

编队航行补给训练

林健 摄

ISSN 1003-2339
06
9 771003 233191

现代舰船杂志社



雷曼军事

RIMNDS 现代国防与安全研究中心

WWW.RIMNDS.COM

军事阅读的精确时代



微信订阅号

现代舰船

Modern Ships

国内统一刊号: CN11-1884/U

邮发代号: 2-279

2019-06

新知 | P22

歼-20出奇制胜

新知 | P34

中国核潜艇未来

零售价: RMB 15.00

东部战区海军组织实弹射击演练

近日,由东部战区海军“泰州”舰、“徐州”舰组成的舰艇编队在东海某海域展开为期4天的实弹射击演练,编队全程融入战术背景,有效检验了各武器系统的实战化训练效能。(王志鹏 摄影报道)



海上航行补给

港内双雄

铁幕 摄



副炮咆哮

至志鹏 摄



主炮对海射击

毕鹏飞 摄



“徐州” 舰海上训练

王志鹏 摄



港内休憩

铁霖 摄



新舰试航

酸梅干 摄



“郑州”舰远海训练

方思航 摄



“济南”舰发射干扰弹

刘亚迅 摄



大口径舰炮

王志鹏 摄





卷首语



由奢入俭难

电子战(Electronic Warfare),算是一个热词,即便是刚入门的军迷,也一定知道它的重要性,有时候电磁频谱方面的知识多少甚至可以成为衡量军迷资深程度的一个指标。既然军迷都能给予相当的重视,那么在作战部队里,电子战按理说应该得到了高度重视,属于日常必修必研必练必用的技能。然而,最近一位高级军官的言论却曝光了些让人意外的内幕。

这位指挥官名叫斯普雷科尔森(Malte von Spreckelsen),现任北约电子战工作组主席(NATO Electronic Warfare Working Group),在他看来北约部队存在一个非常严重的问题:

“各国都在发展此方面的新武器,然而,可悲的是,很多情况下北约对电子战纪律的支持和发展是缺失的。”

电子战的历史一直可以上溯到1904年的日俄战争。那时以来,随着武装力量对电磁频谱的利用程度加深,这方面的对抗也越发复杂和系统。

1970年代的越战中,电子战的重要性被摆到了很高的位置,美海空军甚至要修改空中作战的战术和战法来更好的发挥电磁频谱的作用。从此以后,电磁频谱的重要性再没人会忽视,海湾战争再次对世人做了电子战威力的震撼性教育,科索沃战争、伊拉克战争也充分展现了电磁频谱对于作战成败的巨大影响。

然而后来的反恐战争中,电子战再难获得施展空间,对手的技术水平实在太低,无法拿出最起码的电子威胁,北约力量在这期间最大的电磁频谱行动是对抗IED——通过干扰无线电信号,让IED失效。

没了威胁,冷战里积累起来的作风就难以被人记起,使用电磁频谱根本不用考虑管制——敞开用便是:通信?畅通无阻;GPS导航?24/7供应;蓝军追踪系统?永远在线。诸如无线电使用纪律、电子特征管制、调频等等已经失去了往昔的重要性。

强大对手的缺失,让北约部队开始疏于电子战方面的训练,更多的精力和资源都分配给了时兴的网空战(Cyberwarfare)。

更麻烦的是“一整代北约军人都是在严重依赖电磁频谱且无需考虑其内在脆弱性的环境下成长的”。由俭入奢易,由奢入俭难。虽然难,但却必须入。因为俄罗斯在乌东已经展示出了较强的电子战能力——他们能使用复杂的干扰和拦截战术来破坏乌军通信和对付监视用无人机,这让北约电子战专家们普遍感受到了压力和变革的急迫性。

用斯普雷科尔森的话说:“电子战曾是一整代人忽视和遗忘的睡美人,现在它是一条亟待唤醒的龙,如果北约领导人继续忽略它必将招致祸患”。

崔轶亮



图1 “轰动”号

当地时间1月21日,西班牙海军在费罗尔海军基地正式接收第2批“流星”级海洋巡逻舰(BAM)的2号舰“轰动”号(P46 Furor),并为其举行升旗服役仪式,正式加入海军现役。



图2 “诺曼底”号

当地时间1月11日,法国海军任命“诺曼底”号护卫舰的指挥官,该舰目前正在进行舾装与调试工作,预计2019年中旬正式入列法国海军。



图3 回家升级

新西兰海军使用的加拿大制“安扎克”级护卫舰“塔卡哈”号返回加拿大接受升级改装。主要更新雷达设备并更新作战系统。

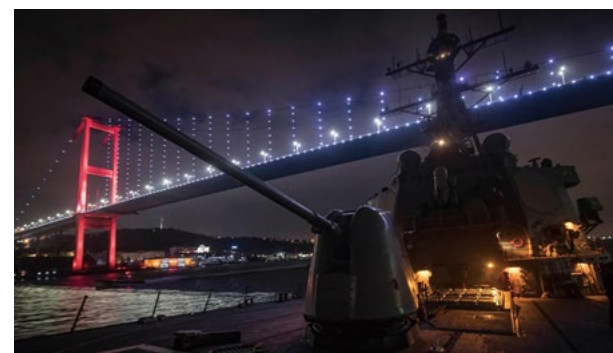


图4 黑海

当地时间1月19日,美国海军“唐纳德·库克”号(DDG75)驱逐舰穿越博斯普鲁斯海峡,进入黑海。



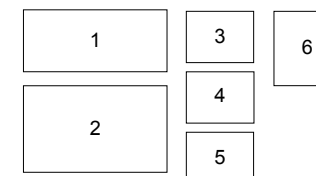
图5 “格拉斯哥”

当地时间1月16日,英国海军26型护卫舰“格拉斯哥”号举行开工仪式,英国第一海务大臣出席了BAE集团在苏格兰的开工仪式。



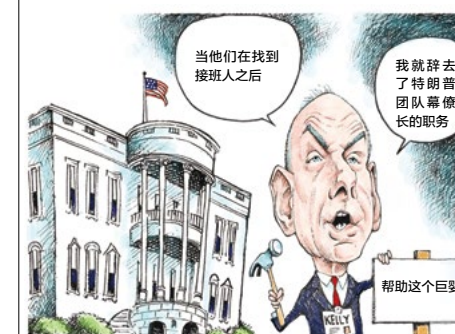
图6 刻赤海峡撞船

当地时间1月21日夜,在刻赤海峡南部,两艘入籍坦桑尼亚的小型油气船马斯特轮坎迪轮在转运油料时起火,造成14人死亡。



漫画 Cartoons

凯利将军辞去白宫幕僚长职务



注:巨婴指特朗普

中国船舶信息中心多种期刊类定期研究成果
(包括对外发行的和内部发行的)任您选

序号	名称	简介	发送周期	定价
1	《颠覆性技术》	密切跟踪国外颠覆性技术的发展动向,敏锐捕捉具有重大影响的颠覆性技术方案,深刻分析主要军事强国推动颠覆性技术创新发展的主要做法和成功经验,每期发布几十条有关动态和数篇研究文章,为科研管理人员和一线科研人员把握颠覆性技术发展前沿,理解颠覆性技术军事影响提供参考。	每月	电子版:6000元/年 纸质版:4000元/年
2	《国防工业战略观察》	立足于对国际安全形势和世界防务动态的全面跟踪和系统研究,甄选国防战略与工业领域重点和焦点问题,进行专业、深入地研究与分析,并适时梳理国外国防与工业领域要闻动态,每期发布数篇研究文章,对军工领域管理人员和科研人员及时把握重要动向、了解国外做法,有较强的参考价值。	每月	电子版:6000元/年 纸质版:4000元/年
3	《海上力量瞭望》	重点关注国外海军战术战法、战略规划、装备技术以及基础性、前沿性技术,研究未来国外海上力量格局,每期发布几十条有关动态和数篇研究文章,对国内海上战术发展、装备规划、产业转型等具有引导意义。	每月	电子版:6000元/年 纸质版:4000元/年
4	《舰船科学技术》 (刊号:CN11-1885/U)	主要刊登舰船科技方面的学术论文,北大中文核心期刊。	每月	纸质版:600元/年
5	《船舶物资与市场》 (刊号:CN11-3636/F)	主要刊登船舶行业市场分析,政策解读,技术推广等文章。	每两月	纸质版:480元/年
6	《现代舰船》 (刊号:CN11-1884/U)	主要刊登舰船类科普文章,普及海军舰船知识。	每半月	纸质版:360元/年 电子版:12000元/年
7	《游艇业》 (刊号:CN11-5575/U)	主要介绍游艇产品,游艇生活方式,帆船赛事等	每两月	纸质版:1200元/年
8	《中船重工科技》	密切跟踪国内外海洋装备技术的发展动向,敏锐捕捉具有重大影响的国家政策法规,深刻分析时下最受关注的行业热点问题,及时更新中国船舶重工集团公司及成员单位最新科技创新成果,每期发布几十条有关动态和数篇研究文章,为科研管理人员和一线科研人员把握海洋装备技术发展前沿和发展动向提供参考。	每两月	电子版:6000元/年 纸质版:4000元/年

中国船舶信息中心多种期刊类定期研究成果
(包括对外发行的和内部发行的)任您选

9	《中船重工产业》	围绕集团公司主要产业方向和领域,密切跟踪国内外海洋装备、战略新兴、动力机电、生产性现代服务业各领域市场动态及产业情报,每期发表10篇左右产业研究文章,数十项行业最新数据情报,为公司产业发展提供重要的情报决策支撑。	每月	电子版:6000元/年 纸质版:4000元/年
10	《船海新观察》	围绕船舶和海工市场热点话题及研究领域,发表5篇左右独立撰写的市场和产业研究文章,数十项船舶行业最新数据情报,系统梳理国内外订单成交、产业动态、产业政策等信息,为集团公司船海产业发展提供重要的市场情报服务支持。	每月	电子版:6000元/年 纸质版:4000元/年
11	《中船重工财务》	密切跟踪国内财经资讯、政策法规以及集团财务金融方面动态,每期发布数篇研究财经方向文章,为财务管理人员和一线财务人员把握国内财经动态、集团财务金融大事记提供参考。	每两月	纸质版:400元/年
12	《军民融合观察与研究》	根据当前我国军民融合发展现状调查及各地主管部门的反馈意见,为建立各级政府部门、军队有关部门、军民结合产业基地和园区、企事业单位之间的信息共享平台,宣传党和国家军民融合发展战略、指导方针和政策法规,发布军民融合动态信息,展现军民融合最新进展,探讨军民融合理论和前沿问题。	每两月	电子版:24000元/年 纸质版:18000元/年
13	《国外航母工程情报》	密切跟踪国外航母技术发展动向,重点分析国外航母设计建造关键技术,作战使用方法等。每期刊登数篇经典文章及当月航母相关重大快讯,为相关部门提供参考。	每月	电子版:120000元/年 纸质版:12000元/年
14	《国外舰艇工程情报》	密切跟踪国外舰艇的综合发展和关键系统设备技术,每期发布几十条动态和2篇文章,为相关部门提供参考。	每月	电子版:120000元/年 纸质版:12000元/年
15	《国外两栖战水雷战舰艇和辅助舰船月度发展动态》	密切跟踪国外辅船的发展动态,每期包含几十条动态新闻,为相关部门提供参考。	每月	电子版:120000元/年 纸质版:12000元/年
16	《国外海军信息装备及技术》	密切跟踪国外海军信息装备及技术,每期发布几十条动态和几篇分析性文章,为相关部门提供参考。	每月	电子版:120000元/年 纸质版:12000元/年
另有以上相关声像和水下装备技术、舰船动力等方面的期刊类研究成果可定制。				

中国船舶重工集团公司第七一四研究所始建于1963年,是一家综合性信息研究机构。在政府、军队、集团公司各级领导亲切的关怀下,主要业务领域已经从传统的舰船科技信息研究扩展到战略与信息研究、船舶与装备产业策略支撑研究、军民融合与动员、知识产权、标准与可靠性、国际活动组织、新技术开发,以及文化传播、信息技术、咨询服务和科技发展等领域。当前,第七一四研究所坚持“创新驱动、加快发展”的指导方针,全面实施第三次创业,瞄准创建国内一流、国际知名智库,打造具有鲜明特色和独特文化影响力的文化产业集团目标,努力建设成为政府和军队决策部门最信赖的咨询研究力量和社会发展中更有影响力的产业新军,为国防现代化建设和国民经济发展做出更大的贡献。

另外,本中心有与以上期刊类研究成果涉及领域相关的研究报告、翻译报告、声像资源、文献资源等多种成果、资源和服务可根据您的需要进行定制,由于有了一定的积累,可在短时间内满足您的需要,价格根据研究内容和周期双方商议。**咨询联系人:**王助理;**联系座机:**010-83027029,**联系手机或微信:**13426369560**银行汇款: 账户:**中国船舶重工集团公司第七一四研究所;**账号:**0200002909088100229;**银行:**工行北京新街口支行**开票明细:**一般为资料费,附盖发票章的具体资料清单(特殊情况可商议)。



歼-20战斗机的研制成功是一次在航空工业总体水平落后于美国的大背景之下实现的完美超越

中国歼-20战斗机出奇制胜的技术路线

文|大水

其他国家航空工业总体水平同全球第一的美国有着巨大的差距,却能研制出性能更优异的战斗机,截至目前有两大经典的案例。一个是苏联在工业支持技术水平落后于美国的情况下,研制出了极其优秀的苏-27战斗机。另一个则是后来居上的我们,研制出了歼-20战斗机。那么,歼-20战斗机为何那么优秀呢?同它采用的技术路线有关,与苏-27的出奇制胜有异曲同工之效。

制空权的重要性

从二战开始,飞机对于战争胜利起到了极其重要的作用,太平洋战争航母对攻战,盟军对日本群岛的持续轰炸,对于德国工业中心的持续轰炸,都明显的削弱了敌人的战争潜力,为最终赢得胜利作出了重要的贡献。而二战后不久开始的朝鲜战争,直接就出现了两款尖端战斗机的对决,空战几乎平手,也确保了中国人民志愿军在朝鲜的运输线不被美国切断,最终

美国人只好签署停战协议。

此后,战斗机的作用越发增大,多次中东战争中,每次都有几百架上千架战斗机参战。人数和财力处于劣势的以色列人,凭借飞机的优势,大大补足了陆军的薄弱,最终锁定了胜局。到了20世纪90年代初期的海湾战争,就变成了不折不扣的飞机秀。F-117凭借隐身技术优势,单机深入严密把守的伊拉克首都巴格达市中心投弹。在E-3预警机的指挥和监控下,伊拉克任何起飞的飞机都很快在美军雷达屏幕

上显示,而F-15空优战斗机凭借先进的导弹和机动性轻松击落敌机。

对伊拉克发动地面进攻时,E-8“联合星”对地监测飞机则实时监控伊拉克的陆军部队运动趋势,及时组织空中力量进行打击,造就了伊拉克陆军死亡之路,几百辆坦克装甲车毁于一旦。在海湾战争中,美国人也出动大批地面部队,最终才降服了伊拉克。而到1999年的南联盟战争,则成了空军的独角戏,经过几个月的狂轰滥炸,南斯拉夫投降,科索沃处于事实

独立状态,这也是历史上第一次完全依靠空军取得的战争胜利。

从二战后,世界各国都见识了飞机的巨大航程和破坏力,对于未来的国防,各个国家都不遗余力的购买先进战斗机,以及对付战斗机的防空导弹。强悍者就用战斗机进攻,落后者就在防空导弹的辅助下,配合战斗机进行防空作战。1982年的英阿马岛之战则证明,没有空中优势,敌人的来袭飞机,仅仅射出一发反舰导弹,就可以让一艘先进军舰沉入海底。此后,世界各国也展开了对舰载机的追求浪潮,多个国家都引进或者建造了舰载战斗机。

由于制空权如此重要,失去了制空权,敌人就可以随意对地面和海面目标实施轰炸,所以在常规战争中,夺取制空权是最重要的任务。要夺取制空权,拥有足够数量的先进战斗机,就成为先决条件,而战斗机是一种高度复杂的尖端技术产品,凝聚了几乎全世界大部分尖端科技成果,而且是高度对抗的产品。在性能上,大家都要尽量追求相对优势,所以落后国家和先进国家进行战斗机研发竞争,就变成一个痛苦的抉择,不能不做,但是做完没有足够优势几乎等于白做。飞行员驾驶落后战斗机和敌人战斗,最终的结果就是浪费宝贵的飞行员和资源,这种状况在世界各国不断重复多次发生。

落后国家和先进国家之间的战斗机研发竞争

然而即使基础工业和应用产品有较大优势的美国,设计师设计出来的战斗机,也远非无懈可击,总是存在某些漏洞或者弱点。对手假如足够聪明睿智,还是能找出合适的途径开发出具有类似总体性能的战斗机,抵消掉美国的优势。比如苏联的苏-27战斗机,还有中国的歼-20战斗机,都是其

中的佼佼者。

先说苏-27战斗机。苏-27战斗机从设计点来说,就是一款专门对付美国F-15战斗机的战斗机,俗称反F-15飞机。从苏联相对薄弱的电子工业和材料工艺来说,开发和美国F-15类似空战性能的战斗机,难度非常大。苏联设计师曾承认,大部分航空电子设备,实现相同功能的情况下,苏制产品是美制产品重量的3~5倍,而电子设备的重量暴增1千克,在飞机全系统引起

的重量增加几乎有8~9千克。

如此巨大的重量差距,可以让普通设计师走投无路,实现和美国类似性能的航电和设备,需要设备比美国硕大笨重许多,而硕大笨重的设备则造成机体庞大,重量暴增,外加阻力剧增,最终带来的结果就是油耗居高不下。而为了保证合适的航程和载荷性能,飞机就需要装更多的油量,这进一步加大了飞机的重量和阻力,最终让发动机不堪重负。



■F-15战斗机是美国研制的一款经典飞机,创造了很多重要的纪录。



■挂载反舰导弹,体积小得多的攻击机可以打沉一艘军舰,某种程度上意味着制空权越来越重要。

假如总体与气动完全和美国一样,那么为了和美国飞机抗衡,只能有两条路子。一条就是缩减设备种类降低设备性能,也可以得到合适的飞机。但是作为先进战斗机,除了飞行平台自身性能外,设备能力也极端重要,先进的雷达、显示控制处理、电子战系统都是不可或缺的,故意在这些关键作战设备上降档,这就是另类的自杀。后一条路子是,飞机缩减内油,这种情况下就会造成短腿战斗机,需要的飞机数量就会暴增,而且挂载武器能力也很弱,实际上来说也是死路。

如何从这个设备重-机体重-内油多-机体更重-油耗更高-发动机吃不消倒下的死亡螺旋中解脱出来,就成为当时苏联设计师的一个难点。而在仔细研究了美国F-15战斗机的出生过程中,F-X战斗机竞标的另外一种型号,即失败的北美公司NA335战斗机,则给了苏联更多的启示。

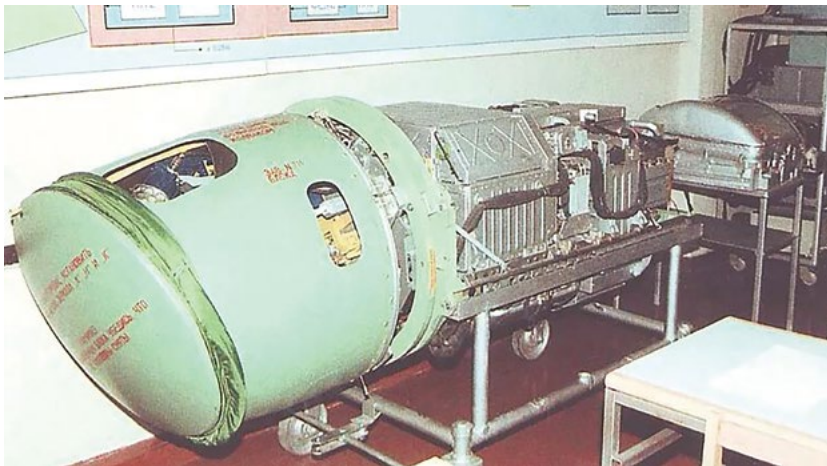
这款飞机最大的特点是飞机采用了前缘S型机翼,机翼和机身融合的非常好,而且采用了腹部外压进气,从技术上说比F-15更完美,机动性和航程都更佳,但是美国空军则选择了气动比较平庸的F-15。从NA335起步,外加苏霍伊设计局自己的研发经验,尤其是T-4MS超音速轰炸机的研究数据,最终得到一个惊人的结论:利用升力体设计,可以做到比F-15这种气动布局多1/3的优势。

F-X战斗机计划的巨大成功和微小疏失

美国人从1965年开始涉及越战,60年代开始的SR-71和XB-70的高空高速路线,在越战中被无情粉碎。航电武器先进的F-4经常被越南简陋的战斗机米格-17和米格-19战斗机的机炮追杀变成残骸,而且火控系统非常差的米格-21多次超音速袭击美国轰炸机攻击机战斗机编队,美国战机毫无

还手之力,这个情况极度刺激了美国设计师。甚至美国人喊出,利用先进材料发动机和航电山寨一款米格-21对付原版米格-21。

最终经过详细研究手头的米格-21战斗机,美国人终于认定这种飞机的设计优点在于轻巧,弱点则在于航电火控武器极度落后,而且载弹航程太短,不符合美国空军需求。所以,美国人需要吸取的教训是保持原有的航电武器先进性之外,也保证优秀的载重航程,尽量采用最新科技降低飞机重量和尺寸,提高格斗能力。



■苏-27的困境在于太糟糕的航电设备,尤其机头1吨重的3N001大雷达。



■竞争失败的北美公司NA335给苏霍伊设计局很大的启示

1968年美国空军发布了F-X战斗机计划的详细要求,就特别清晰的说明了这一点。要求的核心要求是新战斗机应该具有低翼载荷、高推重比,在0.9马赫速度附近具有良好的机动性能,这一点是为了应付近距离格斗,是三代机和二代机设计的根本区别。装备脉冲多普勒雷达,具有下视下射能力。足够的转场航程,只需很少空中加油自行部署到欧洲基地,最大飞行速度要求达到2.5马赫。单座构型,这一点和上一代F-4形成了鲜明的对比,F-4由于航电和武器操纵过于复杂,所

以采用了双座设计。空战重量要求不超过18144千克,以及其他一些和疲劳寿命、维护性、可视性、自启动能力等相关的要求。

最终经过多轮竞争后,对决双方就是F-15和NA335。让我们看看美国F-X双雄的基本情况。F-X最终对决是麦克唐纳公司的F-15对决北美公司的NA335,两种战斗机都采用了双发布局,最大速度都在2.5马赫。而且从航程和机动性来说,NA335的升力体设计还更占上风。从跨音速机动性来说,二者几乎持平,但是超音速则F-15要更好一些。最大的区别就是,NA335使用了S型前缘的大后掠翼,具备更好的升阻比,而F-15则有更好更强壮的机翼,展弦比比NA335小很多,风险更小,布局更常规一些。

在美国F-X战斗机项目中,除了追求跨音速格斗能力,和一定的超音速拦截敌机能力之外,对航程没有提出太高的要求,这也是升阻比大大优于F-15战斗机而NA335失败的原因之一。当然从美国空军的选择来说,打造了一款优秀的空优战斗机,这是巨大的成功。F-15在空战中无一失手,

造就了108:0的神话,这也是明证。从反面来说,F-15最大的疏忽在于过于追求格斗性能,采用先进材料和简化设计来提高推重比,内油比较少,而且航程比较短。这就给未来的发展造成了一定的隐患,后续F-15C、D和E型都加挂保形油箱就是很好的证明。F-15战斗机加挂保形油箱后,航程大大增加,但是对空战性能有不良影响,也是一个小小的瑕疵。而这么一个小小的瑕疵,就让苏联苏霍伊设计局很敏锐的抓住了。

F-X战斗机给苏联的启示,很清楚的指明了前进的方向。F-15和NA335迥然不同的气动设计,也给苏联设计师很大的启示。在苏联对这两种飞机的模型进行试验测试后,发现一个很明显的特点:NA335机翼构型升阻比远远比F-15大,同样的架构比F-15具有更高的载重能力,这就是一个极其明显的暗示。

T-4MS战略轰炸机的意外惊喜

1969年F-15战斗机夺得F-X计划,正式成为美国空军的三代机型号,让苏联非常紧张。苏联随即展开了针



■F-15赢了NA335,但是不代表所有性能都超越对手。

对F-15战斗机的项目,这个项目最终的结果就是苏-27战斗机。当然苏霍伊设计局负责新型战斗机的项目组,很神奇的遇到一位设计过超音速轰炸机的设计师,他就是T-4MS轰炸机的设计师萨莫伊洛维奇。

T-4MS是一款超音速轰炸机,但是机身设计非常具有新意,拥有一个扁平的梭子机身外加一对变后掠翼,四个发动机分成两个比较短的吊舱,悬挂在飞机的尾部,相互之间分得比较开。机身的横向截面和纵向截面都是最典型的机翼剖面,流线过度极其完美,阻力极其微小。虽然飞机重量和尺寸都相当大,但是计算和吹风结果都非常惊人,亚音速升阻比高达17.5,几乎可以和滑翔机、B-52、图-95这一类具备超级展弦比的亚音速轰炸机媲美,比苏联之前的图-22M和苏-24变后掠翼飞机指标提升太多。

作为一款超级轰炸机,T-4MS能飞3马赫,而且机身有前后两个巨大弹仓,可以装载最多24发导弹,最大载弹量45吨,最大航程14000千米,最大起飞重量只有170吨,这个数据轻松碾压图-160轰炸机的最大起飞重量275吨,最大速度2马赫。从这个角度来说,T-4MS轰炸机虽然半道下马,但是苏霍伊设计师深刻认识到了升力体设计的威力。最终苏-27战斗机身上学到了机身扁平,发动机拉开的设计特点。研制方结合NA335的S型边缘大展弦比后掠翼机翼,打造了苏-27战斗机基础的架构。

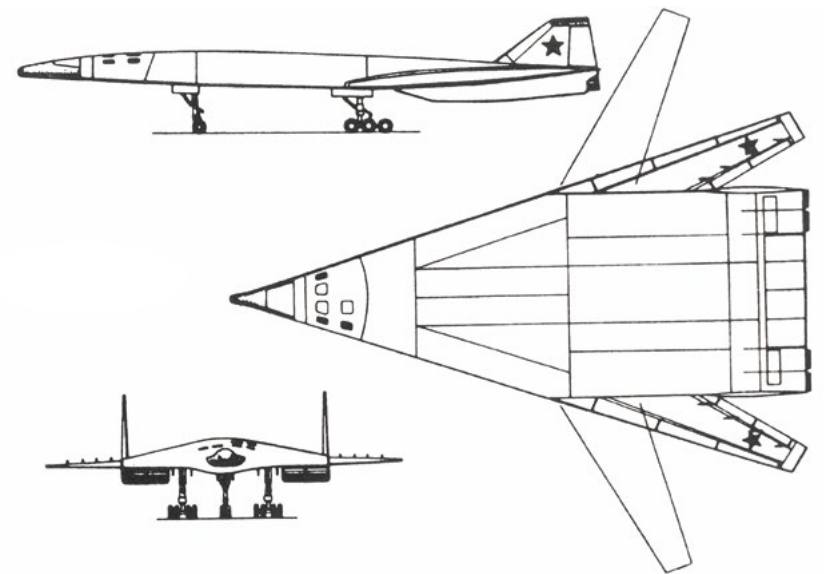
而且由于美国人在政治经济科技军事方面相对苏联巨大的优势,在军事武器研发上的任何一个新型号,都会引起苏联的恐慌和不安。最终的反应就是,苏联会找出其中的破绽,研发一款针对型号来破解美国的优势。于F-15战斗机来说,这一次也不例外。最终随着美国人不断公开F-15的各种研发信息,苏联也尝试使用F-15战

斗机的布局研发自己的先进战斗机型号,最终的结果就是苏-27和米格-29的雏形,非常类似F-15。

不过这种简单模仿美国战斗机设计,带来了巨大的弊端。最大的问题在于,采用类似的总体设计,飞机的发动机技术也不可能有太大的进展,最终飞机性能不可能超越美国。苏联在航空电子和设备技术的极度落后,类似美国性能的产品,几乎都超重2~5倍不等。而根据苏联专家的计算,设备超重1千克就会造成整个飞机系统超重8~9千克。苏联在航空电子设备技术上的极度落后在短时间内无力改变,所以跟随美国F-15战斗机的设计,最终结果就是要么飞机更重,要求更大推力更高性能的发动机,要么就是飞机设备性能低下,保证飞行性能。但是不管哪一条路,都是死路,不可能成功的,直接破产。

苏联从F-15的研究结果来看,完全仿制美国F-15架构失败在情理之中,最终的办法就必须重新找出路。而飞机设计师的最大贡献就在这里,也是设计师的基本功,这就是在气动布局上做文章,找到F-15战斗机的气动弱点,最终打赢这场战斗。

美国F-14和F-15战斗机分别在1969和1972年首飞,而且报刊杂志做了长篇累牍的报道,这给了苏联更多的启示。在研究F-15战斗机的同时,苏联也没有放松对F-14战斗机的研究。最终研究表明,F-14虽然是一款重型远程截击机,机动性不是太好,就依靠先进的航电和导弹作战,但是在气动设计上却有极其独到的优点,这就是两台发动机宽间距大机身升力体设计,外加变后掠翼。这种独特的设计,带来了F-14超强的能力:超音速性能超过F-15,飞机挂弹后能在两马赫条件下远程投射导弹攻击敌人超音速轰炸机,而航母甲板起降性能却远远超越F-4,降落速度非常低,



■胎死腹中的T-4MS让苏霍伊设计局首先感受到升力体设计的巨大优势



■F-14战斗机则从战斗机的角度进一步向俄罗斯人展示宽间距机身升力体设计的优点

后来的更小的F/A-18A家族都远远赶不上。

最让人吃惊的是F-14战斗机的独特载荷航程性能,虽机体接近19吨,而且内油只有7.3吨,但是航程却超级的好,挂载两个副油箱之后,航程达到3600千米,比F-15好很多,而F-15战斗机加挂保形油箱后比F-14还轻3~4吨。最终苏联研究后发现,F-14的气动布局收益中,几乎有3成左右是宽大的,发动机分离的机身提供的。而在传统飞机设计里面,机身几乎没有什么

升力贡献的,设计师就强调机身外形合理修型减小阻力。

实际上F-14同F-15相比还有很多,飞机机头粗大,航电设备众多,而且有相对不错的飞行性能,这就特别特别对苏联的胃口了。苏联的战机个头必须大,实际上从飞机设计类比起来,苏-27战斗机某种程度算是F-14战斗机的中等后掠角固定翼版本。当然,变后掠翼增重在1吨左右,而且控制系统过于复杂,苏联从米格-23到苏-24、图-22M以及图-160的尝试都表明了这

一点,一直搞不定,这种技术没法保证飞机在跨音速区域有足够好的机动性。

所以,和苏霍伊设计局自己的T-4MS轰炸机的变后掠翼一样,F-14的变后掠翼设计必须放弃,否则就得不到高机动飞机。从T-4MS轰炸机和F-14战斗机上,苏联学到了机身升力体,形成了发动机宽间距的升力体设计初步印象。

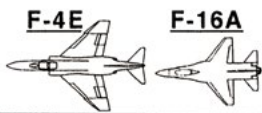
F-15带来的困惑和F-16的挑战

苏霍伊设计局在升力体上做了相当深入的研究,结果是最初出现的设计和最终的设计没有太多不同,大体就是NA335战斗机的机翼设计和F-14的机身发动机布局混合体。NA335战斗机的机翼虽然有高升阻比特性,但是有个极其明显的漏洞,飞机S型前缘是固定的,没有安装前缘襟翼。

F-16和F/A-18战斗机出现之后,这一点在苏霍伊设计局内引起了巨大的争议。原因很简单,苏霍伊设计局的专家认为,F-15没有前缘襟翼,飞行表现也无可挑剔,而NA335和T-10(苏-27战斗机的试验机代号)采用S型机翼前缘的样机,从升阻力来说远胜于F-15,为何还需要精益求精的继续改进?

