

文章编号:1005-0523(2014)05-0077-09

加入粘弹性阻尼器的高楼桅杆风振响应分析

陈兵兵¹,徐赵东¹,朱一强²,尹学军³

(1.东南大学混凝土及预应力混凝土结构教育部重点实验室,江苏 南京 210096;2.苏州华造建筑设计有限公司,江苏 苏州 215000;3.隔而固(青岛)振动控制有限公司,山东 青岛 266108)

摘要:高楼顶部设桅杆是一种常见的结构形式以满足建筑功能的要求。为分析在风荷载激励下桅杆对主体结构的影响,以及高耗能粘弹性阻尼器对桅杆和主体结构的振动控制效果,根据Davenport风速谱理论,采用AR线性滤波法模拟出空间、时间相关的脉动风速时程,并采用ETABS有限元软件进行风荷载激励下的时程分析。结果表明,高耗能粘弹性阻尼器的加入使主体结构的桅杆放置层桅杆周围部分杆件的内力有了较大幅度的减小,桅杆的动力响应得到了有效控制。

关键词:桅杆;AR线性滤波法;风振分析;粘弹性阻尼器;振动控制

中图分类号:TU112.2

文献标志码:A

高楼桅杆是一种单根耸立的高柔结构,其矗立在建筑顶部,对风振比较敏感^[1],且“鞭梢效应”的存在会加剧桅杆的反应。资料表明,大多数桅杆破坏与风荷载有关,桅杆结构的风振响应研究已成为工程界关注的重要课题^[2]。Pezo等^[3]采用有限元法对桅杆在承受风荷载的情况下进行了稳定性分析,Zhao等^[4]研究了格构式桅杆的模式以及振动控制效果,李海旺等^[5]采用数值分析的方法,对烟囱桅杆结构的动力响应进行了研究,李中等^[6]分析了桅杆结构在风荷载下的破坏机理,并归纳了其研究方向。然而,上述研究主要是针对桅杆结构本身的风振控制分析,针对高楼顶部桅杆在风荷载作用下的振动响应分析以及桅杆与高楼的相互作用下桅杆的风振控制研究却比较少见。此外,为控制结构的振动响应,加入阻尼器作为一种有效的措施,已被广泛地应用在土木、航天、汽车等领域。Xu等^[7]研究了粘弹性阻尼器对混凝土框架结构的控制效果,杨明飞等^[8]研究了铅挤压阻尼器的能量耗散作用与减振效果,孙天夫等^[9]研究了粘弹性阻尼器对网架结构振动疲劳寿命的影响,丁戈等^[10]采用粘弹性阻尼器分析了对高层钢结构的地震响应控制,但粘弹性阻尼器对桅杆结构的控制研究较少。

鉴于此,本文结合苏州某科技创新大厦的工程实例,根据Davenport风速谱理论^[11],采用AR线性滤波法^[12]模拟风速时程,运用ETABS有限元软件,分析了风荷载时程激励下结构的响应,以及加入粘弹性阻尼器对桅杆的振动控制效果。

1 工程概况

1.1 工程资料

苏州某科技创新大厦位于昆山市,是集办公、会议、交易及休闲等为一体的大型综合性公共建筑。建筑主要由地下二层汽车库,地上3-23层退台式办公楼组成。结构地下室整体不设缝,上部结构由一条抗震

收稿日期:2014-04-22

基金项目:江苏省333高层次人才、江苏省自然科学基金项目(BK2011063)

作者简介:陈兵兵(1989—),男,硕士研究生,研究方向为结构振动控制。

通讯作者:徐赵东(1975—),男,教授,博士,博士生导师,主要从事振动控制和结构抗震设计与分析。

缝划分为两个南北相互独立的抗震单元。北侧主楼23层,高度99.35 m,由北向南逐渐退台。结构形式为框架-核心筒结构,设计使用年限为50年,标准设防类(简称丙类)建筑。本工程建筑结构安全等级为二级(结构重要性系数 $\gamma_0=1.0$)。主楼部分柱,各层梁板均采用C45~C30混凝土,钢材采用HPB235级、HRB335级、HRB400级。建筑效果如图1所示。

结构所处地区的基本风压为 $\omega=0.45\text{ kN}\cdot\text{m}^{-2}$,对风荷载比较敏感的高层建筑,承载力设计按基本风压的1.1倍采用,即风荷载按 $0.45\text{ kN}\cdot\text{m}^{-2}$ 。相应地面粗糙度为B类。该项目主体结构的设计已经完成,现需要在结构地上23层顶(标高99.2 m)设置桅杆,桅杆高度38.8 m。桅杆材料为Q345钢,截面为1 800~700 mm变直径圆管,壁厚为50 mm。

