

B.3.4 评估一个对象是否需要防雷时，应考虑建筑物的风险 R_1 、 R_2 和 R_3 。对于上述每一种风险，应当采取以下步骤（图 B.3.4）：

- 1 识别构成该风险的各分量 R_x ；
- 2 计算各风险分量 R_x ；
- 3 计算出 $R_1 \sim R_3$ ；
- 4 确定风险容许值 R_T ；
- 5 与风险容许值 R_T 比较。如对所有的风险 R 均小于或等于 R_T ，不需要防雷；如果某风险 R 大于 R_T ，应采取保护措施减小该风险，使 R 小于或等于 R_T 。

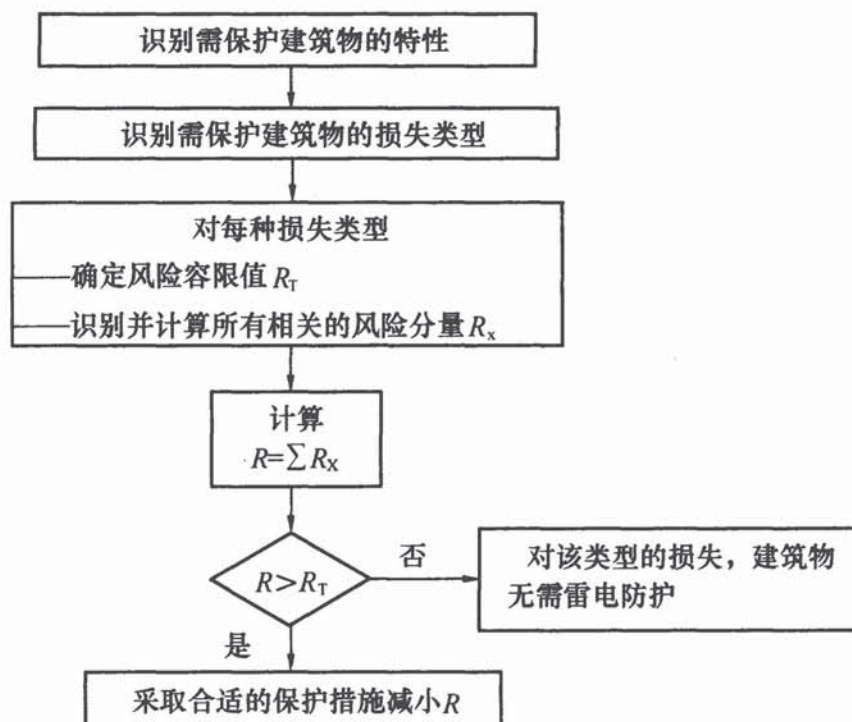


图 B.3.4 防雷必要性的决策流程

B.3.5 除了建筑物防雷必要性的评估外，为了减少经济损失 L_4 ，宜评估采取防雷措施的成本效益。保护措施成本效益的评估步骤（图 B.3.5）包括下列内容：

- 1 识别建筑物风险 R_4 的各个风险分量 R_x ；

- 2 计算未采取防护措施时各风险分量 R_X ;
- 3 计算每年总损失 C_L ;
- 4 选择保护措施;
- 5 计算采取保护措施后的各风险分量 R_X ;
- 6 计算采取防护措施后仍造成的每年损失 C_{RL} ;
- 7 计算保护措施的每年费用 C_{PM} ;
- 8 费用比较。如果 C_L 小于 C_{RL} 与 C_{PM} 之和, 则防雷是不经济的。如果 C_L 大于或等于 C_{RL} 与 C_{PM} 之和, 则采取防雷措施在建筑物的使用寿命期内可节约开支。

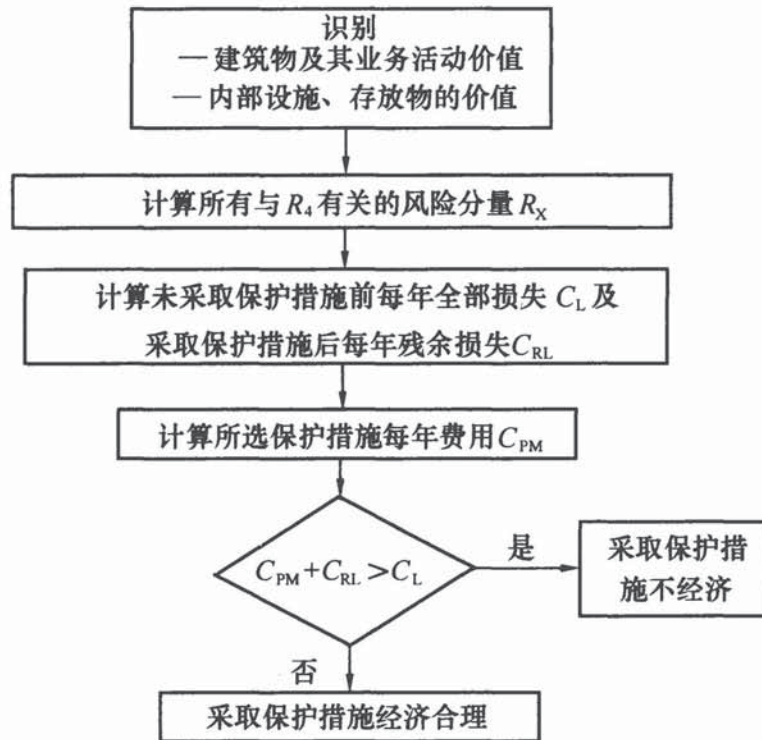


图 B. 3. 5 评价保护措施成本效益的流程

B. 3. 6 应根据每一风险分量在总风险中所占比例并考虑各种不同保护措施的技术可行性及造价, 选择最合适的防护措施。应找出最关键的若干参数以决定减小风险的最有效防护措施。对于每一类损失, 可单独或组合采用有效的防护措施, 从而使 R 小于或等于 R_T (图 B. 3. 6)。

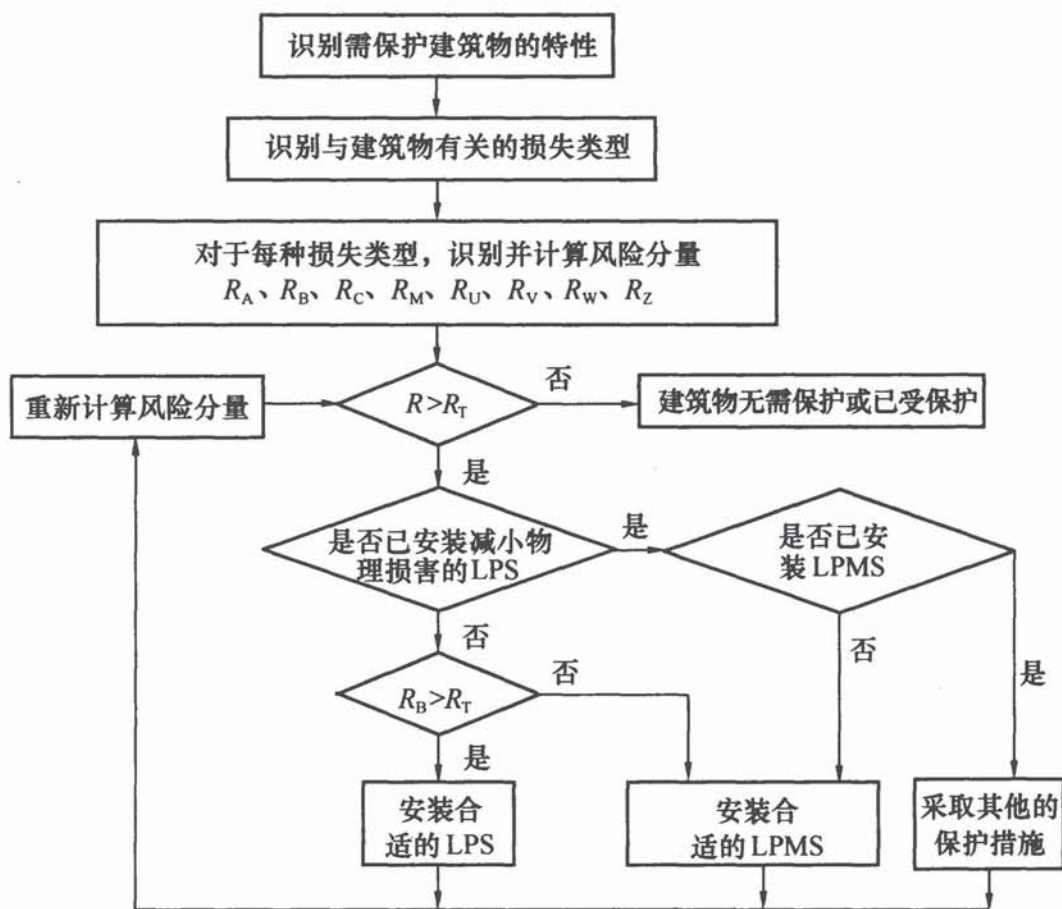


图 B. 3. 6 建筑物保护措施选择的流程

B. 4 雷击损害风险评估方法

B. 4. 1 雷击损害风险评估应按本规范第 4. 4. 1 条和 4. 4. 2 条计算风险 R 。

B. 4. 2 各致损原因产生的不同损害类型对应的建筑物风险分量应符合表 B. 4. 2 的规定。

表 B. 4. 2 各致损原因产生的不同损害类型对应的建筑物风险分量

致损原因 损害类型	S1 雷击建筑物	S2 雷击建筑物附近	S3 雷击入户服务设施	S4 雷击服务设施附近	根据损害类型 D 划分的风险
D1 人畜伤害	$R_A = N_D \times P_A \times r_a \times L_t$		$R_U = (N_L + N_{Da}) \times P_U \times r_u \times L_t$		$R_S = R_A + R_U$

