

# 基于人体理论的智慧海洋工程建设方案<sup>①</sup>

李海涛<sup>1</sup>, 张雷<sup>1</sup>, 陈星亮<sup>2</sup>

<sup>1</sup>(青岛科技大学 信息科学技术学院, 青岛 266061)

<sup>2</sup>(青岛励图高科信息技术有限公司, 青岛 266101)

**摘要:** 目前, 海洋信息化建设已成为我国海洋强国战略的重要支撑, 但建设过程中缺乏统一规划、同质化严重、信息孤岛、智慧度不够等问题日益明显. 本文从一体化规划与建设的思路出发, 借鉴人体各组成部分分工明确又协调合作的生理学原理, 基于物联网、大数据、人工智能等现代信息技术, 提出了基于人体理论的智慧海洋工程建设方案, 从海洋环境立体监测体系构建、海洋大数据平台建设、海洋应用系统开发到信息化标准和规范等多方面进行了完整方案的设计. 方案涵盖了海洋环保、防灾减灾、海域海岛、海洋执法、海洋经济、海洋渔业等多个业务范畴. 研究成果在我国多个沿海省、市的智慧海洋建设中得到实践, 对其他沿海省、市的智慧海洋建设具有较大的借鉴意义.

**关键词:** 智慧海洋; 人体理论; 建设方案; 海洋大数据; 一体化规划建设

引用格式: 李海涛, 张雷, 陈星亮. 基于人体理论的智慧海洋工程建设方案. 计算机系统应用, 2017, 26(9): 46-53. <http://www.c-s-a.org.cn/1003-3254/6041.html>

## Smart Ocean Engineering Construction Scheme Based on Human Body Theory

LI Hai-Tao<sup>1</sup>, ZHANG Lei<sup>1</sup>, CHEN Xing-Liang<sup>2</sup>

<sup>1</sup>(School of Information Science and Technology, Qingdao University of Science and Technology, Qingdao 266061, China)

<sup>2</sup>(Qingdao Li Tu Gaoke Information Technology Co. Ltd., Qingdao 266101, China)

**Abstract:** At present, the construction of ocean information has become an important support for national strategic aim of building an ocean power. However, the problems like the lack of unified planning, serious homogenization, isolated information, not enough wisdom in the construction process become increasingly evident. Starting from the idea of the integrated planning and construction, this paper puts forward a scheme of smart ocean engineering construction based on human body theory and the modern information technology of Internet of Things, Big data and artificial intelligence. This scheme completely designs the three-dimensional monitoring system of ocean environment, big data platform of ocean, the ocean application system as well as the information standards and norms, and other aspects. This scheme covers multiple business categories such as the ocean environmental protection, disaster prevention and mitigation, seas and islands, ocean law enforcement, ocean economy, and ocean fisheries. The results of this research are applied in the construction of smart ocean in coastal provinces and countries. Besides, it is of great significance to the construction of smart ocean in other coastal provinces and countries.

**Key words:** smart ocean; human body theory; construction scheme; ocean big data; integrated planning and construction

目前, 我国大部分沿海省、市经过多年的信息化建设, 已陆续建设了计算机网络、基础与业务数据

库、应用系统和监测设备等, 信息化工作取得了明显的进展. 计算机网络包含海洋渔业政务专网、海监专

<sup>①</sup> 基金项目: 青岛市创新创业领军人才(15-07-03-0030)

收稿时间: 2016-12-17; 采用时间: 2017-03-12

网、国家海域专网、电子政务网等。基础设施由机房及环境监测、服务器和存储设备、UPS 电源等组成。应用系统包括沿海省、市自行组织开发的应用系统以及国家和省级部署的应用系统。从其建设历程中可以看出,信息化的建设往往从单一从某些特定业务领域出发,缺乏通盘考虑,全局规划。在建设过程中也逐渐暴露出了一些矛盾和难题,如网络不通、基础数据相对薄弱、业务信息化程度低、信息孤岛、重复建设、智慧程度低等问题。这些问题亟需解决,否则将会严重制约今后的海洋信息化应用和发展。2016年3月17日,《中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》发布,其中强调坚持陆海统筹,发展海洋经济,科学开发海洋资源,保护海洋生态环境,维护海洋权益,建设海洋强国<sup>[1]</sup>。为加快构建我国现代海洋与渔业产业体系,提高海洋与渔业经济的综合实力,实现海洋强国的战略目标,我国沿海经济发达省份正纷纷实施一系列海洋信息化建设,为了解决缺乏统一规划、同质化严重、信息孤岛、智慧度不够等问题,本文提出了基于人体理论的智慧海洋工程建设思路,通过借助人体生物学原理,基于现代信息技术,实现对海洋的全面立体感知、广泛互联互通、海量数据共享<sup>[2]</sup>、科学管理与分析、智慧决策与服务。

