

SZSD

数 字 山 东 工 程 标 准

SZSD02 0003—2024

港口智慧大脑平台建设指南

Guidelines for the construction of port smart brain platform

2024 - 04 - 15 发布

2024 - 06 - 01 实施

目 次

前 言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义、缩略语 1

4 总体架构 2

5 技术架构 3

6 功能架构 4

7 业务架构 6

8 支撑保障 6

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由青岛市大数据发展管理局提出并归口。

本文件起草单位：山东港口青岛港集团有限公司、青岛港国际股份有限公司、交通运输部水运科学研究所、山东省港口集团有限公司、山东港口科技集团有限公司、山东港口科技集团青岛有限公司

本文件主要起草人：张蕾、张子青、耿增涛、文捷、刘长辉、徐斌、王涛、陈立昌、汤雪、李新照、徐坤三、刘迅、苟晓璐、邵斌、耿雄飞、周丹。

港口智慧大脑平台建设指南

1 范围

本文件给出了港口智慧大脑平台总体架构、技术架构、功能架构、业务架构及支撑保障等方面的指导和建议。

本文件适用于港口智慧大脑平台的规划、设计、研发、实施、管理及应用。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 29262 信息技术 面向服务的体系结构（SOA）术语

GB/T 34678 智慧城市技术参考模型

GB/T 35589 信息技术 大数据技术参考模型

3 术语和定义、缩略语

3.1 术语和定义

GB/T 29262界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

架构 architecture

通过系统元素、元素间的关系以及系统设计和进化原则体现出来的一个系统在其环境中的基本概念或属性。

3.1.2

总体架构 monolithic architecture

一个系统在其逻辑层面的基本组织结构表现，包括系统设计耦合模式和演进原则。

3.1.3

技术架构 technology architecture

提供一组抽象构件及构件实例间交互的方法，实现整个或部分技术系统的可重用设计的技术体系。

3.1.4

功能架构 business architecture

系统功能模块间的从属关系逻辑表达。

3.1.5

服务系统 service system

通过云计算定义的接口提供一种或多种能力的软硬件集合。

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

APP:应用程序（Application）

BI:商业智能（Business Intelligence）

IaaS:基础设施即服务 (Infrastructure as a Service)

IPv6:互联网协议第6版 (Internet Protocol Version 6)

PaaS:系统即服务 (Platform as a Service)

PB:拍字节或千万亿字节 (Petabyte)

SaaS:软件即服务 (Software as a Service)

4 总体架构

4.1 港口智慧大脑平台总体架构由四部分组成，包括基础层、平台层、服务层、用户层，其中：基础层含物理实体、边缘层、资源层；平台层含数据层、支撑层；服务层含应用层、接入层、展示层。总体架构图见图 1。

