

DB××

安徽省地方标准

DB××/×××-2021

建筑墙式金属阻尼器减震技术规程

Technical specification for wall-type metallic damper
seismic dissipation of buildings

(征求意见稿)

2021-XX-XX 发布

2021-XX-XX 实施

安徽省住房和城乡建设厅
安徽省质量技术监督局

联合发布

前 言

根据安徽省住房和城乡建设厅建标函[2017]2896号文《关于印发2017年度安徽省工程建设地方标准及标准设计制（修）订计划的通》的要求，编制本规程。规程编制组经广泛的调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国内外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，编制了本规程。

本规程共分10章，主要内容有：总则、术语和符号、基本规定、材料、地震作用与作用效应、墙式金属阻尼器结构设计、墙式金属阻尼器设计、墙式金属阻尼器部件的连接与构造、墙式金属阻尼器的制作与检测、墙式金属阻尼器的施工、验收和维护。

本规程由安徽省住房和城乡建设厅负责管理，委托合肥工业大学负责对条文和具体技术内容的解释。在执行过程中如有意见或建议，请将相关意见和有关资料反馈给合肥工业大学（安徽省合肥市屯溪路193号，邮编230009，E-mail:connection2003@126.com）。

主编单位：

参编单位：

主要起草人员：

主要审查人员：

目 录

1 总 则.....	1
2 术语和符号.....	2
2.1 术 语	2
2.2 符号	3
3 基本规定.....	5
3.1 一般要求	5
3.2 墙式金属阻尼器要求.....	6
4 材料.....	8
4.1 一般规定	8
4.2 墙式金属阻尼器部件材料.....	8
4.3 连接材料	8
5 地震作用与作用效应.....	10
5.1 一般规定	10
5.2 地震作用计算	11
5.3 地震作用组合的效应.....	14
6 墙式金属阻尼器结构设计.....	16
6.1 一般规定	16
6.2 墙式金属阻尼器布置原则.....	16
6.3 墙式金属阻尼器子结构设计及附加阻尼比.....	16
6.4 主体结构设计	17
6.5 抗震性能化设计.....	18
7 墙式金属阻尼器设计.....	20
7.1 一般规定	20
7.2 墙式金属阻尼器计算.....	20
8 墙式金属阻尼器部件的连接与构造.....	23
8.1 一般规定	23
8.2 支撑型连接	23
8.3 墙型连接	24
9 墙式金属阻尼器的制作与检测.....	25
9.1 一般规定	25
9.2 制作	25
9.3 检测	26
10 墙式金属阻尼器的施工、验收和维护.....	28
10.1 一般规定	28
10.2 墙式金属阻尼器进场验收.....	28
10.3 墙式金属阻尼器的安装施工.....	29
10.4 墙式金属阻尼器施工质量验收.....	31
10.5 墙式金属阻尼器的维护.....	32
附录 A 支撑型连接构造 I（混凝土结构）	34
附录 B 支撑型连接构造 II（钢结构）	38

附录 C 支撑型连接构造III（组合结构）	39
附录 D 墙型连接构造（混凝土结构）	40
本规程用词说明.....	42
引用标准名录.....	43

苏农科技

1 总 则

1.0.1 为规范墙式金属阻尼器技术在建筑工程中的合理应用，做到安全适用、技术先进、经济合理、保证质量，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于抗震设防烈度为 6~8 度地区新建建筑和既有建筑抗震加固的墙式金属阻尼器结构设计、施工、验收和维护。

1.0.3 按本规程设计与施工的墙式金属阻尼器结构，其抗震设防目标是：当遭受低于本地区抗震设防烈度的多遇地震影响时，墙式金属阻尼器正常工作，主体结构不受损坏或不需要修理可继续使用；当遭受相当于本地区抗震设防烈度的设防地震影响时，墙式金属阻尼器正常工作，主体结构可能发生损坏，但经一般修理仍可继续使用；当遭受高于本地区抗震设防烈度的罕遇地震影响时，墙式金属阻尼器不应丧失功能，主体结构不致倒塌或发生危及生命的严重破坏。

1.0.4 墙式金属阻尼器结构设计、施工、验收和维护，除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 墙式金属阻尼器 wall-type metallic damper

布置在上下梁之间,地震作用下利用金属耗能芯板屈服后产生的弹塑性滞回变形耗散能量的消能器。

2.1.2 剪切型墙式金属阻尼器 shear wall-type metallic damper

利用金属耗能芯板的剪切屈服变形耗散地震能量的墙式金属阻尼器。

条文说明: 2.1.2 剪切型墙式金属阻尼器一般由剪切耗能芯板、约束单元和端板三部分构成(图 2.1.2)。

剪切耗能芯板是剪切型墙式金属阻尼器主要的耗能元件,由特定的金属材料组成。

约束单元提供面外约束机制,防止剪切耗能芯板受剪时发生面外屈曲。

端板通常位于耗能芯板的上下端。

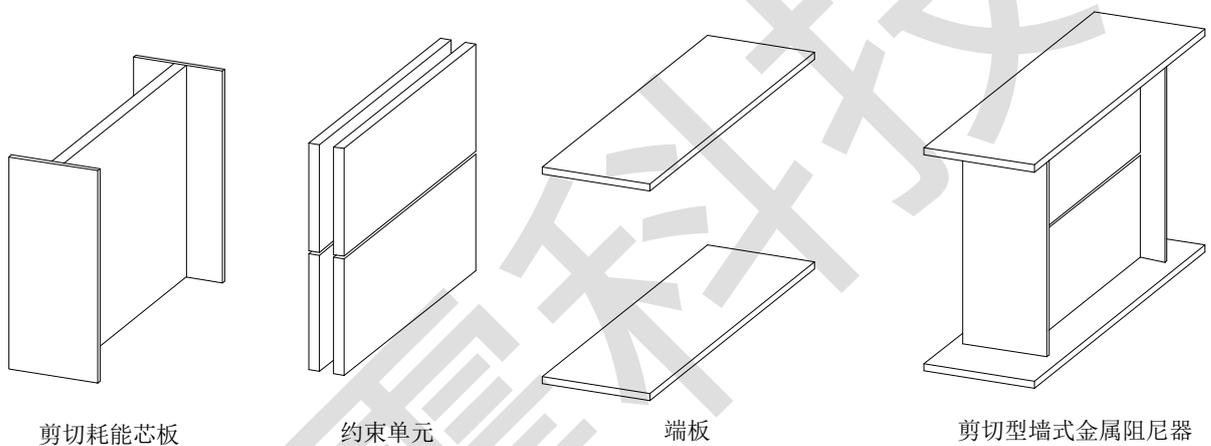


图 2.1.2 剪切型墙式金属阻尼器的基本构成

2.1.3 弯曲型墙式金属阻尼器 bending wall-type metallic damper

利用金属耗能芯板的弯曲屈服变形耗散地震能量的墙式金属阻尼器。

条文说明: 2.1.3 弯曲型墙式金属阻尼器一般由弯曲耗能芯板和端板两部分构成(图 2.1.3)。

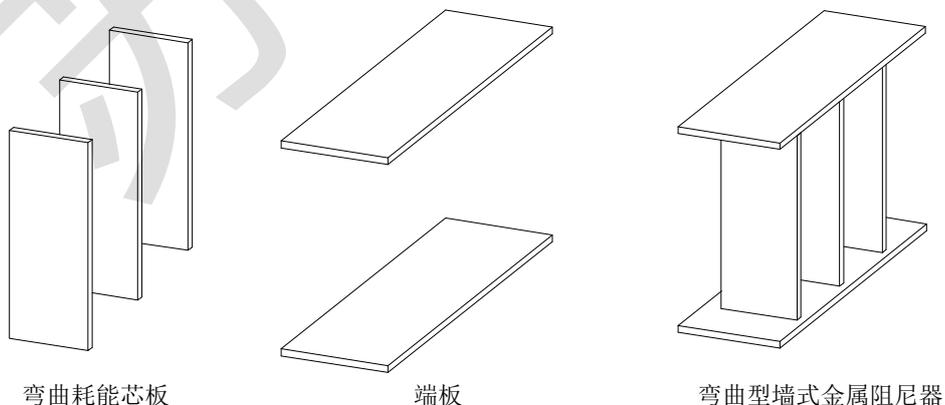


图 2.1.3 弯曲型墙式金属阻尼器的基本构成

2.1.4 墙式金属阻尼器部件 wall-type metallic damper part

由墙式金属阻尼器和支撑或连接墙构件组成的部分。

2.1.5 墙式金属阻尼器子结构 wall-type metallic damper substructure

与墙式金属阻尼器部件直接连接的主体结构单元。

2.1.6 墙式金属阻尼器结构 wall-type metallic damper structures

设置墙式金属阻尼器的钢结构、混凝土结构和钢-混凝土组合结构以及其他结构。

2.1.7 墙式金属阻尼器设计使用年限 design working life of wall-type metallic damper

墙式金属阻尼器在正常使用和维护情况下所具有的不丧失有效使用功能的期限。

2.1.8 弹性刚度 elastic stiffness

墙式金属阻尼器耗能芯板屈服前的刚度。

2.1.9 第2刚度 second stiffness

墙式金属阻尼器耗能芯板屈服后的刚度。

2.1.10 屈服位移 yield displacement

墙式金属阻尼器沿受力方向的相对变形值，若变形小于此值，则墙式金属阻尼器处于弹性工作状态，当达到或超过该值后，金属阻尼器将产生塑性变形。

2.1.11 极限位移 ultimate displacement

墙式金属阻尼器正常工作的位移限值，可取为阻尼器承载力降至85%最大承载力前阻尼器所能达到的最大位移值。

2.1.12 屈服承载力 yield force

墙式金属阻尼器耗能芯板屈服时所能承受的侧向力。

2.1.13 极限承载力 ultimate damping force

墙式金属阻尼器能承受的最大承载力设计值。

2.1.14 设计位移 design displacement

在罕遇地震作用下墙式金属阻尼器达到的最大位移值。

条文说明：2.1.14 特定位置的墙式金属阻尼器的设计位移，可以根据结构弹塑性分析的结果来确定；也可以根据不同结构体系的弹塑性层间位移角的限值进行反推得到。

2.1.15 材料超强系数 material super-strength factor

实测屈服强度值与名义屈服强度值之比。

条文说明：2.1.15 墙式金属阻尼器应在达到设计屈服承载力时保证进入屈服状态，但我国建筑钢材市场中普通低碳钢是按照满足最低屈服强度要求进行生产和销售（例如Q235钢材，屈服强度大于235MPa，即为合格），如果钢材的材料超强系数过高，则按此屈服强度进行金属阻尼器设计时可能达不到屈服目标，故对作为墙式金属阻尼器芯材的钢材屈服强度需要规定其上限值。为便于工程应用，本规程根据大量试验研究和相关国家规范给出了常用牌号钢材的材料超强系数建议值。

2.1.16 材料应变强化调整系数 strain hardening factor

极限承载力与屈服承载力的比值。

条文说明：2.1.16 钢材屈服后，随着塑性变形的发展，钢材的强度会增强。阻尼器达到极限承载力时耗能芯板的应变均值与阻尼器达到屈服时芯板的应变均值的比值与阻尼器的极限承载力与屈服承载力的比值基本接近，为便于工程应用，本规程建议取材料应变强化调整系数为墙式金属阻尼器极限承载力与屈服承载力的比值。根据大量试验研究和相关国家规范，本规程给出了常用牌号钢材的应变强化调整系数建议值。

2.2 符号

2.2.1 结构参数

C ——结构或结构构件达到正常使用要求的规定限值；
 F_c ——承受金属阻尼器轴力的连接作用力设计值；
 F_{ji} —— j 振型 i 质点的水平地震作用标准值；
 G_i ——集中于 i 质点的重力荷载代表值；
 R ——结构构件承载力设计值；
 S_{Ehk} ——水平地震作用标准值的效应；
 S_{Evk} ——竖向地震作用标准值的效应；
 S_{GE} ——重力荷载代表值的效应；
 S_{wk} ——风荷载标准值的效应；
 S_j —— j 振型地震作用标准值的效应；
 T_1 ——按刚性地基假定确定的结构基本自振周期；
 V_{Eki} ——第 i 层对应于水平地震作用标准值的楼层剪力；
 X_{ji} —— j 振型 i 质点的水平相对位移；
 λ ——剪力系数；
 ψ ——计入地基与结构动力相互作用后的地震剪力折减系数；
 γ_G 、 γ_w 、 γ_{Eh} 、 γ_{Ev} ——作用分项系数；
 γ_j —— j 振型的参与系数；
 ψ_w ——风荷载的组合值系数；
 ψ_e ——地震作用的频率系数；
 γ_{RE} ——承载力抗震调整系数；
 α_j ——相应于 j 振型自振周期的地震影响系数；

2.2.2 墙式金属阻尼器参数

A_b ——弯曲耗能芯板的截面面积；
 A_s ——剪切耗能芯板的截面面积；
 b_s ——剪切耗能芯板的宽度；
 E ——耗能芯板的弹性模量；
 f_y ——耗能芯板的屈服强度；
 G_s ——剪切耗能芯板的剪切模量；
 h_b ——弯曲耗能芯板的高度；
 h_s ——剪切耗能芯板的高度；
 K ——墙式金属阻尼器的初始刚度；
 N_b ——墙式金属阻尼器构件的承载力设计值；
 N_y ——墙式金属阻尼器的屈服承载力；
 N_u ——墙式金属阻尼器的极限承载力；
 n ——弯曲耗能芯板的个数；
 t_s ——剪切耗能芯板的厚度；
 t_b ——弯曲耗能芯板的厚度；
 τ_y ——耗能芯板的抗剪强度；
 η_y ——耗能芯板的超强系数；
 ω ——材料应变强化调整系数；
 ξ_a ——墙式金属阻尼器附加有效阻尼比；

3 基本规定

3.1 一般要求

3.1.1 新建墙式金属阻尼器结构的抗震设防目标应符合本规程第 1.0.3 条的规定；既有建筑结构采用墙式金属阻尼器减震加固时，抗震设防目标不应低于现行标准《建筑抗震鉴定标准》GB 50023 和《建筑消能减震加固技术规程》T/CECS 547 的规定。

条文说明：3.1.1 墙式金属阻尼器结构可通过调整墙式金属阻尼器附加阻尼来实现消耗地震输入能量的目的，从而控制主体结构在不同设防目标下的反应，如主体结构保持弹性或部分构件进入弹塑性等。墙式金属阻尼器不会改变主体结构的基本形式，主体结构设计仍按主体结构设计规范和标准执行，但增设墙式金属阻尼器后，结构抗震安全性明显提高，可使结构更容易实现比现有的规范更高的设防目标，可采用性能化的抗震设计方法对结构进行设计。

现行国家标准《建筑抗震鉴定标准》GB 50023 中要求在预期的后续使用年限内加固的建筑物具有相应的抗震设防目标，即后续使用年限 50 年的既有建筑，具有与现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 相同的设防目标，后续使用年限少于 50 年的既有建筑，在遭遇同样的地震影响时其损坏程度略大于按后续使用年限 50 年鉴定的建筑，其设防目标可略低于后续使用年限为 50 年的既有建筑。