## 1 智慧海洋概述

关于智慧,首先我们想到的是人的智慧,人体各个组成部分相互分工明确却又协调合作,能够通过自我监测、自我调节、特征反馈等实现人体的健康发展。海洋的智慧就是在海洋生态环保方面,如同人类一样实现对自身的实时监测与评价,以及自我调节。在海洋预报减灾方面,通过及时的预报和特征反馈,提醒人们好预防和治理工作。在海洋执法方面,能够像人类细胞巡检一样,实现执法过程的全程跟踪、智慧决策。在海域海岛管理方面,能够像人体一样合理监测、分析、调控自己的各个器官。在海洋经济方面,像人类理财一样做好数据统计、分析评估,不断调整产业结构、优化空间布局、平衡生态文明,实现经济和谐快速发展。基于此,本文提出了完整的智慧海洋工程建设方案,从海洋环境立体监测体系构建、海洋大数据平台建设、海洋应用系统开发到信息化标准和规范等多方面进行了完整方案设计,方案涵盖了海洋环保、防灾减灾、海域海岛、海洋执法、海洋经济、海洋渔业等多个业

务范畴。

## 2 智慧海洋建设方案

智慧海洋与人体映射关系如图1所示,智慧海洋中的监测设备犹如人体五官,通过合理的布局及分工,搭建全面感知的监测管理;智慧海洋的中PC、服务器、存储设备、机房、会议室等硬件基础设施犹如人体骨骼,是智慧海洋的支撑;智慧海洋中的网络架构犹如人体的神经网络,错综复杂,但是在整体规划设计时应进行各条脉络的梳理,进行有效整合和细分,使其各司其职,又实现高度统一;智慧海洋中智慧决策,犹如人体大脑功能,指挥协调牵引身体各项功能;海域海岛、资源环境、预报减灾、渔业综合、海洋执法及行政综合管理等系统犹如四肢,职责明确,协调配合中运转前进;智慧海洋中遍布的大数据犹如细胞,体量大,设计时应进行数据汇集、管理、维护与更新的运行机制的体系建设。

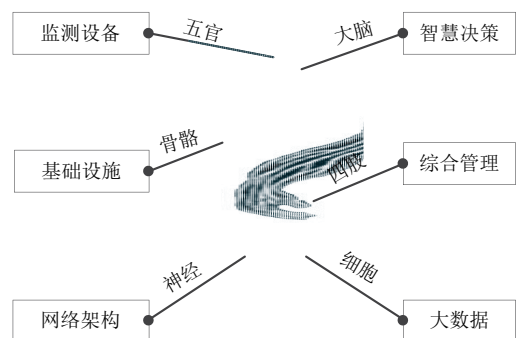


图1 人体与智慧海洋映射关系

### 2.1 智慧海洋立体监测网

大数据的发展与应用离不开数据的支撑,建设智慧海洋立体监测网,实现监测设备数据采集、监测网络数据传输,我国目前沿海省市大多已具备或者初步具备自身的监测设备和网络,监测设备包括浮标、潜标、地波雷达、海床基、调查断面、海底观测网、视频监控、卫星遥感、测报船舶、无人机、水下滑翔机、多波束、ROV 机器人、海上平台、ADCP、侧扫声呐等;监测网包含无线网络、卫星网络、互联网、海监专网、海洋渔业政务网、国家海域专网、电子政务专网等,同时目前国家正在建设一张网,以实现信息

的互联互通,应在此基础上进一步扩充物联网、互联网、视频监控网等终端设备的部署,增强数据的终端感知能力,同时,实现网络的整合、互联互通,以便于进行数据的综合分析和深度挖掘,为大数据的发展提供源源不断的数据支撑。

