

文章编号: 1001-4888(2018)02-0281-09

干粉灭火剂和水爆炸驱动下 运动特性及灭火效果对比分析^{*}

汪泉^{1,2}, 李成孝¹, 李志敏³, 郭子如¹, 程扬帆¹, 李雪交¹

(1. 安徽理工大学化学工程学院, 安徽淮南 232001; 2. 安徽理工大学土木工程博士后流动站, 安徽淮南 232001;

3. 安徽理工大学土木建筑学院, 安徽淮南 232001)

摘要: 爆炸驱动的干粉灭火剂或水灭火相对于传统灭火方式具有高效、便捷等优势, 可应用于森林、草原和高层建筑物等火灾扑救。为了研究干粉和水介质爆炸运动特性及其灭火效果, 采用HX-3型彩色高速摄像机记录爆炸水雾、爆炸抛撒干粉灭火剂灭火的全过程, 发现爆炸装置直径、介质质量对两类介质爆炸抛撒过程、抛撒半径、抛撒作用时间有着显著影响; 等体积的干粉和水进行爆炸灭火, 水介质到达着火区域较快, 而干粉驻留时间较长。文中的实验结果与分析, 对提高爆炸灭火效率、优化水基或干粉基爆炸灭火弹结构, 具有一定的理论参考价值。

关键词: 爆炸水雾; 干粉灭火剂; 高速摄像机; 灭火特性

中图分类号: X932

文献标识码: A

DOI: 10.7520/1001-4888-17-221

0 引言

针对某些特殊环境(如高层楼房、有毒或辐射环境等)火灾, 传统的灭火方式无法实现有效灭火。爆炸法灭火利用炸药爆炸作为做功能源驱动灭火介质扑灭火源, 是一种新型高效、便捷的灭火方式。早在20世纪90年代初, 俄罗斯A. M. Grishin等^[1]从实验、理论模拟、实际观察等方面对激波与森林林冠火的相互作用做了部分探索性工作。沈兆武等^[2,3]提出了冷激波灭火思想, 该方法结合了激波灭火和灭火介质灭火的优点, 其灭火效率高, 不易复燃。汪泉等^[4,5]采用微细热电偶测试爆炸水雾与油火作用过程温度变化, 并设计出一种爆炸水雾灭火弹。目前, 大多数灭火弹配用灭火剂为干粉^[6], 这是因为干粉为固体, 方便灭火弹弹道设计及弹体结构设计, 利用抛撒装置将弹体内灭火粉体均匀地抛撒开来, 弥散到整个火场。李斌等^[7]采用高速阴影技术测试了激波驱动固体颗粒物的抛撒和云团形成过程。相比较而言, 水是最廉价和便捷的灭火介质, 且雾状水灭火效果最优, 因此, 细水雾作为“哈龙”灭火剂的有效替代物在灭火方面已得到广泛关注^[8-11]。细水雾不仅可阻隔氧气流入燃烧的中心, 起到阻燃的作用, 还能够抑制火灾烟气的流动^[12]; 同时, 水分散成微小的液滴能够在很短时间内吸收大量的热量, 从而高效地降温。国内外关于细水雾灭火方面研究工作较多^[13-17], 但该方式靠驱动装置加压, 其水雾喷射距离很有限, 而爆炸水雾可以弥补该方面不足, 兼有细水雾灭火和激波灭火的优点。实际上, 爆炸驱动下干粉和水雾的运动特性不同, 其灭火效果存在一定差异, 开展两类介质抛撒运动特性及灭火效果对比分析, 对于优化灭火弹结构、提高灭火效率等具有一定的理论参考意义。

灭火弹的灭火效率取决于灭火剂种类、弹体几何形状以及介质抛撒后的半径、形状和浓度等因素。

^{*} 收稿日期: 2017-10-24; 修回日期: 2017-12-06

基金项目: 国家自然科学基金(11502001)、中国博士后面上项目(2014M561808)、安徽省博士后项目(2014B035)资助

通讯作者: 汪泉(1980—), 男, 博士, 副教授, 硕导。主要研究领域: 爆炸力学。Email: wqaust@163.com

因此,研究典型灭火介质爆炸抛撒运动特性对于改进灭火弹结构设计、提高灭火效率具有重要意义。本文采用自制爆炸灭火装置研究了干粉和水爆炸抛撒过程以及灭火装置几何尺寸对灭火效果的影响,采用高速摄像机观测和对比分析两类介质爆炸抛撒运动过程,估算了干粉和水爆炸抛撒运动特性参数,对比分析了两种条件下的灭火效率。

1 爆炸驱动干粉灭火剂和水运动的基本理论

1.1 干粉灭火剂爆炸抛撒过程

根据爆炸作用力与空气阻力相对大小,可以将干粉灭火剂的爆炸抛撒分散过程分为三个阶段:加速阶段、减速阶段和湍流阶段^[18]。灭火剂在径向范围的抛撒依靠前两个阶段,湍流阶段灭火剂在局部翻滚,使灭火剂的浓度进一步均化,达到良好的灭火效果。

