



# 基于中台的数字港航一体化应用架构

韦 扬

(广西壮族自治区港航发展中心, 广西 南宁 530029)

**摘要:** 针对广西港航信息化存在着数据资源分散封闭形成信息孤岛、数据汇聚和共享交换困难、单体应用形式难以适应综合监管和一站式服务需求等问题, 进行广西港航信息化架构的研究。基于中台思维和广西港航业务需求分析, 提出数字港航一体化应用建设思路。基于中台和微服务技术, 设计了广西数字港航一体化应用的功能架构和技术架构。研究结果对落实交通强国和数字广西等顶层规划、推动广西港航信息化高质量科学发展具有参考价值。

**关键词:** 数字港航; 一体化应用; 数据中台; 业务中台; 微服务

中图分类号: U 612; C 931

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2021)09-0152-07

## Integrated application architecture of digital shipping based on middle platform

WEI Yang

(Shipping Development Center of the Guangxi Zhuang Autonomous Region, Nanning 530029, China)

**Abstract:** In existing Guangxi shipping information systems with monolith architecture, scattered and closed data resources formed the information island, which led to difficulties of data gathering, sharing, and exchanging, and resulted in the hard implementation of comprehensive supervision and one-stop service. To overcome these deficiencies, an idea of constructing the integrated application of digital shipping is proposed based on the systematic demand analysis of the Guangxi shipping informationization. Based on the middle platform and micro-service technologies, the detailed functional framework and technical architecture are designed for the integrated application of Guangxi digital shipping. The proposed idea is helpful to the rapid development of Guangxi shipping and may serve as a reference for the implementation of the top-level plans about “Strong Transportation” and “Digital Guangxi” in the Guangxi shipping field.

**Keywords:** digital shipping; integrated application; data middle platform; business middle platform; micro-service

广西具有得天独厚的港航发展区位和天然优势, 其中西江为珠江水系的干流、西南地区通江达海的水路运输大通道, 北部湾为我国西部重要国际门户港和陆海通道。为了支撑辖区水运发展, 自20世纪90年代初, 广西陆续开展了“水路运政系统”“港口信息系统”“船舶检验管理系统”“数字航道系统”“船闸调度系统”和“航运综合信息服务系统”等港航信息化项目建设。建设成

果有效提升了广西港航管理效率和服务水平, 带来了良好的经济和社会效益。然而受限于时代阶段的意识、理念和技术条件, 这些系统普遍存在相互独立封闭、数据不规范、缺少数据接口等问题, 导致数据汇聚、业务协同、数据共享、综合监管与服务等难以实现, 已无法适应以移动应用为主的“一网通办”“一网通管”和“一网通服”的新时代数字化应用需求, 难以支撑广西港航高

质量快速发展。

2019年,《交通强国建设纲要》明确指出要推动大数据、互联网、人工智能等新技术与交通行业深度融合,推进数据资源赋能交通发展<sup>[1]</sup>。交通运输部亦作出了促进先进信息技术与交通运输深度融合的工作部署,并联合七部委发布了《智能航运发展指导意见》,明确提出加强智能航运顶层设计、提升信息化智能水平和构建技术标准体系等任务<sup>[2]</sup>。广西智慧交通“十四五”发展规划也提出打造创新驱动、科技引领的智能交通体系,强化数据采集和数据资源的整合,深化信息服务的融合应用。毋庸置疑,如何利用新理念和新技术构建新的体系架构,提升港航治理能力和服务水平,是当前广西港航信息化建设的首要任务。

