

# DBJT45

## 广西壮族自治区交通运输行业指南

DBJT45/T 059—2023

### 自动化集装箱码头测试框架指南

Testing framework guidance of automated container terminal

2023 - 12 - 29 发布

2024 - 01 - 30 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 ..... 1

4 缩略语 ..... 2

5 测试框架 ..... 2

    5.1 测试框架构成 ..... 2

    5.2 总体原则 ..... 3

6 实验室测试 ..... 3

    6.1 系统测试 ..... 3

    6.2 集成测试 ..... 4

    6.3 流程测试 ..... 4

    6.4 作业量级测试 ..... 5

7 真机测试 ..... 5

    7.1 单机测试 ..... 5

    7.2 真机系统集成测试 ..... 6

    7.3 联调测试 ..... 6

    7.4 耐久测试 ..... 6

参考文献 ..... 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。

本文件由广西壮族自治区交通运输厅提出并宣贯。

本文件由广西交通运输标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：北部湾港股份有限公司、广西钦州保税港区盛港码头有限公司。

本文件主要起草人：温富荣、宋海涛、郭掌权、耿卫宁、赵令民、赵帅、周垂剑、吴丛铭、邓明浩、周桂安、卢海洪、罗欣欣、付俊程、刘付金锋、朱光远、黄俊中、陈王乐柳、王宁、林劲康。

本文件主要审查人：茆道方、林炳勇、李琳、欧诚、李俚、王勇、吴伟林。



# 自动化集装箱码头测试框架指南

## 1 范围

本文件界定了自动化集装箱码头测试框架相关的术语和定义、缩略语，规定了自动化集装箱码头测试框架的构成，以及自动化集装箱码头实验室测试与真机测试的要求。

本文件适用于广西壮族自治区行政区域内自动化集装箱码头测试框架设计。

## 2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

#### 码头操作系统 terminal operation system

对码头生产组织作业进行管控，能够准确采集、记录、存储、检索、统计、分析港口集装箱作业过程中的关键数据，对生产作业进行计划并调度作业资源完成作业的系统。

### 3.2

#### 设备调度系统 equipment scheduling system

对作业指令进行调度与控制，从码头操作系统获取作业计划等信息，根据设备状态、现场作业情况对作业指令进行调度，协调现场作业设备完成作业任务，并向码头操作系统反馈设备运行状态和指令执行状况等信息的系统。

### 3.3

#### 设备控制系统 equipment control system

对作业设备进行管理与控制，监控设备作业状态与故障，获取设备调度系统作业指令，调度设备执行作业任务，并反馈设备运行状态和指令执行状况等信息的系统。设备控制系统包含岸边集装箱起重机管理系统、堆场集装箱起重机管理系统以及水平运输设备管理系统。

注：设备控制系统分为上层（软件层）设备控制系统和底层（单机层）设备控制系统，底层设备控制系统是指运行于设备可编程逻辑控制器上的、完成单机自动化控制、自动化子系统控制和外部控制系统交互等功能的单设备层面的系统。本文件中的设备控制系统指的是上层设备控制系统。

### 3.4

#### 实验室测试 laboratory testing

在测试环境中，最大限度模拟真实的业务场景，进行系统功能、接口、业务流程的实验室仿真模拟的测试。

### 3.5

#### 真机测试 real machine testing

基于真实的码头场景下，使用真实的设备和生产环境，通过测试码头生产运营的业务工况，最大限度验证设备功能性能完整性，验证码头的生产服务能力的测试。

3.6

**系统测试 system testing**

在测试环境中，验证系统自身功能与逻辑的可用性与完整性。

3.7

**集成测试 integration testing**

在测试环境中，验证各系统之间数据交互的稳定性与完整性。

3.8

**流程测试 process testing**

在测试环境中，测试码头作业流程，验证各系统的功能与数据交互是否能正常支持码头作业。

3.9

**装船流程 loading process**

将货物由岸上或其他运输工具（车或船）上装到船舱（或甲板上）的作业流程。

[来源：GB/T 8487-2010，4.1.22，有修改]

3.10

**卸船流程 discharging process**

将货物由船舱（或甲板上）卸到岸上或其他运输工具（车或船）上的作业流程。

[来源：GB/T 8487-2010，4.1.23，有修改]

