

# 大国军工专题三：末敏弹成为打击装甲目标核心利器

2023 年 07 月 04 日

## 【投资要点】

- ◆ 末敏弹作为智能反装甲武器，能有效提高地面精准打击能力，是国防升级重要一环。我国作为陆权大国，陆上边境线漫长、接壤邻国众多，复杂地区局势下仍需保持强大的陆军威慑力。东南亚、南亚地区局势复杂，同时周边国家坦克装备数量也处于较高水平。俄乌冲突开始后，大国博弈加剧下新军事技术革命得到重要驱动，对陆军智能弹药系统的建设规划、技术投入与生产列装，成为当下主要军事强国一致共识的焦点。
- ◆ 各国都十分重视末敏弹的研究，末敏弹是一种打了不用管的智能弹药，且专打坦克顶装甲（装甲薄弱部分）。美国是最早研究末敏弹的国家，英文缩写 SADARM “萨达姆”末敏弹的研制在后来因为技术问题而几经起落，最终于 1997 年定型装备。德国开始研制 SMArt “斯玛特” 155mm 末敏弹，1999 年年底正式装备德国军队，定型为 DM702、末敏子弹型号 DM1490。俄罗斯终于研制成功了 SPBE-D “标准灵巧反装甲子弹药”。1994 年底，瑞典博福斯公司和法国地面武器集团联合研制完成了“博纳斯” 155mm 末敏弹，于 1999 年末开始批量生产。
- ◆ 上世纪九十年代初起，我国杨绍卿院士主持完成了我国第一个末敏弹系统仿真软件和半实物仿真系统。2011 年，中国科学技术协会发布的《2010-2011 学科发展报告》中披露了中国末敏弹取得的原创性核心技术成果，中国成为美、俄、德之后能自主研发先进末敏弹的国家。
- ◆ 国产末敏弹目前已经批量装备了解放军远程火箭炮部队和自行火炮部队，可根据战时需求灵活更换弹药。为了真实检验末敏弹的战场效果，中国军队在 2007 年使用末敏弹进行过历史上首次最大规模的实车实爆实验，从而比较完美地验证了末敏弹在未来战争中的巨大威力。未来核心发展方向一是更易用，二是求精度，三是缩周期，四是抗过载，最终将末敏弹的使用变得更智能更安全。

## 【配置建议】

- ◆ 建议关注陆地智能弹药持续升级替代，例如中国兵器工业集团旗下核心上市公司如北方导航、中兵红箭等，非上市关注中国兵器工业集团下属晋西工业集团、辽沈工业集团、淮海工业集团、西北工业集团、江南工业集团、北方华安工业集团等。

## 【风险提示】

- ◆ 国防预算比例下降风险；智能弹药比重提升不及预期风险；地缘政治冲突扩散风险

## 强于大市

### 东方财富证券研究所

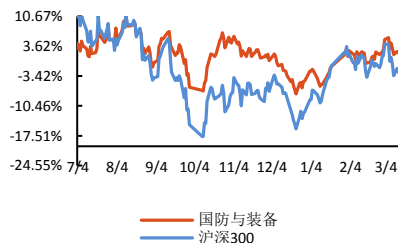
证券分析师：曲一平

证书编号：S1160522060001

联系人：陈然

电话：18811464006

### 相对指数表现



### 相关研究

《智能弹药产业链迎来现代战争新需求》

2023. 06. 09

《大国飞机系列专题二：隐身材料-五代战机形成制空权之决定要素》

2023. 03. 20

《策略专题：大国重器专题无人机产业链打造国防军工新一极》

2022. 08. 24

《策略专题：从俄乌冲突对 A 股军工产业链带来四大技术升级启示》

2022. 07. 08

## 正文目录

1. 末敏弹：制胜钢铁洪流智能弹药	4
1.1. 末敏弹研发背景	4
1.2. 智能子弹药——末敏弹详细介绍	5
1.3. 末敏弹的发展历程	6
2. 末敏弹技术概览	9
2.1. 末敏弹的工作过程	9
2.2. 末敏弹独特的目标搜索方式	10
2.3. 末敏弹的探测技术	11
2.4. 末敏弹的优势	14
3. 海外目前末敏弹进展	16
3.1. 海外末敏弹情况	16
3.1.1. 美国研发情况	16
3.1.2. 德国研发情况	17
3.1.3. 瑞典联合法国研发情况	17
3.1.4. 俄罗斯研发情况	18
3.2. 核心技术现状	19
3.2.1. 减速减旋与稳态扫描技术现状	20
3.2.2. EFP 战斗部技术	21
4. 国内末敏弹情况	22
4.1. 国内核心研发情况	22
4.2. 国内末敏弹呈现多种打击方式	24
4.3. 国内末敏弹研发核心机构-中国兵器工业第二〇三研究所	25
4.4. 中国兵器工业集团旗下-北方导航	26
4.5. 中国兵器工业集团旗下-中兵红箭	28
4.6. 中国兵器工业集团旗下-光电股份	错误!未定义书签。
4.7. 我国末敏弹未来发展与关注标的	29

## 图表目录

图表 1：美国 M1A2 坦克装甲结构示意图	4
图表 2：全球主要国家坦克数量	4
图表 3：为保护脆弱顶部 T72B 坦克焊接了格栅装甲	4
图表 4：末敏弹结构示意图	5
图表 5：不同型号末敏弹装载子弹数和自锻破片示意图	6
图表 6：国外典型末敏弹装配时间及型号	7
图表 7：叙利亚战争中使用的末敏弹	7
图表 8：俄乌冲突中使用的末敏弹如 SMArt 155	8
图表 9：末敏弹攻击流程和最终场景	8
图表 10：末敏弹工作过程	9
图表 11：旋转降落伞（左）、弧形翼片（右）	10
图表 12：末敏弹稳态扫描原理（左）、末敏弹扫描轨迹示意图（右）	11
图表 13：激光雷达探测原理结构图	12
图表 14：红外目标探测与识别过程	12
图表 15：毫米波探测器结构原理	13
图表 16：激光雷达-红外复合探测系统框架	14
图表 17：末敏弹、子母弹、榴弹弹药耗费比	15
图表 18：末敏弹对于对方目标集群攻击场景	15

图表 19 : 美国萨达姆末敏弹.....	16
图表 20 : 德国 SMART 末敏弹.....	17
图表 21 : BONUS155 mm 末敏弹.....	18
图表 22 : 俄罗斯末敏弹和装配过程.....	19
图表 23 : 美国“萨达姆”末敏弹结构示意图.....	20
图表 24 : 德国“斯马特”155mm 末敏弹结构示意图.....	20
图表 25 : 德国“斯马特”末敏子弹的降落伞.....	21
图表 26 : 俄罗斯 SPBE-D 末敏子弹的降落伞.....	21
图表 27 : “博纳斯”末敏子弹旋弧翼.....	21
图表 28 : 博尼斯末敏弹 EFP 战斗部穿甲示意图.....	22
图表 29 : 钽作为末敏弹材料有几大优势.....	22
图表 30 : 中国 GP120B 末敏迫击炮弹.....	23
图表 31 : 中国 GP155 末敏弹.....	23
图表 32 : 远程火箭炮发射末敏弹对装甲集群进行远程打击.....	24
图表 33 : 末敏弹多种发射方式.....	25
图表 34 : 中国兵器工业集团军品业务概览.....	26
图表 35 : 制导导航已经成为远程弹药重要组成部分.....	27
图表 36 : 中兵红箭军品业务和主要分公司业务介绍.....	28
图表 37 : 红箭系列及制导弹药光电导引头.....	错误!未定义书签。
图表 38 : 行业建议关注公司.....	30

## 1. 末敏弹：制胜钢铁洪流智能弹药

### 1.1. 末敏弹研发背景

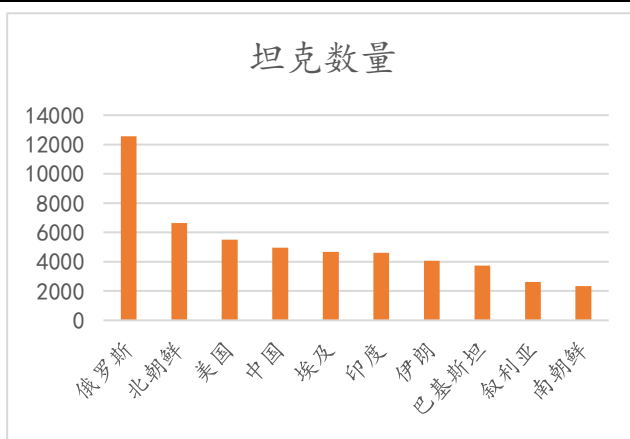
自 1916 年坦克诞生即在一战初露锋芒，至二战期间坦克已参与了几几乎所有重大战役，在机械化战争时代，装甲部队规模决定了地面战争进程。以美国的 M1 艾布拉姆斯主战坦克举例说明，M1A2 坦克的炮塔下面的正面装甲分为 4 层，第 1 层是高硬度装甲板（HHA），第 2 层为高硬度陶瓷，第 3 层是贫铀合金装甲，第 4 层是均质轧压钢板装甲（RHA）。其正面装甲最厚处达 960 毫米，装甲等效达到了 1100 毫米，侧面最厚处装甲达到 300 多毫米，顶部薄弱处装甲只有几十毫米。武器专家们提出了研制专门打击坦克装甲薄弱部分的武器，在此背景下末敏弹应运而生。

图表 1：美国 M1A2 坦克装甲结构示意图



资料来源：搜狐军事，东方财富证券研究所

图表 2：全球主要国家坦克数量（辆）



资料来源：Global Firepower 军事数据网，东方财富证券研究所

根据主战坦克防护结构，车体和炮塔前装甲最厚且法向角  $\beta$  较大，而车体顶部、后部、侧面及底部装甲较薄，如此分配装甲结构能够更好防御来袭的各种反坦克炮弹、火箭弹以及导弹的攻击，也使得反坦克武器聚焦于顶部等薄弱位置。

