

国家海洋信息通信网建设与规划研究

周雪¹, 郭艺峰¹, 韩泽欣¹, 李丹², 华彦宁¹

1. 国家海洋信息中心, 天津 300171

2. 国家海洋技术中心, 天津 300112

摘要 国家海洋局现有国家海洋行政管理专网、国家海洋局行政管理专网、国家海洋非实时业务专网和国家海洋实时业务专网4套专网, 4套专网独立运行且对不同的海洋业务提供支持。国家海洋局启动信息化整合工作, 网络整合作为信息化整合的基础性工程率先启动。整合后的海洋信息通信网为后续离岸网络和涉海部委网络的统一接入、数据资源和业务系统整合奠定基础。介绍了现有各海洋业务专网情况、整合后的海洋信息通信网的情况; 结合海洋数据多渠道获取的特点, 分析了现有网络离岸数据获取方面的不足; 针对海洋离岸数据的获取需要, 结合现有海洋无线网络接入模式, 提出了海洋无线网络整体建设规划思路。

关键词 海洋业务专网; 信息化整合; 离岸数据; 无线网络; 网络规划

国家海洋局现有国家海洋行政管理专网、国家海洋局行政管理专网、国家海洋非实时业务专网和国家海洋实时业务专网4套专网, 各套专网独立建设、节点单位网络交叉并存、难以进行统一管理。2017年, 国家海洋局在全国海洋工作会议中明确提出“以信息系统整合为牵引改革海洋信息化工作体制机制, 形成统一高效的海洋信息化业务体系”的建设思路^[1]。对现有专网进行整合, 打造海洋信息通信“一张网”, 从根本上解决国家海洋局多网并存、重复建设的问题, 极大地减少网络资源的浪费。并且在“一张网”的基础上加强海洋信息资源管理, 实现海洋信息共享, 为海洋综合管理提供先决条件。

由于现有各套专网核心节点、分布范围、运行业务等各不相同, 整合现有网络资源, 实现国家海洋“一张

网”是海洋信息化整合的基础。本文在分析现有专网特点的基础上, 结合海洋业务需求, 提出海洋信息通信网建设方案, 实现海洋业务节点全覆盖、链路无重复的建设目标, 并结合无线通信技术发展对后续海洋无线网络接入建设进行规划。

1 国家海洋业务专网整合基础

国家海洋局业务专网目前并行存在4套业务专网。1) 运行国家海域动态管理系统的国家海洋行政管理专网。该专网分布在沿海省、市、县的国家海域管理部门, 用于国家海洋管理部门申报海域使用申请等业务。2) 运行国家海洋局行政财务系统的国家海洋局行政管理专网。该专网分布在国家海洋局预算单位, 用

收稿日期: 2018-06-22; 修回日期: 2018-07-02

作者简介: 周雪, 工程师, 研究方向为海洋信息技术, 电子邮箱: zhouxue@nmdis.org.cn; 华彦宁(通信作者), 高级工程师, 研究方向为海洋信息技术, 电子邮箱: yanninghua@hotmail.com

引用格式: 周雪, 郭艺峰, 韩泽欣, 等. 国家海洋信息通信网建设与规划研究[J]. 科技导报, 2018, 36(14): 63-74; doi: 10.3981/j.issn.1000-7857.2018.14.009

于各预算单位申报项目预算等业务。3) 传输国家海洋非实时数据的国家海洋非实时业务专网。该专网分布在海洋局下属单位、沿海省厅和涉海科研单位,用于非实时数据共享等业务。4) 传输国家海洋实时数据的国家海洋实时业务专网。该专网分布在海洋观、监测单位,用于海洋观、监测数据的实时共享。

各专网在核心节点、建设单位、网络层级、覆盖范围均各有不同。分析各套专网的结构特点和建设标

准,可为后续专网整合工作提供指导。

1.1 国家海洋行政管理专网

国家海洋行政管理专网主要用于国家海域使用管理,覆盖部分海洋业务单位和沿海省、市、县海域使用管理机构,是典型的星型四级网络架构。

网络层次从上到下依次为国家级海洋管理节点、省级海洋管理节点、市级海洋管理节点和县级海洋管理节点(图1)。

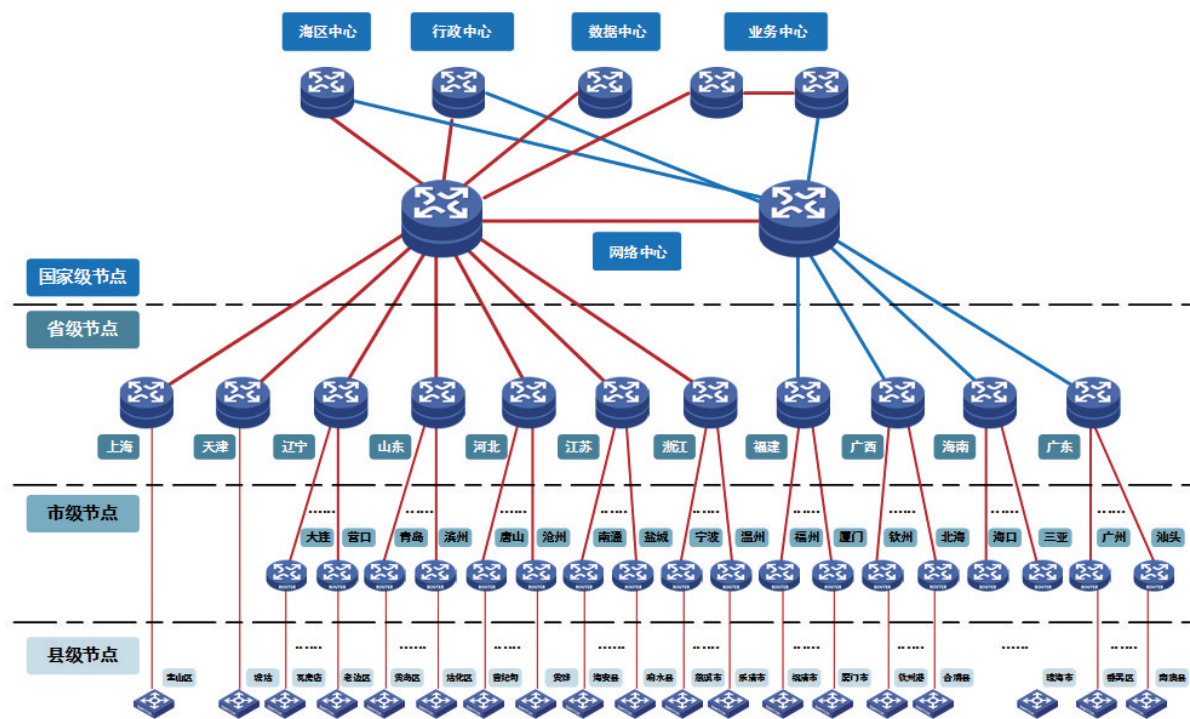


图1 国家海洋行政管理专网拓扑

Fig. 1 Topology map of the national oceanic administration network

一级网络节点为国家海洋行政管理网络中心;二级节点分为国家级海洋行政管理业务中心、数据中心、海洋区域管理核心(分局)以及省级海洋管理核心节点(省海洋渔业厅/海洋局);三级节点为省/直辖市下属市级节点;四级节点为三级市级节点下属的县级节点。