3.11

**性能测试 performance testing**

通过自动化的测试工具模拟多种正常、峰值以及异常负载条件来对系统的各项性能指标进行的测试。

## 4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

TOS: 码头操作系统 (Terminal Operation System)

ECS: 设备控制系统 (Equipment Control System)

ESS: 设备调度系统 (Equipment Scheduling System)

PLC: 可编程逻辑控制器 (Programmable Logic Controller)

## 5 测试框架

### 5.1 测试框架构成

自动化测试框架主要由实验室测试和真机测试两大部分构成，详见图1。



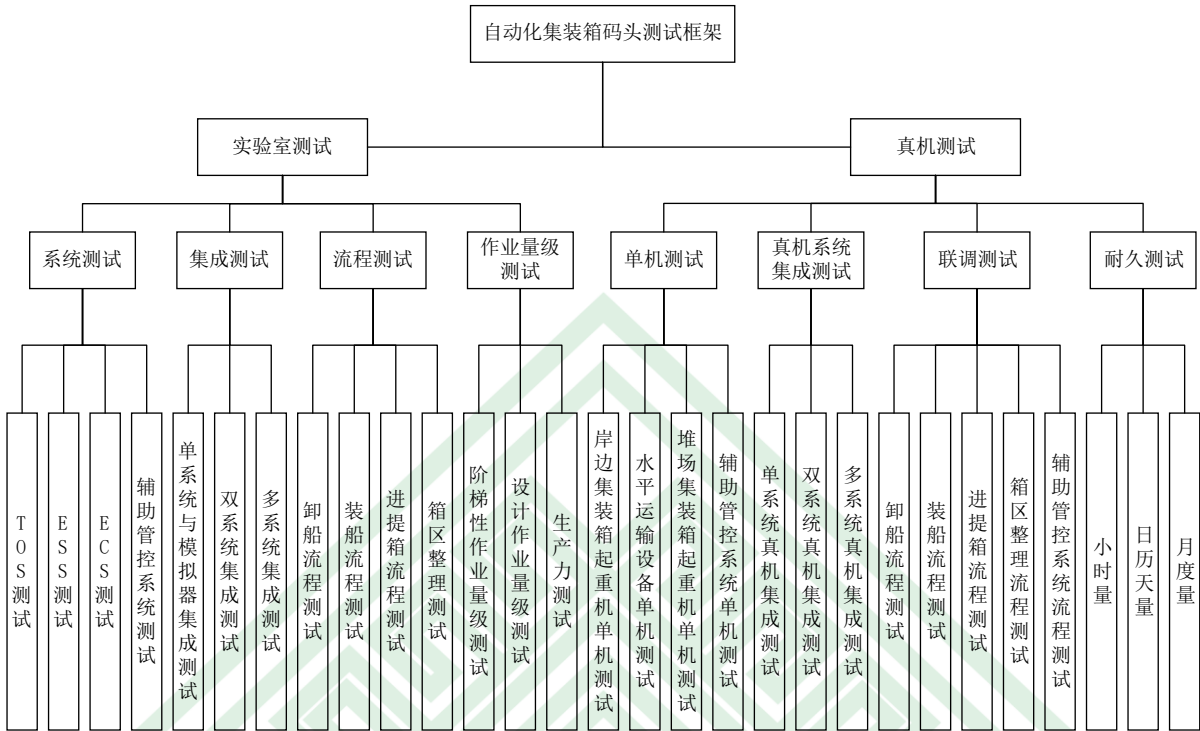


图1 自动化集装箱码头测试框架图

5.2 总体原则

5.2.1 自动化集装箱码头测试框架定义了自动化集装箱码头从单系统到多系统、从单设备到多设备，从单线作业到多线作业乃至全场全流程作业的测试框架体系，从而指导合理规划测试方法、减少测试设计和维护工作，最大程度提升测试效率，提升测试覆盖率。

5.2.2 测试框架按测试顺序划分为：系统模拟层面的实验室测试、系统设备联动的真机测试。实验室测试宜覆盖基本码头测试案例，模拟和仿真码头真实的运行环境，基于上线后真实业务场景组织测试数据进行测试，最大程度节省后续真机测试的测试成本，降低项目上线风险。真机测试宜结合实验室测试已经覆盖的测试案例，同时应对实验室测试无法覆盖的测试案例进行验证，宜全面覆盖码头上线生产后的业务场景和测试要求。

