



中华人民共和国国家标准

GB 15599—2025

代替 GB 15599—2009

危险化学品企业雷电安全规范

Lightning safety specification for hazardous chemical enterprises

2025-12-31 发布

2026-09-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 一般要求	3
5 雷电预警	3
6 雷电防护	4
6.1 通用设施	4
6.2 生产装置区	5
6.3 罐区	5
6.4 危险化学品仓库	6
6.5 装卸区	7
6.6 加油站	7
6.7 证实方法	7
7 检测、检查与运维	7
7.1 检测	7
7.2 检查	7
7.3 运维	8
7.4 证实方法	8
附录 A (资料性) 滚球法确定接闪器的保护范围	9
附录 B (资料性) 定期检查和日常检查的检查项目	17
参考文献	19

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替 GB 15599—2009《石油与石油设施雷电安全规范》，与 GB 15599—2009 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 更改了适用范围(见第 1 章,2009 年版的第 1 章)；
- 增加了“术语和定义”(见第 3 章)；
- 增加了防雷分类和防雷区划分的要求(见 4.1)；
- 增加了预防雷电危害的基本原则(见 4.2、4.4)；
- 增加了“证实方法”(见 4.5、5.5、6.7、7.4)；
- 增加了“雷电预警”(见第 5 章)；
- 增加了“通用设施”(见 6.1.1.1、6.1.2.1、6.1.2.2)；
- 增加了对管道接地、等电位连接的要求(见 6.1.3.3~6.1.3.6)；
- 增加了“框架、管架、桥架”(见 6.1.4)；
- 增加了铝合金穹顶储罐的要求(见 6.3.1.2)；
- 增加了外浮顶储罐排水管线、转动浮梯等电位连接的要求(见 6.3.1.4)；
- 增加了内浮顶储罐浮顶与罐体做电气连接的要求(见 6.3.1.5)；
- 增加了储罐上仪表金属外壳电气连接的要求(见 6.3.1.6)；
- 增加了覆土储罐呼吸阀、量油孔等法兰连接处电气连接和接地的要求(见 6.3.1.10)；
- 增加了“危险化学品仓库”(见 6.4)；
- 增加了“加油站”(见 6.6)；
- 删除了金属油船和油驳的要求(见 2009 年版的 4.5)；
- 更改了检测、检查与运维的项目及要求(见第 7 章,2009 年版的第 5 章)。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中华人民共和国应急管理部提出并归口。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

- 1995 年首次发布为 GB 15599—1995,2008 年下达第 1 号修改单；
- 2009 年第一次修订为 GB 15599—2009；
- 本次为第二次修订。

危险化学品企业雷电安全规范

1 范围

本文件规定了危险化学品企业避免或减少雷电危害的一般要求、雷电预警、雷电防护和检测、检查、运维措施。

本文件适用于危险化学品生产、经营(有储存)企业的雷电安全防护。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 18802.11 低压电涌保护器(SPD) 第11部分:低压电源系统的电涌保护器 性能要求和试验方法

GB/T 18802.21 低压电涌保护器 第21部分:电信和信号网络的电涌保护器(SPD) 性能要求和试验方法

GB/T 21431 建筑物雷电防护装置检测技术规范

GB/T 38121 雷电防护雷暴预警系统

GB 50057 建筑物防雷设计规范

GB 50156 汽车加油加气加氢站技术标准

GB 50650 石油化工装置防雷设计规范(2022版)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

雷电防护装置 lightning protection system; LPS

由接闪器、引下线、接地装置、电涌保护器及其连接导体等构成的,用以防御危险化学品企业建(构)筑物、场所和装置雷电灾害的设施或者系统。

[来源:GB 50057—2010,2.0.5,有修改]

3.2

雷电预警系统 lightning warning system

监测目标区域内的雷暴活动,并能对该区域未来时段雷电发生情况进行预警的系统。

[来源:GB 17681—2024,3.3]

3.3

接闪器 air-termination system

由拦截闪击的接闪杆、接闪带、接闪线和接闪网以及金属屋面、金属构件等组成。

[来源:GB 50057—2010,2.0.8]

3.4

引下线 down-conductor system

用于将雷电流从接闪器传导至接地装置的导体。

[来源:GB 50057—2010,2.0.9]

3.5

接地装置 earth-termination system

接地体和接地线的总合,用于传导雷电流并将其流散入大地。

[来源:GB 50057—2010,2.0.10]

3.6

直击雷 direct lightning flash

闪击直接击于建(构)筑物、其他物体、大地或外部防雷装置上,产生电效应、热效应和机械力者。

[来源:GB 50057—2010,2.0.13]

3.7

接地体 earth electrode

埋入土壤中或混凝土基础中作散流用的导体。

[来源:GB 50057—2010,2.0.11]

3.8

接地电阻 ground resistance

在给定频率下,系统、装置或设备的给定点与参考地之间的阻抗的实部。

[来源:GB 50650—2011,2.0.21]

3.9

冲击接地电阻 impulse earthing resistance

根据通过接地极流入地中冲击电流求得的接地电阻。

注:接地极上对地电压的峰值与电流的峰值之比。

[来源:GB 50650—2011,2.0.23,有修改]

3.10

多雷区 more thunderstorm region

平均年雷暴日数超过 40 d 但不超过 90 d,或者地面落雷密度超过 2.78 次/(km²·a)但不超过 7.98 次/(km²·a)的地区。

[来源:GB 50064—2014,2.0.8,有修改]

3.11

强雷区 strong thunderstorm region

平均年雷暴日数超过 90 d 或地面落雷密度超过 7.98 次/(km²·a)以及根据运行经验雷害特殊严重的地区。

[来源:GB 50064—2014,2.0.9,有修改]

3.12

等电位连接 equipotential bonding

用导体将各种金属构件、金属设施、金属管道、金属设备等进行导电连接,使各物体的电位近似相等。

[来源:SH/T 3164—2021,3.1.14]

3.13

电涌保护器 surge protective device;SPD

用于限制瞬态过电压和分泄电涌电流的器件。

注:至少含有一个非线性元件。

[来源:GB 50057—2010,2.0.29,有修改]

3.14

爆炸性气体混合物 **explosive gas mixture**

在大气条件下,气体、蒸气、薄雾状的可燃物质与空气的混合物,引燃后燃烧将在全范围内传播。

[来源:GB 50058—2014,2.0.8]

3.15

火灾爆炸危险场所 **fire and explosive hazardous area**

能够与空气形成爆炸性混合物的气体、蒸气、粉尘等介质环境以及在高温、受热、摩擦、撞击、自燃等情况下可能引起火灾、爆炸的场所。

[来源:GB 30871—2022,3.2]