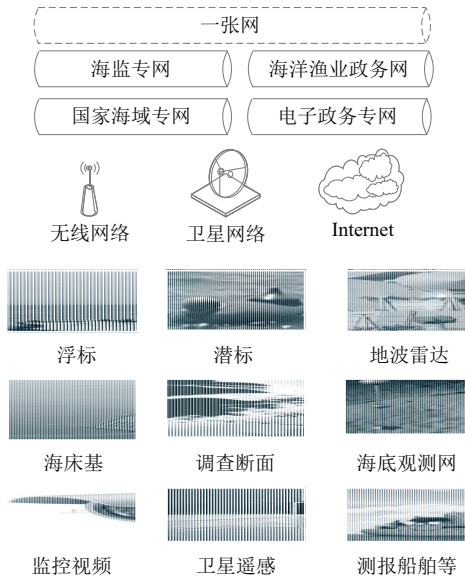


图2 智慧海洋立体监测网

## 2.2 智慧海洋大数据平台

普遍的观点认为,大数据是规模大且复杂,无法在一定时间内用传统数据库软件工具对其内容进行抓取、管理和处理的数据集合,具有以下4个特点(4V)<sup>[7]</sup>:

- (1) 数据体量(Volumes)巨大. 大型数据集,从TB级别,跃升到PB乃至更高级别.
- (2) 数据类别(Variety)繁多. 数据来自多种数据源,数据种类和格式冲破了以前所限定的结构化数据范畴,还包括音视频文件等半结构化和非结构化数据.
- (3) 数据价值(Value)密度低.
- (4) 数据处理速度(Velocity)要求快,在线分析和实时数据处理的需求强烈.

对照上述特点,随着海洋立体监测网的构建与完善,海洋数据呈现出爆发式增长现象,加上海洋数据本身多源、异构的特点,如何实现海洋大数据的高效管理、维护、共享、分析挖掘、应用,对我们海洋管理部门以及热衷于海洋事业的企业单位甚至个人都提出了新的挑战.海洋大数据来源从类型上可划分为海洋监测评价、海洋观测预报、海域海岛管理、海洋行政执法、海洋经济、海洋渔业六大类,每大类都独成

体系却又相互关联,为此,建设海洋大数据平台应充分考虑各个方面的数据利用与挖掘价值以及整体融合关联分析所产生的价值,智慧海洋大数据六大分类如图3所示.

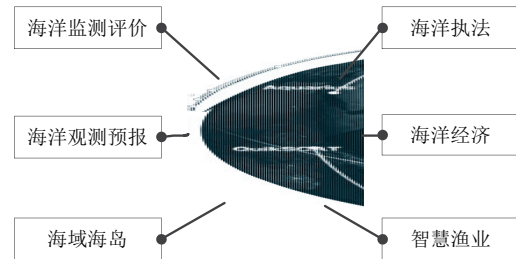


图3 智慧海洋大数据六大分类

### 2.2.1 海洋大数据来源

#### (1) 海洋环境监测评价大数据

构建海洋环境监测评价大数据库,实现海洋环境监测数据标准化入库和更新,构建海洋环境评价方法库、模型库、知识库、专家库、标准库,为后续建设海洋环境监测分析评价系统提供基础支撑.

#### (2) 海洋观测预报大数据

构建海洋观测预报大数据库,存储管理浮标、海洋站、志愿船、地波雷达、X波段雷达等观测手段实时获取的风、浪、流、温度、盐度、湿度等大量海洋环境要素的观测数据,并研发精细化数值预报模型,进行综合分析 with 多维可视化展示,实现灾害风险图和预警报的自动化编制与智能化发布.

#### (3) 海域海岛管理大数据

构建海域海岛大数据库,囊括海域海岛区域分布、海岸线、海岸带等基础地理信息、海域规划权属、海域使用审批、动态监视监测、保护利用、自然环境资源、社会经济等信息,实现多种资料的综合分析,为海域海岛开发利用和综合管理提供信息和技术支撑.

#### (4) 海洋行政执法大数据

构建海洋行政执法大数据,存储管理执法过程中产生的大量文本、图片、音频、视频等数据,采用大数据分析技术,为执法行动提供指导,以解决目前海洋行政执法中存在执法过程难把控、执法案例难分析、执法线索难获取等问题.

#### (5) 海洋经济大数据

构建完善海洋经济运行监测评估体系,优化海洋



经济相关数据的采集和利用机制,融合分析各类数据资源,构建海洋经济模型库、方法库。

(6) 智慧渔业大数据

构建智慧渔业大数据库,涵盖渔业水产养殖、渔业捕捞、渔业生产安全、水产品加工、水产品溯源、渔港管理、海洋牧场等数据,实现渔业环境的立体监测、自动评价、异常环境与病虫灾害的及时识别与报警、

渔业设备的远程控制,渔业病害的在线诊断与防治。

2.2.2 海洋大数据平台建设

(1) 大数据平台架构

基于以上六大类海洋大数据,建立如下海洋大数据平台框架,如图4所示。海洋大数据平台框架包含数据集成层、数据存储管理层、编程模型层、数据分析层、可视化数据产品层、决策发布层六个层次。

