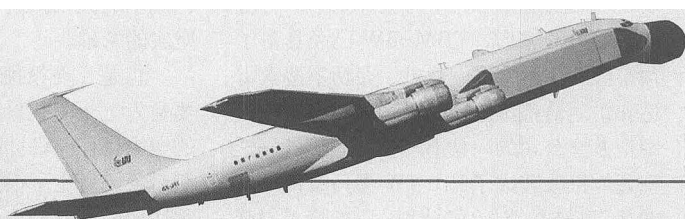




空中司令部：

预警机



图片提供：王文贵、本刊资料室

□ 王文贵

以色列飞机工业公司总裁曾经说过这样一句话：“一个国家如果有较好的预警、监控、情报搜集能力，即便战机数量只有对手的一半，也一样可以赢得战争。”此言不虚。1982年6月9日14时14分，以色列战斗机对驻扎在黎巴嫩贝卡谷地的叙利亚军队突然发起了攻击。在行动开始之前，以军派出了E-2C“鹰眼”预警机飞临黎巴嫩西海岸，严密监视着叙利亚的导弹发射场和空军基地的动态。叙利亚空军的飞机一起飞就被E-2C发现，其机型和各种参数不断地被通报给以军的战斗机。那天，以色列共出动了96架战斗机，在贝卡谷地上空仅用6分钟就全部摧毁了叙利亚的19个防空导弹营。在激烈的空战中，以军飞机也大获全胜，共击落了81架叙利亚飞机。以色列此战之所以能够取胜，主要原因之一就是使用了预警机作为

空中监视指挥中心，因而掌握了战场的主动权。这一仗也证明，在现代空中作战中是否拥有预警机这一“大脑中枢”，对交战双方来说都具有近乎决定性的影响。

◆ 让雷达“坐”飞机

预警机，又称空中指挥预警飞机，是一种集指挥、控制、通信和情报于一体，用于搜索、监控空中、地面或海上目标，并可指挥引导己方飞机执行作战任务的飞机。它是第二次世界大战后发展起来的一个特殊机种。30年代后期，即第二次世界大战前夕，英、美、德、苏等国先后掌握了雷达技术，并将其架设在地面和舰船上用于防空警戒。在使用中这些国家发现，为了警戒低空飞行的飞机，最好的办法就是尽量地升高用来发射和接收电磁波的雷达天线。但是，对于航行在海上的舰船来讲，不可能把雷达架设得很高。尽管到了

二战后期舰载防空雷达已经可以探测到160千米外在中高空飞行的目标，但对掠海低空飞行目标的探测距离去顶为10公里左右。

1941年日本飞机偷袭珍珠港后，为了解决地面和舰艇雷达难以探测低空入侵目标的问题，美国开始实施“凯迪拉克”1、2号计划。“凯迪拉克”1号计划是在舰载机上装上高功率雷达，使之能在较远的距离上发现低空飞机和水面舰船，并及时将雷达情报用无线电传递到舰上。1944年，当工程人员把通用电气（GE）公司研制的AN/APS-20型雷达（S波段）安装在格鲁门（Grumman）公司的TBM-3W“复仇者”飞机上后，世界上第一种舰载预警机的雏形就诞生了。经试验表明，TBM-3W在海况平静的情况下能在100至120公里距离上发现在150米高度低空飞行的飞机，也可在320公里距离上发现海上的舰船。但是，由于当时还没有掌握滤除杂波



■ 美制 E-3 预警机。

技术,因此在海况恶劣时,受海面反射的强杂波影响,机载雷达无法正常探测目标。1945年,TBM-3W舰载预警机被部署到航空母舰上,但还未来得及发挥作用,二战就结束了。作为世界上第一种舰载预警机的雏形,TBM-3W已经具备了预警机的基本特征:载机、大功率搜索雷达和雷达情报传递通讯链。1944年,美海军把波音公司的一架B-17G“飞行堡垒”型轰炸机改装成了PB-1W型预警机。这就是“凯迪拉克”2号计划。该机除了安装有APS-20预警雷达外,还具有多个雷达显控台和一组雷达操作员。它不仅能将雷达情报传递到地面或舰在指挥中心,还能用机上的显控台和空对空无线电去引导友机攻击敌方目标,这使PB-1W成为世界上第一种具备机载预警和控制功能的陆基预警机。

