

物)受许许多多随机因素的影响,是一个随机事件,设其发生的概率为 $P(A)$ 。

生产场所中是否发生能点燃可能存在的爆炸性混合物的点燃源也受许许多多随机因素的影响,也是一个随机事件,设其发生的概率为 $P(B)$ 。

必须以上两事件同时发生,才发生爆炸事故,即发生爆炸事故这个事件是存在爆炸性混合物这个事件(A)和发生点燃源这个事件(B)的积。

在一般情况下,存在爆炸性混合物这个事件(A)和发生点燃源这个事件(B)相互独立,所以

$$P(AB) = P(A)P(B)。$$

结束语

概率论和数理统计都研究随机现象。概率论属于纯数学,数理统计是以概率论为基础的应用数学,概率论以一般数学模型为基础。两者关系十分密切,所以常常统称为“概率统计”。本文只从概率论的角度来讨论防爆技术上的两个基本问题,希望能引起防爆技术界的注意。概率统计可以在防爆技术上广泛应用,希望防爆技术界广泛应用概率统计的观点和方法来分析和研究防爆技术问题,以促进防爆技术的发展。

关于可燃粉尘爆炸危险性分级的探讨

中国科学院力学研究所 陈立红、郭汉彦

[摘要] 本文介绍粉尘爆炸危险性参数及其测试设备,并根据防治粉尘爆炸的需要,对不同的粉尘爆炸参数提出不同的分级方法。

关键词: 可燃粉尘

一. 分级的目的

由于目前国内尚未确定可燃粉尘爆炸危险性分级,这里我们提出我们对分级的一些看法,供讨论时参考。

进行粉尘防爆治理需要对不同危险性的粉尘采取不同的方法。因此有必要对于粉尘的爆炸危险性进行分级。粉尘爆炸危险性表现在点火性能,爆炸效应和导电性能上。点火性能描述点火难易的程度,在进行防爆治理时要求使之达不到点火条件;在进行防爆设计时要根据爆炸效应来进行;在进行电器设计及静电防治时要注意粉尘导电性能,还需根据点火条件。

相对来说可燃气体的名称与其化学组分间的关系比较单一,而对于可燃粉尘来说则没有那么简单。同一名称的粉尘其化学组分可能相差甚大,其颗粒大小也可能相差相当大。故对于粉尘除了标明名称、颗粒直径外,尚应给出其化学组分。

二. 粉尘爆炸危险性参数的测试设备

目前采用较多的粉尘爆炸性能的参数及其测试设备分述如下:

描述粉尘爆炸危险性的参数分为三类,即点火性能参数:粉尘层及粉尘云最低着火温度,最小点火能和爆炸浓度下限;爆炸效应参数:最大爆炸压力及最大压力上升速率;导电性能参数:粉尘层电阻率。下面分别介绍测定这些参数目前国内外常用的试验设备。

1. 最低着火温度

粉尘最低着火温度包括沉积态粉尘即粉尘层的着

火温度和悬浮态粉尘即粉尘云的着火温度。两者所用测试装置均有国际电工委员会 IEC31H/WG 2 草案规定的标准装置。前者粉尘云着火温度试验是在直径 $\phi 200$ mm的恒热表面上测量自由堆积成直径 $\phi 100$ mm厚5 mm或15 mm的粉尘层的着火温度。后者是使粉尘云以规定速度通过直径 $\phi 36.5$ mm长216 mm的恒温炉来测定粉尘云最低着火温度。

粉尘的最低着火温度是取粉尘层最低着火温度与粉尘云最低着火温度两者中的最低值,一般来说粉尘层的最低着火温度往往低于粉尘云的最低着火温度。

2. 最小点火能

最小点火能是指各种点火源使规定装置内粉尘云着火所需能量的最小者。采用的装置有1.2 L透明哈特曼装置或20 L球型或近球型装置。试验所用的点火源在 IEC 31H/WG 2 给出。其中提到:用辅助火花触发的三电极系统,运动电极触发的双电极系统,连续充电电路,辅助放电触发的标准双电极系统等。

3. 爆炸浓度下限

使一定装置内粉尘云点燃并使爆燃阵面传播出去的最小粉尘浓度为爆炸浓度下限。早期用哈特曼1.2 L装置取得了大量数据,但由于容器内粉尘不均匀,后曾出现多种改进装置。国际电工委员会 IEC 31H/WG 2 草案中规定采用20 L装置,粉尘置于含高压气的粉尘容器或粉尘储存室中,以快动阀控制通过喷嘴喷入装置内。早期采用的点火源有电火花放电,固定火花间隙连续放电,以及化学药剂点火。以后用的比较多是电容器火花放电。IEC 31H草案中提出采用