图表 3：为保护脆弱顶部 T72B 坦克焊接了格栅装甲



资料来源：澎湃新闻，东方财富证券研究所



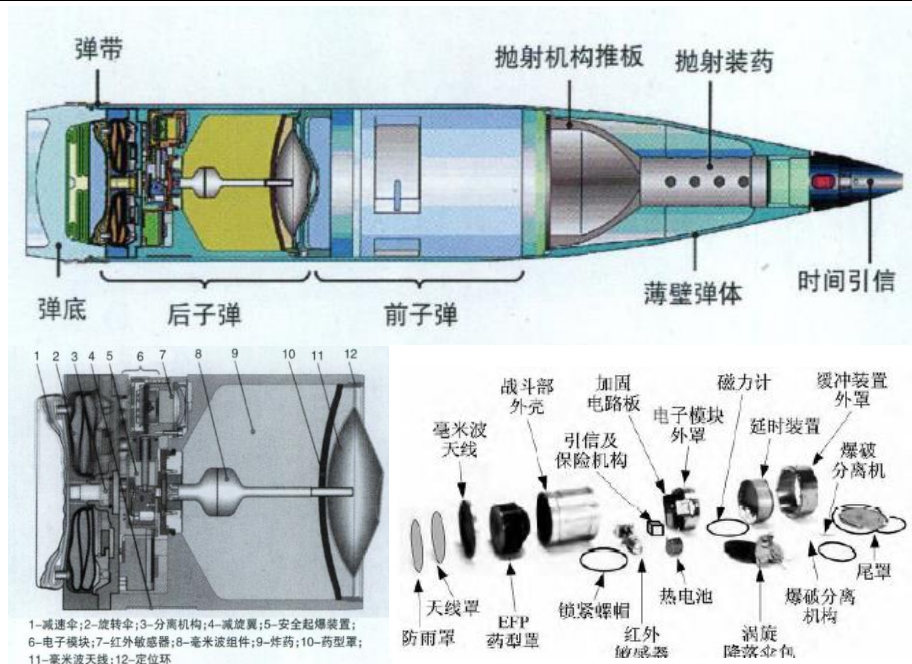
俄乌军事冲突中乌军装备的美国“标枪”和英国 NLAW 都采用了攻顶模式，专门打击坦克装甲车辆最为薄弱的顶部装甲。通过战场照片就可以看到俄罗斯陆军装甲部队为其现役的 T-72B3 主战坦克炮塔加装顶部格栅装甲，这一做法涉及到了长期以来坦克装甲车辆防御的弱点在于顶部和侧后部的问题。

我国作为陆权大国，陆上边境线漫长、接壤邻国众多，复杂地区局势下仍需保持强大的陆军威慑力。东南亚、南亚地区局势复杂，同时周边国家坦克装备数量也处于较高水平。俄乌冲突开始后，大国博弈加剧下新军事技术革命得到重要驱动，对陆军智能弹药系统的建设规划、技术投入与生产列装，成为当下主要军事强国一致共识的焦点。末敏弹作为智能反装甲武器，能有效提高地面精准打击能力，是地面战局的重要一环。

## 1.2. 智能子弹药——末敏弹详细介绍

末敏弹是“末端敏感弹药”的简称，又称“敏感器引爆弹药”，这里末端是指弹道的末端，而“敏感”是指弹药可以探测到目标的存在并被目标激活。作为智能弹药的一种，末敏弹能够在弹道末端自动搜索和自主探测、设备、定位目标，并使战斗部朝着目标方向爆炸，主要用于自主攻击集群坦克的顶装甲。

图表 4：末敏弹结构示意图

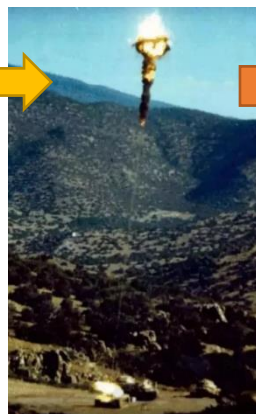


资料来源：《国外末敏弹发展概述》-飞航导弹-2015 年第二期，东方财富证券研究所

末敏弹通常为子母弹结构，母弹为子弹的载体并装多枚敏感子弹，其中只有子弹药具有末端敏感功能，在攻击目标时，母弹在预定弹道点将末敏子弹抛出，末敏子弹被抛出后可以自动探测、识别、攻击目标。因此，末敏弹是一种打了不用管的智能弹药，且专打坦克顶装甲（装甲薄弱部分），所以各国都十分重视末敏弹的研究。

图表 5：不同型号末敏弹装载子弹数和自毁破片示意图

型号	国家	搭载平台	子弹数
SADARM	美国	155mm炮弹	2
		203mm炮弹	3
Skect	美国	机载布撒器	4
BONUS	瑞典	154mm炮弹	2
SMArt	德国	155mm炮弹	2



资料来源：《灵巧弹药发展概述》-含能材料期刊-2012 年第六期，新浪军事，东方财富证券研究所

中国第二代末敏弹的战斗部就使用了先进的金属钽药型罩，破甲威力大于 125 毫米，散布误差小于 10 厘米。钽的熔点为 3000 摄氏度，在炸药的爆燃过程中能维持一定的硬度，保持弹丸特性。

破甲弹依靠金属射流来击穿装甲目标，但是破甲弹的药罩在形成高速高温高压金属射流的同时还会形成一小段的金属杵体，只不过这个杵体并不参与穿甲过程，但是当药形罩角度特别大时就会形成一大段固体的杵体以及少量的金属射流，这个杵体的速度一般能达到 2000 米到 3000 米每秒，这样就成为了一个高速动能穿甲战斗部。此外还有一种药形罩在装药作用的过程中会产生翻转现象，而不是形成杵体和金属射流，这时候同样会形成一个高速的穿甲侵彻体。

一些现役的爆炸成型弹丸已经达到 0.7~0.9 倍口径的穿甲威力，即 155 毫米末敏弹通常可以穿透 125 毫米左右的均质钢装甲，远远大于现役各国主战坦克的顶装甲厚度。

### 1.3 末敏弹的发展历程

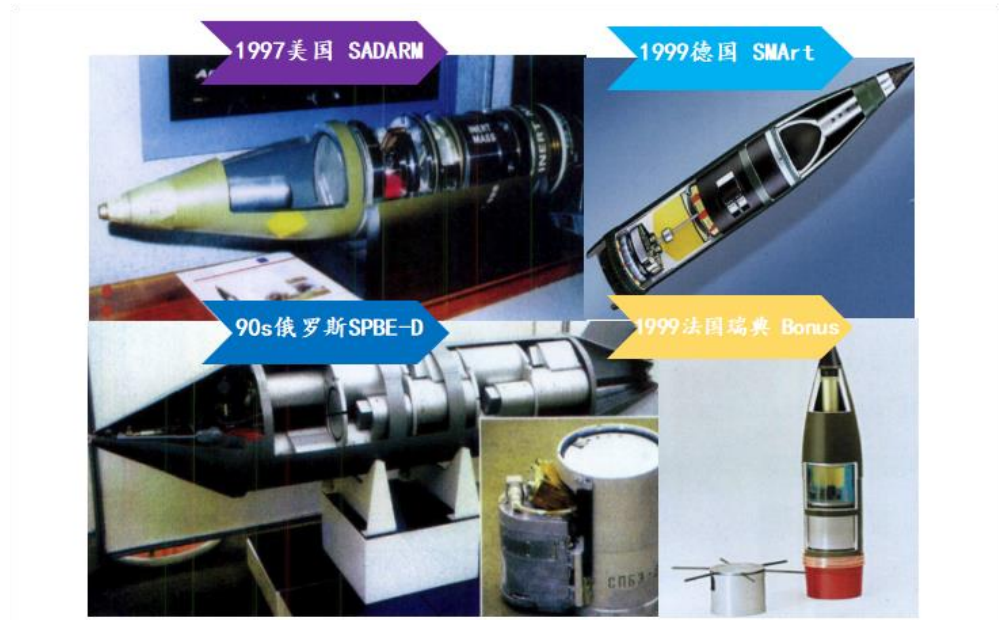
美国是最早研究末敏弹的国家，早在 1972 年就提出了“目标定向末端激活弹”的概念，准备为 203 毫米榴弹炮开发末敏弹，后因美国不在发展 203 毫米口径火炮，于是转而研制 155 毫米末敏弹。1979 年，美国开始研制 M898 式 155mm 炮射末敏弹，项目的正式成为叫“装甲敏感与毁伤技术弹药”，它的英文缩写 SADARM 在国内通常被翻译为“萨达姆”。“萨达姆”末敏弹的研制在后来因为技术问题而几经起落，最终于 1997 年定型装备。

上世纪 80 年代末，德国开始研制 SMArt“斯玛特”155mm 末敏弹，该弹主要为德国 PzH2000 自行榴弹炮研制，于 1994 年进行了首次实弹射击试验，1999 年年底正式装备德国军队，定型为 DM702、末敏子弹型号 DM1490。苏联与上世纪 80 年代开始反装甲末敏弹技术探索，至 90 年代苏联解体，俄罗斯终于研制成功了 SPBE-D“标准灵巧反装甲子弹药”。1994 年底，瑞典博福斯公司和法国地面武器集团联合研制完成了“博纳斯”155mm 末敏弹，于 1999 年末开始批

量生产。

上世纪九十年代初起，杨绍卿主持完成了我国第一个末敏弹系统仿真软件和半实物仿真系统。2011年，中国科学技术协会发布的《2010-2011 学科发展报告》中披露了中国末敏弹取得的原创性核心技术成果，中国成为美、俄、德之后能自主研发先进末敏弹的国家。

图表 6：国外典型末敏弹装配时间及型号



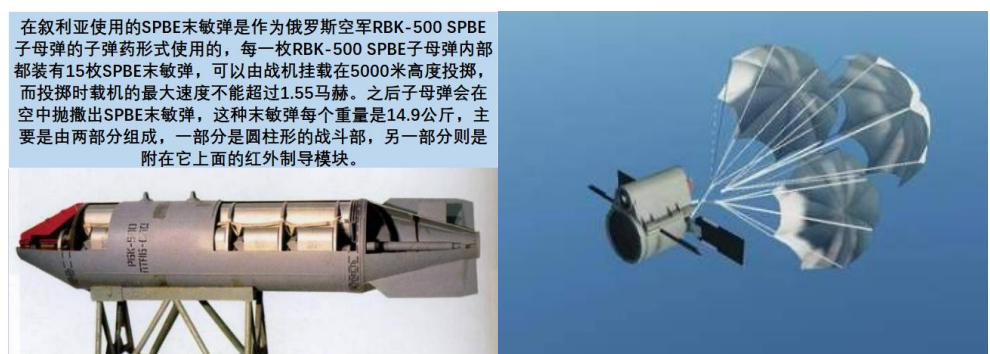
资料来源：《世界典型末敏弹大观》-兵器知识-2011 年第七期，东方财富证券研究所