(1)加速阶段:装置爆炸时,爆轰在整个装置上瞬时完成,爆轰产物会得到一个瞬时压力(约为爆轰压力的 $1/2$)^[19]:

$$P_m = \frac{1}{2(\gamma+1)} \rho_0 D^2 \quad (1)$$

式中, P_m 为瞬时爆轰压力, Pa; ρ_0 为装药密度, $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$; D 为爆轰速度, $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

灭火装置爆炸后,爆轰产物从初始压力膨胀到界面压力,可将爆轰产物过程近似分为两个阶段:

$$P_m V_m^\gamma = P_1 V_1^\gamma \quad (2)$$

$$P_1 V_1^k = P_x V_x^k \quad (3)$$

式中, V_m 为爆轰产物比容; P_1 、 V_1 为爆轰产物在等熵绝热指数变化点的压力和比容; P_x 、 V_x 为临界压力和比容; k 、 γ 为等熵绝热指数,通常 $\gamma=3$, $k=1.2 \sim 1.4$ 。

当爆轰产物的压力降到与外界大气压力相同时,提供给干粉灭火剂的加速度达到最大,此时气体产物膨胀所达到的最大距离即为灭火剂颗粒所达到的最大距离。

(2)减速阶段:爆轰产物在加速完成后,此时灭火剂颗粒主要受惯性、空气阻力、浮力、重力和附加力的作用,由于只考虑灭火剂在水平径向上的运动,将颗粒看做质点,可将颗粒的运动简化为单一球形颗粒一维运动,灭火剂开始做减速运动。可以建立如下的流体动力学平衡方程:

$$F_1 + F_4 + G - F_2 - F_3 = 0 \quad (4)$$

式中, F_1 为惯性; F_2 为阻力; F_3 为浮力; F_4 为附加力; G 为颗粒的重力。

(3)湍流阶段:经过加速阶段和减速阶段后,在内部压强不平衡的情况下,灭火剂开始在抛撒范围内做局部的翻滚,向趋于稳定的平衡态发展^[18]。

1.2 爆炸抛洒成雾过程

根据爆炸冲击和空气阻力的相互作用把水爆炸抛洒成雾的过程分为三个阶段:喷射阶段、过渡阶段和弥漫阶段^[20]。

(1)喷射阶段:爆炸冲击波作用下,由于水的可压缩性很小,冲击波的初始压力很大,若不考虑爆炸产物等熵指数的变化,可假设爆炸产物按 $P \cdot V^\gamma = \text{const}$ 的规律膨胀,爆炸产物分界面处质点速度为^[19]:

$$u_x = \frac{v_D}{\gamma+1} \left\{ 1 + \frac{2\gamma}{\gamma-1} \left[1 - \left(\frac{P}{P_0} \right)^{(\gamma-1)/2\gamma} \right] \right\} \quad (5)$$

式中, u_x 为分界面处质点速度; v_D 为炸药爆速; γ 为爆炸产物多方指数; P 为爆炸产物界面压力; P_0 为爆轰波阵面压力。

(2)过渡阶段:抛洒液体在获得最大速度后,由于表面张力、空气阻力及粘性的作用产生破碎,液滴速度开始衰减,此阶段爆炸水雾抛洒速度随时间的变化可表示为^[20]:

$$V = V_{\max} \cdot \exp(\omega t) \quad (6)$$

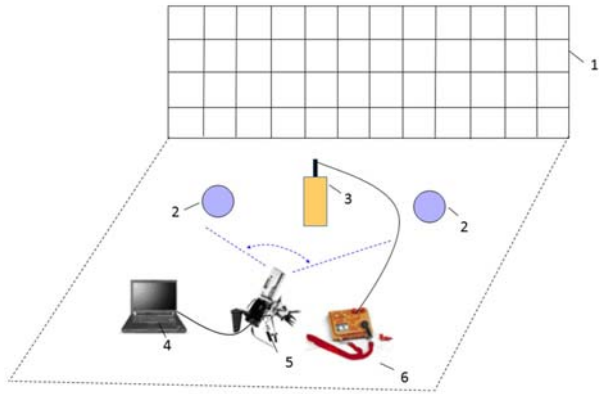
式中, $V_{\max}$ 为水雾抛洒最大初速度; ω 为衰减系数; t 为水雾抛洒运动时间。

(3)弥漫阶段:液体抛洒速度以指数关系衰减到一定程度后,由于液体破碎、雾化,其运动规律将产

生改变,以较慢的速度运动,速度衰减极慢。

2 实验设计

实验在室外敞开环境中进行(环境 0~1 级风,风速在 0~1.5m/s 范围),实验仪器和设备主要有高速摄像机、灭火装置、起爆药包、自制背景标尺、计算机、油盘等,如图 1 所示。爆炸装置和油盘放置在一个支撑平台上,高速摄像机正对着灭火装置的中心,采用自制背景标尺(刻有 10cm×10cm 网格线)衬托介质爆炸抛撒运动过程。