总能量为10kJ的烟火剂作点火源。

4. 最大爆炸压力与最大压力上升速率

密封容器中粉尘云爆燃所产生的最大压力及最大压力上升速率是描述粉尘云爆炸威力或者说是确定粉尘爆炸载荷的两个参数。在采取控制爆炸措施进行控爆设计时,需要这两个参数,以保证在发生粉尘爆炸时的安全。因此,对这两个参数的测定装置研究的比较多。早期采用1.2L 哈特曼装置来测定,以后又发展了8L, 15L等多种装置,后来西德又提出20L 球型装置,美国矿业局提出类似球型装置等。1984年国际标准化委员会ISO 6184/ - 1985规定采用国际标准型1m³的装置。由于粉尘爆炸最大压力主要取决于容器内粉尘种类、粉尘粒径、粉尘浓度等粉尘特性,因此要求试验装置内粉尘均匀。试验表明各种形状和尺寸的装置所测得的结果相差不大。而最大压力上升速率这一描述粉尘爆炸载荷特性的参数既与粉尘种类、粉尘粒径、粉尘浓度等粉尘特性有关,更与粉尘云的湍流度有关,这一参数与粉尘爆炸试验装置的尺寸及形状有密切关系。这里就出现一个问题,即如何确定工业生产设备及含粉尘建筑物内粉尘爆燃的压力上升速率。1965年梅塞提出了立方根定律。

$$(dp/dt)_{max} \cdot V^{1/3} = K_{st}$$

以建立各种尺寸容积内最大压力上升速率之间的换算关系。应指出这个定律从燃烧理论及爆炸力学基本定律角度来说是不成立的,它只是一个工程近似定律。巴特克奇特进行的实验证明在其实验容积范围内该定律近似成立。由于ISO规定的1m³装置试验起来工作量过大,所需粉尘样品的数量过多,试验起来十分麻烦,不利于进行大量试验,故通常采用20L容器测定粉尘特性。1m³的装置多用来标定20L装置。由于湍流度对最大压力速率影响很大,故喷粉装置的形式也在不断改进之中。哈特曼装置用的是向下喷头,20L及1m³开始时采用环形管喷粉装置,最近又提出采用下部喷头喷粉装置。喷粉装置的改进必将影响到容器内的湍流度,所以也必将影响到测试结果。

5. 粉尘层电阻率

粉尘层电阻率是描述沉积态粉尘层导电性能的参数,是防粉尘爆炸电器设计时所依据的参数。国际电工委员会IEC 31H/WG 2草案中规定了其标准测试装置。

三. 可燃粉尘危险性分级

为了防治粉尘爆炸,需要对于不同的粉尘爆炸参数采取不同的分级方法。美国矿业局最早提出爆炸危险指数分级方法,并曾进行过大量工作,积累了大量

资料,但近年来用的较少。值得提出的还有根据粉尘的化学组分来分级的如煤尘,根据粉尘的爆炸效应(或称为根据粉尘爆炸的烈度)来分级的及根据粉尘的点火性能(或称为根据粉尘爆炸感度)来分级的。还有根据粉尘的导电性能来分级的。

1. 爆炸指数法

其分级方法是以匹兹堡煤制备的煤粉的粉尘爆炸特性为标准,将其他粉尘的爆炸特性与之对比,由此得到粉尘的着火灵敏度S(点燃感度)和爆炸强度I(爆炸猛度)。

粉尘的着火灵敏度S(点燃感度)=最小点火能MIE·最低着火温度MIT·爆炸浓度下限MEC

爆炸强度I(爆炸猛度)=最大爆炸压力P_{max}

·最大压力上升速率(dp/dt)_{max}

着火灵敏度指数=S_{0.1}/S

爆炸强度指数=I/I_{0.1}

粉尘爆炸危险性指数E=S_{0.1}/S·I/I_{0.1}

式中下标0.1为匹兹堡煤尘相应的数值。当被测粉尘E<0.1时为弱爆炸危险性;0.1<E<1为中等爆炸危险性,即危险性小于等于匹兹堡煤尘;1<E<10为强爆炸危险性;E>10为猛烈爆炸危险性。由于这种方法是从井下采煤的过程中粉尘爆炸特性出发的,故采用与研究较多的匹兹堡煤尘对比的方法来描述粉尘爆炸危险性有其局限性。这里采用的综合指标方法目的性不明确,对于地面上工业生产中的粉尘爆炸危险性分级则应根据不同防控爆措施的需要为出发点根据不同的爆炸特性来分级为宜。

2. 化学组分方法

我国《煤矿安全规程》中规定:煤质中挥发物与可燃物(固定碳加挥发物)之比在10%以上,并经试验证明其煤尘有爆炸性的煤层称为煤尘爆炸危险煤层。开采有煤尘爆炸危险煤层的矿井必须有预防和隔绝煤尘爆炸的措施。这是我国经多年采用并延续到现在仍在采用的按化学组分的粉尘爆炸分级的方法。

我们知道农产品和林产品与煤同样都是由挥发份固定碳、水份和灰分组成,因此,我们建议考虑将煤矿中按挥发份的含量来分级的方法推广应用于其他种类粉尘做为分级方法。

3. 按K_{st}分级的方法

为有效的控制粉尘爆炸危害程度,于是提出了按粉尘爆炸效应参数来分级的方法,前面已介绍描述粉尘爆炸效应的参数有两个即最大爆炸压力和最大爆炸压力上升速率。下面分别介绍:

按最大爆炸压力上升速率分级法。为了粉尘泄爆设计的需要,ISO6184/1标准规定:

$Kst_{max} < Kst < 200 \text{ bar} \cdot \text{m} \cdot \text{s}$ 为St1级

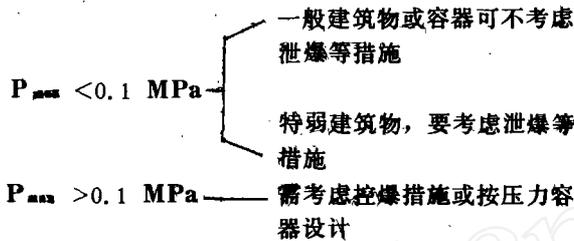
$Kst_{max} \leq 300 \text{ bar} \cdot \text{m} \cdot \text{s}$ 为St2级

$Kst_{max} > 300 \text{ bar} \cdot \text{m} \cdot \text{s}$ 为St3级

其中： $Kst_{max} = (dp/dt)_{max} \cdot \sqrt{V}$ 是基于试验结果给出的工程近似表达式，因此，使用这个参数时要注意它的应用条件。利用这个参数进行泄爆设计，更要注意它的应用范围。

4. 按最大压力分级

我们进行泄爆设计时发现一般容器或建筑物中有相当部分仅能承受0.01 MPa的内部超压，有些大型建筑物和强度特别弱的建筑物或容器其承受内部粉尘爆炸压力将低于0.01 MPa。因此我们建议按粉尘爆炸最大压力分级。



5. IEC可燃粉尘危险性分级(草案)

为防止发生粉尘爆炸应严格控制粉尘点火条件，国际电工委员会IEC给出可燃粉尘危险性分级(草案)为：

参数	+	-
比电阻	$< 10^5 \Omega \cdot \text{cm}$	$\geq 10^9 \Omega \cdot \text{cm}$
粉尘云着火温度	$< 400 \text{ }^\circ\text{C}$	$\geq 400 \text{ }^\circ\text{C}$
粉尘层着火温度	$< 300 \text{ }^\circ\text{C}$	$\geq 300 \text{ }^\circ\text{C}$
粉尘层着火能量	$< 15\text{mJ}$	$\geq 15\text{mJ}$

这里值得指出的是从防止静电危害角度出发，比电阻这一参数将采用另外的分级标准。

6. 按粉尘爆炸浓度下限分类法

在IEC所提出的分级草案中并未考虑粉尘爆炸浓度下限。根据我们的测定有些粉尘的爆炸浓度下限高达 $300 \text{ g} / \text{m}^3$ 。我们建议若爆炸浓度下限大于 $500 \text{ g} / \text{m}^3$ ，可只考虑燃烧的火灾而无需考虑爆炸的危险。

TAQW 630-350-20增安型无刷励磁同步电动机安装调试总结

沈阳电机厂 李幼倩等*

1. 前言

加氢装置用增安型无刷励磁同步电动机以下简称“增安型无刷励磁同步电动机”)是国家“七五”重点科研项目，也是配套七套加氢装置的重大技术装备。1987年3月国务院重大技术装备乙烯专项领导小组在七套加氢装置重大技术装备项目的预备安排会上提出了我国自主开发研制增安型无刷励磁同步电动机的任务，沈阳电机厂承担了TAQW 630-350-20 1000kW 6kV 20级增安型无刷励磁同步电动机的设计研制任务，配套茂名石油工业公司炼油厂40万t/年催化加氢柴油精制和40万t/年催化加氢汽油重整两套加氢装置。

我国自主开发研制成功增安型无刷励磁同步电动机，实现了具有八十年代最先进水平的新型防爆电机国产化目标，填补了我国防爆电机工业这部分的空白。

TAQW 630-350-20增安型无刷励磁同步电动机的安装调试于1990年12月19日开始。茂名石油工业公司于1991年4月16日成立了加氢装置配套的增安型无刷励磁同步电动机工业运行试验领导小组，并在国家认定的防爆检验单位国家防爆电气产品质量监督检验测试中心参加下进行工作，包括按(90)国爆质检字第20号文件规定，进行了无火花、电机负载温升等五项防爆性能复试。试验表明，增安型无刷励磁同步电动机的各项技术指标和防爆性能指标均达到设计要求，产品按国家标准GB 3836.1-83《爆炸性环境用防爆电气设备通用要求》；GB 3836.3-83《爆炸性环境用防爆电气设备 增安型电气设备“e”》；部颁标准JB/DQ 3292-88《加氢装置配套用增安型无刷励磁同步电动机制造检验暂行规定》及其《实施细则》等标准的规定，检验合格，颁发了编号53G

* 文章作者：沈阳电机厂李幼倩、曹昌淑、韩君强、程浩明、栾峰、贾德义、毕香玉、李改花

——本刊注。