

近日,美国国防部发布“金穹”导弹防御系统项目发展路线图,推动本土多层防空反导项目从战略规划转向实施阶段。美国统筹军方、政府机构、军工企业及科研单位开展联合研发,意图完善全域反导能力布局。不过,该项目在成本管控、技术落地及体系融合等方面受到多重因素制约,整体发展存在较大不确定性。



美国发布反导项目发展路线图

■刘柯涵

制订阶段计划

根据美国国防部发布的发展计划,“金穹”导弹防御系统项目将分3个阶段推进。

第一阶段(2026年底前)为技术验证阶段。项目将完成初步开发演示与地面测试,重点验证拦截器动力结构、天上通信链路、目标红外识别与火控系统联动等关键技术。

第二阶段(2027至2029年)为试验定型阶段。项目将通过亚轨道飞行试验和实弹靶标拦截测试校验装备性能,并建立季度常态化专项测试机制,根据测试结果持续优化系统软硬件配置。

第三阶段(2030至2035年)为组网部署阶段。美国太空军将批量采购天基拦截装备,完成全部卫星组网与地面设施部署,形成覆盖美国本土的反导防

御网络。

美国国防部将构建全域一体化指挥控制系统作为“金穹”导弹防御系统项目的首要建设任务,目标是统一调度全域作战资源,压缩从目标探测、威胁识别到拦截处置的全流程响应时间。今年1月,美国北方司令部在彼得森太空军基地组建“黄金”联合特遣部队,以整合美国本土防空反导资源。该部队重点开展跨平台数据联通及拦截流程推演,通过实战测试,为“金穹”导弹防御系统项目发展探索可行的技术路径与作战模式。

美国将“金穹”导弹防御系统项目列为国家级优先防务项目,持续加大相关领域投入。在2027财年国防预算提案中,美国政府为该项目单列179亿美元专项经费,主要用于低轨卫星星座组网、天基拦截装备研发及系统集成测试。同时,美国还加大对新型拦截技术

的投入,重点用于激光武器等非动能拦截装备的研发。

整合产业资源

“金穹”导弹防御系统项目由美国国防部主导、多部门协作推进,同时吸纳商业航天企业与传统军工企业参与。此模式旨在整合军方与民间产业资源,分摊研发成本,降低技术风险,缩短研发周期。

为此,美国国防部成立专项项目办公室,负责整体方案规划、进度与经费管理,并对接北方总部、太平洋总部等战区机构,收集一线作战需求以指导系统研发。美国导弹防御局负责项目整体架构管理、体系整合与装备统一采购。美太空军承担航天器发射、在轨运行监控、轨道频段资源协调等相关工作。美空军承担拦截器、传感设备研发及跨平台数据共享体系搭建。美陆军负责地面监视装备部署运行及通用配套弹药的规模化生产。美海军将正在研发的“联合激光武器系统”纳入项目体系,为反导网络提供海上火力支撑。

“金穹”导弹防御系统项目的高额预算与国家优先级定位吸引大量企业参与。目前已有超2400家企业提交申请,涵盖大型军工企业、商业航天企业及新兴科技公司等。

此前,美军通过快速国防采办机制,授权12家企业开展天基拦截器原型研发。结合最新发布的项目发展路线图,美国国防部进一步扩大产业合作范围,牵头联合雷神、洛克希德·马丁等9家企业组建技术联盟,推进新旧指挥控制系统技术研发。同时,美国国防部设立国防工业生态中心,常态化吸纳市场前沿技术资源。

美国国防部将项目分解为架构管理、硬件总成、发射服务与智能算法等相对独立的模块,交由不同企业承担。例如,帕兰提尔人工智能科技公司负责开发数据融合与指挥调度软件,打通分布式传感器与拦截单元的信息传输通道;Scale AI等人工智能企业承担目标识别算法优化任务,针对高超声速武器的轨迹特征提升系统追踪能力。

新闻背景

“金穹”导弹防御系统项目于2025年5月正式立项,被视为继冷战时期“星球大战”计划后美国推出的又一重大天基导弹防御工程。该项目旨在构建覆盖陆、海、空、天的多层一体化防御体系,实现对弹道导弹、高超声速武器、巡航导弹及下一代空中威胁从助推段到末段的全流程拦截。

根据美军构想,“金穹”导弹防御系统以天基防御为主体,陆、海、空组成的地基防御为支撑。天基防御由部署于低轨的数百颗探测预警卫星和杀伤拦截卫星组成。其中,探测预警卫星搭载高精度红外传感器,负责在导弹助推段完成

AN/TPY-2雷达、1个火控与通信单元及配套的指挥控制车,最多可携带48枚拦截弹,主要用于保护军事基地、关键基础设施等重点区域。此次选定的防空部队,将重点验证这两款装备能否有效整合进“金穹”导弹防御系统项目的指挥控制体系。