F-16战斗机在三代机设计里面,气动可算是相当完美,翼身融合设计,外加S型边条配合梯形翼,以及电传操纵,严格控制机身尺寸以及装备大推力单台涡扇发动机,使得飞机具备极小的阻力,虽然飞机个头很小,但是航程并不短,而且在跨音速机动的时候,边条翼和前缘机动襟翼的组合则打造了无与伦比的强悍机动性,F-15战斗机都很难赢。

由于苏霍伊T-10战斗机不断的研制进展发现更严重的问题,即原定的航电设备重量1.2吨不断上涨。原先的升力体设计优势在巨大的超重面前力



湿面积		2063	1405	68%
巡航	阻力: 单位磅	5023 (2.43)	2514 (1.13)	50% (47%)
	每小时油耗	5488	1588	29%
空战 5g @ M=.9/30K	阻力: 磅	74,446	14,676	20%
	单位能量损失	-1243	-138	11%
	油耗	42,180	25,780	61%

■F-16战斗机的设计充分说明了,飞机设计不是越大越好,越大越强,在某些时候设计更轻更小,反而可以做到更强悍。

不从心,几乎被完全抵消。在这种情况下,苏霍伊设计局总师西蒙诺夫别无选择。从美国公布的F-16和F/A-18的设计资料来看,外加苏联的经验,苏霍伊设计局同时进行的苏-25和苏-24,都有类似的前缘襟翼设计,从设计来说不是问题,就是增加一个随着速度和迎角的随动功能而已。但电子设备的超标,造成了很大的麻烦。

苏霍伊设计局还是依然跟随F-16,采用了跟随飞行状态随动的前缘机动襟翼,使得飞机的有效攻角范围在常用区域扩大了5~7度。飞机过载明显增大,而且低空低速性能,起降性能都得到了不小的改善,这也是苏-27成功之处。

能省就省的电传操纵设计

由于欧美在20世纪60年代开始电传操纵系统的研究,苏联也紧紧跟随。苏霍伊设计局第一款采用电传操纵设计的飞机是三倍音速轰炸机T-4,没有进行几次飞行就取消项目。因此,苏霍伊设计局没有得到太过于深入的体验,这在后续T-10和T-10S的试飞

中尝尽了苦头,多架飞机坠毁,飞行员伤亡。苏联为了降低风险,就在收益最大的俯仰通道采用电传操纵而且带了机械备份,而航向则继续采用机械操纵也是苏联对新技术一个比较谨慎的做法,但俯仰能搞定,横向更没问题。

对于飞机采用电传操纵,有个先决条件,最好配合放宽静稳定度设计。常规布局飞机一般静稳定度要低不少,而鸭式布局飞机则可以获取更高的收益,由于苏联雷达技术过于糟糕,使得原定650千克的雷达,加重到了980千克,最终造成了重心过于前移最终静稳定度几乎为0,收益不是很大,是个很大的遗憾。

从简单追求高空高速战斗机,到注重跨音速格斗的F-X战斗机方案出台,美国人前后花了近10年时间,而苏联在苏-27战斗机研发上则花了更多的时间。虽然时间更长,主要的原因是,技术储备严重不足,电传操纵、新型雷达、新型导弹,边条翼升力体设计等等全部都是新手。实际上,苏联是部件技术研发和整机技术同时进行,最

终造成了比F-15长太多的时间。

当然在T-10样机转向T-10S样机最初成为苏-27战斗机,苏霍伊设计的方向还是很明确的。对于这种飞机来说,主要有两个要求,一个是要求飞机具备最高的高亚音速升阻比,另外一个是要降低激波阻力,前者打造飞机的优秀巡航性能以及载荷能力,后者则保持一定的高速性能,高速拦截敌机。不管是战斗机还是轰炸机,速度和高度在防空作战中是一个重要的需求。

为了实现这两个要求,设计师的实现手段主要有三个。一个是尽量降低飞机的迎风面积,一个是调整飞机的截面分布,使得飞机的分布更加合理降低阻力,最后一个就是使用一切可能的设计、工艺、材料等手段减重,不管是飞机结构还是机上设备比如雷达,电子战,干扰机等等,以及火炮导弹都如此。苏-27战斗机长达17年的研发,做的工作核心主线几乎就是这些,这也是苏-27成功的最大秘籍。

艰难的蜕变历程

从T-10技术样机到T-10S样机,到最终苏-27定型,走过了太多的艰辛,几乎是创下全世界研发战斗机之最。T-10样机数量高达45架,这些都是单座战斗机,而且还不包括双座改型T-10U、T-10PU、苏-27UB,以及苏-30和舰载机试验机的T-10K,老苏-35的前身T-10M,苏-34的验证机T-10V,全部加起来近百架战斗机。其中4架做强度实验毁损,而飞行试验机毁人亡,起火等等也频繁发生,这也是世界罕见的。世界各国新战斗机研发,样机数量大多在10架之内,极少如此庞大,这是苏联技术积累差,也是苏联精益求精追求卓越的表现。

单纯从强度设计来说,全世界公认的方法都是按照100%载荷设计,然后直接做强度实验,哪里不合格做

点加强就完事。但是苏联强度设计计算能力特别差,就采用了很麻烦的办法,飞机强度按照90%来设计,依次做实验,一点点补强,这种设计非常费时间,耗费财力物力。而单纯的航电武器实验飞机,就远远超过5架,也是因为苏联缺乏经验,不断优化不断修改设计。

在飞行试验上,发生事故也非常频繁,多架飞机因为强度不足以及飞控系统问题机毁人亡的,也有飞行员

粗心大意耗光油量坠机的,而西蒙诺夫这个最后接收的总师总是追求极致性能,最终也导致了大量时间的拖延。从苏联航空史上来说,很少有一款飞机做到了无限次排列组合尝试,当然苏-27很幸运的做到了,因为经费足够。举个简单例子,为了得到最佳座舱盖开启设计,苏霍伊设计局尝试了所有可能的设计样式,比如整体盖子后开样式,侧开样式,前后滑动样式,和最常见的前后分离后开样式。



■F-16在边条翼前缘襟翼和电传操纵上可算三代机祖师,试飞也遭受了极大的困难。



■博采众家之长是苏-27成功的根本,起落架设计的反复就说明了这一点。

起落架也是如此,最初采用自己的办法,后来学习米格-29的设计经验,后来发现美国F-14战斗机的下位锁设计最巧妙。所有这些,虽然有依靠外部信息的成分,但是自己的努力认真分析计算试验确实一点功夫都不可缺少的,这种对于任何部件都精雕细琢铸造了苏-27史无前例的成功,也让苏霍伊设计局,用一款战斗机研发的机会,几乎拿到了整个战斗机设计数据库!飞机任何一个部件,任何一个系统,任何一部分,几乎没有一次通过的,都经过几次几十次的修改。

这一点就是苏-27成功的最大要点:勤能补拙,技术水平差,就认真多做实验。美国人把实验提前做,大海捞针一般,到战斗机项目开始后,就比较轻松。而苏联在三代机技术积累上相对比较薄弱,最终造成了单项技术研发,和飞机整机研发几乎同时进行,这也造就了苏-27众多的试验机,几乎3倍于F-15战斗机的研发周期。对抗的时效性也因此差了很多,F-15战斗机从1974年就开始批量生产,苏-27战斗机从1985年才小批量生产,而且带了不少比较大的问题。性能比较稳定的批次,几乎都到1990年以后,这时候美国的ATF隐身战斗机已开始竞标了。

这是苏-27路线的成功之道。对于技术落后国家,积累差,投资力度小,如何开发适合自己的战斗机对抗强敌,就是一个极其艰难的话题。发动机性能、航空材料水平、航空电子技术、机载武器等方面全部积累起来,就给美国以外的国家一个严重的挑战。发动机、材料、设备、武器都比美国差,假如采用和美国飞机类似的气动和总体设计,最终就是死路一条。苏联找到了升力体设计这一法宝,外加边条翼和前缘襟翼配合放宽静稳定度的电传飞控系统,最终保证了空重比F-15高几乎40%的情况下,有类似稍低一点



■歼-10战斗机开创了中国鸭式布局时代,但是设计有点原始。

的性能,圆满完成了对抗任务。也就是说,发动机不行设备不行就必须在气动上有创新!

苏-57战斗机的失败

中俄是友好邻邦,某些时候也是难兄难弟,都要面对强悍的空战霸王美国战斗机的挑战。苏联在三代机苏-27完成了满分答卷,这也变相助长了其设计师的骄傲自满情绪。苏联或俄罗斯专家到中国多次讲课,一开口就是:我们苏-27战斗机是全世界最完美的气动设计。

苏-27设计确实经典,但是也建立在认真对美国F-14、F-15、F-16和NA335战斗机进行模拟,计算分析,一轮又一轮的实验,将对手的位置放的极高,而将自己的位置放的极低,多次上调F-15战斗机的计算性能就是例证,一次又一次修改设计目标。但是在四代机苏-57上,则犯了一个极度藐视敌人的错误,对美国人公布的所有隐身技术资料,采用一种很鄙视,很马虎的态度对待。他们做实验的结果,和美国人公布的雷达反射截面,差距百倍。而且1999年F-117在南斯拉夫战争中遭到老旧萨姆-3导弹击落,这也助长了俄罗斯的自大,最终在隐身设

计上一塌糊涂。30年的周期,苏/俄战斗机沉沦到底。

歼-20艰难的超越历程

也是一个很奇怪的轮回,苏联倒了,中国起来了。从中国开始研发歼-20之初,就面临一个比苏联研发苏-27对付F-15更艰难的选择,苏联比美国人大体差距10年左右的时间,1985年出来的苏-27战斗机和1975年批量生产的F-15战斗机水平类似。而中国2007年开始研发歼-20的时候,自主研发的三代机歼-10才刚刚批量生产3年。这个时候中国通过歼-7试验机和各种隐身实验,外加对F-117和F-22的模型吹风实验,模型隐身实验,基本掌握了隐身的设计和实验方法,而且提前多年做了隐身结构材料和隐身涂料的研发。

中国手里的牌,真的不多:电传飞控技术有,鸭式布局有,发动机一直没有,国产太行发动机一直因为可靠性问题长期拖延,唯一可靠的渠道就是进口苏联的AL-31F发动机作为试飞用机。大家都知道鸭式布局是全世界提高升力升阻比减低重量提高机动性最高的设计方法,从上世纪80年代全世界就开始大量研制鸭式布局飞机,

中国的歼-10战斗机,以色列的LAVI战斗机,法国的“阵风”战斗机,英德的“台风”战斗机,瑞典的“鹰狮”战斗机,都证明了鸭式布局的优越性。

中国两大战斗机设计豪门是沈阳飞机设计研究所和成都飞机设计研究所,前者的主要设计都集中在常规布局上,比如歼-8战斗机和歼-11战斗机,FC-31“鹞鹰”战斗机。而后者则比较复杂,常规布局也有,鸭式布局也有,比如常规布局有类似美国F-16战斗机采用电传飞控设计的边条翼外加梯形翼“枭龙”战斗机,而鸭式布局就是歼-10战斗机和歼-20战斗机。

从性能来说歼-10比“枭龙”战斗机强,但是成都飞机研究所对于升力体设计没有认识。直到苏-27战斗机1992年飞到中国服役,1995年开始中国引进苏联苏-27生产线,几乎全套资料报告都有,最终苏-27设计核心思路,终于才有所掌握。从这个时候,成都飞机研究所面对美国F-22的强大压力之下,除了鸭翼布局之外,又多了一手,这就是苏-27战斗机成功实践的升力体设计。就是这么两手,使得歼-20比F-22具有更高的升阻比,更好的超音速性能(安装原始设计16吨推力涡扇-15),实际上完成了类似的完美超越。

将传统飞机设计,即机身和机翼分开,单发机身是圆锥形向后过度变成圆柱形收尾,双发机身是机头圆锥扩大到进气道部位变成方形机身,在机翼机身连接部位截面积最大,向后慢慢缩减尺寸过度变成2个圆柱喷口或者方形喷口。在传统设计里面,机身几乎是不产生升力的,除了容纳乘员、燃油、起落架、设备等等之外,只有增加阻力的作用,而几乎没有提供升力的作用。升力体设计,就是将传统的机身截面认真修型,使得机身任何一条从前到后的流线,都符合机翼造型,这就是所说的升力体。最最完美的升力

体就是飞翼,整个机身就是一个大机翼,比如美国B-2轰炸机和A-12攻击机。

就是这么一点点的认识改变了苏-27的命运,最终在所有技术基础、发动机、材料、经验积累都不如美国的前提下,苏联实现了完美翻盘。大体来说就是依靠机身升力体设计,苏-27战斗机比F-15实现了亚音速升阻比超过1/3,这就是飞机做大了反而指标不急剧降低的奥秘所在。

而鸭式布局简单来说就是平尾放在机翼前面的布局,本来不是一个新东西,世界上第一架飞机,莱特兄弟发

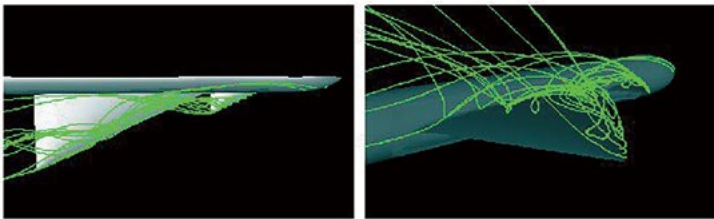
明的飞行者一号就是鸭式布局。为什么过了70多年才有人重新使用,最大的问题就是鸭式布局飞机过于灵活,稳定性不足,飞行员太难操作,而常规布局平尾在机翼之后,天生稳定性好,所以受到设计师和飞行员的强大而热烈的欢迎。鸭式布局的特点就是操纵面在主升力面之前,这种布局有两个特色,一个是阻力相对小,一个是鸭翼和机翼涡流耦合可以产生很大的升力,大大提高了飞机性能,降低了飞机重量。

鸭式布局主要分成两种,一种耦合作用强烈的,有的称为近距离耦合,

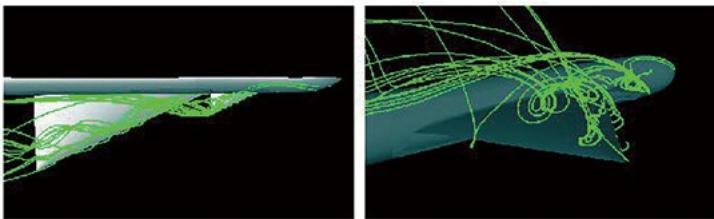


■升力体设计从原理上来说很简单,就是机身纵向剖面设计成上鼓下平的机翼形状。

湍流



层流



■鸭式布局的最大收益来自鸭翼和机翼涡流相互影响



■通过采用鸭翼设计,法国“阵风”战斗机的性能要超过现在很多的三代机。



■瑞典“鹰狮”战斗机也采用鸭翼设计,使用的是近距离耦合。

比如歼-10战斗机和“鹰狮”战斗机等都是这一类。一种是没有耦合或者耦合作用很弱的,有的称为远距耦合,比如欧洲的“台风”战斗机,鸭翼和机翼距离很远,几乎对主机翼没有多少耦合作用,鸭翼放的极其靠前主要作为操纵面使用。由于鸭式布局的涡流增强能极大程度提高性能,所以全世界大部分国家都热衷于追求提高耦合性能,鸭式布局的近距离耦合现象,即当前翼和机翼接近到一定距离后,两者产生相互间稳定和有利的干扰,形成强而有力的附着涡流,产生巨大的升力增益。

机翼向前运动时,推动了前方的空气,一部分空气被挤压上下分开从机翼的上下表面流过,另一部分被机

翼向前推动,这部分向前推动的空气会反向绕过前翼,这种现象叫做上洗。上洗会增加前翼的真实迎角,让前翼容易出现上翼面卷积涡和翼后缘脱体涡,前翼产生的涡,和流经前翼速度有所降低的下洗流冲洗机翼上表面,能够增加机翼的升力,同时延迟机翼卷积涡破裂和脱离附着的迎角。鸭式布局能够改善飞机的升力斜率,能够提高飞机的升力和升阻比,能够让飞机获得更大的可用迎角范围,还能让飞机拥有大迎角性能。

所以鸭式布局可算是一个点金术,可以让发动机技术落后的国家,做出远超发动机水平的高性能飞机,这就是中国不断推出鸭式布局战斗机,从歼-10到歼-20。而瑞典,法国也是如

此。不仅仅是全动鸭翼,固定鸭翼效果也非常惊人,法国在20世纪70年代用固定小鸭翼改进“幻影”战斗机时,超小面积的小翼可以提高盘旋性能15%以上,起降性能提高了20%。

对于三代机设计常用是边条翼布局,鸭翼拥有极大的优越性。比如法国“阵风”战斗机和美国F/A-18C大黄蜂战斗机,从外形来说“阵风”战斗机更紧凑小巧,从发动机推力和飞机重量两种战机近似,都是9吨左右的空重,发动机总推力在15吨左右。但是最终“阵风”几乎在所有方面都完全碾压“大黄蜂”战斗机,加速、爬升、盘旋、超音速、载荷、航程都是如此。“阵风”这个例子完美的说明了鸭式布局的巨大威力,也让中国设计师看清了前进的方向。

歼-20的边条鸭式布局进化

歼-10战斗机设计采用了比较大尺寸的鸭翼和大面积的主机翼,飞机采用类似F-16的腹部进气道,不过进气道形状采用外压斜板,可以飞到2.2马赫以上,比F-16的2马赫更快一些。歼-10战斗机的大型鸭翼,作为俯仰控制面,同时也作为近距离耦合涡流发生器,鸭式布局和边条翼常规布局相比,鸭翼能在机动时提供大约前翼8倍的升力增量,而边条翼则最多能提供整个机翼一倍的升力。因此,前翼面积达到机翼的12.5%以上就能获得比边条翼更大的收益,实际上鸭式飞机在飞机机动飞行需要的最大的角度4~15度这段范围时,前翼上偏,前翼本身产生的升力和上偏提前产生脱体涡,就能让机翼升力产生更大的增幅,所以8%机翼面积的前翼就能达到边条翼相似的效果。

中国从1970年代就开始国产抬式飞机验证,到歼-9战斗机项目,再到最终2004年歼-10战斗机成功批量生产,几乎跨越了30年的时间。这么漫



■在机动性能方面,美国F-35战斗机没有歼-20强。



■由于苏霍伊的傲慢,最终导致苏-57战斗机很不理想。

长的时间,中国的设计师终于知道如何设计鸭式飞机,如何用电传操纵系统配合精心设计的参数攻克鸭式飞机过度灵敏过度狂暴的特性,最终在歼-10和歼-11近距空战中,歼-10战斗机多年大比分抢先击落对方。这也是歼-10获得大量订单的很好理由。

当然从技术成熟度来看,歼-10

战斗机的鸭式布局设计的不够精细,主要体现在鸭翼面积过大,增升作用过强,带来了巨大的阻力,而且在比较大的迎角下,状态也不是很稳定,这使得飞机的性能受到不小影响。在认真研究了“阵风”战斗机和美国某些鸭式布局战斗机设计方案后,中国设计师也开始把边条加入到鸭式布局中来。

最终的结论就是,边条放在鸭翼和主机翼之间效果比较好,这个设计可以结合边条对机翼增升减阻的优势,同时还能发挥鸭式布局的增升和控制的效能,强中加强。

从某种角度来说,歼-20的气动设计核心元素是,歼-20=歼-10+苏-27。传统鸭式布局设计的外形特点是鸭翼都必须高于主机翼,造成了很难使用升力体设计,随着中国设计师的进一步思考,如果将鸭翼和主机翼以及边条放在一个平面布置的话,机身就可以布置成升力体样式。而且鸭翼边条和主机翼虽然在同一个平面布局,经过精心选择参数,鸭翼的增升有所削弱,但是通过机身升力体设计和鸭翼边条机翼的有利干扰,最终飞机总的升力效果还是远远超过原始的不采用升力体设计的鸭式布局设计,俗称的第一版,歼-10战斗机这种样式。

歼-20鸭式边条升力体设计,优异的升力特性不仅仅来自鸭翼边条和机翼脱体涡之间的侧向耦合,而且与左右脱体涡系的有利干扰有关,正是后者在机身上诱导出可观的升力,所以为整机升力特性改善作出了巨大贡献,脱体涡系作用主要集中在机翼内段和机身上表面,大迎角下升力也主要在此区域产生。歼-20战斗机由于是隐身飞机,机头采取楔形具有尖锐侧边缘的截面形状,这种机头侧面投影面积小,而且可以在固定位置产生稳定的脱体涡,对大迎角下的偏航稳定性很有利。

对于普通飞机起来说,小展弦比大后掠机翼超音速阻力很小,但是低速最大升力特性差,跨音速升阻比特性也不好,需要比较大的迎角,带来了巨大的阻力。但是歼20机翼采用了极少的机翼展弦比参数,由于采用升力体边条鸭式布局,最大升力系数不但不减低,反而增加不少,而且采用小展弦比机翼,飞机机翼刚度好,重量轻,

超音速阻力小,低速最大升力好,跨音速升阻比也很好。

在中国歼-20飞机上,为了减重和隐身,采用了超音速蚌式固定无隔板进气道。这种进气道无可动部件,看起来就是进气道前方多了一个馒头形状的鼓包,在美国F-35上首次采用。经过实验证明,该设计隐身效能好,而且对于歼-20这一类大型战斗机能减轻200千克以上重量,还有对于进气气流质量容忍度高,进气道不容易发生喘振。歼-20战斗机采用升力体边条鸭式布局,纵向不稳定,而且在偏航方向也放宽了静稳定度,为此减小了垂尾面积,超音速阻力极小,大迎角升力特性好,大迎角飞行稳定,控制灵活,隐身效能也不错,最大升力系数从F-22的1.8跃升到2.3。

结论

苏-27战斗机采用边条翼和升力体设计出奇制胜,而中国歼-10战斗机就拿到了鸭式布局的好处。我国设计师在歼-20身上则吸取了苏-27战斗机的所有优点,同时集中了升力体、鸭翼、和边条设计,并结合F-22、F-117和F-35的隐身设计技术,得到了一个极佳的远程隐身对空对地对海攻击平台,而且机动性和敏捷性都相当好,相比F-22和F-35都有相当的独特优势。

对于F-22来说,歼-20航程很远。对于F-35来说,歼-20机动性好,超音速性能尤其突出,而航电水平差距不大。这两种情况这是美国人万万没想到的。当然美国人各项基础太过于雄厚,使用常规布局可以做到的,就没有必要再费劲在气动上努力。中国歼-20和苏联的苏-27一样不容易,中国人花了30年左右的时间搞清楚了鸭式布局的原理和设计,另外花了20年多的时间搞清楚了边条翼设计和隐身飞机设计。对于鸭式布局的巨大气动优势

看的很清楚,在鸭式布局上咬定不放松,另外参考外国的设计方案,最终完成了超越。可以说,也是非常艰难的精益求精,不断否定自我的历程。

战斗机向来是高科技高技术顶

尖产品,中国从70年代的抬式飞机到2010年后的歼-20战斗机,前后经历了近40年。可以说,这一项巨大的成功都有无数人艰辛的努力,和长久的等待。✈️(编辑/车福德)



■美国F-22战斗机在发动机和航电设备上的巨大优势上采用了较为常规的气动布局,飞机设计过于紧凑导致限制了潜力发挥。



■歼-20战斗机在追求完美的隐身和优秀的气动设计做了太多的努力

2018年露面的中国新型核潜艇

中国核潜艇对美 达到战略平衡尚需时日

文|Blackwins

最近,国内转载了美国《外交学者》网站发布的题为《在可预见的未来,为何中国战略核潜艇还是比不上美国》的文章,引起了不小的反响。文章的中心思想如其标题,大意是说在可预见的未来,美国在战略核潜艇领域都拥有技术优势和地理优势,由此保持对中国的威慑力。中国要打破现在的劣势局面,发展到与美国形成新的水下平衡,那是很久很久以后的事。换言之,美国海军现在的潜艇力量,对压制中国海军已经足够,这也是美国外交界的代表性看法。那么事实究竟如何呢?

什么是水下平衡?

水下平衡其实是海上力量平衡的一个分支。潜艇在20世纪是最重要的海军新锐兵器之一,它和飞机、航天器一样,为海战扩展了垂直维度,同时也造成了传统海军“海岸线原则”的淡化。水下作战可以认为主要就是潜艇战,但不过现在可能扩展到了海床站领域。但不同的国家使用潜艇的方式是不同的,也以不同的方式构建自己的反潜战体系。这些变化本质上又是基于各国的经济政策、技术技能、财政资源和地理

等因素。

对于拥有弹道导弹核潜艇的核大国,水下平衡升级为水下核平衡,是该国核战略的一部分。一国能在海上获得多大的战略优势、能够保证多大的优势区域,在某种程度上能决定该国的核战略。我们设想一个极端的情况,那就是一个核国家如果海上力量完全被潜在对手压制,那么即使该国有足够的核技术和弹道导弹技术,海基核力量对该国来说也是不存在的。这样的国家不可能、不需要、也没必要建设什么海基的弹道导弹发射平台,除非其

海上力量建设能够达到一个新的高度。当今朝鲜的核形势可能就跟这个状况差不多。

美国现在念念不忘的冷战时期水下平衡,就是美国在与苏联海军的技术竞赛、一线对峙中,逐渐达成的水下核平衡。这个平衡状态大体上是美国占据优势,但苏联海军有其基本盘,双方在一定时期内保持稳定,美国没能进一步扩大优势,苏联也没能翻身反超,但基本上能够支持苏联的核战略在海洋方向有一定的发展。

受制于自身的特殊自然条件,

苏联海军的几大舰队被大陆和冰盖截成几段而难以互相支援,这一地理劣势从沙俄时代就存在,发展到核时代,苏联海军的水下作战仍然受到这个劣势的约束。另一方面,作为后发的工业国家,苏联在造船、动力、材料、反应堆等方面的技术都与美国或多或少存在差距,这是影响苏联水下作战和水下核平衡作战的第二个因素。

从弹道导弹核潜艇的最佳使用方式出发,苏联海军的主要作战思路就是确保海军拥有二次核打击的能力,即在大规模核战争爆发时,苏联的弹道导弹核潜艇要确保能在第一波核打击中生存下来,并且具备有效的指挥体系或作战流程,在高层的指挥指挥下发动核反击或是按照预定程序自动核反击。为了保证这些弹道导弹核潜艇的安全,苏联打造了两块“堡垒水域”:鄂霍次克海以及巴伦支海,这也是苏联海军的后院和完全的禁地。

这些能发射带有核弹头的战略导弹核潜艇无疑是美国和北约的心头之刺。尤其是在参众两院能直接决定国家战略规划的美国,议员们无法忍受与苏联同归于尽的“狗屁战略”,哪怕是少数几颗漏网之鱼落在美国的土地上也行,因而态度明确地要求美国海空军尽最大可能消除苏联的核威胁,有条件要上,没条件也要上。从20世纪60年代开始,美国海军极具侵略性的水下核战略,以及空军从70年代末开始提出的星球大战计划,就是在这—政治方略的指引下,将技术的潜力强行发挥到极限而诞生的项目。只不过,前者虽然付诸实施了,但严格来说未能完全达到目的;后者则还在蓝图上的时候,冷战就结束了。

在美国海军的计划里,对抗苏联弹道导弹核潜艇的主要力量是其高

性能的攻击型核潜艇。美国建造的攻击型核潜艇在静音性、声呐性能、火控系统性能、通信能力、鱼雷性能方面对苏联有较大的优势,苏联攻击型核潜艇在最高航速、最大潜深和抗损性方面占优。因而美国核潜艇可尝试突入堡垒水域,进行前方情报收集、攻势反潜等主动性很强的任务。此外,作为第二功能,从80年代末开始,美国的攻击型核潜艇还可安装“战斧”巡航导弹,在对付苏联时主要使用携带核弹头的“战斧”,用于对陆地固定目标进行攻击。这样,美国攻击型核潜艇即可主动深入“狼穴”——堡垒水域,猎杀苏联弹道导弹核潜艇,又可发射远程巡航导弹(深入狼穴的时候离苏

联陆地也不远了),拔掉苏联一部分部署在陆地上的弹道导弹发射井、发射车,实在是居家旅行杀人灭口之利器,应该能博得国会的青睐。

当然,水下核战略更重要的是海军的反潜体系。在这方面,美国海军予以了相当的重视。从20世纪50年代开始,美国便开始研制部署SOSUS系统,这套系统到20世纪80年代,一直是对苏联核潜艇非常有效的探测装置。

美国能部署SOSUS系统得益于自身的地理优势。在苏联北方舰队方向,美国可以利用格陵兰和冰岛(之间的水域宽度相对较窄)以及冰岛和英国之间的水道。在苏联太平洋舰队方向,美国可以利用日



■美国“长尾鲨”号核潜艇,在冷战的高峰时期,美苏核潜艇技术竞赛非常激烈。



■苏联弹道导弹核潜艇的巅峰之作——“台风”级



■北极破冰上浮的苏联“德尔塔”级弹道导弹核潜艇。



■“阿库拉”级核潜艇曾经使美国的水下核战略出现了一定的危机,但最后美国通过反潜技术革新使一切重新回到初始状态。

本北方岛屿,以及日-韩对马海峡布设SOSUS系统。20世纪50年代,苏联海军仍以柴电潜艇为主的时代,美国可以保证苏联潜艇在以8节的速度通过这些水道的时候,就被SOSUS系统探测到。此后苏联核潜艇服役并不断改善静音性能,但SOSUS系统自身也在升级,一直保持着对苏联主流潜艇的探测优势。

SOSUS阵列在上述水道的主轴线上部署,并通过铜质电缆连接到岸边,持续监测整个海域。从50年代到80年代初,美国确保了苏联第一代,第二代和第三代攻击型核潜艇无法躲过SOSUS的探测,直到20世纪80年代初“阿库拉”级攻击型核潜

艇服役。

在“阿库拉”级服役后,美国海军发现SOSUS无法可靠地检测到“阿库拉”级,这意味着SOSUS网络有可能出现漏洞,这催生了FDS。FDS以加强的阵列和新型传感器为标志,使用了1000个无源传感器来补上因“阿库拉”级服役出现的漏洞。该阵列不依赖于深水声道等深水传播路径,而是使用可靠的声学路径(RAP)或直接垂直从海底传感器到地面的路径。每个RAP传感器覆盖海中的一个锥体区域,通电缆升级为光纤电缆则扩大了部署距离和部署深度。

FDS服役后,苏联用新一代核潜

艇“越狱”的可能性被排除,苏联的攻击型核潜艇、弹道导弹核潜艇又一次被关在了堡垒水域内。但与此同时,美国海军试图依仗新一代的“洛杉矶”级攻击型核潜艇来冲进堡垒水域、在苏联弹道导弹核潜艇决定发射导弹之前就找到并摧毁它们的目的也没有完全达到。“洛杉矶”级服役的同时,苏联新一代攻击型核潜艇也服役了,并且还伴随着新投入现役的“基辅”级中型航母。该航母以反潜为第一作战任务,甚至其搭载的雅克-38固定翼战斗机,也被认为主要作战目的是拦截北约的反潜机。苏联反潜力量的增强,使得美国攻击型核潜艇闯入堡垒水域仍然是非常危险的。当美国正在研制下一代的“海狼”级攻击型核潜艇的时候,冷战结束了。

在冷战结束前的最后一刻,美苏水下和对抗的态势仍然是:一方“越狱”尚未成功,另一方也不敢贸然闯进堡垒水域大开杀戒,双方继续在这个位置保持平衡。

中国没有堡垒水域

堡垒水域,又称“堡垒区”,即冷战时期苏联构建的战略导弹核潜艇值班水域。在日语中它甚至被夸张地翻译成“圣域”,大概是想突出这个区域的重要性,以及堡垒中所隐藏的武器那令人惊讶的巨大威力。

不少人觉得,中国或许可以借鉴冷战时期苏联建设堡垒水域的经验,在核潜艇技术和反潜体系建设尚不如美国的情况下,或许可以选择中国近海的一个区域,将其营建成为中国的堡垒水域,使在这个区域巡航的弹道导弹核潜艇获得相对安全的态势,能在核战争的第一回合中幸存下来,成为中国二次核打击力量的中坚。一些热心的军事爱好者甚至在地图上圈出了中国南



■北极厚厚的冰层是苏联堡垒水域的天然屏障



■在浓雾中,一艘“台风”级抵达巴伦支海附近的军港

海,认为这应该是中国弹道导弹核潜艇堡垒水域的理想地点。

那么事实究竟如何呢?在回答这个问题之前,笔者认为,应当先对堡垒海域的具体指标、来龙去脉阐述清楚。苏联在冷战时期,经过反复的论证和推演,认为建成适合建设成为弹道导弹核潜艇堡垒的海域需要满足三个条件:

- 1、己方力量可在此占据优势;
- 2、是一个半开放海域;
- 3、具有相当的水深。

第一点很好理解。“堡垒区”是力量处于弱势时的保守战略,当预设战场在靠近本土的区域时,可获得额外的力量支援:从岸基起飞的战斗机、攻击机、预警机可维持海域上空的制空权;反潜机可增加反潜探测和攻击潜艇的能力;此外大量没

有远海作战能力的轻护舰、猎潜艇也可以在此海域进行作战。所谓强龙不压地头蛇,在远海力量处于劣势的时候,在家门口就有可能反转为力量优势。总之,面对敌人强大的海上反潜兵力,我们出不去,但在堡垒海域中你们打不进来,而我方的弹道导弹核潜艇凭借远射程的潜射弹道导弹,倒也能打得着。

在堡垒区内,必须具备足够的力量优势,依托岸基优势,能够在平时驱逐敌方侦察机和攻击型核潜艇的骚扰、在战时抵御敌方反潜力量的逼近甚至核武器打击。为了平时战时都能“御敌于国门之外”,需要在堡垒区部署强大的海空兵力,保障高强度的战备,做到“万无一失”。

第二点是半开放水域。海上堡垒区的构筑应当依托半开放水域,有

若干岛屿作为支撑点,方便航空兵和水面舰艇的运作。开放水域防御的难度相比半开放水域会呈几何状增加。但同时堡垒海域也不能是里海、黑海这样的全封闭水域。因为在必要的时候,弹道导弹核潜艇仍有可能深入大洋进行巡航或是特殊作战,水域过于封闭不利于潜艇隐蔽出击。同时会增加核武器打击的破坏程度。况且,全封闭水域一般来说深藏在大陆之中,在这里部署弹道导弹核潜艇,往往对潜艇搭载的潜射弹道导弹射程指标要求过高。

相当的水深既是弹道导弹核潜艇发射导弹的必要要求,也是保证弹道导弹核潜艇生存的基本条件。潜射弹道导弹发射时,几十吨重的导弹在火药气体或压缩空气的推动下弹出艇体,反作用力会使潜艇本身有较为明显的下沉,而后由于海水注入空的导弹井,又会使得弹道导弹核潜艇出现一个先升后降的运动过程。平衡水舱或舵面进行深度回位都需要时间,在这段时间里,潜艇有可能下沉一段距离。因此,水深过浅的海区是无法让弹道导弹核潜艇安全进行导弹的水下发射的。此外,美苏在进行深海、海床核试验的过程中发现了“凡多恩效应”,即利用大当量核武器爆炸制造人为海啸的可能性。核武器水下爆炸形成的高能震荡在深水中传递时的衰竭很小,在近海水深急剧下降的时候才会爆发出来,如果堡垒区水深过浅,远海核爆炸形成的震荡会在近海形成大海啸,把宝贵的弹道导弹核潜艇像靠港民船一样拍上岸。

以苏联北方舰队所在的巴伦支海堡垒区为例,首先巴伦支海堡垒区位于北极圈附近,此处苏联国土及海岸线有一个明显的凹陷。堡垒区的南侧是亚欧大陆,西侧是伸出大陆的狭长半岛,北侧看似开放实



■巴伦支海堡垒水域距离美国本土只有7000多千米,非常适合在此部署弹道导弹核潜艇。

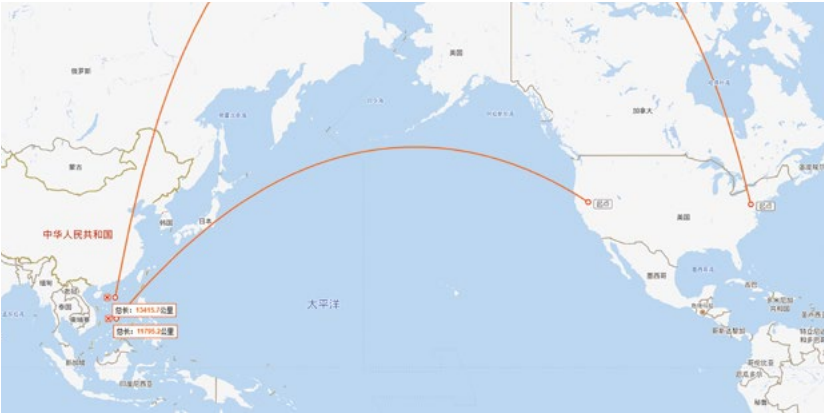
际上是北冰洋的永久冰层,水面舰艇无法通航,核潜艇水下长距离潜航也困难重重。因此巴伦支海堡垒区是一个只有西向开口的半封闭海域,又处于苏联北方舰队主要海军基地附近,是在苏联绝对的军事力量保护圈内。巴伦之海的平均水深只有230米,相对于70年代苏联攻击型核潜艇400~900米的最大潜深是有些“浅”,但对潜射弹道导弹的发射深度要求已是绰绰有余,这个水深也不会明显地引发凡多恩效应,核潜艇在此不用怕一枚核深弹炸翻一片。此外巴伦之海堡垒区还有一个很有用的优势:它的地段特别好。由于靠近极地,它实际距离美国本土并不是特别远,在此发射的弹道导弹会从北极上空飞过,与美国中心城市的直线距离只有7232千米,70年代苏联建造的“德尔塔”IV级弹道导弹核潜艇携带的导弹射程在7800千米以上,改进型可能达到了上万千米,这意味着“德尔塔”IV只要呆在堡垒水域,美国的主要城市就在其打击范围内。

那么现在我们再用堡垒水域需要满足的三个条件,来评价一下中国周边海域的情况。

首先是渤海,不适合。理由很简单也很充分:水太浅了。渤海的水深之浅,不仅弹道导弹核潜艇在此无法获得足够的安全深度发射弹道导弹,甚至在渤海的大部分海区,硕大的弹道导弹核潜艇只能采用水面航行方式运动而不能潜到水下。这样糟糕的水深环境,建设堡垒区是不合适的。除了水浅,渤海的面积也太小了。

接下来是很多人认为有希望建成堡垒水域的南海。南海的面积相当广阔,有许多连片的、水深足够的海域,但是南海最大的问题在于,这是一片完全开放的海域。不但不是半封闭,简直就是四面透风。在南海周边,云集着越南、菲律宾、文莱、马来西亚、新加坡、印度尼西亚等多个国家。其中新加坡现在就有美国的海空基地;越南曾经有美国的海军基地;菲律宾的美军基地刚刚撤走,但南海的黄岩岛曾长期是美国海军的远航训练和演习区域。

甚至在南海内部,至今仍安插着许多别国的钉子。至今为止,解放军独享控制的只有西沙东沙和中沙群岛,南沙群岛目前只控制了9个岛礁,而越南、菲律宾等国控制的岛礁数是我国控制数的几倍。前文已经说过,开放水域防御的难度相比半开放水域会呈几何状增加,因为



■南海水域与美国东部和西部的大致距离

在开放水域,敌方的核潜艇、飞机、舰艇编队会从多个方向试探突入,只要有一支舰队或是一艘攻击型核潜艇突入堡垒水域,就可能掀起滔天浊浪。那么我们假设一下:如果美军美军重返菲律宾,南海的堡垒水域就根本无法形成,因为美国军舰和潜艇出港两小时就可以突入南海水域腹地;如果越南在其控制的岛礁上布设海底听音阵列,南海的堡垒海域即破;甚至只要美军在距离较远的新加坡部署LCS濒海战斗舰反潜版,再加一两艘攻击型核潜艇,我方对堡垒海域的防御就会非常头疼。南海水域还有一个较为严重的问题,就是它距离欧洲和北美洲都较远,除非中国要对澳大利亚形成核威慑,否则从南海海域发射弹道导弹,无论是打什么地方,都比较远。

然后看看黄海-东海。由于与南海水域类似的原因,仍然不太理想。此海域水深足够,但过于开放,临近的势力包括日本、韩国、朝鲜和中国台湾地区。如果说南海周边国家多是小国而且尚不全是美国的附庸国,那么黄海-东海水域情况就更加糟糕了。日本和韩国本身海军实力就较为强大,技术装备先进、反潜体系比南海周边国家完整得多。美军现在在日本和韩国都有大

型军事基地,在日本甚至驻扎了一艘航空母舰。

台湾海峡现在仍不能算是半封闭海域。假如两岸问题解决,台湾海峡仍然不适合作为堡垒水域,原因是过于狭窄,台湾海峡水深较大且无暗礁的航道,其实也只有一条不太宽中心线。

由此看来,在目前的形势下,美国划出的“第一岛链”还是没有完全消失,建设“堡垒水域”的难度很大。

核潜艇前出远海战备巡航?

