

团 体 标 准

T/CCTAS XXXX—202X

货运空轨集装箱换装技术要求

Technical requirements for container handling in freight aerial rail systems

（征求意见稿）

本草案完成时间：2025 年 8 月

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。

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

中国交通运输协会 发 布

目 次

前 言 II

1 范围 3

2 规范性引用文件 3

3 术语和定义 3

4 总体要求 3

5 换装作业区要求 4

 5.1 选址要求 4

 5.2 设计要求 4

6 设备要求 4

7 换装作业要求 4

 7.1 换装作业流程 4

 7.2 作业前要求 6

 7.3 作业过程要求 6

 7.4 作业后要求 7

8 信息化要求 7

9 安全要求 8

 9.1 作业安全 8

 9.2 信息安全 8

附 录 A （资料性） 典型货运空轨集装箱换装作业工艺布局 9

 A.1 货运空轨直接换装工艺布局 9

 A.2 货运空轨通过转接设备换装工艺布局 9

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。

本文件由中国交通运输协会物流技术装备专业委员会提出。

本文件由中国交通运输协会标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

货运空轨集装箱换装技术要求

1 范围

本文件规定了货运空轨集装箱换装总体要求、换装作业区要求、设备要求、换装作业要求、信息化要求及安全要求。

本文件适用于货运空轨系统的集装箱换装作业。

本文件不适用于危化品集装箱的换装作业。

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。

GB 1589 汽车、挂车及汽车列车外廓尺寸、轴荷及质量限值

GB/T 5600 铁道货车通用技术条件

GB 16994.4-2023 港口作业安全要求 第四部分：普通货物集装箱

JT/T 1377 集装箱自动导引车

T/CCTAS 218-2025 智能空轨货运交通系统设计规范

T/CCTAS XX 货运空轨车辆通用技术条件

3 术语和定义

T/CCTAS 281-2025界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

货运空轨 freight aerial rail

采用悬挂式单轨交通制式运输模式，车辆在专用路权的高架轨道上运行，集全自动运行、自动感知、精准定位、智能运维等功能于一体，为集装箱货运枢纽提供货物运输服务的运输系统。

3.2

货运空轨换装作业 intermodal transfer for aerial freight rail

实现货运空轨车辆与转接设备、集装箱自动导引运输车（AGV）、集装箱卡车、铁路平车间的集装箱转换过程。

3.3

转接设备 cross-docking equipment

实现集装箱从货运空轨车辆换装到另一种运输工具的中间设备。

3.4

运控系统 transport control system

实现货运空轨车辆智能运输调度及自动装卸的控制系统。

4 总体要求

4.1 换装作业应符合 T/CCTAS 281-2025 的相关要求。

4.2 换装作业区域应禁止无关人员和车辆进入。

4.3 进入换装作业区域的指挥、操作人员应注意自身的安全，采取安全防护措施应符合 GB 16994.4-2023 中 4.8 的要求。

4.4 换装转运作业受到风力影响时，应根据风速采取相应的防御和报警措施：

- a) 当风速达到 15m/s 时，换装作业可根据物流枢纽实际情况进行有条件作业，但要做好停止作业准备。
 - b) 根据物流枢纽作业需求及相关配套设施抗风能力，确定最大作业风速，并经相关设计和安全机构验证，最大作业风速不宜超过 20m/s。
 - c) 在气象部门发出风速大于最大作业风速时，换装作业机械及相关配套设备应停止作业，起重机械应行至锚定位置并按要求进行锚定。
- 4.5 换装作业辐射区域应设置明显的安全标志，作业现场的标志和配置安全运行的指示和装置应符合 GB 16994.4—2023 中 4.6 的要求。
- 4.6 货运空轨控系统应实现集中智能调度，实时接收货运空轨车辆、AGV、集装箱卡车等设备状态，并自动规划货运空轨车辆路径，协调多设备联合作业。

