

SPD 标称放电电流 I_n 的选择

平 帅

(广州雷迅电子有限公司, 广州 510620)

前 言

在低压配电系统中, 安装于建筑物入口处, 即 LPZ0A 或 LPZ0B 区与 LPZ1 区交界处的 B 级电涌保护器主要用于泻放电源线路遭受直接雷击或电源线路感应雷电时的雷电流能量, 而次级 (C 级或者 D 级) 电涌保护器主要用于钳制电源线路的过电压, 防止设备因过电压冲击而损坏。而在 GB 50057-94 (2000 版)《建筑物防雷设计规范》中仅对 B 级电涌保护器标称放电电流 I_n 值的选择规定的较为清楚, 而对次级 (C 级或者 D 级) 电涌保护器标称放电电流 I_n 值的选择规定的较为模糊, 在新的国标 GB 50343-2004《建筑物电子信息系统防雷技术规范》颁布后, 关于次级电涌保护器标称放电电流 I_n 值的选择存在一些争议, 本文就此提出一些观点供业内技术专家进行讨论。

1 电涌保护器标称放电电流 I_n 值的选择原则

对于在建筑物中所使用的电涌保护器 (SPD) 设备 GB 50057-94 (2000 版)《建筑物防雷设计规范》这本国家强制执行标准做了如下要求: 标准第 6.4.4 条规定“电涌保护器必须能承受预期通过它们的雷电流, 并应符合以下两个附加要求: 通过电涌时的最大箝压, 有能力熄灭在雷电流通过后产生的工频续流。”

在建筑物进线处和其它防雷区界面处的最大电涌电压, 即电涌保护器的最大箝压加上其两端引线的感应电压应与所属系统的基本绝缘水平和设备允许的最大电涌电压协调一致。为使最大电涌电压足够低, 其两端的引线应做到最短。在不同界面上的各电涌保护器还应与其相应的能量承受能力相一致。

GB 50057-94 (2000 版)《建筑物防雷设计规范》标准的表 6.4.4 同 GB 50343-2004《建筑物电子信息系统防雷技术规范》标准的表 5.4.1-1 是一样的, 后者引用前者, 表中的数据都来自于 IEC 标准。可见二者在对电涌保护器的选择和保护目的上是一致的。都是依据线路中设备所能承受的冲击过电压值来进行选择。IEC 标准将由电网供电的电气设备按其耐雷电脉冲过电压水平划分为四级, 以便合理地确定不同的防护措施。雷电脉冲过电压可随雷电传导方向衰减, 但调查表明这种衰减并不明显, 更合理和实用的确定过电压水平的方法是概率统计法。

然而, 虽然两标准在对 SPD 标称放电电流 I_n 值的选择上都留有一定的“裕度”, 并选择了相同的依据, 但是却存在有很大的分歧。主要分歧在于 GB 50057 标准考虑的出发点是“考虑到雷电流分配到电源系统的最恶劣环境下, 后级线路残余感应电压为前级 SPD 残压的两倍的情况下, 后级线路残余感应电压应小于被保护设备耐压水平的 80%。”而 GB 50343 标准建议“从安全和可靠性的角度考虑, 应在计算值的基础上增大后级 SPD 耐雷电冲击电流的裕度”并且给出了“系数为 5 倍”

的参数。因此在其标准的表 5.4.1-2 中建议“第二级 SPD 的标称放电电流 I_n 值为 $8/20\mu s$ 波形下 40kA，第三级 SPD 的标称放电电流 I_n 值为 $8/20\mu s$ 波形下 20kA。”而我们参看 GB 50057 第 6.4.8 条和第 6.4.9 条的要求的话其对标称放电电流的要求要小得多，仅仅不小于 $8/20\mu s$ 波形，3kA 或 5kA。为什么两部标准的分歧会如此之大呢？究竟哪一个更合理一些呢？GB 50343 标准建议的 5 倍的安全裕度系数是否合理呢？这有待于行业内的专家进行进一步的讨论。以下是作者关于次级电涌保护器标称放电电流 I_n 值的选择的建议。

2 B 级电涌保护器标称放电电流 I_n 值的选择

A、LPZ0A 或 LPZ0B 区与 LPZ1 区交界处所选用安装的 SPD 标称放电电流 I_n 的计算

表 1 LPZ0A 或 LPZ0B 区与 LPZ1 区交界处无屏蔽线路 SPD 标称放电电流 I_n 的选择

	TT 系统	TN 系统	IT 有中性线	IT 无中性线	单相电源系统
一类建筑物	25kA/25kA	25kA/25kA	25kA/25kA	33.3kA/35kA	33.3kA/35kA
二类建筑物	18.75kA/25kA	18.75kA/25kA	18.75kA/25kA	25kA/25kA	25kA/25kA
三类建筑物	12.5kA/15kA	12.5kA/15kA	12.5kA/15kA	16.5kA/25kA	16.5kA/25kA

