

侦察—打击一体化系统 和对地观测雷达系统

[俄] 萨布林 瓦切斯拉夫 尼卡拉伊维奇 著

吴 飞 主译 吴曼青 主审



国防工业出版社

<http://www.ndip.cn>

中国人民解放军总装备部专项基金资助出版

侦察-打击一体化系统 和对地观测雷达系统

Разведывательно-ударные комплексы и
радиолокационные системы наблюдения
земной поверхности

[俄]萨布林 瓦切斯拉夫 尼卡拉伊维奇 著
吴 飞 张晓玲 沈雪雯 译
吴曼青 鲁加国 张卫华 审

国防工业出版社

· 北京 ·

著作权合同登记 图字:军-2005-015 号

图书在版编目(CIP)数据

侦察-打击一体化系统和对地观测雷达系统/(俄)萨布林 瓦切斯拉夫 尼卡拉伊维奇著;吴飞等译. —北京:
国防工业出版社, 2005. 3

ISBN 7-118-03723-0

I. 侦... II. ①萨... ②吴... III. 军用雷达
IV. TN959

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 134447 号

Разведывательно-ударные комплексы и радиолокационные
системы наблюдения земной поверхности

САБЛИН В. Н.

©В. Н. Саблин, 2002

©ИПРЖР, 2002

Все права сохраняются

感谢 САБЛИН В. Н. 先生将本书中文版(独家)出版发行权
授予国防工业出版社。版权所有,侵权必究。

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 100044)

京南印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 850×1168 1/32 印张 5¼ 131 千字

2005 年 3 月第 1 版 2005 年 3 月北京第 1 次印刷

印数:1—3000 册 定价:10.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

原 著 前 言

随着信息技术和武器打击系统的迅猛发展,为适应突发战争环境的需要,侦察-打击一体化系统这种特殊军事装备应运而生。侦察-打击一体化系统的优点在于,将侦察系统和打击系统的功能有机地结合起来,可以在各种气候条件下、在任意时刻,大大减少从发现重要地面目标到将其摧毁的时间。

目前,还没有对侦察-打击一体化系统和对地观测雷达系统的构造原理、功能作用特点和效率指标进行系统论述的著作。本书的出版将在一定程度上填补这一空白,其目的有两个:一方面,本书中包含一些有关侦察-打击一体化系统和对地观测雷达系统现状的实用资料和详细信息,包括一些对无线电专家很有用的侦察-打击一体化系统和对地观测雷达系统的战技指标;另一方面,本书中还详细分析了侦察-打击一体化系统的发展趋势,这对于研制侦察-打击一体化系统和对地观测雷达系统是有所裨益的。本书特别适合于从事雷达系统、无线电导航系统、无线电通信系统和无线电控制系统的科研工作者以及高等学校无线电技术专业的教师、研究生和大学生们。

只要具备自动化原理、无线电技术设备的统计理论、高等数学、无线电探测和无线电导航领域的基础知识就完全能够理解本书的内容。

本书中所使用的材料均来源于公开出版的国内、外著作。其组成包括:前言、序、正文(共5章)和结论。第1章主要叙述了侦察-打击一体化系统的分类、构造原理及其组成中各分系统的功能

作用和特点。第2章叙述了美国现有的侦察-打击一体化系统的功能和构造特点及其发展趋势。第3章、第4章、第5章分别叙述了获得高质量地表精细图像的原理,以及俄罗斯和其他国家天基、空基和陆基对地观测雷达系统的功能和构造特点。

本书中的表格、公式和简图采用双编号,第一个数字表示章号,第二个数字按顺序标注。参考文献附于上篇和下篇之后。所引用的参考文献也采用双编号,第一个数字表示篇号,第二个数字是该引文在该篇中的序号。

原 著 序

从对伊拉克、南斯拉夫和阿富汗的战事分析表明:空军在各种规模和各种战区地理环境的战争中发挥的作用越来越大。局部战争的典型特点是:第一阶段,长时间集中使用空军力量破坏主要交通线,摧毁防空设备、地面作战设备、指控站和通信站;接着转入第二阶段,即使用陆军进行地面作战。空军在第二阶段协助陆军作战,与陆军联合摧毁已发现的军事装备(包括运动目标和小目标)。

