

前沿技术

美国新型翼地效应无人机完成首飞



试飞中的“侍从”无人机。

近日,美国一家科技公司宣布,其为美国国防部研发的“侍从”翼地效应无人机完成首次飞行测试。

翼地效应是指当航空器低空飞行时,通过机翼下方的气流会对地表产生反作用力,增加机翼上下压力差,从而引发升力增加、阻力降低的现象,可使沉重的航空器顺势升空,并在一定高度持续飞行。

“侍从”最高时速148千米,最大航程185千米,有效载荷23千克,可执行情报、监视与侦察,后勤运输和战斗搜救等多元化任务。首次试飞完成后,接下来该公司将逐步验证这款无人机的自主控制、航电系统及运作范围等各项指标,提升其自主性和作战能力,满足对支援美军海上作战行动的能力需求。另外,该公司的另一款新型翼地效应无人机,去年也获得美陆战队战斗实验室青睐并授予合约,目前正在测试中。

俄罗斯推出无人机防结冰技术



研究人员在极寒寒冷环境下测试无人机。

前不久,俄罗斯研发人员推出一项用于固定翼无人机的防结冰技术。该技术有助于固定翼无人机在极寒寒冷环境下安全飞行。

这项防结冰技术采用一种由导电聚合物纤维制成的电加热织物,可为无人机持续供热,防止其在高温、湿度骤变环境下结冰。与发动机引气加热、气囊机械除冰和涂覆化学除冰液等防结冰方法相比,新技术可避免气动损失,环境污染和系统复杂度提升等问题。

研发人员介绍,该技术集加热、静电防护与射频屏蔽等功能于一体,极具平台化应用潜力,不仅适用于固定翼无人机除冰,还能用于民航客机机舱内抗静电材料等。

日本完成船用氢燃料发动机首次测试



日本公司开发的船用氢燃料发动机。

近日,日本川崎重工、洋马动力技术有限公司和日本发动机公司三家联合完成全球首次船用氢燃料发动机陆基运行测试。

此次测试使用了一套新安装的液态氢燃料供应系统,该系统由川崎重工制造,可存储和汽化液态氢,并以高压或低压方式将氢供应给三家公司开发的氢燃料发动机,包括低速二冲程主发动机、四冲程辅助发动机和用于电动船舶的四冲程主发动机。

测试中,川崎重工和洋马成功演示了中速四冲程发动机的氢燃烧,确认了在额定输出功率下的稳定运行及排放情况。另外,日本发动机公司开发的低速二冲程发动机也顺利完成测试,验证了该发动机的稳定运行能力和温室气体减排效果。

这三款氢燃料发动机的共同特点是能明显减少温室气体排放,同时通过双燃料系统保持冗余,可根据需要在氢燃料和柴油燃料之间切换。在陆基测试成功之后,三家公司计划与船厂合作进行船上试验,推动实际应用落地。

(沐宸)

固体燃料导弹优势何在

■王奕阳 周家伟 王平师



采用固体火箭发动机的美国“暗鹰”高超声速导弹。

在近期美国和以色列对伊朗发起的军事打击行动中,伊朗多次使用固体燃料导弹和高超声速导弹实施反击,从命令下达到点火升空,仅需数分钟,大幅压缩了对手的预警、拦截时间。

固体燃料导弹以固体火箭发动机为动力,其燃料以药柱形式提前装填在发动机燃烧室内,因而无需在发射前进行复杂的液体燃料加注流程。这一设计大大提升了固体燃料导弹的反应速度和机动生存能力,改写了现代战争的面貌。

反应速度快

固体燃料导弹的最大战术价值是反应速度快。液体燃料导弹在发射前需要加注燃料并检查,流程以小时计,容易遭到先发打击。固体燃料导弹的燃料在工厂内已完成加注,导弹常年处于战备状态,接到命令后可迅速点火升空。例如,采用固体燃料的美国“潘兴II”中程弹道导弹的发射准备时间仅5分钟,相比液体燃料导弹的准备时间大幅压缩。这种“分钟级”反应速度带来多方面作战效益。

其一,极大压缩对手预警与拦截时间。现代反导系统从卫星发现到实施拦截,本身就需要较长时间。如果导弹从抵达发射阵地到导弹升空仅有几分钟,

这种快速反应能力将使对手陷入被动。

其二,显著提高突袭能力。固体燃料导弹发射前基本无可疑的大规模活动,难以被提前发现。同时,导弹部队在连续作战中能快速组织多轮齐射或补充打击,有效压缩了对手重建防御的时间。

其三,改变战场时间规则。当作战一方掌握大量固体燃料导弹时,战场胜负将由“谁能在更短时间内完成从决策到打击的闭环”决定,时间优势就成为一种突防能力。

机动能力强

固体燃料导弹不仅打得快,还“活得久”,这得益于固体燃料导弹的机动部署能力和系统可靠性。

机动平台赋能“打了就走”。液体燃料导弹需要庞大的储罐车、加注车,是对手的重点打击对象。固体燃料导弹结构紧凑,搭载在公路或铁路机动发射车上,实现“随车机动、随时起竖”,使导弹阵地从固定转向机动,大幅提升了生存能力。导弹车可长期隐蔽,发射前短时间暴露,发射后迅速转移。

流程简化提升可靠性。固体燃料导弹无需复杂的涡轮泵和管路设计,故障点少,维护周期长。相比之下,液体燃料导弹需要精确控制燃料流量,工艺要求极高。以法国M51系列潜射弹道导弹为例,三级固体发动机设计大大简化了发射前的作业流程,确保随时能够实施核反击。