墙式金属阻尼器作为结构附属构件，一般不承担结构竖向荷载。因此，对既有建筑物进行抗震加固时，一方面主体结构构件的竖向承载能力应达到相关规范要求；另一方面墙式金属阻尼器与结构构件相连的节点应具有良好的抗震性能，并进行详细的检测和分析，避免节点在地震作用下发生损伤破坏，以保证墙式金属阻尼器在地震作用下能发挥良好的耗能性能。

3.1.2 墙式金属阻尼器结构的抗震性能化设计，应根据建筑物的实际需求，分别选定针对整个结构、局部部位或关键部位、关键部件、重要构件、次要构件以及建筑构件和墙式金属阻尼器的性能目标。

条文说明：3.1.2 结构抗震性能化设计综合考虑结构承载能力和变形能力，具有很强的针对性和灵活性，可根据具体工程需要，对整个结构、局部部位或关键构件采取有效的抗震措施以达到预期的性能目标，进而提高结构的抗震安全性，并满足建筑物不同使用功能的要求。性能化设计以现有抗震性能水平和经济条件为前提，一般需综合考虑使用功能、设防烈度、结构不规则程度和类型、结构延性变形能力、造价、震后损失与修复难度等因素，不同的抗震设防类别，其性能设计要求也有所不同。鉴于目前强震下结构弹塑性分析方法的计算模型及参数选用尚存在不少经验因素，缺少从强震记录、设计施工资料及实际震害的验证，对结构性能的判断难以准确把握，因此，宜偏于安全地选用性能目标。

3.1.3 采用墙式金属阻尼器按照性能化目标加固后的结构，其最大适用高度可适当增加，并满足现行标准《建筑消能减震加固技术规程》T/CECS 547 的相关要求。

条文说明：3.1.3 墙式金属阻尼器不改变结构的基本形式，除墙式金属阻尼器子结构以外的结构设计仍可按照现行国家标准《建筑抗震鉴定标准》GB 50023 或《建筑抗震设计规范》GB 50011 要求进行加固设计，墙式金属阻尼器子结构可按现行标准《建筑消能减震加固技术规程》T/CECS 547 要求进行加固设计。

3.1.4 确定墙式金属阻尼器结构设计时，墙式金属阻尼器的布置应符合下列规定：

- 1 墙式金属阻尼器宜根据需要沿结构两个主轴方向设置，形成均匀合理的结构体系。
- 2 墙式金属阻尼器宜设置在层间相对变形较大的位置。

3 墙式金属阻尼器的设置,应便于检查、维护和替换,设计文件中应注明墙式金属阻尼器使用的环境、检查和维护要求。

条文说明: 3.1.4 墙式金属阻尼器的布置需经分析确定,一般宜沿结构两个主轴方向设置,并宜设置在结构相对变形较大的部位,其数量和分布应通过综合分析合理确定,以为结构提供适当的附加阻尼和刚度,并保证墙式金属阻尼器在地震作用下具有良好的消能能力。

墙式金属阻尼器在沿主体结构两个主轴方向布置时,应考虑结构的平面和立面上的规则性,墙式金属阻尼器布置后应减少结构的扭转,为此,美国 NEHRP2000 规范要求设置墙式金属阻尼器应逐层每一方向至少两个,以免产生扭转效应。当然,实际设计中也可以按结构本身的设计需要作出适合的调整。设计人员可根据具体情况进行综合分析确定;结构侧向刚度沿竖向宜均匀变化、避免侧向刚度和承载力突变,对于竖向规则的结构,要尽量从下到上均匀布置。

3.1.5 当墙式金属阻尼器结构遭遇设防地震和罕遇地震后,应对墙式金属阻尼器进行检查和维护。

条文说明: 3.1.5 墙式金属阻尼器在使用过程中如遇变形缝被外物堵塞或墙式金属阻尼器本身出现性能问题将会影响墙式金属阻尼器对结构地震反应的控制效果,为避免该现象发生,设计文件中应注明可由生产厂家在墙式金属阻尼器正常使用期间和地震发生后对消能器进行回访检查,以确保墙式金属阻尼器正常使用;或设计文件中注明由业主在墙式金属阻尼器正常使用期间和地震发生后对墙式金属阻尼器进行检查。

3.1.6 单个墙式金属阻尼器承担地震力的水平分量不宜大于 1/4 楼层剪力。

条文说明: 3.1.6 为避免墙式金属阻尼器布置过少和单个墙式金属阻尼器承担过大的力,造成墙式金属阻尼器、消能部件和连接节点设计的困难,以及墙式金属阻尼器耗能后可能引起刚度退化形成薄弱构件,对单个墙式金属阻尼器承载力占楼层剪力的比例进行适当的限制。

3.2 墙式金属阻尼器要求

3.2.1 墙式金属阻尼器的选择应符合下列规定:

1 墙式金属阻尼器应具备良好的变形能力和消耗地震的能力,墙式金属阻尼器的极限位移应大于设计位移的 120%。

2 在 10 年一遇标准风荷载作用下,墙式金属阻尼器不应发生屈服。

3 墙式金属阻尼器的耐久性包括疲劳性能和耐腐蚀性能,其耐久性应符合表 3.2.1 的规定,还应符合现行国家及行业标准的规定,墙式金属阻尼器应按主体结构的要求进行防火处理,经过火灾高温或其他偶然作用后,应对墙式金属阻尼器进行检查和试验。

表 3.2.1 墙式金属阻尼器耐久性性能要求

项目	性能指标
疲劳循环次数	≥30 次
耐腐蚀性能	目测无锈蚀

条文说明: 3.2.1 为满足三水准设防要求,在墙式金属阻尼器结构的抗震设计中,必须保证墙式金属阻尼器在罕遇地震作用时仍能发挥良好的减震效果。由于国外的设计地震作用是设防地震作用,因此对于墙式金属阻尼器的要求只需其在设防地震作用下发挥功能,并保证罕遇地震时墙式金属阻尼器不丧失功能。而我国抗震设计的设计地震作用为多遇地震,所以在考虑经济性的新建建筑结构和既有建筑结构中采用消能减震技术,墙式金属阻尼器必须在多遇地震作用时就可能需要发挥消能效果,并要保证罕遇地震时消能器不丧失功能,所以我国

在消能减震设计时，对墙式金属阻尼器的极限性能要求要比国外严格。由于地震动的不确定性，地震破坏作用及结构在地震作用下的反应也是不确定的，同时结构计算模型的各种假定和实际情况存在一定差异，根据规定的地震作用进行结构抗震验算，不论计算理论和工具如何先进、计算如何严格，实际地震作用时结构的地震反应与计算结果仍存在较大的差异。为使墙式金属阻尼器结构实现大震不倒的设防目标，需保证大震作用下墙式金属阻尼器不致丧失功能而产生破坏（如超过本地区结构抗震设防要求的汶川地震、青海玉树地震）。为此，墙式金属阻尼器的极限位移不应小于在罕遇地震作用时墙式金属阻尼器最大变形的 1.2 倍。如果采用现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 中规定的结构弹塑性变形限值为标准时，墙式金属阻尼器的极限位移不应小于结构弹塑性变形限值反算出墙式金属阻尼器的位移。

对于墙式金属阻尼器，随着循环圈数的不断增加，可能会出现低周疲劳失效的问题，为此，墙式金属阻尼器应保证在弹性范围内具有足够的抵抗设计风荷载的能力，以避免过早出现非预期的破坏。

墙式金属阻尼器耗能芯板在高温或爆炸冲击波情况下性能会发生明显的改变，达不到原设计要求，导致结构偏于不安全。为此，墙式金属阻尼器在火、高温或冲击波之后应进行检查和性能检测，重新判定墙式金属阻尼器是否能继续使用或更换。

3.2.2 应用于结构中的墙式金属阻尼器应符合下列规定：

- 1 墙式金属阻尼器应具有变形型式检验报告或产品合格证。
- 2 墙式金属阻尼器的性能参数和数量应在设计文件中注明。

3.2.3 墙式金属阻尼器的抽样和检测应符合下列规定：

- 1 墙式金属阻尼器的抽样应由监理单位根据设计文件和本规程的有关规定进行。
- 2 墙式金属阻尼器的检测应由具备资质的第三方进行。

4 材料

4.1 一般规定

4.1.1 墙式金属阻尼器的材料应符合下列规定：

1 墙式金属阻尼器可采用钢材、铅等材料制作；

2 采用钢材制作的墙式金属阻尼器的耗能芯板宜采用屈服点低和高延伸率的钢材，钢板的厚度不宜超过 80mm，应具有较强的塑性变形能力和良好的焊接性能；

3 墙式金属阻尼器中材料应符合现行行业标准《建筑消能阻尼器》JG/T 209 的规定。

4.1.2 耗能芯板的钢材应符合下列要求：

1 宜优先采用 LY100、LY160、LY225 等屈服强度波动范围小、延伸率高的低屈服点钢系列，其材料基本力学性能应符合表 4.1.2 的规定；

表 4.1.2 芯板耗能段的钢材力学性能要求

屈服承载力或屈服点下限/MPa	屈服点范围/MPa	抗拉强度/MPa	屈强比/%	伸长率/%
100	100±20	200-300	≤60	≥50
160	160±20	250-350	≤80	≥45
225	225±20	300-400	≤80	≥40

2 耗能芯板钢材应提供产品质量保证书和复检报告，并符合现行国家标准《建筑用低屈服强度钢板》GB/T28905 的规定。

（条文说明：4.1.2 耗能芯板为墙式金属阻尼器的核心受力元件，对其钢材的性能要求应从严规定，墙式金属阻尼器应在达到设计屈服承载力时保证屈服。）

4.1.3 墙式金属阻尼器在低温工作时，其钢材的冲击韧性应符合下列要求：

当墙式金属阻尼器工作温度不高于 0℃ 但高于 -20℃ 时，LY100、LY160、LY225、Q235 钢和 Q355 钢应具有 0℃ 冲击韧性的合格保证。当构件温度不高于 -20℃ 时，LY100、LY160、LY225、Q235 钢和 Q355 钢应具有 -20℃ 冲击韧性的合格保证。

（条文说明：4.1.3 钢材的冲击韧性应符合现行国家标准《金属材料夏比摆锤冲击试验方法》GB/T229 及《建筑用低屈服强度钢板》GB/T28905 的规定。）

4.2 墙式金属阻尼器部件材料

4.2.1 支承及连接件一般采用钢构件，也可采用钢管混凝土或钢筋混凝土构件。对连接件材料和施工有特殊规定时，应在设计文件中注明。

4.2.2 钢筋混凝土构件作为墙式金属阻尼器的支撑时，其混凝土强度等级不应低于 C30。

（条文说明：4.2.2 墙式金属阻尼器部件的材料选用、施工顺序应满足现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定。当墙式金属阻尼器所用材料有特殊要求时，应在设计文件中特殊说明。）

4.3 连接材料

4.3.1 墙式金属阻尼器结构采用的焊接材料应符合下列要求：

1 手工焊接所用的焊条，应符合现行国家标准《非合金钢及细晶粒钢焊条》GB/T5117

或《热强钢焊条》GB/T5118 的规定，选择的焊条型号应与被焊钢材的力学性能相适应；

2 自动焊接或半自动焊用焊丝应符合现行国家标准《熔化焊用钢丝》GB/T14957、《气体保护电弧焊用碳钢、低合金钢焊丝》GB/T8110、《非合金钢及细晶粒钢药芯焊丝》GB/T10045、《热强钢药芯焊丝》GB/T17493 的规定；

3 埋弧焊用焊丝和焊剂应符合现行国家标准《埋弧焊用低合金钢焊丝和焊剂》GB/T12470 的规定；

4 当两种级别的钢材相焊接时，可采用与强度等级低的钢材相适应的焊接材料。

4.3.2 焊缝应符合国家现行标准《钢结构焊接规范》GB 50661 的规定。焊缝的强度设计值应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 和《钢结构焊接规范》GB 50661 的规定。

4.3.3 预埋件、节点板等连接材料应符合国家现行标准《钢结构设计标准》GB 50017 和《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定。

4.3.4 墙式金属阻尼器结构采用的连接紧固件应符合下列要求：

1 连接墙式金属阻尼器用的高强度螺栓可选用大六角高强度螺栓或扭剪型高强度螺栓。高强度螺栓的材质、材料性能、级别和规格应分别符合现行国家标准《钢结构用高强度大六角头螺栓》GB/T1228、《钢结构用高强度大六角螺母》GB/T1229、《钢结构用高强度垫圈》GB/T1230、《钢结构用高强度大六角头螺栓、大六角头螺母、垫圈技术条件》GB/T1231 和《钢结构用扭剪型高强度螺栓连接副》GB/T3632 的规定；

2 锚栓钢材可采用现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700 规定的 Q235 钢，《低合金高强度结构钢》GB/T 1591 中规定的 Q355 钢、Q390 钢或强度更高的钢材。

5 地震作用与作用效应

5.1 一般规定

5.1.1 墙式金属阻尼器结构的抗震计算，除应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定，尚应符合下列要求：

1 在墙式金属阻尼器结构的各个主轴方向分别计算水平地震作用并进行抗震验算，各方向的水平地震作用应由该方向的金属阻尼器和抗侧力构件共同承担。

2 有斜交抗侧力构件的结构，当相交角度大于 15° 时，应分别计算各抗侧力构件方向的水平地震作用。

3 质量和刚度分布明显不对称的墙式金属阻尼器结构，应计入双向水平地震作用下的扭转影响；其他情况，应允许采用调整地震作用效应的方法计入扭转影响。

4 墙式金属阻尼器结构所处的状态及相应的抗震分析方法应符合表 5.1.1 的要求。

表 5.1.1-1 主体结构和墙式金属阻尼器所处的状态及适用的分析方法

主体结构	墙式金属阻尼器	分析方法
弹性	线性	振型分解反应谱法或弹性时程分析方法
弹性	非线性	采用附加有效阻尼比和有效刚度的振型分解反应谱法、弹性时程分析法；也可采用弹塑性时程分析法。
弹塑性	非线性	静力弹塑性分析方法或弹塑性时程分析方法

5 采用静力弹塑性分析方法时，墙式金属阻尼器部件可采用等刚度的连接杆代替。

6 在弹性时程分析和弹塑性时程分析中，墙式金属阻尼器结构的恢复力模型应包括主体结构恢复力模型和墙式金属阻尼器部件的恢复力模型。

7 当采用振型分解反应谱法分析时，宜采用时程分析法进行多遇地震下的补充计算，当取 3 组加速度时程曲线输入时，计算结果宜取时程分析法包络值和振型分解反应谱法的较大值；当取 7 组及 7 组以上的时程曲线时，计算结果可取时程分析法的平均值和振型分解反应谱法的较大值。

