

doi:10.3969/j.issn.1001-8352.2013.02.014

废旧聚能射孔弹的平地烧毁处理^{*}

罗同杰 宁灵生

豫西集团有限公司销毁中心(河南云阳,474678)

[摘 要] 文章对销毁废旧聚能射孔弹常采用的几种方法的优、缺点进行了介绍。从对聚能射孔弹的结构特点及其所装填炸药特性的分析出发,提出了平地烧毁法销毁聚能射孔弹的依据、原理,描述了采用此方法的单个产品烧毁实验和小批量产品烧毁实验情况。总结出单次批量烧毁 1000 多发(总装药量为 45kgTNT 当量)废旧聚能射孔弹的具体流程、做法。以实际处理 60 万发聚能射孔弹为例,平地烧毁法可比炸毁法直接节约炸药 3750kg、节约雷管 7500 发。在安全性、经济性等方面,平地烧毁法比炸毁法具有较大优越性。

[关键词] 销毁 聚能射孔弹 平地烧毁

[分类号] TQ560.79 TJ510.89

引言

在石油工业部门,油气井的射孔作业大量使用聚能射孔弹。在聚能射孔弹的生产、运输、存贮、使用等过程中,会因为种种的客观原因,造成数量不菲的聚能射孔弹报废。凡是报废的聚能射孔弹,一般均需及时进行销毁处理。销毁聚能射孔弹通常采用的方法有炸毁法、化学溶解法、机械压毁法、机械—化学溶解法^[1]等方法。进行化学处理时销毁液选配比较麻烦,并且常常需要与焚烧相结合。这些销毁方法的优缺点及实际应用情况见表 1。

表 1 聚能射孔弹销毁方法

Tab. 1 Method for destroying the shaped charges			
销毁方法	优 点	缺 点	应用状况
炸毁	施工简单,销毁量大	对场地要求条件高,有冲击波、破片危害	广泛使用
化学溶解	废料回收率高	废气、废液处理量大,费效比差	少量产品用此法
机械压毁	场地、设备要求不高	操作方式存在安全隐患,药、壳分离不彻底	个别应用
机械化学溶解	材料回收性好	处理效率低	个别应用

在部队或企业的废旧弹药专业处理部门里,对大量小药量的爆炸物(如引信、火工品等)均采用销毁炉进行烧毁处理^[2]。但是,聚能射孔弹不能在其

中进行烧毁处理。原因是销毁炉内炉温一般在 450 ~ 600℃,处理爆炸物单发 TNT 当量一般在 35 ~ 200g。虽然聚能射孔弹单体炸药装药量一般在 1 ~ 100g 之间,药量适合。但是由于具有聚能效应的射孔弹爆炸时所产生的高温高压使射孔弹内的金属罩变为流体状态,会形成一股细金属流,沿射孔弹轴线向外喷发。金属流的速度为 800 ~ 1000 m/s,温度高达 3000 ~ 4000℃,遇到障碍物时便产生 3×10^4 MPa 的高压,将障碍物击穿一个很深的孔洞^[3]。如果在销毁炉中烧毁聚能射孔弹,投放进高温炉膛里的聚能射孔弹发生爆炸的概率很高,如有爆炸,可能就会将销毁炉的炉壁击穿,轻则损坏设备,重则发生人身伤害事故。因此,通用的销毁炉烧毁法,不宜对废旧聚能射孔弹进行烧毁处理。

为寻找一个简便实用、销毁效率高、安全可靠的废旧聚能射孔弹处理方法,采用了平地烧毁法销毁聚能射孔弹。

1 聚能射孔弹简介

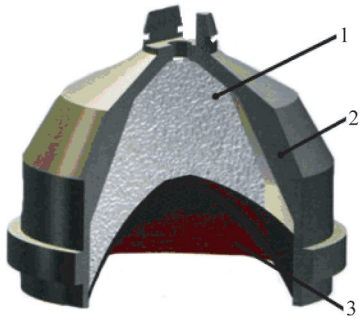
油气井用聚能射孔弹,按其装填炸药的耐热性可分为 3 类:

- 1) 普通射孔弹,主装药是黑索今(RDX)为主的混合炸药;
- 2) 高温射孔弹,主装药是奥克托今(HMX)为主的混合炸药;
- 3) 超高温射孔弹,主装药是六硝基芪(HNS)、皮威克斯(PYX)等为主的混合炸药^[4-5]。RDX、HMX、HNS 和 PYX 都属于高温耐热炸药,有确定的

