

文章编号: 1006-9941(2008)03-0327-06

泄爆导管对容器内粉尘燃爆泄放特性的影响

喻健良, 吕明宇

(大连理工大学化工学院, 辽宁 大连 116011)

摘要: 为了研究泄爆导管的安装对容器内铝粉燃爆泄放过程的影响, 对原有 1.3 L Hartman 粉尘泄爆装置进行了改进, 加装了泄爆导管。实验发现, 最大泄爆超压随着泄爆膜动作压力的增大而上升, 而最大升压速率的变化规律则与之相反; 泄爆导管越粗, 容器内的最大泄爆超压越低; 相比无泄爆导管的情况, 安装泄爆导管后的最大泄爆超压和最大升压速率会在更高的浓度下达到最大值; 最大升压速率随粒度的减小而增大; 同条件下安装泄爆导管后的超压值要大于未装泄爆导管时的值。为此, 加装泄爆导管之后应适当增大泄爆容器的耐压强度。

关键词: 有色金属冶金; 泄爆导管; 最大泄爆超压; 最大升压速率

中图分类号: TJ55; TQ02

文献标识码: A

1 引 言

在许多粉尘处理工业中, 粉尘以云状的形式存在, 一旦遇到点火源则可能爆炸。泄爆技术^[1]是防止工业生产过程中气体、粉尘发生毁灭性爆炸灾害的一种有效减灾技术手段。在应用泄爆技术时, 不在泄爆口外安装泄爆导管, 而采用向开敞空间直接泄放, 泄爆效果最好^[2], 但是, 在实际应用中一般难以实现。为了防止泄爆时喷出的火焰对周围人员和环境产生危害, 并防止可能产生的“二次爆炸”危害, 一般在泄爆口外安装泄爆导管, 将爆炸引起的火焰及高温喷出物引至安全地带。因此, 研究泄爆导管的安装对爆炸容器内外压力发展过程的影响具有重要意义, 有利于指导泄爆导管及爆炸容器的强度设计。

为了合理设计泄爆装置以达到最佳的泄爆效果, 人们进行了很多实验和理论研究。在无泄爆导管方面, 胡俊等^[3]以气体为研究介质, 得出了不同泄爆面积和不同泄爆膜动作压力(p_v)条件下容器的内压力发展历史。在有泄爆导管方面, 姜孝海等^[4]研究了有泄爆导管条件下外流场的变化特征和二次爆炸的产生和发展过程, 并对在不同泄爆膜动作压力、不同泄爆面积、不同当量比的甲烷-空气预混气和不同点火位置的试验条件下获得的结果进行了分析, 讨论了二次爆炸强度的变化规律。G A Lunn等^[5]在大型实验设备上研究了泄爆导管对泄爆过程的影响, 指出由于有效泄放面积小于泄

爆导管的横截面积, 使得泄爆导管的影响要远小于理论值。到目前为止, 泄爆试验研究取得了一定的进展, 但还有很大的提升空间, 例如, 现有的泄爆试验研究大都选用预混可燃气体作为试验介质, 很少涉及到粉尘, 而且大部分文献或单一的研究有泄爆导管时容器内泄爆超压的变化情况, 而没有给出无泄爆导管时的实验值作为对比, 无法指导泄爆导管设计; 或笼统地给出安装泄爆导管前后最大泄爆超压(p_{red})之间的经验公式, 而并没有考虑泄爆导管尺寸所带来的影响。因此, 综合研究加装泄爆导管前后容器内压力的变化情况以及不同尺寸的泄爆导管对实验结果的影响有重要的实际意义, 对压力容器的安全设计与使用至关重要。

本工作以铝粉为研究对象, 针对不同的实验条件, 分别对有泄爆导管和无泄爆导管两种情况进行了实验研究, 然后进行了比较, 为粉尘爆炸条件下安全泄放设计提供了实验研究基础。

2 实验装置

实验装置是在标准 1.3 L Hartmann 管基础上改制而成的。实验系统分为五个部分: ① 实验装置(即泄爆容器); ② 扬尘系统; ③ 控制系统; ④ 点火装置; ⑤ 测试和数据采集系统。实验装置及泄爆口细节部分见图 1 及图 2。

