



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108345734 B

(45)授权公告日 2019.10.15

(21)申请号 201810102343.7

(22)申请日 2018.02.01

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 108345734 A

(43)申请公布日 2018.07.31

(73)专利权人 西安科技大学  
地址 710054 陕西省西安市雁塔路中段58号

(72)发明人 罗振敏 郝强强 王涛 程方明  
邓军 王秋红 王亚超 刘博  
张江 易欣

(74)专利代理机构 西安铭泽知识产权代理事务所(普通合伙) 61223  
代理人 韩晓娟

(51)Int.Cl.

G06F 17/50(2006.01)

(56)对比文件

CN 106703887 A,2017.05.24,  
CN 107301495 A,2017.10.27,  
CN 105158164 A,2015.12.16,  
GB 2007839 B,1982.05.26,  
任韶然等.惰性及特种可燃气体对甲烷爆炸特性的影响实验及分析.《天然气工业》.2013,  
罗振敏等.煤矿其他可燃气体对空气中甲烷爆炸极限的影响.《中国安全科学学报》.2015,

审查员 王利双

权利要求书1页 说明书5页

(54)发明名称

一种混合可燃气体的爆炸极限计算方法

(57)摘要

本发明公开了一种混合可燃气体的爆炸极限计算方法,涉及化工生产和矿井瓦斯爆炸防控技术领域,首次将理-查特里爆炸极限计算公式以计算程序的方式使用,提出了一种多组分混合可燃气体爆炸极限极值的预测方法,同时以自适应的方式计算爆炸极限,在只确定具体气体种类的情况下就可以计算混合气体的爆炸极限,并能找到此爆炸极限下的各组分气体的体积分数,为工业生产中爆炸抑制提供指导。

1. 一种混合可燃气体的爆炸极限计算方法,其特征在于,该方法包括以下步骤:

在上位机输入混合气体中气体的种类,每种气体的体积分数默认在0%-99.9%的范围内取值;

上位机中预先存储有理-查特里爆炸极限的计算程序,输入气体种类后所述上位机调用计算程序对混合气体的爆炸上下限进行计算,计算时每种气体的体积分数在取值范围内取遍所有值,所述上位机在计算时在每种气体的取值范围内的取值均为保留小数点后一位;

计算得到多组爆炸上下限后,取其中的最大值和最小值,连同取得该最大值和最小值时每种气体的体积分数一并进行显示;

采用上述方法能够在仅知道混合气体中气体的种类时实时计算出混合气体的爆炸极限,以动态监测化工生产中混合气体的状态,为爆炸抑制提供及时有效的数据支持。

2. 如权利要求1所述的混合可燃气体的爆炸极限计算方法,其特征在于,每种气体的爆炸上下限调用预先输入的数据即可得到。

3. 如权利要求1所述的混合可燃气体的爆炸极限计算方法,其特征在于,如果输入了某种气体在混合气体中的体积分数范围,则所述上位机在该输入的体积分数范围内取值。

## 一种混合可燃气体的爆炸极限计算方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及化工生产和矿井瓦斯爆炸防控技术领域,特别是涉及一种主要由有机烃类气体构成的混合可燃气体的爆炸极限计算方法。

### 背景技术

[0002] 燃烧爆炸作为人类获取能量的一种重要方式,如果在不受控制的时间、空间环境下发生,会给人们带来巨大的生命财产损失。可燃气体爆炸灾害的发生,主要是由于可燃气体泄漏或煤矿的瓦斯突出后,与空气混合后形成适宜浓度的可燃混合气体,被点火源点燃,逐步形成湍流燃烧、爆燃甚至爆轰造成的。在一般情况下,运输可燃气体的管道是安全的,因为在管网所输送的易燃易爆气体都是纯气体,没有掺杂氧气或其它氧化剂。但是在建设施工不当,地震,年久失修或其他不可预见的特殊情况下,造成管道网破裂和受损。在低压传送燃气的情况下就有可能在破裂和受损局部压力降低,引起外界空气进入管道网,使下游管网内的燃气成为与空气的预混气。该预混气到达爆炸极限时,便给回火和爆炸创造了必要条件。一旦遇到明火、雷击或者其他情况造成的燃烧条件时,就会产生火焰或爆炸,引发严重的安全事故。

[0003] 为了减小混合气体爆炸的发生概率,做好相关的防爆、抑爆工作是非常有必要的,可燃混合气体发生爆炸并不是在任意浓度下都能够发生的,当可燃气体与空气混合后在一定浓度时遇点火源才能发生爆炸反应,混合可燃气体能否发生爆炸反应需要对比两个重要的参数即爆炸下限和爆炸上限,整个可燃混合气体的浓度在混合气体爆炸上、下极限之间内时遇点火源才能发生爆炸,控制混合气体的浓度是阻断可燃气体发生爆炸的重要环节。现在发生的可燃混合气体爆炸,大部分混合气体都是由于烃类等有机可燃气体构成,所以寻找一种能够快速计算此类混合气体爆炸极限的方法是刻不容缓的。

