

军用含能材料

武器发挥作战效能的关键，以第二代为主力、第三代走向量产

行业投资评级：强于大市|维持

鲍学博 / 马强

中邮证券研究所 军工团队

中邮证券

发布时间：2025-07-25

- 含能材料是在一定外界刺激条件下，能够自持地进行快速放热化学反应的化学组成物，通常指火药、炸药和烟火药。目前，含能材料的发展经历了4代，第一代以1863年合成的梯恩梯（TNT）为标志，并从此以TNT当量为标准来表征含能材料的爆炸性能和弹药战斗部的毁伤威力；第二代以黑索金、奥克托今为典型代表，单位体积的化学能约为TNT的1.4-1.6倍；第三代以CL-20、DNTF等为典型代表，单位体积化学能约为TNT的1.7-1.9倍；第四代以化学合成方式制备的离子型全氮化合物、共价型全氮化合物和配套的新型氧化剂等组成。
- 炸药按照组成，可以分为单质炸药和混合炸药两大类。单质炸药中，梯恩梯（TNT）、黑索金（RDX）、奥克托今（HMX）是目前国外主要应用的三大单质炸药。混合炸药是指由两种或两种以上的物质组成的炸药，在常规武器的基本装药中，以黑索今为基的混合炸药是国内发展的重点。20世纪80年代，美国投入巨资，完成了生产工艺的技术改造和炸药生产能力的拓展，使3种主要炸药的生产能力分别达到：TNT 33万吨，RDX 21万吨，HMX 2.8万吨。从需求端看，现代战争对弹药需求量依然巨大，俄乌战争已成“弹药消耗战”，2025年，军事专家王云飞表示，乌军每日消耗5000-6700发炮弹，若要压制俄军火力，每天需要炮弹至1万发。
- 含能材料供应商集中，“人机黑”改造需求迫切。国内含能材料供应商包括广东宏大、甘肃银光、庆阳化工等，国泰集团全资孙公司九江国泰也将建成3000-4300吨（多品种柔性）含能材料生产线，进入含能材料供应领域。含能材料生产过程中的硝化反应向有机化合物分子中引入硝基（ $-NO_2$ ），该反应过程普遍放热量较大，危险性较高。从历史上看，高能量爆炸性物质的爆炸事故已经发生过多起，这些事故多发生在生产/运输及储存过程。2022年9月13日，中国兵器工业集团公司召开“人机隔离、机器换人、黑灯工厂”工作动员部署会。2024年9月，根据中国兵器工业集团新闻，公司紧前推进主战主用产品能力建设，稳步推动“人机隔离、机器换人、黑灯工厂”专项任务，35条黑灯产线开工建设，全面增强武器装备产业链供应链韧性和安全保供水平。
- 相关上市公司包括：含能材料厂商：广东宏大、国泰集团；硝化棉厂商：北化股份；“人机黑”改造及产线相关企业：佰奥智能、金奥博；推进剂、火工品厂商：长城军工、国科军工、新余国科等。
- 风险提示：市场需求不及预期；产能建设、达产不及预期；市场竞争加剧；原材料价格波动等。

目录

- 一 | 含能材料：包括火药、起爆药、猛炸药等多种类型
- 二 | 需求：黑索金为混合炸药重要组成
- 三 | 供给：供应商集中，“人机黑”改造需求迫切
- 四 | 相关上市公司
- 五 | 风险提示



含能材料：包括火药、起爆药、猛炸药等多种类型

1.1 含能材料包括火药、起爆药、猛炸药等多种类型

1.2 起爆药：外力激发和炸药引爆的桥梁

1.3 火药：通过燃烧产物快速扩散来达到驱动的效果

1.4 猛炸药：可以分为单质炸药和混合炸药两大类

一、含能材料：包括火药、起爆药、猛炸药等多种类型

1.1 含能材料包括火药、起爆药、猛炸药等多种类型

- 国军标GJB5720-2006定义含能材料是在一定外界刺激条件下，能够自持地进行快速放热化学反应的化学组成物，通常指火药、炸药和烟火药。兵器科学技术学科认为含能材料是含有爆炸性基团或含有氧化剂和可燃物，能够独立进行化学反应并输出能量的化合物或混合物，主要包括炸药（单质炸药、混合炸药）、发射药和固体推进剂。

图表1：含能材料的种类

分类		代表性炸药	主要特点	用途
起爆药		雷汞、氮化铅、梯恩尔斯	感度最灵敏，受轻微的撞击、摩擦或火花即能爆炸，极易由燃烧转为爆轰	装填雷管和火帽
炸药	高级	黑索今、太恩、特屈儿	威力最大、感度比起爆药小，容易由燃烧转为爆轰	装填雷管、导爆索、特种弹药和配制混合炸药
	中级	梯恩梯、梯黑炸药	威力中等，感度通常也中等，能由燃烧转为爆轰	装填弹药、地雷、材料爆破，制作混合炸药
	低级	硝铵炸药、乳化炸药	威力较小，感度通常较迟钝，能由燃烧转为爆轰	用于土石爆破
火药		无烟火药 (胶体火药)	感度较灵敏，主要爆炸形式是燃烧，不易由燃烧转为爆轰	主要用作发射药
		有烟火药 (黑火药)	火焰感度、机械感度灵敏，爆炸形式是燃烧，能由燃烧转为爆轰	用作延期药、导火索药芯等
烟火药		照明剂、燃烧剂、发烟剂、信号剂	感度一般迟钝，燃烧产生烟火，不易由燃烧转为爆轰	装填烟火器材

