

# 某警用战术灭火弹的设计

安纯前, 贺拥亮, 薛 凌

(武警工程大学装备运输系, 陕西西安 710086)

**摘 要:**针对部队在处置暴、骚乱事件过程中的突发火灾情况, 提出警用战术灭火弹的设计方案。根据该弹的药剂配方设计、弹体设计和喷射装置设计方案, 制作了样弹。实验证明, 该弹灭火作用可靠, 同时满足部队战术使用需求。

**关键词:**战术; 灭火弹; 设计

中图分类号: TJ41 文献标志码: A

## Design of tactical fire extinguishing bomb for police use

AN Chun-qian, HE Yong-liang, XUE Ling

(Equipment Department, Engineering University of CAPF, Xi'an Shaanxi 710086, China)

**Abstract:** Considering the problem that rioters deliberately set fire when the armed police forces deal with riots, a tactical fire extinguishing bomb for police is designed, which is a kind of personal fire-fighting equipment. According to the design proposal about the extinguishing agent, injection drug, bomb body and spurt equipment, sample bomb is manufactured. The experiments prove that the bomb has good effect when dealing with emergency fires, and meets the demand of the armed police forces for tactical application.

**Key words:** tactical; fire extinguishing bomb; design

执法人员在处置暴、骚乱事件过程中发现, 纵火越来越多地成为不法分子为实现其企图极常用的手段之一, 肆意纵火焚烧商铺、居民房、车辆等民用设施和其他公共设施, 利用火的巨大破坏力来造成更为严重的影响。由于处置环境的恶劣性, 大型的消防装备无法及时赶到甚至根本不能参与救援, 传统的便携式灭火器材又不可能大量装备, 面对许多初始火情, 执法人员苦于没有一种有效的便携灭火器械, 将火扑灭在萌芽状态。为了更好地处置暴、骚乱事件过程中的突发火灾, 从适用性、实用性、工艺性、机动性、先进性及创新性等角度出发, 研制了警用战术灭火弹。

警用战术灭火弹, 是利用气溶胶灭火剂的喷射压力和灭火能力, 将超细干粉灭火剂喷发而起到冷热气溶胶综合灭火作用。同时, 在灭火药剂上采用超细干粉灭火剂, 以喷放的方式释放, 喷出的粉末能够迅速形成一道屏障, 在灭火的同时还可用来阻碍歹徒视线, 利于官兵快速制敌。因此, 警用战术灭火弹不仅可以快速有效地处置武警部队在执行多样化任务时所遇的突发火情, 同时又能充分体现武警战术特点, 成为防暴弹的一种新型弹种。

警用战术灭火弹的设计主要分为药剂配方设计、弹体设计和喷射装置设计 3 部分。

### 1 药剂配方设计

灭火弹发射后通过喷射药剂将超细干粉灭火剂以气溶胶的方式喷射出去, 因此灭火弹的药剂配方分为

2个部分:灭火药剂配方和喷射药剂配方。

### 1.1 灭火药剂配方

干粉灭火剂有优良的灭火速率和效率,分别是泡沫灭火剂的20倍、二氧化碳灭火剂的4倍和水灭火剂的40倍。更为重要的是,干粉灭火剂不但可以全淹没式灭火,还可以扑灭局部火灾,所以决定采用超细干粉灭火剂<sup>[1]</sup>作为警用战术灭火弹的灭火药剂。

干粉灭火剂按其使用范围可分为BC,ABC和D共3大类<sup>[2]</sup>。由于BC类干粉灭火剂只适用于扑救液体(或可熔化的固体)火灾和气体火灾,面对武警部队执行任务中所遇到的更为常见的固体火灾,如木料、布料等燃烧形成的火灾,它的灭火效果不明显。而D类干粉灭火剂工程应用研究的深度不够,而且缺乏必要的系统设计数据,使其实用性受到限制。所以,在警用战术灭火弹灭火药剂的选择中,采用ABC类干粉灭火剂。

### 1.2 喷射药剂配方

烟火气溶胶灭火剂发生剂具有一般烟火药的性质,既解决了灭火弹喷射的动力源问题,又避免了传统喷射药引发二次火灾的问题,故采用其作为警用战术灭火弹的喷射药。

气溶胶灭火剂是由氧化剂、可燃剂、黏合剂和其他添加剂组成的烟火剂。氧化剂提供燃烧反应所需要的氧,可燃剂在燃烧时产生所需要的热量及惰性气体,黏合剂则使灭火剂具有优良的装药工艺性能和机械力学性能,压装后药剂具有一定的强度<sup>[3]</sup>。

