

doi: 10.7690/bgzdh.2015.04.022

破甲弹精密压装 HMX 炸药技术

张科¹, 杨昭², 王国平¹, 王海云¹, 戴阳生¹

(1. 江南工业集团有限公司工艺技术研究所, 湖南湘潭 411207;

2. 总参陆航部驻株洲地区军事代表室, 湖南株洲 412002)

摘要: 为提高破甲弹炸药装药密度、降低生产制造风险, 针对聚奥-8 炸药特性进行自动双向精密压装药工艺方案设计及可行性验证。从国内外炸药压装技术研究进展出发, 以现有某型号破甲弹聚能装药为例, 结合产品具体技术要求, 优化自动双向压药工艺规程, 对动力系统、控制系统、控制策略等进行研究, 进而提高压药机压力、压制速度等工艺参数的控制精度。实际证明: 聚能装药通过装填高能 HMX 炸药, 其破甲威力提高 40% 以上, 具有广泛的军事应用前景。

关键词: 破甲弹; 聚能装药; 高效毁伤; 奥克托今; 双向压药; 破甲威力

中图分类号: TJ410.5 **文献标志码:** A

Technologies of Precise HMX Charging for HEAT Warhead

Zhang Ke¹, Yang Zhao², Wang Guoping¹, Wang Haiyun¹, Dai Yangsheng¹

(1. Technology Research Institute, Jiangnan Industries Group Co., Ltd, Xiangtan 411207, China;

2. Military Representative Office of General Army Aviation Ministry Situated in Zhuzhou, Zhuzhou 412002, China)

Abstract: For improving charge density of high-explosive anti-tank (HEAT) and reducing risk in producing, aiming at characters of Octogen-8 explosive, carry out bidirectional precise charge technique design and verify feasibility. From development of explosive pressing and charging technologies in China and abroad, taking certain type high-explosive anti-tank shaped charge as example, combine with product specific technology requirements, optimize bidirectional charge technique regulation, and research on power system, control system, control strategy and so on. Furthermore, improve control accuracy of technique parameter such as press pressure and velocity. The practice verifies: through HMX loading, this shaped charge can improve penetration power of more than 40%, and has extensive military application prospect.

Keywords: HEAT; shaped charge; efficient damage; Octogen; bidirectional charge; penetration power

0 引言

破甲弹是指聚能装药爆炸后形成金属射流攻击装甲的弹药, 由于其针对装甲目标的高效毁伤性能, 一直为世界各国所重视。随着制导弹药精度的提高和破甲威力的增强, 聚能装药已经发展成为攻击装甲目标及地面坚固目标的重要战斗元件。

多年来, 国内外提出了许多改进聚能装药、提高破甲威力的方法和途径, 其中包括改进炸药装药类型; 改进压药工艺, 采用精密装药技术等^[1]。

目前在破甲弹聚能装药上广泛使用有黑索金 (RDX) 和奥克托今 (HMX) 等高性能单质炸药, 其中奥克托今是现有单质炸药中高密度、高爆速、高爆压的一种高能量炸药, 具有优良的耐热性能和贮存稳定性, 由于其爆炸威力高和贮存性稳定的特点, 目前已成为导弹、火箭弹反装甲战斗部的装药首选。随着精密装药工艺的发展, HMX 越来越多地应用于聚能装药以及反先进装甲战斗部上, 具有广阔的

发展前景^[2]。同时如何利用 HMX 提高破甲弹能量密度, 降低生产制造风险, 是破甲弹设计与制造的需解决的关键问题之一。

1 国内外炸药压装技术研究进展

炸药压装法主要包括普通机械压装、螺旋压装和分步压装 3 种, 国外应用广泛, 技术均相对成熟。近些年国外战斗部新型压装药技术的发展重点在对普通机械压装技术的自动化、连续化改造等方面。

先进的火炸药作为破甲弹的重要组成部分, 是高效毁伤弹药的发展基础。目前国内破甲弹使用的 HMX 炸药系列等, 其装药密度在 1.8 g/cm^3 左右, 可达到理论密度的 95%, 各向密度差 5%, 目前国外压装药采用精密压装药技术改善装药质量, 使得破甲弹的破甲水平大幅度提高, 其中大口径战斗部的破甲深度超过 10 倍装药直径, 最大可达到 15 倍装药直径, 装药的密度差可控制在 $\pm 0.003 \text{ g/cm}^3$, 甚至可以使装药密度接近炸药理论密度的 99%。

