

团体标准

T/ITS 0157—XXXX

智慧港口云控平台总体技术要求

General technical requirements for cloud control platform of smart port

(征求意见稿)

本稿完成日期：2023 年 11 月 10 日

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

中国智能交通产业联盟 发布

目 次

前 言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语、定义和缩略语 1

4 功能架构 2

5 支撑平台层 3

6 业务应用层 5

附录 A 8

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。

本文件由中国智能交通产业联盟（C-ITS）提出并归口。

本文件主要起草单位：

本文件主要起草人：

智慧港口云控平台总体技术要求

1 范围

本文件规定了智慧港口云控平台的功能架构、港口数据支撑平台、港口数字孪生平台、港口智能引擎、港口设备集控管理和港口全局智能调度的技术要求以及智慧港口数据集示例。

本文件适用于智慧港口云控平台的设计、开发、测试、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。

T/ITS 0147.1 港口无人驾驶集装箱车技术要求 第1部分 驾驶场景和行驶行为
T/ITS 0147.2 港口无人驾驶集装箱车技术要求 第2部分 无线通讯和信息安全
T/ITS 0147.3 港口无人驾驶集装箱车技术要求 第3部分 车辆功能要求
T/ITS 0147.41 港口无人驾驶集装箱车技术要求 第4部分 车辆测试方法
T/ITS xxxx 港口无人驾驶集装箱车智能水平运输管理系统技术要求

3 术语、定义和缩略语

3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

智慧港口云控平台 cloud controll platform of smart port

依托感知/网络/计算基础设施，基于港口数据支撑平台、港口数字孪生和港口智能引擎能力，为港口作业和运营提供港口数字孪生运营仿真、设备集控管理、全局调度优化等业务。

3.1.2

港口数字孪生 port digital twin

以数字孪生为主要技术手段，依托感知/网络/计算基础设施、港口数据支撑平台、港口智能引擎、全局智能调度系统等，为港口提供业务可视、运营操控与技术验证的平台。港口数字孪生通过自下而上的数据实时接入、信息快速融合、时空精准表达，以及自上而下的作业指令传递与管理决策反馈，完成

物理世界各项复杂业务在数字世界的场景展现与流程循环，以实现港区全域智慧、高效管理运营。

3.1.3 港口全局智能调度 port overall intelligent scheduling

通过各类指令（任务）的前后衔接完成整个集装箱码头的作业运转和管理，通过全局智能调度的指挥实现作业任务的智能指派和协同，提升港口全局效率，降低资源浪费。

3.1.4 智能水平运输管理系统 intelligent vehicle management platform

能够根据码头生产管理系统下发的作业任务指令，结合码头各子系统信息，智能调度港口无人驾驶集装箱车完成作业任务并实时反馈作业信息的系统。

[来源：T/ITS xxxx 港口无人驾驶集装箱车智能水平运输管理系统技术要求，3.1.1]

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

AGVS：无人搬运车系统（Automated Guided Vehicle System）

ECS：设备集控管理（Equipment Control System）

IVMP：智能水平运输管理系统/智能车管平台（Intelligent Vehicle Management Platform）

ITS：智能运输系统（Intelligent Transportation System）

PDCV：港口无人驾驶集装箱车（Port Driverless Container Vehicle）

TOS：码头生产管理系统（Terminal Operating System）

4 功能架构

智慧港口云控平台架构如图 1 所示，由基础设施层、支撑平台层、业务应用层组成。

基础设施层包括感知设施、通信设施、定位设施和计算设施，用于支撑港口相关设备（龙门吊、桥吊、无人集卡 PDCV、常规集卡等）的感知、定位、网络接入和计算。

支撑平台层的港口数据支撑平台将基础设施层收集的各类港口数据进行存储和数据处理，产生智慧港口运营相关指标数据，并将数据发给港口数字孪生平台和港口智能引擎。港口数字孪生平台提供智慧港口基础数据和指标数据的可视化和仿真推演，支撑支撑智慧港口数字孪生应用。港口智能引擎提供模型训练、多模态标注、诊断服务和预测服务等，支撑智慧港口调度等智能应用。