因此,国家海洋行政管理专网网络的总体情况可概括为3个方面:网络规模大,涉及节点数量多;网络整体规划和建设标准统一,包括路由协议、设备命名、端口描述、简单网络管理协议(simple network management protocol, SNMP)、网络时间协议(network time protocol, NTP)等功能配置规范;网络互联网协议(internet protocol, IP)地址规划统一规范,每个节点都有属于自

己的网络编码。

1.2 国家海洋局行政管理专网

国家海洋局行政管理专网主要用于国家海洋局内部行政管理,为星型三级网络架构。网络层次从上到下依次为核心节点、二级节点和三级节点。核心节点包括行政中心和网络中心,行政中心负责大部分的二级节点的接入,网络中心分载少部分二级节点的接入。二级节点主要为国家海洋局财务二级结算单位。三级节点为财务三级结算单位(图2)。

因此,国家海洋局行政管理专网的总体情况可概括为4个方面:行政财务网络规模较小,仅覆盖局属二级、三级结算单位;网络整体规划和建设标准统一,包

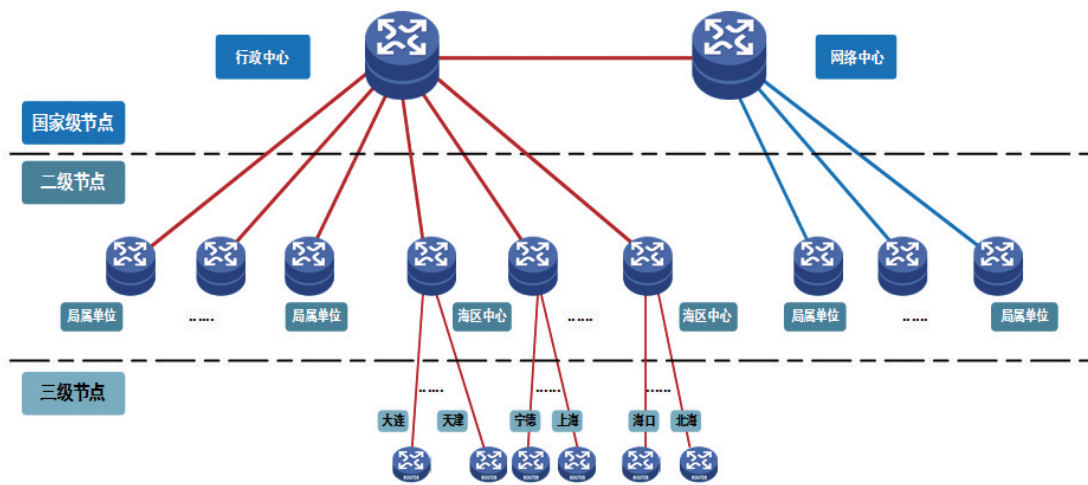


图2 国家海洋局行政管理专网拓扑

Fig. 2 Topology map of the state oceanic administration network

括路由协议、设备命名、端口描述、SNMP协议、NTP协议等功能配置规范;网络IP地址规划统一规范,每个节点都有属于自己的网络编码;行政财务业务详细分为财务、人事、纪检、外事和传真。

1.3 国家海洋非实时业务专网

国家海洋非实时业务专网主要用于海洋非实时业务系统,为星型二级网络架构,网络层次从上到下依次为核心节点和二级节点。核心节点包括行政中心和业务中心,由行政中心负责二级节点的网络接入。二级

节点包括国家海洋业务单位,沿海省、直辖市海洋与渔业厅、局,单列市海洋局和涉海科研单位(图3)。

因此,国家海洋非实时业务专网网络的情况可概括为3个方面:非实时业务专网网络规模较小,覆盖节点包括海洋业务单位,省海洋厅、局,单列市海洋局和少量涉海科研单位;网络整体规划和建设标准统一,包括路由协议、设备命名、端口描述、SNMP协议、NTP协议等功能配置规范;网络IP地址规划统一规范,每个节点都有属于自己的网络编码。

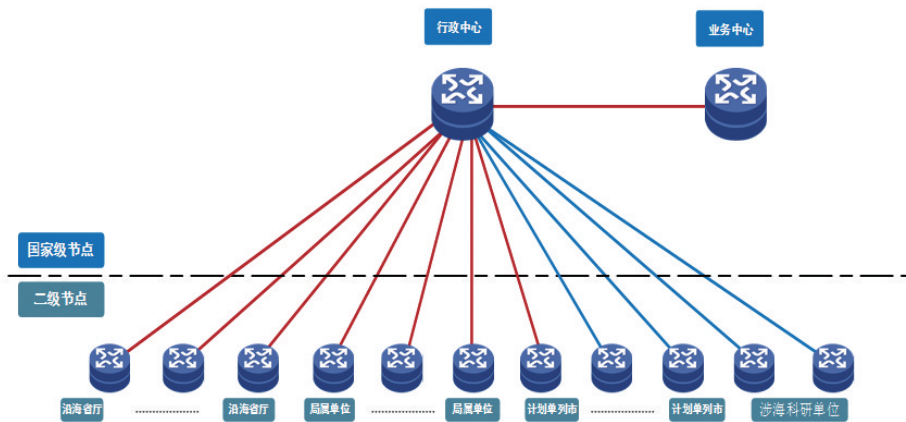


图3 国家海洋非实时业务专网拓扑

Fig. 3 Topology map of the national marine non-real-time service network

1.4 国家海洋实时业务专网

国家海洋实时业务专网服务于海洋实时业务系统,为星型多核心四级网络架构。网络层次从上到下依次为核心节点、区域核心节点、中心站节点和海洋站

节点。核心节点包括业务中心、数据中心、备份中心和保障中心。二级节点为区域核心节点的业务中心和数据中心。三级节点为区域核心节点下属的中心站、海洋站。海洋站就近连接到所属的中心站(图4)。

