



AIRBORNE EARLY
WARNING SYSTEM

空基
预警探测系统

刘波 沈齐 李文清 编著
李涛 主审



国防工业出版社
National Defense Industry Press

空基预警探测系统

刘波 沈齐 李文清 编著
李涛 主审

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书从使用角度出发,首先论述了空基预警探测系统的地位、作用以及发展历程和规律;其次重点分析了机载预警探测系统、浮空器载预警探测系统和无人机载预警探测系统的特点、战术技术指标的含义及能力需求,再次,书中论述了空基预警探测系统的综合集成及多种探测传感器协同工作问题;最后本书还对空基预警探测系统的使用方式及策略进行了探讨。

本书既可供从事空基预警装备研制的工程技术人员、装备使用人员参考,也可供管理干部借鉴。

图书在版编目(CIP)数据

空基预警探测系统/刘波,沈齐,李文清编著. —北京:
国防工业出版社, 2012. 10
ISBN 978-7-118-08442-9

I. ①空... II. ①刘... ②沈... ③李... III. ①机
载预警系统 IV. ①V243. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 284442 号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

北京嘉恒彩色印刷有限责任公司

新华书店经售

*

开本 710×960 1/16 印张 18 $\frac{3}{4}$ 字数 327 千字

2012 年 10 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 49.50 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店: (010)88540777

发行邮购: (010)88540776

发行传真: (010)88540755

发行业务: (010)88540717

序 言

海湾战争及之后的几场局部战争充分表明,现代信息化条件下战争的核心是全面、及时、准确获取各种情报信息,只有地基、空基和天基预警探测系统充分发挥作用,才能掌握战争的信息主动权。机载预警雷达、机载无源电子侦察和浮空器载雷达等空中预警探测系统在远程机动探测和低空覆盖等方面具有不可替代的作用,是军事装备信息化建设的重点方向之一,已成为现代国家空、海军实现攻防作战的基础力量。近年来空基预警探测领域蓬勃发展,新平台、新体制和新技术不断涌现,并开始与侦察技术相互融合,该领域的发展正越来越受到人们关注。近年来,大量著作和论文涉及空基预警探测的技术内容,但截至目前,国内外尚无专门论述空基预警探测系统的书籍,不能不说是一种缺憾。

20世纪60年代,空军第二研究所等单位即开始从事空基预警探测系统的论证、试验和部署使用等方面的研究,本书正是基于前辈经验及作者研究成果完成的。书中从预警探测装备体系角度出发,论述了空基预警探测系统的地位作用、使用环境、军事需求、主要战术技术性能指标以及作战使用方式等内容,探索了空基预警探测系统的发展规律和发展趋势,以及提升系统整体作战效能的途径。

本书具有三个突出特点:一是系统全面,从军事需求如何推动空基预警装备的诞生和发展,到当今空基预警探测先进技术和各国装备具体情况,再到军事运用方式方法,全面论述了空基预警探测系统的特点、优势和需要关注的问题;二是视角独特,以装备体系建设和作战使用为出发点,有机集成了空基预警探测系统的战术内容和技术内容;三是启发性强,通过论述空基预警探测系统战术需求和技术实现的关系,揭示了技术发展规律,对后续装备发展和使用提出了有价值的建议。书中内容体现了作者对这一重要领域的思考和研究,站位较高,针对性强,特别是对于一些容易被忽视的技术问题和没有统一认识的战术问题给出了独到的见解。

本书内容系统,深入浅出,既可作为部队人员和装备管理干部的学习资料,也可供科研单位参考,相信对推动我国空基预警探测系统的发展和应用具有一定借鉴意义。

乐为之序!

