

## 前 言

本标准**为强制性标准**。

本标准等同采用国际电工委员会标准 IEC 60079-10:1995《爆炸性气体环境用电气设备 第10部分:危险场所分类》,在技术内容和编写规则上与 IEC 60079-10:1995 等同。

GB 3836 在《爆炸性气体环境用电气设备》的总题目下包括若干部分:

GB 3836.1—2000 爆炸性气体环境用电气设备 第1部分:通用要求  
(eqv IEC 60079-0:1998)

GB 3836.2—2000 爆炸性气体环境用电气设备 第2部分:电气设备隔爆外壳结构和试验  
(eqv IEC 60079-1:1990)

GB 3836.3—2000 爆炸性气体环境用电气设备 第3部分:增安型“e”(eqv IEC 60079-7:1990)

GB 3836.4—2000 爆炸性气体环境用电气设备 第4部分:本质安全型“i”  
(eqv IEC 60079-11:1999)

.....

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  
(idt IEC 60079-10:1995)

GB 3836.15—2000 爆炸性气体环境用电气设备 第15部分:危险场所电气安装(煤矿除外)  
(eqv IEC 60079-14:1996)

本标准的附录 A、附录 B 和附录 C 是提示的附录。

本标准由国家机械工业局提出。

本标准由全国防爆电气设备化技术委员会归口。

本标准由南阳防爆电气研究所、中国寰球化学工程公司、化工部天津化工研究院、中国石化北京设计院、沈阳电气传动研究所、浙江宁波镇海炼化公司等单位负责起草。

本标准主要起草人:李合德、刘汉云、徐刚、姜公望、郑琦、王军、沈舜鹏。

本标准由全国防爆电气设备标准化技术委员会负责解释。

## IEC 前言

1) 国际电工委员会(IEC)是一个国际性的标准化组织,它是由所有的国家电工技术委员会(IEC National Committees)组成的。IEC的宗旨是为了促进电工领域中有关标准化的所有问题的国际性合作。为此目的,除了其他活动外,IEC还出版国际标准。标准的制定委托各个技术委员会进行。对该专题感兴趣的任何IEC国家委员会都可以参加该准备工作。在标准的制定中,国际性的、政府与非政府性及与IEC有关的组织,也可以参与该工作。按照两组织之间协商的条件,IEC与国际标准化组织(ISO)紧密地合作。

2) IEC关于技术问题的正式决议或协议是由所有对该专题有兴趣的国家委员会的代表参加的技术委员会制订的,因此尽可能表达该专题国际间的一致意见。

3) 他们具有国际上通用的推荐形式,以标准、技术报告或指南的形式出版,并在这个意义上为各国家委员会认可。

4) 为了促进国际间的统一,IEC各国家委员会都同意在本国标准和区域性标准的最大允许范围内采用IEC国际标准。IEC标准和各国相应标准或区域性标准之间如有差别,均应在各国家标准的文本中清楚地表明。

国际标准IEC 60079-10是由国际电工委员会第31技术委员会“爆炸性环境用电气设备”的SC31J分技术委员会“爆炸危险场所分类和安装要求”负责制定的。

本标准的第3版将取代1986年出版的第2版,并构成技术上的修订。

本标准是以下列文件为根据的:

FDIS	投票报告
31J/39/FDIS	31J/45/RVD

本标准投票批准的全部情况可以在上表所列的投票报告中查到。

附录A、附录B和附录C仅为参考资料。

## IEC 引言

在可能出现可燃性气体或蒸气危险数量和浓度的场所应采取防护措施减少爆炸危险。IEC 60079的这一部分的目的就是提出能够评估防止点燃危险的基本判据,并且给出关于设计和控制参数的指南供使用,以便降低这种危险。

就电气设备来说,本标准可作为正确选择和安装危险场所用电气设备的依据,详细情况应参照相应的标准。

# 中华人民共和国国家标准

## 爆炸性气体环境用电气设备 第 14 部分:危险场所分类

GB 3836-14—2000  
idt IEC 60079-10:1995

### Electrical apparatus for explosive gas atmospheres— Part 14: Classification of hazardous areas

## 1 概述

### 1.1 范围

本标准规定了可能出现可燃性气体或蒸气的危险场所分类,以便正确选择和安装这些危险场所用电气设备(见注 1 和注 4)。

本标准适用于在正常条件下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(见注 2),但不适用于以下场所:

- a) 煤矿井下;
- b) 炸药加工和制造;
- c) 由于出现的可燃性粉尘或纤维可能引起的危险场所;
- d) 超出本标准所论述的异常性概念的严重故障场所(见注 3);
- e) 医疗室内。

本标准不考虑间接事故的影响。

这些术语的定义和注解是同有关危险场所分类的主要原则和措施一起给出来的。

对于特定工业或应用的危险场所范围的详细要求,可以参照有关规定。

注

- 1 对本标准来说,危险场所是指三维区域或空间。
- 2 如果影响可燃性物质的爆炸性能的变化忽略不计,则大气条件就包括参考水准在大气压力 101.3 kPa (1013mbar)和温度 20℃(293 K)上下波动的变化。
- 3 本标准中所用的严重事故这个概念,例如:加工容器破碎或管线破裂等,这类情况均属不可预料的。
- 4 在任何加工厂内,不考虑规模大小,除与电气设备相关的点燃源外,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。对于其他点燃源的判断也可采用本标准。
- 5 薄雾可以与可燃性蒸气同时形成或存在,这会影响到可燃性物质扩散的方式和任何爆炸危险场所的范围。硬性使用气体或蒸气的场所分级不合适,因为可燃性薄雾的特性不一定能预测。虽然确定危险区域范围和类型有困难,但大多数情况下,使用气体和蒸气的判据将会得出一个安全结果。但对于可燃性薄雾的点燃危险一定要给予特殊考虑。

### 1.2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

IEC 60050(426):1990 国际电工词汇(IEV),第 426 章:爆炸性环境用电气设备

IEC 60079-4:1975 爆炸性气体环境用电气设备 第 4 部分:点燃温度试验方法

IEC 60079-4A:1970 对 IEC 79-4:1966 的第 1 次补充

## 2 术语和定义

本标准采用下列定义和术语：

### 2.1 爆炸性气体环境 explosive gas atmosphere

在大气条件下，气体或蒸气可燃物质与空气的混合物，点燃后，燃烧将传至全部未燃烧混合物的环境。(IEV 426-02-03, 修改)

注：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则认为是合理的。

### 2.2 危险场所 hazardous area

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、安装和使用采用专门措施的区域。(IEV 426-03-01, 修改)

### 2.3 非危险场所 non-hazardous area

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。(IEV 426-03-02, 修改)

### 2.4 区域 zones

根据爆炸性气体环境出现的频率和持续时间把危险场所分为以下区域：

#### 2.4.1 0区 zone 0

爆炸性气体环境连续出现或长时间存在的场所。(IEV 426-03-03, 修改)

#### 2.4.2 1区 zone 1

在正常运行时，可能出现爆炸性气体环境的场所。(IEV 426-03-04, 修改)

#### 2.4.3 2区 zone 2

在正常运行时，不可能出现爆炸性气体环境，如果出现也是偶尔发生并且仅是短时间存在的场所。(IEV 426-03-05, 修改)

注：以上出现的次数和持续时间的指标可以从特定工业和应用的有关规定中得到。

### 2.5 释放源 source of release

可燃性气体、蒸气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)

