



飞机设计技术丛书

**E-2 HAWKEYE
AIRBORNE EARLY WARNING AIRCRAFT**

E-2系列舰载预警机

李守泽 罗延生 主编



航空工业出版社

014007196

V271.4
93

E-2系列舰载预警机

李守泽 罗延生 主编



V271.4
93

航空工业出版社
北京



北航

C1690255

内 容 提 要

E-2“鹰眼”舰载机是美国海军舰队全天候早期预警和指挥控制飞机,在美国海军中扮演着极其重要的角色。本书深入分析了E-2系列舰载预警机的研制、发展历程,特别是各型号技术特点及其演变过程,并对其部署、作战使用情况以及航母战斗群的作用进行了详细的介绍。本书内容翔实、图文并茂,可供从事军用飞机设计的研究人员和广大航空爱好者阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

E-2系列舰载预警机 / 李守泽, 罗延生主编. --北
京: 航空工业出版社, 2013. 9
ISBN 978-7-5165-0249-5

I. ①E… II. ①李… ②罗… III. ①舰载飞机—预警
机 IV. ①V271.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第215527号

E-2系列舰载预警机 E-2 Xilie Jianzai Yujingji

航空工业出版社出版发行

(北京市安定门外小关东里14号 100029)

发行部电话:010-84936555 010-84936664

北京世汉凌云印刷有限公司印刷

全国各地新华书店经售

2013年9月第1版

2013年9月第1次印刷

开本:787×1092

1/16

印张:15.5

字数:299千字

印数:1—3000

定价:62.00元

(凡购买本社图书,如有印装质量问题,可与发行部联系调换)

《E-2系列舰载预警机》编委会

主 编	李守泽	罗延生		
副 主 编	郭圣洪	黄景民		
编写人员	席小宁	王立行	许云峰	王 玲
	杨 戈	张 伟	何红娥	张 宏
	张宝祥	白健斌	杨 立	田 亮

目 录

第1章 发展历程	1
1.1 研制背景	2
1.2 研制过程	3
第2章 设计特点	15
2.1 总体布局	15
2.2 结构特点	38
2.3 发动机与螺旋桨	52
2.4 燃油系统	57
2.5 电源系统	58
2.6 液压系统	58
2.7 飞行控制系统	58
2.8 环境控制系统	59
2.9 氧气系统	60
2.10 起落装置	60
2.11 机翼折叠系统	76
2.12 技术数据	82
第3章 衍生型号	85
3.1 设计特点	86

3.2 技术数据	89
----------	----

第4章 预警雷达与任务系统的技术特点及其演变	91
------------------------	----

4.1 E-2A “鹰眼”	91
4.2 E-2B “鹰眼”	92
4.3 E-2C “鹰眼”	93
4.4 E-2C “鹰眼” 2000	103
4.5 E-2D “先进鹰眼”	109
4.6 E-2 “鹰眼” 发展大事记	125

第5章 作战效能与作战模式	131
---------------	-----

5.1 效能分析	131
5.2 作战模式	133
5.3 自卫模式	135

第6章 维护与培训	141
-----------	-----

6.1 维护要求	141
6.2 培训计划	142

第7章 部署情况	145
7.1 美国海军早期的预警机中队	145
7.2 E-2早期型号的履历	177
7.3 舰上配置	207
第8章 实战表现	213
8.1 越南战争	213
8.2 “草原烈火”与“黄金峡谷”行动	214
8.3 “巴比伦”与“加利利和平”行动	215
8.4 “沙漠风暴”与“伊拉克自由”行动	217
第9章 使用国家（地区）	219
9.1 日本	219
9.2 新加坡	222
9.3 以色列和墨西哥	222
9.4 埃及	223
9.5 法国	224
9.6 中国台湾	225
9.7 潜在客户	229

第10章 E-2预警机和C-2运输机对航母战斗群的作用	231
10.1 航母战斗群效能的关键：作战的机动性	232
10.2 远程、精确的空中监视的重要性	233
10.3 及时的空中补给的价值	233
10.4 21世纪航母战斗群的作战机动性	234
结束语	237
参考文献	239

第1章

发展历程

20世纪50年代早期，随着先进电子设备的出现，空中早期预警系统（AEW）的功能得到了突飞猛进的发展，陆基空中早期预警系统得到了长足发展，美国空军和海军采用洛克希德公司的C-121飞机发展了陆基预警机。美国海军也开始关注舰载预警机的发展，使用了各种不同型号的飞机。初期采用格鲁门公司的TBF“复仇者”来执行任务，但在1955年下半年，海军航空局针对先进舰载预警机



