

高超声速武器改变世界军事力量格局

Hypersonic Weapons Changing the World Pattern of Military Power

■ 王晓鹤 / 中国航空工业发展研究中心

2022年3月18日，俄罗斯声称在乌克兰开展的特别行动中，首次使用“匕首”高超声速导弹，摧毁了乌克兰一处大型地下导弹和航空弹药仓库，这是高超声速武器首次用于实战。俄罗斯高超声速导弹的实战应用以及此前多种型号的成功试射，使得美国及其盟友对高超声速武器的重视程度和紧迫感日益增强，相关研制和试验活动更加紧锣密鼓，并且加大了未来的投入力度——在2023年的国防预算中，美国政府已申请将72亿美元用于包括高超声速导弹在内的远程火力。世界军事力量的格局或将由此发生改变。

高超声速武器是指以超声速技术为基础、飞行马赫数(Ma)大于5的武器，与传统的亚声速或超声速制导武器相比，具有飞行速度快、作战射程远、突防能力强、攻击范围广、结构质量轻和打击效能好等优点，主要用于对时间敏感目标、移动目标、加固目标等实施远程精确打击。2021年，美国高超声速技术进入武器化关键时期，导弹研制部署进程加速；俄罗斯高超声速武器进展顺利，各项测试顺利展开，服役日程也在按步推进；日本、法国、澳大利亚、韩国和朝鲜等多个国家也在积极投入相关高超声速技术的研究。

美国各军种多个高超项目齐头并进

2021年，美国推动高超声速巡航导弹技术开发与型号建设，同时启动多个高超声速巡航导弹新项目，分布于陆海空多个领域。

美国陆军继续推进作战火力(OpFires)武器系统和远程高超声速武器(LRHW)项目。2021年1月，洛克希德-马丁(洛马)公



米格-31K战斗机配备“匕首”高超声速导弹

司OpFires高超声速助推滑翔导弹的地面发射系统进入研制阶段，在综合设计与测试计划通过初始设计评审后，美国国防预先研究计划局(DARPA)与洛马公司签订了全尺寸导弹部件生产、总装和发射测试阶段修订合同。此外，OpFires项目还在开发能与地面机动式发射架兼容、可运送多种作战载荷、具有多种射程的先进助推器。LRHW项目将为陆军提供一个原型战略攻击武器系统，以击败反介入/区域拒止能

力，压制敌方的远程火力并打击其他高收益/时间敏感目标，陆军要求在2022财年为该项目提供3.01亿美元的研究、开发测试与评估(RDT&E)经费。2021年8月11日，美国陆军表示，LRHW将在2023年投入使用，届时可通过C-17运输机装载运输导弹及配套设施，将其快速部署到高威胁前沿战区，完成准备、发射等系列动作，迅速摧毁对手目标。2021年10月20日，陆军和海军进行了3项成功的高超声速武器部件原型测试，



美国空军高超声速攻击巡航导弹

而在同一天的另一次测试中，载有高超声速滑翔飞行器的助推火箭未能通过试飞。

2021年3月，海军研究办公室（ONR）发布了“啸箭”（Screaming Arrow）空射高超声速巡航导弹项目招标公告，旨在开发验证一型可由F/A-18E/F“超级大黄蜂”舰载机挂载的高超声速巡航导弹，以支持海军进攻性反水面作战（OASuW），弥补目前远程快速打击能力的不足。美国海军计划在现有高超声速空射武器动力装置的基础上进行有限改进，开发出达到技术成熟度（TRL）6级的高超声速反舰导弹。目前，美国国防部已为几个以超燃冲压发动机为动力的高超声速巡航导弹开发项目提供资金赞助。超燃冲压发动机能从大气中吸取氧气，无需自带氧化剂，较其他火箭推进式武器（如助推滑翔式高超声速导弹）相比，具有弹体小、质量轻、动力更为强劲等特点，便于F/A-18E/F战斗机配装使用。

2021年5月，美国国防部发布的2022财年国防预算披露，将在

2022财年正式启动空军高超声速攻击巡航导弹（HACM）计划，以开发一种集成了美国空军和DARPA技术的高超声速巡航导弹。HACM计划从轰炸机和战斗机上发射，B-52轰炸机可能携带20枚或更多HACM。2021年9月，美国空军向波音、洛马和雷神技术公司授出南十字星综合飞行研究试验（SCIFiRE）研究合同，开发吸气式高超声速巡航导弹原型样机，将各自概念推进至初步设计审查阶段。2021年7月，美国空军研究实验室（AFRL）发布一次性使用的吸气式高超声速多任务演示验证飞行器（Mayhem）项目征询书，寻找能满足消耗性吸气式高超声速验证项目要求的公司，希望通过该项目来解决面临的诸多技术挑战。2021年12月14日，AFRL发布了Mayhem项目跨部门通告（BAA），并于12月17日更新文件，将该项目改名为“高超声速多任务情报监视与打击”，即要求为这种吸气式高超声速飞行器集成情报、监视、侦察（ISR）和打击能力。2021年9月，美国空军高超声速吸气式武器概念（HAWC）