资料来源：陕西省国生商会，中邮证券研究所

请参阅附注免责声明

一、含能材料：包括火药、起爆药、猛炸药等多种类型

1.1 含能材料包括火药、起爆药、猛炸药等多种类型

- 含能材料发展源于中国古代发明的黑火药，推动武器和战争形态从冷兵器跨入热武器；起步于近代化学的蓬勃发展，1863年J. 威尔勃兰德发明了TNT（梯恩梯），催生了现代枪炮弹药，1899年德国人亨宁发明了RDX（黑索金），有力推动了火箭、导弹等武器诞生，成为现代制导武器主用含能材料；1941年，德国科学家在RDX生产中发现了HMX（奥克托今），爆轰性能相比RDX有大幅提升；20世纪70年代后，随着安全弹药发展急需，陆续研制出TATB、LLM-105等耐热/不敏感化合物；1987年美国合成了CL-20，成为当前可批产的能量密度最高的含能化合物。

图表2：含能材料发展的一些标志性事件

时间	事件	备注
1742年	Glauber制备苦味酸	染料意外爆炸
1863年	瑞典Nobel制造硝化甘油	爆破工程应用
1888年	苦味酸用于英国弹药中，称为Liddite	近代后膛炮弹
1891年	德国开始制造TNT	现代弹药的起点
1920年	德国Herz制备RDX	
1943年	德国Bechmann制备HMX	综合性能最佳
1987年	美国尼尔森首次合成CL-20	
1998年	美国克里斯特团队合成出全球首个全氮正离子盐	全氮含能材料研究的起点

资料来源：《含能材料发展的若干思考》-肖川等，中邮证券研究所

一、含能材料：包括火药、起爆药、猛炸药等多种类型

■ 1.2 起爆药：外力激发和炸药引爆的桥梁

- 起爆药是外力激发和炸药引爆的桥梁。起爆药的爆速较炸药低，但是燃烧转爆轰快。常规起爆药的爆速一般在2000m/s-5000m/s，而炸药的爆速一般在7000m/s-9000m/s。但起爆药燃烧转爆轰所需时间极短，一般只需要微秒或纳秒，即起爆药爆炸变化加速度的增长比猛炸药快得多。新型的起爆药更加强调安全可靠、环保无毒以及功能多样化，直接推动了先进火工品和现代高新武器的发展。

图表3：雷汞单质



1800年，英国人爱德华·霍华德公开了雷汞的制作方法和性质，作为**第一种真正意义上的起爆药**，应用延续至一战结束。
 缺点：安定性能相对较差、有剧毒，含雷汞的击发药易腐蚀炮膛和药筒。

图表4：装药含叠氮化铅的电雷管



1891年，T. Cuitius首先制得了叠氮化铅并逐渐推广至军事领域。至1946年，更安全，工艺性更好的糊精叠氮化铅已完全实现了多批号的大规模生产。至今，**叠氮化铅基的起爆药仍是军民产品中运用最广泛的起爆药**。

- 1930年前后，苏联、德国等军事大国都开始正式生产斯蒂芬酸铅、四氮烯等无腐蚀无雷汞击发药；
- 20世纪70年代以后，安全钝感性的起爆药迎来了新一轮的研发热，各无重金属的环保型药剂、激光雷管专用的高氯酸·四氮·双(5-硝基四唑)合钴(III) (BNCP) 及其改性物、冲击片雷管专用起爆药、粒度仅30nm的纳米击发药等各种新式起爆药先后出现，使先进火工品得以向更高的安全性和可靠性、微型集成化、信息智能化和数字化的方向发展。

一、含能材料：包括火药、起爆药、猛炸药等多种类型

■ 1.3 火药：通过燃烧产物快速扩散来达到驱动的效果

- 火药是通过燃烧产物快速扩散来达到驱动的效果。火药的化学反应速率较炸药低，相比于炸药动辄数千米每秒的推进速度，火药的反应速度一般在数十米到数百米每秒。这也决定了炸药是通过冲击波迅速膨胀达到破坏效应，而火药是通过燃烧产物快速扩散来达到驱动的效果。在十九世纪以前，黑火药是唯一的一种火药；十九世纪中叶，瑞士化学家舍恩拜尔无意中发现，普通的棉花纤维经硝酸硝化之后就拥有了像黑火药一样的快速燃烧性，经典火药“硝化纤维”就此诞生。
- 经过多位科学家的改良，“单基药”这种全新的无烟火药逐步解决了安全性较差，不便于成型等问题，并在第一次世界大战中取代了传统黑火药。战争的需求进一步推动了火药的发展，加入硝化甘油的“双基药”、加入硝基胍的“三基药”等材料诞生，使火药种类更加丰富，燃速、爆容等综合性能更优异的火药逐渐登上历史舞台，同时人们又通过改变发射药的形状和内部结构以进一步提升发射药的燃烧性能。
- 目前，在许多口径的枪械和火炮中，仍以各种粒装、管状或片状的硝化棉系单、双基发射药作为发射动力源。

一、含能材料：包括火药、起爆药、猛炸药等多种类型

■ 1.4 猛炸药：可以分为单质炸药和混合炸药两大类

- 猛炸药与其他的含能材料相比，最大的特征为爆炸的主要形式是爆轰，一旦被起爆，就会产生较高的爆速和强烈的破坏威力；另一方面，猛炸药的感度一般较低，在日常的振动和轻微碰撞时，均能保持稳定，使用时，通常需要借助起爆药的作用才能激发爆轰。
- 炸药按照组成，可以分为单质炸药和混合炸药两大类。单质炸药的分子内有特殊的分子基团，具有不稳定性，在外界一定的热能和机械能的刺激下即可分解，引起爆炸反应。例如三硝基甲苯（TNT）、三硝基苯酚（苦味酸）、三硝基苯甲硝铵（特屈儿）、环三亚甲基三硝铵（黑索金）等都是具有一个或多个硝基的化合物。单质炸药在多数情况下不能同时满足功能性、工艺性、安全性等各项指标，往往在单质炸药中加入其它添加剂以提高炸药的综合性能。