二战结束后,预警机愈来愈受到重视,发展十分迅猛。70年代以来,美国、英国和苏联先后研制的新一代预警机都安装了性能更好的脉冲多普勒雷达,并装有敌我识别、情报处理和电子对抗等设备,不仅可以及时发现和监视低空入侵目标,还可以指挥己方战斗机进行拦截和攻击,自我保护能力也有了不小的提高。在预警机的发展初期,受技术的制约,预警雷达大多安装在载机的机身下方。而给我们印象较深的是,现在的大多数预警机的雷达天线部安装在机背上方的一个扁圆型的罩了内,这是为什么呢?进入60年代后,冷战的全球化与军备竞赛的不断膨胀,导致大国参与或支持的大规模局部战争接连不断。空中打击力量的重要性日益显著。这

些因素牵动了预警机的迅猛发展。而电子技术的进步也同时推动了雷达技术的提高,为预警机系统在性能上的大幅跃进打下了坚实的基础。

但是,现役预警机主要是六七十年代针对当时的空中目标而设计的,而目前预警机的探测对象已发生了很大变化,新式战斗机的雷达截面积已缩小到2—3平方米,隐形目标的问世更给现役预警机完成警戒、监视、指挥任务增添了困难。因此,美国、俄罗斯、以色列等国在着重对现役预警机进行改进的同时,正积极运用高新技术成果,努力研制新式的大型预警机。

◆ 现代空战“大脑中枢”

预警机自问世以来,就在数次战争或冲突中发挥了无可替代的制胜作用。

1991年海湾战争期间,美国动用27架E-2C和11架E-3预警机参战,共出动1631架次,累计飞行10246小时,不仅向战区指挥中心提供了详实的空情,还与RC-135电子侦察机、战地空中指挥控制中心和战术空中指挥中心建立数据共享网络。作为旁观者的前苏联每天也要出动两架A-50预警机24小时不间断地跟踪、监视美军从土耳其飞向伊拉克的飞机和舰射巡航导弹。以美国为首的多国部队由于在空战中有预警机指挥、控制,参战飞机未损失一架,而伊拉克战斗机则在空战中被击落40余架。1991年2月21日,15架伊拉

克飞机(其中大部分是米格-29)与多国部队的飞机进行空战,结果是0比5。而在此之前的1月24日,美军的预警机发现有3架伊拉克的幻影F1战斗机正沿沙特阿拉伯海岸低空飞行,准备袭击多国部队的舰队,遂指示正在执行巡逻任务的沙特阿拉伯空军的4架F-15战斗机进行拦截。在预警机的指挥下,一架沙特阿拉伯空军的F-15向伊拉克飞机发起进攻,几秒钟内就击落两架。

由于在战场上没有预警机协同而招致惨重损失的事例中,最典型的要算是1982年英阿马岛战争中“谢菲尔德”号导弹驱逐舰惨遭灭顶之灾那一次了。1982年5月



■ 瑞典 S100 预警机。

4日,英国皇家海军特混舰队中服役不久的“谢菲尔德”号驱逐舰正在执行警戒任务。阿根廷空军派出的一架超军旗战斗轰炸机,利用英国海军舰载雷达的低空盲区 and 海浪杂波,人不知鬼不觉地以50米超低空直奔“谢菲尔德”号驱逐舰而去。在距“谢菲尔德”号48公里处,“超级军旗”猛然跃升至几百米高度,并对该舰连续发射了两枚法国制造的AM39“飞鱼”空舰导弹,随后立即降低高度调头返航。“谢菲尔德”号的雷达操作员虽然在“超级军旗”跃起时发现了它,但因目标在荧光屏上稍纵即逝,因此没有发现它所发射的掠海高速袭来的“飞鱼”导弹。而该舰装备的“海标枪”舰空导弹至少需要20秒钟的反应时间,等到肉眼发现来袭导弹时,已是采取任何措施都来不及了。英国军方认为,此战之所以吃大亏,就是因为缺少了预警机。

