

BZ 2205

ICS 13.260
K 09



中华人民共和国国家标准

GB/T 21714.1—2008/IEC 62305-1:2006

雷电防护 第1部分：总则

Protection against lightning—Part 1: General principles

(IEC 62305-1:2006, IDT)

2008-04-24 发布

2008-11-01 实施



中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会

发布

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
雷电防护 第1部分:总则

GB/T 21714.1—2008/IEC 62305-1:2006

*

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街16号
邮政编码:100045

网址 www.spc.net.cn

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 3.25 字数 99 千字
2008年7月第一版—2008年7月第一次印刷

*

书号:155066·1-32010 定价 34.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68533533

GB/T 21714.1—2008/IEC 62305-1:2006

雷电防护 第1部分:总则



155066132010

RMB:34.00

GB/T 21714.1—2008

前 言

GB/T 21714《雷电防护》由以下 4 部分组成:

- 第 1 部分:总则;
- 第 2 部分:风险管理;
- 第 3 部分:建筑物的物理损坏和生命危险;
- 第 4 部分:建筑物内电气和电子系统。

GB/T 21714《雷电防护》对应于 IEC 62305-1:2006《雷电防护》(英文第一版)。IEC 62305 是以更简单、更合理的方式对 IEC 61024、IEC 61312 和 IEC 61663 进行的调整和更新。IEC 62305-1:2006 第一版的正文根据下列标准汇编并取代下列标准:

- IEC 61024-1-1:1993 第 1 版;
- IEC 61024-1-2:1998 第 1 版。

本部分为 GB/T 21714 的第 1 部分,等同采用 IEC 62305-1:2006《雷电防护 第 1 部分:总则》(英文第一版)。

为便于使用,本部分对 IEC 62305-1 做了下列少量编辑性修改:

- 删除了 IEC 62305-1 的前言;
- 将已转化为相应国标的国际标准号改为国内标准号;
- 修改了少部分明显的标注错误;
- 按照国标编制要求和汉语习惯,对一些编排格式作了修改。如“注”后的连字符“—”改为冒号“:”,表编号、图标号与标题之间的连字符“—”改为空格。

本部分的附录 A~附录 E 均为资料性附录。

本部分由全国雷电防护标准化技术委员会提出并归口。

本部分负责起草单位:四川中光高科产业发展集团。

本部分主要起草人:王德言、刘寿先、杨国华、余乃枞、张红文、李自成。

本部分为首次发布。

引 言

迄今尚无设备和方法能够改变自然界的天气现象,以阻止雷电的发生。雷电击中建筑物或建筑物附近(或击中连接至建筑物的服务设施)对人、建筑物本身、其内部物体、设备以及服务设施都是危险的,因此必须考虑采取防雷措施。

是否需要采取防雷措施、安装防雷措施的经济效益和适当防雷措施的选用应由风险管理来确定。风险管理在 GB/T 21714.2 中介绍。

雷电防护的设计、安装和维护的标准分为两部分:

减少建筑物内物理损害和人身伤害的防雷措施在 GB/T 21714.3 中介绍。

减少建筑物内电气和电子系统失效的防雷措施在 GB/T 21714.4 中介绍。

目 次

前言	Ⅲ
引言	Ⅳ
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 雷电流参数	6
5 雷电损害	6
6 雷电防护的必要性和经济合理性	11
7 防护措施	11
8 建筑物和服务设施雷电防护的基本准则	12
附录 A (资料性附录) 雷电流参数	18
A.1 对地雷闪	18
A.2 雷电流参数	20
A.3 确定 LPL I 的雷电流最大参数值	23
A.4 确定雷电流最小参数值	23
附录 B (资料性附录) 用于分析的雷电流时间函数	25
附录 C (资料性附录) 用于测试的雷电流模拟	29
C.1 概述	29
C.2 首次短时间雷击的单位能量和长时间雷击的电荷模拟	29
C.3 短时间雷击波头陡度的模拟	30
附录 D (资料性附录) 模拟雷电对 LPS 部件影响的测试参数	32
D.1 概述	32
D.2 与雷击点相关的电流参数	32
D.3 分流	33
D.4 可能导致损害的雷电流效应	34
D.5 LPS 部件、相关问题和测试参数	39
D.6 浪涌保护器 (SPD)	40
D.7 LPS 部件测试所采用参数的总结	41
附录 E (资料性附录) 不同安装点的雷电浪涌	42
E.1 雷击建筑物引起的浪涌 (损害源 S1)	42
E.2 与连接到建筑物的服务设施有关的浪涌	43
E.3 感应效应引起的浪涌 (损害源 S1 或 S2)	44
E.4 涉及 SPD 的一般知识	44
参考文献	45
图 1 不同损害类型产生的损失类型和风险	10
图 2 LPS 确定的 LPZ (GB/T 21714.3—2008)	14
图 3 LEMP 防护措施确定的 LPZ (GB/T 21714.4—2008)	15

