

低压防雷器件响应时间测试

任晓明^{1,2}, 蔡振新², 傅正财¹

(1 上海交通大学 电气工程系, 上海 200240)

2 上海市防雷中心, 上海 201615)



任晓明 (1977—), 男, 工程师, 博士研究生, 研究方向为防雷测试技术及电磁兼容。

摘要: 目前, 对低压防雷器件 (气体放电管、压敏电阻、暂态抑制二极管等) 的响应时间的定义和测试方法尚未统一。为了使各器件对暂态过电压的响应能力在同一测试平台上具有可比性, 选择上升时间在 1 ns 左右的矩形脉冲发生器作为测试响应时间的设备, 响应时间统一到 IEC 61643-321 对雪崩二极管响应时间的定义上来。分别对气体放电管、压敏电阻、暂态抑制二极管试品进行了响应时间测试, 通过分析这些试品的响应特性, 证实所提的响应时间测试方法可行。

关键词: 防雷器件; 响应时间; 上升时间; 矩形脉冲发生器

中图分类号: TM 862 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-5531(2007) 19-0050-04

Response Time Test for Low Voltage Lightning Protection Device

REN Xiaoming^{1,2}, CAI Zhenxin², FU Zhengcai¹

(1. Department of Electrical Engineering, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200240, China)

2. Shanghai Lightning Protection Center, Shanghai 201615, China)

Abstract The definition of the response time and test method toward lightning protection equipment such as gas discharge tube (GDT), metal oxide varistors (MOV) and transient voltage suppressors (TVS), haven't been unified until now. IEC 61643-321 defined the response time of avalanche breakdown diode (ABD) which indicates its capability to response the impulse current. Therefore, in order to enable the response time of various lightning protection equipment to be comparable, rectangle pulse generator with the rise-time of μs as chosen as the test equipment, the definition of response time by IEC 61643-321 was applied. By testing the response time of GDT, MOV and TVS, the test platform and the definition of response time are proved to be effective when refers to the response character of these equipment.

Key words lightning protection equipment; response time; rise time; rectangle pulse generator

0 引言

目前, 各种低压防雷器件 (气体放电管、压敏电阻、暂态抑制二极管) 广泛应用于电涌保护器 (SPD)。许多厂家在产品中往往会注明响应时间, 以此来说明产品能对雷电流快速响应。但对于响应时间的定义和测试方法却存在不少争议。IEC 61643-321 对雪崩二极管的响应时间进行了定义, 响应时间是指雪崩二极管响应脉冲电流的

能力, 它的时间是峰值电压时刻 t_1 和零值时刻 t_0 的差值, 如图 1 所示^[1,2]。测试方法跟测量箱位电压的测试方法一致, 标准推荐用的测试波形是 10/1 000 μs (或 8/20 μs)。但在 IEC 61643-311 和 IEC 61643-331 中都未对气体放电管和金属氧化物压敏电阻 (MOV) 的响应时间和测试方法进行定义^[3,4]。虽然 IEC 61643-321 规定了测试方法, 但推荐使用的测试波形波头时间都是微秒级的, 难以反映各种低压防雷器件的快速响应。因

蔡振新 (1947—), 男, 教授级高级工程师, 研究方向为防雷技术。

傅正财 (1965—), 男, 教授, 博士生导师, 研究方向为高电压试验设备及试验技术及电力系统过电压防雷保护。

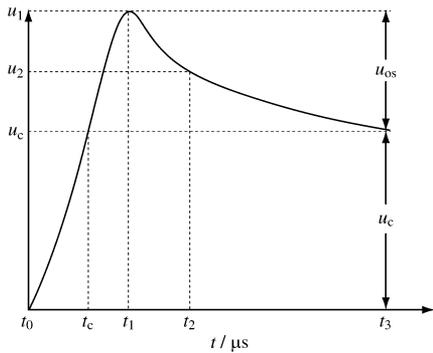


图 1 雪崩二极管的响应时间

此,为了使各种低压防雷器件的响应时间具有可比性,拟选择上升时间在 1 ns 左右的矩形脉冲发生器作为测试响应时间的设备,响应时间统一到 EC 61643-321 对响应时间的定义上来,为了便于测量和读数,采用上升时间来示值。