为走出信息孤岛、数据资源利用率低的困境,依托中台融合云计算、物联网、大数据、人工智能等新一代信息技术,正在成为综合业务信息系统发展的新路线、新模式和新形态。基于交通业务需求,陈爱伟等<sup>[3]</sup>分析了综合交通数据中台研究思路和建设路径,并提出综合交通信息化数据资源体系的构建方法;针对智慧道路应用,鲁田<sup>[4]</sup>提出多源海量数据的标准化数据中台和集中化服务中台的架构,实现对城市管理部门提供数据、技术和服务支持;针对智慧高速公路出行服务需求,李旭辉<sup>[5]</sup>以数据中台、业务中台为支撑,构建了新一代多维信息融合的智慧高速公路出行服务系统;针对部队营区综合管控需求,李京辉<sup>[6]</sup>提出了基于微服务框架和中台技术的智慧营区综合监管平台的建设方案;针对电网运行、企业经营和客户服务等各层级业务应用需求,崔恒志等<sup>[7]</sup>提出一套基于数据中台的企业级数据资产管理体系;针对政务应急体系中数据碎片化、分散化和冗余化现象,张弛<sup>[8]</sup>指出数据中台能够发挥将可用的数据“用起来”,将分散的数据“统起来”,将分立的平台“连起来”的功能,并在应对突发公共事件中具有监测预警、数据协同、舆情治理等多项核心价值;郭永江<sup>[9]</sup>则探索了基于中台的新型智慧城市建设,提出以“聚合数据、共

享技术、协同业务和赋能应用”为目标,搭建城市大中台的方案。

从上述文献分析可见,中台正在成为智慧道路、智慧城市、电网和政务等诸多领域综合业务系统的核心技术,并发挥重要作用。然而,在港航信息化领域,中台技术并未引起足够重视,尤其在分析研究港航业务系统应用架构方面,相关研究和成果少有报道。本文旨在针对广西港航的特点,对基于中台的数字港航一体化应用架构进行分析和探索,为依托西江航运干线贵港至梧州3 000吨级航道信息工程即将开展的数字港航一体化应用平台的建设提供参考。

## 1 广西港航信息化存在的问题

经过几十年的信息化发展,目前广西港航建设了门户网站、微信公众号、办公OA、港口信息管理、航运信息管理、电子运单、船舶检验、航道信息管理、船闸调度、电子航道图生产、航标遥测遥控、视频监控、自动水位站、船舶引航和航道综合监控等10多个应用系统,涵盖了数据采集、数据管理、业务应用和对外服务等各个层面。由于受限于时代技术水平和缺乏有效的全局长期规划,各类数据缺少规范和标准化接口,各系统之间相对封闭,形成了明显的信息孤岛,尤其是各个业务应用和对外服务系统无法共享数据资源,灵活性、兼容性和可扩展性差,开发成本高且功能受到很多限制,无法充分满足对内协同管理和对外综合服务的需求。目前存在的问题和困境主要包括以下几个方面。

1)数据资源分散,数据规范不统一。由于历史原因,广西港航各应用系统分散建设,各系统独立建库,而且数据库包括Oracle、SQL Server、MySQL和Sybase等不同类型,航道、航标和船舶等基础信息没有采用统一的数据规范,重复度高但标准化程度低,导致各数据库一方面高度冗余而另一方面数据不一致现象突出。各数据库亦难以对接和关联,无法构建统一的数据中心并高效安全地管理、利用和共享数据资源。

2) 数据资源封闭，缺乏标准数据接口。应用系统大多采用单体应用架构而不是开放式松耦合架构开发，应用层往往直接连接和操作数据库，没有开发遵循通用标准和规范(如 RestFul)的数据访问接口。各应用系统无法共享和复用统一的数据接口，一方面造成重复开发，维护更新成本高；另一方面导致数据服务目标受限，资源利用率低。

3) 业务系统孤立，缺乏统一体系架构。广西港航业务众多且彼此关联，例如航道综合监控离不开航道管理、船闸调度等业务系统的信息支撑，船闸调度系统需要船舶吃水、航道水位及电子运单等实时动态信息的支撑等。然而，目前各业务系统却相对孤立，缺乏统一的体系架构，也缺乏统一的用户认证。因此，一方面导致难以开展业务协同；另一方面无法从全区全业务角度出发，提供大视角的数据分析与展示，难以及时了解全区港航业务状态，以更好地辅助和支撑顶层设计和决策。

4) 服务渠道落后，缺乏灵活统一窗口。目前广西港航对外服务主要包括门户网站和微信公众号，服务渠道不够全面而且功能单一，主要是对外发布信息，而对于业务审批等线上服务，由于技术架构的限制，存在响应不及时、流程不智能、线上线下结合不紧密、各渠道服务入口无法联动等问题，无法满足一站式应用的需求。