^{*} 收稿日期:2012-11-16
作者简介:罗同杰(1965 ~),男,工程师,主要从事废旧弹药拆分销毁处理的研究。E-mail:luotongjie@sina.com

熔点^[6]。

从外形、尺寸、装药品种、装药数量来分类,有许多规格型号。但从弹的主体结构上讲,大致可按有无压盖来分类,如图 1 所示的普通型和图 2 所示的带有压盖的类型。



1 - 主装药;2 - 弹壳;3 - 聚能罩

图 1 射孔弹结构图

Fig. 1 Structure of the shaped charges



图 2 带压盖的聚能射孔弹

Fig. 2 Shaped charges with gland

带压盖的射孔弹经预处理去掉压盖后,结构形态与图 1 所示相同。在生产实际中报废的聚能射孔弹中无压盖的占到总量的 90%。

2 平地烧毁聚能射孔弹的方法及原理

小于临界直径的炸药,在一定的条件下只发生燃烧而不发生爆炸,但在燃烧状况下的炸药,如果处于封闭或不利于气体扩散的情况下,也可能由燃烧转为爆炸^[7]。例如无引信的迫击炮弹一类的装药弹体,在旋卸掉防潮盖后,让炸药裸露,然后对其适当加热引燃,其内部装药会平稳燃烧,不发生爆炸,从而达到将其去功能化销毁^[8]。

废旧聚能射孔弹与无引信迫击炮弹相比,虽有一个传爆孔,但孔径太小,而在开口方向,药型罩将炸药封闭,炸药不能裸露。平地烧毁聚能射孔弹就是在普通环境温度下开始对弹体进行不均匀加热,利用钢壳体、炸药、铜药型罩受热膨胀率的不同,使粘压在炸药柱内锥面上的药型罩涨松脱,炸药在裸露状态下熔化、被引燃,内部装药会平稳燃烧而不发

生爆炸,从而将其顺利销毁。

3 烧毁方法选择

一般弹药燃烧时能量释放的快慢受燃烧材料的组成、密度、湿度、数量、堆积方式、空气中的暴露面积等影响。无壳体的火炸药,基本能自维持燃烧销毁;带壳体的火炸药,一般不能自维持烧毁,需要添加适量引燃、助燃材料,并且要考虑引、助燃材料对其燃速的影响,防止燃烧失控而发展成爆燃或爆炸。所以,带壳装药体如聚能射孔弹的选择烧毁方法很关键^[9]。

综合考虑上述因素,采用下面的实验来选择烧毁方法。

3.1 单个烧毁实验

分别取药量为 7g、45g 的聚能射孔弹各 1 发,分别放置于试验场地,取适量条状木柴,木柴长约 100mm、粗细约 10mm 左右,置于其上,引燃木柴试烧。在无火焰后,现场察看,药型罩呈松斜态置于钢壳体中,将药型罩从钢壳中倒出,药型罩外锥面和钢壳内无任何炸药残留。

3.2 小批量烧毁实验

取单个装药量为 45g 的废聚能射孔弹两箱(100 发),启开纸箱盖拿出射孔弹,去掉包装塑料膜和减震泡沫块,在烧毁场平地上用其原包装的纸隔板支架将其固定,使射孔弹的开口方向一律朝上,单层互相靠实排列摆放好,如图 3 所示。



图 3 待烧毁的小批量聚能射孔弹

Fig. 3 Small quantity of shaped charges to be burned

在聚能射孔弹上均匀撒布一层碎木柴(条状木柴,木柴长约 100mm、粗细约 10mm 左右),布置好引火带,引燃木柴。待燃烧火焰完全熄灭后,操作人员才能进入场地。烧毁情况如图 4 所示。

逐个检查后发现,弹体内的装药已完全燃烧完毕。试烧情况和单体烧毁类似,情况良好。

3.3 批量烧毁

根据前面两次试烧毁情况,对集中处理废旧聚能射孔弹流程、做法进行了梳理:

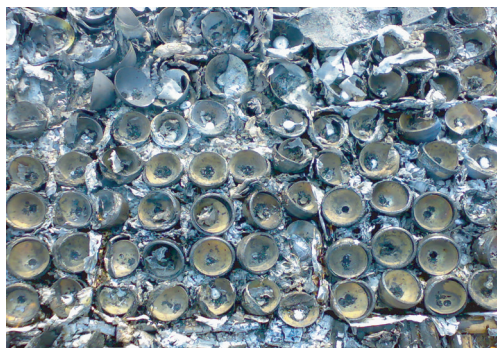


图 4 小批量聚能射孔弹烧毁后

Fig. 4 The burned small quantity of shaped charges

1) 每次烧毁每条火道(由待销毁聚能射孔弹摆放成的长条状烧毁单元)应只烧毁同种型号的产品,单条火道的宽度不超过 600mm,长度以其摆放的所有聚能射孔弹装药的总药量不超过 45kgTNT 当量为宜,且严禁射孔弹堆积烧毁。如图 5 所示。



