

中华人民共和国国家标准

GB/T 32936—2016

爆炸危险场所雷击风险评价方法

Methods of assessing lightning protection within explosion

2016-08-29 发布

2017-03-01 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

前　　言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国气象局提出。

本标准由全国气象防灾减灾标准化技术委员会(SAC/TC 345)归口。

本标准起草单位:福建省防雷中心、厦门市防雷中心、福建省消防总队。

本标准主要起草人:林挺玲、张烨方、蔡河章、吴灵燕、黄岩彬、高建民、吴健、陈毅芬、邵霖、黄声锦、林溪猛、邹昌雪、李衣长、季芬琴、林永强、应凌云、黄若杉、林彬、王艳金。



爆炸危险场所雷击风险评价方法

1 范围

本标准规定了爆炸危险场所雷击风险的识别、计算及评价方法。

本标准适用于生产、加工、处理、贮存爆炸危险品场所的雷击风险评价。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 21714.2—2008 雷电防护 第2部分：风险管理

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

GB/T 21714.4—2008 雷电防护 第4部分：建筑物内电气和电子系统

GB 50057 建筑物防雷设计规范

3 雷击风险识别

3.1 评价单元划分



应根据爆炸危险场所内存物的燃爆特点、空间位置及爆炸危险场所发生爆炸事故后是否会引起其他设施的燃爆，按下列要求将整个爆炸危险场所划分为多个评价单元：

- 某电气、电子设备遭受雷击，引起误动作导致可能引发次生燃爆事故的，划分为一个评价单元；
- 雷电击中某爆炸危险对象发生燃爆后可能引起其他相隔单元发生殉爆的，划分为一个评价单元，关于殉爆概念参见附录A；
- 使用管道、槽段连接在一起的设备（或罐体），应划分为一个单元。

评价单元划分见表1，评价单元示例参见附录B。

表 1 评价单元划分一览表

| 示意图 | 说 明 |
|-----|---|
| | 设备1在发生雷击燃爆事故后，会使设备2发生殉爆，此时两个设备应划为一个评价单元 |
| | 设备1和设备2通过一定的通路连接相互传递燃爆物质或能量，当设备1发生燃爆事故后，燃爆能量会传递到设备2，并使之发生燃爆事故，此时两个设备应划为一个评价单元 |
| | 设备1和设备2的燃爆风险是通过一定的电气、电子系统控制的，此时电气、电子系统发生雷击故障后，可能导致设备1或设备2燃爆风险无法控制，此时两个设备与控制系统所在的建(构)筑物应划为一个评价单元 |

3.2 风险识别

评价单元的雷击风险识别应考虑以下情况：

- 雷电直接击中评价单元；
 - 雷电击中评价单元附近；
 - 雷电击中与评价单元相连接金属管道、线路；
 - 雷电击中评价单元与其相连接的金属管道、线路附近。

4 雷击风险计算

4.1 数据收集

以爆炸危险场所评价单元划分结论为基础,收集每个评价单元发生雷击概率评价的基础数据,对每个评价单元需要收集的基础数据有:

- 评价单元所在地的雷电监测数据；
 - 被评价单元的形状尺寸参数(长、宽、高),当被评价单元为不规则形状时,以被评价单元在水平面上投影的最长、最宽尺寸作为被评价单元长、宽的标度,以被评价单元在垂直面上的最大投影长度作为被评价单元的高；
 - 被评价单元相连接的所有金属管道、线路布置情况(线径、长度、敷设方式、屏蔽方式、绝缘电阻)、安装电涌保护器(SPD)的有关信息,是否按 GB 50057 等电位防护的条款采取措施等；
 - 各评价单元之间,评价单元所包含的各类设备、装置之间的间距,空间隔离物质等参数；
 - 其他与雷击风险计算有关的参数。

4.2 计算方法

4.2.1 年雷击大地密度 N_g 计算

应按当地气象台、站资料确定年雷击大地密度 N_g ,若无此资料可按式(1)计算:

式中：

N_g ——年雷击大地密度,单位为次每年平方千米[次/(a·km²)];

T_d ——当地年均雷暴日,单位为天每年(d/a)。

4.2.2 评价单元雷击风险值计算

第 i 个评价单元雷击风险值按式(2)计算:

式中：

R_i ——第 i 个评价单元雷击风险值;