#### 1.4 “坦克杀手”——末敏弹的战场应用

末敏弹的弹头不但可以穿透 100 毫米厚的装甲，而且在它的高速撞击下，会迸射出大量碎片，从而对坦克内部的人员、装备造成很大杀伤和破坏。在 2003 年的伊拉克战争中，面对着在沙漠中逃逸或反扑的伊拉克坦克小集群，美军多次发射末敏弹加以攻击，取得了颇为有效的战果。

在叙利亚战争中，俄空军动用了 SPBE-D 末敏弹，SPBE-D 末敏弹以 RBK-500 式航弹为母弹，内装 15 枚子弹，每枚子弹长 284 毫米，直径 255 毫米，重量达到 14.5 千克。叙利亚境内部分 SPBE-D 末敏弹并未引爆，说明俄罗斯的末敏弹技术还不够成熟，两型末敏弹威力都不及西方国家“智能”155 毫米末敏弹。

图表 7：叙利亚战争中使用的末敏弹



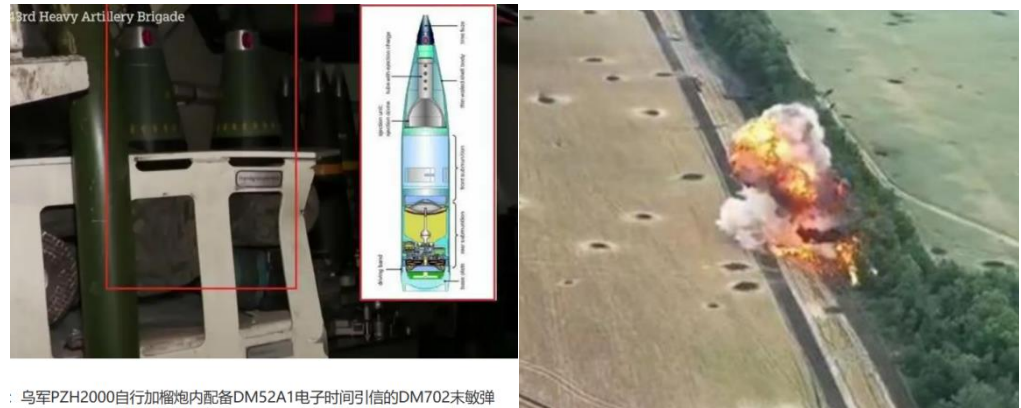
在叙利亚使用的SPBE末敏弹是作为俄罗斯空军RBK-500 SPBE子母弹的子弹药形式使用的，每一枚RBK-500 SPBE子母弹内部都装有15枚SPBE末敏弹，可以由战机挂载在5000米高度投掷，而投掷时载机的最大速度不能超过1.55马赫。之后子母弹会在空中抛撒出SPBE末敏弹，这种末敏弹每个重量是14.9公斤，主要是由两部分组成，一部分是圆柱形的战斗部，另一部分则是附在它上面的红外制导模块。

资料来源：搜狐军事，东方财富证券研究所



在俄乌战场上，乌克兰军队首次使用了末敏弹攻击俄军的装甲目标。从乌军发布的视频研判，乌军的一枚末敏弹击毁了俄军的“铠甲”S1 防空系统。从带有小型减速伞判断，这可能是德国的 SMar155 型末敏弹，很显然是随着德国 PZH2000 型 155 毫米自行榴弹炮一起交付给乌克兰军队的。

图表 8：俄乌冲突中使用的末敏弹如 SMar155



资料来源：搜狐军事，东方财富证券研究所

此外，在乌军 2022 年 7 月 12 日公布的作战视频中，又一次发现了末敏弹。俄军的一辆 BMP 步兵战车被乌军发射的末敏弹摧毁。从画面上末敏弹展开的减速旋翼来看，这应该是瑞典和法国合作研制的 BONUS 末敏弹，是从法国凯撒 155 毫米卡车炮上发射的。一个 6 车制炮连齐射一轮，打出 6 发末敏弹，就能释放出 12 个末敏子弹药覆盖战场，完全可以瓦解一个装甲连的进攻，快速齐射 3 轮，就能瓦解一个装甲营的攻势。

图表 9：末敏弹攻击流程和最终场景



资料来源：腾讯军事，东方财富证券研究所

现代战争中，想对末敏弹进行干扰也很难，理论上可以在红外和毫米波段释放干扰弹防御，但实际环境下，被攻击方不可能随时随地的开着干扰机。而且末敏弹从开始扫描到引爆，只有几毫秒，防御方很难有足够的时间来完成干扰。



## 2. 末敏弹技术概览

### 2.1. 末敏弹的工作过程

**1、发射飞行段。**火炮炮兵以连为单位齐射，根据攻击目标的距离方位、高度、气象条件以及弹道条件等各种因素，由射表确定火炮的装定、射击诸元及时间引信的分划。末敏弹落点通常为相距 100 m，携带末敏弹的母弹发射后，经过自由飞行飞抵目标区域上空。

**2、抛撒弹药段。**时间引信作用，抛射药被点燃，启动火药动力抛射装置，剪断弹体底部螺栓，在 500m~800 m 高空沿着飞行弹道逐渐依次向后抛出数枚子弹，子弹之间相距 50 m~100 m，便于各自的扫描区域相互衔接，避免击中同一目标或是漏掉目标。

图表 10：末敏弹工作过程



资料来源：《世界典型末敏弹大观-朱建峰》-兵器知识-2011 年第七期，，东方财富证券研究所

**3、减速/减旋变化段。**抛出子弹后，利用弹体上的侧翼或充气式降落伞等减速器对弹体进行减速、减旋、定向，不断调整弹体使之达到稳定状态，此时末敏子弹落速已经下降到约 10 m/s，弹体内载有的热电池此时被激活，开始对电子系统等中央控制系统进行充电。

**4、稳定状态扫描段。**末敏子弹达到稳定状态后，继续下降，当末敏弹下降速度达到 5 m~8 m/s 时，装有测量离地面高度的装置开始测定距地面的距离，达到预定的高度时，抛出降落伞或是打开侧翼带动子弹旋转，几秒后进入稳定扫描阶段，此时探测器窗口打开并开始探测地面目标。在中央控制器的指令下，传感器进行扫描不断将收集到的信号送入信号处理器，信号处理器通过

进行信息的分析决策，将有用信息传输到中央控制器。中央控制器解除最后一道保险，处于备战状态。

**5、战斗部起爆段。**末敏弹通常采用扫描两次探测到的目标后确认的方式，如果第二次扫描结果确认为目标，中央控制器给出点火信号，引爆战斗部，发射爆炸成型弹丸，命中并摧毁敌方目标。如果下落过程中一直没有在探测窗口内发现有效的目标，子弹战斗部将在落地后启动自毁装置，时间引信控制下自毁。

## 2.2. 末敏弹独特的目标搜索方式

**第一步，空中减速。**要把快速飞行的母弹叫停在装甲集群的上空，减速、减旋与稳态系统包括减速伞和减速气囊等至关重要。当弹体姿态稳定并达到既定条件后，减速设备被抛掉。“分身”出来的子弹药会放出涡旋式旋转降落伞，一方面继续保持较低的下降速度，另一方面使末敏弹以一定角度开始旋转，为弹载传感器实施扫描提供条件。需要说明的是，此时的涡旋式旋转降落伞只是选项之一，像瑞典和法国联合研制的 BONUS 末敏弹，降速增旋采用的则是两片张开式弧形翼片。

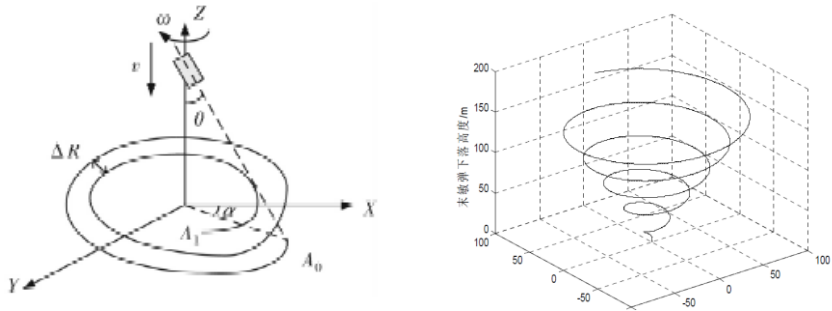
图表 11：旋转降落伞（左）、弧形翼片（右）



资料来源：搜狐网、《世界典型末敏弹大观》-兵器知识-2011 年第七期，，东方财富证券研究所

**第二步，利用传感器进行螺旋式扫描。**传感器是末敏弹的“眼睛”，当前，主要有红外、主/被动毫米波、激光传感器三种，三者之间还可互相组合，以便让末敏弹适应不同作战环境。出于对精度和速度的追求，第三代末敏弹普遍采用“红外+毫米波+激光扫描”复合传感器，而不再是第二代末敏弹“红外+毫米波”的惯用模式。三模复合传感器的使用，使其对目标的辨识与定位更快、更准。由涡旋式旋转降落伞或弧形翼片助推的螺旋式扫描，则使传感器可往复探测一定圆形范围内的目标，经“请示”中央控制器后对其发起打击。

图表 12：末敏弹稳态扫描原理（左）、末敏弹扫描轨迹示意图（右）



资料来源：《末敏弹多元红外探测与目标识别方法研究》-弹箭与制导学报-2022 年第二期、《末敏弹复合探测技术的研究》-沈阳理工大学-王晓波-2012，东方财富证券研究所

**第三步，使用自锻成形的金属杵攻击目标。**自锻成形不是新概念，目前，不少反坦克导弹及火箭筒的战斗部就采用空心装药方式，引爆后用自锻成型弹丸攻击目标。不过，和一般破甲弹战斗部构型略有不同，末敏弹的药型罩锥角通常大于 90 度，状如浅盘。起爆时，金属药型罩不会形成聚能射流，而会被压缩为一个短粗的金属杵体，以 2000-3000 米/秒的速度“捅穿”目标，并造成目标内部更多装甲崩落。这种杵体在速度上虽不如金属射流，但它不像金属射流那样易受旋转和炸高等因素影响，因而适用范围更广，毁伤性能也更为稳定。