图表5：装有黑梯铝混合炸药的炮弹



➤ 二战以后，混合炸药的主体仍是TNT、黑索金、奥克托今等，但由于颗粒造型、表面处理、分子调整等技术的发展，以上述传统炸药为基体的新型混合炸药不断出现。

一、含能材料：包括火药、起爆药、猛炸药等多种类型

■ 1.4 猛炸药：可以分为单质炸药和混合炸药两大类

- 含能材料的发展经历了4代，目前以第二代应用最为广泛。
 - **第一代：**以1863年合成的TNT为标志，并从此以TNT当量为标准来表征含能材料的爆炸性能和弹药战斗部的毁伤威力；
 - **第二代：**以RDX、HMX为典型代表，单位体积的化学能约为TNT的1.4-1.6倍，以其为主要成分的炸药装药密度一般不小于1.65g/cm³；
 - **第三代：**以CL-20、DNTF等为典型代表，单位体积化学能约为TNT的1.7-1.9倍，以其为主要成分的炸药装药密度一般不小于1.9g/cm³；
 - **第四代：**以化学合成方式制备的离子型全氮化合物、共价型全氮化合物和配套的新型氧化剂等组成。其中，离子型化合物以NA5、NC5等为典型代表，共价型化合物以链式氮化物如NL8、NL11等为典型代表，新型氧化剂则以OFN、ODC等为典型代表。其能量主要源于氮-氮键能，能量释放方式发生了重大变化，火炸药应用后的装药密度预计不小于2.0g/cm³。



需求：黑索金为混合炸药重要组成

2.1 TNT、黑索金、奥克托今是三大主要单质炸药

2.2 混合炸药：RDX为重要组成

2.3 需求：现代战争对弹药需求量依然巨大

二、火炸药的需求

■ 2.1 TNT、黑索金、奥克托今是三大主要单质炸药

- 目前已知的含能材料主要是以 $-\text{NO}_2$ 为致爆基团的CHNO类硝基化合物。梯恩梯（TNT）、黑索金（RDX）、奥克托今（HMX）是目前国外主要应用的三大单质炸药。20世纪80年代，美国投入巨资，完成了生产工艺的技术改造和炸药生产能力的拓展，使3种主要炸药的生产能力分别达到：**TNT 33万吨，RDX 21万吨，HMX 2.8万吨。**
- 梯恩梯（TNT）化学名称为三硝基甲苯，于1863年首次合成，熔点 80.8°C ，密度 $1.64\text{g}/\text{cm}^3$ ，爆速 $6940\text{m}/\text{s}$ ，爆压 19GPa ，由于其成本低廉、成型性能好等优点，至今仍然是主要使用的熔铸载体炸药。但是传统的TNT基熔铸炸药已不能满足武器装备的要求。
- 黑索今（RDX）化学名称为环三亚甲基三硝胺，代号RDX，分子式 $\text{C}_3\text{H}_6\text{N}_6\text{O}_6$ 。黑索今是无臭、无味、白色粉末结晶，不溶于水，微溶于醇、醚、苯和氯仿，易溶于丙酮，晶体密度 $1.799\text{g}/\text{cm}^3$ ，爆发点约 2300°C (5s)，爆热 $5760\text{kJ}/\text{kg}$ (水为液态)，爆速 $8639\text{m}/\text{s}$ ，爆压 33.79GPa ，撞击感度80% (10kg, 25cm)。

资料来源：《黑索今的合成及驱酸过程研究》-李婷婷，《熔铸载体炸药的研究进展》-陈方等，《黑索今工业生产技术进展》-米向超等，中邮证券研究所

■ 2.1 TNT、黑索金、奥克托今是三大主要单质炸药

- **奥克托今(HMX)** 化学名称1, 3, 5, 7-四硝基-1, 3, 5, 7-四氮杂环辛烷, 简称**环四亚甲基四硝胺**, 白色结晶颗粒, 密度 $1.902\text{g}/\text{cm}^3$, 熔点 278°C , 分解温度 $291\text{--}335^{\circ}\text{C}$, 不吸湿, 不溶于水、甲醇、乙醇、苯系物, 微溶于二氯乙烷、苯胺等, 可溶于环己酮、二甲基亚砷、醋酸丁酯和丙酮等有机溶液。HMX有四种不同晶型, 即 α 斜方晶系、 β 单斜晶系、 γ 单斜晶系和 δ 六方晶系, 不同晶型的HMX具有不同的物理化学特性和爆轰性能, 并且可以相互转化。
- HMX爆速高, 安定性好, 能量大, 爆轰感度和机械感度能适应使用要求, 其爆炸性能显著优于其他常用炸药, 是目前最受关注的含能材料之一, 在军事领域内用途广泛。
- 常温下稳定的 β -HMX晶型相比黑索金(RDX)密度高约5%, 尽管HMX和RDX有着相同的元素组成和类似的分子结构, 二者单位质量的能量也比较接近, 但在使用过程中利用高密度的 β -HMX代替黑索金, 使得炸药的爆速增大($9110\text{m}/\text{s}$), 同样威力也增大。使用奥克托今为主体, 对提高武器威力有很大效果。

二、火炸药的需求

■ 2.1 TNT、黑索金、奥克托今是三大主要单质炸药

- **CL-20被誉为明天的高能炸药。**CL-20由美国的尼尔森（Nielsen）博士于1987年首次合成的一种新的笼型多硝铵高能炸药，具有高密度、高能量、高爆速的特点。CL-20有 α 、 β 、 γ 和 ε 四种稳定晶型，其中 ε -CL-20晶型最为稳定。CL-20的密度 $2.04\text{g}/\text{cm}^3$ ，爆速 $9.380\text{km}/\text{s}$ 。
- CL-20已在发射药、混合炸药以及推进剂中从实验阶段逐渐进入到应用研究阶段，制约CL-20广泛应用的问题包括：首先，感度问题，CL-20具有较高的冲击波感度、静电火花感度、撞击感度以及摩擦感度，使其安全性能较差；其次，制备及应用过程中更容易出现晶型转变，使其性能相应地发生改变；第三，CL-20比HMX、RDX的成本更高；第四，CL-20性能稳定性存在的一些问题需要解决。

