

doi:10.3969/j.issn.1001-8352.2016.06.005

某型强光爆震弹的处废方式研究^{*}

蒋大勇^① 白 云^②

①武警工程大学装备工程学院(陕西西安,710086)

②武警工程大学军事基础教育学院(陕西西安,710086)

[摘 要] 基于装备管理的特点和实际需求,对某型强光爆震弹的常规处废方式和方法进行研究。根据处废过程中爆震弹是否进行可控的能量释放,结合其组成结构和作用特征,通过理论分析和试验验证的方法,重点分析了远距离拉发法、焚烧法和机械切割法等技术的使用时机及优缺点,同时,对主装药的无害化处理进行了一定研究。结果表明,远距离拉发法对场地条件要求较高,安全性偏重于现场的指挥和调度;露天焚烧法对环境污染较大,紧急情况下方能使用;机械切割法可以对部分零部件进行回收再利用,但处废效率偏低,存在主装药的二次处理问题。所述处废方式在严格落实操作规程的前提下均能保证人员安全。在使用时机方面,应结合处废单位的自身条件和处废任务的需要而确定。

[关键词] 安全设备工程;爆震弹;处废;弹药销毁;水射流技术

[分类号] TJ410. 89

引言

防暴弹是现代反恐行动中必不可少的武器装备,对于任务的达成发挥着重要作用^[1]。随着声、光、电、气等弹药技术的日趋成熟,防暴弹的种类也日臻完善,而且生产、使用和储存有不断扩大化的趋势。但是,随之而来的处废问题也日渐突出。一方面,防暴弹的平均储存寿命只有 5 年^[2],超过储存期会失效或存在安全隐患,必须进行回收处理;另一方面,防暴弹伴随着非致命技术的发展进步而不断更新换代,退役更新周期的缩短也使处废的工作量加大。研究防暴弹的销毁理论和技术能够消除制约处废工作发展的不利因素,提高综合保障能力,使装备得到有效管理,这对维护装备安全和提高部队战斗力具有重要意义。

通用弹药的处废工作一般由专业机构完成,其处理技术与方法相对成熟^[3]。防暴弹由于作用威力较小,处废过程的危险程度较低,在借鉴通用弹药处废技术的基础上,一般无需集中上交处理,而由使用单位自行组织实施,这样做既降低了处废的成本,又避免了路途转运的风险。我部作为生产单位,针对防暴弹的处废工作进行了数十年的研究与实践,主要是结合其结构特性,通过简单易行的技术措施,指导使用单位进行及时、安全的处理,从而保障人员

和场所安全,促进装备科研的顺利进行。以某型手投强光爆震弹为例(以下简称爆震弹),针对该弹在非致命弹药中爆炸威力较大、危险程度较高的特点,根据处废任务需要和使用时机,在实践中主要采用 2 种处废方式,包括远距离拉发、露天焚烧和机械拆解等具体方法,均取得了较为满意的结果,可供使用单位参考、借鉴。

1 处废工作的特征

1.1 防暴弹的技术特点

防暴弹的结构特征和作用原理是进行处废工作的重要依据。该型爆震弹主要由击发机构、保险机构、弹体和主装药 4 大部分组成。击发机构主要作用是击发点燃延期点火管,经一定延期时间后引燃点火药,点燃主装药,由击发座、击针体、击针簧、击针轴、针刺延期点火管等组成;保险机构主要作用是控制击发和防止意外撞击击发,由保险柄、保险销、拉环等组成;弹体主要有弹筒和连接座,根据投射方式的不同,材料采用全塑(手投)或铝制(枪射),用来盛装主装药和连接各主体零部件;主装药的主要成分为氧化剂、燃烧剂和黏结剂等组成的闪光剂,可视情况添加各种功能剂,如邻氯代苯亚甲基丙二腈(CS),经造粒后装于弹体内。该弹是利用爆炸时产生的炫目强光和巨大声响,使有生目标产生暂时致

^{*} 收稿日期:2016-05-12
基金项目:国家自然科学基金(51503224);武警工程大学基础理论研究项目(2015wxk-003)
作者简介:蒋大勇(1981-),男,博士,副教授,从事含能材料的研究。E-mail:wanghe717@163.com