### 2.3. 末敏弹的探测技术

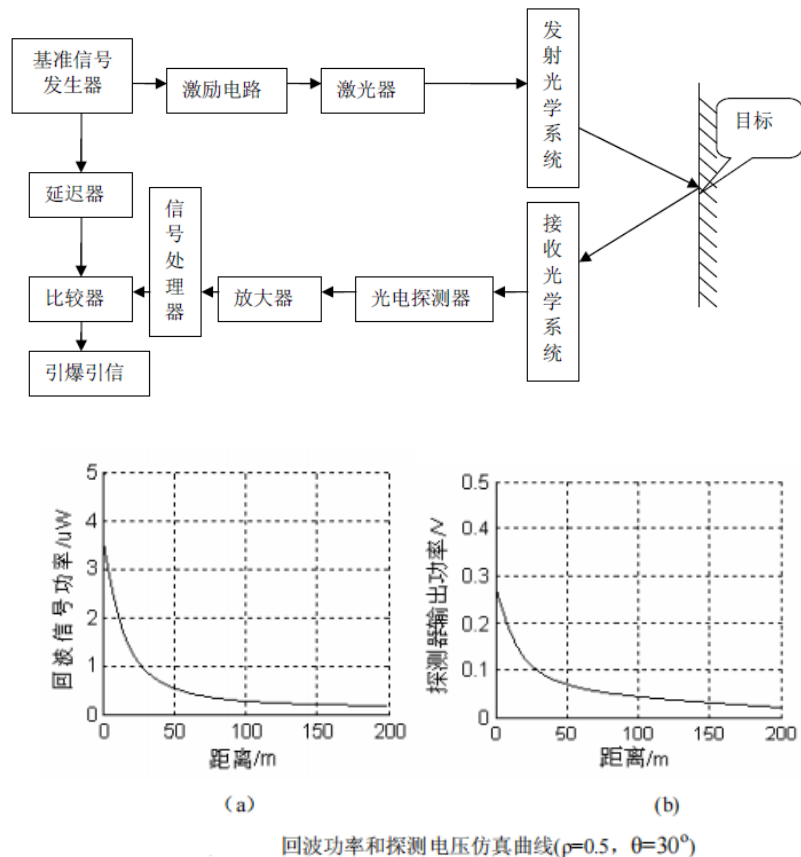
**激光雷达探测系统**主要由发射光学系统、接收光学系统、信号处理器三部分以及使此三部分协调工作的其他机构共同组成。

其探测原理是基准信号发生器发出脉冲信号，信号经过激励电路激活激光器，从而使激光器发出激光信号，激光信号由发射光学系统发射出去，信号形成的光束透过大气介质到达潜在目标的表面，经过目标表面反射产生的回波信号光束再一次穿过大气表层，由接收光学系统直接入射到光探测器的感光面上，将光信号转化为电压或电流信号，再经放大电路放大、滤掉杂波等信号处理后，获得控制器需要的有用信号，进而将这些信息送至中央控制器作为参考信息。

其中激光发射系统提供激光发射脉冲，决定激光脉冲的发射功率  $P$ 、频率  $f$  和波长  $\lambda$  等主要参数，接收系统模块决定最小可探测功率，采集目标反射的激光回波信号，并进行光电转换。



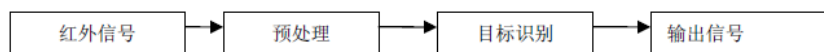
图表 13：激光雷达探测原理结构图



资料来源：《末敏弹复合探测技术的研究》-沈阳理工大学-王晓波-2012，东方财富证券研究所

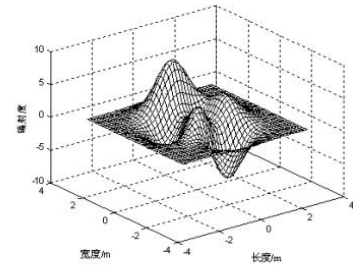
**红外探测器探测与识别目标系统**的基本工作原理是：由红外传感器从包含目标的区域中接收来自目标和背景的红外辐射，利用不同物体的表面温度产生对应不同温度分布的实时红外图像，对形成的初步图像做必要的修正后，送入下一个环节图像预处理单元，由此达到抑制红外背景并提高图像的信噪比(Signal to noise ratio, SNR)的目的。接下来，在识别单元中对预处理结果图像实施目标识别，将得到的备选目标与事先存储好的数据库目标信息特征进行对比，分析出存在目标信号后，立即传输到弹体上的微型中央控制器，以便对下一环节发出有效信号。

图表 14：红外目标探测与识别过程



日常材料在红外辐射波段的发射率

材料质地	温度/℃	E
氧化铁面	125-525	0.78-0.82
抛光的钢板	910-1100	0.55-0.61
混凝土	20	0.92
黄土	20	0.85
草地	20	0.98
干的土壤	20	0.92



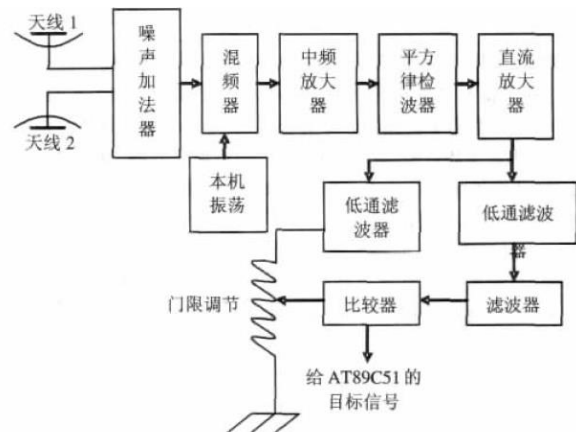
未敏弹红外探测器扫描无攻击目标区域三维仿真图

资料来源：《末敏弹复合探测技术的研究》-沈阳理工大学-王晓波-2012，东方财富证券研究所

**毫米波辐射计**是一种探测毫米波辐射的微弱宽频信号高灵敏度接收机。毫米波的频率介于微波和远红外之间(波长从 10mm 至 1mm, 频率从 30GHz 至 300GHz), 不同物体的辐射率不同。在末敏弹中常用的辐射计工作频率为 35GHz, 带有两个相互成 180 度的天线, 由于弹体呈倾斜姿态旋转下落, 所以在搜索、跟踪期间的任一时刻都可保证两个天线中有一个只接收环境辐射。

两个天线接收的温度噪声能量转换为毫米波电信号能量送入噪声加法器中进行比较、处理, 从而可消除环境噪声的影响。这种辐射计使用方便、跟踪精度高。通过对输入信号进行计时(或计数), 即确定扫描到目标的时间, 从而可确定目标的宽度, 识别出目标。

图表 15: 毫米波探测器结构原理



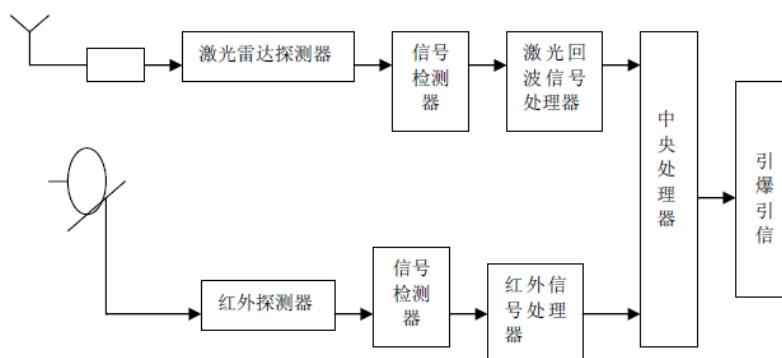
资料来源：《红外毫米波复合探测技术在末敏弹中的应用》-山东理工大学-王建军-2007，东方财富证券研究所

**利用激光雷达和红外探测共同对视场区域内的目标进行探测识别。**激光雷达具有定位精度高, 抗干扰能力强、信号传递通道窄、保密性能好、系统结构紧凑体积较小, 发散角也较小等优点, 可以准确的探测识别目标, 留空时间也较短不易被敌方雷达发现。红外探测器采用多元线性阵列形式以提高系统对假目标的鉴别能力, 降低系统的虚警率, 提高系统对目标物体的分辨能力。

具体工作过程为当末敏弹到达预定高度即进入探测器有效搜寻高度范围后激光和红外同时工作, 红外通过探测地面目标的辐射量, 而后将收集到的辐射信号传输到中央控制器, 作为从复杂环境背景中识别目标的一个参考, 由于

它的分辨率较高，还可以探测到目标的一些细节，此时激光雷达探测器也在不断工作着，它自身发射电磁波并接收经地面目标反射的回波，激光接收光学系统接收到激光回波信号后，将回波信号转变为电信号，通过与特征库中峰值的比较判断识别目标，发现目标信号后也将信息传输到中央控制器作为一个参考，探测器源源不断提供信号，中央控制器对双方提供的信号进行处理，如特征提取、对比特征数据库、信息融合计算等操作，判断是否为攻击目标，如是敌方目标，瞬间引爆引信，摧毁目标。反之则不做任何决策。

图表 16：激光雷达-红外复合探测系统框架



信息融合系统不同目标的分类识别结果

目标	探测器	基本概率分配值				识别结果
		目标 A	目标 B	目标 C	不确定	
目标 A	激光雷达探测	0.42	0.18	0.03	0.37	目标 A
	红外探测	0.23	0.15	0.13	0.49	不确定
	融合	0.498	0.22	0.135	0.147	目标 A
目标 B	激光雷达探测	0.16	0.36	0.15	0.33	目标 B
	红外探测	0.12	0.25	0.21	0.42	不确定
	融合	0.185	0.388	0.225	0.202	目标 B
目标 C	激光雷达探测	0.18	0.16	0.13	0.53	不确定
	红外探测	0.22	0.25	0.45	0.08	目标 C
	融合	0.255	0.258	0.466	0.021	目标 C

资料来源：《末敏弹复合探测技术的研究》-沈阳理工大学-王晓波-2012，东方财富证券研究所

多传感器信息融合明显优于单一传感器，融合后，目标存在与否的概率相对变的更大，检测结果更接近于正确的结论，这些都充分说明多传感器融合方法确实能有效地提高识别能力，甚至于在其中某一传感器无法识别或两个传感器都无法识别的情况下，仍能准确地识别。