5 换装作业区要求

5.1 选址要求

- 5.1.1 货运空轨系统换装作业区域应紧邻运输集装箱存放场地。
- 5.1.2 作业区的场或道路应具有足够的强度、刚度和稳定性，满足作业设备和运输车辆的使用要求和载荷要求。

5.2 设计要求

- 5.2.1 换装作业区域布局需根据运输规划要求进行设计。
- 5.2.2 换装作业区应根据装卸工艺和作业设备、运输车辆的需求，设置宽度足够的作业通道。
- 5.2.3 换装作业区域地面基础应满足水平接驳转运设备运行要求。行驶区域地面最大坡度应不超过 2%，接驳点区域平面度应不大于 10mm。
- 5.2.4 货运空轨系统换装作业区域各装卸车道之间应预留车辆作业安全距离，集装箱自动导引运输车（AGV）的装卸区车道宽度不宜小于 4m，集装箱卡车装卸车道宽度不宜小于 3.5m。
- 5.2.5 换装作业区域应设置满足集装箱自动导引运输车（AGV）等集装箱运输设备进出和垂直停放要求的缓冲区域，宽度不宜小于 24m。
- 5.2.6 货运空轨系统换装作业区域内应设置固定位置的装卸车道；装车道和卸车道应分别集中布置，并统一方向和标识。
- 5.2.7 换装作业区上方架设有空轨系统或其他设施时，其净高应高于运输车辆和消防车辆要求高度 1m 以上。
- 5.2.8 地面车道应在地面上配置标线，功能区、通道等设施应在醒目位置设置区位名称、方向方位、行驶要求等标识。
- 5.2.9 换装作业区应预留应急运输通道。

6 设备要求

- 6.1 货运空轨车辆应符合 T/CCTAS XX—202X 的要求。
- 6.2 货运空轨车辆换装的集装箱自动引导运输车（AGV）应符合 JT/T 1377 的要求。
- 6.3 货运空轨车辆与铁路运输车辆直接换装时，铁路运输设备宜采用集装箱运输平车。铁路运输车辆的技术条件应符合 GB/T 5600 相关规定。
- 6.4 货运空轨车辆与公路运输车辆直接换装时，公路运输设备宜选用集装箱运输车。公路运输车辆的外廓尺寸、轴荷及质量应符合 GB 1589 的相关规定。
- 6.5 当换装对象为人工驾驶的集装箱卡车时，地面需配备自动导引和装卸作业人机交互设备。
- 6.6 转接设备应具备自动升降、自动运行、精确停车等功能。
- 6.7 转接设备应具备至少两种高度防护措施，以保证转接设备与货运空轨车辆安全交互。

7 换装作业要求

7.1 换装作业流程

- 7.1.1 货运空轨集装箱换装作业流程分为直接换装和利用转接设备换装两类。
- 7.1.2 货运空轨车辆与 AGV、集卡等集装箱车辆直接换装流程见图 1 所示。

