

# “冰上丝绸之路”航线开发利用系统建设研究

李振福<sup>1</sup>, 李婉莹<sup>2</sup>, 蔡梅江<sup>3</sup>

(1. 大连海事大学 航运经济与管理学院, 辽宁 大连 116026;

2. 吉林化工学院 经济管理学院, 吉林 吉林 132000; 3. 中远海运特种运输有限公司, 广东 广州 510627)

**摘 要:**北冰洋冰层融化导致的航线变化将对我国航运及国际海运贸易产生重大影响。我国积极回应俄罗斯“冰上丝绸之路”共建邀约,旨在将北极开发合作与“一带一路”倡议连接,其建设重点是对“冰上丝绸之路”海上运输通道的开发利用。为推进我国对冰上丝绸之路航线的开发利用进程,构建了“冰上丝绸之路”航线开发利用系统,包括以航运为中心的应用子系统、以战略管理为中心的开发子系统、以专家为中心的咨询子系统和以协调为中心的发展子系统。在构建各子系统框架的基础上,提出了“冰上丝绸之路”航线开发利用系统的结构、功能以及关键技术。

**关键词:**“冰上丝绸之路”;航线开发;系统思想;系统建设;中国

**中图分类号:**U697

**文献标识码:**A

**文章编号:**1002-3682(2019)02-0144-10

**doi:**10.3969/j.issn.1002-3682.2019.02.007

**引用格式:** LI Z F, LI W Y, CAI M J. Research on construction of the system for developing and utilizing of the sea routes of “Ice Silk Road”[J]. Coastal Engineering, 2019, 38(2): 144-153. 李振福, 李婉莹, 蔡梅江. “冰上丝绸之路”航线开发利用系统建设研究[J]. 海岸工程, 2019, 38(2): 144-153

2017-05,在“一带一路”国际合作高峰论坛上,俄罗斯希望中国将北极航道开发与“一带一路”建设对接起来。2017-07,习近平主席出访俄罗斯,在与梅德韦杰夫总理会见时,第一次正式提出“冰上丝绸之路”,指出“要开展北极航道合作,共同打造‘冰上丝绸之路’”。2017-11,俄罗斯总理梅德韦杰夫访华,习近平主席在与其会晤时再次强调,“要做好‘一带一路’建设同欧亚经济联盟对接,努力推动滨海国际运输走廊等项目落地,共同开展北极航道开发和利用合作,打造‘冰上丝绸之路’”。

“冰上丝绸之路”的提出非常明确地反映出我国对北极及北极航线开发的重视。近年来,受全球气候变暖的影响,北冰洋冰层覆盖面积在加速缩减,极有可能在 2050 年出现夏季无冰状态<sup>[1]</sup>。北极夏季无冰现象的出现在对北极及全球生态环境造成影响的同时也具有一定的社会经济意义:一方面,北冰洋冰层的大量消融,北极航道的冰层厚度及范围急剧缩减,增大其成为连接东北亚、西北欧与北美的便捷“黄金海道”的可能;另一方面,冰层消融降低了北极地区富集的大量油气、矿物等自然资源的开采难度,同时也能保障北极地区自然资源通过北极航道便利输出。

“冰上丝绸之路”航线的开发利用以北极航线的战略部署为基础,却不限于战略部署阶段,而是直接展开实践。然而,“冰上丝绸之路”航线的开发利用是一项系统工程,需要从系统建设的角度对其进行全面部署和安排,以避免盲目的实践堆砌。

## 1 系统总体设计

系统科学认为,系统是由若干要素及要素与要素之间的关系组成的,而组成系统的要素本身也同样是一

收稿日期:2018-10-28

资助项目:国家重点研发计划资助项目——基于卫星组网的海洋战略通道与战略支点环境安全保障决策支持系统研发与应用(2017YFC1405600)

作者简介:李振福(1969-),男,教授,博士,主要从事交通运输规划与管理及北极航线方面研究。E-mail: lizhenfu863@163.com

(李 燕 编辑)

个系统,因此系统具有由次子系统到子系统再到系统的层次结构特征。

“冰上丝绸之路”航线开发利用系统是由“冰上丝绸之路”航线开发利用所涉及的要素及要素间相互作用关系所组成的综合体,其主体为政府部门及相关行业企业。政府部门的统筹规划、指导监督及相关企业的协调配合、战略实施共同形成了系统建设的过程,并实现系统要素的有机组合。

### 1.1 系统目标设计

本系统的目标是通过“冰上丝绸之路”航线开发利用系统的建设,实现“冰上丝绸之路”航线航运产业链的上中下游的信息共享,协调并带动破冰船建造、冰区航行培训、极地航行船舶保险等航运相关行业发展,降低北极航运成本,促进我国航运业整体进一步发展。

### 1.2 系统总体架构设计

“冰上丝绸之路”航线开发利用系统涉及多方面的内容,其建设需遵循子系统与系统间的层次递进关系。冰上丝绸之路航线开发利用系统主要包括 4 个子系统,其框架如图 1 所示。