8 当采用弹性时程分析法分析时，应按建筑场地类别和设计地震分组选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与振型分解反应谱法采用的地震影响曲线在统计意义上相符，其地震加速度时程的最大值可按下表采用。弹性时程分析时，每条时程曲线计算所得主体结构底部剪力不应小于振型分解反应谱法计算结果的 65%，多条时程曲线计算主体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 5.1.1-2 时程分析所用的地震加速度时程曲线的最大值 (cm/s²)

地震影响	6 度	7 度		8 度		9 度
		0.10g	0.15g	0.20g	0.30g	
多遇地震	18	35	55	70	110	140
设防地震	50	100	150	200	300	400
罕遇地震	125	220	310	400	510	620

9 当采用弹塑性时程分析法计算时，根据主体结构构件弹塑性参数和墙式金属阻尼器的参数确定墙式金属阻尼器结构非线性分析模型，相对于弹性分析模型可有所简化，但二者在

多遇地震下的线性分析结果应基本一致。

条文说明：5.1.1 墙式金属阻尼器工作时表现的非线性特性使墙式金属阻尼器结构的分析复杂化。在多遇地震作用下，主体结构保持弹性状态，此时墙式金属阻尼器处于弹性或进入屈服状态，处于弹性时为主体结构提供刚度；在设防地震作用下，墙式金属阻尼器进入耗能阶段，墙式金属阻尼器将表现出较强的非线性特征；在罕遇地震作用下，主体结构将产生较大的弹塑性变形，墙式金属阻尼器也进入强烈的非线性工作状态。因此，墙式金属阻尼器结构分析必须考虑主体结构和墙式金属阻尼器构件在不同工作状态下的性能特征。

墙式金属阻尼器的恢复力模型宜采用双线性模型、三线型模型和 Wen 模型。

5.1.2 墙式金属阻尼器结构的阻尼比由主体结构阻尼比和墙式金属阻尼器构件附加给结构的有效阻尼比组成，多遇地震和罕遇地震下的总阻尼比应分别计算。主体结构阻尼比和墙式金属阻尼器构件附加给结构的有效阻尼比应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定确定。墙式金属阻尼器构件附加给结构的有效阻尼比超过 25%时，宜按 25%计算。

条文说明：5.1.2 墙式金属阻尼器的附加阻尼比宜按照能量法计算确定。

5.1.3 墙式金属阻尼器结构的地震影响系数应根据设防烈度、场地类别、设计地震分组、结构自振周期和阻尼比确定。其水平地震影响系数最大值应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 表 5.1.4-1 采用；特征周期应根据场地类别和设计地震分组按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 表 5.1.4-2 采用，计算罕遇地震作用时，特征周期应增加 0.05s。自振周期大于 6.0s 的结构所采用的地震影响系数应专门研究。

5.1.4 墙式金属阻尼器结构的地震影响系数曲线的阻尼调整系数和形状参数应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 中 5.1.5 条的规定取值。

5.2 地震作用计算

5.2.1 结构的地震作用及效应计算，应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定。

5.2.2 墙式金属阻尼器结构计算水平地震作用扭转影响时，应按下列规定计算地震作用和作用效应：

1 规则结构不进行扭转耦联计算时，平行于地震作用方向的两个边榀各构件，其地震作用效应应乘以增大系数。一般情况下，短边可按 1.15 采用，长边可按 1.05 采用；当扭转刚度较小时，角边各构件宜按不小于 1.30 采用，角部构件宜同时乘以两个方向各自的增大系数。

2 按扭转耦联振型分解法计算时，各楼层可取两个正交的水平位移和一个转角共三个自由度，并应按下列公式计算结构的地震作用和作用效应。

1) j 振型 i 质点的水平地震作用标准值，应按下列公式计算：

$$F_{xji} = \alpha_j \gamma_{qj} X_{ji} G_i \quad (5.2.2-1)$$

$$F_{yji} = \alpha_j \gamma_{qj} X_{ji} G_i \quad (i=1, 2, \dots, n, j=1, 2, \dots, m) \quad (5.2.2-2)$$

$$F_{\theta ji} = \alpha_j \gamma_{qj} \gamma_i^2 \phi_{ji} G_i \quad (5.2.2-3)$$

式中：

F_{xji} 、 F_{yji} 、 $F_{\theta ji}$ ——分别为 j 振型 i 层的 x 方向、 y 方向和转角方向的地震作用标准值(kN)；

X_{xji} 、 X_{yji} ——分别为 i 层质心在 x 方向、 y 方向的水平相对位移 (m)；

- φ_{ji} —— j 振型 i 层的相对扭转转角；
 γ_i —— i 层的转动半径，可取 i 层绕质心的转动惯量除以该层质量的商的正二次方根；
 γ_{ij} —— 计入扭转的 j 振型的参与系数，可按下列公式确定。

当仅取 x 方向地震作用时：

$$\gamma_{ii} = \frac{\sum_{i=1}^n X_{ji} G_i}{\sum_{i=1}^n (X_{ji}^2 + Y_{ji}^2 + \gamma_i^2 \varphi_{ji}^2) G_i} \quad (5.2.2-4)$$

当仅取 y 方向地震作用时：

$$\gamma_{ii} = \frac{\sum_{i=1}^n Y_{ji} G_i}{\sum_{i=1}^n (X_{ji}^2 + Y_{ji}^2 + \gamma_i^2 \varphi_{ji}^2) G_i} \quad (5.2.2-5)$$

当仅取与 x 方向斜交的地震作用时：

$$\gamma_{ii} = \gamma_{xi} \cos \theta + \gamma_{yi} \sin \theta \quad (5.2.2-6)$$

式中：

- γ_{xi} 、 γ_{yi} —— 分别由式 (5.2.2-4)、式 (5.2.2-5) 求得的参与系数；
 θ —— 地震作用方向与 x 方向的夹角 ($^\circ$)。

2) 单向水平地震作用下的扭转耦联效应，可按下列公式计算：

$$S_{Ek} = \sqrt{\sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^m \rho_{jk} S_j S_k} \quad (5.2.2-7)$$

$$\rho_{jk} = \frac{8\sqrt{\zeta_j \zeta_k} (\zeta_j + \lambda_T \zeta_k) \lambda_T^{1.5}}{(1 - \lambda_T^2)^2 + 4\zeta_j \zeta_k (1 + \lambda_T^2) \lambda_T + 4(\zeta_j^2 + \zeta_k^2) \lambda_T^2} \quad (5.2.2-8)$$

式中：

- S_{Ek} —— 地震作用标准值的扭转效应；
 S_j 、 S_k —— 分别为 j 、 k 是振型地震作用标准值的效应，可取前 9~15 个振型；
 ζ_j 、 ζ_k —— 分别为 j 、 k 振型的阻尼比；
 ρ_{jk} —— j 振型与 k 振型的耦联系数；
 λ_T —— k 振型与 j 振型的自振周期比。

3) 双向水平地震作用的扭转耦联效应，可按下列公式中的较大值确定：

$$S_{Ek} = \sqrt{S_x^2 + (0.85S_x)^2} \quad (5.2.2-9)$$

$$S_{Ek} = \sqrt{S_y^2 + (0.85S_y)^2} \quad (5.2.2-10)$$

式中：

- S_x 、 S_y —— 分别为 x 向、 y 向单向水平地震作用按式(5.2.2-7) 计算的扭转效应。

5.2.3 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：

$$V_{Eki} > \lambda \sum_{j=i}^n G_j \quad (5.2.3)$$

式中：

- V_{Eki} ——第 i 层对应于水平地震作用标准值的楼层剪力；
 λ ——剪力系数，不应小于表 5.2.3 规定的楼层最小地震剪力系数值，对竖向不规则结构的薄弱层，尚应乘以 1.15 的增大系数；
 G_j ——第 j 层的重力荷载代表值。

表 5.2.3 楼层最小地震剪力系数值

类别	6 度	7 度		8 度
		0.10g	0.15g	0.20g
扭转效应明显或基本周期小于 3.5s 的结构	0.008	0.016	0.024	0.032
基本周期大于 5.0s 的结构	0.006	0.012	0.018	0.024

注：基本周期介于 3.5s 和 5s 之间的结构，可插入法取值。

条文说明：5.2.3 由于地震影响系数在长周期段下降较快，对于基本周期大于 3.5s 的结构，计算所得的水平地震作用效应可能会太小，为此，现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 中规定了结构楼层最小地震剪力系数值，从而确保结构安全。

当某一楼层的水平地震剪力不满足式 (5.2.3) 要求时，应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 中有关规定对本层和其他楼层地震剪力进行调整。当底部总剪力相差较多时，结构的选型和总体布置需重新调整。

消能减震结构的楼层最小地震剪力系数的减小，不是结构周期快速下降而导致水平地震作用效应太小，而是消能减震结构总阻尼比增加，减小结构地震反应的结果。设置各类消能器将使结构总阻尼比有所增加，一般都会大于 5%。按《建筑抗震设计规范》GB 50011 提供的阻尼调整系数对地震影响系数曲线进行调整，将使地震影响系数最大值减小，计算的总地震剪力和楼层剪力也会减小。为了使结构总地震剪力和楼层地震剪力保持一个安全合理范围，消能减震结构的楼层最小地震剪力系数可根据消能器附加给结构的阻尼比大小进行调整，其值可取消能减震结构计算出的楼层剪力乘以 1.2 的增大系数与相应楼层的重力荷载代表值的比值。

5.2.4 墙式金属阻尼器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 普通预制装配式混凝土楼、屋盖等半刚性楼、屋盖建筑，可取上述两种分配结果的平均值。

4 结构计入空间作用、楼盖变形、墙体弹塑性变形和扭转影响时，可按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的有关规定对上述分配结果作适当调整。

5.2.5 墙式金属阻尼器结构抗震计算，一般情况下可不考虑地基与结构相互作用的影响。8 度时建造于 III、IV 类场地，采用箱基、刚性较好的筏基和桩箱、桩筏联合基础的钢筋混凝土高层金属阻尼器结构，当结构基本自振周期处于特征周期的 1.2 倍至 5 倍范围时，若计入地基与结构动力相互作用的影响，对刚性地基假定计算的水平地震剪力可按下列规定折减，其

层间变形可按折减后的楼层剪力计算。

1 高宽比小于 3 的结构，各楼层水平地震剪力的折减系数，可按下列式计算：

$$\psi = \left(\frac{T_1}{T_1 + \Delta T} \right)^{0.9} \quad (5.2.5)$$

式中：

ψ ——计入地基与结构动力相互作用后的地震剪力折减系数；

T_1 ——按刚性地基假定确定的结构基本自振周期（s）；

ΔT ——计入地基与结构动力相互作用的附加周期（s），可按表 5.2.5 采用。

表 5.2.5 附加周期（s）

烈度	场地类别	
	III 类	IV 类
8	0.08	0.20

2 高宽比不小于 3 的结构，底部的地震剪力按第 1 款规定折减，顶部不折减，中间各层按线性插入值折减；

3 折减后各楼层的水平地震剪力应符合本规程第 5.2.3 条的规定。

5.3 地震作用组合的效应

5.3.1 在多遇地震作用下，墙式金属阻尼器结构的地震作用效应和其他荷载效应的基本组合的效应设计值应按下列式计算：

$$S = \gamma_G S_{GE} + \gamma_{Eh} S_{Ehk} + \gamma_{Ev} S_{Evk} + \psi_w \gamma_w S_{wk} \quad (5.3.1)$$

式中：

S ——荷载和地震作用组合的效应设计值；

S_{GE} ——重力荷载代表值的效应，可按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011 取值，但有吊车时，尚应包括悬吊物重力标准值的效应；

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

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

S_{wk} ——风荷载标准值的效应；

γ_G ——重力荷载分项系数，一般情况下应采用 1.2，当重力荷载效应对构件承载力有利时，不应大于 1.0；

γ_w ——风荷载分项系数，应采用 1.4；

γ_{Eh} ——水平地震作用分项系数，应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011 取值；

γ_{Ev} ——竖向地震作用分项系数，应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011 取值；

ψ_w ——风荷载的组合值系数，一般结构取 0.0，风荷载起控制作用的建筑应取 0.2。

5.3.2 罕遇地震作用下，墙式金属阻尼器结构构件的地震作用效应和其他荷载效应的基本组合的效应按下式计算：

$$S_d = S_{GE} + \psi_e S_{Ek} + \psi_w S_{wk} \quad (5.3.2)$$

S_{Ek} ——罕遇地震作用标准值的效应；

ψ_e ——地震作用的频率系数，一般结构取 1.0。

条文说明：5.3.1 和 5.3.2 墙式金属阻尼器结构设计的荷载组合与现行国家标准《建筑抗震设

计规范》GB 50011 一致，在多遇地震作用时地震作用分项系数、抗震验算中作用组合系数、地震作用标准值的效应等都应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定。

5.3.3 结构构件截面抗震验算，应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定；当进行罕遇地震作用下的抗震验算时，结构构件承载力抗震调整系数均采用 1.0。

条文说明：5.3.3 墙式金属阻尼器结构在设防地震作用时，结构中除墙式金属阻尼器子结构及耗能部件外的其他结构构件应先达到屈服，墙式金属阻尼器子结构及墙式金属阻尼器部件宜作重要构件考虑；墙式金属阻尼器结构在罕遇地震作用时墙式金属阻尼器部件不丧失功能，需要保证墙式金属阻尼器子结构在罕遇地震作用具有足够的承载能力，为此，墙式金属阻尼器子结构抗震验算应考虑罕遇地震作用效应。通过对墙式金属阻尼器子结构进行专门的设计，使结构可能承受罕遇地震作用的墙式金属阻尼器子结构具有抵抗破坏的承载能力。

苏震禾科技

6 墙式金属阻尼器结构设计

6.1 一般规定

6.1.1 墙式金属阻尼器设计应保证主体结构符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 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，应考虑楼（屋）盖平面内的弹性变形，并建立符合实际情况的力学分析模型。抗震计算分析模型应同时包括主体结构与墙式金属阻尼器。