图表6：主流单质炸药及其参数

名称	密度/ $(\text{g} \cdot \text{cm}^{-3})$	爆速/ $(\text{km} \cdot \text{s}^{-1})$	爆压/Gpa	撞击感度 H_{50}/cm
TNT	1.61	6.71	19.1	102
RDX	1.81	8.61	32.71	29
HMX	1.91	9.12	36.16	26
CL-20	2.04	9.46	42.78	14

资料来源：《CL-20基炸药结构改性及性能研究》-李云秋，中邮证券研究所

注：数据来源不同，参数略有出入

■ 2.2 混合炸药：RDX为重要组成

- 混合炸药是指由两种或两种以上的物质组成的炸药。熔铸炸药是一类在熔化后的液相载体炸药（如TNT）中加入固相高能主炸药（如RDX、HMX等），再固化成型的混合炸药，这类炸药在军用混合炸药中能占到90%。
- 在常规武器的基本装药中，以黑索今为基的混合炸药是国内外发展的重点，典型代表是美国的A、B、C炸药（A炸药用在炮弹及航弹的单体装药，B炸药是指用途最广的熔铸炸药，C炸药用于水下爆炸和某些火箭弹战斗部装药）系列和原苏联的A-LX-I、A-LX-H等系列炸药。

图表7：炸药及其组成

炸药代码	组成
A炸药	Composition A: RDX91%，蜂蜡9%；Composition A-3: RDX91%，石蜡9%；Composition A-4: RDX97%，石蜡3%；Composition A-5: RDX98.5-99%，SA1-1.5%
B炸药	最常用的军用炸药，美国又称Cyclotol，RDX/TNT/W 59.5%/39.5%/1%，60%/40%/1%；RDX64%，TNT36%；RDX60%，TNT40%；RDX55.2%，TNT40%，PIB1.2%，W3.6%
C炸药	Composition C: RDX88.3%，油（含少量卵磷脂）11.7%；Composition C-2: RDX78.7%，TNT5%，DNT12%，MNT2.7%，NCO.6%，溶剂1%；Composition C-3: RDX77%，TNT4%，CE3%，DNT10%，MNT5%，NC1%；Composition C-4: RDX91%，PIB2.1%，DOS5.3%，SAE10%，马达油1.6%

资料来源：《熔铸载体炸药的研究进展》-陈方等，《黑索今氧化及过滤过程研究》-张燕，《国外混合炸药配方代号》-孙国祥，中邮证券研究所

■ 2.3 需求：现代战争对弹药需求量依然巨大

- 美国国防战备协会1976年《军用火炸药工业技术现状》发布了美国1969-1971年军用火炸药及主要原材料的生产能力和生产量。20世纪80年代，美国投入巨资，完成了生产工艺的技术改造和炸药生产能力的拓展，使3种主要炸药的生产能力分别达到：**TNT 33万吨，RDX 21万吨，HMX 2.8万吨。**

图表8：美国军用火炸药生产能力和生产量

产品	生产能力/月（吨）	产量/月（吨）
特屈儿	1360	910
奥克托今	910	910
硝化甘油	3630	2270
黑索金	8170	6800
硝化棉	22230	11340
梯恩梯	39010	20870
双基火药	3180	2040
单基火药	13610	8170
混合炸药	23590	7260

资料来源：《美国军用火炸药生产能力和生产量》-现代兵器，《黑索金的合成及驱酸过程研究》-李婷婷，中邮证券研究所

二、火炸药的需求

■ 2.3 需求：现代战争对弹药需求量依然巨大

- 俄乌战争已成“弹药消耗战”。2022年，根据俄罗斯塔斯社报道，乌克兰国防部副部长安娜·马利亚尔在接受乌克兰电视台采访时称，乌克兰武装部队每天使用5000到6000枚炮弹，而据她估计，俄罗斯武装部队使用的炮弹数量是乌军的10倍以上。2025年，军事专家王云飞表示，乌克兰正面临一场弹药消耗与供应能力的“拉锯战”，目前，乌军每日消耗5000-6700发炮弹，若要压制俄军火力，每天需要炮弹至1万发。而美方即使在年底前将月产提升至10万发，依旧难以支撑乌军全线作战。相比之下，俄军炮弹月产量高达25万发，弹药库存或为美欧总和三倍。
- 2023年，据美国防务新闻网报道，美军已和美国、加拿大、印度和波兰的9家公司签署了价值15亿美元的合同，以提高155毫米口径炮弹产量。计划2024年月产量达到6万枚，2025年月产量达到8万枚，2026年月产量达到10万枚。
- 伊拉克战争中的美军主力部队第三机步师装备各型火炮147门（246管），火力压制纵深可达45千米，全师压制火炮一次齐射的弹药约为40吨。

■ 2.3 需求：现代战争对弹药需求量依然巨大

- 2021年8月，“西部·联合-2021”中俄联合演习，中俄双方共派出兵力1万余人，投入多型飞机、火炮和装甲装备，混合编组、合帐筹划、同台合练，演绎出一场现代化联合作战。联演中，45分钟内投射弹药265吨、火力密度平均每分钟228发、火力峰值最高每分钟364发。