“冰上丝绸之路”航线开发利用系统是一个整体,各子系统功能不同,但关系密切,既有独立的工作,又要进行无边界的融合:以航运为中心的应用子系统不仅是我国北极战略得以实施的基础,也是“冰上丝绸之路”航线开发利用系统得以运行的基础,其他子系统都为其提供支撑辅助;以战略管理为中心的开发子系统是“冰上丝绸之路”航线开发利用系统的指挥部,起着布置全局的作用,上到政府部门的战略制定,下到行业企业的战略实施,都由其统筹规划;以专家为中心的咨询子系统是决策者能够进行科学的系统决策的重要支撑,在“冰上丝绸之路”航线开发利用系统中,决策体现在以战略管理为中心的开发子系统、以航运为中心的应用子系统中,咨询子系统使领导者的决策不与实际状况脱节,系统决策质量得以保证;以协调为中心的发展子系统是“冰上丝绸之路”航线开发利用系统有序发展的有力保障,协调存在于“冰上丝绸之路”航线开发利用的全过程中,不仅作用于构成子系统的不同元素上,还作用于子系统间的联系上;不只发生在同一层次上,还发生在层次与层次之间。

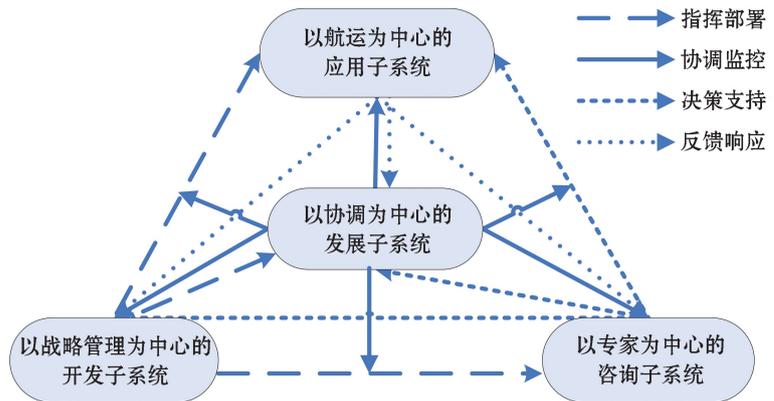


图 1 “冰上丝绸之路”航线开发利用系统框架  
Fig.1 The framework of the system for developing and utilizing the sea routes of “Ice Silk Road”

#### 1.2.1 以航运为中心的应用子系统

无论是开发“冰上丝绸之路”航线作为我国新的海上能源通道,还是利用“冰上丝绸之路”航线降低我国海上运输成本、刺激贸易需求,都离不开航运业的支撑。随着我国对外贸易的发展,普通商业通航已经形成了较完备的航运产业链<sup>[2]</sup>,从产业链本身来讲,贸易商与航运公司、航运公司与码头运营商(港口)之间能够较好地进行信息共享,协调合作,并提高效率;就航运企业自身而言,在软件和硬件上都能够支持普通商业运输。然而,为了实现对“冰上丝绸之路”航线的有效利用及对北极地区的进一步探索,保障北极海上航行安全,需要在已有基础上考虑北极航行风险评估、建造北极适航船舶、高素质船员培训、海洋预报、冰情监控、冰区航行技术等一系列要素以及要素之间的关系。基于在安全航行前提下实现北极航线商业利用的目的,构建了以航运为中心的应用子系统,系统框架如图 2 所示。

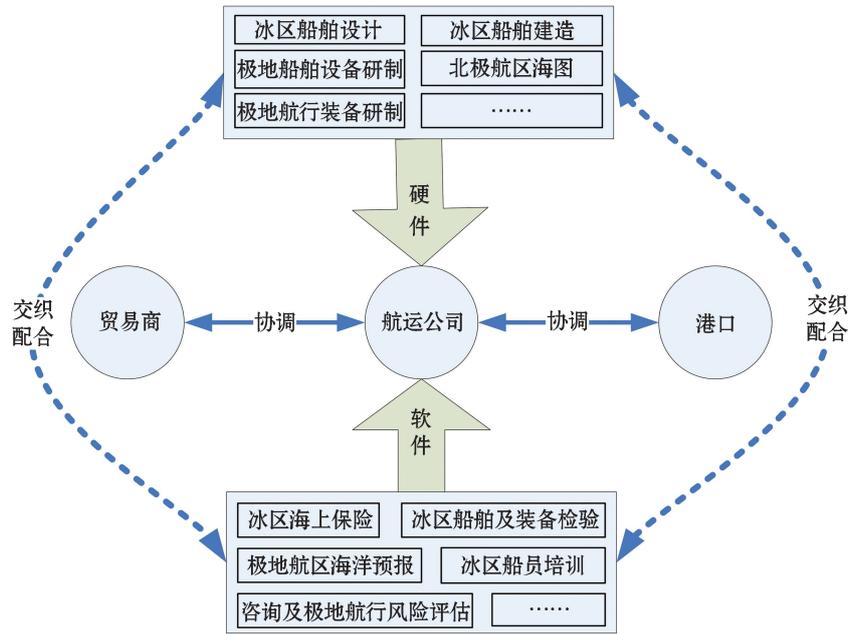


图2 以航运为中心的应用子系统框架图

Fig.2 The framework of the application subsystem centered by shipping

1.2.2 以战略管理为中心的开发子系统

对于“冰上丝绸之路”航线的开发利用系统,战略管理是在分析系统的内外部环境并明确系统目标后,对航线的开发利用进行统筹规划,进而将“冰上丝绸之路”航线的开发利用从战略层的宏观目标向战术层的行动方向再到执行层的操作实务层层推进。以战略管理为中心的开发子系统的框架如图3所示。

