



中华人民共和国国家标准

GB 3836.14—2014/IEC 60079-10-1:2008

代替 GB 3836.14—2000

爆炸性环境 第14部分:场所分类 爆炸性气体环境

Explosive atmospheres—Part 14: Classification of areas—
Explosive gas atmosphere

(IEC 60079-10-1:2008, Explosive atmospheres—
Part 10-1: Classification of areas—Explosive gas atmosphere, IDT)

2014-12-05 发布

2015-10-16 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

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	2
4 总则	4
4.1 安全原则	4
4.2 场所分类的目的	5
5 场所分类程序	5
5.1 总则	5
5.2 释放源	6
5.3 区域类型	6
5.4 区域范围	6
6 通风	9
6.1 总则	9
6.2 通风的主要类型	9
6.3 通风等级	9
6.4 通风的有效性	9
7 文件	9
7.1 总则	9
7.2 图纸、记录表和数据表	10
附录 A (资料性附录) 释放源的示例	11
附录 B (资料性附录) 通风	16
附录 C (资料性附录) 危险场所划分举例	29
附录 D (资料性附录) 可燃性薄雾	44
图 C.1 危险场所区域优选符号	29
图 C.2 危险场所分类示意图	43
表 A.1 通孔对不同释放等级的影响	12
表 B.1 独立通风对区域类型的影响	22
表 B.2 在 V_0 中多重释放的求和程序	22
表 B.3 多个 1 级释放的求和程序	23
表 C.1 危险场所分类数据表 第 1 部分:可燃性物质明细及其特性	42
表 C.2 危险场所分类数据表 第 2 部分:释放源明细表	42

前 言

本部分的全部技术内容为强制性。

GB 3836《爆炸性环境》分为以下部分：

- 第1部分：设备 通用要求；
- 第2部分：由隔爆外壳“d”保护的装置；
- 第3部分：由增安型“e”保护的装置；
- 第4部分：由本质安全型“i”保护的装置；
- 第5部分：由正压外壳型“p”保护的装置；
- 第6部分：由油浸型“o”保护的装置；
- 第7部分：由充砂型“q”保护的装置；
- 第8部分：由“n”型保护的装置；
- 第9部分：由浇封型“m”保护的装置；
- 第11部分：最大试验安全间隙测定方法；
- 第12部分：气体或蒸气混合物按照其最大试验安全间隙和最小点燃电流的分级；
- 第13部分：设备的修理、检修、修复和改造；
- 第14部分：场所分类 爆炸性气体环境；
- 第15部分：电气装置的设计、选型和安装；
- 第16部分：电气装置的检查与维护；
- 第17部分：正压房间或建筑物的结构和使用的；
- 第18部分：本质安全系统；
- 第19部分：现场总线本质安全概念(FISCO)；
- 第20部分：设备保护级别(EPL)为 Ga 级的设备。

.....

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分为 GB 3836 的第 14 部分。

本部分代替 GB 3836.14—2000《爆炸性气体环境用电气设备 第 14 部分：危险场所分类》，与 GB 3836.14—2000 相比，主要的技术变化如下：

- 增加了高闪点液体在压力下释放的可燃性薄雾的爆炸危险(见附录 D)；
- 在释放速率中给出了很多液体和气体释放速率估算的热力学计算公式(见 A.3)。

本部分采用翻译法等同采用 IEC 60079-10-1:2008《爆炸性环境 第 10-1 部分：场所分类 爆炸性气体环境》(英文版)。

本部分由中国电器工业协会提出。

本部分由全国防爆电气设备标准化技术委员会(SAC/TC 9)归口。

本部分主要起草单位：南阳防爆电气研究所、国家防爆电气产品质量监督检验中心、合隆防爆电气有限公司、深圳市锦铭科技有限公司、新黎明科技股份有限公司、电光防爆电气有限公司、中石化青岛安全工程研究院。

本部分主要起草人：王军、谢绍建、吴旭东、郑振晓、石晓贤、李晓宁、张卫华、赵红宇。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB 3836.14—2000。

引 言

在可能出现可燃性气体或蒸气数量和浓度达到危险程度的场所,应采取防爆措施避免出现爆炸危险。GB 3836 的本部分提出了能够评定防止点燃危险的基本准则,并且给出了可用于降低这类危险的设计和控制参数指南。

爆炸性环境 第14部分:场所分类 爆炸性气体环境

1 范围

GB 3836 的本部分规定了可能出现可燃性气体、蒸气或薄雾的危险场所分类(见注1、注2和注3),作为支撑正确选择和安装这些危险场所用电气设备的基础。

本部分适用于在标准大气条件下(见注4),由于出现可燃性气体或蒸气与空气混合可能产生点燃危险的场所,但不适用于以下场所:

- a) 煤矿瓦斯气体;
- b) 火炸药加工和制造;
- c) 出现可燃性粉尘或纤维可能引起的危险的场所(见 GB 12476.3);
- d) 超出本部分所涉及的异常灾难性事故(见注5);
- e) 医疗室内;
- f) 居民住宅。

本部分不考虑间接损害带来的影响。

术语的定义和解释基于危险场所分类的主要原则和步骤一并提出。

对于特定工业或特殊应用的危险场所范围的详细要求建议,可参照相关行业的设计规范。

注1:可燃性薄雾可与可燃性蒸气同时形成或出现。尽管在压力下释放液体也可能产生可燃性薄雾,但本部分未考虑液体的危险(由于闪点),在这些情况下,严格使用气体和蒸气的区域划分可能不适合作为设备选择的基础。可燃性薄雾的资料见附录D。

注2:依据 GB 3836.15 对设备进行选择和安装时,对薄雾危险不作要求。

注3:对本部分来说,危险场所是指三维区域或空间。

注4:如果影响可燃性物质的爆炸特性的变化可以忽略不计,则大气条件就包括在基准大气压力 101.3 kPa 和温度 20 °C 上下波动的变化。

注5:本部分所述的灾难性事故的概念是属于那些不可预料事故,例如,压力容器爆裂或管道破裂。

注6:在任何加工装置内,不考虑其大小,除与电气设备相关的点燃源外,还可能存在很多点燃源。在这个意义上,为了确保安全,必须采取适当预防措施,也可采用本部分对其他点燃源进行判断。

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 2900.35—2008 电工术语 爆炸性环境用设备[IEC 60050(426):2008,IDT]

GB 3836.1—2010 爆炸性环境 第1部分:设备 通用要求(IEC 60079-0:2007,MOD)

GB/T 5332—2007 可燃液体和气体引燃温度试验方法(IEC 60079-4:1975,IDT)

IEC 60079-4A 对 IEC 60079-4:1966 的第1次补充 爆炸性气体环境用电气设备 第4部分:点燃温度试验方法[First supplement to IEC 60079-4 (1966),Electrical apparatus for explosive gas atmospheres—Part 4;Method of test for ignition temperature]

IEC 60079-20 爆炸性气体环境用电气设备 第20部分:与电气设备使用有关的可燃性气体和蒸气的的数据(Electrical apparatus for explosive gas atmospheres—Part 20;Data for flammable gases and vapours,relating to the use of electrical apparatus)

3 术语和定义

GB 3836.1—2010 中界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

注：爆炸性环境用其他术语和定义见 GB/T 2900.35—2008。

3.1

爆炸性环境 explosive atmosphere

在大气条件下，可燃性物质以气体、蒸气、粉尘、纤维或飞絮的形式与空气形成的混合物，被点燃后，能够保持燃烧自行传播的环境。

[GB 3836.1—2010, 定义 3.22]

3.2

爆炸性气体环境 explosive gas atmosphere

在大气条件下，可燃性物质以气体或蒸气的形式与空气形成的混合物，被点燃后，能够保持燃烧自行传播的环境。

[GB 3836.1—2010, 定义 3.24]

注 1：尽管混合物浓度超过爆炸上限(UEL)不是爆炸性气体环境，但在某些情况下，就场所分类来说，把它作为爆炸性气体环境考虑被认为是合理的。

注 2：有些爆炸性气体的浓度为 100%。

3.3

(爆炸性气体环境)危险场所 hazardous area (on account of explosive gas atmospheres)

爆炸性气体环境出现或预期可能出现的数量达到足以要求对电气设备的结构、安装和使用采取专门措施的区域。

3.4

(爆炸性气体环境)非危险场所 non-hazardous area (on account of explosive gas atmospheres)

爆炸性气体环境预期不会大量出现以致不要求对电气设备的结构、安装和使用采取专门预防措施的区域。

3.5

区域 zones

根据爆炸性气体环境出现的频次和持续时间把危险场所分为 3.6~3.8 的区域。

3.6

0 区 zone 0

爆炸性气体环境连续出现或频繁出现或长时间存在的场所。

3.7

1 区 zone 1

在正常运行时，可能偶尔出现爆炸性气体环境的场所。

3.8

2 区 zone 2

在正常运行时，不可能出现爆炸性气体环境，如果出现，仅是短时间存在的场所。

[IEV 426-03-05]

注：以上出现的频次和持续时间的指标可从特定工业或应用的有关规范中得到。

3.9

释放源 source of release

可燃性气体、蒸气、薄雾或液体可能释放出能形成爆炸性气体环境的部位或地点。

[IEV 426-03-06, 修改]

3.10

释放等级 grades of release

为尽量减少产生爆炸性气体环境出现的频次和可能性,将释放源分为下列三个基本等级:

- a) 连续级;
- b) 1级;
- c) 2级。

释放源可能会导致上述释放源等级中的任何一种释放源,或一种以上释放源的组合。

3.11

连续级释放 continuous grade of release

连续释放或预计频繁释放或长期释放的释放。

3.12

1级释放 primary grade of release

在正常运行时,预计可能周期性或偶尔释放的释放。

3.13

2级释放 secondary grade of release

在正常运行时,预计不可能释放,如果释放也仅是偶尔和短期释放的释放。

3.14

释放速率 release rate

单位时间从释放源中散发出可燃性气体、蒸气或薄雾的量。

3.15

正常运行 normal operation

指设备在其设计参数范围内的运行状况。

注1:可燃性物质少量释放可看作是正常运行。例如:靠泵输送液体时从密封口释放可看作是少量释放。

注2:故障(例如:泵密封件、法兰密封垫的损坏或偶然产生的漏泄等)包括紧急维修或紧急停机都不能看作是正常运行,也不能将其视为灾难性事故。

注3:正常运行包括的情况有启动和停机。

3.16

通风 ventilation

由于风力、温度梯度或人工通风(如风机或排气扇)作用,可造成空气流通和新鲜空气与原来空气置换的现象。

3.17

爆炸下限 lower explosive limit; LEL

空气中可燃性气体、蒸气或薄雾的浓度,低于该浓度则不能形成爆炸性气体环境。

空气中,不能形成爆炸性气体环境的可燃性气体、蒸气或薄雾的浓度最低值。

[IEV 426-02-09]

3.18

爆炸上限 upper explosive limit; UEL

空气中可燃性气体、蒸气或薄雾的浓度高于该浓度则不能形成爆炸性气体环境。

空气中,不能形成爆炸性气体环境的可燃性气体、蒸气或薄雾的浓度最高值。

[IEV 426-02-10]

3.19

气体或蒸气的相对密度 relative density of a gas or vapour

在同样压力和温度下气体或蒸气的密度相对于空气的密度(空气的密度为1.0)。

3.20

可燃性物质 flammable material (flammable substance)

本身具有可燃性,或能产生可燃性气体、蒸气或薄雾的物质。

3.21

可燃性液体 flammable liquid

在任何可预见的运行条件下,能够产生可燃性蒸气或薄雾的液体。

注:在接近或超过其闪点的温度下处理可燃性液体是可预见运行条件的实例。

3.22

可燃性气体或蒸气 flammable gas or vapour

以一定比例与空气混合后,将会形成爆炸性气体环境的气体或蒸气。

3.23

可燃性薄雾 flammable mist

在空气中挥发能形成爆炸环境的可燃性液体微滴。

3.24

闪点 flash point

在标准条件下,使液体变成蒸气的数量能够形成可燃性气体/空气混合物的最低液体温度。

3.25

沸点 boiling point

在大气压力为 101.3 kPa 条件下液体沸腾的温度。

注:对于液体混合物宜使用初始沸点,使用初始沸点来表示液体某一范围的最低沸点值,在标准试验室内进行蒸馏而不发生分解时测定该沸点值。

3.26

蒸气压力 vapour pressure

当固体或液体与其自身蒸气处于平衡状态时所施加的压力,这是物质和温度的作用。

3.27

爆炸性气体环境的点燃温度 ignition temperature of an explosive gas atmosphere

在 GB/T 5332—2007 规定的条件下,可燃性物质以气体或蒸气的形式与空气形成的混合物被热表面引燃的最低温度。

[GB 3836.1—2010,定义 3.26]

3.28

区域范围 extent of zone

从释放源到气体/空气混合物被空气稀释到低于爆炸下限的空间范围(任何方向)。

3.29

液化的可燃性气体 liquefied flammable gas

以液体状态贮存或处理的、在环境温度和大气压力下为可燃性气体的可燃性物质。

4 总则

4.1 安全原则

加工或贮存可燃性物质的成套装置的设计、操作和维护应使任何可燃性物质的释放和形成的危险场所的范围,无论是在正常运行或其他条件下都保持最小,同时考虑释放的频次、持续时间和数量。

检查加工设备和系统中可能出现可燃性物质释放的部分是很重要的,并考虑修改设计将此类释放的可能性与频次以及物料的释放速率与释放量减到最少。

这些基本事项宜在工艺装置设计开发的早期进行检查,并应在研究场所分类时引起足够的重视。

在除正常操作之外的活动中,例如调试或维护,场所分类可能是无效的,这种情况下可使用安全工作制度来处理。

在可能存在有爆炸性气体环境的情况下,应采取下列措施:

- a) 消除点燃源周围可能出现的爆炸性气体环境,或
- b) 消除点燃源。

如果不可能,应选择并准备一些预防措施,即工艺设备、系统和程序使 a) 和 b) 共同存在的可能性减小到允许的程度。如果某些措施的可靠性高,或综合在一起可以达到所需的安全水平,这些措施可单独采用。

4.2 场所分类的目的

场所分类是对可能出现爆炸性气体环境的场所进行分析和分类的一种方法,以便正确选择和安装危险场所中的电气设备,达到安全使用的目的。分类也把气体或蒸气的点燃特性,例如点燃能量(气体类别)和引燃温度(温度组别)考虑进去。

在使用可燃性物质的许多实际场所,难于保证爆炸性气体环境永不出现,而且确保设备永不成为点燃源也是不可能的。因此,在出现爆炸性气体环境的可能性很高的场所,使用产生点燃源可能性小的设备是可靠的。相反,如果降低爆炸性气体环境出现的可能性,则可以使用在结构上要求不太严格的设备。

完成场所分类之后,风险评估可用来评定在此爆炸性环境下出现点燃的后果,用以确定是否需要采用更高设备保护级别(EPL)的设备,或者用以证明可以采用低于正常保护级别的设备。适用时,EPL的要求可被记录在场所分类文件中和图纸上,以允许选择合适的电气设备。

几乎不可能通过对装置或装置布置的简单检查来确定装置周围哪些部分能符合三个区域的划分(0区、1区或2区)。对此,需要更复杂的方法,包括对出现爆炸性气体环境可能性进行的基本分析。

第一步是按0区、1区和2区的定义来确定产生爆炸性气体环境的可能性。一旦确定了可能释放的频次和持续时间(释放等级)、释放速率、浓度、速度、通风和其他影响区域类型和/或范围的因素,对确定周围场所可能存在的爆炸性气体环境就有了可靠的依据。

因此,该方法要求更详细地考虑含有可燃性物质,并且可能成为释放源的每台加工设备的情况。

特别是应通过设计或适当的操作方法,将0区或1区场所在数量上或范围上减至最小,换句话说,工厂和其设备安装场所大部分宜为2区或非危险场所。对于不可避免的有可燃性物质释放的场所,宜限制其加工设备为2级释放,如果做不到(即1级释放或连续级释放无法避免的场所),则应尽量限制释放量和释放速率。在进行场所分类时,这些原则应优先给予考虑。必要时,加工设备的设计、运行和设置都应保证即使在异常运行条件下释放到大气中的可燃性物质的数量减至最小,以便缩小危险场所的范围。

一旦对工厂进行了分类,并且做了必要的记录,很重要的是在未与负责场所分类的人员协商时,不允许对设备或操作程序进行修改。未经授权擅自进行场所分类无效。应保证影响场所分类的所有加工设备在维护中和重新装配后都进行认真检查,重新投入运行之前,保证涉及安全性的原设计的完整性。

5 场所分类程序

5.1 总则

场所分类应由懂得可燃性物料性能的相关性和重要性、熟悉设备和工艺性能的专业人员进行,还应与懂安全、电气、机械及其他有资质的工程技术人员商议。

下列条款对可能存在爆炸性气体环境的危险场所分类程序给出了指南。在图 C.2 中给出了危险场

所分类的图解示例。

场所分类应在最初工艺、仪表线路图及其布局规划有效时进行,并在装置投产前确定。在装置的整个存续期间应进行复查。

5.2 释放源

确定危险区域类型的根本因素就是鉴别释放源和确定释放等级。

只有可燃性气体、蒸气或薄雾与空气同时存在时,才能存在爆炸性气体环境,因此应确定有关场所内是否存在可燃性物质。一般来说,这些可燃性气体或蒸气(以及可燃性液体和固体可能会产生可燃性气体或蒸气)是装在可能完全封闭或不完全封闭的加工设备中。为此,应确定工艺装置内部是否存在有可燃性环境,或者释放的可燃性物质是否能在工艺装置外部产生可燃性环境。

每一台工艺装置(如罐、泵、管道、容器等)都应视为可燃性物质的潜在释放源。如果该类设备不可能含有可预见的可燃性物质,那么很明显它的周围就不会形成危险场所。如果该类设备可能含有可燃性物质,但不向大气中释放(如全部焊接管道不视为释放源)则同样不会形成危险场所。

如果已确认设备会向大气中释放可燃性物质,应首先确定大概的释放频率和持续时间,然后按分级的定义确定释放等级。一般认为封闭式加工系统可打开的部位(如:更换过滤器或加料)在进行场所分类时也应作为释放源。根据该方法,各种释放源可分别划为“连续级”、“1级”或“2级”。

释放源的等级确定之后,应确定可能影响危险场所类型和范围的释放速率和其他因素。

如果可用于释放的可燃性物料的总量“小”,例如,试验室使用,当一个潜在的危险可能存在时,可能不适合使用该场所分类程序。在这种情况下,应考虑有特定风险的存在。

燃烧可燃性物料的加工设备内的场所分类,例如,使用燃料的加热器、炉子、锅炉、汽轮机等,应考虑清洗周期、启动和关闭的条件。

即使液体温度低于闪点,可燃性薄雾也可以通过液体的泄露形成。因此确保不形成云状薄雾是很重要的(见附录 D)。

注:虽然薄雾被认定为一种危险的形式,但是本部分中对气体和蒸气使用的评定准则不适用于薄雾。

5.3 区域类型

存在爆炸性气体环境的可能性主要取决于释放等级和通风,用区域识别,区域被分为:0区、1区、2区以及非危险场所。

注1:通常,连续级释放形成0区,1级释放形成1区,2级释放形成2区(见附录 B)。

注2:由相邻的重叠的释放源形成的区域有不同的区域类型,重叠区域将使用较高的分类标准。重叠区域的分类相同时,通常适用一般的分类方法。

5.4 区域范围

区域范围是指爆炸性物质在空气中扩散到其浓度低于爆炸下限之前形成的爆炸性环境的大小,此大小范围依据计算或估算,同时考虑爆炸下限适当的安全系数。当评定稀释到其爆炸下限前的气体或蒸气的传播区域时,应寻求专家建议。

应注意到:重于空气的气体可能流入低于地平面的地方(例如凹槽或地沟);轻于空气的气体可能滞留在高出地面的空间(例如屋顶空间)。

如果释放源位于场所外面或在场所附近,可采取以下适当措施防止大量的可燃性气体或蒸气侵入场所,如:

- a) 有形阻挡(物)层;
- b) 保持危险场所的邻近场所正压,以防止危险气体进入;
- c) 用足够的新鲜空气清洗场所,来保证空气从可能进入可燃性气体或蒸气的所有开口逸出。

区域范围主要受以下化学和物理参数、可燃性物质某些固有特性的影响,其他因素为加工过程中特有的。为简便起见,下列参数的作用以假定其他参数保持不变为前提。

5.4.1 气体或蒸气的释放速率

释放速率越大,区域范围就越大。释放速率取决于释放源本身的其他参数,即:

a) 释放源的几何形状;

这与释放源的物理特性有关,例如:开口表面形状、泄漏法兰等(见附录 A)。

b) 释放速率;

对于给定的释放源,释放速率是随释放速度的加快而增大。在加工设备含有可燃性物质情况下,释放速率与工艺压力和释放源的几何形状有关。通过可燃性蒸气的释放速率和扩散的速度来确定可燃性气体或蒸气云的大小,从高速泄漏处流出的气体或蒸气会形成一般带有空气且会自动稀释的圆锥形的气流。爆炸性环境的范围几乎与气流无关。如果释放以低速或释放速度受到固体物体阻碍而改变,则释放只有通过气流来进行,并且其稀释和扩散范围取决于气流。

c) 浓度;

释放速率随着释放混合物中可燃性蒸气或气体的浓度的增加而增加。

d) 可燃性液体的挥发性;

首先这与蒸气压力和汽化热有关。如果未知蒸气压力,则沸点和闪点可用作指导性参数。

如果闪点高于可燃性液体的相应的最高温度,则爆炸性环境就不可能存在。闪点越低,区域的范围可能越大。如果在某种程度上以雾状形式释放可燃性物质(例如喷雾),在物料闪点以下可能形成爆炸性环境。

注 1: 可燃性液体的闪点不是准确的物理量,尤其是含混合物的场所。

注 2: 尽管某些液体(如卤代碳氢化合物)能够形成爆炸性气体环境,但它却没有闪点。在这些情况下,宜把对应于爆炸下限的饱和浓度的液体均衡温度与相应液体的最高温度相比较。

e) 液体温度。

蒸气压力随温度的增加而升高,因此,由于蒸发作用,释放速率增加。

注 3: 已释放的液体温度可能升高,例如,热表面或高温环境。

5.4.2 爆炸下限(LEL)

对于给出的释放体积,爆炸下限(LEL)越低,危险区域范围就越大。

注: 经验表明,爆炸下限为 15% 体积比的氨气的释放,在开放场所经常会迅速的消散,因此,在多数情况下该爆炸性危险环境延伸的范围可忽略不计。

5.4.3 通风

随着风量的加大,危险区域范围通常会减小。阻碍通风的障碍物能使危险区域范围扩大。另一方面,某些障碍物如堤坝、围墙或天花板都能限制危险场所范围。

注 1: 有大型顶置式风机,且两侧充分开放以允许空气自由通过该建筑所有部分的场所,在多数情况下可以认为其通风良好并且可以视为露天场所(例如“中等”级别和“良好”的程度)。

注 2: 空气流动的增加,可以增加开放的液体表面蒸发,因此也提高了蒸气的释放率。

5.4.4 释放气体或蒸气的相对密度

如果气体或蒸气明显地轻于空气,则它就趋于向上飘逸;如果明显地重于空气,它就趋于沉积于地面,在地面上,区域水平范围将随着相对密度的增大而增大,释放源上方的垂直方向范围将随着相对密度的减小而扩大。

注 1: 对于实际应用来说, 气体或蒸气的相对密度低于 0.8 被认为是轻于空气, 如果相对密度高于 1.2, 则被认为重于空气。在上述数值之间的气体或蒸气宜酌情考虑。

注 2: 与空气相比较轻的气体或蒸气, 在流速较低时也能非常迅速地向上扩散并在顶部存留, 然而, 在其下面, 扩散区域会不可避免地增加。如果在高速自由喷射时逸出, 尽管稀释的气体或蒸气中夹带有空气, 也可以增加仍然高于其爆炸下限的气体/空气混合物的距离。对于比空气轻的气体在高压下的释放会将气体冷却, 从而增大其相对密度。在回到正常浮力前, 该释放最初可表现为重于空气。

注 3: 与空气相比较重的气体或蒸气, 在其通过大气传播安全消散之前常常向下流动, 并在地面上传播较远的距离, 以较低的流速逸出。因此, 需要特别关注任何地方的地形, 并考虑周边地区以确定气体或蒸气是否在低洼处积聚或向较低的方向流动。如果用夹带的空气在高速的自由喷射进行喷射混合时逸出, 可以在一个比低速逸出还短的距离里很好地将气体/空气混合物降低到低于其爆炸下限。

注 4: 当区域分类包括诸如液化天然气的低温可燃性气体时需要注意: 在低温下散发的蒸气比空气重, 当接近于环境温度时会变得比空气轻。

5.4.5 应考虑的其他因素

a) 气候条件;

大气中气体或蒸气的传播速度随风速增长, 但是要形成湍流扩散则要求最小风速为 $2 \text{ m/s} \sim 3 \text{ m/s}$; 低于这个值, 会出现气体或蒸气分层, 并且安全扩散的距离会大大增加。在工厂区域由于大型的容器或建筑物的遮挡, 空气的流动速度可大大低于风速, 但是, 即使在较低的风速下, 设备等物品的遮蔽也会影响空气的流动来形成湍流。

注 1: 在附录 B(B.4)中认为户外条件下稀释可燃性气体的合适的风速为 0.5 m/s 。即使认为气体或蒸气层的趋向会影响计算, 为稳妥起见, 较低的风速值对于该目的来说是合适的。

注 2: 通常情况下, 在区域划分中不考虑气体或蒸气层的趋向, 因为引起气体或蒸气层变化的条件是罕见的, 并且只在较短的周期内发生。但是, 如果在特殊环境中可能长期出现低风速, 那么区域的范围宜考虑为达到扩散所要求的额外距离。

b) 地形分布状况。

一些液体的密度低于水并且不易溶于水, 这种液体可以在水面上扩散(地面、工厂下水道或沟道)并在远离最初泄漏源的地点引燃, 因此, 工厂的大片区域会处于危险之中。

工厂的布局设计应尽可能地有利于爆炸性气体环境的迅速消散。限制通风的区域(如深坑或沟渠)可以是 2 区, 也可以要求划分为 1 区; 另一方面, 不要求对用于抽取复合物的大片浅滩洼地或预留管道进行上述严格的处理。

5.4.6 实例图

附录 C 举例说明了危险场所划分的原则。

因此, 可能会影响释放速率的因素以及区域范围均在下列情况中举例说明:

a) 释放源: 液体的敞开表面;

在大多数情况下, 液体温度将低于沸点, 蒸气的释放速率主要取决于下列参数:

- 液体温度;
- 在其表面温度下液体的蒸气压力;
- 蒸发表面的尺寸;
- 通风及空气流动。

b) 释放源: 液体的瞬间蒸发(以喷射或喷雾为例);