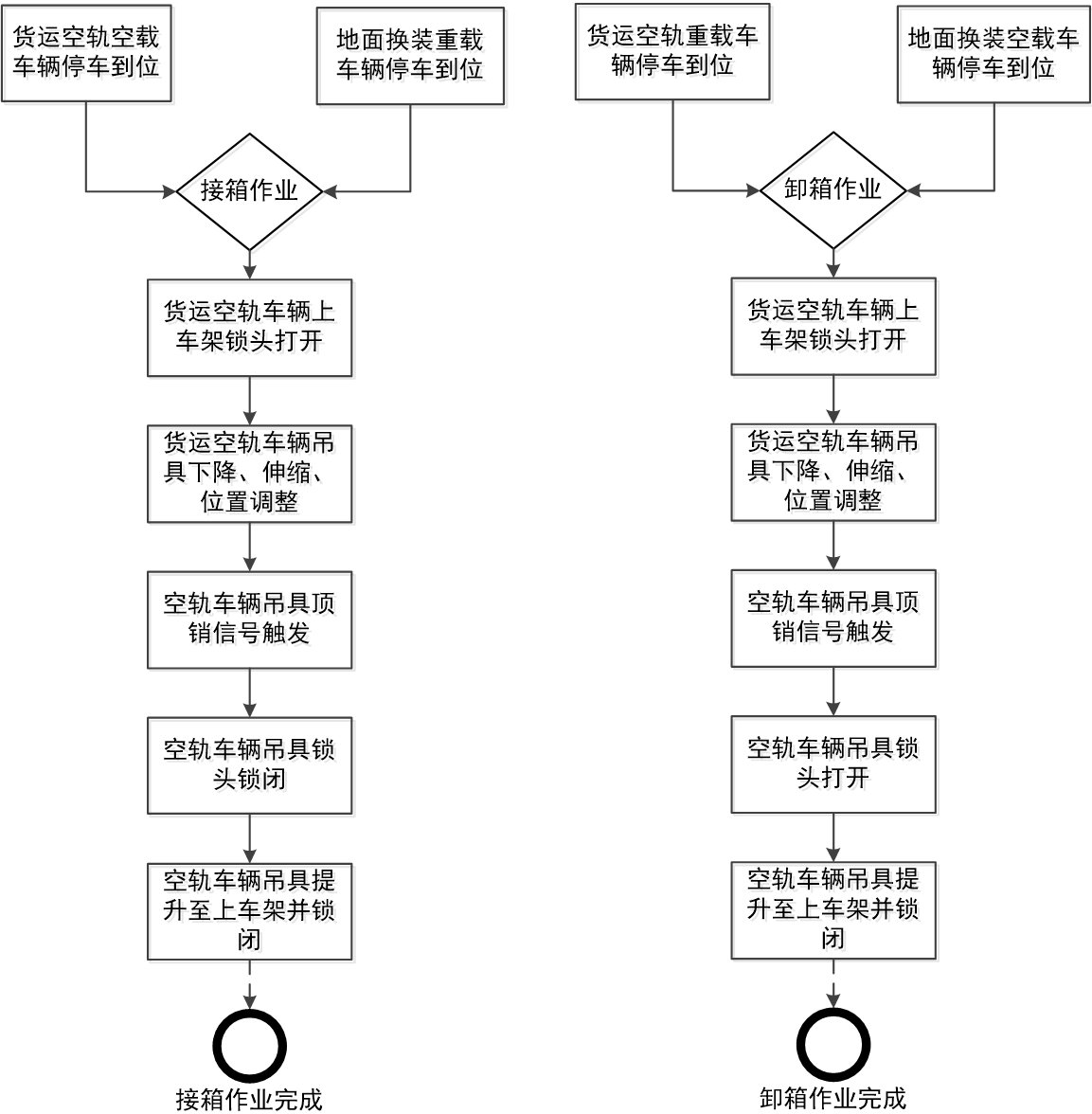


图 1 货运空轨直接换装作业流程

- 7.1.3 货运空轨系统与带举升功能转接设备换装作业流程见图 2 所示。

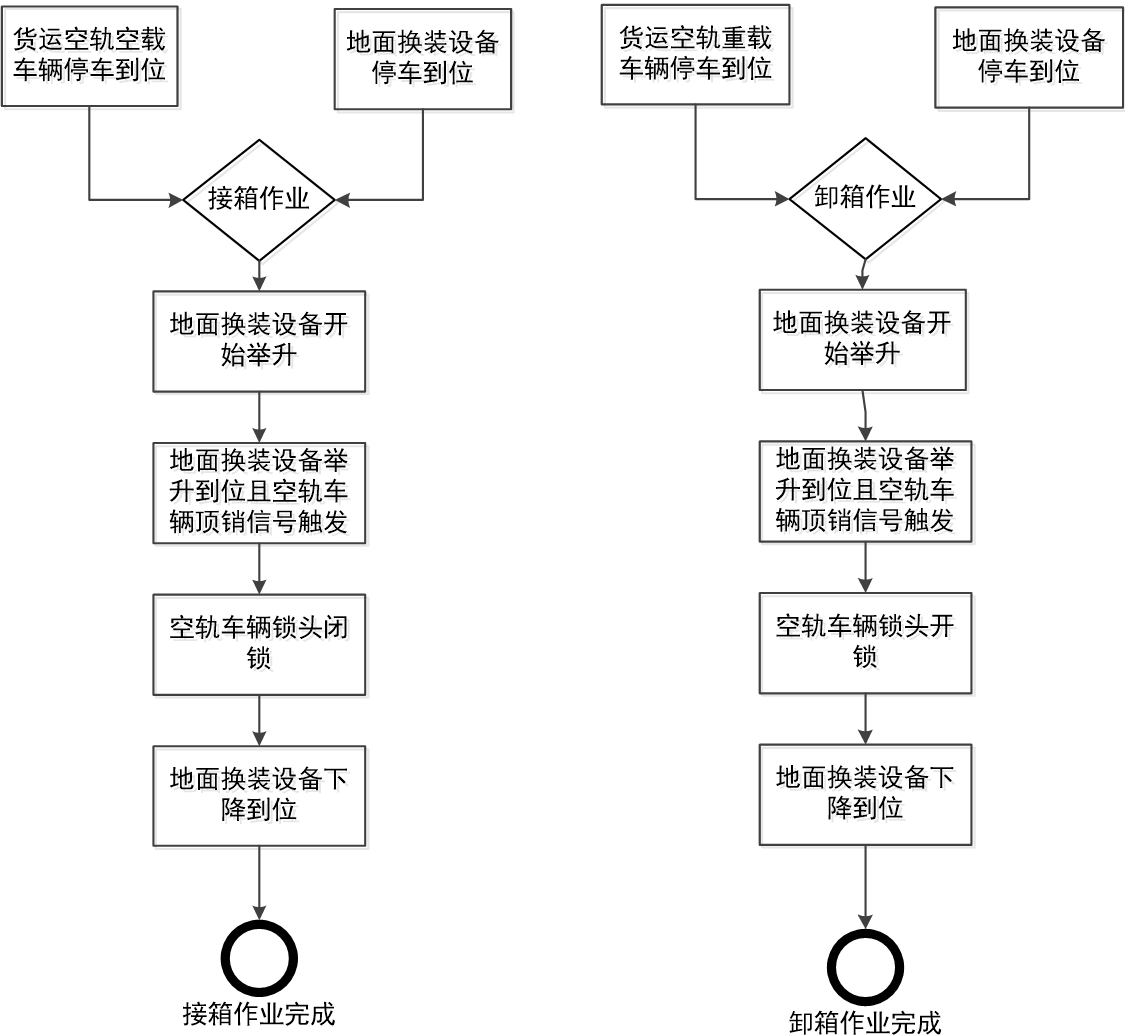


图 2 货运空轨与换装设备换装作业流程

7.1.4 典型货运空轨集装箱换装作业工艺布局见附录 A。

7.2 作业前要求

- 7.2.1 货运空轨控制中心操作人员应进行交接班。
- 7.2.2 货运空轨控制中心操作人员应了解现场和作业情况。
- 7.2.3 货运空轨控制中心操作人员应进行作业前检查，检查内容包括但不限于以下内容：
 - a) 远程操作台上各显示屏、操控按钮和操作手柄等状态正常；
 - b) 专用通讯工具齐全有效；
 - c) 货运空轨网络、信号系统正常；
 - d) 货运空轨行进路径和换装作业区域内无人员及障碍物；
 - e) 警示标识完整清晰。
- 7.2.4 货运空轨应进行系统自检，确认技术状态良好，方可进行作业。