续表 B.4.2

致损原因 损害类型	S1 雷击建筑物	S2 雷击建筑物附近	S3 雷击入户 服务设施	S4 雷击服务 设施附近	根据损害 类型 D 划分的风险
D2 物理损害	$R_B = N_D \times P_B \times r_p \times h_z \times r_f \times L_f$		$R_V = (N_L + N_{Da}) \times P_V \times r_p \times h_z \times r_f \times L_f$		$R_F = R_B + R_V$
D3 电气和电子 系统的失效	$R_C = N_D \times P_C \times L_o$	$R_M = N_M \times P_M \times L_o$	$R_W = (N_L + N_{Da}) \times P_W \times L_o$	$R_Z = (N_I - N_L) \times P_Z \times L_o$	$R_O = R_C + R_M + R_W + R_Z$
根据致损 原因划分 的风险	直接损害 $R_D = R_A + R_B + R_C$	间接损害 $R_I = R_M + R_U + R_V + R_W + R_Z$			

注： R_Z 公式中，如果 $(N_I - N_L) < 0$ ，则假设 $(N_I - N_L) = 0$ 。

B.4.3 雷击损害评估所用的参数应符合表 B.4.3 的规定， N_X 、 P_X 和 L_X 等各种参数具体计算方法应符合本规范第 B.5 节的规定。

表 B.4.3 建筑物雷击损害风险分量评估涉及的参数

建 筑 物			
符 号		名 称	
年平均雷击次数 N_X		N_D	雷击建筑物的年平均次数
		N_M	雷击建筑物附近的年平均次数
		N_L	雷击入户线路的年平均次数
		N_I	雷击入户线路附近的年平均次数
		N_{Da}	雷击线路“a”端建筑物（图 B.5.5）的年平均次数
一次雷击的 损害概率 P_X	S1	P_A	雷击建筑物造成人畜伤害的概率
		P_B	雷击建筑物造成物理损害的概率
		P_C	雷击建筑物造成内部系统故障的概率
	S2	P_M	雷击建筑物附近引起内部系统故障的概率
	S3	P_U	雷击入户线路引起人畜伤害的概率
		P_V	雷击入户线路引起物理损害的概率
		P_W	雷击入户线路引起内部系统故障的概率
	S4	P_Z	雷击入户线路附近引起内部系统故障的概率

续表 B.4.3

建 筑 物		
符 号		名 称
一次雷击造成的损失 L_X	$L_A=r_a \times L_t$ $L_U=r_u \times L_t$	人畜伤害的损失率
	$L_B=L_V=r_p \times r_f \times h_z \times L_f$	物理损害的损失率
	$L_C=L_M=L_W=L_Z=L_o$	内部系统失效的损失率

B.4.4 为了对各个风险分量进行评估,可以将建筑物划分为多个分区 Z_s , 每个区具有均匀的特性。这时应对各个区域 Z_s 进行风险分量的计算, 建筑物的总风险是构成该建筑物的各个区域 Z_s 的风险分量的总和。一幢建筑物可以是或可以假定为一个单独的区域。建筑物的分区应当考虑到实现最适当雷电防御措施的可行性。

B.4.5 建筑物区域划分应主要根据:

- 1 土壤或地板的类型;
- 2 防火隔间;
- 3 空间屏蔽。

还可以根据以下情况进一步细分:

- 1 内部系统的布局;
- 2 已有的或将采取的保护措施;
- 3 损失 L_X 的值。

B.4.6 分区的建筑物风险分量评估应符合下列规定:

1 对于风险分量 R_A 、 R_B 、 R_U 、 R_V 、 R_W 和 R_Z , 每个所涉参数只能有一个确定值。当参数的可选值多于一个时, 应当选择其中的最大值。

2 对于风险分量 R_C 和 R_M , 如果区域中涉及的内部系统多于一个, P_C 和 P_M 的值应按下列公式计算:

$$P_C = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - P_{Ci}) \quad (\text{B. 4. 6-1})$$

$$P_M = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - P_{Mi}) \quad (\text{B. 4. 6-2})$$

式中： P_{Ci} 、 P_{Mi} ——内部系统 i 的损害概率， $i=1、2、3、\dots、n$ 。

3 除了 P_C 和 P_M 以外，如果一个区域中的参数有一个以上的可选值，应当采用导致最大风险结果的参数值。

4 单区域建筑物情况下，整座建筑物内只有一个区域，即建筑物本身。风险 R 是建筑物内对应风险分量 R_x 的总和。

5 多区域建筑物的风险是建筑物各个区域相应风险的总和。各区域中风险是该区域中各个相关风险分量的和。

B. 4. 7 在选取保护措施时，为减小经济损失风险 R_4 ，宜评估其经济合理性。单个区域内损失的价值应按本规范第 B. 5. 25 条的规定计算，建筑物损失的全部价值是建筑物各个区域的损失价值的和。

B. 4. 8 风险 R_4 评估的对象包括：

- 1 整个建筑物；
- 2 建筑物的一部分；
- 3 内部装置；
- 4 内部装置的一部分；
- 5 一台设备；
- 6 建筑物的内存物。

B. 5 雷击损害风险评估参数的计算

B. 5. 1 需保护对象年平均雷击危险事件次数 N_x 取决于该对象所处区域雷暴活动情况和该对象的物理特性。 N_x 的计算方法为：将雷击大地密度 N_g 乘以需保护对象的等效截收面积 A_d ，再乘以需保护对象物理特性所对应的修正因子。

B. 5. 2 雷击大地密度 N_g 是平均每年每平方公里雷击大地的次

数,可按下式估算:

$$N_g \approx 0.1 \times T_d \quad (\text{次}/\text{km}^2 \cdot \text{a}) \quad (\text{B. 5. 2})$$

式中: T_d ——年平均雷暴日 (d)。

B. 5. 3 雷击建筑物的年平均次数 N_D 以及雷击连接到线路“a”端建筑物的年平均次数 N_{Da} 的计算应符合下列规定:

1 对于地面上的孤立建筑物,截收面积 A_d 是与建筑物上缘接触,按斜率为 1/3 的直线沿建筑物旋转一周在地面上画出的面积。可以通过作图法或计算法来确定 A_d 的值。长、宽、高分别为 L 、 W 、 H 的平地上孤立长方体建筑物的截收面积 (图 B. 5. 3-1) 可按下式计算:

$$A_d = L \times W + 6 \times H \times (L + W) + 9\pi \times H^2 \quad (\text{m}^2) \quad (\text{B. 5. 3})$$

式中: L 、 W 、 H ——分别为建筑物长、宽、高 (m)。

注: 如需更精确的计算结果,要考虑建筑物四周 $3H$ 距离内的其他物体或地面的相对高度等因素。

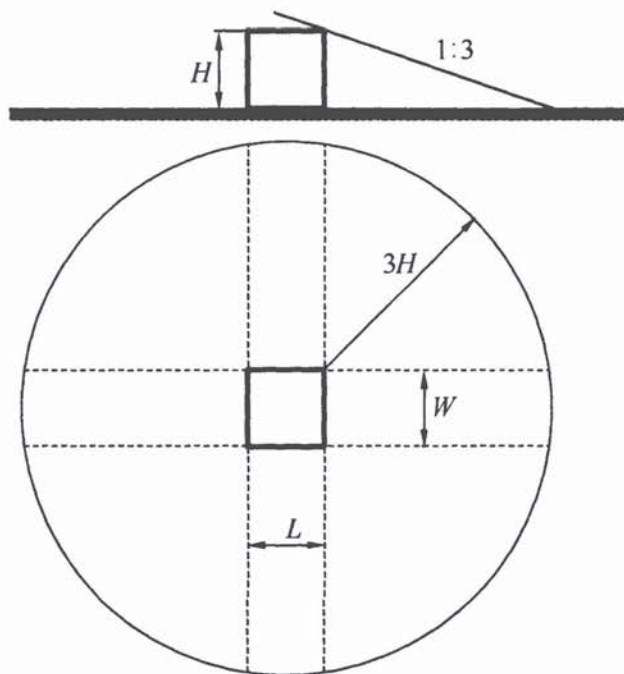


图 B. 5. 3-1 孤立建筑物的截收面积 A_d

2 当仅考虑建筑物的一部分时,如果满足以下条件,该部分的尺寸可以用于计算 A_d (图 B. 5. 3-2):

