

# 废旧单基药爆轰性能的实验研究

杨慧群, 王泽山, 魏晓安

(南京理工大学化院装药所, 江苏 南京 210094)

**摘 要:** 采用简单易行的见证板试验研究了单基药的爆轰性能。实验结果表明, 9/7 单基药自由装填可正常起爆, 经钝感后爆轰感度下降, 自由装填后爆轰不完全, 用硝酸铵胶液填充后可改变其爆轰性能; 5/7 粒状单基药包覆和填充前后的爆轰性能与 9/7 单基药相同, 22/1 单基管状药填充前后爆轰性能可以由不完全变为完全; 得到单基药爆轰性能可控制的结论, 并且装药药型和装药量对爆轰性能也有影响。

**关键词:** 爆炸力学; 单基药; 爆轰性能; 废旧单基药

**中图分类号:** TJ 55; TQ 560

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1007-7812(2005)02-0032-03

## The Experimental Study on Detonation of Wasted Single Base Propellant

YANG Hui-qun, WANG Ze-shan, WEI Xiao-an

(Chemistry Engineering College, Nanjing University of Science and Technology, Nanjing 210094, China)

**Abstract** Crushing wasted single-base propellant is a relatively dangerous procedure. It is necessary to solve the problem in practical production how to improve the security on the procedure and simplify the technology for treating with wasted single base propellant. The detonation occasion of wasted single base propellant was studied through witness steel-plate method, which is simple and easy. Three experimental facts: first, freely loaded 9/7 single base propellants can be ignited and exploded; passivating 9/7 single base propellant was descended in detonation sensitivity and freely loaded one can be exploded incompletely; the charge showed non-detonating or detonating reaction if no or filling in the space with gel solution of ammonium nitrate; second, if no or coating and filling, 5/7 (grain shape) single base propellant was possessed similar property as 9/7 ones; third, 22/1 (pipe shape) single-base propellant showed non detonating or detonating reaction if no or filling in the space with gel solution of ammonium nitrate, proved that detonation of single base propellant was controllable and was affected by charge shape as well as charge capacity.

**Key words:** explosion mechanics; single base powder; detonation property; wasted single base propellant

## 引 言

废旧火药是具有爆炸性的一种潜在能源物质, 处理途径是销毁或再利用。销毁废旧火药不仅是对资源的浪费, 而且还会对环境造成不利的影 响, 因此, 世界各国都在致力于研究废旧火药的利用。目前我国废旧单基药主要用来制造民用乳化炸药, 并已经部分投入生产。但是, 废旧火炸药属于易燃易爆危险品, 处理废旧火药, 尤其是废旧单基发射药, 粉碎工序发生事故的 危险性较高, 如何提高处理和加工这些废旧单基发射药的安全性、简化加工工艺是一个需要解决的问题。

废旧单基药对外界刺激比较敏感, 其粉碎过程

和随后的加工使用具有一定的安全隐患。本文直接使用未经粉碎的单基药, 通过包覆技术手段, 对制式 9/7 单基药进行钝化处理, 使其在生产、贮存和运输过程中不敏感, 在使用过程中, 不用经过粉碎过程, 直接使用灌胶充填技术使装药引爆后产生稳定爆轰, 达到毁伤目标的目的。同时还研究了装药量与制式 5/7、22/1 等不同药型单基药对爆轰性能的影响。

## 1 实验部分

### 1.1 传爆药

用废旧单基发射药制成各种形式的民用炸药无雷管感度, 必须使用传爆药才能保证将其引爆。钝化黑索今是常用的传爆药, 本实验根据不同的需要使

收稿日期: 2004-12-26

作者简介: 杨慧群(1961-), 女, 博士研究生, 副教授, 主要从事含能材料的研究。

用不同直径的模具压成不同质量钝化黑索今传爆药 (见表 1)。

表 1 钝化黑索今传爆药参数

Table 1 Parameters of desensitized RDX

序号	药量/g	直径/mm	密度/(g · cm <sup>-3</sup> )
1	8	19.8	1.57
2	10	19.8	1.60
3	12	19.8	1.57
4	20	24.0	1.62
5	22	23.5	1.54

### 1.2 实验方法

测定炸药的爆轰性能采用见证板法。将装药垂直放在一定厚度的钢板上, 引爆后根据其轴向对钢板的凹痕深浅确定装药是否爆轰完全。试验装置包括起爆器、导线、电雷管和普通钢板。与测压法和高速摄影法相比, 该方法设备简单、成本较低、操作简单易行。结合现有条件将 9/7 和 5/7 单基药装入直径 50 mm 的 UPVC 管中, 22/1 单基药装入直径 50 mm 和 75 mm 的 UPVC 管中, 垂直放在厚 10 mm 的 A3 钢板上, 根据引爆后是否产生轴向凹痕及其深度来确定炸药是否稳定爆轰。所用 9/7、5/7 和 22/1 单基药均为制式药。