成功进行了自由飞试验，DARPA要求在2022财年提供1000万美元用于开发HAWC。2021年，美国空军空射快速响应武器（ARRW）AGM-183A进行了多次飞行试验，其中7月的飞行试验以助推器火箭发动机点火系统的“未知故障”导致失败而告终。2022年1月27日，美国国防部作战试验鉴定办公室发布年度报告指出，助推器舵面控制系统和作动器故障是空军AGM-183A导弹2020年系留试验和2021年助推器试验失败的罪魁祸首。美国空军已在2022财年申请1.61亿美元，用于采购约12枚AGM-183A导弹，并计划于2022年完成全部飞行测试，形成初始作战能力。

俄罗斯频繁试验加快高超声速武器部署

2021年，俄罗斯不断发力，推动“先锋”“匕首”两型高超声速导弹实战部署进程，并密集开展“锆石”导弹列装前的舰/潜射试验，意图维持在高超声速领域的领先优势。

2021年7—12月，俄罗斯开展了多次“锆石”高超声速导弹试射，包括水上发射和首次水下发射，并在其中的一次试验中从一艘护卫舰和两艘潜艇上试射了大约10枚导弹，验证了通过多枚同时打击多个目标，或多枚同时打击同一目标，可突防现役最先进的防空系统，增强摧毁敌方高度保护作战单元（如航母打击群）的能力。据预测，该导弹将于2022年正式装备俄海军部队。

2021年，俄罗斯国防部对发射井进行改进以装备“先锋”导弹，首个“先锋”高超声速导弹团在2021年年底进入作战值班状态，第

二个导弹团在将2023年年底进入作战值班。“匕首”空射高超声速导弹继在俄罗斯南部军区装备后，继续实施在西伯利亚的克拉斯诺亚尔斯克边疆区的部署安排，同时两架装备有“匕首”高超声速导弹的米格-31K战斗机首次被派往叙利亚赫梅米姆空军基地。

2021年7月，俄罗斯宣布将在2022年对小型机载高超声速导弹“锐利”进行试验，该导弹将采用先进的冲压喷气发动机技术，注重小型化，首次采用大气层内可控高超声速飞行技术，将成为打击航母战斗群的利器。10月，俄罗斯表示正在名为“幼虫”-MD项目的工作框架下，研制首个可内埋在第五代战斗机上的新型高超声速导弹，可用于攻击敌方海上目标，未来将替代装备库中的Kh-31超声速反舰导弹。目前该导弹正处于缩比模型试验阶段。

2021年7月27日，俄罗斯总参

谋部军事学院院长弗拉基米尔·扎鲁德尼茨基上将撰文称，俄罗斯空天军正在研制新型远程高超声速导弹Kh-95。俄罗斯国防部还计划将其列入远程航空打击系统装备，其运载工具将是改进版图-160M和图-22M3M战略轰炸机。据推测，Kh-95导弹最大射程约为5000km，飞行速度约为Ma8，由此可知，此型导弹很可能是战略巡航导弹，主要用于攻击对国家生存发展和战争胜败有重大意义的战略目标，从而达到威慑、制止敌方继续发动攻击的目的。

多国加大投入力度以求取得突破

2021年5月，法国阿丽亚娜（Ariane）集团计划首飞V-MAX高超声速滑翔导弹。该导弹采用固体燃料助推器加速到Ma15左右，然后释放滑翔体，滑翔体再以Ma6的速度在60000~80000m高度滑行。该导弹机动能力

强，轨迹难以预测，将为法国提供一种纵深快速打击新能力。2021年7月，法国航空航天实验室（ONERA）透露，将在欧洲高超声速技术验证器（LEA）项目下，对全尺寸高超声速巡航导弹样机进行首次试飞，旨在验证超燃冲压发动机性能，确定导弹基本方案。

2021财年，日本为高超声速巡航导弹（HCM）和高速滑翔弹（HVGP）的开发拨款2.186亿美元，重点加速高超声速导弹总体设计、弹头、火控、制导、推进等关键技术成熟。根据8月发布的2022财年国防预算，日本将继续投入3432万美元用于高超声速巡航导弹导引头技术开发，并另外投入1.27亿美元，用于高超声速助推滑翔导弹早期原型机研制。HVGP预计将于2026年投入使用，2030年将推出更先进的版本，而HCM预计将于2030年投入使用。

2021年9月，朝鲜成功试射“火星”-8高超声速助推滑翔导弹，验证了导弹飞行控制性能和稳定性、滑翔体制导机动性能，以及燃料系统和发动机的稳定性，高超声速导弹技术取得突破性进展。2022年1月5日，朝鲜试射了一枚高超声速导弹，再次确认了导弹在主动飞行阶段的飞行控制和稳定性，并评估了应用于分离式高超声速滑翔弹头的新横向运动技术的性能。