- 1) 该部分是建筑物的一个可分离的垂直部分；
- 2) 建筑物没有爆炸的风险；
- 3) 该部分与建筑物的其他部分之间通过耐火极限不小于 2h 的墙体或者其他等效保护措施来避免火灾的蔓延；
- 4) 公共线路进入该部分时，在入口处安装有 SPD 或其他等效防护措施，以避免过电压传入。

注：耐火极限的定义和资料参见《建筑设计防火规范》GB 50016。

3 如果不能满足上述条件，应按整个建筑物的尺寸计算 A_d 。

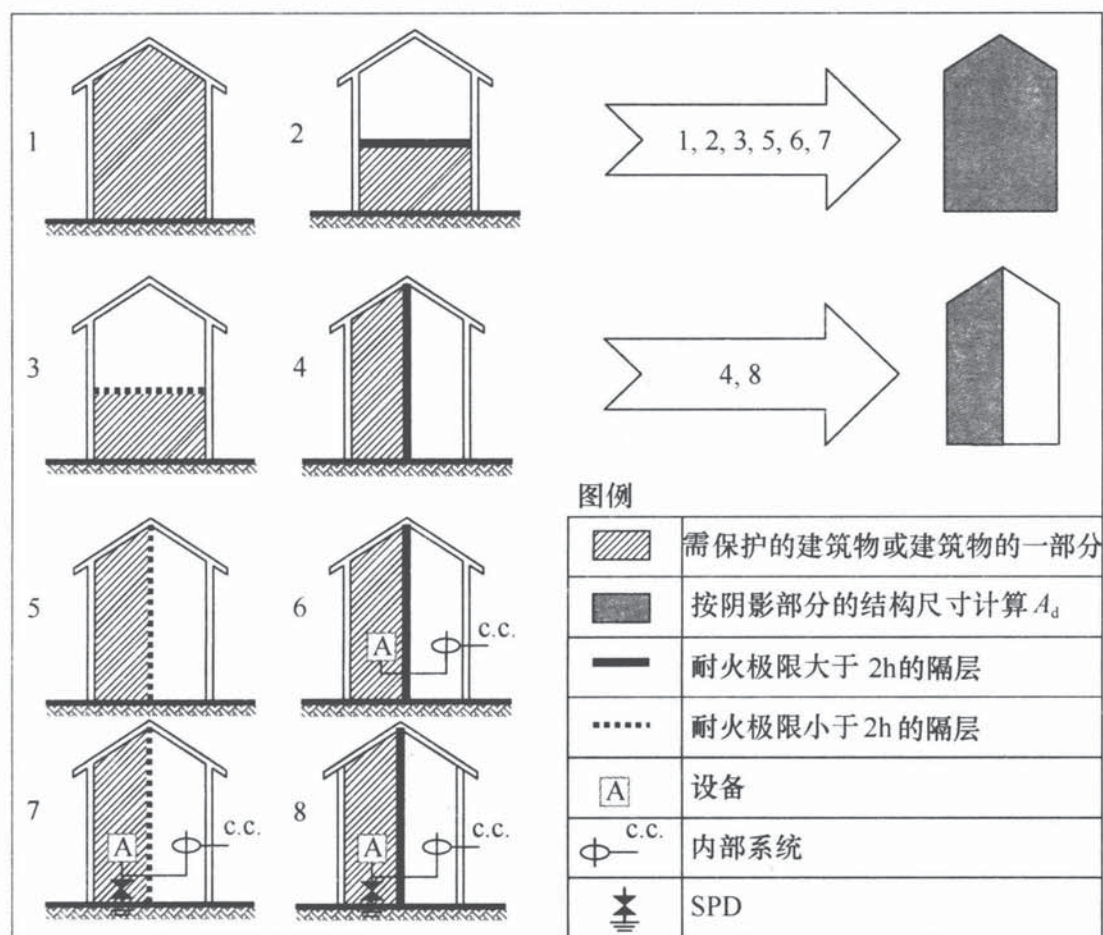


图 B.5.3-2 计算截收面积 A_d 所考虑的建筑物

B.5.4 雷击建筑物的年平均次数 N_D 可按下式计算：

$$N_D = N_g \times A_d \times C_d \times 10^{-6} \quad (\text{次/a}) \quad (\text{B.5.4})$$

式中： N_g ——雷击大地密度（次/ $\text{km}^2 \cdot \text{a}$ ）；

A_d ——孤立建筑物的截收面积 (m^2);

C_d ——建筑物的位置因子, 按表 B. 5. 4 的规定确定。

表 B. 5. 4 位置因子 C_d

建筑物暴露程度及周围物体的相对位置	C_d
被更高的建筑物或树木所包围	0. 25
周围有相同高度的或更矮的建筑物或树木	0. 5
孤立建筑物 (附近无其他的建筑物或树木)	1
小山顶或山丘上的孤立的建筑物	2

B. 5. 5 雷击位于服务设施“a”端的邻近建筑物 (图 B. 5. 5) 的年平均次数 N_{Da} 可按下式计算:

$$N_{Da} = N_g \times A_d \times C_d \times C_t \times 10^{-6} \quad (\text{次/a}) \quad (\text{B. 5. 5})$$

式中: N_g ——雷击大地密度 ($\text{次}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$);

A_d ——“a”端孤立建筑物的截收面积 (m^2);

C_d ——“a”端建筑物的位置因子, 按表 B. 5. 4 的规定确定;

C_t ——在雷击点与需保护建筑物之间安装有 HV/LV 变压器时的修正因子, 按表 B. 5. 5 的规定确定。

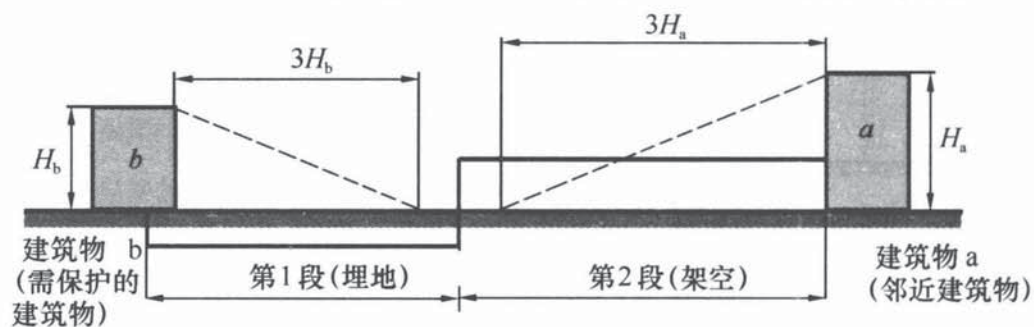


图 B. 5. 5 线路两端的建筑物

表 B. 5. 5 变压器因子 C_t

变 压 器	C_t
服务设施带有双绕组变压器	0. 2
仅有服务设施	1

B.5.6 雷击建筑物附近的年平均次数 N_M 可按下式计算, 如果 $N_M < 0$, 则假定 $N_M = 0$:

$$N_M = N_g \times (A_m - A_d C_d) \times 10^{-6} \quad (\text{次/a}) \quad (\text{B.5.6})$$

式中: N_g ——雷击大地密度 (次/ $\text{km}^2 \cdot \text{a}$);

A_m ——雷击建筑物附近的截收面积 (m^2); 截收面积 A_m 延伸到距离建筑物周边 250m 远的地方 (图 B.5.6);

A_d ——孤立建筑物的截收面积 (m^2) (图 B.5.3-1);

C_d ——建筑物的位置因子, 按表 B.5.4 的规定确定。

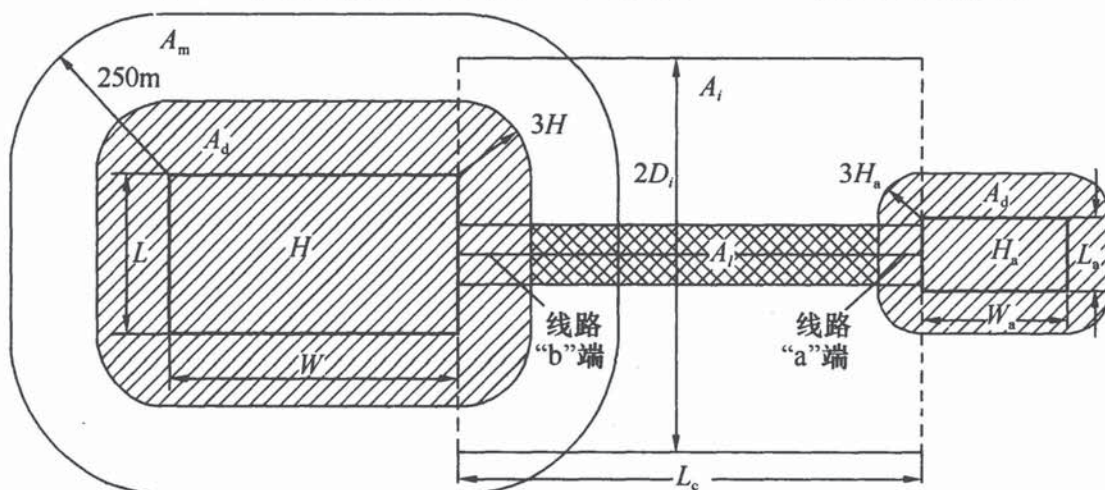


图 B.5.6 截收面积 (A_d, A_m, A_i, A_l)