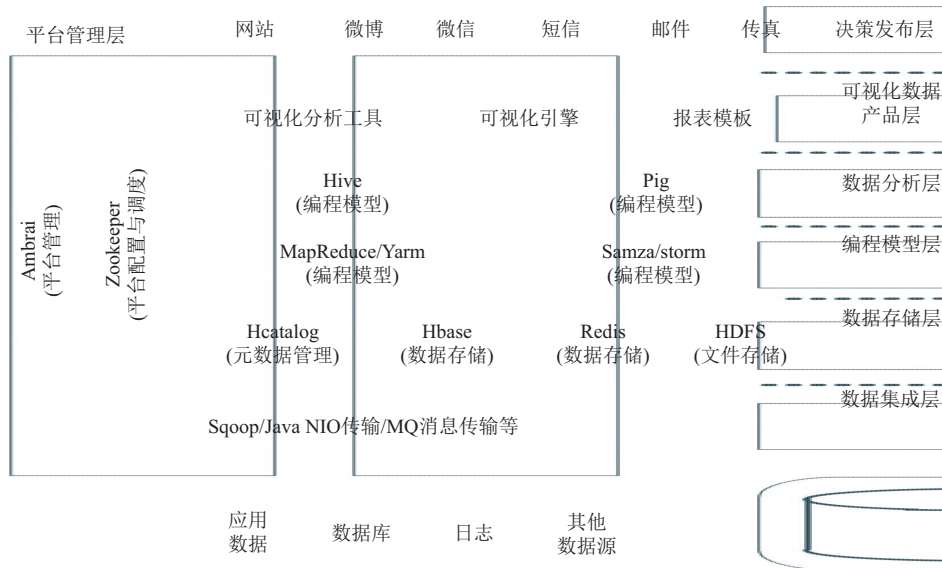


图4 智慧海洋大数据平台架构

数据集成层:平台提供丰富的数据集成接口,支持与传统的关系型数据库产品以及互联网、物联网应用系统的数据采集接口的无缝集成,便于将多源异构数据导入到平台数据存储系统。

数据云存储管理层:提供PB级结构化和非结构化数据云存储与管理,支持高效的数据查询、索引、提取等基本数据集操作。

编程模型层:提供基于web方式和基于工作流的数据挖掘建模支撑,便于建模分析人员随时随地在线编辑和提交分析模型。

数据分析层:提供以Hadoop为基础的离线分析环境和以Spark为基础的在线分析环境,满足不同应用场景下对数据分析响应效率的需求。数据分析技术包括分类、聚类、关联规则、遗传算法、神经网络、预测模型、模式识别、时间序列分析、回归分析、系统仿真、机器学习、优化、空间分析、社会网络分析等。通过对数据的实时分析和处理,应用于海洋防灾减

灾、海洋环境监测、海洋渔情预报等领域<sup>[5]</sup>。

可视化数据产品层:平台提供可视化分析与报表支撑,用户通过可视化分析工具、可视化引擎、报表模板等功能开展交互式可视化数据产品制作。通过建立海洋数据的分析和应用模型,实现海洋要素、海洋过程、海洋预报的多维、动态、可视化表达,为海洋科学研究和行业内应用提供信息可视化服务<sup>[5]</sup>。

决策与发布层:基于以上平台系统,通过web网站、微信公众号、手机App、微博、传真等方式,为海洋领域相关单位和个人提供快速实时的决策支持数据服务,包括预报减灾、海洋污染监测预警、海洋渔场监测、海洋维权指挥等。

2.3 智慧海洋综合管理平台

面向海洋与渔业政府管理部门、涉海涉渔企业以及社会公众,在统一标准与框架基础上,建设一体化一张图智慧海洋综合管理平台,平台将涵盖海洋生态环保、海洋预报减灾、海域海岛管理、海洋行政执法、

海洋经济、海洋渔业等多个领域,重点打造海洋环境智慧监测与评价系统、海洋环境智慧预报系统、智慧渔业云服务平台、海洋资源一张图管理系统、海洋突发事件应急管理需求迫切、实施效果显著的重点亮点工程。