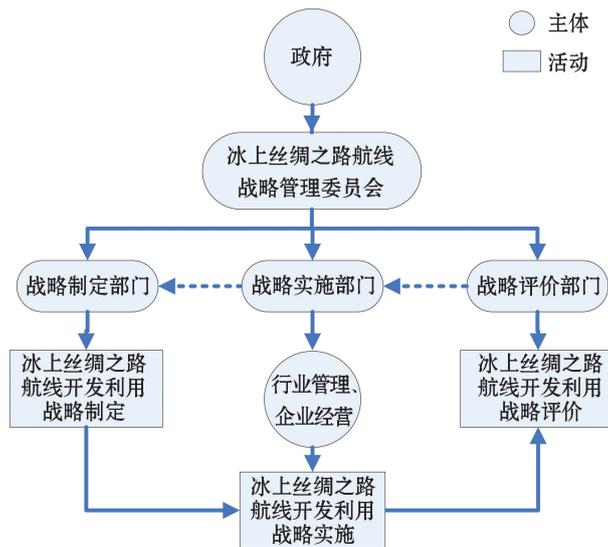


图3 以战略管理为中心的开发子系统框架图

Fig.3 The framework of the exploitation subsystem centered by strategic management

1.2.3 以专家为中心的咨询子系统

专家咨询系统通常是指由不同类别、领域的专家群体组成的,能够辅助政府或企业决策者做出科学决策的智能系统<sup>[3]</sup>,其中专家是整个系统的核心。

“冰上丝绸之路”航线的开发利用具有地缘政治复杂、利益攸关主体众多、突发事件发频率高、航线通航环境危险等特点,不仅需要政府在战略制定上、政策实施上、组织协调上做出尽可能科学的决策,也需要企业在实际操作过程中做出尽可能正确的决策。因此,应建立完善的以专家为中心的咨询系统以保障政府及企业的决策质量。基于上述分析,构建的以专家为中心的咨询子系统的框架如图 4 所示。

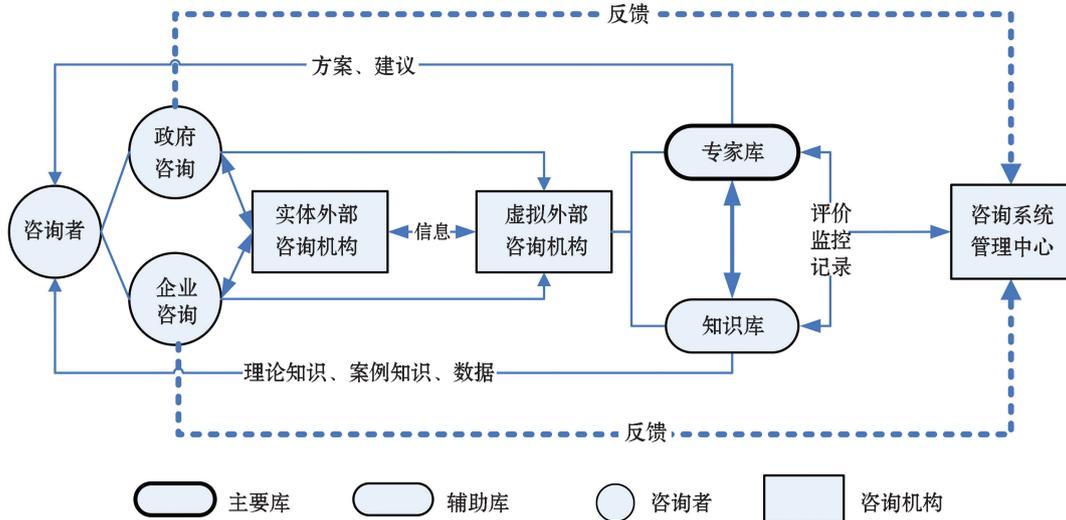


图 4 以专家为中心的咨询子系统框架图

Fig.4 The framework of the consultation subsystem centered by experts

要保证咨询服务的有效性除了建立完善的专家咨询系统外,对决策端的监督也很重要,然而专家咨询系统难以监督决策者是否进行了科学决策。因此,需要有相应的法律法规保证,如哪种决策可以由决策者自主完成,哪种决策应当寻求外部咨询。以专家为中心的咨询子系统不包括政府或大型企业内设的咨询机构,但并不妨碍内设咨询机构与外部咨询机构的相互合作,共同保证北极航线开发利用过程中决策的科学化。

1.2.4 以协调为中心的发展子系统

协调是发展的内在要求。协调不仅能够保证组织内各部门的步调一致,相互配合,也减少了上层政策指令向下传递过程中的失真程度,使大家朝着共同的方向努力,促进组织整体功能的有效发挥。以协调为中心的发展子系统的系统框架如图 5 所示。