中国工程院院士

陈志杰

前 言

人类爱好宁静与和平,同时征服、掠夺的欲望以及利益、文化的冲突却又不断导致敌对和战争,从历史上看,变化的只是战争样式和武器装备。“工欲善其事,必先利其器”,冷兵器时代,战马和铠甲是基本装备;近代战争,船坚炮利必不可少;现代战争,装备的信息化水平是关键,准确及时的情报和远程精确的打击成为重要特征。从第二次世界大战开始,空战和空袭成为最常见的战争形式,这也催生了具有空中预警探测和指挥控制功能的预警机,其中预警探测为基础性功能。第二次世界大战后,为解决远程机动预警和低空探测等迫切的军事需求,各国竞相研发和采购空中预警探测装备,拥有空基预警探测装备也成为各军事强国空军作战能力的重要标志之一。依靠人员和装备数量的战争观念已经落后于时代潮流,为应对新的安全形式和战争样式,军队需要新的思考、新的装备和新的使用方式。截至目前,全世界共有三十多个国家和地区装备了预警机和气球载雷达。预警机、气球载雷达和预警飞艇等装备技术迅速发展之势方兴未艾。

为保持良好的飞行性能和浮空性能,通常空基预警探测平台结构和重量受到制约,供电水平和内部空间也十分有限,平台的稳定性更不及地面装备,同时空中平台环境条件恶劣,特别是装备要在强地杂波和强干扰条件下完成目标探测,使得空基预警探测装备的研制和使用面临地面装备难以比拟的技术困难,空基预警探测领域也成为军事装备技术的至高点之一。目前仅有少数国家具有独立研制空基预警探测装备的能力,装备和技术出口也限于政治和军事盟国,严格控制相关高新技术输出到其他国家。

20 世纪末,空军第二研究所原所长郦能敬先生广泛收集资料,深入分析研究,撰写了专著《预警机系统导论》,首次对预警机装备技术进行了全面深入的论述,成为该领域的重要参考书。最近十余年,空基预警探测装备在美军和北约参与的多次局部战争中发挥了重要作用,空基预警探测装备也日渐成为许多国家日常防空预警体系的主要组成部分。军事需求促进了空基预警探测系统蓬勃发展,进而出现了大量新技术与新装备,也展现了一些新的发展规律。本书尝试从使用角度出发,探索空基预警探测装备的军事需求和技术发展规律,探讨新时期对该类装备的战术技术需求究竟是什么?空基预警探测装备究竟该往何种方向发展?如何优化日常防空预警和战时使用方式?本书围绕上述内容对空基预警探测的战术技术

问题进行了较为全面的论述,并注重提炼和总结,将书写薄,少些占用读者的宝贵时间,只求增强对这一重要领域的思考和研究,故而略去了引用文献中的一些理论推导,读者若有兴趣,可参考原文。

本书共分为8章:

第1章介绍了空基预警监视装备的地位、作用和主要战术功能,以及与地基和天基预警装备之间的关系。

第2章总结分析了作战使用如何推动预警机和气球载雷达等空基预警探测装备的发展历史与军事需求推动的密切关系。

第3章分析了现代战场环境下对空基预警探测装备的军事需求,主要阐述了目标环境、电磁环境和地理环境对预警探测装备的挑战,并分析了空基预警探测装备需要重点发展的技术和能力。

第4章全面分析了机载预警探测装备的平台和任务电子系统基本特点、主要功能和战术技术指标。平台方面主要论述运输机类平台的特点,以及对预警探测装备的影响因素和限制条件。机载预警探测装备方面主要介绍了机载预警雷达、敌我识别/二次雷达、红外与激光探测设备和电子支援探测设备。涉及空基预警探测系统的共性技术问题也在这一章进行论述。

第5章简要阐述了以气球载雷达和预警飞艇为代表的浮空预警系统的基本组成、工作模式、战术技术特点、关键技术,以及对浮空预警探测系统的使用需求和发展重点。

第6章讨论了无人机作为传感器平台的特点,以及作为预警探测装备平台需要突破的关键技术,无人机加装预警探测系统的发展途径,并展望了未来基于无人机平台实现预警侦察一体化的广阔发展前景。

第7章对预警机任务电子系统集成等方面的战术需求和技术实现进行了论述,重点说明了需要解决的一些关键问题和需要关注的重要指标,并对E-2D预警机、“海雕”预警机以及“综合传感器即结构”共3个典型空基预警探测系统的技术特点进行了简要介绍。