B.5.7 雷击服务设施的年平均次数 N_L 可按下式计算:

$$N_L = N_g \times A_l \times C_d \times C_t \times 10^{-6} \quad (\text{次/a}) \quad (\text{B.5.7})$$

式中: N_g ——雷击大地密度 (次/ $\text{km}^2 \cdot \text{a}$);

A_l ——雷击服务设施的截收面积 (图 B.5.6) (m^2), 按表 B.5.8 的规定确定;

C_d ——服务设施的位置因子, 按表 B.5.4 的规定确定;

C_t ——当雷击点与建筑物之间有 HV/LV 变压器时的修正因子, 按表 B.5.5 的规定确定。

B.5.8 服务设施的截收面积 A_l 和 A_i 按表 B.5.8 的规定确定。计算时应符合下列规定:

- 1 当不知道 L_c 的值时, 可假定 L_c 为 1000m;

- 2 当不知道土壤电阻率的值时,可假定 ρ 为 $500\Omega \cdot \text{m}$;
- 3 对于全部穿行在高密度网格形接地装置中的埋地电缆,可假定等效截收面积 A_i 和 A_l 为零;
- 4 需保护的建筑物应当假定为连接到服务设施的“b”端。

表 B.5.8 服务设施的截收面积 A_l 和 A_i

	架 空	埋 地
A_l	$6H_c [L_c - 3(H_a + H_b)]$	$[L_c - 3(H_a + H_b)]\sqrt{\rho}$
A_i	$1000L_c$	$25L_c\sqrt{\rho}$

A_l ——雷击服务设施的截收面积(m^2);
 A_i ——雷击服务设施附近大地的截收面积(m^2);
 H_c ——服务设施导线的离地高度(m);
 L_c ——从建筑物到第一个节点之间的服务设施线路段长度(m),最大值取 1000m;
 H_a ——连接到服务设施“a”端的建筑物的高度(m);
 H_b ——连接服务设施“b”端的建筑物高度(m);
 ρ ——线路埋设处的土壤电阻率($\Omega \cdot \text{m}$),最大值取 $500\Omega \cdot \text{m}$

B.5.9 雷击服务设施附近的年平均次数 N_i 可按下式计算:

$$N_i = N_g \times A_i \times C_e \times C_t \times 10^{-6} \quad (\text{次/a}) \quad (\text{B.5.9})$$

式中: N_g ——雷击大地密度 (次/ $\text{km}^2 \cdot \text{a}$);

A_i ——雷击服务设施附近大地的截收面积 (图 B.5.6) (m^2), 按表 B.5.8 的规定确定;

C_e ——环境因子, 按表 B.5.9 的规定确定;

C_t ——当雷击点与建筑物之间有 HV/LV 变压器时的修正因子, 按表 B.5.5 的规定确定。

注: 服务设施的截收面积 A_i 由其长度 L_c 和横向距离 D_i 来确定 (图 B.5.6), 雷击该横向距离 D_i 之间范围内时会产生不小于 1.5kV 的感应过电压。

表 B.5.9 环境因子 C_e

环 境	C_e
建筑物高度大于 20m 的市区	0
建筑物高度在 10m 和 20m 之间的市区	0.1
建筑物高度小于 10m 的郊区	0.5
农村	1

B.5.10 按本规范第 B.5 节的规定确定建筑物雷击损害风险分量 R_x 对应的损害概率 P_x 时, 建筑物防雷措施应符合国家标准《雷电防护 第 3 部分: 建筑物的物理损坏和生命危险》GB/T 21714.3-2008 和《雷电防护 第 4 部分: 建筑物内电气和电子系统》GB/T 21714.4-2008 的规定。当能够证明是合理的时, 也可以选择其他的 P_x 值。

B.5.11 雷击建筑物 (S1) 导致人畜伤害的概率 P_A 可按表 B.5.11 的规定确定。当采取了一项以上的措施时, P_A 的值应是各个相应 P_A 值的乘积。

表 B.5.11 雷击产生的接触和跨步电压导致人畜触电的概率 P_A

保护措施	P_A
无保护措施	1
外露引下线作电气绝缘	10^{-2}
有效的地面等电位连接	10^{-2}
警示牌	10^{-1}

注: 当利用了建筑物的钢筋构件或框架作为引下线时, 或者防雷装置周围安装了遮拦物时, 概率 P_A 的数值可以忽略不计。

B.5.12 雷击建筑物 (S1) 导致物理损害的概率 P_B 可按表 B.5.12 的规定确定。

表 B.5.12 P_B 与建筑物雷电防护水平 (LPL) 的对应关系

减小建筑物物理损害的 LPS 特性	雷电防护水平	P_B
没有 LPS 保护的建筑物	—	1
受到 LPS 保护的建筑物	IV	0.2
	III	0.1
	II	0.05
	I	0.02
建筑物安有符合 LPL I 要求的接闪器以及用连续金属框架或钢筋混凝土框架作为自然引下线		0.01
建筑物有金属屋顶或安有接闪器 (可能包含自然结构部件) 使屋顶所有的装置都有完善的直击雷防护和有连续的金属框架或钢筋混凝土框架作为自然引下线		0.001

注: 在详细调查基础上, P_B 也可以取表 B.5.12 以外的值。

B. 5. 13 雷击建筑物 (S1) 导致内部系统失效的概率 P_C 可按下式确定:

$$P_C = P_{SPD} \quad (\text{B. 5. 13})$$

式中: P_{SPD} ——与 SPD 保护有关的概率, 其值取决于雷电防护水平, 按表 B. 5. 13 的规定确定。

表 B. 5. 13 按 LPL 选取并安装 SPD 时的 P_{SPD} 值

LPL	P_{SPD}
未采取匹配的 SPD 保护	1
Ⅲ-Ⅳ	0. 03
Ⅱ	0. 02
Ⅰ	0. 01
注 3	0. 005~0. 001

注: 1 只有在设有减小物理损害的 LPS 或有连续金属框架或钢筋混凝土框架作为自然 LPS、并且满足国家标准《雷电防护 第 3 部分: 建筑物的物理损坏和生命危险》GB/T 21714. 3 - 2008 提出的等电位连接和接地要求的建筑物内, 协调配合的 SPD 保护才能有效地减小 P_C 。

2 当与内部系统相连的外部导线为防雷电缆或者布设于防雷电缆沟槽、金属导管或金属管内时, 可以不需要配合的 SPD 保护。

3 当在相应位置上安装的 SPD 的保护特性比 LPL Ⅰ的要求更高时 (更高的电流耐受能力, 更低的电压保护水平等), P_{SPD} 的值可能会更小。

B. 5. 14 雷击建筑物附近 (S2) 导致内部系统失效的概率 P_M 的取值应符合下列规定:

1 当没有安装符合国家标准《雷电防护 第 4 部分: 建筑物内电气和电子系统》GB/T 21714. 4 - 2008 要求的匹配 SPD 保护时, $P_M = P_{MS}$ 。概率 P_{MS} 应按表 B. 5. 14-1 的规定确定。

表 B. 5. 14-1 概率 P_{MS} 与因子 K_{MS} 的关系

K_{MS}	P_{MS}	K_{MS}	P_{MS}
$\geq 0. 4$	1	0. 016	0. 005
0. 15	0. 9	0. 015	0. 003
0. 07	0. 5	0. 014	0. 001
0. 035	0. 1	$\leq 0. 013$	0. 0001
0. 021	0. 01		

2 当安装了符合国家标准《雷电防护 第4部分：建筑物内电气和电子系统》GB/T 21714.4-2008要求的匹配SPD时， P_M 的值取 P_{SPD} 和 P_{MS} 两值中的较小者。

3 当内部系统设备耐压水平不符合相关产品标准要求时，应取 P_{MS} 等于1。

4 因子 K_{MS} 的值可按式计算：

$$K_{MS} = K_{S1} \times K_{S2} \times K_{S3} \times K_{S4} \quad (\text{B.5.14-1})$$

式中： K_{S1} ——LPZ0/1交界处的建筑物结构、LPS和其他屏蔽物的屏蔽效能因子；

K_{S2} ——建筑物内部LPZX/Y($X > 0, Y > 1$)交界处的屏蔽物的屏蔽效能因子；

K_{S3} ——建筑物内部布线的特性因子，按表B.5.14-2的规定确定；

K_{S4} ——被保护系统的冲击耐压因子。

表 B.5.14-2 因子 K_{S3} 与内部布线的关系

内部布线的类型	K_{S3}
非屏蔽电缆-布线时未避免构成环路 ^{注1}	1
非屏蔽电缆-布线时避免形成大的环路 ^{注2}	0.2
非屏蔽电缆-布线时避免形成环路 ^{注3}	0.02
屏蔽电缆，屏蔽层单位长度的电阻 ^{注4} $5 < R_S \leq 20$ (Ω/km)	0.001
屏蔽电缆，屏蔽层单位长度的电阻 ^{注4} $1 < R_S \leq 5$ (Ω/km)	0.0002
屏蔽电缆，屏蔽层单位长度的电阻 ^{注4} $R_S \leq 1$ (Ω/km)	0.0001

