

纺织部重大科研项目

[8732328(2)]

项目名称：纤维和粉尘爆炸机理及
防爆技术措施研究

纺织部纺织科学研究所

中国科学院力学研究所

一九九一年六月

报告目录

总报告 纤维和粉尘爆炸机理及防爆技术研究

(一) 工作报告

(二) 我国滤尘设备的发展与演变

(三) 我国棉纺厂滤尘系统抽样调查报告

(四) 纤维和粉尘爆炸机理及防爆技术措施的国内外现状综述

(五) 纺织厂除尘系统防爆性能初步评价

(六) 20升粉尘爆炸参数试验装置研制

(七) 2立方米粉尘爆炸装置实验报告

(八) 棉、麻、毛纤维粉尘爆炸特性

(九) 棉麻毛长纤维爆炸性能的初步研究

(十) 粉尘爆燃泄爆面积计算

(十一) 泄压膜片性能研究

(十二) 纺织行业泄压门研究

(十三) 布袋除尘器泄爆研究

纤维和粉尘爆炸机理及防爆技术研究

一、前言

据资料记载, 1785年意大利发生了世界上第一起有记载的由于粉尘的急剧化学反应引起的粉尘爆炸事故。人们开始知道粉尘是能产生爆炸的。

由于粉尘爆炸是一个尚未被充分认识的课题, 因此粉尘爆炸事故仍时有发生。对于纺织纤维粉尘爆炸则认识的更不足。1987年哈尔滨亚麻厂特大粉尘爆炸事故发生后, 纺织部各级领导对此非常重视, 为此纺织部将粉尘爆炸研究列入87年重大科研课题。由纺织部科学研究院牵头, 与中国科学院力学研究所共同研究此项课题。

二、国内外现状综述

1. 纺织厂棉、麻、毛纤维粉尘除尘系统防爆性能评价

爆炸危险评估属于系统安全工程。它是进行具有危险性工程的判定和进行正规管理的科学方法。它从对飞机进行安全设计开始, 以后又在导弹设计中建立了系统安全程序, 后来在美国建立了国防部标准。这些方法在化学工业部门等民用工业系统中也相继使用, 开展起系统安全工作。其中比较成熟的能进行定量计算的主要是美国道化学公司的火灾爆炸指数法, 此法用来评估化工工艺过程和装置的火灾爆炸危险性, 并据此提出安全对策, 改进工艺和设备的安全性, 提高工厂的安全水平。这个方法对化工行业具有重大实用价值, 后经多次修改至1987年出版的第六版, 已为许多国家采用。但此种方法也有一定的局限性, 即它主要是针对化工行业的特点而制定的, 这种方法只能确定火灾和爆炸所造成的损失。而且应用时系数选择范围较宽, 不好掌握, 因而评估结果因人而异。

对于纺织厂棉毛麻纤维粉尘的除尘系统防爆性能如何评价, 国内外尚无成熟的方法可以依循。

2. 纺织纤维粉尘爆炸参数

目前国内外所给出的粉尘爆炸参数, 通常指的是粉尘爆炸浓度下限和粉尘爆炸最小点火能等粉尘云的点火特性, 以及粉尘爆炸的最大压力及最大压力上升速率等粉尘爆炸荷载特性。早期测定上述粉尘爆炸参数多用1.2升的试验装置, 近年来发现此种装置所给出的数据偏低, 目前各国倾向于采用20升爆炸试验装置, 而ISO国际标准提出采用大于1立方米的圆柱形装置。由于粉尘爆炸问题的复杂性, 测定粉尘爆炸特性参数所用的装置及测定方法至今仍处于不断改进逐渐完善的过程。例如粉尘爆炸浓度下限和粉

尘爆炸最小点火能这两种重要参数的试验方法,国际电工委员会于1990年发出征求意见稿。可见至今尚无确定的国际标准,即使是这个征求意见稿也很不完善,未能给出点火判据。至于粉尘爆炸最大压力及最大压力上升速率,国际标准化委员会所提出的装置也存在着需要改进的地方。

