

自杀式无人机——低成本精确制导武器

国防军工

事件概述：

美国总统拜登今年3月16日宣布将向乌克兰提供8亿美元额外军事援助，其中包括100个“弹簧刀300”巡飞弹。此后陆续提供了多批，数量已经达到400枚。4月21日美国又宣布了新一轮对乌克兰8亿美元军事援助，其中包括121套“凤凰幽灵”巡飞弹，据称该弹是美国专门为乌克兰研制的定制版。巡飞弹是无人机技术和弹药技术有机结合的产物，可看作是“自杀式无人机”，或者是“可以飞行并锁定目标的手榴弹”。

分析与判断：

► 无人机+弹药=自杀式无人机

“自杀式无人机”是一种可以在空中执行巡逻飞行并执行情报侦察、目标指示、信息中继、区域封控、精确打击和毁伤评估等作战任务的新型弹药。与传统无人机相比，“自杀式无人机”它可以像常规弹药一样由多种武器平台发射或投放，可配用到各军兵种，能快速进入作战区域，突防能力强，战术使用灵活。与常规弹药相比，它又多出一个“巡飞弹道”，留空时间长、作用范围大，可发现并攻击隐蔽的时间敏感目标。与巡航导弹相比，它成本低(不到其1/10)、效费比高，“弹簧刀”300单价仅6000美元左右，同时尺寸小、雷达截面积小、隐身能力较强，能承受极高的过载。与电视侦察弹相比，它侦察时间长、面积大，发现目标的概率大。与制导炮弹相比，它能根据战场情况变化，自主或遥控改变飞行路线和任务，对目标形成较长时间的威胁，实施“有选择”的精确打击，并实现弹与弹之间的协同作战。

► 数据链设备、有效载荷和测控系统非常重要

自杀式无人机通常由弹体结构、制导设备、动力推进装置、控制设备、电气设备、数据链设备和有效载荷(战斗部、侦察设备、电子干扰设备等)等组成。其工作原理一般为：由装载平台发射后，在飞行中展开弹翼和尾翼，发动机适时开始工作，巡飞弹按程序控制向目标区域飞行，到达目标区域上空后，巡飞弹按照一定策略进行巡逻飞行，并按指令完成相应战斗任务。

无人机测控系统是地面操控人员对无人机进行实时控制的信息通道，测控系统的性能和规模在很大程度上决定了无人机的作战能力。一般而言，测控系统包含地面指挥控制站、地面数据终端和机载数据终端。地面操控人员在实时监控无人机各项参数的基础上，通过地面控制站“操控”无人机飞行，控制无人机的飞行状态，包括无人机的飞行速度、高度、转弯、掉头等动作。同时，安装在无人机上的各种载荷设备要执行相应的侦察或打击任务，也要地面操控人员通过地面控制站下达任务指令。地面人员

评级及分析师信息

行业评级：推荐

行业走势图



分析师：陆洲

邮箱：luzhou@hx168.com.cn

SAC NO: S1120520110001

还可以清晰地看到无人机侦察到的各种图像包括打击效果。

► 自杀式无人机改变了什么？

美军正式配装的巡飞弹，已经具备双向数据链传输、昼夜间搜寻攻击目标能力；多联装连续发射和多枚弹分别攻击能力。最轻型的“弹簧刀”300型可由单兵背囊携带作战，可以对10千米以内的目标进行超视距立体精确打击，威力大约相当于普通手榴弹。

1. 它开创了自主搜寻、隐身超视距立体精确打击方式。今后小分队、无人机、无人艇也能对防空反导、指挥通信、装甲集团、港口基地、后勤枢纽等重要目标形成巨大威胁，作战方式正在发生改变，战争中**以小博大**将更多出现。

2. 依托信息技术提升，作战能力会不断出现大幅度提升。如自主搜寻、昼夜通用，隐身突防，**蜂群作战能力**等方面都会出现质的飞跃。

3. 巡飞弹成本降低，可用最小代价获取最大战果。飞航弹体可系列化、通用化，搜寻导引可模块化，战斗部针对不同用途区分设置，使整个兵器小型化、低成本、强适用。

4. 美国目前强力推动巡飞弹使用，这也有利于中国无人机产业发展并扩大市场份额。

► 投资建议

从俄乌战争来看，未来作战的关键点之一是掌握制信息和制电磁权，提高建设“透明战场”的能力。因为有了图像识别技术，现在的战场已经变成了全透明战争。包括巡飞弹、隐身无人侦察机、察打一体无人机等在内的信息化装备将扮演更加重要的角色。

受益标的：航天彩虹生产“彩虹”无人机，中国电科54所在无人机测控领域已有30多年的研发生产经验，航天电子子公司航天飞鸿专业从事无人机系统研制。

► 风险提示

自杀式无人机发展不成熟、订单低于预期等。

正文目录

1. 巡飞弹——低成本精确制导武器	4
1.1. 巡飞弹是什么？	4
1.2. 巡飞弹包括哪些结构件？	6
1.3. 巡飞弹的应用	8
1.4. 中美俄多国具备巡飞弹研制能力	11
1.5. 中电科54所：无人机测控领域主力院所	12
2. “弹簧刀”生产商——航空环境公司	13
3. 风险提示	16

