

程永锋,孟宪政,卢智成,等.特高压互连电气设备减震性能振动台试验[J].地震工程学报,2019,41(2):292-298.doi:10.3969/j.issn.1000-0844.2019.02.292
CHENG Yongfeng, MENG Xianzheng, LU Zhicheng, et al. Shaking Table Tests on the Seismic Performance of Ultrahigh Voltage Interconnected Electrical Equipment[J]. China Earthquake Engineering Journal, 2019, 41(2): 292-298. doi: 10.3969/j.issn.1000-0844.2019.02.292

特高压互连电气设备减震性能振动台试验

程永锋¹, 孟宪政¹, 卢智成¹, 刘振林¹, 邱 宁², 马 跃²

(1. 中国电力科学研究院, 北京 100192; 2. 国家电网公司交流建设部, 北京 100031)

摘要: 为研究铅金属减震器对特高压互连电气设备的减震效果, 进行由硬管母线连接的特高压避雷器设备和电容式电压互感器设备组成的互连耦合体系的地震模拟振动台试验。通过白噪声扫频、抗震及减震试验, 测定互连耦合体系抗震结构及减震结构的自振频率以及关键部位的应变、加速度响应。试验结果表明: 抗震结构中避雷器设备的最大应变响应大于互感器设备, 互连耦合体系中的避雷器设备属于易损设备; 安装减震器后互连设备频率降低幅度较小, 减震器基本不会影响电气设备的正常运行; 安装减震器后互连耦合体系中的避雷器设备和互感器设备在较大峰值加速度地震波作用下, 设备顶端加速度响应和最大应变响应均有较大幅度的降低, 避雷器设备和互感器设备的最大应变响应的减震效率分别为 75% 和 50%, 减震效果显著, 减震器的应用大幅提升了互连耦合体系的抗震能力。

关键词: 特高压互连电气设备; 互连耦合体系; 振动台试验; 铅金属减震器; 减震效率

中图分类号: TU352.1⁺1

文献标志码: A

文章编号: 1000-0844(2019)02-0292-07

DOI: 10.3969/j.issn.1000-0844.2019.02.292

Shaking Table Tests on the Seismic Performance of Ultrahigh Voltage Interconnected Electrical Equipment

CHENG Yongfeng¹, MENG Xianzheng¹, LU Zhicheng¹, LIU Zhenlin¹, QIU Ning², MA Yue²

(1. China Electric Power Research Institute, Beijing 100192, China;

2. Department of AC Construction of SGCC, Beijing 100031, China)

Abstract: To investigate the damping effect of a lead damper on ultrahigh voltage (UHV) interconnected electrical equipment, we carried out a shaking table test on an interconnected coupling system comprising a UHV arrester and a capacitor voltage transformer. The equipment frequency and the strain and acceleration of some key components were measured using white noise sweep, seismic test, and damping test. The test results show that the maximum strain response of the arrester is larger than that of the transformer. The arrester of the interconnected coupling system is a vulnerable device. With dampers added, the frequency of the interconnected equipment slightly decreases; thus, the dampers cannot affect

收稿日期: 2017-08-20

基金项目: 国家电网公司工程专项(GCB11201201802); 国家电网公司科技项目: 特高压交直流工程电气设施抗震能力整体提升关键技术研究(5299001352U7)

第一作者简介: 程永锋(1969—), 男, 博士, 教授级高级工程师, 主要从事输变电工程地基础及电网防灾减灾研究。

E-mail: yfcheng.cheng@vip.sina.com。

the normal operation of the electrical equipment. The top acceleration response and maximum strain response for the arrester and transformer device of the coupling system after adding dampers are greatly reduced under the action of seismic waves with large peak acceleration. The damping efficiencies of the maximum strain response for the arrester and transformer are 75% and 50%, respectively, and the damping effect is significant. The application of dampers greatly enhances the seismic capacity of the interconnected coupling system.