必须指出:上述两个阶段的结果不仅取决于空基和陆基制导系统的效率,还取决于侦察被摧毁目标位置信息的质量。在所有可能的侦察设备中,天基、空基和陆基对地观测雷达系统起着特殊的作用。而完成该特殊作用的前提条件是:雷达能够在各种天气条件下、在任意时间探测到远距离地面物体(目标),包括小目标、运动目标和隐蔽目标,并能很精确地测量目标坐标。

总而言之,在引导各种载体(空基和陆基)杀伤武器摧毁地面目标的过程中,必须在敌方电子干扰设备的使用条件下,解决与目标探测、确认、威胁等级排序、位置测量(估算)、向杀伤武器发送目标信息、对雷达载机和杀伤武器的轨道控制相关的全部任务^[1,1]。上述一系列复杂任务可以在不同理论方法(执行各种信息处理系统方案)的基础上使用各种载体的方法解决。

在反防空系统条件下,对采用雷达信息传感器的制导系统和载体的现状和发展前景进行的分析^[1.2,1.3,1.4]表明:制导系统要完成所有任务,直接影响制导系统的战术和经济因素。

战术因素包括:

- 飞行器即防空歼击机和杀伤武器载机的机动性大大提高;
- 飞行器和地面(海上)作战装备的雷达截获能力减小;
- 综合使用各种载体(天基、空基和陆基)和测量系统的综合制导系统迅速发展^[1.3];

- 无线电电子干扰设备效率显著提高和抗干扰措施增强;
- 联合多基地制导系统内无线电电子设备和武器发射设备协同作战的新设想。

应当指出:经济因素^[1.4]对制导系统及其所应用战术的影响愈来愈大。经济因素中首先包括:应用的多功能性和单一功能作用范围内作战能力的扩展;采取更加有效的措施提高战斗灵活性、降低杀伤武器的自身损耗和不合理消耗。

在上述所有因素中,多基地制导系统占有特殊地位,因为它的应用将在提高作战武器装备的战术-经济指标方面产生质的飞跃。在各种形式的多基地制导系统中,侦察-打击一体化系统占有重要地位。

侦察-打击一体化系统可以理解为集侦察、制导和火力摧毁功能于一体的综合系统。一般来说,就战术深度而言,在各种天气条件下、在任意时间用来摧毁敌方最重要目标的侦察、制导和杀伤武器通常分散配置。侦察-打击一体化系统能将以下多种功能有机地结合起来:能够使用同一架飞机(战斗机)完成侦察和打击两项任务;通过使用雷达的各种有源、半有源和无源工作状态得到较高的抗干扰能力;通过测量基地和打击基地的空间分隔(移动)获得较高的测量和制导精度;从发现目标到将其摧毁的时间减少及其他一系列优点。

在伊拉克、南斯拉夫和阿富汗战争中,侦察-打击一体化系统的广泛使用是上述所有优点得以实现的前提。然而,必须指出,侦察-打击一体化系统的使用注定会使其组成部分的功能算法复杂化,这是由于系统构造中出现了更高的构造体系。侦察-打击一体

化系统工作过程中必须完成其他军事武器装备不具备的一系列新的任务。这些任务包括:对完成各种具体侦察任务的各个基地的控制、极为复杂的目标分配和目标指示过程,对各个基地接收到的信息进行协同处理的相当复杂的算法等。

本书的目的在于:阐述侦察-打击一体化系统的功能、作用特点和构造原理;详细分析作战时目标类型不同时采用侦察-打击一体化系统的不同方案。此外,本书还详细描述了天基、空基和陆基联合对地观测雷达系统的功能特点,并给出了它们的主要战技指标。