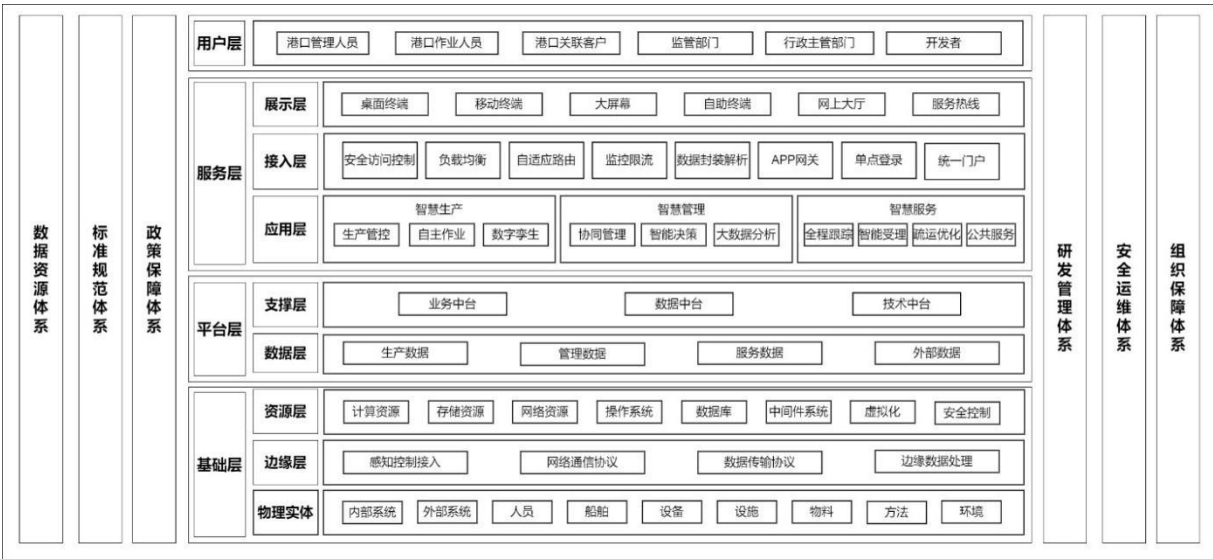


图1 港口智慧大脑平台总体架构

4.2 基础层是智慧港口大脑平台的基础数据感知采集、通讯传输、安全存储的支撑，并提供平台运行资源的基础服务，包括物理实体层、边缘层、资源层：

- a) 物理实体层是边缘感知采集数据的对象，包括内外部数据来源系统和港口运营的人员、船舶、设备、设施、物料、方法、环境等主要生产要素；
- b) 边缘层提供数据来源的边缘处理功能，由感知控制接入、网络通讯协议、数据传输协议、边缘数据处理构成，实现对物理实体层实时状态数据的感知采集和通讯传输，为平台层提供原始数据；
- c) 资源层是对所有计算基础设施和基础支撑软件的利用，包括处理器、内存、存储、网络和其它基本计算资源节点，操作系统、中间件系统、数据库、存储、网络等系统软硬件架构和文件系统、分布式数据库、图数据库、分布式逻辑处理、云资源调度、云存储、安全控制等资源服务，宜选择私有云资源、公有云资源、混合云资源的一种方式，满足平台运行处理和数据存储的需要。

4.3 平台层是港口智慧大脑平台的核心支撑层，提供业务弹性开发和扩展的能力，包括数据层、支撑层：

- a) 数据层为应用层提供数据支撑的能力，包括生产作业、经营管理、物流服务、环境监测、设备运行、人员、市场、方法、外部等数据，满足应用功能的数据需要；

- b) 支撑层包括技术中台、数据中台、业务中台，为应用层提供统一的技术、数据、业务处理的公共微服务组件和容器管理组件等，满足上层应用的开发测试、部署运行、资源整合、信息共享等需求。

4.4 服务层是港口智慧大脑平台应用展示层，具备支撑平台各类型用户的应用功能、接入方式、展示方式的能力，包括应用层、接入层、展示层：

- a) 应用层根据港口的智慧生产、智慧管理、智慧服务涉及的业务逻辑提供面向用户的智慧应用和应用整合。智慧生产涵盖港口生产管控、自主作业、数字孪生等应用功能，智慧管理涵盖协同管理、智能决策、大数据分析等应用功能，智慧服务涵盖智能受理、全程跟踪、疏运优化、公共服务等应用功能。
- b) 接入层具备用户使用的便捷性、安全性，是用户和平台之间的桥梁和纽带，主要是面向不同应用领域提供专业应用接口以及安全访问控制、负载均衡、自适应路由、监控限流、数据封装分析、APP 网关、单点登录、统一门户等。
- c) 展示层具备平台的多种服务和展示方式，主要包括桌面终端、移动终端、大屏幕、自助终端、网上大厅、服务热线等。

4.5 用户层包括港口管理人员、港口作业人员、港口关联客户、监管部门、行政管理部门、开发者等，根据用户的应用需求、使用权限不同为用户配置具体应用功能和数据。

5 技术架构

5.1 港口智慧大脑平台技术架构按照 IaaS 基础服务组件层、PaaS 应用服务组件层、SaaS 港口大脑服务层分层设计部署，技术架构图见图 2，内容包括：

- a) 基于开源框架进行封装，屏蔽掉复杂的配置和实现原理，采用微服务架构，为开发者提供一套分布式系统开发工具包；
- b) 对虚拟化基础设施实现平台底层软硬件的统一管理；
- c) 宜为云应用开发的配置管理、服务发现、断路器、智能路由、微代理、控制总线、全局锁、决策竞选、分布式会话和集群状态管理等操作提供开发方式，支撑面向智慧港口大脑服务的 SaaS 服务。