长期高戒备战略存在。固体燃料导弹在常温下化学稳定性好,储存寿命可

达10年以上。而液体燃料多具强腐蚀性,需要临战加注,影响导弹突防时机。采用固体燃料的潜射洲际导弹可长期随战略潜艇进行战备巡逻,形成隐蔽持久的战略威慑。

与高超声速技术结合

固体燃料导弹技术成熟后,多国围绕燃料能量密度、突防机动性等方向持续推进,扩展其性能边界。

与高超声速技术深度耦合。固体推进剂推力大、响应速度快,是高超声速武器理想的助推发动机。目前常见的“两级固推+高超声速滑翔弹头”组合中,第一级固体火箭发动机提供初始速度,第二级进一步加速,随后弹头以高超声速沿非传统弹道滑翔机动,且能多次变轨,

火炮防空:低成本拦截方案

■安则

面对低成本无人机蜂群和亚声速巡航导弹带来的威胁,导弹型防空装备面临不断增大的成本与后勤压力。为此,美国诺斯罗普·格鲁曼公司提出“火炮防空系统”(CBAD)概念,以中口径制导炮弹为核心,结合网络化多层传感与指挥控制能力,旨在为美军提供一套低成本的后端防护方案。

“火炮防空系统”并非单一的火炮装备,而是一套一体化综合防空架构。其定位是美军现有防空体系的补充力量,用于保护空军基地、后勤枢纽及关键基础设施。该系统以降低拦截成本、保持持续作战能力为主要设计目标,力求通过替代部分高价值拦截弹,有效应对大批量、低成本空中目标的持续突袭。

火力与弹药方面,该系统以成熟的自动化中口径火炮作为发射平台,并配备相应的制导炮弹。区别于空爆弹,制导炮弹可进行末端弹道修正,从而提升有效射程与杀伤率。探测与跟踪方面,该系统整合了多层雷达与光电跟踪设备,能够实现对低空小型目标的高效探测、精准识别与持续跟踪。指挥与网络方面,该系统可接入战场管理指挥控制网络,支持多点协同与体系化作战,具备灵活扩展与组网防御能力,可应对动态变化的战场威胁。

火炮防空这一概念由来已久。德国莱茵金属公司的“天网”末端防空系统是目前较为成熟的花炮防空系统,与诺斯罗普·格鲁曼公司提出的“火炮防空系统”概念在技术路线上接近,但在火力配置、杀伤机制等方面存在差异。

“天网”末端防空系统采用35毫米厄利孔转膛炮,最高射速1000发/分钟;“火炮防空系统”方案以30毫米链式炮为基础,射速约200发/分钟,持续火力密度低于前者。“天网”末端防空系统使用AHEAD可编程弹药,通过释放预制钨子弹形成拦截弹幕;“火炮防空系统”依赖制导炮弹对弹道进行修正,其精准化路径更具作战优势。此外,“天网”末端防空系统作为成熟列装型号,支持多炮组网协同作战;“火炮防空系统”仍处于概念阶段,其设计重点在于与美军现有防空网络实现融合,更强调低成本、可持续的体系补位能力。

“火炮防空系统”概念的提出,反映出近程防空正逐渐从以往偏重导弹,向弹炮结合,注重低成本高效拦截方向演进。在无人机蜂群与低空巡航导弹威胁常态化的战场环境下,此类系统能否有效缓解传统导弹防御体系面临的成本压力,提升关键目标在饱和攻击下的生存能力,有待继续观察。



德国“天网”末端防空系统是较为成熟的花炮防空系统之一。



“憋屈”的座舱

■王笑梦

上图中,一架英国的“堪培拉”PR.9高空侦察机的机头雷达罩向一侧打开,露出一个狭小的内部舱室,里面还有一名飞行员。这一罕见的导航员座舱,堪称航空史上最“憋屈”的设计之一。

“堪培拉”PR.9是英国“堪培拉”轻型喷气式轰炸机家族中一款专用的照相侦察型号。该机出现是为满足冷战初期的高空侦察需求,能飞得比苏联任何截击机都高。当时,自动导航技术尚未成熟,“堪培拉”系列侦察机与大多数远程战略轰炸机、高空侦察机一样,配有专门负责设备操作、目标识别和精确导航的导航员。

“堪培拉”系列侦察机的导航员座舱位置经历了一番演变过程。早

期型号的导航员座舱与飞行员座舱并排放置,导航员座舱略靠后下方,侧方还有透明舷窗,空间相对宽敞,视野也较好。不过,这样的设计导致机头加宽,空气阻力变大,飞机高速性能受限。在研发“堪培拉”PR.9时,为了追求极致的高空高速性能,设计师将导航员座舱与飞行员座舱“串列”布局,导航员座舱被置于机头位置,与飞行员座舱完全隔离,同时采用极小的舷窗。

这一设计带来诸多优势,包括机头的外形更加流畅,极大降低了飞行阻力,这也成为“堪培拉”PR.9能飞抵2万米高空的关键因素之一。导航员单独置身黑暗的舱室内,完全不受外界光线

和座舱事务干扰,能全神贯注操作仪表设备,提高了工作效率。此外,机头的电子设备紧凑导航员,减少了电缆长度和信号衰减情况,提高了电子设备的可靠性。

不过,这些优势是建立在导航员的巨大“牺牲”之上。在长达数小时的飞行作业期间,导航员蜷缩在狭窄的舱室内,周围是密密麻麻的电子设备和布线,不能有任何大幅度的动作,个中滋味可想而知。最严重的是逃生困难。“堪培拉”PR.9的导航员座舱虽然配备弹射座椅,但在紧急情况下需要先掀开顶部舱盖,弹射座椅才能启动将导航员弹射出去。如此复杂的弹射流程实际操作几何,实在难说。

随着技术进步,导航员的工作逐渐成为机载自动化操作的一部分,“堪培拉”PR.9上的这一“憋屈”的设计再也不会出现了。

图文兵戈