1 各种防雷器件响应时间测试

测试用矩形脉冲发生器主要技术指标为: 输出脉冲幅值 (50 Ω 负载) (0~2 000) U ±10%, 脉冲宽度 0.05~1 μs, 上升时间 1 ns ±30%。设备输出衰减器选用 1 000 倍, 脉冲宽度选用 1 μs。

1.1 气体放电管响应时间测试

气体放电管是一种间隙式的防雷保护元件,在通信系统的防雷保护中获得了广泛的应用^[5-8]。测试样品为两个典型型号 T83-A90x 和 T83-A230x 的试品,它们首次被击穿时分别对应的一组响应数据如表 1 所示。两个型号在不同的冲击电压下上升时间 < 2 ns, 说明选择的测试设备足以测量放电管的响应时间。图 2 为 T83-A230x 首次被击穿时对应的矩形脉冲响应波形,图 3 为 T83-A230x 在 1.2/50 μs 冲击电压下的波形。表 2 为在不同脉冲电压发生器下数据对比。分析放电管的响应特性数据和图形可知,放电管的方波响应测试也符合放电管的伏秒特性。放电

表 1 首次被击穿时对应的一组响应数据

型号	直流放电电压 /V	击穿电压 /V	正极性脉冲宽 /ns	上升时间 /ns
T83-A90x	90	278	406.2	1.371
T83-A230x	230	296	275.8	1.429

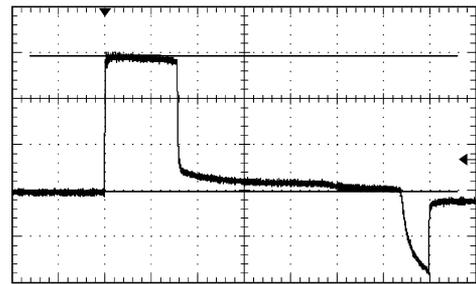


图 2 T83-A230x 方波响应波形

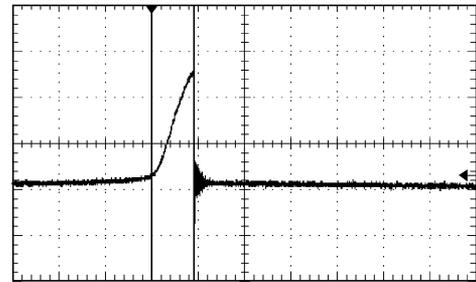


图 3 T83-A230x 1.2/50 μs 冲击响应波形

表 2 T83-A230x 在不同脉冲电压发生器下数据对比

矩形脉冲发生器		1.2/50 μs 脉冲电压发生器	
电压幅值 /V	脉宽 /ns	电压幅值 /V	脉宽 /ns
292	427.9	800	368
306	375.2	1 000	296
372	136.3	1 200	272
402	103.7	1 400	232
470	50.1	1 600	224

管的伏秒特性表征放电管点火电压与所施电压上升速率之间的关系。通过测试也发现,无论在何种测试波形下,冲击电压越高脉宽越小。这也说明,选择使用的测试设备能很好地反映放电管被 1.2/50 μs 冲击电压击穿时的尖脉冲的持续时间。

1.2 MOV 响应时间测试

压敏电阻是一种以氧化锌为主要成分的金属氧化物半导体非线性电阻,它具有非线性好、通流量大、无续流等优点,已广泛地应用于电子设备的雷电防护^[5-7]。两种型号的 MOV 试品对应的响应测试结果如表 3 所示。图 4 为无 MOV 时的电压发生器短路波形,图 5 为 MOV 接入后的响应波形。比较这两个波形和表 3 可见, S20K385 型的 MOV 箝位时的上升时间为 11~15 ns 而 MYL1-