7.3 作业过程要求

7.3.1 作业内容

货运空轨换装作业主要包含：吊箱作业、悬挂运输、落箱作业及异常情况。

7.3.2 吊箱作业

值班操作人员确认人机交互界面提示的指令任务，在吊箱过程中，应观察以下状态：

- a) 吊箱前，吊具或转接设备运行高度、下降速度及集装箱锁孔对位情况；
- b) 吊箱时，吊具或货运空轨车辆着箱指示灯状态及自动闭锁信号状态；
- c) 转接设备或吊具缓慢起升，在箱底离支承面 0.3 m 时停顿，继续装箱至最大高度，吊具或货运空轨车辆车体锁定指示灯状态。

7.3.3 悬挂运输

悬挂运输过程中应观察下列情况：

- a) 货运空轨车辆集装箱锁定指示灯亮起状态；
- b) 悬挂运输状态；
- c) 货运空轨车辆停车位置。

7.3.4 落箱作业

在落箱作业过程中，应观察下列状态：

- a) 观察落箱点地面运输车辆或转接设备情况。
- b) 观察吊具或转接设备与货运空轨车辆车体解锁指示灯状态；
- c) 吊具或转接设备下降运行状态；
- d) 集装箱底部至距离地面运输车辆承载面或转接设备 0.3 m 时停顿，与下方承载面对位状态；
- e) 落箱指示灯亮起，货运空轨车辆集装箱旋锁自动打开信号状态；
- f) 开锁灯亮起，吊具或车体离开集装箱顶部 0.3 m 时停顿，再继续观察起升吊具或转接设备下降时的状态。

7.3.5 异常情况及处置

- a) 装箱、悬挂运输和卸箱作业过程中出现对箱错位、货运空轨车辆故障、运控系统故障、网络故障、大风等异常情况，系统提示需人工介入时应能从自动模式切换到手动模式。
- b) 观察中发现了异常情况且系统未提示时，应手动停机，上报并做好记录。
- c) 吊箱、悬挂运输和落箱作业过程中异常情况解除后，应能切回到自动模式，恢复作业。