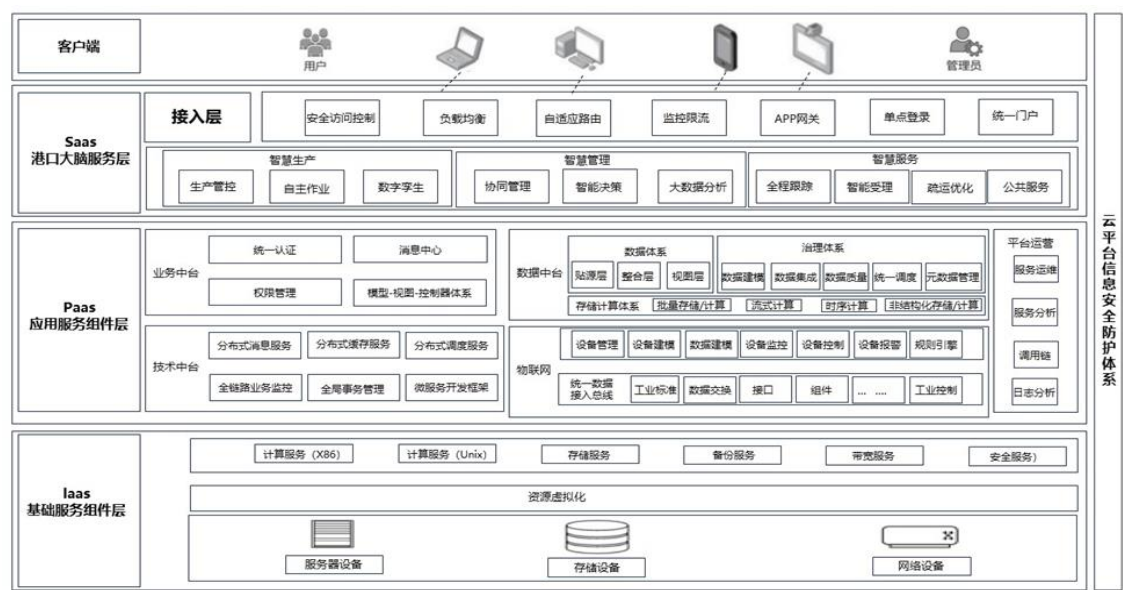


图2 港口智慧大脑平台技术架构

5.2 基础服务组件层是基于虚拟化、分布式存储、并行计算、负载调度等技术，实现网络、计算、存储等计算机资源的池化管理。根据需求进行弹性分配，并确保资源使用的安全与隔离，为用户提供完善的云服务基础设施服务。包括计算服务、存储服务、网络服务、备份服务、安全服务以及特殊设备/专用设备等内容。

5.3 应用服务组件层为上层应用提供统一的技术、数据、业务等中台的基础服务，包括业务中台、数据中台、技术中台和物联网组件。开发者根据各应用系统的业务需求，调用 PaaS 平台的接口进行开发和集成，满足平台应用的快速开发。

5.4 港口大脑服务层功能包括但不限于以下内容：

- a) 对申请使用平台应用的用户进行弹性资源分配功能，支持云资源管理平台统一资源调度与管理，对应用资源和用户进行接管，依托云资源管理平台实现以用户为核心的管理接入；
- b) 宜对用户和资源管理进行线程级别的监控，将各应用模块的运行状态、性能指标等进行统一管理；
- c) 宜依托应用服务组件层服务开发部署通用公共应用，为用户提供按需使用的软件服务，使用户不再需要自建和维护相应的应用系统，避免重复建设；
- d) 宜涵盖智慧生产、智慧管理、智慧服务功能，智慧生产包括生产控制、自主作业、数字孪生等，智慧管理包括协同管理、智能决策、大数据分析等，智慧服务包括全程跟踪、智能受理、疏运优化、公共服务等。