6 实验室测试

6.1 系统测试

6.1.1 TOS 测试

在实验室环境下，基于自动化集装箱码头业务框架和TOS测试用例，测试码头各业务工况，包括基础代码管理、装卸作业计划、堆场计划、设备资源管理、闸口业务管理、业务预约受理等，测试TOS功能是否满足码头整体建设和设计要求。

### 6.1.2 ESS 测试

在实验室环境下，基于ESS测试用例测试系统内部各模块的功能，包括任务发送接受、设备状态反馈及任务执行反馈、箱门及箱位控制、任务取消、岸边/堆场重进重出、水平运输设备的驱赶与充电等功能，以及设备调度逻辑和自身作业流程等模块的测试，使系统间各个模块集成起来形成完整的ESS。

### 6.1.3 ECS 测试

在实验室环境下，基于ECS测试用例测试系统内部各个模块的功能，包括初始化设备状态、维护设备信息、岸边集装箱起重机平台管理及作业车道分配、作业任务解析及指令发送、水平运输设备车队管理与路径规划等功能，以及自身作业流程等模块的测试，使系统间各个模块集成起来形成完整的ECS。

### 6.1.4 辅助管控系统测试

在实验室环境下，测试辅助管控系统的各项功能、系统内部逻辑以及自身作业流程的完整性，包括智能理货系统、智能闸口系统、冷藏箱管理系统、EDI平台、堆场门禁管理系统、智能集卡感知系统等。

## 6.2 集成测试

### 6.2.1 单系统与模拟器测试

通过单系统与对应的模拟器集成（包括ECS、辅助管控系统等），对系统的功能性、流畅性、稳定性进行专项测试，同时模拟各种实际生产场景。通过对PLC层级的指令及信号监控，模拟测试单设备的稳定性和可靠性。

### 6.2.2 双系统集成测试

将TOS、ESS、ECS以及辅助管控系统之间进行两两组合对接，借助模拟器模拟码头作业流程，测试任意两两系统之间的数据交互的可用性与完整性。

### 6.2.3 多系统集成测试

将TOS、ESS、ECS以及辅助管控系统之间多个关联系统进行集成测试，借助模拟器模拟码头作业流程，测试作业计划制定、指令生成、设备调度等功能与逻辑的完整性，以测试多系统组合之间数据交互的完整性。

## 6.3 流程测试

### 6.3.1 卸船流程测试

检验将集装箱由船舱（或甲板上）卸到岸上或其他运输工具（车或船）上的作业流程中，各自动化系统（TOS、ESS、ECS）、辅助管控系统模块（智能理货系统）间接口、数据流、控制流的正确性及功能的实现情况。

### 6.3.2 装船流程测试

检验将集装箱由岸上或其他运输工具（车或船）上装到船舱（或甲板上）的作业流程中，各自动化系统（TOS、ESS、ECS）、辅助管控系统模块（智能理货系统）间接口、数据流、控制流的正确性及功能的实现情况。

### 6.3.3 进提箱流程测试

检验集卡装载集装箱，经指定通道由码头堆场运输至码头外部，或由码头外部运输至码头堆场的作业流程中，各自动化系统、辅助管控系统（智能闸口系统、冷藏箱管理系统、堆场门禁管理系统、智能集卡感知系统）模块间接口、数据流、控制流的正确性，对通过的集卡车、集装箱进行信息收集识别。

### 6.3.4 箱区整理流程测试

检验集装箱在同堆场同贝位、同堆场不同贝位、不同堆场之间流转的作业流程中，各自动化系统（TOS、ESS、ECS）、辅助管控系统模块（冷藏箱管理系统、堆场门禁管理系统）间接口、数据流、控制流的正确性及功能的实现情况。

## 6.4 作业量级测试

### 6.4.1 阶梯性作业量级测试

通过各系统与模拟器组合分别模拟码头能达到的海侧装卸船作业效率、陆侧闸口集疏运作业效率、自动化设备作业效率以及码头堆存能力等指生产指标，以码头设计吞吐量能力为参照，制定阶梯性递增的作业量指标的测试方案。