1. 自制标尺, 2. 油盘, 3. 灭火装置, 4. 计算机, 5. 高速摄像机, 6. 起爆器

图 1 实验装置示意图

Fig. 1 Sketch map of experimental setup

实验采用的两种灭火介质分别是水和 ABC 干粉,其中 ABC 干粉的主要成分为 $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ 和 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$,堆积密度为 0.90g/mL,起爆药包(含 1 发 8 号工业电雷管)TNT 当量 3.75g,灭火装置的几何尺寸见表 1 所示。左右两侧油盘距离灭火装置分别是 300mm、500mm,油盘中盛有 0 号柴油 200mL,且加入 5mL 无水乙醇辅助点火。采用 HX-3 型彩色高速摄像机捕捉介质运动及其与油火作用过程,拍摄速率为 7000fps,单帧图像像素为 1280×1024。灭火装置的几何尺寸、灭火介质和炸药质量等参数见表 1 所示。

表 1 爆炸灭火实验参数

Tab. 1 Experimental parameters of explosion extinguishing

(a) 干粉实验(Dry powder experiments)

干粉实验 编号	装置高度 H/mm	装置直径 D/mm	干粉的质量 M_1 /g	炸药 TNT 当量 M_3 /g
1	200	75	794.8	3.75
2	150	75	596.1	3.75
3	200	50	353.3	3.75
4	150	50	264.9	3.75

(b) 水雾实验(Water-mist experiments)

水雾实验 编号	装置高度 H/mm	装置直径 D/mm	水的质量 M_2 /g	炸药 TNT 当量 M_3 /g
a	200	75	883.1	3.75
b	150	75	662.3	3.75
c	200	50	392.5	3.75
d	150	50	294.4	3.75

3 实验结果与分析

3.1 干粉爆炸抛撒灭火

表 2 给出了灭火装置的几何尺寸不同时,干粉爆炸抛撒灭火的情况。

对比第 1 组和第 3 组实验,两组实验的装置直径不同,其他条件均相同,但第 1 组中右盘熄灭,第 3 组未熄灭,说明灭火装置直径变大使得干粉径向抛撒范围增加,从而提高灭火效果。对比第 3 组和第 4 组实验,两组实验的装置高度不同,第 3 组装置高反而没有完全灭火,说明灭火装置高度增加(长径比增加)会使得抛撒过程中轴向能量相对于径向能量分配增加,分散了径向灭火能量,导致灭火效果减弱。第 2 组中距离较近的左盘未熄灭,而距离较远的右盘熄灭,导致这一现象的原因可能是侧向风阻碍左侧干粉的抛撒运动过程(下一步将布设阻风屏障,以消除风对灭火过程的影响)。采用高速摄像观测爆炸驱动干粉的抛撒运动全过程,图 2 为实验 1 中典型高速摄像分幅照片。

