用下设计层间位移角，保守估计时可取1/50；

*——* 相邻墙体单元最大相对位移系数；对于各个墙体单元高度相等的情况，，为墙体单元个数；对于各个墙体单元高度不相等的情况，，和分别为位于具有最大剪切位移的减震层的上下相邻墙体单元上边沿高度。

**6.3.3**装配式减震墙板与主体结构之间应采用钢板卡件以避免墙体失稳，钢板卡件可采用镀锌角钢或U型钢，并使用胀管螺钉、射钉固定，相关构造大样见图6.3.2。



（a）U型钢板卡件

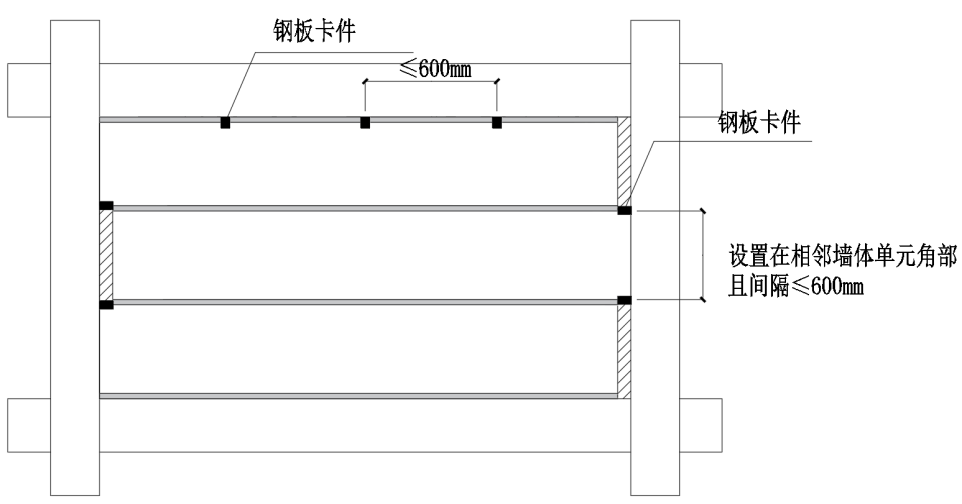


（b）L型钢板卡件

**图6.3.2 装配式减震墙板与竖向构件连接构造大样**

**6.3.4**角钢或U型钢等钢板卡件的布置应符合下列规定：

**1**相邻两个墙体单元的两个角部宜布置钢板卡件，且沿墙高布置间隔不应大于600mm。构造大样见图6.3.3。



**图6.3.3 钢板卡件布置示意图**

**2**与顶板、结构梁接缝处，钢板卡件布置间隔不应大于600mm。

**6.3.5**构造柱与水平系梁的设置应符合本规程4.4.5条规定。

**6.3.6**若需考虑装配式减震墙板附加阻尼比时，与结构的连接构造措施应符合下列规定：

**1**墙板与结构构件间的柔性连接构造处应采取防裂处理措施；

**2**墙板与结构构件间的柔性连接构造处的接缝填充构造大样可参考本规程6.3.2条规定；接缝材料应符合本规程4.3节的相关规定；

**3**钢卡件以及墙板与结构构件间钢连接件的材料应符合本规程4.2.2条关于使用金属材料的规定；

**4**钢连接件抗拉强度、墙板内与钢连接件的部位以及结构构件与钢连接件部位的强度验算应符合本规程6.1.7条以及6.1.10条规定。

### **6.4　装配式金属消能减震复合墙板与结构的连接设计**

**6.4.1**装配式金属消能减震复合墙板与竖向构件间柔性连接应根据设计要求进行布置；柔性连接构造所涉及的相关材料应分别符合本规程4.3节以及4.4节的相关规定。

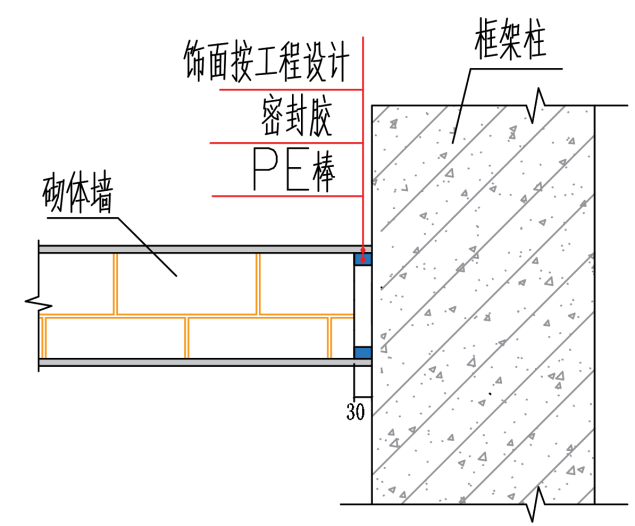
**6.4.2**　装配式金属消能减震复合墙板，墙体与竖向结构构件之间的预留缝隙最小宽度不宜小于20mm，且不应小于设计最大层间位移；各墙体之间的预留缝隙最小宽度不宜小于20mm。

**6.4.3**装配式金属消能减震复合墙板与混凝土结构梁构件之间宜使用预埋件连接；与钢结构梁构件宜使用焊接或螺栓连接。连接构造力学性能要求应符合本规程6.1.7条与6.1.10条规定。

**6.4.4**应考虑装配式金属消能减震复合墙对梁构件及连接构造所附加的剪力和弯矩。梁构件及连接构造所收到的作用力取值应为装配式金属消能减震复合墙设计位移下对应耗能元件总出力的1.2倍。

### **6.5　阻尼填充墙与结构的连接设计**

**6.5.1**　阻尼填充墙与竖向构件间柔性连接应根据设计要求进行布置柔性连接构造所涉及的相关材料应分别符合本规程4.3节以及4.4节的相关规定，柔性连接构造大样图可参照图6.5.1。



**图6.5.1 阻尼填充墙柔性连接构造大样**

**6.5.2**　阻尼填充墙与竖向结构构件之间柔性连接的缝隙应符合本规程6.3.2条规定。

**6.5.3**　阻尼填充墙与主体结构之间的连接，应符合下列规定：

**1**各墙体单元上部应设置1~2道拉筋；6、7度时宜沿墙长全长贯通，8、9度时应全长贯通。非全长贯通时，两侧入墙长度不应小于500mm。

**2**拉筋混凝土构件连接时，宜采用植筋法埋置于混凝土构件中。采用植筋法时应符合国家现行标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145的规定。拉筋埋置的高度应与相对应的水平灰缝高度一致。