1.2 分析模型

为了验证所建结构模型的准确性,将采用ETABS有限元软件所建的结构模型的模态分析结果与PK-PM软件的计算结果进行对比,由于低阶振型的影响较大,故此只列出前六阶模态数据,见表1。

表1 未设桅杆结构ETABS和PKPM模态分析结果对比

Tab.1 Mode comparison between the ETABS analysis and PKPM analysis without mast

振型	周期/s		误差/%
	PKPM 模型	ETABS 模型	
1	2.77	2.71	2.17
2	2.59	2.62	1.16
3	2.02	1.89	6.44
4	0.95	0.9	5.26
5	0.83	0.73	12.05
6	0.72	0.65	9.72

由表1可以看出,ETABS和PKPM计算出的振型是比较相近的,两种软件计算出来的各阶振型的周期虽然不完全相同,但两者的误差相对较小,在工程允许的误差范围之内,因此在ETABS软件中采用该模型进行减震分析是有精度保证的。

2 风场的模拟

为分析风荷载作用下结构的振动情况,需模拟建筑周围的风速场。随机风场的模拟比一致地面输入的地震波输入复杂的多,必须考虑随机风场中不同位置的空间相关性和时间相关性^[13]。由于该结构水平尺寸较小,但高度较大,因此仅考虑风场的竖向相干性,而不考虑水平相干性^[14]。根据Davenport理论模拟结构各层楼板处及桅杆的风速时程,并换算为风压时程,桅杆的模拟点标高分别为116.8,122.1,127.4,132.7,138.0 m。该结构所处地区地貌类别为B类,基本风压为 $0.45\text{ kN}\cdot\text{m}^{-2}$,折算为10 m高度处的基本风速为 $28\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,其他参数如下:AR模型的阶数为5,空间相关点的数目为31,总时长为500 s, karman常数取0.4,根据地貌取地面粗糙常数为0.02^[15-16]。

根据线性滤波法,采用课题组自编的MATLAB程序计算出各模拟点的风速时程和风压时程。由于篇幅限制,此处仅列出高度90.95 m和138.0 m处的风压时程,如图2所示。

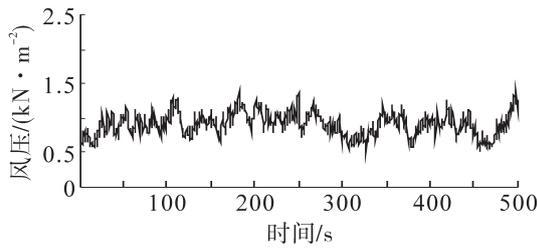


图1 建筑效果图

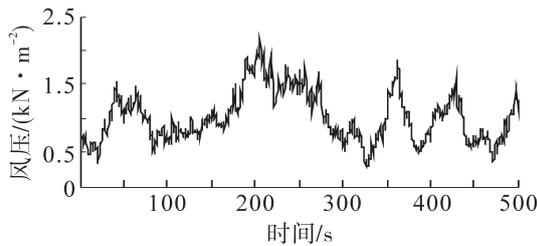
Fig.1 Architectural renderings

生成其对应的功率谱如图3所示。

从图3(a)、(b)中可以看出,模拟的风时程的自功率谱和目标功率谱大体趋势是一致的。从图3(c)可以看出标高90.95 m处和标高138.0 m处的计算互功率谱和目标互功率谱在低频区域吻合较好,但在高频区域吻合较差,但该结构为长周期结构($T_1=2.7$ s),处于低频区域,因此模拟的风压时程是具有精度的。



