

黏弹性阻尼器 (VED) 产品参数

■ 产品简介

黏弹性阻尼器是一种被动消能减振（震）控制装置，在小变形情况下便能进入工作耗能状态，具有良好的耗能能力。黏弹性阻尼器中大部分黏弹性材料由于受到钢板的包裹，避免了直接接触空气，使其老化性能有很大提高，具有良好的耐久性。

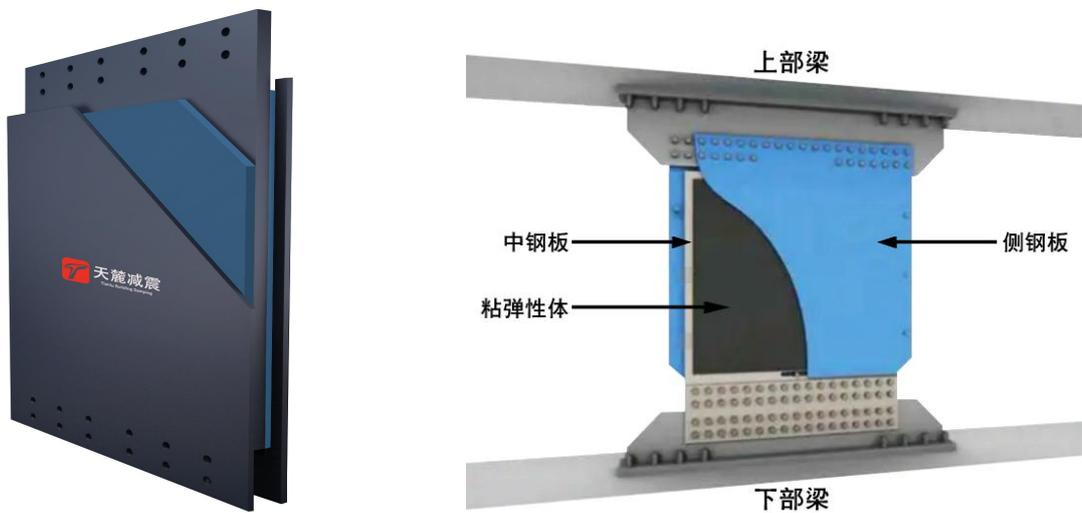


图 1 黏弹性阻尼器产品图

■ 产品优点

消能减震结构是通过“柔性消能”的途径以减小结构地震反应，因而，可以减少剪力墙的设置，减小构件截面，减少配筋，而其抗震可靠度并没有降低。国内外工程应用表明，消能减震结构比传统的抗震结构，可节约结构造价 5%~20%。若用于旧有建筑结构的抗震加固，消能减震加固方法比传统抗震加固方法，节省建造价 30%~60%。