图表目录

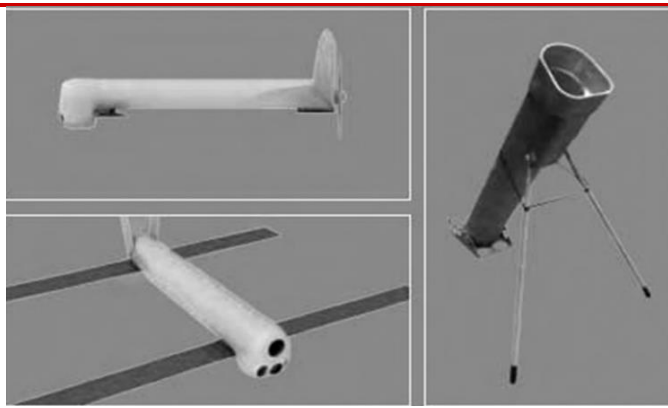
图1 “弹簧刀”300巡飞弹	4
图2 “弹簧刀”300巡飞弹发射图	4
图3 巡飞弹结构示意图	5
图4 巡飞弹发射示意图	5
图5 拉姆巡飞弹作战示意图	6
图6 火力阴影巡飞弹首次试射	6
图7 GLMAV巡飞弹	7
图8 GLMAV巡飞弹内部结构	7
图9 巡飞弹用激光雷达导引头	8
图10 通用激光雷达导引头结构图	8
图11 “弹簧刀”300地面发射	9
图12 “弹簧刀”300空中发射	9
图13 “弹簧刀”600巡飞弹	9
图14 “弹簧刀”600巡飞弹及装备箱	9
图15 “黑翼”巡飞弹模型	10
图16 “黑翼”巡飞弹发射图	10
图17 美国援助乌克兰的“弹簧刀”巡飞弹	10
图18 “弹簧刀”巡飞弹价格低但杀伤性大	10
图19 俄罗斯KUB-BLA（立方体）巡飞弹	11
图20 巡飞弹“蜂群”方式作战	11
图21 中国无人机“蜂群”系统	12
图22 CH-901巡飞弹系统	12
图23 翼龙无人机	13
图24 彩虹-5无人机	13
图25 中电科54所与顺丰公司展开合作	13
图26 航空环境公司收入结构	14
图27 航空环境公司收入及增速	15
图28 航空环境公司净利润及增速	15
图29 航空环境公司分季度收入及增速	16
图30 航空环境公司分季度净利润及增速	16
表1 巡飞弹主要组成部分	5
表2 巡飞弹对比类似武器优势	6
表3 GLMAV巡飞弹核心部件	7
表4 两款“弹簧刀”巡飞弹对比介绍	8
表5 各国主要巡飞弹对比	11
表6 航空环境公司主要产品介绍	13
表7 航空环境公司巡飞弹订单情况	15

1. 巡飞弹——低成本精确制导武器

1.1. 巡飞弹是什么？

巡飞弹是无人机和传统弹药的结合体，可看作是具备精确制导功能的自杀式无人机。巡飞弹是无人机技术和弹药技术有机结合的产物，可由多种平台投放，是一种可以在空中进行巡逻飞行并执行情报侦察、目标指示、信息中继、区域封控、精确打击和毁伤评估等作战任务的新型弹药。巡飞弹按功能可分为攻击型巡飞弹和侦察型巡飞弹，欧美军事发达国家在最初开始发展巡飞弹时主要集中在具有侦察、监视及毁伤评估能力的侦察型巡飞弹，随着其发展，各国将重心主要放在了攻击型巡飞弹。攻击型巡飞弹可以看作自杀式无人机，其有效载荷包括各种战斗部，通过自身的制导设备在目标区域上方执行任务，此外还可以通过数据链系统接收侦察型巡飞弹或其他信息系统提供的目标指示信息，实现对特定目标的精确高效毁伤。

图 1 “弹簧刀” 300 巡飞弹



资料来源：《国外巡飞弹发展概述》，华西证券研究所

图 2 “弹簧刀” 300 巡飞弹发射图



资料来源：互联网，华西证券研究所

巡飞弹通常由弹体结构、制导设备、动力推进装置、控制设备、电气设备、数据链设备和有效载荷（战斗部、侦察设备、电子干扰设备等）等组成。其工作原理一般为，巡飞弹由装载平台发射后，在飞行中展开弹翼和尾翼，发动机适时开始工作，巡飞弹按程序控制向目标区域飞行，到达目标区域上空后，巡飞弹按照一定策略进行巡逻飞行，并按指令完成相应战斗任务。

图 3 巡飞弹结构示意图

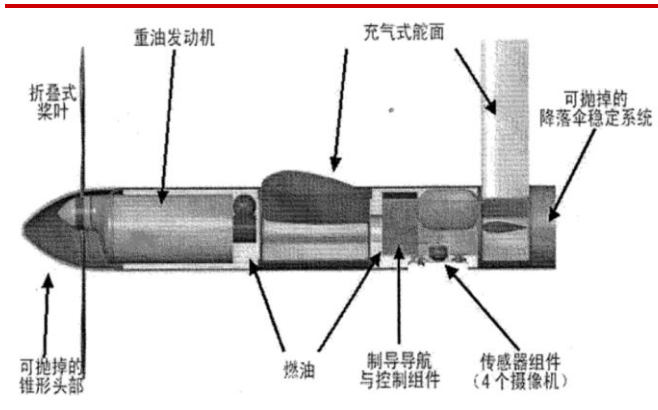
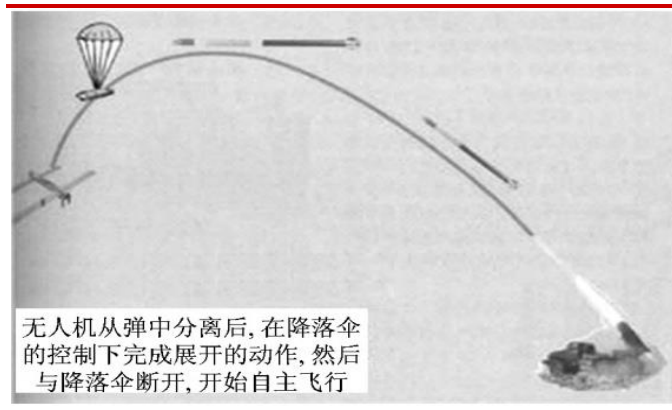