表 2 干粉爆炸抛撒灭火结果

Tab. 2 Fire extinguishing results for dry powder

编号	左盘	右盘
1	灭	灭
2	未灭	灭
3	灭	未灭
4	灭	灭

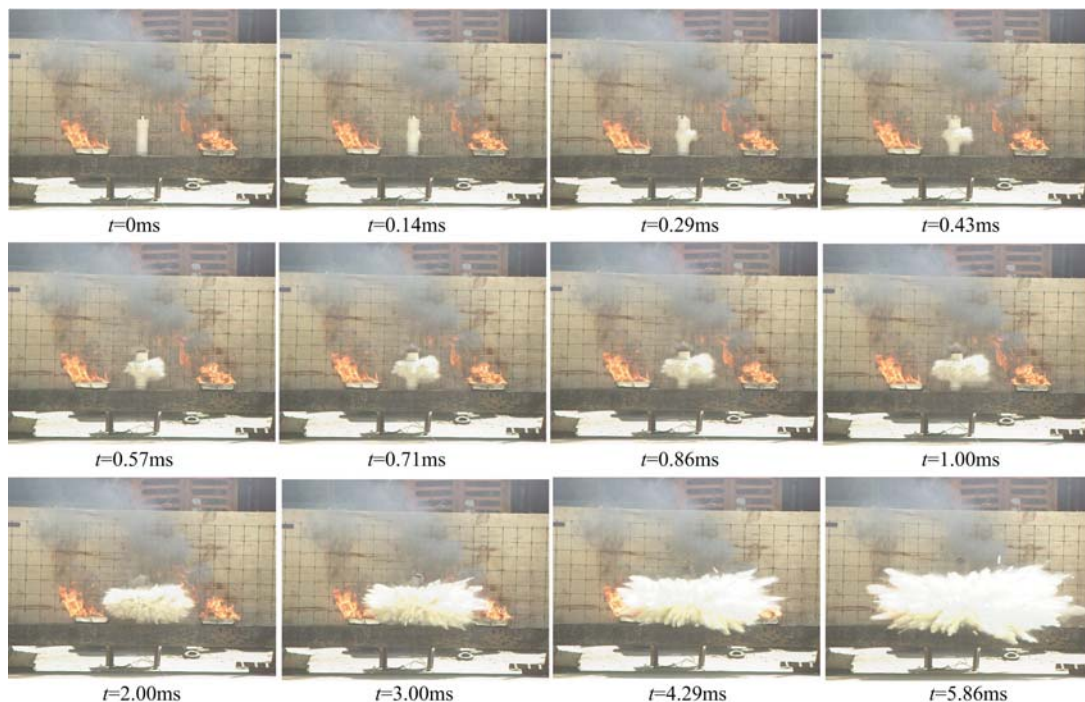


图 2 干粉爆炸抛撒运动过程的高速摄像分幅照片

Fig. 2 High-speed camera images for the process of dry powder extinguishing fire

采用 Matlab 软件对拍摄的分幅照片进行图像处理,追踪抛撒体外缘处典型干粉质点并作为参考点,计算出干粉介质爆炸抛撒运动的平均速度和抛撒半径,分析其爆炸抛撒运动特性和规律。不同爆炸灭火装置几何尺寸条件下,干粉爆炸抛撒速度时程曲线、抛撒半径时程曲线分别如图 3、图 4 所示。

由图 2 高速摄像照片可知,爆炸抛撒形成的云团近似呈“扁平的椭圆柱”向外抛撒运动(抛撒半径界定为抛撒物最大径向半径,见图 4、图 7 和图 9 中纵坐标 radius/cm)。由图 3 可看出,在 0~0.5ms,四组干粉爆炸后均经历了加速阶段,而且速度呈急剧增长的趋势,这个阶段符合干粉爆炸抛撒的加速阶段,并且干粉的质量越小,达到的最大速度越小,但达到最大速度所耗时间越短;在 0.5ms 以后,四组速度曲线都在快速下降,此时爆炸气体作用结束,干粉运动受到空气阻力影响,处于减速阶段;由图 4 可看出,四组干粉抛撒在最后阶段运动半径发生缓慢变化,说明此时处于湍流阶段,这时灭火弹灭火效能与其干粉浓度直接有关,干粉浓度越大灭火效果越好。

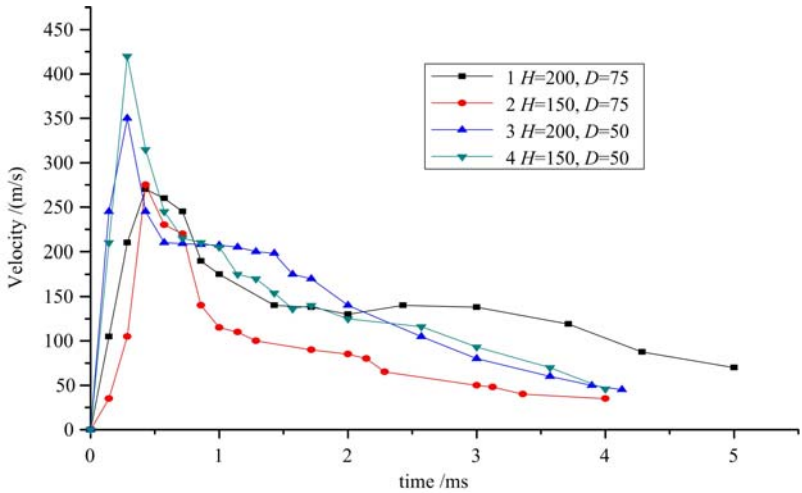


图 3 不同装置几何尺寸下干粉抛撒速度时程曲线

Fig. 3 Time history curves for dry powder's dispersal velocities under different geometry sizes

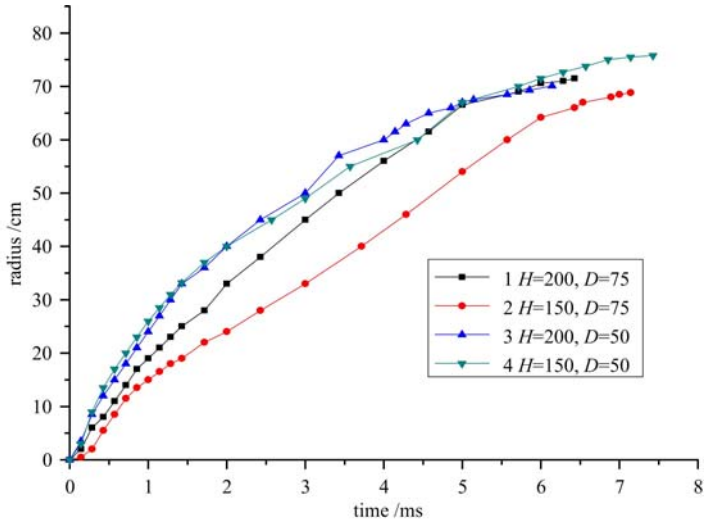


图 4 不同装置几何尺寸下干粉抛撒半径时程曲线

Fig. 4 Time history curves for dry powder's dispersal radius under different geometry sizes