实验步骤如下: ① 打开 Hartman 管, 在底部放入一定量预先称好的实验粉尘, 再将其密封好; ② 将膜片密封在 Hartman 管上端, 通过调整膜片的层数来改变 p_v ; ③ 通过高压气瓶给储气室充入压缩空气; ④ 打开计算机中的控制程序, 控制程序先将电磁阀打开, 使储气室中的压缩空气通过单向截止阀和喷嘴吹

收稿日期: 2007-09-12; 修回日期: 2008-01-07

基金项目: 国家自然科学基金资助(50276009)

作者简介: 喻健良(1963-), 男, 教授, 从事可燃气体燃烧爆炸与爆炸抑制的技术研究工作。e-mail: yjl63@21.cn.com

入爆炸室底部。底部为碗形的爆炸室会形成涡流将实验粉尘由下向上较均匀地分散在整个爆炸室,形成粉尘云。⑤ 电磁阀开启约 0.05 s 后,控制系统接通变压器和电极之间的电路,两电极间高压放电,产生电火花引燃粉尘云(点火能量约为 4.5 J,且不可控),产生爆炸,当容器内的爆炸压力达到 p_v 时,膜片破裂开始泄爆;⑥ 在接通变压器和电极之间的电路的同时,压力传感器开始采集数据,并通过采集卡将数据传入计算机,经过处理,得出爆炸压力随时间变化的波形图。

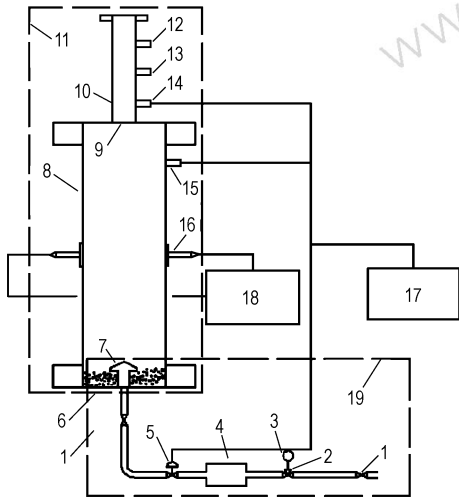


图1 实验装置图

1—单向阀, 2—三通接头, 3—压力表, 4—1L 储气室,
5—电磁阀, 6—实验粉尘, 7—喷嘴, 8—Hartman 管,
9—泄爆口, 10—泄爆导, 11—泄爆容, 12—4 号压力传感,
13—3 号压力传感, 14—2 号压力传感器, 15—1 号压力传感器,
16—电极, 17—数据采集及控制系统, 18—点火系, 19—扬尘系统

Fig. 1 Sketch map of dust explosion venting equipment

1—check valve, 2—duplex fitting, 3—pressure gauge,
4—1L plenum chamber, 5—electromagnetic valve,
6—experimental dust, 7—nozzle, 8—Hartmann tube,
9—vent opening, 10—vent duct, 11—venting vessel,
12—No. 4 transducer, 13—No. 3 transducer,
14—No. 2 transducer, 15—No. 1 transducer,
16—electrode, 17—data acquisition and control system,
18—ignition system, 19—dust raising system

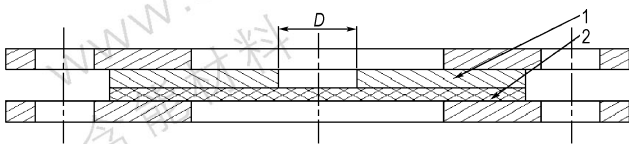


图2 泄爆口及钢圈的示意图

1—钢圈, 2—膜片

Fig. 2 Sketch map of venting membrane and steel ring

1—steel ring, 2—venting membrane

3 实验结果及分析

3.1 泄爆容器内和泄爆导管内泄放压力曲线

安装泄爆导管后容器及泄爆导管内各点的压力-时间曲线如图 3 ~ 图 6 所示。实验条件: 铝粉浓度 $500 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$ 、粒度(中值) $10 \mu\text{m}$ (本文所指粒度的大小都指粉尘的中值,不再一一赘述),采用两层泄爆膜,泄爆膜动作压力(p_v)为 0.15 MPa,泄爆导管直径为 30 mm,泄爆口径为 15 mm。