6 功能架构

6.1 根据港口智慧大脑平台的用户类型、业务种类、管理内容和服务范围，按照感知、融合、控制、互联、预测、决策的思路进行功能设计，分为港口级、码头级、系统级、单元级，功能架构见图 3。

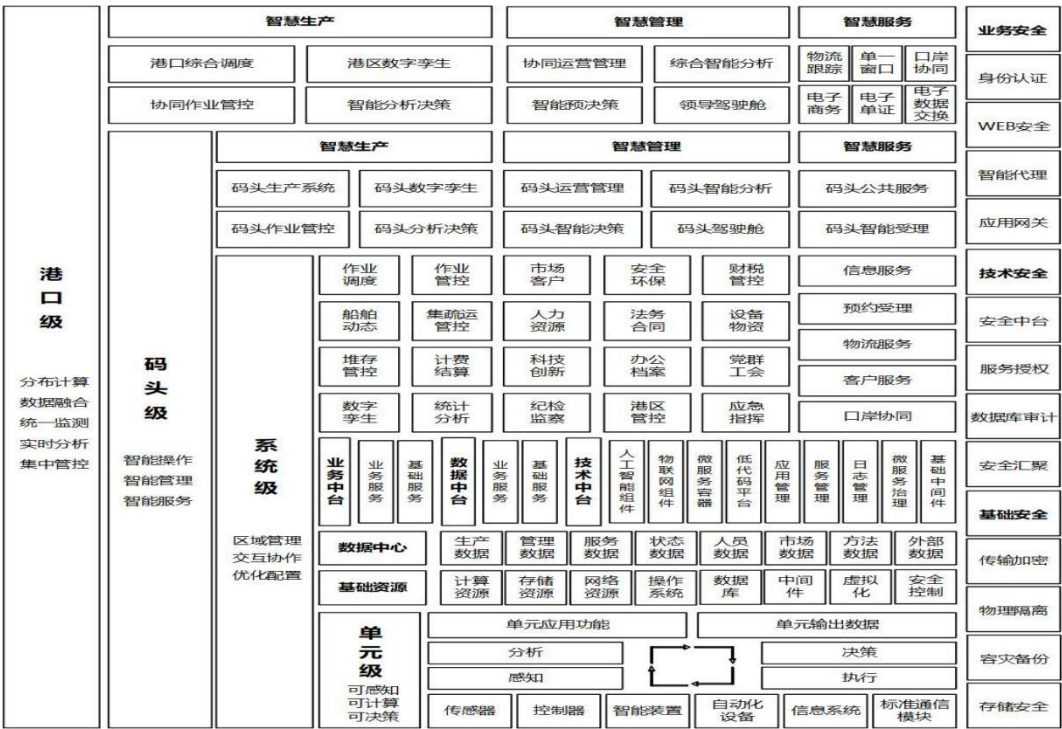


图 3 港口智慧大脑平台功能架构

6.2 单元级是港口生产经营活动的人、机、物、工艺、环境等最小单位，其功能包括但不限于以下内容：

- a) 具备可感知、可计算、可交互、可延展、自决策能力，实现感知、分析、决策、执行功能；
- b) 支持物理实体、信息实体、服务、连接和数据等要素的处理，内容如下：
 - 1) 物理实体涵盖人员、船舶、设备、设施、物料、环境和方法等；
 - 2) 信息实体涵盖单机设备控制系统软件和单元级数字孪生体，提供多维度描述物理空间；
 - 3) 服务为物理实体提供智能运行、故障诊断、状态监测预警、结构优化等服务；
 - 4) 连接实现物理实体和信息实体间的感知和控制；
 - 5) 数据集合所有维度的数据，包含物理实体、信息实体、服务系统产生的数据，并实时更新、不断融合。
- c) 实时准确获取传感感知设备相关数据信息，支撑自动检测、自动控制；
- d) 实时准确获取控制设备数据，根据计算结果对物理实体进行控制与优化；
- e) 港口单元级系统主要实现对人员、船舶、设备、设施、物料、环境和方法等状态信息反馈，如设备的定位、测距和避障、振动、温度等功能，以及船型扫描、集卡车号和箱号识别、涌浪监测预警、风速监测预警等功能。