图 4 巡飞弹发射示意图



资料来源：《巡飞弹及其关键技术发展分析与对策研究》，华西证券研究所

资料来源：《国外巡飞弹发展概述》，华西证券研究所

表 1 巡飞弹主要组成部分

组成部分	说明
战斗部	巡飞弹多采用预制破片多用途杀伤战斗部或多模战斗部，多模战斗部是指能根据目标类型而自动选择不同作用模式的战斗部，它包括多模爆炸成形侵彻体战斗部和多模聚能装药战斗部。这类战斗部可将弹载传感器探测、识别并分类目标的信息与攻击信息相结合，通过弹载选择算法确定最有效的战斗部输出信号，使战斗部以最佳模式起爆
制导装置	巡飞弹传感器肩负着目标搜索、识别、制导等重要任务，在战场环境下，同时存在着复杂的气象条件、光学条件、电磁条件。巡飞弹通常安装多种传感器进行多模复合探测，发挥不同传感器各自优势，从而增加目标识别能力和搜索范围
推进系统	推进装置主要用于在巡航段为巡飞弹提供动力，由于巡飞弹在上升段积累了一定的高度和速度，但需要尽量久的巡航时间，故在动力选择上多遵循小推力、长续航的小推力涡轮喷气发动机
控制装置	控制系统实时显示巡飞弹的坐标、高度、速度等以及战场视频，随时调整巡飞弹飞行模式，全程对巡飞弹实施控制，根据战场情况随时改变攻击方向，取消任务或自我召回
稳定装置	巡飞弹需要将弹翼和尾翼组装在弹体中，在飞行过程中展开。弹出式弹翼分为折叠式和充气式两类，折叠式弹翼在巡飞弹发射前容纳于弹身之中，在弹道顶点弹出并固定；充气式弹翼由复合材料制成，位于弹体内，通过快速充气展开

资料来源：《智能化弹药巡飞弹最新发展概述及展望》，华西证券研究所

巡飞弹可用于多个兵种，具备多种突出优势。20 世纪 90 年代，美国启动了“洛卡斯”、“快看”、“前沿区域支援弹药”等项目，拉开了巡飞弹的研究序幕。进入 21 世纪，美国、以色列、俄罗斯和英国在巡飞弹领域开展了大量的研究工作，应用涉及陆、海、空三军的多种武器系统。巡飞弹有许多优越之处——与无人机相比，它可以像常规弹药一样，由多种武器平台发射或投放，可配用到各军兵种，能快速进入作战区域，突防能力强，战术使用灵活。与常规弹药相比，它多出一个“巡飞弹道”，留空时间长、作用范围大，可发现并攻击隐蔽的时间敏感目标。与巡航导弹相比，它成本低（不到其 1/10）、效费比高、尺寸小、雷达截面积小、隐身能力较强，能承受极高的过载。与电视侦察弹相比，它侦察时间长、面积大，发现目标的概率大。与制导炮弹相比，它能根据战场情况变化，自主或遥控改变飞行路线和任务，对目标形成较长时间

的威胁，实施“有选择”的精确打击，并实现弹与弹之间的协同作战。

表 2 巡飞弹对比类似武器优势

对比武器	巡飞弹优势
无人机	巡飞弹可以像常规弹药一样，由多种武器平台发射或投放，可配用到各军兵种，能快速进入作战区域，突防能力强，战术使用灵活
常规弹药	巡飞弹多出一个“巡飞弹道”，留空时间长、作用范围大，可发现并攻击隐蔽的时间敏感目标
巡航导弹	巡飞弹成本低(不到巡航导弹的 1/10)、效费比高，尺寸小、雷达截面积小、隐身能力较强，能承受极高的过载
电视侦察弹	巡飞弹的侦察时间长、面积大，发现目标的概率大
制导炮弹	巡飞弹可根据战场情况变化，自主或遥控改变飞行路线和任务，对目标形成较长时间的威胁，实施“有选择”的精确打击，并实现弹与弹之间的协同作战

资料来源：百度百科，华西证券研究所

1.2. 巡飞弹包括哪些结构件？

巡飞弹弹体内部主要包括导引头、定向战斗部、处理器和数据链、北斗导航接收机、电池、功率调节电路、电动马达、推进式螺旋桨等，类似由火箭弹改进的简化版巡航导弹。以几款典型巡飞弹为例，美国的拉姆巡飞弹采用小型涡轮喷气发动机、固体助推器、多模式战斗部和空/地延时三模式引信、自主目标识别装置和激光雷达导引头，利用 GPS / 惯性系统进行导航，利用双向数据链路进行战场信息传输。英国的火力阴影巡飞弹可换装不同的导引头和战斗部，目前采用的是 5~10 kg 高能爆破战斗部和安装在前端的红外导引头，导引头除了可以进行制导以外还可以通过双向数据链传回数据和图像，执行“情报、监视、目标捕获和侦察”（ISTAR）任务。

图 5 拉姆巡飞弹作战示意图



资料来源：《国外巡飞弹发展概述》，华西证券研究所

图 6 火力阴影巡飞弹首次试射



资料来源：《复杂战场的时敏精确打击武器——火力阴影巡飞弹》，华西证券研究所

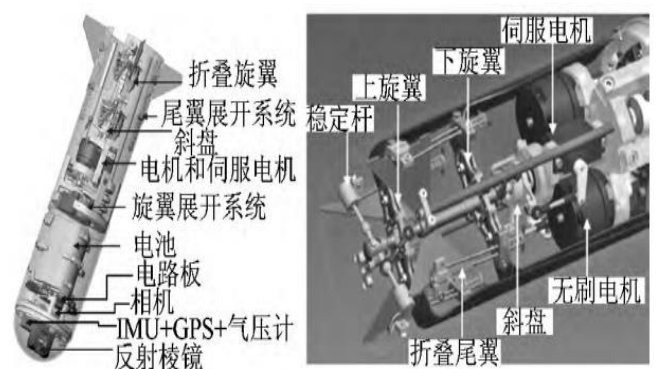
GLMAV 巡飞弹核心部件包括主板电路、传感器、光学元件和无线通讯。欧洲的圣·路易法德联合研究所 2015 年推出的一款全新概念的巡飞弹产品 GLMAV 巡飞弹，GLMAV 弹体的头部为反射棱镜和光学 CCD 摄像机，摄像头上的 CCD 传感器通过反射棱镜将接收到的侦察图像分割，从而可实现垂直或侧面对地观察。CCD 摄像机之后是巡