25K621型 MOV 箝位时的上升时间为 23~35 ns, 正极性脉宽都在 1 μs 左右。由表 3 可知, 箝位电压升高的大小与上升时间和充电电压幅值有关。上升时间越短, 充电电压幅值越大, 则箝位电压的升高越大^[3,4]。测试结果跟压敏电阻在 8/20 μs 冲击电流发生器下的测量残压值趋势一致。说明所选测试在能满足响应时间测试情况下, 也能很好地反映压敏电阻的残压值。

表 3 MOV 响应数据

型号	压敏电压 /V	充电电压 /V	箝位电压 /V	上升时间 /ns
S20K385	654.3	1150	990	14.91
			990	12.71
			1030	12.56
			1050	12.40
			1050	11.47
MYL1-25K621	642.9	956	900	34.69
			930	26.19
			950	27.43
			970	25.90
			990	23.86

实验数据如表 4 所示, 实验波形如图 6 和图 7 所示。两个型号的 TVS 管在超过击穿电压时, 在 ≤10 ns 时间里, 都能迅速箝位。表现出很好的响应速度, 限制的残压也比较低。并且正极性脉宽都在 1 μs 左右。

表 4 TVS 响应数据

型号	击穿电压 /V	充电电压 /V	箝位电压 /V	上升时间 /ns
1.5KE33A	33	50	34.8	9.478
			34.8	7.863
			34.8	6.315
1.5KE200A	200	250	222	4.367
			222	4.327
			222	3.484
			222	3.484

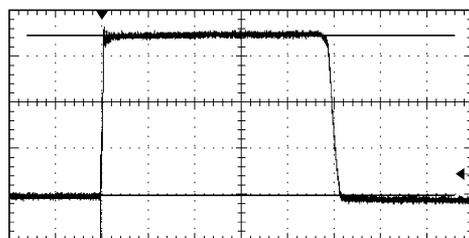


图 6 1.5KE33A 型 TVS 响应波形

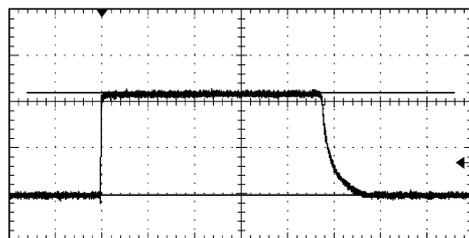


图 7 1.5KE200A 型 TVS 响应波形

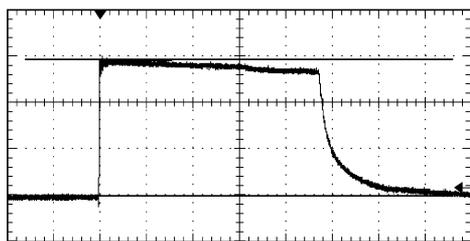


图 4 不接 MOV 时电压发生器短路波形

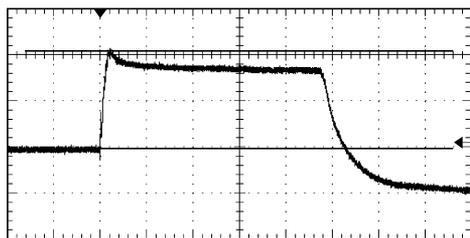


图 5 MOV 接入后方波响应波形

1.3 TVS 管响应时间测试

暂态抑制二极管 (TVS) 的工作原理类似普通稳压管, 是箝位型的干扰吸收器件^[9]。测试样品为 1.5KE33A 和 1.5KE200A 两个型号的试品,

2 结 语

本文采用上升时间在 1 ns 左右, 脉冲宽度选用 1 μs 的矩形脉冲发生器作为测试响应时间的设备, 响应时间统一到 IEC 61643-321 对响应时间的定义上来。通过对气体放电管、压敏电阻、暂态抑制二极管的响应时间测试, 证实这种测试平台和响应时间的定义能够很好地反映器件的响应特性。建议业内将响应时间的定义统一到 IEC 对雪崩二极管响应时间的定义上来, 测试仪器采用上升时间为 1 ns 的矩形波脉冲发生器, 以使不