为确保陆基防御系统具备应对复杂威胁的能力,美陆军加快推进“爱国者”部队扩编,并逐步将雷达系统换装为新型低层防空反导传感器(LTAMDS)。针对“爱国者”与“萨德”防空系统难以应对廉价、低速、饱和式目标的情况,美陆军加快列装IFPC地空导弹系统,以提高低层防御能力。该系统能够拦截巡航导弹、无人机、火箭弹、迫击炮弹等低成本目标,可接入一体化防空反导指挥网络,缓解高价值装备的作战压力。

同时,美陆军将后勤保障能力、弹药储备规模视为导弹防御系统实战效能的重要因素。为此,美陆军已常态化开展弹药装填实操训练,并在2027财年国防预算中列支专项经费,用于采购配套后勤保障设备、扩大拦截弹量产规模。

多重风险叠加

随着方案细节不断对外披露,外界针对“金穹”导弹防御系统项目可行性的讨论持续增多。舆论普遍认为,该项目的建设进度与实战效能存在较大不确定性,长期运行风险突出。

成本失控是“金穹”导弹防御系统项目面临的首要问题。项目初期公布的20年整体预算为1750亿美元,但美国国会预算办公室今年5月发布的测算数据显示,总成本或将高达1.19万亿美元。随着后续卫星组网、装备量产、系统测试及运维保障等工作的全面铺开,资金投入将持续增加。同时,美国政府换届带来的政策变动,可能导致项目资金拨付中断,项目长期推进的稳定性无法保障。

技术问题同样突出。“金穹”导弹防御系统项目关键的助推段天基拦截技术,需要卫星在极短时间内完成目标探测、锁定、指令传输与拦截响应,技术门槛极高。目前该技术仅停留在方案研讨阶段,尚未取得实质性进展。此外,项目还存在两项关键技术缺陷:一是低轨组网卫星抗干扰、抗毁伤能力薄弱,战场生存稳定性不足;二是现有技术难以精准追踪、拦截机动变轨的高超声速武器,系统可靠性存疑。

此外,为加快项目进程,美国防部长赫格塞思削减独立作战测试评估办公室部分权限,弱化第三方中立机构的技术核验与监督作用,此举可能导致测试数据失真、技术缺陷无法及时排查等问题,为后续大规模组网部署与实战运行埋下安全隐患。

综合来看,美国加速推进“金穹”导弹防御系统项目,根本意图是谋取太空领域军事霸权。此举可能引发反卫星技术等领域的军备竞赛,对国际安全局势造成负面影响。

图①:美国“金穹”导弹防御系统项目概念图。

图②:美国太空军人员调试地面卫星信号接收装置。

图③:低轨卫星星座概念图。

图④:美国陆军“萨德”防空系统。

制图:韩木

目标识别与定位;杀伤拦截卫星搭载微型拦截弹、激光武器等载荷,可在太空直接对助推段或飞行中段的导弹实施拦截。地基防御分为3层,分别承担不同拦截高度的防御任务。上层依托“下一代拦截弹”,在大气层外对飞行中段的洲际导弹实施拦截;中层依托“萨德”防空系统、“宙斯盾”系统等,对高超声速滑翔弹等目标实施拦截;下层依托“爱国者”防空系统及激光、微波等定向能武器进行末端防御,拦截突破前2层防御的漏网目标。各层通过统一指挥体系实现数据互通与火力联动,形成全域协同的一体化反导网络。

部队扩编,并逐步将雷达系统换装为新型低层防空反导传感器(LTAMDS)。针对“爱国者”与“萨德”防空系统难以应对廉价、低速、饱和式目标的情况,美陆军加快列装IFPC地空导弹系统,以提高低层防御能力。该系统能够拦截巡航导弹、无人机、火箭弹、迫击炮弹等低成本目标,可接入一体化防空反导指挥网络,缓解高价值装备的作战压力。

同时,美陆军将后勤保障能力、弹药储备规模视为导弹防御系统实战效能的重要因素。为此,美陆军已常态化开展弹药装填实操训练,并在2027财年国防预算中列支专项经费,用于采购配套后勤保障设备、扩大拦截弹量产规模。

近日,法国空军宣布将于9月初启动“天马”远程部署行动。任务编队将依次穿越北极、印太、中东三大战略区,全程历时38天。本次行动在规模、持续时间与覆盖范围上均处于该系列行动的较高水平,引发外界广泛关注。

本次行动的任务编队包括4架“阵风”F4战斗机、3架A330MRTT加油运输机及2架A400M重型运输机,参与人员约300人。其中,“阵风”F4战斗机承担前沿作战任务;A330MRTT加油运输机实施空中加油,以拓展战斗机作战半径,同时执行人员与物资转运任务;A400M重型运输机负责运送装备备件、地面保障设备及后勤人员,以满足长距离跨区域军事部署需求。