针对K型和S型气溶胶灭火剂<sup>[4-5]</sup>,依据负氧平衡<sup>[6]</sup>的原则,初步设计了2种配方:K型和S型喷射药。分别对K型和S型配方进行实验室试制,并对2种试样从热安定性、感度、燃烧热、气体比容以及燃烧产物的腐蚀性等主要方面进行试验分析对比,见表1。

对于K型配方,其燃烧后的产物主要为氧化钾,是一种极易吸水的物质,它很快与空气中的水和二氧化碳结合形成碳酸钾、氢氧化钾,而氢氧化钾吸湿形成一种强碱液体,有很强的导电性和腐蚀性。

对于S型配方,燃烧产物为氧化铯固体颗粒,而氧化铯是一种不易吸水的稳定物质,既无腐蚀性也无导电性<sup>[7]</sup>。而且,在配方设计中,采用活性能量改良剂代替铝粉,从而提高了药剂的反应速度、发气量,降低了药剂的燃烧热值。

综上所述,相比于K型药剂,S型药剂具有良好的热安定性和发气量、较为钝感、无腐蚀、不导电等优点,适合作为警用战术灭火弹的喷射药。

表1 K型与S型喷射药性能

Tab. 1 Performances of K and S injection drugs

参数	K型	S型
热安定性/(mL·g <sup>-1</sup> )	0.47	0.40
撞击感度/cm	37	40
静电感度/J	≥4.8	≥5.4
燃烧热/(J·g <sup>-1</sup> )	4 953	4 712
气体比容/(mL·g <sup>-1</sup> )	360	371
燃烧产物的腐蚀性	强	无

## 2 弹体设计

### 2.1 弹筒设计

弹筒用来连接弹体各部件形成整体,与火药燃气配合,赋予灭火药剂一定的喷射速度及规定其喷射方向;配合喷射装置连接接口,实现弹体与喷射装置的稳固连接,并能够实现快速更换弹药。弹筒结构见图1。

警用战术灭火弹弹筒的设计主要依据人机工程学原理,较大的弹体直径可以增大扭矩,但直径太大会减小握力,降低灵活性和装填速度,并使指端骨弯曲增加,长时间进行装填动作易导致指端疲劳。由文献<sup>[8]</sup>可知,比较适合的直径是:着力抓握为30~40 mm,精密抓握为8~16 mm。为使装药量尽可能大,警用战术灭火弹的弹体外径设计为43 mm,内径为40 mm,弹长为160 mm。

### 2.2 推盘设计

推盘的主要作用是密闭膛内火药燃气,有效地保持火药燃气对灭火药剂的推动力。

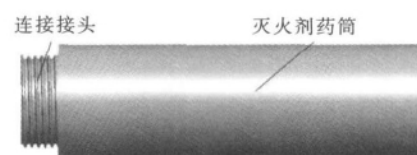


图1 弹筒

Fig. 1 Cartridge

设计了以下 2 种结构的推盘:柱状推盘和弧状推盘,见图 2。

根据试验发现:采用柱状推盘的灭火弹在喷射过程中存在以下 2 点缺陷:

1) 推盘因受热膨胀,而与弹筒接触过紧,导致机构动作不灵活,喷射效果不好,甚至存在炸膛的隐患;

2) 喷出的灭火药剂无法获得一个良好的散布半径,即喷射面积过小,干粉覆盖范围内单位面积的干粉量过多,造成灭火药剂的灭火效能得不到充分发挥,达不到预期目的。

为避免上述情况,在后期的实弹试验中均采用了弧状推盘,并在推盘上加工了 4 块相互对称的突起。采用这种结构的推盘具有以下优点。

1) 从机械设计原理的角度来看,弧状结构受热膨胀的影响较小,且更利于推盘在弹筒内的向前运动,从而避免了因推盘与弹筒接触过紧而导致的炸膛现象;

2) 给干粉药剂预设了一个喷射角度,利于获得更好的散布半径,使干粉药剂的灭火效能得到充分发挥;

3) 设计的突起使得推盘与干粉药剂的结合更加紧密,避免了干粉灭火剂在外力作用下产生松动的情況。

### 2.3 喷射药室设计

喷射药室的作用是盛装、密封以及点燃喷射药,为灭火剂的喷出提供动力。由电点火头、药室、金属垫片、金属垫圈以及隔膜构成,见图 3。

喷射药室的设计原理是:电点火头的 2 根导线分别烙接在金属垫圈和金属垫片上作为两极,通电后,点燃电点火头,点火头产生的能量引燃药室内的喷射药,产生的火药燃气达到一定压力后冲破隔膜,推动灭火药剂喷出。隔膜起密封药室的作用。