图 5 批量待烧品的摆放

Fig. 5 Placement of a batch of the to be burned

2) 细木柴宜顺火道方向摆放,要完全覆盖住弹体,木柴层的厚度以 20~30mm 为宜,尤其是火道边沿处,摆的要比中间厚一些,不能漏盖弹体。

3) 铺完木柴,还要喷洒适量柴油,铺设好引火道。点火时应采用逆风点火。

4) 对加盖的射孔弹应去盖后方可烧毁。

5) 对待销毁产品中少量属于使用后又回收的以及受潮生锈的产品,应在布置摆放弹体时将其挑出来,另行处理。

6) 包装用塑料膜、减震泡沫块等材料不能覆盖在弹体上作为助燃材料使用。因为这些材料在受热熔化燃烧过程中,可能会流淌而包裹弹体,封闭聚能射孔弹因受热胀裂出的开口,使射孔弹装药不能平稳地燃烧,从而极大地增大了射孔弹爆炸的几率。

7) 因是销毁废旧射孔弹,首先应严格遵守弹药烧毁场作业的各项规程。同时,考虑特殊情况,作业人员在烧毁过程中应置身于掩体之中,以确保个别

意外发生时的操作人员的人身安全^[10-11]。

按照上述要求,又进行了批量烧毁实验。烧毁后的现场如图 6 所示。无爆炸现象,废聚能射孔弹的装药经检查,燃烧完全,无爆炸品残留。经过一定时间,待壳体、药型罩降到常温,废金属材料可完全回收。



图 6 批量烧毁的射孔弹

Fig. 6 Batch of burned shaped charges

4 比较

运用平地烧毁法后,安全、顺利地销毁了 60 余万发报废的各型号聚能射孔弹。此方法与之前广泛采用的炸毁法相比有显著优点:

1) 平地烧毁法对场地、设施要求比炸毁法低。例如,标准要求烧毁场的直径应不小于 100m,炸毁场的直径一般不小于 300m;烧毁 100kg(TNT 当量)炸药的作业,场地外部距离要求 $\geq 220\text{m}$,而炸毁场炸毁 3.5kg(TNT 当量)废弹药的警戒安全半径 $\geq 1500\text{m}$ 。

2) 平地烧毁法,每次销毁的聚能射孔弹数量大,所用木柴助燃物,来源广泛,价格低廉;若采用炸毁法,以处理 60 万发聚能射孔弹(每次炸毁数量为 3.5kgTNT 当量的废旧聚能射孔弹,按平均药量 45g/发,每次可炸 80 发)计,按规范,需耗费引爆炸药 3750kg,8 号工程电雷管 7500 发,仅此两项,需花费人民币 15 万元以上。

3) 废旧聚能射孔弹烧毁后,钢壳和做药型罩的铜材可 100% 回收,回收物资的价值不菲。而废旧聚能射孔弹炸毁后,破片无法回收,并且炸坑可能会遗留未爆弹,清理时存在安全隐患。

当然,平地烧毁法因为是在露天烧毁,烟尘直排,会产生一定的环境污染。因此,今后应在此方法的基础上,探索对产生的废气、废尘进行有效处理的聚能射孔弹有控无害化烧毁的新技术。

5 结论

通过实验总结出了单次批量烧毁 1000 多发(总装药量为 45kgTNT 当量)废旧聚能射孔弹的平地烧

毁法。按此方法实际处理了 60 万发废旧聚能射孔弹,比以往采用炸毁法可直接节约起爆炸药 3750kg,节约雷管 7500 发。该方法操作简便、安全,费效比好,有较高的推广价值。