第8章从空间覆盖、时间覆盖和速度覆盖等角度分析机载预警雷达的综合探测能力,提出空时覆盖率的概念,并分别讨论了预警机单机使用和多机协同使用的预警机航线设计和雷达工作模式优化问题。此外,还指出机载预警雷达和气球载雷达作战使用中应该注意的一些问题。最后,简要介绍了美、俄等国预警机装备使用和维护保障的情况。

附录部分简要总结了各国预警机和气球载雷达的基本情况。

本书撰写过程中参考了郦能敬、李涛和陆俊英等前辈收集整理的前辈国内外技术资料。李涛先生还多次细心审阅全书,从内容编排到文字组织均提出非常宝贵的修改意见,中国工程院毛二可院士和陈志杰院士在百忙中也审阅了本书。本书的

问世还得益于各级领导的鼎力支持,作者的同事周峰和龚亮亮分别对涉及红外探测和无源探测的内容进行了完善,王怀军、陈春晖、魏麦成、吴洪、葛蘅、黄文韵、王炜华、郭建明、丛力田和胡文琳等对本书内容提供了有益的参考意见。

作者工作中有幸向中国电子科学研究院王小谟院士、陆军研究员、李超强研究员,中国航空工业集团公司第一飞机设计研究院王健青研究员请教与交流,深感受益匪浅,特别是王院士给出了明确的修改建议和努力方向。中国电子科技集团公司十所曹劲、十四所张靖、二十九所王骏和三十八所刘宝泉等也就书中内容提出过有益的建议。还要感谢国防工业出版社的编辑为本书正式出版付出的辛勤劳动。

空基预警探测系统涉及专业广泛,战术和技术内容复杂。作者学识粗浅,本书撰写过程既是思考的过程,也是学习的过程,书中不足甚至错误在所难免,恐负读者!姑望拙作能抛砖引玉,启发研制和使用人员的深入思考,点滴推进空基预警探测装备领域的研究,为探索适合我国国情的空基预警探测装备体系发展道路和运用策略提供参考和借鉴。

书稿撰写周期近三年,大部分内容完成于业余时间,以及北京往返于南京、合肥和哈尔滨等地的路途之中。成稿之际,恰逢诸事繁杂,家庭的理解和支持是作者的动力源泉,内心由衷感谢!

编著者
2012年6月

目 录

第1章 概述	2
1.1 预警探测系统的基本组成	2
1.2 空基预警探测装备的作用	4
1.3 机载预警探测系统主要功能	5
1.3.1 预警搜索跟踪	6
1.3.2 目标分类识别	6
1.3.3 情报信息传输	7
1.4 机载预警探测与电子侦察一体化	7
第2章 空基预警探测系统的发展历程	10
2.1 机载预警探测系统的发展历程	10
2.1.1 第二次世界大战与预警机装备起源	10
2.1.2 战后预警机发展历程	11
2.1.3 预警机系统发展的关键因素	32
2.1.4 预警机的常见任务	37
2.1.5 预警机应用战例	39
2.2 浮空器载预警探测系统的发展历程	41
2.2.1 气球和飞艇平台军事应用起源	41
2.2.2 系留浮空器载雷达系统的发展和装备情况	42
第3章 现代战场对空基预警探测的需求	49
3.1 空基预警探测系统面临的作战环境	49
3.1.1 特性鲜明的目标	49
3.1.2 多种形式的电子干扰	56
3.1.3 复杂多样的地理环境	58
3.2 现代战争的主要作战样式	63
3.3 现代战争对空基预警探测系统的能力要求	64
第4章 机载预警探测系统	69
4.1 预警机平台	69
4.1.1 预警机平台的基本要求	69