图 A.1	短时间雷击参数的定义(典型值 $T_2 < 2 \text{ ms}$)	18
图 A.2	长时间雷击参数的定义(典型值 $2 \text{ ms} < T_{\text{long}} < 1 \text{ s}$)	18
图 A.3	下行雷的可能组成成分(通常是对平地和低矮建筑物的雷击)	19
图 A.4	上行雷的可能组成成分(通常为暴露和/或高层建筑上面的雷击)	19
图 A.5	雷电流参数的累积频率分布(曲线通过概率 95% 到 5% 的值)	22
图 B.1	首次短时间雷击电流的上升沿波形	26
图 B.2	首次短时间雷击电流的下降沿波形	26
图 B.3	后续短时间雷击电流的上升沿波形	27
图 B.4	后续短时间雷击电流的下降沿波形	27
图 B.5	按 LPL I 参数作出的雷电流幅频密度曲线	28
图 C.1	模拟首次短时间雷击单位能量和长时间雷击电荷的试验发生器原理图	29
图 C.2	据表 C.3 确定雷电流陡度	30
图 C.3	用于大测试项目模拟首次短时间雷击波头陡度的试验发生器原理图	31
图 C.4	用于大测试项目模拟后续短时间雷击波头陡度的试验发生器原理图	31
图 D.1	用于计算两导线电动力的示意图	37
图 D.2	LPS 的导体典型布置图	37
图 D.3	图 D.2 结构的应力图	37
图 D.4	沿图 D.2 中水平导线单位长度上的力	38
表 1	雷电对普通建筑物的影响	7
表 2	雷电对常用服务设施的影响	8
表 3	不同雷击点导致建筑物的损害和损失	9
表 4	不同雷击点导致服务设施的损害和损失	10
表 5	各 LPL 对应的雷电流参数最大值	13
表 6	各 LPL 雷电参数的最小值及其对应的滚球半径	15
表 7	雷电流参数上下限值对应的概率	16
表 A.1	摘自 CIGRE(Electra No 41 或 No 69) ^[3,4] 的雷电流参数值	20
表 A.2	雷电流参数的对数正态分布——摘自 CIGRE(Electra No 41 或 No 69) ^[3,4] 从概率 95% 到 5% 的数值计算得出的雷电流参数的均值 μ 以及标准差 $\sigma_{\log}$	21
表 B.1	式 B.1 的参数	25
表 C.1	首次短时间雷击的测试参数	29
表 C.2	长时间雷击测试参数	30
表 C.3	短时间雷击的测试参数	30
表 D.1	在计算不同的 LPS 部件和不同的 LPL 测试值时须考虑的雷电威胁参数	32
表 D.2	LPS 部件常用材料的物理特性	35
表 D.3	截面积不同的导体温升与 W/R 的关系	35
表 E.1	不同土壤电阻率下冲击接地阻抗 Z 和 Z_1 的值	43
表 E.2	雷击过电流浪涌的预期值	44

雷电防护 第1部分:总则

1 范围

本部分提供了下列对象雷电防护所应遵循的一般原则:

——建筑物(包括其设施,内部物体以及人员);

——连接到建筑物的服务设施。

以下情况不属于本部分的范围:

——铁路系统;

——车辆、船舶、飞行器、离岸设施;

——地下高压管道;

——与建筑物不相连的管道、电力线和通信线。

注:通常这些系统由特定权威部门制定的专门规范管辖。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB/T 21714 的本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本部分,然而,鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本部分。

GB/T 21714.2—2008 雷电防护 第2部分:风险管理(IEC 62305-2:2006, IDT)

GB/T 21714.3—2008 雷电防护 第3部分:建筑物的物理损坏和生命危险(IEC 62305-3:2006, IDT)