收稿日期: 2014-11-27; 修回日期: 2015-01-28

基金项目: 国防科技工业弹药自动装药技术研究应用中心研究项目“高质量高效率绿色安全装药工程”(C1020110001)

作者简介: 张科(1980—), 男, 湖南人, 高级工程师, 从事战斗部装药设计方面研究。

2 聚奥-8 炸药性能

聚奥-8 炸药主要成分包含 HMX、聚氨基甲酸酯弹性纤维、有机玻璃、石蜡、氟橡胶、聚四氟乙烯(TPFE)等粘合剂,是目前国内应用较多的聚奥类主装药^[2],该产品主要是为了满足大口径、高能量装药及自动精密装药技术而进行研究的新一代高能炸药。其技术指标见表 1。

表 1 聚奥-8 炸药技术指标

指标名称	指标
外观	白色颗粒
理论密度/(g/cm ³)	1.897
撞击感度/%	≤ 30
摩擦感度/%	≤ 30
爆速/(m/s)	≥ 8 700 m/s ($\rho=1.840$)
堆积密度/(g/cm ³)	≥ 0.72

聚奥-8 炸药属于以高聚物为粘结剂制造的含 HMX 的炸药,压制成型后具有能量高、感度低的优点,早期采用单向非真空压制,在高能量、高比压、高密度、高药温环境时,成型装药压制因回弹性不一致,易造成装药裂纹、崩边、圆跳动超差、密度不均匀等问题,同时影响破甲威力,使弹药可靠性降低。因此,开展高能量、高密度、高比压、高药温精密装药技术研究,能有效提高炸药装药的密度和均匀性^[3-4]。

3 工艺技术方案及工艺流程设计

3.1 工艺技术方案

自动双向精密压装药工艺是通过大吨位双向压药机来实现。自动双向压药机的主要结构和工艺作用原理是:双向压药机主要由五梁四柱组成,另外配有动力系统、电视监视系统、操作系统和装有 PLC 程序的控制系統,如图 1。五梁从上至下有:固定上缸的上横梁、上滑块、工作台、下滑块和固定下缸的下横梁,五梁之间靠四根立柱联接,上下滑块跟随上下油缸的活塞一起运动,可通过操作系统实现手动控制和自动压装过程。

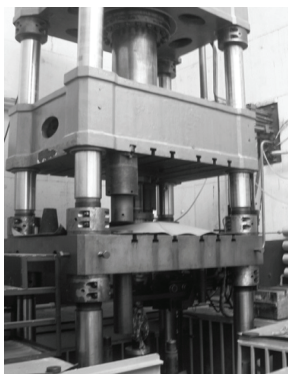


图 1 精密双向压装设备

压药方法采用压药模体固定在工作台中心孔内、模体外装有模体加热、冷却装置,压药上冲用联接件与上滑块联接,压药下冲用联接件与下滑块联接,工作台下面有辅助油缸联接压药定位及安全定位装置。将编程自动控制技术应用于(315 T、500 T、1 500 T)双向压药机,压药时,其抽真空、双向压药速度、压力、压力补偿、压药次数、保压时间、预压与卸压复压、模具开合等工艺过程实现程序控制。其关键技术包括:

1) 压药模具优化设计:针对目前模具定位精度差和易拉伤的缺陷,主要开展自动模具优化设计,开模、合模机构设计,模具加温、降温系统的改进设计,以及抽真空系统优化与控制系统改进等工作。

2) 不稳态模具准确定位:在连续压药过程中,由于模具定位误差与压机精度误差的存在,使模具与压机的定位精度处于不稳定状态,造成模具易拉伤和部分产品精度超差,同时存在严重的安全隐患。其解决技术方案是设计模具定位精度与压机精度误差检测工装量具,使模具定位相对压机的精度可进行量化检测(如模具与压机的同轴度、与工作台的垂直度等);同时改进模具设计,将模具固定定位方法变成浮动定位,当压机相对模具定位精度超差时,模具在工作台中心可产生相对应的上下、左右、前后的浮动,以模具的浮动量消除压机对模具产生的精度误差,达到压药过程的安全性要求,提高模具使用寿命和产品合格率。

3) 自动双向精密压药安全控制:主要对压药机压力采用多回路检测、压力预警控制、机床行程限位、模具加热温度双回路限定和模体加热与压制过程分离等技术措施,以保证压药过程的安全性。

