

# 团体标准

T/ITS 0208-2023

## 港口无人驾驶集装箱车 智能水平运输管理系统技术要求

Technical requirements of intelligent vehicle management system for port Driverless  
container vehicle

2023-12-26 发布

2023-12-26 实施

中国智能交通产业联盟 发布

## 目 次

前言 .....	II
引言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语、定义和缩略语 .....	1
4 系统架构 .....	2
5 总体要求 .....	3
6 功能要求 .....	3
7 接口要求 .....	7
8 安全要求 .....	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。

本文件是对 T/ITS 0147.1-2021《港口无人驾驶集装箱车技术要求 第1部分：驾驶场景和驾驶行为》、T/ITS 0147.2-2021《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 0147.3-2021《港口无人驾驶集装箱车技术要求 第3部分：车辆功能要求》和 T/ITS 0147.4-2021《港口无人驾驶集装箱车技术要求 第4部分：车辆测试方法》系列标准的补充，并修改了部分术语、定义和缩略语，主要技术变化如下：

- a) 将“智能车管平台”更改为“智能水平运输管理系统”（见 3.1.1）；
- b) 将“Intelligent vehicle management platform”更改为“Intelligent vehicle management system”（见 3.1.1）；
- c) 更改了“智能车管平台”的定义（见 3.1.1）。

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提出并归口。

本文件起草单位：中远海运港口有限公司、东风商用车有限公司、中国移动通信集团有限公司、厦门远海集装箱码头有限公司、交通运输部公路科学研究院、阿里巴巴（中国）有限公司、宁波大榭集装箱码头有限公司、北京经纬恒润科技股份有限公司、北京斯年智驾科技有限公司、北京主线科技有限公司。

本文件主要起草人：王沈元、祝绍嵩、朱文烜、李阳、申广俊、黄庭、敖婷、林建喜、郑燊、焦伟赟、李茹、张云、王琳、李飞、张冉、林麒、张林、林坤钰、何贝、张娜、王里、王超。

## 引言

港口无人驾驶集装箱车智能水平运输管理系统是指,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。

随着自动驾驶技术在港口行业经过多年实践应用,在自动驾驶车端已形成了有关标准,但在自动驾驶管理调度平台端还存在标准空白,系统架构、功能和接口不统一,不同供应商的港口无人驾驶集装箱车和水平运输管理系统无法兼容,每个项目需重新定制适配码头需求,项目开发落地周期长等现象,有必要标准化智能水平运输管理系统的技术要求,规范系统的系统架构、总体要求、功能要求、接口要求和安全要求,适用于智能水平运输管理系统的设计、开发、测试、应用,为港口提供更好的自动驾驶水平运输服务。

标准化智能水平运输管理系统,需要将智能水平运输管理系统与港口生产业务紧密结合,实现港口装卸系统与水平运输系统高效协同和无缝衔接。在充分调研和实际场景应用的基础上,考虑了系统的安全性、稳定性、可靠性、可操作性、可维护性、可扩展性等方面的要求,通过在多个港口进行实际运营验证,为标准中相关技术要求的制定提供了依据。通过规范智能水平运输管理系统的技术要求,让港口无人驾驶集装箱车和水平运输管理系统能在港口实现项目快速落地以及后续迭代升级,使得港口能够高效统筹调度港内不同供应商的无人驾驶集装箱车,形成生产管控一体化,减少港口运营成本,助力港口数智化升级,提升服务水平。

# 港口无人驾驶集装箱车智能水平运输管理系统技术要求

## 1 范围

本文件规定了港口无人驾驶集装箱车智能水平运输管理系统的系统架构、总体要求、功能要求、接口要求和安全要求。

本文件适用于港口无人驾驶集装箱车智能水平运输管理系统的设计、开发、测试、应用。

注：本文件中港口无人驾驶集装箱车包括港口牵引车和半挂车组合形式，以及平板式无驾驶舱运输车形式等。缺少本文件所规定的部分作业工艺的集装箱码头，相关技术要求可参照执行。

## 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 17859 计算机信息系统 安全保护等级划分准则

GB/T 28448 信息安全技术 网络安全等级保护测评要求

GB/T 28449 信息安全技术 网络安全等级保护测评过程指南

GB/T 37933 信息安全技术 工业控制系统专用防火墙技术要求

GB/T 42808 港口海铁联运电子数据交换技术要求

GB/T 42809 自动化集装箱码头操作系统技术要求

JT/T 904 交通运输行业网络安全等级保护定级指南

ISO 668 1 系列货运集装箱-分类、尺寸和评级 (Series 1 freight containers-classification, dimensions and ratings)