供给：供应商集中，“人机黑”改造需求迫切

3.1 生产工艺

3.2 供应商格局

3.3 “人机黑”改造需求迫切

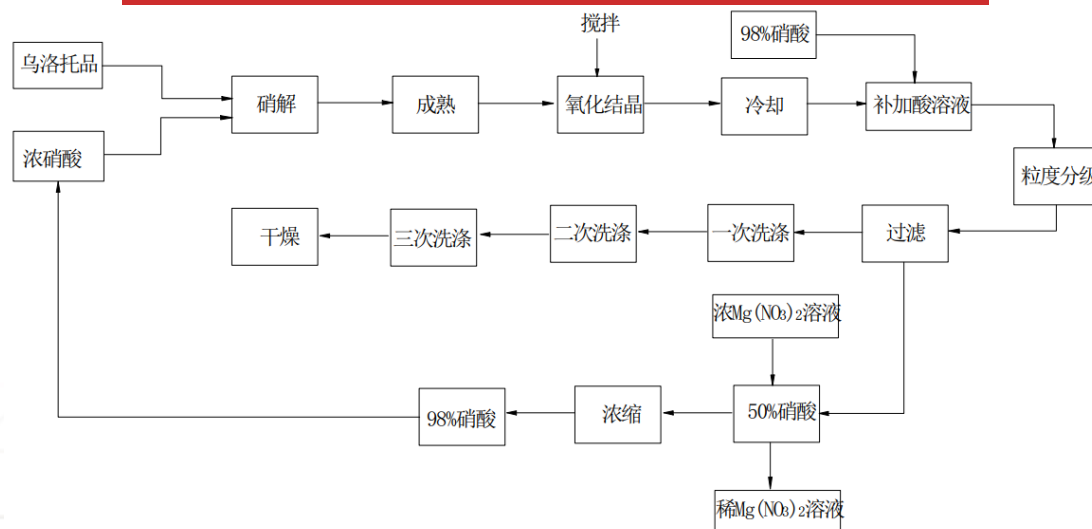
三、供给：供应商集中，“人机黑”改造需求迫切

■ 3.1 生产工艺

- 黑索金（RDX）：世界各国制备黑索今的主要工艺是**醋酐法**和**直接硝解法**。这两种工艺在发达国家已达到生产现代化及封闭循环水平。直接硝解法，即用浓度为98%以上发烟硝酸浓硝酸（NA）直接硝解乌洛托品（HA）生成黑索今是工业生产黑索今的一个重要方法，其制造工艺简单，原料来源丰富，被许多国家所采用。我国RDX生产主要采用直接法，但存在生产成本过高、生产能力不够等问题。



图表9：直接法合成RDX工艺流程图



资料来源：《黑索今_聚醋酸乙烯酯复合粒子的制备与动力学研究》-王泽清，《黑索今氧化及过滤过程研究》-张燕，《黑索今工业生产技术进展》-米向超等，中邮证券研究所

三、供给：供应商集中，“人机黑”改造需求迫切

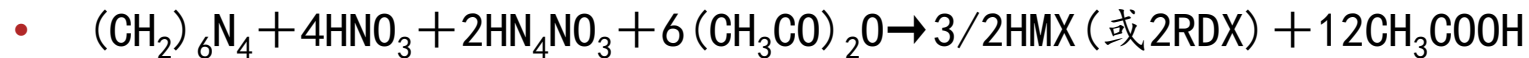
■ 3.1 生产工艺

- 直接硝解法的缺点包括：1) 对甲醛的利用很不充分，只有40%的甲醛通过反应合成了RDX，其余的被氧化分解为CO₂、H₂O等损失；2) 因为硝化的过程中不断产生水，硝化能量不断下降，必须加入大量的硝酸来维持硝化能力。但为了维护RDX的晶粒及废酸处理的稳定性，需对硝化液进行稀释和升温处理，增加了在后续的处理过程中废酸溶液的处理量，大大提高了生产成本。
- 醋酐法（KA法或巴克曼法）就是乌洛托品与硝酸、硝酸铵、醋酸酐在醋酸介质中进行硝化反应而得到黑索今的方法。
 - $$(\text{CH}_2)_6\text{N}_4 + 4\text{HNO}_3 + 2\text{HN}_4\text{NO}_3 + 6(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O} \rightarrow 2\text{RDX} + 12\text{CH}_3\text{COOH}$$
- 由于KA法有醋酸酐和硝酸铵参与反应，反应历程和直接硝解法有所不同。此法在醋酸酐的作用下，补充2分子硝酸铵，使得1分子乌洛托品硝解得到2分子RDX，较直接法提高了一倍的得率。醋酐法不仅具备较高的产率，而且反应平稳，生产安全性好，故实际应用也较为广泛。但此法存在反应复杂、杂质较多等缺点。