远海战备巡航对一国核潜艇力量、反潜体系的要求比堡垒海域更高。在远海水域,岸基航空兵仅有少量远程反潜巡逻机和电子战飞机可抵达制定海域进行支援,战斗机和攻击机基本无法抵达;轻护舰一类的小型舰艇也无法在该海域进行支援作战。相比之下,在远海要面对的是潜在对手的航母战斗群、核潜艇等力量。

除此之外,远海战备巡航还要解决核潜艇的航渡隐蔽性。毕竟战备巡航不是友好访问,如果弹道导弹核潜艇出航时被他的水下侦听网络发现,在和平时期大概是上一两天的新闻头条,在战时可不是这个“待遇”了,可能马上会迎来反潜导弹、鱼雷甚至干脆就是一枚核深弹。

中国海军何时有可能进行较为隐蔽的核潜艇远海航行,也一直是美国海军重点关注的问题。对于中国的潜艇力量,美国海军2017年的报告中认为,中国目前将柴电或常规AIP攻击潜艇用于海岸防御,对出现在这个区域对手进行攻击性作战,并将常规潜艇作为近海的通信,电子和声学情报支撑节点。除此之外,中国拥有小规模攻击型核潜艇和弹道导弹核潜艇部队,虽然数



■俄罗斯的战斗机在巴伦支海上空进行警戒巡逻



■南海水域是一个缺乏封闭性的海域,敌可从四面八方来

量在持续上升,但在可遇见的未来仍属于少数。

美国海军及海军支持的智库还认为:中国的反潜能力非常有限,而且似乎没有进行大量投资来改善反潜能力。中国海军的反潜似乎主要集中在近海防御,在这个区域反潜由于可得到多种岸基平台的支援,反潜效果相对较好,但也主要是应对该地区其他国家的常规潜艇所构

成的威胁,而不是美国的核潜艇。

而且,到2018年为止,美国海军及智库都没有认真地美国弹道导弹核潜艇的自身安全,因为“没有理由认为中国将能够开发出针对它们的战略反潜战能力”。此外,美国还认为中国对美国攻击型核潜艇、巡航导弹核潜艇的拒止能力也非常有限。最为典型的言论是2018年6月,新美国安全中心国防战略与评估项

目主管、前美国海军上校杰里·亨德里克斯对中国核潜艇发表的看法。他认为,中国潜艇的进步应该予以肯定,但其在静音效果等方面最多和洛杉矶级改进型类似。而且杰里·亨德里克斯认为中国最近露面的新型核潜艇并不是所谓的目标艇,而是一种过渡平台,只是改进了静音效果和新增各种武器侦察系统。当然,它们的出现证明中国正迅速学会建造现代化攻击核潜艇。亨德里克斯同样不认为中国潜艇安装了类似美国潜艇那样的通用垂直发射系统,而认为阅兵中出现的新型核潜艇的“龟背”可能是因为换装了新型反应堆或者增加了更先进的声呐系统的缘故。中国一直在提高艇用反应堆的能力,以便提升核潜艇的水下性能。但是新的反应堆由于功率增加,尺寸上难以塞进原来的艇体,因此通过“龟背”来解决安装问题。

目前中国的常规潜艇很少部署在第一岛链外,只在2018年进行过印度洋的实验性部署,这还是在吉布提基地建成之后才具有可行性的。在吉布提基地建成之前,由于航程和机组人员的居住限制,中国常规潜艇无法长期部署到印度洋或太平洋深处。

优势、劣势与未来

但美国海军也认为中国海军有一些令他们相对棘手的优势。首先是美国海军的反潜体系在中国沿海水域的能力远低于远海或其他国家的沿海地区。其次,中国可以封锁或大大限制近海的其他国家反潜平台的通道,中国近海非常浅的水深极大地限制了声传播,造成声学探测系统能力下降。在浅海环境下,所有声传播都有可能反复地在海底和海水表面反射,而在深海中,声波可以进入深声道,在那里它的折射和反



■轻护舰只能在近海活动,如果核潜艇的巡航水域也是近海,那么在战备巡航时,弹道导弹核潜艇可以获得轻护舰的支援。



■渤海的卫星图,从海水颜色可以估测,该海域大部分的水深都不高。

射比浅海环境下简单得多。在冷战期间,可在大西洋中部传播数百海里的苏联潜艇噪声,在巴伦支海的较潜的区域,只能传播10海里。同时,主动声呐在浅水中还会遇到另外的问题,即它发送的声信号在衰减成背景噪声之前会与目标回声发生混响,或者从底部和表面产生多个回波,这在目前是很难区分的。

总之,如果没有其他迫不得已的原因,任何一个国家都不会试图在中国沿海水域部署强大的反潜战能力,因为这样做的效果不明显。

从长远来看,美国认为,假设中国潜艇部队进一步现代化,中国水下作战和海底战的能力有可能出现变化。首先是中国攻击型核潜艇和弹道导弹核潜艇数量的不断增大。当潜艇数量突破某个阈值的时候,水下核战略就有可能重新调整。其次,中国有可能正在开发一种一种新概念的介于核与非核之间潜艇,,它比常规AIP潜艇更强大,又比传统攻击型核潜艇造价更为低廉,可以大量建造从而提升远海的反潜战能力。

潜艇速度也是反潜战方程中的一个重要变量。常规潜艇的噪声通常不高于同时期建造的核潜艇,但深海反潜体系并不太在意常规潜艇,其主要原因原因就是常规潜艇的水下持续航速过低。在深水中进行潜航的柴电潜艇只能以极低的速度坚持3到4天,常规AIP潜艇可以进行14~20天的潜航,但它的运行速度仍然是极低速。这就会使得反潜平台大大减小搜寻海域的面积,反潜也就更轻松了。而中国正在研制的这种吨位较小的、安静的、具备远海甚至全球航行能力的新概念潜艇,无论在什么样的水深环境下,都会挑战美国海军现役的声呐和反潜系统。✍(编辑/蓝云)



■2018年,外媒曾热炒中国常规潜艇出现在印度洋的新闻



■国产弹道导弹核潜艇接受检阅



■“弗吉尼亚”级攻击型核潜艇在浅海海域航行的绘图

珠海航展上的FTC-2000G

从上舰到外贸：“山鹰”简史

文|妹子杨

2018年11月举行的第十二届中国航展上,除了“歼-20编队开弹舱”“歼-10B推力矢量”等“网红”刷屏之外,还有一种国产战机也进行了精彩的单机飞行表演,甚至也做出了惊险的“尾冲”机动,令人印象深刻。这就是航空工业贵飞主要针对外贸市场而研发的FTC-2000G多用途歼击教练机。

从歼教-7进化成“山鹰”

根据中国航空工业官方说法,FTC-2000G是一型由航空工业贵飞自主创新研制、具有完全自主知识产权的多用途飞机。从该机的外贸代号就可以看出,该机是在FTC-2000飞机(即歼教-9“山鹰”高级教练机的外贸编号)的基础上改进而来,“G”即意为“改进”。但这个“改进”却并非一开始就针对外贸需求而来,而是跟中国海军航母舰载机有着千丝万缕的关系。

众所周知,歼教-9“山鹰”是在歼教-7基础上大幅改进而来,充分弥补了歼教-7存在的诸多性能缺陷。跟很多对米格-21系列飞机的改进方案类似,“山鹰”取消了早期二代机标志性

的机头进气道,改为带有附面层隔道的两侧肋部进气。机头空间大幅增加,得以容纳更高性能的脉冲多普勒雷达,不仅满足训练需求,还兼顾了一定的作战能力和改进潜力。“山鹰”还采用了全新设计的前机身,加高了后座舱,前舱下视角度达15度,后舱下视角度也接近5度;改善视野的同时还增加了载油量和机载设备空间,留空时间等性能指标得以改善。

相比于歼教-7,“山鹰”换装了更大展弦比的双三角翼,外翼段前缘后掠角由57度减少至42度,机翼面积增加8.17%,展弦比由2.2增至2.8,虽然超音速飞行阻力剧增,但极大地改善了中低速飞行性能。“山鹰”没有采用

类似歼-7E/G的前缘襟翼和后缘前掠设计,而是采用了前缘固定锥形扭转。这种设计在F-15上也能见到,虽然气动适用范围不如前缘机动襟翼,但仍能有效减小诱导阻力、改善升阻特性,同时简化机翼结构、降低重量。另外,“山鹰”主翼后缘沿用了歼教-7的后进式襟翼,能够在起降时增加机翼面积从而增加升力,但无法作为机动襟翼使用。总体而言,“山鹰”在主翼设计方面设计相对保守,遵循尽可能减少技术改动量、降低成本的原则,在歼教-7基础上着重改善起降性能,有效提高了中低空机动性和航程。

除了在前机身和主翼上“大刀阔斧”地改动设计,“山鹰”其他方面改进

非常有限,基本沿用了原歼教-7的后机身、发动机、水平尾翼、垂直尾翼、起落架等设计,在结构和材料应用方面的改进也很少,仍是米格-21时代的设计水平。“山鹰”采用一台涡喷-13F系列发动机,该发动机也是歼教-7后期型的动力,成熟度和可靠性较高,最大军用推力约50千牛,最大加力推力超过71千牛,使得“山鹰”在半油/轻外挂飞行状态下的推重比达到0.8左右。“山鹰”仍保守采用增稳式机械飞行控制系统,没有采用放宽静稳度设计,很难模拟新型电传飞控战斗机的操纵特点。无论是从动力和推重比,还是从飞控和操稳特性方面讲,“山鹰”仍属于典型的第二代战斗机水平。

尽管如此,歼教-9“山鹰”飞行性能仍然比歼教-7有了长足进步。比如歼教-7降落速度超过330千米/时,滑跑长度超过1000米,被称为“最难飞的教练机”;而歼教-9降低到了280千米/时,滑跑长度低于700米,已经非常接近歼-11等三代早期型战机的降落性能了,十分有利于飞行学员降低不必要的飞行训练难度,提高容错率。另外,歼教-9的航程也从歼教-7的1450千米提高到1600千米,留空时间也增加了近20%,提高了单次飞行训练效率。因此,“山鹰”被认为不仅能够完全满足歼-7E/G、歼-8F/H之类的二代半战机飞行员的培养需求,也能够较好地满足苏-27SK/歼-11A这些采用模拟电传飞控系统的第三代早期型战机飞行员的培养需求。

总体而言,航空工业贵飞在歼教-7技术基础上,通过一系列严格控制技术难度和成本的措施,在较短时间内推出了“山鹰”高级教练机。在十年前中国空军仍严重缺乏现代化高级教练机时,看起来恰逢其时的“山鹰”无论在换装时间上还是换装成本上都可解燃眉之急,因而被外界普遍看好。但是如今回顾过去几年历史,可以发现



■航展上出现的FTC-2000G大比例模型



■航展上静态展示的FTC-2000G

“山鹰”在中国空军中的列装服役之路并非一帆风顺,甚至远低于外界预期。

在空军中定位渐显“尴尬”

2002年,“山鹰”飞机正式进入详细设计阶段,2003年初开始生产首架原型机,同年底12月13日首架原型机成功首飞。得益于对技术改进难度和成本的严格限制,“山鹰”从开始分设计图制造到首飞仅花了17个月,堪称“神速”。但是这种速度并没有延续,直到2009年,“山鹰”才完成设计鉴定,转入小批量生产并交付空军某部领先试用。当时不少人认为“山鹰”终于苦尽甘来,在中国空军的装备前景将是一片光明,但事情的走向却并非如此。

在“山鹰”忙于鉴定试飞的这五年

里,当时堪称新锐的歼-10A保持了较高的生产交付速度,中国空军的转型发展脚步大大加快;到了2009年,空军每个歼击航空兵师都实现了至少拥有一个第三代战斗机团的规模。2010年之后,换装国产“太行”发动机的歼-11B/BS日渐成熟,开始明显提高交付速度;歼-10B/C、歼-16、歼-20等更加先进的型号更是不断曝光,技战术指标一跃进入世界先进行列。这些先进型号,无一不是采用全权限数字化电传飞控系统、放宽静稳度设计的高机动多用途战斗机,在技术水平、操纵理念上比“山鹰”高级教练机领先了整整一代。

这就意味着,尽管“山鹰”能够满足当时中国空军庞大二代机和三代



■中航工业公布的FTC-2000G数据

机部队的飞行员培养需求；但是中国空军迟早要全面淘汰所有二代机，正在研制的三代半和四代机也将于数年内开始大量列装，届时“山鹰”的性能将无法的需要。也就是说，技术仍显保守的“山鹰”一开始投入批量生产装备，很快就要面临“服役即落后”的尴尬。正因为这一令人纠结的情况，中国空军在“山鹰”的定型试飞过程中一直保持着“不温不火”的谨慎态度。

2011年底，“山鹰”在试装部队两年多后终于完成定型审查，正式交付中国空军。服役之初，“山鹰”的部队正式编号是“歼教-7B”，而非后来“歼教-9”这个全新编号。“歼教-7B”这个初期代号也充分表明当时空军对“山鹰”的定位和态度，那就是弥补了主要性能缺陷、合格版本的歼教-7。另外，“山鹰”列装之初并未交付空军航校单位，而是主要装备在歼击航空兵师所属训练团，且始终与歼教-7混编装备，从未单独组建编制。这也证明“山鹰”是作为歼教-7的补充，而非替代关系。

还有一个不得不提的重要因素，那就是除了“山鹰”之外，中国空军始终还有另一个选项，就是航空工业洪都研制的L15“猎鹰”高级教练机。与

“山鹰”的保守改进路线完全不一样，“猎鹰”设计之初就瞄准了国际同类产品的最先进水平，拥有高机动气动布局、全权限数字化电传系统、嵌入式训练体系，整体技术性能指标十分先进，完全能够满足中国空军未来几十年的需求。

虽然“猎鹰”高技术也意味着高风险，但是曾研制出强-5、K-8等明星机型的航空工业洪都仍然较好地保证了“猎鹰”的研制进程，而且时间节点并没有比“山鹰”晚太多。2013年开始，



■歼教-9G在海军舰载航空兵基地进行训练

“山鹰”开始提高批量生产交付速度，并且终于获得了“歼教-9”的全新编号；同年，第一架空军版本的“猎鹰”，也就是10001号机首飞，首飞之初就获得了“教-10”的部队正式编号，受重视程度可见一斑。2015年底，首批空军型“猎鹰”交付空军试训部队领先试用。根据领先试用的时间节点对比，“猎鹰”整体服役进度比“山鹰”晚了6年多，但整体技术性能的进步跨越却超过了30年，空军这几年的等待完全是值得的。

总而言之，成也萧何败也萧何，“山鹰”在技术应用上偏向保守，一方面确实在很短时间内给空军提供了一种较为不错的新型高级教练机用以应急，取得了一定数量的订单；另一方面却也极大地束缚了自身的改进空间，难以满足空军未来需求，严重限制了装备规模。正当“山鹰”在空军中地位“尴尬”凸显的时候，海军航空兵却略显意外对“山鹰”伸出了“橄榄枝”。

“山鹰”与海军“意外邂逅”

在歼-15舰载战斗机服役之前，中国海军航空兵的战术飞机型号与中国空军基本一致。这主要是因为尚没有航母时，海军航空兵只能依托沿海陆



■海军版教-10的出现使得“猎鹰派”的声势更盛。



■随着JH-7A的停产，我国二代机加速减少。

地/海岛机场作战，任务范围与空军有较大重叠；因此海军航空兵直接沿用空军机型即可，仅需进行海上适应性改进，例如对机体结构做防海盐雾腐蚀处理、强化海上通信和导航能力等。也正因此，海军航空兵往往要等在空军首先换装新机数年之后，才能接装同型机的海军岸基版本。这个装备水平上的“时间差”，恰好给了“山鹰”一个宝贵的机会。

2010年“山鹰”开始交付空军领先试用时，海军航空兵仍以歼-7、歼-8和歼轰-7“飞豹”等二代或二代半改进型号为主力装备，现代化机型仅有数量不多的苏-30MK2，尚未开始接装歼-10、歼-11B等国产新型号的海军版本。对海军航空兵来说，歼教-7则因性能缺陷而没有继续装备的必要，歼-8

部队配备的歼教-6教练机更是老旧不堪，因此海军与空军一样迫切需要新的高级教练机。

从技术上讲，由二代机改进而来的“山鹰”与歼-8II系列、歼轰-7的飞行性能和操控品质反而比较接近，引入了多功能平显和下显之后也完全能够满足海军当时的训练需求。另外，脱胎于歼教-7的技术使得“山鹰”仍能沿用现有的技术设施，完全可以与海军当时的歼-7、歼-8后勤保障和采购体系通用，大大节约经费开支，这对规模不大的海军航空兵来说很有意义。再加上当时海军恰好正式提出了组建独立的飞行员培训体系的要求，海军新飞行员的高级训练阶段将不再依托空军来进行。无论从哪个角度对海军而言，技术偏保守的歼教-9“山鹰”都是海军航

空兵高级教练机训练体系组建之初最为务实的选择。

因此，就在空军小批量试装“山鹰”时，海军很快也与贵飞达成合作，开始批量装备“山鹰”的海军陆基版本，即歼教-9H型。所谓柳暗花明，在“山鹰”尚未得到空军的大笔订单时，海军的认可让“山鹰”项目度过了较为艰难的一段时间，加速了生产线的建立和稳固。除了规模尚可的订单之外，海军固定翼舰载机部队的诞生，还为“山鹰”的下一步改进指明了方向，这场“意外邂逅”也将开出不一样的花朵。

2012年底，歼-15舰载战斗机首次在航母辽宁舰上起飞和降落，中国海军正式进入了航母时代，海军航空兵战机装备体系从此发生巨大转变。众所周知，固定翼舰载飞机的起降方式和陆基飞机有着巨大差别，训练体系和方法也很不一样。航母时代的到来，促使中国海军越来越急需一款能够用于舰上起飞和着舰训练的固定翼舰载教练机，以满足未来固定翼舰载机飞行员的培养需求。

事实上早在2005年，航空工业贵飞就已经开始着手论证“山鹰”改进型上舰的可能性，但一开始并未得到海军的认可，这主要还是由于“山鹰”本身技术起点过于落伍，很难改进成性能理想的舰载机。但是对当时的海军来说，舰载航空兵本来就是在零的基础上一点点摸索建立起来的，几乎所有领域都是需要填补的空白；因此结合中国航母的实际发展规划，在舰载教练机方面也并不一定要急于求成一步到位，而同样是“小步快跑”，先快速推出一种只满足部分训练需求的“准舰载教练机”也未尝不是合适的解决方案。从这个角度思考，贵飞在没有得到海军立项、也没有得到航空工业集团立项的情况下，冒着极大的风险，自行筹措经费和技术团队，由胡建兴担

任总设计师,开始了歼教-9G这一重大改进型号的研制工作。

“海山鹰”解燃眉之急

以最快时间推出一型能够部分满足海军固定翼舰载机部队训练需求的新机,这便是歼教-9G的研制出发点。时间进度要快,加之能够投入的研发资源有限,意味着技术性能很难全面改进,只能寻求重点突破。贵飞研发团队把目光集中在舰载机训练最基础、也是最核心的部分,即起飞和着舰训练上。

舰载机起降速度比陆基飞机要低很多,要求更大的升阻比、更优秀的低速操稳特性。尽管歼教-9的前缘固定扭转双三角翼已经具有接近三代机的低速升阻特性,但是对舰载机来说仍然远远不够。因此,歼教-9G采用了全新设计的主翼,展弦比更大,达到了3.0左右,翼展更大,翼面积也明显增加;取消了双三角翼设计,改为带有大后掠角、锐利边条翼的梯形主翼形状;主翼前缘采用可动襟翼设计,能够进一步提升低速时的升力特性。在主翼气动性能上,歼教-9G相比于歼教-9有了跨越式的提高,这也直接促使歼教-9G获得了更加接近三代机的起降性能。

更大的展弦比和翼面积,以及相对更复杂的可动前缘襟翼,这些改变都会带来更大的结构重量,而这反过来会对抵消部分气动上的收益。因此,必须想办法在其他地方减重,才能避免整机重量大幅增长。为此,航空工业贵飞充分借鉴了兄弟单位在“枭龙”战机04架上的改进思路,将带附面层隔道的双波系超音速进气道改为无附面层隔道超音速进气道,即DSI进气道。DSI进气道是近年来世界航空技术应用的最新成果之一,具有结构重量轻、总压恢复系数高、阻力系数小等优点,但对设计和制造工艺要求较高。歼教-9G也成为继FC-1“枭龙”、歼-10B/C、



■FTC-2000G下线



■巴基斯坦空军的“枭龙”,和FTC-2000G一样,算是米格-21的“终极超改”。

歼-20、FC-31“鹞鹰”之后,我国第五种采用这种新颖进气道形式的战机型号。“移植”了这种先进设计之后,歼教-9G的前机身得以减重数百公斤,并且前机身截面也有所变化,使机内空间略有扩大。

除此之外,歼教-9G后机身也发生了明显变化。首先,歼教-9G修改了垂直尾翼形状,垂尾高度明显增加,前缘后掠角明显减小,顶端采用切尖设计。由于歼教-9G所采用的全新垂尾样式拥有更好的航向安定性效果,设计人员也得以进一步取消自从歼教-7到歼教-9一直采用的双腹鳍结构。如此一来,在飞机航向稳定性不降低的情况下,后机身得以减轻数百公斤的重量,气动阻力也明显减小。除了气动外形

的变化,飞机的结构载荷也有所变化;歼教-9G沿用了梁式结构,但重新开模计算了主梁和其他结构的载重分配比,结构上有所优化。

对比表格中的性能参数可以看出,通过改进主翼、进气道、垂直尾翼等综合措施,歼教-9G在歼教-9的基础上进一步优化了飞行包线左端的性能,尤其是低空低速飞行和起降性能得以明显提高。不过这也付出了一定代价,其中最明显的就是更大展弦比的新机翼虽然拥有较好的低速升阻特性,但是超音速下的阻力大大增加,使得飞机最大马赫数跌落至1.2,基本失去了实用化的超音速飞行能力,只能刚好突破音障做超音速体验飞行而已。

另外,全面增加的长宽高尺寸使得机体结构总重量不可避免地增

大,促使全机最大起飞重量增加了一吨多;但是由于发动机型号仍是涡喷-13F系列,推力参数没有明显增加,这导致歼教-9G的推重比下降,对机动性不利。尽管如此,歼教-9G的改进措施仍然称得上是成功的。至少在降落速度这一指标上,歼教-9G已经很接近歼-11的水平,低速操纵性和稳定性也有提升。在机载设备部分,歼教-9G也在歼教-9的基础上进一步完善。例如全新的“一平三下”式玻璃化座舱,人机界面从二代半一跃达到了三代机中后期水平;借鉴部分电传飞控系统设计理念,安装了新一代增稳式飞行控制系统,操纵性进一步改善;能够安装更大孔径的火控雷达,具有一定的全天候作战能力,能够担负更多的战斗入门训练科目。总之,在不过多增加成本的情况下,贵飞团队尽可能使新机看上去更加现代化。

航空工业贵飞的不懈坚持和努力也终于取得了回报。2013年,即空军歼教-9开始明显加快生产交付速度的同一年,海军歼教-9G多张照片在互联网上曝光,采用了与国外舰载教练机类似的白红相间条纹涂装,被军迷网友称为“海山鹰”,引起国内外热议。在歼-15成功上舰之后仅仅一年时间内“海山鹰”就出现,充分表明贵飞研制团队很好地平衡了技术改进与时间节点的矛盾,契合了海军的急迫需求。

考虑到中国舰载机部队组建初期规模不大,飞行员都是海空军各部选拔而来的精英;但海上着舰与陆地降落方式完全不同,飞行员们要先经历几十次、甚至上百次的陆上模拟着舰训练,才能够开展海上着舰训练。这类“蹲起落”训练十分耗费战机的起降次数,很影响使用寿命,如果直接上手使用歼-15,训练成本将过于高昂,事故率也会较高。

海军曾摸索使用歼教-7、歼教-9,甚至一度使用教-8飞机来进行陆上模



■航展上进行飞行展示的FTC-2000G



■教-8飞机低速性能较好,但难以模拟三代舰载机的高机动能力。

拟着舰训练;但由于这些机型与歼-15进近速度和操稳特性都相去甚远,训练效果不佳。此时歼教-9G出现得正是

	歼教-9	歼教-9G
机长(米)	14.554	15.412
机高(米)	4.103	4.680
翼展(米)	8.320	9.988
最大飞行马赫数	1.5	1.2
最大起飞重量(公斤)	9800	11000
降落速度(千米/时)	约270	约230
实用升限(米)	16000	15000

时候,很快就小批量试装海军航空兵,进入舰载机部队服役。根据公开新闻资料,如今歼教-9G已经成为歼-15舰载机部队的伴随训练教练机,专门用于陆上模拟着舰训练,在新一批航母舰载机飞行员的培养过程中立下了汗马功劳。

无缘真正上舰 转向外贸

应该说歼教-9G的及时出现大大缓解了舰载机飞行员的上舰训练难题,是一种成功的型号。但是,歼教-9G

仍有一个巨大的问题,那就是无法进行阻拦降落。虽然歼教-9G改进之处很多,但其机体结构仍是米格-21的落后底子,完全继承了米格-21前后分段式机身结构。这种结构普遍应用于一代机和早期二代机,前后机身分开制造,通过中部的螺栓连接在一起。尽管在加强后的后机身下方加装着舰尾钩并不是太大问题,但由于前后分段式机体先天不适合承受拦阻降落时巨大的纵向拉力。另外,这种机体结构使得拆装检修发动机时过于繁琐,必须先卸下整个后机身,大大增加工时,也很不利于在航母狭小的机库空间内操作。

其实同样采用前后分段式机体设计的舰载战机型号不少,例如著名的A-4“天鹰”舰载攻击机。但A-4是纯粹的舰载机,在最初就以阻拦着舰的结构强度标准来设计;而米格-21是陆基飞机,歼教-9G要是想在米格-21的结构基础上进行补强,方案上虽是可行的,但是技术上要将全机结构全部推



■A-4“天鹰”舰载攻击机是纯粹的舰载机，在最初就以拦阻着舰的结构强度标准来设计。



■据称海军航空兵也将逐步使用J-16替代JH-7系列，二代机的生存空间正在逐步被压缩。

倒重算，几乎等于研制一架新飞机。如此一来，将会大幅增加时间和经费成本，不仅违背了“小步快跑”的研制初衷，最终成品与“猎鹰”上舰改进方案比也还是没有竞争力。贵飞团队想尽办法，仍然无法解决歼教-9G结构强度方面无法匹配阻拦着舰的问题。

因此，尽管歼教-9G成功试验了短距滑跃起飞，但拦阻着舰能力的缺失，使得歼教-9G始终无法成为真正意义上的舰载机，而是被海军定位成舰载

机部队“陆上训练专用教练机”。这个十分特殊的头衔，注定歼教-9G也仍是一种过渡性的装备，而不是未来中国海军舰载教练机的主力担当。

随着空军和海军航空兵歼教-9在2016年、2017年迎来了交付数量的高峰，歼教-7的性能空缺已经得到了最基本的弥补，总产量超过百架的歼教-9已经是飞行员高级训练的主力机型之一，成为军方新闻报道中的“常客”；但另一方面，从2018年初至今，空军

和海军航空兵都接收了两位数的歼教-10“猎鹰”，并且产量还在快速扩大，这意味着中国新一代先进教练机已经发展成熟。2018年底，互联网上又传出海军航空兵将换装歼-16多用途重型战斗机的消息，海军航空兵已经步入转型发展的快车道，老旧机型也将全面淘汰。种种迹象，都充分说明歼教-9这型二代半教练机未来的换装空间已经大大缩小，生产交付速度将明显放缓，直至彻底停产。

在这种情况下，由国内军队装备转向国际军贸出口，自然成为了“山鹰”家族维持生产线、谋求未来发展的可行思路之一。2018年9月，歼教-9G的出口版本FTC-2000G首架飞机举行了隆重而高调的总装下线仪式，并于同月底首飞；不到两个月后，FTC-2000G飞赴珠海航展现场，主要面向亚非拉国家的潜在客户进行了精彩的展示飞行。FTC-2000G将为第三世界国家提供颇具性价比的新选项，与FC-1“枭龙”、FC-20（歼-10的出口代号）战机一起，共同组成中国军用战机出口的低、中、高端产品线。目前，FTC-2000已经获得6架外贸出口订单，能否创造更大的出口成绩，姑且拭目以待。

回顾过去十多年，“山鹰”这一型号可以说是在夹缝中谋求到了一条独特的发展道路，颇为不易。航空工业贵飞“山鹰”团队十分精准地把握住了先进技术与时间节点上的矛盾，满足了空军和海军转型发展时期最为迫切的装备需求，因而取得了成功。尽管受制于初始设计，“山鹰”及其改型的技战术性能已经无法满足中国空军和海军航空兵的未来装备需求，但或许在国际军贸市场上仍具有一定的需求空间。无论如何，这只从大山深处飞来的鹰，凭借其锲而不舍、奋发上进的发展精神，已经在中国航空史上写下了浓墨重彩的一笔。✎（编辑／赵焱）



“宙斯盾”巡洋舰发射“标准”系列舰空导弹

标准-6改反舰弹道导弹将成大器

文|胡晓明

2019年年1月15日召开的美国海军水面舰艇年会(SNA-2019)上，美国海军水面作战司的罗纳德·伯克萨尔少将在演讲中披露了近期的舰载导弹发展规划，向我们展示了美国海军在区域防空、战区导弹防御、反水面舰艇和对岸打击等领域体系建设的新动向。历史悠久的标准系列导弹的家族新成员——美国反舰弹道导弹成为本届年会上最闪耀的黑马。

美国反舰弹道导弹概貌

标准-6舰空导弹是本世纪初雷神公司为应对美国海军防御巡航导弹、飞机和战区弹道导弹防御的新需求，在标准-2 Block IV舰空导弹基础上沿用了其弹体和动力装置，采用了末段主动/半主动雷达寻的制导+中段指令修正+惯性导航的复合制导体制，通过MK41导弹垂直发射系统发射，在协同作战体系下，具备了A射B导的能力，在一定程度上解

锁了地球曲率对作战平台传感器探测距离的限制，使得导弹可以在其他传感器平台的引导下对远距离目标进行超视距打击，实际作战范围得到了有效提升。

标准-6 Block IA舰空导弹在标准-6 Block I导弹的基础上改进了制导系统，增加了GPS卫星定位导航设备，从而具备了一定的对地面和海上移动目标的精确打击能力。与此同时，美国也开始利用在标准-6 Block IA舰空导弹上经过成功验证

的新型引导头用于标准-2 Block III系列导弹的改进，并定名为标准-2 Block IIIC导弹，使之也同样具备了一定的对陆对海精确打击能力。

通过20多年坚持不懈的奋斗，中国逐渐在第一岛链内建立起一整套攻防兼备的反介入/区域拒止体系，随着中国海军现代化建设的推进，防空反导的短板逐渐得到弥补，以海红旗9B远程舰空导弹和红旗16C中远程舰空导弹为代表的新一代舰队防空反导体系正在成熟，以