如图 3 ~ 图 6 所示,1 号传感器用来测量泄爆容器内的压力,2 号 ~ 4 号传感器依次测量泄爆导管逐渐向外传播的压力。1 号传感器测得的容器内压力达到 0.15 MPa 时,泄爆膜破裂开始泄爆,其开启时刻为 $t = 49.3 \text{ ms}$,破膜后容器内的压力继续上升至 0.178 MPa。泄爆膜开启后,压力波从 1 号传感器沿泄爆导管传播到 2 号传感器的时刻为 $t = 52.8 \text{ ms}$,达到的最大压力值为 0.0601 MPa,传播距离为 50 mm,平均速度为 $14.3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$;压力波从 2 号传感器沿泄爆导管传播到 3 号传感器的时刻为 $t = 57.6 \text{ ms}$,达到的最大压力值为 0.0329 MPa,传播距离为 60 mm,平均速度为 $12.5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$;压力波从 3 号传感器沿泄爆导管传播到 4 号传感器的时刻为 $t = 67.2 \text{ ms}$,达到的最大压力值为 0.0265 MPa,传播距离为 60 mm,平均速度为 $6.25 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。可见随着测点距泄爆口的距离的增大,压力波传播到该点的时间间隔逐步增长、达到的最大值也逐渐下降,即压力波在泄爆导管内的传播速度及强度是随着与泄爆口距离的增大而逐渐减弱的。

