

DOI: 10.11943/j.issn.1006-9941.2017.02.00X

文章编号: 1006-9941(2017)02-0091-03



## 弹药安全的新发展——安全弹药刍议

**现代战争** 战场环境日趋复杂,从以前的单一途径对抗发展到舰船、战机、导弹、电磁干扰、网络攻击、定向能武器等相结合的复杂体系对抗,既有各类导弹的相互攻击,也有各类舰机的直接对抗,还有复杂电磁环境和电子攻击等信息对抗,甚至面临激光、高功率微波等定向能武器的非对称打击。战斗模式更加多维化,从以前的海、陆、空独立作战的低维模式到海、陆、空、天立体交叉打击多维模式发展,许多大型的高价值作战平台应运而生。同时,弹药毁伤巨能化、高效化,打击精准化、复合化等特点也更加突出。因此,武器弹药既面临日益严酷的敌对攻击下的生存与安全问题,也面临复杂电磁环境下引信等电子系统的安全与可靠问题,以及由此可能引发的尤其是大型作战平台的安全与生存问题。如何应对实战化条件下敌我双方激烈的对抗态势,自然成为一个重大的问题或挑战,这无疑给武器弹药的安全性提出了更高要求。

**低易损弹药** (Low Vulnerability Ammunition, LOVA) 是美国于 20 世纪 70 年代,鉴于弹药早炸、膛炸等安全事故频发而提出的相对传统普通弹药的概念。LOVA 主要关注炮弹类弹药易损性。主要依据 WR-50 规定的快速烤燃、慢速烤燃和子弹撞击三种试验进行评价。后来又产生了低易损发射药、低易损推进剂、低易损炸药等概念。

**钝感弹药** (Insensitive Munitions, IM) 是美国海军在经历了一系列重大的弹药安全事故后,于 20 世纪 80 年代在低易损性弹药概念的基础上正式提出的。这些重大事故中,典型的如 1967 年在美国福莱斯特号 (Forrestal) 航母上发生的弹药爆炸事故,导致 134 人死亡,64 人受伤,21 架飞机完全毁坏,43 架飞机受损严重。概念上,钝感弹药是指能可靠满足性能、战备、储存及使用要求,并对加热、撞击、弹药攻击等意外刺激表现出良好的稳定性,不容易发生殉爆、燃烧转爆轰、爆轰等猛烈反应的弹药。按照美国 MIL-STD-2105D《非核弹药危险性评估试验》和北约 STANG 4439《钝感弹药政策说明,评估和试验》等标准,钝感弹药须通过快速烤燃、慢速烤燃、枪击、破片撞击、射流撞击、殉爆等试验的考核,其中前四种试验均为只允许发生不高于燃烧等级的反应,后两种试验由于条件苛刻允许发生不高于爆炸等级的反应。(董海山. 钝感弹药的由来及重要意义[J]. 含能材料, 2006, 14(5): 321-322.) 由于钝感弹药可显著提升弹药的安全性,美国从 20 世纪 80 年代就开始实施了钝感弹药计划,要求新研弹药满足钝感弹药标准;2013 年 4 月,美国进一步明确要求武器装备全面换装钝感弹药。随着钝感弹药计划的系统实施,美国因弹药意外爆炸而发生的灾难性事故显著减少。至此,美欧武器弹药经历了从普通弹药到低易损弹药再到钝感弹药的发展过程。