### 2.3.1 支撑平台

支撑平台为智慧海洋综合管理提供通用技术、数据管理、分析、可视化以及业务处理技术支撑。

支撑平台主要以组件的形式为各类业务系统提供服务支持,支撑平台整体组件构成如图5所示。

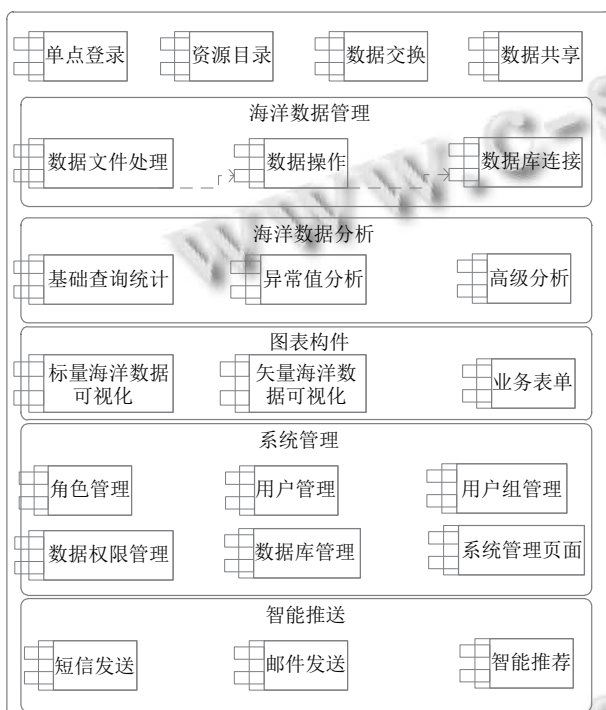


图5 支撑平台组件构成

#### (1) 单点登录

单点登录简称 SSO(single sign-on),是指在多个应用系统中,用户只需要登陆一次就可以访问所有相互信任的应用系统.它无需用户记忆多个用户名、密码,也无需用户进行多次登陆系统才能访问应用系统.无需协调多个部门或者开发商,不必改造原来的系统,即不需要集成代码进行二次开发。

#### (2) 数据管理

海洋数据管理服务提供对不同类型海洋数据文件格式读取、异构数据库操作服务.通过异构海洋数据文件的一体化存取中间件读取 nc、hdf、tif、img、csv、txt、excel、xml 中的海洋数据,将数据进行分类整合,

同时可将海洋数据输出到 nc、hdf、tif、img、csv、txt、excel、xml 等类型文件中.通过异构数据库管理中间件,连接到 oracle、sqlServer、mysql、postgreSQL、access 等主流数据库进行数据的读写管理。

#### (3) 数据分析

a. 基础查询统计:最大值、最小值、平均值等基础查询统计。

b. 异常值分析:范围异常值、类型异常值、一致性异常值等。

c. 高级分析:拟合分析、插值分析、模式分析等。

#### (4) 制图构件

提供海洋数据通用的常见的制图功能的开发构件和 Web Service。

a. 标量海洋数据制图构件服务:包括散点图、密度图、曲线图,条形图,扇形图、柱状图、饼状图,等值线、等值面图构件服务。

b. 矢量海洋数据制图构件服务:玫瑰图、风场图、流场图构件服务。

#### (5) 智能推送

智能推送支撑服务集成了短信、邮件发送服务,提供短信和邮件发送接口.同时支持智能分析用户访问喜好,获取用户常关注的海洋主题,并向用户及时推送相关主题信息。

#### (6) 日志服务

日志服务提供统一日志记录、日志查看、日志分析接口服务,各个专题应用及门户可基于该接口系统运行日志。

#### (7) 工作流

提供可视化的工作流建立、设置以及启动平台.基于面向服务的体系结构,构建一个组件模型,将应用程序的不同功能单元(称为服务)通过这些服务之间定义良好的接口和契约联系起来.接口是采用中立的方式进行定义的,它应该独立于实现服务的硬件平台、操作系统和编程语言。

#### (8) 在线协作

实现用户间的在线聊天,能够实现文字、表情、语音、以及图片的在线发送;实现群组内聊天;实现聊天记录的查询和导出。

### 2.3.2 综合管理门户

#### (1) 海洋业务管理一界面

在统一界面无缝集成海洋环境资源管理、海洋预

报减灾管理、海洋渔业综合管理、海域海岛管理、海洋执法管理系统、海洋渔业相关应用系统。

(2) 海洋展示一张图

基于各个专题业务子系统中获取, 数据交换格式以统一格式基于标准规范的 webservice 服务, 可集成海洋环保数据展示、渔业资源展示、渔业资源展示、用海项目分类展示、海岛数据分类展示、渔港数据分类展示、海洋执法信息展示、海洋经济专题数据展示等。