## 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

**智能水平运输管理系统** intelligent vehicle management system

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。

#### 3.1.2

**缓冲区** buffer standard

为了缓解作业车辆拥堵或等待作业指令而设置的临时停车等待区域。

### 3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

CCTV: 闭路电视监控系统 (Closed-Circuit Television)

IVMS: 智能水平运输管理系统 (Intelligent Vehicle Management System)

MTBF: 系统平均故障间隔时间 (Mean Time Between Failure)

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

- PLC：可编程控制器（Programmable Logic Controller）
- TOS：码头生产管理系统（Terminal Operating System）
- UTF：通用字符集/Unicode 转换格式（Universal Character Set/Unicode Transformation Format）
- V2X：车路协同（Vehicle to Everything）

4 系统架构

4.1 智能水平运输管理系统（IVMS）架构由业务管理模块、单车管理模块、作业场景管理模块、辅助设施管理模块及交互管理模块组成。IVMS 系统架构以及与其他系统的接口见图 1。

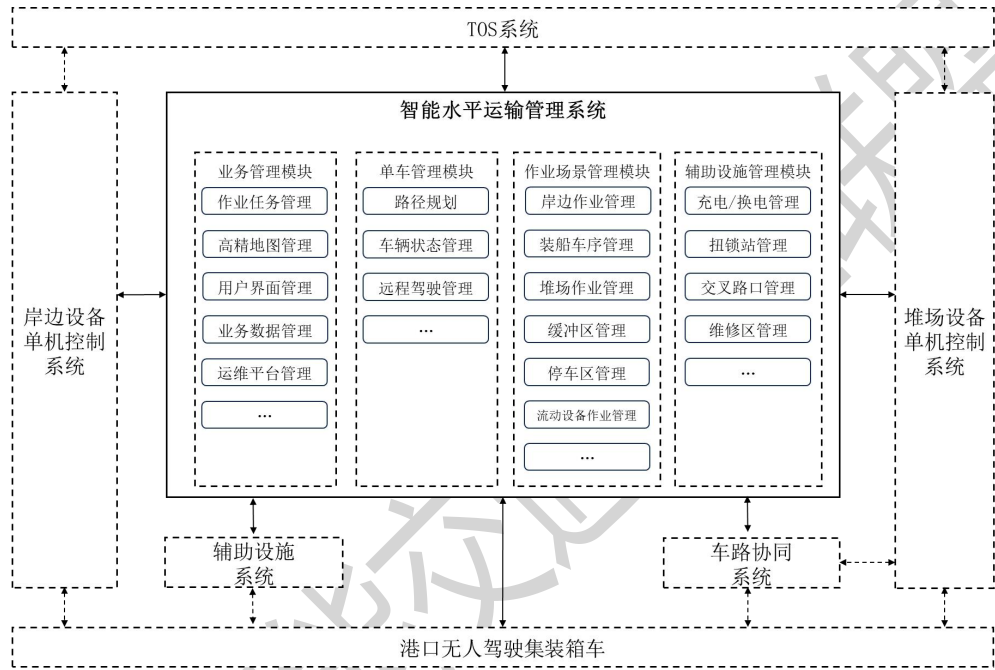


图 1 IVMS 系统架构以及与其他系统的接口

- 4.2 业务管理模块包括作业任务管理、高精地图管理、用户界面管理、业务数据管理、运维平台管理等功能。
- 4.3 单车管理模块包括路径规划、车辆状态管理、远程驾驶管理等功能。
- 4.4 作业场景管理模块包括岸边作业管理、装船车序管理、堆场作业管理、缓冲区管理、停车区管理、流动设备作业管理等功能。
- 4.5 辅助设施管理模块包括充电/换电管理、扭锁站管理、交叉路口管理、维修区管理等功能。
- 4.6 交互管理模块包括 IVMS 与 TOS、岸边设备单机控制系统、堆场设备单机控制系统、港口无人驾驶集装箱车、车路协同系统及辅助设施系统的接口。
- 4.7 IVMS 管理流程，IVMS 将 TOS 发布的调度指令传递给 PDCV；IVMS 采集 PDCV 的实时工作状态及智能驾驶信息并回传给 TOS 以进行动态检查；IVMS 根据采集的 PDCV 实时信息自动判断 PDCV 的异常状态，并根据异常状态的紧急程度进行不同程度的预警和干预；PDCV 既可以直接与岸边设备单机控制系统、堆场设备单机控制系统、辅助设施系统和车路协同系统进行信息交互，也可以通过 IVMS 与这些系统进