### 2.6 释放等级 grades of release

为尽量减少产生爆炸性气体环境的可能性，应把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。

#### 2.6.1 连续级释放源 continuous grade of release

连续释放或预计长期释放的释放源。

#### 2.6.2 1级释放源 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源。

#### 2.6.3 2级释放源 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源。

### 2.7 释放速率 release rate

单位时间从释放源中散发出可燃性气体或蒸气的数量。

### 2.8 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。
- 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)包括紧急维修或停机都不能看作是正常运行。

## 2.9 通风 ventilation

由于风力、温度梯度或人工通风(如风扇或排气扇)作用可造成的空气流通和新鲜空气与原来空气置换。

## 2.10 爆炸极限 explosive limits

### 2.10.1 爆炸下限(LEL) lower explosive limit

空气中的可燃性气体或蒸气的浓度低于该浓度则气体环境就不能形成爆炸。(IEV 426-02-09,修改)

### 2.10.2 爆炸上限(UEL) upper explosive limit

空气中的可燃性气体或蒸气的浓度高于该浓度则气体环境就不能形成爆炸。(IEV 426-02-10,修改)

注：对于本标准来说，术语“explosive”和“flammable”认为是同义词。

## 2.11 气体或蒸气的相对密度 relative density of a gas or a 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=1.0)。

## 2.12 可燃性物质 flammable material

指物质本身是可燃性的，或能够产生可燃性气体、蒸气或薄雾。

## 2.13 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。

## 2.14 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。

## 2.15 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粒。

## 2.16 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。(IEV 426-02-14)

## 2.17 沸点 boiling point

在大气压力为 101.3 kPa 范围内液体沸腾时的温度。

注：对于液体混合物使用初始沸点。使用初始沸点用来表示某一液体范围的最低沸点值。该沸点值的测定是在标准室内进行蒸馏而不发生分解时测得。

## 2.18 蒸气压力 vapour pressure

当固体或液体与其自身蒸气相平衡时施加的压力，这是物质和温度的作用。

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

可燃性气体或蒸气与空气形成的混合物，在规定条件下被热表面引燃的最低温度。

注：该温度按 IEC 60079-4 和 IEC 60079-4A 的标准方法测定。

## 3 安全原理和场所分类

### 3.1 安全原理

加工或储存可燃性物质的成套设备设计、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条件或其他条件下都保持最小，同时考虑释放的频度，持续时间和数量。

在除正常操作外的维护工作中，可能会影响区域范围，但是预计这只涉及允许工作系统的旁边。

遇到紧急情况时，应依靠隔离不合适的电气设备、停止加工、隔离加工容器、抑制泄漏等措施，如果

可能,应采取辅助的紧急通风措施。

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) 消除点燃源周围出现爆炸性气体环境的可能性,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。如果按高可靠性认可或综合在一起以达到相同的安全水平,则可以单独地采用这些方法,或者联合使用以达到等效的安全水平。

### 3.2 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,并把气体的级别和温度组别考虑进去。

在使用可燃性物质的许多实际场所,要保证爆炸性气体环境永不出现是困难的。确保设备永不成为点燃源也是困难的。因此,在出现爆炸性气体环境的可能性很高的场所,应采用安全性能高的电气设备。相反,如果降低爆炸性气体环境出现的可能性,则可以使用安全性能较低的设备。

几乎不可能通过对工厂或工厂布置的简单检查来确定工厂中哪些部分能符合三个区域的规定(0区、1区或2区)。对此,需要一个更详细的方法,这涉及到对出现爆炸性气体环境的基本概率的分析。

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率和持续时间(释放等级)、释放速度、浓度、速率、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根据。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应该为2区或非危险场所。对不可避免的有可燃性物质释放的场所,应限制其加工设备为2级释放源,如果做不到(即1级或连续等级释放源无法避免的场所),则应尽量限制释放量和释放速度。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被减至最小,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。未经许可擅自进行场所分类无效。必须保证影响场所分类的所有加工设备在维修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。

## 4 场所分类程序

### 4.1 总则

场所分类应由懂得可燃性物质性能、设备和工艺性能的专业人员进行。还应与懂安全、电气及其他的工程技术人员商议。

下列条款对可能存在爆炸性环境和0区、1区和2区范围的危险场所分类程序给出了指南。在图C1中给出了危险场所分类的图解示例。

### 4.2 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源的等级。

只有可燃性气体、蒸气或薄雾与空气一起存在时,才能存在爆炸性气体环境,因此必须确定有关场所内是否存在可燃性物质。一般地说,这些可燃性气体或蒸气(并且可燃性液体和固体可能会产生可燃性气体或蒸气)是装在可能全封闭或不全封闭的加工设备中。为此,必须确定加工设备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加工设备外部产生可燃性环境。

每一台加工设备(如罐、泵、管道、容器等)都应视作可燃性物质的潜在释放源。如果该类设备不可能含有可燃性物质,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,必须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源的等级。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,必须测定出可能影响危险场所类型和范围的释放速率和其他因素。

#### 4.3 区域类型

存在爆炸性气体环境的可能性和由此形成的区域类型主要取决于释放源的等级和通风。

注:通常,连续释放源形成0区,1级释放源形成1区,2级释放源形成2区(见附录B)。

#### 4.4 区域范围

区域范围主要受以下化学和物理参数、一些可燃性物质固有特性的影响,其他因素为加工过程中特有的。为简便起见,下面所列的各参数的作用是以假定其他参数保持不变为前提。

##### 4.4.1 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) 释放速度

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,释放速度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率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是会形成一个通过夹杂有完全自动稀释的圆锥形的喷咀。爆炸性环境的范围几乎与风速无关。如果释放速度较慢或释放速度受到固体物体阻碍而改变,则释放只有通过自然风来进行,并且其稀释和扩散范围取决于风速。

###### 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),在物质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。

2 尽管某些液体(如卤化碳氢化合物)能够形成爆炸性气体环境,但它却没有闪点。在这些情况下,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:已释放的液体温度可能升高,例如,热表面或高温环境。

##### 4.4.2 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。

##### 4.4.3 通风

随着风量的加大,危险区域范围可以减小。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。

##### 4.4.4 释放气体或蒸气的相对密度

如果气体或蒸气明显的轻于空气,则它就趋于向上飘移,且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;如果明显的重于空气,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。

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应酌情考虑。
- 2 经验表明,氢很难点燃,而在户外气体释放将会迅速扩散,因此,爆炸性气体环境扩展将被忽略。

#### 4.4.5 应考虑的其他参数

- a) 气候条件;
- b) 地形分布状况。

#### 4.4.6 实例图

附录 C 中,以示例表明了上述参数影响蒸气或气体释放速度的一些方式和区域范围。

##### 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:

- 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。

##### 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,释放蒸气速率等于液体流动速率,并且这与下列参数有关:

- 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,这种情况则很复杂。

##### 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:

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

释放源的实例见 A2 条。

#### 4.5 区域范围——一般说明

4.5.1 应注意到:重于空气的气体可能流入低于地平面的地方,例如凹槽或沟槽;轻于空气的气体可能滞留在高于地平面的地方,例如屋顶空间。

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

- a) 有形阻挡(物)层;
- b) 要保证危险场所的邻近场所静态正压,以防止危险大气进入;
- c) 用足量的流动空气清洗场所,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。

## 5 通风

### 5.1 总则

释放到大气中的可燃性气体或蒸气可以通过逸散或扩散的方法在空气中稀释,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。

### 5.2 通风的主要型式

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) 人工通风,整体或局部通风。

### 5.3 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,并且对一定的释放速率,通风量越大,危险场所的范围就越小,在某种情况下,可使其减小到忽略不计,变成非危险场所。

通风等级实施指南的示例在附录 B 中示出。

### 5.4 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,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)。

## 6 文件

### 6.1 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应正确地记载下来。

所有使用的资料,这些资料或所采用的方法的示例如下:

- a) 推荐的有关规则和标准;
- b) 气体或蒸气扩散特性和计算;
- 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。

场所分类研究结果和任何后续变化都应记录下来。

工厂用的所有加工物料与场所分类有关的这些特性都应列出,应该包括闪点、沸点、点燃温度、蒸气压力、蒸气密度、爆炸极限、气体级别和温度组别。示例在表 C1 和 C2 中列出。

### 6.2 图纸、记录表和数据表

场所分类文件应包括绘制的平面图和垂直剖面图,可能时应标示出区域类型和区域范围、点燃温度、温度组别和气体级别。

如果场所地形影响着区域范围,应记录在文件中。

文件还应包括其他有关的资料,例如:

a) 释放源的位置和标志。对于大型的综合工厂或加工场所来说,这有助于释放源分项或编号,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、出气口)。

图 C2 中示出的场所分类符号是优先使用的符号,但是如果在文件中明确规定,也可使用其他符号。

附录 A  
(提示的附录)  
释放源的示例

A1 加工厂

下列的例子不作为强制使用并且可按需要做一些变动,以适合具体的加工设备和情况。

A1.1 连续级的释放源

- 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(例如油/水分离器)。

A1.2 1级释放源

- 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。

A1.3 2级释放源

- 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、排气口和其他孔。

A2 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。

A2.1 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。

A2.2 通孔分类

通孔按下列特性分为 A、B、C、D 型。

A2.2.1 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;
- 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。

A2.2.2 B 型——正常情况下关闭(例如:自动封闭)并且不经常打开,而且关闭紧密的通孔。

A2.2.3 C 型——正常情况下通孔封闭,不经常打开,符合 B 型要求,并延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。

A2.2.4 D 型——经常封闭符合 C 型要求的通孔,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 A1 通孔释放等级的作用

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	无释放
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。

## 附 录 B

### (提示的附录)

### 通 风

#### 序 言

本附录的目的是确定通风等级,并且通过限定通风条件和解释示例以及计算等方法对第 6 章进行补充,以便给出设计人工通风系统的指南,因为这些在可燃气体和蒸气扩散的控制中是至关重要的。

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,并使用这一参数计算出假设体积  $V_z$ ,借助估算扩散时间  $t$  能够确定出通风等级。但这些计算并不用于确定区域的范围;

——根据通风等级、通风有效性和释放等级确定区域类型。

尽管主要直接使用在户内场所,但所解释的概念户外也有帮助,例如,用在表 B1 中的判断。

#### B1 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)也可能有效。

注:对户外场所,一般情况下,评定通风应假设最小风速为 0.5 m/s,且实际上是连续地存在。风速经常会超过 2 m/s。

自然通风举例:

——露天场所,典型的露天场所在石油和化学工业,如敞开结构、管道架、泵台架以及类似处;

——敞开式建筑物,考虑到涉及的气体 and/或蒸汽的相对密度,在建筑物的壁上和/或屋顶开口,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)。

## B2 人工通风

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:

- 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。

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;
- 对排气系统外部排放点,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;
- 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比重与空气比重不同,因此,它们在接近地面或封闭场所的顶部聚集,在这些地方,空气流动常常是缓慢的;

- 气体的比重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。

整体人工通风示例:

- 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情况;
- 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。

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;
- 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环境的局部通风的场所。

## B3 通风等级

控制爆炸性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。

承认下列三种通风等级:

### B3.1 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,区域范围很小(甚至可忽略不计)。

### B3.2 中级通风(VM)

能够控制浓度,虽然释放源正在释放中,使得区域界限外部的浓度稳定地低于爆炸下限(LEL),并且在释放停止释放后,爆炸性环境持续存在时间不会过长。

### B3.3 低级通风(VL)

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

## B4 通风等级的评定及其对危险场所的影响

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。

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、合理的计算或充分的假设条件得出。

假设体积  $V_z$  的估计:

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最小通风速率,可通过下面公式计算出:

$$(dV/dt)_{\min} = \frac{(dG/dt)_{\max}}{k \times LEL} \times \frac{T}{293} \quad (B1)$$

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(单位时间重量,  $kg/s$ );

$LEL$ ——爆炸下限(单位体积重量,  $kg/m^3$ );

$k$ ——适用于爆炸下限的安全因数;其典型值为:

$k=0.25$ (连续级和1级释放源);和

$k=0.5$ (2级释放源);

$T$ ——环境温度(单位:K)。

注:对将  $LEL$ (体积百分比)转换到  $LEL(kg/m^3)$ 按1.1给出的正常环境条件,可使用下面的公式:

$$LEL(kg/m^3) = 0.416 \times 10^{-3} \times M \times LEL(\text{体积比}\%)$$

式中:  $M$ ——分子量( $kg/kmol$ )。

利用单位时间内给定的换气次数  $C$ ,与场所中总的通风有关,释放源周围的潜在爆炸性环境的假设的体积  $V_z$  可用下面的公式估算:

$$V_z = \frac{(dV/dt)_{\min}}{C} \quad (B2)$$

式中:  $C$ ——单位时间内新鲜空气置换(充入)的次数( $s^{-1}$ )。

公式(B2)适用于对新鲜空气在理想流动条件下在释放源处瞬时并均匀的混合。实际上,这样的理想条件根本找不到。例如,因空气流动时空气阻力可能造成的场所部分区域通风不良。因此,在释放源处,有效的换气会低于公式(B4)中得出的  $C$  值,而导致  $V_z$  增大,为此,对公式(B2)引入附加校正系数  $f$ ,便可得出:

$$V_z = \frac{f \times (dV/dt)_{\min}}{C} \quad (B3)$$

式中:  $f$ ——有效稀释爆炸性环境程度的系数,表示通风效率,取值范围从  $f=1$ (理想状态)到典型值  $f=5$ (空气流动受阻碍)。

体积  $V_z$  表示在某一通风条件下,环境中可燃性气体或蒸气的平均浓度达到0.25倍或0.5倍爆炸下限值时的体积,这与安全系数值  $k$  有关(用在公式(B2)中)。这表明,在所估计的假定体积的极端状态下,气体或蒸气的浓度将明显地低于爆炸下限,也就是说,浓度高于爆炸下限时,所假设的体积将小于  $V_z$  值。

封闭场所:

对封闭的场所,由公式(B4)给出  $C$  值:

$$C = \frac{dV_{\text{tot}}/dt}{V_0} \quad (B4)$$

式中:  $dV_{\text{tot}}/dt$ ——新鲜空气的总的流动速率;

$V_0$ ——总的被通风的体积。

露天场所:

在露天场所,即使风速很低,也会造成高的换气次数。例如,在露天场所中,假设为几立方体积,在风速约为 0.5 m/s 时,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,潜在爆炸性环境的假定体积  $V_z$  用公式(B5)便可得出:

$$V_z = \frac{(dV/dt)_{\max}}{0.03} \quad (\text{B5})$$

式中:  $dV/dt$ ——每秒的体积;

0.03——每秒的换气次数。

但是,由于不同的扩散机理,这种方法通常会导致(所算的)体积过大,一般情况下,在露天场所,扩散会更快。

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( $t$ )可用公式(B6)估算出:

$$t = \frac{-f \ln \frac{LEL \times k}{X_0}}{C} \quad (\text{B6})$$

式中:  $X_0$ ——用与  $LEL$  相同的单位所测量的可燃物质的初始浓度,即(体积比)%或  $\text{kg}/\text{m}^3$ 。在爆炸环境中的某处,可燃性物质的浓度可能为 100%(一般仅在非常靠近释放源的附近)。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原因例如释放的频率和持续时间,并且对于大多数实际情况,对于  $X_0$  取浓度大于  $LEL$  似乎更合理;

