

据外媒报道,8月9日,马来西亚皇家海军第二批次第3艘濒海任务舰(LMSB2)在土耳其伊斯坦布尔造船厂下水。至此,马来西亚向上耳其采购的3艘LMSB2在4个月内全部下水,这是马海军舰队转型计划的关键一步。

几乎同时,8月13日,马来西亚国防部和皇家空军已就新一代多用途战机(MRCA)向多家航空企业发出信息征询书,将原计划2030年后启动的采购工作提前至第13个马来西亚计划(2026年至2030年)。目前,马空军正在五代

机和四代半战机之间进行评估,苏-57E、KF-21等将参与竞标。

马来西亚为何加速推进海空装备更新?从700吨级巡逻艇到2500吨级作战舰艇,LMSB2性能提升多少?随着五代机全球推广,马来西亚MRCA项目能否如期落地?两侧新闻共同指向了马来西亚在装备代际差距与经费预算约束之间的抉择。其背后的种种原因和细节,值得分析与解读。

马来西亚加速推进海空装备更新

■张俊杰

军工T型台

海军篇

老旧舰艇难堪重任,装备换代另辟蹊径

马来西亚皇家海军是东南亚一支规模不大但任务繁重的海上力量,既要维护海上交通线安全,又要应对局部冲突与非传统安全威胁。

这些年,马海军舰艇老化速度加快。据披露,其超六成的海军舰艇服役超过40年,已从预防性维护转为故障后修复性维修,舰艇更新换代刻不容缓。

在此背景下,马海军快速推进“15到5”舰队转型计划。该计划目标是把现有15个舰种精简为5个主战级别,包括潜艇、濒海战斗舰、濒海任务舰、多用途支援舰和巡逻舰。其中,濒海任务舰是少数取得实质推进的项目之一。

马海军首批4艘克里斯级濒海任务舰已先后服役。该级舰长68.8米,排水量约700吨,最高航速约22节,搭载武器仅1门30毫米舰炮和若干机枪,主要承担反水面作战、扫雷、水文监测和情报监视等任务。

该级舰虽然采用模块化设计并预留升级接口,但服役不久,首舰因传感器和作战系统缺陷受到外界质疑。马海军高层曾表示,克里斯级濒海任务舰未能完全满足作战需求,这也成为马海军下决心换装新型军舰的直接原因。

2022年底,马海军启动第二批次3艘濒海任务舰采购,初期估值约24亿林吉特。马方明确提出,新舰必须具备反舰、防空反导、非对称作战和电子战4项核心能力。2024年6月,马来西亚国防部与土耳其国防工业秘书处签署政府间军购谅解备忘录,并递交LMSB2项目接收函。

值得注意的是,马方在LMSB2项目中选定的不是全新平台,而是土耳其岛级轻型护卫舰的改进型。土耳其STM公司作为总承包商,承担从设计、项目管理、设备采购、集成装配、试验交付到综合保障的全流程。

平台能力实现跃升,任务舰变身轻护舰

相比首批克里斯级,LMSB2在动力、武器、传感器和作战系统等方面性能大幅提升。

LMSB2动力系统采用CODAD多台柴油机联合动力,最大航速超过26节,以14节巡航时续航力可达4000海里,自持力14天;搭载1门76毫米主炮,1门30毫米副炮,2座配备12.7毫米机枪的STAMP遥控武器站,2座四联装反舰导弹和近程航空导弹。这些性能配置使LMSB2具备区域反舰和近程防空能力,与传统轻型护卫舰基本相当。

值得一提的是,作为LMSB2的核心反舰打击手段,ATMACA是土耳其Roketsan公司自主研制的新一代声速反舰巡航导弹,弹重不到800公斤,战斗部为半穿甲高爆型弹药,最大射程超过220公里。该弹采用“惯性导航+GPS+雷达高度表+双向数据链”组合制导,末端由主动雷达导引头锁定目标,具备超低空飞行能力,目标舰往往在10余公里外才能发现导弹来袭,留给对方反应时间极为有限。目前,ATMACA已搭载到土耳其海军岛级护卫舰和巴巴罗斯级护卫舰上。