行交互；IVMS 通过与岸边设备单机控制系统、堆场设备单机控制系统、辅助设施系统和车路协同系统进行数据交互，形成动态最优的 PDCV 运营策略，并应用于 PDCV 的调度管理。

## 5 总体要求

- 5.1 应与码头内其他生产操作系统通过内部公共接口进行数据交换，至少包括 TOS 系统、岸边设备单机控制系统、堆场设备单机控制系统、V2X 系统、港口无人驾驶集装箱车及其他辅助设施系统等。
- 5.2 应具备仿真环境，与生产环境分离，实现迭代升级前的测试。
- 5.3 应满足人机安全性、效率稳定性、作业可靠性的要求。
- 5.4 应能提供 7×24 小时不间断服务，具有可靠的容错容灾能力。
- 5.5 应使用高性能的服务器，在 1s 之内及时响应并完成相应的数据传输。
- 5.6 远程控制中使用的通信设备应高效可靠，避免无线通信设备间相互干扰，移动设备无线数据通信宜选用 5G 技术。
- 5.7 MTBF 不小于 5000 小时并能快速恢复服务。
- 5.8 应支持自动升级，部署简单，可维护性高，可扩展性强。
- 5.9 应具备应急事件的处理功能，当自动化功能失效后应能支持远程驾驶接管或现场接管设备作业。
- 5.10 应具备权限管理功能，根据码头实际部门岗位情况设置不同用户角色，根据具体工作开展需要赋予这些用户角色不同的操作权限。
- 5.11 图形用户界面应简明友善，能快速、精准地显示系统中的业务操作，应具有征兆或异常提示功能、合规性及正确性校验功能，宜具有趋势预测功能。

## 6 功能要求

- 6.1 智能水平运输管理系统（IVMS）功能主要分为业务管理、单车管理、作业场景管理及辅助设施管理。

### 6.2 业务管理

#### 6.2.1 主要功能

应包括作业任务管理、高精地图管理、用户界面管理、业务数据管理、运维平台管理等功能。

#### 6.2.2 作业任务管理

- 6.2.2.1 应能接受任务指令的优先级计算，接受任务指令包括 TOS 指令、充电/换电指令、停车指令、人工指令等。
- 6.2.2.2 应能合理分配和规划每辆 PDCV 的作业任务、资源及行驶路径。
- 6.2.2.3 应具备 TOS 作业任务信息管理，包括 TOS 系统内装箱、卸箱、任务箱号、终点、TOS 指令状态等同步信息。

6.2.2.4 应具备港口无人驾驶集装箱车（PDCV）作业任务信息管理，包括任务车辆编号、作业任务阶段、作业模式（自动驾驶、远程控制、现场遥控等）等信息。

6.2.2.5 应具备异常信息管理，包括任务失败、长时间无响应等异常信息。

### 6.2.3 高精地图管理

6.2.3.1 应支持船舶、岸边设备、堆场设备、流动设备、车辆、充电/换电位、扭锁站、贝位、道路等港口要素在高精地图上的展示，获取各要素的实时位置和动态信息。

6.2.3.2 应支持 PDCV 全场行驶路径实时绘制。

6.2.3.3 应支持汇聚生产系统实时作业数据，深度融合业务逻辑，形成动静态的分级图层，构建动态业务地图。

6.2.3.4 应支持动态图层文件和版本管理，各区域状态管理。

6.2.3.5 应支持地图即时绘制和编辑，包括缓冲区、路径必经区、禁行区等重点区域的配置与热更新。

6.2.3.6 应支持在高精地图上随时动态调整空箱区域等特殊场景的位置和坐标，并和后端及时交互。

### 6.2.4 用户界面管理

6.2.4.1 主屏应能显示二维或三维动态展示环境、地图等实时作业场景，包括集装箱、船舶、岸边设备、堆场设备、充电/换电位、扭锁站、贝位、车辆、道路等，并支持展示所有车辆运行状态，以及实时 TOS 系统任务的情况。