4.1.2	现役预警机的主要平台类型	71
4.1.3	平台改装设计	72
4.1.4	任务电子系统的舱内布置要求	76
4.2	机载预警雷达	77
4.2.1	机载预警雷达的组成和技术特点	77
4.2.2	主要战术指标要求	91
4.2.3	主要技术问题	117
4.2.4	机载预警雷达的新技术	124
4.3	敌我识别/二次雷达	133
4.3.1	基本功能	133
4.3.2	使用方式	133
4.3.3	战术技术指标	135
4.3.4	其他辅助识别信息	136
4.4	红外与激光	138
4.4.1	机载红外探测	138
4.4.2	机载红外告警	141
4.4.3	机载激光探测	142
4.5	无源电子侦察设备	143
4.5.1	无源电子侦察设备功能和特点	143
4.5.2	无源电子侦察设备基本组成	145
4.5.3	无源电子侦察设备的主要战术技术指标	146
4.5.4	无源电子侦察新技术	150
第5章	浮空器载预警探测系统	153
5.1	气球载雷达系统	153
5.1.1	功能和特点	153
5.1.2	基本组成	154
5.1.3	主要战术指标	158
5.1.4	主要技术问题	160
5.2	预警飞艇	163
5.2.1	预警飞艇的主要战术特点	163
5.2.2	预警飞艇的关键技术问题	166
第6章	无人机载预警探测系统	170
6.1	无人机平台和关键技术	170
6.1.1	无人机作为预警平台的优势	170
6.1.2	无人机载对地监视和侦察系统	171

6.2	无人机电警探测系统的发展途径	174
6.2.1	无人机电警探测系统的关键技术	174
6.2.2	无人机加装电警探测系统的发展途径	176
6.3	无人机电警侦察一体化	179
第7章	空基电警探测系统系统集成	184
7.1	支撑电警探测功能的电子系统	184
7.1.1	通信系统	184
7.1.2	导航系统	188
7.1.3	显示与监控系统	189
7.2	多种传感器集成	191
7.2.1	传感器集成的基本要求	191
7.2.2	多传感器情报融合	192
7.2.3	多传感器时间同步	194
7.2.4	系统电磁兼容问题	195
7.3	先进战机与空基电警探测系统协同工作	198
7.3.1	先进战机探测系统的战术技术特点	198
7.3.2	先进战机探测系统与空基电警探测系统的关系	200
7.3.3	先进战机与空基电警探测系统的网络化协同使用方式	201
7.4	国外典型空基电警探测系统	204
7.4.1	E-2D 预警机	204
7.4.2	“海雕”预警机	206
7.4.3	“综合传感器即结构”飞艇计划	208
第8章	空基电警探测系统的使用	211
8.1	机载电警雷达的威力覆盖范围	211
8.1.1	覆盖范围与空间的关系	211
8.1.2	覆盖范围与时间的关系	212
8.1.3	覆盖范围与目标径向速度的关系	215
8.2	机载电警雷达工作模式和工作参数优化	218
8.2.1	工作模式和参数优化的基本内容	218
8.2.2	不同地形下使用需要关注的问题	219
8.2.3	雷达工作频率管理与设置	221
8.2.4	雷达受到干扰条件下的使用方法	222
8.2.5	预警机与地面雷达协同工作	222
8.3	机载电警雷达协同探测与编队航线优化设计	223
8.3.1	预警机执行“点状”地域的防空电警任务	223

8.3.2	预警机执行“线状”地区的预警探测任务	224
8.3.3	大型与中小型预警机协同工作时的航线设计	230
8.4	机载电子侦察协同探测与编队航线优化设计	232
8.4.1	机载电子侦察协同探测的基本方法	232
8.4.2	空基平台的阵位和编队阵位优化设置	233
8.5	预警机部署和保障的基本样式	236
8.5.1	日常部署和训练	236
8.5.2	战时部署	237
8.5.3	地面保障	237
8.5.4	保障性分析	239
8.6	外军预警机使用情况	240
8.6.1	美军 E-3 预警机使用情况	240
8.6.2	俄罗斯 A-50 预警机使用情况	242
8.6.3	巴西 R-99A 预警机使用情况	243
8.7	气球载雷达使用中的特殊问题	243
8.8	空基预警探测装备的阵位选择	244
8.9	自卫手段	245
附录		248
附录 1	国外主要空基预警探测系统	248
1	“鹰眼”(Hawkeye)E-2 系列预警机	248
2	“哨兵”(Sentry)E-3 系列预警机	252
3	A-50 预警机	261
4	“萨博”(S-100B)预警机	263
5	“楔尾”(Wedgetail)预警机	267
6	“费尔康”(Phalcon)系列预警机	270
7	“海王”(Seaking)预警直升机	273
8	卡-31 预警直升机	276
9	“防御者”(Defencer)预警机	277
10	国外部分气球载雷达	279
附录 2	世界各国和地区预警机装备情况	285
参考文献		287