将多种探测体制结合起来构造复合引信达到优势互补，提高探测识别敌方目标的概率，减少抗干扰能力的影响和虚警率。

## 2.4 末敏弹的优势

综合末敏弹技术优势来看，有以下几大特点：

第一，末敏弹在毁伤装甲集群时，效费比颇高。攻击装甲目标，可以使用的武器包括反坦克导弹、制导炮弹、反坦克火箭筒、巡飞弹等，可是一旦涉及制导功能，弹药的价格就飞涨。而反坦克火箭筒的射程又较有限。用激光制导



炮弹，不仅造价不菲，且需要较长时间用激光引导，用于攻击少数高价值目标尚可，但在面对坦克装甲集群时，往往难以有效选择目标。末敏弹通过“只在末段使用敏感器”的方法有效克服了上述缺点，其结构比导弹和制导炮弹简单，弹载装置的重量不大，从而成为一种经济性较好、大量使用的智能兵器。要毁伤同样数量的装甲目标，末敏弹与子母弹、榴弹的耗弹量之比为 1：40：250。虽然当今弹药性能整体提升，这一比例已有所调整，但这一数据仍大体能体现出末敏弹在毁伤装甲集群时的优势。

图表 17：末敏弹、子母弹、榴弹弹药耗费比



资料来源：云南网、搜狐网、维基百科，东方财富证券研究所

**第二，末敏弹的研发技术门槛较高，仅少数国家有自研能力。**研发末敏弹的初始要求之一，是要能用现役装备发射。无论是火炮、导弹还是布撒器，弹内容积都相对有限。而要把两枚以上的子弹药连同末端目标搜索的部件整合进一个容积有限的弹体内，且要具备抗高过载能力，没有过硬的技术是很难实现的。美国研制“萨达姆”末敏弹先后用时 20 年、耗资 17 亿美元，占据后发优势的德国“斯马特”末敏弹研制仍然用时 12 年、花费 6 亿美元。也正是因此，当今世界上，仅有美国、德国、俄罗斯、中国、法国和瑞典具备研制末敏弹能力。

**第三，末敏弹能适应较复杂的环境，对距离较远目标给予打击。**通常，在断壁残垣耸立、街道交错纵横的城区作战环境，或者树叶遮天、沟壑纵横的山地条件下，对隐匿其间的众多装甲目标实施打击，精确制导武器往往施展不开或力有不逮。这时，末敏弹就可凭借其弯曲弹道、较大的火力覆盖面、较高的打击精度大逞其能。

图表 18：末敏弹对于对方目标集群攻击场景



资料来源：搜狐军事，东方财富证券研究所

### 3. 海外目前末敏弹进展

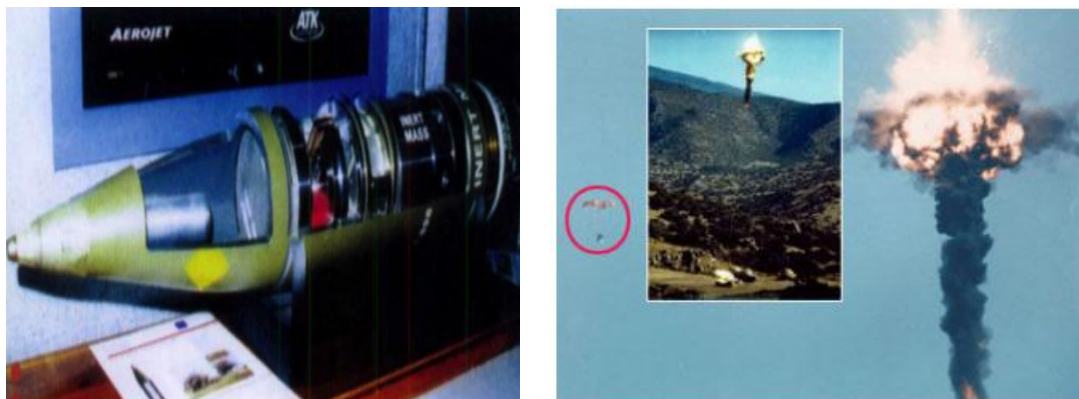
#### 3.1. 海外末敏弹情况

##### 3.1.1. 美国研发情况

早在 20 世纪 60 年代后期，美国的几家大公司同时进行末端武器末制导的研究。1970 年 10 月份提出研究报告，在此基础上提出“目标定向末端激活弹在武器上的应用”的报告，完成了末敏子弹概念的研究。在美国国防远景研究计划局的支持下，美国陆军和海军着手进行末敏弹的探索及可行性研究，提出了“萨达姆”(SADARM)和“斯达夫”(STAFF)两种类型的末敏弹，而后于 1985 年集中研制使用更为广泛的 155 mm “SADARM”末敏弹。

“SADARM”末敏弹在 1989 年成功进行实弹射击试验，1993 年试验预生产型 155 mm “SADARM”末敏弹，在一共 42 枚子弹中，仅仅有 9 枚子弹击中目标。

图表 19：美国萨达姆末敏弹



资料来源：《末敏弹复合探测技术的研究》-沈阳理工大学-王晓波-2012，东方财富证券研究所

通过深入分析，经过大量改进工作后，1994 年 4 月又进行一次试验，向目标区域的静止目标共发射 13 发 155 mm 末敏子弹，总共抛射 26 枚子弹，其中有 11 枚子弹直接摧毁目标，8 枚子弹掉落在离目标仅有 1 m 的范围内，远远超过了其对战术性能的要求。经过后期工程验收和研制，1997 年 2 月开始试生产。

美国 155mm“SADARM”末敏弹的探测系统由 13 元线阵红外敏感器、8mm 毫米波雷达、8mm 毫米波辐射计和磁强计等组成，由于红外探测器采用的是 13 元线列阵，它的线列方向和末敏弹扫描轨迹垂直，扫描得到的不仅是单纯强弱辐射信号还包括环形红外图像，因此识别精度和准确度更高，具有较高的复杂背景下探测识别定位目标的能力。

### 3.1.2. 德国研发情况

德国“SMART”155 mm 末敏弹像是“SADARM”末敏弹在欧洲的一个孪生兄弟，是当今最先进的炮射末敏弹之一，该弹采用复合传感器，用高密度钽作药型罩，具有较高的抗干扰能力和侵彻力，它是在德国军费削减的情况下保留的少数发展项目之一。

155 mm “SMART”末敏弹研制开始于 80 年代末，1994 年 5 月成功完成性能演示实验，1999 年投入小批量生产。目前已部分装备在德国军队，第一批装备共计 9000 发。这种末敏弹在满足强度要求的前提下采用薄壁结构，弹体壁厚仅为普通炮射弹的 1/4-1/3，不仅可充分使用母弹的有效载弹空间，同时也使自锻破片战斗部药型罩的直径达到最大。

图表 20：德国 SMART 末敏弹



资料来源：《末敏弹复合探测技术的研究》-沈阳理工大学-王晓波-2012，东方财富证券研究所

“SMART”末敏弹敏感装置采用五元红外敏感器、3mm 毫米波雷达和 3mm 毫米波辐射计共三个不同的信号通道，从而使它具备较高的抗干扰能力。红外敏感器采用的是双色红外扫描辐射计，而且整个红外敏感器在工作时都会弹出弹体之外，毫米波探测器工作波长更短，所以定位精度相对更高。毫米波雷达和辐射计共用一个天线，且此天线与自锻破片战斗部的药型罩合为一体，这种结构设计。

不仅为天线提供了一个合适的孔径，而且使用密度较高的钽作为药型罩的材料，提高了战斗部的穿透能力，此外还不需要添加其他机械的旋转装置，很好地利用了末敏弹弹体空间。

### 3.1.3. 瑞典联合法国研发情况

20 世纪 80 年代初，博福斯公司开始研究“BONUS”155 mm 末敏弹。1986 年完成可行性研究和两项主要工程设计工作，年末开始转入全尺寸工程研制。1993 年 3 月瑞典与法国共同研制，研制过程于 1994 年末基本完成，1999 年底进行小批量生产。“BONUS”155 mm 末敏弹在设计上有一定的特色，它的稳



定装置没用阻力伞而是用了一个圆盘。子弹被射出后，被设置在子弹一侧的柱形红外探测器展开并被锁在固定的位置。此时，与敏感探测器对称的另一侧也张开稳定圆盘，从而迫使子弹在下落的过程中达到相对比较稳定的状态。由于没用阻力降落伞。

子弹下降的速度较快，可以减小被敌方干扰的机会，同时风对子弹的影响也减小了。“BONUS”155 mm 末敏子弹的敏感装置比较简单，类似美国 BLU-108/B 子弹药，它只采用一个多波段的被动式红外探测器而没使用比较复杂的复合敏感装置，因此它对敌方目标识别率相对较低。

图表 21：BONUS155 mm 末敏弹



图：BONUS型155毫米末敏炮弹和子弹药



图：BONUS的末敏弹红外探测器和激光测距窗口

资料来源：腾讯军事，东方财富证券研究所

#### 3.1.4. 俄罗斯研发情况

俄罗斯火箭炮 RBK-500 式 SPBE 机载末敏弹开始研制于八十年代，1992 年首次在希腊举行的国际防务展览会上公开亮相。RBK-500 式航弹作为母弹，重达 500 公斤，内部装有 15 枚 SPBE 末敏弹。SPBE 末敏弹采用双波段红外敏感探测器。

战斗部 ETP 采用比较落后的空心装药战斗部而不是效能更高的自锻成形战斗部。这种末敏弹系统投放高度一般是 400-5000 m，速度为 500-1200 公里/小时，具有摧毁六个装甲目标的能力。

现阶段，俄罗斯研制的改进型 9M55K1 末敏弹是俄罗斯末敏弹研制技术发展的代表。9M55K1 末敏弹采用自锻成形攻顶反坦克战斗部，也采用红外/毫米波复合敏感探测器，弹头尺寸大小为 284 mm×186 mm，一枚 300 mm 火箭弹可以携带五枚，弹头药形罩的高度为 173 mm，质量为 1kg，可将爆炸射流加速到 2000m/s，对 30° 倾角的钢板的穿甲能力为 70 mm。

图表 22：俄罗斯末敏弹和装配过程



资料来源：《末敏弹复合探测技术的研究》-沈阳理工大学-王晓波-2012, 腾讯军事网站, 东方财富证券研究所

和现代较为先进的产品相比，RBK-500 末敏弹有几个缺点。首先是总体设计比较落后，单个 SPBE 子弹药的体积和重量都偏高，布撒器内一次容纳的数量偏低。再加上 SPBE 子弹药电子舱与战斗部的并列式结构布局，这种本来体积就大的弹药适装性非常糟糕，无法安装到口径较小的火箭炮中，作战灵活性不够。