6.1.2 当在垂直相交的两个平面内布置墙式金属阻尼器，且分别按不同水平方向进行结构地震作用分析时，应考虑相交处的柱在双向地震作用下的受力。

6.1.4 墙式金属阻尼器子结构设计时，应考虑阻尼器引起的柱、墙、梁的附加轴力、剪力和弯矩作用。

6.2 墙式金属阻尼器布置原则

6.2.1 墙式金属阻尼器的布置应符合下列规定

1 墙式金属阻尼器的布置宜使结构在两个主轴方向的动力特性相近。

2 墙式金属阻尼器的竖向布置宜使结构沿高度方向刚度均匀。

3 墙式金属阻尼器宜布置在层间相对位移或相对速度较大的楼层，同时可采用合理形式增加阻尼器两端的相对变形的技术措施，提高阻尼器的减震效率。

4 墙式金属阻尼器的布置不宜使结构出现薄弱构件或薄弱层。

6.2.2 墙式金属阻尼器的布置宜使消能减震结构的设计参数符合下列规定：

1 各楼层的阻尼器有效刚度与主体结构层间刚度比宜接近，各楼层的阻尼器水平剪力与主体结构的层间剪力和层间位移的乘积之比宜接近。

2 布置墙式金属阻尼器的楼层中，阻尼器的最大阻尼力在水平方向上分量之和不宜大于楼层层间屈服剪力的 60%。

6.3 墙式金属阻尼器子结构设计及附加阻尼比

6.3.1 墙式金属阻尼器与支墩等附属构件组成消能部件时，消能部件的恢复力模型参数应符合下式规定：

$$\Delta u_{py} / \Delta u_{sy} \leq 2/3 \quad (6.3.1-1)$$

式中： Δu_{py} ——消能部件在水平方向的屈服位移或起滑移位移（m）；

Δu_{sy} ——设置消能部件的主体结构层间屈服位移（m）。

6.3.2 墙式金属阻尼器附加给结构的实际有效刚度和有效阻尼比，可按下列方法确定：

1 墙式金属阻尼器附加给结构的有效刚度可采用等价线性化方法确定。

2 墙式金属阻尼器附加给结构的有效阻尼比可按下式计算：

$$\xi_d = \sum_{j=1}^n W_{cj} / 4\pi W_s \quad (6.3.2-1)$$

式中： ξ_d ——墙式金属阻尼器结构的附加有效阻尼比；

W_{cj} ——第 j 个墙式金属阻尼器在结构预期层间位移 Δu_j 下往复循环一周所消耗的能量；

W_s ——墙式金属阻尼器结构在水平地震作用下的总应变能（kN·m）。

3 不计扭转影响时，墙式金属阻尼器结构在水平地震作用下的总应变能，可按下式计算：

$$W_s = \sum F_i u_i / 2 \quad (6.3.2-2)$$

式中： F_i ——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)；

u_i ——质点 i 对应于水平地震作用标准值的位移 (m)；

4 墙式金属阻尼器在水平地震作用下往复循环一周所消耗的能量，可按式计算：

$$W_{cj} = \sum A_j \quad (6.3.2-3)$$

式中： A_j ——第 j 个阻尼器的恢复力滞回环在相对水平位移 Δu_j 时的面积 (kN·m)；

6.3.3 采用振型分解反应谱法分析时，结构有效阻尼比可采用附加阻尼比的迭代方法计算。

6.3.4 采用时程分析法计算墙式金属阻尼器附加给结构的有效阻尼比时，墙式阻尼器两端的相对水平位移 Δu_{dj} 、质点 i 对应于水平地震作用标准值的位移 u_i ，应采用符合现行行业标准《建筑消能减震技术规程》JGJ 297 的相关规定。

6.3.5 采用静力弹塑性分析方法时，计算模型中墙式金属阻尼器宜采用第 7 章给出的恢复力模型，并由实际分析计算获得墙式金属阻尼器附加给结构的有效阻尼比，不能采用预估值。墙式金属阻尼器可采用等刚度的杆单元代替，并根据其力学特性于该杆单元上设置塑性铰，以模拟其力学特性。

6.4 主体结构设计

6.4.1 主体结构的截面抗震验算应符合下列规定：

1 主体结构的截面抗震验算，应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定执行。

2 振型分解反应谱法计算地震作用效应时，宜按多遇地震作用下墙式金属阻尼器的附加阻尼比取值。

6.4.2 墙式金属阻尼器子结构的截面抗震验算应符合下列规定：

1 墙式金属阻尼器子结构中梁、柱、墙构件应按重要构件设计，并应考虑罕遇地震作用效应和其他荷载作用标准值的效应，其值应小于构件极限承载力。

2 墙式金属阻尼器子结构中的梁、柱和墙截面设计应考虑消能器在极限位移或极限速度下的阻尼力作用。

3 墙式金属阻尼器采用高强度螺栓或焊接连接时，墙式金属阻尼器子结构节点部位组合弯矩设计值应考虑墙式金属阻尼器端部的附加弯矩。

4 墙式金属阻尼器子结构的节点和构件应进行墙式金属阻尼器极限位移下引起的阻尼力作用下的截面验算。

5 当墙式金属阻尼器的轴心与结构构件的轴线有偏差时，结构构件应考虑附加弯矩或因偏心而引起的平面外弯曲的影响。

6.4.3 墙式金属阻尼器结构的抗震变形验算应符合下列规定：

1 墙式金属阻尼器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 墙式金属阻尼器结构的弹塑性层间位移角不应大于现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 规定的限值要求。

6.4.4 主体结构的构造措施应符合下列规定：

1 主体结构的抗震等级应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011。

2 当墙式金属阻尼器结构的抗震性能明显提高时，主体结构的抗震构造措施要求可适当降低，降低程度可根据墙式金属阻尼器结构地震剪力与不设置墙式金属阻尼器结构的地震剪力之比确定，最大降低程度应控制在 1 度以内。

6.4.5 墙式金属阻尼器结构的抗震构造措施应按设防烈度要求执行。

6.5 抗震性能化设计

6.5.1 墙式金属阻尼器结构应结合建筑实际需求选择性能水准和性能目标。

6.5.2 墙式金属阻尼器结构的性能水准的判别可按表 6.5.2 确定。

表 6.5.2 墙式金属阻尼器结构的性能水准的判别

破坏级别	损坏部位描述			继续使用的可能性	变形参考值
	竖向构件	关键构件	墙式金属阻尼器		
基本完好(含完好)	无损坏	无损坏	无损坏	一般不需要修理即可继续使用	$<[\Delta u_c]$
轻微损坏	个别轻微裂缝(或残余变形)	无损坏	无损坏	不需要修理或稍加修理仍可使用	$1.5[\Delta u_c] \sim 2[\Delta u_c]$
中等破坏	多数轻微裂缝(或残余变形)，部分明显裂缝(或残余变形)	轻微损坏	无损坏	需要一般修理，采取安全措施后可适当使用，检修消能部件	$3[\Delta u_c] \sim 4[\Delta u_c]$
严重破坏	多数严重破坏或部分倒塌	明显裂缝(或残余变形)	轻微损坏	应排险大修，局部拆除，墙式金属阻尼器应更换	$<0.9[\Delta u_p]$
倒塌	多数倒塌	严重破坏	破坏	需拆除	$>[\Delta u_p]$

注：个别指 5% 以下，部分指 30% 以下，多数指 50% 以上。

中等破坏的变形参考值，取规范弹性和弹塑性位移角限值的平均值，轻微损坏取 1/2 平均值。

6.5.3 墙式金属阻尼器结构的抗震性能目标宏观判别可按表 6.5.3 确定。

表 6.5.3 墙式金属阻尼器结构的抗震性能目标宏观判别

地震水准	性能 1	性能 2	性能 3	性能 4
多遇地震	完好	完好	完好	完好
设防地震	完好，正常使用	基本完好，结构构件检修后继续使用，无需更换墙式金属阻尼器	轻微损坏，结构构件简单修理后继续使用，无需更换墙式金属阻尼器	轻微至接近中等损坏，结构构件需加固后才能使用，根据检修情况确定是否更换墙式金属阻尼器
罕遇地震	基本完好，结构构件检修后继续使用，无需更换墙式金属阻尼器	轻微至中等破坏，结构构件修复后继续使用，根据检修情况确定是否更换墙式金属阻尼器	中等破坏，结构构件需加固后继续使用，根据检修情况确定是否更换墙式金属阻尼器	接近严重破坏、大修，结构构件局部拆除，墙式金属阻尼器应更换

条文说明：6.5.1~6.5.3 墙式金属阻尼器结构的抗震性能化设计，应根据实际需要确定不同的性能目标和水准，以达到预期的设计要求。

6.5.4 不同性能目标的墙式金属阻尼器结构设计及模型计算应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定。

6.5.5 除墙式金属阻尼器之外的其他结构构件，不同抗震性能水准的结构设计要求应满足现行国家相关规范的规定。对墙式金属阻尼器，应满足如下要求：

1 墙式金属阻尼器处于弹性，在多遇地震参与荷载组合下抗震承载力应满足下式要求：

$$N \leq N_b / \gamma_{RE} \quad (6.5.5-1)$$

式中：

N ——考虑水平地震作用基本组合效应设计值的墙式金属阻尼器构件内力；

N_b ——墙式金属阻尼器构件的承载力设计值，应按本规程 7.2.3 取值；

γ_{RE} ——承载力抗震调整系数。

2 墙式金属阻尼器进入屈服时，在地震参与荷载组合下抗震承载力应满足下式要求：

$$N \leq N_y \quad (6.5.5-2)$$

式中：

N_y ——墙式金属阻尼器的屈服承载力，应按本规程 7.2.2 取值。

条文说明：6.5.5 除墙式金属阻尼器之外的其他结构构件，不同抗震性能水准的结构设计要求应满足现行标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 和《高层民用建筑钢结构技术规程》JGJ 99 等现行国家标准的相关规定。

7 墙式金属阻尼器设计

7.1 一般规定

7.1.1 墙式金属阻尼器应由专业厂家进行设计和制造，墙式金属阻尼器产品应满足结构设计的要求。

7.1.2 墙式金属阻尼器的制作，应按构件尺寸、制作工艺、运输和安装条件以及受力特点确定。

7.1.3 墙式金属阻尼器产品外观应标志清晰，表面平整，无锈蚀，无毛刺，无机械损伤，表面应采用防锈措施，涂层应均匀；

7.2 墙式金属阻尼器计算

7.2.1 本规程中的墙式金属阻尼器按照受力形式分为：剪切型墙式金属阻尼器和弯曲型墙式金属阻尼器。

7.2.2 墙式金属阻尼器的承载力计算包括弹性刚度计算、屈服承载力计算和极限承载力计算。

1 剪切型墙式金属阻尼器

a. 当 $h_s/b_s \leq 1.5$ 时：

(1) 弹性刚度

剪切型墙式金属阻尼器的弹性刚度应按下列公式计算：

$$K = \frac{G_s b_s t_s}{h_s} \quad (7.2.2-1)$$

式中：

K ——墙式金属阻尼器的弹性刚度；

G_s ——剪切耗能芯板的剪切模量；

t_s ——剪切耗能芯板的厚度；

b_s ——剪切耗能芯板的宽度；

h_s ——剪切耗能芯板高度。

(2) 屈服承载力

剪切型墙式金属阻尼器的屈服承载力应按下列公式计算：

$$N_y = \eta_y \tau_y b_s t_s \quad (7.2.2-2)$$

式中：

N_y ——墙式金属阻尼器的屈服承载力；

τ_y ——耗能芯板的剪切强度；

η_y ——钢材的超强系数。

条文说明：钢材的超强系数可根据表 7.2.2-1 取值。

表 7.2.2-1 钢材的超强系数

材料牌号	η_y
LY100	1.25
LY160	1.15
LY225	1.10

b. 当 $h_s/b_s > 1.5$ 时:

(1) 弹性刚度

剪切型墙式金属阻尼器的弹性刚度应按下列公式计算:

$$K = \frac{E_s G_s b_s^3 t_s}{G_s h_s^3 + E_s b_s^2 h_s} \quad (7.2.2-3)$$

式中:

E_s ——剪切耗能芯板的弹性模量。

(2) 屈服承载力

剪切型墙式金属阻尼器的屈服承载力应按下列公式计算:

$$N_y = 0.95 \eta_y f_y b_s t_s \quad (7.2.2-4)$$

f_y ——耗能芯板的屈服强度;

2 弯曲型墙式金属阻尼器

(1) 弹性刚度

弯曲型墙式金属阻尼器的弹性刚度应按下列公式计算:

$$K = \frac{n E_b b_b t_b^3}{3 h_b^2} \quad (7.2.2-5)$$

式中:

n ——弯曲耗能芯板的个数;

E_b ——弯曲耗能芯板的弹性模量;

t_b ——弯曲耗能芯板的厚度;

b_b ——弯曲耗能芯板的宽度;

h_b ——弯曲耗能芯板的高度。

(2) 屈服承载力

弯曲型墙式金属阻尼器的屈服承载力应按下列公式计算:

$$N_y = \frac{\eta_y n_b f_y b_b t_b^2}{3 h_b} \quad (7.2.2-6)$$

3 极限承载力

墙式金属阻尼器的极限承载力应按下列公式计算:

$$N_u = \omega N_y \quad (7.2.2-7)$$

式中:

N_u ——墙式金属阻尼器的极限承载力;

ω ——材料应变强化调整系数。

条文说明: 墙式金属阻尼器设计一般根据产品所需要的屈服荷载, 屈服位移, 依据材料力学的基本公式进行初步的设计, 利用有限元软件模拟以及试验进行修正, 最终改进完成阻尼器的设计。

由于耗能芯板材料的差异, ω 取值宜根据芯板材料的材性试验确定, 若无材性试验数

据，可按照表 7.2.2-2 取值。

表 7.2.2-2 材料应变强化调整系数

材料型号	ω
LY100、LY160	2.4
LY225	1.8
Q235	1.5

7.2.3 墙式金属阻尼器的承载力设计值应按下式计算：

$$N_b = 0.9N_y \quad (7.2.3)$$

式中：

N_b ——墙式金属阻尼器的承载力设计值。

7.2.4 墙式金属阻尼器结构在设防地震和罕遇地震作用下的验算应采用弹塑性分析方法。可采用静力弹塑性分析法或动力弹塑性分析方法，其中墙式金属阻尼器可选用双线性恢复力模型，见图 7.2.4。