GB/T 21714.4—2008 雷电防护 第4部分:建筑物内电气和电子系统(IEC 62305-4:2006, IDT)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于 GB/T 21714 的本部分。

3.1

对地雷闪 lightning flash to earth

云地间的大气放电,由一个或多个雷击组成。

3.2

下行雷 downward flash

始于云到地一个向下先导的雷闪。

注:下行雷由一个首次短时间雷击构成,其后可能跟随几个后续短时间雷击。一个或多个短时间雷击之后,还可能跟随一个长时间雷击。

3.3

上行雷 upward flash

始于地面建筑物到云端一个向上先导的雷闪。

注:上行雷由一个首次长时间雷击构成,其上会叠加或不叠加多个短时间雷击。一个或多个短时间雷击之后,还能跟随一个长时间雷击。

3.4

雷击 lightning stroke

对地雷闪中的单次放电。

3.5

短时间雷击 short stroke

雷闪的组成部分,它对应于一个冲击电流。

注:该电流的半值时间 T_2 通常小于 2 ms(见图 A.1)。

3.6

长时间雷击 long stroke

雷闪的组成部分,它对应于一个连续电流。

注:该连续电流的持续时间 T_{long} (从波头 10% 电流峰值处到波尾 10% 电流峰值处的时间间隔) 通常大于 2 ms 小于 1 s(见图 A.2)。