(3) 海洋业务处理一条轴

海洋业务一条轴为每位系统用户每个事件提供一条时光轴, 自行记录或系统自动记录事件处理过程中的关键是要, 时光轴节点按照时间顺序排列, 用户可灵活增加或者删除节点, 对于事件的事前、事中、事后的各个处理环节通过时间轴进行呈现。

2.3.3 智慧海洋应用系统

(1) 海洋生态环保

建设海洋环境立体实时监测系统、智慧海洋环境监测与评价系统、海洋资源智慧管理一张图系统、海洋保护与开发信息系统。通过构建智慧化海洋环境监测、评价、管理、决策等服务体系, 加强海洋生态文明建设, 实现海洋经济和资源环境的协调发展。

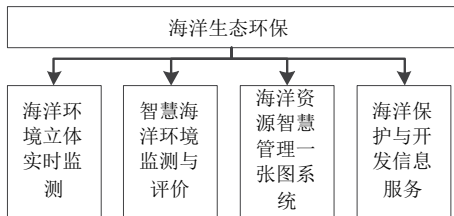


图6 海洋生态环保重点建设应用

(2) 海洋预报减灾

建设海洋灾害环境实时监测系统、海洋环境智慧预报预警系统、海洋预警报综合制作与发布系统、海洋突发事件应急管理系统, 实现对风暴潮、海浪、溢油等海洋灾害精细化预报, 智慧化应急决策处置。

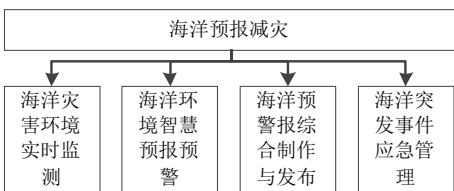


图7 海洋预报减灾重点建设应用

(3) 海域海岛管理

建设海域海岛动态监视监测系统、海域海岛使用管理系统、海域海岛智慧分析决策系统、海域海岛动态信息发布系统、海洋功能区管控信息系统、海岛三维可视化系统。

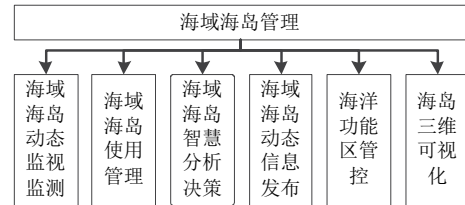


图8 海域海岛重点建设应用

(4) 海洋行政执法

建设海洋执法监察信息管理系统、海洋执法监测智慧辅助决策系统、海洋执法监察信息发布系统、海洋权益维护信息管理系统, 实现对执法监察现状进行实时把控, 适时调整海洋执法监察力度。

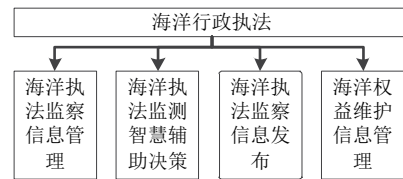


图9 海洋行政执法重点建设应用

(5) 海洋经济

建设海洋经济运行监测评估系统、海洋经济地理信息系统、海洋经济信息共享发布系统、海洋经济舆情监视系统, 服务于统筹陆海资源配置, 优化陆海经济布局, 加强海洋资源节约集约利用, 使海洋空间利用格局更加清晰合理、使海洋空间利用效率进一步提高、使海洋可持续发展能力不断提升。

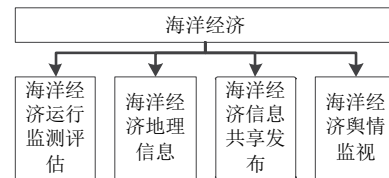


图10 海洋经济重点建设应用

(6) 海洋渔业

建设渔业环境智慧监测评价系统、水产养殖智慧决策支持系统、水产养殖智慧远程诊断系统、水产品



质量安全管理系统、渔业综合捕捞管理系统、渔业生产安全管理系统,渔港管理系统,促使渔业向信息化、智能化、现代化转型升级,加快海洋渔业经济发展。

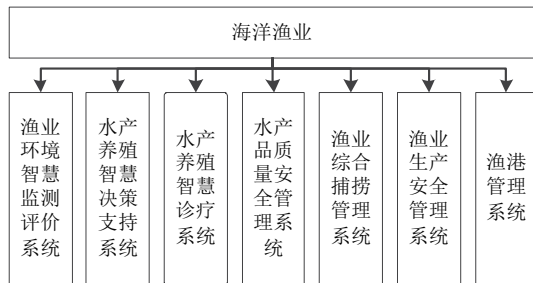


图 11 海洋渔业重点建设应用

### 2.3.4 智慧决策平台

智慧决策支持平台应面向海洋管理部门提供海洋环境与资源综合分析评价决策、海洋资源综合分析评价决策、渔业综合分析评价决策、海洋灾害应急决策指挥、海洋与渔业执法指挥决策五大决策服务。