Keywords: UHV interconnected electrical equipment; interconnecting coupling system; shaking table test; lead damper; damping efficiency

0 引言

特高压输电工程是解决我国能源分配不均、环境污染问题的重要措施,为我国经济发展提供了清洁电力能源,在电力能源输配领域发挥举足轻重的作用,其安全运行关系国计民生,因此我国地震区划图和电气设备抗震分级结果对特高压电气设备的抗震性能提出了更高的要求^[1]。特高压避雷器设备和互感器设备是变电站中的重要支柱类瓷质电气设备,该类设备呈现了“高、大、柔、重”的结构特点,而且其采用瓷质脆性材料,在地震中极易损坏^[2-4]。历次地震灾害表明,在较高等级地震中瓷质电气设备损坏严重,如唐山地震中避雷器损坏率高达 66%,Northridge 地震中支柱类瓷质电气设备损坏率 $\geq 50\%$ ^[5]。

特高压变电站中的避雷器设备和互感器设备通过硬母线连接组成互连耦合系统。在地震作用下设备由于本身的动力特性会产生不同的位移变形,而设备之间通过管母线相互牵引,这也是造成设备损坏的重要原因。

目前提高特高压支柱类电气设备的抗震性能主要有两种方式:一、优化设备结构形式,对于易损部位如设备根部进行加强设计,但是结构壁厚、截面外径尺寸增加的同时也会造成设备重量的增加,不利于结构的抗震,所以优化设备结构形式具有一定的局限性;二、采用阻尼耗能减震装置,在地震作用下减震装置会产生屈服耗能以降低设备地震反应,达到更好的保护电气设备的目的。

铅金属减震器生产成本低、耗能效果显著、体积小、安装方便且易于维护,适用于变电站中布置空间有限的电气设备^[6]。本文通过特高压互连电气设备的振动台试验,研究铅金属减震器对互连电气设备

结构动力特性以及地震响应的影响,通过抗震试验和减震试验验证减震器对互连电气设备系统的良好减震效果,为提高特高压互连电气设备的抗震能力提供技术支持。

1 试验概况

1.1 试验设备

试验选用我国特高压 1 000 kV 避雷器和电容式电压互感器。避雷器高度 12.43 m,质量为 8 500 kg,瓷瓶节数为 5 节,避雷器支架高度为 5.20 m。互感器设备高度为 12.71 m,质量为 5 780 kg,瓷瓶节数为 5 节,互感器支架高度 5.02 m。避雷器和互感器支架为格构式钢结构支架。避雷器和互感器设备顶端通过铝合金硬管母线连接,管母线截面尺寸为 $\Phi 200\text{ mm}\times 10\text{ mm}$ 。管母线与避雷器设备之间通过固定金具连接,与互感器设备之间通过滑动金具连接,避雷器和互感器设备之间的跨度为 8.5 m。减震器采用中国电力科学研究院研发的铅金属减震器,安装在设备与支架之间。互连设备主要参数如表 1 所列,互连设备振动台试验示意图如图 1 所示。由于设备之间跨度较大,采用双振动台进行试验,避雷器和互感器设备分别位于两个同步振动的振动台上。互连设备沿管母线长度方向为振动台试验 x 向振动方向,垂直于管母线长度方向为振动台 y 向振动方向。

1.2 振动台性能参数

本文试验在同济大学的 MTS 振动台上进行,振动台平面尺寸为 $6\text{ m}\times 4\text{ m}$;最大承载质量为 35 t,其他相关参数如表 2 所列。避雷器设备和互感器设备分别位于 2 个同步振动的振动台上。

表 1 互连设备参数

Table 1 Parameters of interconnecting equipment					
设备名称	质量/kg	套管根部外径/mm	高度/m	弹性模量/MPa	破坏应力/MPa
避雷器	8 500	600	12.43	1.0×10^5	55
互感器	5 780	530	12.71	1.1×10^5	45

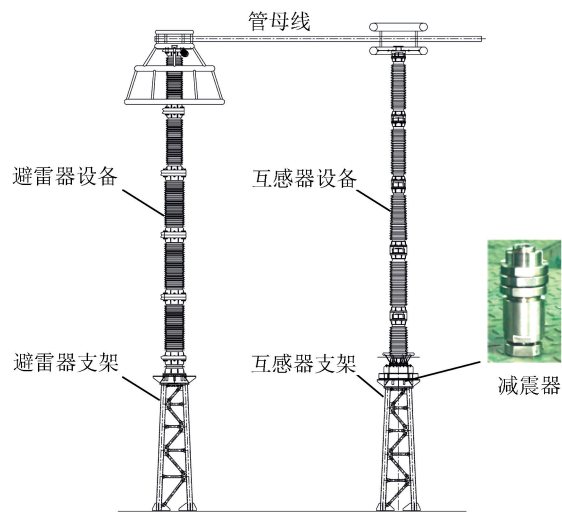


图 1 管母线连接的避雷器和互感器

Fig.1 Arrester and transformer interconnected by tubular bus

表 2 振动台参数

Table 2 Parameters of the shaking table

频率范围 /Hz	振动 方向	最大加速度 /g	最大位移 /mm	最大速度 /(mm·s ⁻¹)
0.1~50	<i>x</i>	1.5	500	1 000
0.1~50	<i>y</i>	1.5	500	1 000
0.1~50	<i>z</i>	1.5	500	1 000

