

港口散粮系统粉尘爆炸危险区域划分方法

李 刚,党君祥,钟圣俊,孙 莉

(东北大学 工业爆炸及防护研究所 辽宁 沈阳 110004)

摘 要 :以国家标准为基础,分析了爆炸性粉尘环境危险性区域划分方法和步骤,以粉尘释放源释放频率和形成爆炸性混合物的可能性为指标,给出了危险区域划分方法,并以某港筒仓系统生产线为例进行了说明,所得结果对于港口散粮系统的安全生产具有借鉴意义。

关键词 粉尘爆炸;危险场所;区域划分

中图分类号 X928.102,V698.5 文献标识码 A

文章编号:1008-5548(2005)04-0035-03

Dust Explosive Area Classification Method for Grain Bulking System in Harbor

LI Gang, DANG Jun-xiang,
ZHONG Sheng-jun, SUN Li

(Industrial Explosion Protection Institute, North East University,
Shenyang, 110004, China)

Abstract Based on national standard, the dust explosive area classification method and steps was analysed. Mainly considering the releasing frequency of the dust release resources and the possibility of forming explosible hybrids, the classification method was given out. Silo production line of certain harbor was illustrated as an example, the results may be used by other factory for reference.

Key words dust explosion; hazards area; area classification

粉尘爆炸的历史由来已久。世界上第一次粉尘爆炸事故发生在1785年意大利Durin的一家面粉厂。1878年在美国明尼苏达州的一家面粉厂粉尘爆炸,厂房全部被毁,损失80余万美元,18名工人全部遇难。1976年大陆粮食公司所属一个20万t仓容的筒仓,发生了粮食粉尘爆炸,整个筒仓被毁,死亡35人。日本从1952~1975年的23年内共发生粉尘爆炸事故177起,死伤486人。世界上平均约每天有一起谷物粉尘爆炸事故。我国在

50年代,哈尔滨一面粉厂曾发生一起粉尘爆炸,车间全部被毁;1981年广州黄浦港散粮立筒仓发生粉尘爆炸,筒仓本体遭到破坏,在场的7名作业工人全部受伤,直接经济损失100多万元;1989年河南省商丘、洛阳两个面粉散粮仓底部相继发生粉尘爆炸,造成多人受伤。国内外粮食粉尘爆炸的沉痛教训,必须引起我们对粉尘防爆工作的高度重视^[1-2]。

1 粉尘爆炸危险区分类的目的和意义

发生粉尘爆炸需要3个必备条件:可燃粉尘云、氧(如空气)和点火源。对于港口散粮工艺系统来说,保证爆炸性粉尘/空气混合物或粉尘层永不出现是很困难的,同样要保证设备永不产生点燃源也是非常困难的。因此,在爆炸性粉尘/空气混合物或可燃性粉尘层出现可能性大的情况下,应采用安全性能高的电气设备。相反,在降低爆炸性粉尘环境出现可能性的情况下则可以使用安全性能较低的设备。

对工厂进行正确的粉尘爆炸危险区域划分,是正确选择防爆电气设备的前提,对预防粉尘爆炸事故具有重要的意义。在最近几年制定的相关国家标准,如“粮食加工、储运系统粉尘防爆安全规程”、“港口接卸粮系统粉尘防爆安全规程”、“港口筒仓系统粉尘防爆安全规程”中均规定对具体的生产工艺要进行危险区域划分,并配置相应的防爆电气设备。同时,通过危险区域划分,对整个生产线的爆炸危险性能够有一个比较清楚的认识,使得防爆工作有的放矢,在少花钱的情况下做到尽可能地提高安全生产水平。

总之,无论是从预防粉尘爆炸的发生、提高安全生产水平的角度,还是从节省开支、提高经济效益的角度,对港口散粮生产系统进行危险区域划分都具有非常重要的意义。

收稿日期 2004-7-23

基金项目 辽宁省自然科学基金资助项目 编号 20021013。

第一作者简介 李刚(1969-),男,副教授,博士后。

2 危险区域分类方法

2.1 危险区域的定义

危险区域分类是根据爆炸性粉尘/空气混合物出现的可能性对工厂或安装环境进行分析和分类的方法,以便正确选择和安装危险场所中的电气设备,实现安全使用的。

根据 GB 124761-2000^[1]粉尘爆炸危险场所分为不同的 3 区域,即 20 区、21 区和 22 区。其定义如下:

20 区:在正常运行过程中,可燃性粉尘连续出现或经常出现,其数量足以形成可燃性粉尘与空气混合物和/或可能形成无法控制和极厚的粉尘层的场所及容器内部;

21 区:在正常运行过程中,可能出现数量足以形成可燃性粉尘与空气混合物但未划入 20 区的场所。该区域包括与充入或排放粉尘点直接相邻的场所、出现粉尘层和正常操作情况下可能产生可燃浓度的可燃性粉尘与空气混合物的场所;

22 区:在异常条件下,可燃性粉尘云偶尔出现并且只是短时间存在或可燃性粉尘偶尔出现堆积或可能存在粉尘层并且产生可燃性粉尘空气混合物的场所。如果不能保证排除可燃性粉尘堆积或粉尘层是,则应划分为 21 区。

2.2 危险区域分类步骤

为了区域划分,必须清楚处理粉尘的物性和设备安装特性,并进行以下分析:第一步是区分材料特性,比如颗粒大小、水分含量、粉尘云或层的点燃温度、粉尘云的最低爆炸浓度等;第二步是分析哪里有粉尘污染或有粉尘释放源存在;第三步是确定从释放源释放粉尘的可能性和设备的各部分出现爆炸性粉尘/空气混合物的可能性;第四步是分析潜在在危险粉尘层形成的可能性。采取以上步骤后,才可以分区。

2.3 粉尘释放源的分析

不同于可燃性气体或蒸气,可燃性粉尘不能由通风管排除或在释放停止时经扩散而排除。如果很低浓度的这种非爆炸性粉尘云持续的产生或长期的产生,一段时间后将形成厚的粉尘层。当空气快速流动时,这些粉尘层会生成粉尘云,形成爆炸性粉尘/空气混合物。粉尘堆积物燃烧时,由于扰动也可能形成并点燃粉尘云。

通常应辨别形成爆炸性粉尘/空气混合物或生

成粉尘层的条件,以及可能出现在工厂中的哪一个加工设备上、哪一道加工工序中或其它可能的操作如维修、清扫等。

粉尘容装系统的内部和外部应当分别考虑。在一个粉尘容装系统内,没有粉尘释放,但肯定可以形成粉尘云。对于粉尘容装系统的内部,也还必须区分大量存贮、加工粉尘产品的设备(例如筒仓、磨和混合器)和通常没有粉尘沉积存在的设备。

考虑粉尘容装系统外部释放源时,很多因素会影响区域的划分,例如:使用正压(正压气动输送)时,粉尘更易从设备的泄漏处逸出,而使用负压时,设备外部形成粉尘区域的可能性就非常低;柔性导管比金属管更易成为释放源;在建立有粉尘释放的生产过程中,也应考虑其它工艺参数,比如粉尘输送速度、粉尘抽取的速率和下落高度。另外,粉尘的粒度和水分含量能影响释放范围的大小。

一旦知道这个过程中粉尘释放的可能性,就应当指出释放源的不同位置和类型。以下情况在正常操作时可认为不是释放源:压力容器、外壳的主要附属结构,包括管嘴和人孔;管道、没有接头的导管和主干管;阀门密封和法兰连接,其设计和结构充分考虑过防止粉尘和泄漏。

以下应为释放源的例子:

粉尘云的持续形成:加工设备内部,例如筒仓、缓冲仓、料斗、称斗、筛分机、气垫输送机、刮板输送机、除尘系统以及物流转接落差处等;

主要释放源:某些抽取设备的内部或紧邻一个开包灌装点处;

次要释放源:偶尔或短期打开的人孔,有粉尘沉积的粉末处理间;

2.4 释放源释放粉尘达到可爆浓度的可能性分析

辨别出生产过程中的释放源后,应进一步识别粉尘释放发生的频繁程度和出现时间。

另外,还应确认潜在危险粉尘层形成的可能性,这一点在实际操作中容易忽略。在生产、加工或存贮粉尘产品的容器内部,常不能防止厚度不可控的粉尘层的形成,因为这是加工过程的一部分。而在容器外部形成的粉尘层应当控制(例如由管理人员)在可接受的程度。这个可接受的程度影响电气设备的选择。可接受的程度根据粉尘的特性和电气设备的表面温度而定。原则上,设备外部的粉尘层应在可控的厚度范围以内。

