



以色列海军使用“萨尔-6”轻型护卫舰对“C-穹顶”舰载防空导弹系统进行实弹测试。



以色列“C-穹顶”舰载防空导弹系统模型。

# 打造“海上保护伞”

## 以色列“C-穹顶”舰载防空导弹系统完成实弹测试

■李伟健 王祥

造成诸多平民伤亡，数万人被迫疏散。2000年至2008年，“哈马斯”武装组织发射的8000多枚火箭弹落入以色列南部地区，对当地安全造成威胁。

早在2004年，以色列军方开始研制反火箭弹武器系统。2007年，以色列国防部确定拉斐尔防御系统公司设计的“铁穹”防空导弹系统方案，同年开始全面研制。2011年3月巴以冲突期间，以色列军方在南部城市贝尔谢巴附近部署第一套“铁穹”防空导弹系统。同年4月，该系统首次成功拦截一枚122毫米火箭弹。2012年11月，以色列在对巴勒斯坦加沙地区发动“防务之柱”行动期间，“铁穹”防空导弹系统成功拦截300多枚火箭弹，有效拦截率达84%。

此后，以色列结合作战经验不断对“铁穹”防空导弹系统进行升级改造，同时开始考虑海上部署问题。其舰载方案有两种，一种是为现役驱逐舰和轻型护卫舰配备“铁穹”防空系统倾斜发射箱，另一种是“萨尔-6”轻型护卫舰上搭载的“C-穹顶”舰载防空导弹系统，配备垂直发射系统。

### 作战性能不俗

与陆基版“铁穹”防空导弹系统由

1部多功能相控阵雷达、1部作战管理系统和3部发射装置组成不同，“C-穹顶”舰载防空导弹系统没有单独的雷达与作战管理系统，而是采用“萨尔-6”轻型护卫舰上的舰载雷达与指挥控制系统，拦截弹由舰载垂直发射系统发射。

目前，以色列国防部未公布“C-穹顶”舰载防空导弹系统的具体参数。外媒推测，其拦截弹与陆基版拦截弹的外形和性能基本相同，采用鸭式布局和固体火箭发动机，导弹长约3米，弹径160毫米，全重90千克，最大飞行速度2.2马赫，采用预制破片杀伤战斗部和近炸引信，最远射程70千米，最大射高10千米。拦截弹被集成在“萨尔-6”轻型护卫舰舰船的垂直发射系统中，具备全天候发射、快速打击能力。

“C-穹顶”舰载防空导弹系统采用开放式软件设计，可与“萨尔-6”轻型护卫舰上的雷达和作战指挥系统交互。整套系统可对空进行360°扫描，同时探测、识别和定位数百个空中目标，对火箭弹的探测距离超过100千米，对反舰导弹的探测距离为25千米，主要拦截飞机、反舰导弹、火箭弹等中空目标。

未来，“C-穹顶”舰载防空导弹系统还将与以色列“箭”导弹防御系统、

“大卫投石索”导弹防御系统和陆基版“铁穹”防空导弹系统一起，执行反导防御任务，加强以色列多层导弹防御体系作战能力。

### 实战效果有待检验

近年来，随着以色列周边海域多个大型油气田的发现，保护这些海上油气田免受火箭弹袭击，成为以色列海军的重要任务。

目前以色列海军舰艇的防空作战能力有限，“C-穹顶”舰载防空导弹系统测试成功，对加强以色列海空防御作战具有重要意义。未来，该系统将与“萨尔-6”轻型护卫舰上的“巴拉克”8型中程防空导弹系统配合作战，强化以色列海军在东海中海区域的防空作战能力，确保本国船只与海上油田的安全。

高昂的成本是“铁穹”防空导弹系统面临的问题之一。近年来自杀式无人机作为新的空袭手段，对“铁穹”为代表的中空防空导弹系统提出挑战。“铁穹”防空导弹系统的一颗拦截弹成本高达数万美元，用于拦截廉价的火箭弹、无人机备受诟病。“C-穹顶”舰载防空导弹系统同样面临这一问题，其实际使用效果有待进一步检验。

