

doi: 10.7690/bgzd.2015.10.014

舰艇编队网络化防空作战信息分发研究

卞泓斐¹, 杨根源², 张千宇¹

(1. 海军航空工程学院 5 系, 山东 烟台 264001; 2. 海军信息化专家委员会, 北京 100073)

摘要: 针对舰艇编队网络化防空作战中传统信息分发机制的不足, 提出一种改进的信息分发方式。在分析舰艇防空作战信息共享类型和层次的基础上, 系统地提出智能推送、自主查询、临时订购和终端过滤的信息分发机制, 并对战场信息分发的流程及系统结构进行架构和分析说明。该模式能确保实现不同级别、不同作战实体间的信息共享, 满足各级用户对作战信息的需求。

关键词: 舰艇编队; 防空; 信息分发

中图分类号: TJ02 **文献标志码:** A

Research on Information Distribution for Network Air Defense of Ship Formation

Bian Hongfei¹, Yang Genyuan², Zhang Qianyu¹

(1. No. 5 Department, Naval Aeronautical Engineering Academy, Yantai 264001, China;
2. Naval Information Expert Committee, Beijing 100073, China)

Abstract: Aiming at the deficiency of traditional information distribution mechanism for network air defense of ship formation, an improved information distribution method is proposed. Based on the analysis for types and level of information sharing in the warship air defense, information distribution mechanism is put forward about intelligent push, independent inquiry, temporary order and terminal filtration, and the framework and analysis is concluded for battle field information distribution process and systemic structure. The model can ensure the realization of information sharing among different levels and different operational entity, and meet different needs of all users for information operation.

Keywords: ship formation; air defense; information distribution

0 引言

在舰艇编队防空作战过程中, 舰艇编队作为防御方始终处于被动地位, 这也决定了信息在舰艇编队海上防空作战中具有重要的作用。如何从各传感器节点索取的大量战场信息中筛选出作战人员真正需要的信息, 并且在恰当的时间将这些信息发送给需要它的作战单元, 是将信息优势转化为知识优势, 进而转化为决策优势的基础和前提, 这也是信息化战场环境下态势感知系统需要重点关注的问题; 因此, 笔者对其进行研究。

1 传统信息分发方式的不足

目前, 舰艇编队防空作战的信息分发方式是由各舰艇传感器节点收集、预处理、逐级上传至编队指控中心, 编队指控中心对所有信息进行综合处理和融合后, 随着作战命令分发给各舰艇作战单元。即信息的收集、处理及分发过程都是依托指挥控制流进行的, 如图 1 所示。

这种信息分发方式的优点是以信息提供者为中心, 信息关系明确, 保障过程简单。但这种信息分发方式是在传统平台为中心的条件下建立的, 在舰

艇编队网络化防空条件下有其明显的局限性, 主要表现为以下几方面。

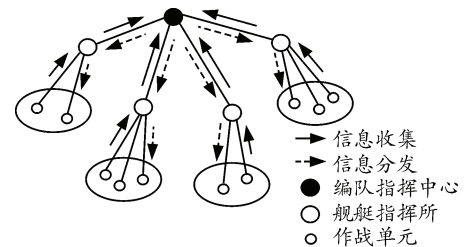


图 1 舰艇编队防空作战传统信息分发方式

1.1 信息集中处理, 信息处理效率降低

传统的信息分发方式中, 由于编队内各指控系统互操作能力不高, 并且为了保证信息处理过程的安全性, 全部的信息都要经编队指控中心进行集中处理、存储和分发。随着战场的日趋复杂, 海战场信息量呈指数级增长, 编队指控中心很有可能因为任务超出它的负荷, 而陷入性能瓶颈, 造成处理效率降低。