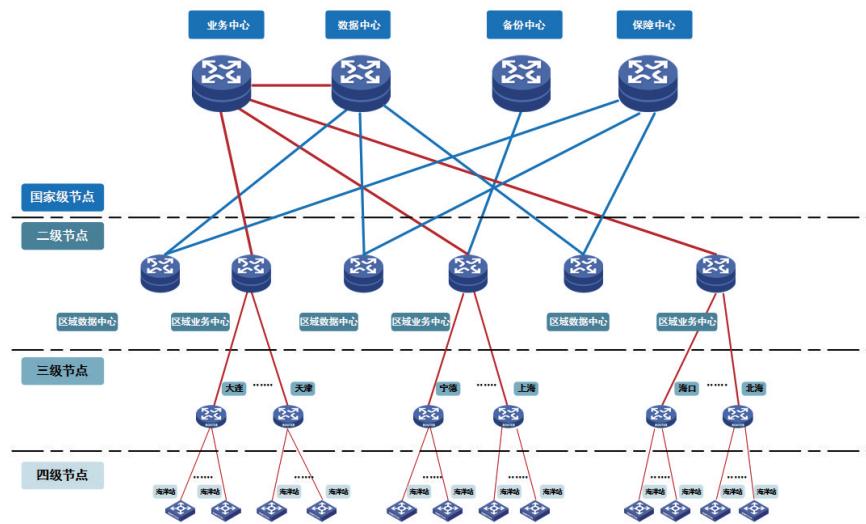


图4 国家海洋实时业务专网拓扑

Fig. 4 Topology map of the national marine real-time service network

因此,国家海洋实时业务专网网络总体情况可概括为5个方面:国家海洋实时业务专网网络规模大、覆盖节点面积广、网络层级多、涉及单位多;网络建设、运营和维护的单位不一致,缺乏统一的网络整体规划和建设标准,各单位信息存在与信息不一致;全网都是静态路由互联,网络适应和扩展能力差,维护困难;IP地址各个单位各自分配,缺乏统一规划和分配,与其他专网的IP地址存在冲突;全网对网络的可靠性、时延、断网时长要求非常严格。

2 国家海洋业务专网需求分析

国家海洋业务专网需要满足各类海洋业务的需求。首先要满足各类数据的获取、数据传输、存储以及为海洋业务单位提供数据来源。其次,在满足业务需求的同时整体规划设计全网,并留有可扩展空间,能够为后续海洋业务的发展提供保障。

2.1 国家海洋业务需求分析

国家海洋各项业务都围绕着“测、传、储、用”4个方面展开,存在观测手段多样、传输节点分散、存储类型复杂和数据用途广泛等4个方面特点。

1) 观测手段多样。

海洋离岸观测网络由卫星/航空遥感、岸基站、雷达站、海洋观测浮标、海上观测平台、海底观测平台、专业船断面调查、志愿船观测和应急机动监测能力组成^[2]。观测数据按照观测平台空间属性划分为天基、空基、岸

基、水面及水下、海床基等立体观测数据。应急机动监测数据由空基、船基、岸基、水面及水下监测数据组成。水面及水下观测数据主要通过各类浮标的布放获取,此类数据通过卫星链路回传至地面接收站^[3]。岸基观测数据主要通过海洋测点获取,海洋测点一般布放在沿海岸线或者海岛上,此类数据通过码分多址(code-division multiple access, CDMA)通信系统回传至海洋站。海洋科考船和航空调查飞机同浮标一样将海洋数据通过卫星链路回传至地面接收站(图5)。

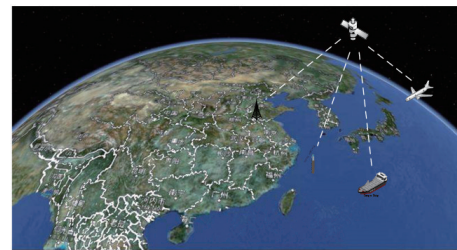


图5 海洋观测手段示意

Fig. 5 Schematic diagram of ocean observation methods

2) 传输节点分散。

数据经不同途径获取后,需要转发至沿海省厅、海洋业务单位、涉海企业和涉海科研单位等单位。海洋数据获取节点、数据传输节点、以及数据应用节点分布范围广泛传输情况各异^[4-5]。

数据获取节点。海洋数据获取节点分为岸基和离岸两种,岸基数据获取节点主要是海洋观测站点,有些站点分布在沿海岸线,有些站点分布在海岛上,由于地

点偏僻,物理链路无法到达,这类海洋站采取无线方式接入地面网络。海洋观测站点除站点自身的数据需要回传之外,还需要把离岸观测手段通过卫星回传的数据一并进行传输。

海洋数据传输节点。海洋数据通过获取节点进行数据回传,需要按照网络层级逐层回传,在保证数据实时回传的同时,还要保证每个数据传输节点都要传输到,且每一个节点只传输一次。

海洋数据应用节点。海洋数据经过海洋各级传输节点到达海洋数据应用单位。要保证海洋数据应用节点能够实时获取全部海洋数据。

3) 存储类型复杂。

目前海洋数据还是基于本地存放和异地备份2种方式,区域核心内的数据采集后在本地存储,并在相关业务中心进行数据备份,数据多地备份提高了数据一致性与准确性的难度。海洋观测数据主要获取手段包括海洋站、雷达站、各类浮标和科考船等^[6-7],各类手段获取的数据又分为观测数据、报文数据还有设备状态信息等。面对如此复杂多样的数据,系统需要建立一个集中的存储平台,统一数据标识,解决数据同步的问题(图6)。

4) 数据用途广泛。

在海洋业务单位存储的各类海洋观测数据,为各类海洋业务提供数据支撑。海洋业务系统目前主要分为海洋应急管理、海域使用管理、海洋预报减灾监测和海洋生态保护4类,每类系统里又分为不同的业务子系统。海洋应急管理系统里面分为基于海洋应急历史数据和突发事件实时数据综合分析的海洋应急事件综合研判系统,可以与突发事件前端实时连线的视频会议系统,还有应急措施决策者可以远程指挥前端工作的指挥系统。其他3个系统同样分为各类不同应用的子系统(图7)。

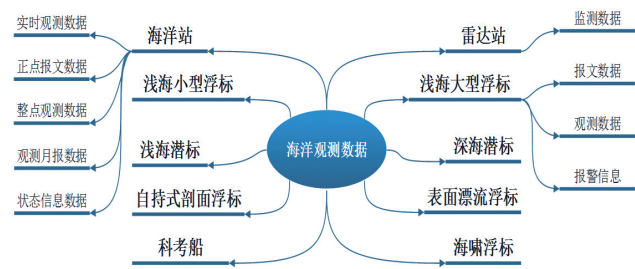


图6 海洋观测数据分类

Fig. 6 Classification of marine observation data

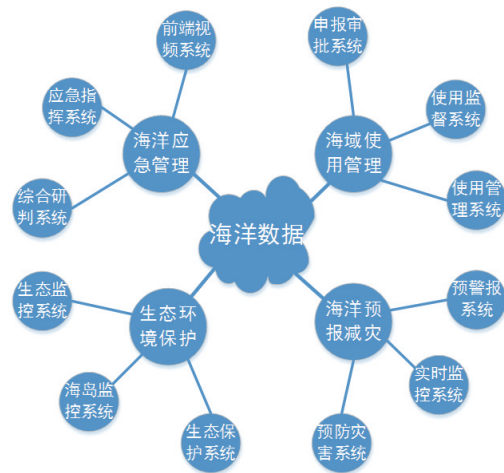


图7 海洋业务系统

Fig. 7 Ocean service system

2.2 现有各海洋业务专网的不足

1) 覆盖范围不全。

现有各专网在覆盖范围上各有不同且存在重叠,但每套专网都没有达到海洋业务节点全覆盖的目标(表1)。国家海洋行政管理专网覆盖部分海洋局业务单位、业务核心和沿海省、市、县海域使用管理机构,但不包括全部海洋业务单位和海洋观测节点单位(中心站、海洋站)。国家海洋局行政管理专网覆盖全部海洋局业务单位、区域核心节点单位和海洋中心站单位,不