## 2 数字港航一体化应用思路

2020 年，广西壮族自治区大数据发展局为了进一步推动政务数据要素的融合应用，发布了数字广西围绕“三纵、四横、五个一”的顶层规划<sup>[10]</sup>。其中的“四横”即基础中台、数据中台、应用中台和开放生态圈。广西数字港航一体化应用应遵循这一顶层规划进行设计，充分利用已有数据资源管理和应用改革成果，基于中台和开放生态群圈技术进行打造和落地。

广西数字港航一体化应用应涵盖港航业务管理、运行监测、行业监管和信息服务等方面，顺

应 5G 移动互联的发展趋势和技术特点，从全局出发，依照数字广西顶层设计以及交通运输部关于国家综合交通运输信息平台的“统一身份认证、统一地图服务、统一基础条件、统一安全防控、统一标准规范和统一归口管理”原则，基于中台技术进行体系框架的构建。通过基础中台实现设备、网络以及底层技术组件等基础资源的运维和管理，通过数据中台实现多源异构大数据的高度规范汇聚，通过应用中台以低耦合模式升级和适配业务系统，最终实现数字港航的“三个一”目标，即一个门户网站、一个掌上港航 APP 门户和一个微信公众号，涵盖所有港航业务和对外服务的一体化应用。

## 3 数字港航一体化应用架构

### 3.1 业务需求

广西数字港航的主要业务需求如图 1 所示。外场的测量船负责航道测绘，上千个航标遥测遥控终端(RTU)采集航标服役状态，上百个水位监测站点采集水位动态，几十个流速仪采集航道水流动态，沿岸部署的 AIS 基站采集几万艘船舶的动静态信息，船舶终端回传工作船作业动态，超声波传感器采集进入船闸船舶吃水，上百个视频监控站点和无人机采集港航关键场所的视频。此外，几十个北斗和 GPS 参考站为辖区定位设施提供差分服务。所有这些外场设施形成了广西数字港航的感知网络基础。测量船采集的测绘数据需要经过专业制图形成电子航道图产品和航道空间信息基础数据，航标、水位、流速、超声波、视频等其他感知数据则需要稳定的高并发的数据解析处理和高效率的大数据分布式存储。所有数据资源需要高效管理和交换共享，同时需要构建港航一张图的地理信息显示、查询与分析平台，构建针对视频场景的视觉识别与智能行为分析平台，构建各类业务应用支撑平台，提供业务数据接口和智能服务接口等。在港航应用层面，港航运行监测、船舶污染防治、港航信息管理、电子运单、船舶检验、船舶过闸联合调度和船舶引航调度等