纺织纤维与其它物质的粉尘并不完全相同。纺织纤维粉尘是有一定长度的,一般纤维粉尘有数毫米的长度,这种纤维粉尘悬浮于空中在一定的条件下可能形成粉尘爆炸。在1987哈尔滨亚麻厂粉尘爆炸事故分析中发现,蓬松的长纤维(长度为数厘米至数十厘米的纤维)参与了粉尘爆炸,对于蓬松长短纤维的爆炸性能国际上至今未见报导,更无试验方法可依循。

3. 防治粉尘爆炸措施的现状

关于防止粉尘爆炸的措施,一般性论述资料很多,具体的技术国外有的已有标准规定,有的已成为产品,有的成为专利,有的尚需进行研究。这里只介绍与课题有关的粉尘泄爆措施现状。国内外对于高压容器的泄压装置的研究较为成熟,并有各种设计标准及产品系列可供使用。工业生产中出现可燃粉尘的设备或建筑物,其正常工作时多处于常压条件下,故此类设备或建筑物多不考虑其承受粉尘爆炸荷载,也就是其所能承受的内部荷载甚低。在此类设备或建筑物上设置泄压装置,其静态开启压力必然要更低,方能保证所保护的设备或建筑物在一旦发生粉尘爆炸时能避免损害。粉尘爆炸泄压措施研究包括:根据粉尘爆燃压力上升速率将粉尘分成若干等级,利用已有试验结果给出的经验公式或线解图确定泄压面积,研制泄压装置。应指出由于粉尘爆燃问题的复杂性,对于粉尘爆炸泄压问题的研究还很不充分,现有的计算泄压面积方法都不完善,需要不断改进。至于泄压装置,目前主要是泄压膜和泄压门。泄压膜目前国内外有定型产品,有些是专利。总的来说其静态开启压力偏高。泄爆门则无定型产品可利用。

三. 纺织厂除尘系统防爆性能初步评价

为了对纺织厂除尘系统进行防爆评价,纺科院对全国的纺织厂除尘系统进行了全面调查,各种型式的除尘器设备按它们在棉纺厂现有标准台数所占比重排列次序为:

除尘器设备种类	所占比例
仿罗瓦	35.17%
A171、A172+AU052	21.97%
大布袋	17.52%
尘室布袋与尘室网罩	8.75%
XLZ	7.64%
尘室尘塔	2.52%
A172、FU021等	1.52%
其它	4.91%

注:88年开始引进的LTG型除尘器在88年调查时未计入上表。

据我们到各纺织厂实地调查及从侧面了解纺织厂现有的除尘器,除LTG型除尘器外均具有下列共同的特点:

1. 除尘器设计时均未曾进行防爆设计,并未曾设置任何防爆装置。个别的近年增加了一些未经严格检验的控爆装置。
2. 除尘器系统不但发生过象哈尔滨亚麻厂事故等多起粉尘爆炸,而且各种类型除尘器在过去使用过程中曾发生过着火燃烧事故,有的多次发生火情火警。这说明除尘器内既有可能传入火种,又有大量可燃物与空气中的氧气。
3. 上述各种类型除尘器在正常工作情况下,大多数除尘器中粉尘浓度均低于粉尘爆炸浓度下限,而在清灰或不正常情况下,有短时间出现浓度超限的危险。

由此出发,力学所与纺科院对除尘器主要部件的粉尘爆炸危险性进行系统深入的分析,结论如下:

设备部分、连接部件、滤尘部件、集尘部件及除尘系统建筑物均具有形成粉尘爆炸的条件。其中设备部分如清花梳棉滤尘风机有可能产生火源,连接部件易成为传爆的通道,滤尘部件内容易形成粉尘浓度超限,集尘部件内一般说来是除尘系统中粉尘浓度最高的地方,又有大量积尘,尘室转笼,除尘室内有大量积尘,生产过程中除易于导致火警外,还存在二次爆