多数情况下,一个空间内部壁面上的粉尘层包

含足够产生爆炸性粉尘/空气混合物的粉尘。以 1 m^3 的立方体空间为例, 设悬挂粉尘层的密度为 100 kg/m^3 根据实验数据^[1], 一般粮食粉尘的爆炸下限为 $40\sim 100\text{ g/m}^3$ 。假定立方体内只有一个面挂粉, 经计算可得达到爆炸下限的粉尘层厚度为 1 mm 。一般设备内部不可能只有一个面挂粉, 在这种情况下挂粉厚度不到 1 mm 就能达到爆炸下限。该事实也让人们认识到达到危险程度的粉尘层可能是由极低浓度的粉尘云造成的。

根据潜在的爆炸性粉尘/空气混合物和潜在的危险粉尘层形成的可能性, 可按表 1 对区域分级。

表 1 根据潜在的危险粉尘层形成的可能性和释放的等级对区域划分

释放源等级	粉尘云	可控厚度的粉尘层	
		经常有扰动	很少扰动
持续	20	21	22
主要	21	21	22
次要	22	21	22

3 某港筒仓生产系统粉尘爆炸危险区域划分示例

通过对辽宁某港散粮系统处理粉尘的爆炸性测试和现场悬浮、沉积粉尘的测量、检查结果, 对该筒仓散粮系统进行了危险区域划分, 结果见表 2。

以上分区均以生产现状为基础, 系统改造后会影响分区结果, 例如除铁器 CT2 密封问题解决后周围危险区域等级就会由 21 区降低为 22 区、控制室和现场增加一道门或改为防尘门后也降为 22 区。

4 小结

由于现场设备、工艺的复杂性, 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 3 个区域(20 区、21 区和 22 区)的规定。区域划分应由懂得可燃物质性能、设备和工艺性能的专家进行。必要时还需与懂安全、电气及其它专业的工程技术人员协作进行。

参考文献:

[1] 中国科学技术协会学会工作部. 工业粉尘防爆与治理[A]. 全国粉尘防爆与治理学术讨论会论文集[C]. 天津. 1990.

表 2 筒仓散粮系统粉尘爆炸场所危险区域划分汇总表

场所名称	20 区	21 区	22 区
筒仓内部 缓冲斗、称斗内部			
斗式提升机内部, 刮板机内部, 皮带机内部			
粮食溜管、溜槽			
旋风除尘器内部、袋式除尘器滤前空间			
粉尘集尘(留)管、灰间			
粉尘通风管道内部			
工作楼:			
(1)除铁器 CT2 附近 5 m 范围内、灰间附近 2 m 范围内			
(2)皮带机 BC2 头部拨叉 A8 附近 2 m、下部到地面			
(3)四楼电子称附近 3 m 范围内			
(4)工作塔七、九楼除尘设备空间			
工作楼空间其余部分			
卸粮坑内部及其附近 2 m 空间			
附近 5 m 空间			
附近 10 m 空间			
卸粮坑底部廊道			
筒仓顶部			
仓底下廊道			
控制室			

China Association of Science and Technology. Anti-explosion and administration of industrial powder [A]. National Conference of Anti-explosion and Administration of Powder[C], Tianjin, 1990. (in Chinese)

[2] 孙正毅. 粮食粉尘爆炸的起因及预防[J]. 上海劳动保护技术, 1997, 89(6):

SUN Zhengyi. The cause and prevention of grain powder explosion [J]. Shanghai Labour Safety Technology, 1997, 89(6). (in Chinese)

[3] GB 12476.1-2000 可燃性粉尘环境用电气设备[S].

GB 12476.1-2000. Electrical equipments for environment of combustible powder[S]. (in Chinese)

[4] Rolf K. Eckhoff. Dust Explosions in the Process Industries[M]. London: the University Press of Cambridge, 1991.

[5] 邓照帆, 李刚. 粉尘防爆研究和发展动态[A]. 1997 年中国劳保学会粉尘爆炸研究会年会论文集[C]. 沈阳, 1997.

DENG Xu fan, LI Gang. Research and development trends of anti-explosion of powder [A]. 1997 Conference of Research Society of Powder Explosion of CLSSTS[C], Shenyang, 1997. (in Chinese)