20世纪50年代，格鲁门公司制造了S-2“追踪者”反潜机，用于反潜作战

下发了需求建议书，提出的要求比较苛刻，在20世纪60年代之前无法设计出满足要求的预警机，因此，启动了过渡性预警机的研制工作。这款过渡型飞机是在格鲁门公司S-2“追踪者”的基础上发展而来的，称为E-1“跟踪者”，该型飞机保留了验证机S-2“追踪者”的机身和机翼，但采用了新的尾翼和较大的雷达天线罩，其中安设了复杂的AN/APS-82雷达。尽管该机型取得了较大成功，但逐渐有些过时，需要进行大幅度改进，而且空中雷达和战术的发展也要求使用更大的机身。1957年3月5日，格鲁门公司的设计方案被选为新的空中早期预警系统平台，这也使得格鲁门公司成为舰载空中早期预警飞机的唯一供应商。新飞机采取了全新的设计，称为格鲁门123型，后来改称为E-2“鹰眼”预警机，该型飞机是以当地民间传说中虚构的美国侦察员的姓名命名的。



E-1“跟踪者”预警机是基于S-2“追踪者”反潜机的基本架构演变而来，在飞机顶部增加了大型固定式椭圆形结构

E-2“鹰眼”是美国海军的全天候舰载空中预警和指挥控制飞机，其主要任务是早期预警、空中指挥和控制、水面监视、搜索与营救引导、通信中继等。自1964年1月正式服役至今，经过多次改进，E-2“鹰眼”服役已近50载。

2004年8月14日，美国海军和诺斯罗普·格鲁门公司在弗吉尼亚州诺福克海军基地举行隆重仪式，庆祝E-2“鹰眼”预警机飞行100万小时。服役40年和飞行100万小时的骄人成绩足以令“鹰眼”在全球预警机大家族中笑傲群雄。今天，美国、日本、以色列、埃及、法国、新加坡、墨西哥等国以及中国台湾地区共有180多架不同型号的E-2“鹰眼”预警机飞行在茫茫海天之间。

1.1 研制背景

20世纪50年代末，美国海军为了加强其舰队防御体系的建设，提出要建立海上战术诸元系统，要求该系统能对水面舰艇、潜艇、战斗机和陆上基地等所有能收集到的信息进行

一元化处理，实现情报信息共享，以便空中、水面、地面和水下统一指挥、协调作战，从而提高整个舰队的防御作战能力。这种构想，在当时来说是非常具有战略眼光的。

这套海上战术诸元系统的主系统设在航母上，要求空、地、海各方面有相应的子系统相配合，在空中则要求建立相应的机载战术诸元系统（子系统）。当时，美国海军已装备E-1“跟踪者”。这是美国第一代实用舰载预警机。该机装2台涡桨发动机，背负一个巨大的椭圆形雷达天线罩。主要机载设备有搜索雷达、通信系统、敌我识别器、定向仪表无线电指挥系统等。虽具有一定的探测海面船只和空中目标的能力，也可引导少量飞机作战，但多数装备是初级产品，技术不成熟，总体性能有限。尤其是缺乏向航母传输雷达数据的发送装置，通信性能差，因此，无法满足海上战术诸元系统的配套要求。于是美国海军提出要研制E-1的后继机，这就是设计E-2“鹰眼”的初衷。

1.2 研制过程

新的舰载预警机由格鲁门飞机公司主承包研制，其主要机载设备由通用电气、利顿和柯林斯无线电公司等提供。1956年3月开始设计，研制之初被称为W2F-1，经过方案论证后，共生产了3架原型机（原型机称为YE-2），第一架原型机于1960年10月21日完成首飞。1961年4月19日，装备全套机载设备的飞机完成首次实用性飞行后，正式改称为



1963年7月，第一架原型机（编号为148147）停放在帕图森河（Pautuxent River）美国海军航空站（NAS）机场。外部尾翼前半部分和翼尖喷涂了荧光漆（请注意前部机身上的代码“1”和鹰眼标识）。该飞机随后被改装为C-2“灰狗”运输机的原型机



E-2A “鹰眼” 预警机，它是E-2家族的第一个成员

E-2A。

E-2A “鹰眼” 预警机的体形较小。该型机长17m、高5m、翼展24.5m、翼面积 65m^2 、空重14128kg、最大起飞重量24866kg，装备2台艾利逊T56-A-8涡桨发动机，与P-3反潜机和C-130运输机所用的发动机相同，单台功率4050hp^①，驱动2副四叶可顺桨和反桨的恒速螺旋桨，巡航速度478km/h，最大平飞速度592km/h，爬升率710m/min，实用升限8777m，续航时间4h。机组人员共5名，包括正副驾驶员各1名、作战情报中心指挥官(CICO，也是机长)1名、空中管制指挥官(ACO，负责指挥空中拦截任务)1名以及雷达操作员(RO，同时负责机上设备检修)1名。在执行长时间巡逻飞行时，可多带1名空勤人员，以便轮流休息。