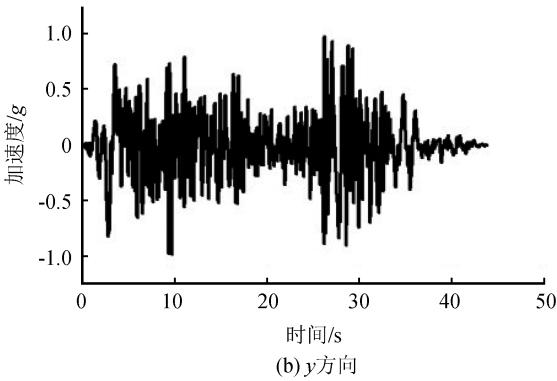
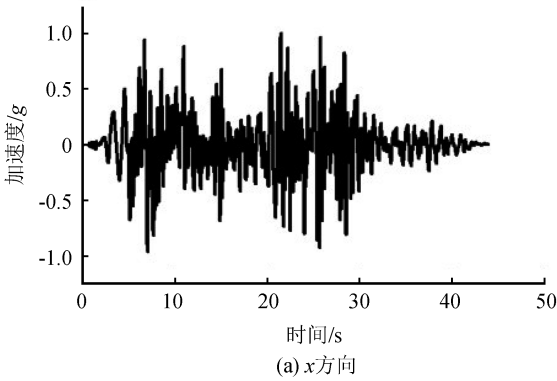


图 2 标准时程波

Fig.2 Standard time history wave

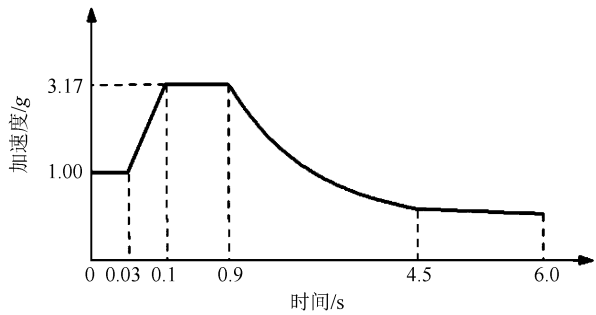


图 3 标准反应谱

Fig.3 Standard response spectrum

1.3 测点布置

瓷质材料为脆性材料,支柱类瓷质设备在地震作用下主要承受弯矩荷载,主要破坏形式为套管根部开裂。在设备每节瓷瓶根部的 x 向和 y 向位置粘贴应变片;在每节瓷瓶顶部放置加速度传感器,测试设备关键部位的加速度响应;在振动台台面 x 向和 y 向布置加速度传感器,测试振动台输出强度。

1.4 输入地震波

试验输入白噪声随机波频率范围为 $0.1\sim50$ Hz,加速度峰值为 $0.05g$,持续时间 150 s ,测试设备的自振频率。

振动台试验输入波形是根据特高压工程的特殊性,参照 IEEE 693-2005 等相关标准^[7-9],由中国电力科学研究院和中国地震灾害防御中心共同提出的标准时程波^[10-15]。加速度峰值为 $1.0g$ 的标准时程波如图 2 所示,标准时程波对应的反应谱频谱特性如图 3 所示。

1.5 试验工况

本文先对不加减震装置的抗震结构进行振动台试验,再对安装减震装置的减震结构进行振动台试

验,以研究减震装置对互连电气设备的减震效果。对于抗震结构分别输入加速度峰值为 $0.1g$ 的 x 向和 y 向的地震波(试验过程中抗震结构避雷器根部应变较大,为了防止设备损坏,故不再做更大地震等级的振动台试验)。对于减震结构分别输入加速度峰值为 $0.1g$ 、 $0.2g$ 、 $0.4g$ 的 x 向和 y 向的地震波。具体试验加载工况如表 3 所列。