当排放液体瞬间蒸发时, 蒸气释放速率等于液体流速, 且与下列参数有关:

- 液体压力;
- 释放源的几何形状。

如果液体没有瞬间蒸发,因为液滴、液体喷射和汇集会形成新的释放源,这种情况则比较复杂。

c) 释放源:气体混合物的泄漏。

气体释放速率受下列参数影响:

- 含有气体设备内的压力;
- 分子量;
- 释放源的几何形状;
- 释放混合物中的可燃性气体浓度。

释放源和释放速率的示例,见附录 A。

6 通风

6.1 总则

释放到大气中的可燃性气体或蒸气可通过逸散或扩散的方式在空气中被稀释,直到其浓度低于爆炸下限为止。通风,即空气流动,使新鲜空气置换释放源周围的大气以促进可燃性气体逸散。通风速率适当,也能避免爆炸性气体环境的持久性,影响区域类型。

6.2 通风的主要类型

由于风和/或温度梯度或人工通风的方式,如风扇作用造成空气流动达到通风。因此,考虑到下面两种主要通风类型:

- a) 自然通风;
- b) 整体或局部的人工通风。

6.3 通风等级

最重要的因素是通风等级或通风量直接与释放源类型和其对应的释放速率相联系。它与通风的类型无关,即不管是以风速计算还是以单位时间内换气次数计算。因此,在危险场所中,能达到最佳通风条件,并且与释放速率有关的通风量越大,危险场所的范围就越小,在某些情况下,可使其减小到忽略不计(非危险场所)的程度。

通风等级实施指南的示例在附录 B 中给出。

6.4 通风的有效性

通风的有效性将影响爆炸性环境的存在或形成,因此它也影响区域类型。通风有效性或可靠性的降低通常将导致区域类型的升级。附录 B 中给出了通风有效性的指南。

注:综合考虑通风等级和有效性归纳出评定区域类型的定量的方法(见附录 B)。

7 文件

7.1 总则

建议场所分类用这样一种方式:对得出最后场所分类的各个步骤以文件的形式正确地记录下来。所有使用的资料,这些资料或所采用的方法的示例如下:

- a) 有关规范和标准中的建议;
- b) 气体或蒸气的扩散特性和计算;

c) 研究与可燃性物料释放参数有关的通风特性,以便评定通风的有效性。

工厂用的所有加工物料与场所分类有关的特性都应列出,这些可包括分子质量、闪点、沸点、引燃温度、蒸气压力、蒸气密度、爆炸极限、气体类别和温度组别(IEC 60079-20)。材料列表的示例在表 C.1 中给出。

场所分类研究结果和任何后续变化都应记录下来。示例在表 C.2 中给出。

7.2 图纸、记录表和数据表

纸质或电子版的场所分类文件应包括绘制的平面图和垂直剖面图或三维立体模型,可能时应标示出区域类型和区域范围、气体类别、点燃温度和/或温度组别。

如果场所地形影响着区域范围,应记录在文件中。

文件还应包括其他相关资料,例如:

- a) 释放源的位置和标示。对于大型综合工厂或工艺装置来说,这有助于对释放源分项或编号,以便场所分类数据表和图纸之间相互参照。
- b) 建筑物开口位置(例如门、窗和通风用的进、排气口)。

图 C.1 中示出的场所分类符号是优先使用的符号。符号的图例说明应在每张图纸中出现。当区域类型相同,但要求有多种设备类别和/或温度组别时(例如:2 区 II C T1 和 2 区 II A T3),可使用不同的符号。

附 录 A
(资料性附录)
释放源的示例

A.1 工艺装置

下列示例不要求强制使用,并且可按需要做一些变动,以适合具体的工艺装置和具体情况。需要承认的是一些设备的释放等级可以有一个以上。

A.1.1 连续级释放形成的释放源

- a) 设有一个通往大气的固定排气口的固定顶罐中的可燃性液体表面;
- b) 连续对大气开放或者是长期向大气开放的可燃性液体表面。

A.1.2 1级释放形成的释放源

- a) 在正常工作条件下预计释放可燃性物质的泵、压缩机或阀门的密封处;
- b) 含有可燃性液体的容器上的排水口处,在正常工作中,当水排掉时,该处可能有易燃易爆物质向大气中释放;
- c) 在正常工作时,预计可燃性物质会释放到大气中的取样点;
- d) 正常工作时,预计可燃性物质会释放到大气中的泄压阀、排气口或其他开孔处。

A.1.3 2级释放形成的释放源

- a) 设备正常运行时,预计可燃性物质不会释放的泵、压缩机和阀门处;
- b) 在正常运行时,预计可燃性物质不会释放的法兰、连接件和管道配件处;
- c) 在正常运行时,预计可燃性物质不会释放的取样处;
- d) 在正常运行时,预计可燃性物质不会释放到大气中的泄压阀、排气口和其他开孔处。

A.2 通孔

下列示例不作为强制使用,可按需要做一些变动以适合具体的情况。

A.2.1 作为可能的释放源的通孔

场所之间的通孔应视为可能的释放源。释放源的等级与下列情况有关:

- 邻近场所区域类型;
- 孔开启的频率和持续时间;
- 密封或连接的有效性;
- 涉及到的场所之间的压差。

A.2.2 通孔分类

通孔按下列特性分为 A、B、C 和 D 型。

A 型——通孔不符合 B、C 或 D 型规定的特性。

举例:

- 穿越或使用的通孔,例如:穿越墙、天花板和地板的导管、管道;
 - 经常打开的通孔;
 - 房屋、建筑物内的固定通风口和类似 B、C 及 D 型的经常或长时间打开的通孔。
- B 型**——正常情况下关闭(例如:自动关闭),并且不经常打开,而且关闭紧密的通孔。
- C 型**——正常情况下通孔封闭(例如:自动关闭),并沿着整个周边还安装有密封装置(例如:密封垫);或有两个串连的 B 型通孔,而且具有单独自动封闭装置。
- D 型**——符合 C 型要求通常是封闭的通孔,只能用专用工具或在紧急情况下才能打开。
- D 型通孔是有效密封的使用通道(例如:导管、管道)或是靠近危险场所的 C 型通孔和 B 型通孔的串连组合。

表 A.1 通孔对不同释放等级的影响

通孔上游气流的区域	通孔型式	作为释放源的通孔释放等级
0 区	A	连续级
	B	(连续)/1 级
	C	2 级
	D	2 级
1 区	A	1 级
	B	(1 级)/2 级
	C	(2 级)/无释放
	D	无释放
2 区	A	2 级
	B	(2 级)/无释放
	C	无释放
	D	无释放
注:括号内示出的释放等级为通孔频繁操作的情况。		

A.3 释放速率

下列示例给出了可燃性液体和可燃性气体的近似释放速率。考虑通孔的特性可以得出更为精确的释放速率,例如,考虑排放系数($C_d \leq 1$)以及释放源的几何形状。计算过程如果不考虑这些因素,通常将得出保守的结果。

液体和气体的黏度可忽略不计。如果通孔的长度与其宽度相比很长,可燃性物质通过通孔释放时,黏度会大大降低释放速率。

A.3.1 液体的释放速率

液体的释放速率可通过下列的近似值进行估算:

$$\frac{dG}{dt} S \sqrt{2\rho \Delta p}$$

式中:

$\frac{dG}{dt}$ ——液体的释放速率(单位时间重量),kg/s;

S ——液体释放通孔的横截面(表面积), m^2 ;

ρ ——液体的密度(单位体积重量), kg/m^3 ;

Δp ——穿过泄露通孔的压差, Pa 。

A.3.2 气体的释放速率

如果压缩气体的密度大大低于液态气体的密度,那么容器中气体的释放速率可以通过理想气体的绝热膨胀来评估。

如果气体容器内的压力高于 p_c (临界压力),则抑制气体的释放速率(音速)。

$$p_c = p_0 \left(\frac{\gamma + 1}{2} \right)^{\gamma/(\gamma-1)}$$

式中:

p_0 ——气体容器外的压力;

γ ——绝热膨胀的多变指数。

对于理想气体可以使用下面的公式计算:

$$\gamma = \frac{Mc_p}{Mc_p - R}$$

式中:

c_p ——定压比热, $\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$;

M ——气体的分子质量, kg/kmol ;

R ——通用气体常数($8\,314\text{ J} \cdot \text{kmol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)。

A.3.2.1 带有节流速度气体的释放速率

对于气体来说,被节流气流的速度(见 A.3.2)等于音速。这是理论上排放速率的最大值。

如果气流速度被节流,那么容器中气体的释放速率可以通过下面的近似值进行估算:

$$\frac{dG}{dt} = Sp \sqrt{\gamma \frac{M}{RT}} \left(\frac{2}{\gamma + 1} \right)^{(\gamma+1)/2(\gamma-1)}$$

式中:

$\frac{dG}{dt}$ ——气体的释放速率(单位时间重量), kg/s ;

p ——容器内的压力, Pa ;

γ ——绝热膨胀的多变指数;

S ——气体释放的通孔的横截面(表面积), m^2 ;

M ——气体的分子质量, kg/kmol ;

T ——容器内的绝对温度, K ;

R ——通用气体常数($8\,314\text{ J} \cdot \text{kmol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)。

排放孔处的气流速度等于音速,可以使用下面的公式进行计算:

$$v_s = \sqrt{\gamma \frac{RT}{M}}$$

A.3.2.2 不带节流速度气体的释放速率

对于特殊气体来说,不被节流的气流以低于音速的速度排出。

如果气流速度不被节流,那么容器中气体的释放速率可以通过下面的近似值进行估算:

$$\frac{dG}{dt} = Sp \sqrt{\frac{M}{RT} \frac{2\gamma}{\gamma-1} \left[1 - \left(\frac{p_0}{p} \right)^{(\gamma-1)/\gamma} \right]} \left(\frac{p_0}{p} \right)^{1/\gamma}$$

式中:

$\frac{dG}{dt}$ ——气体的释放速率(单位时间重量), kg/s;

p ——容器内的压力, Pa;

p_0 ——气体容器外的压力, Pa;

S ——气体释放的通孔的横截面(表面积), m^2 ;

M ——气体的分子质量, kg/kmol;

T ——容器内的绝对温度, K;

γ ——绝热膨胀的多变指数;

R ——通用气体常数($8\,314\text{ J} \cdot \text{kmol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)。

排放孔处的气流速度可以使用下面的公式进行计算:

$$v_0 = \frac{dG/dt}{\rho_0 S}$$

式中:

v_0 ——排放孔处的气流速度(m/s);

$\rho_0 = \rho \left(\frac{p_0}{p} \right)^{1/\gamma}$ 是膨胀气体的密度(kg/m^3), 其中 ρ 是容器内气体的密度(kg/m^3)。

容器内的气体密度可以通过下面的公式计算:

$$\rho = \frac{pM}{RT}$$

A.4 释放速率估算示例

示例 1 的估算:

充满丙酮的高 3 m 的容器。将容器的通气阀设定到 50 kPa 的正压。发生故障期间, 预计丙酮将通过位于容器底部的法兰上的截面积为 1 mm^2 的孔泄露。

$\rho = 790\text{ kg/m}^3$

液态丙酮的密度

$S = 10^{-6}\text{ m}^2$

孔的截面积

$\Delta h = 3\text{ m}$

液态丙酮表面与孔之间的高度差 h

$g = 9.81\text{ m/s}^2$

自由落体的加速度

$\Delta p_v = 5 \times 10^3\text{ Pa}$

将通气阀设为过压(假设最高过压位于容器的顶部)

通过孔泄露的最大压差:

$$\Delta p = \Delta p_v + \rho g \Delta h = 5 \times 10^3 + 790 \times 9.81 \times 3 = 2.8 \times 10^4\text{ Pa}$$

释放速率:

$$\left(\frac{dG}{dt} \right)_{\max} = S \sqrt{2\rho \Delta p} = 10^{-6} \times \sqrt{2 \times 790 \times 2.8 \times 10^4} = 6.7 \times 10^{-3}\text{ kg/s}$$

示例 2 的估算: 使用 A.3.2 和 A.3.2.1 公式的被节流气体的释放。

温度为 $+20\text{ }^\circ\text{C}$, 绝对压力为 $1\,100\text{ kPa}$ 的气态氢气管道。发生故障期间, 预计氢气将通过法兰上截面积为 2.5 mm^2 的孔泄漏到大气中。

$p = 11 \times 10^5\text{ Pa}$

管道中的压力

$T = 293\text{ K}$

绝对温度

$M = 2\text{ kg/kmol}$

氢的分子质量

$S = 2.5 \times 10^{-6}\text{ m}^2$

孔的截面积

$\gamma = 1.41$

氢气绝热膨胀的多变指数

$$p_c = p_0 \left(\frac{\gamma + 1}{2} \right)^{\gamma/(\gamma-1)} = 10^5 \times \left(\frac{1.41 + 1}{2} \right)^{1.41/(1.41-1)} = 1.9 \times 10^5 \text{ Pa}$$

气体的释放速率被节流, 因为 $p > p_c$ 。

$$\begin{aligned} \frac{dG}{dt} &= Sp \sqrt{\gamma \frac{M}{RT}} \left(\frac{2}{\gamma + 1} \right)^{(\gamma+1)/2(\gamma-1)} \\ &= 2.5 \times 10^{-6} \times 11 \times 10^5 \times \sqrt{1.41 \times \frac{2}{8.3 \times 10^3 \times 293}} \times \left(\frac{2}{1.41 + 1} \right)^{(1.41+1)/[2 \times (1.41-1)]} \\ &= 1.7 \times 10^{-3} \text{ kg/s} \end{aligned}$$