3.2 泄爆膜动作压力对容器内泄爆结果的影响

保持粉尘浓度、粒度、泄爆导管直径、泄爆口径不变,改变泄爆膜层数,得到不同 p_v 下的最大泄爆超压 p_{red} ,如图 7 所示。

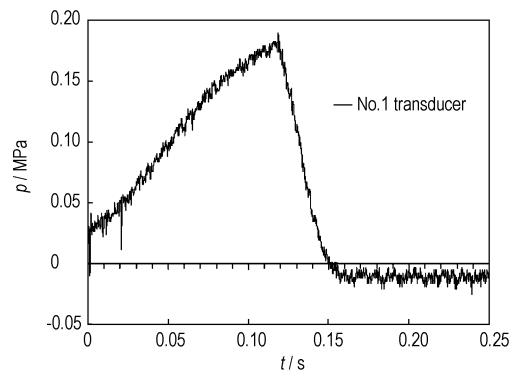


图3 1号传感器泄爆时压力-时间曲线

Fig. 3 Pressure-time curve of explosion venting in No. 1 transducer

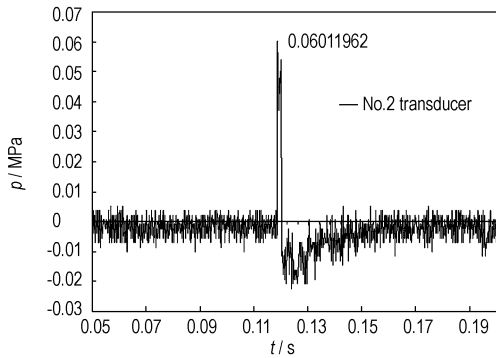


图 4 2 号传感器泄爆时压力-时间曲线

Fig. 4 Pressure-time curve of explosion venting in No. 2 transducer

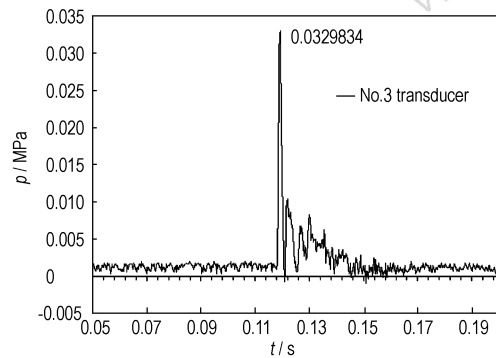


图 5 3 号传感器泄爆压力-时间曲线

Fig. 5 Pressure-time curve of explosion venting in No. 3 transducer

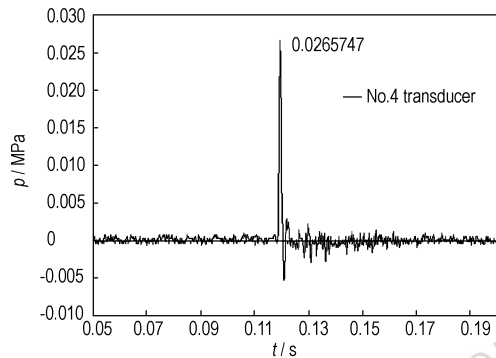


图 6 4 号传感器泄爆压力-时间曲线

Fig. 6 Pressure-time curve of explosion venting in No. 4 transducer

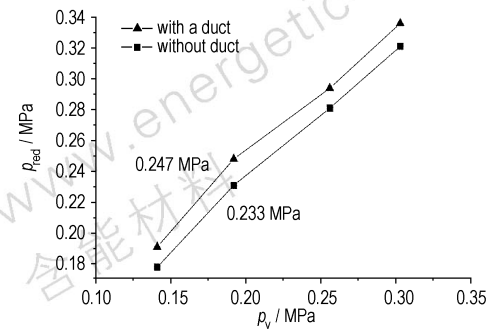


图 7 p_v 对 p_{red} 的影响

Fig. 7 Effect of relieving pressure p_v on maximum reduced pressure p_{red}

实验研究发现,泄爆膜厚度越小,泄爆膜动作压力越低,容器内的 p_{red} 越小,这一规律与不加泄爆导管时 p_v 对 p_{red} 的影响类似,但是加泄爆导管后的 p_{red} 值要高于同条件下未加泄爆导管的 p_{red} 值。以此种实验条件下的测量值为例,不安装泄爆导管的情况下泄爆时 p_{red} 达到 0.233 MPa,而加泄爆导管后最大超压值上升至 0.247 MPa。因此,泄爆导管的安装对反应容器的设计强度提出了更高的要求。

p_v 对泄爆过程中的最大升压速率 $(dp/dt)_{red}$ 的影响如图 8 所示。实验研究发现,泄爆动作压力的变化对 $(dp/dt)_{red}$ 的影响也很显著,泄爆膜较厚时,泄放时的泄压速率大于爆炸产生的升压速率,容器内泄爆时总的升压速率越小^[6]。这一规律与不加泄爆导管时 p_v 对 $(dp/dt)_{red}$ 的影响类似,但是加泄爆导管后容器内的 $(dp/dt)_{red}$ 值要高于同条件下加泄爆导管前的 $(dp/dt)_{red}$ 值。以此种条件下的测量值为例,不安装泄爆导管的装置中测得的泄爆时的 $(dp/dt)_{red}$ 为 $7.29 \text{ MPa} \cdot \text{s}^{-1}$,而在有泄爆导管的装置中测得的 $(dp/dt)_{red}$ 值则上升至 $8.05 \text{ MPa} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

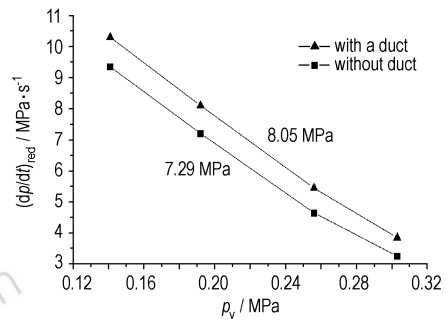


图 8 p_v 对 $(dp/dt)_{red}$ 的影响

Fig. 8 Effect of relieving pressure p_v on maximum rate of pressure rise $(dp/dt)_{red}$

从气体动力学的观点分析,引起反应容器内泄爆超压和升压速率值上升的原因有两种可能^[7]:

① 泄爆导管的使用增加了气体流动的阻力,减弱了火焰帘面前未燃物质从泄爆口流出的速度,增加了容器内燃烧物质的数量,导致反应容器内爆炸压力的上升。

② 在泄爆膜开启瞬间,高压气体包含大量已燃和未燃的空气-可燃粉尘混合物以极高的速度进入泄爆导管,在其入口端产生剧烈燃烧。结果在这一区域同时产生了向前、向后的冲击波,向前的冲击波在泄爆导管内进一步传播,由于管壁的摩擦以及热量损耗等原因,速度及强度沿管程方向逐渐衰减;向后的冲击波反过来

又进入反应容器内,破坏了容器内的准稳态流动机制,产生了强烈的湍动,使燃烧速率急剧上升,进而导致安装泄爆导管后容器内的泄爆超压及升压速率的上升。

3.3 泄爆导管直径对容器内泄爆结果的影响

其他实验条件不变,仅改变泄爆膜动作压力(泄爆膜的层数从1层增加到4层)来考察泄爆导管直径对泄爆结果的影响。为了更好地说明泄爆导管直径对 p_{red} 和 $(dp/dt)_{red}$ 的影响,以泄爆导管直径做为横坐标,分别以 p_{red} 和 $(dp/dt)_{red}$ 为纵坐标。因为无泄爆导管的情形相当于在泄放口外接一个直径无穷大的泄爆导管,但无穷大是个抽象的概念,无法在坐标轴中找到这一点,所以,取 D 为200 mm作为无穷大那点的横坐标(Hartman管的内径为63 mm,采用200 mm作为无泄爆管时的横坐标具有足够的裕度)。

实验研究发现,安装泄爆导管后,泄爆容器内的最大超压值 p_{red} 会有不同幅度的上升(见图9),上升幅度 $\Delta p = p_{red}' - p_{red}$ 不仅取决于 p_v ,还受泄爆导管直径大小的影响。泄爆导管直径为30 mm时 $\Delta p = 0.018$ MPa,而相同实验条件下,泄爆导管直径为50 mm时测得 $\Delta p = 0.007$ MPa。这说明泄爆导管直径越小,容器内的泄爆超压值越高,相比于无泄爆导管时的实验结果,此时的最大泄爆超压的上升幅度越大。这是因为泄爆导管直径越小,从泄爆口流出的气体在泄爆导管内流动时所受的阻力越大,从而减少了泄爆口的出流量,增加了容器内燃烧物的数量,导致泄爆超压值上升幅度增加。实验结果说明,在设计泄爆导管时,导管的直径越粗,对反应容器的强度要求越低,泄放也越有效^[8]。

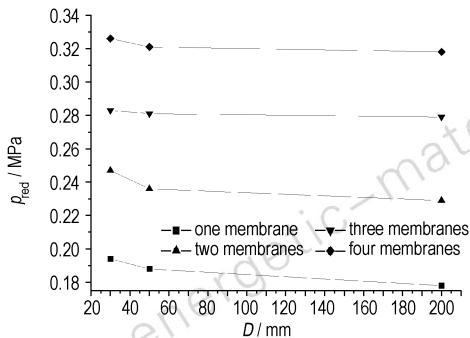


图9 泄爆导管直径对 p_{red} 的影响

Fig. 9 Effect of diameter of venting duct on maximum reduced pressure p_{red}

泄爆导管直径对泄爆过程中 $(dp/dt)_{red}$ 的影响如图10所示。安装泄爆导管后,泄爆容器内的 $(dp/dt)_{red}$ 会有不同幅度的上升,上升幅度 $\Delta(dp/dt) = (dp/dt)_{red}' - (dp/dt)_{red}$ 不仅取决于 p_v ,还受泄爆导管直

径大小的影响。泄爆导管直径为30 mm时 $\Delta(dp/dt) = 0.9$ MPa \cdot s $^{-1}$,而相同实验条件下,泄爆导管直径为50 mm时测得 $\Delta(dp/dt) = 0.4$ MPa \cdot s $^{-1}$ 。泄爆导管直径越小,容器内已燃的、未燃的粉尘和燃烧产物进入泄爆导管后的流动阻力越大。致使泄放产生的降压速率小于容器内爆炸产生的升压速率,所以,泄爆导管内径越小,升压速率 $\Delta(dp/dt)$ 的增加幅度越大。