表1 各海洋业务专网覆盖范围
Table 1 Coverage of the special network of marine business

专网名称	覆盖范围						
	海洋业务单位	沿海省厅	沿海市县	区域核心	中心站	海洋站	涉海科研单位
国家海洋行政管理专网	◎	●	●	●	○	○	○
国家海洋局行政管理专网	●	○	○	●	●	○	○
国家海洋非实时业务专网	●	●	◎	●	○	○	●
国家海洋实时业务专网	◎	○	○	●	●	●	○

注:●全覆盖 ◎部分覆盖 ○不覆盖

包括沿海省市县单位以及海洋观测末端节点单位(海洋站)。国家海洋非实时专网覆盖全部海洋局业务单位、区域核心节点、计划单列市海洋局以及部分涉海科研单位,但是不包括海洋观测节点单位。国家海洋实时专网覆盖海洋局部分业务单位、区域核心、中心站和海洋站,不包括沿海省市县。此外,以上四套专网除国家海洋非实时业务专网,均不包括涉海科研单位。

2) 各自独立存在。

各海洋业务专网由不同的单位独立进行建设、运营和维护,缺乏统一规划和管理,各业务互通壁垒,无法实现业务资源共享。每套专网独立存在,与其他专网互不相通,海洋非实时数据依托非实时业务专网传输,实时数据依托实时业务专网传输,非实时数据和实时数据不能够存放在同一套系统内,对海洋资源共享造成了一定的难度。同时,每套专网在建设时,都没有从全局的角度进行规划,后期网络扩容十分困难。

3) 层级架构不同。

国家海洋行政管理专网、国家海洋实时业务专网是四层网络架构,国家海洋局行政管理专网是三层网络架构,国家海洋非实时业务专网是二层网络架构。这种情况下,容易出现同一个节点单位在不同的专网中处于不同的层级。如计划单列市海洋局在国家海洋行政管理专网中属于三级节点,在国家海洋非实时业务专网中属于二级节点。

4) 单节点多接入。

从各套专网的覆盖范围可以看出,区域核心节点和海洋业务的核心单位(如行政中心、数据中心、网络中心)在各套专网中同时存在,沿海省厅也在国家行政专网和非实时业务专网中也同时存在。上述节点单位,同时存在多套海洋业务专网,每套独立运行,设备、链路重复,对网络资源造成极大浪费,同时,对于节点单位的网络维护工作也造成了一定的影响。

5) IP地址缺乏统一规划。

各个专网独立规划IP地址,缺乏统一分配,地址存在重复问题,不存在扩展条件。每套专网的IP地址各建设单位自行分配,与其他专网的IP地址存在冲突。业务专网IP地址分配首先按节点单位进行分配,在每套专网中,各节点单位分配到的地址均不相同,节点单位在分配内部地址时,只考虑避免内部IP地址冲突的问题,并没有从全网的角度进行考虑,导致节点单位内部地址与其他专网的节点单位内部地址多有冲突。

综上所述,海洋业务专网建设工作不能以任何一套专网为基础进行扩充,以任何一套专网为基础进行扩容,只能在原专网的基础上增加节点。由于IP地址缺乏统一规划与分配,新接入节点既不能获得加入专网的地址,也不能使用原专网的地址。在使用新加入专网的地址时,节点单位内部业务将受到影响,使用原专网的地址,将会和其他节点单位产生地址冲突。在此状况下,只能搭建一套新的海洋业务专网,满足各类海洋业务的需求。

3 国家海洋信息通信网总体设计

由于原各专网均不满足扩充的条件,设计并建设一套满足海洋业务需求,节点单位全覆盖、统一规划管理的国家海洋业务专网迫在眉睫。建设完成的国家海洋信息通信网将成为海洋局信息化整合工作的基础性工程,为后续无线网络统一接入、数据资源和业务系统整合奠定基础。同时也为实现海洋数据共享提供网络支撑。

3.1 国家海洋信息通信网建设目标

在国家海洋业务核心节点间搭建网络,承担海洋信息通信网骨干网的功能,将原国家海洋行政管理专网、国家海洋局行政管理专网、国家海洋非实时业务专网和实时业务专网与骨干网的对接,建成物理链路唯一、IP地址和路由统一规划、业务专网节点全覆盖、带宽满足业务需求的海洋信息通信网地面专网,为海洋数据提供畅通、稳定、安全的网络支撑。

地面网建设完毕后,将无线网络统一接入地面网部分,形成海洋业务获取、传输、存储和共享全满足的国家海洋信息通信网。

3.2 国家海洋信息通信网地面网的网络设计

3.2.1 国家海洋信息通信网地面网网络结构

新建的国家海洋信息通信网主干网由“1个环型网+4个星型网”构成。在3个海洋分局与国家海洋信息中心搭建虚拟环型网络,原2套海洋行政管理专网(国家海洋行政管理专网、国家海洋局行政管理专网)按照省-市-县的结构形成行政管理体系,原海洋数据实时数据专网按照分局-中心站-台站,形成海洋观测体系。原海洋非实时业务专网中的海洋局业务单位形成业务中心体系。行政管理体系按照地理位置归属接入分局,海洋观测体系并列接入所属分局,海洋局业务单

位统一在国家海洋信息中心接入(图8)。整体上,国家海洋信息通信网就形成了“四区四层”的网络结构,四个分区,即一个业务核心区和三个海区核心区,四个层次,即第一层是核心层,省-市-县与分局-中心站-台站并列接入,形成四层。

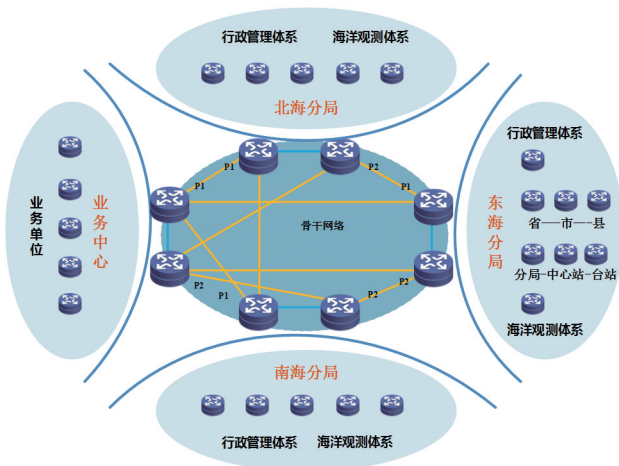


图8 国家海洋信息通信网拓扑图
Fig. 8 Topology map of national marine information network

3.2.2 国家海洋信息通信网分区设计

国家海洋通信网地面网采用“三大区域核心+业务中心”的片区概念,对国家海洋信息通信网络进行规划设计,利于后续网络的分区建设和维护。

“三大海区”即3个国家海洋局海区,分别是国家海洋局三个海区,每个海区辖区内的沿海省、市、县,海区业务中心、中心站、台站。“业务中心”即国家海洋局直属的业务单位,承担了海洋数据的接收、汇总、处理工作,海洋业务系统集中布防在业务中心区域。