三、供给：供应商集中，“人机黑”改造需求迫切

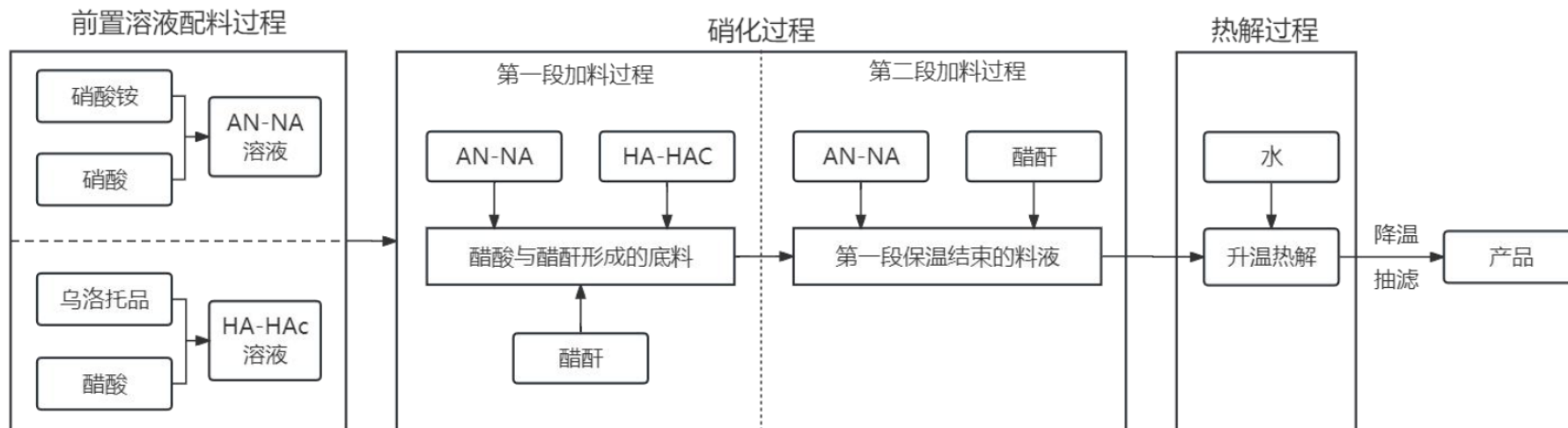
3.1 生产工艺

- 奥克托今（HMX）是现今军事上使用的综合性能最好的炸药，而醋酐法合成奥克托今工艺作为最广泛使用的方法。醋酐法合成HMX的反应方程式为：



- 醋酐法合成HMX硝化过程步骤较为繁琐：分为两段，第一段硝化过程中需平行加入AN-NA料液、HA-HAc料液与醋酐（Ac2O）三种液体，第二段加料过程需平行加入AN-NA料液与醋酐两种料液。

图表10：醋酐法合成HMX的工艺路线图



资料来源：《醋酐法HMX工艺安全性研究》-刘继开，中邮证券研究所

三、供给：供应商集中，“人机黑”改造需求迫切

■ 3.1 生产工艺

- 醋酐法合成HMX反应历程非常复杂，很难分析其反应路径。目前，国内所广泛使用的HMX合成方法仍然是醋酐法工艺，即利用发烟硝酸、硝酸铵和醋酸酐为硝解剂硝化乌洛托品，一步法制备得到HMX。
- 醋酐法是当今世界各国生产HMX的主要方法，在醋酐法合成奥克托今工艺的原料中，由于醋酐、醋酸价格昂贵，且黑索今有得率更高的直接制备法，这使HMX的成本远高于RDX的成本。根据曹端林等发表的《醋酐法制备HMX工艺改进研究》，醋酐法工艺在发达国家已臻完善，在生产上，间断法与连续法得率分别可达80%及70%以上，HMX价格仅为RDX的5倍左右，且生产无任何废气、废液及废料产生。

三、供给：供应商集中，“人机黑”改造需求迫切

3.2 供应商格局

图表11：军用炸药、火工品、推进剂厂商

单位	所属集团	概况
广东宏大	——	孙公司江苏红光是国家定点黑索今系列产品生产企业，现有员工400余人，工程技术人员137人。公司主要生产钝化黑索今、紫胶造粒黑索今、石墨造粒黑索今、导爆管专用黑索今等5大系列多个品种的黑索今产品。
国泰集团	——	全资孙公司九江国泰建设3000-4300吨（多品种柔性）含能新材料生产线。
长城军工	兵器装备	公司是我国重要的迫击炮弹、光电对抗弹药、单兵火箭、引信、子弹药、火工品的研制和生产基地，火工品主要是雷管、发射装药等，由公司子公司红星机电作为生产主体。
国科军工	——	公司子公司航天经纬前身为我军第一代海防固体导弹发动机推进剂（动力模块）研制生产企业，技术储备丰厚。
新余国科	——	公司军品业务主要包括军用火工品（包括火工元件、火工装置等）研发、生产和销售。
甘肃银光	兵器工业（北化集团）	公司能够生产160余种高能炸药产品，其中60余个品种为国内独有，占全国高能炸药装备量的80%以上。公司是我国生产品种最多，保军生产能力最大的高能单质炸药、混合炸药科研生产企业。
庆阳化工	兵器工业（北化集团）	公司是国家级含能材料研究和生产基地，主要产品分为含能材料、有机中间体及精细化工和民爆器材三大系列，近200个品种。现有员工3000余人。
北方兴安	兵器工业（北化集团）	是我国最大的推进剂和发射药生产基地，产品覆盖海陆空、火箭军、工程、防化等各军兵种，配套兵器、航天、航空、船舶等国防工业100多个厂家，品种达300余种。固定资产12.19亿元。
泸州北方	兵器工业（北化集团）	公司军品主要从事发射药、推进剂、含能及功能材料的科研和生产，在轻武器、中小口径火炮、高膛压武器用发射药领域处于国内领先地位。主要产品有单基发射药、双基球扁发射药、双基及改性双基推进剂等。
北方惠安	兵器工业（北化集团）	是我国最早研制、生产复合固体推进剂及装药的单位之一，也是兵器工业唯一的复合固体推进剂专业装药研发生产一体化企业和我国唯一的可燃军械元器件专业科研生产基地。工厂占地面积682万平方米，在职员工3459人，其中军品人员2482人。

资料来源：江苏红光官网，国泰集团公告，长城军工公告，国科军工公告，新余国科公告，甘肃银光官网，河北工业大学官网，吉林大学官网，国家大学生就业服务平台，中国纤维素行业

