

团体标准

T/ITS XXXX—XXXX

自动化港口无人驾驶水铁联运 操作规程

Procedure specification for unmanned water-rail intermodal transportation operation
in automated ports

（征求意见稿）

（本草案完成时间：2026 年 8 月 26 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。

20XX-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 术语和定义 1

4 作业前期准备 2

5 船舶卸箱到火车装箱作业 3

6 火车卸箱到船舶装箱作业 3

7 堆场出箱到火车装箱作业 4

8 火车卸箱到堆场收箱作业 5

9 应急操作 5

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、武汉中远海运港口码头有限公司、上海西井科技股份有限公司、交通运输部公路科学研究所、上海友道智途科技有限公司、中国移动通信集团有限公司、东风商用车有限公司、厦门远海集装箱码头有限公司。

本文件主要起草人：

自动化港口无人驾驶水铁联运作业规程

1 范围

本文件规定了自动化港口无人驾驶水铁联运过程中的船舶卸箱到火车装箱、火车卸箱到船舶装箱、堆场出箱到火车装箱和火车卸箱到堆场收箱作业规程。

本文件适用于自动化港口无人驾驶水铁联运作业。

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 0147.1-2021 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 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

3 术语、定义和缩略语

下列术语和定义适用于本文件

3.1 术语和定义

3.1.1

水铁联运 water-rail way joint transportation

全称“水路和铁路货物联运”，一种通过铁路和水路相结合的方式进行货物运输的模式。

3.1.2

无人驾驶集装箱车 driver-less container vehicle

搭载车载传感器、控制器、执行器等装置，融合现代通信与网络技术，能实现车与人、车、路、云端等智能信息交换、共享，具备复杂环境感知、智能决策、协同控制等功能，承担港区内集装箱水平运输功能并持续执行部分或全部动态自动驾驶任务的运输车辆。

[来源:T/ITS 0147.1-2021]

3.1.3

智能车管平台 intelligent vehicle management platform

T/ITS XXXX—XXXX

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 0208-2023]

3.1.4

堆场管理系统 block management system

提供统一管理、实时监控、自动化指令解析与传输、作业调度、安全控制、运行数据统计分析等功能的软件。

3.1.5

火车皮 train carriage

火车机车以外的货车车厢。

3.2 缩略语

BMS: 堆场管理系统 (Block Management System)

DCV: 无人驾驶集装箱车 (Driver-less Container Vehicle)

IVMP: 智能车管平台 (Intelligent Vehicle Management Platform)

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

4 作业前期准备

IVMP 从 TOS 获取火车停靠的位置、车次，及火车皮信息。进行作业前准备。

4.1 作业场所

集装箱码头前沿、集装箱码头堆场、铁路堆场。

4.2 参与作业设备

岸边集装箱起重机、轨道式集装箱门式起重机、无人驾驶集装箱车。

4.3 作业人员

每次水铁联运作业，应根据作业规模配备相关作业人员，每一个班次通常配置如下：

- a. TOS 操作员：负责水铁联运前期工作准备，下发作业指令。
- b. 岸边集装箱起重机司机：负责将集装箱从船上卸载到 DCV 或把 DCV 上的集装箱装载到船上。
- c. 岸边集装箱起重机指挥手：负责引导岸边集装箱起重机司机船舶装卸作业。
- d. 轨道式集装箱门式起重机司机：负责将集装箱从码头堆场、火车堆场装到 DCV 上，或者把 DCV 上的集装箱卸到码头堆场、铁路堆场。
- e. 火车锁头工：负责火车皮上的集装箱的装锁和拆锁工作。

f. IVMP 操作员：负责水铁联运前期工作准备，统筹管理 DCV 界面。

4.4 环境要求

避免在大风、大雾、暴雨、暴雪、沙尘暴等恶劣天气下进行作业。

5 船舶卸箱到火车装箱作业

5.1 船舶卸箱

船舶卸箱按以下规程进行：

- a) TOS下发卸船的作业任务到IVMP平台。
- b) IVMP将任务解析并生成路径发送给DCV，DCV按照路径规划前往岸边集装箱起重机。
- c) DCV到达岸边集装箱起重机下后，开启自主对位流程，DCV对位完成并锁车，等待岸边集装箱起重机司机放箱。
- d) 岸边集装箱起重机司机放箱完成且吊具上升到安全高度，DCV解锁并驶离，完成卸船任务。