3.2.3 国家海洋信息通信网分层设计

国家海洋信息通信网采用四层网络架构(图9),即网络节点分为四个级别。这样的网络结构清晰明确、便于网络分层规划和维护、增强了网络的稳定性,后续节点增加可以根据节点单位的性质规划入网,增强网络的扩展性。

- 1) 核心层。核心层由四个核心节点组成,负责核心节点间的数据交换和转发。
- 2) 汇聚层。汇聚层由核心节点负责辖区内的三级单位网络的接入。汇聚层负责接入层的数据汇集,依据策略对数据、信息等实施控制。
- 3) 接入层。接入层负责三级和四级单位的接入。

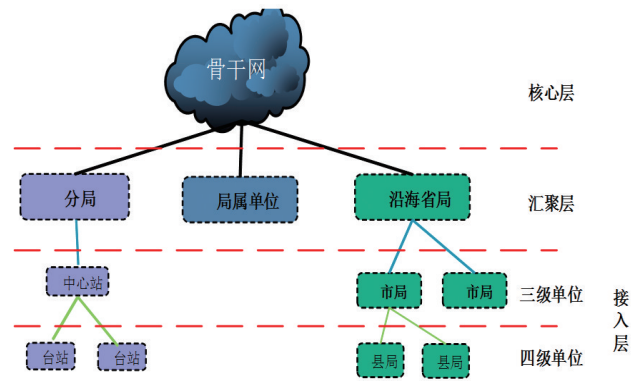


图9 国家海洋信息通信网四层网络结构
Fig. 9 Four-hierarchy network structure of national marine information communication network

三级单位由沿海省辖区内地市节点和区域核心辖区内的中心站构成。四级单位由中心站下属的台站及地市节点下属的县级站点构成。

3.3 国家海洋信息通信网技术路线

结合现有网络前沿技术与现有专网的特点,国家海洋信息通信网采用多协议标记转换(multi Protocol label switching-virtual private network, MPLS-VPN)技术进行规划设计,可以实现在原各专网节点单位保留,原专网地址接入国家海洋信息通信网骨干网,极大地做到在国家海洋信息通信网建设过程中不断网、不影响业务。网络接入后,从节点单位内部逐层修改IP地址,采用国家海洋信息通信网规划新地址。地址修改完毕后,根据业务质量要求,调整网络服务质量设计,提升整体网络可靠性。

3.3.1 MPLS-VPN规划设计

国家海洋信息通信网采用边界网关协议MPLS-VPN技术进行规划设计,因此,MPLS-VPN规划设计是边界网关协议(border gateway protocol, BGP)和多协议标签交换(multi-protocol label switching)两种技术配合实现的一种VPN技术,有着传统VPN无法比拟的优势,也有自身具备的3个特有优势^[8-10]。

1) 实现隧道的动态建立。BGP/MPLS-VPN技术隧道是动态建立的,用户的各个节点之间可以自动建立隧道,无论是节点的增加还是减少。不需要用户去添加或删除隧道的配置。

2) 解决了本地IP地址冲突的问题。由于BGP/MPLS-VPN技术实现了一台路由器同时处理多个不同的VPN用户数据的功能,所以在各专网接入到骨干网

络时,可以解决IP地址冲突的问题。

3) VPN私网路由易于控制。私网路由的交互是VPN技术实现的关键,能够动态的交互私网路由,用户网络才能自动发现各个节点网络的所在位置。BGP/MPLS-VPN技术在满足私网路由的动态交互的基础上,增加了互通和隔离的控制,因此,用户可以灵活的控制各节点、各VPN之间的互访关系。

3.3.2 路由协议设计

路由设计是网络设计方案中一个核心内容,国家海洋信息通信网覆盖了省、市、县,分局、中心站、台站,以及局属单位。由于网络层级多、网络节点多、业务种类多、IP地址段多、流量路径复杂等原因,一个合理的路由规划设计极为重要。

网络路由协议应根据业务流向进行设计,依据数据流向设计提供链路传输保障,实现高效、合理承载网络中各项业务需求。在拓扑设计上采用路由区域化设计,各功能区域相对独立,任意区域的故障不会扩散到其他区域,避免网络整体的路由震荡带来的业务影响,同时要充分考虑路由的收敛性能。

国家海洋信息通信网分为跨区业务和本区业务2种。跨区业务指的是业务经过网络核心层,流向其他区域,此类业务在核心层经过最优路径到达其他区域核心。核心层采用双环路备份,当最优路径出现拥堵时会采用备份路径,极大地提高的网络可靠性。本区业务指的是在区域内流转的业务,此类业务不涉及其他区域核心,因此,本区业务不流经网络核心层,极大地减少了网络核心层的压力(图10)。

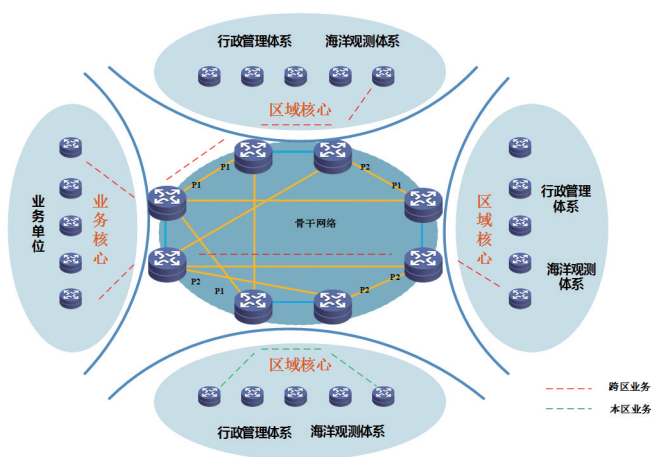


图10 国家海洋通信网业务流

Fig. 10 National ocean communication network service stream

国家海洋信息通信网整合采用BGP/MPLS-VPN技术来进行骨干网络的搭建,因此路由协议规划可以分为如下3个部分。

1) IGP(interior gateway protocol)路由协议规划设计。用于BGP/MPLS-VPN网络中服务提供商骨干网的PE(provider edge)设备之间建立BGP、MP-BGP(multi-protocol-border gateway protocol)对等体和MPLS隧道路由基础^[11]。

2) BGP路由协议规划设计。用于BGP/MPLS-VPN网络中PE设备之间建立BGP和MP-iBGP(不同的PE之间建立的MP-BGP)对等体和交换路由信息^[12],从而实现不同站点的VPN路由学习。