盲和眩晕的一种非致命性弹种,对人体无永久性伤害,其战技指标见表 1。

表 1 主要战技指标
Tab. 1 Main tactical index

弹径/ mm	弹长/ mm	弹质量/ g	装药量/ g	发光强度/ cd
37	126	135	55	$5 \times 10^7 \sim 5 \times 10^8$
声强(6 m 处) /dB	延迟时间 /s	适用温度 /℃	安全距 离/m	储存 期/a
≤180	2.5 ~ 3.5	-30 ~ 45	>1	5

1.2 处废工作的基本要求

处废工作是防暴弹保障技术的重要组成部分,随着部队对综合保障能力要求的不断提高,对防暴弹的处废工作也提出了更高要求。

总体原则为:处废技术应参考和借鉴通用弹药处废的最新研究成果,确保过程的安全性是处废工作的前提和基础^[4-5]。处理流程首先应按照弹药的配比组成、点火方式和数量种类对其进行分类处理,对安全性较低或未知的弹药进行单独处理,同一批次弹药应同时处理。其次,应当根据待销毁防暴弹的结构特点,决定采取破拆或能量释放的处废方式,并选择最适宜的销毁方法。经过实践总结,我部常规防暴弹的处废操作流程如图 1 所示。

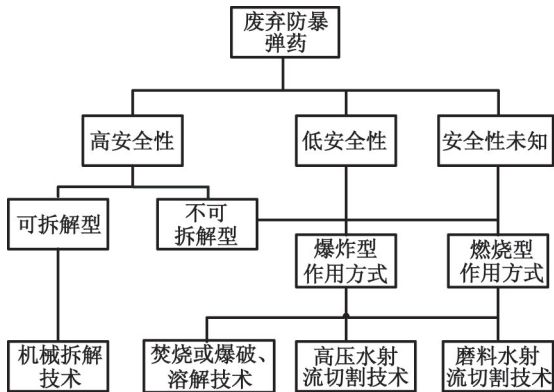


图 1 防暴弹的处废方式分类

Fig. 1 Classification of destruction methods for flashbang

1.3 处废工作的可行性与安全性分析

1.3.1 可行性分析

防暴弹属于非致命性武器,通常采用燃烧或爆炸的方式释放声、光和烟、雾、气溶胶等刺激物质,一般不通过打击、毁伤目标而达到作战效能;因此,对人员的杀伤能力有限,故销毁过程中意外作用造成的破坏可能要小于通用弹药,即使破拆弹体亦是如此。由爆震弹的构造可知,其击发机构与弹体之间采用螺纹连接,出于密封考虑,装配时通常采用涂胶

工艺,一旦固化成型后便无法拆卸,如需重复利用必须破拆弹体。击发机构具有较大的经济价值,处理时应尽量采取保护措施,以便重新加以回收利用。由于爆震弹作用时不与目标直接接触,初速相对较小;因此,对弹体材质的强度要求不高,通常采用厚度为 2 mm 的铝质或塑料,这也为破拆弹体的可行性提供了理论依据。

1.3.2 安全性分析

1)爆震弹的作用特点决定了对人体的伤害是有限的。爆震弹采用造粒药压装设计,由于含有较多的功能剂,使得其作用时威力较大。虽然该弹属于爆炸型防暴弹,但对有生目标产生作用主要体现在强闪光与强声响,其破片由于属于塑性材质,对目标的损伤效果有限。根据相关技术规范,爆震弹在距离人体 1 m 内非接触爆炸,不会造成致命的后果;在 1 ~ 6 m 的距离内爆炸,其破片仅能对裸露的皮肤造成划伤;如果作用超过 6 m,命中概率大大降低,对人体基本没有实质性伤害,其破片伤害可以忽略不计。通过设置较大的安全距离,构建土木掩体以及要求操作人员佩戴头盔和防护服,可以最大程度地确保操作人员的安全。