同类型和制造商的低压防雷器件的响应时间参数具有可比性。

【参考文献】

[1] 季慧玉, 刘金琰, 蒋容兴. 低压电涌保护器及其元器件国际化研究 [J]. 低压电器, 2005(8): 59-61.
 [2] IEC 61643-321. Components for Low-Voltage Surge Protective Device-Specification for Avalanche Break-down Diode [S]. 2001.
 [3] IEC 61643-311. Components for Low-Voltage Surge Protective Device-Specification for Gas Discharge Tubes [S]. 2001.
 [4] IEC 61643-331. Components for Low-Voltage Surge Protective Device-Specification for Metal Oxide Varis-

tors [S]. 2003.
 [5] 张小青. 建筑物内电子设备的防雷保护 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2000.
 [6] 陈志清, 谢恒堃. 氧化锌压敏瓷及其在电力系统中的应用 [M]. 北京: 水利电力出版社, 1992.
 [7] 吴维韩, 何金良, 高玉明, 等. 金属氧化物非线性电阻特性和应用 [M]. 北京: 清华大学出版社, 1999.
 [8] ITU-TK. 12 Characteristics of Gas discharge Tubes for the Protection of Telecommunications Installations [S]. 2000.
 [9] 徐桂善. 瞬态电压抑制器 TVS的特性及应用 [J]. 世界电子元器件, 1999(6): 54-55

收稿日期: 2007-02-06

(上接第 44 页)

表 1 谐波电流和电压的计算值

	电 容 /kvar	
	100	200
I_{c1} / A	144	289
I_{c5} / A	33	82
I_{c7} / A	32	124
I_{c11} / A	137	87
I_{c13} / A	250	50
I_c / A	323	340
I_{k5} / A	198	248
I_{k7} / A	98	190
I_{k11} / A	171	54
I_{k13} / A	221	22
U_1 / V	400	400
U_5 / V	11	13
U_7 / V	7	14
U_{11} / V	20	6
U_{13} / V	31	3
U / V	519	462

$Q_c = P (\tan \varphi_1 - \tan \varphi_2)$; 而 L 电感值的计算由于受到系统阻抗、调谐频率机电抗器制造工艺等因素的影响, 很难计算。根据经验 X_L 一般占 X_C 的 4% 左右, 即 5 次谐波滤波器的调谐频率必须

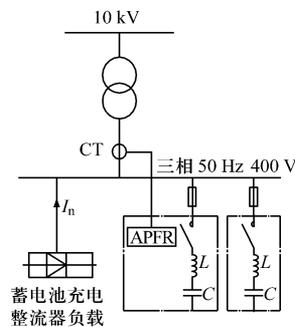


图 3 谐波滤波电容器组

率小于 250 Hz 在 248 Hz 时便能使 5 次谐波滤波器在该次谐波频率形成非常低的阻抗, 让大部分该次谐波电流流入谐波滤波器。谐波滤波器和自动投切电容器柜的控制方式皆依据负载所需的无功功率, 由功率因数调整器 (APFR) 自动调整。

4 结 语

由上述实例分析可知, 设计无功功率补偿系统时, 谐波是一个重要的因素。只要妥善设计, 谐振情况可以避免, 使注入公共电网的谐波量符合谐波标准的限制值。

【参考文献】

[1] 工业与民用配电手册 [M].
 [2] Martti Tuomänen. 实际应用中的谐波改善和无功补偿 [Z].

收稿日期: 2007-06-12