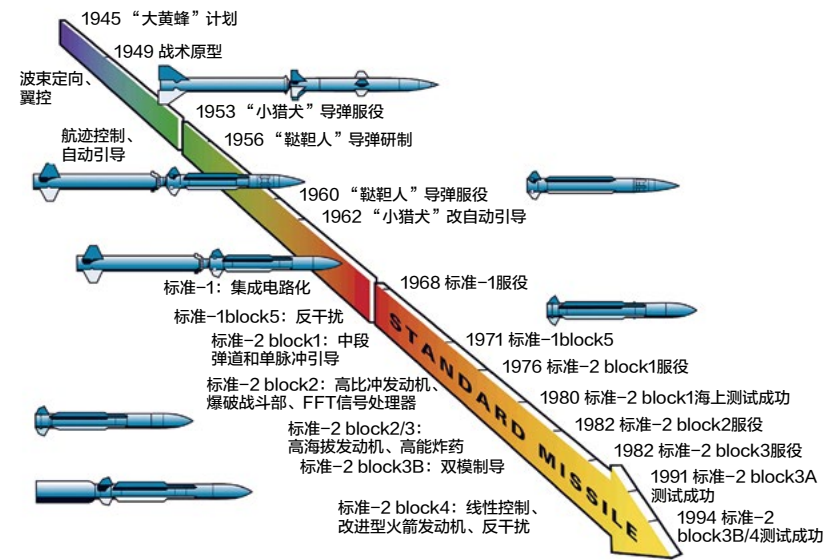
“战斧”巡航导弹、“鱼叉”反舰导弹为代表的传统亚音速反舰导弹在中国海军的防御体系面前并不能获得理想的打击效果,促使美国海军尝试寻求能大幅度削弱中国海军防空反导系统拦截效能的高性能反舰武器。近年来中国海军航空兵打击范围和打击手段的不断强化,也使得美国海军水面舰艇部队在第一岛链区域内的战场生存能力受到质疑。美国海军开始倾向于采取分布式打击战略,依托体系作战,通过兵力的相对分散和火力的相对集中来稀释中国军队远程打击体系作战效能的同时,维持足够的对华威慑能力。在这一背景下,采用高抛弹道、超音速飞行、可实施近乎攻顶打击效果的标准-6 Block IA导弹理所当然地突显出特殊的价值。美国计划在协同打击体系下,将F-35联合攻击战斗机与标准-6导弹结合到一起,进行联合作战,F-35联合攻击战斗机在前沿以电磁静默状态为标准-6导弹提供目标信息,引导标准-6导弹进行超视距反舰和攻势防空作战。

当然,受沿袭自标准1舰空导弹的弹径限制,虽然标准-6Block IA和标准-2 Block IIIC导弹的最高飞行速度高达3马赫,和3M54E“俱乐部”亚超音速结合双速制反舰导弹、3M80E“日灸”超音速反舰导弹的速度差不多,但135千克的MK125高爆破片杀伤战斗部对水面舰艇目标的毁伤效能较差,雷达天线尺寸也偏小,对海上移动目标的搜索能力受到一定的限制。

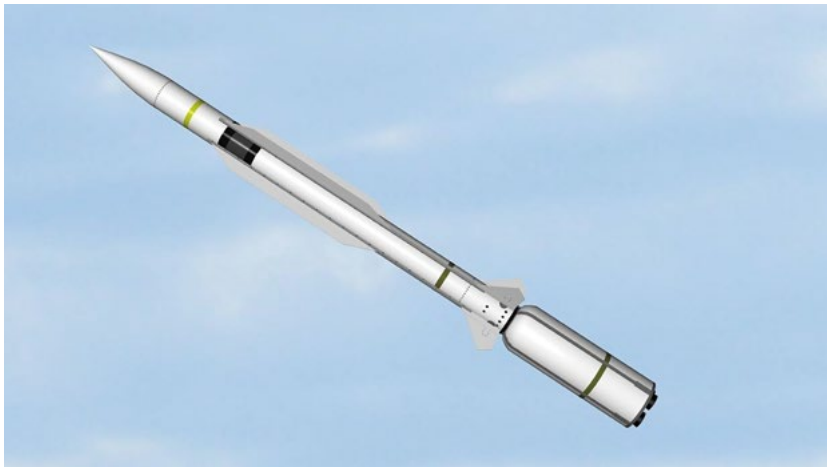
按照数年前美国海军原本的规划,标准-6 Block IB导弹本应是进一步压榨MK41导弹垂直发射系统的潜力,借鉴标准-3 Block IIA导弹的先进经验和部分技术,在标准-6 Block IA导弹的基础上加大弹径改进发展而来的防空反导增强型导

弹。改进集中在导弹的主发动机部分,在沿用标准-6 Block IA导弹的引导头、战斗部和MK72固体火箭助推器的同时,移植已日益成熟的标准-3 Block IIA导弹533毫米直径双推力固体火箭发动机,替换掉原有的343毫米直径的MK104双推力固体火箭发动机。与原型标准-6 Block I/IA导弹相比较,最大飞行速度从的3马赫提高到4马赫左右,最大射高从35千米提高到160千米,最大作战距离从370千米提高到550千米左右,从而拥有更强的动力性能,获得

更远的射程,大幅度拓展作战范围。标准-6 Block IB导弹还是美国海军网络化作战的一个重要节点,利用编队协同作战能力体系(CEC)下各个分散的传感器节点进行的超地平线高效通联,将E-2D舰载预警机、前沿警戒舰艇等中远程探测平台获取的目标信息引导标准-6 Block IB导弹对远距离目标实施超视距拦截,可作为价格昂贵的标准-3 Block II海基反导导弹的补充,大大提升现有舰队防空反导体系对未来以高超音速精确打击武器为代表的



■“标准”系列舰空导弹的发展谱系



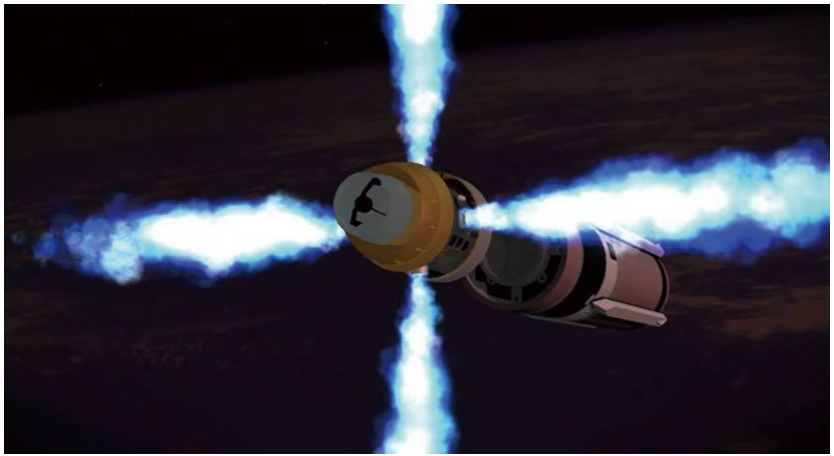
■“标准”-6舰空导弹3D绘图,如果美国海军要将其改作反舰导弹,主弹体的直径还可加大。

高威胁目标的拦截效能。

转眼到了2019年,我们熟知的标准-6 Block IB导弹却改换了门庭,开始肩负起反水面作战的大梁。出人意料,却又在情理之中。通过增大弹径并换装533毫米直径双推力固体火箭发动机,在大幅度提升舰队防空反导作战效能的同时,也开启了一扇新的大门,即以原标准-6 Block IB舰空导弹方案为基础增大弹径,换装更大尺寸的雷达天线和更好的数据处理机,换装威力更大而且针对打击海上目标的需求进行优化的新型战斗部,也可以蜕变成技术成熟度很高且经济性较好,最大射程在1000千米左右的反舰弹道导弹。这些只是笔者个人在原标准6-Block IB舰空导弹方案基础上进行的大胆推测,美国海军的志向或许并没有多么远大,即将出世的标准-6 Block IB反舰弹道导弹也有可能是适当将就的“简化版本”,即以标准-6 Block IA导弹为基础,保留原有的引导头和战斗部,或者对二者稍作改进优化,主要将二级发动机由343毫米直径的MK104双推力固体火箭发动机换装为533毫米直径双推力固体火箭发动机,以获得一款最大射程和最大速度有较大提高,毁伤效能获得有限提升,但技术继承性更稳妥、研制风险更低、经济可承受性更好的“中等技术风险”高超音



■试射中升上高空的“标准”-6舰空导弹



■“标准”-3反导导弹的动能战斗部工作场景

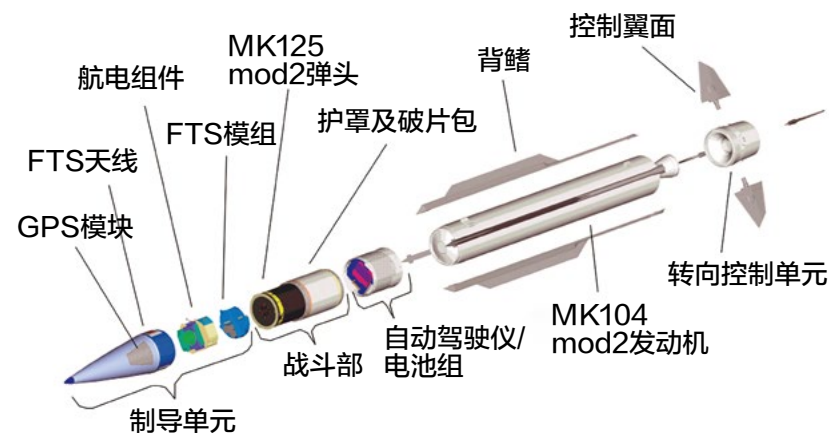
速反舰弹道导弹解决方案;甚至有可能出现不换发动机,只适当改进引导头和战斗部,相当于针对水面舰艇作战而优化的标准-6 Block IA“低技术风险”反舰弹道导弹微整容方案。

无独有偶,在2017年美国太空与导弹防御展览会上,雷声公司展示过一枚标准-3弹道导弹方案的全尺寸模型。虽然没有相关的技术细节介绍,但根据现场展出的全尺寸模型来分析,我们可以发现该方案有些酷似上述的“低技术风险”反舰弹道导弹方案,即采用与标准-3 Block IA/B海基反导导弹类似的构型。标准-3海基反导导弹采用末段红外成像寻的+中段GPS与指令修正+INS惯性导航的复合制导体制,第一级发动机为MK72固体火箭助推器,第二级为MK104双推力固体火箭发动机,第三级为MK136固体火箭发动机,第四级是带红外成像引导头的MK142动能战斗部。

目前还无法确认标准-3弹道导弹方案是否会保留标准-3 Block IA/B海基反导导弹的第三级MK136双推力固体火箭发动机以及携带何种战斗部,但考虑到MK142动能战斗部是针对反弹道导弹的需求定制和优化,并不适合对地面目标实施有

效毁伤,在对陆打击构型下肯定要换掉,而且如果保留第三级MK136双推力固体火箭发动机的话,留给战斗部的空间过于狭小,将严重制约标准-3弹道导弹的对地打击毁伤效果。从基于技术可行性和追求打击效能等层面的考虑,笔者认为2017年美国太空与导弹防御展览会上展出的标准-3弹道导弹方案的构型可能是将标准-3 Block IA/B海基反导导弹的第三级发动机和第四级动能战斗部换成基于MK125战斗部进行改进的高爆战斗部和相应的GPS/INS搭配红外成像或主动/半主动雷达寻末制导组成复合制导体制,则该方案可能会比较接近为对地打击而优化的标准-6 Block IA导弹。

虽然尚不知晓标准-3弹道导弹方案与标准-6 Block IB反舰弹道导弹之间的关系,考虑到低风险的简化版反舰弹道导弹方案相较于具备有限对海对岸打击能力的标准-2 Block IIIC和标准-6 Block IA舰空导弹性能提升十分有限,笔者比较倾向于美国海军会选定增大弹径、增加推力的高性能方案,以平衡来自大洋彼岸的“同等威慑”。当然,万事皆有可能,还是让我们拭目以待,让时间来验证一切吧。



■“标准”-4对地攻击导弹结构图



■在车间测试的“标准”-6

尝试舰载弹道导弹的不只有印度

早在20世纪90年代时，在“战斧”巡航导弹大放异彩的背后，远程精确制导武器高昂的成本令美国海军颇为尴尬，于是提出了研制一款经济上可承受的廉价型对陆精确打击导弹，作为“战斧”巡航导弹的补充，使海军水面舰艇的对陆打击体系更加完备。参加竞标有洛克希德·马丁公司在陆军MGM-140陆军战术导弹系统(ATACMS)基础上研制的海军战术导弹系统(NTACMS)，雷声公司也适时提交了以标准“导弹”为基础的对陆攻击

型标准“导弹”(LASM)方案。

海军战术导弹系统(NTACMS)方案存世的资料较少，该方案采用GPS卫星定位系统+INS惯性制导，最大射程300千米，并针对在水面舰艇上发射的需求进行了适当的改进设计。洛克希德·马丁公司进行了大量针对美国海军用MK41导弹垂直发射系统发射该型导弹的技术论证工作，1995年从“芒特弗依”号船坞登陆舰甲板上进行了通过陆军发射装置发射ATACMS战术导弹的舰上发射试验，1996年在白沙导弹靶场成功进行了陆基MK41导弹垂直发射系统试验平台的实弹发射试验。

与MK41导弹垂直发射系统的适配性改进工作牵扯了该项目的大量精力，最后被美国海军放弃。

以“标准”导弹为基础的对陆攻击型“标准”导弹(LASM)方案后来更名为标准-4对地攻击导弹，军方编号为RGM-165A。标准-4对陆攻击导弹是在标准-2舰空导弹的基础上改装而来，与原有的标准-2舰空导弹的发射装置通用，可以通过MK41导弹垂直发射系统发射，与海军战术导弹系统(NTACMS)相比没有适配性调整的麻烦。

标准-4对陆攻击导弹保留了标准-2舰空导弹的后半部分弹体和MK104双推力固体火箭发动机等部件，将标准-2舰空导弹的半主动雷达制导引导头换成了GPS卫星定位+INS惯性平台复合制导系统，对MK125高爆破片杀伤战斗部进行了改进，提高了对陆上目标的毁伤效能。标准4对陆攻击导弹弹长4.72米，弹径343毫米，翼展1.07米，弹重620千克，战斗部质量135千克，最大有效射程240~280千米，最大飞行速度3.5马赫，命中精度在10~20米左右。

标准-4对陆攻击导弹在日常使用过程中需要在前沿部署的侦察兵、无人侦察机、空中预警机或侦察卫星将获取的目标信息通过战区数据链系统发送到携带标准-4导弹的海军舰艇，由舰上指挥控制系统对导弹进行目标信息装定之后才可以发射。该弹采用高抛弹道，在飞行中通过GPS全球卫星定位系统和惯性导航系统进行引导，在接近目标时以近乎于垂直的角度砸向目标，并在引信的作用下适时空爆，以确保135千克战斗部的高爆破片能够对目标进行有效毁伤。美国海军本来计划把800枚标准-2 Block II/III舰空导弹改装成标准-4对陆攻击导弹，

但在实弹试验中发现该型导弹并没有事先预想的那般好用，缺乏末制导系统的GPS全球卫星定位系统+惯性导航系统的简易制导系统基本不具备对陆上移动目标的打击能力，只适合打击固定目标，而源于舰空导弹高爆破片杀伤战斗部的改进型MK125战斗部威力也有很大的局限性，对坚固目标的毁伤效果与“战斧”巡航导弹相比颇为尴尬，于是美国海军最终在2002年取消了标准-4对陆攻击导弹项目。

标准-4对陆攻击导弹项目受时代与技术的局限最后尴尬收场，但在其研制发展历程中的探索与尝试的思路却不乏值得借鉴之处。比如采用双向数据链，可以在飞行过程中重新选择目标，可携带9个多模制导末敏弹对装甲集群目标进行打击的构型；射程达到370千米，可携带4个BLU-108子弹药的防区外散布器构型；甚至还有过采用MK72固体火箭助推器和MK103固体火箭发动机，最大射程高达550千米的远程型方案……

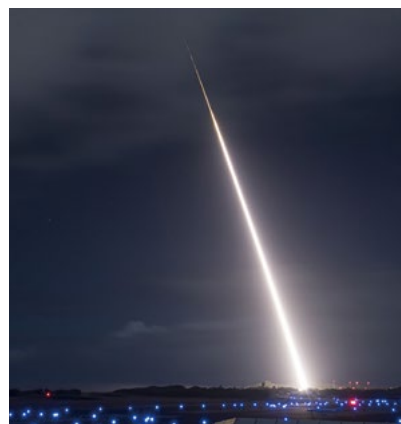
时过境迁，当我们回首过往，虽然美国海军在发展舰载弹道导弹的早期探索过程中充满着艰辛与曲折，大多以失败收场，但不断的试错却也帮助后人逐渐理清了在发展舰

载弹道导弹过程中容易迷失的一些“美丽陷阱”。

美国反舰弹道导弹的未来

通过2019年美国海军水面舰艇年会上透露的零星信息，我们可以得知美国海军正在推动“下一代打击武器”家族(NGSW)的研发。“下一代打击武器”家族与标准系列导弹家族一样，从论证和研制伊始就贯彻了通用化、系列化和组合化的装备发展要求，以基型导弹为基础，进行合理的需求论证，从顶层设计出发，统筹规划，留有足够的升级与发展变型的潜力。通过不同战斗部、引导系统、动力系统的灵活组合，发展出反舰导弹、对陆攻击导弹、海基反导导弹等多种类型的弹种；通过对不同任务模块改进升级后进行重新组合，形成规模效应，带动全系列武器系统的性能提升，不断适应未来战争发展的新需求。参考标准-6 Block IB反舰弹道导弹的发展脉络，下一代打击武器家族的众多型号中势必会有一系列高超音速打击武器的发展分支，值得我们关注与警惕。

近年来随着中国在高超音速武器技术上的不断成熟，各种型号的高超音速导弹开始列装各个军种，远程打击体系正在实现质的跨越，



■“标准”系列导弹夜间发射的场景

美军也越发的不自信起来，急于在高超音速武器领域追赶并试图反超中国，促使美国力图摆脱与前苏联签订并延续至今的《中导条约》的束缚。今年1月16日，美国副国务卿汤普森表示美国将从2月2日起着手退出《中导条约》。在即将到来的后《中导条约》时代，大国竞争背景下可以预见的是各国必将在高超音速武器领域进行近乎于白热化的军备竞赛，通过在武器装备技术领域的攀比和超越展开实力和意志力“不流血”的较量。

从美国退出《中导条约》的强烈意愿来看，美国海军有可能会把舰载高超音速中程弹道导弹的研制与发展列为近期对陆对海攻击武器研究的重点项目，由于未来需要在远离中国军队区域拒止/反介入体系的介于第一岛链至第二岛链之间的安全距离上对中国进行威慑，必然要求下一代打击武器具备更强的载荷投送能力、更高的突防能力和更远的火力打击范围，下一代打击武器的尺寸应该会比标准-6 Block IA/B和战斧Block Va等导弹更加庞大一些，以至于无法通过现有的MK41和MK57导弹垂直发射系统发射，那么新一代大尺寸通用导弹垂直发射系统的诞生便指日可待了。✎（编辑/蓝云）



■“标准”-3进行陆地发射测试



和平方舟航行在大洋之上。史奎吉摄

和平方舟环游地球记

文|江山

2018年6月28日,海军和平方舟医院船从舟山起航,执行“和谐使命-2018”任务。这是和平方舟第七次执行“和谐使命”任务,第二次赴大洋洲、第三次赴加勒比地区进行友好访问和医疗服务。如果说,航母、核潜艇是大国的武装力量标配,那么,大型医院船则是世界和平力量的图腾。在全面建成世界一流海军的伟大征途中,需要大洋砺剑,同样需要“生命之舟”扬帆。

六个月的远航记录

和平方舟是我国自行设计建造的大型海上医疗救护平台,从诞生之日起,就非同凡响,备受瞩目——她使我国跻身于世界上少数具有远海医疗救护能力的国家之一。远航世界的初心,其实纯粹、博大而焕发芬芳。她数年如一日,始终秉承“和平、发展、合作、共赢”的理念,大力弘扬国际人道主义精神和南丁格尔精神,用人道关怀、救死扶伤的真诚行动,传扬和平、传播友谊、传递爱心。

2018年元旦前夕,和平方舟医院船圆满完成对巴布亚新几内亚、瓦努阿图、斐济、汤加、委内瑞拉、格林纳达、多米尼克、安提瓜和巴布达、多米尼加、厄瓜多尔的友好访问和医疗服务任务、亮相智利海军成

立200周年纪念活动,扬帆归航。航程31500海里,航时2664小时,诊疗50884人次,辅助检查26231人次,实施手术288例。

有外媒报道称,这艘医院船为中国对外拓展国家影响力提供了新手段,把免费的医疗、教育,甚至经济援助带到有需求的国家。不过,即使是和平方舟这样一艘没有武装的船只,也被某大国海军渲染为“中国最具威力之船”,理由是它能帮助中国海军执行海外救援任务,获取“软影响力”,进而削弱其领导者地位。

2018年5月1日,中国与多米尼加正式建交。和平方舟访多米尼加,系两国建交后中国海军舰艇首次到访。和平方舟抵达智利,不仅仅是去“露个脸”,还做了实质的工作。和平方舟医疗专家赴当地医院与多方50



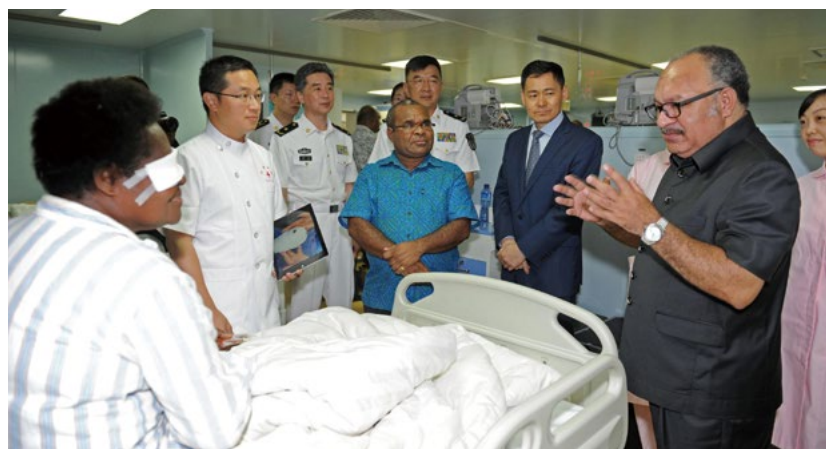
■8月13日,中国海军和平方舟医院船缓缓驶抵汤加努库阿洛法港时,信号兵升起旗组。江山摄



■8月13日,中国海军和平方舟医院船缓缓驶抵汤加努库阿洛法港时,信号兵升起旗组。江山摄



■6月30日,执行“和谐使命-2018”任务的中国海军和平方舟医院船,在太平洋上举行重温入党誓词活动。这是该船在庆祝中国共产党成立97周年之际开展“不忘初心、牢记使命”主题党日活动的一项重要内容。江山摄



■7月14日,巴布亚新几内亚总理奥尼尔(前右一)在中国海军和平方舟医院船病房看望术后住院民众。江山摄

余名医务人员,开展疑难病例讨论和联合诊疗,进行学术交流。

委内瑞拉、多米尼克、安提瓜和巴布达、多米尼加纷纷张开双臂迎接中国“大白船”乃至中国海军舰艇的首次到访。这是继2011年、2015年之后,和平方舟第三次赴加勒比地区访问。委内瑞拉派出军舰和战机前出迎接和平方舟到来,并在码头举行盛大的欢迎仪式。中委双方开展了联合医疗、学术交流、相互参观和文化联谊等系列活动。

“天涯之国”智利,是和平方舟入列以来到访的第43个国家,也是此次出访的最后一站。“两国跨越太平洋,距离最为遥远。”一位智利将领形象地描述,智利与中国正处在地球两半球相对应的位置上,假如从智利开凿一条隧道穿越地球,走出来就到了中国。

21年前,中国海军舰艇编队横渡太平洋抵达美洲大陆瓦尔帕莱索港,首次访问智利。那时,对于九十年代的中国海军来说,是非常了不起的成就。如今和平方舟跨洋过海抵达智利,已经都不算什么重大军事技术新闻了。

在瓦尔帕莱索港,和平方舟作为中国海军舰艇唯一的代表,应邀参加智利海军成立200周年国际海军阅舰式活动,与包括智利、美国、英国、秘鲁等多国24艘水面舰艇、2艘潜艇和15架飞机同台亮相。此次智利海军成立200周年纪念活动和“2018年拉美国际海事防务展”,共有28个国家派代表团出席,7个国家派舰艇参加相关活动。

中国海军医疗的野心

中国海军走出黄水的时间并不算长,海军医疗体系虽然建立于上世纪50年代,但走出国门却很晚。

笔者认为,它的重要性不亚于海



■8月2日,中国海军和平方舟医院船缓缓驶抵斐济苏瓦港时,医护人员在甲板列队站坡。江山摄

军作战舰艇编队走出远洋。毕竟,无论是查阅国外论文还是共享国外医院数据,都不如自己亲力亲为,去为这些各色人种和民族做上一圈手术。

海军是最具国际性的军种,无论平时还是战时,海军都是最有可能与国外的舰船、军人、平民接触的。既然海军已经在走向远洋、走向世界,海军医疗体系也必须跟上步伐。和平方舟连续数年都环游地球,正是我们必须要做的工作。

为世界各地的平民免费做一些手术,是和平方舟每次远航的例行工作,这次也不例外。此次任务,海上医院由海军军医大学建成制抽组,这是军医大学转隶海军后的第一次。为了尽可能惠及更多民众,120名医护人员白天诊疗、晚上手术,加班加点;一站接一站,连续转换,接力奋战。

在斐济,6岁的斐济小女孩戴安娜在和平方舟接受了2个小时的全麻手术,手足畸形均得到了成功矫治。“长大了,我想到中国跳一支芭蕾舞,来感谢你们!”戴安娜在治疗完成后说道。

35岁的多米尼克民众帕特里克,左侧腰腹部反复出现剧烈疼痛,持续时间达两个月。当地医生通过CT检查发现,其左侧输尿管里有一枚1.5厘米大的结石,造成左肾积水。在和平方舟,泌尿科医生刘冰为帕特里克成功实施了全麻下输尿管



■8月17日,和平方舟派救护直升机搭载医疗分队前出汤加埃瓦岛,为当地村民进行贴心、暖心、精心的上岛送诊服务。孙超摄

镜检+钬激光碎石手术,这是多米尼克国内首例此类手术。

巴新小男孩达米安的手指被火烧伤,无法伸直。杨超和马兵医生成功为他进行了手术。如今,小男孩达米安成了巴新的“小网红”。他手术后的大头照片,被《信使邮报》记者拍下并刊登在头版——标题写道:THANK YOU(谢谢)!

在瓦努阿图,29岁的妇女诺埃林·汉默一直不能怀孕,并且腹部时常疼痛。由于当地没条件,医生建议她到国外治疗,可昂贵的费用和手术的风险,让诺埃林·汉默望而却步。妇科医生陈于为她成功进行手术,不仅摘除了囊肿,对卵巢进行了修复,还让子宫和输卵管恢复到了正常位置。

而53岁的瓦努阿图民众埃尔沙·凯西,时隔四年两次登船,分别接受了左、右眼白内障摘除术。他说:“和平方舟的两次到访,让我的世界充满光明。”

在斐济,和平方舟派出救护直升机,前往距离和平方舟靠泊港、首都苏瓦100公里之外的瓦图莱莱岛,把来自中国的健康关爱送上岛。

“境外陌生空域的飞行、岛上起降资料缺乏、跨越当地飞行管制区等,对组织指挥飞行和保障都是全新的挑战。”任务期间,一级飞行员马东升和他的飞行团队克服种种困难,开展飞行49架次,架设了一条空中的健康通道。

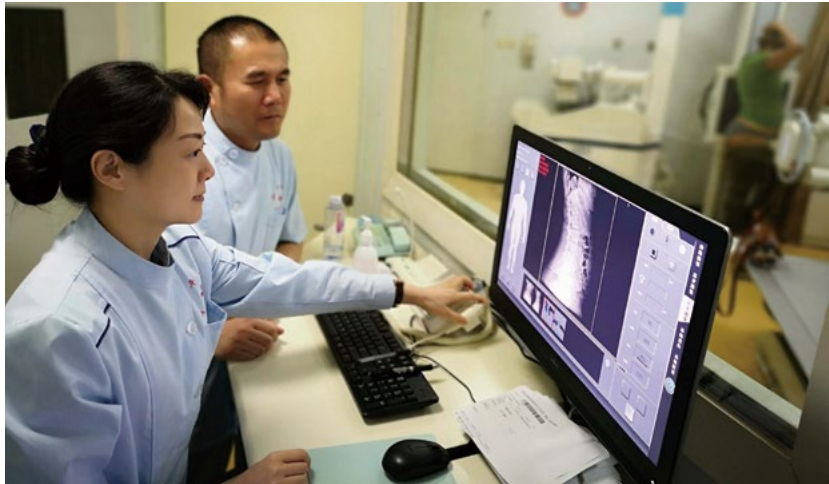
在汤加,48岁的民众伊卡汤佳因肺部感染出现积水,在当地医院先后两次接受手术治疗,不但没有治愈,还留下了心理阴影——手术异常痛苦,术后疤痕非常明显。在和



■2018年7月16日,巴新小男孩达米安·马英用一个亲吻表达感谢。江山摄



■7月24日,是瓦努阿图儿童节,瓦努阿图三胞胎姐妹蕾图鲁、麦依和埃斯裴收到医护人员送的儿童节礼物——中国大熊猫玩偶。日史奎吉摄



■10月4日,和平方舟医生为格林纳达民众进行DR检查。江山摄



■12月2日,在智利瓦尔帕莱索港,智利举行海军成立200周年国际海军阅舰式活动。图为中国海军和平方舟医院船通过检阅舰、智利海军“阿尔戴尔”号坦克登陆舰(舷号91)时,官兵们行举手礼。江山摄

平方舟上,伊卡汤佳成功接受了微创胸腔闭式引流术。这次,几乎没感觉到手术的痛苦,术后也没有疤痕。

31岁的多米尼克民众洁曼妮在和平方舟成功接受手术后,给一直陪伴她、鼓励她的和平方舟男护士姜春平一个大大的拥抱,称他是充满爱的“男天使”。

“你认为,这种病例该如何处理?”在外科门诊,从军36年的颜荣林医生习惯地问,他正在带教来自瓜亚基尔圣地亚哥天主教大学医学院学生。

“这是一种全新的体验,也是非常好的临床实践。”71名该校学生参与了志愿者活动,既当翻译,又参与诊疗。他们纷纷表示,非常珍惜这个难得机会。

其中一位学生叫加布里埃拉·弗里亚斯·庞塞,她在活动结束后拥抱颜医生,并留下便条:“这是非常好的经历,我学到了很多。感谢颜医生,感谢中国海军!”

“这个病人有哮喘,呼气时听诊器里可以听到哮鸣音。”呼吸内科医生商艳一边诊疗,一边带教汤方志愿者拉图。

26岁的汤加军医拉图,曾于2011年至2017年在中国海军军医大学学习临床医学专业,是汤加第一位赴军医大学学习的军事留学生,也是该校第一位来自南太平洋地区的本科毕业生。

“医者仁心,大爱无疆。感谢中国,在我最美的年华,给了我爱的力量。”拉图与带教老师商艳拥抱话别,“我相信,这份来自中国的爱,不仅在汤加,在大洋洲,甚至在全世界,都将永远绽放绚丽光彩。”

“走出国门,我就代表着中国”。这不仅是“和谐使命-2018”任务叫响的口号,更是随船380名任务官兵的冲锋号。(编辑/蓝云)



“普里博伊”级两栖攻击舰方案

俄罗斯自建两栖攻击舰不如“西北风”级

文博文

时间已是2019年,俄罗斯与法国“西北风”级两栖攻击舰擦肩而过已有5年。法国以东乌克兰和克里米亚事件为由取消了向俄罗斯出售2艘“西北风”级两栖攻击舰的合同,如今叙利亚和东乌克兰战事未消,俄罗斯更是倍感远海两栖投送工具缺乏的不便。其实在确定无法引进“西北风”级之后不久,俄罗斯就开始设计自己的两栖攻击舰,到目前位置已有数个方案亮相,不过尚无一种方案进入建造准备阶段。在笔者看来,俄罗斯两栖攻击舰迟迟不能建造,主要原因并不是资金缺乏,而是技术缺乏导致设计方案的性能不能让军方满意。

形形色色的两栖攻击舰 图纸计划

在引进法国“西北风”级两栖攻击舰失败之后,俄罗斯就开始着手自研两栖攻击舰。从2016年起,俄罗斯各设计局炮制的两栖攻击舰方案就开始出现俄罗斯各种国内外防务展上。这里需要补充一点,那就是俄罗斯在防务展上展出两栖攻击舰的模型,可能只是一种对外的宣示,即“俄罗斯也拥有两栖攻击舰的建造能力”。

各设计局公布的两栖攻击舰的设计方案,排水量在8000-24000吨之间。其中最小的两栖攻击舰方案是2018年谢韦尔诺耶设计局设计的

一款据称是“完全新概念”的两栖攻击舰。在采访中,谢韦尔诺耶设计局表示他们的作品将会令人震惊,该设计局正在研制的新型两栖攻击舰排水量只有8000吨,和国际主流两栖攻击舰相差甚远。

在谢韦尔诺耶设计局之前,俄罗斯另外一个船舶设计局涅夫斯基设计局已经公布了两个不同的两栖攻击舰方案。其中,“普里博伊”级两栖攻击舰排水量23000吨,长200米,宽34米,设计吃水7.5米,最高航速20节,巡航速度14节,续航力6000公里,自持力30天。在强风/大风情况下,该舰可承受6~7级的风暴。该舰的主推进装置为燃气轮机。舰员

总计约400人,可运输500~900人规模的海军陆战队、50辆步兵战车和最多10辆坦克,可以搭载12架军事运输和搜救直升机,可以搭载6艘载货能力45吨的登陆艇并悬挂6艘冲锋艇。

比“普里博伊”级更大的方案是“波浪”级,排水量24000吨,扩大了机库面积,可搭载16架直升机,无论是垂直投送能力还是平面投送能力都对标“西北风”级,很显然这是为了证明“俄罗斯也能设计出和法国一样的两栖攻击舰”。

就现代两栖作战的要求看,两栖攻击舰显然是越大越好。一般认为,如果不搭载垂/短飞机,那么两栖攻

击舰的满载排水量应在2~3.5万吨,英国、法国、日本、韩国现役的两栖攻击舰排水量均在这个范畴内。

而如果想在两栖攻击舰上搭载固定翼作战飞机,那么排水量还要大大增加,以美国海军威力,现役的两栖攻击舰满载排水量甚至高达4.5万吨。其前型“黄蜂”级也达到了4万吨。两栖攻击舰不仅能搭载直升机,还能搭载垂直起降固定翼战斗机,这意味着单独一艘两栖攻击舰就能完成复杂的登陆前火力准备、纵深对地打击和遮断、发动垂直和平面登陆等等任务,也就是说单舰就能完成一场小规模高烈度登陆作战。但如果是2~3.5万吨的只搭载直升机的两栖攻击舰,那么就只能单独完成小规模、低烈度的登陆作战,如果登陆场复杂且敌方抵抗力量较强,那么就需要派遣一支包含航母的特混舰队予以配合。

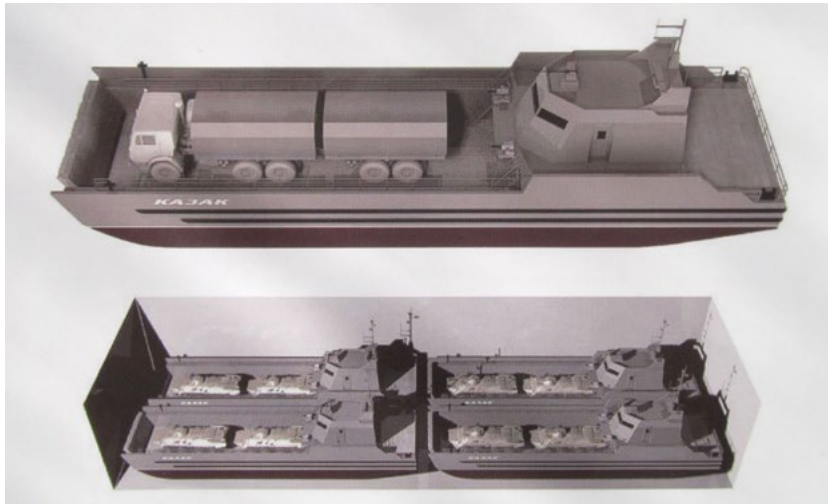
那么8000吨级的两栖攻击舰是什么概念? 这比各国现在装备的两栖船坞登陆舰还小。8000吨级的两栖攻击舰,准确来说只能算作加大了直升机甲板面积的坦克登陆舰,即便这样,最多也只能供2~3架直升机同时准备起飞,不具备连以上规模的登陆部队的垂直投送能力,两栖登陆部队的运载能力也相当有限,对两栖登陆能力的提升不明显。目前,谢韦尔诺耶设计局还没有给出这款8000吨新型两栖攻击舰项目的详细数据和研制具体时间表,甚至连基本的设计草图都没有公布,因此尽管8000吨级两栖攻击舰看似比较符合现在正在衰退的俄罗斯造船业的现状,但同样也是虚无缥缈、可行性较低的设计。

俄罗斯还要研制新垂/短飞机?