E-2A “鹰眼” 设计的时候要求能够从“埃塞克斯”号(Essex)航母(类似于“无畏”号和“好人理查德”号航母)上起飞。这样的要求也对“鹰眼”预警机的许多其他功能产生了限制，这些限制条件包括航母升降梯规格、机库顶部空间、甲板上风力要求、飞行甲板几何形状、甲板强度、弹射器性能以及射焰偏转器位置。

在设计之初，技术人员充分考虑了E-2A “鹰眼” 预警机在航母上起降和存放的要求。

① 1hp=745.7W。



E-2A(148711)在海军航空实验中心（NATC）进行机型航母适应性测试。飞机翼尖和大部分尾翼表面均喷涂了橙色荧光漆

该型机采用悬臂式梯形上单翼，机翼前缘有充气的防冰套，内侧机翼前缘可打开，以便维护发动机和操纵系统。机翼后缘分3段，外侧为副翼，中段和内侧为襟翼。平尾有 11° 的上反角。以液压作为动力，大部分外段机翼 90° 旋转后可以向后折叠（一般舰载飞机多采用向上折叠的方式），正常伸展时翼展达24.56m，而折叠后只有8.94m，不到原来的一半，大大缩小了在舰上平行甲板或机库内的存放空间。飞机的平尾上安装了4个垂直翼面。外侧的2个垂直翼面延伸到平尾以下；中间2片则固定在水平安定面之上，没有下延。之所以采用这么多垂直翼面，主要是受前方雷达天线罩和支架尾流的影响，导致垂尾气动效率降低的缘故。理论计算和试验表明，在保证飞机方向稳定性的前提下，实现横侧操纵只需要3个舵面就足够了，所以在左侧的第二个垂直翼面上没有活动的方向舵。为了不影响雷达工作，4个垂直翼面（包括发动机螺旋桨）的大部分都使用了玻璃钢材料。

E-2A是E-2“鹰眼”的最初生产型，主要机载设备虽不如后来的型别先进，但与E-1预警机相比已有了很大提高。采用了AN/APS-96雷达和单延迟线固定目标对消技术，能抑制海上杂波干扰。可执行海面早期预警和战术指挥任务，具有海面监视、敌我识别、方位测定、目标跟踪和指挥作战等能力。

E-2系列舰载预警机

E-2A“鹰眼”机身上部安装直径24ft^①大型旋转式雷达天线罩（其中安装有AN/APS-96雷达系统），采用独特的4垂尾设计，机身后部设有盥洗室。机上有5名机组人员，其中2人是驾驶员，另外3人是雷达操作人员。

机身内部的工作站位称为作战情报中心（CIC）。作战情报中心由3个工作站位组成，由作战情报中心指挥官负责监督，该指挥官是任务指挥官（驾驶员只负责驾驶飞机），另外2个工作站位属于空中管制指挥官和雷达操作员。雷达操作员的座椅左侧向下倾斜6°，如果在这种姿势下坐几小时，就会暂时出现一种被称为“鹰眼臀部”的症状。雷达操作员要坚守岗位，眼睛盯着屏幕，同时倾听无线电信息和作战情报中心指挥官的命令。在E-2A出现之前，E-1B机组人员需要在本机雷达上评估雷达目标，进行手动追踪、语音报告。E-2A则具有自动汇总、评估与报告功能，能够在自动模式下与现代化战斗机（如F-4飞机）配合使用。计算机系统能够自动决定为哪架战斗机分配一个目标，并为战斗机驾驶员提供航向和距离信息。E-2A预警机是当时最为复杂的飞机，史无前例地在飞机上使用了小型计算机来协调飞机的各项功能。对于机组人员而言，E-2A预警机远比WF-2更易于操作。除了配有座舱压力系统与空调系统之外，该机还安装了多普勒系统和惯性导航系统（INS），使得飞机导航员的操作更加容易。该预警机也能够锁定塔康（TACAN，战术飞行导航）信标，随后可通过自动驾驶仪来自动驾驶飞机。

E-2A“鹰眼”预警机的雷达天线罩在飞行期间提供的升力足以抵消其重量，雷达天线罩能够回缩2ft，便于在航母甲板下停放。“鹰眼”预警机还有另外一个不同寻常的功能：它有4个垂尾，仅仅利用方向舵即可实现转向，在圆形飞行轨道上能够保持雷达抛物面天线反射镜处于水平状态。

20世纪60年代早期，一架E-2A飞机的价格大约在1000万美元，其中700万美元为电子设备的成本！由于“鹰眼”飞机价格较高，因此也被称为“千万美元的金车玉人”。E-2A飞机装有空中战术数据系统（ATDS），该系统包括自动检测雷达、机载计算机、内存和高速数据链系统。这个时候已经发明了晶体管，空中战术数据系统通过高速数据链向地面海军战术数据系统（NTDS）转发信息，海军战术数据系统允许高级官员作出战略决策。E-2A“鹰眼”预警机能够在25000~30000ft之间飞行，雷达探测距离超过100000ft。然而，E-2A雷达探测陆上飞机的性能不佳。作为一款舰载预警机，其大部分作战任务是在水