信息共享中心和资源利益分配中心的作用对象为冰上丝绸之路航线开发利用系统建设的全部参与者,即政府相关部门、行业、企业、专家等;监控评估中心的作用对象为各参与者的工作过程与工作成果。三个中心,三管齐下,纵横协调,保证“冰上丝绸之路”航线开发的平稳有序发展。

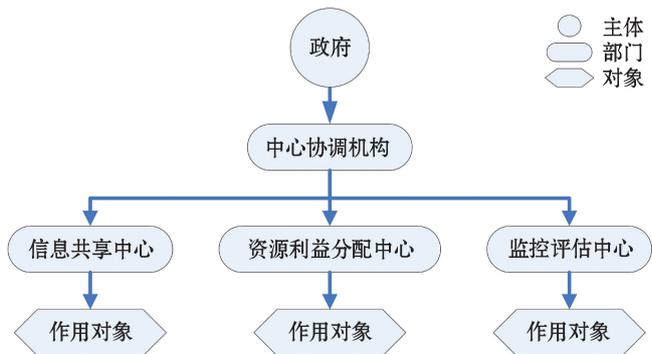


图 5 以协调为中心的发展子系统框架图

Fig.5 The framework of the development subsystem centered by coordination

2 系统的组织结构

“冰上丝绸之路”航线开发利用系统建设是一项庞大的系统工程,涉及的项目具有技术性和战略性强的特点,应设立专门的组织机构负责系统建设;此外,应在相关部门的引导下抓紧建设系统运行所需的软硬件基础设施;同时,应筹备相应的保障措施保证一切建设活动的连贯有序进行。

### 2.1 设立事务处理机构

“冰上丝绸之路”航线事务处理机构属于政府机构,由交通运输部指导,下设“冰上丝绸之路”航线开发管理战略委员会以及“冰上丝绸之路”航线开发利用中心协调机构,分别负责“冰上丝绸之路”航线开发利用的指挥部署及协调监督。机构框架如图 6 所示。

该机构应在协调各部门的同时,理顺政府与行业、企业的关系,从而调动各方力量为我国冰上丝绸之路航线开发利用系统建设服务。

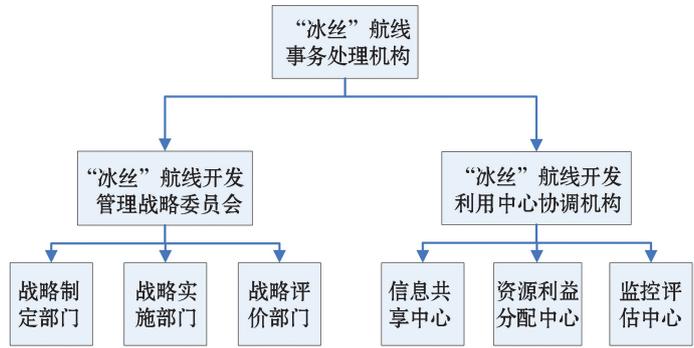


图 6 “冰上丝绸之路”航线事务处理机构组织框架  
Fig.6 The framework of the organization of transaction processing agencies for the sea routes of “Ice Silk Road”

### 2.2 专家指导委员会的建设

专家指导委员会属于政府认证的组织。在以专家为中心的咨询子系统中,专家起到辅助决策者进行科学决策的作用。然而,对于何种问题应分配何种级别的专家进行解答、是否需要配备专家组进行解答、专家在提供咨询服务时应遵循怎样的流程等问题,在“冰上丝绸之路”航线开发利用系统建设时应当仔细考虑。专家指导委员会建设的目的是对整个专家群体提供咨询服务流程进行规范,实体外部咨询系统和虚拟外部咨询系统均受其管制,首先专家指导委员会应对专家的资质进行审核,在此基础上配置结构合理的专家组按照事先规定的流程为政府及企业提供咨询服务,并依据专家绩效监控专家的质量。

## 3 系统功能

### 3.1 航运保障功能

在以航运为中心的应用子系统中,影响班轮运输航线规划的重要因素是货源,我国要实现北极海域通航常态化也需建立在货源充足且能够获取一定经济利益的基础上,因此,应用子系统将贸易商作为起始环节。航运公司是承担北极海域运输服务的主体,是应用子系统的核心部分。船舶在“冰上丝绸之路”航线航行面临着大量风险,如冰区吃水不足会削弱船舶的操作性能,船舶结冰会对船舶安全造成威胁,能见度低可能引发船舶碰撞,高纬度地区会对电罗经等导航设备的准确性产生影响,严寒气候会使船员冻伤甚至引发船员的消极情绪,对北极气象、水文、航线环境等数据的极度缺乏可能会带来航行危险等。这些都是航运公司在进行一个完整的运输服务过程中应该考虑并解决的问题。

海上运输保险在国际海上货物运输中具有举足轻重的地位,相对于一般海上运输而言,北极航行在船舶、货物、人员、环境方面有着更大的风险,为了保障“冰上丝绸之路”航线开发利用长久发展,政府相关部门亟需建立独立、完善的冰区海上保险体系,以便保险机构能够按规定开展冰区船舶保险业务(图 7)。