飞弹的**导航系统**，其中包括惯性导航系统，它采用**MEMS**微机电技术制造，同时在惯导系统上还集成了**运动、旋转和磁场传感器**，能够不断计算 GLMAV 的位置、方向和速度。传感器之后是整个 GLMAV 巡飞弹的“大脑”——**主板电路**，它采用嵌入式计算机结构，使用基于 Linux 内核开发的实时操作系统，主要用于**操控传感器、无线通讯、弹体控制执行机构、自动驾驶和监控系统**等。此外这款巡飞弹还有**独立的通讯系统**，它在弹体内内嵌全向天线，可以向地面站传输巡飞弹 CCD 摄像机拍摄的视频信号。

图 7 GLMAV 巡飞弹



图 8 GLMAV 巡飞弹内部结构



资料来源：《共轴反向双旋翼弹药——GLMAV 巡飞弹》，华西证券研究所

资料来源：《共轴反向双旋翼弹药——GLMAV 巡飞弹》，华西证券研究所

表 3 GLMAV 巡飞弹核心部件

核心部件	说明
主板电路	核心电子结构是微型嵌入式计算机，其使用基于 Linux 内核的实时操作系统。主电路板直径 70mm，用于操控传感器和无线通讯、控制执行机构、计算控制规律和自动驾驶以及监控 GLMAV 等
传感器	内嵌了基于 MEMS 的惯性导航系统，配备运动、旋转和磁场传感器，能够不断计算 GLMAV 的位置、方向和速度，其数据融合算法同时使用了 GPS 和压力传感器的数据。GLMAV 的着陆过程基于超声波测距器，比气压计和 GPS 的测量值更精确，测距最远可达 6m
光学元件	使用摄像头的 CCD 传感器，通过反射棱镜将接收到的图像进行分割，从而实现垂直和侧面观察
无线通讯	GLMAV 使用 ZigBee (IEEE802. 15. 4) 和 WiFi (IEEE802. 11b/g) 两种无线通讯协议，ZigBee 用于传输远程控制指令;WiFi 主要用于图像传输，也用于远程访问弹载数据、重新编程、发送指令以及重启程序

资料来源：《共轴反向双旋翼弹药——GLMAV 巡飞弹》，华西证券研究所

巡飞弹末段制导以**小型成像激光雷达**为主。攻击型巡飞弹需要在飞行末段对目标发起攻击，因此需要集成能够引导巡飞弹飞向目标直至命中的制导装置/导引头。尽管巡飞弹的射程可以达到几十甚至上百千米，但是它通常需要迂回搜索，因此导引头只需要在实际关注的直径为几或十几千米的范围内能够有效探测、识别、跟踪目标即可。中段和巡飞段多采用**GPS/惯性制导**，而巡飞段探测和末段制导采用最为广泛的是**激光雷达导引头**，此外还可以采用半主动激光、红外成像等其他制导方式或由上述制导方式组合而成的**双模/多模制导方式**。

图 9 巡飞弹用激光雷达导引头

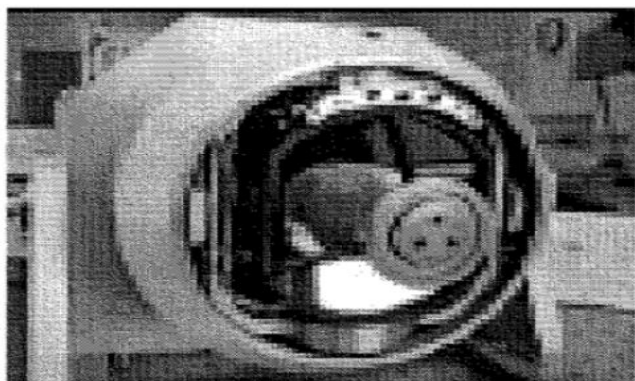
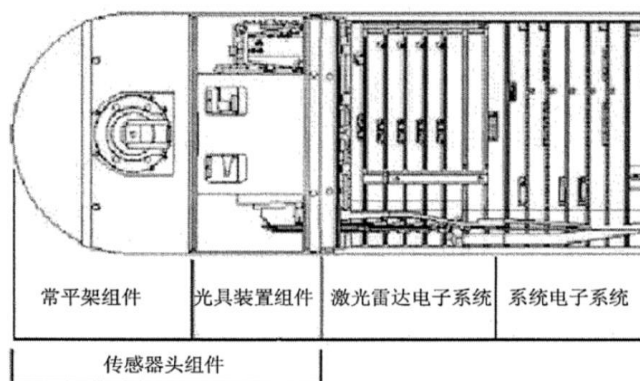


图 10 通用激光雷达导引头结构图



资料来源：《巡飞弹及其关键技术发展分析与对策研究》，华西证券研究所

资料来源：《巡飞弹及其关键技术发展分析与对策研究》，华西证券研究所

1.3. 巡飞弹的应用

美国航空环境公司生产的“弹簧刀”巡飞弹于 2008 年开始研制，2012 年美军将其大量用于阿富汗战争。“弹簧刀”是一种筒式发射、快速部署、可伸缩、便携式系统，有“弹簧刀 300”和“弹簧刀 600”两个型号。“弹簧刀”300 重量仅 2.5 公斤，射程 10 公里，续航时间 15 分钟，巡航速度每小时 100 公里，威力相当于 40 毫米自动榴弹，采用破片杀伤战斗部，主要用于对付步兵。“弹簧刀”600 型是 2020 年航空环境公司推出的新型号，重达 23 公斤，射程 40 公里，续航时间超过 40 分钟，采用穿甲战斗部，主要对付装甲目标，威力相当于“标枪”反坦克导弹。

表 4 两款“弹簧刀”巡飞弹对比介绍

	“弹簧刀”300	“弹簧刀”600
长度	0.5 米	1.3 米
翼展	0.69 米	——
重量	2.5 千克（含载荷、储运发射器和运输包）	23 千克
战斗部	重 0.32 千克，破片类型为圆锥状钨块	反装甲战斗部
引信	触发模式、近炸模式（起爆距离可调）两种模式	——
导引头	正、侧面可见光/单红外双模导引头、激光测距仪及空速计	双光电/红外综合传感器
推进装置	锂电子电池、电动螺旋桨	——
射程	10 千米	40~90 千米
航时	15 分钟	超过 40 分钟
巡航速度	101 千米/时	113 千米/时