5.2 火车装箱

火车装箱按以下规程进行：

- a) TOS下发火车装箱任务到IVMP，包含火车皮号、作业贝位、装箱后在火车皮的位置等信息。
- b) IVMP将任务解析并生成路径发送给DCV，DCV按照路径规划前往装箱的火车皮的位置。
- c) DCV到达火车皮后，向TOS上报到达。TOS下发铁路自动化轨道式集装箱门式起重机的作业指令到BMS。
- d) BMS将任务解析并发送给铁路自动化轨道式集装箱门式起重机，铁路自动化轨道式集装箱门式起重机移动至作业的火车皮位置。
- e) DCV检测到铁路自动化轨道式集装箱门式起重机到达上方，将允许抓箱信号发送给BMS同时进入自主对位流程。
- f) BMS收到允许抓箱信号后，铁路自动化轨道式集装箱门式起重机开始抓箱，DCV对位完成并锁车。
- g) 铁路自动化轨道式集装箱门式起重机完成抓箱且吊具上升到安全高度，DCV解锁并驶离，完成火车装箱任务。

6 火车卸箱到船舶装箱作业

6.1 火车卸箱

火车卸箱按以下规程进行：

- a) TOS下发火车卸箱任务到IVMP，包含火车皮号、作业贝位、需要卸的集装箱在火车皮的位置等信息。
- b) IVMP将任务解析并生成路径发送给DCV，DCV按照路径规划前往卸箱的火车皮的位置。
- c) DCV到达火车皮后，向TOS上报到达作业贝信号。TOS下发铁路自动化轨道式集装箱门式起重机的作业指令到BMS。

- d) BMS将任务解析并发送给铁路自动化轨道式集装箱门式起重机，铁路自动化轨道式集装箱门式起重机移动至作业的火车皮位置抓箱。
- e) DCV检测到铁路自动化轨道式集装箱门式起重机到达上方，将允许放箱信号发送给BMS同时进入自主对位流程。
- f) BMS收到允许放箱信号后，铁路自动化轨道式集装箱门式起重机开始放箱，DCV对位完成并锁车。
- g) 铁路自动化轨道式集装箱门式起重机完成放箱且吊具上升到安全高度，DCV解锁并驶离，DCV完成火车卸箱任务。

6.2 船舶装箱

船舶装箱按以下规程进行：

- a) TOS下发装船的作业任务到IVMP。
- b) IVMP将任务解析并生成路径发送给DCV，DCV按照路径规划前往岸边集装箱起重机。
- c) DCV到达岸边集装箱起重机后，开启自主对位流程，DCV对位完成并锁车，等待岸边集装箱起重机司机抓箱。
- d) 岸边集装箱起重机司机抓箱完成且吊具上升到安全高度，DCV解锁并驶离，DCV完成装船任务。

7 堆场出箱到火车装箱作业

7.1 堆场出箱

堆场出箱按以下规程进行：

- a) TOS下发堆场出箱任务到IVMP。
- b) IVMP将任务解析并生成路径发送给DCV，DCV按照路径规划前往堆场出箱的作业贝位。
- c) DCV进入堆场口时，向TOS上报进入堆场信号；DCV到达作业贝位后，向TOS上报到达作业贝信号。TOS下发堆场自动化轨道式集装箱门式起重机的作业指令到BMS。
- d) BMS将任务解析并发送给堆场自动化轨道式集装箱门式起重机，堆场自动化轨道式集装箱门式起重机移动至作业贝位抓箱。
- e) DCV检测到堆场自动化轨道式集装箱门式起重机到达上方，将允许放箱信号发送给BMS同时进入自主对位流程。
- f) BMS收到允许放箱信号后，堆场自动化轨道式集装箱门式起重机开始放箱，DCV对位完成并锁车。
- g) 堆场自动化轨道式集装箱门式起重机完成放箱且吊具上升到安全高度，DCV解锁并驶离，DCV完成堆场出箱任务。

7.2 火车装箱

火车装箱按以下规程进行：

- a) TOS下发火车装箱任务到IVMP，包含火车皮号、作业贝位、装箱后在火车皮的位置等信息。
- b) IVMP将任务解析并生成路径发送给DCV，DCV按照路径规划前往装箱的火车皮的位置。
- c) DCV到达火车皮后，向TOS上报到达。TOS下发铁路自动化轨道式集装箱门式起重机的作业指令到BMS。
- d) BMS将任务解析并发送给铁路自动化轨道式集装箱门式起重机，铁路自动化轨道式集装箱门式起重机移动至作业的火车皮位置。

- e) DCV检测到铁路自动化轨道式集装箱门式起重机到达上方,将允许抓箱信号发送给BMS同时进入自主对位流程。
- f) BMS收到允许抓箱信号后,铁路自动化轨道式集装箱门式起重机开始抓箱,DCV对位完成并锁车。
- g) 铁路自动化轨道式集装箱门式起重机完成抓箱且吊具上升到安全高度,DCV解锁并驶离,DCV完成火车装箱任务。