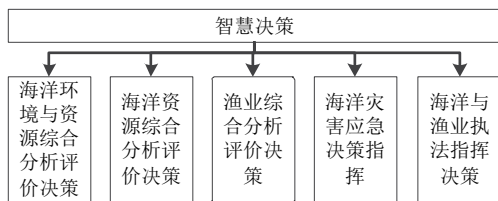


图 12 智慧决策平台

### 2.3.5 智慧海洋公众服务平台

智慧海洋公众服务平台面向海洋管理部门、社会企业以及社会公众提供海洋环境评价信息服务、海洋防灾减灾信息服务、海洋经济信息共享服务、海洋执法检查信息服务、海域海岛动态信息服务五大服务。

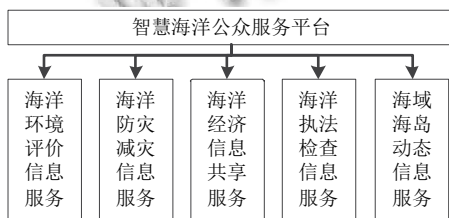


图 13 智慧海洋公众服务平台

## 2.4 建设标准体系与安全体系

人作为一个有机的智慧个体,生命开始时便伴随着人体自身的运行机制和安全防御系统成长,在智慧

海洋工程建设过程中,为保证整个工程的规范性和安全性,应采取制度先行策略,首先制定相应的标准体系与安全体系,然后基于两大体系开展智慧海洋工程的建设工作。

### 2.4.1 标准体系

在智慧海洋工程建设过程中严格遵循国家海洋局和农业部的相关标准和规范,并结合具体实际,对标准和规范进行细化和扩展,制定建设标准、规程和细则。需要制定的建设标准包含《智慧海洋系统数据库标准》、《智慧海洋系统技术规范》、《智慧海洋系统运行管理规范》、《智慧海洋系统工作人员管理规范》、《智慧海洋信息服务与数据交换接口标准规范》、《智慧海洋数据采集录入和质量检验标准规范》等。

### 2.4.2 安全体系

安全体系建设要按照国家有关信息化安全策略、法规、标准和管理要求进行,以风险评估和需求分析为基础,坚持适度安全、技术与管理并重、分级与多层保护和动态发展等原则,保证网络与信息安全和政府监管与服务的有效性安全体系建设内容包括信息安全管理制度、应用安全、系统安全、网络安全、物理安全和 CA 认证等方面的建设内容。

## 3 应用实践

基于人体理论智慧海洋工程建设方案提供了海洋数据感知与传输、海量数据存储与计算、海洋业务综合管理以及智慧评价与决策一体化的规划与建设方案,为业主单位提供切实有效的智慧海洋信息化建设思路,分别在广西智慧海洋、温州智慧海洋、惠州市智慧海洋的建设过程中得到了应用实践。

### 3.1 广西海洋信息化建设工程项目应用实践

在广西智慧海洋信息化建设工程项目中,本文作者主力参与项目建议书、可行性研究报告、初步设计方案以及投资概算报告的编制,该项目建设主要包含以下六个方面的内容:

- 1) 制定广西海洋电子政务系统标准规范体系,网络、安全、应用支撑、数据库和管理五项标准。
- 2) 构建广西海洋数据资源目录管理系统,包括业务目录、资源目录、共享需求目录等三项信息资源目录;建设广西海洋核心数据库,包括历史数据标准化整理录入、缺少数据排查补齐以及新业务数据标准化接入。
- 3) 搭建广西海洋综合业务管理平台,分海洋电子

政务类、海洋防灾减灾类、海洋行政执法类、海洋生态监管类、海洋国际交流与合作类5类建设广西海洋电子政务系统,广西海洋防灾减灾辅助决策、数据综合运行监控、预警报综合制作审核、海洋防灾减灾信息发布、海洋防灾减灾智能预警移动应用系统,海洋行政执法监察系统,广西海洋环境综合管理系统,中国-东盟海洋公众服务平台、中国-东盟海洋交流合作平台等10个业务应用系统。