2018年10月,俄罗斯方面又爆出有意思的新闻。俄罗斯报纸刊登



■“普里博伊”级外观看上去完全不像是一艘23000吨的大舰,更像是船坞登陆舰削平了甲板。



■俄罗斯提出的登陆艇方案。该艇可以适配两栖攻击舰的坞舱,但遗憾的是这是一种机械登陆艇。

了一篇采访两位俄军高官的文章,提到军队正在建议俄军研发垂直起飞和垂直着陆或VTOL型战机和通用型登陆艇。随后俄罗斯国防部副长尤里·巴里索夫表示,俄罗斯自2017年以来一直在开发新的VTOL飞机,该型飞机将在未来7到10年内部署。

苏联在上世纪60年代就研制了雅克-36/38垂直起降(VTOL)战斗机,并于70年代配备在“基辅”级中型航空母舰上。80年代苏联还研制过替换雅克-36/38的新一代雅克-41垂直起降战斗机,但因苏联解体,研制计划半途而废。现在俄罗斯重新提起研制垂直起降战斗机的计划,显然不是像40年前那样要装备本国的航空母舰,而是要将

其装备在俄罗斯自己的两栖攻击舰上。

如果要研制新的VTOL飞机,俄罗斯倒也是有一定的基础。20世纪80年代研制的雅克-41垂直起降战斗机大体上综合性能接近第三代(俄标第四代)战斗机的水准,其亚音速和跨因素机动性能较好,具备超视距空战能力。在雅克-41的基础上加以改进,完成试飞和研制,这款新的VTOL飞机即可入役。当然这种“雅克-41大改”的飞机各方面性能无法和F-35B相比,但作为两栖登陆舰的固定翼作战飞机,执行简单的对陆纵深攻击、战场遮断等任务还是可以胜任的(也就是加强版的“海鹞”的定位)。

但如果俄罗斯决心研制新的

VTOL飞机,反过来会给两栖攻击舰的设计方案、建造准备带来新的难题。前文已经说到俄罗斯现在推出的几种两栖攻击舰方案排水量大多偏小,最大的一个方案也只有24000吨,与“西北风”级相似。而如果想搭载VTOL飞机同时还要有较强的垂直和平面投送能力,那么俄罗斯就必须设计一种排水量4万吨以上的船体,才能实现上述设计目标。此外,俄罗斯的造船厂也必须做好建造一艘总长250米左右、船台/船坞下水前净重达到2万吨左右的巨型船体的准备。这大概是当年“基洛夫”级核动力巡洋舰的尺寸。

苏联曾计划研制两栖攻击舰

上世纪70年代,苏联在战略上开始由守转攻,并且急于在亚非拉地区进一步扩张势力范围。而这一时期,美国基于越战的经验,对直升机在登陆作战中的重要性有了新的认识,开始建造“塔拉瓦”级两栖攻击舰。苏联也即刻获知了这一情报,开始跟进,甚至将两栖攻击舰列为80年代的重点发展项目。

当时,虽然苏联海军装备了大量的坦克登陆舰,但这些舰艇显然不具备超地平线登陆作战的能力。它们还是要采取传统的登陆作战样式,将作战人员和装备直接输送到岸上。即使是“伊万·罗戈夫”级那样的登陆舰也很难保证能够在高强度的战斗中共生存下来,甚至岸防炮都能给它造成致命的杀伤。而两栖攻击舰则不然,它可以将作战力量迅速投送到敌纵深区域,非常符合“超地平线”登陆作战理论的基本要求。所以,苏联发展大型两栖攻击舰还是颇具前瞻性的。

当时,苏联计划以“基辅”级航母为基础设计自己的两栖攻击舰。像美军的“塔拉瓦”级两栖攻击舰一

样,苏联的“小平顶”将搭载直升机、垂直起降战机和气垫登陆艇。值得一提的是,在设计方案中新舰机库长达150米,而“塔拉瓦”级的才65米。按照“基辅”级航母4.3万吨的满载排水量计算,苏联版两栖攻击舰的排水量应该不会低于4万吨。由于该型舰武器装备的配置与美军“塔拉瓦”级类似,既能遂行两栖作战任务,又能有效对外实施军事干预。不过,由于种种原因这型舰艇的建造计划被迫取消,这让苏联丧失了一次追赶西方两栖攻击舰技术的绝佳机遇。



■“西北风”级的引进在当时的俄罗斯就极具争议性,但在法国禁止出售该舰后,俄海军本来反对的官员也表示非常后悔。



■“普里博伊”级的舰尾形状不同于其他国家的两栖攻击舰,可见其坞舱的尺寸非常独特,大概是为了适配大型机械登陆艇。

俄罗斯两栖攻击舰方案预测

在这里笔者想以局外人的角度,对俄罗斯可能设计得出来、建造得出来的两栖攻击舰方案做一个预测。

其实,俄罗斯从2016年至今推出的各种两栖攻击舰方案,都很难看出已进入工程规划阶段的迹象,甚至许多方案提出的设计局本身就没有多少军船设计经验,更像是普京在重整俄罗斯国防研制体系之后,新生的设计局的练手之作。如果以俄罗斯现在的造船技术为基础、

以5年在之内开工为假定时间表(不考虑远期俄罗斯可能获得的造船能力和技术),那么“可行版”的俄罗斯两栖攻击舰的概貌大概是这样的:

尺度和吨位方面,排水量2~2.5万吨,只搭载直升机。这个吨位的两栖攻击舰,俄罗斯可以不用花很长时间对船厂进行升级改造就可建造。这也是涅夫斯基设计局在2018年主推两款排水量分别为2.3和2.4万吨的两栖攻击舰的主要原因。涅夫斯基设计局制定的计划中,也希望俄罗斯海军将两栖攻击舰列入2018~2023年舰艇建造计划表之内。

动力方面,安装2台蒸汽轮机,大体上是“现代”级/“库兹涅佐夫”级上安装的蒸汽轮机的小改型。笔者的这个预测与目前俄罗斯各设计局公布的方案都不一样,比如谢韦尔诺耶设计局的两个方案都强调安装燃气轮机。然而乌克兰危机之后,俄罗斯的燃气轮机供应线被切断,从2014年到2018年,俄罗斯虽然开始了自行研制和独立制造燃气轮机的尝试,但进展并不快。如果严格要求两栖攻击舰的2023年必须开工,那么采用蒸汽轮机可能是比燃气轮机更好的方案。蒸汽轮机的输出功率可以满足要求,但问题在于体积重量都比燃气轮机大得多,有可能会使两栖攻击舰的搭载能力略有下降。

搭载的直升机方面,以俄制米-171运输直升机和米-28/卡-52等武装直升机为主。这也是目前俄罗斯两栖攻击舰飞机唯一的选择。俄罗斯可能不会考虑在其上搭载还在规划研制阶段的垂直起降战斗机。

雷达、电子和C4ISR方面,只能全面采用俄罗斯自产的设备,由于俄罗斯在这些领域与西方国家存在着差距,而且苏联/俄罗斯都没有太

多的现代条件下两栖作战的经验,因此笔者认为,俄罗斯两栖攻击舰采用的上述设备,可能无法达到法国“西北风”级的水准。

最后,价格。如果俄罗斯下决心一定要建造两栖攻击舰,那么前期

准备的投入会很大:船厂、动力系统、雷达、直升机等等,都需要一大笔先期投入的资金才能满足开工要求。因此俄罗斯两栖攻击舰的前2艘,造价很可能高于当年购买“西北风”级的价格。✍(编辑/蓝云)



■雅克-41战斗机项目已终止近20年,原型机已经作为展品陈列。



■弃置在飞机坟场的雅克-41战斗机



■在当今的俄罗斯,一艘5000吨级坦克登陆舰在建造10年后终于完工服役都能成为海军装备的年度大事。



韩国海军这些年装备了大量先进舰艇。

韩国新一代主力驱逐舰KDDX 评析

文|金琉璃

近日,韩国批准了KDX-III驱逐舰第二批次的建造计划,同时通过决议,在完成第二批次KDX-III驱逐舰的建造之后将会开工建造下一代驱逐舰KDDX,这两款大型驱逐舰的定位有一定差异,但也表明了韩国“蓝水派”最终取得胜利,韩国海军走向远洋的步伐正逐步加快。

大船和小船抢钱

在韩国装备KDX-III型驱逐舰后,韩国政府对其昂贵的造价、不菲的运营成本以及其“是否符合韩国海战需求”的问题进行了讨论,观点严重对立的双方在军中和政府采购部门内部掀起了激烈的争执。

一部分人认为鉴于延平海战的经验以及考虑到朝鲜海军尚无大船也不具备远程攻击能力的事实下,应当开发“高性能,重火力,具备一定远程攻击能力且在类似定位的军舰中占有吨位优势”的新型导弹炮艇,这也催生出了“尹永夏”级和“虎头海雕-B”这样的小型高速重火力导弹/火箭艇。

而另一派人则认为韩国日后将面临各种国际纠纷和附近强国的海军扩张威胁,为了不落入古时9艘船迎战300多艘敌舰和面对敌军毫无还手之力的悲惨境地,应当投入海军的全部财力和精力打造一支蓝水海军,提高

自卫能力。双方各有各的道理,但经费只有一份,因此,为了争夺经费,韩国高层成了蓝水派和黄水派。

两派人士各执一词:黄水派主张大力购买“侏儒”PKM和PKG这种在300~500吨左右高度现代化的重火力炮艇以应对最为直接的近海威胁;而

蓝水派则认为韩国的公民和财产遍及世界,有发展远洋海军的需求,而且需要与中日高速发展的海上力量保持相对均势,即便是难以达到势均力敌,也不可避免的需要一批大型作战舰艇。

我们今天可以看到,最终韩国海军还是选择了蓝水派的道路,从2018



■“尹永夏”级是黄水派的代表作,其以延坪岛海战时阵亡的韩军军人命名。

年年初我们就可以看到,韩国海军否决了继续购买PKG的协定,并启动建造和下水了FFX-II型导弹护卫舰。韩国海军的口径在现在看来已经完全倒向蓝水派。

这正是2018年末KDX-III和KDDX能一下子获得国会批准的关键原因。

KDDX与其10余年的漂泊不定

在2009年的海洋防务展示会上,现代重工展示出了其与洛克希德·马丁公司一起设计的“新型防空驱逐舰”3D概念图。这款驱逐舰以KDX-II型驱逐舰为基础,将舰桥等上层建筑加强隐身设计,搭载AN/SPY-1F雷达,并用RIM-116RAM取代原本的SGE-30“守门员”近防系统。由于当时海军内部意见尚未统一,因此导致现代重工与洛马联合设计的版本此无下文,但其基于KDX-II改进的设定以及海军内部对新一代驱逐舰的需要,使得“韩国海军新型驱逐舰”从此以“KDX-IIA”的名字开始流传了起来,以至于现在仍有人认为KDDX是KDX-II的改进版。

但紧接着,海军内部得出结论,认为韩国海军仍然需要超越KDX-II的大型水面舰艇,因此海军宣布了“KDX-IV”计划,并要求在2019年开始生产六艘新型驱逐舰。鉴于一部分人认为这就是之前的KDX-IIA后继发展型,以及民间和相关领域称谓混乱的情况,韩国政府宣布“下一代驱逐舰”的正式定名为“KDDX”。

2013年12月10日,韩国政府对外正式承认将准备建造第二批“世宗大王”级驱逐舰。此新闻出来不少国内外长期关注KDDX计划的人都不安了起来。但韩国海军紧接表态不会放弃开发并装备KDDX,但是可能会让位于第二批“世宗大王”并相应减少产量。

2013年MADEX展会期间大宇重工展示了一款被称为DW8000型驱逐舰的方案,作为KDDX计划的竞标品,



■2015年展出的KDDX舰模型。

虽然这款驱逐舰没有变成现实,但其构型却成了民间日后几年内对KDDX舰外观的模板。实际上,韩国FFX-II型护卫舰“大邱”级护卫舰就使用了这款驱逐舰的外形设计,而且“大邱”级的简配版还成功出口给泰国,即“他钦河”级。

KDDX与“世宗大王”之争,答案在2014年就已经揭晓。2014年12月韩国国会国防委员会在军事预算初步审查中将KDDX的全部30亿韩元预算全部砍掉,并宣布KDDX计划为“世宗大王”第二批的建造让路。

根据韩国国防科学研究所近期所述,KDDX项目基本确定在“世宗大王”第二批和FFX-III建造完后(现在正在建造的是FFX-II型舰,本批次建造目标预期在2021年完成)。同时指出要运用在KDDX舰上的双波段技术(还包含综合式桅杆)要首先运用在FFX-III级护卫舰上并加以完善,以为KDDX做好万全准备。考虑到韩国已经于2018年11月份正式订购第二批“世宗大王”级驱逐舰三艘,KDDX只能是在2020年代中后期下水。依据2018年11月份宣布第二批“世宗大王”(三艘)开始建造并向美国订购SPY-1D雷达的情况来看,见到KDDX的身姿恐怕需要等到2024年以后了。

2018年12月27日,韩国防卫工作促进委员会在即将步入2019年之前,

发布了确认建造6艘KDDX驱逐舰的计划,预计2020年代后期装备六艘并纳入海军作战体系。

我们在其中又能发现一个重要的细节。韩军在2010年关于“世宗大王”级之后会造多少驱逐舰的话题下,韩国海军给出的数字是6艘,也就是说当时的选项是订购六艘KDDX或者第二批“世宗大王”和KDDX驱逐舰各三艘。但是通过韩国2018年末的最终确认,韩国不仅已经拨款订购三艘“世宗大王”,而且KDDX的数量没有减少,依然为6艘。可以确认韩国未来十年将会会增加九艘新的驱逐舰,这也侧面反映韩国感受到周边各国近几年下饺子般造船带来的压力。

KDDX的武器系统

在武器装备上,KDDX舰依照“尽量国产,尽量减少对美国的依赖”的方针配备武器系统。在垂发系统上,韩国选用国产的新一代KVLS系统全面取代美军MK41通用垂发系统,而这款但并非“世宗大王”级装备的上一代KVLS系统,而是专门为KDDX准备的加大版垂发系统。与原版比较,新系统每个发射单元面积增大到原来的180%(即边长增加34%)发射井深度增加20%,载重量增加85%

预计一艘KDDX驱逐舰将装备64~110单元的KVLS,在坑数上做到



■三艘KDX-III型舰不能满足韩国海军的需求。

不逊色于“世宗大王”级。将携带韩国自行研发的“红鲨”式反潜导弹、“海星”-II巡航导弹(射程1000~1500千米)、“海弓”(射程40~45千米)舰对空导弹等武器。

特别定制这款“KVLS PLUS”的目的是为了搭载韩国预期2023年前后完成开发的L-SAM弹道导弹拦截导弹。这是韩国与俄罗斯合作,在S-400的基础上研发一款专门用来拦截弹道导弹的防空系统,分为陆基型与海基型,计划名为L-SAM。韩国军方设想利用L-SAM、PAC-3、M-SAM组成高、中、低的反弹道导弹体系,其中海面部分将由KDDX驱逐舰和FFX-III型护卫舰完成。

KDDX驱逐舰的另一大亮点为正在为其开发的双波段雷达。依据发布所称将采用S/X的双波段。选用的原因也是为了大幅降低雷达反射截面积(RCS)。目前获得的消息来看,KDDX极有可能搭载泰勒斯的I-MAST(整合式双波段桅杆)。

2013年,大宇宣布会采用I-MAST设计后不久,韩国三星和欧洲泰勒斯集团合资企业“三星—泰勒斯”便宣布了自己已经拥有参与竞标KDDX的I-MAST的产品。2014年韩国韩华集团(hanwha)成功收购“三星—泰勒斯”公司,欧洲泰勒斯便宣布撤出“三星—

泰勒斯”,这无异于给韩华集团当头一棒。但韩华集团接下来便开始了自主研发。据2018年夏季的声明,韩国自主研发的I-MAST已经完成了70%,进入了最核心的阶段。尽管如此,考虑到KDDX目测2020年代中后期下水的情况来看,到那时韩华集团应该已经研发完成并将I-MAST安装到舰上了。

在其余武装方面,KDDX沿用Kmk-mod4型127毫米舰炮、K-745“青鲨”鱼雷以及4X4“海龙”反舰导弹。在近防武器方面,沿用“守门员”近防炮和RIM-116的可能性十分大,但也不排除韩国选用性能更加出色的新型近防系统。

KDX-III 第二批次与KDDX的关系

截止2013年,韩国海军保有着勉强持平周边国家海军的势力,但考虑到日本海上自卫队与解放军海军实力的增长,韩国海军提出了增加购买三艘“世宗大王”级驱逐舰的议案。随后,国会国防委员会便以“世宗大王级增购启动金”的名义为其注入了100亿韩元的资金。

但是预算委员会发布的最后的明细中,又将其资金减到10亿韩元,国防部和联合参谋本部也连续拒绝了多次海军要求增购“世宗大王”的请求。不

过这激起了2012年曾在国会支持增购方案的议员们和海军以海军参谋总长为首的高级军官们的激烈抗议,最终导致预算委员会决定对此重新评估。

最终,12月10日的联合参谋本部会议上,韩国决定增购3艘“世宗大王”级驱逐舰。当时的预算估计为4万亿元,预计三艘舰在2023~2027年下水。当该级舰和剩余的17艘导弹护卫舰和6艘KDDX的都下水后,韩国水面力量将增长至三个大型机动团。近期也有观点认为三艘新建成的“世宗大王”级会编入一个全新的舰队——“独岛-离於岛舰队”,专职在东海的日韩争议海域巡弋,但该计划目前没有得到官方的证实,暂且停留在都市传说的阶段。

与现役的“世宗大王”级比起来,“世宗大王”batchII会增强反弹道导弹能力和反潜能力。2016年5月29日,韩国海军宣布将为KDX-III batchII配备能发射SM-3和SM-6的垂发系统,这里可能是指能拦截弹道导弹的BMD系统,目的是为了应对日益丰富的各类导弹带来的威胁。韩国军方表示考虑为每艘船配备20枚SM-3,总共60枚导



■I-MAST整合式双波段桅杆模型,已经出现在KDDX舰的模型上。

弹,耗资9千亿韩元。由于目前同样使用宙斯盾系统的日本防空驱逐舰每艘仅配备8枚SM-3,因此也有部分分析人士认为韩国只需要购买30枚就可以满足需求。

考虑到SM-3比“萨德”还高的拦截上限,为避免激化地区紧张局势,是否最终购买SM-3导弹还有争议,但随着东亚整体装备技术水平的发展,韩国所需SM-3和SM-6的数量还是会增多。

根据韩国第95界防卫工作推进委员会的报告显示,KDX-III batchII大型驱逐舰的长度将比原版增长10米,空载排水量增加400吨。推测会使用CODLAG混合推进系统和综合性桅杆,但尚不确定KDX-III batchII是否也会使用I-MAST系统。韩国联合参谋本部在2018年11月末时最终决定购买三艘KDX-III batchII,并预计三舰在2026年成军,目前已向美国购买所需的宙斯盾系统,美国已经予以通过。

韩国蓝水海军的背景与展望

如前文中所述,越来越多的国际利益与自身发展所需要的实力是韩国



■SM-3导弹是KDX-III batchII计划的重点。

标准排水量: 7400吨

巡航航速/最大航速:
20/30节(55千米/时)

编制: 200人。



■韩国海军对KDX-III 第二批次的基本规划



■展会上展出的KDDX驱逐舰模型,注意一体化桅杆。

发展蓝水海军的根本动力,而中日两国下水的新型船只与高科技装备的增加是韩国急需扩充海军实力海军的直接动力。

韩国从体量来说当然无法和中日两个传统大国比较,但是韩国海军的目标是尽量减少差距。这就诞生了“海军2035”计划。

“海军2035”计划指的是”尽量做到不落后于中日等国海上力量,在确保对朝绝对优势的前提下发展水上水下舰艇”。此计划衍生出了一系列订购计划,诸如本文所述的KDX-I/2/3系列驱逐舰、KDDX下一代驱逐舰、FFX-1/2/3系列护卫舰、“海弓”舰对空导弹、“海星”-I/“海龙”舰对舰、“海星”-2/3舰/潜对地巡航导弹等一系列现代化

装备。

“2035舰队”的规模如下: KDX-1“广开土大王”级驱逐舰 三艘(完成);KDX-2“忠武公李舜臣”级六艘(完成);KDX-3“世宗大王”级六艘(目前完成3艘);下一代八千吨级驱逐舰KDDX 六艘(0/6)/“仁川”级护卫舰 六艘(完成);“大邱”级护卫舰 八艘(1/8);FFX-3型护卫舰 十艘(0/10)/“独岛”级两栖攻击舰 三艘(2/3)。

由上可知,韩国海军蓝水舰队依计划将在2035年会拥有21艘驱逐舰、24艘护卫舰和三艘两栖攻击舰。这是韩国应对正在逐渐不安的周边态势与自身未来需求所定制的计划,虽然仍不及中国和日本的规模,但也充分体现韩国感受到局势变化并作出回应的态度以及决心。✎(编辑/赵焱)



某段视频中出现的疑似下一代25毫米弹炮合一系统

中国轮式自行高射炮口径为何重回25毫米

文|张一钊

近期一直处于沉寂状态的解放军陆军野战防空武器有了新的消息,据称一型轮式25毫米自行高射炮已经列装解放军陆军部队。这是一个很有意思的消息,因为在解放军陆军野战防空兵器发展史上,25毫米口径并没有收获多少好评,现在新一代25毫米口径的自行高射炮重新获得了解放军陆军的青睐,背后是否有什么深意?

差点一统天下的35高

新中国成立后,在武器装备制式化问题上全面倒向苏式,通过引进苏制M1939式37毫米和1939年式85毫米两型高射炮武装了解放军陆军野战防空部队和空军防空兵部队,此后解放军对于高射炮的改进主要集中到了37毫米高射炮身上,先后研发了65式双管37毫米高射炮和74式双管37毫米全自动高射炮,并在它们的基础上推出了多个外贸型号,并取得了不错的成绩。

但到了1970年代,随着现代战机技术的飞速发展以及空基制导弹药的出现,37毫米高射炮已经很难适应高强度的现代防空作战需求,面对着

美苏两国的绝对空中优势,解放军陆军希望获得更好的高射炮,但当时的中国军工是不可能满足陆军提出的要求,所以最终解放军利用短暂的中西蜜月期,从瑞士厄利空公司引进了双管35毫米牵引高射炮系统。中国引进的双管35毫米牵引高炮系统很有特色,它的技术水平介于GDF-002和GDF-003之间,从某个角度来说,更像是经过NDF-A型改装套件升级后的GDF-002型双管35毫米高射炮,该炮性能全面优于解放军装备的各型37毫米高炮。

除了火炮本身的性能差别较大以外,在配套弹药上,国产37毫米高射炮也与35毫米高射炮之间存在着代

差,即使不考虑AHEAD(阿海德)弹,只对比普通榴弹,双方之间也存在着较大的差距。正是基于如此众多的优点,在引进厄利空双管35毫米高射炮系统并完成国产化后,不仅大量装备了解放军还在其基础上发展出了新一代履带式自行高射炮-GZ-09式双管35毫米自行高射炮,为解放军装甲部队撑起一片可靠的防空天幕。

单纯从高射炮的战技术性能角度分析,无论是牵引式的PG99式还是自行式的PGZ-09式,都具备了一统解放军陆军野战防空高射炮的能力,但现实却是35毫米高射炮不仅没能取代25/57毫米高射炮,在新一代轮式自行高射炮的选型中还败给了新25毫



■测试中的八轮轮式自行高炮,注意车体变动很大

米轮式自行高射炮,实在是一件有些不可思议的事,那么该如何去理解呢?

新25轮自高与35轮自高

为什么会重新选择25毫米作为新一代轮式自行高射炮的口径?原因恐怕是在口径之外,从目前公开的报道可以看出,新25毫米高射炮是装配到国产8×8轮式装甲底盘上的,它也将是解放军陆军真正列装的第一代轮式自行高射炮。在它之前,解放军陆军曾经定型了一款基于8×8轮式装甲底盘的35毫米自行高射炮。

在国产履带式双管35毫米自行高射炮研发的时候,基于8×8轮式底盘的35毫米自行高射炮也被提上了议事日程,由于8×8轮式装甲底盘的承载能力有限,不可能直接移植履带式双管35毫米自行高射炮的炮塔,几经权衡后,选择了单管转膛式自动机,据称其射速同样达到了1000~1100发/分,与PZG-09式相比毫不逊色,放眼世界也足可跻身一流之列,毕竟不是哪个国家都能在35毫米口径上设计出“千发”级别的高射速转膛自动机。

但奇怪的是,该炮在定型后却没有量产装备部队,直到新一代轮式25毫米自行高射炮问世之前,解放军陆军的轮式装甲部队始终没有装备基于轮式底盘的35毫米自行高射炮。细究

之下,原因大约有二个,一是转膛式自动机的固有缺点较多:身管寿命短、需要额外的炮身支架、存在着走火的风险、结构复杂且成本更高等;二是出于减轻重量和削减成本的考虑,取消了原有的跟踪雷达,换用了全光电设备,导致了轮式转膛35自高的抗干扰能力和全天候作战能力均有较大程度的下降。第三:该炮定型时,解放军陆军对于轮式轻型机械化部队的未来发展及作战使命仍有一些争议。但在军改之后,全部由轮式装甲车辆组成的解放军陆军中型合成旅逐步成为陆军应急作战的主力,这在客观上就要求必须尽快弥补这一短板。

新轮25自高展望及解放军野战防空战术的变化

解放军陆军中型合成旅亟需轮式底盘的自行高射炮并不能完全解释为什么会有新的25毫米自行高射炮,将已经定型的轮式双35自高投产也能解决这一问题,虽然可能付出的成本要更高一些,但其时间成本会更低。

为什么会有新一代轮式25毫米自行高射炮?解放军陆军的野战防空战术发生了变化,这才是真正的原因。

笔者猜测,新一代轮式25毫米自行高射炮有可能沿用轮式转膛35自高的转膛式自动机,只是尺寸和重量都有所缩减,其射速有可能仍维持在

1100~1200发/分,同时轮式转膛25自高配备有精度更高,抗干扰能力更好的跟踪雷达,除了有效斜距离和反导/反精确制导弹药下降以外,其防空作战效能并不比轮式转膛35自高下降多少。而且可以通过导弹弥补性能差距。

这就是笔者要说的第二点,未来解放军的野战防空要以导弹化为主了。自军改以来,解放军陆军的中型合成旅在防空问题上始终存在着二个较大的短板,一是本文所说的没有轮式装甲底盘的自行高射炮,另一个就是没有轮式装甲底盘的近程地空导弹。

在解放军陆军三种合成旅中,重型合成旅拥有“HQ-17”式近程地空导弹,轻型合成旅拥有“HQ-7B”式近程地空导弹,只有中型合成旅是空白。虽然可以将采用6×6轮式装甲底盘的“HQ-7B”式地空导弹装备到中型合成旅,但其作战效能与“HQ-17”近程地空导弹有一定的差距。当然我们也要注意,这两型近程地空导弹在作战效能上的差距不算大,所以正常情况下,解放军陆军也不会为中型合成旅研发一型基于8×8轮式装甲底盘的“HQ-7B”近程地空导弹。

如果能在轮式转膛25自高上配备类似于俄制57E6YE型近程地空导弹的防空导弹,其作战距离将直接拓展到18~20千米,杀伤目标的最大飞行速度也将提高到1000米/秒,在一定范围内可同时攻击4个目标,这样的作



■HQ-17近程地空导弹

战效能已经超过了1辆轮式转膛35自高+1辆轮式“HQ-17”近程地空导弹,其效费比之高将无出其右者。

更为重要的是,达到这样的作战效能对于中国军工来说,不存在任何难以克服的技术困难,在第12届珠海航展上,多家民企推出的各型导弹中大多采用了成本较低的光学制导或是红外成像制导,也就是说,红外成像制导头已经成功实现了“白菜价”。

从另一个角度来说,自从中国引进俄制956EM“现代”级导弹驱逐舰后,对于其上配备的“卡什坦”近程防空武器系统已经有了足够的了解和认识,也有类似的外贸产品推出。虽然因其导弹性能不能完全满足解放军的作战需求而未能列装,但在其基础上研发出性能更好的近程地空导弹对于中国军工来说,应该不存在什么值得一提的困难,而且在成本控制上应该比俄罗斯做得更好。

野战防空导弹化

最后要说一下野战防空导弹化的意义,随着各种空基精确制导弹药的成本大幅度正下降,各国空军越来越喜欢在战斗中大量使用各种空基精确制导弹药,对于野战防空力量来说,如何抗击各种空基精确制导弹药已经跃居其作战使命的首位,正常情况下,除非是拥有压倒性的制空权并能有效压制敌方的野战防空力量,否则各国军队是不会轻易将脆弱的武装直升机投入战场的。

与传统的空中目标不同,空基精确制导弹药有着自己的特点,这就要求野战防空力量做出相应的改变。理论上传统的自行高射炮是具备一定的反导/反精确制导弹药能力的,例如35毫米自行高射炮可以发射阿海德(AHEAD)或是轴向场分爆式榴弹实现对精确制导弹药的拦截,其拦截概率基本上也能满足野战防空的需要,

但是单纯依赖25~35毫米自行高射炮进行拦截有一个较大的问题,那就是其有效斜距离较近,很难威胁到敌机,始终处于被动拦截之中。而配备有近程地空导弹的弹炮合一型野战防空武器系统,其近程地空导弹射程较远,可有效威胁在中高空飞行的敌机,迫使其降低飞行高度。

更为重要的是,如果能将配有近程地空导弹的轮式转膛25自高的战斗部移植到国产第三代军用战术卡车上,就可以为轻型合成旅提供一型足够优秀的野战防空武器,其综合作战效能将有望超过俄制铠甲-S1弹炮合一武器系统。

综上所述,解放军陆军的新一代25毫米自行高射炮的回归不能单纯的解读为35毫米自行高射炮已经不能满足野战防空的需要,而应该从一个更高的角度去看待这个问题,即什么样的野战防空兵器可以满足现代防空作战需要?就目前叙利亚内战中的实战经验来看,拥有近程防空导弹的弹炮合一武器系统拦截空基精确制导弹药的能力要明显高于单纯的高射炮。即使是整个空情保障网已经崩溃,远程和中程地空导弹武器系统极端落后的前提下,俄制铠甲-S1弹炮合一

武器系统在叙军手中仍发挥出了一定的作战效能。

当然,我们也要注意,铠甲-S1弹炮合一武器系统中存在着明显的短板,那就是其配备的2A38M式双联装双管30毫米高射炮。该炮本身的性能还是可圈可点的,真正的问题在于它使用的弹药性能不佳,在实战中一旦装填好的导弹打光了,铠甲-S1型弹炮合一近防武器系统的作战效能就会直线下降,这也是其在叙利亚内战中损失较大的直接原因。

笔者希望解放军陆军新一代轮式25毫米自行高射炮发射的弹药,即使达不到瑞士厄利孔公司的SSB 064式25×184毫米燃烧榴弹那样的高水准,起码也应该达到SLB05/051式25×137毫米燃烧榴弹的水平,这样才能保证25毫米高射炮在近距离上有较好的拦截概率。

解放军陆军的野战防空,经过了20、25、35、37、57等多个口径,会不会最终由新一代25毫米口径一统天下,是一件非常值得期待的事,毕竟中国目前的工业实力可以自豪的说一句,导弹能当炮弹打!也该到了防空导弹担当野战防空主力的时候了。✍(编辑/赵焰)



■俄罗斯“铠甲”-S1系统



在亚丁湾护航的529舰

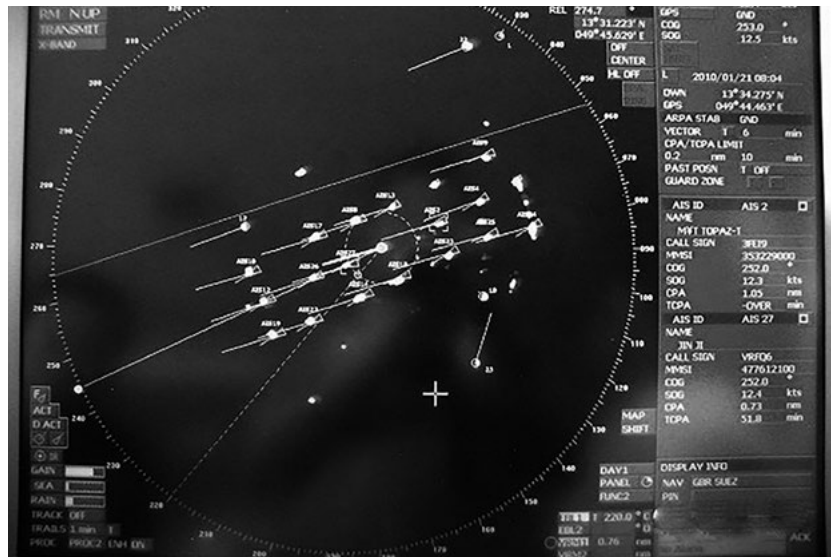
我在亚丁湾见过海盗

文|胡晓

这是一个关于亚丁湾和海盗的真实故事。主角毕业于上海海事大学航海专业,2010年1月,他在中国籍散货船“粤电六轮”上担任三副。当时,中国海军亚丁湾护航编队已经建立,但由于索马里国内的原因,尽管多国军舰云集亚丁湾参与护航,但索马里海盗一直绵绵不绝。主角记录了他在2010年的这次航行(也是他跟船第一次远洋航行)中,与海盗近距离接触的一幕。