业务应用层主要提供港口设备集控管理和港口全局智能调度。其中，港口设备集控管理对接岸边和堆场设备单机控制系统，进行堆场管理、桥吊管理、智能水平运输管理（IVMP）和操作终端管理，并将相关管理数据发给港口全局智能调度平台。港口全局智能调度平台支持任务及指令监控，预估作业时间，并进行龙门吊、桥吊、集卡、流机的调度优化，为码头生产管理系统提供调度优化功能。

智慧港口云控平台的数据集参见附录 A。

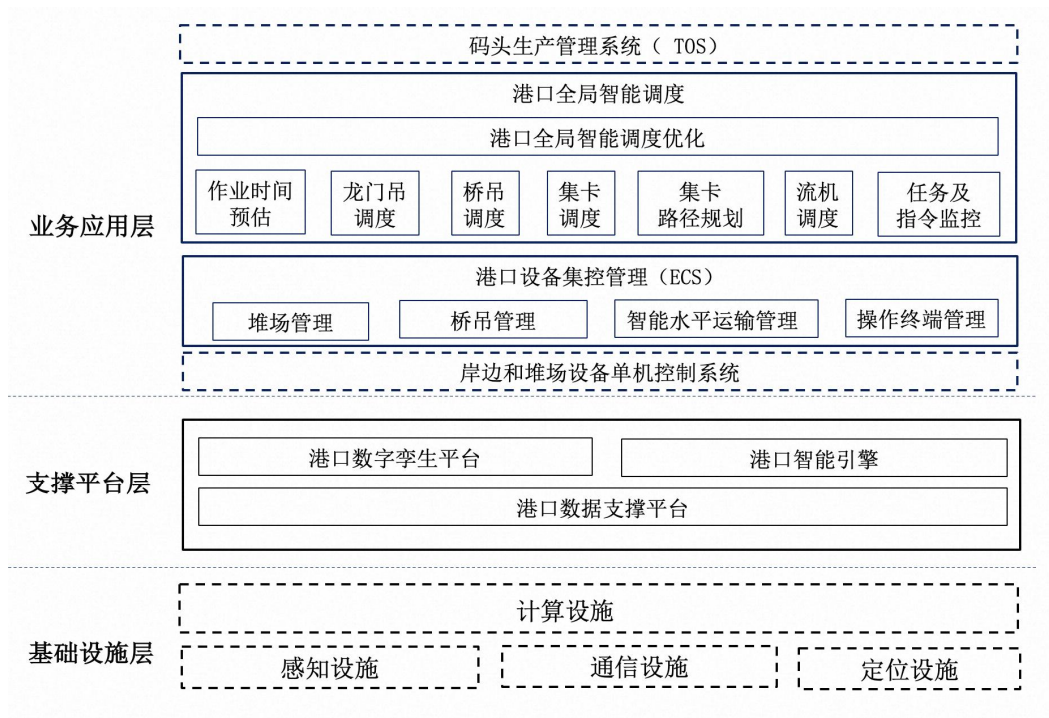


图 1 智慧港口云控平台功能架构

5 支撑平台层

5.1 港口数据支撑平台

港口数据支撑平台应支持如下功能：

- a) 支持港口基础数据和大数据分析产生的港口运营相关指标数据的存储；
- b) 支持港口基础数据和指标数据的标签库和标签服务，支撑应用构建港口数据业务模型；
- c) 支持基于港口数据标签的大数据分析，业务人员通过灵活配置交互界面，实现业务模型分析；
- d) 支持对各类基础数据和指标数据的管理和过程监控；
- e) 支持与港口基础设施、港口数字孪生、港口智能引擎以及第三方系统的数据共享与交换；
- f) 支持对实时监控系统、自动化装卸系统、无人搬运车系统（AGVS）、智能运输系统（ITS）等多种业务系统标准数据库抽取港口信息流、资金流、物流和商流数据；
- g) 支持与船公司、货主货代、口岸监管单位信息系统和平台的对接和区域性港口物流信息共享与业务协同。