◆ 俄罗斯: 绝处逢生

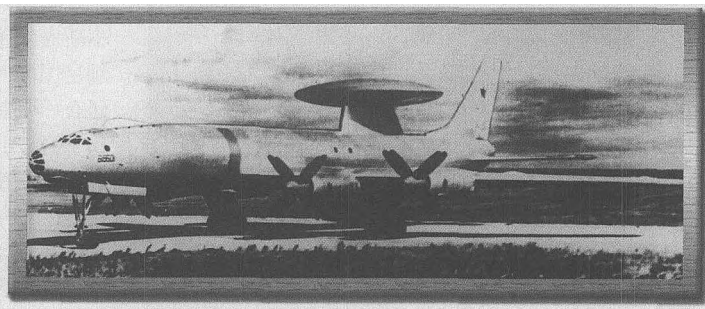
如今在俄罗斯军队中,只有两个兵种不会喊穷,即战略火箭军和防空预警机部队。1991年苏联解体后,俄罗斯继承前苏联80%的武备,但是其防空预警雷达系统

已经显得落后,修建新的地面预警雷达系统费时费力且在俄罗斯不景气的经济条件下是不太可能的。于是前苏联遗留的预警机便是填补这一漏洞的唯一可行的选择,因为只要保持一定数量的预警机在其边境巡航飞行就能达到完善防空预警网的目的,而由于俄制预警机的可使用寿命比美国产品低,这无形中又保证俄罗斯预警机生产线的日常运行,为以后发展新型号埋下伏笔。

前苏联在50年代初开始实施代号为“拉玛”的预警机研制计划,该计划的内容是以里-2运输机作载机,装上新研制的S波段雷达。由于预警雷达的发射功率和天线直径都较美制APS-20小得多,所以其小型作战飞机的搜索距离低于100公里,但波雷达已具备初步的杂波滤除能力,与当时美国的APS-20改进型性能相似。然而不知为什么,以后就再未见到这种预警机生产和装备的报道。目前,俄罗斯采用的是20架A-50中空预警机(与美国E-3相当的PD雷达预警机),是前苏联于80年代初期研制成功的,1986年开始装备苏军,共生产30余架,全部被俄罗斯继承。除现役的20架外,还有10余架被封存起来备用。A-50是选用四发大型喷气运输机伊尔-76改装成载机的。改装后的A-50起飞全重为190吨,载油65吨,最大时速850公里,实用升限12000米,最大航程5500公里,A-50能以700-750公里的时速在9000-10000米高度上巡航7.5小时,在离基地1000公里的地方可巡逻4个小时,并且还装有空中受油装置,能以空中加油的方式延长其滞空时间。A-50的总体性能略逊于E-3系列的机载预警雷达,虽然其对空探测能力在620公里以上,但其下视小型战斗机的最大探测距离仅230公里,A-50能跟踪50个目标批次,测高精度为距离的1%,可同时引导12架战斗机作战。A-50没有装载电子侦察系统,但是有电子自卫系统,包括雷达告警系统和X波段与C波段的有源电子干扰机,另外在机头和机尾两侧还装有干扰箔条与红外弹发射器。

在俄罗斯的武器库中,除有A-50预警机外还有另一种型号的预警机,即图-126预警机。它是前苏联60-70年代的中空预警主力,直到1986年才被A-50替换下一线。在冷战期间,苏联于1958-1964

年施行“列亚娜”计划,选用有4台12000马力涡轮发动机的民航机图-114D改装成图-126预警机。图-126起飞全重为175吨,气动外形布局与A-50一样是采用在机背中部加装雷达天线旋转罩,性能与早



期的E-2预警机雷达相当。

◆ 以色列: 啸傲苍穹

以色列是靠本身努力和情报手段取得尖端预警技术。1978年,美、以、埃领袖忙于中东和平谈判,各方对和平前景乐观,互信大增,可美国未防以色列趁各方注意力集中于和谈,搜集美方军事技术情报。当年以色列“摩萨德”情报局长霍非看准机会,在纽约开设“护卫公司”,借以走近高科技公司,获得军事技术情报,该“公司”有大约27名以间谍,做了一年左右便转手,若干年后美国才发现,以色列间谍借“护卫公司”的招牌将刚问世不久的E-3预警机秘密给窃取了。此后的1981年6月以军突袭伊拉克核反应堆,1982年6月以军大举入侵黎巴嫩,以军都使用了先进预警机进行作战。美国后来供应E-2C鹰眼预警机给以色列时发现对方几乎不需要自己来指导训练。以色列不仅已掌