6.2.4.2 应具备用户权限管理、出勤管理、扭锁站配置管理、装船模式管理、行驶模式管理、临时任务调度、车辆基本资料管理、车道配置管理、车辆优先级管理、禁行区管理等功能区。

6.2.4.3 宜操作简单，支持操作人员从用户界面快速获得所需信息并进行操作。

### 6.2.5 业务数据管理

6.2.5.1 应支持相关业务数据输入和归档，存储全部作业和车辆运行状态信息，支持 3 年的业务数据存储，支持数据整体备份。

6.2.5.2 应支持以多种条目或关键词进行的信息检索。

6.2.5.3 应支持从 PDCV 中读取车载视频数据，支持历史数据的全景回放。

6.2.5.4 应支持装卸船、搬移等港口水平运输作业效率分析，包括全场车辆使用率、作业数、作业里程、平均作业车速情况等。

6.2.5.5 应支持针对指定车辆、任务的数据回放和分析。

6.2.5.6 应支持每台车辆数据分析，包括每月、半年、全年的完好小时、工作小时、故障次数、故障小时、完好率、利用率、故障率、作业量、公里数、能源消耗等数据分析。

### 6.2.6 运维平台管理

6.2.6.1 应具备集中化的日志管理工具，支持将所有服务器上的日志收集汇总，方便运维人员快速定位。

6.2.6.2 应能记录并实时展示 CPU 使用率、内存使用率、最大分区使用率等服务器资源信息，并具备下发异常告警等信息的功能。

6.2.6.3 应提供异常说明和异常处理手册，并提供快速异常处理的外部介入工具，支持运维人员根据手册快速处理现场遇到的系统平台问题。

## 6.3 单车管理

### 6.3.1 主要功能



应包括路径规划、车辆状态管理、远程驾驶管理等功能。

### 6.3.2 路径规划

6.3.2.1 应能根据 TOS 系统、人工下发的作业任务指令，对多台 PDCV 进行全局的路径协同规划；宜在全局路径规划的基础上，结合车辆周边实时环境，对 PDCV 进行实时动态局部路径规划。

6.3.2.2 应避免车辆之间出现碰撞、死锁，当出现死锁时能自动调度车辆解除死锁。

6.3.2.3 应对交叉路口的交通流进行管理。

6.3.2.4 应根据车辆周边情况，在确保安全的前提下引导 PDCV 进行变道超车。

### 6.3.3 车辆状态管理

6.3.3.1 应具备对 PDCV 的监控功能，包括位置、车辆状态、任务状态、对位状态、行驶轨迹、视频监控等。

6.3.3.2 应能预测 PDCV 未来一段时间内的位置、车辆状态、任务状态、到达下一阶段关键节点的时间等信息，对未来车辆行驶过程中可能出现的冲突点提前进行判断、干预和控制。