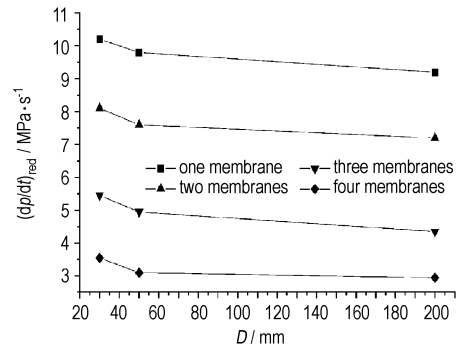


图10 泄爆导管直径对 $(dp/dt)_{red}$ 的影响

Fig. 10 Effect of diameter of venting duct on maximum rate of pressure rise $(dp/dt)_{red}$

3.4 粉尘浓度对容器内泄爆结果的影响

保持粉尘粒度、泄爆口径、泄爆膜层数、泄爆管直径不变,研究粉尘浓度对容器内 p_{red} 和 $(dp/dt)_{red}$ 的影响,结果如图11和图12所示。

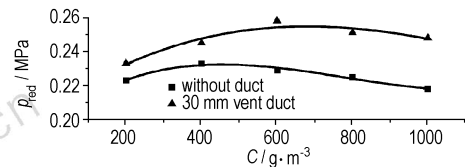


图11 粉尘浓度对容器内 p_{red} 的影响

Fig. 11 Effect of dust concentration on maximum reduced pressure p_{red}

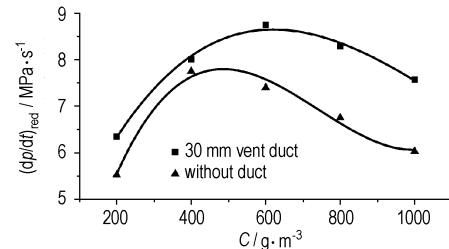


图12 粉尘浓度对容器内 $(dp/dt)_{red}$ 的影响

Fig. 12 Effect of dust concentration on maximum rate of pressure rise $(dp/dt)_{red}$

由图11和图12看到,无论是否安装泄爆导管,泄爆容器内 p_{red} 和泄爆时的 $(dp/dt)_{red}$ 均随粉尘浓度的增大呈现出先上升后下降的变化趋势。

这主要是因为泄爆导管的引入破坏了容器内原有的准稳态流动机制,引起了剧烈的湍动,使得容器内的燃烧更加充分,在相同耗氧量的条件下,需要更多的粉尘。所以,粉尘的最佳浓度在加泄爆导管后会有所增加,但增加幅度则与泄爆导管直径有关,因为不同的直径会带来流动阻力的差别,以直径 30 mm 泄爆导管为例,粉尘的最佳浓度在加装泄爆导管后由 $400 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$ 增加到 $600 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$ 。

3.5 粉尘粒度对容器内泄爆结果的影响

保持粉尘浓度、泄爆口径、泄爆管直径、泄爆膜层数不变,研究粉尘粒度(10, 37.5, 48, 75 μm)对 p_{red} 和 $(dp/dt)_{\text{red}}$ 的影响,结果如图 13 和图 14 所示。

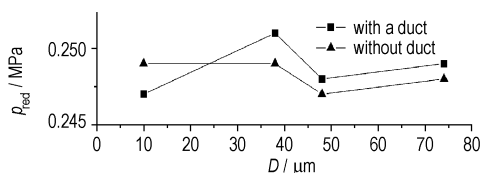


图 13 粉尘粒度对 p_{red} 的影响

Fig. 13 Effect of dust particle size on maximum reduced pressure p_{red}

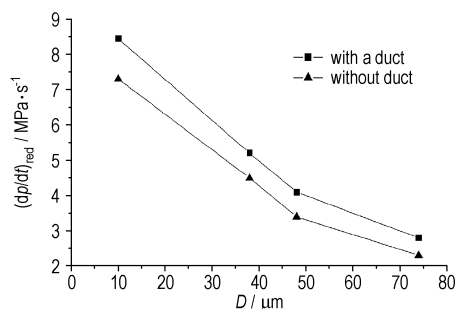


图 14 粉尘粒度对 $(dp/dt)_{\text{red}}$ 的影响

Fig. 14 Effect of dust particle size on maximum rate of pressure rise $(dp/dt)_{\text{red}}$