**3**构造柱与水平系梁的设置应符合本规程4.4.5条规定。

**4**墙体与结构梁宜设置钢板卡件，卡件形式与布置位置可分别参考本规程6.3.2条与6.3.3条规定。

# 7　消能减震墙检测

### **7.1　一般规定**

**7.1.1**　当消能减震墙仅作为建筑非结构构件使用，可仅对构成消能减震墙的每一项材料进行检测。

**7.1.2**　当消能减震墙需考虑其附加阻尼比，除对构成消能减震墙的每一项材料进行检测外，应根据《建筑消能减震规程》JGJ297要求对消能减震墙构件进行型检、抽检，应提供构件抽检报告。

**7.1.3**　消能减震墙构件应进行平面外抗倒塌能力检测。

**7.1.4**消能减震墙的墙体材料、减震层或耗能元件、消能减震墙构件的抽检试验、型检试验应由独立的第三方检验机构完成。

### **7.2　墙体材料检测**

**7.2.1**　消能减震墙在考虑或不考虑附加阻尼比的情况下，墙体材料应符合下列规定：

**1**　墙体使用砌块时，应依据与实际砌块产品所对应的相关现行国家标准的有关条文执行；砂浆的检测应依据《砌体结构工程施工质量验收规范》GB 50203的有关条文执行。

**2**　墙体使用隔墙板时，检测应依据《建筑隔墙用轻质条板通用技术要求》 JG/T 169有关条文执行。

**3**　使用混凝土墙板时，检测应依据《普通混凝土力学性能试验方法标准》GB/T 50081，《预制混凝土外挂墙板应用技术标准》JGJ/T 458有关条文执行。

**4**　墙体使用混凝土墙板时，检测应依据《普通混凝土力学性能试验方法标准》GB/T 50081，《预制混凝土外挂墙板应用技术标准》JGJ/T 458有关条文执行。

### **7.3　耗能减震元件检测**

**7.3.1**不考虑消能减震墙的附加阻尼比时，耗能减震元件的检测应符合下列规定：

**1**　耗能减震元件为黏弹性卷材类材料时，应符合本规程4.2.3条规定，

**2**　耗能减震元件为砂浆类材料时，应符合《砌体结构设计规范》GB 50003、《建筑砂浆基本性能试验方法标准》JGJ/T70-2009相关规定；

**3**　金属材料的检测试验应依据《金属材料 拉伸试验 第1部分：室温试验方法》GB/T 228.1、《钢结构高强度螺栓连接技术规程》JGJ 82、《金属材料 室温压缩试验方法》GB/T 7314有关条文执行。

**7.3.2**考虑消能减震墙的附加阻尼比时，耗能减震元件的抽样检测应符合下列规定：

**1**抽检数量总数应为同一批次同一规格数量的3%，且不应少于2个。

**2**减震层材料可选取减震层全长的特征部位进行抽样检测试验；耗能元件应对单个元件进行抽样检测试验。

**3**抽检合格率为100%时才可使用与实际工程项目，检验后的消能减震墙构件以及减震层材料不能应用于主体结构。

**7.3.3**　考虑消能减震墙的附加阻尼比时，应对消能减震元件进行型式检测，该检测加载制度应与抽样检测试验保持一致，加载方式应符合减震层、耗能元件在消能减震墙中的实际工作状态。

**7.3.4**　考虑消能减震墙的附加阻尼比时，耗能减震元件为黏弹性材料的型式检验应符合下列规定：

**1**型式检验报告的内容应包括消能减震墙减震层材料的滞回曲线、骨架曲线、初始刚度、最大阻尼力表观剪切模量损耗因子、表观剪应变极限值、老化性能、疲劳性能。

**2**型式检验的力学性能检验与疲劳性能检验试验方法应符合行业现行标准《建筑消能阻尼器》JGT209以及《建筑消能减震技术规程》JGJ297的相关要求。

**7.3.5**　考虑消能减震墙的附加阻尼比时，耗能减震元件为金属材料的型式检验应符合下列规定：

**1**型式检验报告的内容应包括消能减震墙减震层材料的滞回曲线、骨架曲线、初始刚度、屈服承载力、屈服位移、极限承载力、极限位移、疲劳性能等。

**2**型式检验的力学性能检验与疲劳性能检验试验方法应符合行业现行标准《建筑消能阻尼器》JGT209以及《建筑消能减震技术规程》JGJ297的相关要求。

**7.3.6**　考虑消能减震墙的附加阻尼比时，耗能减震元件为低强度砂浆材料的型式检验应符合下列规定：

**1**型式检验报告的内容应包括消能减震墙减震层材料的滞回曲线、骨架曲线、起滑荷载、起滑位移、极限荷载、极限位移、疲劳性能等。

**2**型式检验的力学性能检验与疲劳性能检验试验方法应符合行业现行标准《建筑消能阻尼器》JGT209以及《建筑消能减震技术规程》JGJ297的相关要求。

**7.3.7**　考虑消能减震墙的附加阻尼比时，耗能减震元件的力学性能型式检验结果应符合下列规定：

**1**滞回曲线应稳定，滞回曲线不应出现明显的强度、刚度退化或突增现象。

**2**各主要性能指标实测值偏差应在产品设计值的±15%以内；实测值偏差的平均值应在产品设计中的±10%以内。

**7.3.8**　考虑消能减震墙的附加阻尼比时，耗能减震元件的疲劳性能型式检验结果应符合下列规定：

**1**减震层或耗能元件材料的滞回曲线应稳定，滞回曲线不应出现明显的强度、刚度退化或突增现象。

**2**减震层或耗能元件材料在进行往复循环30圈后，主要设计指标误差和衰减量不应超过15％，且不应有明显的低周疲劳现象。

**3**减震层或耗能元件材料每个循环的主要力学性能误差和衰减量不应超过10%。

**7.3.9**　考虑消能减震墙的附加阻尼比时，耗能减震元件的力学性能、疲劳性能抽检试验结果与型式检验结果之间的主要性能指标偏差不应超过10%。

### **7.4　消能减震墙构件性能检测**

**7.4.1**　不考虑消能减震墙附加阻尼比时，不需进行消能减震墙构件性能检测。

**7.4.2**　考虑消能减震墙附加阻尼比时，消能减震墙构件的型式检验以及抽样检验报告应包括下列内容：

**1**清晰的试件图，包括关键尺寸、加载端和反力端的边界条件。

**2**连接部位详图，包括所有连接部件尺寸、钢材等级、焊接方式、螺栓或铰接孔的位置和尺寸以及其他相关的连接细节等。

**3**加载制度图。

**4**滞回曲线图、骨架曲线图。

**5**确定试件变形的方法应明确，测量试件力和位移的位置应标明。

**6**按时间顺序写出主要的试验现象。

**7**材性试验结果。

**8**试件质量保证的相关内容。

**9**其他关于试件或试验结果的图表、数据。

**7.4.3**　考虑消能减震墙附加阻尼比时，消能减震墙构件的型式检验、抽样检验试验应符合下列内容：

**1**消能减震墙构件试验应包含消能减震墙、与消能减震墙板相连的连接件以及相连的部分梁柱，也可进行完整框架试验。

**2**试验的消能减震墙、连接件、预埋件在材性、构造、加工、设计方法、设计安全系数等方面应与实际工程使用的消能减震墙、节点板保持一致。

**3**消能减震墙构件试验的最大水平加载位移应超过墙体设计位移的1.2倍。

**4**在1.2倍设计位移范围内，不应出现连接件破坏、预埋件及其周边结构构件材料破坏、减震层材料破坏、减震层材料与减震墙板单元间的连接失效的现象。

**5**消能减震墙构件抽检试验得到的主要力学性能与其型检报告的偏差值不应大于15%。

**7.4.4**　考虑消能减震墙附加阻尼比时，力学性能型式检验结果应符合下列规定：

**1**滞回曲线应稳定，滞回曲线不应出现明显的强度、刚度退化或突增现象。

**2**各主要性能指标实测值偏差应在产品设计值的±15%以内；实测值偏差的平均值应在产品设计中的±10%以内。

**7.4.5**　考虑消能减震墙附加阻尼比时，疲劳性能型式检验结果应符合下列规定：

**1**滞回曲线应稳定，滞回曲线不应出现明显的强度、刚度退化或突增现象。

**2**在进行往复循环30圈后，主要设计指标误差和衰减量不应超过15％，且不应有明显的低周疲劳现象。

**3**每个循环的主要力学性能误差和衰减量不应超过10%。

**7.4.6**　力学性能、疲劳性能抽检试验结果与型式检验结果之间的主要性能指标偏差不应超过10%。

# 8　施工、安装及验收

### **8.1　一般规定**

**8.1.1**当消能减震墙需考虑其减震功能时，应提供构件抽检报告；当消能减震墙不需考虑其减震功能而只是充当填充墙时，提供消能减震墙所使用材料的检测报告。

**8.1.2**当消能减震墙需考虑其减震功能时，按消能减震部分要求执行施工和质量验收，当消能减震墙不需考虑其减震功能而只是充当填充墙时消能减震墙工程可按砌筑工程要求进行施工和质量验收。

**8.1.3**消能减震墙板子分部工程的施工，宜结合主体结构的材料、体系，消能减震墙板形式及施工条件，确定施工技术方案。

**8.1.4**消能减震墙板的施工作业，宜分为消能减震墙板或材料的运输与存放、消能减震墙板或材料进场验收和消能减震墙板安装保护三个阶段。

**8.1.5**消能减震墙的尺寸、变形、连接件位置及角度、螺栓孔位置及直径、高强度螺栓、焊接质量、表面防锈漆等，应符合设计文件的规定。

**8.1.6**消能减震墙板安装和验收用的主要测量工具，以及土建施工用的量具，应按同一标准标定，并应具有相同的精度等级。

**8.1.7**消能减震墙板生产前应进行下列准备工作：

**1**建设单位应组织设计单位向生产和安装单位进行技术交底；

**2**生产前生产单位应根据批准的设计文件、拟定的生产工艺、运输方案、吊装方案等编制构件加工详图；

**1**生产单位应编制生产方案，生产方案宜包括生产计划及生产工艺、模具方案及计划、技术质量控制措施、成品存放、运输和保护方案等。

### **8.2　标志、包装、运输与存放**

**8.2.1**消能减震墙产品整体进行场应有出厂检验合格印鉴，当消能减震墙需考虑其减震功能时还应附性能检验报告。产品的明显部位应有清晰、永久的标志，标志应包括下列内容：

**1**消能减震墙板名称、型号。

**2**基本参数。

**3**商标。

**4**出厂编号。

**5**出厂日期。

**6**制造厂名。

**8.2.2**消能减震墙板产品分件进行场，并应附分件构件性能检验报告，出厂检验合格印鉴。产品的明显部位应有清晰、永久的标志，标志应包括下列内容：

**1**构件的名称、型号。

**2**基本参数。

**3**商标。

**4**出厂编号。

**5**出厂日期。

**6**制造厂名。

**8.2.3**消能减震墙产品整体包装时，每件消能减震墙产品应采用可靠包装或按用户要求包装。包装箱外部明显位置上应有明细标志，标志的图示符号应符合现行国家标准《包装储运图示标志》GB/T191的有关规定。包装发货的每箱产品中应至少具备下列文件：