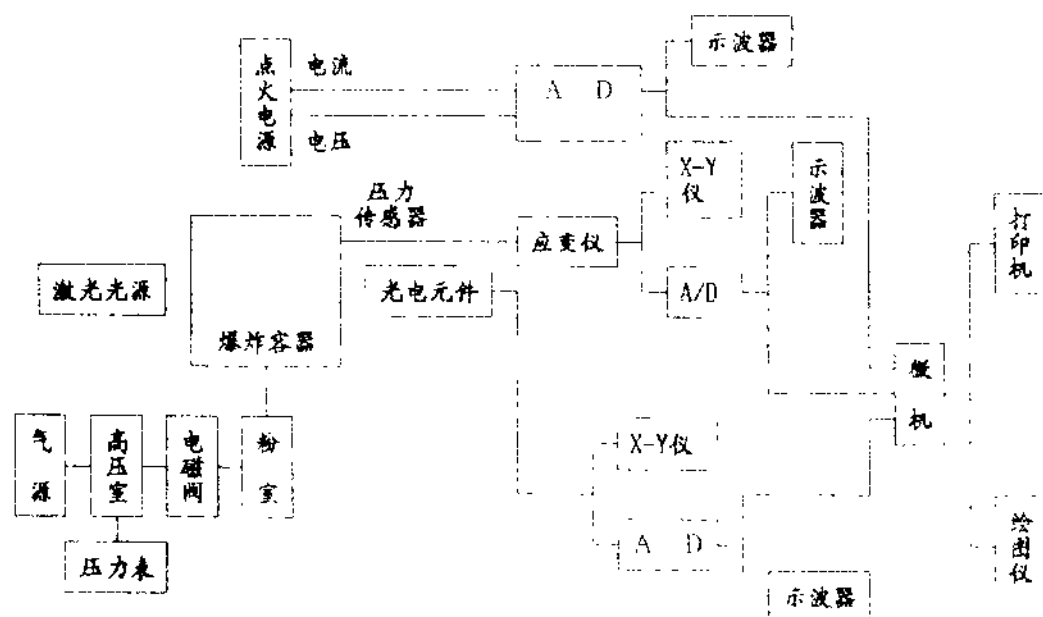
炸的可能性。

四. 粉尘爆炸试验装置研究

确定粉尘的爆炸参数是粉尘爆炸研究工作的重要内容, 它为研究粉尘爆炸的机理和防治粉尘爆炸提供了科学的依据. 要得到这些参数, 就需要建立相应的实验用爆炸装置。

过去, 国际上普遍采用容积为1.2升的哈特曼仪测量粉尘的爆炸参数, 但由于圆柱形的哈特曼仪存在着一些不可避免的缺陷, 使得测出的爆炸参数在应用中受到限制. 因此, 为开展本课题研究, 我们建立了20升和2立方米直径与高相等圆柱形粉尘爆炸实验装置, 并进行了大量试验。

整个粉尘爆炸实验系统分为爆炸试验装置, 点火能量测试系统, 浓度测试系统, 压力测试系统及数据采集和处理系统. 系统框图如下。



实验装置由贮气罐、粉尘盒、快动阀门、喷粉头和爆炸容器本身等几部分组成. 气源采用气瓶压缩空气, 为使喷粉均匀, 利用多种喷粉头. 容器设计压力为2.0MPa.

实验时, 贮气罐内充入一定压力的压缩空气, 待测尘样放入粉尘盒内, 打开快动阀门后, 气流带动尘样经过大口径管路通过喷粉头喷入爆炸容器内. 由于容器内维持一定的湍流度, 致使粉尘弥散在整个容器中. 喷粉后由时间继电器延迟一定时间后在容器中心点火。

爆炸容器内部粉尘浓度变化规律由遮光法测出, 即在容器一侧的观察

窗外发出一束激光束,穿过容器射在另一侧观察窗外的光/电转换器上,光/电转换器的输出信号送入X-Y笔式记录仪得到消光曲线,或通过A/D转换器在示波器上观察其输出波形。容器内粉尘爆炸压力变化情况由装在容器壁上的压力传感器探测到后经过应变仪送入X-Y笔式记录仪输出压力波形或经A/D转换器送入微型计算机进行处理。点火源采用电点火源或化学点火源。电点火源能量由电流电压波形积分而得。化学点火源按照国际标准由电火花引爆2.4g烟火剂,能量为10kJ。烟火剂配方为40%铝,30%硝酸钡和30%过氧化钡。