$C$ ——单位时间内换气次数;

$t$ ——单位与  $C$  相同,即,若  $C$  为每秒换气次数,则  $t$  为秒;

$f$ ——为允许的不完全混合系数(见公式 B3),它的值从 5(例如空气通过缝隙进入和单个排气口排风的通风)到 1(例如空气通过有孔的天花板进入并且有多个排气口的通风)变化;

$\ln$ ——自然对数,即  $2.303 \log_{10}$ ;

$k$ ——与爆炸下限( $LEL$ )有关的安全系数,见公式(B2)。

由公式(B6)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。

通风等级的评估:

通常情况下,连续级释放源定为 0 区,1 级释放源为 1 区,而 2 级释放源为 2 区,但由于通风的作用,上述的分级并不总是合适的。

在某些情况下,由于通风的级别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 级释放源划分成 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,爆炸性环境持续存在且扩散很慢时出现,因此,爆炸性环境所持续的时间比该级释放源所预计的时间要长。

体积  $V_z$  可用来要求通风等级为高、中、低的尺度。持续时间  $t$  来确定一个场所符合 0 区、1 区或 2 区定义要求的通风等级。

当  $V_z$  值很小或甚至可忽略不计时,通风可划为高级(VH)。正在进行通风时,可将释放源看做不产生爆炸性环境,也就是说,周围场所是非危险场所。但是,即使成为可忽略的程度,在靠近释放源处,仍为爆炸性环境。

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源速率极低的场所。首先,大多数封闭的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,即使在露天时,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。

在释放源停止释放后,  $V_z$  并不能表明爆炸性环境将持续的时间。这在高级通风(VH)情况下没关系。但若通风为中级(VM)或低级(VL), 它可作为一个评定系数。

作为中级通风, 应控制释放出的可燃性蒸气和气体的扩散。释放停止后, 爆炸性环境扩散所需要时间, 根据释放源为1级还是2级, 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。体积  $V_z$  值经常小于任何封闭场所的体积值。在这种情况下, 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。在这种情况下, 封闭场所应全部划为危险区。

若不能满足区域的定义, 则通风应视为低级通风(VL), 在低级通风条件下,  $V_z$  一般相等或大于任何封闭场所的体积。在露天场所, 一般不应出现低级通风情况, 除了对气流有限制的场所之外, 例如: 在凹坑中。

**B5 通风的有效性**

通风的有效性影响着爆炸性环境的存在或形成, 因此, 当确定区域的类型时, 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: 通风连续地存在;
- 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 0.5 m/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: 在估计人工通风有效性时, 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, 备用风机能自动起动。但是, 若制定出措施, 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划分就不需要进行调整, 也就是说, 可以假定通风有效性良好。

**B6 实施指南**

通风对各类区域的影响可归纳在表B1中, 包括B7中的一些计算(结果)。

表 B1 通风对区域类型的影响

释放源等级	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 <sup>1)</sup>	(0区 NE) 2区 <sup>1)</sup>	(0区 NE) 1区 <sup>1)</sup>	0区	0区+ 2区	0区+ 1区	0区
1级	(0区 NE) 非危险 <sup>1)</sup>	(1区 NE) 2区 <sup>1)</sup>	(1区 NE) 2区 <sup>1)</sup>	1区	1区+ 2区	1区+ 2区	1区或 0区 <sup>3)</sup>
2级 <sup>2)</sup>	(2区 NE) 非危险 <sup>1)</sup>	(2区 NE) 非危险 <sup>1)</sup>	2区	2区	2区	2区	1区至0区 <sup>3)</sup>

1) 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。  
 2) 由 2级释放源产生的 2区也会超过由 1级或连续级释放源引起的区域, 在这种情况下, 应取较远距离。  
 3) 若通风很弱, 并且释放形成的爆炸性环境事实上还连续存在(亦即接近“无通风”条件), 则为 0区  
 注: “+”表示被……包围。



## B7 确定通风等级的计算

## 计算 1

## 释放特性

可燃性物质	甲苯蒸气
释放源	法兰
爆炸下限(LEL)	0.046 kg/m <sup>3</sup> (1.2%体积比)
释放级别	连续级
安全系数, $k$	0.25
释放速率(dG/dt) <sub>max</sub>	2.8 × 10 <sup>-10</sup> kg/s

## 通风特性

室内场所	
换气次数, $C$	1/h(2.8 × 10 <sup>-4</sup> /s)
通风质量系数, $f$	5
环境温度, $T$	20℃(293 K)
温度系数, ( $T/293$ K)	1
新鲜空气最小体积流动速率:	

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

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:

这对于连续释放源不适用。

## 结论

假设体积  $V_z$  值减小到忽略不计。

通风等级相对释放源来说,可视为高级。

## 计算 2

## 释放特性

可燃性物质	甲苯蒸气
释放源	法兰故障
爆炸下限(LEL)	0.046 kg/m <sup>3</sup> (1.2%体积比)
释放等级	2级
安全系数, $k$	0.5

释放速率  $(dG/dt)_{\max}$   $2.8 \times 10^{-6}$  kg/s

#### 通风特性

##### 室内场所

换气次数,  $C$   $1/h(2.8 \times 10^{-4}/s)$

通风质量系数,  $f$   $5$

环境温度,  $T$   $20^\circ\text{C}(293\text{ K})$

温度系数,  $(T/293\text{ K})$   $1$

新鲜空气最小体积流动速率:

$$(dV/dt)_{\min} = \frac{(dG/dt)_{\max}}{k \times LEL} \times \frac{T}{293} = \frac{2.8 \times 10^{-6}}{0.5 \times 0.046} \times \frac{293}{293} = 1.2 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$$

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:

$$t = \frac{-f}{C} \ln \frac{LEL \times k}{X_0} = \frac{-5}{1} \ln \frac{1.2 \times 0.5}{100} = 25.6 \text{ h}$$

#### 结论

假设体积  $V_z$  很大,但可以控制。

对于以此为基础的释放源,通风等级可以视作中级。但是,释放持续时间较长,不能满足 2 区定义。

### 计算 3

#### 释放特性

可燃性物质	丙烷气体
释放源	罐装咀
爆炸下限(LEL)	$0.039 \text{ kg/m}^3(2.1\% \text{ 体积比})$
释放等级	1 级
安全系数, $k$	0.25
释放速率 $(dG/dt)_{\max}$	$0.005 \text{ kg/s}$

#### 通风特性

##### 户内场所

换气次数,  $C$   $20/h(5.6 \times 10^{-3}/s)$

通风质量系数,  $f$   $1$

环境温度,  $T$   $35^\circ\text{C}(308\text{ K})$

温度系数,  $(T/293\text{ K})$   $1.05$

新鲜空气最小体积流动速率:

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

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:

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

结论

假设体积  $V_z$  足够大,但可以控制。

以计算结果为依据,对释放源来说,通风等级可以被作为中级。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
释放源	蒸发阀门
爆炸下限(LEL)	0.105 kg/m <sup>3</sup> (14.8%体积比)
释放等级	2 级
安全系数, $k$	0.5 级
释放速率 $(dG/dt)_{\max}$	$5 \times 10^{-6}$ kg/s

通风特性

户内场所	
换气次数, $C$	15/h( $4.2 \times 10^{-3}$ /s)
通风质量系数, $f$	1
环境温度, $T$	20°C (293 K)
温度系数, $(T/293 \text{ K})$	1

新鲜空气最小体积流动速率:

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

估算假设体积  $V_z$ :