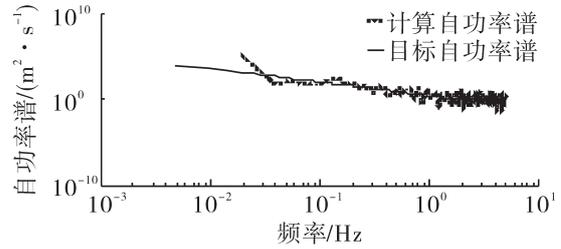
(a) 高度90.95 m处的风压时程



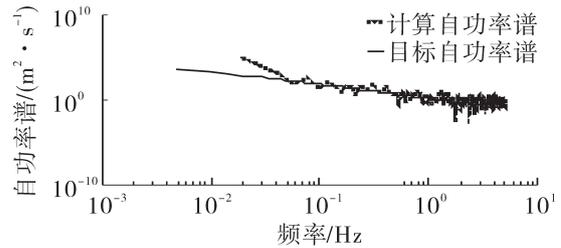
(b) 高度138.0 m处的风压时程

图2 风压时程曲线

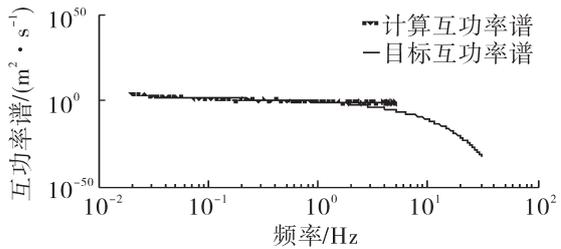
Fig.2 Wind pressure time-history curve



(a) 高度90.95 m处的自功率谱



(b) 高度138.0 m处的自功率谱



(c) 高度90.95 m和高度138.0 m处的互功率谱

图3 自功率谱和互功率谱

Fig.3 Autopower spectrum and cross-power spectrum

3 结构的振动响应分析

3.1 未控下桅杆对结构的影响分析

3.1.1 主体结构的振动响应分析

本研究采用线性滤波法模拟出的风压时程作为风振分析的激励,代入ETABS中进行弹性时程分析。结构分析的荷载采用风压时程根据迎风面换算为各层楼板处的线荷载,桅杆上换算为各模拟点处的集中荷载,荷载施加的方向为X方向。在风荷载激励下,考察加设桅杆前后主体结构的层位移和层剪力,如图4所示。

由图4(a)可知,加设桅杆后,主体结构的位移层均略有增大,顶层的增量最大,为2.40%;由图4(b)可知,加设桅杆后结构的各层剪力均有所增大,这是由于加设桅杆后结构承受的风荷载作用加大导致的,其中顶层的增量最大,为8.14%。为进一步比较加设桅杆对主体结构的影响,提取桅杆加设前后23层顶一点的加速度时程和位移时程,如图5、图6所示。

由图5、图6可以看出加设桅杆后,主体结构顶层同一节点的加速度时程和位移时程变化微小。综上所述可知,加入桅杆后,虽然主体结构的层位移和层剪力均有所增大,但增量较小,可以认为加设桅杆对主体结构的振动效应影响不大。

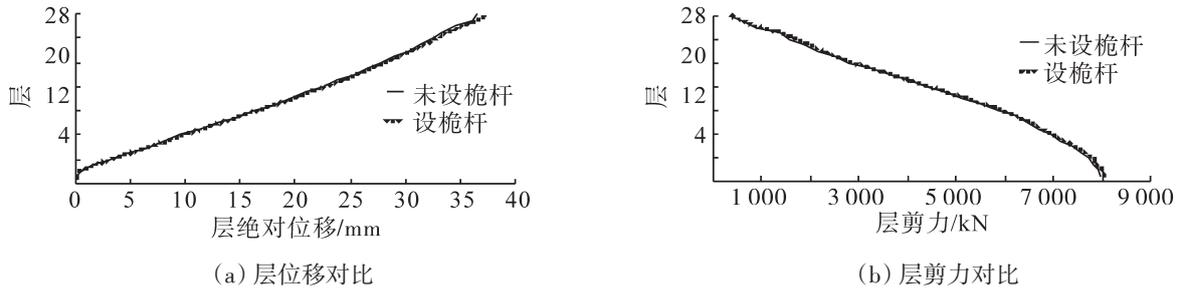


图4 加设桅杆前后主体结构的层位移与层间力对比

Fig.4 Comparison of major structure's story displacement and story shear before and after adding the mast

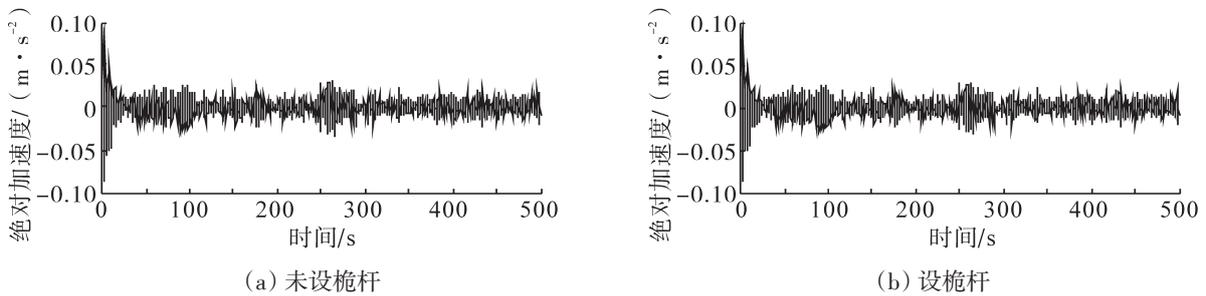


图5 风荷载下结构加设桅杆前后顶层节点加速度时程对比

Fig.5 Comparison of the structure's top node acceleration history before and after adding the mast