1　消能减震墙使用说明书。

2　消能减震墙合格证。

3　装箱单。

**8.2.4**能减震墙产品整体运输时，消能减震墙运送时应根据产品的尺寸、重量选择合适的运输工具，运输过程中应防雨、防潮和防晒，严禁与有腐蚀性的化学品混匀接触，不得磕碰、超高码放，应对耗能单位锁死。

**8.2.5**消能减震墙的材料应贮存在干燥、通风、无腐蚀性气体且远离热源的场所，并应按型号和安装顺序分区存放。

### **8.3　进场安装、验收**

**8.3.1**消能减震墙安装工程验收应符合《建筑工程施工质量验收统一标准》GB50300。

**8.3.2**消能减震墙各项技术指标应符合本规程的质量要求，并提供有资质检验单位的有效期内的产品检验报告。对有隔声、阻燃等特殊要求的工程，应提供相应性能的检测报告。

**8.3.3**施工中采用的胶粘剂、嵌缝剂及嵌缝带质量应符合本规则的要求，并应有相应的检验报告，不得使用国家明令禁用的产品。

**8.3.4**消能减震墙采用的预埋件、连接件的数量位置及连接方法应符合设计要求。

**8.3.5**节点构造、构件位置、锚固方式、连接件焊接的方式应符合设计要求。

**8.3.6**消能减震墙验收主控项目应符合下列要求：

1　安装的允许偏差应符合表8.3.6的规定

**表8.3.6 消能减震墙板安装允许偏差（mm）**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | 允许偏差 | 检查方法 |
| 表平整度 | 3 | 用2m靠尺和塞尺检查 |
| 三面垂直度 | 4 | 用2m托线板检查 |
| 接缝高差 | 2 | 用2m托线板和塞尺检查 |
| 阴阳角方正 | 3 | 用200mm方尺和塞尺检查 |
| 门窗洞口 | 4 | 用直尺检查 |

2　消能减震墙面层应平整，不得有起皮、掉角，不得露出嵌缝带，不得出现裂缝。

**8.3.7**消能减震墙板验收一般项目应符合下列要求：

1　消能减震墙板应使用专用胶粘剂、嵌缝剂和嵌缝带处理，胶粘剂应挤实、粘牢。嵌缝带用嵌缝剂粘牢刮平，不得出现毛刺、露网。

2　阴阳角处的嵌缝带搭接宽度应大于100mm。

3　门窗洞口与墙板间隙用嵌缝材料填实，并用嵌缝带增强处理。

4　装好后的消能减震墙板腻子应刮平整，表面无裂缝、起皮等现象。

### **8.4　施工安装顺序**

**8.4.1**消能减震墙板施工应按图8.4.1的流程进行。



**图8.4.1 消能减震墙板施工流程**

**8.4.2**消能减震墙板施工应符合下列规定：

1消能减震墙板施工前应清理基面并在地面弹出内隔墙板安装的位置线进行排墙板。

2消能减震墙板安装应根据排墙板图从结构竖向受力构件的结合处一端开始依次顺序安装。遇到门窗洞口是应按构造详图执行。

3根据排墙板安装图，安装好第一块后，应固定并进行下一块安装。

4安装过程中采用2m靠尺及塞尺检查安装后墙面的平整度及垂直度。

5安装的电线管应顺墙面辅设，不能横穿消能减震层。安装各类卡件时，不能影响消能减震层的活动。

6板缝必须采用专用嵌缝剂进行嵌缝，板与主体结构竖向构件或与门窗洞口连接处应采用加宽嵌缝带处理。

**8.4.3**消能减震墙板板面修整，应符合下列规定：

1消能减震墙板需要抹灰的，在抹灰前，应清理消能减震墙板表面的浮灰、杂物，应用水泥砂浆填塞空洞，应用软材料填充预留的活动缝。

2抹灰前消能减震墙板不宜洒水，天气炎热干燥时可在操作前1-2h适度喷水。

3消能减震墙板抹灰应分层进行，总厚度家为18~20mm，表面平整时，可采用刮腻子。

4消能减震墙板与主体结构非预留活动缝的连接处抹灰前，应在墙面辅钉耐碱玻纤网格布，耐碱玻纤网格布绷紧后满刮耐水腻子，接缝两侧耐碱玻纤网格布拼接宽度不应小于100mm。

# 9　保养与维护

**9.0.1**消能减震墙的定期检测应包含下列项目：

**1**墙板整体、单元板块间有无变形、错动、松动，如有应对墙板及相连主体结构进一步检测；

**2**墙体是否存在开裂或破损；

**3**墙体与主体结构节点连接件是否出现锈蚀、连接是否可靠；

**4**密封胶有无脱胶、开裂、气泡，密封胶条有无脱落、老化等损坏现象；

**3**设置在有防水需求位置的墙体的防水系统是否完整。

**9.0.2**消能减震墙的保养和维修应符合下列规定：

**1**当发现门、窗启闭不灵或附件损坏等现象时，应及时修理或更换；

**2**当发现密封胶或密封胶条脱落或损坏是，应及时修补与更换；

**3**当发现墙体与主体结构节点连接件锈蚀时，应及时除锈补漆或采取其他防锈措施；

**9.0.3**定期检查发现消能减震墙局部损坏但不影响墙体构件整体性能时，可采用局部维修或更换损坏部位的方式；当影响到墙体构件整体性能时，应更换损坏的墙体。

**9.0.4**灾后检查和修复应符合下列规定：

**1**当消能减震墙板遭遇地震、火灾后，应有专业技术人员对墙体进行全面检查，并根据损坏程度指定处理方案，及时处理；

**2**对于装配式减震墙板或阻尼填充墙，地震后出现沿耗能减震元件发展的墙体裂缝时，可仅对此处附近的墙体表面进行铲除并重新修补；若接缝处出现墙体裂缝时，需铲除接缝处墙体表面腻子层，对接缝处密封胶进行检查，必要时对密封胶进行修复或更换，然后再重新修补此处腻子层；

**3**对于装配式金属消能减震复合墙板，地震后应着重检查与减震耗能元件相接触的墙体部位，对损坏处进行修补。此外，需对减震耗能元件进行检查，必要时进行更换

# 本规程用词说明

**1**　为便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1）表示很严格，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：“应符合……的规定”、“应按……执行”。

# 引用标准名录

1. 《混凝土结构设计规范》GB 50010
2. 《建筑抗震设计规范》GB 50011
3. 《钢结构设计标准》GB 50017
4. 《建筑抗震鉴定标准》GB 50023
5. 《工程测量标准》GB 50026
6. 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204
7. 《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205
8. 《混凝土结构加固设计规范》GB 50367
9. 《钢结构焊接规范》GB 50661
10. 《混凝土结构工程施工规范》GB 50666
11. 《钢结构工程施工规范》GB 50755
12. 《建筑钢结构防火技术规范》GB 51249
13. 《钢结构加固设计标准》GB 51367
14. 《包装储运图示标志》GB/T 191
15. 《金属材料 拉伸试验 第1部分：室温试验方法》GB/T 228.1
16. 《碳素结构钢》GB/T 700
17. 《低合金高强度结构钢》GB/T 1591
18. 《金属材料 室温压缩试验方法》GB/T 7314
19. 《建筑用低屈服强度钢板》GB/T 28905
20. 《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3
21. 《建筑变形测量规范》JGJ 8
22. 《建筑机械使用安全技术规程》JGJ 33
23. 《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ 80
24. 《钢结构高强度螺栓连接技术规程》JGJ 82
25. 《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145
26. 《建筑消能减震技术规程》JGJ 297
27. 《非结构构件抗震设计规范》JGJ 339

**中国工程建设标准化协会标准**

**消能减震墙（板）应用技术规程**

**T/CECS XXX -20XX**

# 条文说明

目　　次

[1　总　　则 47](#_Toc132888873)

[2　术语及符号 48](#_Toc132888874)

[2.1　术语 48](#_Toc132888875)

[3　基本规定 50](#_Toc132888876)

[4　材料 52](#_Toc132888877)

[4.1 墙体材料 52](#_Toc132888878)

[4.2 耗能减震元件材料 52](#_Toc132888879)

[4.3 接缝材料 53](#_Toc132888880)

[4.4 预埋件及连接件 54](#_Toc132888881)

[5.消能减震墙性能及设计 55](#_Toc132888882)

[5.1 一般规定 55](#_Toc132888883)