参 考 文 献

- [1] 郭鹏,付代轩. 报废射孔弹销毁方法初探[J]. 国外测井技术,2000,15(2):50-52.
Guo Peng, Fu Daixuan. Perforating method of destruction of waste[J]. Foreign Well Logging Technology, 2000, 15(2):50-52.
- [2] 巩永孝,刘国庆,可勇. 报废通用弹药处理技术[M]. 北京:解放军出版社,2004:55.
- [3] 大庆油田油井射孔编写组. 油井射孔[M]. 北京:科学出版社,1978:25
- [4] 孙国祥,王晓峰,孙富根,等. 油气井射孔器用炸药及其安全性[J]. 爆破器材,2002,31(2):4-9.
Sun Guoxiang, Wang Xiaofeng, Sun Fugen, et al. Explosives for the perforators of oil and gas wells and their safety[J]. Explosive Materials, 2002, 31(2):4-9.
- [5] 孙国祥,梁永贞,党兰. 油气井射孔弹用炸药[J]. 测井技术,1996, 20(4):297-302.
Sun Guoxiang, Liang Yongzhen, Dang Lan. Explosives for perforating charges of oil and gas wells[J]. Well Logging Technology, 1996, 20(4):297-302.

- [6] 牛超群,张玉金. 油气井完井射孔技术[M]. 北京:石油工业出版社,1994:1.
- [7] 娄建武,龙源,谢兴博. 废弃火炸药和常规弹药的理论与销毁技术[M]. 北京:国防工业出版社,2007:143.
- [8] 许贵君,丁玉奎,储俊,等. 报废迫击炮弹烧毁处理[J]. 装备环境工程,2009,6(3):88-91.
Xu Guijun, Ding Yukui, Chujun, et al. Disposal of scrapped mortar shell by burning down[J]. Equipment Environmental Engineering, 2009, 6(3):88-91.
- [9] 贾晓东. 带壳装药有控烧毁技术及爆炸防护研究[D]. 石家庄:军械工程学院,2005.
Jia Xiaodong. The shelled charge control burned and explosion protection research [D]. Shijiazhuang: Ordnance Engineering College, 2005.
- [10] 高欣宝. 废品弹药烧毁作业过程的安全管理[J]. 安全,1998,19(3):8-10.
Gao Xinbao. Waste of ammunition burning process safety management[J]. Safety, 1998, 19(3):8-10.
- [11] 齐世福,田永良,王飞. 废旧弹药装运与销毁技术综述[J]. 爆破器材,2011,40(4):26-31.
Qi Shifu, Tian Yongliang, Wang Fei. Overview on shipping and destruction technology of abandoned ammunition[J]. Explosive Materials, 2011, 40(4):26-31.

Burning Treatment of Scrapped Shaped Charges on the Plain

LUO Tongjie, NING Lingsheng

Disposal Center of Yuxi Industries Group Co., Ltd. (He'nan Yunyang, 474678)

[ABSTRACT] Merits and drawbacks of the commonly used destruction methods for waste shaped charges are introduced in this paper. Base on the analysis of the shaped charge structure and loading explosive characteristics, the basis and principle of the ground burning destruction method for the shaped charges is suggested. Single product burning experiment and small batch products burning test are both described. Specific procedures of burning a single batch 1000 multiple (Total charge of 45 kgTNT equivalent) waste shaped charges are summarized. Taking the actual treatment of 600000 cases of perforating charges for example, flat burnt directly could save 3750 kg explosive comparable to blow up, and saving cap 7500 as well. It shows great superiority in the terms of safety and economy of the ground burning method than blow up method.

[KEY WORDS] destruction, shaped charges, burning on the plain

北京理工大学起爆药连续化自动化生产技术通过鉴定

2013 年 1 月 15 日至 17 日,工业和信息化部在吉林省长春市主持召开了北京理工大学爆炸科学与技术国家重点实验室研制的“起爆药连续化自动化生产技术”,长春汇维科技发展有限公司与北京理工大学联合研制的“起爆药连续化自动化生产设备和自动控制技术”,长春吉阳工业集团有限公司、北京理工大学、长春汇维科技发展有限公司与北京北方天亚工程设计有限公司联合研制的“起爆药连续化自动化生产线”三项科学技术成果鉴定会。由王泽山院士等 11 位专家组成的鉴定委员会认为:“该项目发明了起爆药连续化自动化生产技术及生产线平面和立面布置的新方式;发明了起爆药三级串联法生产的新工艺技术,研究成果具有创新性和先进性,三级串联法技术、在线液浴加热全自动真空烘干等总体技术达到国际领先水平,具有推广应用价值。”2013 年 1 月 28 日,工业和信息化部以“鉴字[2013]第 004 号”批准该项成果通过科学技术鉴定。单班产 100kg、危险工序完全人机隔离、连续化、自动化的起爆药生产线已在长春吉阳工业集团有限公司投入了工业规模使用。

(张同来)