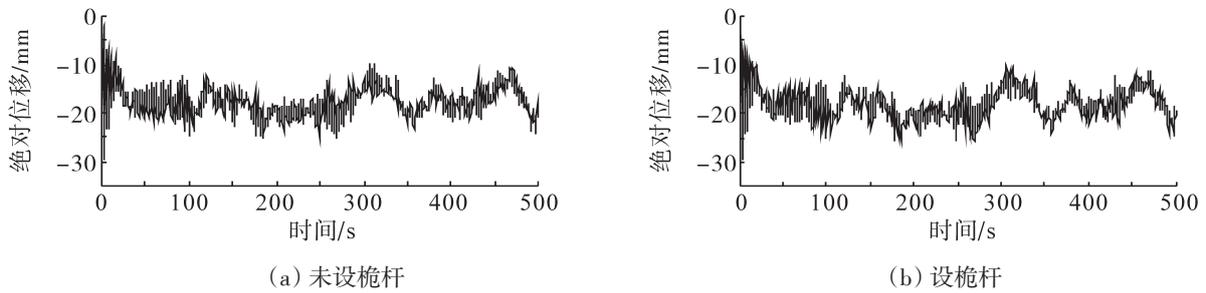


图6 风荷载下结构加设桅杆前后顶层节点位移时程对比

Fig.6 Comparison of the structure's top node displacement history between before and after adding the mast

3.1.2 桅杆的振动响应分析

桅杆处在结构顶部,由于“鞭梢效应”的存在,桅杆自身的振动效应是非常大的,为便于分析,现在设定桅杆分为8层(分界处在风荷载作用处),考察其层位移角,如图7所示。

由上图可以看出,桅杆的层位移角超过规范限值1/800,这对桅杆的正常工作是非常不利的。

3.1.3 主体结构局部构件的内力分析

加设桅杆后,虽然结构主体的动力响应变化不大,但由于结构顶层有桅杆放置,这必然会影响到结构顶层与桅杆相邻的杆件的内力。桅杆布置处相邻杆件的编号如图8所示。现在提取桅杆加设前后,桅杆放置层桅杆周围部分杆件的内力值,见表2。

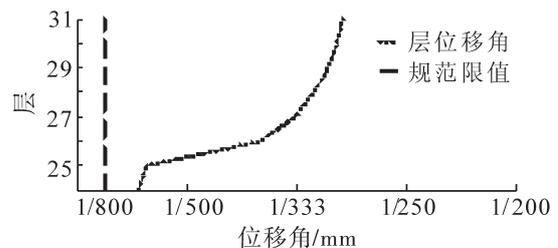


图7 桅杆层位移角

Fig.7 The inter-story displacement angle of the mast

由上表可以看出,加入桅杆后,桅杆放置层桅杆周围部分杆件的内力值剧烈增大,需要进行重新验算。

3.2 有控下桅杆的振动响应分析

为解决上述问题,在结构中加入高耗能粘弹性阻尼器以控制桅杆的振动效应。利用线性滤波法模拟的风荷载时程对结构施加激励,通过对比加与未加粘弹性阻尼器结构节点的加速度时程和位移时程,分析粘弹性阻尼器的减振控制效果。

3.2.1 阻尼器的布置和计算参数

由于桅杆设在结构地上23层顶(标高99.2 m)处,桅杆高度38.8 m。23层以上还有三层无板框架,因此

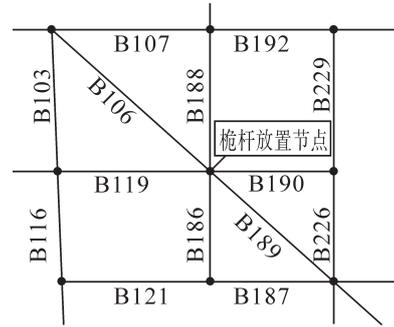


图8 桅杆布置处相邻杆件的编号

Fig. 8 The number around the position of the mast

表2 桅杆放置层桅杆周围部分杆件在设桅杆前后的内力值

Tab.2 The force of members around the position of the mast before and after adding the mast

