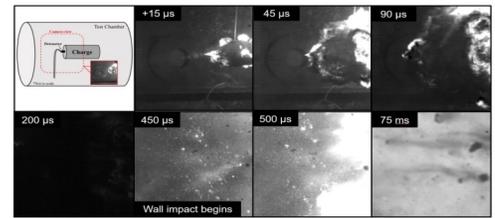


### 美国海军研究人员研究了活性材料壳体能量释放与破片分布特性

为探究脆性反应性材料壳体的综合毁伤能力,美国海军研究人员以球型铝粉作为活性壳体材料,在封闭容器内进行了爆炸试验。结果表明活性壳体材料产生的燃烧能量是6061铝合金壳体或硝基甲烷裸炸药的两至三倍,燃烧现象主要发生在壳体破片撞击壁体内,而不是在飞散过程中。较厚壳体产生的微小破片稍多,但单位质量释放的能量较低。因此,燃烧程度不仅取决于细小破片的数量或破片云的总表面积,还可能与氧化剂的适当混合或在爆炸发射过程中的冲击压实有关。

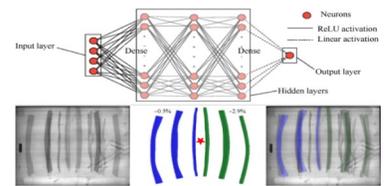
源自: J.C Kline, B.P Mason, J.P Hooper. Energy release and fragmentation of brittle aluminum reactive material cases[J]. Propellants Explos. Pyrotech., 2021, 46, 1324-1333.



### 法国圣路易斯学院提出基于人工神经网络的爆炸反应装甲作用场特性预测方法

爆炸反应装甲(ERA)的有效性取决于装甲与毁伤元之间的作用过程,因此需要从二者之间的作用原理与运动学关系层面优化其作用过程。法国圣路易斯学院与里尔中央理工学院将人工神经网络(ANN)技术用于预测具有任意尺寸、厚度、材料和起爆位置的爆炸反应装甲的运动学行为。结果表明该方法不仅能够准确预测装甲板的运动状态,还能够正确反映其变形行为。该研究为爆炸反应装甲的优化设计提供了一种新思路。

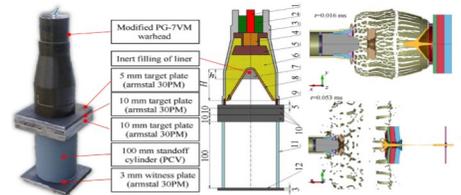
源自: M Becker, A Klavzar, T Wolf, M Renck et al. Data-driven prediction of plate velocities and plate deformation of explosive reactive armor[J]. Defence Technology, 2022, 18, 2141-2149.



### 波兰军事装备技术研究所研究了改良后PG-7VM战斗部的侵彻性能

波兰军事装备技术研究所对PG-7VM战斗部进行改进,在原有基础上去除了榴弹的前级部分(引信、弹道帽和导电锥)并引入聚乙醛共聚物POM-C制成的药型罩填充物。填充物采用了三种不同高度(原始衬套高度的33%、66%和100%)的实心圆锥,放置在圆锥形药型罩内,以提高成型装药射流侵彻目标的能力。结果表明改良后的战斗部对三层钢靶板的开孔能力分别增加了164%、70%、65%。此外,通过使用不同材料的填充物 and 高度,可以控制战斗部在钢靶板上的开孔形状。该项研究成果被特种部队或其他突击部队用作定向地雷或静态引爆切割成型装药,以及被用作各种类型工程和兵工工程作业中使用的通用装药。

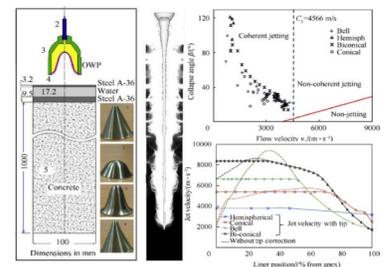
源自: P Źochowski, R Warchol. Experimental and numerical study on the influence of shaped charge liner cavity filling on jet penetration characteristics in steel targets[J]. Defence Technology, 2023, 23, 60-74.