注：1、依据标准以上计算为考虑到 50%雷电流分配到电源系统的最恶劣环境下的计算。雷电流参数依据本标准表 6.1 提供的参数计算。

2、数据为：计算值 I_n 值/所选型号 I_n 值。此 I_n 值为 $10/350\mu s$ 波形 SPD 通流幅值。

表 2 LPZ0A 或 LPZ0B 区与 LPZ1 区交界处有屏蔽线路 SPD 标称放电电流 I_n 的选择

	TT 系统	TN 系统	IT 有中性线	IT 无中性线	单相电源系统
一类建筑物	15kA/15kA	15kA/15kA	15kA/15kA	20kA/25kA	20kA/25kA
二类建筑物	11.25kA/15kA	11.25kA/15kA	11.25kA/15kA	15kA/15kA	15kA/15kA
三类建筑物	7.5kA/15kA	7.5kA/15kA	7.5kA/15kA	10kA/15kA	10kA/15kA

注：1、依据标准以上计算为考虑到 30%雷电流分配到电源系统的最恶劣环境下的计算。雷电流参数依据本标准表 6.1 提供的参数计算。

2、数据为：计算值 I_n 值/所选型号 I_n 值。此 I_n 值为 $10/350\mu s$ 波形 SPD 通流幅值。

B、LPZ0A 或 LPZ0B 区与 LPZ1 区交界处所选用安装的 SPD 标称放电电流 I_n 的计算过程：

① 按照 GB 50057-94 附表 6.1 确定建筑雷电流幅值。I 类：200kA；II 类：150kA；III 类：100kA。

② 确定所需计算的配电方式中需保护的线数。TT、TN、有中性线的 IT 按需保护四线计算。无中性线的 IT 和单相电源系统按需保护三线计算。对于单相电源系统按需保护三线计算的原因是：1、目前建筑物配电设计规范 GB 50054 设计为三线；2、其前端供电是由三相电源分出的，雷电分流等效于无中性线的 IT 系统。

③ 依据 GB 50057-94 标准，对于无屏蔽线路和有屏蔽线路分别按 50%、30%雷电流分配到电源系统计算。

3 C 级电涌保护器标称放电电流 I_n 值的选择

A、远端设备处所选用安装的 SPD 标称放电电流 I_n 的计算

表3 远端设备处 SPD 标称放电电流 I_n 的选择

	TT 系统	TN 系统	IT 有中性线	IT 无中性线	单相电源系统
一类建筑物	12.5kA/20kA	12.5kA/20kA	12.5kA/20kA	16.7kA/20kA	16.7kA/20kA
二类建筑物	9.375kA/10kA	9.375kA/10kA	9.375kA/10kA	12.5kA/20kA	12.5kA/20kA
三类建筑物	6.25kA/10kA	6.25kA/10kA	6.25kA/10kA	8.35kA/10kA	8.35kA/10kA

注：1、依据标准以上计算为考虑到两倍发射波叠加下，线路残余感应电压小于被保护设备耐压水平的 80% 时的计算。雷电流参数依据本标准表 6.2 提供的参数计算。

2、数据为：计算值 I_n 值/所选型号 I_n 值。此 I_n 值为 8/20 μ s 波形 SPD 通流幅值。

远端设备处所选用安装的 SPD 标称放电电流 I_n 的计算过程：

- ①按照 GB 50057-94 附表 6.2 确定建筑雷电流幅值。I 类：50kA；II 类：37.5kA；III 类：25kA。
- ②确定所需计算的配电方式中需保护的线数。TT、TN、有中性线的 IT 按需保护四线计算。无中性线的 IT 和单相电源系统按需保护三线计算。
- ③依据 GB 50057-94 标准，按 50% 雷电流分配到电源系统计算。

B、后级线路安装的 SPD 标称放电电流 I_n 的计算

表4 线路残余感应电压小于被保护设备耐压水平的 80% 时后级无屏蔽线路 SPD 标称放电电流 I_n 的选择

	TT 系统	TN 系统	IT 有中性线	IT 无中性线	单相电源系统
一类建筑物	14.5kA/20kA	14.5kA/20kA	14.5kA/20kA	18.65kA/20kA	18.65kA/20kA
二类建筑物	11.375kA/20kA	11.375kA/20kA	11.375kA/20kA	14.5kA/20kA	14.5kA/20kA
三类建筑物	8.25kA/10kA	8.25kA/10kA	8.25kA/10kA	10.35kA/20kA	10.35kA/20kA