R_{Ai} ——雷击评价单元造成人员伤害的风险分量,按 GB/T 21714.2—2008 中的 6.2 计算,其中涉及损失率的计算参数应按 GB/T 21714.2—2008 中附录 C 的人身伤亡损失率取值。

R_{Bi} ——雷击评价单元造成评价单元物理损害的风险分量,按 GB/T 21714.2—2008 中的 6.2 计算,其中涉及损失率的计算参数应按 GB/T 21714.2—2008 中附录 C 的人身伤亡损失率取值

R_{ci} ——雷击评价单元造成内部系统故障的风险分量,仅当所遭受雷击的内部系统失效可能引发人员伤害事故的事件存在时才需要计算,按 GB/T 21714.2—2008 中的 6.2 计算,其中涉

及损失率的计算参数应按 GB/T 21714.2—2008 中附录 C 的人身伤亡损失率取值。

R_{Mi} ——雷击评价单元附近引起的内部系统故障风险分量,仅当所遭受雷击的内部系统失效可能引发人员伤害事故的事件存在时才需要计算,按 GB/T 21714.2—2008 中的 6.3 计算,其中涉及损失率的计算参数应按 GB/T 21714.2—2008 中附录 C 的人身伤亡损失率取值。

R_{Ui} ——雷击与评价单元连接的线路、管道造成人员伤害的风险分量,按 GB/T 21714.2—2008 中的 6.4 计算,其中涉及损失率的计算参数应按 GB/T 21714.2—2008 中附录 C 的人身伤亡损失率取值。

R_{Vi} ——雷击与评价单元连接的线路、管道造成评价单元物理损害的风险分量,按GB/T 21714.2—2008中的6.4计算,其中涉及损失率的计算参数应按GB/T 21714.2—2008中附录C的人身伤亡损失率取值。

R_{Wi} ——雷击与评价单元连接的线路、管道造成内部系统故障的风险分量,仅当所遭受雷击的线路、管道失效可能引发人员伤害事故的事件存在时才需要计算,按 GB/T 21714.2—2008 中的 6.4 计算,其中涉及损失率的计算参数应按 GB/T 21714.2—2008 中附录 C 的人身伤亡损失率取值。

R_{zi} ——雷击与评价单元连接的线路、管道附近造成内部系统故障的风险分量,仅当所遭受雷击的线路、管道失效可能引发人员伤害事故的事件存在时才需要计算,按 GB/T 21714.2—2008 中的 6.5 计算,其中涉及损失率的计算参数应按 GB/T 21714.2—2008 中附录 C 的人身伤亡损失率取值。

5 风险评价

根据计算得到的爆炸危险场所雷电灾害风险值,代入式(3)计算得到被评价单元的安全度。

式中：

L —— 安全度, 值在(0,100)之间;

R ——计算得到的爆炸危险场所雷击风险值。

注：关于该公式的推导过程参见附录 C。

当安全度 $L < 60$ 时,应按损害类型选择防护措施以减少风险。只有符合下列相关标准要求的防护措施,才认为是有效的:

——GB/T 21714.3—2008 有关建筑物中人命损害及物理损害的保护措施；

——GB/T 21714.4—2008 有关内部系统故障的防护措施。

当安全度 $L \geq 60$ 时,可根据雷击风险分量进一步采取防护措施以减少风险,由需求单位或机构根据被评价对象的重要性、使用性质、发生雷电事故的可能性和后果,结合需求单位或机构对风险的预期要求决定。

附录 A (资料性附录) 殉爆及其距离计算

A.1 殉爆

殉爆是指爆炸性物质发生爆轰后,由于爆轰波的作用引起相隔一定距离的另一爆炸性物质发生爆炸的现象。

主发爆炸性物质爆轰时使被发爆炸性物质 100%发生殉爆的两爆炸性物质间的最大距离,称为殉爆距离。

A.2 殉爆计算

殉爆距离通用的计算见式(A.1)：

式中：

S ——殉爆距离,单位为米(m);

k ——调整系数,通过查表或实验的方式获取,与主发爆炸性物质、被发爆炸性物质的性质、隔离设施等因素有关;

Q ——主发爆炸性物质的质量,单位为千克(kg)。

示例：计算某乳化炸药库房与乳化炸药间库房的殉爆距离。乳化炸药安全系数参照硝铵类炸药选取 0.25，每个库房乳化炸药最大储存量为 800 kg，代入式(A.1)计算得：