实验结果发现,即使安装泄爆导管后,粉尘粒度的变化对 p_{red} 的影响也可忽略,而对泄爆时的 $(dp/dt)_{\text{red}}$ 有较大影响。当颗粒直径较大时,随着燃烧的快速传播,颗粒内部因缺氧而不能完全燃烧,从而减慢了燃烧热的释放和传递;随着粒度的减小,颗粒比表面积随之增大,氧气向颗粒表面扩散的时间将缩短,颗粒因缺氧而不能完全燃烧的现象随之减弱,燃烧热释放也加快。因此,泄爆时的升压速率随粒度的减小而增大。

比较图 13 和图 14 发现,安装泄爆导管后泄爆时的最大超压值和 $(dp/dt)_{\text{red}}$ 较之未安装泄爆管时高,而且随着粉尘粒度的减小, $(dp/dt)_{\text{red}}$ 的变化幅度变大,即粉尘粒度越小,泄爆导管的安装对泄爆时 $(dp/dt)_{\text{red}}$ 的影响越大。

4 结论

(1) 随着测点距泄爆口距离的增大,泄爆时的压力波传播到该点的时间间隔越长、达到的最大值越小,即压力波的传播速度及强度在泄爆导管内是逐渐减弱的。

(2) 容器内 p_{red} 随 p_v 的增大而上升,而 $(dp/dt)_{\text{red}}$ 则随着 p_v 的增大而降低,且均高于同条件下未加泄爆导管时的实验值。

(3) 泄爆导管越粗,泄爆过程中容器内的 p_{red} 越低。

(4) 随粉尘浓度的增大,容器内 p_{red} 和 $(dp/dt)_{\text{red}}$ 均呈现出先上升后下降的变化趋势,达到最大值时的浓度较之无泄爆导管时有所增加。

(5) 粉尘粒度的变化对容器内 p_{red} 的影响很小, $(dp/dt)_{\text{red}}$ 随着粉尘粒度的减少而增大,并高于同条件下未加泄爆导管时的 $(dp/dt)_{\text{red}}$ 。

泄爆导管的安装使得容器内的 p_{red} 和 $(dp/dt)_{\text{red}}$ 有所上升,对容器的承压能力设计提出了更高的要求。在相同泄爆条件下,可以考虑增加泄爆导管的直径来降低容器内的 p_{red} 。但具体降低幅度有待于进一步研究。

参考文献:

- [1] Richard Siwek. Explosion venting technology [J]. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 1996, 9(1): 81 - 90.
- [2] Ponizy B, Leyer J C. Flame dynamics in a vented vessel connected to a duct; 2. influence of ignition site, membrane rupture, turbulence [J]. *Combustion and Flame*, 1999, 116: 272 - 281.
- [3] 胡俊, 浦以康, 万士昕, 等. 柱形容器开口泄爆过程中压力发展特性的实验研究 [J]. *爆炸与冲击*, 2001, 21(1): 47 - 53.
HU Jun, PU Yi-kang, WAN Shi-xin, et al. Experimental investigations of pressure development during explosion vent from cylindrical vessels [J]. *Explosion and Shock Waves*, 2001, 21(1): 47 - 53.
- [4] 姜孝海, 范宝春, 叶经方. 泄爆外流场特性的实验研究 [J]. *实验力学*, 2005, 20(2): 171 - 178.
JIANG Xiao-hai, FAN Bao-chun, YE Jing-fang. Experimental investigations on external flow field in explosion venting [J]. *Journal of Experimental Mechanics*, 2005, 20(2): 171 - 178.
- [5] Lunn G A, Nicol A M, Collins P D, et al. Effects of vent ducts on the reduced pressure from explosion in dust collectors [J]. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 1998, 11: 109 - 121.
- [6] 范宝春, 姜孝海. 高压泄爆导致的二次爆炸 [J]. *爆炸与冲击*, 2005, 25(1): 11 - 16.
FAN Bao-chun, JIANG Xiao-hai. Secondary explosion induced by vented explosion [J]. *Explosion and Shock Waves*, 2005, 25(1): 11 - 16.
- [7] 杨少丽. 镁铝粉尘泄爆特性的实验研究 [D]. 大连: 大连理工大学, 2007.
- [8] Francesco, Tamanini, John V Valiulis. Improved guidelines for the sizing of vents in dust explosions [J]. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 1996, 9(1): 105 - 108.