5.2 港口数字孪生平台

5.2.1 港口数字孪生平台功能

港口数字孪生平台应支持如下功能：

- a) 为用户(系统使用者,港区管理者与业务人员)提供企业外宣、业务可视化、管理驾驶舱、应急指挥、系统集成、虚拟现实、仿真推演和客户端系统操控与人机交互功能;
- b) 为 IT 技术人员(平台建设与运维者)提供数据可视化应用引擎和三维空间场景研发工具集等;
- c) 仿真支持模拟港口作业的真实特征,包括靠泊、转运、装卸船等;
- d) 仿真支持模拟港口作业的设备交互,包括设备移动、路径规划、路径冲突等;
- e) 仿真能够为堆场规划、路网设计、泊位设计、流程优化、效率提升等需求提供数据支撑;
- f) 支持三维港口运营仿真搭建与管理,包括可视化搭建、设备分组、设备搜索定位、画布编辑、实时展示和对象编辑等功能;
- g) 支持三维模型管理,包括组态管理、三维模型组件库管理、模型更新和物料库管理等;
- h) 支持港口运营各环节的历史数据回放;
- i) 支持港口运营相关指标数据的可视化;
- j) 支持以动态效果呈现报警灯、码头各类设备状态等动态数据;
- k) 支持关联数据(如港口调度计划数据和实际运营数据关联)的可视化呈现;
- l) 为港口场景的物流分析、决策支持、风险缓释和应急响应提供支撑;
- m) 为港口全局智能调度优化(如港机设备及无人车辆的最优任务调度等)提供港口内设备的实时位置、作业状态、行驶路径等信息的可视化呈现。

5.2.2 港口数字孪生平台工作流程

港口数字孪生平台的工作流程如图 2 所示,孪生数字底座为机理仿真工具提供的统一数据模型,并将实体数据服务输入到港口调度算法。机理仿真工具对设备进行多智能体运行计算,仿真的设备包括堆高机/正面吊、固定吊、桥吊/龙门吊和外集卡等。仿真推演平台基于机理仿真工具输入的云化后的仿真模型进行模型加载和仿真加速。港口调度算法基于仿真推演平台输出的仿真计算结果和孪生数据底座输入的实体数据服务信息生成调度指令和方案策略(如龙门吊调度指令、堆场优化方案等),并将优化方案调整数据输入到仿真推演平台。数字孪生可视化平台进行实体数据服务信息、仿真数据服务信息、调度指令和方案策略的呈现,并向仿真推演平台下发仿真编辑指令。

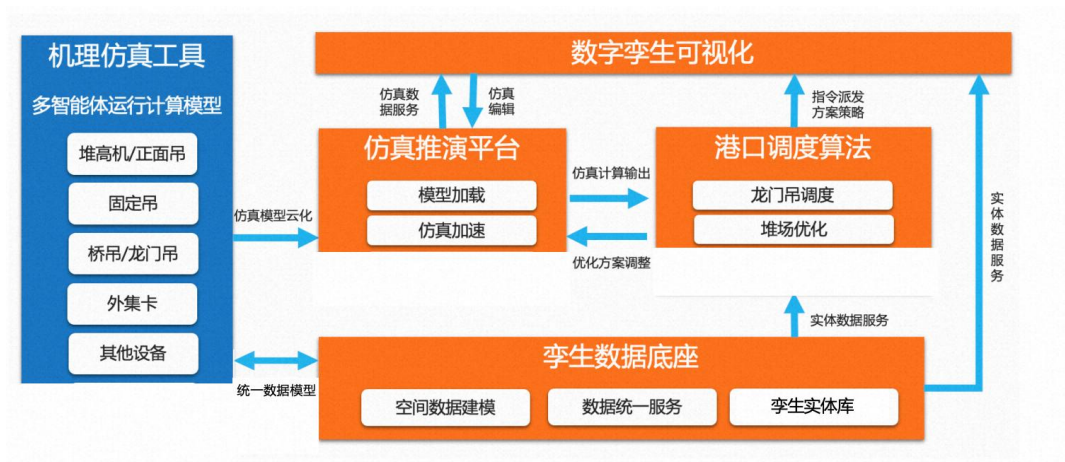


图 2 港口数字孪生平台的工作流程

5.3 港口智能引擎

港口智能引擎应支持如下功能要求：

- a) 数据读写：支持 CSV、DB 等数据源种类，支持 API-IN 和 API-OUT。
- b) 数据运算：支持滤波、数据类型转化、数据聚合、数据对齐、数据归一化、缺失值处理、时滞处理、死区处理、积分统计、计时统计、运行计数、限幅限速等。
- c) 算法组件：支持深度学习、运筹优化、K 近邻分类、偏最小二乘回归、决策树、分段多项式回归、小波分解去噪、快速傅里叶变换、支持向量机、梯度提升决策树、梯度提升回归树、线性回归、逻辑回归、随机森林等。
- d) 逻辑运算组件：支持 AND、NOT、OR、RS 触发器、延时 OFF、延时 ON、脉冲触发器、触发器、计时器等。
- e) 港口行业智能算法：支持 MPC、PID、比值控制、变点分析、过程能力分析、因果网络分析、预测因素分析等。