通过大量试验,证明不论是20升还是2立方米装置都可测量多种粉尘的爆炸特性参数,具有较强的适应性和可靠性。

五、棉麻毛粉尘及长纤维爆炸性能

1. 粉尘爆炸性能

粉尘爆炸特性参数包括四项:爆炸浓度下限、最小点火能、最大爆炸压力及最大压力上升速率。这四个参数是粉尘爆炸的主要特征参数,前两个反映了粉尘的点火特性,后两个反映了粉尘爆炸的强度。这些爆炸特性参数是防爆设计安全规范的重要依据。

实验中参照美国消防协会(NFPA)的标准采用40目标准筛的筛下物,即粒径小于420微米的粉尘做为样品。为了便于描述粉尘的特性,我们对粉尘进行了化学分析,三种样品的化学分析如下表所示。

棉、毛、麻化学分析

	C(%)	H(%)	O(%)	N(%)	其它
棉	25.78	3.65	26.75	1.80	42.02
毛	37.73	5.21	27.35	1.20	22.51
麻	52.50	7.70	27.80	2.50	9.50

试验装置采用按照国际标准自行设计安装的20升测试装置。实验装置由火花放电装置、爆炸室、储气室、测压系统、测火花能量系统、测浓度光学系统、微机处理系统等组成。为满足实际情况中大多数为常压的条件,测试时的初压为常压。另外,为了不使点火源对爆炸参数有所影响,我们采用了放电火花,能量约为100焦耳,属弱点火源。三种尘样的各项爆炸参

数值如下表所示。

棉麻毛粉尘爆炸特性参数

种类	棉尘	毛尘	麻尘
爆炸浓度下限(g/m ³)	300	100	35
最小点火能(mJ)	803	256	27
最大压力(MPa)	0.08	0.29	0.72
最大压力上升速率(MPa/s)	0.57	2.3	20.7

从上表可以看出：三种尘样的各项爆炸参数值相差较远。三种尘样中棉尘及毛尘由纺织科学院提供，棉尘取自二级滤尘的集尘袋，毛尘为北京第二毛纺厂的，麻尘为哈尔滨亚麻厂的。各种粉尘不仅含有碳、氢、氧、氮元素，而且还含有不可燃的各种杂质。从化学分析看到：棉尘的杂质占42.02%，毛尘的杂质占22.51%，麻尘的杂质占9.5%。所以，棉尘最不易点燃。其中大量的矿物质对爆炸起了遏制作用，因而缩小了爆炸范围，降低了爆炸强度。从爆炸参数上看，棉尘的爆炸浓度下限值较高，最小点火能较大，最大压力及最大压力上升速率较低。而麻尘的杂质含量较少，其中碳含量高达52.5%，因而麻尘具有较低的浓度下限，较小的点火能和较高的爆炸压力及压力上升速率。毛尘的杂质介于二者之间，其爆炸性能也介于二者之间。

从实际应用来看，本次实验的棉尘样含不可燃物量过大，尽管反映了某些特定的条件，但以此作为棉尘防爆的依据却不合适。由于棉花的来源不同，所处的工序不同，其棉尘的含灰量也不同，含灰量高达42%并不具有代表意义。根据国内外大量资料表明，含灰量在40%以上的粉尘属难燃粉尘，其爆炸的感度和强度都很低，可以说在这种情况下，是否需要采取防爆措施的必要已成问题。但棉纺织行业很多工序（包括一级滤尘）的尘样都较为洁净，所以有必要对含灰量小的粉尘进行研究。为此，我们特别粉碎了棉条做尘样，测得其化学成份为：

C	H	O	N	其它
41.52%	5.88%	47.14%	0	5.46%

相应浓度下限为： 20g/m^3 ，远远低于上述样品。鉴于这种情况，今后有必要对含灰量的影响进行系统研究，以便根据不同情况采取不同措施，这是下一步的工作。

对比而言，亚麻尘样取自除尘布袋，含灰量9.5%。对有机粉尘而言已相当纯净。毛尘的杂质占22.5%，属含尘量略偏高的范畴，但仍可以此为依据进行防爆设计。

2. 长纤维爆炸性能

棉麻毛长纤维爆炸问题源于哈尔滨亚麻厂事故分析。所谓长纤维是指其长度与直径之比较大，一般为几百甚至上千的，呈纤维状物质。一般棉麻毛长纤维直径大约几十微米，长度大约为几十毫米至几百毫米。