### 1.3 实验结果

实验数据和结果见表 2、图 1 和图 2。图 1 为 9/7 单基药装药量为 150 g 时不同传爆药量对爆轰的影响, 图 2 为传爆药量为 10 g 时 9/7 单基药不同装药量对爆轰的影响。

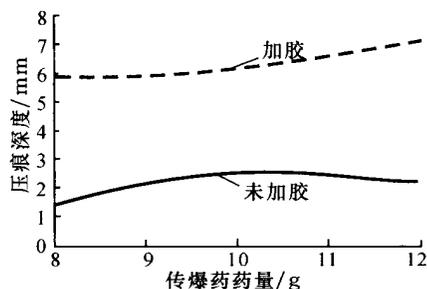


图 1 压痕深度与传爆药量的关系

Fig 1 The relationship between depth of dent and booster quantity

结果表明, 5/7 单基药装药引爆后对见证板有 0.1~0.3 mm 的压痕; 钝感包覆后直接引爆, 见证板无压痕; 加入硝酸铵胶液, 装药引爆后见证板炸穿; 将 22/1 单基药分别装入直径 50 mm 和 75 mm UPVC 管中, 引爆后见证板无压痕; 后加入硝酸铵胶液, 装药引爆后见证板炸穿。

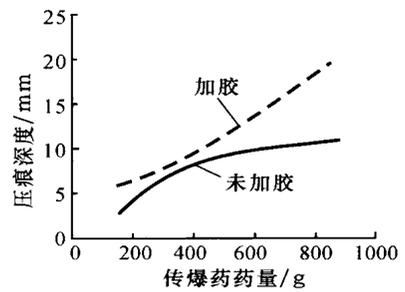


图 2 压痕深度与装药量的关系

Fig 2 The relationship between depth of dent and charge quantity

表 2 9/7 单基药包覆后实验结果

Table 2 The experimental results on coated single-base propellant

序号	药量/g	传爆药量/g	实验结果
1	440	20	爆炸不完全
2	440	20	炸穿
3	440	20	爆炸不完全
4	440	20	炸穿

## 2 讨论

### 2.1 传爆药的确定

炸药所用传爆药要求其爆炸后具有足够的冲击波强度, 保证引爆装药。影响传爆药作用的因素有传爆药的爆轰压力、传爆药量的大小和传爆药柱直径大小。传爆药通常使用乳化炸药和钝化黑索今。乳化炸药具有使用方便、不用再加工成型的特点, 而且其可塑性还可用来密封装药管口, 但未经过压装成型, 密度较低, 国外乳化炸药的密度<sup>[3]</sup>为 1.15~1.25 g/cm<sup>3</sup>, 国内乳化炸药密度为 1.0~1.35 g/cm<sup>3</sup>, 试验时乳化炸药药量分别采用 50、100、150 和 250 g, 前 3 个药量不能保证引爆主装药, 每个药卷需要乳化炸药量 250 g, 用量较大, 使用不方便, 增加了成本, 同时乳化炸药的最高爆速低于 6 000 m/s, 而 9/7 单基发射药灌注后的爆速达到 6 579 m/s<sup>[4]</sup>。

黑索今的密度为 1.767 g/cm<sup>3</sup> 时, 爆轰压力为 3 379 × 10<sup>10</sup> Pa<sup>[12]</sup>。钝化黑索今含有 95% 的黑索今和 5% 的钝感剂, 当密度为 1.64 g/cm<sup>3</sup> 时, 其爆速为 8 271 m/s<sup>[5]</sup>, 爆轰压力也足够大, 选择合适的传爆药量和传爆药柱的尺寸, 就能保证引爆主装药。原则上传爆药的爆速要高于主装药的爆速, 实验选用钝化黑索今为传爆药, 采用圆柱形, 具体数据见表 1。对于 9/7 单基药, 150 g 装药分别用 8、10、12 和 20 g 钝化黑索今传爆药柱 (药柱直径分别为 19.8 mm 和 24 mm) 进行试验。由图 1 可见, 采用 8 g 传爆药柱引爆 150 g 装

药后钢板的凹痕较浅(小于1.50mm),同时实验发现爆炸后有未反应的单基药药屑;而采用传爆药量为10g和12g的药柱,150g装药引爆后,钢板的凹痕为2~3mm,压痕深度值没有明显变化,装药已经能稳定地起爆,因此确定钝化黑索今的用量为10g;而包覆后的单基药由于用包覆剂处理后被钝化,用8、10和12g钝化黑索今药柱不能保证完全爆轰,故选用20g钝化黑索今药柱;同样对5/7粒状单基药,选用10g钝化黑索今药柱,包覆后选用20g钝化黑索今药柱;22/1单基药由于装填密度低,选用22g钝化黑索今药柱。