7.4 作业后要求

7.4.1 带有吊具的空轨车辆吊具应起升至最大高度，并与空轨集运车辆车体锁定。

7.4.2 货运空轨车辆应停到指定位置，关闭远程控制。

7.4.3 停运时，应检查驻车制动状态，关闭动力电源。

7.4.4 操作人员应做好设备运行日志，记录信息内容应包括以下内容：

- a) 操作人员信息；
- b) 作业量信息；
- c) 设备状态信息；
- d) 监控系统信息；
- e) 通信系统信息；
- f) 异常情况信息。

8 信息化要求

8.1 货运空轨的信息化设备应统一数据交互标准，确保空轨系统、换装设备、地面运输设备及港口/场站管理系统数据实时共享。

8.2 货运空轨应支持作业流程自动化管控，按计划自动触发设备动作，记录换装时间、货物信息等全流程数据。

8.3 货运空轨应具备应急响应信息化功能，接收应急信号和预警信息后，自动推送处置指令，记录应急处理过程。

8.4 货运空轨设备及控制系统应具备智能分析优化能力，基于历史数据评估作业效率、设备利用率，为计划调整和维护提供支持。

8.5 货运空轨应具备冗余备份功能，关键数据实时备份，主系统故障时可快速切换至备用系统，保障作业不中断。

9 安全要求

9.1 作业安全

9.1.1 换装作业区域应设置完善的交通引导设施及车辆装卸作业安全保障措施以及防撞设施和限高警示标志，进行换装作业时相应位置应设置安全、警示装置

9.1.2 货运空轨换装作业过程应具备应急停止运行的功能。

9.1.3 换装作业在进行集装箱吊装作业时，启动应急停止功能后，正在吊装的设备应能保证集装箱悬停不掉落。

9.1.4 应急停止装置应设置在货运空轨控制中心值班操作室、装卸作业区域附近。

9.1.5 货运空轨系统应急停止运行后需人工确认复位后方可继续自动运行。

9.1.6 应急停止功能的工况需根据换装安全作业要求制定。

9.1.7 换装作业区应配备全域可视化监控，实时监测作业区域、轨道线路、设备及货物状态，数据同步至运控系统，异常自动报警。

9.2 信息安全

9.2.1 货运空轨系统应保障网络与数据安全，可采用加密传输，设置访问权限，定期进行安全检测和漏洞修复。

9.2.2 货运空轨系统应建立数据存储追溯系统，存储作业数据至少 6 个月，支持按时间、货物编号等维度查询。

9.2.3 货运空轨系统应具备冗余备份功能，关键数据实时备份，主系统故障时可快速切换至备用系统，保障作业不中断。

附 录 A
(资料性)
典型货运空轨集装箱换装作业工艺布局

A. 1 货运空轨直接换装工艺布局

货运空轨车辆可以通过车辆自带的提升吊具，直接与集装箱卡车、铁路平车及集装箱自动引导运输车（AGV）直接换装。换装工艺布局见图A.1所示。

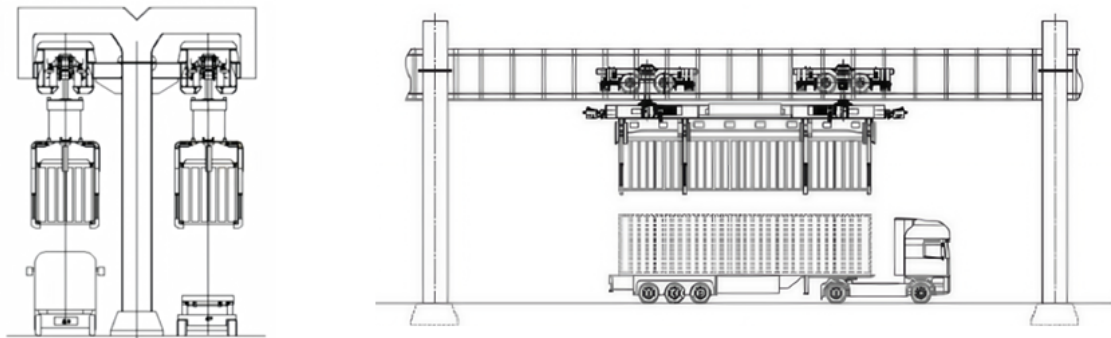


图 A. 1 货运空轨直接换装工艺布置

A. 2 货运空轨通过转接设备换装工艺布局

货运空轨车辆可以通过与在地面装卸点设置的转接设备换装。换装工艺布局见图A.2所示。

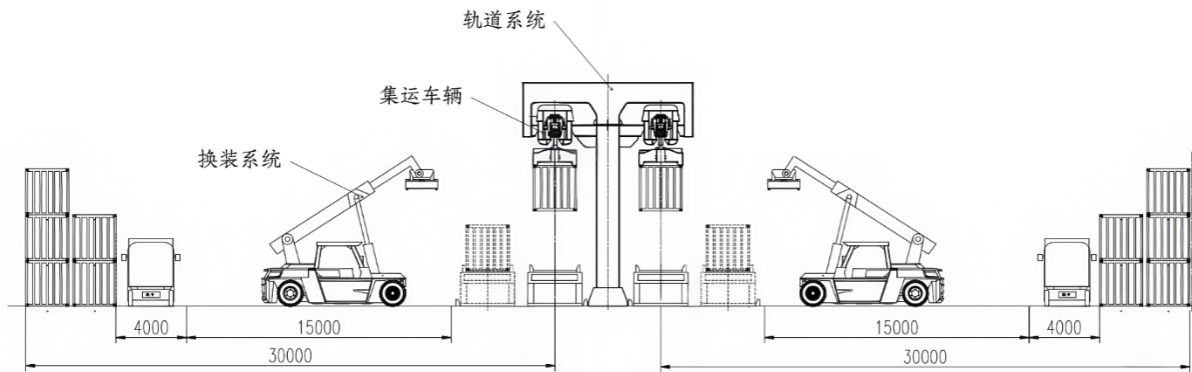


图 A. 2 货运空轨车辆通过转接设备换装工艺布局