2)爆震弹的结构特点决定了其在未击发状态下是安全的。具有早爆风险的不合格品,主要是由于点火管的延期击发时间不够所致,但其击发和保险机构是合格的。因此,该弹在未激发状态下是非常安全的,操作人员在运输、拆解外包装以及安放处废位置时,无需担负额外风险。

2 处废方式及方法介绍

根据处废时是否破拆弹体,目前已形成了以可控的能量释放为主,分解拆卸后再利用为辅的处理模式^[6],处废过程整体平稳,无重大事故发生。在使用时机的选择方面,一般而言,因超出有效期需要退役的待销毁爆震弹,其零部件已达到使用寿命,不宜重新利用,且整体处于不稳定状态,可采用前者进行处理;如是生产过程中产生的残次品或因某些非致命技术缺陷的召回品,除问题零部件外,其余大部分零部件均完整可靠,可选用后者。当然,处废方式和方法的选择并非一成不变,还要结合处废任务的需要和具体环境而定。

2.1 可控能量释放模式

2.1.1 远距离拉发法

如果待销毁爆震弹超出有效期的时间较短,或者其点火管有早爆缺陷的,通常采用远距离人工拉发的方法进行处废。根据待销毁弹的总量和时间段,设计制作相应的工装辅具。操作人员在作用距

离外,听从指挥员下达的统一口令,进行挂弹、拉发、检查等逐一作业。该方法通过严密组织,操作人员令行禁止,其安全性可以得到保障,人均销毁效率达到 15 h^{-1} 。其不足是需要设置专门的销毁场地,处废时易产生空气和噪音污染;该方式对指挥人员掌控现场的能力和对操作人员的熟练度均要求很高。

2.1.1.1 现场勘查和设置

在无人地带选定一处主销毁区和一处备用销毁区,长和宽分别为 300 m 和 100 m,两处销毁区规格一致。销毁区外设立边界安全警示牌和警戒哨位。场区内部则按照职能划定观察点、存放点、作业点和销毁点。观察点主要容纳现场指挥员和其他待命人员,应视野开阔,便于指令的下达;存放点主要暂存待销毁的防暴弹及工装辅具,距离销毁点的距离不少于 20 m,表面须有防火篷布覆盖并在旁边放置灭火器材;作业点主要容纳操作人员进行拉发作业,通过构建单兵土木掩体,距离销毁点应大于 15 m。在销毁点挖掘一个尺寸为 $1.0 \text{ m} \times 1.0 \text{ m} \times 0.5 \text{ m}$ 的爆破坑,将销毁架紧靠爆破坑边缘平行放置并固定牢靠,使弹体在拉发后能够垂直落入坑内引爆。

试验证明,销毁架的最佳载弹枚数为 2,弹与弹之间的安全距离一般不小于 30 cm,如图 2 所示。如果载弹量过多,一则造成自身设计质量过大,人员搬动不易,且成本较高;二则拉发单枚时引爆的振动易造成剩余弹的殉爆或脱落,增加意外风险。

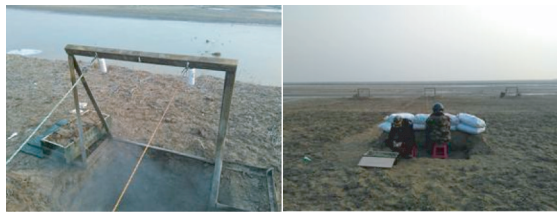


图 2 远距离人工拉发方式

Fig. 2 Remote artificial handling

2.1.1.2 操作步骤

1) 挂弹。每个销毁架单次销毁枚数为 2,由挂弹员依次将带有挂钩的牵引绳牢牢地勾住爆震弹的拉环,随后逐个检查并向组长报告。组长确认完毕后向现场指挥员报告,督促无关人员撤离至安全区域。

2) 拉发。按照现场指挥员的统一指令,各组长迅速撤离至 15 m 外的作业点,同时拉动牵引绳,逐枚进行拉发作业。现场指挥员密切关注现场态势,如遇有特殊情况,快速妥善处置。