“想成为天空的主人,重要的不是
你拥有多少利剑,而在于你拥有多远的
耳目”

——[俄]原防空军司令雅科夫列夫

第 1 章 概 述

预警探测系统采用各种探测手段和处理技术,对空、天、海、地各类目标,重点是运动目标进行实时探测,获取、处理和分发目标信息,用于实现目标搜索、发现、跟踪、分类和识别,是国家武装力量的重要组成部分,平时用于国土和周边地域警戒,战时用于获取战场目标信息,是指挥系统和武器系统的主要信息来源。“居高声自远,非是藉秋风”,空基预警探测系统机动探测能力强,低空补盲作用明显,因其战术特色鲜明,技术发展迅速,已经在世界范围内成为各国预警探测体系的重要组成部分,本章简要介绍空基预警探测系统的组成、作用和主要功能。

1.1 预警探测系统的基本组成

预警探测系统的代表性装备是雷达,近年来无源电子侦察、红外和光学探测系统也不断推广使用。按照平台类型划分,预警探测系统可分为地(海)基、空基和天基(图 1.1.1),地基、空基与天基雷达、红外和光学等预警系统相互配合,可以提升预警探测系统的综合性能。

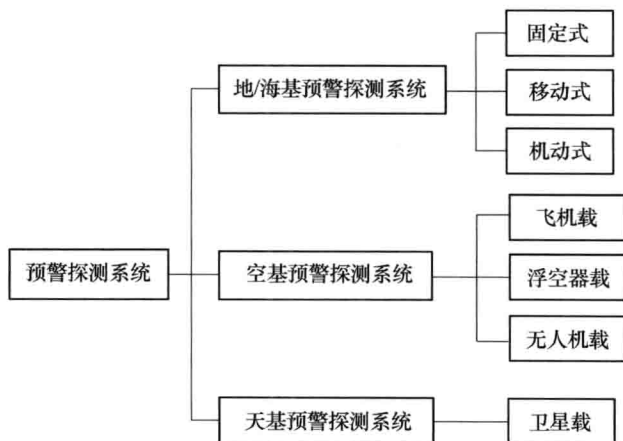


图 1.1.1 预警探测系统的分类

20 世纪 20 年代到第二次世界大战期间,美、德、英等国相继研制出能够实现简单目标探测的雷达“原理样机”,从 1937 年英国部署实用的地面雷达“本土链”(Chain Home)。至今,地基预警探测雷达(也可称预警监视雷达)的出现已有近 80 年的历史。目前,世界各国已装备多种体制和样式的地(海)面雷达,将其作为国土防空的主体,而且地面雷达的功能还在不断拓展,除完成飞机目标探测功能之外,还担负弹道导弹预警和空间目标监视等功能。此外,数量庞大的地面监视雷达还是实现空中交通管制的必要装备。

地(海)基预警探测系统也存在以下无法克服的缺点:

(1) 易受地球曲率和地物遮蔽的影响。

地(海)面预警探测系统发现低空目标的能力极为有限,低空盲区大。

(2) 难以快速机动部署。

地(海)面预警探测系统不适应应急作战时的任务需求,更无法适应现代战场瞬息万变的态势变化。

(3) 部署和使用受到地理环境的明显制约。

在山区和沙漠戈壁等特殊区域平时人迹罕至,难以部署地基预警探测系统,广大的海洋地区由于风浪和气象变化显著,舰载预警探测系统也难以长期部署。很多国家的周边环境,特别是接壤边境和领海安全而言,经常会出现不稳定、不安全的因素。即使是全球层次上的制约和阻力,也大多借助或通过一个国家的周边发生作用,地面预警探测装备难以对周边,特别是境外的情况进行有效掌握。

天基预警探测系统以卫星为平台,轨道高度一般大于 200km,天基预警探测主要有红外探测、可见光探测和雷达探测三种探测手段,目前实现天基预警探测功能的主要是红外和可见光传感器,用于完成对弹道导弹目标的预警。从使用角度看,天基探测系统具有以下重要潜力和优点:

(1) 覆盖范围广。

卫星不受政治环境和地理区域的限制,通过星座布局的设计,可以实现重点区域或全球覆盖。

(2) 反应时间快。

卫星可以通过灵活地调度,迅速形成对热点区域的覆盖。

(3) 全天时和全天候工作。

在太空各轨道的卫星工作不受昼夜时间和天气情况的限制。

(4) 预警探测距离远。

与地面和机载预警系统相比,轨道卫星可以有效地增加预警时间,特别是能够实现对导弹飞行主动段和中段的检测和跟踪。

毫无疑问,天基预警监视装备是未来的重要发展方向,但使用局限、技术难度

和经费问题是装备发展的巨大障碍,主要包括如下方面:

(1) 探测精度低。

卫星轨道距离地面远,对接近地球表面的目标探测定位精度较低。

(2) 小目标探测能力差。

因为目标距离远,与地面和空基装备相比,卫星平台对目标电磁散射特征和红外特征不够明显的小目标难以实现有效探测。

(3) 应急和机动能力差。

天基卫星难以实现应急发射,而且入轨卫星轨道稳定,要实现变轨需要消耗大量的能量,轻易不会实施变轨,因此卫星快速反应能力与作战需求有较大差距。

(4) 连续覆盖能力差。

高轨(High Earth Orbit, HEO)卫星通常仅能给出目标的大致位置,中轨(Middle Earth Orbit, MEO)和低轨(Low Earth Orbit, LEO)星座利用适中的卫星尺寸和功率能获得比较好的目标探测效果,但视场有限,每通过地球一次只能提供 5min ~ 10min 的连续覆盖,需要 20 颗以上的卫星来维持近乎连续的覆盖。

(5) 易受干扰和破坏。

卫星运动于基本固定的轨道,在战时容易受到敌方的有意干扰。

美国一直致力于开展天基动目标检测雷达和天基 SAR 雷达的研究工作,但在天基动目标检测(Moving Target Indication, MTI)雷达系统的实现上却一直进展缓慢。

空基预警探测装备通常指以 100km 高度以下(大量集中于 20km 以下)的飞行器和浮空器平台为载体,加装雷达、红外和电子侦察等探测设备,担负对空中、地(海)面和临近空间目标探测、跟踪和识别等功能的一类装备。经过 70 多年的技术进步推动和使用需求牵引,空基预警探测装备蓬勃发展,已成为现代战场实现“知己知彼”的空中“千里眼”和“顺风耳”。目前的空基预警探测装备包括预警指挥机(简称“预警机”)、气球载雷达和预警探测无人机等,上述装备可以在数小时,甚至数分钟内升空,快速反应能力远远优于地基和天基装备,可以快速部署在日常没有雷达值班的区域,甚至出动到远海地区,及时获得该区域空中和海面的战场实时态势信息,并可用于作战指挥和武器控制。

目前,空基预警探测装备已成为实施日常防空预警、机动作战、远程进攻的核心力量,是对低空、超低空和海面目标探测不可或缺的手段,也是突防情况下快速构建战场预警探测和指挥控制体系的基础,成为军事装备信息化建设的重要标志。

1.2 空基预警探测装备的作用

美国历史学家斯塔夫里阿诺斯认为:“人类生来既不爱好和平,也不喜欢战争;既不倾向合作,也不倾向侵略。决定人类行为的不是他们的基因,而是他们所

处的社会交给他们的行事方式”^[1]。这与我国古代“人之初,本无性”的说法是类似的。社会环境引发战争,战争的形式和社会的技术进步决定了武器装备的发展方向,同时,军事装备也影响战争形式的发展。人类漫长的战争史中反复出现的一种场面是指挥人员寻找山顶、城墙或其他至高点来眺望敌情,获取战场情报。无论是原始的目视手段,还是近代发展起来的无线电和光学探测设备,视线或受限于地球曲率的影响,或受限于高大地物的遮挡。“欲穷千里目,更上一层楼”,为了实现“站得高,看得远”,人们在地基预警探测系统的基础上,相继发展了空基和天基预警探测系统。