表5 线路残余感应电压小于被保护设备耐压水平的 80% 时后级有屏蔽线路 SPD 标称放电电流 I_n 的选择

	TT 系统	TN 系统	IT 有中性线	IT 无中性线	单相电源系统
一类建筑物	9.5kA/10kA	9.5kA/10kA	9.5kA/10kA	12kA/20kA	12kA/20kA
二类建筑物	6.825kA/10kA	6.825kA/10kA	6.825kA/10kA	9.5kA/10kA	9.5kA/10kA
三类建筑物	5.75kA/10kA	5.75kA/10kA	5.75kA/10kA	7kA/10kA	7kA/10kA

注：1、依据标准以上计算为考虑到两倍发射波叠加下，线路残余感应电压小于被保护设备耐压水平的 80% 时的计算。雷电流参数依据本标准表 6.2 提供的参数计算。线路参数依据国家标准推荐的引线长度为 1m 时（电感为 1 μ H/m）。

2、数据为：计算值 I_n 值/所选型号 I_n 值。此 I_n 值为 8/20 μ s 波形 SPD 通流幅值。

后级线路安装的 SPD 标称放电电流 I_n 的计算过程：

- ①按照 GB 50057-94 附表 6.2 确定建筑雷电流幅值。I 类：50kA；II 类：37.5kA；III 类：25kA。
- ②确定所需计算的配电方式中需保护的线数。TT、TN、有中性线的 IT 按需保护四线计算。无中性线的 IT 和单相电源系统按需保护三线计算。
- ③依据 GB 50057-94 标准，对于无屏蔽线路和有屏蔽线路分别按 50%、30% 雷电流分配到电源系统计算。

C、I、II 类设备处所选用安装的 SPD 标称放电电流 I_n 如下表：

表6 I、II 类设备 SPD 标称放电电流 I_n 的选择

	TT 系统	TN 系统	IT 有中性线	IT 无中性线	单相电源系统
一类建筑物	12.5kA/20kA	12.5kA/20kA	12.5kA/20kA	16.7kA/20kA	16.7kA/20kA
二类建筑物	9.375kA/10kA	9.375kA/10kA	9.375kA/10kA	12.5kA/20kA	12.5kA/20kA
三类建筑物	6.25kA/10kA	6.25kA/10kA	6.25kA/10kA	8.35kA/10kA	8.35kA/10kA

注：1、依据标准以上计算为考虑到两倍发射波叠加下，线路残余感应电压小于被保护设备耐压水平的 80%时的计算。雷电流参数依据本标准表 6.2 提供的参数计算。线路参数依据国家标准推荐的引线长度为 1m 时（电感为 $1\mu\text{H/m}$ ）。

2、数据为：计算值 I_n 值/所选型号 I_n 值。此 I_n 值为 $8/20\mu\text{s}$ 波形 SPD 通流幅值。

I、II 类设备处所选用安装的 SPD 标称放电电流 I_n 的计算过程：

①按照 GB 50057-94 附表 6.2 确定建筑雷电流幅值。I 类：50kA；II 类：37.5kA；III 类：25kA。

②确定所需计算的配电方式中需保护的线数。TT、TN、有中性线的 IT 按需保护四线计算。无中性线的 IT 和单相电源系统按需保护三线计算。

③依据 GB 50057-94 标准，按 50%雷电流分配到电源系统计算。

4 结 论

1. GB 50057-94（2000 版）《建筑物防雷设计规范》标准同 GB 50343-2004《建筑物电子信息系统防雷技术规范》标准在对电涌保护器的选择和保护目的上是一致的。都是依据 IEC 标准提供的数据，按照线路中设备所能承受的冲击过电压值来进行选择。但是两标准在对次级电涌保护器标称放电电流 I_n 值的选择存在一些分歧。

2. 建筑物入口处，即 LPZ0A 或 LPZ0B 区与 LPZ1 区交界处安装的电涌保护器（SPD）的标称放电电流 I_n 值的选择 GB 50057-94（2000 版）《建筑物防雷设计规范》规定的较为清楚，对于次级电涌保护器标称放电电流 I_n 值的选择，第二级 SPD 的标称放电电流 I_n 值宜选择 $8/20\mu\text{s}$ 波形下 20kA，第三级 SPD 的标称放电电流 I_n 值宜选择 $8/20\mu\text{s}$ 波形下 10kA。