近日，法国国防部公布一个受鸟类和昆虫飞行启发的仿生无人机项目。该项目旨在开发一种能够滑翔、通过拍打翅膀飞行和悬停的扑翼无人机，兼具固定翼和旋翼飞机特点。

据介绍，仿生无人机项目是基于早期的仿生鸟无人机项目发展而来。仿生鸟无人机拥有一对碳纤维翅膀和用聚合物制成的机身，能够滑翔并通过拍打翅膀飞行或悬停。研究人员希望进一步改进仿生无人机的推进系统、翅膀运动机制和飞行能力。目前，其正在开发一种新的“扑翼飞行结构”，用于消除扑翼引起的机体振动，使飞行中的机体更加稳定。另外，研究人员还引入飞行自动化程序，提升仿生无人机的飞行能力，包括飞行速度和悬停功能等。

研究人员称，仿生无人机既具有固定翼无人机的速度和续航能力，又有旋翼无人机的悬停功能，加上机体隐身性能好，可遥控使用，作为战场辅助装备。

像鸟一样飞行，是人类的梦想之一。固定翼飞行器的出现，实现了人类的飞行梦想，而扑翼飞行器仍在发展中，并逐渐走向以无人化为主。

关于扑翼飞行器，早在《汉书》中就有相关记载。文艺复兴时期，意大利画家达·芬奇曾设计出扑翼飞行器草图。1878年伦敦博览会上，人类第一台蒸汽扑翼飞行器模型亮相。

与普通无人机相比，扑翼无人机体积小、隐蔽性强，更适用于强风环境。2010年，美国国防部高级研究计划局资助开发一款与蜂鸟类似的军用无人机，可在强风天气条件下执行战场侦察任务。2015年，英国一家生物技术公司开发出一款模仿蜻蜓飞行的微型无人机。其长约120毫米，重量不足20克，最高时速接近45千米，关闭发动机后，能滑翔直到缓慢着陆。

除仿生昆虫设计外，扑翼飞行器还有仿鸟类设计。德国一家仿生科技公司推出的“雨燕”无人机具有灵活的双翼，羽毛由柔软的泡沫制成，层层叠叠并用碳纤维连接。该无人机翼展近70厘米，重仅40克，续航时间7分钟，借助GPS定位系统，能够实现多架协同飞行。

# 扑翼无人机：集飞机与鸟优点于一身

■曹亚铂 陈希望

扑翼无人机在国防军事领域应用前景广阔，尤其在中远距离侦察、夜间侦察方面具有优势。室外，扑翼无人机机动性强，可在室内外环境下使用。通过为其加装相应传感器，可用于目标指示、通信中继和生化环境监测等，是单兵智能作战的重要外援。



能够滑翔、通过拍打翅膀飞行和悬停的扑翼无人机。



# “枪响即定位”

■向元辉

近日，土耳其国防部发布一组宣传照片，其中一名女兵头盔上的特殊设备引起关注。这款设备外形怪异，有8个像麦克风一样的传感器。事实上，这是一种单兵便携式狙击手探测装置，能够通过枪声对狙击手隐蔽地点进行测距和定位，准确率超过85%，号称“枪响即定位”。

现代战争中，狙击手是一个特殊且危险的角色，常常给对手带来重大杀伤，各国因此普遍重视狙击作战。

反狙击作战的第一步是发现狙击手，这也是最难的一步。目前的狙击手探测装备主要分为两类，一类是光学探测定位，利用红外设备跟踪子弹轨迹和枪口闪光定位，或利用激光主动探测结

合“猫眼效应”定位。另一类是枪声定位，即利用子弹在超音速飞行中形成的激波信号，和狙击步枪的膛口冲击信号到达探测器的时间差完成定位解算。图中这款单兵便携式狙击手探测装置就属于后一种。