握更先进的E-3技术,也知道英国猎迷MK3预警机和前苏联图-126及A-50等预警机的秘密,以色列运用什么手段得到这些秘密,迄今仍是个谜,途径之一可能是买通前苏联的犹太裔科学家,从而获得秘密。

以色列飞机工业公司(IAI)于1987年开始为以色列国防军及海外客户开发费尔康预警机雷达系统,集美、以、俄空中预警技术之大成,能一次扫描逾百个空中、海上和陆上目标,对监察和预警反舰导弹尤其神速,堪称远程预警机雷达之王。它从一开始就采用最前卫的相控阵雷达技术和模块化设计方案,前者取代常规的圆顶式旋转雷达,雷达能全天候地从几百公里的距离上检测甚至是贴地飞行的目标,后者保证该雷达系统能在许多平台上被安装,例如波音707/747/747等中远程客机和C-130战术运输机。费尔康雷达系统有3个L波段EL/M-2075相控阵雷达天线,天线罩直径10.6米,里面的天线每面长8.5米,高1.6米,以提供360度的覆盖和超过352公里的作用距离,可在任何天气下锁定400公里范围内的60个目标,并在同时指挥12架飞机作战。EL/M-2075包括电子对抗组件(以保护飞机免受攻击)和电子情报侦察(以对敌电子辐射源进行定位和识别)组件等,其作用与E-3预警机相似,加上高速处理能力和专用的降噪软件可使该机具有某些发现隐身飞机或巡航导弹的潜力。EL/M-2075雷达选择在频率较高的D波段工作,可能考虑雷达的检测精度、恶劣天气环境条件下的雷达工作能力及小雷达反射面





标探测能力。跟一般机械转动空中预警雷达相比, EL/M-2075 雷达高明之处在于采用六面体阵列结构, 实现全空域覆盖, 有效消除机身、机翼、机尾的遮挡和干扰。另外使用固态相控阵雷达同机械式雷达相比, 空中阻力小、可节省燃料, 延长滞空时间 (大于8小时)。因费尔康系统采用最新研制的航电设备和电扫雷达, 其信息处理速度高出 E-2C 预警机 10 余倍。以色列人成功地单脉冲 IFF 整合在天线阵列之上, 使系统反应速度和系统误差都有较大改进。

英国《航空航天杂志》1998年4月6日报道, 智利空军在1993年以3.2亿美元购买装在2架波音707机体上的费尔康预警系统 (当地的名字叫 Condor), 经过重大改装的波音707分别在机鼻、机身两侧加装3面全固态电子扫描相控阵雷达 (S-PAR), 提供260度全向覆盖。由于智利军方考虑经费问题, 没有装机尾的第四面天线, 因此未能实现360度全周侦测, 但在水平方向探测非常精确, 能在同一空域协同指挥12架战斗机进行拦截任务, 搜索半径达400公里, 可同时自动跟踪100个以上目标, 管制至少90次空中拦截, 整体性能与E-3C相若。除智利外, 南非也有2架前端没有天线罩的费尔康预警机, 以色列去年还参加澳大利亚的“楔尾” (Wedgetail) 预警机竞标, 与欧洲联合发展的空中客车A310+费尔康雷达的预警机, 其造型回到传统碟形雷达罩模式, 是10.6米直径, 里面的天线每面8.5米长, 1.6米高, 根据天线尺寸和机上电源, 雷达的

探测距离达到9144米高度飞行时的402公里, 目前已有韩国、土耳其表示对费尔康系列预警机有兴趣。

◆ 瑞典: 一枝独秀

长期跟苏联/俄罗斯这样的军事巨人作邻居, 瑞典人养成了“为和平准备战争”的传统, 因此他们的军火工业从来都不敢落后于时代发展的潮流, 即使是在耗资庞大的预警机研制领域也不例外。目前, 号称“瑞典第一种预警机”的S-100预警机是由萨伯公司负责研制的 (他们生产的“绅宝”跑车也会让您着迷), 载机平台采用萨伯-340支线双发涡轮桨式飞机, 在机身上安装一个矩形豆荚状的相控阵雷达罩。这种预警机版从90年代初开始研制, 1994年第一架经过改装的萨伯-340预警机在当年的英国范堡罗航展上亮相, 次年瑞典空军给予萨伯-340预警机的正式编号是S-100 (字母S代表瑞典语中“侦察”的意思), 并且起名为“百眼巨人” (Argus), 瑞典空军总共订购8架, 除担任空防任务外, 还用于海岸警戒与搜索救援, 利用其强大的雷达预警功能, 以堵截因苏联解体后变得猖獗起来的偷渡与贩毒活动。“百眼巨人”打破大国对预警机技