示例 3 的估算: 使用 A.3.2 和 A.3.2.2 公式的不被节流的气体释放。

温度为 -20°C 时装有甲烷气体的储气罐。将储气罐的安全阀设定到 0.5 kPa 的过压。发生故障期间, 预计将通过储气罐上截面积为 10 cm^2 的孔泄漏。

$p = 1.005 \times 10^5 \text{ Pa}$	储气罐中的压力
$p_0 = 10^5 \text{ Pa}$	大气压力
$T = 253 \text{ K}$	绝对温度
$M = 16 \text{ kg/kmol}$	甲烷的分子质量
$S = 10^{-3} \text{ m}^2$	孔的截面积
$\gamma = 1.32$	甲烷气体绝热膨胀的多变指数

$$p_c = p_0 \left(\frac{\gamma + 1}{2} \right)^{\gamma/(\gamma-1)} = 10^5 \times \left(\frac{1.32 + 1}{2} \right)^{1.32/(1.32-1)} = 1.84 \times 10^5 \text{ Pa}$$

气体的释放速率不被节流, 因为 $p < p_c$ 。

$$\frac{p_0}{p} = 0.995$$

$$\begin{aligned} \frac{dG}{dt} &= Sp \sqrt{\frac{M}{RT} \frac{2\gamma}{\gamma-1} \left[1 - \left(\frac{p_0}{p} \right)^{(\gamma-1)/\gamma} \right]} \left(\frac{p_0}{p} \right)^{1/\gamma} \\ &= 10^{-3} \times 1.005 \times 10^5 \times \sqrt{\frac{16}{8.3 \times 10^3 \times 253} \times \frac{2 \times 1.32}{1.32 - 1}} \times [1 - 0.995^{(1.32-1)/1.32}] \times 0.995^{1/1.32} \\ &= 2.8 \times 10^{-2} \text{ kg/s} \end{aligned}$$

气体释放的初始速度:

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{pM}{RT} = \frac{1.005 \times 10^5 \times 16}{8.3 \times 10^3 \times 253} = 0.8 \text{ kg/m}^3 \\ \rho_0 &= \rho \left(\frac{p_0}{p} \right)^{1/\gamma} = 0.8 \times (0.995)^{1/1.32} = 0.8 \text{ kg/m}^3 \\ v_0 &= \frac{dG/dt}{\rho_0 S} = \frac{2.8 \times 10^{-2}}{0.8 \times 10^{-3}} = 35 \text{ m/s} \end{aligned}$$

注: 以上引用的参考文献: A.W.Cox, F.P.Lee & M.L.Ang 的“危险场所分类”, IChem 1993。

附 录 B
(资料性附录)
通 风

B.1 总则

本附录的目的是为确定通风等级提供指导,并且通过解释、示例以及计算确定通风条件,作为第 6 章的延续,以便给出设计人工通风系统的指南,因为这些对控制可燃气体和蒸气的扩散至关重要。

利用下列情况提供的方法,便可确定区域类型:

- 估算出要求的最小通风速率,以防止明显的爆炸性环境形成;
- 可以确定通风等级的假设体积 V_z 的计算;
- 释放持续时间的估算;
- 利用表 B.1,根据通风等级、通风有效性和释放等级确定区域类型;
- 检查区域和持续时间的一致性。

这并不意味着这些计算结果被用来直接确定危险区域的范围。

尽管以直接使用在户内场所为主,但所解释的概念对户外也有帮助,例如,通过使用表 B.1。

B.2 自然通风

这是一种由于风和/或温度梯度作用造成的空气流动的通风类型。在露天场所,自然通风通常足以确保消散场所中出现的任何爆炸性环境。自然通风在某些户内场所(例如,在墙壁上和/或房顶有开口的建筑物)也可有效。

注:对户外场所,一般情况下,评定通风宜假设最小风速为 0.5 m/s,并且实际上是连续存在。在很多场所风速经常会超过 2 m/s,但是在特殊情况下,可能低于 0.5 m/s(例如,在最接近地面的位置)。

自然通风举例:

- 露天场所,在石油和化学工业中典型的露天场所,如敞开结构、管道架、泵台架以及类似处所;
- 敞开式建筑物,考虑到涉及的气体 and/或蒸气的相对密度,在建筑物的壁上和/或屋顶开口处,其尺寸和位置保证建筑物内部通风效果等效于露天场所;
- 非敞开建筑物,建有永久性的开口,使其具有自然通风的条件(一般低于敞开式建筑物的通风效果)。

B.3 人工通风

B.3.1 概述

通过人工的方法,使空气流动,例如,通风机或排气装置。虽然人工通风主要用于户内或封闭空间,但它也可用于露天场所,补偿由于障碍物对自然通风的限制或阻碍。

场所中的人工通风可以是整体通风,也可以是局部通风,对于这两种通风,可达到不同程度的空气流动和置换。

采用人工通风可达到:

- 降低区域类型和/或缩小区域范围;
- 缩短爆炸性环境持续的时间;

——防止爆炸性环境的产生。

B.3.2 设计要素

人工通风能够使室内获得有效、可靠的通风系统。设计用于防爆的人工通风系统应满足下列要求：

- 应能控制和监控其有效性；
- 对排气系统内部和外部排放点以及排气系统的其他通孔，应考虑其分类；
- 对危险场所的通风，一般情况下，通风用空气应从非危险场所中抽取，并考虑周边区域的吸力作用；
- 在确定通风系统的规模(尺寸)和设计前，应首先确定场所、释放等级以及释放速率。

另外，下列因素将会影响人工通风系统的质量：

- 通常，可燃性气体和蒸气的相对密度与空气相对密度不同，因此，它们在接近地面或封闭场所的顶部积聚，在这些地方，空气流动常常是缓慢的；
- 气体的相对密度随温度的变化而变化；
- 阻挡和障碍物可能会引起空气流动减少甚至不流动。也就是说，场所中的某些部分不通风；
- 空气湍流和循环气流的流型。

B.3.3 人工通风示例

B.3.3.1 整体人工通风

- 在建筑物的壁上和/或顶部安装通风机以改变建筑物中的整体通风状况；
- 露天场所中在合适的地方安装通风机以改变场所中整体通风。

B.3.3.2 局部人工通风示例

- 空气/蒸气抽取系统用在连续地或周期地释放可燃性蒸气的加工设备上；
- 将强制通风或附加的抽风系统用在不进行通风可能会出现爆炸性气体环境的小的局部通风场所。

B.4 通风等级

控制爆炸性气体环境扩散和持续时间的通风效果取决于通风等级和有效性以及通风系统的设计。例如，通风不能有效防止爆炸性环境形成，但能避免爆炸性环境持续较长时间。

注：如果采用其他通风形式，例如，需要考虑的冷却风扇、鼓风机，然后要注意其运用的有效性。

认可下列三种通风等级。

B.4.1 高级通风(VH)

实质上能够在释放源处瞬间降低其浓度，使其低于爆炸下限的浓度，区域范围甚至可忽略不计。但是，当通风的有效性不良时，在很小范围的区域外会环绕另一种类型的区域(见表 B.1)。

B.4.2 中级通风(VM)

能够控制浓度，虽然释放源正在释放中，使得区域界限稳定，并且在释放源停止释放后，爆炸性气体环境持续存在时间不会过长。

区域的范围和类型受设计参数的限制。

B.4.3 低级通风(VL)

在释放源释放过程中,不能控制其浓度,和/或在释放源停止释放后,也不能阻止爆炸性环境持续存在。

B.5 通风等级的评定及其对危险场所的影响

B.5.1 概述

可燃性气体或蒸气云的大小及释放源停止释放后可燃性气体或蒸气云持续的时间,可按通风的方法加以控制。下面说明了评定控制爆炸性环境范围和持续时间所要求的通风等级的方法。

应该承认,因为该方法的局限性,给出的结果也是近似的,但是,采用的安全系数应确保所得到的结果误差在安全限度之内。通过几个假设的例子对该方法的使用加以示范说明(见 B.7)。

首先,评定通风等级需要知道释放源释放气体或蒸气的最大释放速率,它可通过验证过的试验、合理的计算、充分的假设条件或制造商提供的有效数据得出。

注:最大释放速率的确定方法宜在文件里公布。

B.5.2 假设体积 V_z 的估计

本附录中的计算提供了一个简化的基础,它们不被认为是评定的唯一方法,其他的评定形式,如计算机模式,在某些情况下也是适当的。

B.5.2.1 概述

根据安全系数的值 k ,假设体积 V_z 代表的体积超过通常是 LEL 的 0.25 倍或 0.5 倍的可燃性气体或蒸气的平均浓度。这就意味着,在假设体积的估计的结尾,气体或蒸气的浓度将明显低于 LEL,例如,浓度高于 LEL 的体积将低于 V_z 。

V_z 的计算仅仅是为了帮助对通风等级进行评定。假设体积与危险区域的大小没有直接关系。

B.5.2.2 假设体积 V_z 与危险区域大小之间的关系

假设体积 V_z 给出了一个关于来自释放源的可燃性包围物的体积通常不等于危险区域的体积的指南。首先,没有定义假设体积的形状,并且受通风条件的影响(见 B.4.3 和 B.5)。在这些参数中,通风等级及其有效性以及可能的变化将影响假设体积的形状。其次,需要确定关于释放源的假设体积的位置。这将主要取决于带有偏向顺风方向的假设体积的通风方向。第三,在某些情况下,应考虑不同方向通风的可能性以及气体或蒸气的浮力(或相对密度)。

因此,从给定的释放源中得到的危险区域的体积通常将是假设体积 V_z 的几倍甚至很多倍。

为确定假设体积[见式(B.4)和式(B.5)],首先需要确定的是理论上,稀释给定的可燃性物质的释放达到低于爆炸下限规定浓度的新鲜空气的最小通风速率,可通过式(B.1)计算出:

$$(dV/dt)_{\min} = \frac{(dG/dt)_{\max}}{k \times LEL_m} \times \frac{T}{293} \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

$(dV/dt)_{\min}$ ——新鲜空气的最小体积流速(单位时间体积, m^3/s);

$(dG/dt)_{\max}$ ——释放源的最大释放速率(单位时间质量, kg/s);

LEL_m ——爆炸下限(单位体积质量, kg/m^3);

k ——适用于爆炸下限的安全系数,其典型值为:

$k=0.25$ (连续级和 1 级释放);

$k=0.5$ (2 级释放);

T ——环境温度(K)。

注 1: 按本部分范围中给出的正常环境条件将 LEL_v (体积百分比) 转换到 LEL_m (kg/m^3), 可使用下面的公式:

$$LEL_m = 0.416 \times 10^{-3} \times M \times LEL_v$$

式中: M ——分子量(kg/kmol)。

计算值 $(dV/dt)_{\min}$ 与释放源附近在考虑中的体积的实际通风率(V_0)之间的关系可用(V_K)表示。

注 2: 对于根据已验证的经验得到的值、制造商根据可燃性物料可能排放到空气中的特殊设备提供的有效数据、或根据可靠的输入数据合理计算的结果, 通常宜使用 $k=1.0$ 的安全系数。对于用假设方法得到的其他值, 宜使用较小的安全系数。

注 3: 在体积(V_0)里的多个释放源通过考虑中的通风起作用, 必须确定每个释放源 $(dV/dt)_{\min}$ 的值及释放等级。宜确定流速然后依据表 B.2 求和。

$$V_K = \frac{(dV/dt)_{\min}}{C} \quad \dots\dots\dots (\text{B.2})$$

式中: C ——单位时间内新鲜空气置换(充入)的次数(s^{-1}), 由式(B.3)得出:

$$C = \frac{dV_0/dt}{V_0} \quad \dots\dots\dots (\text{B.3})$$

式中:

dV_0/dt ——通过考虑中的体积的新鲜空气总的流速;

V_0 ——考虑在释放附近由实际通风提供的总体积(由工厂控制)。

注 4: 对于室内环境来说, 通常将考虑 V_0 是房屋或建筑物的体积, 除非考虑此处有特殊通风和局部释放。

公式(B.2)适用于对新鲜空气在理想流动条件下释放源附近瞬时均匀混合的情况。实际上, 这样的理想条件根本不存在, 例如, 因空气流动时产生的阻力可能造成场所部分区域通风不良。因此, 在释放源附近, 有效的换气会低于式(B.3)中得出的 C 值, 而导致 V_z 增大, 为此, 对式(B.2)引入附加校正(质量)系数 f , 可得出:

$$V_z = f \times V_K = \frac{f \times (dV/dt)_{\min}}{C} \quad \dots\dots\dots (\text{B.4})$$

式中, f 是爆炸性气体环境有效的稀释程度, 即通风效率, 取值范围从 $f=1$ (理想状态) 到典型值 $f=5$ (空气流动受阻碍) 之间。

B.5.2.3 露天场所

在露天场所, 即使风速很低, 也会形成高的换气次数。

在露天场所, 应基于场地布局和场地特点进行评定。 V_z 的评定最好在使用适当模型工具的基础上进行, 例如, 使用 CFD (计算流体力学) 分析。

作为下面可能使用的概要, 这不是合理可行的替代评定。但是, 由于计算的限制和其他因素的影响(例如, 在露天场所通常会扩散的更快), 该公式通常将导致体积过大。

为避免该位置的重叠, 应注意 f 值在实际选择时的运用。

例如, 在露天场所, 假设一侧长度为 15 m 的立方体积, 在风速约为 0.5 m/s 时, 容积 V_0 为 3 400 m^3 的换气速度则大于 100 次/h (0.03 次/s)。