3) 清理。待销毁枚数达 100 时,按照由外向内的顺序,各小组组织清坑和整理。主要是重新固定销毁架,修整爆破坑,及时将坑内外的弹片、保险柄

等部件转移。对于出现的未爆弹,按照要求集中妥善存放,另行销毁。

4) 组织下一轮的销毁。

2.1.2 焚烧法

焚烧法,特别是露天焚烧法,主要针对危险性较大、难以拆解或再利用价值不高的弹种或装药。虽然该方法因环保问题饱受诟病,但由于主装药不需要二次处理,特别适合于超出有效期过久以及紧急任务下的快速销毁,但出于环保考虑,销毁枚数通常不超过 1 000。露天焚烧法对焚烧场地和天气状况有一定的要求,其销毁作业一般设在具有坚固掩体的专门销毁场地内,实施分批、分次或分多个作业点进行。其主要风险在于焚烧方式不当易发生殉爆事故,造成人员伤亡,而且爆炸冲击波可能将大量的未爆弹炸飞,增加了事后的处理难度。因此,在选择采用露天焚烧时必须注意两个关键问题。

2.1.2.1 控制单次销毁量

根据总体任务量、作业时间段以及单枚爆震弹的威力幅原进行计算,爆震弹的单次销毁枚数不超过 200。场地设置通常挖掘数条销毁槽坑,其长度能容纳待销毁弹单层、并排放置,宽度一般为弹长的 1.5 倍,深度一般为弹径的 5 倍。槽间距不低于 5 m。坑底部平铺一层事先与 0# 柴油搅拌均匀的锯末,在上面水平摆放待销毁弹,销毁坑表面敷设一层铁丝网并用钢钎固定,防止待销毁弹意外飞出。处废现场设置如图 3 所示。



图 3 露天焚烧法

Fig. 3 Hypaethral incineration

2.1.2.2 采用分段式同时点火方式

爆震弹的主装药在明火作用下仅发生燃烧,并不发生爆炸。在热传导过程中只要不达到其爆发点(一般在 $400 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右),通常不会发生殉爆事故。因此,焚烧法的关键技术在于能否在最短的时间内将所有的待销毁弹以明火方式引燃,避免长时间烘烤。一般采用在销毁坑的两端和中间敷设易燃物,3 点

同时点火的方式,务必使明火迅速覆盖整个销毁坑。点火后,人员迅速撤至安全掩体内进行观察。掩体应为全封闭式,防止流弹飞入,安全距离不小于 50 m。焚烧完毕后,注意扑灭明火,检查残留物,待坑内温度与环境温度一致后方可组织下一轮作业。

2.2 机械拆解模式

机械拆解法通常要经历两个步骤,破拆弹体和对主装药及零部件进行无害化处理。其优点是避免了能量的释放,对零部件可以最大程度地回收再利用;缺点是对过程的安全性要求较高,主装药需要二次处理,增加了处理的整体难度。由于爆震弹主装药的机械感度要远远高于猛炸药,击发机构在外力作用下,导致意外点火的情况时有发生。因此,机械拆解一般从设备、工艺、操作 3 个方面保证处废过程中的安全性,在操作过程中应避免强力撞击和摩擦,并采取降感等技术措施,防止意外事故。目前,已投入应用的主要有 3 种弹体破拆方法和 2 种主装药的处理方法,下面分别进行介绍。

2.2.1 刀具切割法

根据爆震弹的结构特征,我部早期研制出专用的拆解车床对弹体进行破拆,销毁效率大约为 50 h⁻¹,如图 4 所示。



图 4 机械拆解装置
Fig. 4 Mechanical demolition device

该设备利用钢制刀具对夹持的弹体和击发机构之间的螺纹连接部位进行机械切割,将弹体完全切断后倾斜倒出主装药。为防止机械作用产生热量积累,专门设计了冷却装置,在切割过程中通过对刀具进行不间断的喷洒降温,防止升温过快及火花产生。拆卸完成后可回收点火管、弹体等主要部件。通过更换不同尺寸规格的夹具,可适用于多种型号的防暴弹。