1.2 信息传输路径过长, 信息传输时延大

由于传统的信息分发方式中信息的收集与分发是与指控流严格耦合的, 这就导致信息传递路径较长, 传输时延也随之增大。

收稿日期: 2015-05-24; 修回日期: 2015-07-11

作者简介: 卞泓斐(1982—), 男, 山东人, 博士, 从事海军兵种信息作战研究。

1.3 信息处理模式固定，无法按需提供支持

未来海上防空作战中作战节奏将会不断加快，各作战单元的作战任务也将不再一成不变，而是随着作战进程的推进不断变化，作战任务的变化必然导致各作战单元所需的战场信息也随之改变。然而传统的信息分发模式中，战场信息的采集、处理以及分发基本都是按照事先设计好的固定模式运行，无法根据战场情况的变化动态调整信息处理的流程，这必然会影响到信息处理的质量和效率。

1.4 信息分发方式固定，难以适应战场需求

限于通信系统等方面的原因，传统的信息分发方式主要采用点对点主动推送式，即信息的供需双方事先约定信息交换协议和格式以及预先配置的分发节点，基于既有的信息关系和流程，由信息提供方向信息使用者进行点对点或点对多点分发。这要求在信息分发时各作战单元达到时间与空间的同步，并且按照既定的交换协议与格式进行，灵活性及动态性较差，难以适应未来海战场防空作战对信

息分发及情报保障的要求。

由以上分析可见，传统的信息分发及共享方式明显不适应未来高强度、多变幻的海上防空作战对信息分发的要求。海上防空作战中，由于各级指挥员所面对的任务不同，所关注的信息内容以及对信息实时性和精确性的要求都不相同；因此，要针对不同用户运用不同的信息分发机制提供不同的信息，真正做到以作战单元的需求为出发点，提升战场信息情报的保障效果。

2 舰艇编队防空信息共享类型及层次

对于舰艇编队网络化防空体系内各作战单元之间需要共享的态势信息，可分 3 个层次来分析^[1-2]：

- 1) 用于控制战术防空体系和防空火力单元战备状态的预警信息；
 - 2) 战术防空体系用于目标识别、目标分配的战术指挥信息；
 - 3) 火力单元用于制导控制的目标和导弹跟踪信息。
- 图 2 描绘了舰艇编队网络化防空作战中需要分发的 3 类信息及信息分发过程模型^[3]。