3.2 水雾爆炸抛洒灭火

表 3 给出了爆炸水雾灭火情况,四组实验中,只有 c 组实验右盘的火焰未能被扑灭。对比 c 和 d 的实验结果,灭火装置的高度增加,反而灭火效果变差;结合后文图 6 的速度曲线可知,灭火装置增高,水雾速度衰减较快,可能因为在纵向分散的能量较多,导致横向灭火能力减弱。对比 a 和 c 的实验结果,增加灭火装置的半径,其灭火能力提高。a 组实验条件下捕捉到的典型高速摄像分幅照片见图 5。

采用相同的处理方法可得到水雾爆炸抛洒速度、抛洒半径(即水雾最大径向半径)的时程曲线,分别见于图 6、图 7。

从图 6 可看出,0~1ms 水雾速度急剧增加,利用公式(5)算出的灭火介质初速度,与图 6 所示速度数值基本吻合(根据图 6 得出 a、b、c、d 四种情况下水雾最大初速度分别为:280m/s、350 m/s、455m/s 和 420m/s),处于喷射阶段,水的质量越大,爆炸成雾运动的最大初速度越小,而所用时间越短;随后,水雾速度短时间内下降很快,符合公式(6)(即 $V = V_{max} \cdot \exp(-\omega t)$)指数衰减规律(经拟合后的 a、b、c、d 四

表 3 爆炸水雾灭火结果

Tab. 3 The results for explosive water-mist extinguishing fire

编号	左盘	右盘
a	灭	灭
b	灭	灭
c	灭	未灭
d	灭	灭

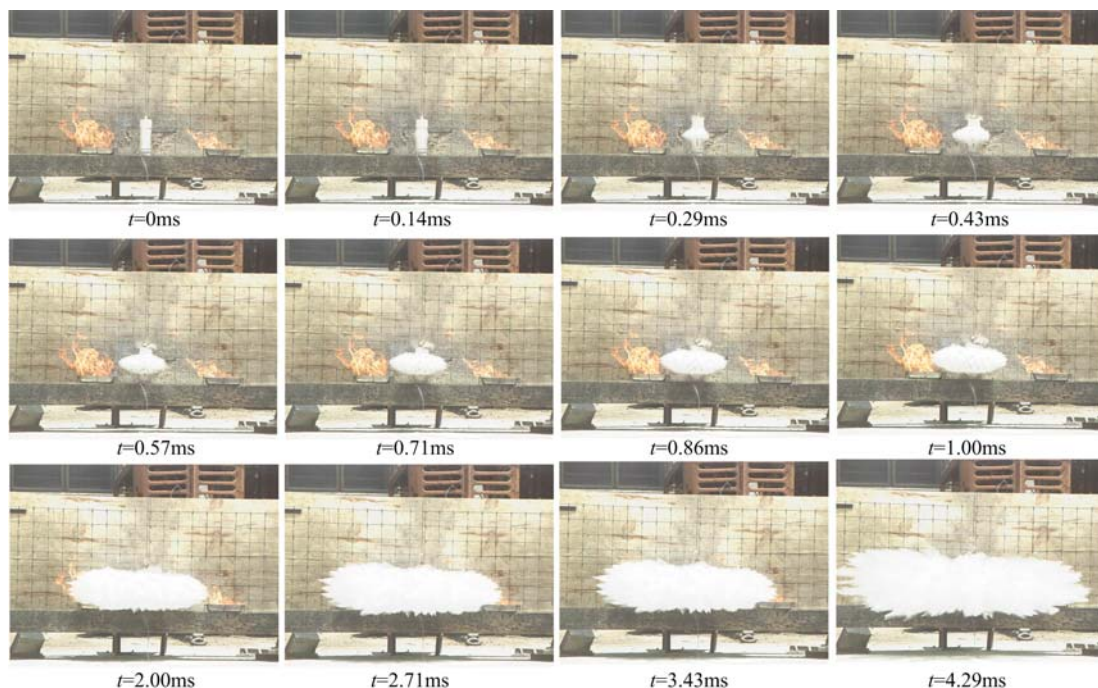


图 5 爆炸水雾抛洒过程高速摄像分幅照片

Fig. 5 High-speed camera images for explosive water-mist spraying processes

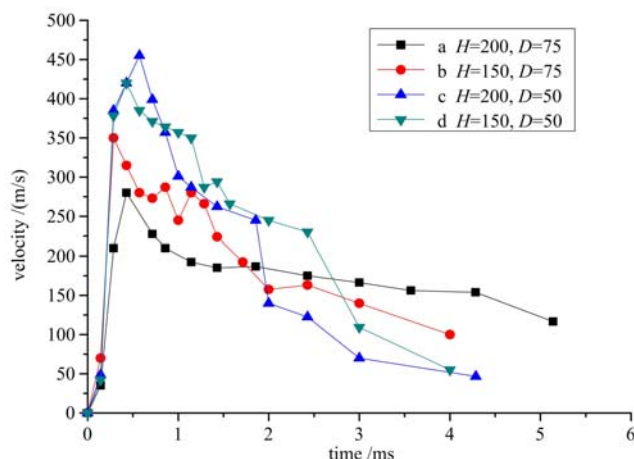


图 6 不同装置几何尺寸下水雾抛洒速度时程曲线

Fig. 6 Time history curves for water-mist spraying velocities under different geometry sizes