最危险的是夜航

第一次过亚丁湾是2010年,当时是公司第一条跑外贸的船,七万六千吨,从澳大利亚装的煤炭,目的地埃及亚历山大港。开到亚丁湾,是2010年的1月份。在那里护航的海军,有韩国、日本、印度、北约,以及中国的海军编队。北约舰队一般不会随队航行,他们采取的方法是隔几十海里停一艘军舰,并且有推荐航线,随时通报海上情况。当时公司为了安全保险,指定了中国的编队(中国编队在亚丁湾最为庞大,三艘军舰一艘补给舰,其他国家一般就一两艘军舰)。一般在商船到达一周前就和护送国编队通过国防部方面联



■雷达显示屏上可以清晰看到十来艘商船组成的船队



■船舷挂着的塑料桶,里面装了煤炭或者污油,用来阻止海盗登船。

系,确定航向和到达时间等信息。

接着我就在目视距离看到了两艘护航的中国护卫舰。我当时还在想,这艘军舰怎么炮塔后面没有导弹?后来才知道这是当时中国最先进的护卫舰,导弹是埋在甲板下,垂直发射的。

晚上是不能去的,晚上的亚丁湾非常危险。当时我们听说索马里海盗劫了艘货船当母船,船上有雷达,所以我们开过去的时候,灯光都全部控制了,所有舷窗和能漏光的地方都用品黑布加纸板封住。只能开雷达,AIS和高频都关了,航行灯也不能开。而且我们还算好日子了,去的时候刚好是没有月亮的那两天。

日落之后是最危险的,任何灯光都可能招来杀身之祸,我们像古人守城一样准备防御。

在去埃及的一路上,我们都在演练,并且制定方案。在我看来,最危险的不是海盗,而是我们对海盗威力的未知,不知道会有多危险才是最危险的情况。

我们当时船里运的是煤炭,就把其中一部分煤装在油漆桶里,挂在船边上,船长说等海盗一接近,就拉绳索,把煤向下倾倒,估计能起到阻碍作用。然后,我们用两根钢丝连接发电机,绕船一周连成电网。后来又用钢板做成盾牌。

还有,我们把长的跳板,用比较粗的钢丝,从船舷边的栏杆拖到水里去。在船行驶过程中,水流的冲击会让跳板左右摇摆,有效阻止海盗的小船靠近(事后证明这是非常有用的)。

有扶手的竖起的铁板,是我们制作的固定在船弦的简易盾牌,必要时船员可躲在盾牌后与靠近的海盗船稍作对抗。另一面简易盾牌,船舷外面的两根铁丝,是连接发电机的高压线,可以有效阻止海盗登船。

塑料桶里装上煤炭之后很沉。塑料桶系有拉绳,但也要很大力气才能拉动倾倒,然后或许能阻止海盗登船。船员用于和海盗搏斗的主要武器是太平斧,以及各种铁器,有一种原始海战的即视感。长跳板捆上铁丝,从船舷放到水里,可以有效防止海盗和船身的接触。



■船员用于和海盗搏斗的最称手的武器是太平斧



■舷梯必须要有阻隔,防止海盗登上甲板后四处劫掠。

还有“防海盗用污油”,和装煤炭的塑料桶一起挂在船舷,准备向下泼洒。污油也是油,泼在船舷上,对海盗来说攀爬就很困难了。这不就是古时候的城堡攻防战嘛。

其他船员还制作了写着“FUCK U”的简易盾牌和骷髅图案,但是这真的有用吗?海盗不会看见骷髅图案就认为你是自己人,但不管怎样还是要



■船队解散之后,各种小船就围了过来,你根本无法区分谁是海盗,谁是渔民。

做的。装了轮子的可移动式盾牌,多少表现出船员们对于近距离枪战和城市巷战的理想主义、英雄主义,和浪漫情怀。钢板可以抵挡AK47的子弹,后面挂的铁桶里装了自制的投掷式铁器。但这个设计很失败,因为钢板太重,根本拖不动。

船员们的脑洞还包括自制了简易燃烧弹,对,就是传说中的莫洛托夫鸡尾酒。这是近距离对抗海盗的投掷式热兵器。

我们一路上都在做各种演练,以防万一。我一直有拍照记录的习惯,所以保存了这次亚丁湾之行的几乎所有资料

中国军舰的编队护航

总共航程是两天半时间,官方航速是12.5节,从亚丁湾外海的塞舌尔群岛,走到曼德海峡就解散。中国海军可能英语不太好,所以一般要求编队分成三个纵队,每个纵队4-5条船,海军要求打头的三条船必须是中国船,或者是有中国船员的船,这样沟通就可以用汉语了。护航军舰一般给排头位的船发命令,然后再向船队后方的船传达。



■远处游弋着的来历不明的小船

在地图上划了红线的区域,就是著名的亚丁湾护航区,区域的左边是曼德海峡,中间是亚丁湾。雷达显示屏上可以清晰看到十来艘商船组成的船队,最外围的几个点,是军舰的位置。此刻可以看到,由于军舰的护航,半径六海里内是没有编队以外船只的

2008年,中国商船振华4号就是在亚丁湾与海盗发生激战,并成功击退海盗,声名大噪。当时我们的船队里正好有振华公司的商船,振华28号轮。集合的时候,振华28号就在高频里跟中国海军表示感谢,并且准备了礼品,想要表示慰问。军舰立马叫来随队的央视记者来沟通,代办礼物交接(因为编队航行不可能让商船和军舰为此改变队形),之后双方同意让军舰派遣小船过来取礼物。这些谈话因为都是通过公频无线电沟通,所以全船队都能听见。

航行中的船队,以及护航中的军舰。我们的船是中国的,所以安排在这五艘船组成的小纵队的第一位。大概编队行驶了半天,雷达屏幕上显示有个小点在靠近,高频里海军马上就通知出现海盗,几艘军舰上的直升机立马就起飞了,由于太远,我们也看不清究竟发生了什么。后来到了埃及,我们在国内的网站上看到了这次拦截的消息。从照片来看,有些像是海盗船,但我们自己事后分析,从那艘船的航线和我们编队的航线来看,是没有交点的。所以这批倒霉的海盗,他们真正的目标可能不是我们。

一路上,编队的驱逐舰上的直升

机都在搞各种演练,有事儿没事儿都在起飞降落,我们也不知道他们在干嘛。结束航行的时候,高频里又开始喊话,让三个纵队调整队形,并排整齐,因为央视记者又要拍素材了。海军舰载机一路上都在做各种起降和演练,不过这确实让人有安全感。

海盗乘虚而入

到了曼德海峡,编队就解散了。我们的船由于拖曳了很多防护板,影响了速度,所以还是以12.5节的速度行驶。当时是二副开船,船长在驾驶台指挥,其他的人都去甲板上巡逻。

我和轮机长一组,我带着相机,还有一个自制的发射求救信号的火箭筒。军舰撤了之后,编队周边没有禁行区,这时雷达屏幕扫出去前方六英里的样子,密密麻麻都是小船。由于我们是第一次去亚丁湾,没经验,也分不清谁是海盗谁是渔船。这时候,有些船靠上来,上面的人拎着半米多长的鱼叫卖。我们以前没来过这边,不知道这个叫什么鱼,还在开玩笑等靠岸了记得买两条试一下。

船队解散之后,各种小船就围了过来,你根本无法区分谁是海盗,谁是渔民,而对于渔民,海军是无权管制的。渔民会手拿着刚捕捞起来的鱼向船上叫卖,但这副打扮和海盗其实根本没区别!他们卖的叫什么鱼其实不知道,但其实不好吃。从船上往下看,船舷挂的煤炭桶旁密集地游弋着来路不明的小船。由于小船来路不明,所以水枪一直保持在开启状态,以防万一。



■靠近商船的可能是真的卖鱼的渔民



■笔者认为这些渔民卖的鱼并不好吃。



■装了轮子的可移动式盾牌

这时候，正好有个小船朝我们靠了过来，上坐着4个人。我们以为他们是渔民，我身边的轮机长就一边笑，一边跟他们招手，让他们过来看看。他们就靠了过来，大概也就离我们五六米吧。轮机长问他们上不上来。这时候，其中一个人站起来，仔细地看了看我们船弦挂着的护板，再朝上看了看（估计是注意到了我们的电网），对着我们笑了笑，摆摆手，意思是不上来了。

轮机长好像还没明白，继续和他们打招呼，比手势。这时，他们其中一人揭开船上的一张帆布，我们顿时傻眼了，里面一堆的AK47，还有RPG火箭筒什么的。他们的意思是在示意，潜台词是“看，我们是海盗，我们有真家伙，你确定要我们上来吗”。这时候，轮机长显然有些紧张，但我不得不佩服他胆子大，不知道他是真的底气足，还是唱空城计，继续和海盗有说有笑：一边笑一边继续比手势“上来啊，来打我们啊”。

轮机长镇定自若，全程高能，未给海盗可乘之机。当然，和海盗谈话的轮机长，这时候手里紧紧握着一把太平斧……

海盗一只手摆了摆，另一只手拿起一支AK47，朝着我们船上的电网和各种防护指了指，估计意思是比较麻烦，就算了；这个时候，另一个海盗拿起火箭筒，不知道检查了一下什么装置，又放回去了；另外两个海盗一个看着我们，一个头朝着别的方向张望。然



■在护航行动中，直升机可以快速赶到较远的事发地点，对驱散海盗非常重要。

后，海盗指了指我们身后的一条更慢的小集装箱船，调转船头，开走了。这时候，不远处的另外两艘小船也调转了船头跟来过去。我们才知道他们三条船是一伙的。

水枪、电网、煤桶和巡逻的水手，组成了多维立体的防守阵容。虽然全船仅有三十人，但准备工作颇为高效。

海军直升机返场，驱散海盗

大海航行的所有船上，高频通信都是随时连接的。三条海盗船开走后不久，我们马上就听到后面的小集装箱船向中国海军呼救。隔了大约半个小时吧，海军直升飞机过来了，逼停了三艘海盗船。

后来我们才知道，小渔船上，坐两个人的，一般都是渔民；但如果坐了三四个人，基本就是海盗了。相信后面那条集装箱船被吓得可不轻，因为据我们观察，他们并没有做太多防护，基本

上属于城门大开。后来整个船队也就解散了。由于2008年亚丁湾的振华4号事件引起了国际上的关注，所以后来多国海军都在此有驻守，在2010年之后，情况已经大有好转。现在海盗最猖獗的地方已经不是亚丁湾了，尼日利亚、科特迪瓦一带反而是海盗重灾区。

不好意思的是，和海盗对峙的时候我有些紧张，相机在手里但还是没敢拍，我怕海盗以为我是拿着武器在瞄准。这种坐两个人的小艇，一般来说都是渔民，人数超过三个，肯定是海盗。其实飘在大海上的时间，大部分都很无聊，这件事情也算是一种调剂吧。

再补个后记，这次遭遇海盗之后，由于这次我们准备工作做得出色，再加上我们临危不惧，确保了公司和客户的财产安全，最重要的是有我全程的图片记录，公司决定给我们全船船员增加了奖金额度。✍️（编辑 / 蓝云）



台湾的防空中坚“基德”级驱逐舰

台湾海军对空防御作战三十年 缓慢发展综述

文|Panzer Meyer

作为一个四面环海的岛屿地区，台湾对海上航运的依赖程度非常高。因此发展远程舰队防空能力，就成为了台湾海军在反封锁作战中极为重要的一环。除此之外，对于台湾岛南北两端临海的超级都市圈（北部的台北—新北—桃园，南部的高雄—台南）来说，己方的海上远程防空力量将能有效地扩大防空纵深，减轻来自海上的空袭挑战。因此，从上世纪80年代以来，台湾海军就一直以建设海上区域防空能力为头等大事之一，不惜以重金初步建成了一个兼具高低空，涵盖中远距离的舰队防空能力。

垂垂老矣的“标准” SM-1MR型导弹

目前台湾海军装备的主要中远距离舰队防空武器为美制RIM-66“标准”系列导弹。按照制造批次、射程与制导系统等不同，RIM-66“标准”系列导弹可具体分为RIM-66“标准”SM-1 MR和RIM-66“标准”SM-2 MR两大系列（“MR”字样即为Medium Range“中程型”之意）。

台海军最早获得的主要区域防空武器还要追溯到自上世纪80年代末期

从美国购买的RIM-66B/E“标准”SM-1 MR Block5/6型防空导弹。“标准”SM-1MR型防空导弹原型于1965年试射，1967年投产，从次年开始在美国海军中进行换装，用以取代老式的“鞑靼人”型防空导弹。最早服役的RIM-66A“标准”SM-1block 1至block 3批次导弹采用了与RIM-24C“鞑靼人”型防空导弹相同的MK-27固态双推力火箭发动机，最大射程为30~38千米。

RIM-66A“标准”SM-1 MR型导弹全长4.48米，直径343毫米（13.5英

寸），重578千克，翼展0.91米，最大速度超过2马赫，最大射高约为15240米（5万英尺）。相较于老式的RIM-24“鞑靼人”型导弹和稍晚些时候出现的英国“海标枪”导弹等同类产品，“标准”SM-1MR导弹全面采用了固态电子元件取代了原有的真空管零件，因而大大缩短了导弹的预热时间。在配合使用新式的MK-26或MK-13型发射架的情况下，“标准”SM-1MR导弹的发射速度可以达到10秒一发（MK-13）至10秒两发（MK-26）水平。

“标准” SM-1MR导弹家族简表				
编号	生产批次	性能诸元	射程和射高	技术特征
RIM-66A	Block1、Block2、Block3、Block4	长4.48米，直径343毫米，翼展0.91米，重578千克	最大射程：30~38千米 最大射高：15240米	MK-27火箭发动机 全固态电子元件 Block4型改进了抗干扰能力
RIM-66B	Block5	长4.72米，直径343毫米，翼展0.91米，重608千克	最大射程：46千米 最大射高：24383米	换装MK-56火箭发动机，换装MK-90战斗部。
RIM-66E	Block6	同RIM-66B	最大射程：46千米 最大射高：24383米	换装SM-2导弹的单脉冲导引头 E-3型导弹换装MK-115战斗部

从上世纪70年代后开始生产的RIM-66A“标准”SM-1 MR block4型导弹沿用了原有的弹体和火箭发动机，最大射程和射高等指标维持不变，采用了更新型的电子器件，在反电子干扰性能上获得了较大的改进，同时也缩小了导弹的最小射程。在随后出现的RIM-66B“标准”SM-1 MR block5型导弹改用威力更大的MK-90型战斗部和推力更大的MK-56型双推力火箭发动机，弹体随之加长至4.72米，全重上涨至608千克，全弹直径和翼展则维持不变。



■发射中的RIM-66“标准”SM-1MR导弹

MK-56型火箭发动机采用新型的铝—高氯酸盐推进剂，推力与比冲大幅增加，使导弹的最大射程达到了46千米，足足提高了25%；最大射高也提升至19050~24400米。从1983年开始投入现役的RIM-66E“标准”SM-1 MR block6型导弹是“标准”-1型中程型系列导弹家族的最后一个成员。在维持原有的RIM-66B型导弹弹体的基础上，RIM-66E型导弹以RIM-66C/D“标准”SM-2 MR型导弹的单脉冲半主动雷达导引头取代了原有的圆锥扫描型半主动雷达导引头，更进一步提升了在电子干扰环境下应对掠海飞行小目标的能力。除此之外，后期生产的RIM-66E-3型导弹还换装了与“标准”SM-2 MR系列导弹相同的MK-115型战斗部和MK-45 Model 4/6型近炸引信，提高了对低空高速目标的杀伤概率。

无论是属于哪一个生产批次，所有型号的RIM-66“标准”SM-1 MR型导弹都采用了全程半主动雷达制导。



■MK-13发射架上的“标准”SM-1MR

采用半主动雷达制导的导弹在发射后需要发射舰艇以火控照射雷达持续照射目标。导弹内的半主动雷达导引头在接收来自目标的雷达反射回波后，再通过弹上的飞行控制系统发出指令，操纵导弹向目标飞去，直至命中。

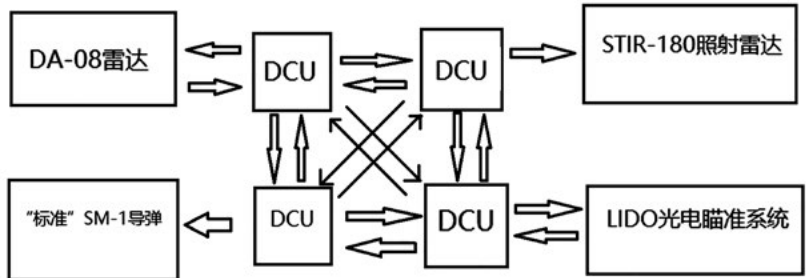
由于发射舰艇上的火控照射雷达功率和灵敏度等指标远远优于同等级主动雷达制导导弹上的弹载导引头雷达，因此在雷达技术尚不成熟的20世纪60-70年代，采用半主动雷达制导模式的导弹在抗电子干扰和对付小目标能力方面上要优于当时的主动雷达制导。也正因为这个原因，美国海军一直坚持在“标准”系列舰空导弹上采用成熟且便宜的半主动雷达制导方式，舍弃了在当时尚未完善的主动雷达制导导弹（如采用AIM-54“不死鸟”导弹主动导引头的远程舰空导弹方案就在竞标中败于半主动雷达制导的“标准”导弹方案）。

当然，半主动雷达制导方式的缺陷也很明显。如前所述，因为半主动雷达制导要求火控照射雷达必须一刻不停地照射目标以产生可供导弹接收的反射回波，所以从导弹离开发射架的那一刻直至命中，发射舰上的火控雷达都不能离开原先所锁定的那个目标。换句话说，发射舰上火控雷达的数量决定了舰艇能同时接战的目标总数。限于舰艇吨位和造价的限制，西方海军在上世纪60-70年代所建造的区域防空舰艇一般只拥有2~4具火控照射雷达，因此往往只能同时对付2~4个空中目标。

除此之外，采用半主动雷达制导方式的导弹由于不能离开火控雷达的照射波束，因此只能采用燃料利用效率低的直线弹道飞行（想象一下火控雷达就好比是一个大号的手电筒，导弹就在这具“手电筒”发出的光束中飞向目标）。举例来说，RIM-66“标准”SM-1MR导弹在采取效率最高的



■“济阳”级护卫舰升级改造示意图



■“济阳”级护卫舰所加装的武进三作战系统示意图

抛物线弹道飞行时，最大射程可超过100千米。但由于半主动雷达制导方式的限制，采用直线弹道飞行的“标准”SM-1 MR导弹只能达到不足50千米的有效射程。

“标准”SM-1MR导弹的技术水平已经老旧，从新世纪开始，美国海军便逐渐用更新型的“先进海麻雀”（ESSM）导弹加以取代。原有配备该型导弹的舰艇，大部分退役，少部分如“佩里”级护卫舰则拆除了上面的MK-13专用发射架和相应的火控系统，改作巡逻舰。从2003年开始，美国海军退役了全部的“标准”SM-1MR导弹，将所有的库存部件作为过剩物资向盟友廉价出口。预计到2020年，美国军方将全面终止对“标准”SM-1MR导

弹系统的技术支持工作。届时台湾海军还在服役的该型导弹将不可避免地面临零部件来源断绝的窘境。

升级“济阳”级护卫舰

从2004年开始，台湾海军开始利用从退役的七艘“武进三型”阳字级驱逐舰上拆下来的设备，对状况较好的七艘“济阳”级护卫舰进行升级改造工作。全部升级工作于2009年夏天结束，改造后的“济阳”级护卫舰从原先的护卫舰（FF）也变更为导弹护卫舰（FFG）。

台湾海军将进行“武进三”升级的“济阳”级护卫舰改造重点放在了原本广受诟病的防空能力上。在原有的“济阳”级护卫舰上，唯一的防空的武器为



■FFG-935“兰阳”号护卫舰,可见其舰桥顶部的一具STIR-180。



■“济阳”级护卫舰的DA-08雷达

一具安装于舰尾的MK-15“密集阵”近防武器系统。在“武进三”升级中,“济阳”级舰在舰体上层建筑后部和机库前的空间上加装了拆自原阳字级驱逐舰的10座“标准”SM-1MR导弹发射箱,具体的安装方式为:在烟囱后甲板上布置有两座朝向两舷的三联装发射架,在直升机机库上方则安放两座朝向前方的双联装发射架。

采用箱式发射架的好处是可以最大程度地减少对原先未考虑安装“标准”导弹的“济阳”级舰舰体的改动程度,降低改造风险与花费。当然其缺点

也很明显:固定于朝向两舷和前方发射的导弹发射架无法面对来自后方的攻击,在防御范围上存在着很大的漏洞;同时10枚导弹的载弹量也嫌太少。

在增添武器的同时,“济阳”级的作战系统与传感器也进行了一番更新。阳字级驱逐舰原有的H-930 MCS作战系统由9部分布式运算单元(DCU)组成,分别负责DA-08对空搜索雷达,W-160低空搜索/对海搜索雷达,“标准”SM-1MR导弹等传感器和武器装备。整个H-930 MCS作战系统由商业标准的LAN网络加以连接。由

于该系统采用先进的分布式运算架构,因此虽然单个DCU的运算能力不如美军军规的UYK-43计算机,但是总体的运算能力却要超过装备与“佩里”级护卫舰上只有一台UYK-43的集中式架构JTDS作战系统。H-930 MCS能最多同时追踪24个目标,并能同时对4个目标进行打击,全系统反应时间不超过8秒。

H-930 MCS采用分散式架构的另外一大好处是因为全系统采用模块化设计方式,各个模块间可以自由替换和增添,大大降低了改造升级难度。在升级“济阳”级舰时,台湾海军就因陋就简,直接从阳字级驱逐舰上拆下用于控制“标准”SM-1MR导弹的DCU模块,安装在“济阳”级的舰桥内。为了能够给“标准”SM-1导弹提供火控照射制导,原阳字级上的一具STIR-180火控照射雷达也被搬了过来,被安放于舰桥顶部,与同样移植自阳字级的LIDO光电瞄准系统一道换下了原“济阳”级舰上的MK-68舰炮火控系统。

由荷兰信号公司出品的“分离标定与照射”STIR-180型火控雷达性能出色,质量可靠,在上世纪70-90年代一度成为西方海军舰艇上的常见装备,被广泛应用于荷兰、加拿大、韩国等国家海军的舰艇上。STIR-180型火控雷达天线全重1700千克,后端设备全重1800千克,圆盘形天线直径为180毫米(其“180”即意为天线直径,此后信号公司还推出过更大的STIR-240和更小的STIR-120型雷达)STIR-180雷达拥有I波段和K波段两个工作模式,波长较长,功率较大(最大功率220千瓦)的I波段用于远距离照射和接战前的最后搜索作业,而波长较短,功率较小(约为20千瓦)的K波段则作为搜索近距离目标之用。在使用I波段时,STIR-180雷达最大照射距离为72千米,而使用K波段时则为17千米,足以应付为“标准”SM-1MR系列导弹制

导的任务。由于精度很高,该雷达还可以在舰炮火控作业中用于探测飞行的炮弹轨迹,与LIDO光电瞄准仪一同指挥MK-42舰炮的射击。

除了升级“标准”SM-1导弹和STIR-180火控雷达,“济阳”级还改装了原阳字级上的荷兰信号公司DA-08对空搜索雷达,用于替换原有的旧式AN/SPS-40雷达。DA-08对空搜索雷达是一种F波段二坐标对空搜索雷达(即只能提供目标的方位和距离信息,不能提供高度信息)。该雷达最大功率为145千瓦,平均功率为5千瓦。DA-08拥有两种主要操作模式:一是双波束动目标指示(MTI)模式,天线转速为10转每分钟;二是单波束快速搜索(FFT)模式,天线转速为15转每分钟。

该雷达在MTI模式下的最大对空搜索距离达到了193千米,能同时追踪64个空中/水面目标;而在FFT模式下该雷达的最大探测距离也达到了146千米的水平,能同时追踪110个空中和30个水面目标。DA-08的角度分辨率为1.5°,距离分辨率则为120米,最小探测距离为1.5千米。值得一提的是,为了减轻原阳字级驱逐舰桅杆的负载,台湾海军所用的版本以更轻(仅有不足800千克)的DA-05雷达天线替换了DA-08重约1100千克的天线,因此在最大探测距离等指标上有所损失。DA-08雷达自从上世纪70年代诞生后,先后被阿根廷海军、土耳其海军、荷兰海军和葡萄牙海军采用,是一种相当成熟的中距离对空搜索雷达,因此被台湾海军相中当属情理之中。

虽然DA-08雷达的低空搜索能力不俗,但是“济阳”级护卫舰仍然保留了一部原装引进的美制AN/SPS-67水面搜索/导航雷达。AN/SPS-67为一种C波段水面搜索与导航雷达,最大发射功率为500千瓦,最大探测距离为90千米。该雷达的探测精度很高,天线转速超过每分钟30转,因而可以提供比



■FFG-934“汾阳”号护卫舰



■改装之后的“济阳”级护卫舰

DA-08更高的数据刷新速率。AN/SPS-67可以轻易地追踪低空飞行的快速飞行器,因而在实际使用中常常与担负远距离对空搜索任务的DA-08各司其职,肩负对掠海飞行目标的探测与识别任务。

“成功”级护卫舰

相比半路出家的“济阳”级导弹护卫舰,源自“光华一号”计划的“成功”级护卫舰在整个20世纪90年代才是真正的台湾海军舰队防空担当者。“成功”级护卫舰在服役伊始就安装了真正的远距离对空搜索/警戒雷达,“标准”SM-1MR导弹发射装置和相应的

作战指挥系统。

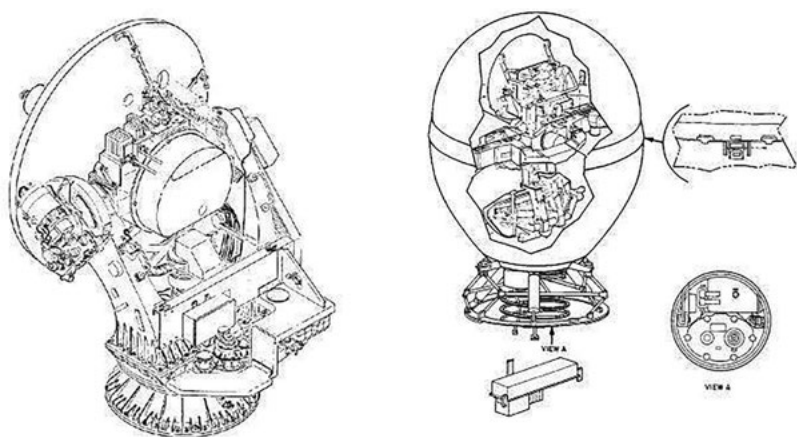
为了支持舰上的“标准”SM-1MR型导弹,台湾海军的“成功”级舰采用了一套与FFG-61“英格拉姆”号护卫舰相同的MK-92 Model 6火控系统。MK-92火控系统主要由一具MK-53整合式天线系统(CAS),一部火控照射雷达以及相应的后端处理设备构成。MK-53整合式天线系统源自荷兰信号公司的WM-25火控系统,于上世纪60年代得到美国海军的采纳,在改用了一部分美制零部件后陆续被安装于“飞马座”级导弹艇,“佩里”级护卫舰和“汉密尔顿”级高耐力炮舰上。

MK-53 CAS在其直径2.44米,全

重864千克的鸡蛋形雷达天线内安排了两部雷达天线,分别是上部的一具用于指引舰空导弹和舰炮的卡塞格伦照射天线和下部一具抛物面型搜索天线。两部天线均采用相同的X波段,下部的抛物面搜索天线转速达到了每分钟60转,能提供很高的目标数据更新率,最多能同时追踪6个目标(MK-92 Model 6的水平)。该系统的最大功率为220千瓦,最大搜索照射距离为40千米,在实战环境下则可以达到28千米,因而MK-53在“佩里”和“成功”级舰上一般用作近距离的对空搜索/目标照射工作。

与MK-53相对应的是一部用于对付远距离目标的火控照射雷达。在美军自用的原版“佩里”级舰(包括后出售给台湾的“铭传”和“逢甲”二舰)上所安装的火控照射雷达为一部洛克希德公司生产的SGPG-60照射雷达,性能与STIR-180相当接近。而台湾自造的8艘“成功”级舰则采用了一部改用SPG-60雷达天线的STIR-240型雷达。STIR-240雷达为前面所提及的STIR-180的放大版,天线直径240厘米,平均功率为5千瓦。该雷达同样拥有两个工作波段:近距离搜索照射时使用X波段峰值功率为20千瓦,而在进行远距离搜索跟踪作业使用K波段峰值功率为220千瓦。依目标特性的不同,STIR-240对几类常见空中目标的照射距离可达到140~180千米,足以支持“标准”SM-1MR甚至“标准”SM-2系列导弹的火控照射需求。值得一提的是,为了简化系统复杂度,“佩里”与“成功”级舰上MK-92火控系统的三部雷达天线均共用一部X/K波段发射机,大大降低了造价。

MK-92 Model 6火控系统的后端处理设备由两部UYK-43计算机构成。从上世纪80年代开始,美国海军为最后建造的12艘“佩里”级护卫舰(包括后出售给台湾的FFG-50“泰勒”号和



■MK-92系统内的STIR与MK-53剖视图



■“佩里”级护卫舰FFG-41“麦克拉斯基”号的舰尾特写

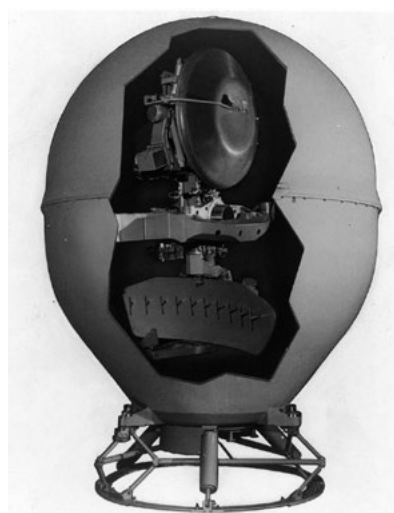
FFG-51“加里”号)实施了一连串的升级,其中最引人注目的就是将其原有的使用一台UYK-7计算机作为后端处理器的MK-92 Model 2火控系统升级至拥有两台UYK-43的Model 6构型。Model 6构型使用一台UYK-43充作武器控制处理器(WCP),另外一台UYK-43作为武器转换处理器(WSP),大幅提升了全系统的处理速度,抗电子干扰能力和可靠性。

“成功”级护卫舰的远距离对空搜索装备则为一部美制AN/SPS-49(V)5型双坐标远程对空警戒雷达。AN/SPS-49型雷达为一种工作于L波段的远程对空警戒雷达,工作频率为850~942MHz。该雷达采用一具长7.3米,宽4.3米的抛物面天线,最大功率为280千瓦,平均功率为12~13千瓦。SPS-

49雷达拥有每分钟6转和12转等两种转速,在每分钟6转的条件下可以实现250海里(约460千米)的最大探测距离,最小探测距离为0.5海里;而选择每分钟12转的转速则可以实现对低空高速目标的有效探测。该型雷达的角度分辨率为0.5°,距离分辨率为0.03海里(约55-60米),均比DA-08雷达出色。

作为该系列雷达的中期改进型号,SPS-49(V)5在原版基础上将最大发射功率提升至360千瓦,增添了雷达影像处理器(RVP)和移动目标指示器(MTI)以提升对目标的自动追踪能力。此外,(V)5型雷达还加装了脉冲-多普勒处理器,旁瓣消除器和数字信号处理器,用以提升抗电子干扰与海面杂波的能力。

虽然MK-53 CAS系统拥有很强的



■MK-53剖视图,上部为火控照射天线,下部为搜索天线。

对水面目标探测能力,但是为了减轻工作负担以集中资源于对低空目标的探测工作,“佩里”与“成功”级都额外配备了一部工作在X波段的AN/SPS-55型水面搜索雷达。AN/SPS-55水面搜索雷达采用一具2D型水平搜索天线,工作转速为每分钟16转。该雷达的最大发射功率为130千瓦,最大探测距离90千米。由于SPS-55采用了波长较短的X波段,因而其探测精度很高。

实践证明,该雷达除水面目标外还可以探测潜艇的潜望镜与低空飞行的空中目标。不过由于其天线转速低(仅每分钟16转)所导致的数据更新率较为低下,故SPS-55一般仍然以探测水面舰船和潜望镜等慢速目标为主业。值得一提的是,从上世纪八十年代末开始的“新威胁升级”(New Threat Upgrade,简称为NTU升级)项目中,后续建造的“佩里”级为本舰的雷达系统加装了一套SYS-2综合自动侦测与追踪系统(IADT)。IADT系统可以集合舰上SPS-49和SPS-55雷达所侦测到的目标信息,生成单一的目标态势图像传输给舰载作战系统以提升防空接战效率。台湾自建的“成功”级护卫舰由于定型于上世纪八十年代末,故在开工伊始便整合了上述改装措施。

“成功”级护卫舰的作战指挥系统与其原型“佩里”级护卫舰相同,均是美军小型战术数据系统(JTDS)。JTDS作战系统源自上世纪60年代开始列装于美国海军巡洋舰(CG)和驱逐舰领舰(DLG)的海军战术数据系统(NTDS),为适应更严格的排水量与造价限制,在NTDS系统基础上做出了大量简化。JTDS系统采用了在当时比较容易实现的集中式架构,以一部大型军用标准计算机(如UYK-7,UYK-43)为核心,再以多台用于分系统的中型计算机(如UYK-20,UYK-44)为辅助。

JTDS的运作原理并不复杂:通过SPS-49远程对空警戒雷达或SPS-55水面搜索雷达所探测到的目标信息首先经过雷达影像处理器(RVP)与SYS-2 IADT系统的初步处理。RVP可以提供对目标的自动追踪功能,建立自动追踪档案。SYS-2则对来源于不同雷达(包括SPS-49、MK-53 CAS、SPS-55)的目标讯号进行分类和筛选,剔除其中的虚假或重复出现的目标,再结合RVP的自动追踪档案生成单一的态势感知图像。