以单位体积纤维重称为长纤维浓度。由于长纤维常常是生产过程中的原料或中间产品，膨松的长纤维按工艺要求出现在某些工序中的特定部位，因而用单一的浓度概念认为各处浓度均匀是不合适的。因此有必要使用局部浓度与总体浓度两个不同的概念。

局部浓度是指空间某局部体积内膨松长纤维的浓度。总体浓度则是整个空间的各处局部浓度的体积平均值。膨松长纤维的点火性能取决于火源处的局部浓度，其大焰阵面传播速度与经历过的局部浓度密切相关。而整个空间的爆炸压力则由空间内点燃的纤维总量来决定，即与总体浓度密切相关。压力上升时间由整个空间内浓度分布情况确定。

经计算，当发现纺织过程中长纤维处于膨松状态，且纤维间间隙 >0.5 毫米时即应注意此种纤维能够快速燃烧，在特定条件下，即在高温大焰阵面可同时点燃纤维时，将会形成爆炸危险。

试验测得各种长纤维能够达到的最大压力值如下。

纤维种类	最大压力(MPa)
棉	0.30
毛	0.17
麻	0.22

六. 泄爆面积的计算

德国工程师协会 VDI 3673上所提供的资料，是有关粉尘爆燃泄爆设计基础方面较为全面的资料。这个设计方法以四种粉尘在1立方米、10立

方米、30立方米和60立方米(其等效球半径分别为:0.62米、1.34米、1.93米和2.43米)四种不同尺寸规格的容器内的试验实测数据为依据,给出了粉尘爆燃泄爆面积设计线解图。美国消防协会(National Fire Protection Assoc.)对此线解图进行了加工,在NFPA68上给出了线解图。从线解图可以看出,泄爆面积是粉尘等级、容器的容积、泄爆释放压力和容器最大允许压力等参数的函数,当已知上述参数时,可以利用这些线解图来确定泄爆面积。

这些线解图,是依照“立方根定律”绘制的。对于粉尘在完全密闭容器内的燃烧情况,也就是未进行泄爆的爆燃情况,该定律形式为:

$$(dP/dt)_{\max} \times (V^{1/3}) = \text{常数}$$

式中: $(dP/dt)_{\max}$ —在指定容器内,粉尘燃烧的最大升压速率,巴/秒

V —指定容器的容积,立方米

该常数称为 K_{st} ,单位用(巴*米/秒)表示

运用“立方根定律”,容器的长度与直径的比值即 L/D 要求小于5。

对于通常一些围筑物设施,例如房屋、建筑物等承受不了太大的压力。NFPA 68 1988年版本中给出了一个低强度围筑物泄爆面积计算公式,它适用于计算允许最大压力不超过0.1巴时的泄爆面积。

此公式为:

$$A_v = \frac{C \times A_s}{(P_{\text{red}})^{1/2}}$$

这里, A_v :泄爆面积(m^2)

C :由粉尘等级决定的常数,见下表

A_s :围筑物内表面积(m^2)

P_{red} :围筑物最高允许压力(kPa)

粉尘等级	C值(kPa) ^{-1/2}
St1	0.25
St2	0.30
St3	0.51

应用此方法进行泄爆面积设计时,对于这些围筑物要求:

$$L \leq 12A/P$$

式中: L :围筑物最长尺寸(m)

A: 横截面积(m^2)

P: 横截面的周长(m)

在应用此方法进行泄爆设计时,应使设计的最大允许压力不超过围筑物临界强度的 $2/3$ 。并且围筑物强度应至少比泄爆释放压力高出 2.4kPa

我们根据以上方法编制了泄爆面积计算方法CVA程序。

七. 泄爆膜片性能研究

泄爆是当前国际上最常用、最为行之有效的一种限制爆炸作用的安全措施。所谓泄爆,就是在爆炸初始阶段或爆炸扩展时采取的使本来相对密闭的装置暂时地或持久地向无危险方向敞开的一切措施。泄爆的基本原理就是在爆炸初期压力上升阶段,将爆炸产生的高温高压气体及可燃混合物泄至安全地段,使得设备或建筑物内压力下降,以保证设备或建筑物的安全。