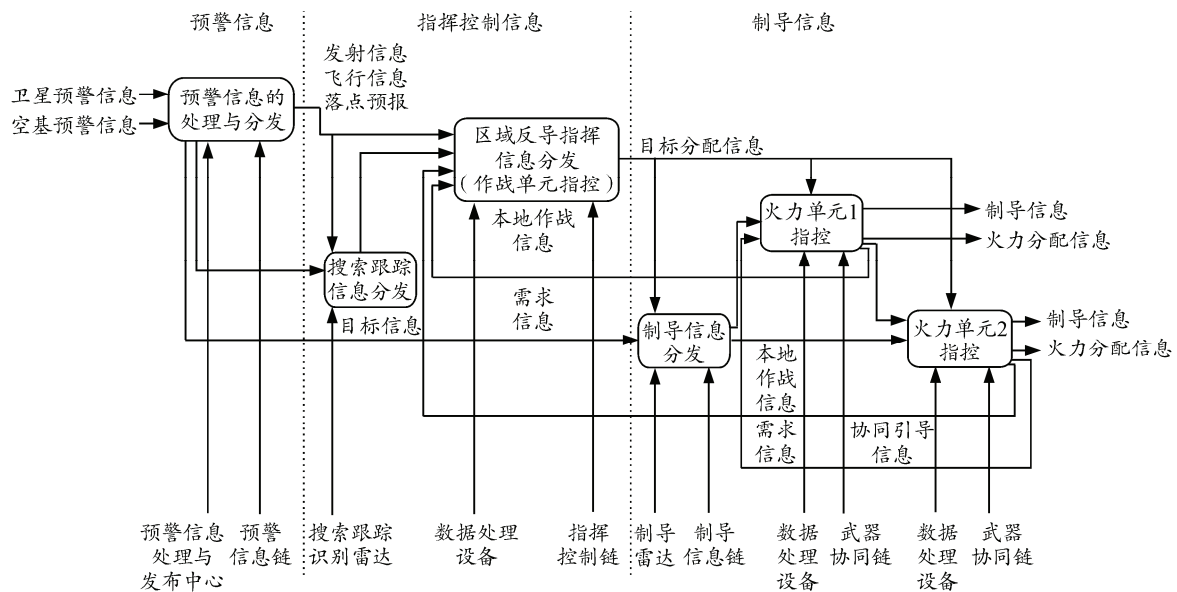


图 2 舰艇编队防空作战信息分发模型

1) 预警信息。

预警信息是接收预警卫星、预警指挥机、友邻部队、舰载预警雷达以及其他探测与识别系统获取的空情信息。舰艇编队防空作战不要求预警信息有太高的定位精度及极小的时间延迟，但要求预警系统能够尽早发现目标，即对目标有较大的发现概率，发现目标越早则留给火力单元对目标进行拦截的时间越多，越有可能对目标进行有效拦截。

2) 战术指挥信息。

战术指挥信息主要包括：① 指令信息流，主要是指上级对下级下达的各种命令、指令信息以及下级向上级报告的当前状态等信息，体现了防空作战中的集中控制；② 战术信息流，是各传感器向防空指控中心提供的目标跟踪信息、目标识别信息以及指控中心进行处理并下发的威胁判断信息和目标分配信息，这部分信息应能够包含防空区域内的所有目标；③ 协同信息流，是各作战单元指控系统之间相互联系进行协同作战的信息，是编队作战

整体联动的保障。对战术指挥信息的精度和实时性要求比预警信息稍高，即要达到目标跟踪与识别的要求，并且指令信息与协同信息也应尽快送达。

3) 制导控制信息。

指挥控制系统完成目标分配后，各火力单元按照指令信息对防区内预定目标发射导弹，导弹发射飞行一段时间后进入制导控制阶段，此时需要提供精确的导弹及目标坐标和两者的相对运动参数来导引导弹飞向目标^[1]。由于导弹和目标的运动速度都较快，因而制导控制信息要求很高的精度及极小的时间延迟，但这部分信息包含的范围较小，每一个火力单元只需要其所攻击的目标信息。

由以上分析可以看出：3种信息在信息实时性、精确性以及覆盖广度方面的要求是不同的，图3表示了3种信息在信息覆盖广度、信息实时性及精确性方面的层级关系。

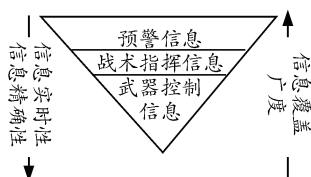


图3 舰艇编队防空作战信息共享类型及层次

由图3可以看出：武器控制信息、战术指挥信息和预警信息由下至上在信息实时性及信息精确性方面的需求逐级递减，在信息覆盖广度方面的需求逐级递增。这是严格从用户需求出发，保证用最少的信息流量满足用户需求的结果。每一级用户只接受与之相关的信息，并且在信息精度上也予以区分，这可以避免各级用户被不相关的信息所干扰，提高任务处理效率，从而提升整体战斗效果。

3 舰艇编队网络化防空信息分发机制

由上节分析可知：在舰艇编队防空作战中需要分发的信息包括预警信息、战术指挥信息和制导控制信息，并且3类信息在实时性、精确度、覆盖广度以及分发的频度等方面都有不同的要求。因而需要制定合理的分发机制，满足不同用户的信息使用需求。

1) 智能推送。

智能推送的信息分发方式是面向全体作战要素，其目的是使一个作战群体内的每个成员都拥有关于整个群体的协作态势信息。智能推送主要适用于共同任务信息、态势信息和一般敌情信息。智能推送信息按照分发方式的不同可分为通播分发、订

阅/发布和信息预测。

① 通播分发：舰艇编队海上防空作战中，战场指令信息流、协同信息流都需要及时的传达给各下属单元和各作战指挥单元。根据指令信息和协调信息这些特点，比较适合采用通播分发的这种分发模式。