1.6 减震器恢复力模型

减震的恢复力-位移滞回曲线本构模型可以采

表 3 试验加载工况

Table 3 Loading cases of the test

结构类型	加载工况	地震激励波	激励方向	目标峰值加速度 /g
抗震结构	1	白噪声	$x+y$	0.05
	2	标准时程波	x	0.1
	3	标准时程波	y	0.1
	4	白噪声	$x+y$	0.05
减震结构	5	白噪声	$x+y$	0.05
	6	标准时程波	x	0.1
	7	标准时程波	y	0.1
	8	标准时程波	$x+y$	0.1
	9	标准时程波	$x+y$	0.2
	10	标准时程波	$x+y$	0.4
	11	白噪声	$x+y$	0.05

用双线性滞回模型^[16]模拟(图 4)。图中 F_y 为屈服力; x_y 为屈服位移; x_0 为减震器的最大位移;屈服刚度 k_e ; 屈服后刚度 k_h ;等效刚度 k_d 。

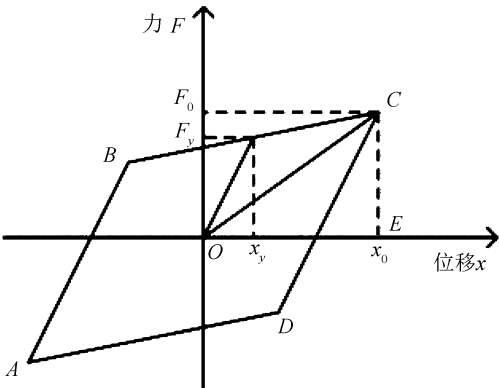


图 4 双线性滞回模型

Fig.4 Bilinear hysteretic model

$$k_h=\frac{F_0-F_y}{x_0-x_y},k_e=\frac{F_y}{x_y},k_d=\frac{F_0}{x_0}\tag{1}$$

当减震器的最大位移为 $\pm x_0$ 时,在一个滞回循环中耗散的能量为:

$$E_D=4(k_e-k_h)x_y(x_0-x_y)\tag{2}$$

最大应变能为:

$$E=\frac{k_dx_0^2}{2}\tag{3}$$

则可以得到减震装置等效阻尼比

$$\zeta_d=\frac{E_D}{4\pi E}\tag{4}$$

避雷器设备和互感器设备对应减震器的参数如表 4 所列。

2 试验结果分析

通过白噪声扫频得到抗震结构及减震结构的自振频率如表 5 所列。各工况标准时程波试验得到抗

震结构及减震结构的加速度及应变响应如表 6 所列。

表 4 减震器参数

Table 4 Parameters of the damper				
设备名称	屈服力 /kN	屈服前刚度 /(kN·mm ⁻¹)	屈服后刚度 /(kN·mm ⁻¹)	极限位移 /mm
避雷器设备	50	90	4.5	5
互感器设备	30	80	4.0	5

表 5 设备自振频率

Table 5 Natural frequency of equipment					
结构类型	工况 名称	避雷器设备/Hz		互感器设备/Hz	
		x 向一阶	y 向一阶	x 向一阶	y 向一阶
抗震结构	1	1.18	0.97	1.18	1.24
	5	1.18	0.97	1.18	1.21
减震结构	6	1.07	1.07	1.07	1.21
	12	0.98	1.03	0.98	1.20

2.1 动力特性分析

从表 5 中可看出,抗震结构试验前后设备的频率变化较小,互感器设备 y 向自振频率减小了 2.4%;减震结构试验前后 x 向自振频率减小了 8.4%,这是由于减震装置在经历较大地震波作用后产生了一定的塑性变形,略微减小了互连设备的整体刚度,造成设备频率降低;互连设备安装减震装置后,设备 x 向自振频率减小了 9.3%, y 向自振频率变化较小,减震装置对互连设备的整体刚度影响较小,基本不会影响设备本身的正常运行。结合试验结果,试验过程中避雷器设备最大应力为 37.3 Ma (弹性模量取值为设备拉伸和压缩时所测弹性模量的均值,故应变换算应力时取应变拉压峰值的均值),小于设备破坏应力 55 MPa;互感器设备最大应力 25.4 MPa,小于设备破坏应力 45 MPa。同时通过外观检查未发现设备瓷瓶出现裂缝,设备本身无损伤。