注：1 大型建筑物中分开布设的导线构成的环路（环路面积大约为 50m^2 ）。

2 导线布设在同一电缆管道中或导线在较小建筑物中分开布设（环路面积大约为 10m^2 ）。

3 同一电缆的导线形成的环路（环路面积大约为 0.5m^2 左右）。

4 屏蔽层单位长度电阻为 R_S (Ω/km)的电缆，其屏蔽层两端连到等电位端子板，设备也连在同一等电位端子板上。

5 在LPZ内部，当与屏蔽物边界之间的距离不小于网格宽度 w 时，LPS或空间格栅形屏蔽体的因子 K_{S1} 和 K_{S2} 可按式进

行计算:

$$K_{S1} = K_{S2} = 0.12w \quad (\text{B. 5. 14-2})$$

式中: w ——格栅形空间屏蔽或者网格状 LPS 引下线的网格宽度,或是作为自然 LPS 的建筑物金属柱子的间距或钢筋混凝土框架的间距 (m)。

6 当感应环路靠近 LPZ 边界屏蔽体,并离屏蔽体距离小于网格宽度 w 时, K_{S1} 和 K_{S2} 值应增大,当与屏蔽体之间的距离在 $0.1w$ 到 $0.2w$ 的范围内时, K_{S1} 和 K_{S2} 的值增加一倍。当采用厚度为 $0.1\text{mm} \sim 0.5\text{mm}$ 的连续金属屏蔽体时, K_{S1} 和 K_{S2} 相等,其值为 $10^{-4} \sim 10^{-5}$; 对于逐级相套的 LPZ, 最后一级 LPZ 的 K_{S2} 是各级 LPZ 的 K_{S2} 的乘积。

注: 1 当安装有符合国家标准《雷电防护 第 4 部分: 建筑物内电气和电子系统》GB/T 21714.4 - 2008 要求的等电位连接网格时, K_{S1} 和 K_{S2} 的值可以缩小一半;

2 K_{S1} 、 K_{S2} 的最大值不超过 1。

7 当导线布设在两端都连接到等电位连接端子板的连续金属管内时, K_{S3} 的值应当再乘以 0.1。

8 因子 K_{S4} 可按公式 (B. 5. 14-3) 计算, 如果内部系统中设备的耐冲击电压额定值不同, 因子 K_{S4} 应取最低的耐冲击电压额定值计算。

$$K_{S4} = 1.5/U_w \quad (\text{B. 5. 14-3})$$

式中: U_w ——受保护系统的耐冲击电压额定值 (kV)。

B. 5. 15 雷击服务设施 (S3) 导致人畜伤害的概率 P_U 取决于服务设施屏蔽物的特性、连接到服务设施的内部系统的冲击耐压、保护措施以及在服务设施入户处是否安装 SPD。 P_U 的取值应符合下列规定:

1 当没有按照国家标准《雷电防护 第 3 部分: 建筑物的物理损坏和生命危险》GB/T 21714.3 - 2008 的要求安装 SPD 进行等电位连接时, $P_U = P_{LD}$ 。 P_{LD} 是无 SPD 保护时, 雷击相连服务设施导致内部系统失效的概率, 按表 B. 5. 15 的规定确定。对

非屏蔽的服务设施，取 P_{LD} 等于 1。

表 B. 5. 15 概率 P_{LD} 与电缆屏蔽层电阻 R_S 以及设备耐冲击电压额定值 U_w 的关系

U_w (kV)	P_{LD}		
	$5 < R_S \leq 20$ (Ω/km)	$1 < R_S \leq 5$ (Ω/km)	$R_S \leq 1$ (Ω/km)
1.5	1	0.8	0.4
2.5	0.95	0.6	0.2
4	0.9	0.3	0.04
6	0.8	0.1	0.02

注： R_S 为电缆屏蔽层单位长度的电阻 (Ω/km)。

2 当按照国家标准《雷电防护 第 3 部分：建筑物的物理损坏和生命危险》GB/T 21714.3 - 2008 的要求安装 SPD 时， P_U 取表 B. 5. 13 规定的 P_{SPD} 值与表 B. 5. 15 规定的 P_{LD} 值的较小者。

3 当采取了遮拦物、警示牌等防护措施时，概率 P_U 将进一步减小，其值应与表 B. 5. 11 中给出的概率 P_A 值相乘。

B. 5. 16 雷击服务设施 (S3) 导致物理损害的概率 P_V 取决于服务设施屏蔽体的特性、连接到服务设施的内部系统的冲击耐压以及是否安装 SPD。 P_V 的取值应符合下列规定：

1 当没有按照国家标准《雷电防护 第 3 部分：建筑物的物理损坏和生命危险》GB/T 21714.3 - 2008 的要求用 SPD 进行等电位连接时， P_V 等于 P_{LD} 。

2 当按照国家标准《雷电防护 第 3 部分：建筑物的物理损坏和生命危险》GB/T 21714.3 - 2008 的要求用 SPD 进行等电位连接时， P_V 的值取 P_{SPD} 和 P_{LD} 的较小者。

B. 5. 17 雷击服务设施 (S3) 导致内部系统失效的概率 P_W 取决于服务设施屏蔽的特性、连接到服务设施的内部系统的冲击耐压以及是否安装 SPD。 P_W 的取值应符合下列规定：

1 如果没有安装符合国家标准《雷电防护 第 4 部分：建

建筑物内电气和电子系统》GB/T 21714.4 - 2008 要求的已配合好的 SPD, P_w 等于 P_{LD} 。

2 当安装了符合国家标准《雷电防护 第 4 部分: 建筑物内电气和电子系统》GB/T 21714.4 - 2008 要求的已配合好的 SPD 时, P_w 的值取 P_{SPD} 和 P_{LD} 的较小者。

B. 5. 18 雷击入户服务设施附近 (S4) 导致内部系统失效的概率 P_z 取决于服务设施的屏蔽层特性、连接到服务设施的内部系统的耐冲击电压以及是否安装 SPD 保护设施。 P_z 的取值应符合下列规定:

1 当没有安装符合国家标准《雷电防护 第 4 部分: 建筑物内电气和电子系统》GB/T 21714.4 - 2008 要求的已配合好的 SPD 时, P_z 等于 P_{Li} 。此处 P_{Li} 是未安装 SPD 时雷击相连的服务设施导致内部系统失效的概率, 按表 B. 5. 18 的规定确定。

表 B. 5. 18 概率 P_{Li} 与电缆屏蔽层电阻 R_s 以及设备耐冲击电压 U_w 的关系

U_w (kV)	P_{Li}				
	非屏蔽 电缆	屏蔽层没有与设备 连接到同一等电 位连接端子上	屏蔽层与设备连接到 同一等电位连接端子上		
			$5 < R_s \leq 20$ (Ω/km)	$1 < R_s \leq 5$ (Ω/km)	$R_s \leq 1$ (Ω/km)
1.5	1	0.5	0.15	0.04	0.02
2.5	0.4	0.2	0.06	0.02	0.008
4	0.2	0.1	0.03	0.008	0.004
6	0.1	0.05	0.02	0.004	0.002

注: R_s 是电缆屏蔽层单位长度的电阻 (Ω/km)。

2 当安装了符合国家标准《雷电防护 第 4 部分: 建筑物内电气和电子系统》GB/T 21714.4 - 2008 要求的已配合好的 SPD 时, P_z 等于 P_{SPD} 和 P_{Li} 的较小者。

B. 5. 19 建筑物损失率 L_x 指雷击建筑物可能引起的某一特定损害类型的平均损失量与被保护建筑物总价值之比。损失率 L_x 应取决于:

- 1 在危险场所人员的数量以及逗留的时间；
- 2 公众服务的类型及其重要性；
- 3 受损害货物的价值。

B. 5. 20 损失率 L_x 随着所考虑的损失类型 (L_1 、 L_2 、 L_3 和 L_4) 而变化，对于每一种损失类型，它还与损害类型 (D_1 、 D_2 和 D_3) 有关。按损害类型，损失率应分为三种：

- 1 接触和跨步电压导致伤害的损失率 L_t ；
- 2 物理损害导致的损失率 L_f ；
- 3 内部系统故障导致的损失率 L_o 。

B. 5. 21 人身伤亡损失率的计算应符合下列规定：

1 可按公式 (B. 5. 21 - 1) 确定 L_t 、 L_f 和 L_o 的数值。当无法或很难确定 n_p 、 n_t 和 t_p 时，可采用表 B. 5. 21 - 1 中给出的 L_t 、 L_f 和 L_o 典型平均值；

$$L_x = (n_p/n_t) \times (t_p/8760) \quad (\text{B. 5. 21-1})$$

式中： n_p ——可能受到危害的人员数量；

n_t ——预期的建筑物内总人数；

t_p ——以小时计算的可能受害人员每年处于危险场所的时间，危险场所包括建筑物外（只涉及损失 L_t ）和建筑物内（ L_t 、 L_f 和 L_o 都涉及）。

表 B. 5. 21-1 L_t 、 L_f 和 L_o 的典型平均值

建筑物的类型	L_t
所有类型（人员处于建筑物内）	10^{-4}
所有类型（人员处于建筑物外）	10^{-2}
建筑物的类型	L_f
医院、旅馆，民用建筑	10^{-1}
工业建筑、商业建筑、学校	5×10^{-2}
公共娱乐场所、教堂、博物馆	2×10^{-2}
其他	10^{-2}
建筑物的类型	L_o
有爆炸危险的建筑物	10^{-1}
医院	10^{-3}