[5.2 装配式减震墙板 56](#_Toc132888884)

[5.3 装配式金属消能减震复合墙板 57](#_Toc132888885)

[5.4 阻尼填充墙 57](#_Toc132888886)

[5.5 门窗、电器管线布置要求 58](#_Toc132888887)

[6.消能减震墙结构与连接设计 59](#_Toc132888888)

[6.1 一般规定 59](#_Toc132888889)

[6.2 主体结构设计 60](#_Toc132888890)

[6.3 装配式减震墙板与结构的连接设计 61](#_Toc132888891)

[6.4 装配式金属消能减震复合墙板与结构的连接设计 61](#_Toc132888892)

[6.5 阻尼填充墙与结构的连接设计 61](#_Toc132888893)

[7.消能减震墙检测 63](#_Toc132888894)

[7.1 一般规定 63](#_Toc132888895)

[7.2 墙体材料检测 63](#_Toc132888896)

[7.3 耗能减震元件检测 63](#_Toc132888897)

[7.4 消能减震墙构件性能检测 64](#_Toc132888898)

[8.施工、安装及验收 65](#_Toc132888899)

[8.1　一般规定 65](#_Toc132888900)

[8.2　标志、包装、运输与存放 67](#_Toc132888901)

[8.3　进场安装、验收 67](#_Toc132888902)

[8.4　施工安装顺序 68](#_Toc132888903)

# 1　总　　则

**1.0.1**消能减震墙是一种构造简单、施工方便、集围护与减震于一体的新型墙体。与普通填充墙相比，消能减震墙具有不给结构附加较大的刚度效应与约束效应、不影响主体结构抗震性能、墙体自身不破坏的良好抗震性能。制定本规程是为了实现提高填充墙（结构）抗震性能、实现填充墙（结构）抗震韧性、促进和规范消能减震墙工程应用、获得良好经济效益和社会效应的目标。

**1.0.2**本规程中消能减震墙的适用范围主要为民用建筑，包括住宅类建筑和公共建筑。使用消能减震墙对建筑内普通填充墙进行改造，震后墙体不破坏，不影响震后墙体正常使用，避免普通填充墙震后损伤严重带来的维修成本增加问题。消能减震墙除了应用于新建、扩建建筑外，还可应用于震损加固建筑，以避免二次地震下震损加固建筑内普通填充墙的破坏。地震重点监视防御区宜优先考虑。

# 2　术语及符号

### **2.1　术语**

**2.1.1**消能减震墙在普通填充墙的基础上划分出若干个可以在结构构件带动下相对独立运动的墙体单元，各墙体单元之间（墙板单元与结构构件之间）设置具有良好变形能力以及耗能能力的减震层或耗能元件。地震作用下，减震层或耗能元件各墙体单元之间或者墙体单元与结构构件之间的相对运动下发生剪切滞回变形，进而降低墙体刚度并耗散一定能量，起到保护墙体、不影响主体结构抗震性能、为主体结构增加安全冗余度的作用。

**2.1.2**阻尼填充墙在普通填充墙基础上，将墙体分割为若干水平分块（通常划分为3个或4个分块），各分块称为砌体单元。在各砌体单元之间、砌体单元-框架梁之间设置具有良好变形能力与耗能能力的减震层。砌体单元一侧与框架柱固结，一侧与框架柱预留缝隙。在地震作用下，相邻砌体单元之间在相邻竖向结构构件的驱动下产生相对位移，迫使其间的减震层剪切滞回变形，进而达到通过削减墙体自身刚度效应、耗散一定的地震能量，减小框架填充墙结构的地震反应，保护墙体不破坏的预期目标

**2.1.3**装配式减震墙板基本构造与工作原理与阻尼填充墙相同。

**2.1.4**预制装配式金属消能减震复合墙板主要由两块L型预制混凝土板、防水保温材料、耗能钢板及柔性防水填充材料（聚氨酯泡沫填缝剂等）组成，两块块 L 型预制混凝土墙板叠合在一起，二者之间填充防水保温材料，通过耗能钢板进行拉接，其中一块L型预制混凝土墙板与结构上部梁通过预埋钢板或角钢连接，另一块L型预制混凝土墙板与结构下部梁（楼板）通过预埋钢板或角钢连接。预制混凝土板与结构柱或墙之间、两块L型预制混凝土板交接面处均预留滑移缝，用柔性防水填充材料填充。在地震作用下，主体结构产生层间位移从而带动两块 L 型混凝土板产生相对位移，使拉接L型混凝土板的耗能钢板发生弯曲变形，当变形达到耗能钢板的屈服位移， 即可通过钢材的塑性变形耗散地震输入的结构能量， 减小主体结构地震反应，减轻主体结构破坏避免主体结构出现倒塌。

**2.1.6~2.1.7**减震层或耗能元件设置于墙体单元之间（或墙体单元与结构构件之间）。当墙体单元之间（或墙体单元与结构构件之间）发生相对运动时，耗能元件随之发生剪切滞回变形，降低墙体刚度、耗散一定输入能量。减震层或耗能元件应具有满足墙体正常使用状态的性能（如水平放置的减震元件应具有足够的承载力和刚度支撑上方墙体；另一方面，减震元件应具有较墙体单元低的剪切刚度以及拥有良好的耗能能力。研究结果表明，黏弹性类材料卷材、低强度水泥砂浆以及开菱形孔是较优的减震层或耗能元件材料（构造）。

**2.1.8**由于消能减震墙构造的特殊性，需在墙体与梁、柱等结构构件之间，或者当尺寸较大时多个墙体单元之间预留一定缝隙，以避免直接接触导致局部受力过大。预留缝隙需采用柔性材料填充并涂抹密封胶，同时也需考虑缝隙预留后相邻部件间整体性问题。柔性构造中的填充材料应具有较低弹性模量的柔性材料，且需考虑构造的防水、隔音、防火等问题。

# 3　基本规定

**3.0.1**　消能减震墙是一种新型的墙体构造形式。与普通填充墙相比，需增加相关的特殊构造（如减震层、如柔性连接）以实现消能减震墙的预期工作机制。因此，在设计阶段需使消能减震墙独有构造的相关性能满足设计要求的同时充分考虑该独有构造对生产与施工的影响，形成经济合理、施工简便的消能减震墙构造形式。

为了实现消能减震墙预期工作机制，需在满足墙体结构性能方面的同时，避免设备、装修等管线铺设对消能减震墙预期工作机制的影响。另外，也需满足填充墙的围护、防水、隔音、防火等建筑使用要求。

**3.0.2**　消能减震墙的墙体大部分由墙体单元构成，在运输和堆放过程中对墙体的碰撞或重压可能导致墙体单元强度的降低，导致墙体在实际工作状态下提前开裂而无法完全发挥其性能。另外，在安装之前消能减震墙若提早进入耗能状态，则可能衰减其部分的耗能能力以及附加的有限刚度，不满足设计要求。

**3.0.3**　消能减震墙一般用于建筑内墙改造，涉及墙体防水性能要求的情况较少，如卫生间或厨房的墙体等。由于消能减震墙通常设有柔性连接构造（即预留缝隙），应考虑该柔性连接构造处的防水问题。除防水问题外，还应使柔性构造连接处满足墙体其他建筑性能要求，如防火、保温防潮等。

**3.0.4**　消能减震墙的工作机制为：相邻墙体单元之间产生相对运动迫使减震元件发生剪切滞回变形。若相关管线直接穿越减震元件剪切滞回变形平面时，将会影响相邻墙体单元之间的相对运动，进而影响减震元件剪切滞回性能的发挥，阻碍消能减震墙预期工作机制的实现。因此，为不影响消能减震墙预期工作机制的实现，墙体内埋设的管线应尽量不穿越减震元件剪切滞回变形平面，确需穿过时，应设计相关构造避免穿越的管线对墙体预期工作机制实现的影响。

**3.0.5**　消能减震墙是对普通填充墙的改造，特定情况下可作为耗能器使用。为确保消能减震墙能在建筑使用年限内正常使用，且考虑到墙体更换会影响建筑功能使用，消能减震墙的使用年限宜与主体结构使用年限相同。消能减震墙墙体单元的运动主要依靠与主体结构的连接，连接的可靠性以及耐久性将影响消能减震墙预期工作机制的实现，且该连接件不宜更换，因此连接件的使用年限宜与主体结构使用年限一致。消能减震墙减震元件是核心部件，且内置于墙体不宜更换，其使用年限宜与主体结构使用年限一致。消能减震墙柔性连接构造的密封材料基于产品自身特点，可能无法做到与主体结构使用相同，因此应注重柔性连接构造密封材料的围护与更换工作。