杆件 编号	剪力/kN		弯矩/(kN·m)	
	原结构	设桅杆后的结构	原结构	设桅杆后的结构
B103	-8.10	-149.04	-39.90	-122.07
B106	-8.30	-134.63	-39.40	283.58
B107	-9.61	140.43	38.24	153.21
B116	-8.76	30.78	-24.99	111.51
B119	-1.01	-82.84	-2.35	141.08
B121	-0.53	-58.11	-3.37	100.56
B186	1.34	-66.97	-2.83	84.15
B187	-1.53	65.52	-3.80	-69.87
B188	-0.17	-69.23	-2.63	-108.89
B189	-4.96	-72.42	-20.15	-308.11
B190	-1.31	-107.38	-2.18	-161.33
B192	-7.09	-24.48	-21.07	-158.14
B226	1.39	71.10	-5.66	-132.30
B229	0.22	-87.16	-5.79	-112.07

充分利用周围的梁加入粘弹性阻尼器。根据结构的形式以及未加阻尼器的结构分析模型的计算结果,决定在桅杆与主体结构连接部分加入20个粘弹性阻尼器。阻尼器的布置如图9所示。

其中,标高99.2 m处加入4个,标高105.1 m处加入8个,标高108.3 m处加入8个。

本研究采用型号为PVEDXZD-10的高耗能粘弹性阻尼器,粘弹性材料层的数量为两层,粘弹性材料层的剪切面积 $A_v = 0.052 \text{ m}^2$,厚度 $h_v = 0.014 \text{ m}^2$,该型号阻尼器的储能模量 $G_1 = 3 \times 10^6 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$,损耗因子

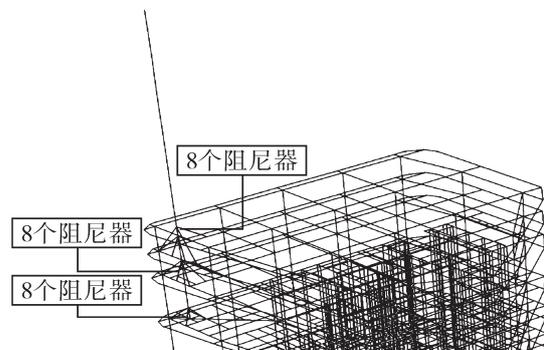


图9 阻尼器的布置图

Fig.9 The distribution of the viscoelastic damper

$G_2 = 2.042 \times 10^6 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$, 有效刚度 $K_e = 2.229 \times 10^7 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$, 有效阻尼 $C_e = 3.649 \times 10^6 \text{ N} \cdot \text{S} \cdot \text{m}^{-1}$ 。

3.2.2 节点加速度响应分析

对结构在风振激励下的加速度响应进行分析是衡量结构动力响应的重要手段之一。通过ETABS有限元软件进行风振时程分析,我们得到了结构在加设粘弹性阻尼器后桅杆中部一点(标高111.5 m处,记为点1)和桅杆顶部(标高138.0 m处,记为点2)的X方向的加速度时程。风荷载激励下,设置阻尼器结构与原结构同一节点的加速度时程对比曲线如图10所示。

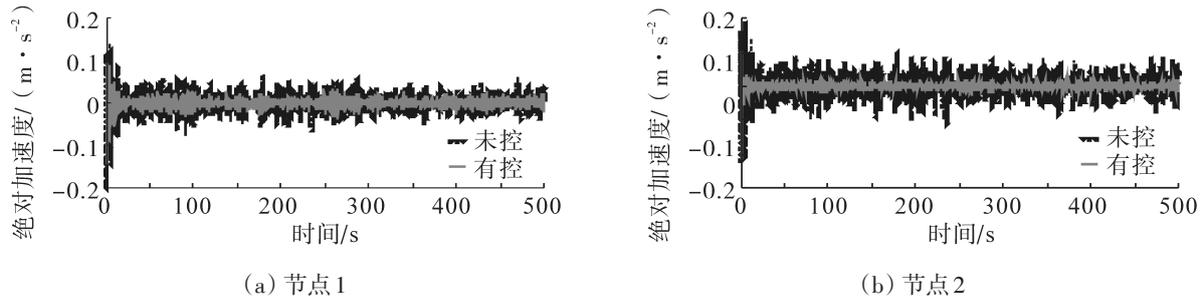


图10 风荷载下粘弹性阻尼器前后节点的加速度时程对比

Fig.10 Comparison of node acceleration history before and after adding the dampers