2.2 应变响应分析

各工况地震波激励作用下,通过布置在设备关键部位的加速度计和应变计测得的设备加速度响应和应变响应最大值如表 6 所列。表中负应变值代表压应变,正应变值代表拉应变。通过抗震试验及减震试验的结果对比得到减震器的减震效率,参考规范^[17]中减震效率的计算公式:

$$\mu_\sigma=\frac{\sigma_f-\sigma_b}{\sigma_f}\tag{5}$$

式中: μ_σ 为应力减震系数; σ_f 为电气设备未安装减震器时的应力,MPa; σ_b 为电气设备减震结构的应力,MPa。

通过互连设备抗震和减震试验结果可知：

(1) 抗震结构 x 向地震波作用下设备的地震响应大于 y 向地震波,对于避雷器和互感器设备组成的互连耦合结构, x 方向为设备抗震性能较弱方向；避雷器设备的应变响应大于互感器设备,在地震波作用下避雷器设备的抗震性能较弱,属于易损设备,

表 6 振动台试验结果
Table 6 Shaking table test results

工况名称	设备名称	响应方向	最大应变 / $\mu\epsilon$	应变均值 / $\mu\epsilon$	振动台台面加速度峰值 / g	设备顶端加速度 / g
2	避雷器	x	-373/212	292.5	0.143	0.457
	互感器	x	-86/98	92	0.133	0.586
3	避雷器	y	-333/236	284.5	0.140	0.651
	互感器	y	-92/90	91	0.136	0.523
6	避雷器	x	-103/54	78.5	0.159	0.360
	互感器	x	-27/46	36.5	0.149	0.399
7	避雷器	y	-69/82	75.5	0.164	0.247
	互感器	y	-79/49	64	0.154	0.460
8	避雷器	x	-97/60	78.5	0.159	0.466
		y	-51/56	53.5	0.162	0.211
	互感器	x	-29/38	33.5	0.152	0.397
		y	-72/43	57.5	0.149	0.415
9	避雷器	x	-73/161	117	0.291	0.579
		y	-77/117	97	0.294	0.410
	互感器	x	-23/98	60.5	0.275	0.747
		y	-139/84	111.5	0.266	0.832
10	避雷器	x	-324/271	297.5	0.562	1.007
		y	-265/287	276	0.580	0.998
	互感器	x	-120/155	137.5	0.546	1.651
		y	-254/154	204	0.513	1.745