业务系统，面向公众综合信息服务平台以及面向未来智能船舶的服务等，都需要复用各个应用支撑平台的基础能力和业务能力，完成各自系统的应用功能。

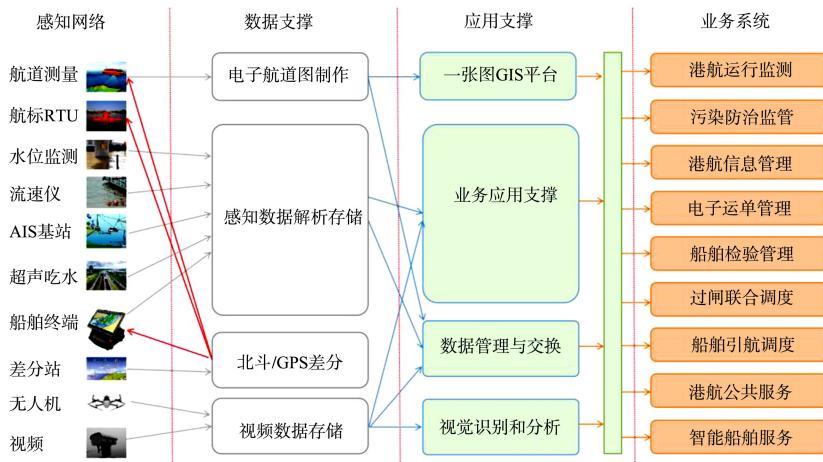


图 1 广西数字港航业务需求

### 3.2 中台思维

为了满足上述数字港航一体化应用的业务需求，已被普遍视为新一代IT架构的中台显然是理想的解决方案。中台是数字化转型背景下发展出来的新型IT治理方法，将各系统重复部分提炼出来单独构建并在系统间共享，即是中台思维的一种运用<sup>[11]</sup>。通过将信息系统进行前、中、后台分层，中台负责对轻量化的应用前端和专业化的业务后端进行有效连接、整合和重组，可充分发挥组件化、集约化和共享化的优势。前台通过直接组合调取中台能力，无需再建立与后台复杂的连接，使得整个业务系统可以很好地解耦、复用和敏捷开发，显著提升运营和管理效率。

中台更多是一种思维方式，因此对于中台实现有许多不同的理解，但一种常见的方法是根据逻辑层面将中台分类为业务中台、数据中台、基础中台。业务中台是业务抽象层面的复用平台，其核心是将共性业务如电子航道图的显示、视频检测、航道动态查询等抽象出来，并提供复用服务，供各业务应用系统按需组合；数据中台是对原始数据包括船舶、航标、水位信息等进行清洗、抽取和分析等二次加工处理以及治理，并将处理结果服务于业务；基础中台是将基础设施以及与业务关联度不大的底层技术进行整合与封装，提

供统一的可重用接口。在整个架构中，业务中台和数据中台针对应用场景提供中台服务，而基础中台则实际扮演着后台的角色，与内部管理和后勤支持一起辅助业务和数据资源的运营。

中台是抽象出来的业务模型，而业务模型的系统实现则需要业务开发架构来支撑。不同于传统集中式架构，具有复用和共享核心理念的微服务架构正是实现中台最佳的技术基础。微服务架构从SOA基础上扩展而来，采用松耦合模式，将可复用能力部署为独立微服务API，不同微服务间通过轻量级通信机制交互，应用系统则由一些独立微服务共同组成。业务中台通过微服务落地后，可向前台应用和第三方提供API服务，实现业务能力复用。数据中台通过微服务落地后，将在数据仓库或数据平台之上，通过API服务提供给业务中台或者前台应用。

### 3.3 功能架构

根据需求调研结果和中台思维方式，设计了广西数字港航一体化应用功能架构，见图2。架构分为3层：基础平台层、业务服务层和应用生态层，中台分布在基础平台层和业务服务层。

基础平台层包括外场感知网络和云基础设施。云基础设施主要包括计算资源、储存资源、网络设备和安全防护等，根据广西壮族自治区大数据

发展规划进行建设。基础中台则主要对感知网络的数据采集以及感知网络的遥控管理进行集成，设计通信连接网关，对接来自 TCP、UDP、HTTP 和 SMS 等各种协议的采集数据。

业务服务层包括数据中台和业务中台。业务中台利用微服务架构将主要业务支撑分解为一个个微服务 API，并通过业务网关进行单点登录、服务编排、服务调用、资源权限和服务监控管理。微服务主要是专业能力的汇总，包括一张图（融合地图和电子航道图）的 WMS 和 WFS 等服务、航道时空分析服务、船舶监控服务、水位监控服务、航标监控服务、交通流预测服务、航标

预测服务、水情预测服务、视频监控服务、视觉目标检测服务、视觉行为分析服务、联合调度优化服务等。此外，业务中台还将包含通用基础能力微服务，包括消息服务、支付服务和安全防护等。数据中台包括了数据平台、数据中心和数据网关。数据平台主要是基础类数据库、运行类数据库和业务类数据库；数据中心具有数据管控、统计报表、数据搜索、数据挖掘以及主题数据生成和可视化数据生成等能力；数据网关则通过 ETL 和 ELT 模式，实现数据导入导出批处理、基于 API 和文件的数据抽取以及基于权限的数据分享。