3) PE-MCE(provider edge-multi VPN instance CE)间路由规划设计。用于业务系统接入路由协议,将MCE下联的VPN私有网络路由与PE进行交互^[13],并由PE通过MP-BGP转发到其他PE设备上。

3.3.3 IP地址规划设计

IP地址是重要的网络资源,合理的IP地址规划是网络设计中的一项重要工作。国家海洋信息通信网具有网络节点多、设备多、业务多等特点。IP地址规划的合理与否,对网络路由协议算法的效率、网络性能及扩展和管理,网络应用的平滑调整都有着极其重要的影响^[14-15]。

国家海洋信息通信网IP地址分配应遵循“统一、规范、节约、有序”的基本原则,结合现有业务专网的IP使用情况,进行科学合理的规划设计。

1) 统一分配。国家海洋信息通信网内IP地址在国家海洋局全部业务专网范围内统一分配。结合现有各专网IP地址适用情况,进行详细规划和设计,避免地址冲突。

2) 规则明确。IP地址分配应便于网络路由收敛和运用管理,IP地址(格式为A.B.C.D)要有分配规则,每个层次都有其功能性意义,如A代表业务类型,B和C代表节点编码,D则代表用户主机。

3) 按层规划。层次分配IP地址,网络IP地址的规划也应遵循层次式分配原则,按照连续地址块划分,对地址块进行层层分割后,逐层分配给各省网(分局)、省内市网(中心站)等。

4) 科学设计。采用无类域间路由(classless inter-domain routing, CIDR)方式和可变长子网掩码(variable Length subnet mask, VLSM)等技术^[16-18],使IP地址分配

具有高效性,合理使用IP地址资源。节点的IP地址段以2的幂次方进行分配,便于对节点内部IP网段进行路由聚合,减少路由表传递的规模。

5) 充分扩展。在“节约”的前提下,IP地址分配应考虑连续性和可扩展性,并遵循“从小到大”的分配原则。分配给节点的地址既要满足现有业务容量,还要满足未来地址的扩充,避免因为IP地址的扩展,打乱了整体的分配顺序。

3.3.4 服务质量规划设计

为了保证在国家海洋信息通信网骨干网网络上良好的支持监控、视频、数据采集等实时业务,需要有服务质量(quality of service, QoS)的支持,以便确保重要、敏感或者实时性较强的数据流在网络中得到优先处理。网络设备支持基于MPLS的区分服务体系结构(differentiated service, Diff-serv)特性,在保证网络高效利用率的同时,又能根据不同数据流的优先级实现差别服务,从而为语音,视频数据流提供有带宽保证的、低延时、低丢包率的服务。

网络业务的服务质量包括传输的带宽、传送的时延、数据的丢包率等。在网络中可以通过保证传输的带宽、降低传送的时延、降低数据的丢包率以及时延抖动等措施来提供服务质量。

网络资源是有限的,在网络中承载了多种数据业务类型(如非实时数据、实时数据、视频等),每种业务所需的带宽资源不一,在业务高峰时期,必然会出现资源的争夺,而如何针对业务分类进行服务质量的保证,是QoS重点的应用方向。

3.3.5 可靠性设计

网络的可靠性是一个端到端的全程概念,单纯提高某一层面的可靠性并不能对网络整体的可靠性有很大改善。网络系统的可靠性最终要从设备、链路、网络、业务等各层次保证^[19-20]。

1) 设备级的可靠性。设备级的可靠性体现在以下3个方面:设备自身的健壮性及对周围环境的适应能力,可靠的设备应该对关键部件(如主控板、交换网板、电源等)进行冗余备份,并且可以在恶劣的环境下长时间稳定运行;设备在线升级能力及容错能力,容错能力体现在如设备发生故障时,可自动平滑的启动备份部件,不对业务造成影响;设备间的备份,如采用VRRP(virtual router redundancy protocol)进行设备备份,当主用设备发生故障时,流量自动切换到备份设备上,该过

程对业务透明。

2) 链路级的可靠性。链路级的可靠性体现在链路本身的可靠性,包括良好的线路质量及链路的备份技术。采用一些物理线路捆绑技术来提供线路的可靠性,也可以采用其它链路/线路保护技术,如环网技术和链路聚合技术。

3) 网络级的可靠性。网络级的可靠性体现在以下3个方面:设计合适的拓扑,如避免采用单星型结构以避免单点故障影响全网;网络设计模块化,各功能区域相对独立,任一区域的故障不会扩散到其它区域;路由的可靠性,根据网络特点选择合理的路由协议,避免路由环路,减少路由振荡,并且保证某个网络节点失效后网络快速自愈。

4) 业务可靠性。网络只是业务的承载平台,设备、链路及网络的可靠性设计归根到底是为了保证业务的可靠性。从网络角度考虑业务可靠性,主要是通过各种网络技术使业务数据流满足业务的要求。如流量分布是不均衡的,特别是突发流量会引起网络的拥塞,导致业务的中断,流量管理的引入能够使网络流量均衡,提高网络的利用率,进而控制网络拥塞情况的发生。

4 国家海洋信息通信网无线网络规划

国家海洋信息通信网的建设可为后续离岸网络的接入提供了基础。在国家海洋现有无线网络的基础上,按业务、区域、层级对后续无线网络接入进行规划。目前,国家海洋信息通信网无线网络主要分为3个部分:业务核心节点部署的物联网网络、分局部署的用于海洋数据传输的电信3G网络、用于全网备份链路的卫星网络。

4.1 信息中心物联网网络规划建设

在国家海洋信息中心架设物联网网络,是作为国家海洋信息通信网地面网络的无线外延,为视频采集、指挥车、移动设备等应急通信类设备提供无线网络支持,适用于除海洋观测数据传输外的全部海洋业务。物联网用户采用拨号的方式就近接入当地运营商机房,运营商机房经过AAA(authentication、authorization、accounting)认证后,通过虚拟专用拨号网(virtual private dial-up networks, VPDN)专线到达信息中心进行二次AAA认证,再经过系统认证接入国家海洋信息通信网(图11)。