Effects of Vent Duct on Explosion Venting Characteristics of Dust in the Vessel

YU Jian-liang, Lü Ming-yu

(The School of Chemical Engineering, Dalian University of Technology, Dalian 116011, China)

Abstract: Experimental studies on the explosion venting of aluminum dust were conducted in 1.3 L Hartmann tube connected to a vent duct. The experimental results show that the maximum reduced pressure increases with relieving pressure increasing. In the contrast, the maximum rate of pressure rise decreases with relieving pressure increasing. Vent duct being wider, the maximum reduced pressure is lower. There exists an optimum concentration making the maximum reduced pressure and the maximum rate of pressure rise reach to a maximum. The concentration is higher than that of no duct venting. The effect of dust particle size on the maximum reduced pressure can be ignored, while the maximum rate of pressure rise increases with particle size decreasing. The higher pressure is measured in the condition of tube connected to a duct.

Key words: non-ferrous metal metallurgy; vent duct; the maximum reduced pressure; the maximum rate of pressure rise

(上接 326 页)

[6] 吴志高,李世荣,卢军彩. 环氧值测定方法的改进[J]. 武汉化工学院学报, 2006, 28(1): 5-7.

WU Zhi-gao, LI Shi-rong, LU Jun-cai. Improved method for determining epoxy value [J]. *Journal of Wuhan Institute of Chemical Technology*, 2006, 28(1): 5-7.

[7] 马仁杰. 酰化法测定端羟基聚丁二烯羟值的测量不确定度评定

[J]. 化学分析计量, 2004, 13(1): 10-12.

MA Ren-jie. Evaluation of the uncertainty of measurement in the determination of the hydroxyl value of hydroxyl-terminated polybutadiene by acylation[J]. *Chemical Analysis and Meterage*, 2004, 13(1): 10-12.

[8] 刘艺. 端羟基聚丁二烯的环氧改性和固化研究[D]. 西安: 西安交通大学, 2005.

Mechanical Properties of Modified Hydroxyl-Terminated Polybutadiene Based Polyurethane

SUN Jie, ZHENG Yuan-suo, GAO Guo-xin, WANG Lei, TAN Yi-bo

(Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710049, China)

Abstract: The epoxidized hydroxyl-terminated polybutadiene (EHTPB) with different epoxide number was prepared by peroxide acetic acid in situ. EHTPB based polyurethane was prepared by curing with diisocyanates (toluene-diisocyanate(TDI), isophorone-diisocyanate(IPDI) and 4,4-dicyclohexylmethane-diisocyanate(H_{12} MDI), and chain extender 1,4-butanediol(BDO)). Its structure was also analyzed by infrared spectroscopy and scanning electron microscopy(SEM). Results show that H_{12} MDI is a better solidified agent for improving mechanical properties of polyurethane. The optimal epoxide number of EHTPB is about $0.18 \text{ mol} \cdot (100 \text{ g})^{-1}$. Mechanical properties of polyurethane can be improved by adding extender BDO. The optimal content of BDO is that the mole ratio of $-\text{OH}(\text{BDO}) / -\text{OH}(\text{EHTPB})$ is 1-2. The experimental results indicate that EHTPB/ H_{12} MDI/BDO based polyurethane has the highest mechanical properties.

Key words: polymer materials; epoxidized hydroxyl-terminated polybutadiene (EHTPB); polyurethane; mechanical property; diisocyanate; 1,4-butanediol (BDO)