3.7

多重雷击 multiple strokes

平均由 3~4 个雷击组成的雷闪,两个雷击的时间间隔通常约为 50 ms。

注:已记录到时间间隔范围在 10 ms~250 ms 并包含几十个雷击的雷闪。

3.8

雷击点 point of strike

雷电击中大地或高耸物体(如建筑物、LPS、服务设施、树等)的点。

注:一个雷闪可以有不止一个雷击点。

3.9

雷电流 lightning current

i

流经雷击点的电流。

3.10

峰值 peak value

I

雷电流的最大值。

3.11

短时间雷击电流波头的平均陡度 average steepness of the front of short stroke current

数值上等于在时间间隔 $t_2 \sim t_1$ 内雷电流的平均变化率。

注:它表示为该时间间隔的末端和始端的电流差 $i(t_2) - i(t_1)$ 除以 $t_2 - t_1$ (见图 A.1)。

3.12

短时间雷击电流的波头时间 front time of short stroke current

T_1

它是一个虚拟参数,定义为雷电流波头达到 10% 峰值到 90% 峰值时间间隔的 1.25 倍(见图 A.1)。

3.13

短时间雷击电流的视在原点 virtual origin of short stroke current

O_1

连接雷电流波头 10% 和 90% 峰值两参考点的直线与时间轴的交点(见图 A.1)。它位于雷电流达到 10% 峰值时刻之前 $0.1T_1$ 处。

3.14

短时间雷击电流的半值时间 time to half value of short stroke current

T_2

它是一个虚拟参数,定义为视在原点 O_1 到雷电流下降至峰值一半时的时间间隔(见图 A.1)。

3. 15

雷闪持续时间 **flash duration** T

雷电流流过雷击点的时间。

3. 16

长时间雷击电流的持续时间 **duration of long stroke current** T_{long}

长时间雷击电流的持续时间是连续电流在上升沿升到峰值的 10% 时至下降沿连续电流降到峰值 10% 时的时间间隔(见图 A. 2)。

3. 17

雷闪电荷 **flash charge** Q_{flash}

整个雷闪持续期间雷电流对时间的积分。

3. 18

短时间雷击电荷 **short stroke charge** Q_{short}

一次短时间雷击中雷电流对时间的积分。

3. 19

长时间雷击电荷 **long stroke charge** Q_{long}

一次长时间雷击中雷电流对时间的积分。

3. 20

单位能量 **specific energy** W/R

雷电流的平方在整个雷闪持续期内对时间的积分。

注：它表示雷电流在单位电阻上耗散的能量。

3. 21

短时间雷击电流的单位能量 **specific energy of short stroke current**

雷电流的平方在短时间雷击持续期内的时间积分。

注：长时间雷击电流的单位能量可以忽略。

3. 22

被保护对象 **object to be protected**

为防御雷电影响而采取保护措施建筑物或服务设施。

3. 23

被保护的建筑物 **structure to be protected**

按照本标准,为防御雷电影响而需要保护的建筑物。

注：被保护的建筑物可以是较大建筑物的一部分。

3. 24

被保护的服务设施 **service to be protected**

按照本标准,为防御雷电影响而需要保护的连接到建筑物上的服务设施。

3. 25

击中对象的雷闪 **lightning flash to an object**

击中保护对象的雷闪。

3.26

击中对象附近的雷闪 **lightning flash near an object**

击中受保护对象附近且可能对受保护对象产生危险过电压的雷闪。

3.27

电气系统 **electrical system**

将低压供电器件组合在一起的系统。

3.28

电子系统 **electronic system**

含有敏感的电子部件,如通信设备、计算机、控制和仪表系统、无线电系统、电力电子装置的系统。

3.29

内部系统 **internal system**

建筑物内的电气和电子系统。

3.30

物理损害 **physical damage**

由于雷电的机械、热、化学或爆炸等效应对建筑物(或其内物体)所造成的损害。

3.31

人和动物的伤害 **injuries of living beings**

雷电引起的接触电压和跨步电压对人和动物的伤害,包括死亡。

3.32

电气和电子系统的失效 **failure of electrical and electronic system**

由于雷电电磁脉冲(LEMP)导致电气和电子系统的永久性损害。

3.33

雷电电磁脉冲 **lightning electromagnetic impulse**

LEMP

雷电流的电磁效应。

注:它除了包括辐射脉冲的电磁场效应,也包括传导性浪涌。

3.34

浪涌 **surge**

LEMP引起的以过电压或过电流形式出现的瞬态波。

注:LEMP产生的浪涌可能是由于(部分的)雷电流、设施内环路的感应或SPD下游的残留威胁引起的。

3.35

防雷区 **lightning protection zone**

LPZ

电磁环境已定义的区域。

注:防雷区(LPZ)的区域边界不一定是物理边界(如墙壁、地板和天花板等)。

3.36

风险 **risk**

R

雷电造成的年均可能损失(人员和货物)与受保护对象的总价值(人员和货物)之比。

3.37

风险容限 **tolerable risk**

R_T

受保护对象所能容许的最大风险值。

3.38

雷电防护水平 lightning protection level

LPL

与一组雷电流参数值有关的序数,该组参数值与在自然界发生雷电时最大和最小设计值不被超出的概率有关。

注:雷电防护水平用于根据雷电流的一组相关参数值设计防雷措施。