[0004] 一组混合气体在计算整体爆炸极限时,每种气体的体积分数对整个混合气体的爆炸极限都是有影响的,而现在大部分常见气体的爆炸极限都是已经得到测量的,不需要我们再去单独测量,如甲烷(CH<sub>4</sub>)爆炸上限15%、爆炸下限5%,可燃混合气体爆炸极限的确定对于整个防爆、抑爆具有重要的指导意义,与此同时对于整个混合可燃气体爆炸极限的确定也取得了比较完善的理论。

[0005] 现有技术中,可燃混合气体爆炸上、下极限的数值确定主要有以下两类方法:

[0006] 第一类:通过试验获得所需可燃混合气体爆炸极限

[0007] 第二类:通过理论预测模型对多元混合气体的爆炸极限进行预测

[0008] 该类方法主要包括三种常用方法:第一种是理-查特里经验方程或其改进公式:应用于计算组成复杂的可燃气体混合物的爆炸极限,该公式适用于各组分之间不反应,燃烧时无催化作用的可燃气体混合物的爆炸极限的计算,该公式尤其对有机烃类混合气体的计算准确性更高:

$$[0009] \quad L_m = \frac{100}{\frac{V_1}{L_1} + \frac{V_2}{L_2} + \dots + \frac{V_n}{L_n}}$$

[0010] 式中,  $L_m$ -混合气体爆炸极限, %;

[0011]  $L_1$ 、 $L_2$ 、 $L_3$ 、 $L_n$ -混合气体中各组份的爆炸极限, %;

[0012]  $V_1$ 、 $V_2$ 、 $V_3$ 、 $V_n$ -各组份在混合气体中的体积分数, %。

[0013] 第二种是恒定绝热火焰温度法:通过在爆炸极限处观测链烷烃所具有的恒定绝热火焰温度来实现爆炸极限的预测;

[0014] 第三种是体积浓度经验公式法:通过采取线性或非线性回归方法,对混合气体爆炸极限与各组分浓度之间的内在定量关系进行统计学习,得到相关的经验公式,从而实现通过各组分的体积浓度预测混合气体爆炸极限的功能。

[0015] 现有技术存在的不足在于:

[0016] 第一类寻找爆炸极限的方法,在实际生产中此方法应用较少,主要是由于试验周期较长、费用较高、且不具有广泛的实用性。而且由于不同实验人员采用的实验设备和方法不同,导致实际得到的数据存在很大差异。

[0017] 第二类中的理-查特里经验方程或其改进公式推算方法只能计算可燃混合气体中每种气体的体积分数确定后的可燃混合气体的爆炸极限,因此较为繁琐,应用不便;恒定绝热火焰温度法同样也较为繁琐,需要依赖专用软件,而且该方法一般仅限于爆炸下限的预测;体积浓度经验公式法对各组分浓度的依赖程度非常大,而且该方法仅适用于建模时所选择的特定组分气体混合物,对于非特定混合气体则无法进行预测。

[0018] 在一次生产过程中混合气体的体积分数在生产过程中不断变化,而根据一组给定的各组分的体积分数所计算出来的爆炸极限不能反应整体混合气体的爆炸极限。因此理-查特里经验方程或其改进公式和体积浓度经验公式法预测得到的混合气体爆炸极限对实际生产的爆炸抑制不能起到实时的指导作用。目前尚没有一种方法能够在不事先得知混合气体中各组分浓度的前提下预测混合气体的爆炸极限的方法。

## 发明内容

[0019] 本发明实施例提供了一种混合可燃气体的爆炸极限计算方法,可以解决现有技术中存在的问题。

[0020] 本发明提供了一种混合可燃气体的爆炸极限计算方法,该方法包括以下步骤:

[0021] 在上位机输入混合气体中气体的种类,每种气体的体积分数默认在0%-99.9%的范围内取值;

$$\left. \begin{array}{l}
 V_1, \dots, V_i, \dots, V_n, i \in (1, n) \\
 V_i = Rand \\
 \sum_{i=1}^n V_i = 100\% \\
 L = 100 / \sum_{i=1}^n \frac{V_i}{L_i} \\
 LFL = \{L\}_{\min}
 \end{array} \right\}$$

[0023] 上位机中预先存储有理-查特里爆炸极限的计算程序,输入气体种类后所述上位机调用计算程序对混合气体的爆炸上下限进行计算,计算时每种气体的体积分数在取值范围内取遍所有值;