### 埃及开罗技术研究中心探究锆基药型罩聚能射流成型参数与侵彻性能

油井射孔弹被引爆时,射流的速度和直径主要取决于射孔弹的设计,特别是药型罩的几何形状。为厘清药型罩形状对射流成型与侵彻性能的影响,埃及开罗技术研究中心选择锥形、钟形、半球形和双锥形药型罩,开展聚能射流成型及侵彻性能的对比分析,确定了临界压垮角和压垮速度之间的关系为射流形成与汇聚的条件。侵彻试验结果表明,四种药型罩均能产生不同性能连续射流。与锥形药型罩聚能装药射流特性相比,钟形和双锥形药型罩聚能装药的侵彻深度分别增加10.3%和22%,而半球形药型罩聚能装药的弹坑直径增加了85%,形成了爆炸成型弹丸(EFP)。该研究可为锆基药型罩结构设计提供指导。

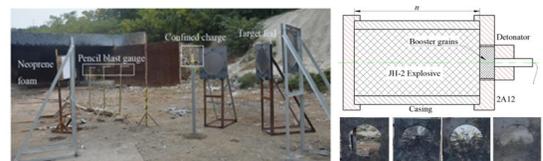
源自: T Elshenawy, Q Li, A Elbeih. Experimental and numerical investigation of zirconium jet performance with different liner shapes design[J]. Defence Technology, 2022, 18(1), 12-26.



### 南京理工大学开展活性金属壳体战斗部对Q235钢板的耦合毁伤研究

为研究活性金属材料壳体战斗部的威力,开展不同厚度活性金属壳体和传统2A12铝合金壳体的高能炸药爆炸驱动对比试验,基于能量守恒原理建立了爆炸载荷作用下钢板挠度计算模型。结果表明活性金属壳体在实现高效毁伤方面具有良好的应用前景,随着活性金属壳体厚度的增加,钢板塑性变形的最大挠度增大,即对钢板的毁伤效果提高,爆炸载荷作用下钢板塑性变形最大挠度的理论模型能够准确预测爆炸载荷作用下钢板的挠度,为评价爆炸驱动活性材料的毁伤效应提供理论依据。

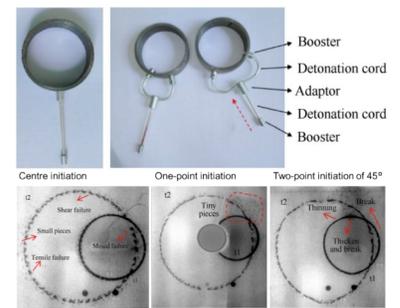
源自: Du N, Zhang X, Xiong W, et al. Study on the blast impulse characters of high explosive charge with reactive metal casing[J]. Propellants, Explosives, Pyrotechnics, https://doi.org/10.1002/prep.202200303.



### 西北工业大学研究了多点起爆下壳体破裂过程与破片速度特性

为研究非对称起爆下壳体破裂特性以及破片速度分布,西北工业大学采用X光试验和数值模拟相结合的方式,研究了中心点起爆、非对称单点起爆以及非对称双点起爆(中心角为 $45^\circ$ 和 $90^\circ$ )下圆柱形壳体的膨胀破裂过程。研究表明:壳体早期膨胀破裂主要受装药起爆,爆轰波相互作用和马赫波的产生三种因素综合作用而引起的局部高压影响。破片形状受爆轰波冲击角度控制;不同起爆方式下破片速度分布不同,末端稀疏波会影响破片速度分布。该研究可以为高效毁伤战斗部的设计与优化提供参考。

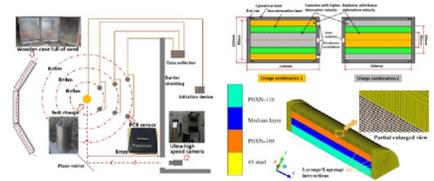
源自:Li Y, Li X, Wen Y, Suo T. Detonation driving rules for cylindrical casings under asymmetrical multipoint initiations[J]. *Defence Technology*, 2023, 35–49.



### 南京理工大学研究多层环形嵌套式复合装药爆轰波演化与破片分布规律

多层环形嵌套式复合装药由内层炸药、中间惰性材料和外层炸药组成,采用独特的异质装药来匹配不同的引爆模式,以实现可调节的能量输出。南京理工大学研究了2种起爆方式(仅内层起爆和内外层同时起爆)下破片分布以及爆轰波演化规律。结果表明,具有高爆速的内层炸药与低爆速的内层炸药的复合装药在不同起爆方式下具有不同的威力输出,平均破片质量和超压峰值的差异较大。在爆轰波演化方面,内层起爆时,低爆速的外层炸药的质点速度剖面滞后于高爆速的外层炸药,而同时起爆时,非爆轰层中出现了靠近外层炸药的波阵面碰撞区。该研究能为可控复合装药设计方法提供指导。

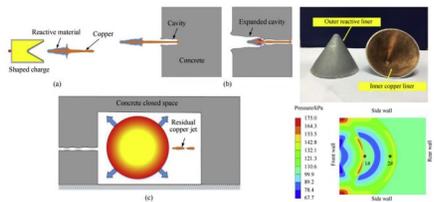
源自:Li J, Li W, Wang X, et al. Influence of combination of coaxial cylindrical explosives on fragmentation and shock waves of a shelled composite charge[J]. *Propellants, Explosives, Pyrotechnics*, 2023; <https://doi.org/10.1002/prep.202200318>.