6 业务应用层

6.1 港口设备集控管理

港口设备集控管理应包括堆场管理、桥吊管理、智能水平运输管理和操作终端管理，应支持如下功能：

- a) 堆场管理应支持对全自动轮胎式龙门吊的作业任务管理、龙门吊状态管理、业务数据管理、运维平台管理等；
- b) 桥吊管理应支持对全自动远控桥吊的作业任务管理、桥吊状态管理、业务数据管理、运维平台

管理等；

- c) 智能水平运输管理应支持对自动驾驶集装箱卡车的管理，符合 T/ITS xxxx 港口无人驾驶集装箱车智能水平运输管理系统技术要求和 T/ITS 0147 系列标准相关要求；
- d) 操作终端管理应支持对传统龙门吊、桥吊、常规集卡、港区作业人员、港区生产辅助设备的操作终端管理。

6.2 港口全局智能调度

6.2.1 港口全局智能调度功能

港口全局智能调度应支持如下功能：

- a) 设备状态监控与预警功能，明确设备与指令的对应关系；
- b) 集卡路径规划，基于时间网络、拥堵分析和线路优化能力进行集卡路径规划，从时间上避免空间上拥堵点的发生；
- c) 资源动态配置，依据桥吊繁忙程度和堆场繁忙程度动态调整船舶锁定集卡资源数量；
- d) 作业时间预估，包括集卡、桥吊、龙门吊的作业时间预估和无人集卡的剩余时长预估，衔接指令之间的协同，提高重进重出，避免悬空箱和嵌档箱的产生；
- e) 基于作业时间预估结果制定船舶分路计划，推算桥吊繁忙程度和堆场繁忙程度；
- f) 全场指令排程，包括集卡改派、集卡调度、桥吊调度、龙门吊调度。

6.2.2 港口全局智能调度业务流程

港口全局智能调度业务流程如图 3 所示，采用定时轮询机制，设备状态监控与预警平台基于上一轮指令的派发结果和当前已派发指令的执行情况，计算设备、指令、设备与指令的状态，当状态超过设定的阈值后，进预警和应急，然后将状态、预警和应急信息用于船舶分路计划算法计算开工贝位优化调整，用于作业时间预估模型调整指令预估时长，用于资源动态配置算法动态调整船舶锁定集卡资源数量，用于集卡路径规划算法调整时空路网拥堵状态。全场指令排程依据资源动态配置算法压缩搜索空间，作业时长预估和集卡路径规划时长，实现设备指令的派发与不同设备之间指令的衔接，同时当已指派结果无法满足现状时，进行限定条件下的集卡改派，最后将全场指令排程结果和算法预警结果一起打包返回给调用算法的对象，同时将这一次结果用于下一次轮询的输入。