这种不足一方面来自设计思想，比如采用发电机与叶轮为电子器件提供电力，另一方面则来自于当时苏联技术能力的局限。比如 SPBE 子弹药采用的双波段红外探测器视场非常狭小，需要提高旋转速度和减慢高度降低，以保证在扫描地面时的圈数密度更高，以防止遗漏目标。这就不得不一口气用上了三个降落伞。

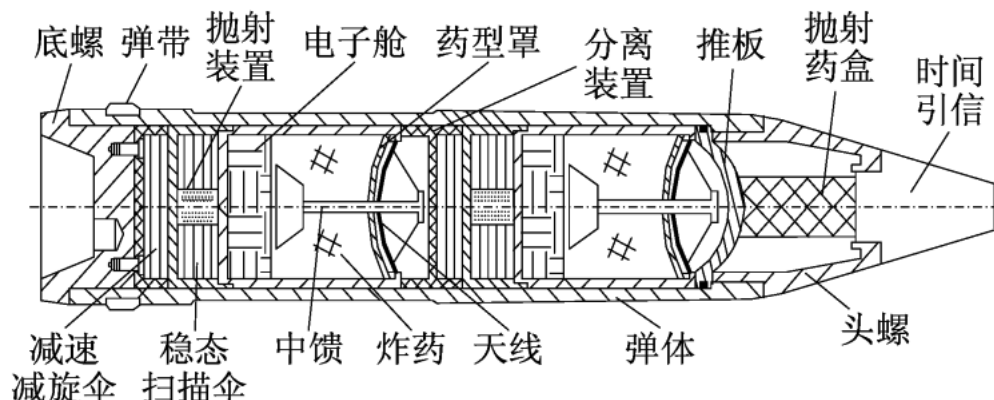
而从单个 SPBE 子弹药的战斗性能来说，最落伍的地方在于它的红外探测器还是常温器件，没有进行强制制冷，因此对于静态下的坦克探测能力很差，只能探测发动机、排气口等目标热点，基本上只能攻击明显的热目标。其次是 SPBE 子弹药战斗部的设计比较陈旧，现在完全有能力在更小的直径和体积下达到相同的威力。

## 3.2. 核心技术现状

### 3.2.1. 国外末敏弹探测系统概览

美国的“萨达姆”155mm 末敏弹的探测系统由 8mm 毫米波雷达、8mm 毫米波辐射计、13 元线列阵红外敏感器和磁强计组成。13 元线列阵红外敏感器扫描不仅能得到单纯的强弱辐射信号，还可以得到环形红外图像，因此具有较高的探索探测定位目标的能力。

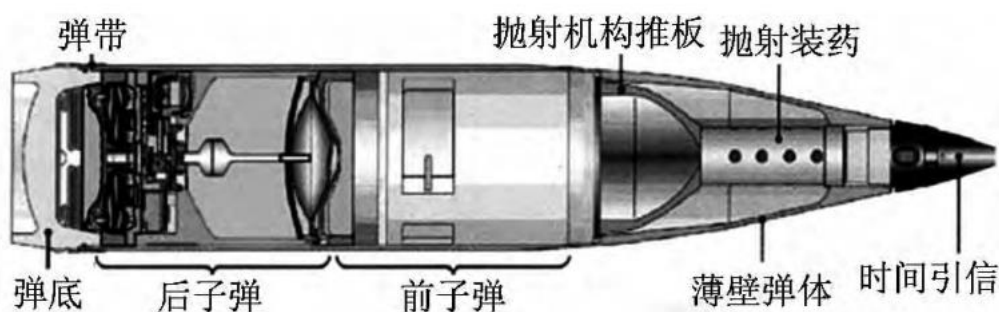
图表 23：美国“萨达姆”末敏弹结构示意图



资料来源：《国外末敏弹发展概述》-飞航导弹- 2015 年第 2 期，东方财富证券研究所

德国“斯马特”155mm 末敏弹的探测装置采用五元红外敏感器、3mm 毫米波雷达和 3mm 毫米波辐射计，三个不同的信号通道也使它抗干扰能力比较强，探测精度较高。

图表 24：德国“斯马特”155mm 末敏弹结构示意图



资料来源：《国外末敏弹发展概述》-飞航导弹- 2015 年第 2 期，东方财富证券研究所

“博纳斯”155mm 末敏子弹的敏感装置比较简单，跟美国的 BLU-108E 子弹药类似，没有使用复合探测装置，只采用了一个被动式红外探测器，因此对目标的识别率相对较低。法国 ACED 末敏子弹采用的是一个毫米波传感器和两个被动式红外传感器。俄罗斯研制的改进型 9M55k1 末敏弹采用红外和毫米波组合探测。

### 3.2.2. 减速减旋与稳态扫描技术现状

**有伞扫描技术：**利用旋转伞实现末敏子弹的稳态扫描技术。美国的“萨达姆”末敏子弹、德国“斯马特”子弹、俄罗斯 SPBE-D 末敏子弹等都是采用了有伞扫描技术。



图表 25：德国“斯马特”末敏子弹的降落伞



资料来源：《世界典型末敏弹大观》-兵器知识-2011年第七期，东方财富证券研究所

图表 26：俄罗斯 SPBE-D 末敏子弹的降落伞



资料来源：军事头条网，东方财富证券研究所

**无伞扫描技术：**采用翼片的形式实现末敏子弹的稳态扫描技术。法国和瑞典联合研制的“博纳斯”末敏弹最为典型。无伞扫描技术的优点是子弹下降的速度比较快，从而降低了被敌方干扰的概率，并且减小了对风的敏感性；主要缺点是子弹降速和转速较快，对探测器电子器件的响应速度要求比较高，实现起来有一定的难度。

无伞扫描相对有伞扫描具备落速更快、扫描频率更高，扫描间距更为密集的优点，较之有伞末敏子弹，无伞末敏子弹有着无可比拟的优势，是未来稳态扫描技术发展的趋势。

图表 27：“博纳斯”末敏子弹旋弧翼



资料来源：《世界典型末敏弹大观》-兵器知识-2011年第七期，东方财富证券研究所

### 3.2.3. EFP 战斗部技术

美国的“萨达姆”155mm 末敏炮弹药型罩材料为钨，以 2km/s 的速度攻击目标，使其穿甲威力高达 152m 高度（炸高）击穿 100mm 厚装甲；德国的“斯

玛特”155mm 末敏炮弹在炸高为 120m 时可击穿 108mm 厚装甲；瑞典和法国联合研制的“博纳斯”在炸高为 150m 时可击穿 100mm 厚装甲。

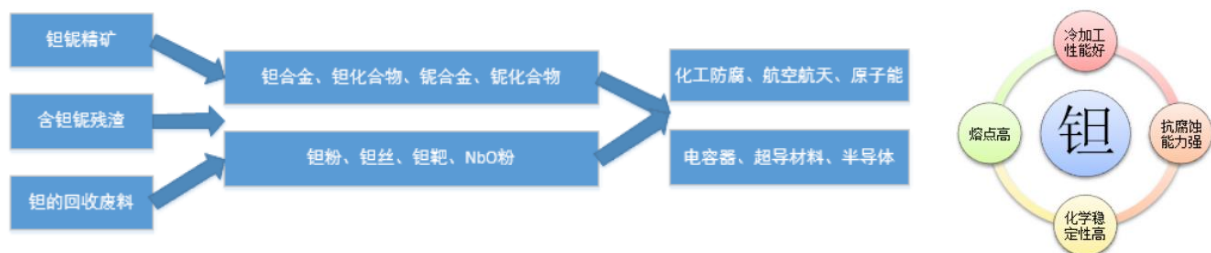
图表 28：博尼斯末敏弹 EFP 战斗部穿甲示意图



资料来源：《世界典型末敏弹大观》-兵器知识-2011 年第七期，东方财富证券研究所

目前大部分末敏弹都是采用高密度钽作为药型罩材料，各国也都在寻找密度更大和延展性优于钽的材料。增大装药直径及寻找药型罩的新型材料是未来 EFP 战斗部的发展趋势。

图表 29：钽作为末敏弹材料有几大优势



资料来源：亚洲金属网有色网，东方财富证券研究所

## 4. 国内末敏弹情况

### 4.1. 国内核心研发情况

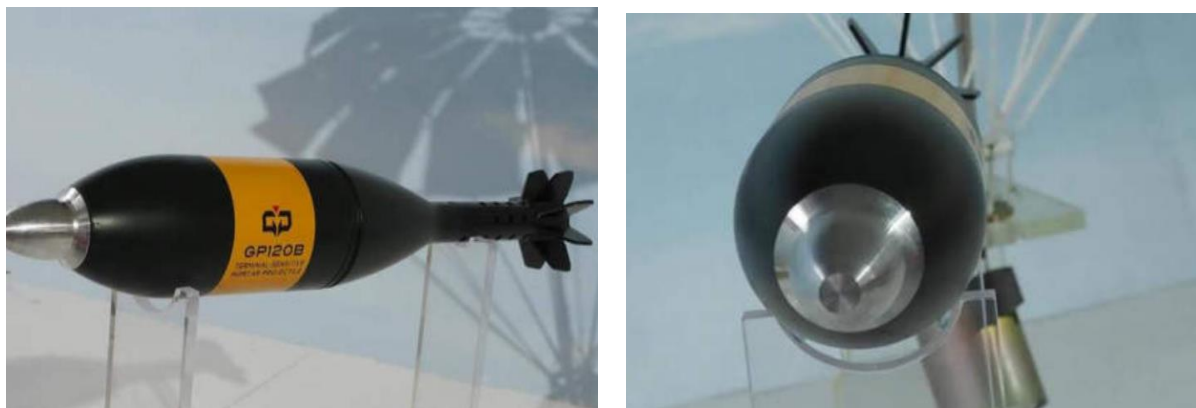
中国研制末敏弹较美国晚了很多，但是得益于后发优势，中国在末敏弹技术上超过了美国。我国末敏弹之父杨绍卿院士主持完成了我国第一个末敏弹系统仿真软件和半实物仿真系统；创造性地提出了二元动态补偿等理论，较好地