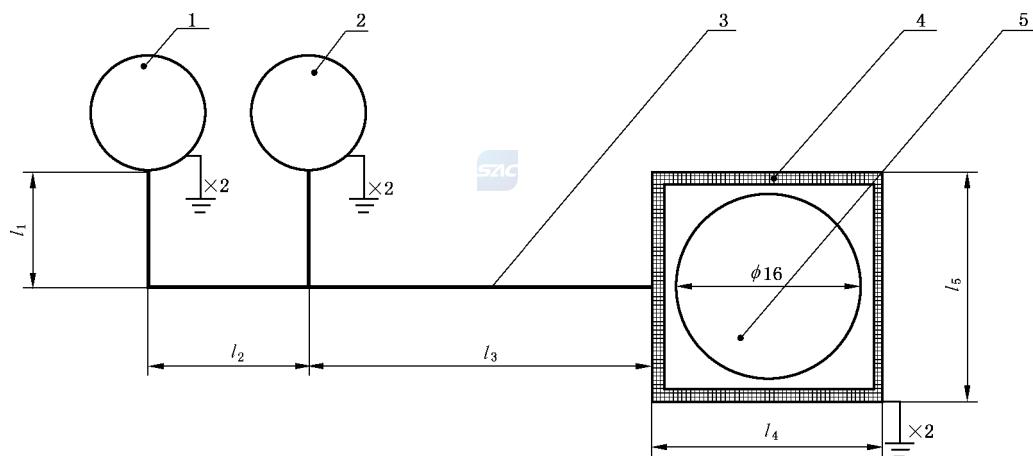
$$S = 0.25 \sqrt{800} = 7.07$$

附录 B
(资料性附录)
某爆炸危险场所雷击风险评价示例

B.1 环境描述

某爆炸危险场所设有储油罐体两个、内部储油间一处，具体布设环境如图 B.1 所示。

单位为米



| l_1 | l_2 | l_3 | l_4 | l_5 |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| 10 | 14 | 30 | 20 | 20 |

说明：

- 1——罐体 01,高度为 8 m;
- 2——罐体 02,高度为 8 m;
- 3——输送管道;
- 4——防爆隔离墙,高度为 2.5 m;
- 5——内部储油间。

注：为了便于说明评价单元划分与计算的问题，本示例暂不考虑电气、电子系统及其线路。

图 B.1 某爆炸危险场所综合平面示意图

B.2 评价单元划分

根据现场情况,由于罐体 01(或罐体 02)在发生爆炸危险后,可能会导致罐体 02(或罐体 01)发生殉爆,因此两者之间在燃爆关系上相互依存,故将罐体 01、罐体 02 及其输送管道划分为评价单元一。

内部储油间由于被防爆隔离墙所隔离保护,当其内部因雷击或闪电电涌发生爆炸后,不会导致其他外界设备的燃爆,因此将其划分为评价单元二。

B.3 风险计算

B.3.1 评价单元一

B.3.1.1 风险识别

雷击中罐体组合体造成人身伤亡, R_A 。

雷击中罐体组合体造成物理损坏, R_B 。

雷击中罐体组合体造成电气电子系统失效, 本评价单元无电气、电子设备, R_C 无。

雷击中罐体组合体附近造成电气电子系统失效, 本评价单元无电气、电子设备, R_M 无。

雷击中线路造成人身伤亡, 本评价单元无电缆、通信线路, R_U 无。

雷击中线路造成物理损坏, 本评价单元无电缆、通信线路, R_V 无。

雷击中线路造成电气电子系统失效, 本评价单元无电缆、通信线路、电气电子设备, R_W 无。

雷击中线路附近造成电气电子系统失效, 本评价单元无电缆、通信线路、电气电子设备, R_Z 无。

综上所述, 本评价单元需计算的风险有 R_A 、 R_B 。

B.3.1.2 截收面积计算

计算评价单元一的截收面积 A_d 。

根据 A_d 的定义, 两罐体扩大后得到区域 A_d (见图 B.2), 其中由于输油管道埋地敷设, 扩大距离为 0, 故评价单元的 A_d 仅由两罐体组成, 计算得 $A_d = 344.61 \text{ m}^2$ 。