此外,雷达和作战系统也由土耳其军工企业集成。LMSB2搭载Aselsan公司研发的CENK-S三坐标有源相控阵雷达,配备水面雷达电子支援系统,火



图①:马来西亚皇家海军吉打级护卫舰。图②:马来西亚皇家空军F/A-18D战机。

控雷达、敌我识别系统和箔条干扰发射装置等电子战套件。Havelsan公司提供作战管理系统和76毫米主炮火控系统。整体传感器配置按照“低可探测性、冗余设计”布置,具备应对高强度电子对抗能力。

三舰下水难解近渴,换装之路仍需闯关

LMSB2接连下水,让马海军在主战水面舰艇换装上迈出实质性一步,但距离真正填补水面力量缺口尚有一定距离。

一是形成战力慢。按照STM公司披露的时间表,3艘新舰将集中在2027年9月至11月陆续交付。交付后,还要依次对动力、导航、传感器、武器作战系统进行逐项核验调试,分阶段完成入列流程。这意味着LMSB2整体形成战斗力大概率要到2028年甚至更晚。

二是数量缺口大。即便3艘LMSB2全部服役,马海军水面舰艇缺口也难以有效缓解。按照计划,LMS系统舰艇总数为18艘,目前仅4艘克里斯级在役,新增3艘LMSB2后总量为7艘,装备缺口明显。

三是配套供应差。当前,马海军换装还面临配套武器装备供应链风险,直接制约整体作战效能。现阶段LMSB2依托土耳其、韩国的武器系统搭建战斗力体系,但海外装备的供货稳定性、备件补给效率以及后续技术支持能否到位,存在较大不确定性,成为制约舰艇战斗力生成的关键点。

从长远看,马海军此次换装采购,折射出东南亚中小型水面舰艇市场的新一轮升级变革。以往,该市场以低成本巡逻舰为主,而LMSB2采用“舰体+导弹+作战系统+综合保障”的整体交付方案,吨位、单价和技术复杂度均大幅提升。

目前,土耳其已获得巴基斯坦、罗马尼亚等多国舰艇订单,马来西亚LMSB2项目也在进一步助力其打开东

南亚市场,实现从“单船出口”到“整套军工体系出口”的转型。

空军篇

周边国家集中换装,马空军换代压力陡增

马来西亚皇家空军的换装需求并非今日才有。2011年,马空军启动第一轮MRCA采购,美国波音公司、法国达索公司、英国BAE系统公司和瑞典萨博公司携F/A-18E/F以及“阵风”“台风”“鹰狮”4型战机参与竞标,计划采购数量从18架一度增至40架。然而,受政府频繁更迭和预算收紧影响,这一项目在2014年后被反复搁置,最终不了了之。

时过境迁。近年来,东南亚战机换装明显提速,新加坡已确定采购20架F-35战机,将形成F-35A、F-35B与F-15SG搭配的高端作战体系,在区域内率先迈入五代机时代;印度尼西亚的扩军幅度更大,该国以81亿美元订购42架法国“阵风”后,又于去年6月与土耳其航空航天工业公司签署48架KAAN战机采购协议,总额约100亿美元……东南亚战机市场已由过去以F-16、苏-27/30和“鹰狮”C/D为主的格局,逐步转向F-35、“阵风”、KF-21、“鹰狮”E/F和KAAN等新一代型号。

相比之下,马来西亚的处境颇为尴尬。马空军目前能够升空执行高端作战任务的仅有18架苏-30MKM和7架F/A-18D。前者自2007年起分批交付,配备推力矢量发动机和无源相控阵雷达,是东南亚地区技术状态较好的“侧卫”改型之一,但俄式装备维护要求高、大修周期长,多年来出勤率不稳定,马空军不得不与印度等国合作解决大修和航材供应问题。而F/A-18D服役已近30年,机体寿命接近极限,升级空间有限。若继续将MRCA实际采购推迟到21世纪30年代中期,两型战机与邻国新装备的差距只会越来越大。