① 1ft=0.305m。

域上空执行任务。在以后的近半个世纪里，“鹰眼”预警机的任务虽然也有所发展，但其基本功能仍保持未变。

1964年1月，首架E-2A飞机正式服役。第一个使用“鹰眼”预警机的中队是VAW-11，1965年，该中队开始使用该型预警机。当时，只有2支大型舰载空中早期预警中队VAW-11和VAW-12，这2支中队在美国海军所有航母上均派出了特遣队。VAW-11也在美国海军“小鹰”号航母（CVA-63）上部署了第一架“鹰眼”舰载机。到1967年，E-2A预警机共生产了59架。

此外，E-2还派生了一种运输机，称为C-2A，共生产了19架，主要用于岸基与航母之间的客货运输。



一架VR-24中队的C-2A（1988年）

E-2A“鹰眼”的典型执勤程序是：在搜索雷达发现空中和海上目标后，通过机载战术诸元系统进行数据处理，然后将目标距离、速度、高度和航向等信息，及时传输给航母上的海上战术诸元主系统，同时己方作战飞机和其他武器实施指挥引导。由此可见，研制E-2预警机的初衷已基本实现。

但是，E-2A“鹰眼”并不能圆满执行预定的任务，电子设备经常出现故障。更为重

E-2系列舰载预警机

要的是，雷达系统没有满足设计要求，一直以“靠不住”而闻名。在执行大多数任务过程中，“鹰眼”预警机总会出现一些系统问题而不得不放弃任务。一名机组人员这样形容：

“能用的时候，的确很棒。然而，在无法使用的时候（事实上也经常这样），甚至比E-1B更糟糕”。尽管采用了当时的一流技术，但是任务计算机系统仍是整个系统中最脆弱的一个环节。其他更严重的问题包括无法充分冷却电子设备和机身本身受到腐蚀，这在航母上是极为不利的！不幸的是，在对电子设备进行充分的测试之前，美国海军与格鲁门公司签订了生产合同，存在的问题将导致这些飞机过早结束服役期。E-2A“鹰眼”还存在可靠性方面的问题，但是格鲁门公司的管理者无法承诺能够修复所有的问题，为此，针对“鹰眼”预警机的相关问题召开了数次国会听证会。这种不确定性最终导致在1965年1月15日取消了全部生产合同，但是处于生产周期中的飞机还是生产完毕（1967年2月交付了第59架飞机（编号152489））。在国会听证会之后，美国海军和格鲁门公司开始协商解决存在的问题，这也是E-2B计划的开始。

计算机系统的最新改进也促进了E-2B的发展。如前所述，E-2A飞机并非是最可靠的飞机。人们认为，E-2B改进型将修正这些问题。而且，在越南作战期间获得的经验也让人们有了新的领悟。机身改装并安装了先进的AN/APS-120雷达，增强了指挥与控制能力，装备了数据存储器更大且更先进的可编程高速数字式利顿L-300计算机系统。E-2B预警机能够同时追踪300个空中及地面目标，尽管在探测陆上飞行的飞机方面仍存在着一些



1975年7月，在海军航空中队莫菲特机场（加拿大）停放的RVAW-110中队的E-2B（编号151702/TT-25）。背景建筑物为莫菲特机场庞大的机库。在机身上已经喷涂了红色、白色和蓝色火鸟（该中队绰号）图案，安定面也是蓝色



E-2B和E-2C外观上的主要差别在于机头结构。E-2B机头中部装有2个滑行灯，在滑行灯下面是2个排放孔



E-2B预警机分属于2个预备役中队，包括西海岸的VAW-88中队，本图片所示的即为分配给该中队的编号为151724/ND-012的飞机（请注意已经固定化的“ND”编号）。机身上的箭头和翼尖整流罩的颜色为深蓝色

问题。所有这些新设备足以配得起一个全新的名字——E-2B，但是飞机外观与E-2A保持相同。E-2B于1969年2月20日首飞，还有49架E-2A按照新标准改装，另有一些改装成TE-2A教练机。利用E-2B预警机，海军终于能够首先实现他们所需要的性能。1968年4月，启动了一项旨在改善可靠性和性能的更雄心勃勃的计划，并逐渐改进了雷达和其他设备，进而开发出更加完善的E-2C预警机。该型“鹰眼”预警机于1971年进行了首飞，



E-2B机头部分安装在机身上。卸下周围的安装支架后，即可对2盏滑行灯和3个指示灯面板进行维护



这张机头部分图片显示了1个刀型天线、2个排水结构以及位于下部的2个固定锁环