图 2 广西数字港航功能架构

应用生态层包含一体化应用生态圈、后台管理与第三方交互接口。一体化应用生态圈包括港航运行监测、船舶污染防治、港航信息管理、电子运单管理、船舶检验管理、船舶过闸联合调度、船舶引航调度、港航公众服务以及面向智能船舶服务应用等，所有应用利用业务中台和数据中台提供的微服务 API 进行业务能力组合，实现业务能力组件的复用。例如，所有应用都可以基于一张图（地图与电子航道图融合）进行构建，在一张图基础上叠加船舶、航标、水位、视频等

动态、分析和预测信息，显著提升空间可视化能力。此外，所有应用都将基于 Web 网站、APP 和微信公众号进行统一的访问和交互，实现一站式服务。提供给第三方的交互接口也基于数据中台和业务中台构建，根据用户权限为其提供被授权的微服务 API 访问能力。为了避免复杂后台运营管理需求给系统带来的融合难度，将后台管理功能从通用核心业务中剥离，并通过特定程序入口嵌入前端应用中，专门供后台管理人员使用。

### 3.4 技术架构

根据广西数字港航一体化应用的功能架构以及目前主流的技术生态圈，充分考虑大数据和人工智能的融合应用，设计了其技术架构，如图3所示。



图3 广西数字港航一体化应用技术架构

在基础中台，感知网络数据采集网关为了连接各种外场传感器，基于底层 Socket、SMS、Https 技术，针对 Xmpp、AIS、RTU 等协议进行各数据交换和解析组件的开发，并利用 Kafka connect 对数据流进行缓冲处理。ffmpeg 与 HLS 用于视频流的接入。基础中台采用云原生架构，可为服务网关、数据中台和业务中台提供 Docker 容器部署能力，并利用 Kubernetes 进行容器编排。此外，Zabbix 用于监控服务器和网络参数的健康度和完整性，Zipkin 分布式跟踪系统则用于对整个系统微服务数据的实时跟踪。

在业务中台，微服务 API 主要以 Rest Webservice 形式开放，微服务间通过 gRpc 通信。具体的业务微服务基于 SpringBoot + MyBatis 开发，而地图服务则需要电子航道图引擎 (S57 数据解析+S52 符号显示)、GeoServer 地图服务器以及 GeoMesa 时空数据索引等组件的支撑。针对基于视频的目标检测和行为分析以及航道状态(包括船舶交通动态、

航标轨迹、水情等)预测模型，需要人工智能框架的支持，包括 Pytorch 开发框架、卷积神经网络和循环神经网络基础模型、Yolo 和 Transform 高级模型以及 Python Flask 等模型部署框架。

在数据中台，数据服务以 Rest API、SQL 和文件等形式开放，基于 SpringBoot 框架开发。对于海量数据如船舶 AIS、航标轨迹、视频等，采用大数据平台进行分布式存储和计算处理，其采用的 Hadoop 技术生态圈包括 Hdfs、Kafka、Hbase、Hive 和 Spark 等。而对于常规结构化数据仍可采用 MySQL 关系型数据库及其相关技术处理。

微服务基础架构基于 SpringCloud 完整生态开发，服务网关 (API Gateway) 基础组件采用 Zuul 技术，服务注册中心采用 Consul 技术，而用户统一登录的安全认证采用 Oauth2 组件。这也是目前构建微服务体系前置网关服务的最佳选型。

前台的 Web 网站、微信公众号以及 APP 统一基于 HTML5、Javascript 方案开发，采用 Vue.js 进行功能实现和页面展示，研发 Map.js 实现融合地图和电子航道图的 WebGIS 功能。对于 APP，再利用 Android 平台进行封装。该方案有利于降低前台开发成本，并保障 3 个应用窗口界面和功能的一致性。

### 4 结语

1) 基于中台对广西数字港航一体化应用的落地方案进行功能梳理和技术架构设计，有助于厘清未来广西港航信息化的建设思路，根治信息孤岛顽疾，实现广西港航数字化转型目标，全面提升广西港航治理能力和社会公众服务水平。

2) 依托即将实施的西江航运干线贵港—梧州 3 000 吨级航道信息工程，数字港航一体化应用架构的建设实践将全面启动。基于中台的技术架构将改变一个系统一个技术路线的时代。未来业务系统开发将遵循和满足中台的各种技术规范要求，完全挂接在一体化平台下运行，真正解决业务协同、信息共享和综合服务难题。