最高速度	161 千米/时	185 千米/时
飞行高度（距地面）	小于 500 英尺（约 150 米）	小于 6500 英尺（约 1980 米）
备战时间	小于 2 分钟	小于 10 分钟
命中精度	1 米	——

资料来源：外军装备观察，华西证券研究所

“弹簧刀” 300 是为常规和特种作战部队提供的一种背包式、快速部署、自主巡航式的精确打击武器，用于打击战场移动阵地或基地固定防御阵地的超视距目标。它可以手动或自动操作，其体积小、电池电机驱动，飞行静音，即使在非常近的距离内也难以探测、识别和跟踪。“弹簧刀” 300 为操作员提供实时视频和目标坐标上的光标，用于信息收集、定位或特征/对象识别，可以从各种空中、海上和地面平台发射。

图 11 “弹簧刀” 300 地面发射



资料来源：百度百科，华西证券研究所

图 12 “弹簧刀” 300 空中发射



资料来源：百度百科，华西证券研究所

弹簧刀 600 代表下一代小型远程攻击无人机，具有高精度光学瞄准跟踪能力和超过 40 分钟巡航察打时间。该机配有新的 RSTA 和精确打击能力，具有反装甲弹头可对抗更大防护力强的轻型装甲目标。弹簧刀 600 采用高性能光电/红外 (EO/IR) 传感器套件和精密飞行控制系统，允许在更大对峙距离下精确攻击超视距目标，不需要外部雷达或红外监测引导。该机可以用人工便携式触摸屏火控平板操作，能执行跨陆地、海上或空中攻击的多种任务。

图 13 “弹簧刀” 600 巡飞弹



图 14 “弹簧刀” 600 巡飞弹及装备箱



请仔细阅读在本报告尾部的重要法律声明

资料来源：百度百科，华西证券研究所

资料来源：百度百科，华西证券研究所

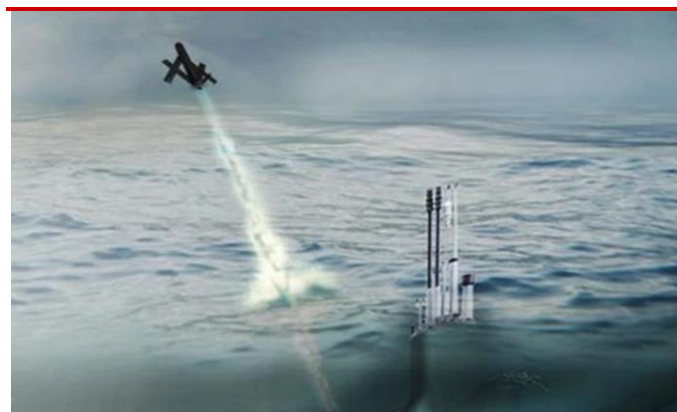
“黑翼”巡飞弹于 2015 年首次展示，是“弹簧刀”系列的制造商航空环境公司的另一款产品，它属于是“弹簧刀”300 的潜射版本，重量和尺寸与“弹簧刀”300 相似，重量 1.8 千克，配备光电/红外传感器，可全天作战。它拥有一个惯性/GPS 自动导航系统和一个安全数字数据链来维持与潜艇的通信。为了能装进潜艇发射管中，该无人机有两个跨度为 27 英寸的可弹出式机翼，由电动马达驱动的推进螺旋桨提供动力，可以从水下潜艇和无人水下航行器发射。

图 15 “黑翼”巡飞弹模型



资料来源：新浪军事，华西证券研究所

图 16 “黑翼”巡飞弹发射图



资料来源：腾讯网，华西证券研究所

美国已援助乌克兰多款巡飞弹，俄罗斯 2021 年也已接装“蜂群”KUB-BLA 巡飞弹。美国总统拜登 3 月 16 日在白宫发表公开讲话，宣布向乌克兰提供 8 亿美元的额外军事援助，其中包括 100 个“弹簧刀 300”巡飞弹，该型号巡飞弹售价约 6000 美元，与大型军用无人机所发射的价值 15 万美元的“地狱火”导弹相比价格便宜得多，同时具有较强的杀伤力。截至目前，美国已向乌方提供“弹簧刀”300 系列和 600 系列总计 400 余个巡飞弹。此外，美方还向乌方提供了一款名为“凤凰幽灵”的巡飞弹，合计 121 套。美方称这款巡飞弹是专门针对乌克兰对抗俄罗斯而快速开发的，目前尚无公开信息。俄罗斯方面在 2021 年 12 月便大规模接装了可对敌发动“蜂群”进攻的 KUB-BLA（立方体）巡飞弹，在与乌克兰的战争中也出现了这款巡飞弹的身影。

图 17 美国援助乌克兰的“弹簧刀”巡飞弹



资料来源：北京晚报，华西证券研究所

图 18 “弹簧刀”巡飞弹价格低但杀伤性大



资料来源：北京晚报，华西证券研究所

图 19 俄罗斯 KUB-BLA (立方体) 巡飞弹



资料来源：澎湃新闻，华西证券研究所

图 20 巡飞弹“蜂群”方式作战



资料来源：互联网，华西证券研究所

1.4. 中美俄多国具备巡飞弹研制能力

中国至少有 10 款巡飞弹，性能不输“弹簧刀”。除美俄外，包括中国在内的多个国家也具备巡飞弹研制能力，其中中国在 2012 年就开始研究类似“弹簧刀”系列的巡飞弹，即 CH-901 单兵巡飞弹。目前中国至少有 10 款类似“弹簧刀”这样的巡飞弹，包括航天科技集团研制的 CH-901，航天科工集团的 CM-501X 和 CM-501XA，高德红外公司研制的 S570，希德防务研制的蓝鹭-30 和蓝鹭-100，中天公司研制的单兵版 ZT-5、拖车滑轨弹射版 ZT-25 以及车载箱式发射版的 ZT-60 等。