**3.0.6**　消能减震墙的布置应使结构形成受力明确、传力途径合理、传力路线连续的结构体系，使结构平面两个主轴方向动力特性相近或竖向方向刚度均匀。对于规则结构，平面上可在两个主轴方向上分别采用对称布置，竖向尽量连续布置，使竖向刚度均匀分布；对于平面两个主轴动力特性相差较大结构时，可根据需要分别在两个主轴方向布置，也可以只在较弱的一个主轴方向布置。消能减震填充墙宜布置于结构变形较大的部位，可更好发挥消能减震墙的耗能能力以及变形能力。

在维护过程中对消能减震墙进行随意拆除，或者拆除后砌筑普通填充墙后，可能会导致墙体震损严重，改变结构动力特性，影响结构抗震性能，尤其是将消能减震墙视为阻尼器的情形下随意拆除会降低结构的耗能能力，结构抗震能力不能满足设计要求。

**3.0.7**　消能减震墙墙体单元的运动主要通过连接使结构带动墙体单元运动，因此需根据连接处的实际受力情况对连接进行设计，确保连接具有足够的强度传递荷载。另外，可靠的连接可确保墙体在平面外荷载作用下不发生局部或整体倒塌。

# 4　材料

### **4.1 墙体材料**

**4.1.1~4.1.5**　消能减震墙的墙体材料可根据工程实际需求以及消能减震墙的具体构造型式选用砖（砌）块、混凝土类预制墙板（如蒸汽加压混凝土墙板、普通混凝土墙板以及其他新型材料墙板等）。所使用各类材料的力学性能及耐久性能应符合相关的国家现行标准。由于消能减震墙的预期工作机制主要是通过墙体单元间的相互运动迫使减震原件发生剪切滞回变形，因此需要减震元件与墙体单元构造上能够很好地互相粘结（嵌合），因此要求消能减震墙墙体材料具有足够的强度，以确保墙体单元不提前破坏，实现迫使减震元件发生预期的剪切滞回变形，本规程对墙体所用材料的强度等级提出要求。使用普通混凝土作为墙体材料时，具有刚度高、整体性好、取材容易的特点，但由于我国填充墙一般施工于主体结构完工后，过大的自重容易导致施工安装不便的问题；使用轻质墙体材料（如ALC墙板），虽然自重较轻，但常用型号的墙板刚度及强度较低，使用时应使墙体材料符合设计要求。为此，在选择墙体材料时应使墙体材料性能满足设计要求的前提下，考虑墙体材料重量对墙体施工安装的影响，应尽量使用轻质高强的墙体材料。当墙体材料的性能要求不满足设计要求，需对墙体单元进行设计，通过增设墙体单元内的配筋或其他常用加固方法提高墙体的强度。

### **4.2 耗能减震元件材料**

**4.2.1**　不同的减震元件材料可实现不同的耗能机制，需根据工程需求、预期的消能减震墙工作机制进行选取。在工程实践中，为确保减震元件满足设计使用年限及使用要求，应对减震元件材料性能进行要求，以免减震元件材料性能发生改变而影响消能减震墙预期工作性能及机制。当减震元件水平放置（如水平放置与两个墙体单元之间）时，应确保减震元件具有足够的竖向刚度和竖向承载能力，避免墙体自重作用下减震元件发生过大的压缩变形而导致减震元件自身破坏或墙体沉降变形后开裂的问题。

**4.2.2~4.2.3**　减震元件由于通常内置于或被“夹”于相邻两个墙体单元之间不方便更换，因此需确保减震元件材料在消能减震墙安装完成以后的预期使用期限内性能不发生明显变化。对于钢材类减震元件，除一般力学性能外需考虑钢材防腐、防锈问题；对于橡胶类以及卷材类材料，除了使其力学性能满足设计要求外，仍需考虑放置时间、可能存在的长期外力（如墙体自重）、温度对其力学性能以及耐久性能的影响。

**4.2.4**　由于考虑到黏弹性材料刚度较低，墙体自重作用下将发生一定程度的压缩变形，因此应保证其具有支承上部墙体自重的承载能力，避免其在墙体自重作用下发生提前破坏而无法在地震作用发生时正常工作。另外，也应该保证该压缩变形控制在合理范围内，确保墙体自重作用下不会因为沉降过大发生墙体开裂。

**4.2.5**　使用普通水泥砂浆作为消能减震墙减震元件，具有取材容易、施工方便的优点。在设计砂浆类减震元件的强度时，应使其强度尽可能地低于墙体材料的强度，确保地震作用下摩擦滑移面产生于砂浆类减震元件内。鉴于此，本规程对砂浆类减震元件的强度进行了规定。另外，为满足工程需求（如耗能能力需求），可掺入有机材料对砂浆进行改性，形成改性砂浆类减震元件。改性砂浆类减震元件的材料混合配比及其相应的力学性能需通过试验进行验证和标定。

### **4.3 接缝材料**

**4.3.1**　墙体单元-竖向结构构件间未设置预留缝隙的阻尼填充墙（装配式减震墙板）的抗侧刚度和水平抗侧力要比设置有缝宽的阻尼填充墙（装配式减震墙板）大；设置预留缝隙后，阻尼填充墙（装配式减震墙板）的耗能能力较强，墙体较不易破坏，有利于墙体单元产生平动，减震层的剪切变形较大，耗能效果较好。缝宽的增大对阻尼填充墙（装配式减震墙板）的抗侧刚度、承载能力、变形能力和耗能能力的影响并不大。为预留足够缝宽满足墙体单元与相邻竖向结构相对运动，并结合数值模拟分析结果，给出阻尼填充墙（装配式减震墙板）墙-框预留缝隙宽度的上、下限值。

**4.3.3**增大竖向结构构件柔性填充物的弹性模量，阻尼填充墙（装配式减震墙板）的抗侧刚度和水平承载能力变化不大，但阻尼填充墙（装配式减震墙板）的变形能力有所降低，墙体较易破坏。数值模拟分析结果表明，当柔性填充物弹性模量大于10MPa时，阻尼填充墙（装配式减震墙板）的滞回耗能能力和阻尼层的耗能性能变差。本条给出弹性模量数值为保守取值。

**4.3.4**　本条文主要引自于国家现行标准《预制混凝土外挂墙板应用技术规程》 JGJ/T 458。消能减震墙与结构构件之间、墙体单元之间的接缝宽度除了应满足结构与墙体之间相对变形的要求外、尚应考虑密封胶变形能力与安装质量、施工加工误差等因素。密封胶厚度应在合理范围内取值，这主要是因为密封胶厚度过小时容易在节点变形时撕裂，过厚时容易增加密封胶的应力，增加密封胶与混凝土或墙体材料表面的粘结能力。

**4.3.5**　接缝处背衬材料与密封材料应相粘结，背衬材料不应对密封材料产生不良影响。另外，背衬材料还要保证不会因清洁溶剂和底漆而发生变质。工程实践上一般选用泡沫聚乙烯作为背衬材料。为满足接缝在风荷载、温度荷载以及地震作用下的变形需求，背衬材料应具备一定的变形能力。参考相关规范后，发泡后聚乙烯密度不宜大于37kg/m3

**4.3.6**　密封胶应具有良好的变形能力，以满足风荷载、温度荷载以及地震作用下接缝处的变形需求。参考相关规范，一般选用不低于20级的低模量弹性密封胶。在防水性能要求较高处，建议选用双组分化学固化型密封胶。

**4.3.7**　密封胶在使用前，应通过试验检验与其相接触的墙体材料、背衬材料的相容性试验，确保密封胶与其相接触材料的粘结性能。另外，密封胶还应具有：1）不与集采发生不良物理化学反应；2）具有良好的不透水性；3）具有符合设计要求的隔热、隔声性能；4）具有环保、可维修、可涂装、耐久性能。

### **4.4 预埋件及连接件**

**4.4.1~4.4.4**　消能减震墙与主体结构之间的连接构造主要有两个作用，其一是传递荷载、让主体结构更好地带动消能减震墙的墙体单元运动，实现消能减震墙的预期工作机制；其二是增加墙体与主体结构的连接，提高墙体稳定性，防止墙体倒塌。应严需格控制连接件材料、连接件材料与连接部位的连接方式的相关性能。对于装配式减震墙板，钢卡是提高其平面外稳定性的重要构造，为此本规程对钢卡厚度以及钢卡防锈等方面提出了相关要求。

# 5.消能减震墙性能及设计

### **5.1 一般规定**

**5.1.1~5.1.4**　相关研究表明，消能减震墙通过相邻墙体单元间的相对运动迫使耗能元件发生剪切变形的减震机制，与普通填充墙相比，可大幅降低墙体自身的刚度耗能元件的滞回剪切变形可耗散一定输入能量，提高结构的安全储备。实现保护墙体不破坏，避免因墙体附加刚度对主体结构抗震性能造成影响。鉴于消能减震墙板具有较普通填充墙更优的抗震性能以及更轻的震损，可将普通填充墙直接替换为阻尼填充墙，提高填充墙抗震性能、减轻填充墙破坏的同时不影响主体结构动力特性及抗震性能。