3.16

可燃性物质 **flammable material**

物质本身是可燃性的,能够产生可燃性气体、蒸气或薄雾。

[来源:GB 50058—2014,2.0.4,有修改]

4 一般要求

4.1 危险化学品企业(以下简称“企业”)内建筑物、构筑物的防雷分类及防雷区的划分应符合GB 50057的要求。

4.2 雷电防护应根据环境因素、雷电活动规律、设备重要性以及风险后果等,采取安全、合理、经济可行的措施。

4.3 生产经营过程中应避免爆炸性气体混合物在露天环境积聚,爆炸性气体混合物可能泄漏或积聚的区域,应避免金属导体间产生雷击火花放电。

4.4 企业应将雷电安全纳入本单位安全生产责任体系,在生产经营活动中落实雷电安全要求。

4.5 查验企业防雷工程设计图纸资料、竣工资料、雷电防护装置检测报告、防雷安全生产责任制等,证实本章要求。

5 雷电预警

5.1 大型油气储存企业、地属多雷区或强雷区的二级以上石油库应设置雷电预警系统。

注:大型油气储存企业是指单罐罐容不小于100 000 m³且总库容不小于1 000 000 m³的原油库;单罐罐容不小于5 000 m³且总库容不小于50 000 m³的成品油库;单罐罐容不小于10 000 m³且总库容不小于100 000 m³的液化天然气接收站;单罐罐容不小于1 000 m³且总库容不小于10 000 m³的液化石油气储存企业。

5.2 雷电预警系统应具备下列基本功能:

- a) 实时监测地面雷电特征参数;
- b) 雷电临近预警,包括雷电预警级别、雷电预警时间、预警区域、预警解除等信息;
- c) 雷电历史数据统计、查询。

5.3 雷电预警过程应包含预警启动、预警持续、预警结束阶段。

5.4 雷电预警提前时间不应小于10 min,平均有效报警率不应低于80%。

5.5 查验雷电预警系统,确保处于正常运行状态;对比闪电定位数据、按照GB/T 38121计算预警有效性的方法等证实本章要求。

6 雷电防护

6.1 通用设施

6.1.1 电气系统

6.1.1.1 多雷区、强雷区以及雷击故障频发的杆塔和线路,应采取设置避雷器、降低接地电阻、全程架设避雷线、增加绝缘子或架设耦合地线等防护措施。

6.1.1.2 380 V/220 V 供配电系统应采用 TN-S 系统,供电系统的电缆金属外皮或金属保护管两端应接地,在各被保护设备处,应按照 GB 50057 的要求安装适配的电涌保护器,电涌保护器的性能参数应符合 GB/T 18802.11 的要求。

6.1.2 电子信息仪表系统

6.1.2.1 控制室、机柜间应设置等电位连接及保护接地,电气及电子设备的金属外壳、线槽、电缆金属外层、保护管均应等电位连接。

6.1.2.2 现场仪表金属外壳、仪表保护箱、接线箱及机柜的金属外壳应就近连接到接地网,或连接到已经接地的金属电缆槽、金属保护管、金属支架、框架、平台、围栏等金属构件上。

6.1.2.3 铠装电缆金属外皮两端应接地,电缆采用金属管配线时,进入建筑物的金属管应在入口处就近连接到等电位连接端子板上。

6.1.2.4 电子信息仪表系统的防雷接地应与交流工作接地、直流工作接地、安全保护接地共用接地装置,接地电阻应按接入设备中要求的最小值确定。

6.1.2.5 电子信息仪表系统线路首末端应装设与电子器件耐压水平相适应的电涌保护器,电涌保护器的性能参数应符合 GB/T 18802.21 的要求。

6.1.3 管道

6.1.3.1 火灾爆炸危险场所内的金属管道阀门、法兰盘等连接处的过渡电阻大于 $0.03\ \Omega$ 时,连接处应用金属导线跨接。对有不少于 5 根螺栓连接的法兰盘,在非腐蚀环境下,可不跨接,但应构成电气通路。

6.1.3.2 管道系统的所有金属件,包括护套金属包覆层,应接地。管道两端和每隔 200 m~300 m 处应接地,其冲击接地电阻不应大于 $10\ \Omega$ 。在土壤电阻率高的地区,可适当增大冲击接地电阻,但在 $3\ 000\ \Omega\cdot\text{m}$ 以下的地区,冲击接地电阻不应大于 $30\ \Omega$ 。

6.1.3.3 平行敷设于地上或非充沙管沟内的金属管道,其净距小于 100 mm 时,应用金属线跨接,跨接点的间距不应大于 30 m。管道交叉点净距小于 100 mm 时,其交叉点应用金属线跨接。

6.1.3.4 距离建筑物 100 m 内的地上管道相邻接地点间距不应大于 25 m,冲击接地电阻应小于 $30\ \Omega$ 。

6.1.3.5 金属加热伴管的进气口、回水口处应与金属工艺管道等电位连接。

6.1.3.6 金属管道中间的非金属管段两端的金属管均应接地,或采用金属导体跨接后接地。非金属管段上的所有金属件应等电位连接并接地。

6.1.3.7 埋地长输金属管道在站场、阀室阴极保护连接处应经隔离器或去耦合器与接地装置连接。

6.1.3.8 埋地金属管道敷设屏蔽线时,屏蔽线应通过隔离器或去耦合器与管道连接。

6.1.3.9 可燃气体放空管路应安装阻火器或装设接闪器,当装设接闪器时保护范围应符合 GB 50650 及 GB 50057 的要求。

6.1.4 框架、管架、桥架

6.1.4.1 金属框架、管架应通过立柱与接地装置连接,每组框架、管架的接地点不应少于2处。

6.1.4.2 金属桥架应保证全程电气贯通,桥架分支处、拐弯处应与金属管架做电气连接。

6.2 生产装置区

6.2.1 生产装置区下列设备设施应采取防雷措施,并应符合 GB 50650 的要求:

- a) 安装在地面上高大、耸立的生产设备;
- b) 通过框架或支架安装在高处的生产设备和引向火炬的主管道等;
- c) 安置在地面上的大型压缩机、成群布置的机泵等转动设备;
- d) 在空旷地区的火炬、烟囱和排气筒;
- e) 安置在高空易遭受直击雷的照明设施。

6.2.2 生产装置区内露天布置的钢制塔、容器等,当顶板厚度不小于4 mm时,可不设接闪杆保护,但应设防雷接地。直径大于或等于2.5 m或容积大于或等于50 m³的设备,其接地点不应少于2处,接地点应沿设备外围均匀布置,其间距不应大于30 m。

6.2.3 甲、乙类厂房、泵房(棚)的防雷,符合下列要求:

- a) 厂房、泵房(棚)应采用接闪带(网),其引下线不应少于2根,并应沿建筑物四周均匀对称布置,引下线间距不应大于18 m,接闪网网格不应大于10 m×10 m或12 m×8 m;
- b) 进出厂房、泵房(棚)的金属管道、电缆保护钢管或架空电缆桥架,在厂房、泵房(棚)外侧应做一处接地,其接地装置应与保护接地装置及接闪带(网)接地装置合用。

6.2.4 丙类厂房、泵房(棚)的防雷,符合下列要求:

- a) 在平均雷暴日每年大于40天的地区,厂房、泵房(棚)应装设接闪带(网),其引下线不应少于2根,间距不应大于18 m;
- b) 进出厂房、泵房(棚)的金属管道、电缆保护钢管或架空电缆桥架,在厂房、泵房(棚)外侧应做一处接地,其接地装置应与保护接地装置及接闪带(网)接地装置合用。

6.3 罐区

6.3.1 金属储罐

6.3.1.1 钢制储罐顶板厚度不小于4 mm时,不应装设避雷针。储存可燃性物质的钢制储罐顶板厚度小于4 mm时,应装设防直击雷设备,其保护范围的确定见附录A。

6.3.1.2 储存可燃性物质的铝顶储罐顶板厚度小于7 mm时,应装设防直击雷设备,其保护范围的确定见附录A。储罐的罐顶采用铝合金穹顶技术时,应采取防止雷击击穿铝顶的措施。

6.3.1.3 金属储罐应作环形防雷接地,其接地点不应少于2处,并应沿罐周均匀或对称布置,其罐壁周长间距不应大于30 m,接地体距罐壁的距离应大于3 m。引下线应在距离地面0.3 m至1.0 m之间装设断接卡,用两个型号为M12的不锈钢螺栓加防松垫片连接。接地体冲击接地电阻不应大于10 Ω。

6.3.1.4 外浮顶储罐的防雷应符合下列要求:

- a) 采用两根截面不小于50 mm²的扁平镀锡软铜复绞线或绝缘阻燃护套软铜复绞线将浮顶与罐体做电气连接;
- b) 利用浮顶排水管线将罐体与浮顶做电气连接,每条排水管线的跨接导线应采用一根横截面不小于50 mm²的扁平镀锡软铜复绞线;

- c) 转动浮梯两侧分别与罐体和浮顶各做 2 处电气连接；
- d) 采用有效、可靠的连接方式将浮顶与罐体沿罐周做均布的电气连接；
- e) 外浮顶储罐二次密封金属构件与罐壁、导向柱与浮顶电气绝缘。

6.3.1.5 内浮顶储罐应采用两根直径不小于 5 mm 的不锈钢钢丝绳将浮顶与罐体做电气连接。

6.3.1.6 储罐上安装的信号远传仪表,其金属外壳应与罐体做电气连接。

6.3.1.7 与金属储罐相接的电气、仪表配线应采用金属管屏蔽保护。配线金属管上下两端与罐壁应做电气连接。在相应的被保护设备处,应装设与设备耐压水平相适应的电涌保护器。

6.3.1.8 储存甲_B、乙类液体的固定顶储罐呼吸阀、内浮顶储罐中央通气孔应装设阻火器。

6.3.1.9 金属储罐的阻火器、呼吸阀、量油孔、人孔、切水管、透光孔等金属附件应与储罐等电位连接。

6.3.1.10 储存可燃性物质的覆土储罐呼吸阀、量油孔等法兰连接处,应做电气连接并接地,接地电阻不应大于 10 Ω。

6.3.2 非金属储罐

6.3.2.1 储存可燃性物质的非金属储罐应装设独立接闪杆(网)等防直击雷设备。

6.3.2.2 独立接闪杆与被保护物的水平距离不应小于 3 m,且应设独立接地装置,其接地电阻不应大于 10 Ω。

6.3.2.3 接闪网应采用直径不小于 12 mm 的热镀锌圆钢或截面不小于 40 mm×4 mm 的热镀锌扁钢制成,网格不应大于 5 m×5 m 或 6 m×4 m,引下线不应少于 2 根,并沿四周均匀或对称布置,其间距不应大于 18 m,接地点不应少于 2 处。

6.3.2.4 储存可燃性物质的非金属储罐应装设阻火器和呼吸阀。储罐的防护护栏、上罐梯、阻火器、呼吸阀、量油孔、人孔、透光孔、法兰等金属附件应接地,并应在防直击雷装置的保护范围内。

6.3.3 人工洞石油库

6.3.3.1 人工洞石油库储罐的金属呼吸管和金属通风管的露出洞外部分,应装设独立的接闪杆,其保护范围应高出管口 2 m,独立接闪杆距管口的水平距离不应小于 3 m。

6.3.3.2 进出洞内的金属管道,当其洞外埋地长度超过 $2\sqrt{\rho}$ m(ρ 为埋地金属管道处的土壤电阻率),且不小于 15 m 时,应在进入洞口处做一处接地。在其洞外部分不埋地或埋地长度不足 $2\sqrt{\rho}$ m 时,除在进入洞口处做一处接地外,应在洞外做两处接地,接地点的间距不应大于 50 m,冲击接地电阻不应大于 20 Ω。

6.3.3.3 电力和信息线路应采用铠装电缆埋地引入洞内。洞口电缆的外皮应与洞内的油罐、输油管道的接地装置相连。若由架空线路转换为电缆埋地引入洞内时,当其洞外埋地长度超过 $2\sqrt{\rho}$ m 时,电缆金属外皮应在进入洞口处接地。当埋地长度不足 $2\sqrt{\rho}$ m 时,电缆金属外皮除在进入洞口处做接地外,还应在洞外做两处接地,接地点间距不应大于 50 m,接地电阻不应大于 20 Ω。电缆与架空线路的连接处,应装设过电压保护器。过电压保护器、电缆外皮和瓷瓶铁脚,应做电气连接并接地,接地电阻不应大于 10 Ω。

6.4 危险化学品仓库

6.4.1 火灾爆炸危险场所库房的金属门窗、进入库房的金属管道、库内的金属货架及其他金属装置应与接地装置电气连接。

6.4.2 易燃危化品大量集中的露天堆场,年计算雷击次数大于或等于 0.05 次时,应采取独立接闪杆或

架空接闪线防直击雷。独立接闪杆和架空接闪线保护范围的滚球半径可取 100 m。在计算雷击次数时,高度按堆放的最大高度计算,其长度和宽度按可能堆放面积的最大长度和最大宽度计算。其保护范围的确定见附录 A。