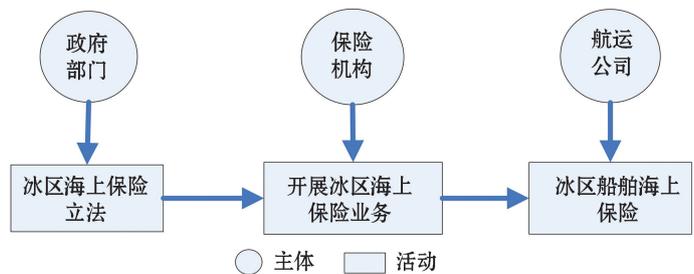


图 7 冰区船舶海上保险  
Fig.7 Marine insurance for ships in ice area

造船厂及船用设备制造厂应该在航运公司对北极航行进行航次风险评估的基础上,进行相应的设计、建造或改造冰区船舶、研制高纬度冰区适用的助导航设备,并满足检验机构对冰区船舶及设备的检验标准。另外,北极航行的航次风险评估主要包括对船舶、船员设备、御寒装备、航行资料、航线环境的评估等(图 8)。

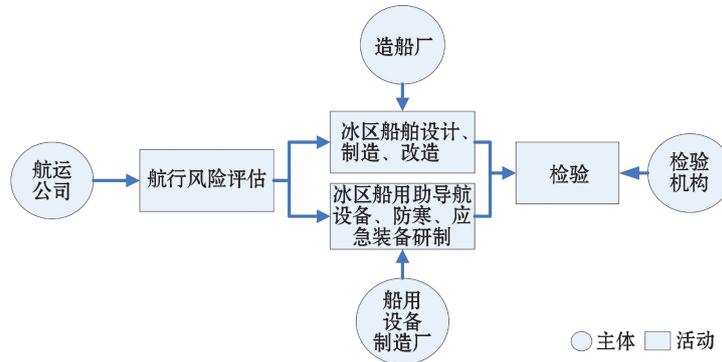


图 8 冰区船舶及设备制造

Fig.8 Manufacture of ship and equipment in ice area

由航运公司安排船员参加特定培训机构组织的培训,培训的内容应分为实践培训和理论培训<sup>[4]</sup>,并根据航行风险评估的结果不断调整。理论培训应包括心理素质培训、《极地规则》培训<sup>[5]</sup>及北极国家的航行规则培训(图 9)。

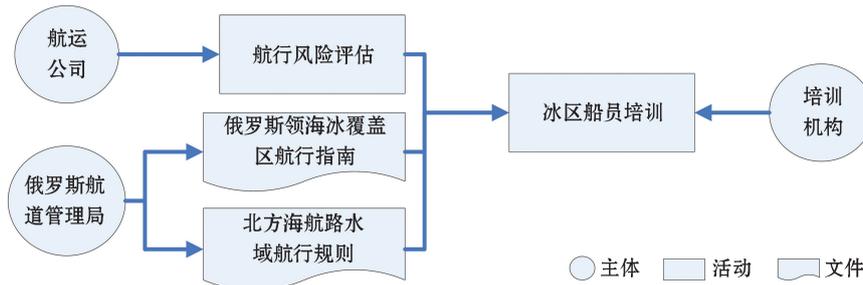


图 9 冰区船员培训

Fig.9 Training of crewmen in the ice zone

在航行准备阶段,航运公司内的相关部门应根据航行时间段内航区的风、浪、流、冰等气象、水文、冰情方面的信息,进行航线设计并制定应急预案,这些信息应由自然资源部相关部门发布(图 10)。

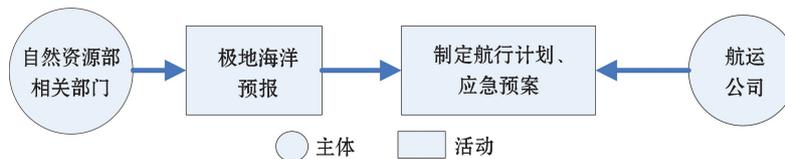


图 10 制定极地航行计划与应急预案

Fig.10 Making navigation plan and emergency plan in the polar region

在提供运输服务过程中,鉴于海上船舶难以接收到所航海域的气象与冰情信息<sup>[6]</sup>,自然资源部相关部门应设立特定部门,负责为“冰上丝绸之路”航线航行中的商船提供所需气象及冰情预报;此外,对于以北方海航道为基础的“冰上丝绸之路”航线而言,依据“雪龙号”的航行经验,俄罗斯版北极地区海图也是非常必要的,如图 11 所示。另外,硬件支持和软件辅助需相互交织配合,共同服务于船舶运输(图 12)。

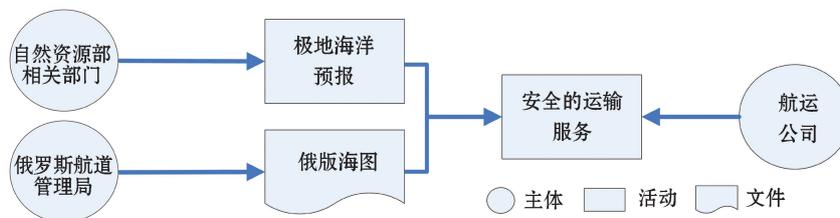


图 11 极地海洋预报与精确海图保障船舶安全运输

Fig.11 Polar ocean prediction and accurate chart to guarantee the shipping and navigating safety