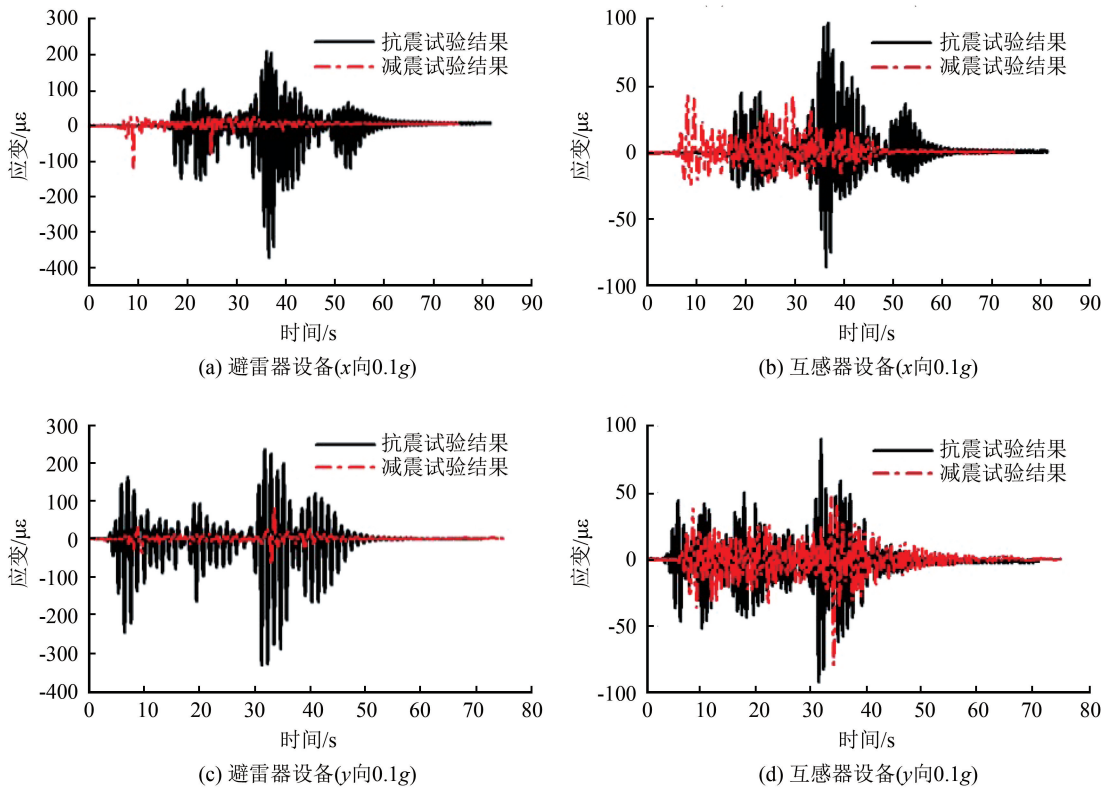


图 5 设备根部应变时程曲线

Fig.5 Strain time history curves at the bottom of equipment

这是由于互感器设备重量较轻,刚度较大,频率较高,在地震波作用下的地震响应相对较小。

(2) 对于互连设备减震结构,在同等输入 x 向加速度峰值 $0.1g$ 地震波工况下避雷器设备应变响应减震效率为 73.16% ,互感器设备减震效率为 60.33% ; y 向地震波工况下避雷器设备减震效率为 73.46% ,互感器设备减震效率为 29.67% 。互连电气设备加装减震器后在 $0.4g$ 峰值加速度地震波作用下设备无损伤,避雷器和互感器设备阻尼比较小,抗震结构按照线性计算所得 $0.4g$ 峰值加速度减震器对于避雷器设备和互感器设备的减震效率分别约为 $75\%、50\%$,尤其对避雷器设备(易损设备)减震效率显著,大幅提升了互连电气设备的抗震能力。互连

设备减震结构在相同加速度峰值地震波作用下,双向输入相对于单向输入的应变响应有一定幅度的减小。

2.3 加速度响应

振动台试验测得各工况抗震结构及减震结构设备顶端加速度时程曲线见图 6。参考式(5)进行加速度减震效率计算,计算式为:

$$\mu_a = \frac{a_f - a_b}{a_f} \tag{6}$$

式中: μ_a 为加速度减震系数; a_f 为电气设备未安装减震器时的设备顶端加速度, $m \cdot s^{-2}$; a_b 为电气设备减震结构设备顶端加速度, $m \cdot s^{-2}$ 。

由表 6 及图 6 的试验结果及数据曲线可知:

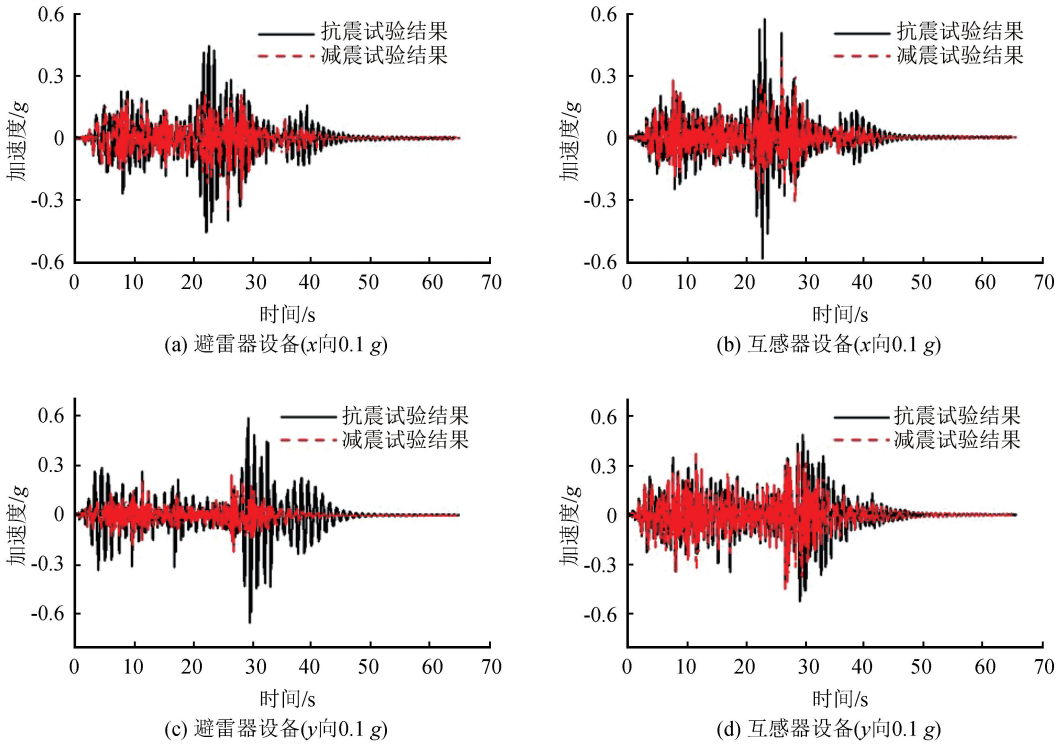


图 6 设备顶部加速度时程曲线

Fig.6 Acceleration time history curves at the top of equipment

(1)同样采用线性计算得到 $0.4g$ 峰值加速度地震波作用下抗震结构设备顶端加速度值, x 方向设备顶端加速度减震系数避雷器为 44.91% ,互感器为 36.60% ; y 方向设备顶端加速度减震系数避雷器为 61.67% ,互感器为 16.59% 。减震结构设备顶端加速度幅值有较大幅度的减小,减震器的耗能效果明显;避雷器和互感器设备的试验结果显示,安装减震器后易损设备避雷器顶端加速度减小幅度大于互感器设备,减震器较大地提升了易损设备避雷器的抗震能力,从而提升了互连结构系统的抗震性能。

(2) 减震器具有较大的屈服刚度,可以满足电气设备的抗风、端子力等力学性能要求;在地震波作用下,减震器进入屈服状态,增大结构阻尼比,产生耗能,保护电气设备在地震作用下不被损坏。

3 结论

(1) 避雷器设备和互感器设备通过管母线连接成互连系统后,由于互感器设备重量相对较小,刚度较大,频率较高,在地震波作用下避雷器设备的地震响应大于互感器设备,避雷器设备属于易损设备;互连系统

沿管母线方向的地震响应大于垂直于管母线方向。

(2) 互连系统安装减震器后,自振频率略微减小,减震器具有较大的屈服刚度,基本不会影响电气设备的正常运行。

(3) 互连系统安装减震器后,在较大峰值加速度地震波作用下互连系统减震效果显著,对于易损设备避雷器的减震效率达到 75% 以上,大幅提升了互连系统的抗震能力。安装减震器后的互连设备在相同加速度峰值地震波作用下,双向输入相对于单向输入的应变响应有一定幅度的减小。

参考文献(References)