表 5 各国主要巡飞弹对比

巡飞弹性能对比表												
型号	弹簧刀 300	弹簧刀 600	KUB-BLA 巡飞弹	蓝鹭-30	CH-901	CM-501XA	S570	ZT-5	ZT-25	HERO-30	HERO-250	HERO-400EC
国家	美国	美国	俄罗斯	中国	中国	中国	中国	中国	中国	以色列	以色列	以色列
生产公司	航空环境公司	航空环境公司	卡拉什尼科夫公司	希德防务	航天科技集团	航天科工集团	高德红外	中天公司	中天公司	UVision	UVision	UVision
长度	0.5 米	1.3 米	0.95 米		1.2 米	2 米						
翼展	0.69 米	0.46 米	1.2 米									
重量	2.5 千克 (含载荷、储运发射器和运输包)	22.7 千克		3 千克	9 千克	超 100 千克	7 千克	5 千克	25 千克	3 千克		40 千克
战斗部	0.32 千克	反装甲战斗部	3 千克有效载荷	重 0.5 千克		8.5 千克的小型高爆炸破片部	杀伤半径 8 米可破甲 60mm 的战斗部		8 千克	重 0.5 千克	5 千克	10 千克
发射方式	单人操作管式发射器	自带式管式发射器		单兵筒式、车载、机载、舰载筒式发射	箱式倾斜发射/单兵筒式发射		筒式	筒式	单兵筒式发射	筒式		筒式/轨道式发射器
导引头	正、侧面可见光/单红外双模导引头、激光测距仪及空速计	双光电/红外综合传感器	弹头前方配备了光电系统		光电吊舱		光电导引头 (配备红外和 CCD 白光双模通道)			光电导引头		光电导引头

请仔细阅读在本报告尾部的重要法律声明

射程	10 千米	大于 40 千米	40 千米	打击半径 10 千米	飞行半径 15 千米	超 70 千米	打击半径 10 千米	20 千米	50 千米	10 千米	打击半径 150 千米	40 千米，最大 150 千米
航时	15 分钟	超过 40 分钟	30 分钟	30 分钟	120 分钟	超过 30 分钟	25 分钟	30 分钟		30 分钟	180 分钟	120 分钟
巡航速度	101 千米/时	113 千米/时						110 千米/时		100 千米/时		
最高速度	161 千米/时	185 千米/时	130 千米/时	200 千米/时	150 千米/时			185 千米/时				
命中精度	1 米					小于 1 米		小于 0.5 米	小于 0.5 米			

资料来源：AeroVironment、澎湃新闻、百度百科、华西证券研究所

电科集团具备巡飞弹“蜂群”系统，单次可发射 200 枚。中国电科集团电科院研制的无人机“蜂群”系统采用 48 联装发射，该系统可通过多辆发射车，一次可发射 200 架无人机，形成庞大的蜂群，具备精确编队，变换队形，对地察打，精确打击的多种任务能力，使打击效果倍增。航天科技集团研制的 CH-901 巡飞弹便可采用集装箱“蜂群”式发射模式。

图 21 中国无人机“蜂群”系统

图 22 CH-901 巡飞弹系统



资料来源：我爱无人机网，华西证券研究所

资料来源：我爱无人机网，华西证券研究所

1.5. 中电科 54 所：无人机测控领域主力院所

测控数据链和地面站是无人机行业核心技术，中电科 54 所是该领域主力院所。无人机测控车载站是无人机系统的重要组成部分，可应用于无人机系统的遥控、遥测、侦察信息的传输，以及跟踪测角、测距等功能，实现对无人机的远距离实时操控和侦察信息的实时获取。地面站是无人机驾驶员获取和感知无人机飞行状态，并对无人机进行操控的地面支持设备，测控数据链则是保障无人机和地面站的数据通讯，确保无人机在视距和超视距飞行时全程处于可控范围，实现安全可靠飞行的必要手段。

中国电科 54 所作为我国无人机测控数据链和地面站的主要制造商，具有强大的技术实力和技术优势，翼龙、彩虹-4 等无人机就是采用 54 所的 CT400 系列产品测控的。2017 年 7 月我国量产型察打一体无人机“彩虹 5”首飞，在首飞试验全过程中，中国电科 54 所研制的上下行双向测控链路信号稳定、图像传输清晰，完美实现了对“彩虹 5”无人机第一次飞行的监视和控制，成功护航“彩虹 5”首飞。

图 23 翼龙无人机



资料来源：百度百科，华西证券研究所

图 24 彩虹-5 无人机



资料来源：百度百科，华西证券研究所

54 所与顺丰展开合作，其无人机测控系统同样适用民用领域。2018 年，五十四所作为无人机测控系统的国家队，与顺丰大型物流无人机运营企业丰鸟航空共同开展了大型物流无人机通用测控数据链、通用地面站等行业技术标准的制定。此外双方还将共同推进大型物流无人机通用测控数据链、通用地面站的研发和示范应用，联合建设飞行测试走廊，开展常态化物流作业，为相关技术和设备的推广应用积累数据和打造示范效益。

图 25 中电科 54 所与顺丰公司展开合作



资料来源：环球网，华西证券研究所

2. “弹簧刀”生产商——航空环境公司

Aerovironment（航空环境公司）1971 年成立于加州，主营业务为小型战术无人机、巡飞弹以及高空伪卫星等产品的研发生产，其小型战术无人机主要包括“美洲狮”系列、“渡鸦”系列和“黄蜂”系列，合计占营收的 59.72%。巡飞弹包括“弹簧刀”300、“弹簧刀”600 和“黑翼”巡飞弹，合计占营收的 22.10%。