术的垄断, 可以完整的性能卖给客户 (只要您不吝惜自己的钞票), 所以在第三世界市场上无往不胜。1998年末, 不愿意受美国摆布的希腊空军向瑞典订购4架S-100预警机, 它们为希腊提供全天候监视爱琴海众多岛屿空域的能力, 制止土耳其飞机不断对其领空的骚扰。而巴西航宇公司为满足国内对预警机的需求, 以巴西与阿根廷合作研制的ERJ-145多用途支线运输机为平台, 引进S-100的相控阵雷达系统, 结合成具有南美特色的EMB-145SA预警机, 1999年5月22日进行处女飞行, 并被安排在2001年6月交机, 这将是拉美地区第一次出现如此先进的空中预警装备。

S-100的机身上部安装有一根矩形的“横木”, 它实际上是一个装有雷达天线和敌我识别天线的大型天线罩, 由无线电透射材料制成, 通过支架与机身连接, 天线罩长为9.30米, 厚度0.50米, 能进行360度全方位搜索, 敌我识别天线与之背对背安装。该天线所获得的雷达和敌我识别信号, 通过三通道的旋转同轴耦合器向飞机内部设备传送, 采用这种设计的优点是解决了大型天线阵的安装位置, 同时也能提供一些升力。S-100配备埃里森公司研制的PS-890型神眼 (Erieye) 雷达, 由200个固态相控阵天线模块组成, 使用S波段, 功率为3GHz, 利用适当的方位界面控制, 每个方面上的视角约160度, 它采用频率捷变技术, 具有高、中、低三种频率, 大幅度提高抗干扰能力和探测距离, 能够改进海面杂波中的目标探测能力, 从而精确测定目标方位。在其6000米的巡航高度工作时, 雷达具有450公里的最大探测距离, 对一名士兵大小的目标的有效探测距离将近330公里, 海上目标能在320公里外被检测到。该机采用30厘米见方的彩色显示器, 可同时显示2000个目标, 比原来直径25厘米的圆形显示器显示的目标数量增加5倍左右, 并采用辅助显示窗, 可放大显示某一特定区域内的目标和目标资料。S-100的北约规格数据链既可保证机与机之间的语音通话, 又可将敌机具体距离和方位在战机的抬头显示器 (HUD) 上显示出来, 继而下载导航数据, 引导战机在敌防空间隙中穿插行走, 将敌机逐个歼灭。

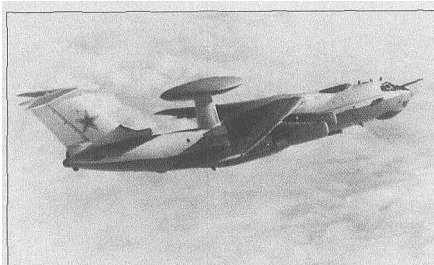


◆ 英国：僵而不死

1951年，英国引进美制AD-4“空袭者”舰载预警机，稍后它又于1958年推出自制的“塘鹅”AEW-3型预警机，机上装的仍是美制APS-20雷达，该机使英国航空母舰具备24小时在半径为300公里的防御圈上发现来袭目标的能力，这正好保证英国舰队无论何时何地都处于苏联远程导弹的射程外。该机是由反潜机改装而来，机身短小粗胖，特别是防空预警雷达安装在机腹，以便于发现在1500米高度飞行的目标（这是50-60年代苏联飞机最习惯的攻击高度），这种预警机直服役到1978年，最终随着英国的最后艘大型航母“皇家方舟”号一起退出现役。不过“塘鹅”式预警机实在不讲究工艺美学，连驾驶它的飞行员们都不乐意启齿说自己的座机是“塘鹅”，更“了不起”的是，“塘鹅”还被美国权威杂志《航空周刊》评为“20世纪最丑陋的十大飞机”的冠军。