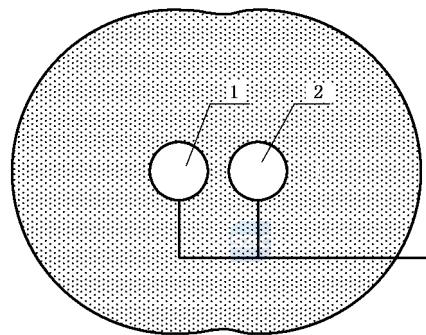


图 B.2 评价单元一截收面积计算示意图(图中阴影部分)

B.3.1.3 风险程度计算

根据式(2)计算得:

$$R_A = 0.000\ 456\ 6 \times 10^{-5}$$

$$R_B = 0.456\ 6 \times 10^{-5}$$

$$\Sigma R = 0.457 \times 10^{-5}$$

代入式(3)计算得: $L = 79.18$

B.3.2 评价单元二

B.3.2.1 风险识别

雷击中内部储油间造成人身伤亡, R_A 。

雷击中内部储油间造成物理损坏, R_B 。

雷击中内部储油间造成电气电子系统失效, 本评价单元无电气电子设备, R_C 无。

雷击中内部储油间附近造成电气电子系统失效, 本评价单元无电气电子设备, R_M 无。

雷击中内部储油间造成人身伤亡, 本评价单元无电缆、通信线路, R_U 无。

雷击中内部储油间造成物理损坏, 本评价单元无电缆、通信线路, R_V 无。

雷击中内部储油间造成电气电子系统失效, 本评价单元无电缆、通信线路、电气电子设备, R_W 无。

雷击中内部储油间附近造成电气电子系统失效, 本评价单元无电缆、通信线路、电气电子设备, R_Z 无。

综上所述, 本评价单元需计算的风险有 R_A 、 R_B 。

B.3.2.2 截收面积计算

计算评价单元二的截收面积 A_d

根据 A_d 的定义, 内部储油间扩大后得到区域 A_d (见图 B.3), 计算得 $A_d=1\ 176.7\ m^2$ 。

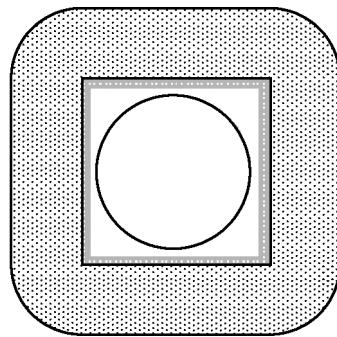


图 B.3 评价单元二截收面积计算示意图(图中阴影部分)

B.3.2.3 人员伤亡计算风险

根据式(2)计算得:

$$R_A=0.000\ 155\ 9\times 10^{-5}$$

$$R_B=0.155\ 9\times 10^{-5}$$



将二者之和作为这部分组合的设备评价单元的总风险值:

$$\Sigma R=0.156\times 10^{-5}$$

代入式(3)计算得: $L=92.34$

附录 C
(资料性附录)
公式(3)的推导过程

被评价对象的风险程度分布呈现出如下趋势(见图 C.1),即当风险不存在时,安全程度为 100 分;当风险无穷大时,安全程度为 0 分,从这两点上看,风险程度分布的函数近似于一个 $y = a \cdot e^{-bx}$,取 GB/T 21714.2—2008 推荐的 10^{-5} 为 60 分合格点,采用 0~100 分这种传统的评分方法对被评价对象的安全程度进行定性计算,代入相关已知点可得到 $L = 100 \cdot e^{-51.083R}$ 这个计算式,具体函数图像如图 C.1 所示。评价人员可以根据所得到的分数,结合实际评分经验及项目的特殊情况来判断风险程度是否可以接受。

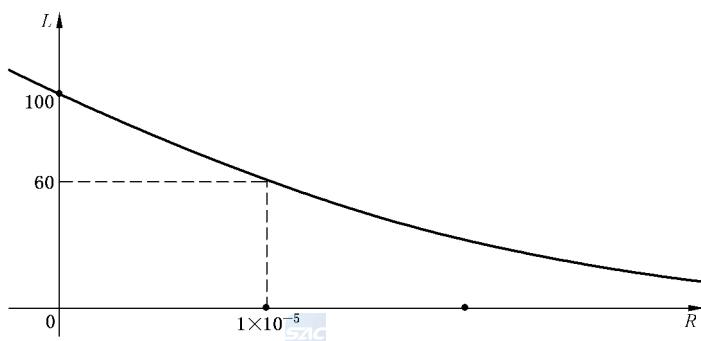


图 C.1 风险分布示意图