## 2.2 装 药

对于炸药来说,装药直径与临界直径的关系决定该炸药能否在一定条件下产生稳定爆轰。装药所采用的单基药药型不同,装药密度不一样,其临界直径各不相同。9/7单基药装在50mmUPVC管中在室温下引爆很容易发生爆轰,每次实验都有其对钢板的压痕;9/7单基药在UPVC管中装药并加入硝酸铵胶液爆炸后能加深钢板压痕或炸穿(见图1和图2,其中炸穿钢板认为压痕深度为20mm)。这是由9/7单基药自身的化学性质和装药条件所决定的。9/7单基药所含主要组分是硝化度204.0~207.5ml/g的硝化棉,比较敏感,或者说用9/7单基药作为炸药,其临界直径和极限直径较小,50mm的装药直径已大于其临界直径,但由传爆药引爆后,同样药量的9/7单基药对见证板的压痕深度不同,说明每次实验时装药产生的爆轰不同,所以装药直径低于极限直径,从而可推断9/7单基药产生的是非理想爆轰,通过改变其某一条件可以降低其敏感性;9/7单基药加胶后由于其装药密度变大,装药中空隙减少,氧平衡值由负值趋于零,其临界直径和极限直径都变小,装药直径大于临界直径,甚至接近或超过极限直径,使其产生的爆轰接近或达到理想爆轰。

另外,同一种炸药处于不同的物理状态时,由于炸药的化学反应机理不同,其临界直径相差很大。把9/7单基药分别用两种不同的包覆剂包覆后,使用同样的传爆药柱爆炸不完全,钢板上无压痕,还剩半截或小半截药筒及残药,见表2的1、3号样,而将包覆的9/7单基药加胶液后将钢板炸穿(见表2的2、4号样)。由此可见,加胶液使包覆9/7单基药爆轰完全。这是由于9/7单基药包覆前后临界直径发生变化,包覆剂包覆9/7单基药后起到钝感作用,临界直径变大,可以避免危险的粉碎处理火炸药工序,使废火炸药贮存、运输和加工更安全。

由图2可见,不同装药量引爆产生的爆轰对钢

板的压痕深度不同。随着炸药装药量的增加,无论装药是否加入硝酸铵胶液,其引爆后对钢板的压痕深度值愈来愈大,加入硝酸铵胶液后对钢板的压痕深度值增加很快,甚至将钢板炸穿。这是因为在一定范围内,炸药装药量增加使装药的整体能量提高,其引爆产生的爆轰更完全。

装药的药型对爆轰性能也有影响。5/7粒状单基药直径2.0~2.5mm,长2.5~3.0mm,其颗粒尺寸小,装填密度比9/7单基药(直径6.5~7.5mm,长11.5~12.5mm)略高。实验发现,5/7粒状单基药爆轰性能与9/7单基药相似。常温下其引爆后对钢板有压痕;经过钝感剂包覆,5/7粒状单基药装药爆轰不完全,钢板无压痕;加入硝酸铵胶液后将钢板炸穿。尽管22/1单基管状药与以上两种单基药主要组分一样,由于密度较低,室温条件下其在50mm和75mmUPVC管中引爆后钢板无压痕,爆轰不完全;当加入硝酸铵胶液后能将钢板炸穿,表明爆轰完全。由此说明,装药药型由于其装填密度的不同对爆轰产生影响。

## 3 结 论

(1) 可直接使用不经粉碎的粒状单基药制造民用炸药,加入硝酸铵胶液,引爆后能完全爆轰。

(2) 9/7单基药包覆后其安全性提高,不加胶液不能爆轰完全,使用时通过加入硝酸铵胶液可达到完全爆轰。

(3) 在一定范围内,增加9/7单基药的装药量,引爆后产生的爆轰趋于完全。

(4) 不同装药药型通过装药密度对炸药爆轰性能产生影响。

## 参考文献

- [1] 郑孟菊,俞统昌,张银亮. 炸药的性能及测试技术[M]. 北京:兵器工业出版社,1990.
- [2] 张杏芬编译. 国外火炸药原材料性能手册[M]. 北京:兵器工业出版社,1980.
- [3] 吕春绪,刘祖亮,倪欧琪. 工业炸药[M]. 北京:兵器工业出版社,1996.
- [4] 魏晓安. 废弃发射药制造炸药的应用研究[D]. 南京理工大学,2002.
- [5] 第五机械工业部第二四研究所. 火炸药手册,第一分册,1981.
- [6] 张丽华,王泽山. 过期火炸药的处理与利用研究[J]. 火炸药学报(原火炸药),1998,(1).
- [7] 王琼林,刘少武. 高分子钝感剂在发射药中的扩散性能研究[J]. 火炸药学报,2000,23(1).