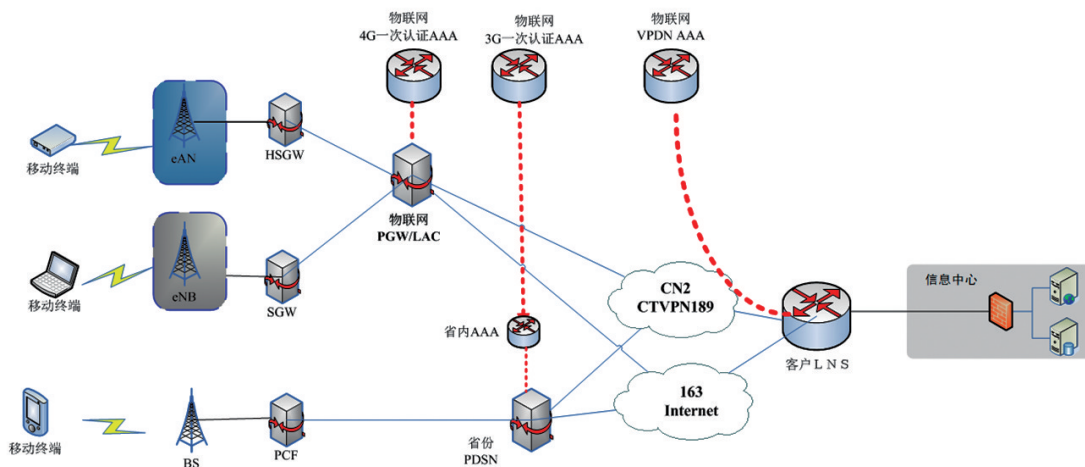


图 11 中国电信物联网网络结构

Fig. 11 Network of China Telecom Internet of Things

4.2 海区CDMA网络规划建设

为保障海区海洋观测数据传输业务的独立性,与信息中心物联网网络分开规划,分别在三个海区搭建码多分址(code division multiple access, CDMA)网络,用于部分位于海岛或港区内的海洋站(雷达站),这部分海岛站和港区由于地理环境和管理限制,造成这些站点不具备地面专线接入条件,只能采用无线方式接入地面网络^[21]。海区CDMA网络是国家海洋信息通信网地面网络的延伸和补充,主要用于解决无法申请地面专线的海洋站(雷达站)的网络接入问题^[22]。同时为远程设备调试、远程故障查找、远程故障定位、远程故障恢复提供辅助手段(图12)。

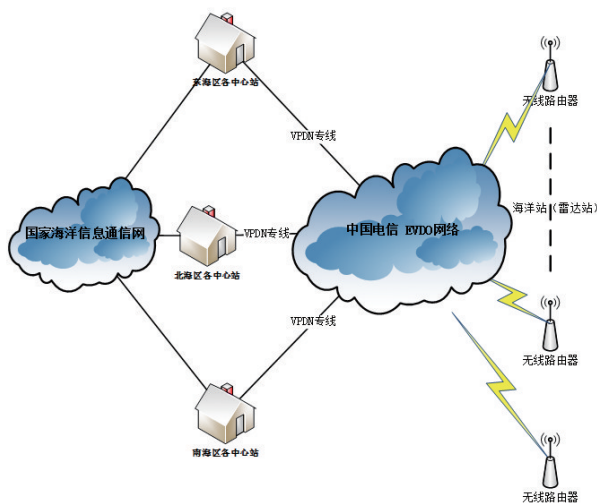


图 12 CDMA(EV-DO)无线网络

Fig. 12 CDMA(EV-DO) wireless network

CDMA网络功能的实现要求接入端设备处于中国电信CDMA网络覆盖范围之内。根据中国电信相关数据,中国CDMA网络东部沿海覆盖范围已达到国土面积的90%以上,可以基本满足网络应用需求。

CDMA网络借助中国电信CDMA网络构建,中心站分别采用VPDN专线方式连接到中国电信数据交换设备,海洋测点借助CDMA20001xEV-DO网络通过拨号方式连接到核心节点。

4.3 卫星VSAT网络

卫星通信技术是应急通信和灾害备份通信的无可替代的重要手段,是地面网络的有力补充,具有管理的战略价值。卫星通信传输链路以天基卫星作为传输手段,抗毁性和可靠性是任何地面通信技术所不具备的。近年来成为重要的应急和灾害备份通信手段,受到各国政府部门的重视和应用。

卫星微型地球站(very small aperture terminal, VSAT)网络同国家海洋信息通信网地面网一致采用四级网络结构。第一级国家海洋信息中心;第二级海区分局;第三级中心站节点;第四级海洋站和雷达站节点。

网络将构建为国家级节点-海区节点-中心站-海洋站(雷达站)节点的四级结构(图13)。采取这种结构,实现了国家海洋信息通信网核心层的运营商链路和卫星链路双网互备的功能。系统中所有的业务数据和网管控制信息都采用IP协议传输,为全IP传输系统。在国家海洋信息中心、海区分局、中心站、海洋站同时部署卫星接收器,离岸观测设备(科考船、调查飞

机、浮标等)通过卫星链路将海洋观测数据回传至地面卫星接收器,海洋观测数据通过卫星接收器接入国家海洋信息通信网地面网。在四级节点同时布放地面接收器,在保障数据实时回传的同时,在地面线路瘫痪的紧急情况下,卫星线路可以作为备份线路,紧急支撑国家海洋信息通信网。

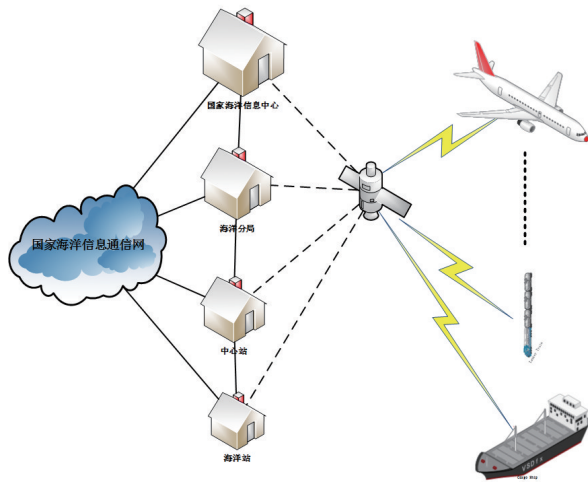


图 13 卫星 VSAT 网络拓扑图

Fig. 13 Topology map of Satellite VSAT network

5 结论

基于国家海洋局现有业务专网情况,指出不能依托现有专网进行网络扩建的原因,提出在国家海洋信息中心和三个海区分局搭建骨干网的概念。海洋局业务单位在国家海洋信息中心接入,沿海省厅按区域归属在海区分局接入,构成了国家海洋信息通信网主体结构。原各专网节点单位按照区域、层级关系逐步接入骨干网。在建设过程中,为保障业务不受影响,采用 MPLS-VPN 技术,实现原各专网节点单位保留 IP 地址接入国家海洋信息通信网,网络接入运行稳定后,节点单位内部按照国家海洋信息通信网规划 IP 地址进行修改,这不仅缩短了节点单位入网时间,同时最大可能减少了业务中断时间。利用路由协议设计和服务质量规划优化国家海洋信息通信网,根据不同数据流的优先级实现差别服务,数据传输选择最优路由,最优路由出现拥挤或故障的情况下,选择备用路由路线。从国家海洋信息通信网的网络设备、链路、网络、业务等各层次保证网络可靠性。