- [1] 钟珉,程永锋,代泽兵,等.变电站电气设备分级抗震设防原则研究[J].地震工程学报,2015,37(2):571-576.
ZHONG Min, CHENG Yongfeng, DAI Zebing, et al. Study on Grading Seismic Fortification Standards of Electrical Equipment at Transformer Substation[J]. China Earthquake Engineering Journal, 2015, 37(2): 571-576.
- [2] 程永锋,朱全军,卢智成.变电站电力设施抗震措施研究现状与发展趋势[J].电网技术,2008,32(22):84-89.
CHENG Yongfeng, ZHU Qunjun, LU Zhicheng. Progress and Development Trend on Seismic Measures of Electric Power Equipments in Transformer Substation[J]. Power System Technology, 2008, 32(22): 84-89.
- [3] 张军,齐立忠,李科文,等.电瓷型高压电气设备的抗震试验及有限元分析[J].电力建设,2011,32(7):6-10.
ZHANG Jun, QI Lizhong, LI Kewen, et al. Shock Test and Finite Element Analysis of Porcelain High-voltage Electrical Equipment[J]. Electric Power Construction, 2011, 32(7): 6-10.
- [4] 张文强,郝际平,解琦,等.国内外电瓷型高压电气设备瓷套管连接设计比较研究[J].电瓷避雷器,2010(2):15-20.
ZHANG Wenqing, HAO Jiping, XIE Qi, et al. Comparative Study on Porcelain Insulators Design for High-voltage Electric Equipment at Home and Abroad[J]. Insulators and Surge Arresters, 2010(2): 15-20.
- [5] 李亚琦,李小军,刘锡荟,等.电力系统抗震研究概况[J].世界地震工程,2002,18(4):79-84.
LI Yaqi, LI Xiaojun, LIU Xihui, et al. A Summary on the Seismic Analysis in the Electrical System[J]. World Earthquake Engineering, 2002, 18(4): 79-84.
- [6] 刘振林,卢智成,孟宪政,等.用于高压电器设备的剪切型铅减震器性能影响研究[J].地震工程学报,2016,38(4):564-569.
LIU Zhenlin, LU Zhicheng, MENG Xianzheng, et al. Performance of a Shear Lead Damper Applied to High-voltage Electrical Equipment[J]. China Earthquake Engineering Journal, 2016, 38(4): 564-569.
- [7] IEEE Std 693-2005. Recommended Practice for Seismic Design of Substations[S]. 2005.
- [8] 建筑抗震设计规范:GB 50011-2010[S].北京:中国建筑工业出版社,2010:19-21.
Code for Seismic Design of Buildings:GB 50011-2010[S]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2010: 19-21.
- [9] 电力设施抗震设计规范:GB 50260-2013[S].北京:中国计划出版社,2013:12-15.
Code for Seismic Design of Electrical Installations:GB 50260-2013[S]. Beijing: China Planning Press, 2013: 12-15.
- [10] 尤红兵,张郁山,赵凤新.电气设备振动台试验输入的合理确定[J].电网技术,2012,36(5):118-124.
YOU Hongbing, ZHANG Yushan, ZHAO Fengxin. Reasonable Determination of Input Waves for Shake-table Test of Electrical Equipments[J]. Power System Technology, 2012, 36(5): 118-124.
- [11] 中国电力科学研究院.特高压变电设备抗震试验技术研究[R].北京:中国电力科学研究院,2012.
China Electric Power Research Institute. Technical Report on Study of Seismic Test Technology of UHV Electric Equipment[R]. Beijing: China Electric Power Research Institute, 2012.
- [12] 程永锋,卢智成,刘振林,等.川藏联网工程复合材料电气设备地震模拟振动台试验研究[J].电力建设,2015,36(3):49-58.
CHENG Yongfeng, LU Zhicheng, LIU Zhenlin, et al. Experimental Study of Earthquake Simulation Shaking Table on Electrical Equipment of Composite Material for Sichuan—Tibet Interconnection Project[J]. Electric Power Construction, 2015, 36(3): 49-58.
- [13] 程永锋,邱宁,卢智成,等.硬管母线连接的 1 000 kV 避雷器和电容式电压互感器抗震性能振动台试验[J].高电压技术,2014,40(12):3882-3887.
CHENG Yongfeng, QIU Ning, LU Zhicheng, et al. Shake Table Test on Seismic Performance of 1 000 kV Arrester and Capacitor Voltage Transformer Interconnected by Tube Bus[J]. High Voltage Engineering, 2014, 40(12): 3882-3887.
- [14] 孟宪政,代泽兵,卢智成,等.500 kV 避雷器抗震性能振动台试验研究[J].电力建设,2014,35(1):35-39.
MENG Xianzheng, DAI Zebing, LU Zhicheng, et al. Shaking Table Test for Seismic Performance of 500 kV Arrester[J]. Electric Power Construction, 2014, 35(1): 35-39.
- [15] 邱宁,程永锋,钟珉,等.1 000 kV 特高压交流电气设备抗震研究进展与展望[J].高电压技术,2015,41(5):1732-1739.
QIU Ning, CHENG Yongfeng, ZHONG Min, et al. Progress and Prospect in Seismic Research of 1 000 kV UHV AC Electrical Equipment[J]. High Voltage Engineering, 2015, 41(5): 1732-1739.
- [16] 胡聿贤.地震工程学[M].北京:地震出版社,2006:315-323.
HU Yuxian. Earthquake Engineering[M]. Beijing: Seismological Press, 2006: 315-323.
- [17] 特高压瓷绝缘电气设备抗震设计及减震装置安装与维护技术规程:Q/GDW 11132-2013[S].北京:中国电力出版社,2014.
Ultra-high Voltage Porcelain Insulating Equipment and Installation/Maintenance to Energy Dissipation Devices: Q/GDW 11132-2013[S]. Beijing: China Electric Power Press, 2014.