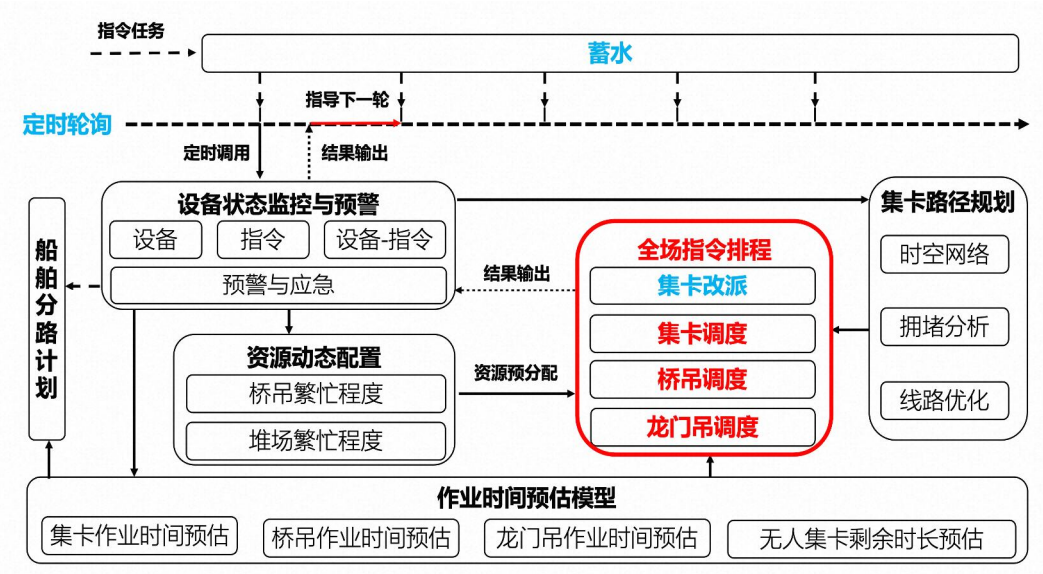


图 3 港口全局智能调度业务流程

附录 A

(资料性附录)

智慧港口云控平台数据集示例

表 1 智慧港口云控平台数据集示例

数据类别	数据项
桥吊状态数据	包括桥吊 ID、维修状态、桥吊维修位置信息、桥吊当前位置、当前桥吊车道、船舶 ID、故障状态、繁忙程度、桥吊工作车道信息、桥吊所属船舶和贝位信息、吊具闭锁时间、作业线 ID 等。
集装箱状态数据	包括集装箱 ID 重量、空重（空箱/重箱）、所在堆场、所在贝位、卸货港口 ID、进口船舶参考号、出口船舶参考号、是否放行、箱口朝向（用于判断是否调转箱）、打捆箱标记、打捆箱组合（与哪几个平板是绑定关系）、是否装卸锁等。
集卡状态信息	包括集卡 ID、当前实时位置(经度)、当前实时位置(纬度)、当前速度、集卡剩余油量/气、入港时间(外集卡)、完成时间(外集卡)、当前电量、上次充电时间、当前（GPS）时间、状态信息（可用、不可用、空车、重车）、智能集卡路径规划路段 ID 列表、电子围栏 ID 等。
司机工作时间	包括司机 ID、总工作时长、这一班工作时长、交接班时间等。
龙门吊状态信息	包括龙门吊 ID、ACCS 状态、所在贝位、设备状态（作业中/跑大车/维修中/故障）、远控龙的 PLC 数据（开闭锁、吊具起升安全高度、即将完成）、龙门吊当前状态（空闲、非空闲）、跑大车速度（需要换算成时间）、跑大车方向、异常类型、异常原因等。
路网状态信息	包括路网 ID、是否封路等。
船舶贝位集装箱集合数据	包括船舶贝位 ID、船舶 ID、当前贝位集装箱 ID 集合等
堆场状态数据	包括堆场 ID、繁忙度、封场类型（只进不出/只进不出并且不允许提箱）等。
船舶舱盖板状态数据	包括舱盖板 ID、舱盖板状态（船上/船下）等。
远控龙操作台状态数据	包括操作台 ID、操作台状态（是否可用）、生成时间、请求时间、司机开始处理时间、司机释放时间等
远控龙操作台统计数据	包括正在作业数量、排队作业数量等
正面吊、堆高机设备状态数据	包括调箱门设备 ID、设备状态、当前位置(经度)、当前位置(纬度)等
锁亭数据	包括锁亭 ID、引桥 ID、开闭状态（是否使用）、当前实时位置(经度)、当前实时位置(纬度)、服务船舶 ID 等。
电子围栏状态数据	包括电子围栏 ID、围栏是否有效等。
龙门吊、桥吊设备故障数据	包括设备 ID、设备类型、故障状态、故障贝位等

T/ITS 0157-XXXX

中国智能交通产业联盟

标准

智慧港口云控平台技术要求

T/ITS 0157-XXXX

北京市海淀区西土城路 8 号（100088）

中国智能交通产业联盟印刷

网址：<http://www.c-its.org.cn>

202X 年 X 月第一版 202X 年 X 月第一次印刷