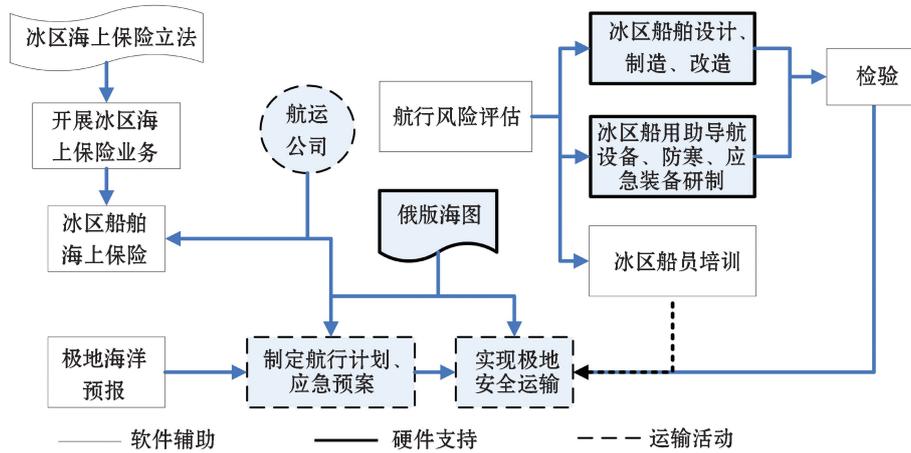


图 12 软件辅助与硬件支持交织配合图

Fig.12 Collaboration frame of software assistance and hardware support

### 3.2 协调功能

在以航运为中心的应用子系统中,需要不同企业间的协调与配合,保障信息在不同企业间流动共享,使航运公司的需求与其他企业或部门的供给相匹配。

港口是海上运输的起讫点,是“冰上丝绸之路”航线开发利用的重要环节。对于航线延长线上的港口(多为非北极国家港口)应提高港口服务效率,如建设数字智能化港口,完善综合运输体系,抓住中俄共同打造“冰上丝绸之路”带来的机遇。对于处于“冰上丝绸之路”航线内航段的港口(多为俄罗斯港口),应加快港口基础设施建设进程,扩大港口的服务范围,如针对冰区船舶的修理、补给、引航、搜救等,以完善船舶保障体系,满足商船安全航行需求。

### 3.3 战略功能

“冰上丝绸之路”航线的开发利用涉及到我国的国家战略,战略管理应由政府管控。以战略管理为中心的开发子系统将政府部门作为起点环节,政府下设“冰上丝绸之路”航线开发管理战略委员会,对战略的制定、实施、以及实施结果的评价全权负责。“冰上丝绸之路”航线开发管理战略委员会的成员构成应具备多元化的特点,以政府官员为主,行业专家、企业技术人员等其他社会组织成员为辅,以保证从“冰上丝绸之路”航线开发战略的制定到贯彻实施的全面性、系统性、合理性和可行性。

战略制定部门的职能是根据我国“冰上丝绸之路”航线开发的目标,进行环境分析,并咨询专家建议,在此基础上制定我国“冰上丝绸之路”航线开发战略。战略制定部门需要咨询专家的全程参与以保证决策尽可能科学。其功能如图 13 所示。

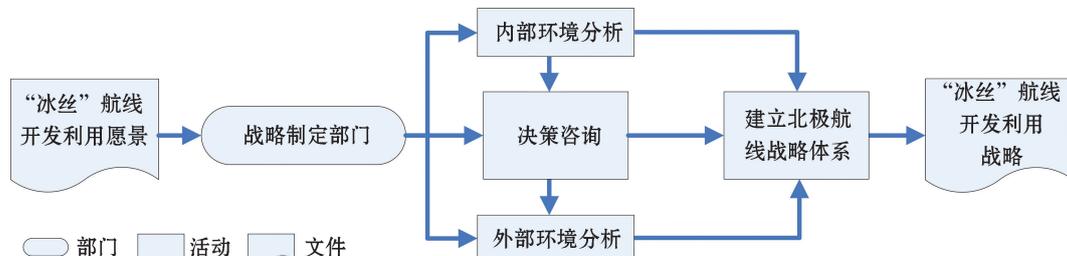


图 13 “冰上丝绸之路”航线开发利用战略制定部门功能

Fig.13 The functions of the strategic formulation department for developing and utilizing the sea routes of “Ice Silk Road”

### 3.4 实施功能

战略实施部门的职能是将战略制定部门颁布的战略贯彻到实践中去。“冰上丝绸之路”航线开发利用实务需要靠行业与企业去实践,涉及的行业有交通运输业、金融业、造船业、高科技产业等,各行业中实力强劲或各项标准符合的企业都可能参与到“冰上丝绸之路”航线的开发利用之中,涉及行业、企业的广泛性会导致管理的复杂性。此外,在战略实施过程中,寻求外部支持与合作也有一定的必要性,因此,战略实施部门在组织管理内部活动的同时,应积极与俄罗斯及其他北极国家或与我国“冰上丝绸之路”航线利益诉求相近的非北极国家或国际组织进行航线开发的相关合作。战略实施部门功能如图 14 所示。