据土耳其的生产厂家介绍，这款单兵便携式狙击手探测装置的探测距离是500米。这是中小口径狙击步枪的狙杀距离，意味着无法对习惯500米以上狙杀距离的狙击手，或使用远射程大口径狙击步枪的狙击手进行探测定位。另外，尽管这套探测装置的定位准确率超过85%，但测距误差较大，500米距离上的测距误差接近100米，300米距离上的测距误差接近60米。在最后一百米范围内，使

用者结合方位可锁定狙击手的大致位置。此时，呼叫后方炮火支援才有意义。

因此，这款单兵便携式狙击手探测装置应对配备高精度狙击步枪的专业狙击手较难，对付打伏击的“散兵游勇”较为有效。比如土耳其军队经常面对的库尔德游击队员，他们使用的狙击步枪由于精度有限，狙击距离较近，足以应付。

上图：土耳其国防部发布的宣传照中，女兵头盔上有单兵便携式狙击手探测装置。



# 美军完成新型反辐射导弹测试

■成高帅

据外媒报道，美国海军近日完成AGM-88G反辐射导弹的实弹打击测试。AGM-88G，又名增程型先进反辐射导弹，是美国诺斯罗普-格鲁曼公司研制的AGM-88“哈姆”系列反辐射导弹的最新型号，也是美国海军主要装备的AGM-88E型导弹的增程型号。

### 由4.5代机携带作战

据美方公开资料显示，与AGM-88E型导弹相比，AGM-88G型导弹在很多方面有明显改进。外形与气动布局方面，AGM-88G型导弹长4.1米、直径0.3米、重467千克，较AGM-88E型导弹长度略短，弹体直径略大，整体重量增加近百千克。弹体两侧各有1条纵向条状翼面，去除了弹体中部的4个三角弹翼，在增加升力的同时，减小了雷

达反射截面积和体积，同时弹尾增加控制驱动系统。组成部分方面，AGM-88E型导弹从前到后依次为制导部、模块化载荷（弹药）部、控制部和推进部，AGM-88G型导弹将制导部与控制部融合组成弹体前部，将载荷（弹药）部与推进部整合为后部。作战性能方面，AGM-88G型导弹前部增加热防护材料和绝缘整流罩，采用新型紧凑型载荷（弹药）部、新型固体火箭发动机和尾部控制驱动系统，大幅提升了制导与控制有效性、杀伤能力、射程和机动性。

据美国海军介绍，AGM-88G型导弹是一款超音速空射战术导弹系统，主要用于压制敌陆基、海基防空系统作战。该型导弹于2020年6月完成关键设计审查，2021年7月首次进行实弹发射测试，2021年8月进入初始

生产阶段，2022年1月由F/A-18F型机搭载进行实弹发射，完成打击测试。按计划，该型导弹将于2023年交付美国海军，形成初始作战能力。未来，AGM-88G型导弹除装备F/A-18E/F、EA-18G型机外，由于体积更小、适于弹舱挂载，还将装备F-35系列战斗机。

### 压制/摧毁防空系统

据美国海军介绍，AGM-88“哈姆”系列反辐射导弹主要用于压制、摧毁敌防空系统。该系列导弹由前沿部署的空中运载平台投放，通过态势信息锁定并攻击对方雷达系统、干扰系统和无线电通信系统等目标，对敌致盲并瘫痪其通信能力，尤其在面对区域拒止和反介入威胁情况下，用于远距离探测和攻击敌防空系统，确保己方在军事冲突中掌握制空权。

近年来，美军在中东和北非的空中作战行动一再表明，美国及其盟国为确保掌握制空权，持续破坏和摧毁对手防空系统及相关基础设施。为此，美军将反辐射导弹作为关键发展能力之一。通过在敌防区外发射反辐射导弹，探测敌防空雷达并实施打击。正因如此，反辐射导弹的射程与寻的能力尤为重要。目前为止，美方未对外透露AGM-88G型导弹的详细性能参数。据外媒猜测，其射程是AGM-88E型导弹的两倍左右。如果属实，AGM-88G型导弹射程至少超过220千米，其实用性和有效性有待进一步观察和验证。



美国海军的F/A-18E型机搭载AGM-88G型导弹进行实弹打击测试。