采购时间大幅提前,代际选型反复权衡

按照马军方的惯例,装备采购项目通常在进入5年计划后才会开展信息征询,此次提前发出,释放出明确信号:希望把换代主动权掌握在自己手中。

第13个马来西亚计划已为国家安全领域提供510亿林吉特预算。马空军成立了专门委员会,对五代机和四代半战机两条技术路线进行比较,重点考察装备性能与全寿命周期成本。不过,采购价格只是一部分,还要考虑之后的训练、维护、航材和升级费用。有专家指出,马方一方面希望借五代机一步到位,避免装备即落后;另一方面又担心采购规模受限,配套负担沉重,在两条路线之间反复权衡。

《马来西亚皇家空军2055能力建设计划》成为关键——未来将把现有的5种战机和高级教练机逐步整合为MRCA与LCA/FLIT两大体系,分别编成2个和3个中队,形成高低搭配格局。2035年前后,马空军将集中退役苏-30MKM和F/A-18D。若按采购、交付和形成初始作战能力通常需要10年左右计算,合同必须在21世纪20年代末落地,才能避免出现作战能力断档。马空军此番提前“发令”,与其说是主动求变,不如说是被退役时间表倒逼的结果。

四型战机同台竞标,各具优势亦有短板

从目前公开信息看,俄罗斯苏-57E、韩国KF-21、法国“阵风”和美国“超级大黄蜂”战机是马空军物色采购对象。苏-57E的吸引力,在于“以有限成本叩开五代机大门”。今年5月,马来西亚高层观看了苏-57E飞行展示。马空军长期使用苏-30MKM,在俄式装备的训练、维护和作战理念上有一定经验。然而,美国制裁风险、备件供应渠道和长期技术保障,都是马方难以回避的现实问题。

“阵风”是上一轮竞争的“老面孔”。今年8月,印度空军4架“阵风”在结束澳大利亚“漆黑”演习后飞抵马来西亚,与马空军苏-30MKM、F/A-18D举行联合演习,马方得以近距离考察其训练表现。“阵风”的优势在于型号成熟、武器体系完整,短板则是采购价格和长期使用维护成本居高不下。

KF-21的筹码,则藏在FA-50M项目里。2023年,马来西亚与韩国航空宇宙产业公司签署18架FA-50M采购合同,总额约9.2亿美元,首批计划今年开始交付。KF-21与FA-50M虽然不是同级别战机,但韩方可以在人员培训、地勤保障、航材供应和维修体系上形成协同效应。当前,KF-21主要研制任务已经完成,全面转入量产阶段。

“超级大黄蜂”的情况最不明朗。美国波音公司F/A-18E/F生产线计划于2028年后关闭,正式采购需由马方向美国国防安全合作局提出申请,获美国国务院批准后通过对外军售程序实施。其劣势是本地化生产和技术转移的谈判空间有限,且生产线存续时间与马方换装节奏并不匹配。

马空军长期奉行装备来源多元化策略,既不想单一采购俄制装备,也不愿意彻底倒向某个西方国家。鉴于国家财政压力短期内难以缓解,可以预见,价格、技术转让、本地化生产和长期保障条件,将比单纯的性能参数更能左右最终结果。对马空军而言,这不只是选一型战机,更是对未来数十年装备体系、战略方向和防务合作关系的一次综合考量。

(作者单位:联勤保障部队工程大学)

军工科普

滑油作为战机动力系统稳定运转的“血液”,具有机件润滑、散热控温、减磨防腐等功能。一旦滑油温度攀升异常,战机动力系统“高烧不退”,轻则造成润滑和冷却功能失效,重则引起发动机空中停车。

国外曾发生一起典型事故:一架架喷气式战机在试飞途中突发滑油高温告警,战机发动机空中停车,飞行员只能紧急迫降。此次事故造成战机严重损毁,两名机组人员身负重伤。

由此可见,滑油高温故障安全风险极高。想要找准造成滑油高温告警的故障,可围绕以下3个方面展开。

一是区分环境运行状态。战机运行时,部分油温升高属于正常现象,与高温环境飞行、悬停、满载起飞等长时间大功率工作有关。遇到滑油高温告警,飞行员通常退出大功率、大负载飞行状态,滑油温度会逐步恢复正常。