6.3 系统级是多个单元级功能组成的系统，通过在数据层、功能层组装和互联互通，采用相适应的基础通讯方式，实现单元级与系统级的功能融合，其功能包括但不限于以下内容：

- a) 支持单元级系统异构集成、数据流和资源协同，满足系统整体效果和资源最优配置，提高资源协作效率；
- b) 具备系统级组件之间的互联互通、管理和检测，以及对不同组件的实时、动态信息协同控制能力，实现信息空间与物理空间的协同和统一；
- c) 支持对集成的计算系统、感知系统、控制系统与网络系统的统一管理；
- d) 系统级主要实现对港口某类操作、业务、管理和服务的系统性管控，如作业调度、船舶动态、集疏运管控、堆场管控、计费结算、统计分析、数字孪生、协同办公、市场客户、安全环保、财务核算、资金管理、预算管理、资产管理、人力资源、设备管理、信息服务、预约受理、客户服务、物流服务、口岸协同等系统。

6.4 码头级是在系统级基础上，对多个系统级系统及单元级系统的异构集成，实现系统级之间的跨系统互联、互操作和协同优化，其功能包括但不限于以下内容：

- a) 具备对多系统功能和数据的异构集成共享和协同，以及分布式处理能力；
- b) 提供多维数据融合、人工智能和大数据分析提取功能，具备从数据到信息再到知识的发现能力，实现对港口内外部系统数据、感知数据的接入、分析和智能化应用，提升码头的决策力、洞察力和流程优化能力；
- c) 提供码头级系统的标准化基础公共服务组件，支撑技术中台、数据中台、业务中台，满足快速开发和集成需要，并支持码头级系统的一体化监测和管控；
- d) 码头级系统主要实现对码头的全域、全业务的可视化管控以及关键运营指标的预测和优化，支撑码头智慧生产、智慧管理、智慧服务，如码头生产系统、作业管控、数字孪生、运营管理、智能决策、码头公共服务、码头智能受理等。

6.5 港口级是在码头级基础上，对多个码头级系统、系统级系统及单元级系统的异构集成，通过构建港口智慧大脑，实现码头级之间的数据共享和协同优化，在码头级功能基础上，其功能包括但不限于以下内容：

- a) 具备对多码头系统和数据的异构集成共享和协同能力；
- b) 提供不同码头间的协同调度和港口级生态关联间的信息交互功能；

- c) 港口级系统实现对港口全域智慧管控和决策，主要包括智慧生产系统、智慧管理系统、智慧服务系统三大类，智慧生产主要包括全港数字孪生、作业协同调度，实现港口级生产智能管控、资源优化配置、生产作业可视化和预测、优化，以及远程监测诊断、协同调度和风险辨识；智慧管理系统主要包括协同管理、智能决策、大数据分析等系统，实现港口管理的状态可视、优化和预决策等；服务系统主要包括公共服务、全程跟踪、智能受理、集疏运优化等，实现港口生态圈的商务链、政务链、物流链的连通。

7 业务架构

7.1 港口的生产、管理和服务分港口集团和码头公司两级进行，智慧港口大脑平台根据港口集团和码头公司的业务范围设计业务架构，业务架构图见图 4。



图 4 港口智慧大脑平台业务架构

7.2 港口集团负责港口业务的整体管理和协调，主要由生产业务、管理业务、服务业务组成，业务范围包括但不限于以下内容：

- a) 生产业务为港口集团的生产组织、集疏运组织、统计分析等；
- b) 管理业务为港口集团全部职能管理和协同；
- c) 服务业务为港口集团物流供应链和监管协同的全部服务业务。