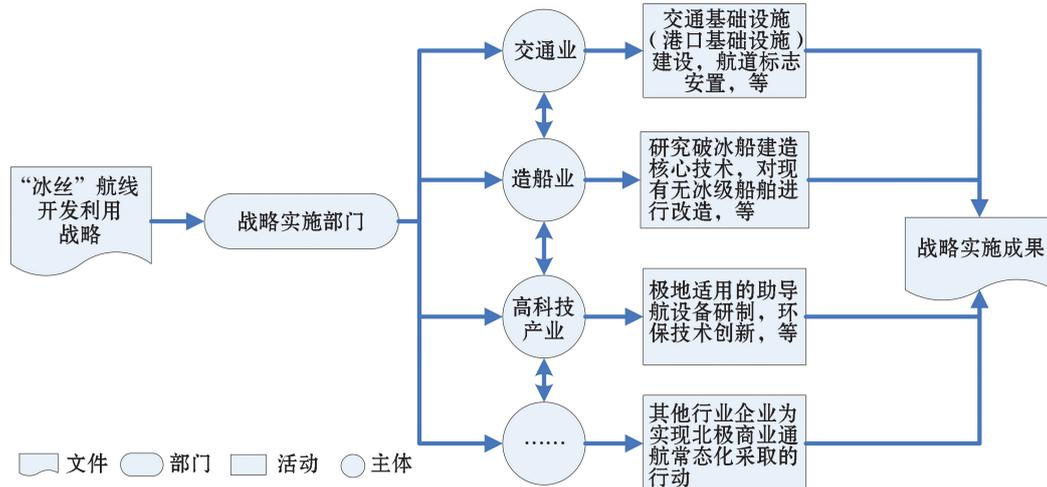


图 14 北极航线开发利用战略实施部门功能

Fig.14 The functions of the strategic implementation department for developing and utilizing the sea routes in the Arctic

### 3.4 评价功能

战略评价部门的职能是对战略实施结果进行评价,发现战略实施成果与战略目标的差距,并找出影响实施成果的因素,以促使战略实施活动的改进。战略评价部门应运用科学的方法建立实施成果评价体系。评价体系中的指标可包括培养“冰上丝绸之路”航线开发人才数量、冰区船用设备发展水平、利用“冰上丝绸之路”航线的商船艘数等。在建立评价体系的基础上,根据战略实施部门的成果,找出影响战略实施的主要因素,并反馈给战略实施部门,其功能如图 15 所示。

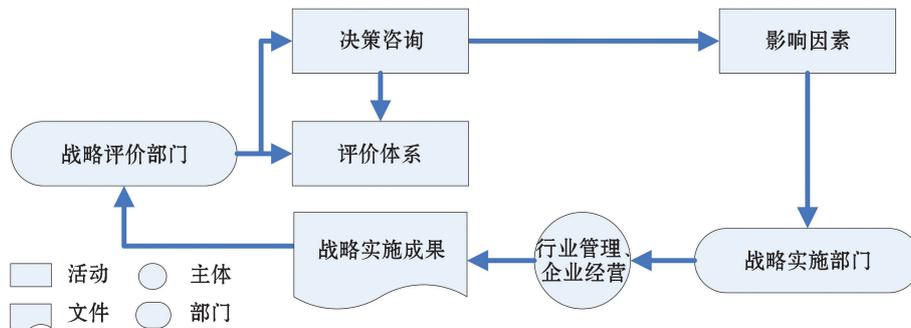


图 15 冰上丝绸之路航线战略评价部门功能

The functions of the strategic evaluation department for the sea routes of “Ice Silk Road”

## 4 系统关键技术

### 4.1 基于 AIS 的船舶动态领域模型

通过运用 AIS 的船舶动态领域模型,可以对搜集到的 AIS 数据进行深入挖掘,分析交通流特征参数,综合考查北极航道情况、会遇类型、船型、船舶大小、航速、能见度等因素,并可以分类标绘出研究区域内目标船相对于本船的方位和距离。

### 4.2 基于 AIS 数据挖掘的区域船舶到达模型

运用 AIS 数据挖掘的区域船舶到达模型,可以依据 AIS 信息数据库和数据仓库,构建基于 AIS 信息的海上交通流联机分析处理系统(Online Analytical Proecessing, OLAP),得到船舶到达规律的数字特征。在海量的船舶 AIS 数据的基础上,根据数据挖掘技术和数理统计原理,构建区域船舶到达数学模型,并进行实际 AIS 数据验证。

### 4.3 灰色神经网络预测预警模型

通过运用灰色神经网络预测预警模型,将该系统评价目标的综合评价指标值作为神经网络的输出,最终由模型输出的结果可以给战略管理为中心的开发子系统的辅助决策以支持,根据警兆的警度预报警情的轻重,分为无警、轻警、中警、重警和巨警。对于不同的警源指标,其警度的值域不同。