目 录

上篇 侦察-打击一体化系统

第 1 章 侦察-打击一体化系统的设计原理及其功能特点	2
1.1 多基地制导系统概述	2
1.2 侦察-打击一体化系统的分类	4
1.3 侦察-打击一体化系统的典型方案	10
1.4 空中侦察子系统的构成和功能特点	13
1.4.1 电子情报侦察设备测定无线电电子系统位置 的方法	15
1.4.2 确定侦察设备载机位置的方法	22
1.5 火控子系统的组成及其功能特点	23
第 2 章 美国的侦察-打击一体化系统	27
2.1 “迪萨克”侦察-打击一体化系统	27
2.1.1 作用、组成和各分系统间的协同	27
2.1.2 联合监视与目标攻击雷达系统(JSTARS)	29
2.1.3 通信系统	33
2.1.4 制导武器	34
2.1.5 “迪萨克”侦察-打击一体化系统的作战使用特点	43
2.2 PLSS 侦察-打击一体化系统	45
2.3 侦察-打击一体化系统的发展方向	52
参考文献	55

下篇 对地观测雷达系统

第 3 章 天基雷达系统	60
3.1 对地高质量雷达成像原理	60
3.2 天基雷达侦察和地球遥感系统	66
3.2.1 美国的“长曲棍球”(LACROSS)人造卫星雷达 侦察系统	67
3.2.2 SIR-C/X-SAR 雷达系统	72
3.2.3 SIR-C/X-SAR 基础上的干涉测量系统	75
3.2.4 西欧国家的雷达侦察和地球遥感系统	77
3.2.5 加拿大的 Radarsat 地球自然资源勘测系统	81
3.2.6 日本的 JERS-1 和 ALOS 星载雷达	83
3.2.7 俄罗斯的天基合成孔径雷达	84
3.3 军用天基合成孔径雷达的主要发展方向	86
第 4 章 空基雷达系统	92
4.1 美国的空中侦察系统	92
4.1.1 战略侦察机的雷达系统	93
4.1.2 战术空基合成孔径雷达	94
4.2 日本和欧洲国家的雷达侦察设备	97
4.3 飞行实验室	99
4.4 科研用合成孔径雷达	103
4.5 装在无人机上的合成孔径雷达	108
4.6 根据雷达图像识别目标类型的能力	111
4.7 北约各国的机载对地侦察系统	114
4.8 21 世纪美国的空中侦察系统的变化	117
4.9 空基合成孔径雷达的发展方向	119

第 5 章 地面战场侦察雷达系统.....	124
5.1 地面运动目标侦察雷达	124
5.2 武器发射阵地侦察雷达	132
5.3 国外战场侦察雷达性能发展的预测	139
结 论.....	142
参考文献.....	146
缩 略 语	152

上 篇

侦察-打击一体化系统

第 1 章 侦察-打击一体化系统的设计原理及其功能特点

1.1 多基地制导系统概述

随着对民用和军用制导雷达系统在距离、精度、抗干扰能力、生存能力、使用效能等方面的要求不断提高,在研究这种系统结构原理的过程中,专家们必然要去探索新的方案。多通道构造原则便是其中之一,采用这一方案,可将各种同一用途的独立制导系统集成成为一个系统,并在统一的系统中同步运行。然而,简单的数量统一,有时会为联合行动的协调带来很多无法克服的难题,这主要是因为高精度多通道制导所必需的雷达信息数量不够,质量不高。一般来说,只有集成各独立制导系统的信息资源,才能获取必要的信息量。正是基于这一点,目前多基地雷达取得的实质性进步才不能被复杂高精度制导系统情报保障专家所忽视。显然,在多基地雷达系统中^[1,6],信息来源于若干个位置不同的目标或干扰源辐射的电磁场区段。所以,与单基地雷达相比,能更高效地利用这种电磁场空间中包含的信息,也就能极大地提高整个制导系统的信息量和抗干扰能力。因此,可将多基地雷达系统视为相应的多通道制导的多基地雷达系统的未来传感器与处理系统加以研究。无论是在民用空中交通管制系统中,还是在诸如防空和反导系统、侦察-打击一体化系统等军用系统中,多通道制导的多基地雷达系统的应用越来越广。