### 6.4.2 设计作业量级测试

根据码头设计吞吐量能力来综合评定指标规模，主要用于评估各系统的稳定性能否达到生产环境规划的吞吐量要求。作业量级的设定主要参照码头的设计吞吐能力。

### 6.4.3 生产力测试

通过模拟和仿真实际各种生产情况，确定合理的设备配比，优化TOS计划和其它自动化系统去达到预期的作业效率。

## 7 真机测试

### 7.1 单机测试

#### 7.1.1 岸边集装箱起重机单机测试

对自动化岸边集装箱起重机的大车机构、主起升机构、主小车机构、门架起升机构、门架小车机构、俯仰机构等相关机构进行功能及性能测试。

#### 7.1.2 水平运输设备单机测试

对自动化水平运输设备进行车辆静态基本功能、无线通讯系统、空载耐久、重载耐久、充电、导航系统等功能及性能测试。

#### 7.1.3 堆场集装箱起重机单机测试

对自动化轨道式集装箱起重机的大车机构、起升机构、小车机构等相关机构进行功能及性能测试。

#### 7.1.4 辅助管控系统单机测试

对智能理货系统、智能闸口系统、冷藏箱管理系统、堆场门禁管理系统等相关辅助管控系统的硬件设备进行功能、性能完整性测试。

## 7.2 真机系统集成测试

### 7.2.1 单系统真机集成测试

可分别将各系统（包括ECS与辅助管控系统等）与对应的单机设备进行集成，通过作业指令模拟设备作业流程，以测试各系统与单机设备之间接口与功能的完整性。

### 7.2.2 双系统真机集成测试

可将TOS、ESS、ECS以及辅助管控系统进行两两组合集成，并分别对接单机设备，模拟码头作业流程，测试两两组合之间系统与设备数据交互的完整性。

### 7.2.3 多系统真机集成测试

可将TOS、ESS、ECS、辅助管控系统之间多个关联系统以及对应的单机设备进行集成测试，测试作业指令生成、下发、执行、设备的调度与控制等，以测试多系统组合与单机设备之间数据交互的完整性。

## 7.3 联调测试

### 7.3.1 卸船流程测试

检验将集装箱由船舱（或甲板上）卸到岸上或其他运输工具（车或船）上的作业流程中，各自动化系统模块（TOS、ESS、ECS）间接口、数据流、控制流的正确性及功能的实现情况。

### 7.3.2 装船流程测试

检验将集装箱由岸上或其他运输工具（车或船）上装到船舱（或甲板上）的作业流程中，各自动化系统模块（TOS、ESS、ECS）间接口、数据流、控制流的正确性及功能的实现情况。

### 7.3.3 进提箱流程测试

检验集卡装载集装箱，经指定通道由码头堆场运输至码头外部，或由码头外部运输至码头堆场的作业流程中，各自动化系统模块间接口、数据流、控制流的正确性，对通过的集卡车、集装箱进行信息收集识别。

### 7.3.4 箱区整理流程测试

检验集装箱在同堆场同贝位、同堆场不同贝位、不同堆场之间流转的作业流程中，各自动化系统模块（TOS、ESS、ECS）间接口、数据流、控制流的正确性及功能的实现情况。

### 7.3.5 辅助管控系统流程测试

检验卸船流程、装船流程、进提箱流程、箱区整理流程测试中，与流程密切相关的辅助管控系统（智能理货系统、智能闸口系统、冷藏箱管理系统、堆场门禁管理系统、智能集卡感知系统）与TOS间接口、数据流、控制流的正确性及功能的实现情况。

## 7.4 耐久测试

### 7.4.1 小时量

宜以小时为单位，设备连续执行自动化指令模拟码头运营作业，并观察系统、设备各项指标。

#### 7.4.2 日历天量

宜以日历天为单位，设备连续执行自动化指令模拟码头运营作业，并观察系统、设备各项指标。

#### 7.4.3 月度量

宜以月度为单位，设备连续执行自动化指令模拟码头运营作业，并观察系统、设备各项指标。



### 参 考 文 献

- [1] GB/T 1836-2017 集装箱代码、识别和标记
  - [2] GB/T 8487-2010 港口装卸术语
  - [3] GB/T 17628-2008 信息技术 开放式edi参考模型
  - [4] JT/T 697.3-2013 交通信息基础数据元第3部分：港口信息基础数据元
-



中华人民共和国广西交通运输行业指南

自动化集装箱码头测试框架指南

DBJT45/T 059-2023

广西壮族自治区交通运输厅统一印刷

版权专有 侵权必究