当需要考虑消能减震墙的减震作用时，应建立带消能减震墙的抗震计算分析模型，计算其对结构附加的阻尼比或其对结构刚度的影响。

消能减震墙的布置应使结构平面两个主轴方向动力特性相近或竖向刚度均匀为原则。对于规则结构，平面上可在两个主轴方向上采用对称布置，并且使结构竖向刚度均匀。当结构平面两个主轴动力特性相差较大时，可根据需要分别在两个主轴方向布置，也可以只在较弱的一个主轴方向布置，这时结构设计时应只考虑、单个方向的消能作用。

消能减震墙减震机制的实现需要通过与主体结构连接的构造利用结构变形而实现。地震作用下，由于连接构造的存在使得墙与主体结构之间存在相互作用，为此应考虑消能减震墙工作中对相邻主体结构构件的影响。

预制装配式类消能减震墙需要由专业厂家设计、制作，应采用精密加工以保证消能减震墙板的力学性能及耗能性能。砌体类减震填充墙的墙体砌筑部分可由工人现场施工，但耗能元件需由专业厂家制作成运至现场后可以直接施工的标准模块。

**5.1.5**　消能减震墙的预期工作机制主要通过耗能元件的剪切滞回变形实现，若仅使用单个耗能元件，则容易造成与耗能元件连接的墙体局部应力集中现象，不利于实现消能减震墙基本无损伤的设计目标。另外，使用单个耗能元件容易造成所设计的耗能元件尺寸过大、耗能元件出力过高、耗能元件与墙板连接不容易满足要求等问题，影响了消能减震墙正常工作。因此，同一面消能减震墙内宜同时设置多个耗能元件，布置时应遵循对称、均匀地布置原则。

消能减震墙一般由非耗能元件部分（墙体单元、墙-结构构件连接件）以及耗能元件组成。若设计需充分利用消能减震墙时，应考虑耗能元件与相邻墙体单元的嵌固或粘结有效性，如黏弹性阻尼层与相邻墙体单元的粘结、或者装配式金属消能墙板的耗能钢板嵌固于混凝土墙板。为避免因材料缺陷、安装误差、超强地震作用等因素引起的非耗能元件部分失效而导致消能减震墙无法正常工作的情况，消能减震墙的非耗能元件部分必须具有足够的安全储备。鉴于此，消能减震墙的非耗能元件部分承载能力应能满足1.5倍耗能元件出力下的需求。

消能减震墙由于其特殊的工作机制，具有较传统填充墙低的刚度。为避免正常使用状态下消能见证墙因风荷载而过早地进入工作，导致墙体抹灰层出现裂缝以及耗能元件提前屈服的问题，应验算十年一遇风荷载下消能减震填充墙处的结构变形。

消能减震墙的检验应符合本规程的相关规定。由于消能减震墙性能试验不能充分反应器在结构中的真实性能和减震效果，且不同产家生产、制作工艺也有所差别。为此，应选取结构中典型的消能减震墙尺寸及构造，进行一次（子）结构拟静力或动力试验以验证：①消能减震墙结构的整体工作性能和消能减震墙板的工作性能及减震效果；②消能减震墙耗能元件与相邻墙体单元间的连接、消能减震墙与相邻结构构件间的连接是否可靠；③消能减震墙的平面外稳定性。

### **5.2 装配式减震墙板**

**5.2.1~5.2.9**　黏弹性型耗能元件主要是通过与耗能元件两侧相邻墙体间的相对运动，迫使黏弹性型耗能元件发生剪切滞回变形。当前相关研究常采用的黏弹性耗能材料为高阻尼橡胶片以及改性沥青防水卷材，其力学性能受加载频率、温度影响较大。需要对材料和不同频率的加载情况进行限定。另外，黏弹性类耗能元件与相邻墙体间粘结的可靠程度影响着其耗能性能能否得以发挥，当黏弹性类耗能元件与相邻墙体间粘结界面提早失效时，部分剪切变形发散于失效的粘结界面处，导致黏弹性类耗能元件的耗能能力不能满足设计要求。

摩擦型耗能元件利用其内部的摩擦滑移界面做功，降低墙体刚度、耗散能量。使用混合有机物砂浆、低强度普通水泥砂浆作为摩擦型耗能元件时，应确保其起滑阻尼力低于墙体单元的抗剪强度，确保摩擦滑移面形成于砂浆内部或砂浆与墙体单元交界面；使用金属摩擦板材或有机类摩擦板材时，除了保证其起滑阻尼力低于墙体单元抗剪强度外，需保证板材质量以及表面处理情况符合设计要求，避免影响耗能性能。为确保摩擦型摩擦型耗能元件在实际工程中具有良好的耗能性能，对摩擦型耗能元件的性能进行明确的限定。

### **5.3 装配式金属消能减震复合墙板**

**5.3.1~5.3.9**　金属消能减震墙板耗能元件水平放置并分别内嵌于两块L型预制混凝土墙板，通过L型预制混凝土墙板之间的相对运动迫使耗能元件发生剪切滞回变形。因此，耗能元件的放置应使其弱轴朝向水平方向，使耗能元件更容易进入屈服阶段，降低墙体刚度的同时耗散能量。另外，耗能元件可能受L型墙板自重以及结构自重引起竖向变形的影响，使得耗能元件自身提早进入屈服，其强轴应朝竖向方向，以增加竖向刚度和承载能力。

实现耗能元件全截面屈服可使金属消能减震墙板更早地进入耗能阶段，为使耗能元件更好地进入全截面屈服，可在耗能元件作开孔处理。经研究表明，金属消能减震墙板的耗能元件开菱形孔较其他形状孔洞更容易实现全截面屈服，且耗能元件应力分布更均匀，避免耗能元件于预制混凝土墙板连接处的应力集中现象，是较好的开孔形式，开孔大小应根据分析得到。

金属消能减震墙板的耗能元件两端分别嵌固于预制混凝土墙板内，嵌固端对耗能元件的约束作用将影响耗能元件耗能性能。为此，应避免耗能元件与预制混凝土墙板连接处的嵌固失效，应避免预制混凝土墙板在耗能元件工作出现强度不足而开裂。另外也应保证足够的嵌固深度，确保墙板工作过程中耗能元件不会出现拔出问题。为此，对连接处设计的验算荷载大小提出了要求。

金属消能减震墙板的滞回耗能能力主要来自于金属类耗能元件的剪切滞回塑性变形，为保证金属消能减震墙板性能的稳定性，对其相关性能提出要求。

### **5.4 阻尼填充墙**

**5.4.1~5.4.8**　卷材类与橡胶类材料的剪切变形应控制在合理范围，可避免材料自身因剪切变形过大而破坏或者材料与相邻墙体单元之间粘结界面的失效。当墙体单元的刚度远高于卷材类、橡胶类耗能元件的刚度时，可更有助于墙体剪切位移集中于耗能元件。耗能元件的剪切滞回耗能机制通过相邻的墙体单元间相对运动实现，为避免因耗能元件剪切变形过程中的荷载导致墙体单元开裂，影响消能减震墙减震机制，需保证墙体单元具有足够强度。鉴于上述原因，本规程通过控制卷材类、橡胶类材料厚度，以及控制墙体单元与卷材类、橡胶类材料之间的强度、刚度关系，确保消能减震墙减震机制的正常发挥。

砂浆类耗能元件主要通过形成于其内部的或者其与相邻墙体单元之间粘结界面的摩擦滑移面耗散能量，降低墙体刚度。由于这类摩擦滑移面的形成过程属于脆性行为，只需控制墙体单元抗剪强度与砂浆类耗能元件抗剪强度的关系即可保证消能减震墙减震机制的实现。

### **5.5 门窗、电器管线布置要求**

**5.5.1~5.5.2**　本条文对门窗洞口存在情形下墙体单元和减震层布置、以及墙体内埋管线穿越减震层时管线构造等给出了建议。主要是为了在这些特殊情形下，保证门窗洞口、墙体内埋管线不影响消能减震墙墙体单元正常运动。

# 6.消能减震墙结构与连接设计

### **6.1 一般规定**

**6.1.1**　能否使用刚性隔板假定应根据现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011的相关规定进行判定。若错误使用刚性隔板，会得到错误的消能减震墙减震效果。为此，对于不符合刚性隔板假定的楼（屋）盖，应该使用弹性楼板进行分析。

**6.1.2~6.1.4**　相关研究成果表明，消能减震墙具有较普通填充墙刚度低的优点，这使得布置了消能减震墙的主体结构较布置了普通填充墙的主体结构的刚度低，结构所承受的地震作用降低。因此，在使用振型分解反应谱法计算地震作用时，消能减震墙结构周期折减系数的取值应较普通填充墙结构高，以反映消能减震墙对结构附加刚度较普通填充墙小的特点。