表 6 航空环境公司主要产品介绍

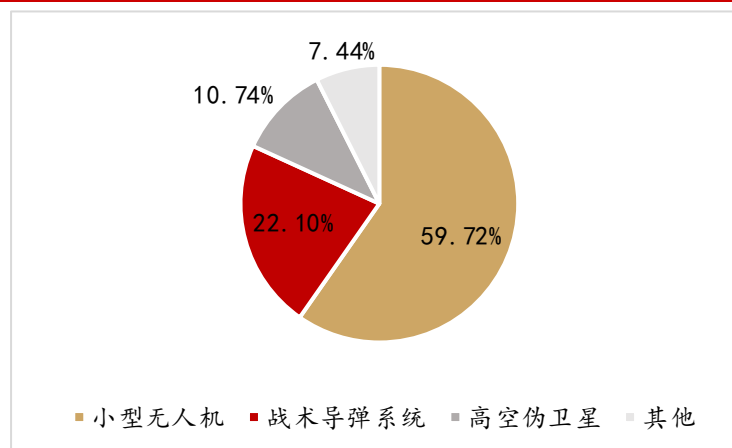
战术导弹系统				战术无人机			
弹簧刀-600 巡飞弹系统	弹簧刀-300 巡飞弹系统	“黑翼”巡飞弹系统	“美洲狮”长航	“美洲狮-3”	RQ-11B “大乌鸦”无人机	“黄蜂”无人机	

请仔细阅读在本报告尾部的重要法律声明

翼展			68.6cm	68.6cm	4.6m	2.8m	1.4m	1m
长度		1.3m	49.5cm	49.5cm	2.2m	1.4m	0.9m	0.8m
重量		AUR:22.7kg 系统: 54.4kg	2.5kg	1.8kg	最大起飞 重量 12.2kg	7kg	1.9kg	1.3kg
射程		40+km	10km	——	20km, 远 程跟踪天 线可达 60km	20km, 远 程跟踪天 线可达 60km	10km	5km
续航时间		40+min	15min	——	6.5h	2.5h	1-1.5h	50min
速度	巡航	70 英里/时	63 英里/ 时	47km/h	49km/h	32km/h	43km/h	——
	冲刺	115 英里/ 时	100 英里/ 时	76km/h	76km/h	81km/h	83km/h	——
操作高度		低于 650 英 尺	低于 500 英尺	——	最大: 91 - 152m; 发射高 度: 3048m	最大: 91 - 152m; 发射高 度: 3048m	最大: 30 - 152m; 发射高 度: 3048m	最大: 91m; 发射高度: 3048m

资料来源: AeroVironment 官网, 华西证券研究所

图 26 航空环境公司收入结构



资料来源: wind, 华西证券研究所

“弹簧刀”在阿富汗战场显露锋芒，美国已向乌方提供 400 个“弹簧刀”。航空环境公司的“弹簧刀”系列巡飞弹最早由美国陆军运用在阿富汗战场上，2012 年底，美国军方提供了 75 架“弹簧刀”到阿富汗战场上。**截至美军在阿富汗战场行动结束，总共部署了超 4000 架“弹簧刀”巡飞弹。**俄乌战争以来，美国对乌克兰进行了多次军事援助，累计提供已达 400 个“弹簧刀”系列巡飞弹。

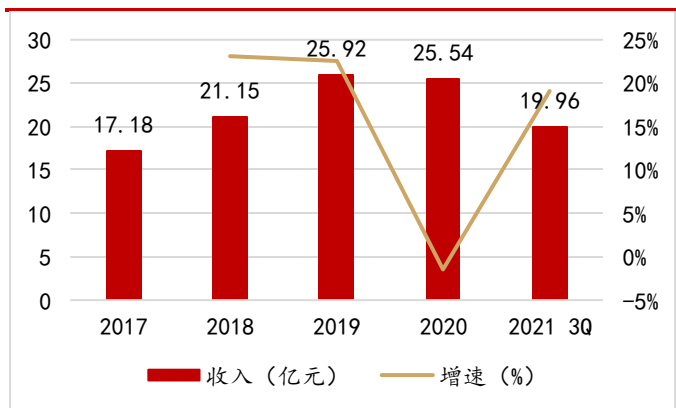
表 7 航空环境公司巡飞弹订单情况

时间	订单情况
2022.4	美国向乌克兰再次提供 300 架“弹簧刀”系列巡飞弹，累计提供已达 400 个
2022.4	AEROVIRONMENT 获得价值 4100 万美元的美国陆军致命微型空中导弹系统合同，用于为“弹簧刀” 300 战术导弹系统提供后续服务
2022.3	美国向乌克兰提供 8 亿美元军事援助，其中包括 100 个“弹簧刀” 300 巡飞弹
2021.11	美国特种作战司令部授予 AEROVIRONMENT 2030 万美元的弹簧刀 600 战术导弹系统硬件合同
2021.4	美国特种作战司令部授予 AEROVIRONMENT 价值 2600 万美元的弹簧刀 600 战术导弹系统合同
2021.4	根据美国陆军致命微型空中导弹系统合同，AEROVIRONMENT 获得弹簧刀-300 战术导弹系统 4500 万美元的期权
2020.5	美国陆军授予 AEROVIRONMENT 价值 1.46 亿美元的致命微型空中导弹系统(LMAMS)合同，第一年的“弹簧刀”系统采购资金为 7600 万美元
2012.5	美国海军陆战队开始订购“弹簧刀”巡飞弹，2012 年底 75 架“弹簧刀”被提供给在阿富汗的美国士兵，截至美军在阿富汗战场行动结束，总共部署了超 4000 架“弹簧刀”巡飞弹
2011.7	美国陆军与 AEROVIRONMENT 签订价值 490 万美元合同，并向美国驻阿富汗军队提供数量不详的“弹簧刀”巡飞弹

资料来源：AeroVironment 官网，新浪军事，澎湃新闻，华西证券研究所

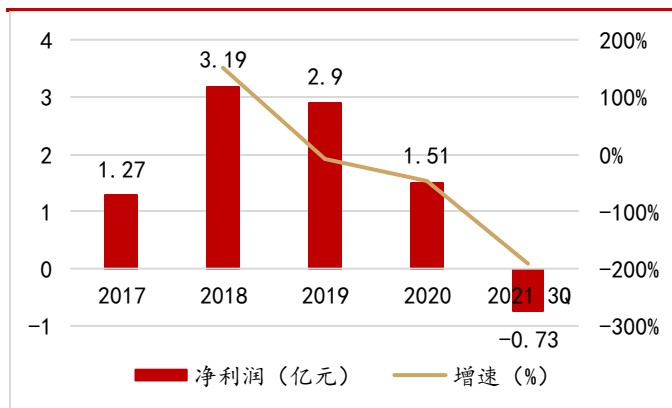
公司收入较为稳定，盈利呈下滑趋势。航空环境公司近年来营收较为稳定，净利润逐年下滑。分季度来看，公司四季度营收最为突出，净利润主要集中在第一、四季度。