该设备属于早期型号,主要为验证爆炸型防暴弹是否可以机械拆解,后期尚未实现远程控制,对操作人员的防护程度不高,过程中的意外情况和不确定性因素依然存在。出于对安全性的首要考虑,该方式逐渐被远程水射流切割技术所替代。

2.2.2 水射流切割法

水射流切割技术是 20 世纪 70 年代发展起来的

新兴弹药处废手段^[7-9],具有无烟、无味、无毒、无火花和产生热量少等优点。由于水射流的降温、降感作用能够抑制局部热点的产生,因此,切割件的升温很小,保证了切割过程中的安全性,特别适合在有防爆要求或易燃易爆的危险场合下作业,开始逐步应用于废弃弹药的非军事化处理。从弹体材质和装药感度来看,水射流切割更加适合于防暴弹的处废。因此,近年来我部先后应用高压水射流和磨料水射流技术分别进行切割试验和部分工程化应用,得到了可行性结论。2 种水射流切割的技术均采用了远程控制方式,实现了待销毁弹与操作人员的物理隔离。按照射流参数的不同,2 种水射流切割技术的主要指标见表 2。

表 2 高压水射流技术与磨料水射流技术的参数对比

Tab. 2 Parameter comparison between HWJ and AWJ

技术参数	高压水射流	磨料水射流
工作压力/MPa	≤140	≤30
调压方式	往复泵(可调)	柱塞泵(可调)
喷嘴孔径/mm	1.0~1.5	0.8
磨料粒径/mm	—	0.2
磨料的质量分数/%	—	0~50

2.2.2.1 高压水切割技术

该技术是以高压或超高压的纯水射流为动力的切割技术,切割弹体时具有精度高、安全性好的优点。根据美军《炸药安全手册》相关规定:利用高压水射流对 IHE、PBx-9404、LX-10 等含能材料可进行近距离加工,射流压力应小于 140 MPa,不能含有任何磨料^[10]。据此计算,其射流速度理论上不超过 520 m/s,喷嘴直径不超过 0.25 mm,这对选取适宜防暴弹处废的水射流参数具有一定的参考意义。在此基础上,选取上海金箭公司研制的高压水射流切割装置(HPA 水刀),在国内成功实现了高压水射流切割防暴弹的先例,如图 5 所示。

该设备利用带有隔爆间的数控切割系统,通过严格控制射流参数,能够在保证安全的前提下,基本满足批量销毁的应用要求。在使用过程中发现,该设备的高压力(140 MPa)、大流量(12 L/min)的水射流切割模式真正凸显了安全优势,历次试验中无一意外情况出现。其缺点是纯水射流对于金属材质弹体的切割能力不足,导致效率较为低下(约为 20 h⁻¹),而且设备体积庞大,只能采用固定式操作,不利于实现机动化作业。

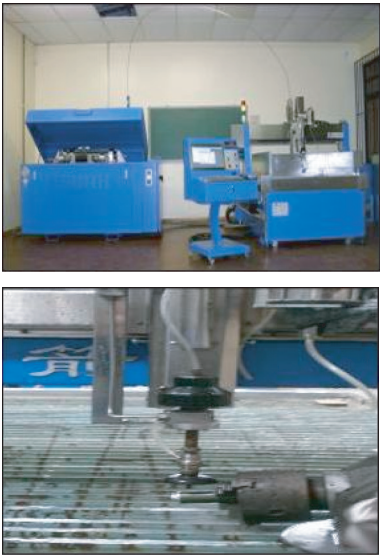


图 5 高压水射流切割装置

Fig. 5 High water jet cutting device

2.2.2.2 磨料水射流切割技术

该技术又可分为磨料前混合和后混合两种添加方式,后者视为高压水切割技术的升级版,可以显著提高切割效率,使其更加适用于对金属外壳的防暴弹的切割。而前混合磨料水射流技术通过向水射流中事先加入石榴石等磨料粒子,在同等切割效率下将出口压力降到 30 MPa 左右。由于设计理念的不同,可凸显其小型化和机动化的优势,在排爆、排险方面有着很大的应用前景^[11]。