解决了末敏弹脱靶率高的世界性难题，主持创建了我国末敏弹分析、设计、制造、试验、验收的方法、规范和理论体系。

中国研制了 GP120B 末敏弹，它也是国际上第一种迫击炮用末敏弹。如果遇到的是坦克集群，不取坦克的火力是直射火力，如果给坦克配备 120 毫米迫击炮并同步配备反坦克末敏弹和制导弹药，则能在坦克最为薄弱的顶部发动攻击，从而达到良好的反坦克效果。

美军在阿富汗和伊拉克的军事行动证明，在建筑林立、街道纵横的城市，或树林密布、千沟万壑的山地条件下，精确制导武器往往施展不开，作战效能会大打折扣。迫击炮构造简单、轻便灵活、火力覆盖面积大、杀伤力强、最小射程近（仅 50m）、射速高（每分钟可达 30~50 发）、造价低，非常适合在复杂地形中使用。其弹道弯曲，擅长打击障碍物背后目标，使用得当的话，性能丝毫不输制导弹药，堪称复杂地形的统治者。

图表 30：中国 GP120B 末敏迫击炮弹



资料来源：风闻军事，东方财富证券研究所

在国产第二代末敏弹基础上，中国相关单位又着手研制更先进的第三代末敏弹，即 GP155C 末敏弹。从中国兵器工业集团提供资料来看，GP155C 末敏弹最大特点就是采用了三模复合制导系统，这个系统包括红外成像、毫米波和激光三种探测系统，技术水平当今顶尖，美国也只有最新 SDB-2 小直径制导系统才配备有这样的三模复合制导系统。

图表 31：中国 GP155 末敏弹



资料来源：人民网，东方财富证券研究所



中国兵器工业集团公司展出 GP155 系列制导炮弹，包括 GP155、GP155A、GP155B 和 GP155G 等，三款制导导弹口径相同，均为 155 毫米，但在制导方式、作战用途等方面有不同之处。GP155A 型制导炮弹口径 155 毫米，采用激光制导，可以精确打击坦克、步兵战车、火炮以及其他重要目标。该炮弹可摧毁 6 公里-25 公里范围内的目标。GP155B 型制导炮弹与 GP155A 的主要不同是制导方式，该弹采用 GPS 制导，同时兼容北斗制导。该导弹实现了发射后不管，具有全天候和全地形打击能力。GP-155 型（又称 GS1）为 155 毫米末敏弹，该弹采用先进的末敏探测体制，主要用于机会高价值地面目标，如集群坦克、跑道上的飞机等。其高效的爆炸成型（EFP）战斗部可以穿透所有现代坦克的顶装甲。

## 4.2. 国内末敏弹呈现多种打击方式

国产末敏弹目前已经批量装备了解放军远程火箭炮部队和自行火炮部队，可根据战时需求灵活更换弹药。为了真实检验末敏弹的战场效果，中国军队在 2007 年使用末敏弹进行过历史上首次最大规模的实车实爆实验，从而比较完美地验证了末敏弹在未来战争中的巨大威力。

这次试验在西北进行，是在一个长 3000 米，宽 200 米的矩形区域内，比较均匀地设置了 12 辆现役的 62 式轻型坦克，坦克都呈热车实战状态，模拟以战斗队形进攻的装甲目标群。试验部队出动一辆 PHL03 式 300 毫米远程火箭炮，进行了一次半满管齐放，6 枚安装末敏弹战斗部的火箭弹飞向 50 公里外的坦克目标群。在每枚火箭弹内，携带有 5 枚末敏弹。6 枚 300 毫米火箭弹在目标区上空 200 米高度的空中开舱并释放出 30 枚末敏弹。经过开伞、减速、自旋和构成稳态扫描，末敏弹在 80 米~130 米的高度被纷纷引爆，结果有半数以上 62 式坦克被彻底摧毁。试验表明末敏弹对装甲集群目标的毁伤率为 20%左右。

图表 32：远程火箭炮发射末敏弹对装甲集群进行远程打击



资料来源：腾讯军事，东方财富证券研究所

在一般的反装甲或反炮兵作战时，具有现代化指挥系统的地面炮兵，压制敌方一个 10 辆车的坦克连或装甲自行火炮连，通常需要耗弹 155 毫米口径高爆炸榴弹 400 发以上。如果是传统技术水平的炮兵，则耗弹量还要翻倍或数倍。而有了末敏弹等精确弹药，只需要 25 发 155 毫米炮弹（每发炮弹装填 2 枚末敏弹）就足以消灭一个坦克连。在现代化炮兵指挥系统的整体协调下，一个 12 门制的 300 毫米远程火箭炮营，进行一次全营齐射，就能在 70 公里至 150 公里以外摧毁大约 150 辆敌人坦克和装甲车辆。



末敏弹从开伞搜索，到起爆战斗部攻击，只需要3~4秒钟的时间，从敏感器锁定目标到摧毁目标只需要几毫秒时间。所以，被末敏弹盯上的坦克和步战车，根本来不及加速冲出危险区。新一代末敏弹战斗部目前已经在多个武器平台配装，例如空军的远程布撒器，反坦克集束炸弹，火箭军的巡航导弹，陆军的300远火和155毫米自行加榴炮，120毫米迫榴炮等等。

图表 33：末敏弹多种发射方式



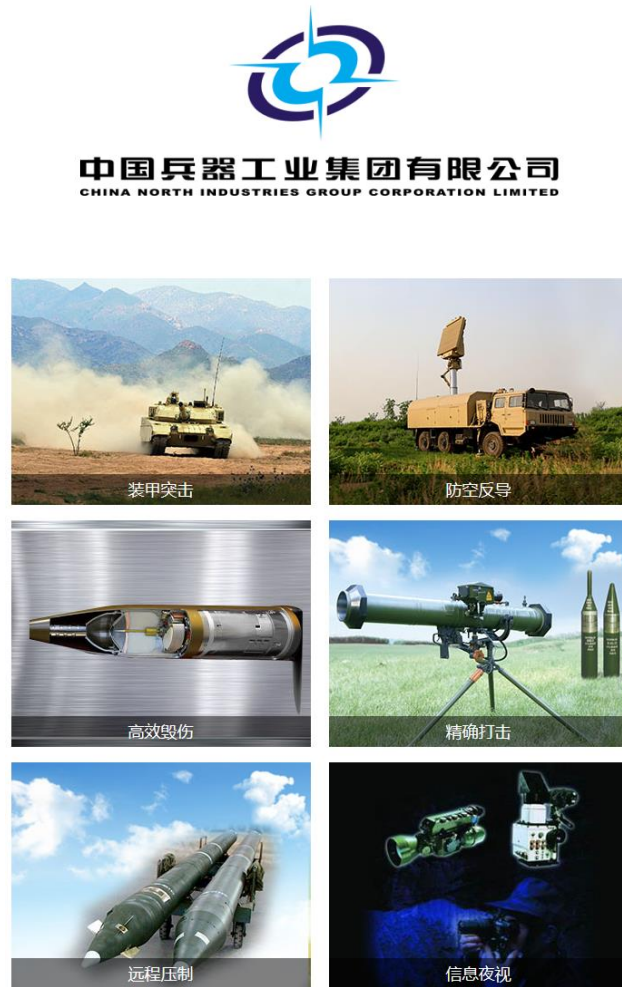
资料来源：央视军事、腾讯军事、网易军事，东方财富证券研究所

#### 4.3. 国内末敏弹研发核心机构-中国兵器工业第二〇三研究所

中国兵器工业集团是各大军工集团中唯一一家面向陆军、海军、空军、火箭军、战略支援部队以及武警公安提供武器装备和技术保障服务的企业集团，除了为陆军提供坦克装甲车辆、远程压制、防空反导等主战装备之外，还向各军兵种提供智能化弹药、光电信息、毁伤技术等战略性、基础性产品。

中国兵器工业第二〇三研究所是中国兵器工业集团有限公司下属的大型科研事业单位，是我国“制导兵器技术开发中心”、“弹药技术研究开发中心”和兵器工业“制导火箭武器系统研发中心”，主要从事精确打击、远程压制和灵巧与巡飞弹药武器系统总体及主要部件的研制。研究所专业类别包括二十余种，涉及光、机、电、算、控等多个方向，拥有国内一流的仪器设备和实验室，是国家技术改造的重点投资单位之一。

图表 34：中国兵器工业集团军品业务概览



资料来源：中国兵器工业集团官网，东方财富证券研究所

研究所地处西安市高新技术开发区，地理位置优越，交通便利。建所六十多年来一直承担着国家重点科研项目的研制任务，十余种产品已分别装备到陆军、陆航、空军等部队并形成了战斗力，装备领域由陆军、陆航拓展到空军、海军、火箭军、工化装甲等军兵种。十余型产品先后参加了建国 35 周年、50 周年、60 周年国庆阅兵、反法西斯战争胜利 70 周年阅兵和建军 90 周年阅兵。建所以来累计获得科技成果 1500 余项，作为武器系统研制总师单位获得“国家科技进步奖”特等奖 1 项，一等奖 4 项，二等奖 7 项，三等奖 4 项。

#### 4.4. 中国兵器工业集团旗下-北方导航

北方导航是以军品二三四级配套为主的制造型企业，该行业的周期性特点是与国际军事、政治环境结合密切，容易受到国际局势波动影响，目前该行业处于发展上升阶段。北方导航在制导控制、导航控制、探测控制、环境控制、稳定控制等领域处于国内领先地位。

北方导航的军民两用产品业务以“导航控制和弹药信息化技术”为主，涵盖导航与控制、军事通信、智能集成连接三大领域，其中导航与控制领域包括



制导控制、导航控制、探测控制、环境控制、稳定控制产品和技术。

图表 35：制导导航已经成为远程弹药重要组成部分



资料来源：澎湃新闻、千龙军事、理工导航招股说明书，东方财富证券研究所

根据同业竞争者理工导航招股说明书，惯性导航系统是以测量角速度的陀螺仪和测量线加速度的加速度计为敏感元件，根据陀螺仪的输出建立导航坐标系，根据加速度计的输出并结合初始运动状态，推算出运载体的实时速度、位置和航向、姿态等导航参数的解算系统。

据财政部报告，2020 年中国国防支出预算 12,680.05 亿人民币，按 35% 为装备支出计算，装备经费约为 4,438 亿人民币；参照美国导弹和弹药申请经费占总采办经费的 8.7%，预计我国目前各类导弹市场规模约为 386 亿元，制导系统约占总成本的 40%，导弹武器制导系统的市场空间为 154 亿元左右；预计惯性导航系统在制导系统中成本比例为 50%，则预计惯性导航系统在导弹和制导炸弹领域的市场空间约为 77 亿元。