三、供给：供应商集中，“人机黑”改造需求迫切

3.2 供应商格局

图表11：军用炸药、火工品、推进剂厂商（续）

单位	所属集团	概况
西安庆华	兵器工业 (特能集团)	承担着我国武器系统大部分火工品的科研和生产任务,98%的产品属自主研制。公司现有员工2300余人,其中技术人员达600余人,资产总额达到14亿元,占地面积290万平方米。
山西晋东	兵器工业 (特能集团)	公司致力于特种弹药、发射装药、火工品、火工烟火药剂、军用包装的研制与生产,是国防工业唯一保留军用黑火药研制与生产能力企业,是舰载光电干扰弹、军用信号弹、迫(榴)炮发射装药的主要研制与生产单位。
辽宁华丰	兵器工业 (特能集团)	新中国首家火工品厂,曾为第一颗原子弹、氢弹、人造卫星及“神舟”系列飞船等国防工程提供关键配套火工品。配套产品创造了我国火工品发展史的13项第一。
航天四院 42所	航天科技	我国大多数固体推进的火箭和导弹,都使用航天四院42所研制的固体燃料推进剂。目前,42所已交付的宇航产品数万件,涵盖我国空间站的“箭、站、船、员、服”五大系统。
航天七院 692厂	航天科技	692厂是我国航天火工品研制的领军企业。

资料来源：新华网，四川航天技术研究院，抚顺政协，智联招聘，应届生网，中邮证券研究所

请参阅附注免责声明

三、供给：供应商集中，“人机黑”改造需求迫切

■ 3.3 “人机黑”改造需求迫切

- 硝化反应是指向有机化合物分子中引入硝基（-NO₂）的过程，该反应过程普遍放热量较大，危险性较高，生产出的产品也大多为目前所广泛使用的军用、民用类炸药。从历史上看，高能量爆炸性物质的爆炸事故已经发生过多起，这些事故多发生在生产/运输及储存过程。

图表12：各国发生的爆炸事故

时间	国家地区	事故场所	化学物质	死亡/受伤人数
1916	美国纽约	轨道车	炸药	5/很多
1917	英国艾什顿	化工厂	—	46/120
1917	加拿大新斯科舍	货船	军需品	1963/约8000
1917	英国银镇	军工厂	TNT	69/约426
1944	英国福尔茨	军品仓库	军需品	68/22
1956	哥伦比亚卡利	运输车辆	炸药、军用品	约死亡1200
1971	美国乔治亚州	运输车辆	炸药	5/33
1973	美国阿肯色州	轨道列车	军需品	—
1980	伊朗萨兰	仓库	硝化甘油	80/45
1988	苏联阿尔扎马斯	火车站	炸药	73/230
1991	中国辽宁	生产车间	TNT	17/107
1992	中国湖北	化工厂	硝铵炸药	22/13
1993	中国深圳	仓库	硝铵炸药	15/141
1994	中国山东	运输车辆	雷管	5/95
1996	中国湖南	生产车间	环三亚甲基三胺	134/117

资料来源：《醋酐法合成奥克托今工艺的热危险性研究》-彭浩梁，中邮证券研究所

三、供给：供应商集中，“人机黑”改造需求迫切

■ 3.3 “人机黑”改造需求迫切

- 2022年9月13日，中国兵器工业集团公司召开“人机隔离、机器换人、黑灯工厂”工作动员部署会。
- 2024年9月，根据中国兵器工业集团新闻，公司紧前推进主战主用产品能力建设，稳步推动“人机隔离、机器换人、黑灯工厂”专项任务，35条黑灯产线开工建设，全面增强武器装备产业链供应链韧性和安全保供水平。
- 黑灯工厂三大目标：
 - **一要全面实现“无人化、零伤害”**。要在既定时间内，全面完成“黑灯工厂”建设，把中国兵器工业集团公司相关单位危险操作人员全部撤到后台，消除所有危险作业场所和危险作业岗位。
 - **二要全面实现“建新替旧、撤旧建新”**。由于历史的原因，中国兵器工业集团公司相关企业从上世纪五六十年代建成之后长时间没有过大的投入，厂房破旧、设备落后、条件简陋，近二十年的建设大多是在原有基础上修修补补。尽快建成一流的自动化、数字化、智能化、无人化生产线，实现含能材料和相关装备生产条件的革命性提升。
 - **三要实现生产工艺、生产安全和产品质量的全面升级**。“黑灯工厂”建设不只是设备和生产条件的更新，还要以硬件条件的改造升级促进生产工艺、生产安全和产品品质的全面提升。

资料来源：国务院国有资产监督管理委员会官网，央企投资协会，中邮证券研究所

四

相关上市公司

四、相关上市公司

- 相关上市公司包括：含能材料厂商：广东宏大、国泰集团；硝化棉厂商：北化股份；“人机黑”改造及产线相关企业：佰奥智能、金奥博；推进剂、火工品厂商：长城军工、国科军工、新余国科等。

图表13：相关上市公司

上市公司	概况
广东宏大	孙公司江苏红光是国家定点黑索今系列产品生产企业，现有员工400余人，工程技术人员137人。公司主要生产钝化黑索今、紫胶造粒黑索今、石墨造粒黑索今、导爆管专用黑索今等5大系列多个品种的黑索今产品。
国泰集团	全资孙公司九江国泰建设3000-4300吨（多品种柔性）含能新材料生产线。
北化股份	硝化棉自2004年迄今，产销量稳居全球第一，产品销往亚洲、欧洲、北美等50多个国家地区，公司是荷兰阿克苏·诺贝尔、德国拜耳等世界500强的“优秀供应商”，“SNC”牌硝化棉多次荣获“四川省名牌产品”称号。
佰奥智能	公司的含能材料干燥包装生产线、电子雷管智能组装线等设备广泛应用于国防和民用领域。
金奥博	公司的智能装备、机器人等产品已拓展运用到军工领域，具备提供非标定制化整体解决方案的优势及实力。
长城军工	公司是我国重要的迫击炮弹、光电对抗弹药、单兵火箭、引信、子弹药、火工品的研制和生产基地，火工品主要是雷管、发射装药等，由公司子公司红星机电作为生产主体。
国科军工	公司子公司航天经纬前身为我军第一代海防固体导弹发动机推进剂（动力模块）研制生产企业，技术储备丰厚。
新余国科	公司军品业务主要包括军用火工品（包括火工元件、火工装置等）研发、生产和销售。

资料来源：江苏红光官网，国泰集团公告，北化股份官网，佰奥智能公告，金奥博公告，长城军工公告，国科军工公告，新余国科公告，中邮证券研究所

五

风险提示

五、风险提示

- 市场需求不及预期；
- 产能建设、达产不及预期；
- 市场竞争加剧；
- 原材料价格波动等。

感谢您的信任与支持!