8 火车卸箱到堆场收箱作业

8.1 火车卸箱

火车卸箱按以下规程进行:

- a) TOS下发火车卸箱任务到IVMP,包含火车皮号、作业贝位、需要卸的箱子在火车皮的位置等信息。
- b) IVMP将任务解析并生成路径发送给DCV,DCV按照路径规划前往卸箱的火车皮的位置。
- c) DCV到达火车皮后,向TOS上报到达作业贝信号。TOS下发铁路自动化轨道式集装箱门式起重机的作业指令到BMS。
- d) BMS将任务解析并发送给铁路自动化轨道式集装箱门式起重机,铁路自动化轨道式集装箱门式起重机移动至作业的火车皮位置抓箱。
- e) DCV检测到铁路自动化轨道式集装箱门式起重机到达上方,将允许放箱信号发送给BMS同时进入自主对位流程。
- f) BMS收到允许放箱信号后,铁路自动化轨道式集装箱门式起重机开始放箱,DCV对位完成并锁车。
- g) 铁路自动化轨道式集装箱门式起重机完成放箱且吊具上升到安全高度,DCV解锁并驶离,DCV完成火车卸箱任务。

8.2 堆场收箱

堆场收箱按以下规程进行:

- a) TOS下发堆场收箱任务到IVMP。
- b) IVMP将任务解析并生成路径发送给DCV,DCV按照路径规划前往堆场收箱的作业贝位。
- c) DCV进入堆场口时,向TOS上报进入堆场信号;DCV到达作业贝位后,向TOS上报到达作业贝信号。TOS下发堆场自动化轨道式集装箱门式起重机的作业指令到BMS。
- d) BMS将任务解析并发送给堆场自动化轨道式集装箱门式起重机,堆场自动化轨道式集装箱门式起重机移动至作业贝位等待抓箱。
- e) DCV检测到堆场自动化轨道式集装箱门式起重机到达上方,将允许抓箱信号发送给BMS同时进入自主对位流程。
- f) BMS收到允许抓箱信号后,堆场自动化轨道式集装箱门式起重机开始抓箱,DCV对位完成并锁车。
- g) 堆场自动化轨道式集装箱门式起重机完成抓箱且吊具上升到安全高度,DCV解锁并驶离,DCV完成堆场收箱任务。

9 应急操作

自动化港口团队应事先分析无人驾驶水铁联运作业过程中可能出现的紧急情况，制定相应的应对措施，做到当描述的紧急情况真实发生时，应能及时采取有效措施，按照预定步骤逐项执行，避免损失或将损失降到最低。应急措施见附录 A。

附录 A

(资料性)

表 A 港口无人驾驶水铁联运应急措施

序号	应急状态	描述	应对步骤
1	单台车辆局部影响	单台车辆因感知误检、任务卡滞等原因无法行驶，不影响其他车辆作业。	a. 现场人员：立即按紧停按钮，车辆四周摆放警示锥（雪糕筒），记录故障位置及现象。 b. 地面站：检查 IVMP 系统，确认是否为任务卡滞（如 TOS 系统问题）、路径规划异常；若为系统问题，尝试重启或回退版本；若为感知误检（如杂草、大肚箱），人工确认障碍物后恢复任务。 c. 维修团队：若系统无法恢复，快速内到达现场，使用遥控手柄以$\leq 5\text{km/h}$ 速度将车辆移至维修区。
2	多车或区域影响	多台车辆因路径冲突、外部干扰（如人工集卡插队、轮吊过场）无法行驶，影响局部区域作业。	a. 现场人员：通过对讲机通知中控室暂停相关区域作业，设置临时禁行区，引导有人集卡避让。 b. 地面站：在 FMS 系统内更新禁行区，重新规划其他车辆路线；联系轮吊司机暂停过场。 c. 中控室：协调码头调度，调整作业岸边集装箱起重机，优先保障有人车通行。 d. 维修团队：同步排查多车共性问题，2 小时内出具临时解决方案。
3	重大安全风险	车辆因硬件故障（如编码器损坏、液压系统异常）或碰撞事故无法行驶，存在人员受伤或大面积作业停滞。	a. 现场人员：立即启动紧停，切断车辆电源；若有人员受伤，优先施救并拨打 120；保护事故现场。 b. 地面站：5 分钟内上报中控室及安全监管组，同步向公安部门报备。 c. 中控室：全面暂停相关区域作业，启用备用充电区，调配正面吊将故障车移至安全区。维修团队：4 小时内完成故障分析，72 小时内修复并测试。5.安全监管组：组织事故复盘，更新培训内容。

中国智能交通产业联盟

标准

自动化港口无人驾驶水铁联运操作规程

T/ITS XXXX-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