经RVP和IADT初步处理完成后的信息在传输至JTDS主机后,由主机对所收到的目标信息进行威胁分类与排

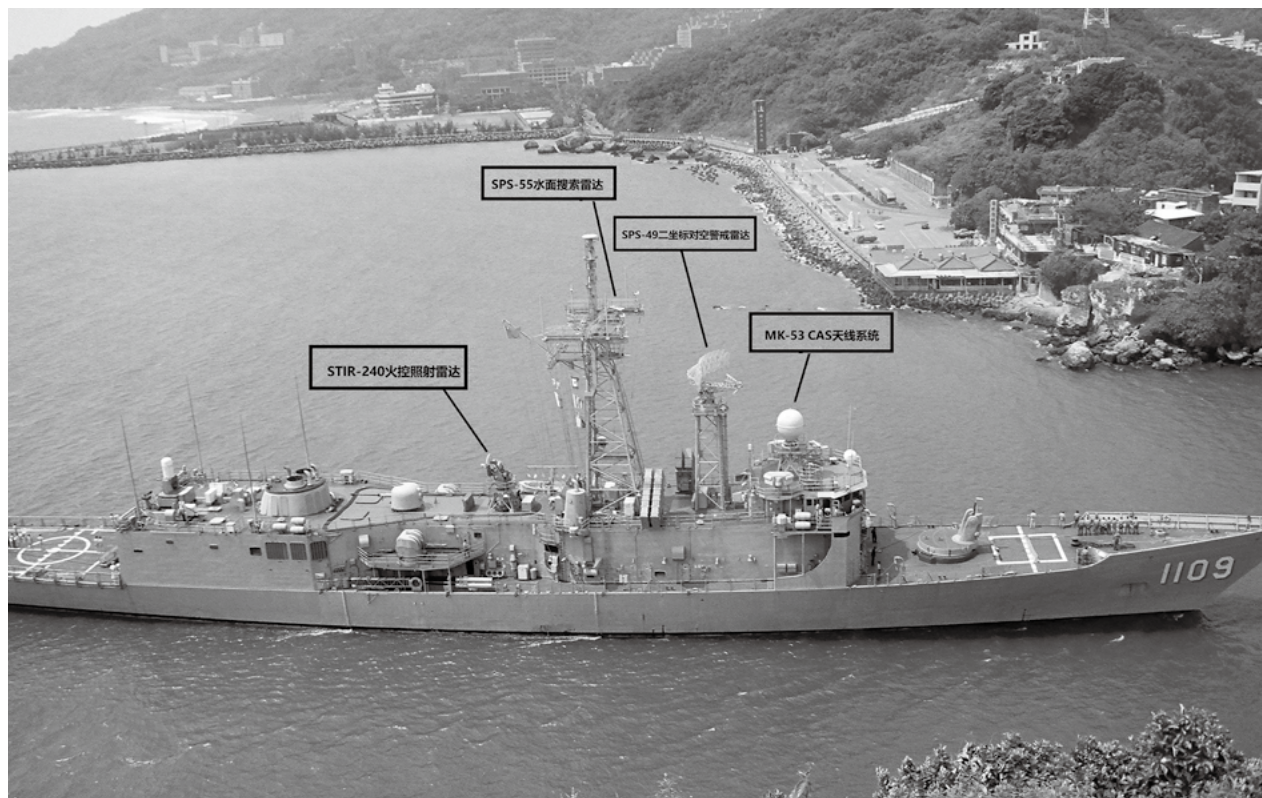
序等作业,并能以自动、半自动或人工等三种方式向MK-92火控系统、“密集阵”近防武器系统、MK-36诱饵弹发射器等设备下达开火指令。MK-92在收到开火指令后,首先根据所接收到的目标的方位、速度、航向、距离和高度等信息,启动内置火控计算机算出相应的火控数据,最后启动MK-13发射架或者MK-75型76毫米舰炮进行交战。

除了本舰的防空雷达之外,JTDS还能接收来自本舰SLQ-32电子战系统所提供的电子告警和友舰通过数据链发送的目标信息。在“成功”级舰服役初始,因美国拒绝出售其自用的Link-11数据链,所以台湾方面为该级舰换上了自制的“大成”数据链作为替代。“大成”数据链性能据说接近原版的Link-11,可以同时接收来自友方的64个目标信息,再加上本舰JTDS系统所能处理的64个目标数据,“成功”级护卫舰作战指挥系统一共能同时处理128个空中、水面和水下目标信息。

由于建造时间晚,台湾海军的“成功”级护卫舰在完工伊始便能够直接采用与最后一艘“佩里”级护卫舰FFG-61“英格拉姆”号相同的改进型JTDS系统。改进型JTDS作战系统改用一台新型UYK-43B计算机取代了老式



■“成功”级护卫舰上的STIR-240照射雷达



■“成功”级护卫舰主要作战系统布置图

的UYK-7。UYK-43B计算机采用了双CPU设计和在当时新锐的超大规模集成电路技术,最大运算能力为每秒500万浮点运算,是UYK-7的整整10倍之多。UYK-43的内存采用了耗电更少,体积更小,性能更好的半导体材料,取代了老式UYK-7计算机上的铁氧体磁芯内存,同时还将硬盘空间拓展至4G,足以满足当时需要。UYK-43的可靠性也大幅提升,据称其故障间隔时间为56000小时。

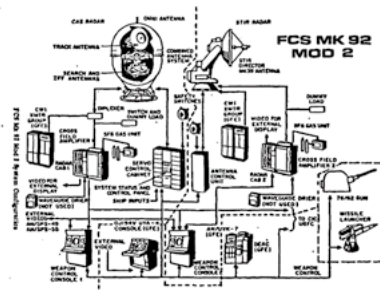
需要强调的是,虽然JTDS作战系统采用了单一UYK-43主机的集中式架构,但是因为其下属的MK-92系统内部拥有两台相同的UYK-43计算机作为武器控制处理器(WCP)和武器转换控制器(WSP),因而从严格意义上说,整个JTDS/MK-92作战系统属于半分散式架构。在JTDS瘫痪的情况下,MK-92仍然可以肩负起部分作战使命。在紧急情况时,MK-92可以凭借

其内置的搜索和照射雷达独立地进行防空交战作业,在WCP与WSP支援下指引“标准”SM-1导弹和MK-75舰炮摧毁目标。当然,在缺失JTDS系统支援的前提下,MK-92将无法直接自动获得来自SPS-49雷达,Link-11数据链和SLQ-32电子战系统所传输的各类目标信息,也无法直接操控“密集阵”近防武器系统、MK-36干扰弹发射器和SLQ-32内置的电子干扰(E毫米)装置等武器装备。

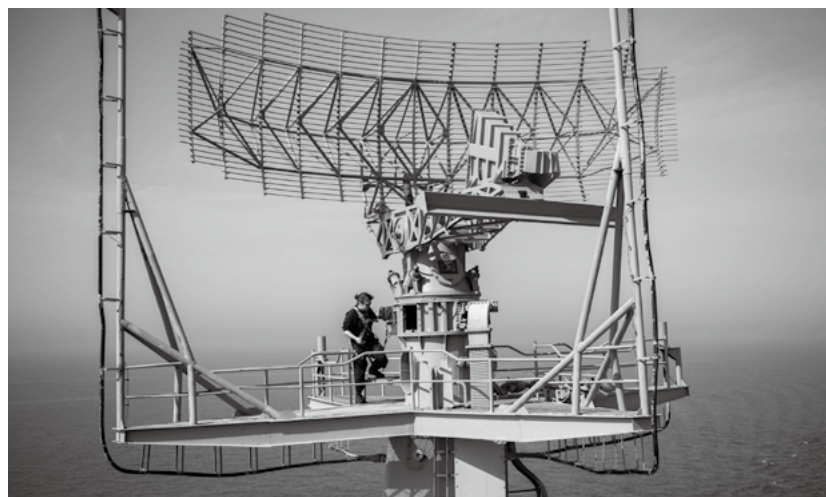
相比“济阳”级护卫舰所装备的10座固定式“标准”SM-1MR导弹发射架,“成功”级护卫舰采用了一具容弹量更高的MK-13 Model 4型单臂式导弹发射器。MK-13 Model 4全系统空重61.1吨,能在发射臂下直径5.15米的圆柱形弹药舱内储存40枚各式导弹。弹舱内的40枚导弹按内圈16枚,外圈24枚的顺序依次垂直安放于带有自动灭火消防设施的输送带上,两圈弹药

库顶部各有一个输弹口。在装填导弹时,MK-13只需要转动输送带,将所选定的导弹移动至该圈输弹口,再将导弹发射臂对准相应的输弹口,利用推弹装置将导弹垂直推送至发射臂上即可完成装填。

与MK-13相比,老式的MK-10发射架采用水平储存导弹方式。在发射前,MK-10需先转动转轮型弹药舱选定所要装填的导弹,再将选定的导弹从水平放置的转轮形弹药舱中以水平



■早期型MK-92 MODEL 2的架构示意图



■SPS-49雷达

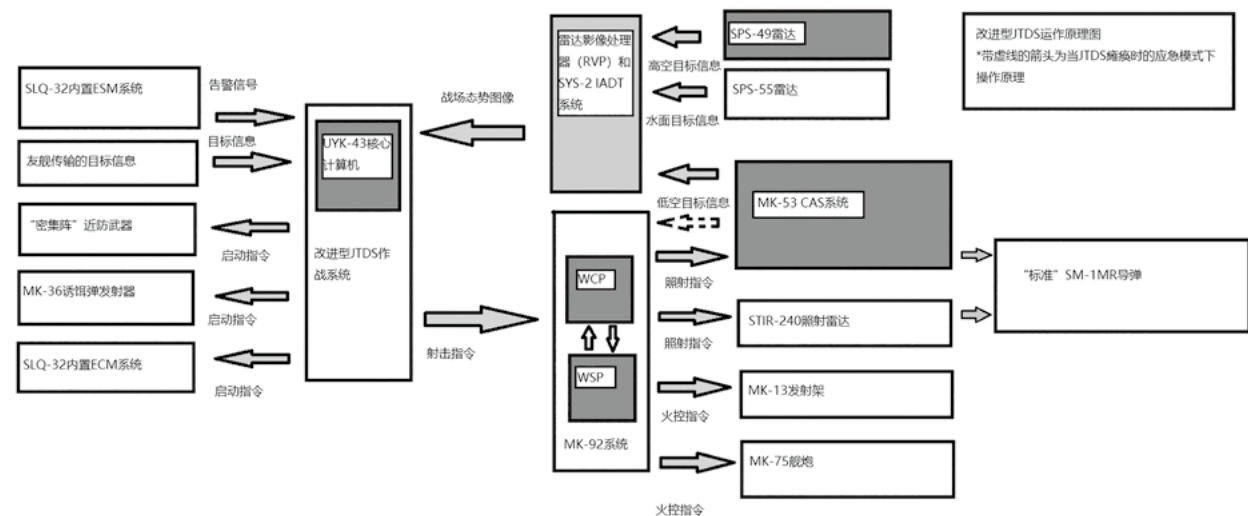
方式提升至上一层甲板的导弹整備间,由整備员以人工方式进行发射前准备工作,再将导弹头部向上倾斜抬升15°后,才能以推弹装置推出装填口,最后安放至发射架上。MK-13省略了大量的机械与人工操作程序,因而将导弹装填时间从MK-10的30秒缩短至10秒,同时也将发射架的编制人数从16人减少至9人。MK-13主要发射的防空导弹为RIM-66“标准”SM-1MR导弹,在经过少许修改后也可以兼容RIM-66“标准”SM-2MR导弹。装备在“佩里”级舰的MK-13 Model 4增添了发射RGM-84“鱼叉”反舰导弹的能力,

能在下层弹舱中携带9枚“鱼叉”。由于圆柱形弹药舱长度的限制,所有类别的MK-13发射架均不能发射弹体更长的RIM-67“标准”增程型导弹,也不能发射“阿斯洛克”反潜火箭。

虽然“济阳”级和“成功”级护卫舰所装备的作战系统和雷达大相径庭,但是使用“标准”SM-1导弹的交战发射程序却大同小异。以“济阳”级护卫舰为例,当DA-08双坐标对空搜索雷达探测到目标并对其建立稳定的跟踪之后,舰上的H-930 MCS作战系统模块将会指令全舰唯一的一部STIR-180火控照射雷达依照DA-08所传输过来

的目标方位和距离信息,对将要攻击的目标进行测高作业。需要指出的是,由于STIR-180雷达所使用的I/X波段波长短,因而其在执行测高作业时的效率远远不如专业的三坐标远程对空警戒雷达。当STIR-180完成测高作业后,该雷达就可以启动火控照射模式,发射照射波束引导“标准”SM-1MR导弹攻击目标。由于“济阳”舰仅有一部STIR-180照射雷达,因此在使用“标准”导弹时该舰一次只能攻击一个空中目标。

“成功”级护卫舰的对空交战程序则稍有些不同。当舰上的AN/SPS-49雷达探测到目标并建立稳定的跟踪后,JTDS作战系统将会前者依照所传来的方位和距离信息指挥MK-92火控系统内的MK-53 CAS或STIR-240照射雷达转向空中目标所在的方向,进行测高作业。当测高作业完成后,STIR-240火控雷达将会开启照射模式,引导所发射的“标准”SM-1导弹命中目标。如果来袭目标位于低空,MK-53 CAS天线罩内的搜索雷达将会以比SPS-49高得多的速率探测目标并建立起稳定的追踪,同时指引MK-53内的照射天线指向目标进行火控照射作业,直接引导“标准”SM-1导弹或者



■改进型JTDS示意图,深色为NTU升级增添项目,浅色为NTU升级修改项。



■UYK-7计算机

MK-75舰炮摧毁所指定的目标。从理论上说,MK-53内的照射天线和STIR-240照射雷达加起来能为“成功”级舰提供同时攻击两个目标的能力,但是由于MK-53照射雷达的有效距离较短(只有28千米),因此其只能被用于攻击近距离目标。在对付远距离空中威胁时,“成功”级与“济阳”级一样只能同时攻击一个目标。

舰队防空中坚“标准”SM-2MR导弹

从上世纪七十年代起,美国海军开始筹划下一代舰载远程防空导弹的发展,预计将取代老旧的RIM-8“黄铜骑士”导弹。一开始最先进入美国海军视线是一种搭载有AIM-54“不死鸟”远程空对空导弹主动导引头的远程防空导弹设计。不过这样超前的设计方案很快就因为成本过高,技术复杂,加之主动导引头的抗电子干扰和低RCS目标能力不如半主动雷达导引头等原因很快就被终止。随后出现的是一种采用类似美国陆军“爱国者”导弹TVM制导方式的远程防空导弹构型,不过

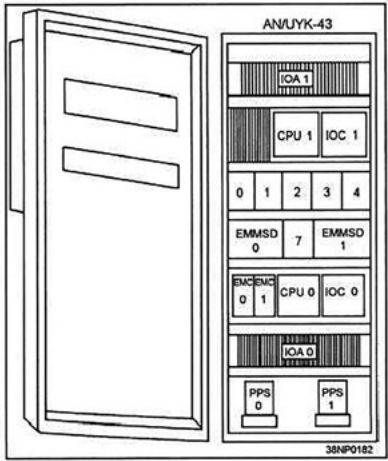
这个构型很快也因为成本与风险等因素被美国海军放弃。最终赢得美国海军青睐的是RIM-66“标准”SM-1MR导弹家族的渐进式升级方案。1978年,RIM-66C/D“标准”SM-2MR Block1导弹正式投入服役,成为了新一代“标准”SM-2MR导弹家族的开山之作。

“标准”SM-2MR Block1导弹(“标准”SM-2MR导弹家族的正式编号繁杂,为行文简便计,下文如无特殊说明一律采用生产批次编号)沿用了原RIM-66B“标准”SM-1 MR Block5导弹的MK-56双推力固态火箭发动机,全长维持在4.72米,直径343毫米,翼展0.91米,重量从RIM-66B的608千克略微增加至612千克。该弹的主要改进之处体现在战斗部与制导系统的更新上。“标准”SM-2MR Block1率先换装了新型的MK-115战斗部,提升了对目标的杀伤概率。

“标准”SM-2型导弹家族最突出的特点是采用了全新的初段惯性制导+中段指令修正+末端半主动雷达制导的复合导引方式。简要说来,采用这种制导方式的导弹在离开发射架后,

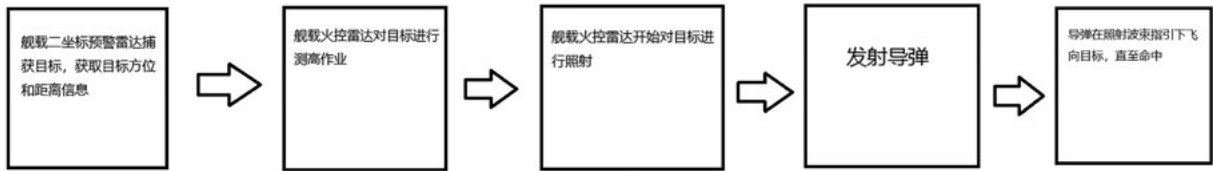
首先在飞行的初段依赖发射前输入的目标方位,凭借导弹自身的惯性导航系统完成初始转向。在飞行的中段,导弹利用弹内的惯性导航系统获取自身方位,再周期性地通过“下链”(Down Link)将自身方位发送回发射舰。发射舰比对目标与导弹之间的具体位置信息,再利用舰上的火控计算机算出导弹的具体修正指令后,通过“上链”(Up Link)将指令传回导弹。导弹在接收到修正指令后,通过弹体内部的飞行控制系统不断修正航向直至进入最后的半主动照射阶段。

采用中段指令制导方式的一大优点是,导弹仅需要火控雷达简要地发送一组修正指令即可以完成修正航向作业,不需要依赖后者所提供的持续照射,因而摆脱了火控雷达数量对多目标交战能力的限制。同时,“标准”SM-2MR导弹由于采用了中段指令修正的制导方式,因而其不需要像采用全程半主动制导的“标准”SM-1MR那样被束缚在耗费燃料的直线弹道上,故前者在耗时最长的飞行中段可以采用更为优化的抛物线飞行剖面。采用抛物线弹道飞行的“标准”SM-2MR Block1导弹在不更换火箭发动机且弹体更重的情况下,最大射程反而



■UYK-43计算机

“标准”SM-2MR导弹家族列表				
正式编号	生产批次号	性能诸元	技术特征	使用舰艇
RIM-66C	Block1	长4.71米,直径343毫米,翼展0.91米,全重612千克。 最大射程40~50海里,24383米	采用与SM-1MR block5导弹相同的弹体,采用新型复合制导方式,换装MK-115战斗部和单脉冲导引头。	使用MK-26发射器的前5艘“提康德罗加”级巡洋舰
RIM-66D				非“宙斯盾”舰艇
RIM-66G-1	Block2	长4.96米,直径343毫米,翼展0.91米,全重708千克。 最大射程90海里,24383米	换装推力与比冲更大的MK-104发动机	使用MK-26发射器的前5艘“提康德罗加”级巡洋舰
RIM-66H-1				使用MK-41 VLS的“宙斯盾”舰
RIM-66J-1				非“宙斯盾”舰
RIM-66K-1	Block3	同block2批次	换装MK-45 Model 9近炸引信	非“宙斯盾”舰
RIM-66L-1				使用MK-41 VLS的“宙斯盾”舰
RIM-66M-1				
RIM-66K-2	Block3A	同block2批次	换装MK-125战斗部	非“宙斯盾”舰
RIM-66L-2				使用MK-41 VLS的“宙斯盾”舰
RIM-66M-2				



■“标准”SM-1发射与制导流程简图

增加了一倍,达到了74~92千米,最大射高则维持不变,为24400米。

在最后的半主动照射阶段,“标准”SM-2MR导弹采用与前辈“标准”SM-1MR相同的半主动雷达制导方式,但前者更换了新式的单脉冲半主动导引头,提升了导弹应对电子干扰和假目标的能力。需要重点提及的是,相比传统的需要火控雷达持续照射目标的半主动雷达制导方式,“标准”SM-2MR导弹采用了“分时制导”方式以提高多目标交战能力。所谓“分时制导”,即发射舰在进行末端照射制导作业时,“轮流”给处于不同方位,对付不同目标的导弹提供短时间(仅仅约为数秒钟)照射雷达波。

这些对付不同目标,处在不同方位的导弹可以凭借这些“不完整”的照射雷达波,再结合弹体内部的飞行控

制计算机和自动驾驶仪,自行生成一条最终迎击并摧毁目标的飞行弹道。换句话说,“分时制导”技术的出现,使得了传统上需要火控雷达持续照射目标的半主动雷达导弹摆脱了火控雷达“一个萝卜一个坑”的束缚。舰艇可以根据需要,灵活地在所发射的导弹之间“共用”火控雷达资源,以达到提升多目标交战能力的目的。一般来说,采用“分时制导”技术可以让一具火控照射雷达同时为2~4枚攻击不同目标的导弹提供末端照射。

继“标准”SM-2MR Block1后,随后出现的“标准”SM-2MR Block2型导弹换用了推力更大的MK-104固体火箭发动机,弹体长度增加至4.96米,全重升至708千克,弹体直径和翼展则维持不变。换装新火箭发动机的“标准”SM-2MR Block2导弹射程相

比前辈足足翻了一倍,达到约150~170千米(约90海里),逼近舰上火控照射雷达所能涵盖的射程极限。目前美国海军所主要使用的是更晚出现的“标准”SM-2MR Block3/3A型导弹。Block3型在Block2的基础上改用MK-45 Model9型近炸引信,能对付横越及超低空(15~20米)目标。Block3A批次的“标准”SM-2MR导弹则换上了威力更大,性能更好的MK-125战斗部,以进一步提高对目标的杀伤效果。值得一提的是,中段指令制导数据链系统是供“宙斯盾”舰与非“宙斯盾”舰所使用的同批次“标准”SM-2导弹主要差异所在。供前者使用的导弹采用了同为S波段的“上链”与“下链”,而供后者使用的导弹则为S波段的“下链”与X波段的“上链”。相比之下,S波段“上链”的传输速度比X波段“上链”高了三



■台湾海军“基隆”级驱逐舰上的MK-26发射架和标准-2导弹

个数量级。

挑大梁的“基德”级驱逐舰

虽然“武进三型”阳宇级驱逐舰，“成功”级护卫舰和“标准”SM-1MR导弹的引进使得台湾海军开始迈入了区域防空时代，但是台军方内心非常清楚，受限于有限的火力通道和作战管制能力，无论是“老阳”还是“成功”舰，都算不上真正的区域防空舰。从1995年自行研发的“先进战斗系统”(ACS案，即台版“小神盾”)宣告终结后，台湾海军一直孜孜不倦地寻求从美国购买新型的“宙斯盾”型舰艇。经过数年后与美以及“立法院”的纠缠，2003年年中，台湾海军终于获准以新台币244亿元的价格购买4艘美国海军退役的“基德”级驱逐舰作为未能购买“宙斯盾”舰艇的折中。这笔交易还附带148枚“标准”SM-2MR Block3A防空导弹和32枚RGM-84L“鱼叉”II型反舰导弹。2007年，台海军又获得了一笔追加预算，购买额外的144枚“标准”SM-2MR Block3A导弹，以充实其海上防空武力。

相比名不符实的“成功”与“济阳”级护卫舰，“基德”级驱逐舰才真正算得上是一种拥有远距离舰队防空能

力，能同时对付多个目标的区域防空舰(“基德”级在出售给台湾后被改名为“基隆”级，这里为行文方便，统一采用“基德”级称谓)。“基德”的主要远程对空探测手段为一部安装在后部桅杆中部的E/F波段AN/SPS-48三坐标远距离对空警戒雷达。AN/SPS-48最初于1965年开始在美国海军“贝尔纳普”级导弹驱逐舰(DLG)上开始列装，随后很快普及至航母，巡洋舰，导弹驱逐舰(后更名为巡洋舰)以及两栖攻击舰等大型舰艇上。

在美国海军服役伊始的“基德”级驱逐舰最初装备一部AN/SPS-48C型雷达。AN/SPS-48C雷达天线长5.33米，宽4.93米，全重2014千克(4500磅)，下甲板后端设备全重7938千克(17500磅)。该系列雷达在主天线顶端有一具长条形的敌我识别(IFF)天线，并且率先在美国海军的舰载雷达行列中引进了雷达影像处理器(RVP)和动目标指示能力(MTI)，具备自动目标追踪功能(ADT)。AN/SPS-48C雷达天线可以选择每分钟15转或7.5转等两种转速，其最大对空探测距离为407千米，对RCS为5平方米的目标探测距离为278千米(约150海里)，对RCS为1

平方米的目标探测距离则是167千米(约90海里)。

20世纪80年代后期开展的“新威胁升级”(NTU升级)中，“基德”级陆续换装了更新型的AN/SPS-48E型雷达。AN/SPS-48E雷达相比其前辈AN/SPS-48C在重量和尺寸上有了明显的提升，其天线尺寸增加至长5.48米，宽5.18米，上甲板天线全重2996千克(6600磅)，下甲板后端设备全重12757千克(28100磅)。该雷达大量采用的固态元器件以提高全系统的可靠性水平，能在70节风速，零下48至零上85摄氏度的极端恶劣环境下可靠工作，平均故障间隔时间大于650小时，平均修复时间仅为15分钟。AN/SPS-48E雷达运用频率捷变等新兴技术增强了对抗箔条等消极电子干扰措施的性能，还增强了对付极低高度和极高高度目标的能力。该型雷达的最大探测高度为3千米，俯仰角度从C型的45°拓展至65°，经试验证明，其性能足以用来探测战术弹道导弹一类的目标。

AN/SPS-48E雷达最大发射功率仍然维持在前辈C型的2.4MW水平上，但因为有效降低了旁瓣，因而平均持续发射功率提升了近一倍，达到33千瓦。得益于发射功率和元器件水平的进步，AN/SPS-48E的探测能力有了长足的飞跃。该型雷达对RCS为5平方米(如满载的攻击机)的目标探测距离增加至408千米，对RCS为1平方米(如空载的F-16战斗机)的目标探测距离增加至231千米，对RCS为0.1平方米(如巡航导弹)的低空目标探测距离为31.5千米，在采取低仰角模式工作时则可以实现426千米(约230海里)的最大探测距离。

不过，由于工作体制的先天限制，AN/SPS-48E仅能同时追踪约100个空中目标，明显不如同时期出现的AN/SPY-1“宙斯盾”相控阵雷达(早期还未成熟的SPY-1A至少能同时追踪200

51D型火控照射雷达。SPG-51雷达拥有两个工作波段，其中C波段用于精确搜索，X波段用于火控照射。在NTU升级中，该雷达的X波段发射机增添了连续波截获与跟踪(CWAT)模式，使得雷达本身也可以使用X波段进行近距



■正在组装的“标准”SM-2MR导弹



■SPS-48雷达

个以上的目标)，同时前者方位2°，仰角2°，距离475米的分辨率也劣于“宙斯盾”。作为AN/SPS-48E雷达的补充，“基德”级驱逐舰安装了一套AN/SPS-55对海搜索雷达。AN/SPS-55雷达的具体性能和用途已经在前文阐述，这里不再重复。需要指出的是，在冷战末期开始进行的NTU升级中，“基德”级舰在前桅杆上增添了一座AN/SPS-49

离的搜索作业。在使用C波段工作时，SPG-51最大发射功率为81千瓦，而在使用X波段照射功能时的最大发射功率为5千瓦。该雷达的最大使用距离为160~180千米，足以支持射程90海里的“标准”SM-2MR Block2/3系列导弹

的运作。为了配合功能更强的新照射雷达，MK-74内置的火控电脑被升级为UYK-7。一些资料宣称，在经过NTU升级后的SPG-51D可以交联于SYS-2 IADT系统，利用雷达内置的X波段CWAT功能充当近距离内的搜索雷达之用。

与没有独立舰炮火控系统的“成功”级不同，“基德”级驱逐舰安装了一套独立的MK-86 Model5型舰炮火控系统。MK-86主要由一部SPQ-9A近距离搜索雷达、一部SPG-60照射雷达和相应的后端处理系统构成。SPQ-9A是一种X波段的低空/水面搜索雷达、该雷达采用一具抛物面天线(平时天线被包裹在球形保护罩内)，天线转速高达每分钟60转，能提供很高的数据刷新率。SPQ-9A拥有动目标指示(MTI)和边追踪边搜索(TWS)功能，能轻易地探测、识别、跟踪多个目标。该雷达拥有很强的抗海面杂波及电子干扰能力，最大探测距离为37千米，最小探测距离为137米，非常适合当作舰上长程预警雷达的补充，用于在严重海浪杂波及电子干扰的情况下探测那些掠海飞行的高速反舰导弹。

SPG-60火控照射雷达则可以视为一部简化版的SPG-51D。与SPG-51D不同的是，SPG-60照射雷达仅有X波段一种工作模式，最大发射功率为5.5千瓦，最大照射距离为60千米。该雷达还整合由一部光电摄影机，能在雷达无法运作的情况下提供MK-45舰炮的射击控制支持。整个MK-86舰炮火控系统的后端处理器最初由一部UYK-7计算机担当。在80年代开始的NTU升级中，UYK-7被一部性能更强的UYK-43所取代。SPG-60照射雷达也获得了连续波照射(CWI)功能，能够在紧急情况下充当MK-74火控系统的第三部照射雷达，为“标准”SM-2导弹的末端照射提供第三个火力通道。与此同时，SPQ-9A也增添了与



SYS-2 IADT相交联的渠道,能够与前面所提及的AN/SPS-48,AN/SPS-49等远距离预警雷达共同形成一幅完整的战场态势图像,供舰上的舰载作战系统使用。

与大名鼎鼎的“宙斯盾”作战系统相比,“基德”舰所采用的作战系统要远远鲜为人知。在服役之初,“基德”级驱逐舰采用的作战系统为改良版“海军战术数据系统”(NTDS)。作为美国海军在“宙斯盾”舰艇出现之前在武器系统工程发展领域最杰出的成就之一,第一代NTDS是世界上第一种实用化的舰载自动化作战系统。全系统的核心为两到三部(在导弹驱逐舰领舰上为两部,在航母与导弹巡洋舰上为三部)CP-642大型晶体管电子计算机。舰上各类对空搜索与警戒雷达所探测到的目标数据经模拟—数字信号转换器处理成数字信号后,统一交由CP-642计算机处理。CP-642依照预先设定的程序,对所收集的目标信息进行识别,分类,轨迹追踪、威胁排序等相关作业,最后将得出的结果显示在各式专用的显控台上供操作人员决策。

一旦操作者下达最终的开火指令,NTDS能够以全自动的方式向舰载武器的火控系统输入目标参数,在大

大提高整个作业速度的同时尽最大程度地减轻人员的负担以及人为出错的可能性。在初期款“基德”级舰所使用的改进型NTDS上,位于全系统核心的两部CP-642被三部更先进,运算速度更快的UYK-7计算机所取代。同时为了兼容新型的“标准”和“鞑靼人”系列导弹,该级舰还采用一套WDS MK-13全数字化武器指挥系统(Weapon Direction System)。WDS MK-13以一台UYK-7为核心,能够同时处理对10个空中目标的火控数据,足以满足那个时代的需求。

虽然NTDS是一种划时代的技术成就,但是面对自70年代之后苏联海军越来越强大的“饱和攻击”威胁,该系统还是不可避免地显示出了运算速度不够快,多目标交战能力不够强,自动化程度不够高等种种缺点。从1981年开始,美国海军开始着手在“法拉格特”级DDG-42“马汉”号导弹驱逐舰上试验全新的AN/SYQ-20(V)先进战斗指挥系统(ACDS)相关技术和关键组件。从次年开始直至冷战结束后的1994年,美国海军陆续为9艘“莱希”级和8艘“贝尔纳普”级导弹巡洋舰,“班布里奇”号和两艘“加利福尼亚”级核动力巡洋舰,以及4艘“基德”级驱

逐舰换装AN/SYQ-20(V)作战系统。因该换装计划得名“新威胁提升”项目(NTU),故接受上述改装的舰艇也被称为NTU舰。

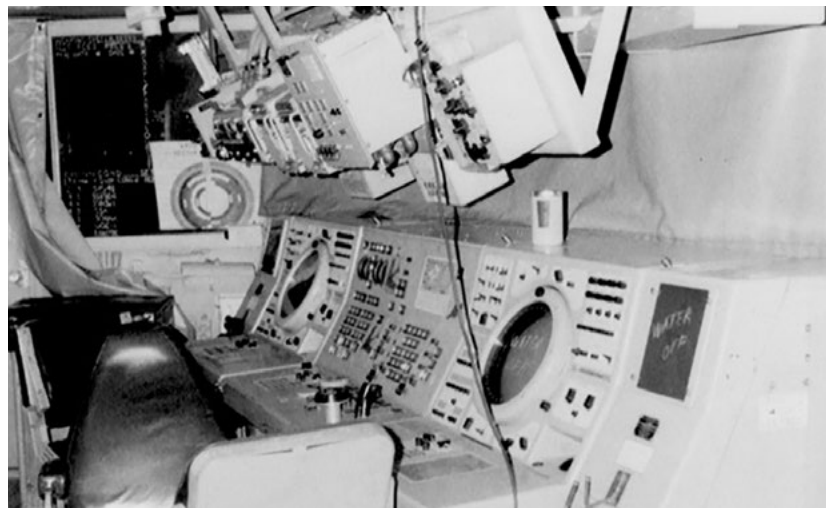
相比使用最简单的“纯”集中式架构的NTDS作战系统,新一代的ACDS大幅扩充了核心计算机以及下属的各个分系统的运算能力。举例来说,ACDS以两台UYK-43取代了原先改进型NTDS核心系统的三台UYK-7,同时还以装备两台新型UYK-44中型计算机的WDS MK-14取代了仅有一台UYK-7的WDS MK-13武器控制系统。得益于“摩尔定律”,出现于70年代早期的UYK-7计算机运算能力仅为每秒50万次浮点运算,而晚10年诞生的UYK-44在体积大幅缩小的前提下,实现了每秒约90万次浮点运算的水平。在90年代以后开始列装的改进型UYK-44更是将运算能力指标提升至每秒钟500万次的水平,甚至追平了早先的UYK-43大型机。

分系统运算能力大幅提高的一大优点就是可以实现类似前面所述JTDS系统那样的半分散式架构,平时分系统内的计算机可以承担更多的运算任务,减轻主机的负担。一旦主机受损,整个系统仍然可以残留一部分功能,不至于像集中架构系统那样陷入全面瘫痪。运算处理能力有了大幅提升的ACDS能独立追踪128个目标,加上通过数据链(早先是Link-11,后来又增添了Link-16)所传输的128个目标信息,全系统一共能同时处理256个空中威胁。此外ACDS还全面更新了舰上CIC的显控台设备,将原先老旧的AN/UYA-4单色显控台更换成彩色的AN/UYQ-21并且加装了两部与“宙斯盾”巡洋舰相同的大屏幕42英寸液晶显示屏供舰上的防空管制官使用,大幅提高了人员的工作效率。