对露天场所, 保守估算取 $C=0.03$ 次/s, 爆炸性气体环境的假定体积 V_z 用式(B.5)便可得出:

$$V_z = \frac{f \times (dV/dt)_{\min}}{0.03} \quad \dots\dots\dots (\text{B.5})$$

式中:

f ——允许阻止空气流动的参数[见式(B.4)];

$(dV/dt)_{\min}$ ——前述定义(m^3/s);

0.03 ——每秒的换气次数。

B.5.2.4 受限制的露天场所

如果通风体积如 $5\text{ m} \times 3\text{ m} \times 1\text{ m}$ ($V_0 = 15\text{ m}^3$) 这样小(例如,油水分离器的过程),并且风速是 0.05 m/s ,那么 C 为 $35/\text{h}$ ($0.01/\text{s}$)。

B.5.2.5 持续时间 t 的估算

释放源停止释放后,要求平均浓度从初始值 X_0 下降到 k 倍 LEL 的时间 t 可由式(B.6)估算出:

$$t = \frac{-f}{C} \ln \frac{\text{LEL} \times k}{X_0} \dots\dots\dots (\text{B.6})$$

式中:

X_0 ——用与 LEL 相同的单位所测量的可燃性物质的初始浓度,即(体积比)%或 kg/m^3 。在爆炸性气体环境中的某一位置,可燃性物质的浓度可能为 100%(一般仅在非常靠近释放源的位置)。但是,当计算 t 值时,要取的 X_0 合适值取决于具体情况,考虑到受影响的体积之外的其他因素以及释放的频次和持续时间;

C ——单位时间内换气次数;

t ——与 C 中的单位相同,若 C 为每秒换气次数,则 t 为秒;

f ——允许阻止空气流动的系数,并且是用于确定 V_z 的同一数值[见式(B.4)];

$\ln$ ——自然对数;

k ——与爆炸下限(LEL)有关的安全系数,并且是用于决定 $(dV/dt)_{\min}$ 的同一数值(见式 B.1)。

由式(B.6)计算所得的 t 值本身并不能作为确定区域类型的量值,它提供了与特定过程和场所的时间范围进行比较的附加信息。

B.5.3 通风等级的评定

B.5.3.1 概述

通常情况下,连续级释放形成 0 区;1 级释放形成 1 区;2 级释放形成 2 区。但由于通风的作用,上述分级原则并不总是一成不变的。

在某些情况下,由于通风等级和有效性的程度可以很高,使其实际上是非危险场所。换句话说,由于通风的等级很低,会使区域降为较低数字区域(即,2 级释放划分成 1 区危险场所)。例如,这种情况可能在气体或蒸气释放停止后,爆炸性气体环境持续存在,且扩散很慢时出现,因此,爆炸性气体环境所持续的时间比该等级释放所预计的时间要长。

体积 V_z 可用来要求通风等级为高、中、低的程度释放等级。

B.5.3.2 高级通风(VH)

只有当风险评估表明,由于温度和/或压力的突然增加而导致潜在危险范围作为点燃与 V_z 体积相同的爆炸性气体环境的结果可以忽略不计时,才可视为高级通风(VH)。风险评估应考虑次生效应(例如,可燃性物料的进一步释放)。

当 V_z 小于 0.1 m^3 或小于 V_0 的 1%时,取其中的较小值,通常将使用上述情况。在这种情况下可以认为危险区域的体积等于 V_z 。

注 1: 有关小体积 V_z 的信息源自 HLS(英国)的技术报告 RR630/2008。

在实际中,一般情况下,高级通风仅用于释放源周围的局部人工通风系统,很小的封闭场所或释放速率极低的场所。首先,大多数封闭场所含有多个释放源。一般情况下,在已划分为非危险场所的区域

范围内有多个小的危险场所的划分方法是不可取的。其次,对于场所划分考虑的典型释放速率,即使在露天场所,自然通风经常不能满足要求。况且,正常情况下,在较大封闭场所按要求的速率进行人工通风通常也是不实际的。

注2:当依据人工通风计算 V_z 时,可考虑采取的某些人工通风方式,例如,从释放源排出的主要通风气流以及在远离潜在点燃源方向出现稀释的情况是常有的,和将局部通风系统或将稀释性通风施加到诸如气体分析室外壳或工艺试验装置外壳这种相对较小的外壳中一样。

B.5.3.3 低级通风(VL)

如果 V_z 大于 V_o ,可以看做是低级通风(VL)。除非限制空气流动,露天场所通常不会发生低级通风,例如,在坑内。

B.5.3.4 中级通风(VM)

如果通风既不是高级通风(VH),也不是低级通风(VL),将被看做是中级通风(VM)。通常情况下, V_z 小于或等于 V_o 。作为中级通风,应控制释放出的可燃性蒸汽和气体的扩散。释放停止后,爆炸性气体环境扩散所需的时间,根据释放源为1级释放还是2级释放确定,并应满足1区和2区的条件。可接受的扩散时间取决于释放源预计的释放频率和每次释放持续的时间。当体积 V_z 值小于任何封闭场所的体积值时,仅将封闭场所部分划分为危险场所是可以接受的。在某些情况下,根据封闭场所的大小, V_z 值也可以与封闭的体积相近。这时封闭场所应全部划为危险区。

在户外场所,除非 V_z 非常小或有有效的限制空气流动的措施,应被视为中级通风(VM)。

B.6 通风的有效性

通风的有效性影响着爆炸性气体环境的存在或形成,因此,当确定区域类型时,需要考虑通风的有效性(与等级相同)。

通风有效性应划分成以下三个等级(见附录C中的例子)。

- 良好:通风连续存在;
 - 一般:在正常运行时,预计通风存在。允许发生短时、不经常的不连续通风;
 - 差:不能满足“良好”或“一般”标准的通风,但预计不会出现长时间的不连续通风。
- 对于差的通风都不能满足的通风条件,不得考虑成有通风条件的场所。

自然通风:对户外场所,一般情况下,判断通风条件应以假设最小风速为0.5m/s为基础,且连续地存在。这种情况下,通风的有效性应被看作是“良好”。

人工通风:在评定人工通风有效性时,应考虑设备的可靠性和有效性,例如,备用的风机。通常,良好的有效性要求在故障状态下,备用风机能自动启动。但是如果采取措施在通风设备出现故障时防止释放可燃性物质(例如,自动关闭加工设备),在通风设备正常运行时所确定的场所分类就不需要进行调整,也就是说,可以假定通风有效性良好。

B.7 实施指南

通风对各类区域的影响可归纳在表B.1中,包括B.8中的一些计算。

表 B.1 独立通风对区域类型的影响

释放等级		通风					
		等级					
		高	中			低	
		有效性					
连续级	良好	一般	差	良好	一般	差	良好、一般或差
连续级	(0 区 NE) 非危险 ^a	(0 区 NE) 2 区 ^a	(0 区 NE) 1 区 ^a	0 区	0 区+2 区	0 区+1 区	0 区
1 级	(0 区 NE) 非危险 ^a	(1 区 NE) 2 区 ^a	(1 区 NE) 非 2 区 ^a	1 区	1 区+2 区	1 区+2 区	1 区或 0 区 ^c
2 级 ^b	(2 区 NE) 非危险 ^a	(2 区 NE) 非危险 ^a	2 区	2 区	2 区	2 区	1 区至 0 区 ^c

注 1：“+”表示被……包围。

注 2：宜特别小心避免含有 2 级释放的释放源封闭区域被划为 0 区的情况。这也适用于小型非吹扫与非正压封闭区域，例如仪表盘或仪表气候防护外壳。保温绝热外壳或管道安装之间的封闭区域以及绝热外壳。一些适当的定位孔至少宜优先考虑配备这类外壳，使内部的空气能畅通无阻地流动。如果这样做不可能、不实用或不需要时，宜力争做到将主要潜在释放源保持在外壳之外，例如，管道连接通常不能进入绝缘外壳以及其他任何可能被认为是潜在释放源的设备。

注 3：连续的 1 级释放最好不要用低等级的通风固定在区域中，要么重新定位释放源、改进通风等级，要么降低释放等级。

注 4：有规律活动的（例如容易预测）释放源的总和宜根据操作程序的具体分析来求得。例如，N 种带有普通释放模式的释放源通常被看做是带有 N 种不同排放点的单一释放源。

^a 0 区 NE、1 区 NE 或 2 区 NE 表示在正常条件下，其范围可忽略不计的理论上的区域。

^b 由 2 级释放形成的 2 区也会超过由 1 级或连续级释放形成的区域，在这种情况下，应取较远距离。

^c 若通风很弱，并且释放形成的爆炸性气体环境实际上还连续存在（亦即接近“无通风”条件），则为 0 区。

表 B.2 在 V₀ 中多重释放的求和程序

释放等级	带有(dV/dt) _{min} 的动作
连续级	(dV/dt) _{min} 的所有值求和，并将结果全部应用在式(B.2)~式(B.6)中。
1 级	依据表 B.3，计算所需的(dV/dt) _{min} 最大值的数量以及上一行中得出的连续释放的(dV/dt) _{min} 的总和，并将结果全部应用在式(B.2)~式(B.6)中。
2 级	仅使用(dV/dt) _{min} 的单一最大值以及从上一行中得到的连续的和 1 级释放的(dV/dt) _{min} 项，并将该值应用于式(B.2)~式(B.6)中。

表 B.3 多个 1 级释放的求和程序

1 级释放的数量	按照表 B.2 使用的 1 级释放的数量
1	1
2	2
3~5	3
6~9	4
10~13	5
14~18	6
19~23	7
24~27	8
28~33	9
34~39	10
40~45	11
46~51	12

B.8 确定通风等级的计算

注：在这些计算实例中，假定 $X_o=100\%$ ，这可给出不乐观的结果。

计算 1

释放特性

可燃性物质	甲苯蒸气
甲苯的分子质量	92.14 (kg/kmol)
释放源	排气口
爆炸下限(LEL)	0.046 kg/m³ (1.2% 体积比)
释放等级	连续级
安全系数, k	0.25
释放速率(dG/dt) _{max}	2.8×10^{-10} kg/s

通风特性

室内场所	1/h(2.8×10^{-4} /s)
换气次数, C	5
通风质量系数, f	20 °C (293 K)
环境温度, T	1
温度系数($T/293$ K)	10 m×15 m×6 m
建筑尺寸, V_o	

新鲜空气最小体积流动速率：

$$(dV/dt)_{\min} = \frac{(dG/dt)_{\max}}{k \times \text{LEL}} \times \frac{T}{293} = \frac{2.8 \times 10^{-10}}{0.25 \times 0.046} \times \frac{293}{293} = 2.4 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{s}$$

假设体积 V_z 值：

$$V_z = \frac{f \times (dV/dt)_{\min}}{C} = \frac{5 \times 2.4 \times 10^{-8}}{2.8 \times 10^{-4}} = 4.3 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

持续时间:

这对于连续释放不适用。

结论:

假设体积 V_z 值减小到忽略不计。

由于 $V_z < 0.1 \text{ m}^3$ (见 B.5.3.2), 对释放源和在考虑中的区域来说, 通风等级可以视作高级。

如果通风的有效性为“良好”, 那么 0 区的范围可以忽略不计(见表 B.1)。

计算 2

释放特性

可燃性物质	甲苯
甲苯的分子质量	92.14 (kg/kmol)
释放源	法兰故障
爆炸下限(LEL)	0.046 kg/m ³ (1.2% 体积比)
释放等级	2 级
安全系数, k	0.25
释放速率 $(dG/dt)_{\max}$	$2.8 \times 10^{-6} \text{ kg/s}$

通风特性

室内场所	
换气次数, C	1/h ($2.8 \times 10^{-4} \text{ /s}$)
通风质量系数, f	5
环境温度, T	20 °C (293 K)
温度系数 $(T/293 \text{ K})$	1
建筑尺寸, V_0	10 m × 15 m × 6 m

新鲜空气最小体积流动速率:

$$(dV/dt)_{\min} = \frac{(dG/dt)_{\max}}{k \times \text{LEL}} \times \frac{T}{293} = \frac{2.8 \times 10^{-6}}{0.25 \times 0.046} \times \frac{293}{293} = 1.2 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$$

假设体积 V_z 值:

$$V_z = \frac{f \times (dV/dt)_{\min}}{C} = \frac{5 \times 1.2 \times 10^{-4}}{2.8 \times 10^{-4}} = 2.2 \text{ m}^3$$

持续时间:

$$t = \frac{-f \ln \frac{\text{LEL} \times k}{X_0}}{C} = \frac{-5 \ln \frac{1.2 \times 0.5}{100}}{2.8 \times 10^{-4}} = 25.6 \text{ h}$$

结论:

假设体积 V_z 虽然明显小于 V_0 , 但仍然大于 0.1 m^3 。

对于以此为基础的释放源以及考虑中的区域, 通风等级可以视作中級。但是, 爆炸性环境持续时间较长, 不能满足 2 区定义。

计算 3

释放特性

可燃性物质	丙烷气体
丙烷的分子质量	44.1 (kg/kmol)
释放源	罐装咀
爆炸下限(LEL)	0.039 kg/m ³ (2.1% 体积比)
释放等级	1 级
安全系数, k	0.25

释放速率(dG/dt) _{max}	0.005 kg/s
通风特性	
户内场所	
换气次数,C	20/h(5.6×10 ⁻³ /s)
通风质量系数,f	1
环境温度,T	35 ℃(308 K)
温度系数,(T/293 K)	1.05
建筑尺寸,V ₀	10 m×15 m×6 m