#### 4.5. 中国兵器工业集团旗下-中兵红箭

中兵红箭股份有限公司（以下简称公司）是中国兵器工业集团有限公司所属豫西工业集团有限公司的控股上市公司，是以生产军用、民用产品为主的大型军民融合性企业。总部位于河南省南阳市，在河南、四川、江西、山东、吉林、广东等省境内设有分、子公司。中兵红箭前身为成都配件厂，于 1993 年 10 月在深圳证券交易所挂牌上市（证券代码 000519），后经历次重组，于 2013 年成为豫西工业集团有限公司控股上市公司。

中兵红箭拥有 1 个国家级企业技术中心、4 个省级企业技术中心，专业从事特种装备、超硬材料、专用汽车及汽车零部件研究与开发。为适应强军首责和高质量发展的要求，公司采取多项举措，特种装备业务板块、超硬材料业务板块、专用车及汽车零部件业务板块实现了良性发展，核心竞争力不断稳固、加强。

特种装备业务板块的核心竞争力主要表现在：具有多种产品科研试验设计条件，具备国家多个重点型号产品的研发和批量生产能力，能够满足不同产品的生产要求，处于国内先进水平；有专业化试验场和部分产品危险性评估试验场。

图表 36：中兵红箭军品业务和主要分公司业务介绍



➤ 高效毁伤



➤ 火力压制



➤ 精确打击



➤ 远程制导



北方向东	<p>南阳北方向东工业有限公司是中兵红箭股份有限公司的全资子公司。专业覆盖产品设计与制造、测试与试验等，具有武器装备设计、开发、生产、服务的能力，产品涉及陆、海、空、火箭军及军贸等多个武器装备领域。</p>	
北方红阳	<p>河南北方红阳机电有限公司是中兵红箭股份有限公司下属全资子公司，成立于2015年，专门从事军品生产，已成为国家二级计量单位、兵器工业二级理化检测机构、国防系统安全标准化二级企业、国家高新技术企业、河南省企业技术中心、中国兵器工业集团常规战斗部研发中心副组长单位。</p>	
江机特种	<p>吉林江机特种工业有限公司主要产品包括轻型反装甲设备，景气打击分析图、光电探测三大领域。适应高原复杂环境，实现轻型高机动作战。</p>	
北方滨海	<p>2016年12月将资产注入中兵红箭股份有限公司，成为中兵红箭股份有限公司全资子公司。坚持常规弹药智能化发展方向，满足我军遂行信息化条件下任务使命和国际防务的需求，打造智能武器装备产学研一体化创新基地，推动高质量发展。</p>	
北方宏宇	<p>南阳北方红宇机电制造有限公司 2016年12月，重组上市成为中兵红箭股份有限公司的全资子公司。拥有机械加工、热处理、表面处理、注塑、特种工艺等完备的加工工艺，计量理化检测手段齐全。具备从事军品科研生产的全部资质。</p>	
红宇专汽	<p>郑州红宇专用汽车有限责任公司是中国兵器中兵红箭股份有限公司全资子公司，是中国著名的改装车生产企业，公司以军工技术为依托，主要生产冷藏保温车、爆破器材运输车、医疗废物转运车、危险化学品运输车、厢式运输车。</p>	

资料来源：中兵红箭官网，东方财富证券研究所

2016年中兵红箭前身江南红箭分别向豫西工业集团、山东工业集团和江北机械发行股份及支付现金购买豫西工业集团持有的红阳机电 100%股权、北方向东 100%股权、北方红宇 100%股权、红宇专汽 100%股权；山东工业集团持有的北方滨海 100%股权；江北机械持有的江机特种 100%股权业务，全面布局了智能弹药产业。在弹药类军品业务领域，兵器工业集团下属各科研院所、单位和中兵红箭在组建时按照国家的统一部署安排，分别有各自明确的不同定位。除标的资产以外，兵器工业集团下属晋西工业集团有限责任公司、辽沈工业集团有限公司、淮海工业集团有限公司、西北工业集团有限公司、江南工业集团有限公司、北方华安工业集团有限公司从事弹药类军品业务。

#### 4.6. 我国末敏弹未来发展与关注标的

未来大兵团装甲集群在现代战争中出现比例越来越低，但是国际局势变化

的各种因素下，末敏弹未来面对更加多样化战场环境需要。末敏可能在以下几个方面形成新的发展：

一是更易用。为具备更强的打击装甲集群能力，子弹药在保持毁伤力的同时继续走向小型化、轻质化，是末敏弹发展的一个趋势。这样，末敏弹不仅可增加子弹药数量、攻击更多目标，而且更易于装填和发射。同时，为适应今后战场装甲目标分布更散的状况，进一步提升末敏弹子弹药各自为战时的打击精度非常必要，以确保能在更大地理范围内将目标“一网打尽”。“多能”是末敏弹易用的前提，比如有的末敏弹可被赋予一定巡飞能力，以部分发挥侦察或监视弹药的作用。

二是求精度。精度是末敏弹的“灵魂”。在现役发射平台的基础上，向信息网络要前期与中期的精度较为可行。毕竟，射击诸元及相关参数一旦可以从作战指挥网上实时获得，其科学性、全面性、及时性必然会催生出更高精度。对智能化的追求，则会使末敏弹以更合理的路径准确投放到装甲集群上空。

三是缩周期。从末敏弹发射到击中目标，当前所用周期较长。针对装甲目标机动能力大幅提升的实际，缩短这一周期有助于末敏弹顺利实施最终打击。在这方面，末敏弹飞行的前期与中期阶段尚有时间可“挤”。尤其是对敏感器的改进，将有助于其精确识别出一些新式装甲形态。

四是抗过载。末敏弹由火炮等发射的特性，决定了其内部构件必须具备相当的“抗压”能力。升级后的敏感器，其灵敏程度将进一步提升，同时也必然会面对新的抗高过载要求。这也正是战机用布撒器“播撒”末敏弹时，常有高度与最大速度限制的原因。如何突破这些限制、将末敏弹的使用变得更智能更安全，也是其今后发展的方向。

建议关注陆地智能弹药持续升级替代，例如中国兵器工业集团旗下核心上市公司如北方导航、中兵红箭等，非上市关注中国兵器工业集团下属晋西工业集团、辽沈工业集团、淮海工业集团、西北工业集团、江南工业集团、北方华安工业集团等。

图表 37：行业建议关注公司

代码	简称	总市值 (亿元)	EPS (元/股)			PE (倍)			股价 (元)	评级
			2022A	2023E	2024E	2022A	2023E	2024E		
600435	北方导航	170	0.12	0.19	0.28	98.5	62.2	42.2	11.82	未评级
000519	中兵红箭	252	0.58	0.68	0.83	31.2	26.6	21.8	18.11	未评级

资料来源：Choice 股票板块，东方财富证券研究所，未评级数据来自 Choice 一致预期（截至 2023 年 7 月 3 日）

【风险提示】

国防预算比例下降风险  
智能弹药比重提升不及预期风险  
地缘政治冲突扩散风险

东方财富证券股份有限公司（以下简称“本公司”）具有中国证监会核准的证券投资咨询业务资格

**分析师申明：**

作者具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，保证报告所采用的数据均来自合规渠道，分析逻辑基于作者的职业理解，本报告清晰准确地反映了作者的研究观点，力求独立、客观和公正，结论不受任何第三方的授意或影响，特此声明。

**投资建议的评级标准：**

报告中投资建议所涉及的评级分为股票评级和行业评级（另有说明的除外）。评级标准为报告发布日后3到12个月内的相对市场表现，也即：以报告发布日后的3到12个月内的公司股价（或行业指数）相对同期相关证券市场代表性指数的涨跌幅作为基准。其中：A股市场以沪深300指数为基准；新三板市场以三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）为基准；香港市场以恒生指数为基准；美国市场以标普500指数为基准。

**股票评级**

买入：相对同期相关证券市场代表性指数涨幅15%以上；  
增持：相对同期相关证券市场代表性指数涨幅介于5%~15%之间；  
中性：相对同期相关证券市场代表性指数涨幅介于-5%~5%之间；  
减持：相对同期相关证券市场代表性指数涨幅介于-15%~-5%之间；  
卖出：相对同期相关证券市场代表性指数跌幅15%以上。

**行业评级**

强于大市：相对同期相关证券市场代表性指数涨幅10%以上；  
中性：相对同期相关证券市场代表性指数涨幅介于-10%~10%之间；  
弱于大市：相对同期相关证券市场代表性指数跌幅10%以上。

**免责声明：**

本研究报告由东方财富证券股份有限公司制作及在中华人民共和国（香港和澳门特别行政区、台湾省除外）发布。

本研究报告仅供本公司的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为本公司的当然客户。

本研究报告是基于本公司认为可靠的且目前已公开的信息撰写，本公司力求但不保证该信息的准确性和完整性，客户也不应该认为该信息是准确和完整的。同时，本公司不保证文中观点或陈述不会发生任何变更，在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。本公司会适时更新我们的研究，但可能会因某些规定而无法做到。除了一些定期出版的报告之外，绝大多数研究报告是在分析师认为适当的时候不定期地发布。

在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议，也没有考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需求。客户应考虑本报告中的任何意见或建议是否符合其特定状况，若有必要应寻求专家意见。本报告所载的资料、工具、意见及推测只提供给客户作参考之用，并非作为或被视为出售或购买证券或其他投资标的的邀请或向人作出邀请。

本报告中提及的投资价格和价值以及这些投资带来的收入可能会波动。过去的表现并不代表未来的表现，未来的回报也无法保证，投资者可能会损失本金。外汇汇率波动有可能对某些投资的价值或价格或来自这一投资的收入产生不良影响。

那些涉及期货、期权及其它衍生工具的交易，因其包括重大的市场风险，因此并不适合所有投资者。

在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任，投资者需自行承担风险。

本报告主要以电子版形式分发，间或也会辅以印刷品形式分发，所有报告版权均归本公司所有。未经本公司事先书面授权，任何机构或个人不得以任何形式复制、转发或公开传播本报告的全部或部分内容，不得将报告内容作为诉讼、仲裁、传媒所引用之证明或依据，不得用于营利或用于未经允许的其它用途。

如需引用、刊发或转载本报告，需注明出处为东方财富证券研究所，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。