经过NTU升级的“基德”级驱逐舰拥有一套全新的AN/SYQ-20(V)



■经过NTU升级的“基德”级驱逐舰雷达系统概貌,在原先安放SPG-60的位置增添了一部SPS-49,原SPG-60则被移到后桅杆,另外SPS-48E的位置也有少许改动



■经过NTU升级的DD-42马汉号CIC内景

ACDS block 1作战系统。ACDS block 1的架构与先前提及的改进型JTDS类似,因而其大致运作原理也相似。在面对典型的中高空空中威胁时,“基德”舰上的AN/SPS-48E和AN/SPS-49

(V)5远程预警雷达在捕获目标并建立稳定的追踪后,所获得的目标数据通过NTU升级中新添加的SYS-2 IADT系统整合成单一的战场态势图像,再发送至ACDS的核心计算机系统处理。

SYS-2“整合式自动侦测与追踪”系统主体由两台UYK-44计算机组成,其中一台用作接收、分类来自舰上各型雷达(包括SPS-48,SPS-49,SPS-55和SPQ-9A)以及惯性导航系统(INS)所传输来的各式不同资料,另外一台用作整合多种雷达信息,剔除重复与虚假目标。在SYS-2的协助下,“基德”舰的SPS-48/49雷达能够实现2.5秒的数据刷新时间,远远高于在没有IADT情况下单独使用SPS-48约4秒钟(使用每分钟15转的最大转速前提下)的水平。

当ACDS完成目标的分类、识别、排序、轨迹追踪等交战前作业后,操作人员便可以下达开火指令,作战系统依指令自动开启WDS MK-14武器控制系统完成火控计算,最后激活MK-74导弹火控系统开始对所发射的“标准”导弹进行制导工作。值得一提

的是,由于ACDS的计算机运算能力宽裕,因而其可以在操作者下令开火前就对位于高威胁排序上的目标预先进行火控计算;当操作者下令开火后,ACDS往往不必再需要花费额外的时间启动WDS进行火控计算,而是可以直接利用已经完成的火控计算结果启动武器系统开火射击。

当面对“飞鱼”导弹一类的掠海飞行小目标时,ACDS也有一套应对之道。如前所述,“基德”级驱逐舰所装备的SPQ-9A低空搜索雷达有着极强的探测掠海飞行高速目标的能力,侦测“飞鱼”当不在话下。一旦侦测到可疑的掠海飞行物,SPQ-9A可通过相交联的ACDS迅速对目标进行识别与轨迹追踪作业。除此之外,“基德”舰上面的SLQ-32电子战系统在军舰本身被敌方火控雷达或反舰导弹的导引头

“盯”上时也可以及时向作战系统发出告警信号。一旦威胁告警被SPQ-9A或SLQ-32证实,ACDS将可以通过自动或人工的方式借由WDS MK-14武器控制系统解除舰上“密集阵”系统的保险,利用近防武器做最后的“硬杀伤”摧毁导弹;或者可以启动MK-36诱饵弹发射器以及SLQ-32内置的电子干扰功能,通过“软杀伤”手段让来袭导弹偏离方向。

在使用“标准”SM-2MR导弹对付空中目标时,经过NTU升级,拥有ACDS作战系统的防空舰艇(“基德”级驱逐舰在内)与未经过NTU升级的传统舰艇(如同样拥有改进型NTDS作战系统和MK-74导弹火控系统的“弗吉尼亚”级核动力巡洋舰,以下简称非NTU舰)有着明显的不同。

非NTU舰在使用“标准”SM-2MR

导弹时的交战程序相对比较简单:当舰载的三坐标远程预警/跟踪雷达(如SPS-48C)发现目标并建立准确追踪档案后,雷达系统将目标档案转交给NTDS,NTDS完成一系列包括目标识别、定位追踪和威胁排序等自动交战作业后启动武器控制系统发射导弹。如前所述,“标准”SM-2导弹在飞行中段采用的是指令修正制导方式,需要依赖“下链”向发射舰回报自身位置。由于非NTU舰船没有接收“下链”的设备,因而在整个导弹飞行中段,发射舰只能以SPS-48探测追踪飞行中的“标准”导弹以掌握其确切方位。

随后,非NTU发射舰再以舰上的X波段火控雷达充作“上链”,向飞行中的导弹发送修正指令,直至进入末端半主动照射阶段。在进入真正的末端照射阶段前,因SPS-48所提供的目标与导弹方位信息精度较差(别忘了SPS-48的远距离探测方位和仰角误差为2°,距离误差为1500英尺),MK-74导弹火控系统下属的SPG-51照射雷达必须先开启C波段搜索并获取目标的精确位置,才能启动X波段照射波束为导弹进行最后的火控照明作业。

在整个交战过程中,非NTU舰拥有两大“软肋”严重影响了其防空交战效率。首先,限于AN/SPS-48旋转阵面固有的缺陷,该雷达在第一次接触到目标后,还需要至少再次扫描3~4次才能建立稳定的跟踪。依照SPS-48雷达每分钟15转的最大转速计算,整个扫描跟踪作业至少需要雷达旋转3~4周,耗时15秒以上才能完成。在实际操作中,如SPS-48一类的旋转阵面雷达在旋转速度和最大探测距离方面还存在着“鱼与熊掌不可兼得”的困境,如追求最大探测距离,就必须采用低转速;为了追求高转速和高目标数据更新率,就必须牺牲探测距离。其次,由于SPS-48雷达资源紧张,因而其在肩负主要的对空探测/跟踪重任时,不可



■ UYA-4显控台



■ UYQ-21显控台

能挤出更多资源去探测飞行中的“标准”导弹轨迹和方位。所以,非NTU舰所发射的“标准”SM-2导弹在进入末端照射阶段时,必定存在着很大的方位误差,这就要求发射舰的火控雷达必须花费更多的时间对导弹和目标进行精确定位,才能接下来开展最后的照射作业。

NTU舰对上述两大“软肋”做出了很大的弥补。为了弥补AN/SPS-48雷达扫描跟踪速度慢的缺陷,经过NTU升级的“基德”级驱逐舰一般在实际操作中主要将新增添的AN/SPS-49(V)5双坐标雷达以较低的转速用作远距离概略搜索,而将拥有测高功能的AN/SPS-48E三坐标雷达专门作为跟踪目标之用。一旦SPS-49发现来袭的敌方目标,SPS-48即可以迅速依照前者

所传来的概略方位转向目标方向展开对目标的测高和持续追踪作业,从而避开了后者需要旋转多周、扫描多次才能建立稳定目标追踪档案的难题。NTU舰通过这种方式,可以将雷达整个探测—追踪流程耗时从15秒以上缩减至10秒钟。

为了更好地支持“标准”SM-2MR系列导弹的中段指令制导,NTU舰在沿用原先的X波段火控雷达“上链”的同时还在其WDS MK-14武器控制系统内增加了一套S波段SYR-1“下链”接收设备。拥有SYR-1“下链”系统的舰艇发射“标准”SM-2导弹后,发射舰可以通过“下链”直接接收来自导弹传来的方位信息,不再需要将宝贵的雷达资源耗费在追踪所发射导弹的轨迹作业上。当接收来自导弹自身INS系统

的方位信息后,舰上的WDS MK-14系统再将其与雷达所追踪的目标档案进行比对并得出修正指令,通过X波段火控雷达将指令发送至导弹上。

拥有“下链”的另外一个优势是,由于通过SYR-1获取的导弹坐标精度要高于非NTU舰利用舰上雷达追踪所得出的方位,因而在进入末端照射阶段时,NTU舰的火控照射雷达将会面对小得多的方位误差。换句话说,“基德”舰上的SPG-51可以花费比非NTU舰更少的时间进行火控照射前的精确定位作业。最后,随着SYS-2 IADT系统的引入,原本只能为MK-45舰炮提供支持的SPG-60在NTU舰上也能成为“标准”导弹提供末端照射,无形之中为全舰提供了第三部“标准”导弹火控照射雷达。

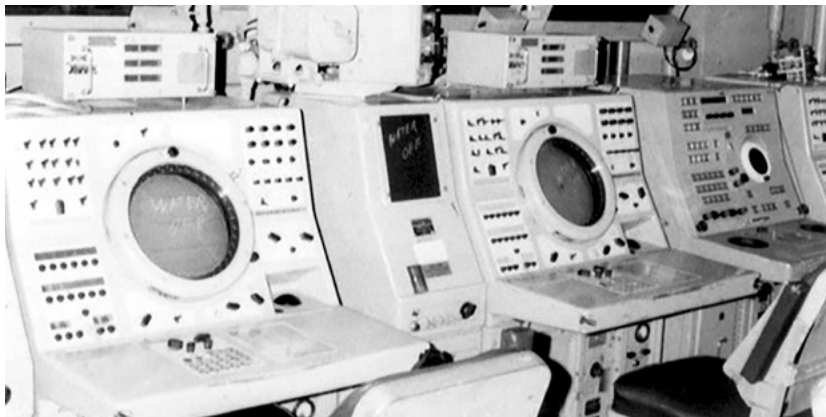
经过NTU升级的“基德”级驱逐舰上WDS MK-14武器控制系统可以同时导引至少20枚导弹(包括处于末端照射阶段的导弹)。在引进了完整的末端“分时制导”照射技术后,NTU舰能同时攻击的目标数目从原先的2~4个增加至10个以上,在某些理想情况下甚至可以达到16个(这很可能是拥有4座SPG-51D与一座SPG-60的“加利福尼亚”级核动力巡洋舰,而非“基德”级驱逐舰),接近甚至追平了初期版“提康德罗加”级巡洋舰的水平。

NTU舰还曾经成功测试过一种遥控搜索—追踪—发射(RTLOS)模式:发射舰在不开启雷达的情况下仅依靠友舰数据链传输的目标信息发射导弹,随后发射舰继续利用友舰的目标信息,开启“上链”向导弹传送修正指令,直至在末端的半主动照射阶段发射舰才开启火控雷达为导弹提供导引。RTLOS堪称是现代CEC能力的先驱。

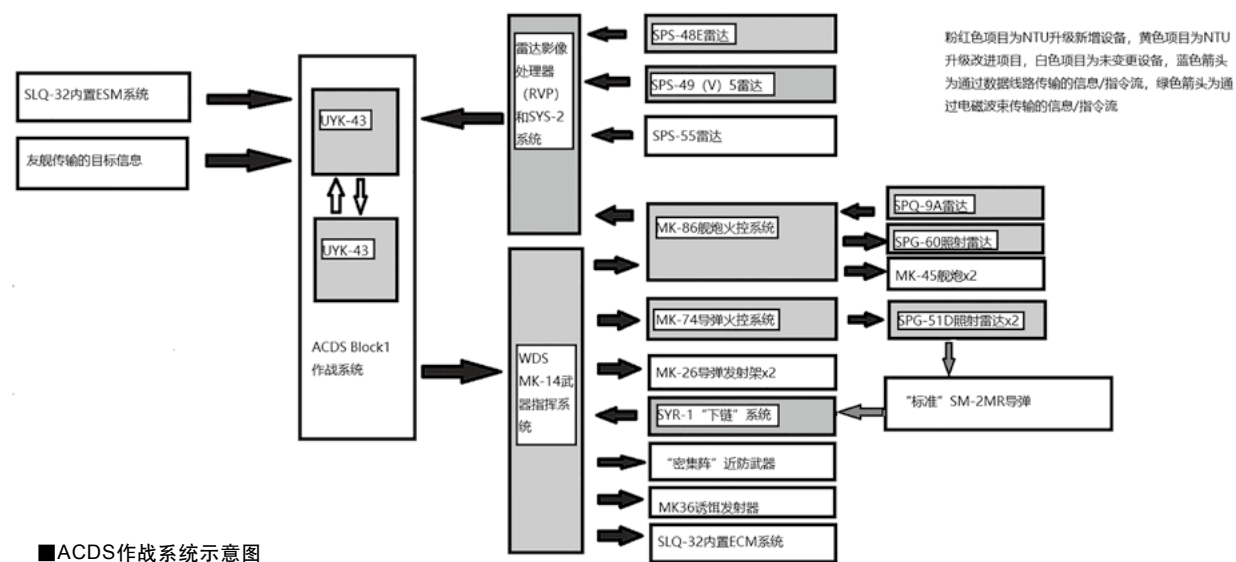
相比非NTU舰,“基德”级驱逐舰的防空作战能力可谓是有脱胎换骨般的改变,但是这仍不足以与“宙斯盾”系统相媲美。第一,前面提到,“基



■ 台湾海军经过NTU升级后的基德级舰



■ 早期NTDS作战系统内景



■ACDS作战系统示意图

德”舰一般需要10秒钟时间才能完成目标的探测—锁定作业。这一指标在“宙斯盾”系统面前显得相形见绌。由于没有转动天线，拥有四面固定相控阵天线的早期型AN/SPY-1雷达只需要约3秒即能完成相同作业。更重要的是，在对抗多个目标来袭时，NTU舰势必需要将负责追踪的SPS-48分别转向不同方向的威胁，这样更延长了其完成目标追踪档案的时间。在SPY-1上则不存在这个问题。

第二，“基德”舰在使用“标准”SM-2MR导弹时，其导弹的中段指令制导和末端照射作业均由SPG-51D及SPG-60照射雷达承担，这样就使得照射雷达的数目仍然成为了限制多目标交战能力的一大“瓶颈”问题。在“宙斯盾”舰上，无论是“标准”导弹的中段“上链”还是“下链”指令传输/接收作业均由SPY-1雷达负担，配置的SPG-62照射雷达仅负责导弹末端的半主动导引。由于SPY-1雷达功能强大，因而“宙斯盾”系统实际能同时控制的“标准”导弹数目是NTU舰的约两倍。

一些观察者批评说美国海军坚持在“标准”SM-2系列导弹上采用半主动雷达末端制导限制了“宙斯盾”舰的多目标交战能力，这样的看法是片

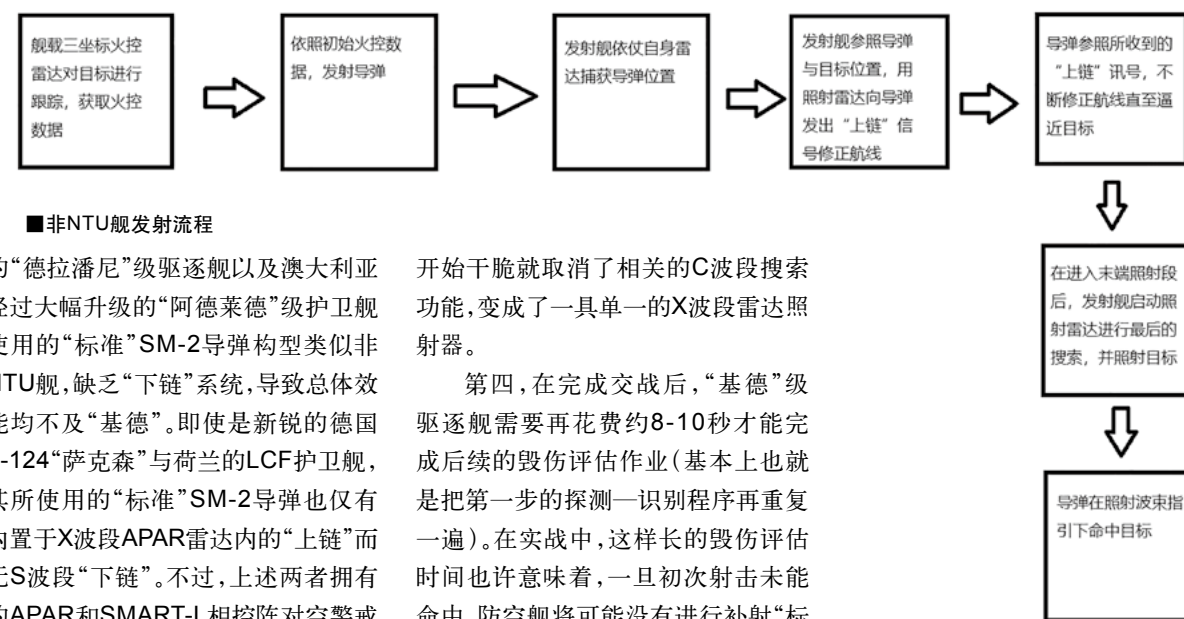
面的。在实际战斗中，防空舰所发射的“标准”导弹更多地还是处于中段指令制导阶段，需要末端照射支持的导弹只占全部升空导弹总数的一小部分，因而“宙斯盾”舰同时交战目标数量的多寡更多地还是取决于SPY-1而不是SPG-62。美国海军在新世纪初开始发展采用末端主动雷达制导“标准”SM-6导弹背后的深层原因，更多地还是因为SM-6导弹的射程超出了舰上SPG-62照射雷达的作用距离之故。反过来讲，也正因为SM-6超地平

线的射程超出了SPG-62甚至SPY-1的涵盖范围，所以美国海军才会列装CEC协同交战能力以支持这样的超远程防空武器。

在全世界使用“标准”SM-2MR导弹家族的非“宙斯盾”舰艇中，只有台湾的“基德”级驱逐舰使用X波段“上链”与S波段“下链”的特殊定制型号（美海军的同类型导弹已经于1999年以前随NTU舰全部退役）。而韩国海军的KD-2“忠武公李舜臣”级，加拿大经过“TRUMP”升级的“部族”级、意大利



■“宙斯盾”巡洋舰上的4部42寸大屏幕显示器，“基德”舰上只有2部，因而防空管制能力不如前者。



■非NTU舰发射流程

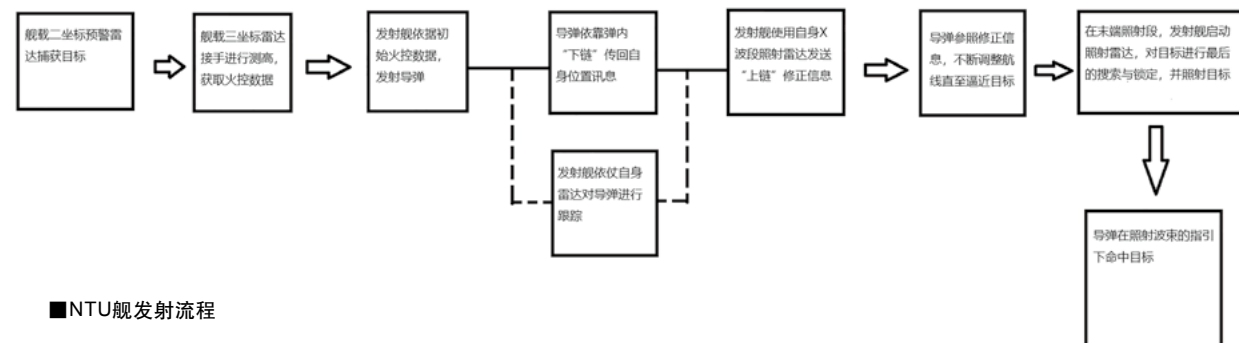
的“德拉潘尼”级驱逐舰以及澳大利亚经过大幅升级的“阿德莱德”级护卫舰使用的“标准”SM-2导弹构型类似非NTU舰，缺乏“下链”系统，导致总体效能均不及“基德”。即使是新锐的德国F-124“萨克森”与荷兰的LCF护卫舰，其所使用的“标准”SM-2导弹也仅有内置于X波段APAR雷达内的“上链”而无S波段“下链”。不过，上述两者拥有的APAR和SMART-L相控阵对空警戒/火控雷达远比SPS-48功能强大，因而即使它们只能以类似非NTU舰的方式操作SM-2，其多目标接战效率也应该至少不亚于“基德”级驱逐舰。

正是因为SPG-62绝非限制“宙斯盾”战舰多目标交战能力的短板，所以美国海军一直不急于在新防空战舰上改用类似APAR那样的X波段相控阵对空警戒。搜索雷达，反而将精力放在研发新一代SPY-6雷达以取代SPY-1，用

开始干脆就取消了相关的C波段搜索功能，变成了一具单一的X波段雷达照射器。

第四，在完成交战后，“基德”级驱逐舰需要再花费约8-10秒才能完成后续的毁伤评估作业（基本上也就是把第一步的探测—识别程序再重复一遍）。在实战中，这样长的毁伤评估时间也许意味着，一旦初次射击未能命中，防空舰将可能没有进行补射“标准”导弹的机会。相比之下，“宙斯盾”舰的毁伤评估时间不到1秒，足以以为舰艇提供至少一次补射的时机。

第五，除开初期建造的头5艘“提康德罗加”级巡洋舰，后续建造的“宙斯盾”舰全面换装了MK-41型垂直发射系统。相比“基德”级舰使用的MK-26双臂式发射架每10秒钟两发的极限发射速度，MK-41系统的发射速度提升至每1秒钟一发。同时，在相同



■NTU舰发射流程

以应对反舰弹道导弹和高超音速滑翔武器等新生代威胁。

第三，由于拥有完整的“上链”和“下链”系统，再加上雷达资源充裕，故“宙斯盾”舰可以利用多余SPY-1资源参与对飞行中“标准”导弹的跟踪定位工作。这样的“双保险”定位措施带来

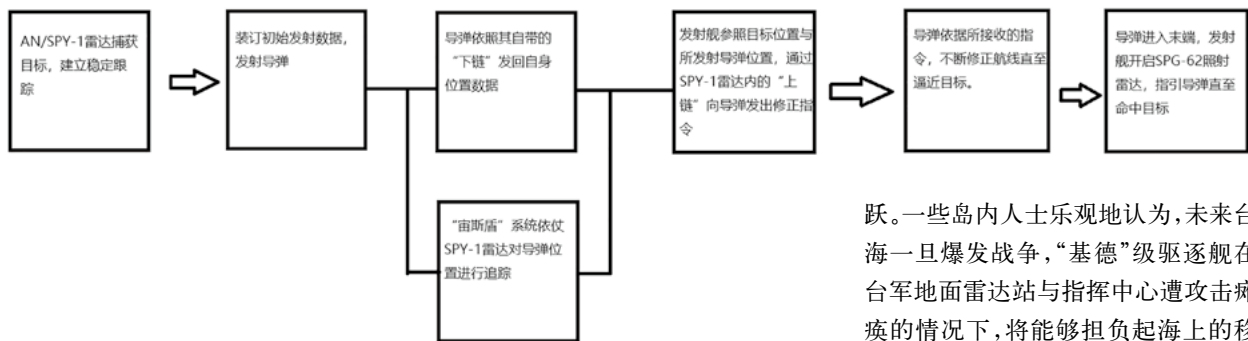
的一大好处是极大地提升了中段导引“标准”导弹的精确度，以至于在进入末端照射导引时，“宙斯盾”舰SPG-62不需要浪费时间再开启搜索模式进行最后的精确搜索，无形之中有效地增加了末端照射作业的效率，提高了多目标交战能力。实际上，SPG-62从一

体积下MK-41的容弹量也提升了25%以上，明显地提高了舰艇的持续作战能力。更重要的是，MK-41还可以发射一些MK-26所无法容纳的超大型防空导弹（如后续出现的增程型“标准”SM-2ER和SM-6），极大地拓展了防空舰的火力覆盖范围。

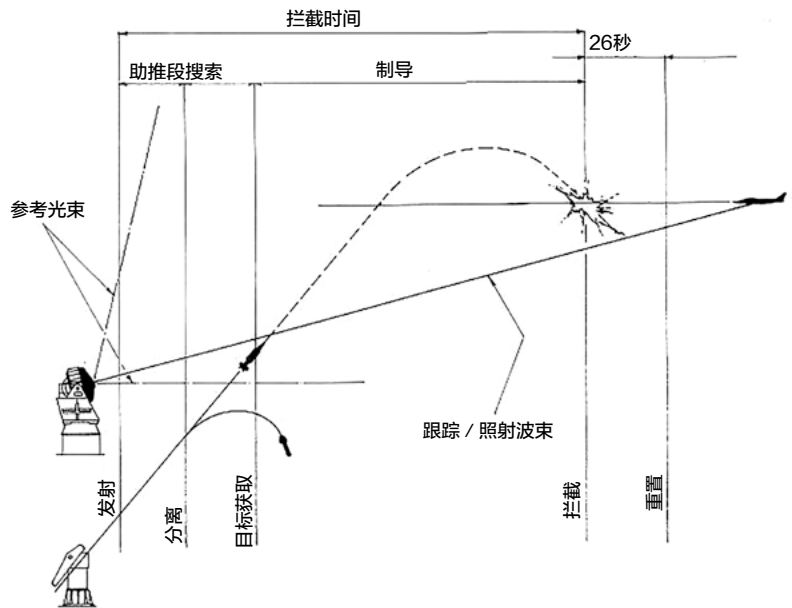
总结

毫无疑问，“基德”级驱逐舰的加

入极大地提升了台湾海军本身的区域防空能力，使得台海军的舰队防空半径从不足50千米拓展至150千米。除此之外，“基德”级舰所拥有的大型作战情报中心（相比“成功”级，“济阳”和“康定”级护卫舰而言）也使得台海军的作战指挥控制能力有了突破性的飞



■宙斯盾舰发射流程



■以抛物线弹道迎击目标的“标准”导弹，可见其大部分飞行阶段都处在中段指令制导。



■在台湾海军的所有舰艇中，“基德”级驱逐舰的防空能力最强，充当挑大梁的角色，但同现在的一流防空驱逐舰相比，性能有很大的差距。

跃。一些岛内人士乐观地认为，未来台海一旦爆发战争，“基德”级驱逐舰在台军地面雷达站与指挥中心遭攻击瘫痪的情况下，将能够担负起海上的移动雷达站与指挥所的重任，协调台海军其余舰艇和空军飞机一道进行联合作战。

不过，正如前面所分析的那样，即使经过了NTU升级，“基德”级舰防空作战能力还是与真正的“宙斯盾”舰有相当大的差距。除此之外，由于该级舰所配备的UYK-43计算机，MK-26发射器和MK-74火控系统等老旧设备均已经停产，这就使得后勤保障成为了台海军的一大难题。为了解决这个问题，台海军甚至不得不依靠购买从美军退役封存舰艇上拆下来的零件或者花高价聘请美厂商复刻生产新品散件来维持“基德”舰的正常运转。

最重要的是，限于训练经费和导弹试射靶场的缺乏，台湾海军的“基德”舰从服役成军至今只进行过两次“标准”导弹实弹打靶训练，其中射程最长的一次打靶不过是击中了一架在35海里外的靶机，完全无法验证“基德”舰所引以为傲的远距离防空战斗力。由于台湾附近海域缺乏足够大的试射靶场，台海军一度曾希望能趁“环太平洋”军演之机赴美军夏威夷导弹靶场进行“标准”导弹实弹训练，但因为此事的政治敏感性，加上台海军实在囊中羞涩，无力负担高额的靶场使用及支援费用而作罢。可想而知，在缺乏训练的台海军人员操作下，本就早已经过时的“基德”级驱逐舰在未来所能发挥的作用必将是非常有限的，也注定成为不了台独分子手中的那颗“救命稻草”。✍️（编辑 / 车福德）

最新 奉献

《现代舰船》杂志

舰艇类模型图纸

96.SC 497级猎潜艇（美1943年二战名舰艇）1号1张1：80世赛照1组	380元	129.凶猛号导弹护卫舰（俄 克里瓦克-1型）1号6张、1：100照5	480元
97.莫尼特号铁甲舰(美1862年南北战争)也译为巨蜥号1号2张1：50照4	280元	130.依波劳亚罗斯特罗帕基斯号（希腊 法战士III-B型导弹艇）1号2张1：101	250元
98.格雷夫号布雷驱逐舰（波1949）1号6张1：200零部件1：100	260元	131.狼级导弹护卫舰（意）1号1测绘版1号1张，1：149照1	250元
99.威特德威尔号导弹护卫舰（荷1981）优秀图纸1号4张1：200	380元	132.CCB内河炮艇（美越战中的内河作战指挥艇）1号4张 1：36 照片1	250元
100.俾斯麦号战舰（德1934）1号8张，1：200极精细，世锦赛精美彩照16	620元	133.风暴号（波兰驱逐舰-原苏快速级）1号6张 1：75世锦赛模型照片3	360元
101.伟大的伊索依号装甲舰（俄1898）1号2张1：150，精细 彩照1	300元	134.莫斯科号（俄罗斯直升机母舰）1号2张1：160 照1 资1	330元
102.拉斐特级导弹护卫舰（法1990）零号1法原版1号4张1：100，世锦赛彩照4	420元	135.光荣号导弹巡洋舰（俄罗斯）1、0号和加长0号图共7张，1：100彩照10	680元
103.黎塞留号战列舰（法1939）加长零号3张 法原版1：250 世锦赛彩照2组	520元	136.卡齐米尔斯·普拉斯基将军号（波兰 美佩里级详细图纸）1号6、1：100，照10	580元
104.让巴号战列舰（法1939）零号1张法国原版1：300，资1	380元	137.小鹰级地效翼艇（俄）、1号2张、1：100，照片1	240元
105.可怖号大型驱逐舰（法1933）零号2张 法国原版1：100，资1	280元	138.本森级驱逐舰（美1942年舰艇）、1号4张、1：150 照1	380元
106.阿罗曼彻斯号航母(法1954)原英国巨人级零号1张 法原版1：300	280元	139.U -570号潜艇（原德国）、1号4张、1：50照1	350元
107.贞德号直升机航母（法1961）零号1张，法国原版1：200	380元	140.PT—109号鱼雷艇（美 总统肯尼迪指挥的快艇）1号2张1：51 照1	250元
108.S -26号鱼雷艇（德1940）1号1张，1：55世锦赛照6	360元	141.C B90作战艇（瑞典最新攻击艇）1号3张1：25照3	350元
109.格-5型鱼雷艇（前苏联1944）1号2张，资1份1：43世照3	460元	142.斯拉扎克号（波兰原英国护航驱逐舰1942年）1号3，1：79 照1	240元
110.T K-238型鱼雷艇（美1944年二战名舰艇）1号2张，1：50	380元	143.伊萨克·斯维尔斯号（荷兰 驱逐舰1941年）1号4张，1：200	260元
111.201 M型猎潜艇（前苏联索-1型）1号2张，1：25世照8珍贵	420元	144.泊莫尔尼柯号贼鸥级 大型**气垫船（俄）1号4张，1：100 照1	260元
112.短剑号猎潜艇（法 原美CP-1561级二战名舰艇）1号3张，1：79	380元	145.C—461级猎潜艇(美)历史名舰 1号5张，1：100 齐全、精细、质高	580元
113.伊400级潜艇（日1944）可携带飞机1号2张1：100	240元	146.阿拉玛纳马号导弹轻护卫舰（德造MGB62型）1号3张，1：79 照1	440元
114.伊19级潜艇（日1937）可携带飞机1号1张 1：100	240元	147.卡舒伯号（波兰新型反潜轻护卫舰）1号6张1：100照片5	460元
115.牛虻级猎潜艇（前苏1961）1号2张，1：100彩照3	280元	148.德鲁兹诺号扫雷艇（波 现役舰艇）1号6 1：50 1：50 照6	360元
116.塔林级驱逐舰（前苏1955年科特林级原型全通甲板型）1号3张，1：200	220元	149.现代级导弹驱逐舰（俄罗斯原版）1号2，彩色涂装照1、1：200 照10	880元
117.科鲁普尼级导弹驱逐舰（前苏1954）首尾有导弹发射架1号1张，约1：45	200元	150.辛级导弹驱逐舰（原苏）1号1张 1：195	220元
118.自觉号导弹驱逐舰（前苏1961）萨姆型1号2张，1：177	280元	151.肯达级导弹驱逐舰（原苏）1号1张 1：216	220元
119.蝗虫级水翼导弹艇（前苏1977）前后水翼1号2张，1：177	280元	152.“女将”级导弹护卫舰（英国21型）1号1张 1：172	220元
120.食雀鹰级扫雷舰（波1963）1号2，1：84资1	260元	153.美“新泽西”号战舰(改装后) 0号2张+1份(1) 1：200彩照6 135.5cm	600元
121.灰鹅级海防炮艇（英SGB级S309号）1号3张，1：100	260元	154.美“旧金山”号重巡洋舰、1份(2)1：400 45cm 250元	
122.MK-1型快速内河炮艇（美1955越战曾用）1号3张，1：100彩照4	280元	155.美“LST”型坦克登陆舰0号1张+1份详细制作分解图(30)1：100 100cm	800元
123.波波夫海军上将号圆形军舰（俄1875）1号1张，2号1张1：100	240元	156.美“鹦鹉螺”号核潜艇（世界第一艘核潜艇）1号1张，1：200 48cm	380元
124.F级潜艇（前苏641型常规动力潜艇）1号2张精细1：150彩照1组	340元	157.俄“K-21”远洋鱼雷潜艇 1号1张，资1份，1：125 彩照8，78cm	280元
125.基洛级巡洋舰（俄1933）1号2张，1：262同型舰世锦照2 0张	220元	158.俄“库尔斯克”号核潜艇 1号4张，1：100、彩照3 77cm	420元
126.拉图什-特雷维尔号导弹驱逐舰（法 乔治莱格级F70级）1号1张 照片1组	240元	159.波“奥扎尔”号潜艇（俄基洛级877E型）1号2张，1：100，照2，72cm	660元
127.卡西米尔·普拉斯基号弹道核潜艇（美拉菲特级）1号2张 约1：200	380元		
128.奇科拉号铁甲舰（美国1862南北战争）1号2张 1：154	250元		

说明：1、图纸完整和精细程度：AA级：特级图纸。A级：精品图纸（含总图、型线图和零部件图，质量高，适合收藏）B级：中级图纸（含总图、型线图和主要零部件图或图纸质量中等）C级：（含总图和型线图）2、图纸的复杂与难易程度：I级（高级）II（中级）III（初级）3、资料 and 照片为Z级4、有关模型资料光盘为G级。5、“世”（表示在世界航海模型锦标赛中出现过）6、俄、美等代表国家，船名前没有国名的为国家不详。6、“1号2”为1号蓝图2张；“1份⑥”为A3纸复印图共计6张。以上图纸严禁在期刊或网上公开发表和以各种形式再销售。购买前请先咨询，我们根据实际价格进行改价，另图纸备货需要时间，一般拍下后三天内发货，请不要催促，快递到的地方是12元首重（1KG），偏远地区15元首重，快递不到的地方发EMS，25元首重（0.5KG）。

因篇幅有限只能刊登舰艇类的部分序号图纸，另有其他舰艇类、帆船类、民用类图纸请登录现代舰船杂志社的官方网店进行购买

咨询电话：010-53255178 /177 网店地址：<http://shop171887962.taobao.com>

汇款请寄：北京市朝阳区科荟路55号院1号楼《现代舰船》杂志社收 邮编：100101



现代舰船

纵横四海
扬帆国际

打造专业的军事文化产品
鉴证军事文化产品的魅力

《现代舰船》 企业官网



用手机支付宝或
手机淘宝扫码可进入网店

本店升级为企业店铺，将为您呈现更多种类、品牌的商品，
提供更优质、更全面的服务，我们忠心期待您的光临！

店址：<https://shop171887962.taobao.com>