2 人身伤亡损失率可按下列公式进行计算：

$$L_A = r_a \times L_t \quad (\text{B. 5. 21-2})$$

$$L_U = r_u \times L_t \quad (\text{B. 5. 21-3})$$

$$L_B = L_V = r_p \times h_z \times r_f \times L_f \quad (\text{B. 5. 21-4})$$

$$L_C = L_M = L_W = L_Z = L_o \quad (\text{B. 5. 21-5})$$

式中： r_a ——由土壤类型决定的减少人身伤亡损失的因子，按表 B. 5. 21-2 的规定确定；

r_u ——由地板类型决定的减少人身伤亡损失的因子，按表 B. 5. 21-2 的规定确定；

r_p ——由防火措施决定的减少物理损害导致人身伤亡损失的因子，按表 B. 5. 21-3 的规定确定；

r_f ——由火灾危险程度决定的减小物理损害导致人身伤亡的因子，按表 B. 5. 21-4 的规定确定；

h_z ——在有特殊危险时，物理损害导致人身伤亡损失的增加因子，按表 B. 5. 21-5 的规定确定。

表 B. 5. 21-2 缩减因子 r_a 和 r_u 的数值与土壤或地板表面的关系

地板和土壤类型	接触电阻 (kΩ)	r_a 和 r_u
农地，混凝土	≤1	10^{-2}
大理石，陶瓷	1~10	10^{-3}
沙砾、厚毛毯、一般地毯	10~100	10^{-4}
沥青、油毯、木头	≥100	10^{-5}

表 B. 5. 21-3 防火措施的缩减因子 r_p

措 施	r_p
无	1
以下措施之一：灭火器、固定的人工灭火装置、人工报警消防装置、消防栓、人工灭火装置、防火隔间、留有逃生通道	0.5
以下措施之一：固定的自动灭火装置、自动报警装置 ^{注3}	0.2

注：1 如果同时采取了一项以上措施， r_p 的数值应当取各相应数值中的最小值；

2 在具有爆炸危险的建筑物内部，任何情况下 $r_p=1$ ；

3 仅当具有过电压防护和其他损害的防护并且消防员能在 10 分钟之内赶到时。

表 B. 5. 21-4 缩减因子 r_f 与建筑物火灾危险的关系

火灾危险	r_f	火灾危险	r_f
爆炸	1	低	10^{-3}
高	10^{-1}	无	0
一般	10^{-2}		

- 注：1 当建筑物具有爆炸危险以及建筑物内存储有爆炸性混合物时，可能需要更精确地计算 r_f 。
- 2 由易燃材料建造的建筑物、屋顶由易燃材料建造的建筑物或单位面积火灾荷载大于 $800\text{MJ}/\text{m}^2$ 的建筑物可以看作具有高火灾危险的建筑物。
- 3 单位面积火灾荷载在 $400\text{MJ}/\text{m}^2 \sim 800\text{MJ}/\text{m}^2$ 之间的建筑物应当看作具有一般火灾危险的建筑物。
- 4 单位面积火灾荷载小于 $400\text{MJ}/\text{m}^2$ 的建筑物或者只是偶尔存储有易燃性物质的建筑物应当看作具有低火灾危险的建筑物。
- 5 单位面积火灾荷载是建筑物内全部易燃物质的能量与建筑物总的表面积之比。

表 B. 5. 21-5 有特殊伤害时损失相对量的增加因子 h_z 的数值

特殊伤害的种类	h_z
无特殊伤害	1
高度不大于两层、容量不大于 100 人的建筑物等场所的低度惊慌	2
容量 100~1000 人的文化或体育场馆等场所的中等程度惊慌	5
有移动不便人员的建筑物、医院等场所的疏散困难	5
容量大于 1000 人的文化或体育场馆等场所的高度惊慌	10
对周围或环境造成危害	20
对四周环境造成污染	50

B. 5. 22 公众服务中断损失率的计算应符合下列规定：

1 可按公式 (B. 5. 22-1) 确定 L_f 和 L_o 的数值。当无法或很难确定 n_p 、 n_t 和 t 时，可采用表 B. 5. 22 中给出的 L_f 和 L_o 典型平均值；

$$L_x = (n_p/n_t) \times (t/8760) \quad (\text{B. 5. 22-1})$$

式中： n_p ——可能失去服务的年平均用户数量；

n_t ——接受服务的用户总数；
 t ——用小时表示的年平均服务中断时间。

表 B. 5. 22 L_f 和 L_o 的典型平均值

服务类型	L_f	L_o
煤气、水管	10^{-1}	10^{-2}
电视线路、通信线、供电线路	10^{-2}	10^{-3}

2 公众服务中断的各种实际损失率可按下列公式计算：

$$L_B = L_V = r_p \times r_f \times L_f \quad (\text{B. 5. 22-2})$$

$$L_C = L_M = L_W = L_Z = L_o \quad (\text{B. 5. 22-3})$$

式中： r_p 、 r_f ——分别是本规范表 B. 5. 21-3 和表 B. 5. 21-4 中的因子。

B. 5. 23 文化遗产损失率的计算应符合下列规定：

1 可按公式 (B. 5. 23-1) 确定 L_f 的数值。当无法或很难确定 c 、 c_t 时， L_f 的典型平均值可取 10^{-1} ；

$$L_x = c/c_t \quad (\text{B. 5. 23-1})$$

式中： c ——用货币表示的每年建筑物内文化遗产可能损失的平均值；

c_t ——用货币表示的建筑物内文化遗产总值。

2 文化遗产的实际损失率可按下列公式计算：

$$L_B = L_V = r_p \times r_f \times L_f \quad (\text{B. 5. 23-2})$$

式中： r_p 、 r_f ——分别是本规范表 B. 5. 21-3 和表 B. 5. 21-4 中的因子。

B. 5. 24 经济损失率的计算应符合下列规定：

1 可按公式 (B. 5. 24-1) 确定 L_t 、 L_f 和 L_o 的数值。当无法或很难确定 c 、 c_t 时，可采用表 B. 5. 24 中给出的各种类型建筑物的 L_t 、 L_f 和 L_o 典型平均值；

$$L_x = c/c_t \quad (\text{B. 5. 24-1})$$

式中： c ——用货币表示的建筑物可能损失的平均数值（包括其存储物的损失、相关业务的中断及其后果）；

c_t ——用货币表示的建筑物的总价值（包括其存储物以及相关业务的价值）。

表 B. 5. 24 L_t 、 L_f 和 L_o 的典型平均值

建筑物的类型	L_t
所有类型-建筑物内部	10^{-4}
所有类型-建筑物外部	10^{-2}
建筑物的类型	L_f
医院、工业、博物馆、农业建筑	0.5
旅馆、学校、办公楼、教堂、公众娱乐场所、商业大楼	0.2
其他	0.1
建筑物类型	L_o
有爆炸风险的建筑	10^{-1}
医院、工业、办公楼、旅馆、商业大楼	10^{-2}
博物馆、农业建筑、学校、教堂、公众娱乐场所	10^{-3}
其他	10^{-4}

2 经济损失率可按下列公式进行计算：

$$L_A = r_a \times L_t \quad (\text{B. 5. 24-2})$$

$$L_U = r_u \times L_t \quad (\text{B. 5. 24-3})$$

$$L_B = L_V = r_p \times r_f \times h_z \times L_f \quad (\text{B. 5. 24-4})$$

$$L_C = L_M = L_W = L_Z = L_o \quad (\text{B. 5. 24-5})$$

式中： r_a 、 r_u 、 r_p 、 r_f 、 h_z ——本规范表 B. 5. 21-2～表 B. 5. 21-5 中的因子。

B. 5. 25 成本效益的估算应符合下列规定：

1 全部损失的价值 C 可按下列公式计算：

$$\begin{aligned}
 C_L = & (R_A + R_U) \times C_A + (R_B + R_V) \\
 & \times (C_A + C_B + C_S + C_C) \\
 & + (R_C + R_M + R_W + R_Z) \times C_S \quad (\text{B. 5. 25-1})
 \end{aligned}$$