6.3.3.3 应能监控车辆传感器及通信设备状态信息，包括激光雷达、CCTV、毫米波雷达、惯性导航、车载终端、4/5G 通信模块等。

6.3.3.4 应能反馈 PDCV 的作业对象和任务状态，包括 ISO 668 规定的单 20ft、40ft、45ft、双 20ft 集装箱。

6.3.3.5 应能管理 PDCV 与其他有人集卡混行作业或互相隔离作业。

6.3.3.6 应能反馈车辆行为异常信息，包括长时间不接收指令、指令执行时间过长等。

### 6.3.4 远程驾驶管理

6.3.4.1 当任意 PDCV 自动驾驶功能失效后，应能支持 PDCV 远程驾驶工作台介入接管。

6.3.4.2 当远程驾驶结束后，应支持自动切换至 IVMS 对车辆进行管控。

## 6.4 作业场景管理

### 6.4.1 主要功能

应包括岸边作业管理、装船车序管理、堆场作业管理、缓冲区管理、停车区管理、流动设备作业管理等功能。

### 6.4.2 岸边作业管理

6.4.2.1 应根据任务指令，合理规划 PDCV 路径，并控制 PDCV 进入桥下规定作业车道，与岸边设备进行装、卸船作业。

6.4.2.2 应具备对岸边设备的终端管理功能，及时获取装、卸船作业状态。

6.4.2.3 当岸边设备完成对 PDCV 的装、卸箱作业时，应及时引导 PDCV 驶离。

### 6.4.3 装船车序管理

应能满足严格装船顺序模式、可选装船顺序模式和自由装船顺序模式需求，设计合理的 PDCV 车序管理策略。

——严格装船顺序模式下，同一台岸边设备对应的任意两个集装箱之间均有装船顺序要求，IVMS 应控制 PDCV 严格按照计划顺序到达岸边设备作业位进行作业。

——可选装船顺序模式下，同一台岸边设备对应的任意两个集装箱之间可能有、也可能没有装船顺

序要求,对于优先级不同的集装箱,IVMS 应控制高优先级集装箱对应的 PDCV 先到达岸边设备作业位进行作业。

——自由装船顺序模式下,同一台岸边设备对应的任意两个集装箱之间均没有装船顺序要求,IVMS 可控制 PDCV 按照任意顺序到达岸边设备作业位进行作业。

#### 6.4.4 堆场作业管理

- 6.4.4.1 应根据任务指令,设计合理的堆场车序管理策略,控制 PDCV 与堆场设备进行装、卸船作业。
- 6.4.4.2 应具备对堆场设备的终端管理功能,及时获取装、卸箱作业状态。
- 6.4.4.3 应能适配堆场跨距内装卸、边装卸、端部装卸等作业场景。
- 6.4.4.4 连续车辆进入同一堆场作业,应支持优先调度距离入口远端作业的车辆进场。
- 6.4.4.5 距离入口远端作业的车辆进场时,已有车辆在同场距离入口近端位置作业,应能判断是否具备条件变道超车至远端位作业,并下发相应变道超车或停车等待指令。
- 6.4.4.6 当堆场设备完成对 PDCV 的装、卸箱作业时,IVMS 应及时引导 PDCV 驶离。
- 6.4.4.7 当卸船箱门相反时,进入堆场前应控制 PDCV 调转箱门。

#### 6.4.5 缓冲区管理

- 6.4.5.1 应能在用户界面中设置缓冲区,并实时监控所有缓冲区占用状态。
- 6.4.5.2 应具备 PDCV 进出缓冲区的调度功能,调整车序满足 TOS 作业顺序的要求。

#### 6.4.6 停车区管理

- 6.4.6.1 应能为空闲 PDCV 分配停车区并控制其自动泊入。
- 6.4.6.2 应能根据任务指令,分配停车区内 PDCV 自动泊出进行作业。

#### 6.4.7 流动设备作业管理

- 6.4.7.1 应能支持 PDCV 在码头空箱堆场的全流程作业和调箱门作业,具备对正面吊、堆高机等流动设备的终端管理功能,及时获取装、卸箱作业状态。
- 6.4.7.2 在装、卸箱完成之后,应能引导 PDCV 及时驶离作业区。
- 6.4.7.3 应能实时调整空箱作业和调箱门作业区域的位置和坐标,并动态调整路径规划及目标点坐标。
- 6.4.7.4 空箱堆场作业和调箱门作业过程中,应实时显示正面吊、堆高机的位置,并在路径规划时及时规避流动设备的行走路径,规避安全事故。

### 6.5 辅助设施管理

#### 6.5.1 主要功能

应包括充电/换电管理、扭锁站管理、交叉路口管理、维修区管理等功能。

#### 6.5.2 充电/换电管理

- 6.5.2.1 应能实时监控所有充电桩或换电站占用状态。
- 6.5.2.2 应能对所有 PDCV 进行统一充电或换电管理,保障 PDCV 作业任务无间断、有序执行。
- 6.5.2.3 若同时具备充电桩和换电站,应能协同充电和换电系统实现 PDCV 的最优效率工作。

#### 6.5.3 扭锁站管理

- 6.5.3.1 应能根据实际扭锁站布置位置,引导 PDCV 进出扭锁站,实现定点停车。
- 6.5.3.2 应具备对扭锁站的终端管理、拆解指引等功能,及时获取拆装扭锁状态。