目前,许多泄爆膜片都用于耐压强度较高的设备。对于正常工作条件为大气压或略有负压的除尘设备而言,其适用的膜片还缺乏研究。本文就是针对这一问题,通过对各种膜片的分析比较,从我国纺织行业的实际出发,兼顾适用性和经济性,对几种代表性的膜片进行了泄压性能测试。

为了进行泄压膜片的性能试验,我们专门设计了试验系统。系统包括以下部分:泄压装置,点火系统,测压系统及数据处理系统。

破膜压力不仅与材料的性质,材料的厚度有关,而且还和其他因素有关。例如:泄压面积,泄压材料长宽比等等。本试验采用的泄压面积为 $500\text{mm} \times 500\text{mm}$,泄压比为 $4(1/\text{米})$ 。

本试验采用了三类材料:一类为铝膜,其厚度为 0.1mm ;一类为纸膜,其中包括书写纸,胶板纸和牛皮纸;另一类为玻璃。

铝膜成本低,拉伸性能好,易于制成各种形状,且其自身强度较高,可适应正常工作的需要,是一种常见的泄爆材料。因而采用它为金属膜的代表。考虑到太厚的铝膜耐压强度过大,太薄的铝膜又过于柔软,因此,我们选择了厚度为 0.1mm 的铝膜。

非金属膜的代表选为纸膜。纸膜也是一种成本低廉的材料。我们从市场上选购了书写纸,胶板纸和牛皮纸进行了试验。

玻璃是一种易破碎的材料,在建筑物上,常常客观地起到泄爆的作用。因而我们采用常见的三厘(即 3mm 厚)的玻璃进行试验。考虑到纺织厂为采暖需要多采用双层玻璃,所以我们不仅对单层玻璃而且对双层玻璃进行了试验。

实验得出各种材料的破膜压力数据如下表所示。

各种材料的破膜压力

材料		破膜压力(kPa)
铝 膜		11
纸 膜	书写纸	3
	胶板纸	3
	牛皮纸	3
玻 璃	单 层	10
	双 层	19

从试验中我们得到以下几点结论:

1. 从破膜压力看,铝膜具有较高值,玻璃次之,最低的为纸膜。这是由于泄压膜是利用膜片自身强度特性工作的,所以膜片自身的强度决定了其用于泄压时的破裂压力值。

2. 铝膜是种易拉伸材料,在受荷载时发生变形。当变形大于一定值时产生破裂。一般裂口始于膜片上折皱处或压边铁框处,其裂口大小不一,所以尽管铝膜的破膜压力值能够保持一稳定水平,但其泄压面积却时大时小,不能保证整个设计泄压面的完全打开。从铝膜的泄压曲线可以看到,在泄压后装置内压力仍可能升高,有时甚至超过破膜压力值,这样就达不到良好的泄压效果。因此在使用铝膜作为泄压材料时,有必要配合使用膜片破裂器。但膜片破裂器的使用会增加结构的复杂性。

3. 纸膜是一种低强度材料,在很低的压力时就可能开始泄压,但也正由于其自身强度较弱,可能会在正常生产条件下发生破损。所以在使用纸膜作为泄压材料时,应对纸膜进行必要的处理,以增强其自身强度,并应注意检查维护与及时更换,以保证正常生产。

4. 玻璃的泄压性能并不象人们想像的那么好。这有两点理由,第一,玻璃是一种易粉碎材料,泄压时常破裂为尖利的小块并以高速飞出。从高速摄影得到的数据显示:玻璃泄压时初速可高达每秒四十米。所以采用玻璃泄压存在伤害人体的潜在危险。另外,玻璃的破裂压力并非人们想像的那么低,试验数据表明:单层3厘玻璃破裂压力为10kPa,而双层可达19kP

a. 这样的压力值对一些强度较低的建筑物可能起不到保护作用或者不能完全起到保护作用。

通过对低强度膜片进行的一系列试验表明：采用膜片泄压结构简单，造价低廉，破膜压力小。但由于事故状态总是偶然的，绝大多数情况还是正常生产条件，所以低强度膜片在应用时应特别注意其检修维护，及时更换，以保证其发挥作用。