3.2 工艺流程

精密双向轴真空压装工艺流程如图 2 所示。

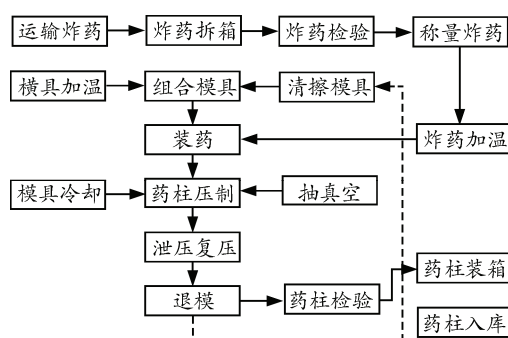


图 2 精密双向抽真空压装工艺流程

4 自动双向精密压药工艺试制

现有某型号破甲弹聚能装药(见图 3)包括主药柱、隔板、副药柱、药型罩等零件组成。隔板材料为聚氨酯泡沫,药型罩材料为 T2 纯铜,主、副药柱采用的是 JH-2 炸药。

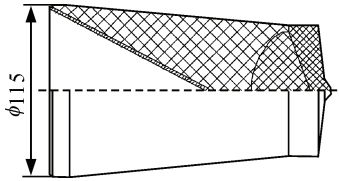


图 3 口径 115 mm 聚能装药结构示意图

为提升该型号破甲弹威力,通过精密压装 HMX 炸药工艺技术研究,在 500 T 吨位双向数控压药机的基础上,结合具体产品技术要求,优化自动双向压药工艺规程,对动力系统、控制系统、控制策略等进行研究^[5],进而提高压药机压力、压制速度等工艺参数的控制精度,可使破甲弹聚能装药实现性能提升。采用精密压装工艺的聚奥-8 主药柱如图 4。



图 4 采用精密压装工艺的聚奥-8 主药柱

5 相关验证试验

在同型号破甲弹聚能装药中分别装填 JH-2 炸药和 JO-8 炸药,进行静破甲威力对比试验。在装药口径同为 115 mm 时,原有聚能装药的平均破甲威力 750 mm 左右,而采用装填 JO-8 炸药的聚能装药进行多发静破甲试验,平均穿深为 1 058 mm,达到 9.2 倍口径;最大穿深为 1 120 mm,接近 10 倍口径。表 2 为装药工艺试验药柱状态,表 3 为对 45# 钢靶静破甲试验结果。试验数据表明:装填 JO-8

炸药时,聚能装药破甲穿深提高 41%。

表 2 装药工艺试验药柱状态

序号	质量 m/g	密度 $\rho/(g/cm^3)$
1	1 658.06	1.838
2	1 657.56	1.837
3	1 655.78	1.834
4	1 654.30	1.831
5	1 657.76	1.833
6	1 657.93	1.836
7	1 656.65	1.835
8	1 656.50	1.839
9	1 654.60	1.834
10	1 654.38	1.834
平均	1 656.35	1.835

表 3 对 45#钢靶静破甲试验结果 mm

序号	入孔	出孔	破甲穿深
1	35×35	15×15	1 110
2	35×35	17×15	1 120
3	30×29	10×10	1 010
4	30×28	15×15	1 015
5	30×30	10×10	1 115
6	35×28	10×10	1 100
7	32×30	15×15	1 020
8	24×23	16×15	1 090
9	30×25	18×15	1 050
10	30×25	18×15	1 050
平均	—	—	1 058

6 结束语

破甲弹精密压装 HMX 炸药工艺技术解决了基于聚奥类炸药应用的关键技术问题,具有一定的推广性,将极大提高破甲弹药的毁伤威力,推动实现常规弹药高效毁伤技术的跨越式发展,增强我国反装甲武器在未来战场上的作战能力。

参考文献:

- [1] 孙建. 高威力精密破甲战斗部技术研究[J]. 火炸药学报, 2004, 27(1): 23-25.
- [2] GJB6236—2008. 聚奥-8 炸药规范[S].
- [3] 徐军培. 炸药与装药[M]. 北京: 北京理工大学, 1999: 7.
- [4] 王国平. 大口径战斗部自动精密装药技术现状与发展方向[J]. 兵工自动化, 2009, 17(4): 1-4.
- [5] 王浩, 高杰, 罗一鸣, 等. DNTF/HMX 炸药金属加速做功能力及其 JWL 状态方程[J]. 兵工自动化, 2014, 33(7): 60-62.