② 订阅/发布：由于不同的作战单元所感兴趣和所需要的态势信息不同，各作战单元可以根据自己对态势信息的需求，预先制定自己的订阅条件。订阅可以围绕某一种类型的目标，也可以围绕某一片海域，或者围绕某一个主题内容。

③ 信息预测：为更好地给终端用户提供信息服务，智能推送还应分析用户订阅和查询信息的历史记录，预测用户未来的信息需求，并根据所预测的结果在通播分发时主动给用户相关信息^[4]。

智能推送这一信息分发方式的优点是将用户置于被服务的地位，由系统主动向用户分发信息，可以提高信息分发的时效性；缺点是智能推送需要建立与之相对应的匹配规则库对信息进行筛选、过滤然后分发，当系统规模增大时，匹配规则库的规模成指数级增长，这对于保持系统的稳定性提出了很高的要求。

2) 自主查询、临时订购。

由于战场态势具有极大的不确定性，当智能推送不能满足信息用户需求时，许多信息需要依靠查询来掌握。按获取方式的不同又可分为自主查询和临时订购。

① 自主查询是信息用户运用信息系统相关功能，通过信息搜索引擎，输入关键词，向上级通用(专用)数据库或有关作战实体查询相关信息和数据。为科学高效、规范有序地开展自主查询，应合理设置查询权限，并建立身份验证机制。

② 临时订购是由于战场形势的急剧变化，可能使上级下达的指挥信息以及数据库中的信息都不能满足某一作战方向上作战实体对信息的需求。在上级不能掌握其当前信息需求的情况下，这些作战实体的指挥员及指挥机关应采取临时订购的模式，临时向信息部门提出信息订购申请。

自主查询以及临时订购的信息分发过程，由于是用户直接向系统提出信息需求，因而所分发的信息与用户需求具有较高的匹配度。但在未来战场上随着作战进程的推进，用户对信息的需求也是不断变化的，特别是在战术层次上，这种需求的变化更

快，由于防空作战对抗激烈，作战指挥员一般无暇考虑及提交下一步所需的信息，而只能根据已有信息进行决策，所以自主查询、临时订购的信息分发模式目前还只适合处理静态或者常态性的需求，对战场上突发事件引起的快速变化信息的需求显得有些无能为力。

3) 终端过滤。

舰艇编队网络化防空信息分发是通过匹配规则库将用户需求与数据库中的共享信息进行比对，根据信息的匹配度决定是否推送给相应的用户。为确保用户所需求的信息都能毫无遗漏地分发至客户端，因而这里匹配规则的建立应当是较宽约束的，这样就不可避免地导致会有少量无用信息随之分发到用户客户端，就需要用户在终端进行最终的过滤。

在终端过滤的信息分发中，不需要用户向系统提供订阅信息，而是用户在终端根据战场情况及自己的需求对已发送过来的信息进行筛选和裁剪，保留当前需要的信息进行显示，因而不会降低传输的时效性并且能最大限度的与用户需求相匹配。但这种分发方式在信息分发过程中一些不必要的信息也被分发至客户端，必然会占用部分信道资源，因而在实际操作中应合理调整匹配规则库的匹配度^[5]。

由以上分析可知：舰艇编队海上防空作战信息分发方式主要有通播分发、订购/发布、信息预测、自主查询、临时订购和终端过滤几种方式，并且每种分发方式各有优缺点，因而在舰艇编队网络化防空作战过程中应针对不同用户的不同需求综合采取不同的共享方式，优势互补，扬长避短，实现情报信息的有效共享。

4 舰艇编队网络化防空信息分发流程

战场信息分发系统由情报处理与产品生成控制系统、信息分发系统、管理控制系统、情报订阅与接收管理系统和实时监控系统等组成^[6]。战场信息分发系统的组成如图 4 所示。