二是甄别告警信号真伪。飞行过程中,若座舱告警信息与滑油温度传感器采集数值存在明显偏差,飞行员首先要判定是不是虚假告警。如果滑油量与滑油压力无异常,那么可以初步判断滑油指示系统存在问题。战机落地后,机务人员必须第一时间更换相关传感器,重启发动机试车,判断告警是否消失。

三是研判内部机械传动故障。若经检查确认滑油供油、散热系统无异常,则需重点排查减速器内部机件损伤问题。可通过检查磁堵、化验油样金属碎屑、观察齿轮啮合状态等手段,精准判定内部故障诱因。

想降低故障发生概率,还需要依

战机也会『发烧』

■李杭橙

靠常态化前置检查维护。在日常机务保障过程中,机务人员要严格落实飞行前、后全流程检查,定期查验滑油质量、散热器外观清洁状况与管路密封性,按时校验温度传感组件、送检油样检测金属杂质,严格发动机使用规范,避免长时间超负荷运转。

(作者单位:陆军航空兵学院)

雅克-9:苏联歼击机量产之王

■肖凡 郭扬帆

军工档案

苏德战争时期,雅克-9战机是当之无愧的东线主力。它用料简单、易于生产,机动性好,撑起了苏联在战争中后期的空中战线。该型机由雅克-7战机改进而来,是苏联航空工业在极端困境下,坚持“实用优先、快速整改、适配量产”原则的典范。

雅克-9战机走过了一条曲折的腾飞之路。二战时期,随着德国空军BF-109战机和FW-190战机投入使用,苏军老式战机逐渐落伍,战争制空权被德国空军掌控。此时,苏联雅科夫列夫设计局没有追求一步到位的完美设计,而是在成熟的雅克-7B战机的基础上简化结构,大量使用木材和帆布材料,以最快速度造出雅克-9原型机。1942年夏,苏联航空工业的铝合金供应明显增加。雅科夫列夫设计局抓住这个窗口期,采用硬铝合金翼梁取代机翼内部的木质翼梁,战机节省下来的重量被用于增加燃油和安装更大口径的机炮。

受战时环境影响,当时苏联空军试飞场地简陋、精密设备不足。设计团队只能采取分段试飞模式,最大限度降低风险,同时兼顾性能验证、故障排查与量产适配。当时,雅克-9战机构载的是M-105PF液冷发动机,然而这款发动机散热管路设计不合理,长时间怠速会导致冷却液温度骤升,存

在发动机抱死风险。滑行测试时还发现战机尾轮减震薄弱,高速滑行时机身颠簸、操控不稳,机翼衔接处蒙皮固定不牢,受气流影响出现鼓包。设计团队立刻调整管路,加粗导管,并在机头增设通风口,彻底解决高温故障;加厚减震胶垫、调整起落架角度,减少机身颠簸。整改完成后,地面测试全部达标,战机准备试飞。

雅克-9战机的首飞在中低空进行,由一架雅克-7战机伴飞观测,地面塔台同步记录数据。由于机翼采用较轻的铝合金材料,战机出现低速爬升易侧倾、低空转弯半径偏大等问题。设计团队仅小幅加大垂尾、微调整流片角度,这一改进既解决了机动性问题,又无需大幅调整战机生产线,保证战机量产进度。此外,针对座舱密封不严导致气流倒灌的问题,工程师对战机加装密封胶条、锁紧卡扣与导流板,有效改善飞行员工作环境。

从整体设计看,雅克-9是为战时生产体系量身打造的战机,大量零部件可以直接在各工厂生产并快速组装,简单快捷,没有多余复杂设计。正是因为它的性能可靠、易操作,一线飞行员很快掌握驾驶操纵技术。在空战节奏快的东线战场上,这一点尤其关键。据统计,1942年至1945年,苏联共生产14000多架雅克-9战机,到1948年停产时,总产量更是接近17000架,是苏联历史上产量很大的歼击机。

(作者单位:海军航空大学)



雅克-9战机。

资料图片