八. 泄压门研究

泄压门是另一种常用的高性能的泄压装置。由于纺织厂除尘设备及除尘室的建筑物的强度很低，需要静态开启压力小泄压面积大的泄压装置，这时使用泄压门更为有利。泄压门设计成在门的一个边上设置铰链，泄压时以此铰链为轴向外转动，并设置一个类似开关的装置用于控制泄压门的静态开启压力。当设备或建筑物内压力升高达到静态开启压力时，开关即自动打开，整个泄压门被爆炸压力推开，即达到泄压目的。其特点是：

1. 生产成本低；
2. 容易保证泄压性能稳定；
3. 泄压门的静态开启压力及泄压门的强度和刚度可根据需要分别设计，可满足不同要求。

力学所设计的泄压门考虑下列要求：

1. 泄压门静态开启压力
2. 泄压门移动部分的总重量
3. 泄压门有足够的强度及刚度
4. 泄压门的密封

泄压门的结构设计为：

1. 泄压门的门体由一块整钢板(厚1毫米)加工而成。四周弯成边框，此时门的总重量即可满足要求，门的四周边框上设置密封条。
2. 泄压门可设在除尘器或除尘室的顶部或侧壁，门的铰链相应的布置在门的上部、下部和侧面。以铰链设在泄压门底部的泄压效果最佳，铰链设在侧面的次之。
3. 泄压门的静态开启压力可以根据泄压面积 A ，静态开启压力 P ，及开关的位置 H 计算。注意在确定泄压门的静态开启压力时应当同时考虑作用在泄压门四周的密封条上的压力，以保证使泄压口有良好的密封，此时应综合考虑两方面的要求。

我们对200mm*400mm, 300mm*400mm, 300mm*500mm及300mm*600mm四个尺

寸的泄压门进行系统的粉尘爆炸试验。试验表明,我们研制的泄压门的特性为:

1. 静态开启压力小于0.005MPa(0.05公斤/平方厘米)。
2. 运动部分总重量小于美国消防协会NFPA-68-88“泄爆指南”规定的12公斤/平方米。
3. 泄压门的密封可满足要求。
4. 泄压门性能稳定,既可单个工作,又可多个门一起动作。
5. 泄压门加工容易,使用维护方便。

所研制的泄压门经过数百次试验证明完全符合要求。

九. 布袋式除尘器的泄爆

经过调查,布袋除尘器从五十年代开始即大量采用,至今棉纺厂拥有的布袋除尘器占我国棉纺织厂总除尘器台数的17.52%。1987年哈尔滨亚麻厂发生的特大粉尘爆炸事故,就是首先在布袋除尘器中发生粉尘爆炸,而后扩展开的。据了解上述布袋除尘器中,经常发生大情火警,甚至一次火情就将多达数十个布袋全部烧光。很多单位在出现大情后,曾采取了防大措施,但并未及时认识到需要采取必要的防爆控爆措施。泄爆是一种控制粉尘爆炸危险的简便易行的措施,其效果非常明显,若哈尔滨亚麻厂的10号和11号除尘器设有泄压装置,则这两个除尘器的集尘斗将不会爆裂,集尘斗中大量积尘也就不会喷入除尘室,形成巨大的二次爆炸。除尘室若设有泄压装置则除尘室内爆炸压力就不会很高而使除尘室倒塌将巨大爆炸压力传入相邻车间,粉尘爆炸的危害就不会扩展至那么大范围,造成特大事故。为此提出,

1. 布袋除尘器结构应满足的要求:

- 1) 除尘器的风机应设置在布袋后方使风机不与含尘空气接触,只与干净空气接触。
- 2) 进风口既可设在布袋上方也可设置在布袋下部与集尘斗合在一起。
- 3) 布袋除尘器应具有防静电的措施。
- 4) 集尘斗下部最好能设置连续式积尘压紧排出装置。
- 5) 集尘室的结构强度应略高于其它部分强度。

2. 布袋除尘器泄爆设计

1) 泄爆面积计算

我国已给出棉麻毛纤维粉尘在粉尘爆炸危险分级中属于St1,根据具体除尘器的结构强度,利用我们建立的泄压面积计算程序即可算出除尘器的

泄压面积与相应的静态开启压力的数据.考虑到泄压的密封要求,就可以确定上述数据.在上述计算中,除尘器的容积可使用除尘器总容积,若只采用含有粉尘气体部分的容积亦可.