### 2.4 封口盖设计

封口盖的主要作用是:1) 密封弹筒,避免干粉药剂在储存的情况下与外界环境产生反应和从空气中吸收水分,保证干粉药剂的灭火性能不受影响;2) 密闭火药气体,增加膛压,以增加干粉药剂的喷射初速<sup>[9]</sup>。

封口盖密封弹筒是依靠封口盖自身与弹筒之间的自紧力和在封口盖与弹筒接触部位涂密封胶来实现的。如图 4 所示,封口盖的外形呈帽型。

## 3 喷射装置设计

喷射装置由壳体、握把、压电素子、扳机、保险、连接接口以及导电垫片组成,如图 5 所示。

### 3.1 击发机构设计

压电素子固定在壳体卡槽上,当手指扣动扳机时,扳机后部推压电素子的撞击块下压,撞击块以一定的力撞击压电材料的一个端面,压电材料的内部分子就会强烈振动,并将振动能量传递到导线中。由于导线的截面积远远小于压电材料的截面积,故导线中的分子振动得到极大的加强,产生高电压。当分子振动作用于导线端点的空气时,空气分子发生强烈的摩擦,产生很高的温度点燃火药,形成击发。当手指松开时,扳机在压电素子回复弹簧力的作用下返回待发位置。击发机构见图 6。

### 3.2 保险机构设计

图 7 为保险机构的结构示意图<sup>[10]</sup>。该保险机构的作用原理是:向上拨动保险机柄,进入“保险关”的位置,此时保险钩部正好与扳机钩部衔接,从而限制了扳机的运动,起到保险作用;当向下拨动保险机柄时,进

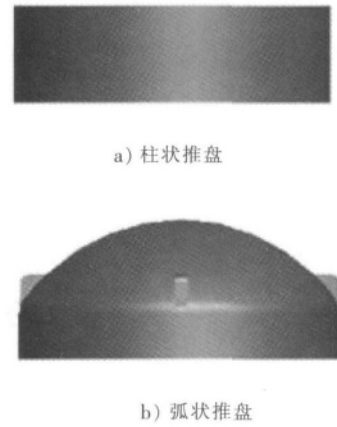


图 2 推盘  
Fig. 2 Push plate

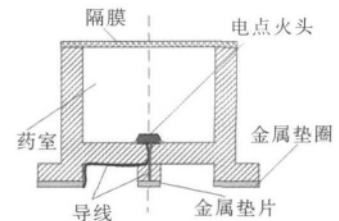


图 3 喷射药室  
Fig. 3 Injection drug chamber



图 4 封口盖  
Fig. 4 Sealing cover



图 5 喷射装置  
Fig. 5 Injection device



图6 击发机构

Fig. 6 Firing mechanism

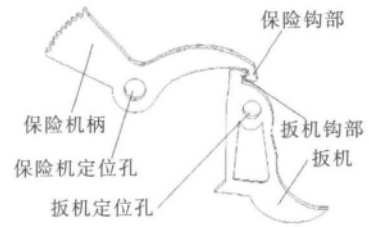


图7 保险机构

Fig. 7 Safety mechanism

入“保险开”的位置，保险钩部远离扳机钩部，保险解脱。

表2 启动时间测试

Tab. 2 Test of start time

s

#### 4 警用战术灭火弹灭火试验

##### 4.1 启动时间测试

依次完成警用战术灭火弹装填、瞄准、开保险、击发、关保险、退弹等动作，用秒表记录整个过程的时间。由3名人员分别进行3次试验，其结果见表2。

试验次序	人员甲	人员乙	人员丙
第1次	4.6	4.5	4.6
第2次	4.7	4.8	4.6
第3次	4.5	4.4	4.7
最大用时	4.8		
结论	启动时间小于5.0 s		

##### 4.2 灭火试验

###### 1) 灭A类火灾效能

点燃液体燃料引燃木垛，当油盘中的液体燃料燃烧殆尽后撤出油盘。当木垛顶部呈现出一个直径为19~25 mm的未燃核心时开始灭火。当火焰全部熄灭，木垛在试验结束后15 min不复燃，即为灭火成功。试验效果见图8。

###### 2) 灭B类火灾效能

将油盘放平，加入液体燃料。点火，预燃30 s后开始灭火。所有火焰全部熄灭即为成功。试验效果见图9。



图8 灭A类火灾试验

Fig. 8 Outfire test of A-fire

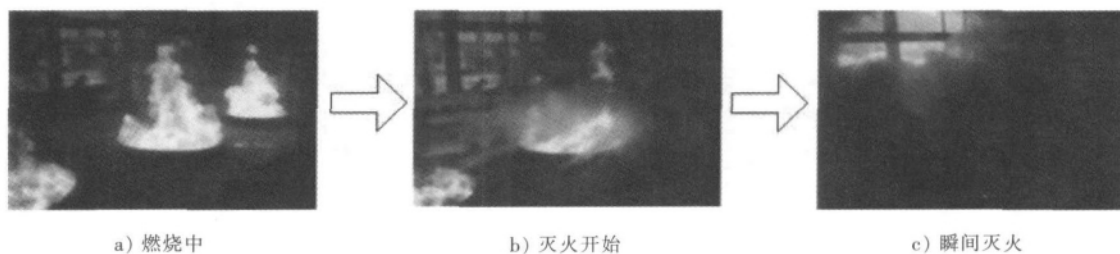


图9 灭B类火灾试验

Fig. 9 Outfire test of B-fire

(下转第165页)