式中： R_A 、 R_U ——没有保护措施时与牲畜损失有关的风险分量；

R_B 、 R_V ——没有保护措施时与物理损害有关的风险分量；

R_C 、 R_M 、 R_W 、 R_Z ——没有保护措施时与电气和电子系统失效有关的风险分量；

C_A ——牲畜的价值；

C_S ——建筑物中系统的价值；

C_B ——建筑物的价值；

C_C ——建筑物内存物的价值。

2 在有保护措施的情况下，剩余损失的总价值 C_{RL} 可按下式计算：

$$C_{RL} = (R'_A + R'_U) \times C_A + (R'_B + R'_V) \times (C_A + C_B + C_S + C_C) + (R'_C + R'_M + R'_W + R'_Z) \times C_S \quad (B. 5. 25-2)$$

式中： R'_A 、 R'_U ——有保护措施时与牲畜损失有关的风险分量；

R'_B 、 R'_V ——有保护措施时与物理损害有关的风险分量；

R'_C 、 R'_M 、 R'_W 、 R'_Z ——有保护措施时与电气和电子系统失效有关的风险分量。

3 保护措施的年平均费用 C_{PM} 可按下式计算：

$$C_{PM} = C_P \times (i + a + m) \quad (B. 5. 25-3)$$

式中： C_P ——保护措施的费用；

i ——利率；

a ——折旧率；

m ——维护费率。

4 每年节省的费用可按公式 (B. 5. 25-4) 计算，如果年平均节省的费用 S 大于零，采取防护措施是经济合理的。

$$S = C_L - (C_{PM} + C_{RL}) \quad (B. 5. 25-4)$$

附录 C 雷电流参数

C.0.1 闪电中可能出现三种雷击波形（图 C.0.1-1），短时雷击波形参数的定义应符合图 C.0.1-2 的规定，长时间雷击波形参数的定义应符合图 C.0.1-3 的规定。

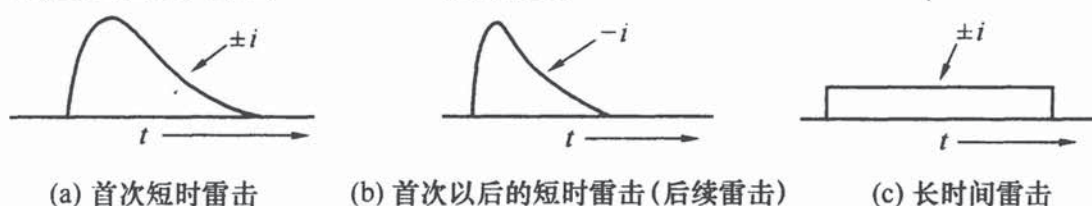


图 C.0.1-1 闪电中可能出现的三种雷击

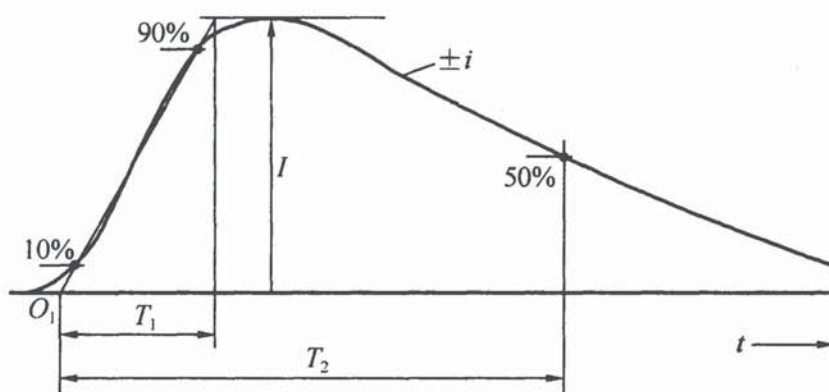


图 C.0.1-2 短时雷击波形参数

I ——峰值电流（幅值）；
 T_1 ——波头时间；
 T_2 ——半值时间（典型值 $T_2 < 2\text{ms}$ ）。

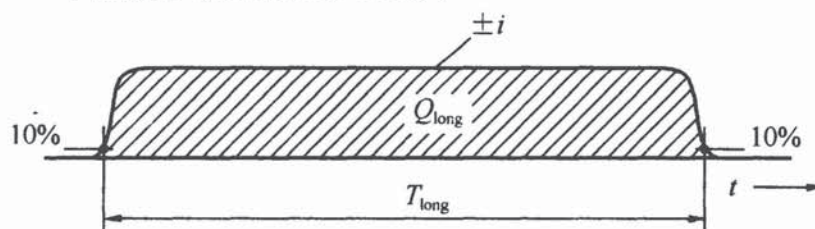


图 C.0.1-3 长时间雷击波形参数

T_{long} ——从波头起自峰值 10% 至波尾降到峰值 10% 之间的时间
 （典型值 $2\text{ms} < T_{\text{long}} < 1\text{s}$ ）；
 Q_{long} ——长时间雷击的电荷量。

C.0.2 雷电流参数应符合表 C.0.2-1~表 C.0.2-3 的规定。

表 C.0.2-1 首次雷击的雷电流参数

雷电流参数	防雷建筑物类别		
	一类	二类	三类
幅值 $I(\text{kA})$	200	150	100
波头时间 $T_1(\mu\text{s})$	10	10	10
半值时间 $T_2(\mu\text{s})$	350	350	350
电荷量 $Q_s(\text{C})$	100	75	50
单位能量 $W/R(\text{MJ}/\Omega)$	10	5.6	2.5

- 注：1 因为全部电荷量 Q_s 的主要部分包括在首次雷击中，故所规定的值考虑合并了所有短时间雷击的电荷量。
- 2 由于单位能量 W/R 的主要部分包括在首次雷击中，故所规定的值考虑合并了所有短时间雷击的单位能量。

表 C.0.2-2 首次以后雷击的雷电流参数

雷电流参数	防雷建筑物类别		
	一类	二类	三类
幅值 $I(\text{kA})$	50	37.5	25
波头时间 $T_1(\mu\text{s})$	0.25	0.25	0.25
半值时间 $T_2(\mu\text{s})$	100	100	100
平均陡度 $I/T_1(\text{kA}/\mu\text{s})$	200	150	100

表 C.0.2-3 长时间雷击的雷电流参数

雷电流参数	防雷建筑物类别		
	一类	二类	三类
电荷量 $Q_1(\text{C})$	200	150	100
时间 $T(\text{s})$	0.5	0.5	0.5

注：平均电流 $I \approx Q_1/T$ 。

附录 D 雷击磁场强度的计算方法

D.1 建筑物附近雷击的情况下防雷区内磁场强度的计算

D.1.1 无屏蔽时所产生的磁场强度 H_0 ，即 LPZ0 区内的磁场强度，应按公式(D.1.1)计算：

$$H_0 = i_0 / (2\pi s_a) \text{ (A/m)} \quad (\text{D.1.1})$$

式中： i_0 ——雷电流(A)；

s_a ——从雷击点到屏蔽空间中心的距离(m)(图 D.1.1)。

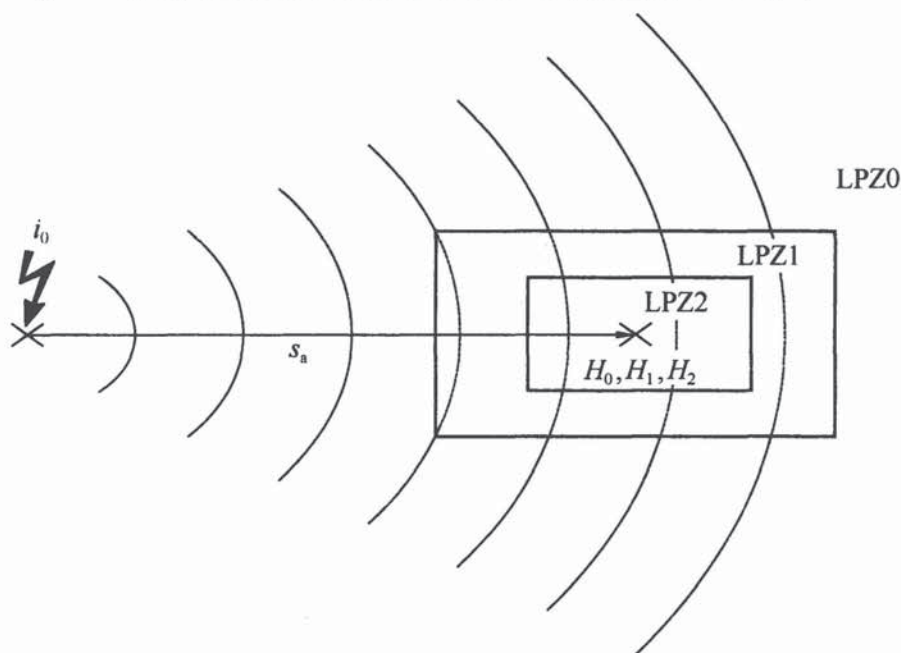


图 D.1.1 邻近雷击时磁场值的估算

D.1.2 当建筑物邻近雷击时，格栅型空间屏蔽内部任意点的磁场强度应按下列公式进行计算：

$$\text{LPZ1 内} \quad H_1 = H_0 / 10^{SF/20} \text{ (A/m)} \quad (\text{D.1.2-1})$$

$$\text{LPZ2 等后续防护区内} \quad H_{n+1} = H_n / 10^{SF/20} \text{ (A/m)} \quad (\text{D.1.2-2})$$