种情况下水雾衰减系数分别为: $\omega_1 = -0.1866$ 、 $\omega_2 = -0.3072$ 、 $\omega_3 = -0.4232$ 、 $\omega_4 = -0.2866$), 说明处于过渡阶段; 最后, 水雾速度衰减到一定程度, 减少幅度不再明显, 部分水雾以极小的速度向外运动, 水雾抛洒半径缓慢增加直至几乎不变, 处于弥漫阶段。结合表 1、图 6 和图 7 可知, a 到 d 组实验水介质质量减小, 液体抛洒的最大初速度增大, 液体容器直径变小, 液体抛洒最大初速度增大; 液体抛洒作用时间随液体容器直径增大而增大。

3.3 爆炸驱动干粉与水运动过程对比分析

为了进一步分析爆炸驱动干粉与水的运动规律, 现将干粉中第 4 组和水雾中 d 组实验进行对比, 两组实验装置尺寸一致, 灭火介质体积相同, 干粉密度为 0.9g/mL , 水密度为 1.0g/mL , 两种介质抛撒速度时程曲线和半径时程曲线分别如图 8、图 9 所示。

在介质抛撒运动的加速阶段, 干粉的抛撒速度要比水雾大, 这是因为初期两者瞬间获得的爆炸驱动压力 P_m 相同, 由 $F = ma$ 可知, 质量小的干粉获得较大的加速度, 故初期干粉运动的速度比水雾快, 且干粉较水更快达到最大初速, 两者达到各自最大初速度以后, 干粉颗粒之间存在粘附力, 导致速度衰减

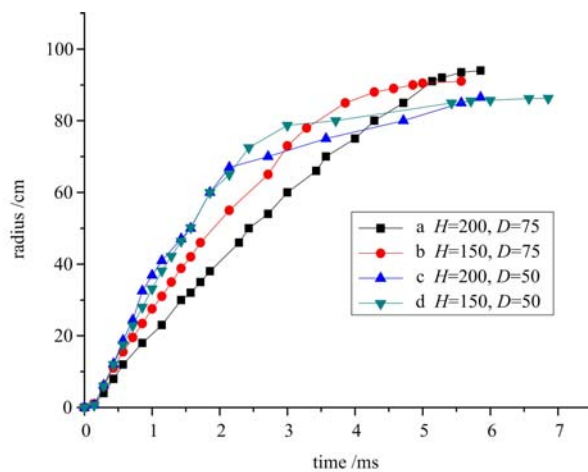


图 7 不同装置几何尺寸下水雾抛洒半径时程曲线

Fig. 7 Time history curves for water-mist spraying radii under different geometry sizes