间,所以导致 Mysql 最终要比 CouchDB 耗时多。

#### 4 结 语

采用云计算技术,随着节点增加,情报信息的采集速度应该是线性提高的,当节点达到一定的数量时,可以满足情报信息对时效性、针对性的需求,甚至可以达到情报信息采集的实时性。

采用基于云计算的数据库 CouchDB 可以解决情报信息的非结构化问题,同时 CouchDB 数据库的节点可以根据需求不断扩展,满足用户对信息存取速度的需求。

#### 参考文献:

- [1] 张立岩,吕 玲.基于最大熵算法的全文检索研究[J].河北科技大学学报(Journal of Hebei University of Science and Technology),2009,30(2):112-115.
- [2] 林清滢.基于 Hadoop 的云计算模型 [J].现代计算机(Modern Computer),2010(7):114-116.
- [3] 周轶男,王 宇.Hadoop 文件系统性能分析[J].电子技术(Electronic Technology),2011(5):15-16.
- [4] 江小平,李成华. $k$ -means 聚类算法的 MapReduce 并行化实现[J].华中科技大学学报(自然科学版)(Journal of Huazhong University of Science and Technology(Natural Science Edition)),2011,39(S1):120-124.
- [5] 赵卫中,马慧芳.基于云计算平台 Hadoop 的并行  $k$ -means 聚类算法设计研究[J].计算机科学(Computer Science),2011,38(10):166-168.
- [6] 郝 伟,杨国霞.专业搜索引擎搜索结果融合算法研究[J].河北科技大学学报(Journal of Hebei University of Science and Technology),2011,32(4):355-358.

(上接第 134 页)

对试验过程和数据记录,结果见表 3。

表 3 灭火试验结果

Tab.3 Outfire test results

项 目	结 果
灭 A 类火灾效能	成功,灭火面积 0.6 m <sup>2</sup>
灭 B 类火灾效能	成功,灭火面积 0.5 m <sup>2</sup>
喷放时间/s	<0.1
灭火时间/s	<1
结 论	具有良好的灭 A、B 类火灾效果

#### 5 结 语

根据设计方案,初步制作了警用战术灭火弹样弹,并进行了相应的试验,证明该弹在战场条件下的初期火灾时具有良好的扑灭效果;同时,喷出的超细干粉灭火剂可在一定区域内形成烟雾屏障,能遮挡歹徒视线,利于官兵快速制敌,满足部队处置突发事件的战术要求。

#### 参考文献:

- [1] 杜力强,柴 涛.超细干粉灭火技术探讨[J].机械管理开发(Mechanical Management and Development),2008,23(6):93-95.
- [2] 吴颐伦.干粉灭火剂配方一般原理[J].消防技术与产品信息(Fire Technique and Products Information),2000,19(6):19-25.
- [3] 杨 杰.灭火气溶胶发生剂灭火机理及配方设计[J].火炸药学报(Chinese Journal of Explosives & Propellants),2003,26(4):84-86.
- [4] 刘玉梅,张文超,潘仁明.气溶胶灭火技术的研究现状和发展趋势[J].消防技术与产品信息(Fire Technique and Products Information),2003,22(4):69-70.
- [5] HEINONEN E W, TAPSCOTT R, KIBERT C J, et al. Aerosol technology overview and bibliography[R]. [S. l.]: Marine and Fisheries Engineering Research Inst Inc Woods Hole Ma, 1995.
- [6] 蔡瑞娇.火工品设计原理[M].北京:北京理工大学出版社,1997.
- [7] 何以申.细水雾的灭火机理和功能认证[J].消防技术与产品信息(Fire Technique and Products Information),2009,28(2):36-37.
- [8] 丁玉兰.人机工程学[M].北京:北京理工大学出版社,2005.
- [9] 李习民,谢玖伟,秦玉旺,等.非贮压干粉灭火装置的改进[J].消防科学与技术(Fire Science and Technology),2010,29(9):790-793.
- [10] 武警工程学院训练部.枪械理论[R].西安:武警工程学院,2010.