式中： H_0 ——无屏蔽时的磁场强度(A/m)；

H_n 、 H_{n+1} ——分别为 LPZ n 和 LPZ $n+1$ 区内的磁场强度(A/m)；

SF ——按表 D. 1. 3 的公式计算的屏蔽系数(dB)。

这些磁场值仅在格栅型屏蔽内部与屏蔽体有一安全距离为 $d_{s/1}$ 的安全空间内有效, 安全距离可按下列公式计算:

$$\text{当 } SF \geq 10 \text{ 时 } d_{s/1} = w \cdot SF / 10 \quad (\text{m}) \quad (\text{D. 1. 2-3})$$

$$\text{当 } SF < 10 \text{ 时 } d_{s/1} = w \quad (\text{m}) \quad (\text{D. 1. 2-4})$$

式中: SF ——按表 D. 1. 3 的公式计算的屏蔽系数(dB);

w ——空间屏蔽网格宽度(m)。

D. 1. 3 格栅形大空间屏蔽的屏蔽系数 SF , 按表 D. 1. 3 的公式计算。

表 D. 1. 3 格栅型空间屏蔽对平面波磁场的衰减

材质	$SF(\text{dB})$	
	25kHz ^{注1}	1MHz ^{注2}
铜材或铝材	$20 \cdot \lg(8.5/w)$	$20 \cdot \lg(8.5/w)$
钢材 ^{注3}	$20 \cdot \lg[(8.5/w) / \sqrt{1 + 18 \cdot 10^{-6}/r^2}]$	$20 \cdot \lg(8.5/w)$

注: 1 适用于首次雷击的磁场;

2 适用于后续雷击的磁场;

3 磁导率 $\mu_r \approx 200$;

4 公式计算结果为负数时, $SF=0$;

5 如果建筑物安装有网状等电位连接网络时, SF 增加 6dB;

6 w 是格栅型空间屏蔽网格宽度(m); r 是格栅型屏蔽杆的半径(m)。

D. 2 当建筑物顶防直击雷装置接闪时防雷区内磁场强度的计算

D. 2. 1 格栅型空间屏蔽 LPZ1 内部任意点的磁场强度(图 D. 2. 1)应按下式进行计算:

$$H_1 = k_H \cdot i_0 \cdot w / (d_w \cdot \sqrt{d_r}) \quad (\text{A/m}) \quad (\text{D. 2. 1-1})$$

式中: d_r ——待计算点与 LPZ1 屏蔽中屋顶的最短距离(m);

d_w ——待计算点与 LPZ1 屏蔽中墙的最短距离(m);

i_0 ——LPZ0_A 的雷电流(A);

k_H ——结构系数($1/\sqrt{m}$), 典型值取 0.01;

w ——LPZ1 屏蔽的网格宽度(m)。

按公式(D. 2. 1-1)计算的磁场值仅在格栅型屏蔽内部与屏蔽体有一安全距离 $d_{s/2}$ 的安全空间内有效, 安全距离可按下式计算:

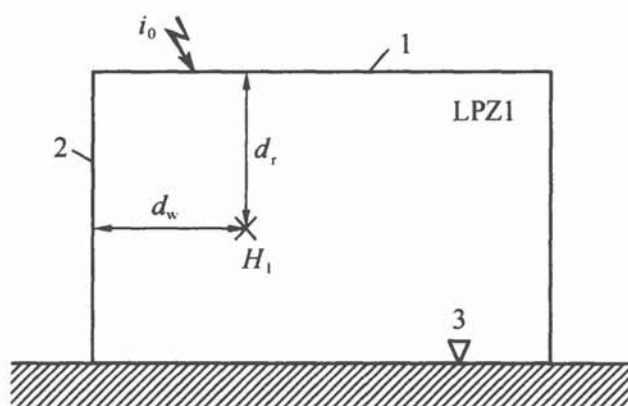


图 D. 2. 1 闪电直接击于屋顶接闪器时 LPZ1 区内的磁场强度

1—屋顶; 2—墙; 3—地面

$$d_{s/2} = w \text{ (m)} \quad (\text{D. 2. 1-2})$$

D. 2. 2 在 LPZ2 等后续防护区内部任意点的磁场强度(图 D. 2. 2)仍按公式(D. 1. 2-2)计算, 这些磁场值仅在格栅型屏蔽内部与屏蔽体有一安全距离为 $d_{s/1}$ 的安全空间内有效。

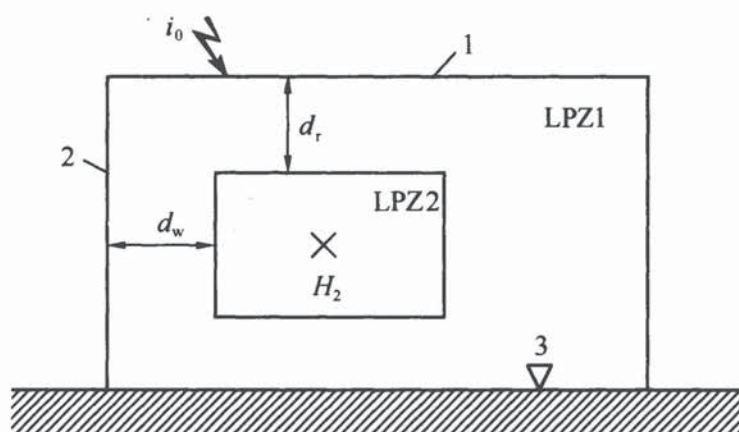


图 D. 2. 2 LPZ2 等后续防护区内部任意点的磁场强度的估算

1—屋顶; 2—墙; 3—地面

附录 E 信号线路浪涌保护器 冲击试验波形和参数

表 E 信号线路浪涌保护器的冲击试验推荐采用的波形和参数

类别	试验类型	开路电压	短路电流
A ₁	很慢的上升率	$\geq 1\text{kV}$ $0.1\text{kV}/\mu\text{s} \sim 100\text{kV/s}$	10A , $0.1\text{A}/\mu\text{s} \sim 2\text{A}/\mu\text{s}$ $\geq 1000\mu\text{s}$ (持续时间)
A ₂	AC	—	—
B ₁	慢上升率	1kV , $10/1000\mu\text{s}$	100A , $10/1000\mu\text{s}$
B ₂		$1\text{kV} \sim 4\text{kV}$, $10/700\mu\text{s}$	$25\text{A} \sim 100\text{A}$, $5/300\mu\text{s}$
B ₃		$\geq 1\text{kV}$, $100\text{V}/\mu\text{s}$	$10\text{A} \sim 100\text{A}$, $10/1000\mu\text{s}$
C ₁	快上升率	$0.5\text{kV} \sim 2\text{kV}$, $1.2/50\mu\text{s}$	$0.25\text{kA} \sim 1\text{kA}$, $8/20\mu\text{s}$
C ₂		$2\text{kV} \sim 10\text{kV}$, $1.2/50\mu\text{s}$	$1\text{kA} \sim 5\text{kA}$, $8/20\mu\text{s}$
C ₃		$\geq 1\text{kV}$, $1\text{kV}/\mu\text{s}$	$10\text{A} \sim 100\text{A}$, $10/1000\mu\text{s}$
D ₁	高能量	$\geq 1\text{kV}$	$0.5\text{kA} \sim 2.5\text{kA}$, $10/350\mu\text{s}$
D ₂		$\geq 1\text{kV}$	$0.6\text{kA} \sim 2\text{kA}$, $10/250\mu\text{s}$

注：表中数值为 SPD 测试的最低要求。

附录 F 全国主要城市年平均雷暴日数统计表

表 F 全国主要城市年平均雷暴日数

地名	雷暴日数 (d/a)	地名	雷暴日数 (d/a)
北京	35.2	长沙	47.6
天津	28.4	广州	73.1
上海	23.7	南宁	78.1
重庆	38.5	海口	93.8
石家庄	30.2	成都	32.5
太原	32.5	贵阳	49.0
呼和浩特	34.3	昆明	61.8
沈阳	25.9	拉萨	70.4
长春	33.9	兰州	21.1
哈尔滨	33.4	西安	13.7
南京	29.3	西宁	29.6
杭州	34.0	银川	16.5
合肥	25.8	乌鲁木齐	5.9
福州	49.3	大连	20.3
南昌	53.5	青岛	19.6
济南	24.2	宁波	33.1
郑州	20.6	厦门	36.5
武汉	29.7		

注：本表数据引自中国气象局雷电防护管理办公室 2005 年发布的资料，不包含港澳台地区城市数据。