“天马”远程部署行动自2018年启动,旨在验证法国空中作战力量在不依赖沿途他国基地的情况下,完成印太地区部署的可行性。该系列行动初期规模有限,首轮行动投入6架军机、百余名人员。2023年,该行动规模大幅扩张,共出动19架军机、320名人员,任务编队先后在阿联酋、新加坡、马来西亚、印度尼西亚、卡塔尔、吉布提、韩国、日本等11处地点经停。当时,法国以在印太地区拥有约1000万平方千米专属经济区为由,明确介入印太地区事务的立场。2025年,“天马”远程部署行动航线转向欧洲北翼,未前往印太。今年的行动则将此前的部署范围整合,形成覆盖北极、太平洋、印度洋直至中东的超长航线。

按照规划,第一阶段,A400M重型运输机编队将前往格陵兰岛,测试通往北美的新航线并开展高纬度极地环境飞行训练。结束相关课目训练后,A400M重型运输机编队前往阿拉斯加,与从法国本土直飞的“阵风”F4战斗机及A330MRTT加油运输机会合,与美空军展开联合训练。第二阶段,任务编队将飞越太平洋,依次停靠日本、韩国、印度尼西亚等地。其后,任务编队拆分为两个任务组。一组前往印度尼汪,与南印度洋的法国驻军开展联合演练。留尼汪是法国在南印度洋的重要军事支点,承担区域巡航、物资中转等职能,停靠此地意在检验法军短时间内向海外领地增派空中力量的能力。第三阶段,任务编队将前往中东,在卡塔尔进行中转休整后,前往埃及参与法埃联合演习。全部训练课目结束后,任务编队返航法国本土。

本次行动由位于法国里昂蒙韦尔丹的防空与空中作战司令部统一调度。面对数千千米跨度下的气候差异与安全风险,指挥部需统筹飞行、补给与过境事宜。

法国军方将“天马”系列行动作为检验远程自主部署能力的实践,重点检验长途部署状态下的持续运作、跨国协同及自主后勤保障等能力。同时,法国军方通过连续穿越多条战略航道,收集跨气候带远程飞行数据,以测试装备在极地、热带及沙漠环境连续运转的可靠性。此外,法国希望借助常态化远程机动维持全球军事存在,强化与不同区域盟友的军事协同,并彰显其在不依赖第三方支援下,独立实施远距离空中兵力调动的能力。



法国空军“阵风”F4战斗机。

澳大利亚陆军开始换装自行榴弹炮



澳大利亚陆军AS9自行榴弹炮。

近日,澳大利亚陆军第4炮兵团106连在昆士兰州汤斯维尔,完成AS9“猎人”155毫米自行榴弹炮的作战编组,成为该团首个列装该型装备的炮兵

尼日利亚推动本土国防工业发展



尼日利亚武装部队装备的轻型装甲突击车。

据外媒报道,尼日利亚正加快本土国防工业布局,计划建立装甲车辆、反无人机系统及其他军事装备的本地生产线。该计划由尼日利亚D7G国防工业公司与埃及鹰国际防务系统公司合作推进,重点通过技术转移提升国防工业制造能力,逐步降低对进口产

品的依赖。在生产规划方面,合作涵盖多类战术平台,包括装甲运兵车、步兵战车、反无人机车、防地雷反伏击车及轻型战术车等。

项目预计创造200余个就业岗位,为100余名退役军人提供就业。长期目标是在满足尼日利亚军队需求的基础上,向其他非洲国家供应相关装备。

除车辆制造外,尼日利亚还计划在拉各斯建设一座军用码头,用于保障原材料、零部件及成品军事装备的运输,为本土军工产业提供配套物流支撑。

(何磊)

防务资讯

延伸阅读

美陆军首派作战单位参与“金穹”项目

■于跃

8月中旬,美国陆军太空与导弹防御司令部司令拉弗蒂对外透露,美陆军已选定一支现役防空部队,负责“金穹”导弹防御系统项目的前期筹备与相关测试工作。这是该项目推进以来,美军首次证实将作战单位纳入项目实施流程。

当前美陆军防空反导力量以“爱国者”与“萨德”防空系统为主,二者防御

层级、作战任务各有区分。“爱国者”防空系统负责低层末端防御,主要拦截战术弹道导弹、巡航导弹及飞机等大气层内目标。该系统属于“点防御系统”,一套系统仅能防护少数高价值目标。“萨德”防空系统则专注高空末端区域防御,主要拦截中远程弹道导弹,属于“面防御系统”。一套完整的“萨德”防空系统包括6套发射装置、1套