7.3 码头公司负责港口业务的具体实现，主要由生产业务、管理业务、服务业务组成，业务范围包括但不限于以下内容：

- a) 生产业务为具体操作完成装卸生产作业、集疏运作业、仓储作业、生产统计等，并实现与港口集团业务协同；
- b) 管理业务为码头公司全部职能管理和协同，并根据管理业务流程，实现与集团管理业务的协同；
- c) 服务业务为码头公司物流供应链和监管协同的全部服务业务，并根据服务业务流程，实现对码头业务单位的客户服务跟踪及与港口服务业务的协同。

7.4 做好港口集团业务与码头公司业务的上下联动协调和信息共享。

8 支撑保障

8.1 网络

- 8.1.1 实现港口集团、码头公司网络全覆盖，统一互联网出口，支持 IPv6 平滑演进。
- 8.1.2 建立事前防护、事中监控、事后审计全流程封闭、全面感知、集中管理、统一策略的安全防御体系，实现全网安全态势感知。
- 8.1.3 提供网络运维多层级分权分域管理，实现可视化和模板化的网络状态实时监控、业务配置自动快速下发、网络流量主动调优，以及基于人工智能、大数据的故障预防与界定。

8.2 基础资源

- 8.2.1 计算资源提供基于服务级别协议的虚拟机服务、物理机服务、镜像服务等，适配不同业务类型。
- 8.2.2 存储资源提供块存储服务、对象存储服务、文件存储服务等。
- 8.2.3 网络资源提供虚拟私有云服务、安全组服务、虚拟防火墙服务、弹性负载均衡服务、弹性 IP 服务等。
- 8.2.4 安全服务提供网络安全、虚拟化安全、主机安全、应用安全、数据安全等服务，构建安全管理中心。
- 8.2.5 数据库服务提供各种关系型数据库服务，并具备提供非关系型数据和数据仓库的服务能力。

8.3 大数据服务

- 8.3.1 大数据存储采用高度容错性的分布式文件系统，支持承载 PB 级海量结构化、半结构化及非结构化数据存储，提供高吞吐量的数据访问，实现对汇聚的多类型海量数据存储。
- 8.3.2 大数据软件采用多种数据并行处理框架，针对不同的场景采用分布式、流式、内存式等计算模型，对数据进行大规模批量处理或实时处理，具备对结构化、半结构化和非结构化数据进行多层次处理的能力，实现面向领域的分析语言应用。
- 8.3.3 GB/T 35589 描述了大数据参考架构，大数据服务架构宜符合 GB/T 35589 要求。

8.4 平台支撑服务

- 8.4.1 提供统一的资源管理和调度功能，为多场景、多应用提供技术、数据、业务资源共享，按需自动分配和调度资源。
- 8.4.2 提供完整的服务化管控平台。
- 8.4.3 为平台原生软件应用开发和管理提供完善的平台支撑。
- 8.4.4 支持对元数据管理、数据标准、数据质量、数据模型等进行全生命周期治理和管控，实现数据模型标准化、数据关系脉络化、数据加工可视化、数据质量度量化、数据服务自动化，数据资产的统一管理及全业务流程的实时监控。
- 8.4.5 为大数据分析提供多种分析算法、模型和功能，宜包括全网搜索、语音分析、语义分析、全文检索、人工智能、知识图谱、标签与画像、数据碰撞、数据挖掘、BI 分析等。
- 8.4.6 具备数据可视化配置和管理功能，提供业务数据多源化效果展示。
- 8.4.7 提供基于容器化、服务化等技术能力，构建平台应用开发公共组件，通过基于服务目录的组件订阅方式，实现平台应用快速开发。
- 8.4.8 具备数据审计、数据脱敏、数据水印、数据加密、角色授权等功能，提供对数据权属性、保密性、完整性、可用性、可追溯性的保护，保障数据资源安全，实现大数据可管、可控、可信。

8.5 边缘感知

- 8.5.1 边缘感知宜包括身份、位置、图像、环境、安全、设施等感知。
- 8.5.2 感知设备宜符合 GB/T 34678 的要求，并具备安全性和模拟量、数字量的采集能力，支持 IPv6。

8.5.3 身份感知设备包括身份证、人体面部、指纹等至少一种特征识别能力，支持多种网络传输协议。