新鲜空气最小体积流动速率:

$$(dV/dt)_{\min} = \frac{(dG/dt)_{\max}}{k \times \text{LEL}} \times \frac{T}{293} = \frac{0.005}{0.25 \times 0.039} \times \frac{308}{293} = 0.6 \text{ m}^3/\text{s}$$

假设体积 V_z 值:

$$V_z = \frac{f \times (dV/dt)_{\min}}{C} = \frac{1 \times 0.6}{5.6 \times 10^{-3}} = 1.1 \times 10^2 \text{ m}^3$$

持续时间:

$$t = \frac{-f}{C} \ln \frac{\text{LEL} \times k}{X_0} = \frac{-1}{20} \ln \frac{2.1 \times 0.25}{100} = 0.26 \text{ h}$$

结论:

假设体积 V_z 足够大,但不超过 V₀。

以计算结果为依据,对释放源及考虑中的区域来说,通风等级可以考虑视为中级。在持续时间为 0.26 h 条件下,若操作频繁重复,则不能满足 1 区定义。

计算 4

释放特性	
可燃性物质	氨气
氨气的分子质量	17.03 (kg/kmol)
释放源	蒸气阀门
爆炸下限(LEL)	0.105 kg/m ³ (14.8%体积比)
释放等级	2 级
安全系数,k	0.5
释放速率(dG/dt) _{max}	5×10 ⁻⁶ kg/s
通风特性	
户内场所	
换气次数,C	15/h(4.2×10 ⁻³ /s)
通风质量系数,f	1
环境温度,T	20 ℃(293 K)
温度系数,(T/293 K)	1
建筑尺寸,V ₀	10 m×15 m×6 m

新鲜空气最小体积流动速率:

$$(dV/dt)_{\min} = \frac{(dG/dt)_{\max}}{k \times \text{LEL}} \times \frac{T}{293} = \frac{5 \times 10^{-6}}{0.5 \times 0.105} \times \frac{293}{293} = 9.5 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$$

假设体积 V_z 值:

$$V_z = \frac{f \times (dV/dt)_{\min}}{C} = \frac{1 \times 9.5 \times 10^{-5}}{4.2 \times 10^{-3}} = 0.02 \text{ m}^3$$

持续时间:

$$t = \frac{-f}{C} \ln \frac{LEL \times k}{X_0} = \frac{-1}{15} \ln \frac{14.8 \times 0.5}{100} = 0.17 \text{ h} (10 \text{ min})$$

结论:

假设体积 V_z 值可减小到忽略不计。

以通风对区域类型的影响为依据(见表 B.1), 相对释放源及考虑中的区域, 通风等级可视为高级 ($V_z < 0.1 \text{ m}^3$)。

如果通风的有效性为“良好”, 那么 2 区的范围可以忽略不计(见表 B.1)。

计算 5

释放特性

可燃性物质	丙烷气体
丙烷的分子质量	44.1 (kg/kmol)
释放源	压缩机密封处
爆炸下限(LEL)	0.039 kg/m ³ (2.1% 体积比)
释放等级	2 级
安全系数, k	0.5
释放速率(dG/dt) _{max}	0.02 kg/s

通风特性

户内场所	2/h (5.6 × 10 ⁻⁴ /s)
换气次数, C	5
通风质量系数, f	20 °C (293 K)
环境温度, T	1
温度系数, (T/293 K)	

新鲜空气最小体积流动速率:

$$(dV/dt)_{\min} = \frac{(dG/dt)_{\max}}{k \times LEL} \times \frac{T}{293} = \frac{0.02}{0.5 \times 0.039} \times \frac{293}{293} = 1.02 \text{ m}^3/\text{s}$$

估算假设体积 V_z 值:

$$V_z = \frac{f \times (dV/dt)_{\min}}{C} = \frac{5 \times 1.02}{5.6 \times 10^{-4}} = 9\,200 \text{ m}^3$$

持续时间:

$$t = \frac{-f}{C} \ln \frac{LEL \times k}{X_0} = \frac{-5}{2} \ln \frac{2.1 \times 0.5}{100} = 11.4 \text{ h}$$

结论:

以房间 10 m × 15 m × 6 m 为例, 假设体积 V_z 将大于房间的体积 V_0 。此外, 持续时间也很重要。可以扩散超过有形界限, 且将持续存在。

以计算结果为依据, 相对释放源及考虑中的区域, 通风等级可视为低级。

不考虑通风的有效性, 该区域至少应划为 1 区甚至是 0 区(见表 B.1)。这是不能接受的, 需要采取措施来减少泄漏率或在压缩机密封周围采用局部抽气通风的方式以极大地改善通风。

计算 6

释放特性

可燃性物质	甲烷气体
甲烷的分子质量	16.05 (kg/kmol)
释放源	管道接合部

爆炸下限(LEL)	0.033 kg/m ³ (5%体积比)
释放等级	2 级
安全系数,k	0.5
释放速率(dG/dt) _{max}	1 kg/s

通风特性

户外场所	0.5 m/s
最小风速	>3×10 ⁻² /s
换气相当于,C	1
质量系数,f	20 ℃(293 K)
环境温度,T	1
温度系数,(T/293 K)	

新鲜空气最小体积流动速率:

$$(dV/dt)_{min} = \frac{(dG/dt)_{max}}{k \times LEL} \times \frac{T}{293} = \frac{1}{0.5 \times 0.033} \times \frac{293}{293} = 60.6 \text{ m}^3/\text{s}$$

估算假设体积V_z值:

$$V_z = \frac{f \times (dV/dt)_{min}}{C} = \frac{1 \times 60.6}{3 \times 10^{-2}} = 2\,020 \text{ m}^3$$

持续时间:

$$t = \frac{-f}{C} \ln \frac{LEL \times k}{X_0} = \frac{-1}{0.03} \ln \frac{5 \times 0.5}{100} = 123 \text{ s(max)}$$

结论:

假设体积V_z不能忽略不计。根据假设(见B.4.2)V₀在户外条件下的合理值应为3 400 m³,那么V_z将小于V₀。

根据这些标准,对释放源及考虑中的区域来说,通风等级可以考虑被视为中级。

户外的通风有效性为“良好”,因此可以将该区域划为2区(见表B.1)。

计算 7

释放特性

可燃性物质	甲苯蒸气
甲苯的分子质量	92.14 (kg/kmol)
释放源	法兰盘故障
爆炸下限(LEL)	0.046 kg/m ³ (1.2%体积比)
释放等级	2 级
安全系数,k	0.5
释放速率(dG/dt) _{max}	6×10 ⁻⁴ kg/s

通风特性

户内场所	12/h(3.33×10 ⁻³ /s)
换气次数,C	2
通风质量系数,f	20 ℃(293 K)
环境温度,T	1
温度系数,(T/293 K)	10 m×15 m×6 m
建筑尺寸,V ₀	

新鲜空气最小体积流动速率:

$$(dV/dt)_{min} = \frac{(dG/dt)_{max}}{k \times LEL} \times \frac{T}{293} = \frac{6 \times 10^{-4}}{0.5 \times 0.046} \times \frac{293}{293} = 26 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

估计假设体积 V_z 值:

$$V_z = \frac{f \times (dV/dt)_{\min}}{C} = \frac{2 \times 26 \times 10^{-3}}{3.33 \times 10^{-3}} = 15.7 \text{ m}^3$$

持续时间:

$$t = \frac{-f}{C} \ln \frac{LEL \times k}{X_0} = \frac{-2}{12} \ln \frac{1.2 \times 0.5}{100} = 0.85 \text{ h (51 min)}$$

结论:

假设体积 V_z 不能忽略,但不超过 V_0 。

以计算结果为依据,相对释放源及考虑中的区域,通风等级可视为中级。

如果通风的有效性为“良好”,那么宜将该区域考虑为 2 区(见表 B.1)。基于该持续时间,符合 2 区的概念。

附录 C
(资料性附录)
危险场所划分举例

C.1 场所划分的实施过程涉及当可燃性气体或液体从容器中释放时,它们的特性知识以及在特定条件下,以工厂设备项目安装经验为基础的工程方面的正确判断。由于这些原因,不可能给出设备以及加工过程特性的各种想象的变化。因此,所选择的示例是一些能很好地说明场所划分原理的例子。

C.2 对于图中所示的距离,已规定了特定工厂组成条件,同时考虑了与设备的机械性能和其他代表性设计规范相关联的泄漏条件。它们不是普遍适用的,诸如加工物料总量、断路时间、扩散时间、压力、温度等因素以及与工厂组成和加工物料有关的其他规范,都会影响场所分类,这需要作为特殊问题加以考虑。因此,这些例子仅是指导范例,应用时应考虑特殊的环境。

C.3 若要将标准中给出的例子用于实际的场所分类,就应考虑各个不同情况的特殊细节。例如工艺特性和位置特点。

C.4 在每个示例中,只给出了一些影响区域类型和范围的参数,而不是全部。一般情况下,考虑到这些因素是特殊规定的,而其他一些又是定性的而不是定量的,所以分类的结果不太准确。也就是说,若能更严密地规定运行参数,便会得到更准确的场所分类。

C.5 下面示例的主要目的是用实例证明在实践中可得出的典型结论,它们说明了本部分中指南和方法的一些不同情况,包括表 B.1 的使用。这些例子也可用于制定详细的补充标准。

C.6 给出的数字都取自或对应于近似的各种国家标准或行业标准中的数据,这些数据仅仅作为区域大小 的指南。

C.7 根据选定的国家标准或行业标准的不同,区域的形状及范围可以改变。

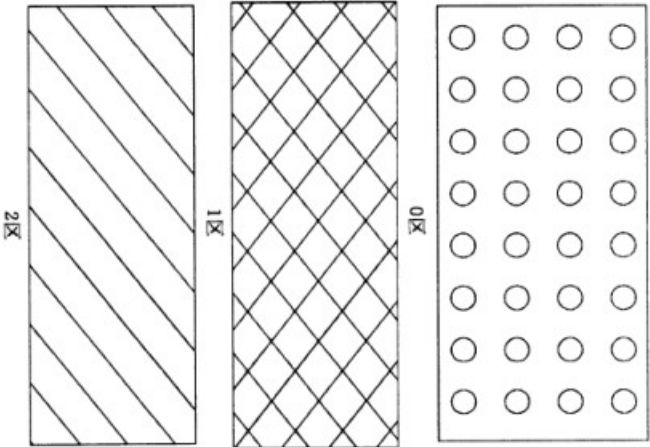


图 C.1 危险场所区域优选符号

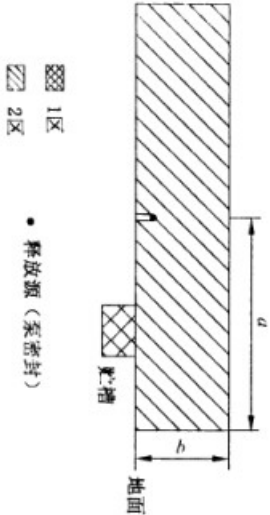
示例 1:

一般工业用泵,机械(隔膜)密封,安装在户外地平面上,抽吸可燃性液体。

影响区域类型和范围的主要因素

设备和工艺	常规	贮槽
通风	类型.....自然	人工
	等级.....中级	低级
	有效性.....良好	良好
释放源	泵机械密封.....2级	释放等级
产品	闪点.....低于加工温度和环境温度	
	蒸气相对密度.....大于空气	

(未按比例)



考虑到相关参数,可泵出容量为 50 m³/h,在低压下工作时,可得出下面典型的数值:
 $a=3$ m,水平到释放源的距离;
 $b=1$ m,从地面到释放源上方 1 m。

示例 2:

一般工业用泵,机械(隔膜)密封,安装在户内地面,抽吸可燃性液体。

影响区域类型和范围的主要因素

设备和工艺	常规	贮槽
通风	类型.....人工	无
	等级.....中级	
	有效性.....一般	
释放源	泵机械密封.....2级	释放等级
产品	闪点.....低于加工过程中温度和环境温度	
	蒸气相对密度.....大于空气	

(未按比例)



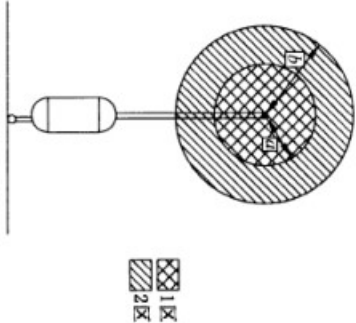
由于产生的危险区域将围绕V₀,因此没有尺寸指示。如果可以将通风提高为“中級”,则该区域可能会更小且仅为2区(见表B.1)。

示例 3:

露天场所,安装在加工容器上的压力呼吸阀。

影响区域类型和范围的主要因素	
设备和工艺	
通风	
类型.....	自然
等级.....	中級
有效性.....	良好
释放源	释放等级
阀门出口.....	1级和2级
产品	
汽油	
气体相对密度.....	大于空气

(未按比例)



• 释放源 (管道出口直径25 mm)

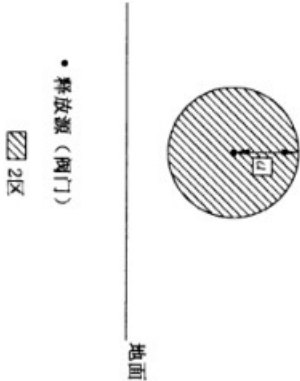
考虑到相关参数,对阀门的开启压力约为0.15 MPa,可得出下列典型的数值:
 $a=3\text{ m}$,从释放源到各个方向的距离(半径);
 $b=5\text{ m}$,从释放源到各个方向的距离(半径)。

示例 4:

在靠近传输可燃性气体的加工管道系统安装控制阀门。

影响区域类型和范围的主要因素	
设备和加工过程	
通风	
类型.....	自然
等级.....	中級
有效性.....	良好
释放源	释放等级
阀门转轴密封处.....	2级
产品	
气体.....	丙烷
蒸气相对密度.....	大于空气

(未按比例)



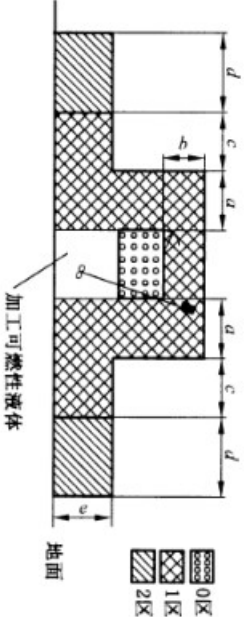
考虑到相关参数,下列典型的数值可以评估该特殊示例:
 $a=1\text{ m}$,从释放源到各个方向的距离。

示例 5:

室内固定的加工混合容器,由于操作原因,经常打开,液体通过容器上焊接的管道法兰盘输入、输出液体。

影响区域类型和范围的主要因素	
设备和加工过程	
通风	
类型.....人工	
等级.....容器内为低级,容器外为中级	
有效性.....一般	
释放源	释放等级
容器内液体表面.....连续级	
容器开口处.....1级	
靠近容器液体的溅飞或泄漏.....2级	
产品	
闪点.....低于加工温度和环境温度	
蒸气相对密度.....大于空气	

(未按比例)



考虑到相关参数,下列典型数值可以评估该特殊示例:

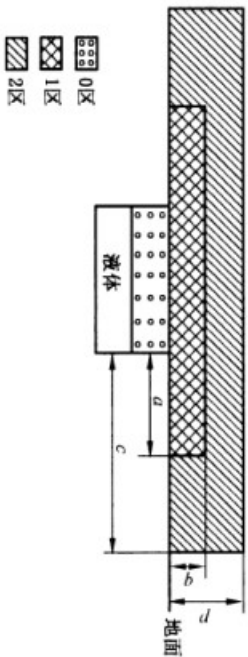
- $a=1\text{ m}$,释放源的水平距离;
- $b=1\text{ m}$,释放源上方的距离;
- $c=1\text{ m}$,水平距离;
- $d=2\text{ m}$,水平距离;
- $e=1\text{ m}$,高于地面。

示例 6:

户外油/水比重分离器,向大气开放,用于石油冶炼。

影响区域类型和范围的主要因素			
设备和加工过程		分离器内	
通风		分离器外	
类型.....	自然	自然	
等级.....	低级	中级	
有效性.....	良好	良好	
释放源		释放等级	
正常操作下的液体表面.....	连续级		
加工过程故障下的液体表面.....	1级		
加工过程异常运行下的液体表面.....	2级		
产品			
闪点.....	低于加工温度和环境温度		
蒸气相对密度.....	大于空气		

(未按比例)



考虑到相关参数,下列典型数值可以评估该特殊示例:

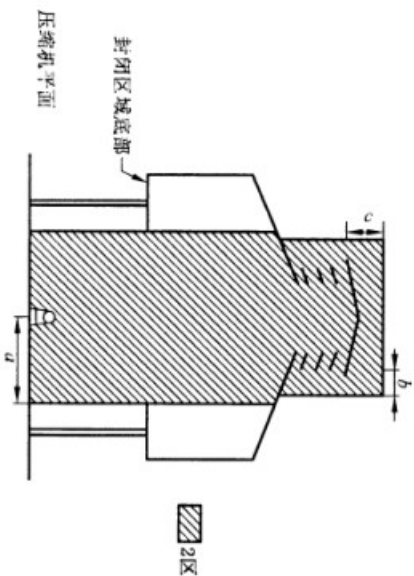
- $a=3\text{ m}$,距分离器的水平距离;
- $b=1\text{ m}$,高于地面;
- $c=7.5\text{ m}$,水平距离;
- $d=3\text{ m}$,高于地面。

示例 7:

在敞开的建筑物内位于地面安装的氢气压缩机。

影响区域类型和范围的主要因素	
设备和加工过程	
通风	
类型.....	自然
等级.....	中级
有效性.....	良好
释放源	
压缩机密封,靠近压缩机的阀门和法兰盘处.....	释放等级
产品	
气体.....	氢气
相对密度.....	比空气轻

(未按比例)



考虑到相关参数,下列典型数值可以评估该特殊示例:

$a=3\text{ m}$,距离释放源水平距离;

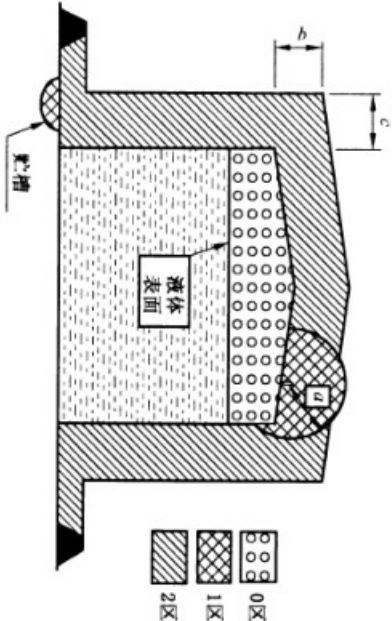
$b=1\text{ m}$,距通风开口处的水平距离;

$c=1\text{ m}$,通风开口处上方距离。

示例 8:

安装在户外的带有固定箱顶,无内部罩顶的可燃性液体贮存箱。

不同区域类型和范围的主要因素	
设备和加工过程	
通风	
类型.....自然	
等级.....中级*	
有效性.....良好	
释放源	释放等级
液体表面.....	连续级
顶部排气口和其他开口处.....	1级
法兰盘等罐的连接和溢出口旁.....	2级
产品	
闪点.....	低于加工温度和环境温度
蒸气相对密度.....	大于空气
* 在箱体和贮槽中,为低级。	



考虑到相关参数,下列典型数值可以评估该特殊示例:

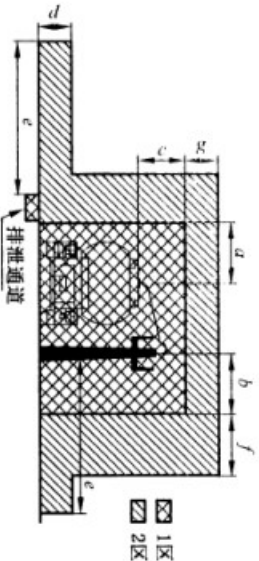
- $a=3\text{ m}$,距出口处距离;
- $b=3\text{ m}$,箱顶上方;
- $c=3\text{ m}$,距箱体水平距离。

示例 9:

单个油罐注入装置(在注入过程中),置于户外,在没有油气回收的顶部注入汽油。

影响区域类型和范围的主要因素	
设备和加工过程	
通风	
类型.....	自然
等级.....	中级
有效值.....	良好
释放源	释放等级
罐顶开口处.....	1 级
溅落地面.....	2 级
油罐过量灌装.....	2 级
产品	
闪点.....	低于加工温度和环境温度
蒸气相对密度.....	大于空气

(未按比例)



考虑到相关参数,下列典型数值可以评估该特殊示例:

- $a=1.5\text{ m}$,距释放源水平距离;
- $b=1.5\text{ m}$,距挠性接头水平距离;
- $c=1.5\text{ m}$,释放源上方距离;
- $d=1\text{ m}$,高于地面;
- $e=4.5\text{ m}$,距排水槽/塔架水平距离;
- $f=1.5\text{ m}$,距 1 区的水平距离;
- $g=1.0\text{ m}$,高于 1 区的距离。

注 1: 如果系统是带有油气回收装置的密封系统,则上述距离可缩小,例如:1 区范围可缩小到忽略不计,2 区也可明显缩小。

注 2: 由于过量灌装造成的溅落不可能带有油气回收装置。

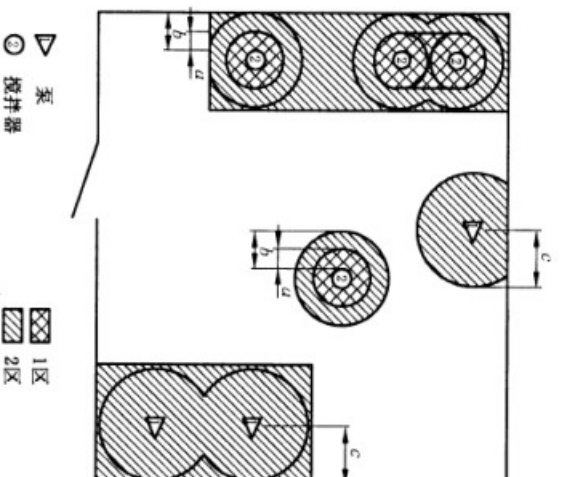
示例 10:

油漆厂内的混漆室。

本例示出了所用示例 2(具有中等通风程度)和示例 5 的一种方法,在这个简化的例子中,四个油漆混合容器(图中 2)置于一室。在同一室内还装有三台抽吸液体的泵(图中 1)。

影响区域类型的重要因素在示例 2 和示例 5 中已以表的形式给出。

(未按比例)



考虑到相关参数(见危险场所分类数据表),下列典型数值可以评估该特殊示例:

 $a = 2 \text{ m};$ $b = 4 \text{ m};$ $c = 3 \text{ m,}$

示例 10 为平面图, 区域的垂直范围参数见示例 2 和示例 5。

注：如示例 2 和示例 5 所示，释放源区域周围为圆筒形状，但实际上，通常，若容器的布置相互邻近，区域会扩展为箱形，从这点上看，不存在未分类的小块区域。

假设泵和容器通过已焊好的管道相连,法兰盘、阀门等应靠近设备的这部分安装。

在实际中,室内也许还有其他的释放,例如,开口容器,但在本示例中,未加以考虑。若房间很小,建议2区扩展到室内限度。

第一部分：可燃性物质明组及其特性

[illegible]

通常,给出了蒸气压力值,在无该值时可使用沸点[参见 5.4.1d)]。

危险场所分类数据表 第2部分:释放源明细表

工厂:油漆厂(示例 10)场所:												参考图: 布局			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13			
释放源			可燃性物质				通风		危险场所						
序号	说明	位置	释放等级 ^a	参考 ^b	工作温度和压力		状态 ^c	类型 ^d	等级 ^e	有效性 ^f	区域类型 0、1、2	区域范围 (m)		参考	任何其他 相关数据 资料 and 标识
					℃	kPa						垂直	水平		
1	溶剂泵密封	置泵区	S	1	15	101.325	L	A	中级	一般	2	1.0 [*]	3.0 ^{**}	示例 2	[*] 释放源上方 ^{**} 距释放源 的距离
2	混合容器中 液体表面	混合区	C	1	15	101.325	L	A	低	差	0	.	.	示例 5	[*] 容器内部
3	混合容器 开口处	混合区	P	1	15	101.325	L	A	中级	一般	1	1.0 [*]	2.0 ^{**}	示例 5	[*] 开口处上方 ^{**} 距开口的 距离
4	混合容器中 的溅出	混合区	S	1	15	101.325	L	A	中级	一般	2	1.0 [*]	2.0 ^{**}	示例 5	[*] 地面上 ^{**} 距容器的 距离

^a C——连续;P——1级;S——2级。

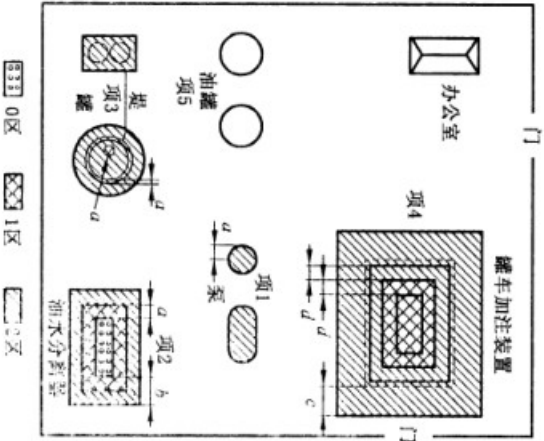
^b 引用第 1 部分表中的序号。

^c G——气体;L——液体;LG——液化气体;S——固体。

^d N——自然;A——人工。

^e 见附录 B。

示例 11：
汽油和油的储罐区。
(未按比例)



本例示出利用单个示例 1、6、8 和 9 的一种方法，在这个简化的例子中，罐区内安装有相互之间放置较近的几个液体泵(项 1)，一个单泵(项 1)，一个油水分离器(项 2)，三个汽油储罐(项 5)，项 2)，一个油罐车充油装置(项 4)，两个油罐(项 5)。

影响区域类型的主要因素在示例 1、6、8 和 9 中列出。

考虑到相关参数(见危险场所分类数据表)，从本例中可得出下列结果数据：

- $a=3\text{ m}$ ；
- $b=7.5\text{ m}$ ；
- $c=4.5\text{ m}$ ；
- $d=1.5\text{ m}$ 。