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

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。

相对释放源,通风等级可视为高级,但任何靠近阀门安装的设备应为适用于2区的设备(见表B1)。

## 计算5

## 释放特性

可燃性物质	丙烷气体
释放源	压缩机密封处
爆炸下限(LEL)	0.039 kg/m <sup>3</sup> (2.1%体积比)
释放等级	2级
安全系数,k	0.5
释放速率(dG/dt) <sub>max</sub>	0.02 kg/s

## 通风特性

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

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<sub>z</sub>:

$$V_z = \frac{f \times (dV/dt)_{\min}}{C} = \frac{5 \times 1.02}{5.6 \times 10^{-4}} = 9200 \text{ m}^3$$

持续时间:

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

## 结论

以房间10 m×15 m×6 m为例,假设体积V<sub>z</sub>可以扩散超过有形界限,且将持续存在。相对释放源,通风等级可视为低级。

## 计算6

## 释放特性

可燃性物质	甲烷气体
释放源	管道接合部
爆炸下限(LEL)	0.033 kg/m <sup>3</sup> (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

最小风速	0.5 m/s
换气相当于	$>3 \times 10^{-2}/s$
质量系数, $f$	3
环境温度, $T$	15°C (288 K)
通风特性, $(T/293 K)$	0.98

新鲜空气最小体积流动速率:

$$(dV/dt)_{\min} = \frac{(dG/dt)_{\max}}{k \times LEL} \times \frac{T}{293} = \frac{1}{0.5 \times 0.033} \times \frac{288}{293} = 59.3 \text{ m}^3/\text{s}$$

估算假设体积  $V_z$  值:

$$V_z = \frac{f \times (dV/dt)_{\min}}{C} = \frac{3 \times 59.3}{3 \times 10^{-2}} = 5900 \text{ m}^3$$

持续时间:

$$t = \frac{-f}{C} \ln \frac{LEL \times k}{X_0} = \frac{-3}{0.03} \ln \frac{5 \times 0.5}{100} = 370 (\text{最大值}) \text{ s}$$

## 结论

假设体积  $V_z$  很大, 但可以控制, 而且不会持续久。  
相对释放源, 通风等级可视作中级。

## 计算 7

## 释放特性

可燃性物质	假苯蒸气
释放源	法兰盘故障
爆炸下限 (LEL)	0.046 kg/m <sup>3</sup> (1.2% 体积比)
释放等级	2 级
安全系数, $k$	0.5
释放速率 $(dG/dt)_{\max}$	$6 \times 10^{-4}$ kg/s

## 通风特性

## 户内场所

换气次数, $C$	12/h ( $3.33 \times 10^{-3}/s$ )
通风质量系数, $f$	2
环境温度, $T$	20°C (293 K)
温度系数, $(T/293 K)$	1

新鲜空气最小体积流动速率:

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

估算假设体积  $V_z$  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  $V_z$  很大,但可能控制。

相对释放源,通风等级可视作中级,以持续时间为依据将满足 2 区定义。

## 附录 C

(提示的附录)

### 危险场所划分举例

C1 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,它们的变化过程、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等。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的原理例子,以便使设备能够在危险场所中安全使用。危险场所中的危险物质为可燃性液体、液化气或蒸气或通常情况为气体,并且与空气按一定浓度混合为可燃性。

C2 对于图中所示的距离,已规定了特定工厂组成条件。并且考虑了与设备的机械性能和其他代表性设计标准相关联的泄露条件。它们不是普遍适用的;诸如加工材料的总量、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材料有关的其他标准,都影响场所分类,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,应用时必须考虑特殊的环境。

C3 根据选定的行业标准的不同,区域的形状及范围可以改变。

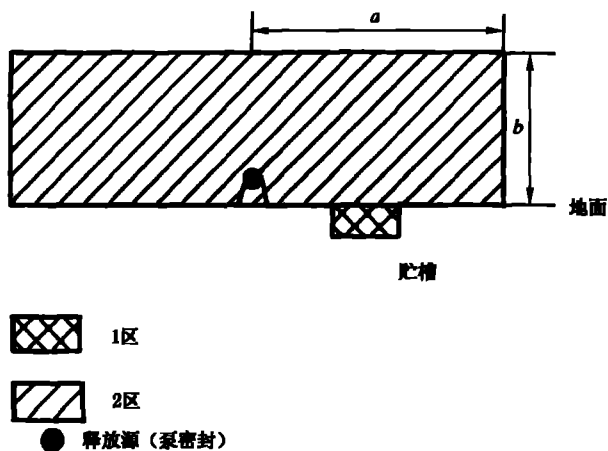
C4 下面示例的意图主要不是用于场所分类,他们的主要目的是通过下面的指导以及标准的方法,可得出典型的结论进行展示。这些例子也可用作制定详细的补充标准的例证。

C5 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;在个别的情况下,可从相关的法规中得到区域的范围和形状。

C6 若要将标准中给出的例子用于实际的场所分类,就必须考虑各个不同情况的特殊细节。

C7 在每个例子中,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,有一些是定性的而不是定量的,所以分类的结果较为保守的,也就是说,若可能更严密地规定运行参数,便会得到更准确的场所分类。

示例 1:  
 一般工业用泵,安装在户外地面上,抽吸可燃性液体。  
 (未按比例)



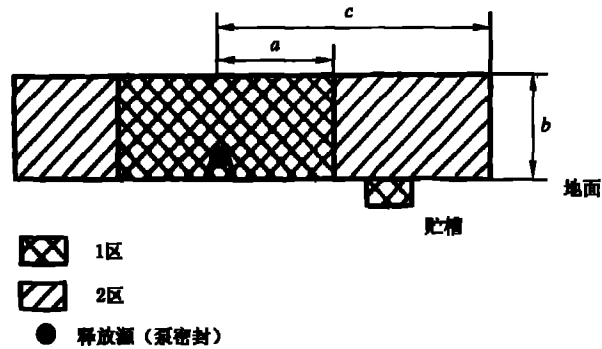
影响区域类型和范围的主要因素	
<u>设备和加工过程</u>	
通风	
类型·····	自然      人工
等级·····	中级      高级*
有效性·····	差      一般
释放源                      释放等级	
泵密封·····	1 级和 2 级
<u>产品</u>	
闪点·····	低于加工温度和环境温度
蒸气比重·····	大于空气
* 气流来自泵用电机。	

考虑到相关参数,对泵工作容量为 50 m<sup>3</sup>/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  
 注:由于空气流速很高,1 区场所范围可忽略不计。

示例 2:

一般工业用泵,安装在户内地面,抽吸可燃性液体。

(未按比例)



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.....中级

有效性.....一般

释放源

释放等级

泵密封处(填充压盖)

和地面上有液池.....1级和2级

产品

闪点.....低于加工过程中温度和环境温度

蒸气比重.....大于空气

考虑到相关参数,对泵工作容量为 50 m<sup>3</sup>/h,在低压下工作时,可得出下面典型的数值:

$a=1.5$  m,从释放源计其水平距离;