1) 情报处理与产品生成控制。

原始的信息是由各类传感器搜集到的，当传感器收集到各类信息后将会按照时间、区域、类型、类别、属性等特点分门别类的存储于分布式信息数据库中，便于查找。分布式数据库的设计好处是可以避免数据库存储单点失效和访问瓶颈问题。同一信息如果在一个存储节点做了修改，其他存储了该信息的分布式存储节点也会相应的更新，保持数据同步更新。舰艇编队防空作战中主要负责收集的信

息包括以下方面：

- ① 负责接收预警空情信息以及目标指示雷达探测到的目标原始信息；
- ② 负责接收情报处理系统处理后的目标融合信息；
- ③ 收集各舰艇的位置信息以及各作战单元的状态信息；
- ④ 收集各作战单元的需求信息。

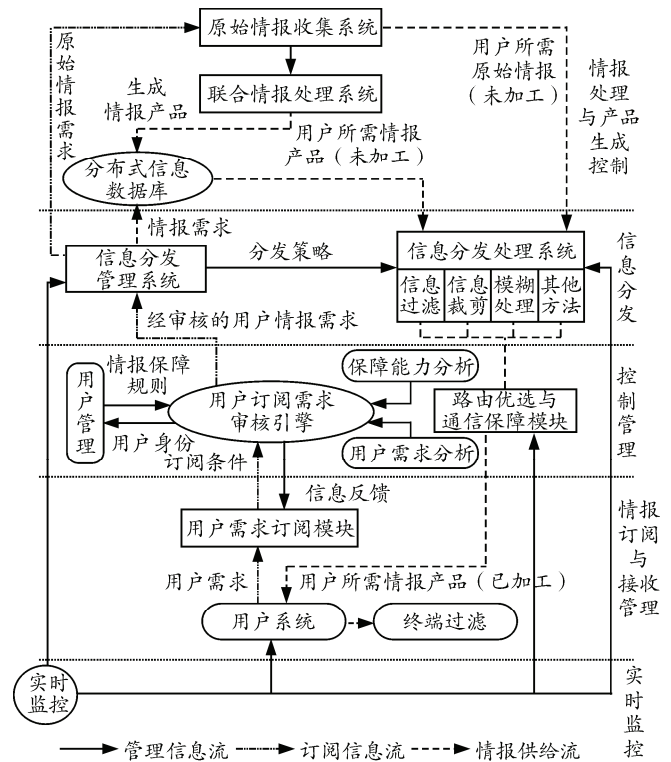


图 4 舰艇编队防空作战信息分发流程

2) 信息分发。

信息分发管理系统根据用户提交的情报需求制定相应的分发策略，由信息分发处理系统根据分发策略对分布式数据库或原始空情中的信息进行过滤、裁剪及模糊处理，分发策略的信息处理规则可以是一种，也可以是多种规则组合。几种常见的信息处理规则设置如下：

- ① 依据空情信息来源和信息类型分发信息；
- ② 按时间间隔分发；
- ③ 按照敌我属性、高度属性、速度属性、距离属性和性质属性等因素筛选和过滤空情^[7]。

3) 控制管理。

控制管理主要包括用户需求审核模块以及路由优选与通信保障模块。用户需求审核模块根据情报保障规则、用户身份，综合当前的保障能力分析用户所提交的需求是否能够满足；路由优选与通信保

障模块按照系统的网络拓扑结构、信道质量和传输信道带宽等条件，选取最佳的信息传输路径。

4) 情报订阅与接收管理。

情报订阅与接收管理部分由终端过滤模块及用户需求订阅模块完成。用户需求订阅根据用户系统提供的用户需求生成订阅条件，并将订阅条件提交给用户订阅需求审核引擎进行审核，同时接收用户需求审核引擎的反馈信息。终端过滤即用户根据当前需求，将不符合用户当前需求的信息屏蔽掉。