2021年12月3日，韩国国防发展局（ADD）首次公布海科尔（Hycore）陆基高超声速巡航导弹。该导弹由韩国国防发展局和韩华集团共同开发，长8.7m、质量为2.4t，采用两级助推火箭和双模态超燃冲压发动机，由韩国“北方天空守护者”-2C（Hyunmoo-2C）公路机动



俄罗斯海军试射“锆石”高超声速导弹

式垂直发射系统改进型发射，是韩国首个高超声速巡航导弹项目。原型机安装有双模态超燃冲压发动机（DMSJ）、飞行控制系统、惯性制导装置等，但未携带可探测目标的探测装置和实施打击的战斗部。该导弹计划于2022年开展原型机试飞，2024年完成预研，后续再发展相应的陆基高超声速巡航导弹系统，或与海基平台兼容，对韩国军事威慑能力形成重要补充。

2021年，印度与俄罗斯合作开发“布拉莫斯”Ⅱ巡航导弹，是一种飞行速度可达Ma7的高超声速武器，从而使印度成为具备高超声速武器研发能力的国家之一。按计划，“布拉莫斯”Ⅱ将于2025—2028年具备初始作战能力，但该项目目前出现了较大延误。

高超声速武器未来发展展望

近几年，高超声速武器的发展处于突飞猛进的阶段，在此背景下，通过对几个主要国家高超声速武器研发的投入情况进行梳理，可以一窥其未来的发展方向。

从预算看美国高超声速武器走向

2021财年，美国国会批准的高超声速武器相关研究预算为32亿美元，比2020年多6亿美元，主要用于高超声速攻击性武器和防御性武器的装备研制、飞行试验和样机采购，同时资助和培育高超声速关键技术验证。根据2022财年国防预算申请文件，美国国防部在2022财年为高超声速领域共申请38亿美元，相比2021财年申请额增长18.8%。其中，高超声速导弹原型样机与技术验证项目在2022财年申请经费高达23亿美元，占比61%，相比2021

财年批复额增长5.3%，相比2020财年执行额增长35%。另外，美国导弹防御局（MDA）在2022财年申请了2.48亿美元用于高超声速防御，高于2021财年的2.07亿美元。

可以看出，一是美国高超声速领域投资稳中有升，但在装备采购周期前不会大幅攀升；二是关键技术投入比例不断下降，导弹原型与技术验证投资比例提高，标志着技术日益成熟、距离形成装备越来越来近；三是高超声速防御方面的投入越来越多，而且随着更多国家开发出高超声速武器装备，这方面投入的增幅将会更大；四是美国空军在推动AGM-183A的同时，还在通过多个项目支持吸气式高超声速武器研发，吸气式发动机将是未来空基高超声速武器的重要动力形式。

高超声速武器防御将是未来研究重点

面对快速发展的高超声速武器，美俄高度重视这种武器的防御研究。美国加大投入，通过多个项目推动高超声速武器防御技术逐步走向成熟。MDA在2022财年申请了2.48亿美元用于高超声速防御，高于2021财年的2.07亿美元，低于2021财年的2.73亿美元拨款。2021年6月，MDA展示了最新的高超声速防御作战概念。2021年11月19日，MDA宣布，已选择洛马公司、诺斯罗普-格鲁门（诺格）公司和雷神技术导弹与防御系统公司，来设计用于区域高超声速导弹防御的滑翔阶段拦截器（GPI）。拦截器的目的是在高超声速武器的滑翔飞行阶段就开始对抗，其设计将适合美国海军目前的宙斯盾弹道导弹防御驱逐舰。拦截器采用标准的垂直发射系统发射，并与改进的

宙斯盾武器系统“基线”9集成，该系统可探测、跟踪、控制和对抗高超声速武器的威胁。雷神技术公司在2021年11月19日的一份声明称，最初的开发阶段“将集中于降低技术风险，快速开发技术，并展示拦截高超声速威胁的能力”。

在积极列装高超声速导弹的同时，俄罗斯也在演习中成功拦截高超声速导弹，以应对美国高超声速武器的威胁。2021年4月，俄罗斯在北极地区的演习中使用米格-31BM战斗机，在北极圈外拦截了携带高超声速导弹的“敌方”轰炸机。俄罗斯国防部称，米格-31BM型战斗机非常适合在俄罗斯北部展开行动，由于其速度快、射程远，并拥有强大的武器系统，该型飞机能够远距离拦截敌方飞机，从而阻止敌方发射高超声速导弹。此外，俄罗斯首个具备拦截高超声速导弹能力的S-500系统也已完成全部入役前测试，首套系统已经正式服役。2021年10月，俄罗斯首次开展了反高超声速武器的军事演习，检验指挥调度能力和装备效能。

结束语

高超声速武器装备正由俄美独大逐步转向多国竞争的蓬勃发展局面，与此同时，高超声速武器防御技术的研发也愈发重要。随着高超声速武器项目、型号工作的推进，作战能力的逐步形成，未来将产生全新的作战样式，从而深刻改变世界军事力量格局。

航空动力

（王晓鹤，中国航空工业发展研究中心，高级工程师，主要从事机载武器研究）