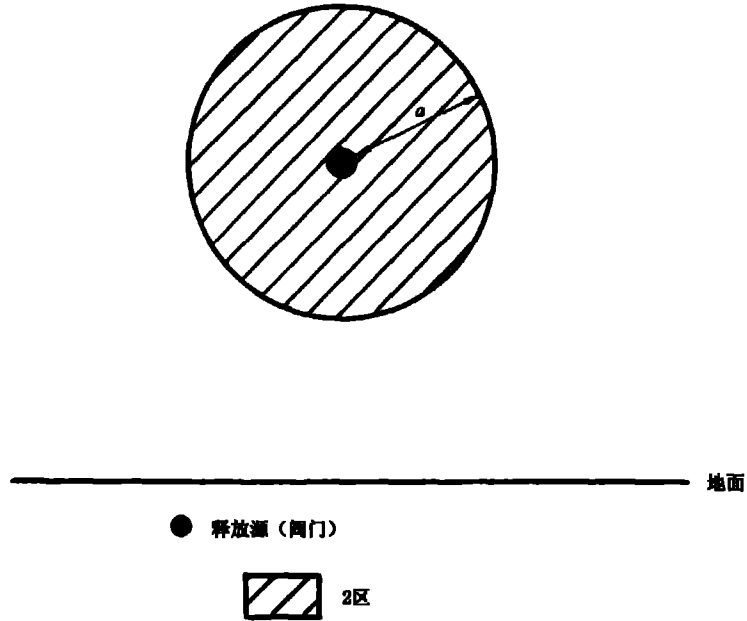
$b=1$  m,从地面到释放源上方 1 m;

$c=3$  m,从释放源计其水平距离。





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。  
(未按比例)



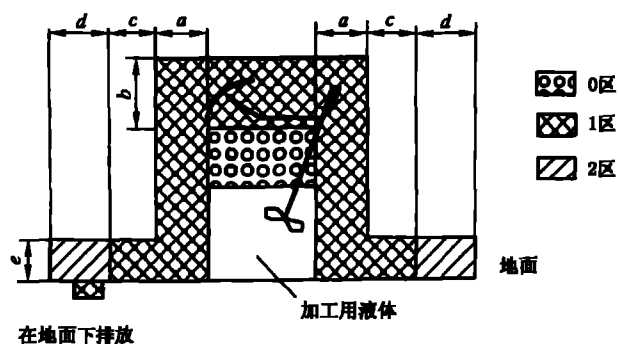
影响区域类型和范围的主要因素	
<u>设备和加工过程</u>	
通风	
类型.....	自然
等级.....	中级
有效性.....	一般
释放源	释放等级
阀门转轴密封处.....	2 级
<u>产品</u>	
气体.....	丙烷
蒸气比重.....	大于空气

考虑到相关参数,从本例中可得出下列典型的数值:  
 $a=1\text{ m}$ ,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。

(未按比例)

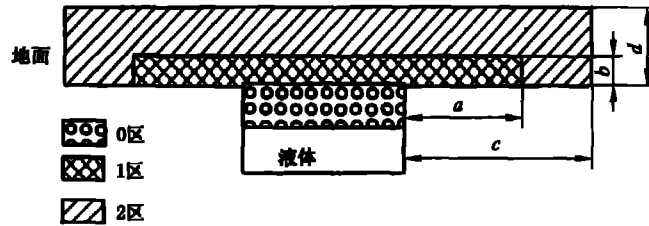


影响区域类型和范围的主要因素	
<u>设备和加工过程</u>	
通风	
类型	.....人工
等级	.....容器内为低级,容器外为中级
有效性	.....一般
释放源	释放等级
容器内液体表面	.....连续级
容器开口处	.....1级
靠近容器液体的溅飞或泄露	.....2级
<u>产品</u>	
闪点	.....低于加工温度和环境温度
蒸气比重	.....大于空气

考虑到相关参数,从本例中可得出下列典型数值:

- $a=1\text{ m}$ , 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。  
 (未按比例)



影响区域类型和范围的主要因素	
<u>设备和加工过程</u>	
通风	
类型.....	自然
等级.....	中级
有效性.....	差
释放源	释放等级
液体表面.....	连续级
加工过程故障.....	2级
<u>产品</u>	
闪点.....	低于加工温度和环境温度
蒸气比重.....	大于空气

考虑到相关参数，从本例中可得出下列典型数值：

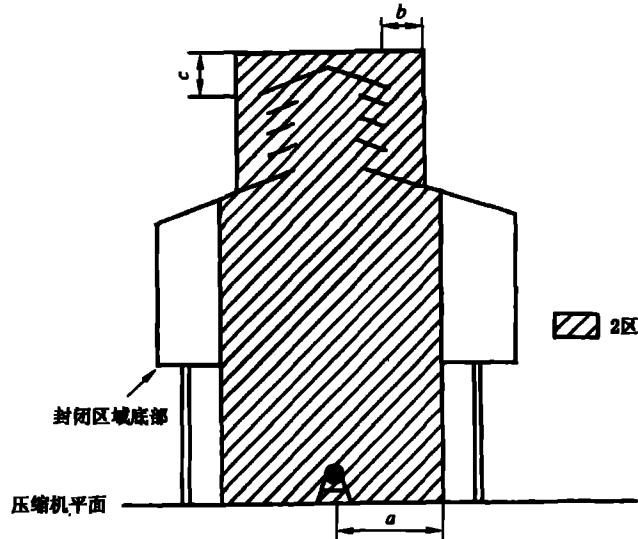
$a=3\text{ m}$ ，距分离器的水平距离；

$b=1\text{ m}$ ，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。  
(未按比例)



**影响区域类型和范围的主要因素**

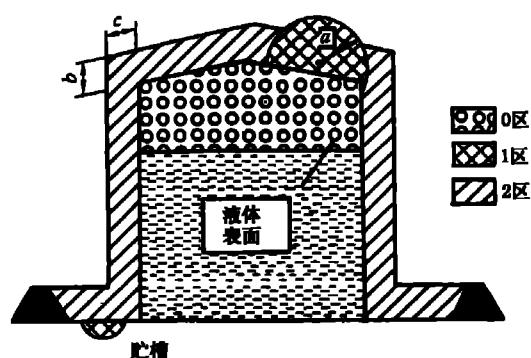
<u>设备和加工过程</u>	
通风	
类型.....	自然
等级.....	中级
有效性.....	良好
释放源	释放等级
压缩机密封, 靠近压缩机的	
阀门和法兰盘处.....	2 级
<u>产品</u>	
气体.....	氢气
比重.....	比空气轻

考虑到相关参数, 从本例中可得出下列典型数值:  
 $a=3$  m, 距离放源水平距离;  
 $b=1$  m, 距通风开口处的水平距离;  
 $c=1$  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,无内部浮顶的可燃性液体贮存箱。

(未按比例)



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

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

蒸气比重.....大于空气

\* 在箱体和贮槽中,为低级。

考虑到相关参数,从本例中可得出下列典型数值:

$a=3\text{ m}$ ,距出口处距离;

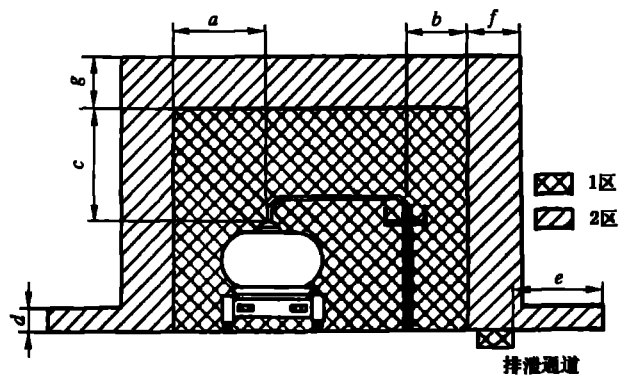
$b=3\text{ m}$ ,箱顶上方;

$c=3\text{ m}$ ,距箱体水平距离。

示例 9:

油罐车注入装置,置于户外,在顶部注入汽油。

(未按比例)



影响区域类型 and 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.....一般

释放源

释放等级

罐顶开口处.....1级

溅落地面.....2级

产品

闪点.....低于加工温度和环境温度

蒸气比重.....大于空气

考虑到相关参数,从本例中可得出下列典型数值:

$a=1.5\text{ m}$ , 距释放源水平距离;