通过考察比较,选用保定锐讯公司生产的便携式水刀切割系统,对 3 个需求单位存放的 6 万余枚废弃爆震弹开展了巡回式处废及相关的切割试验。该系统采用前混式磨料切割技术,整体质量为 300 kg,可由小型车辆运输,两人即可操作(一人兼司机),场地要求平整和有水源、电源即可,装置见图 6。

实践证明,该设备与方法的机动性强,危险系数低,可适用于多种防暴弹的处废。在出口压力为 25 MPa、流量为 6 L/min、横移速度为 10 cm/min、磨料比为 1 : 20 的条件下,爆震弹的销毁效率约为 100 h⁻¹,累计总量已达 6 万枚,无一安全事故发生,真正体现了安全和效率的有机统一。当然,在切割过程中石榴石磨料粒子与弹体和装药之间仍属于刚性接触,安全性略低于高压水射流。因此,切割时应注意切割部件的先后次序,尽量避免直接切割击发装置,特别是机械感度较大的点火管、底火等,防止装药的燃烧和爆轰。射流可沿点火管与点火药片中间的间隙进行切割,由于此处距离点火管尾部约为 5 mm,先将敏感的击发装置和装药分离,射流中磨料不会

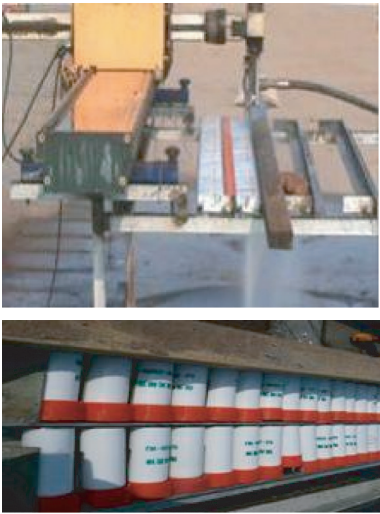


图 6 磨料水射流切割装置

Fig. 6 Abrasive water jets cutting device

触及该部件,可最大程度地保证安全性。

2.2.3 化学法销毁 CS 药剂

经过弹体破拆工序后的防暴弹,其主装药已经完全暴露,必须进行无害化处理。除可进行焚烧外(参照 2.1.2 节进行),还可采用化学法销毁。添加刺激剂的装药组分配比见表 3,其主要有害成分为 CS,其他物质属于低毒或无毒物质,一般无需处理。因此,装药的无害化处理主要针对 CS,使其生成无毒、无刺激性的物质。目前,已有 2 种反应途径,分别为碱性水解法和氧化还原法,一般使用苛性碱、高锰酸钾或次氯酸盐等作为反应物。处理后的 CS 分解率可达到 80% 以上,基本无刺激性气味。2 种方法均简单、易行,且不会造成环境污染。

表 3 装药组分配比

Tab. 3 Ingredient of charge

组分	分子式	质量分数/%
氯酸钾	KClO ₃	30.3
白糖	C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	29.0
聚醋酸乙烯酯	(CH ₃ COOCHCH ₂) _n	3.0
西埃斯	C ₈ H ₅ Cl(CN) ₂	19.4
碳酸镁	MgCO ₃	13.3
松香	C ₁₉ H ₂₉ COOH	4.8
其他		0.2

3 结 论

由于防暴弹属于非致命性弹药,其组成结构、作用特点和使用范围与通用弹药差异较大,决定了其处废技术和方法也有所不同。为促进防暴弹处废工作朝着更加安全有序、经济有效和节约环保的方向发展,针对现有的销毁技术和方法进行了研究和探索,得出如下的结论:

1)防暴弹的处废工作必须基于弹药的内部结

构和作用方式,在追求效率的同时讲求安全,必须以确保过程安全为前提。按照处废任务和具体时机,可分为可控能量释放和机械拆解 2 种基本方式。可控能量释放方式可分为远距离拉发和焚烧两种方法;机械拆解包括金属刀具切割、高压水射流切割和磨料水射流切割 3 种方法。