由图10的加速度时程对比曲线可以看出,加入高耗能粘弹性阻尼器后,桅杆在X向风荷载激励下,其X向的加速度有了明显的减小,这表明该高耗能阻尼器的加入对于桅杆有着良好的减振效果。为了更加具体地分析该阻尼器的减振效果,且以加速度控制系数 β_α 表示加速度减小效果, $\beta_\alpha = \frac{\alpha_0 - \alpha}{\alpha_0}$, 其中 α_0, α 分别表示加入阻尼器前后教学楼结构分析模型的加速度响应峰值,仍以节点1(标高111.5 m处)和节点2(标高138.0 m处)为例进行分析,见表3。

表3 加入粘弹性阻尼器前后节点的加速度对比

Tab.3 Comparison of node acceleration before and after adding the dampers

节点号	加速度峰值/($\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$)		加速度控制系数 $\beta_\alpha / \%$
	加入阻尼器	未加入阻尼器	
1	-0.144	-0.217	33.70
2	-0.433	-0.447	3.12

分析表3中的数据可知,加入高耗能粘弹性阻尼器后,桅杆上点1和点2的X向的加速度峰值均有减少,其中节点1的加速度峰值减少了33.70%,节点2的加速度峰值减少了3.12%。由此看出,高耗能粘弹性阻尼器的加入对桅杆在X向的加速度响应有着良好的减振效果。同时,桅杆顶端节点2的减小幅度小于桅杆低端节点1,这是因为阻尼器设置在桅杆底部,而桅杆中部以上部分并没有设置,说明设置粘弹性阻尼器的部位比未设置粘弹性阻尼器的部位表现出更好的减振效果;桅杆顶端虽然没有设置高耗能粘弹性阻尼器,但由于底部设置了阻尼器使得结构的阻尼增加了,结构阻尼的增加有效地耗散了一部分风振的能量,因此桅杆顶端加速度响应也有了一定幅度的减小。

3.2.3 节点位移响应分析

对结构在风振激励下的位移响应进行分析也是衡量结构动力响应的重要手段之一。通过ETABS有限元软件进行风振时程分析,我们得到了结构在加设粘弹性阻尼器后桅杆中部一点(标高111.5 m处,记为点1)和桅杆顶部(标高138.0 m处,记为点2)的X方向的位移时程。风荷载激励下,设置阻尼器结构与原结构同一节点的位移时程对比曲线如图11所示。

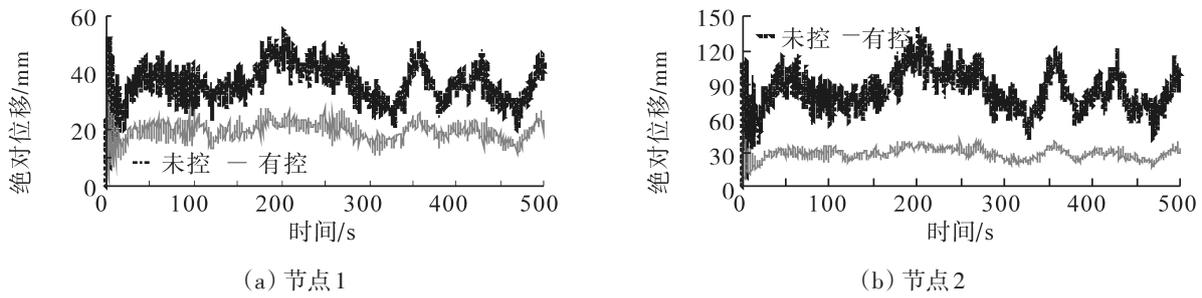


图 11 风荷载下设置粘弹性阻尼器前后节点的位移时程对比

Fig.11 Comparison of node displacement history before and after adding the dampers

由图 11 的位移时程对比曲线可以看出,加入高耗能粘弹性阻尼器后,桅杆的在 X 向风荷载激励下,其 X 向的位移有了明显的减小,这表明该高耗能阻尼器的加入对于桅杆有着良好的减振效果。为了更加具体地分析该阻尼器的减振效果,且以位移控制系数 β_u 表示加速度减小效果, $\beta_u = \frac{u_0 - u}{u_0}$, 其中 u_0, u 分别表示加入阻尼器前后教学楼结构分析模型的位移响应峰值,仍以节点 1(标高 111.5 m 处)和节点 2(标高 138.0 m 处)为例进行分析,见表 4。

表 4 加入粘弹性阻尼器前后节点的位移对比

Tab.4 Comparison of node displacement before and after adding the dampers

节点号	位移峰值/mm		位移控制系数 β_u /%
	加入阻尼器	未加入阻尼器	
1	-35.670	-55.470	35.69
2	-48.000	-131.670	63.55