5) 实时监控。

在海上防空作战中，舰艇间的信息传输主要依靠无线通信的方式，由于无线通信方式的不稳定性，在信息传输过程中，由于通信干扰及信道容量等原因，可能会出现丢批或丢点的现象。为了保证重要信息的可靠传输以及检测信息传输质量，有必要对信息分发过程进行监控，通过比对传输的信息以及传输信息的接收情况以确定信息是否完整传输以及通信质量是否达到要求，并根据实际情况对通信策略适时作出调整^[8]。

5 结束语

合理、高效、灵活的信息分发是信息化战争夺取信息优势的关键。文中对海战场信息分发机制及

(上接第 41 页)

参考文献：

- [1] 雷芸, 孙泽锐, 王晓云, 等. 一种抗剪切信息隐藏算法[J]. 微电子与计算机, 2014, 31(2): 132-136.
- [2] 刘鹏, 李松斌, 戴琼兴, 等. 高效的线性预测语音编码信息隐藏方法[J]. 计算机工程与设计, 2014, 35(4): 1172-1177.
- [3] Donoho D L. Compressed sensing[J]. IEEE Transaction on Information Theory, 2006, 52(4): 1289-1306.
- [4] 魏丰, 梁栋, 张成, 等. 基于压缩感知观测值的数字图像水印算法[J]. 安徽大学学报(自然科学版), 2013, 37(3): 61-68.
- [5] 陈国法, 郭树旭, 李杨. 基于压缩感知的数字图像水印

分发流程的建立可以为舰艇编队防空作战信息分发提供有益的参考，通过灵活运用各种信息分发共享模式，使之能够互为补充，相辅相成，确保实现不同级别、不同作战实体间的信息共享，满足各级用户对作战信息的需求。

参考文献：

- [1] 耿奎, 李为民, 赵晨光. 区域地面防空网络化作战传感器系统[J]. 火力与指挥控制, 2005, 30(5): 70-72.
- [2] 盖世昌, 许腾, 陈小兰. 协同传感器数据分发问题[J]. 兵工自动化, 2011, 30(8): 58-60.
- [3] 耿奎, 张彦度. 防空导弹网络化作战体系结构与功能模型[J]. 火力与指挥控制, 2008, 33(7): 67-68.
- [4] 钱亮, 夏学知. 海战场信息栅格信息分发技术研究[J]. 舰船电子工程, 2011, 31(3): 1-4.
- [5] 王子明, 张海峰, 陈邓安, 等. 基于信息栅格的作战信息按需分发方法研究[J]. 国防科技, 2012, 33(2): 33-36.
- [6] 张耀中, 张安, 李相民. 基于网络中心战的战术信息分发过程模型分析[J]. 系统工程与电子技术, 2008, 30(1): 108-111.
- [7] 孙晓鸣, 杨沁梅. 空中目标信息分发监测与管理[J]. 指挥信息系统与技术, 2011, 2(5): 51-55.
- [8] 苏琦, 于敬人, 金国栋. 一种潜艇对水面舰艇编队攻击意图建模方法[J]. 四川兵工学报, 2014(9): 147-149.
- [9] 算法[J]. 现代电子技术, 2012, 35(13): 98-104.
- [6] 邹建成, 陈婷婷, 张波, 等. 一种基于压缩感知的数字图像加密新算法[J]. 北方工业大学学报, 2014, 26(1): 1-6.
- [7] 严晓明. 基于类别平均距离的加权 KNN 分类算法[J]. 计算机系统应用, 2014, 23(2): 128-132.
- [8] 田沛沛, 刘昱, 张淑芳. 一种基于 LDPC 矩阵的压缩感知测量矩阵的构造方法[J]. 电子测量技术, 2014, 37(3): 43-45.
- [9] 沈爱民. 压缩感知: 通信与信号处理领域中的机遇与挑战[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 2013: 72-77.
- [10] 张显全, 王现会, 王晓云, 等. 基于分块的 JPEG 图像信息隐藏算法[J]. 广西师范大学学报(自然科学版), 2012, 30(3): 119-124.