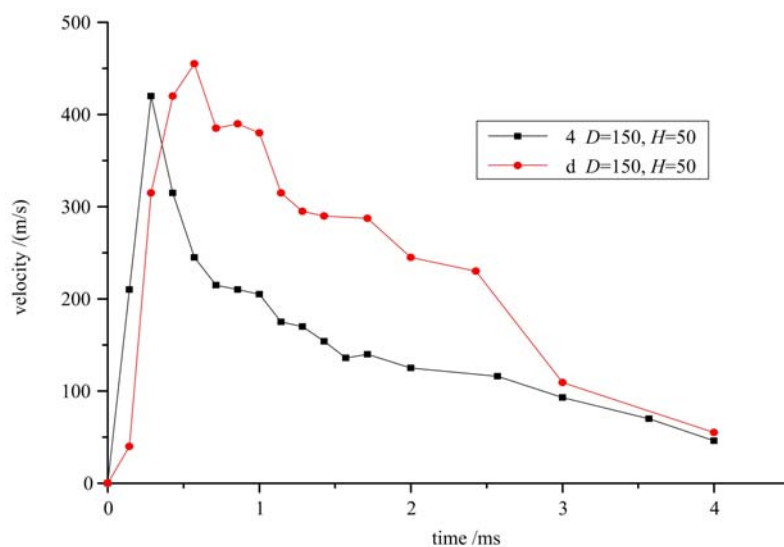


图 8 干粉与水雾爆炸抛撒速度时程曲线

Fig. 8 Time history curves for dry powder and water-mist dispersal velocities

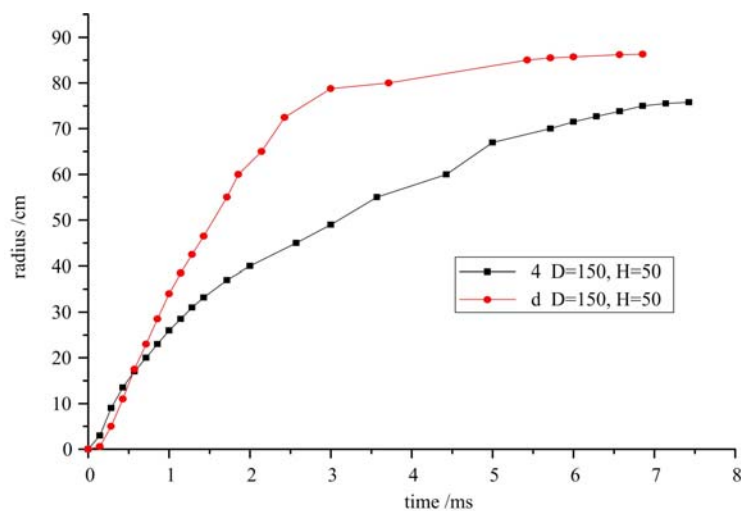


图 9 干粉与水雾爆炸抛撒半径时程曲线

Fig. 9 Time history curves for dry powder and water-mist dispersal radii

得快,而水雾破碎后较细,摩擦力相对较小,抛撒速度比干粉快。完成加速阶段后,在相同时间下水雾径向抛撒半径大于干粉,说明水雾在爆炸抛撒后能较快覆盖着火范围;而干粉在灭火区域驻留时间相对较长,单位体积内的干粉浓度较水雾大。

3.4 干粉与水雾灭火结果对比

干粉的第 3 组与水雾的 c 组实验中,右边油盘都未扑灭,对比其他组实验可知,灭火装置高度增加不利于径向灭火效果。从实验来看,水介质到达着火区域比干粉快,形成的爆炸水雾对周围环境影响较小,并且水介质的降温效果比干粉好,在无风环境里,干粉不易消散,会长时间漂浮在空中,能够防止二次着火。

4 结 论

(1) 干粉与水介质在爆炸驱动下,灭火时间非常短暂。干粉比水介质与周围环境的相互影响大。两者运动过程都经历了加速、减速,因两种介质特性不同,最终状态有所不同。

(2) 对于干粉和水介质,灭火装置直径增加会增加爆炸抛撒作用时间和抛撒半径,两种介质质量变化会直接影响爆炸抛撒效果。

(3) 等体积的干粉和水进行爆炸灭火,水介质到达着火区域较快,而干粉驻留时间较长。

参考文献:

- [1] Grishin A M, Kovalev Y M. Experimental and theoretical investigation of the effect of an explosion on the front of crown forest fires[J]. Combustion Explosion & Shock Waves, 1989, 25(6):724—730.
- [2] 蒋耀港, 马宏昊, 沈兆武, 等. 冷激波灭火系统中激波对灭火效果和周边环境的影响[J]. 爆炸与冲击, 2013, 33(1):67—72 (JIANG Yaogang, MA Honghao, SHEN Zhaowu, et al. Influences of shock wave in cold shock wave extinguishing system on fire extinguishing effect and surrounding environment[J]. Explosion and Shock Waves, 2013, 33(1):67—72 (in Chinese))
- [3] 蒋耀港, 马宏昊, 沈兆武, 等. 冷激波灭火系统中激波对扑灭油盆火焰影响的研究[J]. 高压物理学报, 2013, 27(5):731—737 (JIANG Yaogang, MA Honghao, SHEN Zhaowu, et al. Study of the interaction between shock and pool in cold extinguishing system[J]. Chinese Journal of High Pressure Physics, 2013, 27(5):731—737 (in Chinese))
- [4] Li Zheng, Wang Quan. Experimental study of explosive water mist extinguishing fire[J]. Procedia Engineering, 2011, 11:258—267.
- [5] 汪泉, 李志敏, 郭子如, 等. 爆炸水雾扑灭油火过程的实验研究[J]. 高压物理学报, 2014, 28(4):450—454 (WANG Quan, LI Zhimin, GUO Ziru, et al. Experimental study on the process of oil fire extinguishing by explosive water mist[J]. Chinese Journal of High Pressure Physics, 2014, 28(4):450—454 (in Chinese))
- [6] 潘仁明, 周晓猛, 刘玉海. “哈龙”替代物的现状和发展趋势[J]. 爆破器材, 2001, 30(4):30—34 (PAN Renming, ZHOU Xiaomeng, LIU Yuhai. The present situation and development of “Halon” alternatives[J]. Explosive Materials, 2001, 30(4):30—34 (in Chinese))
- [7] 李斌, 解立峰, 韩志伟, 等. 激波驱动下固体颗粒抛撒的实验研究[J]. 实验力学, 2012, 27(6):715—720 (LI Bin, XIE Lifeng, HAN Zhiwei, et al. Experimental study of solid particles dispersal induced by shock wave[J]. Journal of Experimental Mechanics, 2012, 27(6):715—720 (in Chinese))
- [8] Huang X, Wang X S, Liao G X. Characterization of an effervescent atomization water mist nozzle and its fire suppression tests[J]. Proceedings of the Combustion Institute, 2011, 33(2):2573—2579.
- [9] Wang X S, Liao G X, Qin J, et al. Experimental study on effectiveness of extinction of a pool fire with water mist [J]. Journal of Fire Sciences, 2002, 20(4):279—295.
- [10] Cai X, Wang X S, Liang T S, et al. Experimental study on the effects of low ambient pressure conditions at high altitude on fire suppression with water mist[J]. Journal of Fire Sciences, 2010, 28(5):441—458.
- [11] Huang X, Wang X, Jin X, et al. Fire protection of heritage structures: use of a portable water mist system under high-altitude conditions[J]. Journal of Fire Sciences, 2007, 25(3):217—239.
- [12] 李媛, 王喜世, 蓝美娟, 等. 细水雾幕抑制火灾烟气的实验研究[J]. 燃烧科学与技术, 2014, 20(3):263—269