由表 4 可知,加入高耗能粘弹性阻尼器后,桅杆上点 1 和点 2 的 X 向的位移峰值均有减少,其中节点 1 的位移峰值减少了 35.69%,节点 2 的位移峰值减少了 63.55%。由此看出,无论是对桅杆底端的节点 1 还是对于桅杆顶端的节点 2,高耗能粘弹性阻尼器的加入可以显著减小桅杆在风荷载激励下的位移响应,阻尼器对桅杆的位移响应有着良好的减振效果。

3.2.4 桅杆的层位移响应分析

桅杆在加入阻尼器前后的位移如图 12 所示。

由图 12 可知,加入粘弹性阻尼器后,桅杆的绝对位移有了较大幅度的减小,这表明该高耗能阻尼器的加入对于桅杆有着良好的减振效果。提取加入阻尼器后桅杆的层位移角,并与加入前桅杆的层位移角和规范限值对比,如图 13 所示。

上图可以看出,加入粘弹性阻尼器后,桅杆的层间位移角能够满足规范限值的要求。

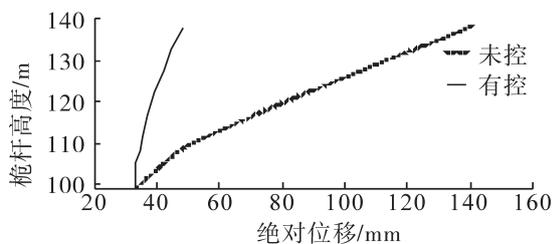


图 12 桅杆在加入阻尼器前后沿高度方向的位移对比

Fig.12 Comparison of mast displacement along height before and after adding the dampers

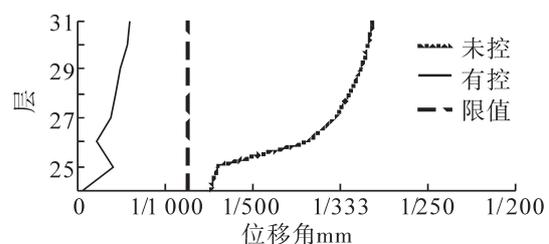


图 13 未控和有控情况下桅杆层位移角与规范限值对比

Fig.13 Comparison of inter-story displacement angle among controlled, uncontrolled and standard limit

3.2.5 加阻尼器后主体结构局部构件的内力分析

桅杆放置层桅杆周围部分梁的编号如图8所示。提取加入桅杆前、加入桅杆后、加入粘弹性阻尼器后构件的内力值,见表5。

表5 桅杆放置层桅杆周围部分梁加入阻尼器前后的内力值

The force of members around the position of the mast before and after adding the dampers

杆件编号	剪力/kN		弯矩/(kN·m)	
	加入桅杆后的结构	加入阻尼器后的结构	加入桅杆后的结构	加入阻尼器后的结构
B103	-149.04	-7.85	-122.073	-22.865
B106	-134.63	-39.76	283.579	50.086
B107	140.43	-14.29	153.209	-29.122
B116	30.78	2.72	111.509	-16.453
B119	-82.84	-5.87	141.078	5.816
B121	-58.11	-3.63	100.562	5.531
B186	-66.97	-3.09	84.152	-5.284
B187	65.52	3.31	-69.865	-7.865
B188	-69.23	3.67	-108.892	4.24
B189	-72.42	18.16	-308.112	-44.677
B190	-107.38	3.24	-161.327	-4.429
B192	-24.48	-4.15	-158.143	14.646
B226	71.10	-3.82	-132.304	-11.133
B229	-87.16	2.79	-112.067	3.771

由表5和表2可以得出,设桅杆后桅杆放置层桅杆周围部分杆件的内力有了剧烈的增大。但加入高耗能粘弹性阻尼器后,这些杆件的内力又有了大幅度的降低,且大部分杆件的内力减小到了原结构中相应杆件的内力值以下或与其相当的程度。虽然少数杆件没有能够减小到原结构中的内力值以下或相当,但其内力值已经较小,这大大减小了复核的工作量。

4 结论

1) 原结构增设桅杆后,在风荷载时程激励下,主体结构的层位移增量最大为2.40%,层剪力增量最大为8.14%,这表明“鞭梢效应”对主体结构的影响很小。

2) 桅杆设置层与桅杆相邻的部分杆件内力产生剧烈增大的现象,需要对其进行重新验算。在加入高耗能粘弹性阻尼器后,该部分杆件的内力有了较大幅度的减小,这表明高耗能粘弹性阻尼器有良好的耗能作用。