6.5 装卸区

6.5.1 在罩棚内进行易燃液体装卸作业的,棚顶应采用接闪网保护。接闪网不能有效保护爆炸危险 1 区时,应加装接闪杆。当罩棚采用双层金属屋面,且其顶面金属层厚度大于 0.5 mm、搭接长度大于 100 mm 时,可利用金属屋面作为接闪器。

6.5.2 钢轨、管道、鹤管、栈桥等装卸设备设施应做电气连接并接地,冲击接地电阻不应大于 10 Ω ,两组跨接点间距不应大于 20 m。

6.6 加油站

6.6.1 加油站内站房、罩棚等建筑物的直击雷防护应采用接闪带(网)进行保护,罩棚为金属屋面时,应利用屋面作为接闪器且符合 GB 50057、GB 50156 的要求。

6.6.2 加油站与防静电接地、电气设备工作接地、保护接地及信息系统接地等共用的防雷接地装置接地电阻不应大于 4 Ω 。

6.6.3 金属油罐应进行防雷接地,接地点不应少于 2 处。

6.6.4 埋地金属油罐、非金属油罐顶部的金属部件及罐内的金属部件,应与非埋地部分的工艺金属管道做电气连接并接地。

6.7 证实方法

查验防雷工程设计图纸资料、竣工资料、雷电防护装置检测报告等证实本章要求。

7 检测、检查与运维

7.1 检测

7.1.1 火灾爆炸危险场所的雷电防护装置检测间隔时间为 6 个月,其他场所雷电防护装置检测间隔时间为 12 个月。

7.1.2 检测内容应包括防雷分类以及防雷装置各项参数的检查和测试,并符合 GB/T 21431 的要求。

7.1.3 受检单位应按照防雷检测中发现的问题进行整改、复检。

7.2 检查

7.2.1 雷电防护装置的检查分为定期检查和日常检查。定期检查应在雷雨季节到来前完成,日常检查应贯穿生产经营全过程。

7.2.2 检查应包含以下内容,具体项目见附录 B:

- a) 接闪器;
- b) 引下线;
- c) 接地装置;
- d) 磁屏蔽;
- e) 等电位连接;

f) 电涌保护器(SPD)。

7.3 运维

7.3.1 应由专人负责做好雷电防护装置的日常维护工作,防雷工程图纸资料、雷电防护装置检测报告等应归档并妥善保管。

7.3.2 应确保雷电预警系统正常运行,若出现功能异常,应及时维护。

7.3.3 企业应制定雷击事故应急预案和现场处置方案。

7.3.4 雷暴天气下,露天作业的工作人员应及时进入有防雷设施的场所,远离带电设备或其他金属设施;可间歇操作的油气装卸作业应暂停,关闭油气储存容器开口。

7.4 证实方法

查验防雷工程图纸资料、雷电防护装置检测报告、雷电防护装置日常检查维护记录等,证实本章要求。

附录 A

(资料性)

滚球法确定接闪器的保护范围

A.1 单支接闪器的保护范围示意图见图 A.1, 保护范围确定方法如下。

a) 当接闪杆高度 h 小于或等于 h_r 时:

- 1) 距地面 h_r 处作一平行于地面的平行线;
- 2) 以杆尖为圆心, h_r 为半径, 作弧线交于平行线的 A、B 两点;
- 3) 以 A、B 为圆心, h_r 为半径作弧线, 弧线与杆尖相交并与地面相切。弧线到地面为其保护范围。保护范围为一个对称的锥体;
- 4) 接闪杆在 h_x 高度的 xx' 平面上和地面上的保护半径按公式(A.1)、公式(A.2)计算:

$$r_x = \sqrt{h(2h_r - h)} - \sqrt{h_x(2h_r - h_x)} \quad \dots\dots\dots(A.1)$$

$$r_0 = \sqrt{h(2h_r - h)} \quad \dots\dots\dots(A.2)$$

式中:

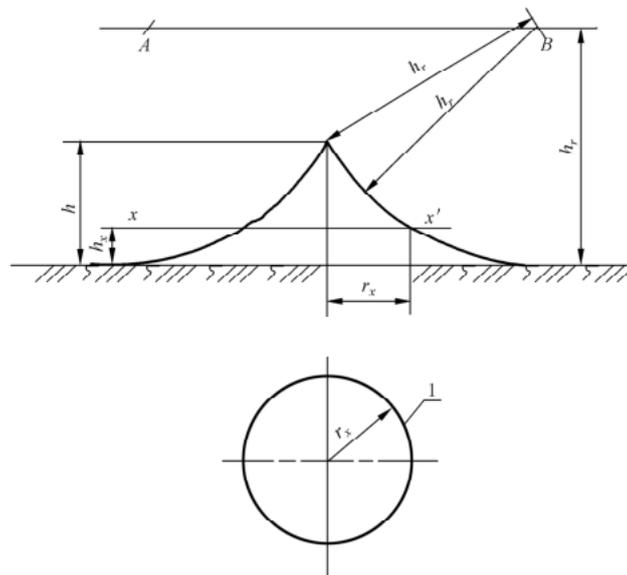
r_x ——接闪杆在 h_x 高度的 xx' 平面上的保护半径, 单位为米(m);

h_r ——滚球半径, 按 GB 50057—2010 中表 5.2.12 和 4.5.5 的规定取值, 单位为米(m);

h_x ——被保护物的高度, 单位为米(m);

r_0 ——接闪杆在地面上的保护半径, 单位为米(m)。

b) 当接闪杆高度 h 大于 h_r 时, 在接闪杆上取高度等于 h_r 的一点代替单支接闪杆杆尖作为圆心。其余的做法依据 A.1.1 规定。公式(A.1)和公式(A.2)中的 h 用 h_r 代入。



标引序号说明:

1—— xx' 平面上保护范围的截面。

图 A.1 单支接闪器的保护范围示意图

A.2 两支等高接闪器的保护范围, 在接闪器高度 h 小于或等于 h_r 的情况下, 当两支接闪器距离 D 大于或等于 $2\sqrt{h(2h_r - h)}$ 时, 各按单支接闪器所规定的方法确定; 当 D 小于 $2\sqrt{h(2h_r - h)}$ 时, 示意图见图 A.2, 按下列方法确定。

- a) AEBC 外侧的保护范围,按单支接闪杆的方法确定。
- b) C、E 点位于两杆间的垂直平分线上。在地面每侧的最小保护宽度按公式(A.3)计算:

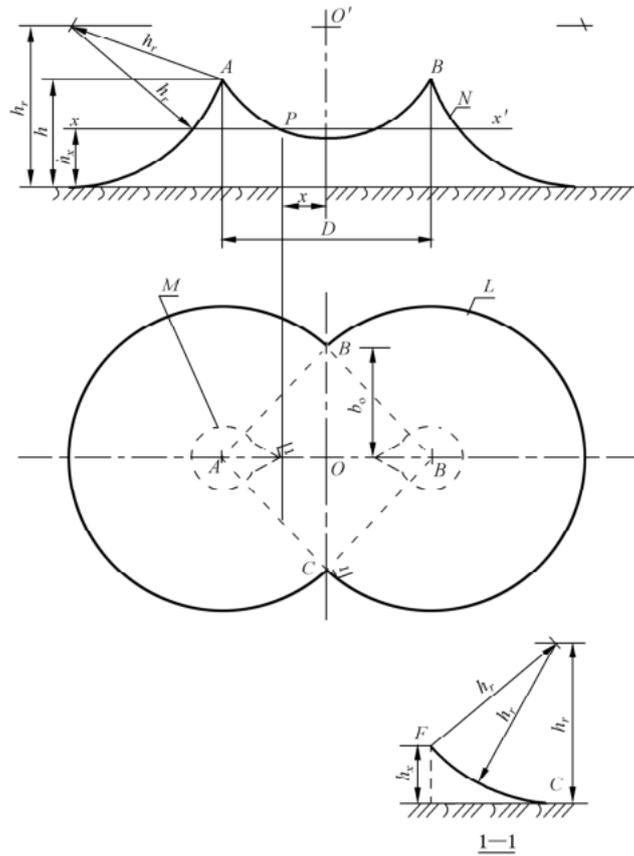
$$b_0 = CO = EO = \sqrt{h(2h_r - h) - \left(\frac{D}{2}\right)^2} \dots\dots\dots (A.3)$$

- c) 在 AOB 轴线上,距中心线任一距离 x 处,其在保护范围上边线上的保护高度按公式(A.4)计算:

$$h_x = h_r - \sqrt{(h_r - h)^2 + \left(\frac{D}{2}\right)^2 - x^2} \dots\dots\dots (A.4)$$

注:该保护范围上边线是以中心线距地面 h_r 的一点 O' 为圆心,以 $\sqrt{(h_r - h)^2 + \left(\frac{D}{2}\right)^2}$ 为半径所作的圆弧 AB。

- d) 两杆间 AEBC 内的保护范围,ACO 部分的保护范围按下列方法确定:
 - 1) 在任一保护高度 h_x 和 C 点所处的垂直平面上,以 h_x 作为假想接闪杆,并按单支接闪杆的方法逐点确定(图 A.2 中 1-1 剖面图);
 - 2) 确定 BCO、AEO、BEO 部分的保护范围的方法与 ACO 部分的相同。
- e) 确定 xx' 平面上的保护范围截面的方法。以单支接闪杆的保护半径 r_x 为半径,以 A、B 为圆心作弧线与四边形 AEBC 相交;以单支接闪杆的 $(r_0 - r_x)$ 为半径,以 E、C 为圆心作弧线与上述弧线相交,见图 A.2 中的粗虚线。



标引符号说明:
 L —— 地面上保护范围的截面;
 M —— xx' 平面上保护范围的截面;
 N —— AOB 轴线的保护范围。

图 A.2 两支等高接闪杆的保护范围示意图

A.3 两支不等高接闪杆的保护范围,在 A 接闪杆的高度 h_1 和 B 接闪杆的高度 h_2 均小于或等于 h_r 的情况下,当两支接闪杆距离 D 大于或等于 $\sqrt{h_1(2h_r-h_1)} + \sqrt{h_2(2h_r-h_2)}$ 时,各按单支接闪杆所规定的方法确定;当 D 小于 $\sqrt{h_1(2h_r-h_1)} + \sqrt{h_2(2h_r-h_2)}$ 时,示意图见图 A.3,按下列方法确定。

- a) AEBC 外侧的保护范围按单支接闪杆的方法确定。
- b) CE 线或 HO' 线的位置按公式(A.5)计算:

$$D_1 = \frac{(h_r - h_2)^2 - (h_r - h_1)^2 + D^2}{2D} \dots\dots\dots (A.5)$$

- c) 在地面每侧的最小保护宽度按公式(A.6)计算:

$$b_0 = CO = EO = \sqrt{h_1(2h_r - h) - D_1^2} \dots\dots\dots (A.6)$$

- d) 在 AOB 轴线上, A、B 间保护范围上边线位置按公式(A.7)计算:

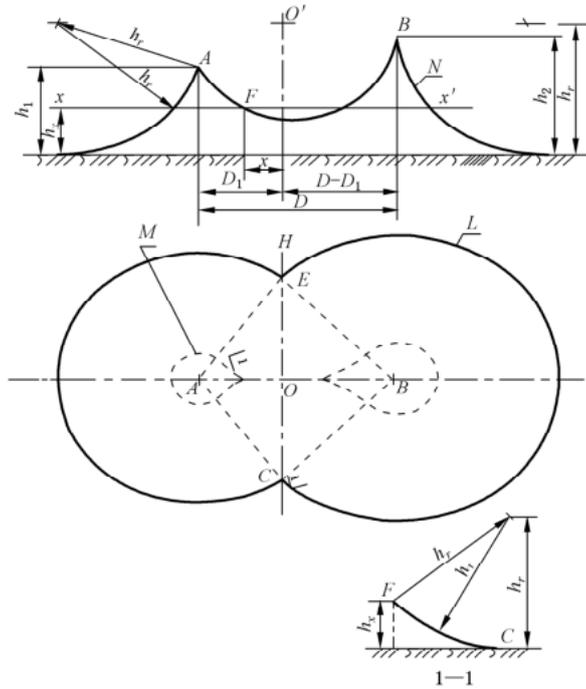
$$h_x = h_r - \sqrt{(h_r - h_1)^2 + D_1^2 - x^2} \dots\dots\dots (A.7)$$

式中:

x ——距 CE 线或 HO' 线的距离。

注:该保护范围上边线是以 HO' 线上距地面 h_r 的一点 O' 为圆心,以 $\sqrt{(h_r - h_1)^2 + D_1^2}$ 为半径所作的圆弧 AB。

- e) 两杆间 AEBC 内的保护范围,ACO 与 AEO 是对称的,BCO 与 BED 是对称的,ACO 部分的保护范围按下列方法确定:
 - 1) 在任一保护高度 h_x 和 C 点所处的垂直平面上,以 h_x 作为假想接闪杆,按单支接闪杆的方法逐点确定(图 A.3 的 1—1 剖面图);
 - 2) 确定 AEO、BCD、BEO 部分的保护范围的方法与 ACO 部分相同。
- f) 确定 xx' 平面上的保护范围截面的方法与两支等高接闪杆相同。



标引符号说明:

- L ——地面上保护范围的截面;
- M —— xx' 平面上保护范围的截面;
- N ——AOB 轴线的保护范围。

图 A.3 两支不等高接闪杆的保护范围示意图

A.4 矩形布置的四支等高接闪杆的保护范围,在 h 小于或等于 h_r 的情况下,当 D_3 大于或等于 $2\sqrt{h(2h_r-h)}$ 时,各按两支等高接闪杆所规定的方法确定;当 D_3 小于 $2\sqrt{h(2h_r-h)}$ 时,示意图见图 A.4,按下列方法确定:

- a) 四支接闪杆外侧的保护范围各按两支接闪杆的方法确定;
- b) B 、 E 接闪杆连线上的保护范围见图 A.4 中 1—1 剖面图,外侧部分按单支接闪杆的方法确定。两杆间的保护范围按下列方法确定:
 - 1) 以 B 、 E 两杆杆尖为圆心、 h_r 为半径作弧线相交于 O 点,以 O 点为圆心、 h_r 为半径作弧线,该弧线与杆尖相连的这段弧线即为杆间保护范围;
 - 2) 保护范围最低点的高度 h_0 按公式(A.8)计算:

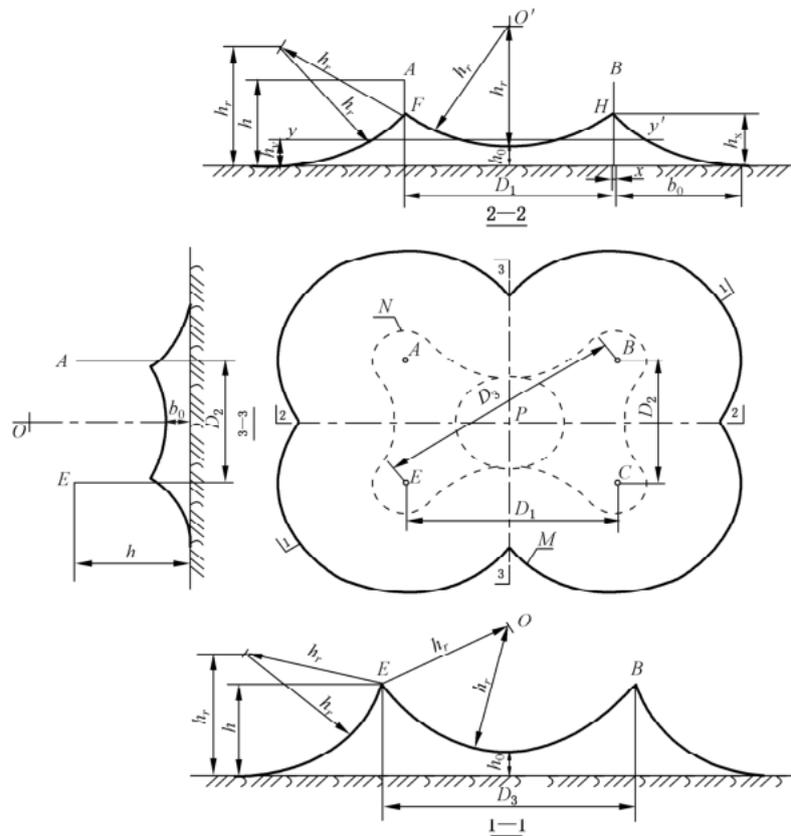
$$h_0 = \sqrt{h_r^2 - \left(\frac{D_3}{2}\right)^2} + h - h_r \quad \dots\dots\dots(\text{A.8})$$

- c) 图 A.4 中 2-2 剖面的保护范围,以 P 点的垂直线上的 O 点(距地面的高度为 $h_r + h_0$)为圆心、 h_r 为半径作弧线,与 B 、 C 和 A 、 E 两支接闪杆所作的在该剖面的外侧保护范围延长弧线相交于 F 、 H 点。 F 点(H 点与此类同)的位置及高度按公式(A.9)、公式(A.10)计算:

$$(h_r - h_x)^2 = h_r^2 - (b_0 + x)^2 \quad \dots\dots\dots(\text{A.9})$$

$$(h_r + h_0 - h_x)^2 = h_r^2 - \left(\frac{D_1}{2} - x\right)^2 \quad \dots\dots\dots(\text{A.10})$$

- d) 确定图 A.4 中 3-3 剖面保护范围的方法符合 A.4.3 规定;
- e) 确定四支等高接闪杆中间在 h_0 至 h 之间于 h_y 高度的 yy' 平面上保护范围截面的方法为以 P 点 [距地面的高度为 $(h_r + h_0)$]为圆心、 $\sqrt{2h_r(2h_y - h_0) - (h_y - h_0)^2}$ 为半径作圆或弧线,与各两支接闪杆在外侧所作的保护范围截面组成该保护范围截面(图 A.4 中虚线)。



标引符号说明：

M——地面上保护范围的截面；

N—— yy' 平面上保护范围的截面。

图 A.4 四支等高接闪杆的保护范围示意图

A.5 单根接闪线的保护范围,当接闪线的高 h 大于或等于 $2h_r$ 时,应无保护范围;当接闪线的高度 h 小于 $2h_r$ 时,示意图见图 A.5,按下列方法确定。

- a) 距地面 h_r 处作一平行于地面的平行线；
- b) 以接闪线为圆心、 h_r 为半径,作弧线交于平行线的 A、B 两点；
- c) 以 A、B 为圆心、 h_r 为半径作弧线,该两弧线相交或相切,并与地面相切。弧线至地面为保护范围；
- d) 当 h 小于 $2h_r$ 且大于 h_r 时,保护范围最高点的高度按公式(A.11)计算：