4) 依托广西电子政务外网升级改造实现自治区海洋局与区各相关厅委办局、全区沿海各市、县(区、市)海洋管理部门现有网络的互联。

5) 整合现有服务器、存储等硬件资源,构建海洋综合业务管理平台云计算基础层,包括硬件机房基础设施层、硬件基础设施子层、虚拟化&资源池化子层、资源调度与管理自动化子层。

6) 建立安全防护体系,包括自治区、沿海市、县(市、区)海洋管理部门安全防护系统,制定相应的安全管理制度。

### 3.2 惠州市智慧海洋建设项目应用实践

本文作者主力参与了惠州市智慧海洋建设项目一体化规划方案和建设方案的编制。惠州市智慧海洋总体框架基于云计算架构,总体上分为惠州智慧海洋信息化基础设施服务、惠州智慧海洋信息化平台服务、惠州智慧海洋信息化应用系统服务。搭建惠州智慧海洋信息化基础设施服务,实现海洋数据监测采集设备、数据传输网络以及数据计算与存储设施的虚拟化和资源池化,最大程度发挥硬件资源的效能,在此基础上,建设海洋与渔业大数据平台,抢占智慧海洋建设的制高点,为惠州智慧海洋信息化平台与应用提供基础设施与大数据支撑。惠州智慧海洋信息化平台服务作为各类信息化应用系统的平台支撑,实现业务和数据的协同与共享,提供身份认证、标准、模型、知识库、数据共享、GIS等一系列公共服务。惠州智慧海洋信息化应用系统服务的建设,是从实际业务需求出发,重点构建海洋生态环保、海洋防灾减灾、海洋经济、海洋渔业、海洋执法、海域海岛以及电子政务七个方面的特色应用系统,以满足新形势下快速发展的惠州市海洋事业对信息化迫切需求。

## 4 结论

基于人体理论智慧海洋工程建设方案旨在解决我国沿海省、市智慧海洋信息化建设过程中遇到的重复建设、信息孤岛、智慧度低等问题,方案从海洋环境立体监测体系构建、海洋大数据平台建设、海洋应用系统开发到信息化标准和规范等多方面进行了完整方案的设计,涵盖了海洋环保、防灾减灾、海域海岛、海洋执法、海洋经济、海洋渔业等多个业务范畴,方案在我国广西、温州、惠州等多个沿海省、市的智慧海洋建设中得到实践应用,分别建设综合管理平台、大数据平台、立体监测网三大基础框架,制定统一的标准规范体系,实现后续建设内容的灵活嵌入、高度融合,能够切实有效解决重复建设、信息孤岛问题,并通过大数据分析智慧决策提高了海洋信息化建设的智慧度,同时对其他沿海省、市的智慧海洋建设具有良好的借鉴意义。本文作者后续也将进一步研究改进智慧海洋工程建设方案,以期达到更高的智慧度。

### 参考文献

- 1 云行. “十三五”规划之海洋篇. 卫星应用, 2016, (6): 24-25.
- 2 张弘毅. 发展智慧海洋 建设海洋强国: “智慧海洋与物联网发展高峰论坛”举行. 中国船舶报. [2015-06-12].
- 3 新华社. 中共中央关于制定国民经济和社会发展第十三个五年规划的建议. 新华社. [2015-10-29].
- 4 王智辉. 系统院: 互联网+海洋=“智慧海洋”. 中国船舶报. [2015-07-21].
- 5 洪阳, 侯雪燕. 海洋大数据平台建设及应用. 卫星应用, 2016, (6): 26-30.
- 6 董贵山, 王正, 刘振钧. 基于大数据的数字海洋系统及安全风险需求分析. 通信技术, 2015, 48(5): 573-578.
- 7 Ahlswede R, Cai N, Li SYR, *et al.* Network information flow. *IEEE Trans. on Information Theory*, 2000, 46(4): 1204-1216. [doi: 10.1109/18.850663]
- 8 李四海. 我国数字海洋建设进展与展望. 海洋开发与管理, 2010, 27(6): 39-43.
- 9 Ishii M, Kimoto M, Sakamoto K, *et al.* Steric sea level changes estimated from historical ocean subsurface temperature and salinity analyses. *Journal of Oceanography*, 2006, 62(2): 155-170. [doi: 10.1007/s10872-006-0041-y]
- 10 甄峰, 秦萧. 智慧城市顶层设计总体框架研究. 现代城市研究, 2014, (10): 7-12. [doi: 10.3969/j.issn.1009-6000.2014.10.003]