■ 连接方式

根据安装的位置及建筑要求不同可选择墙式或者支撑式。

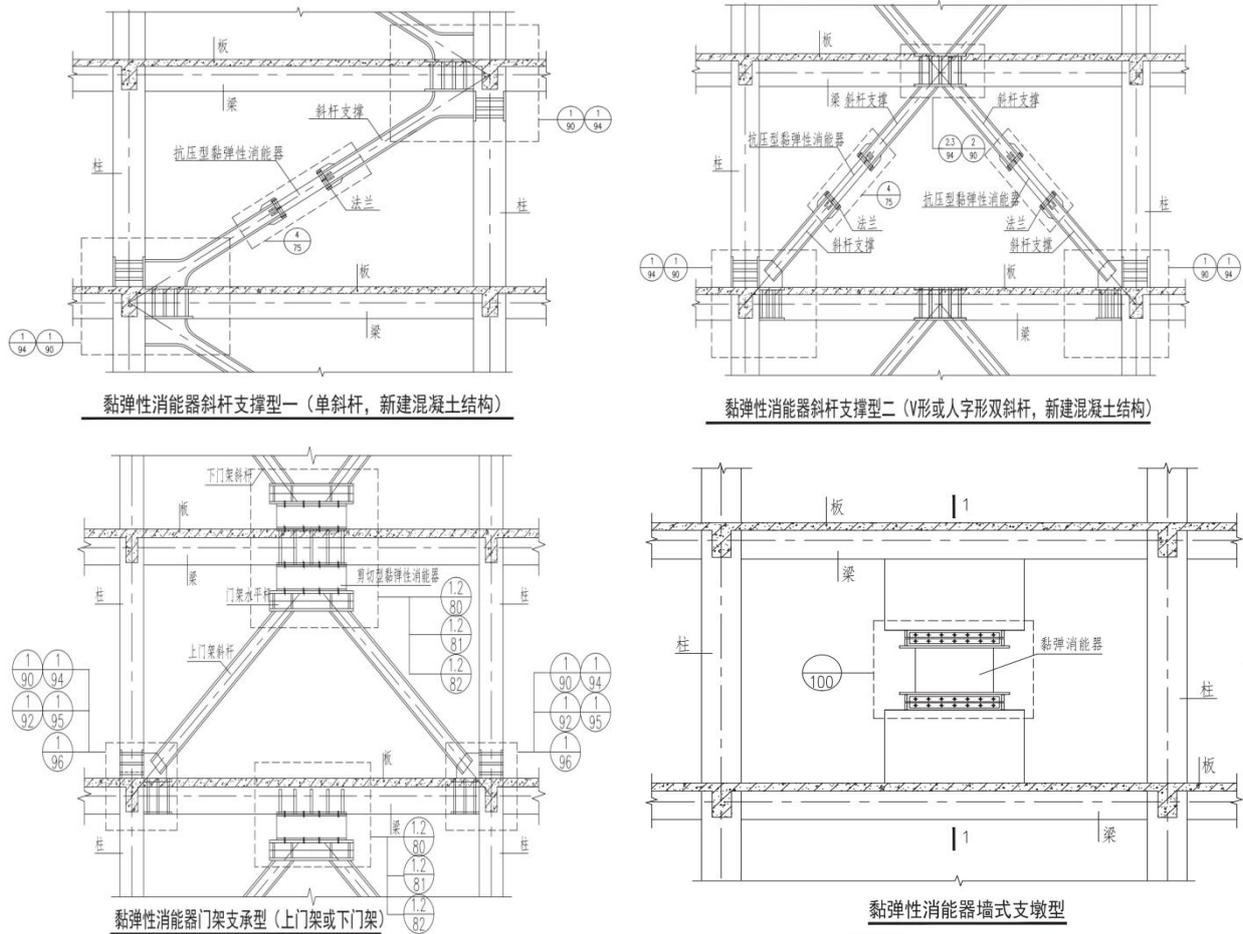


图 2 黏弹性阻尼器连接方式

■ 产品性能检测与验收标准

- ✓ 黏弹性阻尼器的产品外观：钢板应平整、光滑、无锈蚀、无毛刺，涂刷防锈涂料两次，钢板坡口焊接，焊缝一级、平整；黏弹性材料表面应密实、无裂缝，剖切后内部应连续、均匀、密实、无孔洞；黏弹性材料与约束钢构件（一般为钢板或钢管）之间应密实、无裂缝。
- ✓ 尺寸偏差：黏弹性阻尼器的长度允许偏差为 $\pm 3\text{mm}$ ；截面有效尺寸的允许尺寸偏差为 $\pm 2\text{mm}$ 。
- ✓ 黏弹性材料应满足下表要求：

黏弹性材料性能指标

项目	指标	
拉伸强度/MPa	≥ 5	
扯断伸长率/%	≥ 500	
扯断永久变形/%	≤ 80	
热空气老化 70 × 72h	拉伸强度变化率/%	≥ -20 且 ≤ 20
	扯断伸长变化率/%	≥ -20 且 ≤ 20
(0~40) 工作频率材料损耗因子 β	≥ 0.5	
钢板与阻尼材料之间的黏合强度/MPa	≥ 2.5	

✓ 黏弹性阻尼器的力学性能应符合下表规定：

序号	项目	性能要求	测试方法
1	阻尼系数	实测值偏差在产品设计值的±15%以内，实测值的偏差平均值应在产品设计值的±10%以内	采用正弦激励法，输入位移 $u = u_1 \sin(2\pi f_1 t)$ 来控制试验机的加载系统；消能器的加载频率为 f_1 ，位移幅值 u_1 分别取 $0.1u_0$ 、 $0.2u_0$ 、 $0.5u_0$ 、 $0.7u_0$ 、 $1.0u_0$ 、 $1.2u_0$ ，每个工况连续加载 5 个循环，取第 3 次循环时滞回曲线，根据滞回曲线计算等效刚度、阻尼系数、阻尼指数和最大阻尼力；输入位移 $u = u_0 \sin(2\pi f_1 t)$ ，检测频率 f 为 f_1 、 $2.0f_1$ 、 $3.0f_1$ ，每个工况连续加载 5 个循环；取第三个循环时的滞回曲线，根据滞回曲线计算等效刚度、阻尼系数、阻尼指数和最大阻尼力；取每个工况第 3 次循环时滞回曲线包络的面积作为对应工况滞回曲线面积的实测值。
2	阻尼指数		
3	有效刚度		
4	最大阻尼力		
5	滞回曲线	产品在各要求工况下分别连续加载 5 圈，任一工况第 3 圈滞回曲线面积的实测值偏差应在对应工况理论计算值的±15%以内。	
6	极限应变	每个产品极限应变实测值不应小于极限应变设计值，且不应小于 1.2 倍设计位移对应的应变。	控制位移 $u = u_1 \sin(2\pi f_1 t)$ ； u_1 依次取 $1.1u_0$ 、 $1.2u_0$ 、 $1.3u_0$ 、 $1.4u_0$ 、 $1.5u_0$ ，工作频率 f_1 ，连续加载 3 个循环；加载过程中黏弹性材料和约束钢板或钢管件不应出现剥离现象，如果出现剥离现象，应停止实验，并取此时加载位移 u_1 作为计算极限应变的依据。