### 北京理工大学开展了活性药型罩增强聚能装药对混凝土密闭空间侵彻内爆行为研究

相比与铜药型罩的聚能装药,北京理工大学以活性金属PTFE/Al作为外层,铜作为内层药型罩,经冷压烧结的方式制备了双层含能药型罩,并开展对混凝土密闭空间的毁伤试验研究。试验结果表明,与采用铜药型罩的聚能装药相比,活性双层药型罩的聚能装药的隧道口部直径和混凝土剥落面积分别扩大了2倍和4倍,并在混凝土密闭空间内产生显著的超压。从理论上预测了活性药型罩对不同抗压强度混凝土的穿透孔膨胀效应。基于数值模拟方法揭示了超压-时间曲线的多峰现象,提出了反应材料冲击波超压峰值与相对距离的经验关系式。该研究对新型药型罩结构设计具有指导意义。

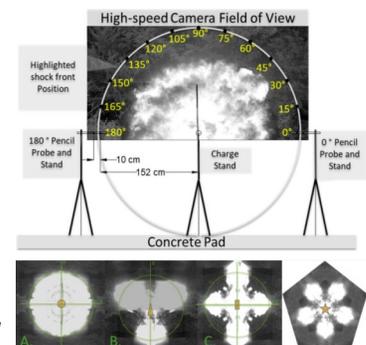
源自:Zhang H, Zheng Y-F, YU Q-B, et al. Penetration and internal blast behavior of reactive liner enhanced shaped charge against concrete space[J]. *Defence Technology*, 2021, 18, 952–962.



### 美国密苏里科技大学采用TOA光学法评估非球形爆炸波的近场超压

非球形炸药起爆时,由炸药界面引入的稀疏波效应导致爆炸压力场亦呈非球形。为确定爆炸物几何形状对爆炸波传播的非均匀效应,美国密苏里科技大学为探究非球形爆炸波的近场超压,以截面形状为圆形、三角形、矩形和五角星形等柱形炸药为研究对象,通过高速录像机测量爆炸波的到达时间,结合Rankine-Hugoniot关系发展的光学TOA压力测量系统来测量不同几何形状爆炸物的爆炸波超压。研究表明,矩形截面炸药产生的超压最高,为圆形截面炸药的3.5倍。三角形截面炸药的表面积最大,超压为圆形截面炸药3.0倍。最大超压与相同炸药的表面积相关,表面积是近场爆炸波超驱动的一个强有力的预测因素,而角度也起着重要作用。

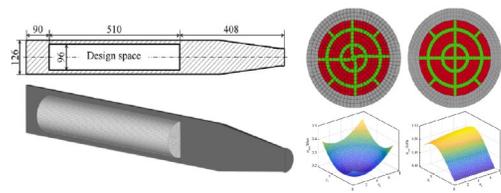
源自:K Williams, CE Johnson. Evaluating blast wave overpressure from non-spherical charges using time of arrival from high-speed video[J]. *Propellants Explos. Pyrotech.*, 2023, 48, e202200346.



### 韩国汉阳大学对侵彻弹体中活性材料结构开展拓扑优化

活性材料用于侵彻弹体能够提高其抗冲击性能和能量容量,而活性材料设计受到材料制备、非线性的抗冲击性能与高昂试验成本的限制。因此,韩国汉阳大学发展了一种基于三维侵彻分析的活性材料结构有限元设计优化方法,通过分析评估侵彻弹体抗冲击性能,引入拓扑优化确定活性材料结构形状,确定冷喷涂可制备的最优形状,引入尺寸优化确定结构几何尺寸,确定侵彻弹体活性材料结构和钢壳的设计优化。结果表明,结构优化后活性材料内部的最大压力从8.69 kbar降低到3.81 kbar,降低56%,而体积增加5%。此研究提出的设计流程,同时考虑力学性能和制造工艺的限制,能够为弹体结构设计提供指导。

源自:S Kim, S Kim, T Kim, S Choi, TH Lee et al. Topology optimization of reactive material structures for penetrative projectiles[J]. *Defence Technology*, 2022, 18, 1205–1218.



(南京理工大学 张先锋 谈梦婷 编译)