所谓多通道制导的多基地雷达系统,是指那些在功能上相互关联、若干个在空间上分散配置控制制导系统的集成,其雷达传感

器形成多基地雷达系统。

该系统是一种非常复杂的系统,在功能上集成了目标信息搜索雷达系统(基于多基地雷达的传感器与处理系统)、多通道制导(控制)系统以及实时控制系统(杀伤武器)。它是一个实现了雷达信息搜集与处理、目标分配、控制制导等过程高度集成化、自动化的系统。

由于集成化水平较高、信息保障能力较强,多通道制导的多基地雷达系统中的每一个制导系统的使用效能都大幅度提高,系统总体的能力也成倍提高,具备在广域和大速度范围内对目标实施灵活、高密集和精确制导的能力。

如今,各种用途的多通道制导的多基地雷达系统数量众多,不过,可以用几种方式对它们进行分类:

- 按照制导系统的空间位置,分为地基(水面)系统^[1.7]、空基^[1.8](天基)系统和混合系统^[1.9,1.10,1.11];

- 按照拦截对象的分布区域,分为拦截空中(太空)目标的防空(反导)一体化系统^[1.7,1.9,1.12,1.13]和拦截地面(水面)目标的侦察-打击一体化系统^[1.14,1.15,1.16];

- 按照目标电磁辐射的特性,分为有源系统^[1.7,1.9,1.17,1.18,1.19]、无源系统^[1.13,1.20,1.21]和有源-无源系统^[1.7,1.18];

- 按照信息融合类型,分为以无线电信号^[1.7,1.9,1.12,1.22,1.23]、视频信号^[1.24]、参数评估^[1.9,1.12,1.17,1.25]和航迹参数^[1.7,1.18,1.20,1.24,1.25]等类型的信息融合系统;

- 按照接收信息的自主能力,分为自主系统^[1.7,1.13,1.17,1.18]、协同系统^[1.17,1.18,1.22,1.25,1.27],以及自主-协同系统^[1.7,1.9,1.22]。

由于多通道制导的多基地雷达系统可以综合处理目标信息,发现、识别和制导过程的集成化、自动化水平较高,无论与独立的单基地制导雷达相比,还是与经过简单组合、并未实现一体化的系统相比,它都具有毋庸置疑的优势。

主要优势如下:

- 自适应能力强,即可以根据战术要求和雷达布置情况实时

使作用(杀伤)方向和区域达到最优化,从而能够在使用条件发生变化时灵活增强和重新分配系统资源;

- 能够大幅提高对目标的作用(既包括作用时间,也包括作用空间)频度。同时,由于多基地雷达在测量目标(有源干扰源)坐标和运动参数方面具有较大优势,所以,制导精度较高;

- 由于传感器与处理系统收到的信号量比较大,目标分配质量较高;

- 由于雷达布置阵地在空间上分散配置,所以并兼容处理所收到的信息,所以,无论是对有源干扰,还是对无源干扰,都具有较强的对抗能力;

由于各个阵地疏散分布,所以工作隐蔽,控制分散,生存能力较强,作战稳定性较强。

将来,多通道制导的多基地雷达系统还将与光学系统、红外系统及激光系统配合使用,形成综合的制导系统,综合制导系统将使用多种工作于不同电磁波谱的陆基、空基、天基信息传感器^[1.28,1.29,1.30]。

下面,我们将针对上述多基地制导系统来研究侦察-打击一体化系统的分类、设计原理和功能特点。

1.2 侦察-打击一体化系统的分类

现代化侦察-打击一体化系统是一种比较复杂的系统,它在功能上将侦察、制导和控制设备以及杀伤武器集于一体,主要用于发现并摧毁敌部队纵深内最主要的运动单目标和群目标,不受气象和天时条件的限制。其主要特点如下^[1.31]:

- 能够近实时可靠地探测敌大纵深内运动的小型单目标和群目标;

- 作战周期(从发现目标到将其摧毁)较短,少则几十秒,多则10min~15min;

- 在同一个坐标系中实现了对敌非遮蔽目标的侦察和武器制

导,从而能以较高精度控制武器打击目标;