图 27 航空环境公司收入及增速



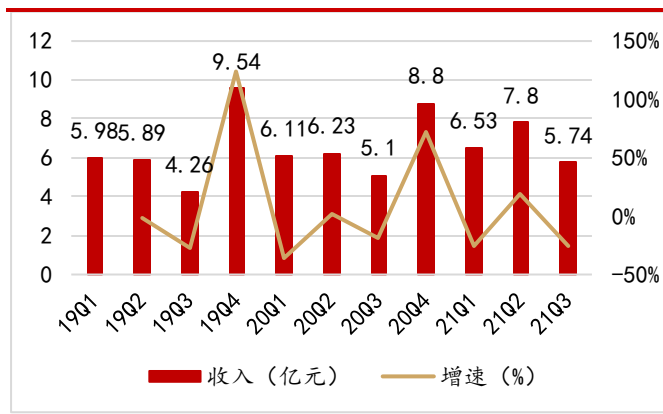
资料来源：wind，华西证券研究所（会计周期为当年 5 月份至次年 4 月份）

图 28 航空环境公司净利润及增速



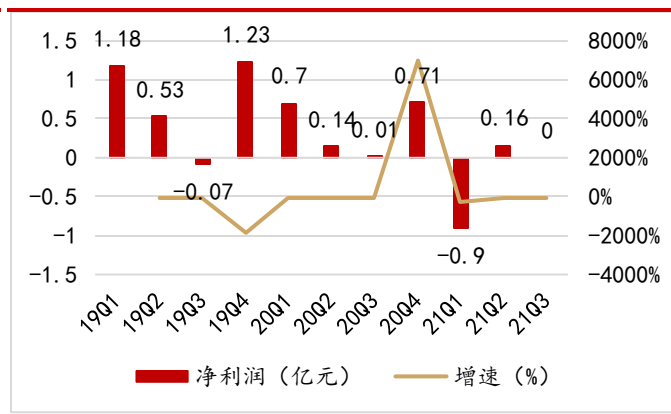
资料来源：wind，华西证券研究所（会计周期为当年 5 月份至次年 4 月份）

图 29 航空环境公司分季度收入及增速



资料来源: wind, 华西证券研究所

图 30 航空环境公司分季度净利润及增速



资料来源: wind, 华西证券研究所

3. 风险提示

自杀式无人机发展不成熟、订单低于预期等。

分析师与研究助理简介

陆洲：华西证券研究所军工行业首席分析师，北京大学硕士，11年军工行业研究经验。曾任光大证券、平安证券、国金证券研究所军工行业首席分析师，华商基金研究部工业品研究组组长，东兴证券研究所所长助理兼军工行业首席分析师。曾获2019年中国证券业分析师金牛奖军工行业第一名。

分析师承诺

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，通过合理判断并得出结论，力求客观、公正，结论不受任何第三方的授意、影响，特此声明。

评级说明

公司评级标准	投资评级	说明
以报告发布日后的6个月内公司股价相对上证指数的涨跌幅为基准。	买入	分析师预测在此期间股价相对强于上证指数达到或超过15%
	增持	分析师预测在此期间股价相对强于上证指数在5%—15%之间
	中性	分析师预测在此期间股价相对上证指数在-5%—5%之间
	减持	分析师预测在此期间股价相对弱于上证指数5%—15%之间
	卖出	分析师预测在此期间股价相对弱于上证指数达到或超过15%
行业评级标准		
以报告发布日后的6个月内行业指数的涨跌幅为基准。	推荐	分析师预测在此期间行业指数相对强于上证指数达到或超过10%
	中性	分析师预测在此期间行业指数相对上证指数在-10%—10%之间
	回避	分析师预测在此期间行业指数相对弱于上证指数达到或超过10%

华西证券研究所：

地址：北京市西城区太平桥大街丰汇园11号丰汇时代大厦南座5层

网址：<http://www.hx168.com.cn/hxzq/hxindex.html>

华西证券免责声明

华西证券股份有限公司（以下简称“本公司”）具备证券投资咨询业务资格。本报告仅供本公司签约客户使用。本公司不会因接收人收到或者经由其他渠道转发收到本报告而直接视其为本公司客户。

本报告基于本公司研究所及其研究人员认为的已经公开的资料或者研究人员的实地调研资料，但本公司对该等信息的准确性、完整性或可靠性不作任何保证。本报告所载资料、意见以及推测仅于本报告发布当日的判断，且这种判断受到研究方法、研究依据等多方面的制约。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及预测不一致的报告。本公司不保证本报告所含信息始终保持在最新状态。同时，本公司对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者需自行关注相应更新或修改。

在任何情况下，本报告仅提供给签约客户参考使用，任何信息或所表述的意见绝不构成对任何人的投资建议。市场有风险，投资需谨慎。投资者不应将本报告视为做出投资决策的惟一参考因素，亦不应认为本报告可以取代自己的判断。在任何情况下，本报告均未考虑到个别客户的特殊投资目标、财务状况或需求，不能作为客户进行客户买卖、认购证券或者其他金融工具的保证或邀请。在任何情况下，本公司、本公司员工或者其他关联方均不承诺投资者一定获利，不与投资者分享投资收益，也不对任何人因使用本报告而导致的任何可能损失负有任何责任。投资者因使用本公司研究报告做出的任何投资决策均是独立行为，与本公司、本公司员工及其他关联方无关。

本公司建立起信息隔离墙制度、跨墙制度来规范管理跨部门、跨关联机构之间的信息流动。务请投资者注意，在法律许可的前提下，本公司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或期权并进行证券或期权交易，也可能为这些公司提供或者争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等相关服务。在法律许可的前提下，本公司的董事、高级职员或员工可能担任本报告所提到的公司的董事。

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