在例行性监视和预警任务中,空基预警探测装备可增强空地机动预警探测和低空巡航导弹探测的能力,弥补地面预警探测装备的不足。以美国本土为例,东西海岸预警线主要由 E-3、E-2 及气球载雷达组成,预警机巡逻在东、西海岸线上,是完成空中警戒任务的主要力量。此外,美在其南部边境部署了 10 个以上的气球载雷达,用于低空目标搜索和跟踪。此时,任务区、飞行航线和起降基地等相对固定。

在危急征候期间或战时,空基预警探测装备可以执行战场预警探测、辅助指挥控制,特别是预警机用于探测空、海面目标,形成空、海面综合战场态势。

在执行演习和训练任务等行动中,空基预警探测装备又可以为指挥引导、通信中继提供支撑。

预警机在近年来的几场局部战争中发挥了显而易见的关键作用,它很好地解决了各国军队传统地面预警探测装备存在的“低空探测看不见,远程作战够不着”的难题,已成为信息化条件下战争中不可缺少的重要装备。

1.3 机载预警探测系统主要功能

预警探测系统的主要功能有 3 项,分别是目标搜索与跟踪、目标分类识别和情报信息传输,简言之,就是“看得见、认得清、传得快”。预警机、气球载探测系统和正在开发中的飞艇载探测系统(预警飞艇)是主要的空基预警探测装备,其中预警机是目前最重要的空基预警探测装备,随着网络化作战态势的发展,预警机也成为实现战场态势融合和中继通信等功能的重要平台。作为信息化战争的一个标志,由载机和任务电子系统两部分组成的预警机是应用范围最广的全天候、多传感器空中预警与指挥控制的特种军用飞机。载机一般由军用或民用运输机改装而成,显著的特征是更改舱内设备布局,并在机身外部加装天线罩。任务电子系统包括

雷达、敌我识别/二次雷达、电子支援、通信、任务导航、指挥控制等部分,其中机载预警雷达是核心传感器。经过半个多世纪的发展,各项相关技术的进步使得现代预警机的功能越发强大。

1.3.1 预警搜索跟踪

未来战场具有时间与区域的不确定性,机载预警探测系统可以灵活快速地部署到冲突现场,实现大范围的监视、跟踪、识别空中及地面、海面目标,尤其是低空和超低空的运动目标,并将预警情报及时分发到地面指挥机构或其他作战单元。这一功能是预警探测系统最基本的功能,主要指发现目标并连续跟踪,起到预警的功能。

1.3.2 目标分类识别

预警机实现预警探测功能的方式分为主动探测和询问探测两种^[2]。

机载预警雷达是主动探测的核心手段,除了可以获得目标的距离、方位和高度等三坐标信息之外,也可对目标运动速度进行测量,根据上述信息可以对目标的类型做出基本的判定。

敌我识别/二次雷达(Identification of Friend or Foe/Secondary Surveillance Radar, IFF/SSR)是基本的询问探测手段,通过对方的应答来识别目标的敌我及其他属性。在战争中,雷达发现目标后,需及时通过询问探测设备来识别目标的敌我属性。敌我识别器和二次雷达的基本原理相同,只是在使用场合和使用方式上有所差异。敌我识别器主要用于军用,一般是在雷达发现目标后再启动工作(即雷达牵引),进行敌我属性的判断,不进行独立扫描。而二次雷达主要用于民用,在一定空域内独立扫描并形成对目标的连续观测。之所以称为二次雷达,是因为需要两次发射。第一次发射是发出询问信号,第二次发射是对方收到询问信号后再辐射电磁波以发出应答信号。

随着空域管制和海面船舶航行管制水平的提升,出现了船舶自动识别系统(Automatic Identification System, AIS)和广播式自动相关监视系统(Automatic Dependence System - Broadcast, ADS - B),它们通过合作应答和自动广播提供自身信息,可以作为目标识别的补充手段。

此外,空基平台利用无线电侦收设备可截获敌方主动探测设备发出的信息,并用于目标分类和识别。此类侦收设备主要为电子支援设备(Electronic Support Measures, ESM),是预警机上第二重要的情报信息获取手段,可在很宽的频率范围