- (LI Yuan, WANG Xishi, LAN Meijuan, et al. Fire smoke control by water mist curtain[J]. Journal of Combustion Science and Technology, 2014, 20(3):263—269 (in Chinese))
- [13] Schwer D A, Kailasanath K. Numerical simulations of the mitigation of unconfined explosions using water-mist[J]. Proceedings of the Combustion Institute, 2007, 31(2):2361—2369.
- [14] Arvidson M. Large-scale water spray and water mist fire suppression system tests for the protection of Ro-Ro cargo decks on ships[J]. Fire Technology, 2014, 50(3):589—610.
- [15] Gu R, Wang X, Xu H. Experimental study on suppression of methane explosion with ultra-fine water mist[J]. Fire Safety Science, 2010, 19(2):51—59.
- [16] 马瑞雪, 马鲜萌. 细水雾灭火强化火焰现象实验研究[J]. 消防科学与技术, 2017, 36(1):61—66 (MA Ruixue, MA Xianmeng. Experimental research on flame strengthening of fire extinguishing by water mist[J]. Fire Safety and Technology, 2017, 36(1):61—66 (in Chinese))
- [17] 周洋, 张笑男, 张武晖. 不同喷射方式细水雾灭火效果的试验[J]. 安全与环境学报, 2017, 17(1):123—127 (ZHOU Yang, ZHANG Xiaonan, ZHANG Wuhui. Experimental study for the fire-suppressing effects via water mist in different discharge modes[J]. Journal of Safety and Environment, 2017, 17(1):123—127 (in Chinese))
- [18] Zhang Qi, Bai Chunhua, Liu Qingming, et al. Study on near field dispersal of fuel air explosive[J]. Journal of Beijing Institute of Technology, 1999(2):2—7.
- [19] 周霖, 张向荣. 炸药爆炸能量转换原理及应用[M]. 北京: 国防工业出版社, 2015 (ZHOU Lin, ZHANG Xiangrong. Principle and applications of explosive energy transformation[M]. Beijing: National Defense Industry Press, 2015 (in Chinese))
- [20] 吴德义, 杨基明. 强冲击波作用下液体抛撒的实验研究[J]. 爆炸与冲击, 2003, 23(1):91—96 (WU Deyi, YANG Jiming. Experimental investigation on liquid dispersal induced by explosions[J]. Explosion and Shock Waves, 2003, 23(1):91—96 (in Chinese))

Comparative analysis of kinematic characteristics and fire extinguishing effect between dry powder extinguishing agent and explosion driven water mist

WANG Quan^{1,2}, LI Cheng-xiao¹, LI Zhi-min³, GUO Zi-ru¹, CHENG Yang-fan¹, LI Xue-jiao¹

(1. School of Chemical Engineering, Anhui University of Science and Technology, Huainan 232001, Anhui, China; 2. Postdoctoral Research Station of Civil Engineering, Anhui University of Science and Technology, Huainan 232001, Anhui, China; 3. School of Civil and Architecture Engineering, Anhui University of Science and Technology, Huainan 232001, Anhui, China)

Abstract: Compared with traditional fire extinguishing methods, explosion driven dry powder fire extinguishing agent or water mist has the advantages of high efficiency and convenience, etc. It can be applied in forest, grasslands and high-rise building fire put out. In order to study the kinematic characteristics and fire extinguishing effect of two typical extinguishing agents, the whole process of water mist and powder disperse in extinguishing was recorded by HX-3 type high speed colour video camera. It is found that the diameter of explosion device and agent mass have significant influence on the explosive dispersal process, the dispersion radius and spreading time of two kinds of media. When the same volume of dry powder and water were used to extinguish fire, the water medium reached the fire ignition area faster, and the dry powder remained for a longer time. Experimental results and analysis in this paper have certain theoretical reference value for improving fire-extinguishing efficiency and optimizing the structure of water-based or powder-based explosion extinguishing projectiles.

Keywords: explosion water mist; dry powder extinguishing agent; high-speed video camera; fire extinguishing characteristics