$$h_0 = 2h_r - h \quad \dots\dots\dots (A.11)$$

- e) 接闪线在 h_x 高度的 xx' 平面上的保护宽度,按公式(A.12)计算：

$$b_x = \sqrt{h(2h_r - h)} - \sqrt{h_x(2h_r - h)} \quad \dots\dots\dots (A.12)$$

式中：

b_x ——接闪线在 h_x 高度的 xx' 平面上的保护宽度,单位为米(m)；

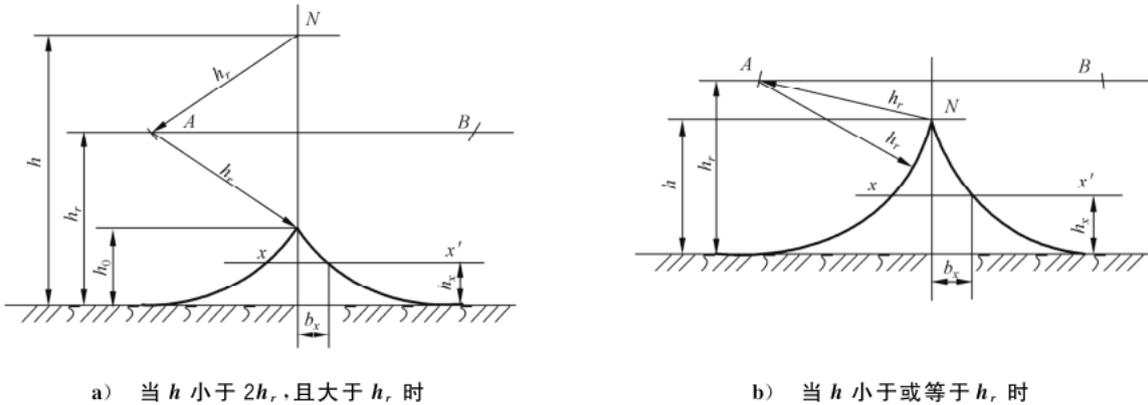
h ——接闪线的高度,单位为米(m)；

h_r ——滚球半径,按 GB 50057—2010 表 5.2.12 和 4.5.5 的规定取值,单位为米(m)；

h_x ——被保护物的高度,单位为米(m)。

- f) 接闪线两端的保护宽度按单支接闪杆的方法确定。

注：确定架空接闪线的高度时应计及弧垂的影响，在无法确定弧垂的情况下，当等高支柱间的距离小于 120 m 时，架空接闪线中点的弧垂宜采用 2 m，距离为 120 m~150 m 时宜采用 3 m。



标引符号说明：
N——接闪线。

图 A.5 单根架空接闪线的保护范围示意图

A.6 两根等高接闪线的保护范围按下列方法确定。

a) 在接闪线高度 h 小于或等于 h_r 的情况下，当 D 大于或等于 $2\sqrt{h(2h_r-h)}$ 时，各按单根接闪线所规定的方法确定；当 D 小于 $2\sqrt{h(2h_r-h)}$ 时，按图 A.6 a) 所示方法确定。

- 1) 两根接闪线的外侧，各按单根接闪线的方法确定；
- 2) 两根接闪线之间的保护范围按以下方法确定：以 A 、 B 两接闪线为圆心， h_r 为半径作圆弧交于 O 点，以 O 点为圆心， h_r 为半径作弧线交于 A 、 B 点；
- 3) 两根接闪线之间保护范围最低点的高度按公式(A.13)计算：

$$h_0 = \sqrt{h_r^2 - \left(\frac{D}{2}\right)^2} + h - h_r \quad \dots\dots\dots (A.13)$$

- 4) 接闪线两端的保护范围按两支接闪杆的方法确定，但在中线上 h_0 线的内移位置按以下方法确定[图 A.6 a) 中 1—1 剖面]：以两支接闪杆所确定的保护范围中最低点的高度 $h'_0 = h_r - \sqrt{(h_r-h)^2 + \left(\frac{D}{2}\right)^2}$ 作为假想接闪杆，将其保护范围的延长弧线与 h_0 线交于 E 点。内移位置的距离按公式(A.14)计算：

$$x = \sqrt{h_0(2h_r - h_0)} - b_0 \quad \dots\dots\dots (A.14)$$

式中：

b_0 ——按公式(A.3)计算。

b) 如图 A.6 b) 所示，在接闪线高度 h 小于 $2h_r$ 且大于 h_r ，接闪线之间的距离 D 小于 $2h_r$ 且大于 $2[2h_r - \sqrt{h(2h_r-h)}]$ 的情况下，按下列方法确定：

- 1) 距地面 h_r 处作一与地面平行的线；
- 2) 以 A 、 B 两接闪线为圆心， h_r 为半径作弧线交于 O 点并与平行线相交或相切于 C 、 E 点；
- 3) 以 O 点为圆心， h_r 为半径作弧线交于 A 、 B 点；
- 4) 以 C 、 E 为圆心， h_r 为半径作弧线交于 A 、 B 并与地面相切；
- 5) 两根接闪线之间保护范围最低点的高度按公式(A.15)计算：

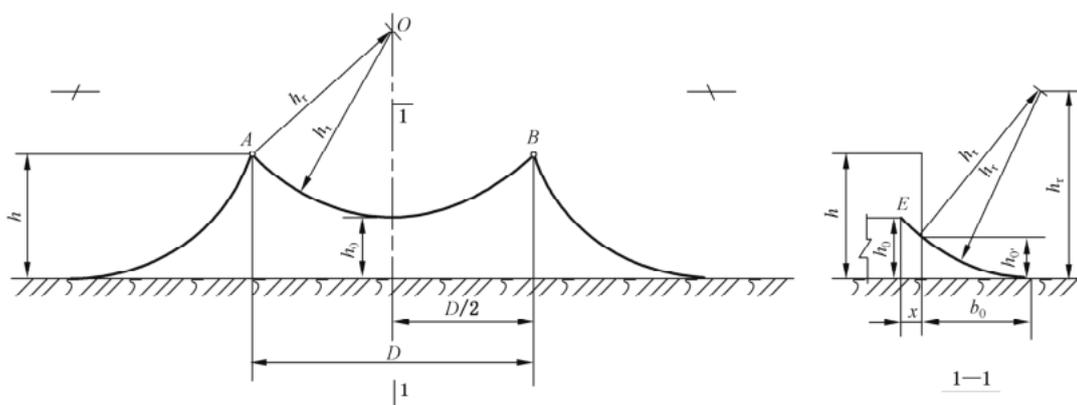
$$h_0 = \sqrt{h_r^2 - \left(\frac{D}{2}\right)^2} + h - h_r \quad \dots\dots\dots (A.15)$$

6) 最小保护宽度 b_m 位于 h_r 高处, 其值按公式(A.16)计算:

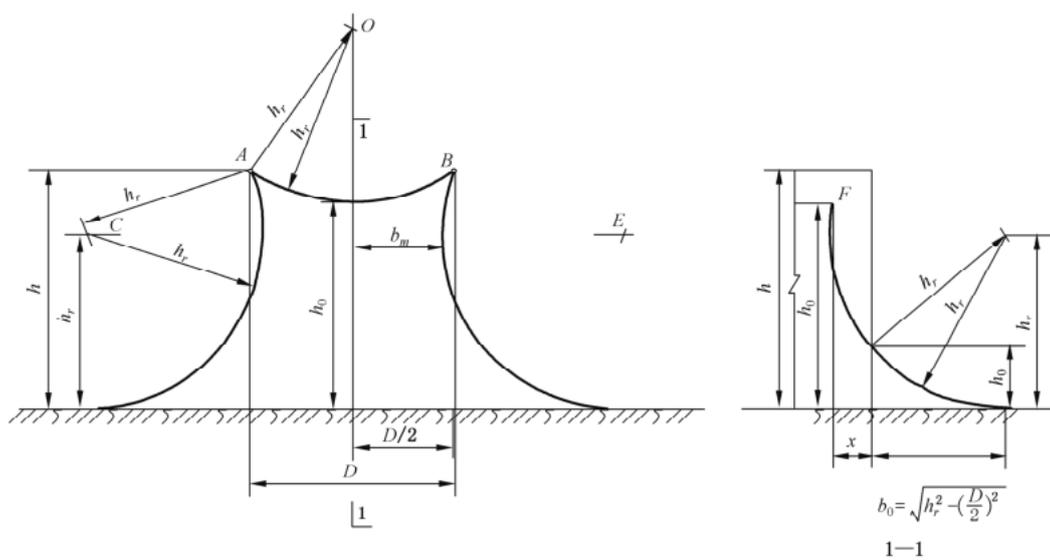
$$b_m = \sqrt{h(2h_r - h)} + \frac{D}{2} - h_r \quad \dots\dots\dots (A.16)$$

7) 接闪线两端的保护范围按两支高度 h_r 的接闪杆确定, 但在中线上 h_0 线的内移位置按以下方法确定[图 A.6 b)的 1—1 剖面]:以两支高度 h_r 的接闪杆所确定的保护范围中点最低点的高度 $h'_0 = \left(h_r - \frac{D}{2}\right)$ 作为假想接闪杆, 将其保护范围的延长弧线与 h_0 线交于 F 点。内移位置的距离按公式(A.17)计算:

$$x = \sqrt{h_0(2h_r - h_0)} - \sqrt{h_r^2 - \left(\frac{D}{2}\right)^2} \quad \dots\dots\dots (A.17)$$



a) 两根等高接闪线在高度 h 小于或等于 h_r 时的保护范围



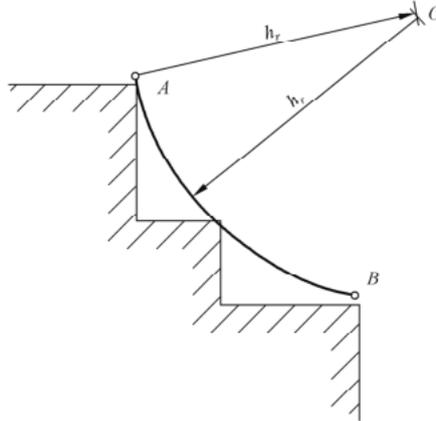
b) 两根等高接闪线在高度 h 小于 $2h_r$ 且大于 h_r 时的保护范围

图 A.6 两根等高接闪线的保护范围示意图

A.7 图 A.1~图 A.5、图 A.6 a)和图 A.6 b)中所示的地面也可以是位于建筑物上的接地金属物、其他

接闪器。当接闪器在地面上保护范围的截面的外周线触及接地金属物、其他接闪器时，各图的保护范围均适用于这些接闪器；当接地金属物、其他接闪器是处在外周线之内且位于被保护部位的边沿时，按下列方法确定所需断面的保护范围(见图 A.7)。

- a) 以 A 、 B 为圆心、 h_r 为半径作弧线相交于 O 点。
- b) 以 O 点为圆心、 h_r 为半径作弧线 AB ，弧线 AB 为保护范围的上边线。



标引符号说明：

A ——接闪器；

B ——接地金属物或接闪器。

图 A.7 确定建筑物上任两接闪器在所需断面上的保护范围示意图

A.8 图 A.1~图 A.5、图 A.6 a)和图 A.6 b)中凡接闪器在“地面上保护范围的截面”的外周线触及的是屋面时，各图的保护范围仍有效，但外周线触及的屋面及其外部得不到保护，内部得到保护。

附录 B

(资料性)

定期检查和日常检查的检查项目

雷电防护装置检查前先确定各检查项目和检查子项是否存在,如存在,参照表 B.1 进行检查。

表 B.1 定期检查和日常检查的检查项目

检查项目	检查子项	定期检查	日常检查
接闪器	类型和方式	●	●
	敷设和位置	●	●
	材料和规格	○	○
	安装工艺和现状	○	○
	锈蚀	○	●
	固定支架的垂直拉力	●	○
	固定支架的间距和高度	●	○
	网格尺寸	●	○
	伸缩缝处的跨接	●	●
	等电位连接性能	●	○
	附着	●	○
	间隔距离	●	○
	防侧击措施	●	○
	保护范围	●	○
	引下线	类型	●
敷设		●	●
材料和规格		○	○
安装工艺和现状		○	○
锈蚀		○	●
固定支架的垂直拉力		●	○
固定支架的间距		●	○
断接卡设置和保护措施		●	●
防接触电压和旁侧闪络电压措施		●	●
附着		●	○
间隔距离		●	○
电气连接性能		●	○
数量和间距		●	●

表 B.1 定期检查和日常检查的检查项目 (续)

检查项目	检查子项	定期检查	日常检查
接地装置	类型	●	●
	布置	●	●
	材料和规格	○	○
	焊接和防腐	○	●
	防跨步电压措施	●	●
	填土	●	○
	间隔距离	●	●
	共用接地	●	●
	电气贯通性能	+	+
	接地电阻	●	●
磁屏蔽	位置	○	○
	等电位和电气连接性能	○	○
	电气贯通性能	+	+
	屏蔽效果	○	+
防雷等电位连接	位置	●	●
	结构	○	○
	材料和规格	●	○
	连接工艺	●	○
	跨接性能	●	○
	等电位连接性能	●	○
	接地基准点(ERP)接地性能	●	○
电涌保护器 (SPD)	布置	●	●
	主要性能参数	●	○
	连接导体的材料和规格	●	○
	连接工艺	●	○
	外观	●	●
	防护级数和级间配合	●	○
	外部脱离器(过电流保护)	○	○
	电气连接性能	●	○
	压敏电压(V_V)	○	○
	泄漏电流(I_{le})	○	○
	绝缘电阻(R_i)	○	○
注：●表示必检项；○现场具备检测条件的情况下必检；+表示可附加选用。			

参 考 文 献

- [1] GB 17681—2024 危险化学品重大危险源安全监控技术规范
 - [2] GB 30871 危险化学品企业特殊作业安全规范
 - [3] GB 50057—2010 建筑物防雷设计规范
 - [4] GB 50058 爆炸危险环境电力装置设计规范
 - [5] GB/T 50064 交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范
 - [6] GB 50650—2011 石油化工装置防雷设计规范(2022 版)
 - [7] SH/T 3164 石油化工仪表系统防雷设计规范
-