**6.1.5**　消能减震墙结构中，与消能减震墙相连接的柱（墙）、梁所承受的作用包括地震作用以及消能减震墙传递至所连接结构构件的作用。合理设计下，消能减震墙虽然能一定程度上降低整体结构的地震作用，但是消能减震墙正常工作会对其相连接的结构构件带来较大的附加作用，设计时应考虑该附加作用的影响。

**6.1.6**　消能减震墙与结构构件之间的连接，应根据所使用消能减震墙类型进行选择。柔性连接由于存在结构构件与墙体之间的预留缝隙，墙体与主体结构之间相互独立，选用柔性连接形式主要是降低墙体-主体结构间的相互作用，起到保护墙体的作用。刚性连接由于墙体与结构构件直接顶紧或顶紧后采用相应措施相互固定，消能减震墙可直接利用主体结构的变形实现自身工作机制，达到减震效果。此时，若使用直接顶紧的刚性连接方式，需要考虑结构构件变形对墙体的局部挤压作用；顶紧后固结的刚性连接方式，墙体的运动可视为与主体结构变形同步，则需要考虑相互固定所采用的连接构造形式（如螺栓、焊接等）以及确保该构造形式的强度。另外，采用柔性连接构造形式的消能减震墙也可直接利用主体结构变形实现消能减震墙的工作机制，只需要将具有足够刚度、强度的钢构件穿过柔性构造连接主体结构与墙体即可。

**6.1.7~6.1.9**采用螺栓连接时，应保证相连节点在罕遇地震下不发生滑移。当消能减震墙荷载较大时，宜采用焊接等刚性连接形式。连接节点处的承载力应能承受罕遇地震下可能产生的最大内力。墙体与主体结构构件之间的连接节点，应符合钢构件连接、钢与混凝土构件连接、钢与钢-混凝土组合构件连接、以及墙体与主体结构构件一般构造措施的相关要求。

消能减震墙通过连接件与主体结构相连接的主要目的是直接利用主体结构变形实现墙体剪切变形集中于耗能元件的工作机制，为此需保证连接件以及预埋件具有足够的刚度和强度，使结构变形集中于耗能元件处，避免墙体-结构构件连接部位的破坏。其次，墙体-结构构件之间的连接件可以提高墙体平面外稳定性，避免墙体的面外失稳倒塌。

**6.1.10**　连接结构构件与消能减震墙的构造应考虑消能减震墙最大荷载作用，进而保证罕遇地震下消能减震墙不丧失功能。

**6.1.11**　由于消能减震墙正常工作的需要，需与主体结构之间设置柔性连接。为满足建筑墙体对隔音、防水、防潮、保温等要求，应根据工程实际合理选用填缝的材料。

柔性连接处由于刚度较小而容易变形，此处墙面容易开裂。为此，需根据工程实际选用避免墙体表面开裂的施工方法，如挂网格防墙面开裂的做法。但需注意的是，此处宜使用网格布等材质软、容易变形的网格，避免影响消能减震墙的正常工作。

**6.1.12**　考虑地震具有随机性、多向性的特征，为此在设计消能减震填充墙墙-主体结构连接构造的过程中应既要使连接满足消能减震填充墙平面内正常工作的刚度、强度与稳定性的徐奥，也要使连接构造提高消能减震填充墙的平面外承载力，增强消能减震填充墙平面外稳定性。

### **6.2 主体结构设计**

**6.2.1**　消能减震墙与结构构件相连接，墙体会给主体结构传递一定的荷载。为了保证结构构件在消能减震墙附加荷载作用下不发生破坏，需要在与消能减震墙连接部位进行箍筋加密，并且加密区长度要延伸到连接部位以外的位置，加密区长度从连接板的外侧进行计算。

**6.2.2**　消能减震墙结构的层间位移角限值应与现行国家标准《建筑抗震设计规范》 GB 50011 保持一致。由于消能减震墙变形能力较普通填充墙强且具有良好的耗能能力，消能减震墙结构的层间位移角限值可适当减小，更容易实现基于性能的抗震设计要求。

### **6.3 装配式减震墙板与结构的连接设计**

**6.3.1~6.3.5**装配式减震墙板可通过特殊设计的连接件实现墙体与主体结构的连接，但该连接件需考虑墙板平面外强度与稳定性。当该连接件未考虑时，应利用角钢、管卡等钢构件提高墙板平面外强度与稳定性。装配式减震墙板与主体结构构件之间的连接件内嵌于墙体单元中，墙体工作时内嵌部位容易形成应力集中现象，为此需对该部位钢筋进行加密处理。为更好地约束高度过高、跨度过大的墙体，应根据国家现行规范《非结构构件抗震设计规范》JGJ339设置相应的水平系梁及构造柱。

### **6.4 装配式金属消能减震复合墙板与结构的连接设计**

**6.4.1~6.4.4**装配式金属消能减震复合墙板由两块L型混凝土墙板拼装而成，单个L型混凝土墙板的重量及刚度较大，且其与上下的梁构件相互锚固，连接构造形式为强连接。在装配式金属消能减震复合墙板随主体结构共同运动、工作的过程中，其与周边主体结构构件（主要为梁构件）间的连接容易成为受力集中的部位而容易破坏，进而导致装配式金属消能减震复合墙板无法继续正常使用，因此无论是否需要考虑装配式金属消能减震复合墙板对主体结构附加的阻尼比，均需确保其与主体结构构件的连接具有足够的安全储备，确保装配式金属消能减震复合墙板的正常工作。

### **6.5 阻尼填充墙与结构的连接设计**

**6.5.2**　消能减震填充墙中的砌体减震填充墙常使用拉结筋连接墙体与主体结构，墙体工作过程中拉结筋既起到一定的牵拉墙体单元的作用，又起到了防止平面外地震作用下墙体倒塌的作用。国家现行规范《非结构构件抗震设计规范》JGJ339对砖砌块类的普通填充墙提出了拉结筋的布置要求，本规程根据砌体减震填充墙构造的特殊性，对拉结筋的布置提出了构造要求。当砌体减震填充墙的高度或跨度较大时，应根据国家现行规范《非结构构件抗震设计规范》JGJ339设置相应的水平系梁及构造柱，一方面提高墙体稳定性，另一方面过高或过长的墙体尺寸使得主体结构对墙体的约束作用降低，不利于墙体直接利用结构变形实现其墙体单元相对运动。

# 7.消能减震墙检测

### **7.1 一般规定**

**7.1.1~7.1.3**　厂家所提供的消能减震墙，须经过专家论证，判定其构造、性能是否能够满足设计要求。考虑消能减震墙对结构附加阻尼比时，消能减震墙作为耗能构件，除了力学性能检验报告以确定主要力学性能外，需给出疲劳性能检验报告以判断产品的疲劳性能是否满足耗能要求。

地震是一种随机、多向的作用，相关震害表明填充墙容易在平面外地震作用或平面内-外双向地震作用下发生平面外倒塌破坏。为此，消能减震墙型式检验宜进行平面外或双向加载试验检测，以明确消能减震墙的平面外承载能力。

**7.1.4**第三方检验机构应具有建筑消能器检测的资质和符合检测要求的试验设备。第三方检验机构应为独立的第三方，自身不能生产或销售消能减震墙产品，且不能与产家有利益关系或是从属关系。

### **7.2 墙体材料检测**

**7.2.1**　当前常用的砌块种类分别为混凝土实心砌块、蒸压加气混凝土砌块，其检测可分别依据《混凝土实心砖》GB/T 201144以及《蒸压加气混凝土砌块》GB 11968的有关条文执行。

### **7.3 耗能减震元件检测**

**7.3.1~7.3.2**为避免缩尺试验的尺寸效应，对消能减震墙构件的抽样检测时应采用足尺试验。减震层材料的抽样检测主要是为了明确材料的力学性能及耗能能力，因此只需选取局部进行剪切滞回试验即可。抽样检验应采用见证检测，应在工程监理单位或建设单位的见证下，按照有关规定从工程所用的消能减震墙中随机抽取规定数量的试样，送至具备相应资质的检测机构进行检验。检测机构进行的检验试验也应由工程监理单位或建设单位进行见证。

**7.3.3**　在沿消能减震墙平面内方向地震作用下，减震材料主要处于滞回剪切变形状态，进行型式检测与抽样检测可采用减震材料的单剪或双剪试验。在消能减震墙平面外方向地震作用下，由于不需利用减震材料实现消能减震墙耗能机制，因此只需进行消能减震墙构件的平面外或平面内-外双向受力性能试验，以验证墙体平面外抗倒塌能力。