**安全弹药** (Robust Munitions, RM) 是中国工程物理研究院在分析国内外弹药发展趋势, 充分借鉴钝感弹药的研究成果, 结合实战环境特点及发展需求的基础上, 于 2013 年正式提出的。同年挂靠中国工程物理研究院化工材料研究所成立了院安全弹药研发中心。安全弹药是指毁伤威力满足使用要求, 在实战化各种意外刺激(热、力、热力耦合、电磁等)作用下不易发生反应, 综合性能好, 能更好地适应运输、贮存、勤务、训练、作战等全寿命任务剖面的弹药。安全弹药更好结合了实战化环境条件和更高的安全理念及要求, 系统考虑了弹药的本质安全与使用安全, 它兼具高效毁伤与安全可靠, 更加注重可用、耐用、好用。安全弹药是钝感弹药在新时期新需求、新的环境和物质条件下的再发展和再创新, 使弹药安全发展进入一个新的阶段, 对弹药安全技术提出了更加全面和更高层次的要求, 将对武器弹药的安全发展产生重要的引领作用和深远的影响。经过几年来的深入研讨和持续完善, 安全弹药的概念已经被越来越多的装备部门、研究机构和专家学者所认可。根据安全弹药的安全特性, 考虑不同的发展阶段和应用场景, 安全弹药可分为三个等级, 一星级(基本型)、二星级(发展型)、三星级(加强型), 其中一星级安全弹药相当于美国和北约的钝感弹药, 二星级和三星级安全弹药重点强化将弹药对射流、殉爆等强刺激的反应等级从爆炸降低到爆燃甚至燃烧以进一步减小事故的直接威胁危害, 进而从根本上消除爆炸事故可能产生射流和引发殉爆导致次生或连锁灾害的可能性, 以及使弹药更好地适应复杂电磁环境下实战化和对抗的要求。安全弹药各等级的安全特性对比如表 1 所示。

表 1 安全弹药的分级特性

考核项目	允许反应		
	★(基本型)	★★(发展型)	★★★(加强型)
快速烤燃	燃烧(V)	燃烧(V)	燃烧(V)
慢速烤然	燃烧(V)	燃烧(V)	燃烧(V)
枪 击	燃烧(V)	燃烧(V)	燃烧(V)
破片撞击	燃烧(V)	燃烧(V)	燃烧(V)
射流撞击	爆炸(III)	爆燃(IV)	燃烧(V)
殉爆反应	爆炸(III)	爆燃(IV)	燃烧(V)
电磁干扰	电磁兼容	无误动作	无误动作
强电磁脉冲	—	无误动作	无误动作

**安全弹药研制**是一个复杂的系统工程,涉及诸多科学技术问题与难题,需要体系布局、深入研究,需从以下几个层面进行系统推进:基础层面,应深入认识弹药在各种异常刺激条件下的安全响应与机制、点火阈值和反应判据、能量释放与传递衰减规律等问题,这需要从微观、细观、宏观等不同尺度,针对热、力、热力耦合、射流、超压、电磁等多种刺激方式,系统开展含能材料与装药、火工品与引信器件、弹药结构等的安全性研究;工程层面,应解决影响弹药安全性提升的关键瓶颈问题,如主炸药与装药的深钝感问题、爆炸序列的安全匹配问题、引信在复杂电磁环境下的误动作问题、弹体结构的力热缓释与高效防护问题、安全弹药的集成设计问题等;应用层面,必须建立起系统完善的安全弹药评估方法与标准、安全弹药的管理规范与应用准则,并得到工业部门与军方的广泛认可,才能有效推进安全弹药的发展。

田 勇, 李敬明

中国工程物理研究院化工材料研究所

e-mail: Tianyong@caep.cn

## New Development of Ammunition Safety: Robust Munitions

TIAN Yong, LI Jing-ming

(Institute of Chemical Materials, CAEP, Mianyang 621999, China)

The battlefield environment of modern war is becoming more and more complicated. The ammunition is facing severe mechanical, heat and electromagnetic environment, which demands higher safety. The concept of insensitive munitions (IMs) was proposed by the United States in the 1980s regarding the severe environments. With the implementation of insensitive ammunition program, the catastrophic accidents due to ammunition explosions were significantly reduced. Furthermore, the concept of robust munitions (RMs) was proposed by the Chinese Academy of Engineering Physics in 2013. RMs are the ammunitions that can not only meet the requirements of damage efficiency, but also with high safety in the actual combat stimulus, better environmental adaptability in full-life profile. According to the safety performance, RMs can be divided into three levels, one star, two stars and three stars. One star RMs are equivalent to insensitive ammunition. RMs development involves many scientific, technical and engineering aspects and needs to be handled systemically.