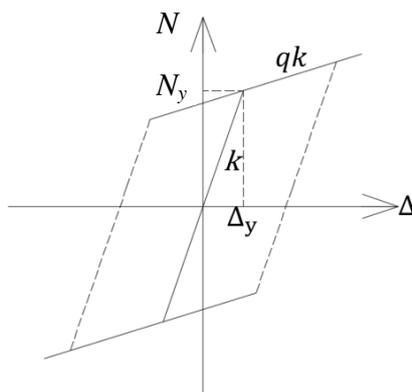


图 7.2.4 墙式金属阻尼器双线性恢复力模型

注： N_y 为阻尼器的屈服承载力； K 为阻尼器的弹性刚度； Δ_y 为阻尼器的屈服位移； q 为钢材的强化系数，可取为 2%-5%。

条文说明：7.2.4 根据大量的试验和实际工程，钢材的强化系数 q 建议取为 2%-5%。

8 墙式金属阻尼器部件的连接与构造

8.1 一般规定

8.1.1 墙式金属阻尼器与主体结构的连接一般分为：支撑型、墙型等（图 8.1.1），设计时应根据工程具体情况和墙式金属阻尼器的类型合理选择连接形式。

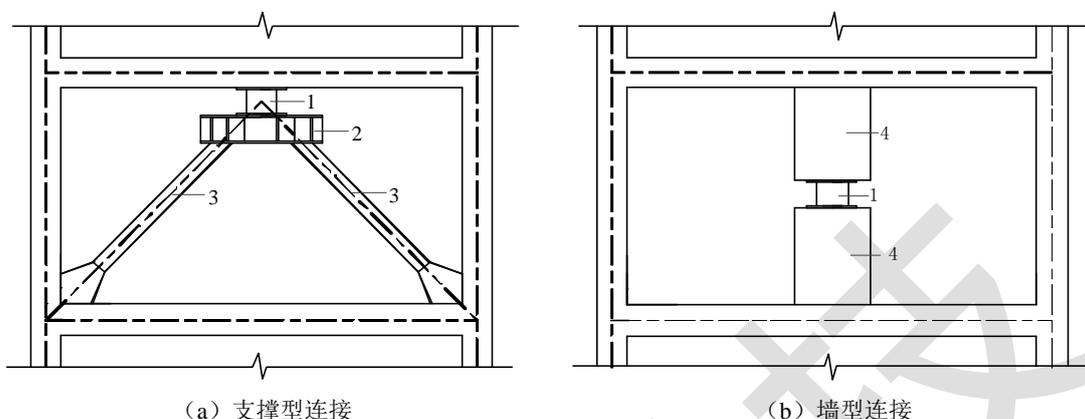


图 8.1.1 连接示意图

1-墙式金属阻尼器；2-平台梁；3-支撑；4-连接墙

8.1.2 当墙式金属阻尼器采用支撑型连接时，可采用“V”字形和人字形等布置，不宜采用“K”字形布置。支撑宜采用双轴对称截面，宽厚比或径厚比应满足现行标准《高层民用建筑钢结构技术规程》JGJ 99 的要求。当支撑采用人字形支撑时，支撑计算长度应取布置墙式金属阻尼器水平梁平台底部到主体结构预埋连接板连接中心处的距离，支撑长细比、宽厚比应符合现行标准《钢结构设计标准》GB 50017 和《高层民用建筑钢结构技术规程》JGJ 99 中心支撑的规定。

8.1.3 墙式金属阻尼器与支撑、节点板、预埋件的连接可采用高强度螺栓或焊接连接，高强度螺栓及焊缝的计算、构造要求应符合国家现行标准《钢结构设计标准》GB 50017 的规定。

8.1.4 预埋件、支撑和墙及节点板应具有足够的刚度、强度和稳定性。

8.1.5 与墙式金属阻尼器相连的预埋件、支撑和墙及节点板的作用力设计值宜取为墙式阻尼器在设计位移下对应阻尼力的 1.2 倍，刚度不宜小于墙式金属阻尼器弹性刚度的 2 倍。

条文说明：8.1.5 与墙式金属阻尼器相连接的主体结构构件与节点应考虑阻尼器在最大输出阻尼力作用，从而保证墙式金属阻尼器在罕遇地震作用下仍可发挥功能。

8.2 支撑型连接

8.2.1 支撑一般采用钢支撑，应按本规程第 8.1.5 条墙式金属阻尼器附加的水平剪力进行截面验算。

8.2.2 墙式金属阻尼器与现浇及装配式混凝土结构宜采用预埋件连接，预埋件的锚筋应按照拉剪构件计算总截面面积。预埋件的锚筋和锚板设计应符合现行标准《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 的要求。

8.2.3 墙式金属阻尼器与钢结构可采用焊接或螺栓连接，连接计算应满足现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 的要求。

8.2.4 墙式金属阻尼器与型钢混凝土结构的连接，应符合下列要求：

1 端板与型钢混凝土结构的连接方式宜采用连接板与型钢焊接的方式，为确保箍筋为封

闭箍筋，连接板应与箍筋焊接；

2 当连接板无法采用与型钢焊接的方式时，也可采用预埋锚栓（锚筋）的连接方式，预埋件的设计应满足现行标准《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 的要求。

8.2.5 支撑可通过预埋板和节点板采用焊接或高强度螺栓与混凝土主体结构连接，节点板与预埋板间高强度螺栓或焊缝的强度验算应满足现行标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《钢结构设计标准》GB 50017 和《建筑消能减震技术规程》JGJ 297 的要求。

8.2.6 预埋件的锚筋应与预埋板牢固连接，并满足现行标准《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 的要求。当无法满足锚固长度的要求时，应采取其他有效的锚固措施。

条文说明：8.2.1~8.2.6 根据国内外的研究成果和实际工程，总结和归纳了墙式金属阻尼器与现浇或既有混凝土结构的连接构造、墙式金属阻尼器与钢结构的连接构造、墙式金属阻尼器与组合结构的连接构造。

8.2.7 支撑型连接方式见附录 A~C。

8.3 墙型连接

8.3.1 墙型连接方式一般采用钢筋混凝土或型钢混凝土墙体，应保证墙体具有足够强度和刚度，其验算应满足现行标准《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 的要求。

条文说明：8.3.1 连接墙的强度和刚度应符合本规程 8.1.5 条的要求。

8.3.2 墙体沿长度方向全截面箍筋应加密，并配置网状钢筋。

8.3.3 墙式金属阻尼器与连接墙的连接形式主要为：锚筋加预埋板锚固连接、增设竖向预埋板和栓钉的连接方式及采用钢梁代替预埋板的连接方式，连接构造见附录 D。

条文说明：8.3.3 由于混凝土结构设计规范中规定预埋件的锚筋数量不宜大于四层，而当阻尼器屈服承载力较大或阻尼器高度较高时，往往导致所需的锚筋数量过多，而实际项目中墙体厚度基本不会超过 200mm，如果超过 200mm，则会影响建筑效果。因此锚筋的层数要超过 4 层，实际项目中有时会遇到 6 层甚至更多层数的埋件。锚筋层数过多，实际上边缘的锚筋由于锚板面外刚度有限很难发挥作用。

为此实际工程中提出了其他的埋件形式，如在水平预埋板下面增加了一块竖向预埋板，此预埋板有两个作用，一是加大水平预埋板的面外刚度，二是通过在增加的预埋板上加设栓钉来抗剪，在锚板的端部设置竖向钢筋用来抗弯，这种做法的好处是埋件在水平预埋板的面外刚度较大，同时最大限度的发挥了锚筋和栓钉的长处即锚筋的受拉性能和栓钉的抗剪性能，但这种预埋件施工时会碰到很多问题，因为连接墙内有较密的钢筋网，钢筋绑扎好后，这种埋件很难放进去，同时因为增加了预埋板，预埋板好像横切的刀片一样插入到连接墙内，破坏了连接墙的整体性，其锚固性能是有疑问的。

改进的做法如采用一根钢梁代替了预埋板，其面外刚度有保证，同时只在钢梁的下翼缘设置栓钉进行抗剪，端部设置锚筋，钢梁不埋入连接墙内，所有埋入部分均为竖向布置的栓钉或锚筋，施工难度减小，但此种埋件没有做过试验验证，其优势和计算方法仅限理论，希望能够借由本次规范编制多做一些连接试验以检验其有效性，对于阻尼器吨位较小时采用的传统锚筋形式的埋件，也希望能够做一些节点连接的试验。

8.3.4 锚筋和预埋板、连接板与预埋板间高强度螺栓或焊缝的强度计算应符合 8.2.2~8.2.5 条的规定。

9 墙式金属阻尼器的制作与检测

9.1 一般规定

9.1.1 制作单位应根据设计文件设计墙式金属阻尼器，并根据施工详图的要求编制墙式金属阻尼器制作工艺。制作工艺应包括：制作所依据的标准，生产操作要点，成品质量保证措施等。

条文说明：9.1.1 墙式金属阻尼器常用于新建、既有和装配式混凝土结构和钢结构中，构造较为复杂，应根据工程特点，结合生产厂家的条件编制制作工艺。制作工艺应包括：制作所依据的标准，制作厂的质量保证体系，成品的质量保证体系和为保证成品达到规定的要求而制定的措施。工艺中还应包括：生产场地的布置，采用的加工、焊接设备和工艺装备及检测设备，焊工和检验人员资质证明，各类检查项目表格，生产进度计划表及运输计划表等。

9.1.2 墙式金属阻尼器的尺寸、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、涂层等应符合设计文件的规定。

条文说明：9.1.2 墙式金属阻尼器在主体结构中的安装精度要求较高，其精度随主体结构的类型和安装顺序的不同而有所不同。如对于钢筋混凝土结构，因施工误差比钢结构工程稍大，墙式金属阻尼器的设计高度应根据现场施工浇筑后的实际尺寸来确定。因此，对墙式金属阻尼器的制作尺寸及其它加工质量应严格要求。在墙式金属阻尼器制作工程中或进场前，应对其进行检查，对发现的尺寸偏差或其它质量问题应在加工过程中进行修理，不宜在墙式金属阻尼器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。

9.1.3 墙式金属阻尼器应具有满足设计要求的型式检验报告。

条文说明：9.1.3 工程中使用的墙式金属阻尼器应提供型式检验报告，它表示墙式金属阻尼器生产厂家具备生产同类型墙式金属阻尼器的能力。型式检验使用的墙式金属阻尼器应与工程所用墙式金属阻尼器具有相同的构造形式，外观尺寸不宜超过 $\pm 30\%$ ，力学参数不应超过 $\pm 50\%$ 。

9.2 制作

9.2.1 墙式金属阻尼器必须由专业厂家生产和供货。

条文说明：9.2.1 墙式金属阻尼器的性能可靠性完全依赖于阻尼器的构造形式是否合理，并且对设计和制作缺陷十分敏感，难以通过一般性的设计要求来保证。因此，不能将墙式金属阻尼器当做一般的钢结构来设计制作，必须由专业厂家作为专业产品来供货，其性能须经过严格的试验验证，其制作应有完善的质量保证体系。墙式金属阻尼器作为重要的结构构件和抗震耗能构件，对其设计、制作、安装应有严格要求。

9.2.2 墙式金属阻尼器制作前，应熟悉设计文件和施工详图，做好各道工序的工艺准备；结合加工实际情况，编制加工工艺文件，并根据施工详图进行放样。

9.2.3 用于制作墙式金属阻尼器耗能芯板的钢材应先进行材性试验，满足要求方可采用。

9.2.4 墙式金属阻尼器部件切割过程宜采用机械加工，不宜采用气焊等切割方式。零部件正反面割缝要进行清理，不得存留氧化铁皮、割渣等残留物。尺寸控制符合现行行业标准《建筑消能阻尼器》JG/T 209 相关规定。

9.2.5 阻尼器连接部位宜采用螺栓连接，当采用焊接时，焊缝等级应为一、且焊缝应平整。

9.2.6 当墙式金属阻尼器具有面外约束单元时，约束单元与耗能芯板之间应有可靠连接，保证受力过程中不滑脱。

9.2.7 墙式金属阻尼器的耗能芯板加工成型后应进行矫正，不能出现截面扭曲。矫正时不得破坏母材表面，应根据不同材质制定相应工艺。

9.2.8 严格按照图纸设计说明规定的除锈等级要求进行喷砂或抛丸等，构件表面不得漏喷。喷砂或抛丸除锈达到规定要求后，按照设计要求进行涂装，相关质量要求严格按照现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 和《钢结构加固设计标准》GB 51367 规定执行。

条文说明：9.2.8 根据大量工程实践经验，结合现行国家或行业标准的相关规定，对墙式金属阻尼器结构的制作、组装和安装做出具体的规定。

9.2.9 墙式金属阻尼器各部件尺寸偏差应符合表 9.2.9 规定。

表 9.2.9 墙式金属阻尼器外观质量要求

检验项目	允许偏差
墙式金属阻尼器各部位有效尺寸	不超过产品设计值的±2mm

9.2.10 墙式金属阻尼器的明显部位应有清晰永久的标志并包含以下内容：产品名称、型号；基本参数；商标；出厂编号；出厂日期；制造厂名；执行标准号。同时应有检验合格印鉴。

9.2.11 每件产品应采用可靠包装或按用户要求包装，便于运输和搬运安全。包装箱外部明显位置上应有有关字样和标志，有关标志的图式符号应符合《包装储运图示标志》GB/T 191 的规定。包装发货的每箱产品中应具备下列文件：产品使用说明书；产品合格证；装箱单。

9.2.12 运输过程中应注意防雨、防潮和防晒，严禁与有腐蚀性的化学品混运接触，并不得磕碰、超高码放。

9.2.13 产品应贮存在干燥、通风、无腐蚀性气体，并远离热源的场所。

9.3 检测

9.3.1 墙式金属阻尼器出厂前应经过材料性能检测和产品尺寸复核。

9.3.2 对布置于二层及以上的整体结构或子结构中的墙式金属阻尼器，生产厂家应对其进行动力性能试验或地震模拟振动台试验，验证下列性能：

1. 墙式金属阻尼器结构的整体工作性能和阻尼器的工作性能及减震效果；
2. 墙式金属阻尼器和主体结构连接是否可靠；
3. 墙式金属阻尼器部件是否会出现平面外失稳；
4. 墙式金属阻尼器的连接形式对减震效果的影响。

条文说明：9.3.2 按照《建筑消能减震技术规程》JGJ 297 第 5.1.5 条执行

9.3.3 应用于主体结构中的墙式金属阻尼器应实施抽检，每种类别抽样比例为 3%，且不少于 2 个。检验阻尼器的工作性能和反复荷载下的滞回性能。检验合格率应为 100%，被抽检产品检测后不得用于主体结构。产品检验合格率未达到 100% 时，应在同批次产品数量加倍抽检，加倍抽检的检测合格率为 100% 时，该批次产品可应用于主体结构，加倍抽检的检测合格率仍未达到 100%，该批次产品不能在主体结构中使用。

9.3.4 墙式金属阻尼器宜采用足尺试件进行试验，当试验装置无法满足足尺试验要求时，可采用缩尺试验，并考虑缩尺效应影响。墙式金属阻尼器试件及组件的制作应反映设计实际情况，包括材料、尺寸、截面构成及阻尼器端部连接等情况。

9.3.5 墙式金属阻尼器的检测性能要求应符合表 9.3.5 的要求：

表 9.3.5 墙式金属阻尼器的检测性能要求

项目	性能要求

屈服承载力	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值的±10%以内
最大承载力	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值的±10%以内
屈服位移	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值的±10%以内
极限位移	实测值不应小于产品设计值的 120%
弹性刚度	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值的±10%以内
第 2 刚度	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值的±10%以内
滞回曲线	实测滞回曲线应光滑，无异常，在同一测试条件下，任一循环中滞回曲线包络面积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值的±10%以内

9.3.6 墙式金属阻尼器整体稳定和局部稳定应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 的规定，阻尼器在耗能方向运动时，平面外应具有足够的刚度，不得产生翘曲和侧向失稳。

10 墙式金属阻尼器的施工、验收和维护

10.1 一般规定

10.1.1 墙式金属阻尼器工程可按照主体结构分部工程中相应子分部工程的分项工程进行施工和质量验收。

条文说明：10.1.1 本规程关于施工、验收和维护的条文规定，是专门针对墙式金属阻尼器的，其类型、构造、制作和施工安装方法已相对统一。因此，在其施工质量管理和竣工验收中，可将其视为分项工程，并分别归结到主体结构的相应子分部工程验收批中，这样是可以适应质量验收要求的。