2) 泄压装置的布置

根据除尘器的结构,泄压装置可布置在除尘器的顶部及侧部.应注意不要将泄压装置安在集尘斗易与积尘相接触的部分,以免泄压时将积尘扬起,使泄压过程中可能形成二次爆炸,造成泄压困难.

泄压装置既可以采用泄压膜又可采用力学所研制的泄压门,我们建议采用泄压门.

在《报告十三----布袋除尘器泄爆研究》中有详细论述,并举例说明.

十. 结论

本课题在对国内棉纺行业除尘系统进行调研和对国内外粉尘爆炸研究资料进行分析的基础上,建立了粉尘爆炸特性参数试验装置及测试系统,系统研究了棉、毛、麻粉尘及长纤维爆炸性能,研制了相应的泄爆技术,并对纺织业除尘系统的防爆性能进行了评估,以布袋除尘器为例进行了泄爆设计.本课题全面完成了纺织部下达的任务.由于缺少可供借鉴的资料,所以完成这项研究课题不仅工作量巨大而且技术难度很高.本课题不仅给出了可供使用的各项粉尘及长纤维爆炸参数,而且研制了经济实用的泄爆装置.不仅在学术上有所创新,而且可用于纺织行业防爆治理,有巨大的经济效益和社会效益.

报告执笔人: 郭汉彦

报告一

工作报告

(一) 工作报告

第一部分 项目的来源和要求

随着工农业生产的发展,生产水平不断提高,纤维粉尘爆炸事故时有发生.1987年3月15日哈尔滨亚麻厂发生亚麻粉尘爆炸事故造成严重损失.事故发生后纺织部各级领导非常重视.由于国内外对于粉尘爆炸的机理有很多问题尚未搞清,为了解粉尘爆炸机理以便采取必要的防爆技术措施,纺织工业部于1987年底下达了《纤维和粉尘爆炸机理及防爆技术措施研究》的重大科研项目.由纺织科学研究院为牵头单位,与中国科学院力学所共同承担此项研究工作,并于1988年2月11日签定了技术合作协议书.

本项目要求的内容和主要技术指标如下.

1. 除尘系统防爆性能的评价(由纺科院与力学所共同承担)

纺织除尘系统综述,以及防爆性能的评价

2. 麻棉毛粉尘爆炸参数的试验研究(由力学所负责)

3. 麻棉毛纤维爆炸参数的试验研究(由力学所负责)

(1) 建立20升粉尘爆炸试验装置

(2) 建立2立方米粉尘爆炸试验装置

(3) 改进点火、参数测量、数据采集及数据处理装置

(4) 提出可行的试验方法

(5) 提出麻棉毛各一种粉尘的最大爆炸压力、爆炸下限浓度、最小点火能及爆炸压力上升速度等爆炸参数

4. 除尘室泄爆装置特性研究(由力学所负责)

(1) 建立模拟试验设备,提出试验方案,完成试验

(2) 提出泄爆面积、泄爆膜材料品种及厚度等参数

5. 除尘器(一种)防爆性能研究(由力学所负责)

提出一种经济实用防爆技术措施----防爆膜

第二部分 工作概况

一. 综合调查及评价(由纺科院与力学所共同承担)

1. 为了便于开展本项目的研究,首先对与本项目有关的国内外研究现状进行了系统全面的调研.

2. 鉴于国内外粉尘爆炸事故多起源于除尘系统,为便于进行防爆治理,纺织科学院首先分析了国内现有除尘设备的发展与改变情况,并对国内棉纺厂进行了调查,全面的了解棉纺厂除尘系统的情况.

3. 通过对京棉一厂、京棉二厂、京棉三厂及其他棉纺厂除尘系统的调查,