示例 11 为平面图，对区域垂直方向范围，见示例 1、6、8 和 9。

详细情况(分为容器内部区、分区范围以及储罐排气口周围分区等)参见示例 1、6、8 和 9。

注：为了正确地划分储罐和油水分离器的内部范围(0 区)以及储罐排气口处(1 区)区域范围，使用示例 1、6、8 和 9 是必要的。

在实际中，可能还存在其他的释放源，但是，为了简化示例，这些释放源没有考虑。

危险场所分类数据表 第 1 部分:可燃性物质明细及其特性

工厂:汽油油库区(示例 11)														参考图: 布局
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
可燃性物质			LEL			挥发性*								
序号	名称	成分	闪点 ℃	kg/m ³	Vol. %	蒸气 压力 (20℃) kPa	熔点 ℃	沸点 ℃	绝热膨 胀的多 变指数	气体/空 气的相对 密度	点燃 温度 ℃	类别	温度 组别	其他相关 数据资料 和标识
1	汽油		<0	0.022	0.7	50	—	<210	—	>2.5	280	II A	T3	
2	柴油		55~65	0.043	1	6	—	200	—	3.5	330	II A	T2	
3	含有 油和 汽油 的水		<0	—	>0.7	—	—	—	—	>1.2	>280	II A	T3	这些数 值均为 估算值
* 通常,给出了蒸气压力值,在无该值时可使用沸点[参见 5.4.1d)]。														

危险场所分类数据表 第2部分:释放源明细表

工厂:汽油油库区(示例 11)场所:

参考图:
布局

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13			
释放源			可燃性物质				通风		危险场所						
序号	说明	位置	释放等级 ^a	参考 ^b	工作温度 和压力		状态 ^c	类型 ^d	等级 ^e	有效性 ^f	区域 类型 ^g 0、1、2	区域范围 m		参考	任何其他相关 数据资料 和标识
					℃	kPa						垂直	水平		
1	汽油泵密封处	置泵场所	S	1	15	500	L	A	中	一般	2	1.0 [*]	3.0 ^{**}	示例 1	• 释放源上方 •• 距释放源的距离
2	分离器的液体表面	废水处理	C	3	15	101.325	L	N	低	良	0	•	•	示例 6	• 低于地平面的 分离器内部
								N	中	良	1	1.0 [*]	3.0 ^{**}	示例 5	• 高于地平面 •• 自分离器
								N	中	良	2	3.0 [*]	7.5 ^{**}	示例 6	• 高于地平面 •• 自分离器
3	汽油罐的液体表面	置罐区	C	1	15	101.325	L	N	中	差	0	•	•	示例 8	• 油罐内
4	汽油罐的开口处	置罐区	P	1	15	101.325	L	N	中	良	1	3.0 [*]	3.0 [*]	示例 8	• 出口周围 3 m
5	汽油罐之间内部相连的法兰盘等	置罐区	S	1	15	101.325	L	N	中	一般	2	•	•	示例 8	• 管桥内部
6	汽油罐的溢流	置罐区	S	1	15	101.325	L	N	中	良	2	3.0 [*]	3.0 ^{**}	示例 8	• 高于地平面

表 (续)

工厂:汽油油库区(示例 11)场所:

参考图:
布局

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13			
释放源			可燃性物质				通风		危险场所						
序号	说明	位置	释放等级 ^a	参考 ^b	工作温度和压力		状态 ^c	类型 ^d	等级 ^e	有效性 ^e	区域类型 0、1、2	区域范围 m		参考	任何其他相关 数据和资料 和标识
					℃	kPa						垂直	水平		
7	油罐车注入装置罐顶开口处	装载区	P	1	15	101.325	L	N	中	良	1	1.5*	1.5**	示例 9	* 高于地平面 ** 自释放源
											2	1.0*	1.5**	示例 9	* 高于地平面 ** 自释放源
8	罐车注入装置内排口处溅出(地面)	装载区	S	1	15	101.325	L	N	中	良	2	1.0*	4.5**	示例 9	* 高于地平面 ** 自释放源/ 塔架
9	油罐	置罐区	—	2	—	—	L	—	—	—		.	.		* 由于油的高风点为 非危险区
^a C——连续;P——1 级;S——2 级。 ^b 引用第 1 部分表中的序号。 ^c G——气体;L——液体;LG——液化气体;S——固体。 ^d N——自然;A——人工。 ^e 见附录 B。															

注:

- 1) 如果通风微弱 (VL), 且爆炸性环境实际上连续存在 (即近似于无风条件), 则划分为0区。
- 2) 由2级释放源形成的2区范围可能超过由1级连续释放源形成的范围。在此情况下, 宜取较大的距离。
- 3) 0区NE或2区NE表示在正常条件下可以忽略的理论上的区域。
- 4) “+”号表示被包围。
- 5) 释放源可为一个以上的释放等级或其释放等级的组合。

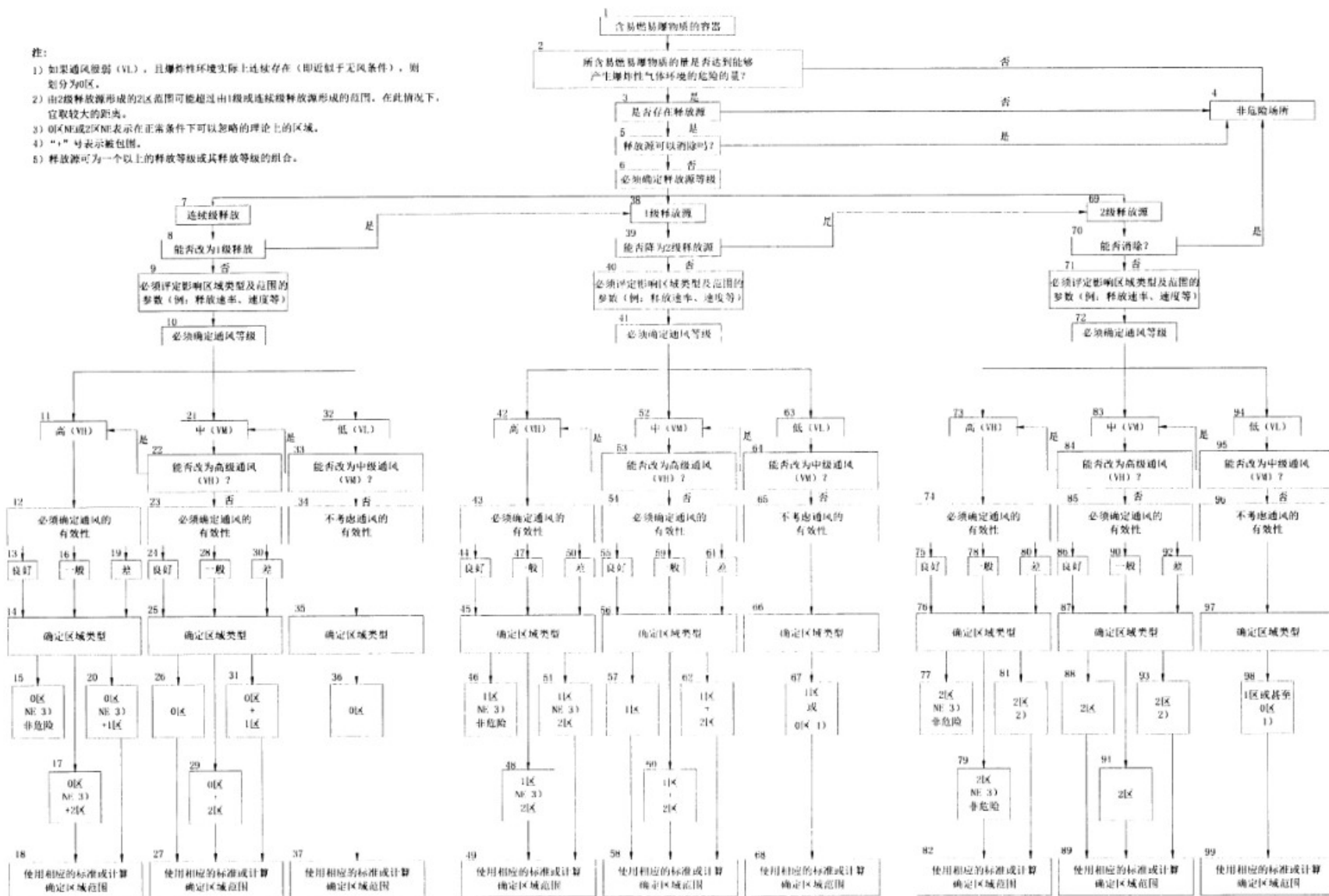


图 C.2 危险场所分类示意图

附录 D

(资料性附录)

可燃性薄雾

D.1 在达到或高于其闪点情况下处理液体时,任何释放都将视为符合本部分规定的正常区域划分程序。如果在低于闪点时释放,在某些情况下,可能会形成可燃性薄雾云。尽管在加工温度条件下液体甚至可被认为是非危险的,但在某些情况下可能会引起爆炸危险的可燃性薄雾。就这一点来说,液体的例子通常包括高闪点液体燃料、热传导油和润滑油。

D.2 实际上,液体释放通常含有范围广泛的较大尺寸液滴,且易直接下沉,只有少部分以气雾的形式释放到空气中。薄雾的可燃性取决于在空气中的浓度(液滴加蒸气)、挥发性以及雾云中的液滴大小。液滴的尺寸取决于液体释放时的压力、液体特性(主要是浓度、表面张力和黏度)以及释放口的大小和形状。一般来说,压力越高,开口越小,释放液体的雾化程度越大,从而增加爆炸危险性。另一方面,较小的释放开口意味着较低的释放速率,从而降低危险。

D.3 已经证明,雾状液滴可能是薄雾云中最容易引燃的部分。但是,雾状液滴通常只是全部释放中的一小部分。如果释放喷射物喷射到附近区域的表面,那么这一小部分可能会增大。

注 1: 雾状液滴是悬浮在空气中的很小微粒(亚微米到 50 微米)。

注 2: 受释放条件的影响,液滴在气雾中可能会低到全部释放质量的 1%。

注 3: 燃料液滴云通常难以引燃,除非有充足量的蒸气或非常小的液滴存在。

D.4 在正常操作和/或预期故障条件下,液体释放会产生可燃性薄雾的可能性宜与产生此类释放的可能性一起进行慎重评定。评定可能显示物料释放的或然率非常低,或薄雾云仅在罕见故障或灾难性事故条件下产生。评定宜使用类似装置的参考资料或运行经验作为支持,但是,由于薄雾的热力学复杂性以及影响薄雾形成和可燃性的因素很多,因此参考资料不是对每个给定的情况都适用,在这种情况下,宜根据使用的相关数据进行判断。

D.5 不是所有泄漏都会形成薄雾,指出这一点很重要,例如,如果气体或蒸气通过破损的法兰衬垫或填料箱/填料函的泄漏是最一般的 2 级释放,当它们是黏性液体时又常常被忽略不计,并且在多数情况下形成的是微滴而不是薄雾。这就意味着通过管道接合处、阀门等部位泄漏产生薄雾的可能性不宜被夸大。宜考虑这些注意事项,如液体的物理特性、被处理时的条件、工艺设备的机械零件、设备质量和释放源附近的障碍物等。

注 1: 对于液体在其闪点以下的适当释放,在制造业中发生薄雾爆炸的例子很少。这可能是由于在偶然释放时难以产生足够的小的液滴,且不容易被点燃。

注 2: 可燃性薄雾可能被类似于蒸气点燃能量的火花点燃,但通常情况下,点燃又要求有很高的表面温度。通过接触高温表面点燃薄雾通常要求表面温度高于蒸气被点燃的温度。

D.6 如果认为可能形成可燃性薄雾,那么宜优先考虑控制释放源或设法降低危险,例如,通过透气护罩加速薄雾凝结,使用薄雾探测器或抑制系统等。如果不能确保包围或类似的控制措施,那么宜考虑为潜在危险区域。但是,由于扩散机理和薄雾的可燃性条件不同于气体和蒸气,不能使用附录 B 中规定的分类方法。

注 1: 形成可燃性薄雾所需要的条件非常复杂,仅有一种定性方法是适当的。它可能对鉴别诸如有助于薄雾的形成以及可燃性的液体处理相关的因素有用。这些因素连同会导致释放的或然率一起足以评定危险等级,这有助于决定是否要求一个危险区域。

注 2: 一般来说,只有释放等级才与确定区域类型有关。多数情况的释放都是 2 级释放,连续级释放或 1 级释放等级通常与用于喷雾的设备有关,例如喷漆。

注 3: 如果危险区域确立,在区域划分图上宜将其与其他气体或蒸气相关的区域区分开,例如通过适当的标记。

D.7 与蒸气的点燃温度相比,根据最终滴落在热表面的液滴的大小,薄雾更不能被点燃,从而避免造成

火灾危险。宜注意含有潜在的释放并防止其接触热表面。

D.8 薄雾要求最低的点燃浓度(与可燃性蒸气或可燃性粉尘类似)。对于非可燃性液体,通常与降低雾云的能见度有关。

宜考虑这些注意事项,薄雾通常是可见的,因此常常在经过一段时间后其释放量可减少。

注:已经表明燃油薄雾的可燃性下限近似于或小于油蒸气的可燃性下限。

D.9 由于润滑系统、喷雾或搅拌作为工艺过程的一部分,可燃性薄雾可能出现在设备的内部,那么装置的内部宜视为危险区域。在某些情况下,这种薄雾也可能排入大气,例如穿过曲轴箱通气孔、罐或齿轮箱排气口排入大气的润滑油薄雾,因而出现的火灾危险。这种薄雾的排放宜通过除雾器进行。

D.10 对于液体的有意喷洒情况,例如喷漆,宜考虑增加注意事项。在这种情况下,场所划分通常遵循特定工业规程。

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准

爆炸性环境 第14部分:场所分类
爆炸性气体环境

GB 3836.14—2014/IEC 60079-10-1:2008

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 www.spc.net.cn

总编室:(010)64275323 发行中心:(010)51780235

读者服务部:(010)68523946

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 90 千字
2015年1月第一版 2015年1月第一次印刷

*

书号: 155066 • 1-50261 定价 45.00 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)68510107



GB 3836.14-2014