墙式金属阻尼器分项工程，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、钢结构和木结构等建筑的墙式金属阻尼器分项工程，以及抗震加固建筑的墙式金属阻尼器分项工程。

10.1.2 墙式金属阻尼器分项工程的施工，宜根据本规程规定，结合主体结构的材料、体系，墙式金属阻尼器形式及施工条件，编制专项施工方案。

10.1.3 墙式金属阻尼器的材质、尺寸等应符合设计文件规定。墙式金属阻尼器与主体结构连接处的连接件定位、连接方式、技术参数应同设计文件一致。

条文说明：10.1.3 墙式金属阻尼器在主体结构中的安装精度要求较高，其精度随主体结构的类型和安装顺序的不同而有所不同。如对于钢筋混凝土结构，因施工误差比钢结构工程稍大，墙式金属阻尼器的设计高度应根据现场施工浇注后的实际尺寸来确定。因此，对墙式金属阻尼器的制作尺寸及其它加工质量应严格要求。在墙式金属阻尼器制作工程中或进场前，应对其进行检查，对发现的尺寸偏差或其它质量问题应在加工过程中进行修理，不宜在墙式金属阻尼器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。

10.2 墙式金属阻尼器进场验收

10.2.1 墙式金属阻尼器进场验收时，应具有产品检验报告和第三方单位对墙式金属阻尼器检验的确认单；墙式金属阻尼器类型、规格、尺寸偏差和性能参数，应符合设计文件和现行行业标准《建筑消能阻尼器》JG/T 209 的规定。

条文说明：10.2.1 墙式金属阻尼器进场验收资料应包括：产品合格证、产品出厂检验报告、产品质量说明书。墙式金属阻尼器的制作需要由具有相关资质的专业厂家进行生产。产品出厂时，专业厂家应随墙式金属阻尼器附上相关合格证书。产品出厂检验报告是指与墙式金属阻尼器出厂检验要求相对应的试验资料或证明资料，该试验应由具备试验能力的试验室完成，应委托第三方负责实施。

产品出厂检验报告还应符合下列规定：

1 墙式金属阻尼器应按照同一工程中阻尼器的构造形式、芯材和屈服承载力分类进行抽样试验检验，构造形式和芯材相同且屈服承载力在 50% 至 150% 范围内的墙式金属阻尼器划

分为同一类别。

2 每种类别抽样比例不少于 3%，且不少于 2 个。

10.2.2 墙式金属阻尼器与主体结构连接所用的钢材、焊接材料、紧固件等，应具有质量合格证书，并应符合设计文件规定。

条文说明：10.2.2 为保证墙式金属阻尼器的质量，形成质量追溯体系，其采用的相应材料均应具有相应质量合格保证书。墙式金属阻尼器与主体结构之间的连接节点板是保证墙式金属阻尼器性能发挥的重要措施，在结构及墙式金属阻尼器进入弹塑性状态时，连接节点板还应处于弹性状态下，要严格保证其质量。

10.3 墙式金属阻尼器的安装施工

10.3.1 墙式金属阻尼器的施工安装顺序，应由设计单位、施工单位和阻尼器生产厂家共同商讨确定，并符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 和《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 的规定。

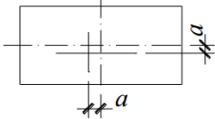
10.3.2 应根据项目实际和特点编制墙式金属阻尼器、支撑或连接件等附属支撑构件及主体结构的安装顺序表，并应符合现行行业标准《建筑消能减震技术规程》JG/T 297 的有关规定。

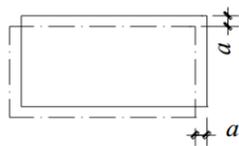
条文说明：10.3.1-10.3.2 主体结构和墙式金属阻尼器、支撑或连接件等附属支撑构件施工安装前，应确定结构的各类普通构件和墙式金属阻尼器、支撑或连接件等附属支撑构件的总体及局部施工安装顺序，这对施工安装质量有重要的影响，应遵循本规定的要求，以确保施工安装质量。

10.3.3 墙式金属阻尼器、支撑或连接件等附属支撑构件平面与标高的测量定位、施工测量放样和安装测量定位应符合现行国家标准《工程测量规范》GB 50026 和现行行业标准《建筑变形测量规范》JGJ 8 的要求。

条文说明：10.3.3 多高层建筑结构主轴線及标高点施工测量放样的允许偏差，符合目前国内建筑施工测量水平，建筑物施工放线的允许偏差应符合表 10.3.3-1 的规定，表中允许偏差是根据现行国家标准《砌体结构工程施工质量验收规范》GB50203 和现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3 的有关规定，对外廓主轴線及标高点相对于地面或首层的偏差控制，除控制顶部偏差外，增加了每层相对地面的偏差控制，以避免偏差的积累。

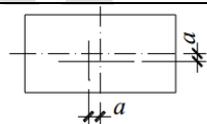
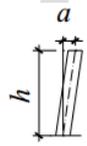
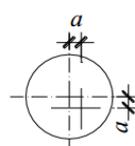
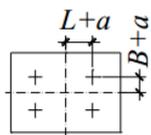
表 10.3.3-1 建筑物施工放线的允许偏差

项 目	允许偏差 a(mm)	图 例
墙、柱、梁及墙式金属阻尼器 定位轴线位置的放线偏移	2.0	

墙、柱、梁及墙式金属阻尼器 边线位置的放线偏移	3.0	
----------------------------	-----	---

10.3.4 墙式金属阻尼器结构施工安装及连接完成后,墙式金属阻尼器施工安装的允许偏差应符合表 10.3.4 的规定。

表 10.3.4 墙式金属阻尼器施工安装的允许偏差

项目		允许偏差 a(mm)		图例
		多高层 混凝土结构	多高层 钢结构	
墙式金属阻尼器底板中心线对定位轴线的安装偏移		10.0	5.0	
墙式金属阻尼器的平面外垂直度		10	$h/1000$	
墙式金属阻尼器 锚栓位置	锚栓预留孔中心对定位 轴线偏移	10.0	—	
	锚栓中心对定位轴线偏 移	2.0	—	
墙式金属阻尼器螺栓孔对底板中心线的偏移		1.5	1.5	

10.3.5 墙式金属阻尼器安装前,应做好组织机构、技术、现场、劳动力资源、机具设备、安全防护的准备,并应符合下列要求:

- 1 已完成墙式金属阻尼器、支撑或连接件等附属构件的专项施工方案的编制和审批工作。
- 2 墙式金属阻尼器、支撑或连接件等附属支撑构件的定位轴线、标高点等应完成交接和复测。
- 3 墙式金属阻尼器的运输、进场验收、存放及保管应符合生产厂家提供的施工操作说明书和国家现行有关标准的规定。
- 4 按照墙式金属阻尼器制作单位提供的施工操作说明书的要求,应核查安装方法和步骤。
- 5 对墙式金属阻尼器的制作质量应进行全面复查。

10.3.6 墙式金属阻尼器安装的吊装就位、测量校正应符合设计文件及相关现行国家标准的规定。

10.3.7 严禁在已安装构件上随意开孔和切割。对已安装构件须做好成品保护，避免碰撞和敲击。

10.4 墙式金属阻尼器施工质量验收

10.4.1 墙式金属阻尼器结构（包括墙式金属阻尼器的支撑或连接件等附属支撑构件）的施工验收应按现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300、《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205、《混凝土工程施工质量验收规范》GB 50204 和《钢管混凝土工程施工质量验收规范》GB 50628 等的有关规定执行。

10.4.2 墙式金属阻尼器分项工程可按照相应的钢结构制作或安装工程检验批的划分原则分为一个或若干个检验批。

条文说明：10.4.2 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。墙式金属阻尼器项工程的检验批，可按主体结构检验批的划分方法确定，例如可按楼层或预制柱节高度范围、施工流水段、变形缝或空间刚单元等划分。

10.4.3 墙式金属阻尼器型号、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，检查进场验收记录和施工记录。

10.4.4 墙式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标准》GB50205 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。

10.4.5 墙式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标准》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。

10.4.6 墙式金属阻尼器施工安装允许偏差应满足设计和本规程要求。

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。

10.4.7 墙式金属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。

10.4.8 墙式金属阻尼器分项工程的有关观感质量检查项目应符合表 10.4.8 的规定。

表 10.4.8 墙式金属阻尼器分项工程观感质量检查项目

项次	项目	抽检方法、数量	合格质量标准
1	墙式金属阻尼器的普通涂层表面	随机抽查 3 个部位的墙式金属阻尼器部件	均匀、无气泡、无皱纹
2	连接节点板	随机检查 10%	连接牢固、无明显外观缺陷
3	工作范围内的障碍物	随机检查 10%	在工作范围内无障碍物

10.5 墙式金属阻尼器的维护

10.5.1 墙式金属阻尼器的检查根据检查时间或时机可分为定期检查和应急检查，根据检查方法可分为目测检查和抽样检查。

条文说明：10.5.1 为保证墙式金属阻尼器在地震作用下能正常发挥其预定功能，确保建筑结构的安全，并为以后工程应用和标准修订积累经验，业主或房产管理部门等应在建筑结构使用过程中进行维护管理。

定期检查是由物业管理部门对墙式金属阻尼器本身及其与建筑物连接的状况进行的正常检查，其目的是力求尽早发现可能的异常以避免墙式金属阻尼器不能正常工作。

应急检查是指在发生强震、强风、火灾、洪水等灾害后立即实施的检查，目的是检查确认上述灾害对墙式金属阻尼器的性能有无影响。

其中抽样检查是墙式金属阻尼器的检查方法之一。所谓抽样检测，是在定期检查或应急检查中，在结构中抽取在役的墙式金属阻尼器，对其基本性能进行原位测试或实验室测试，目的是反应墙式金属阻尼器在使用过程中可能发生的性能参数变化，并推定墙式金属阻尼器能否达到设计使用年限等。

10.5.2 墙式金属阻尼器应按使用期间的具体情况、设计使用年限和设计文件要求等进行定期检查。

10.5.3 墙式金属阻尼器应按使用期间的具体情况、设计使用年限和设计文件要求等进行应急检查。墙式金属阻尼器在遭遇地震、强风、火灾等灾害后应进行抽样检验。

10.5.4 墙式金属阻尼器目测检查时，应观察墙式金属阻尼器及连接构件等的外观、变形及其它问题，目测检查内容及处理方法应符合表 10.5.4 的规定：

表 10.5.4 墙式金属阻尼器的检查内容及维护

序号	检查内容	维护方法
1	墙式金属阻尼器产生明显的累积损伤和变形	更换墙式金属阻尼器
2	墙式金属阻尼器连接部位的螺栓出现松动，或焊缝有损伤	拧紧、补焊
3	墙式金属阻尼器的金属表面外露、锈蚀或损伤，防腐或防火涂层出现裂纹、起皮、剥落、老化等	重新涂装
4	墙式金属阻尼器产生弯曲、局部变形	更换墙式金属阻尼器
5	墙式金属阻尼器周围存在可能限制墙式金属阻尼器正常工作	及时清除

10.5.5 墙式金属阻尼器抽样检验时，应在结构中抽取在役的墙式金属阻尼器，对其基本性能进行原位测试或试验室测试，测试内容应能反映墙式金属阻尼器在使用期间可能发生的性能参数变化，科学评价其使用年限。

条文说明：10.5.2 ~ 10.5.5 墙式金属阻尼器正常维护中，由于金属材料的耐久性良好，况且由于结构使用的特殊性，定期目测检查可能会影响墙式金属阻尼器的正常使用，为此墙式金属阻尼器在正常使用情况下可不进行定期检查，若设计文件或其他要求由相关规定时，应按相关规定执行。

墙式金属阻尼器的应急检查与主体结构的应急检查要求是一致的，即在地震及其它外部扰动发生后（如地震、强风、火灾等灾害后），同样应对墙式金属阻尼器实施应急检查。通过应急检查，确认墙式金属阻尼器是否超过极限能力或是否受到超过预估的损伤，以判断是否需要修理或更换。另外，即使墙式金属阻尼器经检查未遭受到损伤，也要检查其附加支撑、连接节点板可能受到的影响。虽然墙式金属阻尼器一般是根据其设计使用年限内的累积地震损伤要求来设计制造的，但由于国内外消能减震工程应用实践的时间短，几乎没有大震下的实测性能数据及震害破坏经验，因而进行应急检查是必要的。

附录 A 支撑型连接构造 I（混凝土结构）

A.0.1 墙式金属阻尼器与现浇混凝土结构的支撑型连接构造应符合下列要求：

1 墙式金属阻尼器与下部平台梁的连接可采用焊接连接和螺栓连接（图 A.0.1-1），应保证下部平台梁具有足够强度和刚度，其验算应满足现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 的要求。

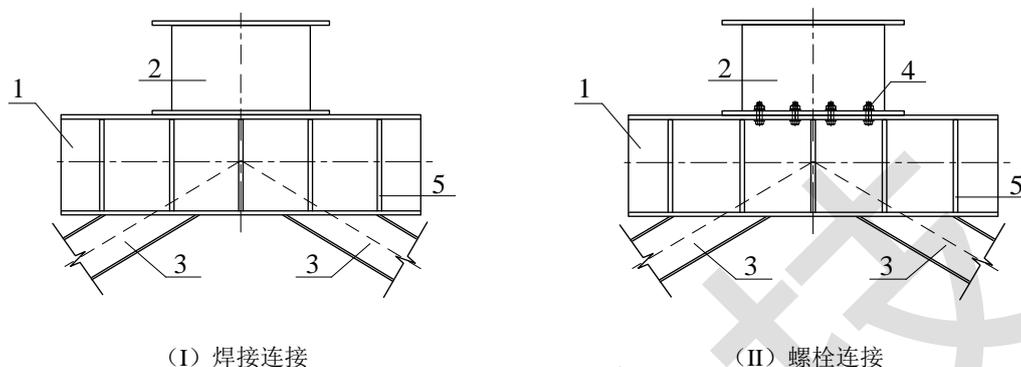


图 A.0.1-1 墙式金属阻尼器与下部平台梁支撑型连接构造

1-平台梁；2-墙式金属阻尼器；3-支撑；4-高强度螺栓；5-加劲肋

2 钢支撑与现浇混凝土梁柱节点域的连接宜采用预埋件（预埋锚栓和锚筋），预埋件（图 A.0.1-2）构造应满足现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 相关要求。连接构造可参考现行安徽省地方标准《屈曲约束支撑结构技术规程》DB 34/T5069 附录 A。