$b$ =水平到岛际(桥式)边界;

$c=1.5\text{ m}$ , 释放源上方距离;

$d=1\text{ m}$ , 高于地面;

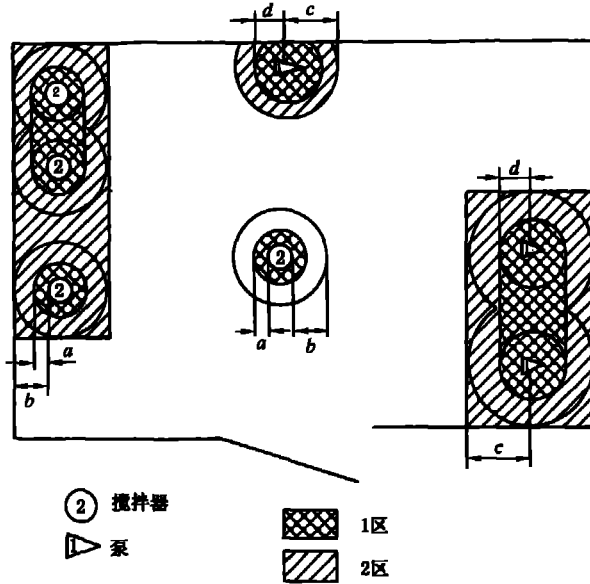
$e=4.5\text{ m}$ , 距排水槽水平距离;

$f=1.5\text{ m}$ , 距 1 区的水平距离;

$g=1.0\text{ m}$ , 高于 1 区的距离。

注: 若系统带有蒸气回收装置, 则上标距离可缩小, 例如: 1 区范围可缩小到忽略不计, 2 区也明显缩小。

示例 10：  
油漆厂内的混漆室  
(未按比例)



本例示出了所用示例 2 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。

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典型数值:

$a=2\text{ m};$

$b=4\text{ m};$

$c=3\text{ m};$

$d=1.5\text{ m}.$

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,若容器安置相互较近,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些部分安装。在实际中,室内也许还有其他的释放,例如,开口容器,但在本例中,未加以考虑。

若房间很小,建议 2 区扩展到室内限度。



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:油漆厂(示例 10)											参考图:布局	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
可燃性物质			LEL			挥发性 <sup>1)</sup>						
序号	名称	成分	闪点 ℃	kg/m <sup>3</sup>	Vol. %	蒸气压力 20℃ kPa	沸点 ℃	气体或蒸气与空气的相对密度 <sup>2)</sup>	点燃温度 ℃	级别及温度组别 <sup>3)</sup>	其他相关数据资料和标识	
1	低闪点溶剂	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub>	-18	0.042	1.2	5.8	81	2.9	260	IAT3		
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												

1) 通常,给出蒸气压力值,在无沸点时可使用(参见 4.4.1 d))。  
 2) 见 4.4.4。  
 3) 例如, I BT3。

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 <sup>1)</sup>	参考 <sup>2)</sup>	工作温度和压力 ℃ kPa	状态 <sup>3)</sup>	类型 <sup>4)</sup>	等级 <sup>5)</sup>	有效性 <sup>5)</sup>	区域类型 0-1-2	区域范围(m) 垂直 水平		参考	任何其他相关数据资料和标识
1	溶剂泵密封	置泵区	P,S	1	环境 环境	L	A	中级	一般	1	1.0'	1.5''	示例 2	* 释放源上方 * * 距释放源的距离
2	地面低于溶液泵的液池	置泵区	S	1	环境 环境	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

表(完)

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 <sup>1)</sup>	参考 <sup>2)</sup>	工作温度和压力 ℃ kPa		状态 <sup>3)</sup>	类型 <sup>4)</sup>	等级 <sup>5)</sup>	有效性 <sup>5)</sup>	区域类型 0-1-2	区域范围(m) 垂直 水平		参考	任何其他相关数据资料和标识
3	混合容器中液体表面	混合区	C	1	环境	环境	L	A	低	差	0	*	*	示例 5	* 容器内部
4	混合容器开口处	混合区	P	1	环境	环境	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
5	混合容器中的溅出	混合区	S	1	环境	环境	L	A	中级	一般	2	1.0*	2.0**	示例 5	* 地面上 ** 距容器的距离

1) C——连续,P——1级;S——2级。  
 2) 引用第 1 部分表中的序号。  
 3) G——气体;L——液体;LG——液化气体;S——固体。  
 4) N——自然;A——人工。  
 5) 见附录 B。

示例 11:

汽油和油的贮罐区

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,罐区内安装有三个汽油贮罐(图中项 3),相互之间放置较近五个液体泵(项 1),一个单泵(项 1),一个油罐车充油装置(项 4),两个油罐(项 5)和一个油/水比重分离器(项 2)。

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典型数值:

$a=3\text{ m}$ ;

$b=7.5\text{ m}$ ;

$c=4.5\text{ m}$ ;

$d=1.5\text{ m}$ 。

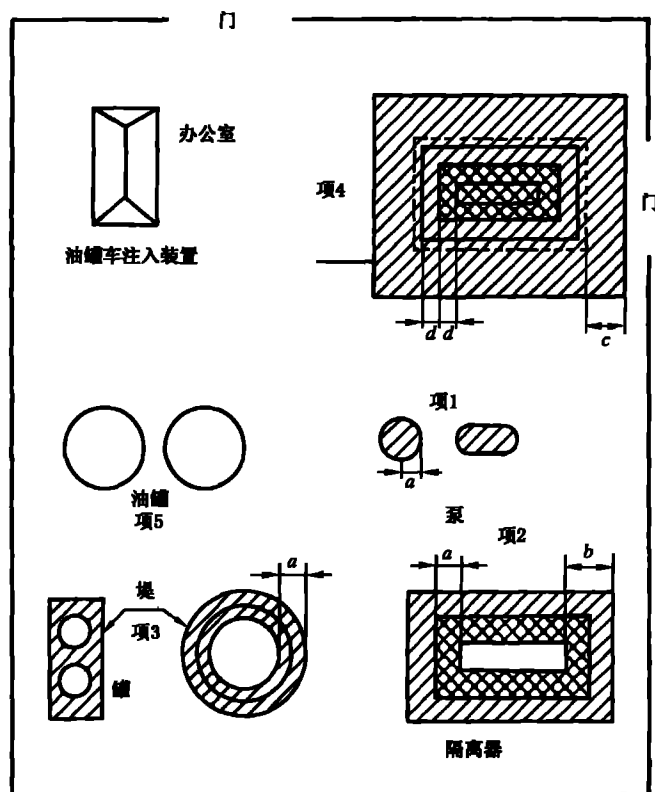
示例 11 为平面图,对区域垂直方向范围,见示例 1、6、8 和 9。

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

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

在实际中,可能还存在着其他的释放源,但是,为了简化示例,这些释放源没有考虑。

(未按比例)