注： u_0 为消能器设计位移， f_1 为消能减震结构第一阶自振频率

✓ 黏弹性阻尼器的耐久性能：主要考虑老化性能、疲劳性能。应符合下表规定：

黏弹性消能器耐久性和测试方法要求

序号	项目	性能要求	测试方法
老化性能	1	最大阻尼力	把试件放入鼓风电热恒温干燥箱中，保持温度 80，经 192h 后取出，按表 6.6.3 的规定进行力学性能试验。
	2	阻尼系数、阻尼指数	
	3	外观	
	4	变形	输入位移采用 $u = u_0 \sin(2\pi f_1 t)$ ，
	5	外观	

疲劳性能	6	最大阻尼力	每次连续加载，第30圈相比第3圈，性能下降不超过15%	采用位移控制进行连续往复加载，加载不少于30圈，当应用于地震时正常使用建筑时，需在设计位移下进行两次连续往复加载，两次加载均不少于30圈，两次加载间隔不超过24h，绘制阻尼力-位移滞回曲线。
	7	滞回曲线	1) 任一个循环中位移在零时的最大、最小阻尼力实测值偏差应在所有循环中位移在零时的最大、最小阻尼力平均值的±15%以内； 2) 任一个循环中阻尼力在零时的最大、最小位移实测值偏差应在所有循环中阻尼力在零时的最大、最小位移平均值的±15%以内	
	8	滞回曲线面积	任一循环的滞回曲线面积实测偏差应在所有循环的滞回曲线面积平均值的±15%以内	
注： u_0 为消能器设计位移， f_1 为消能减震结构第一阶自振频率。				

✓ 黏弹性阻尼器的相关性应符合下表规定：

项目	性能要求		测试方法
温度相关性	等效刚度、阻尼系数、阻尼指数	变化率不超过±15%	输入位移 $u = u_0 \sin(2\pi f_1 t)$ ，试验温度为 0 ~ 40，每隔 10 作为一个测试工况；每个工况连续加载 5 个循环，取第三圈的滞回曲线，根据滞回曲线计算等效刚度、阻尼系数和阻尼指数。每个温度下放入恒温箱 24h 后 30min 内完成检测。
频率相关性	零位移对应阻尼力	变化率不超过±15%	输入位移 $u = u_1 \sin(2\pi f t)$ ，测定产品为常温条件下，测试频率为 $0.85f_1, 1.0f_1, 1.1f_1, 1.2f_1$ ，输入位移幅值按公式 $u_1 = u_0 f_1 / f$ 计算。
注： u_0 为消能器设计位移， f_1 为消能减震结构第一阶自振频率，基准温度 23℃。			

✓ 黏弹性阻尼器的阻燃性能：黏弹性消能器在火灾时应具有阻燃性，火灾后应对黏弹性消能器进行基本力学性能和耐久性能检测，其指标与设计值偏差超过 15% 时应进行更换。

- 黏弹性消能器规格及性能参数可参照下表选取。

黏弹性消能器基本力学性能及测试方法要求

序号	规格型号	设计阻尼力 /kN	阻尼系数 /(kN/(mm/s) ^α)	阻尼指数 α	储能刚度 /(kN/mm)
1	VED-P×200×100	200	50	0.2	10
2	VED-P×400×100	400	100	0.2	15
3	VED-P×600×100	600	150	0.2	30
4	VED-P×800×100	800	200	0.2	40

注：VED-P×200×100，VED 表示黏弹性消能器，P 表示板式黏弹性消能器，200 表示设计阻尼力，100 表示表观剪应变设计值为 100%。储能刚度的参考加载频率为 1Hz，设计时可近似取该值为等效刚度值。