3.39

防雷措施 protection measures

为减小被保护对象雷电损害风险而采取的措施。

3.40

雷电防护系统 lightning protection system

LPS

用来减小雷击建筑物造成物理损害的系统。

注:LPS由外部和内部防雷装置两部分构成。

3.41

外部防雷装置 external lightning protection system

LPS的一个组成部分,由接闪器、引下线和接地装置构成。

3.42

内部防雷装置 internal lightning protection system

LPS的一个组成部分,由等电位连接和/或与外部LPS的电气绝缘组成。

3.43

接闪器 air-termination system

外部LPS组成部分,用金属部件,如避雷针、避雷网或避雷线构成,用于接闪。

3.44

引下线 down-conductor system

外部LPS组成部分,用来把雷电流从接闪器引至接地装置。

3.45

接地装置 earth-termination system

外部LPS的组成部分,用于把雷电流引导并散入大地。

3.46

外部导电部件 external conductive parts

进出被保护建筑物的金属延伸部件,如管道、电缆金属部件、金属线槽等,它们可以流过部分雷电流。

3.47

雷电等电位连接 lightning equipotential bonding

为减少雷电流引起的电位差,直接用导体或通过浪涌保护器把分离的金属部件连接到LPS上的一种防雷措施。

3.48

屏蔽线 shielding wire

为减少雷击服务设施造成物理损害而采用的金属线。

3.49

LEMP防护系统 LEMP protection measures system

LPMS

用于内部系统防御LEMP的措施构成的系统。

3.50

磁屏蔽 magnetic shield

用于减少电气和电子系统的失效,包围被保护对象或其一部分的格栅或连续型的闭合金属屏蔽体。

3.51

浪涌保护器 surge protective device

SPD

用于限制瞬态过电压和对浪涌电流进行分流的器件。它至少含有一个非线性元件。

3.52

能量配合的 SPD 防护 coordinated SPD protection

为了减少电气和电子系统失效而适当选择、能量配合并装配起来的一组 SPD。

3.53

额定冲击耐受电压 rated impulse withstand voltage

U_w

由厂家给设备或其部件指定的冲击耐受电压,用以表征其绝缘对过电压的规定耐受能力。

注:本部分只考虑带电导体和地之间的耐受电压(见 IEC 60664-1:2002)^[1)]。

3.54

冲击接地阻抗 impulse earthing impedance

接地体电压峰值与接地体电流峰值之比,通常两者峰值不会同时发生。

4 雷电流参数

GB/T 21714 系列标准所采用的雷电流参数见本部分附录 A(资料性附录)。

用于分析的雷电流时间函数见附录 B(资料性附录)。

用于测试的雷电流模拟见附录 C(资料性附录)。

用于实验室模拟雷电对 LPS 部件影响的基本参数见附录 D(资料性附录)。

有关雷电在不同安装点引起浪涌的资料见附录 E(资料性附录)。

5 雷电损害

5.1 对建筑物的损害

对建筑物产生影响的雷电可能导致建筑物本身、内部物体以及人和动物受到损害,包括内部系统的失效。这些损害和失效也可能蔓延至四邻,甚至影响局部环境。其蔓延的规模取决于建筑物及雷电的特征。

5.1.1 雷电对建筑物的影响

与雷电作用有关的建筑物主要特征有:

- 结构(如木、砖、混凝土、钢筋混凝土、钢框架结构);
- 用途(民宅、办公室、农舍、戏院、宾馆、学校、医院、博物馆、教堂、监狱、商店、银行、制造厂、工厂、运动场);
- 使用者和内部物体(人和动物、易燃或不易燃材料、易爆或不易爆材料、低或高耐压的电气和电子系统);
- 连接到建筑物的服务设施(电力线、通信线、管道);
- 已有的防护措施(如减少物理损害和人身伤害的防护措施、减少内部系统失效的防护措施);
- 危险蔓延的规模(撤离困难、可能引起恐慌、危及四邻和环境的建筑物)。

表 1 列出雷电对各类建筑物的影响。

1) 方括号内的参考文献请查阅参考书目。

表 1 雷电对普通建筑物的影响

建筑物类型 (按功用及内部物体分类)	雷电的影响
住宅	电气装置击穿、火灾或材料损坏； 损害通常限于暴露于雷击点或暴露于雷电流通道的对象； 装设的电气、电子设备和系统失效(如电视机、计算机、调制解调器、电话等)
农舍	火灾、危险的跨步电压以及材料损坏是首要的风险； 次要的风险是由于电源断电,通风系统、饲料供应系统电子控制失效等,使牲畜生命受到伤害
剧院、宾馆、学校、商店、运动场	电气装置损坏(如电灯照明)很可能导致恐慌； 火警失效使消防延误
银行、保险公司、商业公司等	同上,还有通信不畅、计算机失效和数据丢失所产生的问题
医院、疗养院、监狱	同上,还有特护人员问题,行动不便人员的救援困难等
工厂	额外的影响取决于工厂的内部物体,影响范围从轻微的损害到不可接受损害和停产
博物馆、古迹、教堂	不可替代的文化遗产的损失
电信、电厂	公共服务设施不可接受的损失
烟花厂、军火厂	火灾和爆炸危及工厂和四邻
化工厂、冶炼厂、核工厂、生化实验室和工厂	工厂发生火灾和故障给当地和全球环境带来不利的后果

5.1.2 建筑物的损害源和损害类型

雷电流是损害源。按雷击点相对于所考察的建筑物的位置,应考虑以下情况:

- S1:雷击建筑物;
- S2:雷击建筑物附近;
- S3:雷击连接到建筑物的服务设施;
- S4:雷击连接到建筑物的服务设施附近。

雷击建筑物可能导致:

- 由于炽热的雷电等离子电弧本身或电流使导体阻性发热(导体过热)或电荷导致电弧烧蚀(金属熔化)引起的直接机械损坏、火灾和/或爆炸;
- 由于电阻耦合、电感耦合或部分雷电流通过产生的过电压引起的火花触发火灾和/或爆炸;
- 电阻耦合、电感耦合引起的接触电压和跨步电压对人员造成伤害;
- LEMP 导致内部系统失效或出现故障。

雷击建筑物附近可能导致:

- LEMP 使内部系统失效或出现故障。

雷击连接到建筑物的服务设施可能导致:

- 通过连接到建筑物的服务设施传输的过电压和雷电流产生的火花触发火灾和/或爆炸;
- 通过连接到建筑物的服务设施传输的雷电流在建筑物内产生接触电压伤及人员;
- 出现在入户服务线路上并传输到建筑物的过电压使内部系统失效或出现故障。

雷击连接到建筑物的服务设施附近可能导致:

- 在连接到建筑物的服务设施上感应并传输到建筑物内的过电压使内部系统失效或出现故障。

注 1: GB/T 21714 系列标准不涉及内部系统出现故障的问题。参见 GB/T 17626.5—1999^[2]。

- 注 2：这里认为只有雷电流(全部或部分)产生的火花可能触发火灾。
- 注 3：如果入户金属管道与建筑物的等电位连接排连接，则雷电直击管道或其附近都不会使建筑物受到损害。
- 因此，雷电可能产生三种基本损害类型：
- D1：接触电压和跨步电压使人和动物受到伤害；
 - D2：包括有火花的雷电流效应引起的物理损害(火灾、爆炸、机械损坏、化学品泄漏等)；
 - D3：LEMP 导致内部系统失效。

5.2 对服务设施的损害

对服务设施产生影响的雷电可能损害与之相连的电气和电子设备，也对用于提供服务的设施(线路或管道)本身造成损害。

- 注：所考虑的服务设施指下列对象之间的物理连接：
- 电信交换局与用户楼宇、或两电信交换局、或两用户楼宇之间的通信线(TLC)；
 - 电信交换局或用户楼宇与配线节点之间，或两配线节点之间的通信线(TLC)；
 - 高压变电站(HV)与用户楼宇之间的电力线；
 - 主分配站与用户楼宇之间的管道。

损害波及范围与服务设施的性质、电气和电子系统的类型和延伸的范围大小以及雷电性质有关。

5.2.1 雷电对服务设施的影响

- 与雷电影响有关的服务设施主要特性有：
- 架设形式(线路：架空、埋地、屏蔽、非屏蔽、光纤；管道：地面上、埋地、金属、塑料)；
 - 用途(通信线路、电力线路、管道)；
 - 受服务的建筑物(结构、内部物体、大小、位置)；
 - 已有的防雷措施(如屏蔽线、SPD、线路冗余、贮液系统、发电机组、不间断电源系统)。

表 2 列出雷电对各类服务设施的影响。

表 2 雷电对常用服务设施的影响

服务设施类型	雷电的影响
电信线路	线路的机械损伤，屏蔽层和导体的熔化； 电缆和设备绝缘的击穿导致直接失效使对公众服务立即受到损失； 光缆受到非实质性损害，但不会立即导致对公众服务的损失
电力线路	使低压(LV)架空线路绝缘子损坏，电缆绝缘层击穿，线路设备和变压器的绝缘击穿，因此造成服务功能丧失
水管	电气和电子控制设备受损有可能造成服务功能丧失
煤气管 燃料管	非金属法兰盘衬垫的穿孔有可能造成火灾和/或爆炸； 电气和电子控制设备受损有可能造成对公众服务的损失

5.2.2 服务设施的损害源和损害类型

- 雷电流是损害源。按雷击点相对于所考察的服务设施的位置，应考虑以下情况：
- S1：雷击接受服务的建筑物；
 - S3：雷击连接到建筑物的服务设施；
 - S4：雷击连接到建筑物的服务设施附近。

- 雷击接受服务的建筑物可能导致：
- 流入服务设施的部分雷电流(由于阻性发热而)使金属线或电缆屏蔽层熔化；
 - 由于阻性耦合使线路和相连设备的绝缘击穿；
 - 管道法兰盘中非金属衬垫及绝缘连接处衬垫的穿孔。

注 1：雷击接受服务的建筑物不会使无金属光纤受到影响。

雷击连接到建筑物的服务设施可能导致：

- 雷电流产生的电动应力或热效应(使金属线、屏蔽层或管道断裂和/或熔化)和由于雷电等离子电弧本身的热(使塑料保护层穿孔)使金属线或管道直接受到机械损害；
- 线路(绝缘击穿)和与之相连设备的直接电气损害；
- 架空的薄金属管道和法兰盘的非金属衬垫的穿孔,其结果可能引起火灾和爆炸,这取决于所传送液体的性质。