6.5.3.3 应具备对 PDCV 进出扭锁站的调度功能。

#### 6.5.4 交叉路口管理

针对部分有红绿灯或者道闸的港口，应能够动态调控红绿灯或道闸以控制交叉路口交通流，提高交通路口通行效率。

#### 6.5.5 维修区管理

6.5.5.1 应能发送任务指令指派 PDCV 至维修区。

6.5.5.2 PDCV 到达维修区后，应支持现场维护人员介入接管。

6.5.5.3 维修完成后，IVMS 应能指派 PDCV 前往停车区或直接参与生产作业。

### 7 接口要求

#### 7.1 兼容性

7.1.1 应兼容多种文件格式，包括可扩展标记语言（XML）、JSON 等文件格式，支持用户自定义的文件格式。

7.1.2 应支持超文本传输协议（HTTP/HTTPS）、消息队列遥测传输协议（MQTT）、传输控制/网络协议（TCP/IP）等协议。

7.1.3 应支持文本传输协议（FTP）、电子邮件（EMAIL）、网页（WEB）、接口（API）、消息队列（MQ）等多种交换方式。

#### 7.2 稳定性和可靠性

7.2.1 应确保报文的唯一性，对于交互失败的数据应具备重发机制和确认校验机制。

7.2.2 应支持多链路、报文堆积突发传输要求，具备负载均衡控制、限流与并发报文处理机制。

#### 7.3 时效性

7.3.1 对于时效性要求高的业务数据，应在传输过程中保证业务数据及时送达。

7.3.2 应满足 GB/T 42808-2023 电子数据交换系统要求，单次请求响应时间不大于 80ms，支持并发数应不小于 50 个，事务最长处理时间应不大于 200ms。

#### 7.4 有效性

7.4.1 应保证数据在存储、传输、处理过程中不被篡改，宜采用加密和加签等技术。

7.4.2 应保证报文在传输、存储、处理等过程中数据不丢失。

#### 7.5 报文格式

7.5.1 电子报文的字符编码宜采用 UTF-8。

7.5.2 电子报文如需压缩，宜采用 ZIP 算法压缩后传输，压缩文件的文件名前缀命名规则应与原报文一致。

7.5.3 报文文件名称命名应反应报文类型、发送方、接收方及日期时间戳等信息。

#### 7.6 IVMS 接口主要交互信息见表 1。

表 1 IVMS 接口主要交互信息

对接系统名称	主要交互信息
TOS 系统	作业任务清单、PDCV 状态、船舶信息等
岸边设备单机控制系统	岸边设备状态、作业船舶信息等
堆场设备单机控制系统	堆场设备状态、贝位信息等
V2X 系统	交通参与者信息、交通事件信息、路侧协同规划信息、辅助决策信息等
PDCV	作业任务清单、PDCV 状态、实时路径等
其他辅助设施系统	辅助设施（充电桩、换电站、扭锁站、道闸等）状态、控制信号等

## 8 安全要求

### 8.1 网络安全

8.1.1 应符合 GB/T 28448-2019、GB/T 28449-2018 和 JT/T 904-2023 二级或三级以上网络安全等级保护相关要求。

8.1.2 应采用双冗余网络，网络终端控制权限应有核准机制、追查功能和防病毒功能，满足 GB/T 42809-2023 关于网络安全的要求。

8.1.3 应配备工业级防火墙，对生产网络进行隔离、明确边界，满足 GB/T 37933 的要求。

### 8.2 信息安全

8.2.1 应满足 GB 17859-1999 二级及以上计算机信息系统安全保护等级要求。

8.2.2 数据库中关键数据和用户密码应加密存储。

8.2.3 应设置完备的安全机制，关键数据的交换应采用加密传输方式。

8.2.4 应建立数据的访问与使用、数据的加工处理、数据的交付与交换等数据安全管理制度，规范数据交换管理流程。

8.2.5 应保证数据未向非授权的实体提供或泄露、未被非授权的实体修改或篡改，并保证被授权的实体按要求能够访问和使用数据或资源。

8.2.6 应能对数据进行备份，并能对备份数据进行恢复验证。

### 8.3 操作安全

8.3.1 应具备全方位生产作业安全保障，包括岸边设备、堆场设备、扭锁站、充电/换电、水平运输等。

8.3.2 应具有人机交互作业场景下，人机分离确认功能。

8.3.3 应具有越界报警、自动定位功能。

8.3.4 应具有异常作业行为和环境的自动识别、报警功能。

中国智能交通产业联盟



中国智能交通产业联盟  
标准  
港口无人驾驶集装箱车智能水平运输管理系统技术要求  
T/ITS 0208-2023

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>

2023 年 12 月第一版    2023 年 12 月第一次印刷