**7.3.4**　消能减震墙减震层材料试验试件构造建议采用砖块-减震层材料-砖块的单剪试件构造，或采用砖块-减震层材料-砖块-减震层材料-砖块的双剪试件构造。试验的加载制度应参照《建筑消能阻尼器》JGT209以及《建筑消能减震技术规程》JGJ297相应类型阻尼器的相关要求。

**7.3.5~7.3.7**　减震层材料影响着消能减震墙减震机制的实现与否以及耗能能力。参考现行行业标准《建筑抗震试验规程》JGJ/T 101、《建筑消能阻尼器》JG/T 209以及《建筑消能减震技术规程》JGJ 297给出减震层材料型式检验、抽样检验试验结果的判定标准。

### **7.4 消能减震墙构件性能检测**

**7.4.6**　当消能减震墙需考虑附加阻尼比时，需确保消能减震墙滞回性能，因此本小节参考现行行业标准《建筑抗震试验规程》JGJ/T 101、《建筑消能阻尼器》JG/T 209以及《建筑消能减震技术规程》JGJ 297给出消能减震墙构件的型式检验、抽样检验试验结果的判定标准。

# 8.施工、安装及验收

### **8.1　一般规定**

**8.1.1**消能减震墙可根据工程需求，确定是否利用其减震功能（如耗能机制或降低对结构的附加刚度）。当需要利用消能减震墙减震功能时，应视为消能器，此时应提高消能减震墙的验收标准，以确保消能减震墙具有符合设计要求的减震功能；当不需要利用消能减震墙减震功能时，消能减震墙可视作在构造上对普通填充墙抗震性能的增强措施，此时消能减震墙的验收标准可与普通填充墙一致，只需核实墙体所使用的各种材料质量是否符合要求即可。

**8.1.2**由于消能减震墙的构造型式与普通填充墙相差较大，制作和安装方法具有特殊性。因此，消能减震墙及结构的施工安装组织设计、施工安装方案编制是保证消能减震墙性能的重要前期工作。应结合消能减震墙构件和主体结构的特点以及结构施工安装组织设计的基本要求编制。

**8.1.3**本条结合消能减震墙结构的特点，根据现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300的有关规定，将消能减震墙作为上部主体结构分部工程的一个子分部工程进行施工管理和竣工验收。

虽然消能减震墙工程主要是墙体的制作、安装与施工，但采用消能减震墙的结构材料类型除钢结构外，还有混凝土结构等。而且，与普通填充墙相比，消能减震墙是一种专门技术部件，具有多种类型和不同的构造特点，其设计呈多样化，安装工序较多。同时，消能减震墙具有与普通填充墙不同的工作机制，良好的施工质量是保证其抗震性能的关键。因此，在消能减震墙的施工质量管理和竣工验收中，若将其视为几个分项工程并分别归结到主体结构的相应分项工程验收批中，是难以实现其较高的质量验收要求的。故本规程提出在主体结构分部工程中，不论上部主体结构为钢结构、混凝土结构还是其他材料类型的结构，均将消能减震墙作为主体结构分部工程的一个子分部工程，以利于施工质量管理和验收。

消能减震墙子分部工程，根据结构材料和施工方法可分为：现浇混凝土结构、装配整体式混凝土结构、钢结构、钢-混凝土组合结构等建筑的消能减震墙子分部工程，以及抗震加固建筑的消能减震墙子分部工程。

**8.1.4**消能减震墙子分部工程可按不同施工阶段划分相应的分项工程。其中，消能减震墙的进场验收，是指进入消能减震墙各分项工程实施现场的墙体材料（如墙板、砌块）、标准件、成品件或其他特殊定制成品（如连接节点等）的进场及验收。

消能减震墙中附加钢构件的制作，可划分为钢零件及钢组件的加工、钢构件组装、组装的焊接连接、紧固件连接、钢构件预拼装、钢构件防腐涂料涂装等分项工程。

消能减震墙的安装和维护，可划分为墙体与耗能元件的拼装、消能减震墙安装、安装和焊接连接、紧固件连接、钢连接件或钢耗能元件的防腐防火涂装等分顶工程。其中，安装分项工程的内容包括制定安装次序、吊装就位、测量校正定位及临时固定等工序，涂装分项工程的内容包括安装连接后普通防腐涂料局部补充涂装、防火涂料涂装等工序。

各阶段的施工作业，应根据具体工程设计情况确定其所含的分项工程或工序。

检验批次是分项工程施工质量管理和验收的基本单元，可根据与施工方式一致且便于质量控制的原则划分。消能减震墙分项工程的检验批，可按主体结构检验批的划分方法确定。

**8.1.5**消能减震墙为墙体材料（如墙板或砖砌块）与耗能元件预制部件，安装过程中出现施工误差可能会导致耗能元件提早进入屈服，墙体单元随主体结构变形而运动的机制出现阻碍。因此，对消能减震墙的制作尺寸及其他加工质量应严格要求。在消能减震墙制作工程中或进场前，应进行检查，对发现的尺寸偏差或其他质量问题应在加工过程中进行修理，不宜在消能减震墙到现场安装时才进行质量检查，避免因质量问题而影响施工工期。

**8.1.6**本条是考虑构件制作、安装的一般要求，参照现行行业标准《高层民用建筑钢结构技术规程》JGJ 99制定的。土建施工单位、消能减震墙及其他预制构件的制作、安装单位等各家使用的钢尺量具，应由同一计量部分按同一标准标定，或由总承包单位（土建施工单位）向安装单位提供经标定合格的卷尺。各施工部门应根据标定所得的钢卷尺各段尺寸的误差表，在施工过程中随时调整。对施工周期较长的工程，各部门要随气温变化来统一进行温度影响的修正。

### **8.2　标志、包装、运输与存放**

**8.2.1**~**8.2.3**进场验收的目的是为了检验产品质量及在运输过程中是否受到损坏，是保证消能减震墙质量的重要步骤。建设单位及设计单位相关人员应对运抵工地现场的消能减震墙进行全面检查，不合格产品不予签收。

消能减震墙具有良好的质量是消能减震墙结构抗震性能的重要保证。采取规范、统一的措施来管控能减震墙各部件的生产及出厂是必要的。

采用可靠包装是为了保证消能减震墙各部件尽量少承担外界附加力，便于运输或搬运安全。消能减震墙各部件在工厂加工完成后，要通过汽车、火车、轮船等交通工具运达工程现场，对能减震墙各部件的良好包装对于保证其出厂准确度、运输质量及进场验收是必要的。

### **8.3　进场安装、验收**

**8.3.1~8.3.5**与普通填充墙相比，消能减震墙是一项更为专门的技术。其采用的材料除墙体材料（如墙板或砖砌块等）和砂浆材料外，根据消能减震墙类型的不同，还包括构造耗能元件的钢材、橡胶类材料、卷材类材料；另外还有紧固件、焊接材料、涂料、嵌缝剂、胶粘材料等。为保证消能减震墙各组成材料的质量，产品在进场时各类材料应具有质量合格证。进场时还应提供制作偏差等，这些材料的品种、规格和性能指标应符合本规程第四章的相关要求及设计文件中的规定。

**8.3.6**消能减震墙构件安装完成后尺寸偏差应符合表9.3.6的要求。安装过程中，宜采取相应措施从严控制，保证完成后的尺寸偏差。本条款关于安装允许偏差的规定主要基于现行国家标准《预制混凝土外挂墙板应用技术规程》JGJ/T 458、《建筑轻质条板隔墙技术规程》JGJ/T157、《建筑装时装修工程质量验收规范》GB 50210。

**8.3.7**为了避免消能减震墙工作时受其他相邻部件的阻碍以及为了更好地实现消能减震墙的减震机制，在消能减震墙周围特定部位设置了柔性连接构造。由于柔性连接中的预留缝隙不利于抵抗墙体开裂、防水、隔音等，本条款对柔性连接预留缝隙的填充、嵌缝带的增强、表面找平作出了相应的规定。

### **8.4　施工安装顺序**

**8.4.2**消能减震墙的工作机制主要是通过相邻墙体单元的相对运动迫使耗能元件产生剪切滞回变形，因此在墙体内预埋电线管道或者在墙的一侧安装各类卡件时，不得影响耗能元件的剪切滞回变形。由于消能减震墙的各墙体单元运动幅度较大，为此需对墙体与竖向构件、墙体与门窗洞口间的接缝加宽，满足变形需求。同时也需使用变形能力强、与基材粘结效果好的嵌缝剂。

**8.4.3**由于消能减震墙设置了柔性连接处，预留了缝隙，容易导致墙体抹灰刮腻子后出现裂缝。为此，本条文对预留缝隙处要求铺设网格布，并对网格布的材料及铺设要求提出相关规定。