由于1982年在马岛战争中没有预警机的缘故，英国舰艇损失太大了，于是新一代“猎迷”式海陆两用预警机，该机研制可说是多灾多难，几经波折还是被放弃了。说来也奇怪，英国是雷达的故乡，可自二战以后其在雷达技术的发展上却始终没有什么太大的成就，最后落的只能乖乖地跟着美国的屁股后面跑。

但倔强的英国人不死心，英国皮拉蒂斯·布里顿-诺曼公司于1984年研制成功“防御者”型双发预警机，从外形上看，“防御者”预警机最显著的特点就是其机头为球型，装有“天空主人”脉冲多普勒雷达，其脉冲重复频率为9.5-10千兆赫。“防御者”可以完成探测高空导弹、侦察海上目标等预警任务，也可携带前视红外探测系统、声纳浮标、执行反潜任务，其探测距离达120公里（下视）、130公里（上视）。“防御者”可以同时跟踪100个空中目标和32个海上目标，并可同时指挥引导12架飞机攻击目标。“防御者”预警机采用平直上单翼布局，其机翼为矩形，展弦比较大，因此具有良好的起降性能。动力装置为两台“艾利逊”250-B17C涡轮发动机，单台功率400马力，翼展12.4米，机长15.0米，机高4.5米，机翼面积30.19平方米，空重1.9吨，最大起飞重量3.86吨，最大平飞时速289公里，巡航时速263公里（高度3000米），最大爬升率5.3米/秒，实用升限8200米，活动半径185公里，续航时间6小时30分，起飞滑跑距离401米，



■ 预警机是现代空战中不可缺少的空中指挥所。所以，现代主要空军国际无不重视其发展与改进。图中分别是俄罗斯A-50、中国自行研制的空警一号和美国的E-2预警机。



着陆滑跑距离381米。“防御者”的机组乘员为4人，其单价约为美国E-3预警机的5%，是针对穷国小国军队的专用品。

◆ 印度：半途而废

1971年的孟加拉战争，对印度和巴基斯坦两国来说是一场全新武器装备与战术的综合较量。当时，前苏联把自己于1967年才服役的图-126苔藓式预警机紧急借调给印度，印军凭借这一独特装备的优势，对巴空军基地实施“威慑性打击”，想不到效果出奇的好，37架巴军飞机化为灰烬（巴基斯坦在整个战争中也才损失51架飞机）。战后，尝到甜头的印军大力加强多维防空网，为满足印军逐渐外向型的攻势战略，印度空军和海军于是在1986年向国防部提交“空域监视、预警和控制计划”（英文缩写ASP），开始自行研制预警机，当时的代号为“监护人”（Guardian），不久改名为“空神”（Airawat）。频繁的改名换姓似乎意味着该计划的不幸。1991年11月装有英印合作制造的旋转天线整流罩的HS-748双发涡轮飞机进行了首次试飞。1994年，印度电子与雷达研究所和巴拉特电子有限公司成功地研制出空天监视平台及相关电子装置。印度研制的新型雷达有效工作距离达到300公里，能探测到巡航速度为1.5马赫的低空飞行目标。不过，印度在将电子支援测量系统与空对空和空对地安全数据网连成一体化网络方面遇到不

小的难题。印度空军认为，按照目前的研制进度，首架预警机直到2002-2003年才能正式服役，这显然满足不了自身的需要。因此，当自行研制的预警机原型机在1999年1月12日坠毁并造成K·拉姆昌德博士（Dr K. Ramchand）等4名核心设计师丧生后，印度遂决定从国外购买成品，如此“十年心血付诸东逝水”，令人惋惜。

◆ 中国：蓄势待发

早在60年代，中国空军就提出发展空中警戒机的要求，并组成研制队伍以退役的苏制图-4轰炸机作为载机，将其改装成“空警一号”预警机。该机于1971年6月10日首飞成功。机上的预警雷达可发现320公里远的水面舰艇和200公里距离上在海上飞行的飞机，但是该机雷达设有在陆地上空的下视能力，其使用受到限制，最终导致该项目下马。近年来，尤其是“十五”期间，我国无论是在PD雷达还是在有源相控阵雷达技术上都取得了质的飞跃，这为我国新一代预警机的横空出世打下了坚实的基础。随着我国国力的增强和科技的进步，国产的现代化预警机一定会翱翔在祖国的蓝天之上！