### 4.4 复杂网络方法

复杂网络研究涉及图论、统计物理学、计算机科学、社会学、经济学、生物科学、生态学、交通运输学等诸多领域。复杂网络理论研究内容可以大致划分为拓扑统计特征、演化机制、动力学过程三个密切相关的方面。其中,实证研究社会经济系统中各种真实网络的静态拓扑统计特征(如度及其分布、介数、聚类系数、平均路径长度等)是复杂网络理论的首要研究内容,可以为深入研究网络的演化机制和动力学行为提供基础。本系统根据海运系统的特点,以成本作为重要因素,通过采集到的数据构建出世界海运复杂网络的演化模型,并设计了恰当的课题研究思路:刻画和描述世界海运复杂网络结构特征→研究世界海运复杂网络演化规律→分析世界海运复杂网络驱动动力→仿真分析世界海运复杂网络演化特征。

### 4.5 产业决策知识库的构建

构建产业决策相关知识转化的知识库。针对海运国际贸易、港口业发展及全球海运网络三方面决策问题求解的需要,采用某种(或若干)知识表示方式在计算机存储器中存储、组织、管理和使用的互相联系的知识片集合。这些知识片包括与海运国际贸易、港口业发展及全球海运网络领域相关的理论知识、事实数据;由专家经验得到的启发式知识,如海运国际贸易领域内有关的定义、理论和运算法则以及常识性知识等。

## 5 结 语

本研究构建的“冰上丝绸之路”航线开发利用系统中,以战略管理为中心的开发子系统统筹规划全局;以航运为中心的应用子系统践行北极商业航行;以专家为中心的咨询子系统辅助科学决策;以协调为中心的发展子系统保障协调发展。“冰上丝绸之路”航线开发利用系统的建设是在“一带一路”倡议下的我国北极战略的延伸,在从系统角度将我国北极开发从战略规划部署阶段推进到战略行动实施阶段的同时,实现其与“一带一路”的有效对接。

我国建设“冰上丝绸之路”航线开发利用系统面临诸多的挑战,相应的系统建设措施必不可少。设置合理的组织机构负责管理与协调“冰上丝绸之路”航线开发利用系统的建设,同时筹备相应的资金支持措施、法律法规保障措施和外交保障措施、大数据保障措施和海事保障措施,推进我国“冰上丝绸之路”航线开发利用系统建设的顺利进行。

### 参考文献 (References):

- [1] HASSOL S J. Impacts of a warming Arctic[M/OL]. New York: Cambridge University Press, 2004[2016-05-31]. <http://www.amap.no/documents/doc/impacts-of-a-warming-arctic-highlights/792>.
- [2] JIN J C, ZHEN H. Connotation and basic framework of shipping industry chin[J]. Navigation of China, 2013, 36(3): 126-129. 金嘉晨, 真虹. 航运产业链的内涵和基本构成[J]. 中国航海, 2013, 36(3): 126-129.
- [3] LUO S P, DONG Z C. Leading decision-making expert consulting system[J]. Chinese Talents, 2003(12): 12-14. 罗双平, 董志超. 领导决策专家咨询系统[J]. 中国人才, 2003(12): 12-14.
- [4] CAO Y X, YIN J C, WU W B. Arctic navigation specialized training and analysis[J]. Maritime Education Research, 2015, 32(1): 41-44.
- [5] BAI C J, LI Y, ZHAO J, et al. Polar region ship operator staffing and training under the mandatory implementation of the polar rules[J]. Marine Technology, 2015(5): 62-66. 白春江, 李颖, 赵健, 等. “极地规则”强制实施下的极区船舶操作人员配备及培训[J]. 航海技术, 2015(5): 62-66.
- [6] ZHANG X, ZHAO Q A. Review and prospect of the northeast passage of the first voyage of China's merchant shipping[J]. Navigation of China, 2015, 38(1): 102-107.

## Research on Construction of the System for Developing and Utilizing the Sea Routes of “Ice Silk Road”

LI Zhen-fu<sup>1</sup>, LI Wan-ying<sup>2</sup>, CAI Mei-jiang<sup>3</sup>

(1. College of Shipping Economics and Management, Dalian Maritime University, Dalian 116026, China;

2. College of Economics and Management, School of Economic and Management,

Jilin Institute of Chemical Technology, Jilin 132000, China;

3. COSCO SHIPPING Specialized Carriers Co., Ltd., Guangzhou 510627, China)

**Abstract:** The opening of the potential new sea route caused by the shrinking of the Arctic ice can bring huge influence to China's shipping industry and global seaborne trade. China's positive response to Russia's cooperative invitation of constructing the “Ice Silk Road” together is meant to dock the Arctic development cooperation with the “One belt, One Road” initiative effectively. The key point of the construction is the development and utilization of the “Ice Silk Road” maritime transport corridor. In order to facilitate the process of developing and utilizing the sea routes of “Ice Silk Road” in China, a system for developing and utilizing the sea routes of “Ice Silk Road” is constructed. This system consists of four subsystems: the application subsystem centered by shipping, the exploitation subsystem centered by strategic management, the consultation subsystem centered by experts and the development subsystem centered by coordination. On the basis of constructing the framework of each subsystem, the structures, functions and key technologies are put forward for the system of developing and utilizing the sea routes of “Ice Silk Road”.

**Key words:** Ice Silk Road; development of sea routes; system ideas; system construction; China

**Received:** October 28, 2018