危险场所分类数据表 第1部分:可燃性明细及其特性

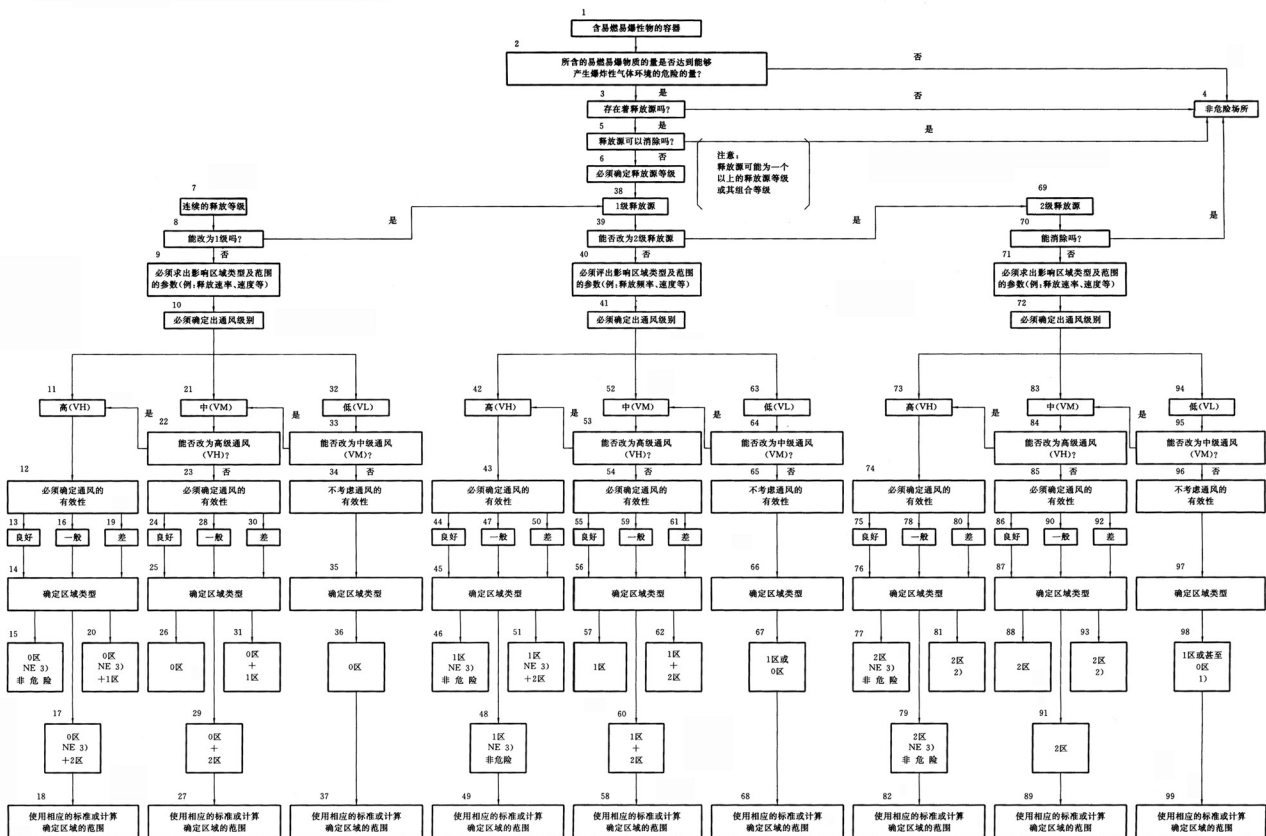
工厂:汽油油库区:(示例 11)											参考图,布局
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
可燃性物质			LEL			挥发性 <sup>1)</sup>					
序号	名称	成分	闪点 °C	kg/m <sup>3</sup>	Vol. %	蒸气压力 20°C kPa	沸点 °C	气体或蒸气 与空气的 相对比重 <sup>2)</sup>	点燃温度 °C	级别以及 温度组别 <sup>3)</sup>	其他相关的数 据资料和标识
1	汽油		<0	0.022	0.7	50	<210	>2.5	280	I AT3	
2	燃油		55~65	0.043	1	6	200	3.5	330	I AT2	
3	含有油和 汽油的水		<0	—	>0.7	—	—	>1.2	>280	I AT3	这些数值 均为估计值
4											
5											
6											
7											
8											

1) 通常,给出蒸气压力值,在无沸点时,可使用(参见 4.4.1 d).  
 2) 见 4.4.4.  
 3) 例如, I BT3.

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 <sup>1)</sup>	参考 <sup>2)</sup>	工作温度和压力 ℃ kPa	状态 <sup>3)</sup>	类型 <sup>4)</sup>	等级 <sup>5)</sup>	有效性	区域类型 0-1-2	区域范围(m) 垂直 水平		参考	任何其他相关数据资料和标识	
1	汽油泵密封处	置泵场所	D	1	环境 环境	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	分离器的液体面的	废水处理	C	3	环境 环境	L	N	低	差	0	*	*	示例 6	* 低于地平面的分离器内部	
							N	高	差	1	1.0°	3.0°*	示例 6	* 高于地平面 ** 自分离器	
							N	高	差	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	环境 环境	L	N	中	差	0	*	*	示例 8	* 油罐内	
4	汽油罐的开口处	置罐区	P	1	环境 环境	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	环境 环境	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	环境 环境	L	N	中	良	2	3.0°	3.0°*	示例 8	* 高于地平面	
7	油罐车注入装置罐顶开口处	装载区	P	1	环境 环境	L	N	中	差	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	环境 环境	L	N	中	差	2	1.0°	4.5°*	示例 9	* 高于地平面 * 自排油管	
9	油罐	置罐区	—	2	— —	L	—	—	—		...°	...°		* 由于油为高闪点为非危险区	

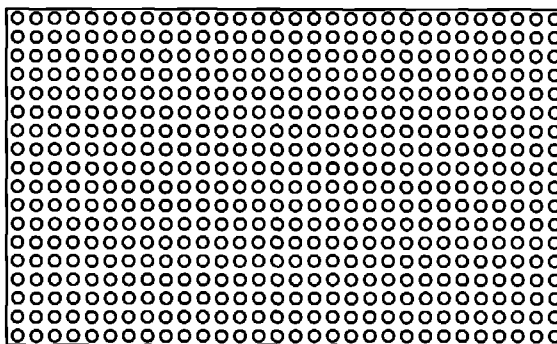
1) C——连续,P——1级,S——2级。  
 2) 引用第1部分表中的序号。  
 3) G——气体;L——液体;LG——液化气体;S——固体。  
 4) N——自然;A——人工。  
 5) 见附录B。



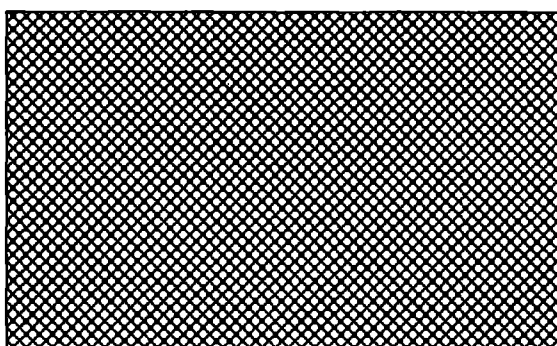
- 1) 如果通风(VL)很弱,使爆炸性环境实际上连续地存在(即近似于无风条件),则划分为0区。
  - 2) 由2级释放源产生地2区范围可能超过由1级或连续级释放源引起的范围。在此情况下,应采取较大的距离。
  - 3) 0区 NE, 1区 NE 或 2区 NE 表示在正常条件下可以忽略的理论上的区域。
- “+”表示被……包围。

图 C1 危险场所分类示意图

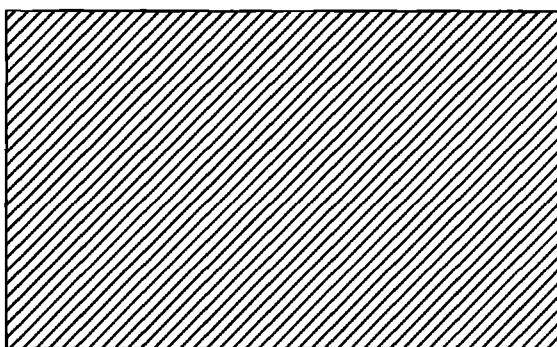




0 区



1 区



2 区

图 C2 危险场所区域优选符号

---