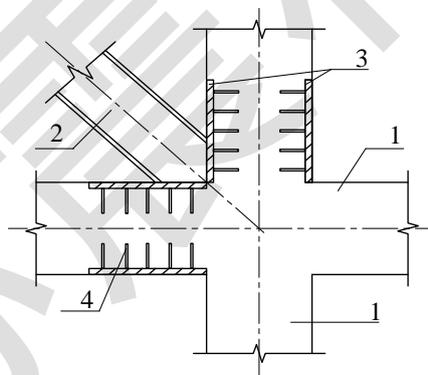


图 A.0.1-2 钢支撑与现浇混凝土框架节点域连接构造

1-主体结构梁柱节点域；2-支撑；3-预埋板；4-锚筋

3 墙式金属阻尼器与现浇混凝土框架梁的连接方式可采用预埋锚栓（锚筋）（图 A.0.1-3），预埋板与锚筋采用焊接。焊接连接时，墙式金属阻尼器通过焊接于预埋板上（预埋入钢筋混凝土梁中）与现浇混凝土框架连接在一起；螺栓连接时，需设计平台梁，平台梁上翼缘与锚板焊接，下翼缘与金属阻尼器螺栓连接。

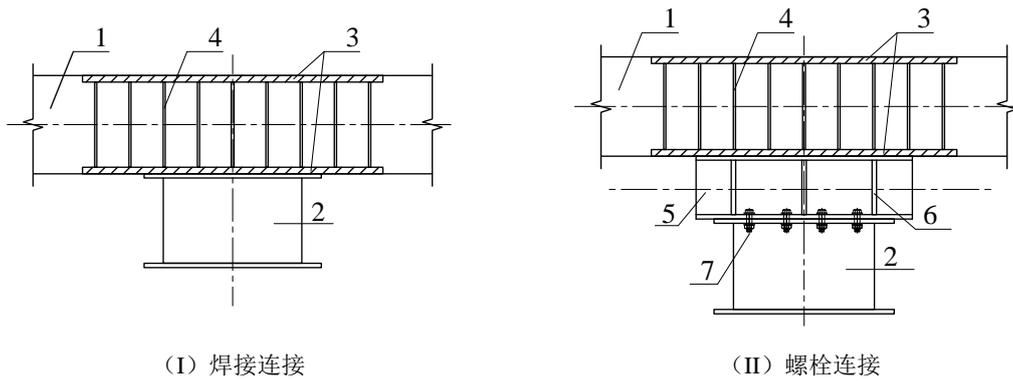


图 A.0.1-3 墙式金属阻尼器与现浇混凝土结构梁的支撑型连接构造

1-主体结构梁；2-墙式金属阻尼器；3-预埋板；4-锚筋；5-平台梁；6-加劲肋；7-高强度螺栓

A.0.2 墙式金属阻尼器与既有混凝土结构的连接构造应符合下列要求：

1 墙式金属阻尼器与下部平台梁的连接可采用焊接连接和螺栓连接（图 A.0.1-1）；

2 钢支撑与既有混凝土梁柱节点域的连接可采用植筋（化学锚栓）连接方式、外包钢板连接方式和内嵌钢框架（图 A.0.2-1）连接方式等。连接构造可参考现行安徽省地方标准《屈曲约束支撑结构技术规程》DB 34/T5069 附录 A；

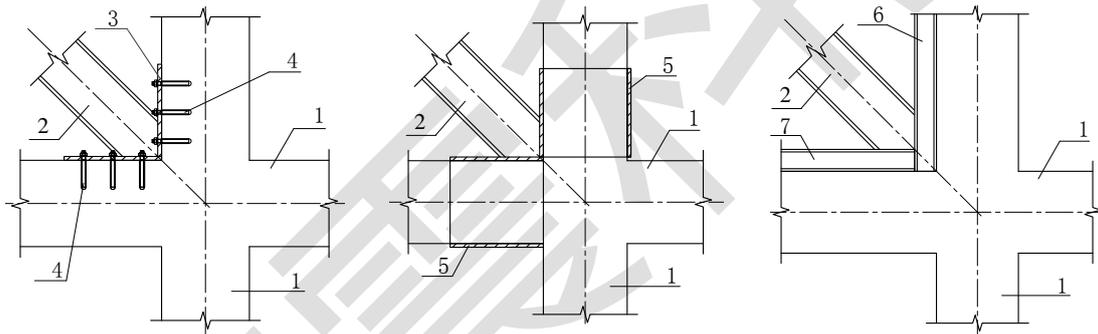


图 A.0.2-1 钢支撑与现浇混凝土框架节点域连接构造

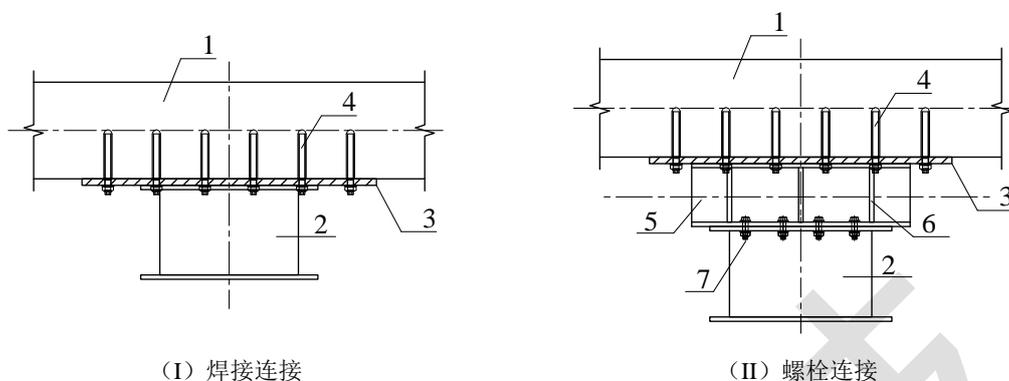
1-主体结构梁柱节点域；2-支撑；3-预埋板；4-锚栓；5-外包钢板；6-嵌入钢柱；7-嵌入钢梁；

3 墙式金属阻尼器与既有混凝土框架梁的连接方式采用植筋（化学锚栓）的连接方式（图 A.0.2-2），锚筋、预埋板、平台梁等构造应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 和《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定；

4 墙式金属阻尼器与既有混凝土框架梁的连接方式采用外包钢板的连接方式（图 A.0.2-3），外包钢板应有满足承载力和刚度要求，为了防止与金属阻尼器相连的外包钢板发生翘曲变形，可采用增加外包钢板的厚度或设置加劲肋措施，对于墙式金属阻尼器与梁连接时，须通过设置锚栓或对拉锚栓防止外包钢板沿梁轴向产生滑移。外包钢板、锚栓、对拉锚栓、或加劲肋构造应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 的规定。对外包钢板和混凝土面采取必要的锚固措施，以避免支撑在拉力下将外包钢板拉脱混凝土表面。

5 墙式金属阻尼器与既有混凝土框架梁的连接方式采用内嵌钢框架连接方式（图 A.0.2-4），内嵌钢框架要保证具有一定的刚度，内嵌钢框架与墙式金属阻尼器连接的节点是

受力最大的位置，对这些位置过渡混凝土内的锚筋及锚栓要加密。锚筋和锚栓间距及直径由计算确定，并符合现行国家标准《混凝土结构加固设计规范》GB 50367 的规定。采取必要锚固措施，以满足内嵌钢框架与混凝土面的贴合度要求。

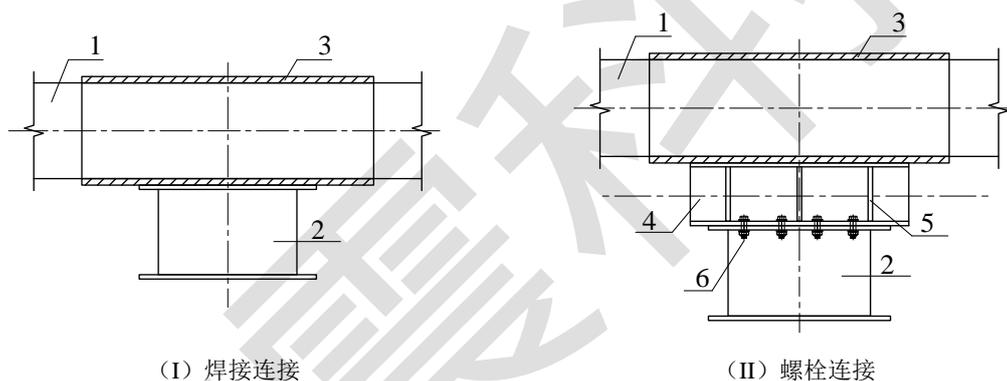


(I) 焊接连接

(II) 螺栓连接

图 A.0.2-2 墙式金属阻尼器与既有混凝土结构梁采用植筋连接构造

1-既有混凝土梁；2-墙式金属阻尼器；3-预埋板；4-锚筋；5-平台梁；6-加劲肋；7-高强度螺栓

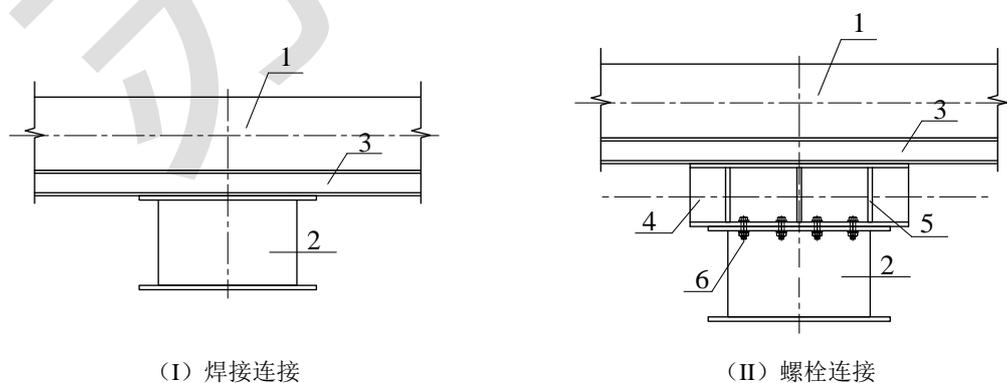


(I) 焊接连接

(II) 螺栓连接

图 A.0.2-3 墙式金属阻尼器与既有混凝土结构梁采用外包钢板连接构造

1-既有混凝土梁；2-墙式金属阻尼器；3-外包钢板；4-平台梁；5-加劲肋；6-高强度螺栓



(I) 焊接连接

(II) 螺栓连接

图 A.0.2-4 墙式金属阻尼器与既有混凝土结构梁采用内嵌钢框架连接构造

1-既有混凝土梁；2-墙式金属阻尼器；3-嵌入钢梁；4-平台梁；5-加劲肋；6-高强度螺栓

A.0.3 墙式金属阻尼器与装配式混凝土结构的连接构造应符合下列要求:

1 墙式金属阻尼器的连接钢支撑与装配式混凝土框架梁柱节点域的连接方式宜采用预埋件的连接方式（图 A.0.3-1）。当装配整体式框架梁柱节点采用整浇式节点或现浇柱预制梁节点时，预埋件预埋于预制钢筋混凝土梁和柱中，节点板焊接于梁柱上的预埋件；当装配整体式框架梁柱节点采用齿槽暗牛腿式节点时，预埋件预埋于现浇柱中，节点板焊接于柱上的预埋件和暗牛腿上；预埋板须与节点板角焊缝连接，焊缝质量等级应符合现行国家标准《钢结构焊接规范》GB 50661 的规定；装配式混凝土梁柱节点连接构造应符合现行国家标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1。上述具体连接构造可参考现行安徽省地方标准《屈曲约束支撑结构技术规程》DB 34/T5069 附录 A。

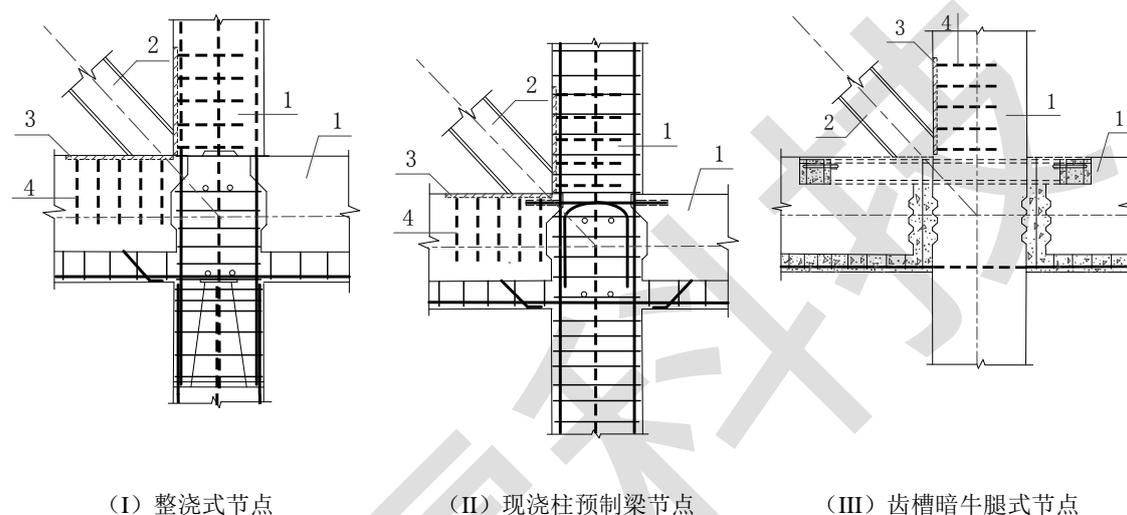


图 A.0.3-1 支撑与装配式混凝土框架梁柱节点域的连接构造

1-装配式混凝土框架梁柱节点域；2-支撑；3-预埋板；4-锚筋

2 墙式金属阻尼器与装配式混凝土框架梁的连接方式可通过预埋件进行连接（图 A.0.1-1），预埋板与锚筋采用焊接。

附录 B 支撑型连接构造 II（钢结构）

B.0.1 墙式金属阻尼器与钢结构的支撑型连接构造应符合下列要求:

1 墙式金属阻尼器与下部平台梁的连接可采用焊接连接和螺栓连接（图 B.0.1-1）；

2 钢支撑与钢结构梁柱节点域的连接可采用焊接连接和螺栓连接（图 B.0.1-1）。连接构造可参考现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 和现行安徽省地方标准《屈曲约束支撑结构技术规程》DB 34/T5069 附录 B；

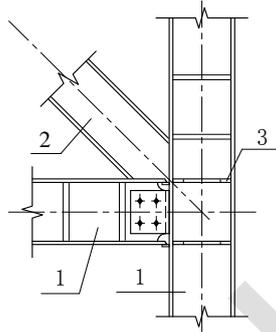
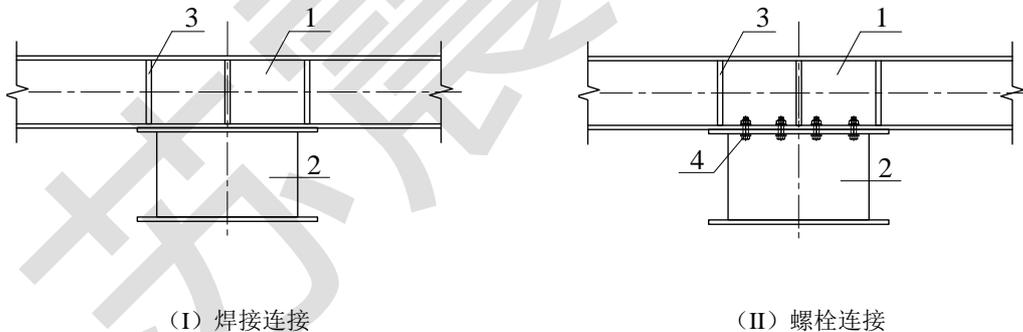