3) 随着实际工程建设的推进，许多共性业务

将被抽取成独立部署的微服务，提高业务应用的弹性和高复用能力，改变现有业务条线分割现状，促进业务的协同和综合应用。然而，越来越多的微服务也会导致微服务间的通信和调用剧增，增加应用集成的难度。因此将传统集中式单体应用按具体的业务职能进行微服务细分，将是未来中台和微服务架构落地需要考虑的重点。

## 参考文献：

- [1] 赵晨, 马桂山. 交通运输部等七部门联合印发《智能航运发展指导意见》[J]. 中国海事, 2019(6): 1.
- [2] 交通运输部科技司. 推动大数据与交通运输深度融合[N]. 中国交通报, 2019-12-19(6).
- [3] 陈爱伟, 党倩, 万剑. 综合交通数据中台建设研究[J]. 中国交通信息化, 2020(11): 93-96.
- [4] 鲁田. 智慧道路业务框架浅析[C]//中国智能交通协会. 第十五届中国智能交通年会科技论文集(1). 北京: 中国智能交通协会, 2020.

(上接第 130 页)

## 6 结论

1) 针对水力式升船机的特点和运行中存在的主要问题，制定科学的工作方案和严格的质量控制措施，顺利完成了景洪水力式升船机首次大修任务。在完成金属结构、机电、电气等专业常规项目检修的同时，重点对水力式升船机特有水力驱动系统的输水管路、阀门、突扩体、平衡重浮筒等进行检修，设备设施整体技术状态得到大幅改善。

2) 通过大修研究提出一种更加安全、科学的水力式升船机船厢锁定和解锁方式，并掌握了同步轴扭矩超标处理方法，解决困扰升船机正常运行的扭矩超标停机问题。

3) 景洪水力式首次大修积累了丰富经验，相关人员技术技能水平也得到了较大的提升，为水

- [5] 李旭辉. 新一代多维信息融合智慧高速公路出行服务系统构建[J]. 公路, 2021, 66(1): 244-247.
- [6] 李京辉. 基于微服务架构和中台技术的智慧营区综合管控平台建设研究[J]. 信息技术与信息化, 2021(2): 74-77.
- [7] 崔恒志, 王翀, 吴健. 基于数据中台的数据资产管理体系[J]. 计算机系统应用, 2021, 30(3): 33-42.
- [8] 张弛. 数据中台在应对突发公共事件中的核心价值研究[J]. 华中科技大学学报(社会科学版), 2021, 35(1): 77-84.
- [9] 郭永江. 基于中台的新型智慧城市建设研究[J]. 计算机与网络, 2021, 47(2): 32-34.
- [10] 广西壮族自治区大数据发展局. 关于印发推进广西政务数据要素融合应用实施方案的通知[Z]. 南宁: 广西壮族自治区人民政府, 2020.
- [11] 钟华. 企业 IT 架构转型之道: 阿里巴巴中台战略思想与架构实战[M]. 北京: 机械工业出版, 2017: 15-16.

(本文编辑 郭雪珍)

力式升船机检修规程编制奠定了基础。

## 参考文献：

- [1] 王新, 胡亚安, 黄群, 等. 升船机船厢防撞装置工作特性原型观测[J]. 水运工程, 2016(12): 204-208.
- [2] 胡亚安, 薛淑, 李中华, 等. 景洪水力式升船机运行特性[J]. 水运工程, 2017(7): 12-16.
- [3] 王新, 胡亚安, 李中华, 等. 大型升船机船厢出入水受力特性原型观测[J]. 水利水运工程学报, 2019(3): 1-8.
- [4] 李学义, 胡亚安, 王新, 等. 水力式升船机制动器上闸与松闸条件[J]. 水运工程, 2017(12): 1-7.
- [5] 薛淑, 肖海斌, 王新. 景洪升船机上游对接流程优化[J]. 水运工程, 2020(10): 7-11, 51.
- [6] 南京水利科学研究院. 通航建筑物维护技术规范: JTS 320-2—2018[S]. 北京: 人民交通出版社, 2018.

(本文编辑 郭雪珍)