2) 远距离拉发法和焚烧法一般用于处置超过储存期的防暴弹。该方法必须考虑销毁产生的烟雾、噪音对环境和人员可能造成的影响,应及时处理销毁过程中产生的污染物。随着其他技术手段的完善,适用于紧急情况下的少量销毁,特定场合下仍不失是一种简单、可靠、经济且销毁彻底的方法。

3) 机械拆卸法主要用于零部件缺陷的防暴弹处废,需要对装药进行二次处理。其中的金属刀具拆解弹体安全性较低,对操作者的要求较高,一般只作为备选方案。两种水射流切割技术均可完成对防暴弹弹体的切割,高压水射流切割法的安全性最高,但是效率较低,加入磨料有所改善。前混合磨料水射流在大幅提高切割效率的同时,可以实现机动化作业,能够适应大批量的处废工作。

参 考 文 献

- [1] 马永忠. 国产 RS97-2 燃烧型催泪弹[J]. 轻兵器, 2003 (7): 11-12.
- [2] 杨光. 武警弹药学[M]. 西安: 武警工程大学, 2005.
- [3] 钟明寿, 龙源, 孙远征, 等. 导爆索爆炸拆分废异常规弹药的初步试验研究[J]. 爆破器材, 2008, 37(2): 31-34.

ZHONG M S, LONG Y, SUN Y Z, et al. Preliminary experiment on splitting the rejected conventional ammunition by detonating cord[J]. Explosive Materials, 2008, 37 (2): 31-34.

- [4] MACHACEK O, GILION J B, ECK G, et al. Recycling of excess and demilitarized energetic materials in commercial explosive applications [J]. International Journal of Energetic Materials and Chemical Propulsion, 1997, 4 (1/6): 177-188.
- [5] 巩永孝. 报废通用弹药处理技术[M]. 北京: 解放军出版社, 2004.
- [6] MALONEY S W. Reuse of ammonium nitrate-wet air oxidation[R]. US Army Corps Engineers CERL Technical Report, 1999.
- [7] HIAVÁČ L M, SIRNADEL B, KALIČINSKÝ J, et al. The model of product distortion in AWJ cutting[J]. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2012, 62 (1/4): 157-166.
- [8] 薛胜雄. 高压水射流技术工程[M]. 合肥: 合肥工业大学出版社, 2006.
- [9] HARADA Y, KAWAI K, SUZUKI T, et al. Evaluation of cutting process on the tensile and fatigue strength of CFRP composites[J]. Materials Science Forum, 2012, 706/709 (1): 649-654.
- [10] 钟树良. 水射流切割炸药的技术研究[D]. 绵阳: 中国工程物理研究院, 2006.
- [11] HE Y H, WU B, MA Y F, et al. Experimental study on the expansion uniformity of armature[J]. Journal of Beijing Institute of Technology, 2009, 18 (1): 56-59.

Study on Destruction Methods for Abandoned Flashbang Ammunition

JIANG Dayong^①, BAI Yun^②

①Equipment Engineering College, Engineering University of CAPF (Shaanxi Xi'an, 710086)

②Military Based Education Colloge, Engineering University of CAPF (Shaanxi Xi'an, 710086)

[ABSTRACT] Based on the characteristics and the actual needs of equipment management, some conventional techniques were discussed for the disposal of a certain type of flashbang. Based on the considerations of whether the energy needs to be released in a controlled manner during the processing, combined with its composition and function characteristics, several methods were theoretically analyzed in the aspects of application, merits and drawbacks, and verified by corresponding experimental works. These include remote handling, incineration, mechanical cutting and some other techniques involving the safe disposal of main charge. Results show that remote handling has the feature of critical requirements on processing site and the process safety dependence on onsite communication and cooperation; open-air incineration, introducing severe environmental pollution, is applicable to emergency situations only; mechanical cutting is suitable for the recycling of some flashbang parts, but usually has a low efficiency and needs a secondary disposal for main charge. All waste disposal methods discussed above can ensure the personnel safety under the strict implementation of the operation rules. The selection of the disposal methods should be confined to the equipment and personnel available and the amount of abandoned flashbang ammunition to be disposed.

[KEYWORDS] safety accommodation engineering; flashbang; destruction methods; ammunition disposal; water jet technology