雷击连接到建筑物的服务设施附近可能导致：

- 由于电感耦合(感应过电压)使线路及与其相连的设备绝缘击穿。

注2：无金属导体的光纤电缆不受雷击大地的影响。

因此,对服务设施,雷电可能导致二种基本损害类型：

- D2:由于雷电流的热效应造成物理损害(火灾、爆炸、机械损坏、化学品泄漏)；
- D3:由于过电压使电气和电子系统失效。

5.3 损失类型

每一种损害类型,单独或与其他损害类型联合可能使被保护对象产生不同的间接损失。可能出现的损失类型取决于被保护对象本身的特性。

本标准考虑以下损失类型：

- L1:人身生命损失；
- L2:对公众服务的损失；
- L3:文化遗产损失；
- L4:经济损失(建筑物及其内部物体、服务设施和业务损失)。

可以认为损失类型 L1、L2 和 L3 是社会价值损失,而损失类型 L4 是纯经济损失。

可能出现在建筑物内的损失如下：

- L1:人身生命损失；
- L2:对公众服务的损失；
- L3:文化遗产损失；
- L4:经济损失(建筑物及其内部物体)。

可能出现在服务设施上的损失如下：

- L2:对公众服务的损失；
- L4:经济损失(服务设施和业务损失)。

注：本标准不考虑服务设施上的人身生命损失。

表3、表4分别列出建筑物和服务设施的损害源、损害类型和损失类型的对应关系。

表3 不同雷击点导致建筑物的损害和损失

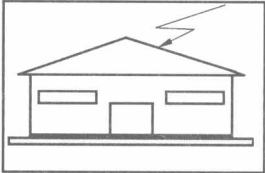
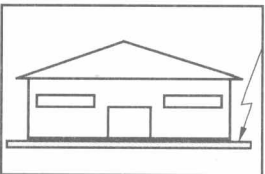
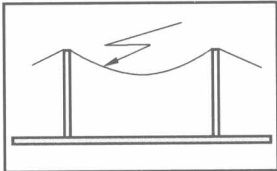
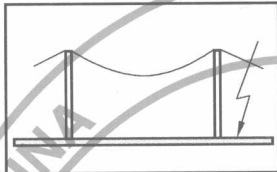
雷击点	图例	损害源	损害类型	损失类型
建筑物		S1	D1 D2 D3	L1, L4 ^b L1, L2, L3, L4 L1 ^a , L2, L4
建筑物附近		S2	D3	L1 ^a , L2, L4

表 3 (续)

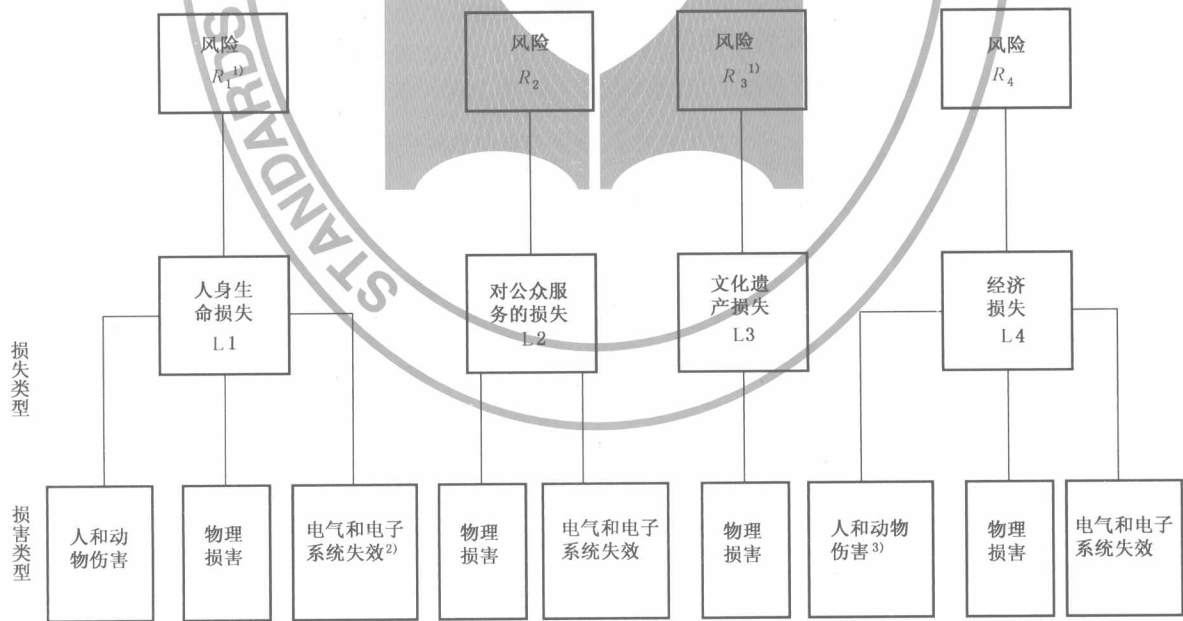
雷击点	图例	损害源	损害类型	损失类型
连接到建筑物的服务设施		S3	D1 D2 D3	L1, L4 ^b , L1, L2, L3, L4 L1 ^a , L2, L4
连接到建筑物的服务设施附近		S4	D3	L1 ^a , L2, L4