[0024] 计算得到多组爆炸上下限后,取其中的最大值和最小值,连同取得该最大值和最小值时每种气体的体积分数一并进行显示。

[0025] 优选地,所述上位机在计算时在每种气体的取值范围内的取值均为保留小数点后一位。

[0026] 优选地,每种气体的爆炸上下限调用预先输入的数据即可得到。

[0027] 优选地,如果输入了某种气体在混合气体中的体积分数范围,则所述上位机在该输入的体积分数范围内取值。

[0028] 本发明实施例中的一种混合可燃气体的爆炸极限计算方法,具有以下优点:

[0029] 1、首次将理-查特里爆炸极限计算公式以编程的方式计算爆炸极限;

[0030] 2、首次提出自适应爆炸极限的概念,即只需将所求混合可燃气体中所含气体种类输入就能够由计算机自行完成计算,得到混合气体爆炸极限,此时所求出的爆炸极限就叫做自适应爆炸极限;

[0031] 3、首次能够做到在只清楚混合气体中所含气体种类就能求出混合气体爆炸极限,并能确定此爆炸极限下各种气体的体积分数。

### 具体实施方式

[0032] 下面将对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0033] 本发明实施例中提供一种混合可燃气体的爆炸极限计算方法,该方法包括以下步骤,该方法尤其适用于有机烃类气体组成的混合气体的爆炸极限计算:

[0034] 步骤一,在上位机输入混合气体中气体的种类,并根据需要选择是否输入某种气体在混合气体中的体积分数范围,例如10%-30%,如果没有输入体积分数则每种气体的体积分数默认在0%-99.9%的范围内取值,且取值均为保留小数点后一位;

[0035] 步骤二,上位机中预先存储有理-查特里爆炸极限的计算程序,输入气体种类后所述上位机调用计算程序对混合气体的爆炸上下限进行计算,计算时各种气体的体积分数之

和为100%，且每种气体的体积分数在取值范围内取遍所有值，每种气体的爆炸上下限可以调用预先输入的数据；

[0036] 步骤三，计算得到多组爆炸上下限后，取其中的最大值和最小值，即混合气体的爆炸上下限最大值和最小值，连同取得该最大值和最小值时每种气体的体积分数一并进行显示。

[0037] 上述计算程序即根据以下公式编程获得：

$$\left. \begin{array}{l}
 V_1, \dots, V_i, \dots, V_n, i \in (1, n) \\
 V_i = Rand \\
 \sum_{i=1}^n V_i = 100\% \\
 L = 100 / \sum_{i=1}^n \frac{V_i}{L_i} \\
 LFL = \{L\}_{\min}
 \end{array} \right\}$$

[0038]

[0039] 本发明的方法在仅知道混合气体中气体的种类而不知道各种气体的具体组分浓度时，能够通过自适应的方法实时计算出混合气体的爆炸极限，计算方法简单快捷，适用于各种可燃混合气体的爆炸极限计算，对于有机烃类的混合气体计算结果尤其准确，该方法能够动态监测化工生产中混合气体的状态，为爆炸抑制提供及时有效的数据支持。

[0040] 本领域内的技术人员应明白，本发明的实施例可提供为方法、系统、或计算机程序产品。因此，本发明可采用完全硬件实施例、完全软件实施例、或结合软件和硬件方面的实施例的形式。而且，本发明可采用在一个或多个其中包含有计算机可用程序代码的计算机可用存储介质（包括但不限于磁盘存储器、CD-ROM、光学存储器等）上实施的计算机程序产品的形式。

[0041] 本发明是参照根据本发明实施例的方法、设备（系统）、和计算机程序产品的流程来描述的。应理解可由计算机程序指令实现流程中的每一流程、以及流程的结合。可提供这些计算机程序指令到通用计算机、专用计算机、嵌入式处理机或其他可编程数据处理设备的处理器以产生一个机器，使得通过计算机或其他可编程数据处理设备的处理器执行的指令产生用于实现在一个流程或多个流程中指定的功能的装置。

[0042] 这些计算机程序指令也可存储在能引导计算机或其他可编程数据处理设备以特定方式工作的计算机可读存储器中，使得存储在该计算机可读存储器中的指令产生包括指令装置的制造品，该指令装置实现在一个流程或多个流程中指定的功能。

[0043] 这些计算机程序指令也可装载到计算机或其他可编程数据处理设备上，使得在计算机或其他可编程设备上执行一系列操作步骤以产生计算机实现的处理，从而在计算机或其他可编程设备上执行的指令提供用于实现在一个流程或多个流程中指定的功能的步骤。

[0044] 尽管已描述了本发明的优选实施例，但本领域内的技术人员一旦得知了基本创造性概念，则可对这些实施例作出另外的变更和修改。所以，所附权利要求意欲解释为包括优选实施例以及落入本发明范围的所有变更和修改。

[0045] 显然，本领域的技术人员可以对本发明进行各种改动和变型而不脱离本发明的精

神和范围。这样,倘若本发明的这些修改和变型属于本发明权利要求及其等同技术的范围之内,则本发明也意图包含这些改动和变型在内。