3) 由于桅杆矗立在结构顶层,其刚度和质量与主体结构相比突然减小,在风荷载激励下,桅杆的响应增大,其层位移角超过规范限值;在加入高耗能粘弹性阻尼器后,桅杆的上各点的加速度峰值和位移峰值都有了较大幅度的减小,其中桅杆中部节点1加速度峰值减少33.70%,桅杆顶端节点2位移峰值减少63.55%,桅杆层位移角也满足规范要求。这表明高耗能粘弹性阻尼器能有效地减小桅杆的振动效应。

参考文献:

- [1] 刘玉,徐旭,周晓娟.台风作用下高耸结构动力响应及风振控制分析[J].噪声与振动控制,2009,29(2):30-34.

- [2] 瞿伟廉,李波,周强. 桅杆结构风振响应及控制研究综述[J]. 武汉理工大学学报, 2002,24(11):53-56.
- [3] PEZO M, BAKI V, MARKOVI Z, et al. Stability analysis of a gued mast subjected to wind action by using finite element method [C]//Online Proceedings of the International Conference Power Plants, 2012:1128-1137.
- [4] ZHAO H, LIU R, GUO H, et al. Model analysis and active vibration control for space deployable truss type mast[C]//Mechatronics and Automation (ICMA), 2011 International Conference on. IEEE, 2011:371-375.
- [5] 李海旺,刘国良,陈映棠,等. 烟囱桅杆的动力特性分析[J]. 钢结构, 2009,24(1):25-28.
- [6] 李中平,刘坚,周敏辉. 桅杆结构抗震、抗风和裹冰研究现状与展望[J]. 华南地震, 2014,34(S1):37-42.
- [7] XU Z D, XU C, HU J. Equivalent fractional Kelvin model and experimental study on viscoelastic damper[J]. Journal of Vibration and Control, 2013:1077546313513604.
- [8] 杨明飞,徐赵东,黄兴淮. 大跨空间网架结构铅挤压阻尼器减振控制分析[J]. 华东交通大学学报, 2012,29(2):21-26.
- [9] 孙天夫,林皋,李建波,等. 粘弹性阻尼器对网架结构振动疲劳寿命的影响[J]. 噪声与振动控制, 2012,32(3):55-58.
- [10] 丁戈,郝际平,吴元荏,等. 粘弹性阻尼器对高层钢结构地震响应控制分析[J]. 建筑结构, 2011,41(S1):162-165.
- [11] DAVENPORT A G. The spectrum of horizontal gustiness near the ground in high winds[J]. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, 1961,87(372):194-211.
- [12] 张田,夏禾,郭薇薇. 基于多维AR模型的桥梁随机风场模拟[J].中南大学学报:自然科学版, 2012,43(3):1114-1121.
- [13] IANNUZZI A, SPINELLI P. Artificial wind generation and structural response[J]. Journal of structural engineering, 1987,113(12):2382-2398.
- [14] 何旭辉,陈政清,李春光,等. 斜拉索风雨振非平稳风场特性分析[J]. 振动与冲击, 2011,30(10):54-60.
- [15] 黄本才. 结构抗风分析原理及应用[M]. 上海: 同济大学出版社, 2001:35-40.
- [16] 彭刚,汪新. 线性滤波法风速模拟及模型阶数确定[J]. 广东工业大学学报, 2010,27(2):32-35.

Wind Vibration Response Analysis of High Building Masts with Viscoelastic Dampers

Chen Bingbing¹, Xu Zhaodong¹, Zhu Yiqiang², Yin Xuejun³

(1.Key Laboratory of C & PC Structures of the Ministry of Education, Southeast University, Nanjing 210096, China; 2.Suzhou Huazao Architectural Design Co., Ltd., Suzhou 215000, China; 3. GERB (Qingdao) Vibration Control Co., Ltd., Qingdao 266108, China)

Abstract: It's a common form of structures to set up a mast on the top of a building to meet the architectural functional requirements. In order to analyze the influence of the mast on main structures, and the vibration control effect of high energy viscoelastic dampers on mast and main structures, a time history simulation of space-related and time-related fluctuating wind was conducted by using the AR linear filtering method according to the Davenport wind spectrum theory. In addition, elastic time history analysis was also performed via ETABS finite element software subjected to wind load excitation. The results indicate that the high-energy-dissipation viscoelastic dampers added to the structure greatly reduce the inner force of the bars around the mast on the layer where the mast places on, and the dynamic response of the mast is effectively controlled.

Key words: mast; AR linear filtering method; wind-induced vibration analysis; viscoelastic damper; vibration control