- 作战能力强,即在单位时间内摧毁目标数量较多;
- 由于一体化系统各单元分散配置,自适应能力和生存能力较强,其战斗稳定性较高。

结合上述特征,可以按照完成任务的规模、作用对象、组配方式和作战使用特点等标准来区分一体化系统。

按照分布和作战使用特点,可分为空地侦察-打击一体化系统、空基(机载)侦察-打击一体化系统和陆基侦察-打击一体化系统。

空地侦察-打击一体化系统是阵地型系统,因为在使用中需要对地面单元进行一定的现地配置(如美国的侦察-打击一体化系统:PLSS、“迪萨克”)^[1.31,1.32]。这类侦察-打击一体化系统是在空中侦察设备、空基-陆基指挥和制导系统、航空兵杀伤武器和陆军杀伤武器等基础上建成的(见图 1.1)。

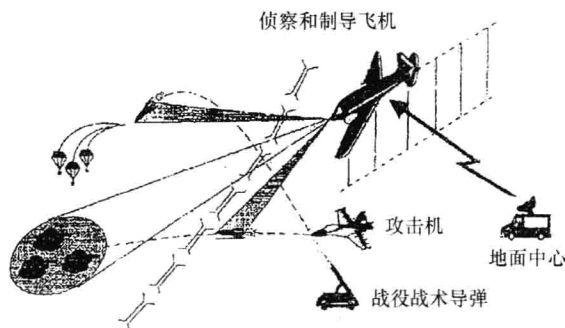


图 1.1 空地侦察-打击一体化系统

一般情况下,这类一体化系统的组成包括:

- 一架或多架飞机:飞机应配备空中侦察设备、杀伤武器控制设备,以及用于实现飞机、地面站和制导武器之间数据和指令交换的通信设备;
- 地面站:站内应配备处理空中侦察数据和形成制导信号(指令)的设备;

· 航空兵或陆军杀伤武器(通常是配属的)。

侦察-打击一体化系统的所有组成部分都配置在己方区域,并由陆军部队和航空兵进行掩护(例如可由 ABAKC 系统掩护)。因此,这种一体化系统具有较强的生存能力。

阵地型空地侦察-打击一体化系统所采用的空中侦察设备,主要有对地搜索合成孔径雷达(如“迪萨克”侦察-打击一体化系统),以及通信及电子情报侦察设备(如 PLSS 侦察-打击一体化系统)。这些侦察设备能够接收远离侦察飞机(200km~600km)的敌目标信息,且不受天时和气象条件的制约。在阵地型侦察-打击一体化系统中,一般不会广泛应用空中光电侦察设备(电视、红外和激光设备),这是因为它们的作用距离较近(只有几十千米),而且其工作效果受气象条件影响较大。

该一体化系统的作用纵深受限于侦察和制导子系统的最大作用距离,由侦察和制导飞机飞行高度上的直视距离确定。因此,在这种一体化系统中,最好使用飞行高度不低于 20km 的飞机,或者使用天基侦察系统。

这种一体化系统中所配备的杀伤武器,可以是配备空地武器的攻击机和攻击直升机,也可以是陆军地地攻击武器,如火炮、多管火箭炮、战术导弹、战役战术导弹、陆基巡航导弹及无人机等。一体化系统中的所有杀伤武器,都应配备能够实现目标制导的专用设备。

由于阵地型空地侦察-打击一体化系统反应迅速、攻击精度高,所以,其最主要的优点便是作战能力很强。

另一方面,由于这种一体化系统各单元在空间配置上是分散的,一体化系统组成中各种无线电控制和数传通道数量众多,势必降低其工作隐蔽性,使其易遭敌方电子压制。一体化系统中的地面站和地面杀伤武器,降低了其机动能力,特别是在作战环境瞬息万变的关键时刻,会使侦察-打击一体化系统的作战效能大大降低。因此,这种侦察-打击一体化系统的重要作用,在作战行动的开始阶段表现更为突出,特别适用于对敌最重要的目标实施密集