THANK YOU

鲍学博 (首席分析师)

SAC编号: S1340523020002

邮箱: baoxuebo@cnpsec.com

马强 (分析师)

SAC编号: S1340523080002

邮箱: maqiang@cnpsec.com

分析师声明

撰写此报告的分析师（一人或多人）承诺本机构、本人以及财产利害关系人与所评价或推荐的证券无利害关系。

本报告所采用的数据均来自我们认为可靠的目前已公开的信息，并通过独立判断并得出结论，力求独立、客观、公平，报告结论不受本公司其他部门和人员以及证券发行人、上市公司、基金公司、证券资产管理公司、特定客户等利益相关方的干涉和影响，特此声明。

免责声明

中邮证券有限责任公司（以下简称“中邮证券”）具备经中国证监会批准的开展证券投资咨询业务的资格。

本报告信息均来源于公开资料或者我们认为可靠的资料，我们力求但不保证这些信息的准确性和完整性。报告内容仅供参考，报告中的信息或所表达观点不构成所涉证券买卖的出价或询价，中邮证券不对因使用本报告的内容而导致的损失承担任何责任。客户不应以本报告取代其独立判断或仅根据本报告做出决策。

本报告所载的意见、评估及预测仅为本报告出具日的观点和判断。该等意见、评估及预测无需通知即可随时更改。过往的表现亦不应作为日后表现的预示和担保。在不同时期，中邮证券可能会发出与本报告所载意见、评估及预测不一致的研究报告。

中邮证券及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券头寸并进行交易，也可能为这些公司提供或者计划提供投资银行、财务顾问或者其他金融产品等相关服务。

《证券期货投资者适当性管理办法》于2017年7月1日起正式实施，本报告仅供中邮证券签约客户使用，若您非中邮证券签约客户，为控制投资风险，请取消接收、订阅或使用本报告中的任何信息。本公司不会因接收人收到、阅读或关注本报告中的内容而视其为签约客户。

本报告版权归中邮证券所有，未经书面许可，任何机构或个人不得存在对本报告以任何形式进行翻版、修改、节选、复制、发布，或对本报告进行改编、汇编等侵犯知识产权的行为，亦不得存在其他有损中邮证券商业性权益的任何情形。如经中邮证券授权后引用发布，需注明出处为中邮证券研究所，且不得对本报告进行有悖原意的引用、删节或修改。

中邮证券对于本申明具有最终解释权。

公司简介

中邮证券有限责任公司，2002年9月经中国证券监督管理委员会批准设立，是中国邮政集团有限公司绝对控股的证券类金融子公司。

公司经营范围包括:证券经纪，证券自营，证券投资咨询，证券资产管理，融资融券，证券投资基金销售，证券承销与保荐，代理销售金融产品，与证券交易、证券投资活动有关的财务顾问等。

公司目前已经在北京、陕西、深圳、山东、江苏、四川、江西、湖北、湖南、福建、辽宁、吉林、黑龙江、广东、浙江、贵州、新疆、河南、山西、上海、云南、内蒙古、重庆、天津、河北等地设有分支机构，全国多家分支机构正在建设中。

中邮证券紧紧依托中国邮政集团有限公司雄厚的实力，坚持诚信经营，践行普惠服务，为社会大众提供全方位专业化的证券投、融资服务，帮助客户实现价值增长，努力成为客户认同、社会尊重、股东满意、员工自豪的优秀企业。

投资评级说明

投资评级标准	类型	评级	说明
报告中投资建议的评级标准： 报告发布日后的 6 个月内的相对市场表现，即报告发布日后的 6 个月内的公司股价（或行业指数、可转债价格）的涨跌幅相对同期相关证券市场基准指数的涨跌幅。 市场基准指数的选取：A 股市场以沪深 300 指数为基准；新三板市场以三板成指为基准；可转债市场以中信标普可转债指数为基准；香港市场以恒生指数为基准；美国市场以标普 500 或纳斯达克综合指数为基准。	股票评级	买入	预期个股相对同期基准指数涨幅在 20%以上
		增持	预期个股相对同期基准指数涨幅在 10%与 20%之间
		中性	预期个股相对同期基准指数涨幅在-10%与 10%之间
		回避	预期个股相对同期基准指数涨幅在-10%以下
	行业评级	强于大市	预期行业相对同期基准指数涨幅在 10%以上
		中性	预期行业相对同期基准指数涨幅在-10%与 10%之间
		弱于大市	预期行业相对同期基准指数涨幅在-10%以下
	可转债评级	推荐	预期可转债相对同期基准指数涨幅在 10%以上
		谨慎推荐	预期可转债相对同期基准指数涨幅在 5%与 10%之间
		中性	预期可转债相对同期基准指数涨幅在-5%与 5%之间
		回避	预期可转债相对同期基准指数涨幅在-5%以下

中邮证券研究所

北京

邮箱: yanjiusuo@cnpsec.com

地址: 北京市东城区前门街道珠市口东大街17号

邮编: 100050

上海

邮箱: yanjiusuo@cnpsec.com

地址: 上海市虹口区东大名路1080号大厦3楼

邮编: 200000

深圳

邮箱: yanjiusuo@cnpsec.com

地址: 深圳市福田区滨河大道9023号国通大厦二楼

邮编: 518048



中 邮 证 券

CHINA POST SECURITIES