国家海洋信息通信网无线网络规划为国家海洋信息通信网地面网络提供了离岸数据获取手段,海区数

据传输 CDMA 网络和国家海洋信息中心物联网网络分开规划,保障了海区实时数据传输的独立性与稳定性。卫星 VSAT 网络建设,补全了无法申请地面线路的海洋站(雷达站)的数据传输空白。同时,在四级节点全部部署卫星网络接收系统,形成了地面网络的无线备份网络,为地面线路故障提供了应急保障条件。国家海洋信息通信网由地面网和无线网络两部分组成,满足了海洋数据的“测、传、储、用”业务需求,最终实现节点全覆盖,业务全贯通的国家海洋信息通信“一张网”,为实现海洋数据共享提供了基础。

参考文献 (References)

- [1] 王宏. 强化作风建设开拓海洋事业以优异成绩迎接党的十九大胜利召开——王宏在全国海洋工作会议上的工作报告(摘登)[J]. 海洋开发与管理, 2017, 34(增刊1): 1-10.
Wang Hong. Strengthen the construction of style of work, open up the ocean cause and greet the party's 19th national Congress with outstanding achievements[J]. Ocean Development and Management, 2017, 34(suppl 1): 1-10.
- [2] Nowlin Jr W D, Malone T C. Research and GOOS[J]. Marine Technology Society Journal, 2003, 37(3): 42-46.
- [3] Martínez E, Toma D M, Río J D, et al. Remote configuration service for marine observation platforms through Sensor Web Enablement components[J]. Oceans, 2017: 1-5.
- [4] 卢博, 曹丛华, 郭敬天, 等. 业务化海洋观测数据传输网络的设计与实现[J]. 海洋预报, 2017, 34(1): 72-76.
Lu Bo, Cao Conghua, Guo Jingtian, et al. Design and implementation of operational ocean observing data transmission network [J]. Marine Forecasts, 2017, 34(1): 72-76.
- [5] J. S. Network integration [J]. Hill, 2008, 15(38): 16.
- [6] 王波, 李民, 刘世萱, 等. 海洋资料浮标观测技术应用现状及发展趋势[J]. 仪器仪表学报, 2014(11): 2401-2414.
Wang Bo, Li Min, Liu Shixuan, et al. Current status and trend of ocean data buoy observation technology applications[J]. Chinese Journal of Scientific Instrument, 2014(11): 2401-2414.
- [7] 张云海, 汪东平. 海洋环境移动平台观测技术发展趋势分析[J]. 海洋技术学报, 2015, 34(3): 30-36.
Zhang Yunhai, Wang Dongping. Analysis on the development trend of ocean environment observation technologies based on marine mobile platform[J]. Journal of Ocean Technology, 2015, 34(3): 30-36.
- [8] Ould-Brahim H. Border gateway protocol procedures for MPLS and layer-2 VPN using Ethernet-based tunnels[P]. European Patent: EP253608, 2012.
- [9] Rosen E. BGP/MPLS IP Virtual Private Networks (VPNs)[J]. Ietf Rfc, 2006(3): 117-127.
- [10] 孙云清. 基于 MPLS 的 VPN 技术实现研究[D]. 成都: 电子科技大学, 2002.

- Sun Yunqing. Research on VPN technology implementation based on MPLS[D]. Chengdu: University of electronic science and technology of China, 2002.
- [11] 陈盈盈, 杨树堂, 陆松年. 虚拟路由器及其在 BGP/MPLS VPN 中的应用研究[J]. 计算机工程, 2007, 33(1): 108-111.
Chen Yingying, Yang Shutang, Lu Songnian. Research on virtual router and its application in BGP/MPLS VPN[J]. Computer Engineering, 2007, 33(1): 108-111.
- [12] Minei I, Marques P R. Scalability considerations in BGP/MPLS IP VPNs[J]. IEEE Communications Magazine, 2007, 45(4): 26-31.
- [13] 罗伟军. 基于 MP-BGP/MPLS VPN 的安全研究[D]. 上海: 上海交通大学, 2008.
Luo Weijun. The research of security on the base of the MP-BGP/MPLS VPN [D]. Shanghai: Shanghai Jiao Tong university, 2008.
- [14] 王凤英. 计算机网络[M]. 北京: 清华大学出版社, 2009.
Wang Fengying. Computer network [M]. Beijing: Tsinghua university press, 2009
- [15] Stamatelakis D, Grover W D. IP layer restoration and network planning based on virtual protection cycles[J]. IEEE Journal on Selected Areas in Communications, 2002, 18(10): 1938-1949.
- [16] 陈秀莉. 浅论无类域间路由与可变长子网掩码技术[J]. 安徽电气工程职业技术学院学报, 2004, 9(1): 90-93.
- Chen Xiuli. Study on classless inter-domain routing and variable length subnet mask technology [J]. Journal of Anhui electrical engineering professional technique and technical college, 2004, 9(1): 90-93.
- [17] 谭毓银, 王泽群. CIDR 在 IP 子网划分中的应用[J]. 信息安全与技术. 2013, 4(5): 75-77.
Tan Yuyin, Wang Zequn. The application of CIDR in IP subnetting [J]. Cyberspace Security. 2013, 4(5): 75-77.
- [18] Rekhter Y, Li T. An architecture for IP address allocation with CIDR[J]. RFC, 1993: 1518.
- [19] Suteeca K, Wattanapongsakorn N. Reliability optimization of communication network design using genetic algorithm[J]. Journal of Communication, 2006, 61(4): 758-779.
- [20] Yang J B, Liu Y. Research on reliability design of network nodes in operational command and control system[C]//IEEE International Conference on Computer and Communications. Paris: IEEE, 2017: 724-728.
- [21] Wu Y, Chou P A, Zhang Q, et al. Network planning in wireless ad hoc networks: A cross-Layer approach[J]. IEEE Journal on Selected Areas in Communications, 2005, 23(1): 136-150.
- [22] Laiho J. Radio network planning and optimisation for WCDMA [EB/OL]. (2002-07-01)[2018-05-30]. <http://www.lexcorp-rf.com/wp-content/uploads/2016/03/isbn9512259028.pdf>.

Construction and planning of national marine information communication network

ZHOU Xue¹, GUO Yifeng¹, HAN Zexin¹, LI Dan², HUA Yanning¹

1. National Marine Data & Information Center, Tianjin 300171, China

2. National Ocean Technology Center, Tianjin 300112, China

Abstract The State Oceanic Administration (SOA) has four private networks, the national oceanic administration network, the state oceanic administration network, the national marine non-real-time service network and the national marine real-time service network. The four private networks operate independently and provide support for different ocean professional tasks. The SOA promotes the information integration, first with the network integration as the basic project. The integrated marine information communication network is the foundation for the integration of the following offshore network and the sea-related ministry network, the data resources and the business systems. This paper reviews the existing marine service private network and the integrated marine information communication network systematically and analyzes the shortcomings of the offshore data acquisition in the existing network in view of the characteristics of the multi-channel acquisition of the marine data. With consideration of the needs of the offshore data acquisition in the ocean and the existing wireless network access mode, the idea of the overall construction planning of the marine wireless network is put forward.

Keywords Oceanic business private network; information integration; offshore data; wireless network; network construction planning ●



(责任编辑 卫夏雯)