图 B.0.1-1 支撑与钢结构梁柱节点域的连接构造

1-钢结构梁柱节点域；2-支撑；3-加劲肋

3 墙式金属阻尼器与钢框架梁可采用焊接连接和螺栓连接（图 B.0.1-2），连接焊缝和高强度螺栓应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 的规定。因钢框架与墙式金属阻尼器相连的区域受力最大，所以 H 型钢梁在此处需增设加劲肋。



(I) 焊接连接

(II) 螺栓连接

图 B.0.1-2 墙式金属阻尼器与钢结构梁的连接构造

1-钢梁；2-墙式金属阻尼器；3-加劲肋；4-高强度螺栓

附录 C 支撑型连接构造Ⅲ（组合结构）

C.0.1 墙式金属阻尼器与型钢混凝土组合结构的支撑型连接构造应符合下列要求:

1 墙式金属阻尼器与下部平台梁的连接可采用焊接连接和螺栓连接（图 C.0.1-1）；

2 钢支撑与型钢混凝土组合结构梁柱节点域的连接可采用焊接连接和螺栓连接（图 C.0.1-1）。连接构造可参考现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 和现行安徽省地方标准《屈曲约束支撑结构技术规程》DB 34/T5069 附录 C；

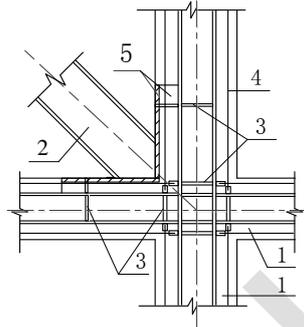


图 C.0.1-1 支撑与型钢混凝土组合结构梁柱节点域的连接构造

1-型钢混凝土组合结构梁柱节点域；2-支撑；3-加劲肋；4-钢筋；5-预埋板

3 墙式金属阻尼器与型钢混凝土结构梁的连接方式可采用焊接连接和螺栓连接（图 C.0.1-2），为确保箍筋为封闭箍筋，平台梁腹板需预留孔洞使箍筋穿过，平台梁预留孔洞处需加厚或设置加劲肋。

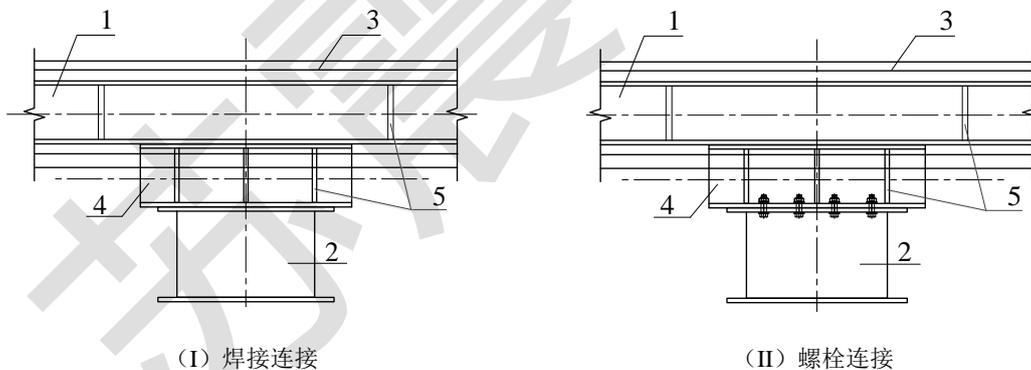


图 C.0.1-2 墙式金属阻尼器与型钢混凝土组合结构梁的连接构造

1-型钢混凝土梁；2-墙式金属阻尼器；3-钢筋；4-平台梁；5-加劲肋

C.0.2 墙式金属阻尼器与钢管混凝土结构的连接构造应符合下列要求:

当墙式金属阻尼器传递到梁柱力过大时，钢支撑的节点板应插入钢管混凝土柱的内核心混凝土。钢管采取必要的加劲措施，以避免柱钢管在支撑的节点板拉力作用下发生较大变形。

附录 D 墙型连接构造（混凝土结构）

D.0.1 墙式金属阻尼器与混凝土结构的墙连接构造应符合下列要求：

1 墙式金属阻尼器与混凝土连接墙的连接可采用焊接连接和螺栓连接；预埋件连接形式主要为：锚筋加锚板的预埋件连接方式（图 D.0.1-1），增设竖向预埋板和栓钉的连接方式（图 D.0.1-2）和采用钢梁代替预埋板的连接方式（图 D.0.1-3）；

2 混凝土连接墙中的预埋件（预埋板、锚筋、暗梁、栓钉）构造应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 和《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定；

3 混凝土连接墙的设计以及与混凝土梁的连接构造应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 的规定。

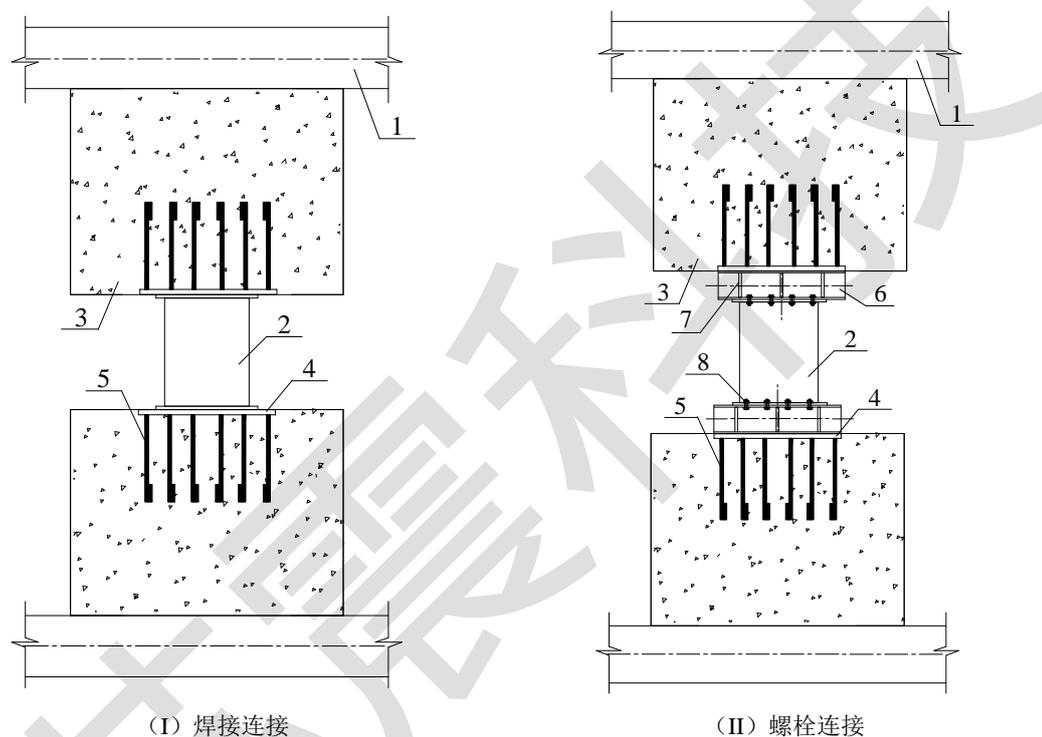


图 D.0.1-1 墙式金属阻尼器锚筋加预埋板锚固连接构造

1-主体结构梁；2-墙式金属阻尼器；3-混凝土连接墙；4-预埋板；5-锚筋；6-平台梁；7-加劲肋；8-高强度螺栓

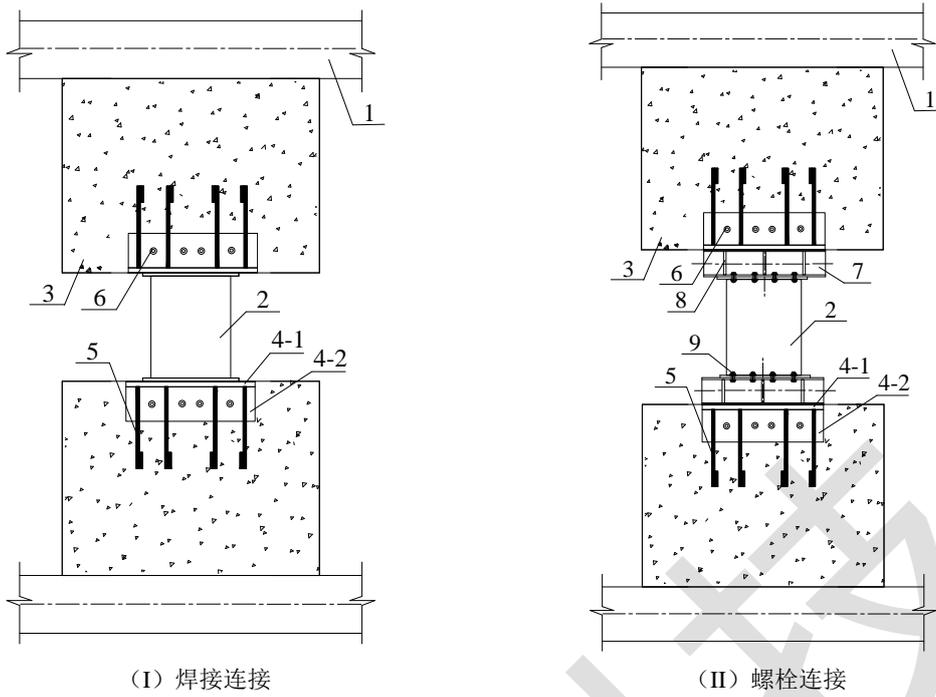


图 D.0.1-2 墙式金属阻尼器增设竖向锚板和栓钉的连接构造

1-主体结构梁；2-墙式金属阻尼器；3-混凝土连接墙；4-1-水平预埋板；4-2-竖向预埋板；5-锚筋；6-栓钉；7-平台梁；8-加劲肋；9-高强度螺栓

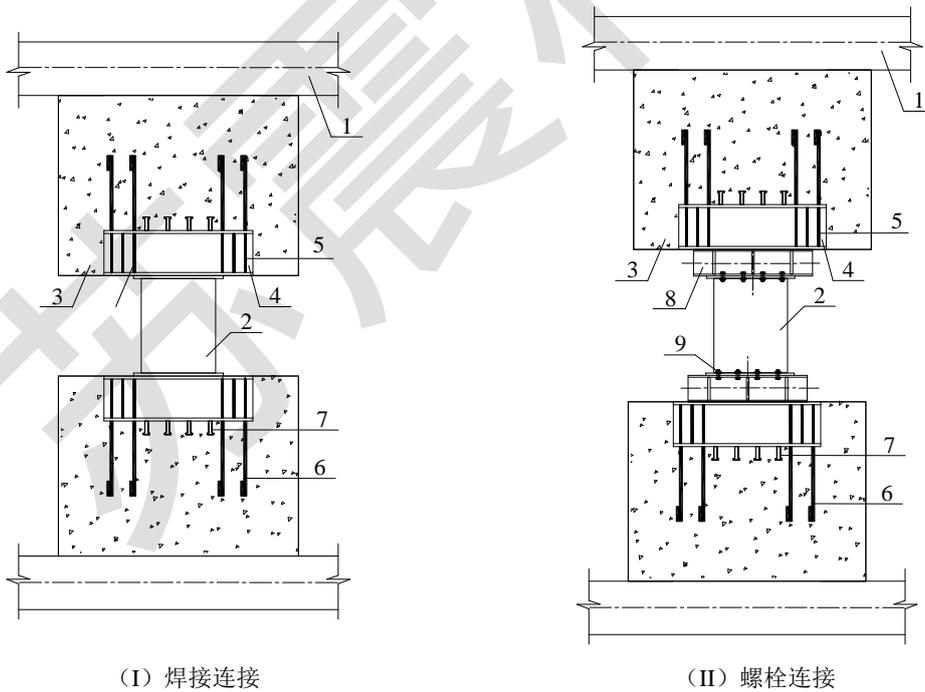


图 D.0.1-3 墙式金属阻尼器采用钢梁代替锚板的连接构造

1-主体结构梁；2-墙式金属阻尼器；3-混凝土连接墙；4-暗梁；5-加劲肋；6-锚筋；7-栓钉；8-平台梁；9-高强度螺栓

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（要求）”或“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 《工程测量规范》 GB 50026
- 6 《砌体结构工程施工质量验收规范》 GB50203
- 7 《混凝土结构工程施工质量验收规范》 GB50204
- 8 《钢结构工程施工质量验收规范》 GB 50205
- 9 《建筑工程施工质量验收统一标准》 GB 50300
- 10 《混凝土结构加固设计规范》 GB 50367
- 11 《钢管混凝土工程施工质量验收规范》 GB 50628
- 12 《钢结构焊接规范》 GB 50661
- 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 《金属材料夏比摆锤冲击试验方法》 GB/T 229
- 16 《碳素结构钢》 GB/T 700
- 17 《钢结构用高强度大六角头螺栓》 GB/T 1228
- 18 《钢结构用高强度大六角螺母》 GB/T 1229
- 19 《钢结构用高强度垫圈》 GB/T 1230
- 20 《钢结构用高强度大六角头螺栓、大六角头螺母、垫圈技术条件》 GB/T 1231
- 21 《低合金高强度结构钢》 GB/T 1591
- 22 《钢结构用扭剪型高强度螺栓连接副》 GB/T 3632
- 23 《非合金钢及细晶粒钢焊条》 GB/T 5117
- 24 《热强钢焊条》 GB/T 5118
- 25 《气体保护电弧焊用碳钢、低合金钢焊丝》 GB/T8110
- 26 《非合金钢及细晶粒钢药芯焊丝》 GB/T10045
- 27 《埋弧焊用低合金钢焊丝和焊剂》 GB/T12470
- 28 《熔化焊用钢丝》 GB/T14957
- 29 《热强钢药芯焊丝》 GB/T17493
- 30 《建筑用低屈服强度钢板》 GB/T28905
- 31 《装配式混凝土结构技术规程》 JGJ 1

- 32 《高层建筑混凝土结构技术规程》 JGJ 3
- 33 《建筑变形测量规范》 JGJ 8
- 34 《高层民用建筑钢结构技术规程》 JGJ 99
- 35 《混凝土结构后锚固技术规程》 JGJ 145
- 36 《建筑消能阻尼器》 JG/T 209
- 37 《建筑消能减震技术规程》 JGJ 297
- 38 《建筑消能减震加固技术规程》 T/CECS 547
- 39 《屈曲约束支撑结构技术规程》 DB 34/T5069

苏震科技