^a 仅对有爆炸危险的建筑物和那些因内部系统失效立即危及人身生命的医院或其他建筑物而言。
^b 仅对可能有动物损失的地方而言。

表 4 不同雷击点导致服务设施的损害和损失

雷击点	损害源	损害类型	损失类型
服务设施	S3	D2, D3	L2, L4
服务设施附近	S4	D3	
接受服务的建筑物	S1	D2, D3	

图 1 列出由损害类型产生的损失类型和相应风险。



- 1) 仅对建筑物而言。
2) 仅对那些因内部系统失效立即危及人身生命的医院或其他建筑物而言。
3) 仅对可能有动物损失的地方。

图 1 不同损害类型产生的损失类型和风险

6 雷电防护的必要性和经济合理性

6.1 雷电防护的必要性

为了减少社会价值损失 L_1 、 L_2 和 L_3 ，应对被保护对象雷电防护的必要性进行估算。

为了计算雷电防护是否必要，应按照 GB/T 21714.2—2008 介绍的步骤进行风险评估。对应于 5.3 介绍的损失类型，应考虑以下风险：

- R_1 ：人身生命损失的风险；
- R_2 ：对公共服务损失的风险；
- R_3 ：文化遗产损失的风险。

如果风险 $R(R_1$ 至 $R_3)$ 大于风险容限 R_T ，即

$$R > R_T$$

则雷电防护措施是必要的。这种情况下，应采取雷电防护措施，使风险 $R(R_1$ 至 $R_3)$ 减少至不大于风险容限 R_T ，即

$$R \leq R_T$$

如果被保护对象上可能出现一种以上损失类型，则对每一种损失类型 (L_1 、 L_2 和 L_3) 都应满足条件 $R \leq R_T$ 。

凡是雷电可能导致社会价值损失的地方，风险容限 R_T 值宜由有关部门考虑。

注 1：有管辖权当局可以不经风险评估就规定特殊应用场合必须采取雷电防护措施。在这些情况下，所需的雷电防护水平将由当局规定。在某些情况下，风险评估可能作为判断是否放弃雷电防护要求而进行的一项技术措施。

注 2：有关风险评估的细节和防雷措施的选择步骤在 GB/T 21714.2—2008 中介绍。

6.2 雷电防护的经济合理性

除了被保护对象雷电防护的必要性外，估算为了减少经济损失 L_4 而提供防护措施的经济效益是有意义的。

这种情况下，宜对经济损失的风险 R_4 进行评估。评估时可分别计算采取防护措施前后的经济损失。

如果采取防护措施后仍有的损失价值 C_{RL} 与防护措施费用 C_{PM} 之和低于未采取防护措施时的总损失价值 C_L ，即：

$$C_{RL} + C_{PM} < C_L$$

则采取防护措施经济上是合理的。

注：雷电防护经济合理性的估算细节在 GB/T 21714.2—2008 中介绍。

7 防护措施

为了减少风险，可以根据损害类型采取防护措施。

7.1 减少接触和跨步电压造成人和动物伤害的防护措施

可能的防护措施有：

- 外露导电部件的适当绝缘；
- 利用网格接地系统作等电位连接；
- 限制人身活动范围和设置警示牌。

注 1：等电位连接不能有效地防护接触电压造成的伤害。

注 2：增加建筑物内外地表电阻率 ρ 可以使人身伤害减少 (见 GB/T 21714.3—2008 中第 8 章)。