

团体标准
自动化集装箱码头评价指南（征求意见稿）
编制说明

标准起草组

2024年2月

目 录

一、工作简况	1
二、标准编制原则和确定标准主要内容的依据	3
三、主要试验的分析综述报告、技术经济论证或预期的经济效果	16
四、采用国际标准和国外先进标准的程度	17
五、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系	17
六、重大分歧意见的处理经过和依据	177
七、标准过渡期的建议	18
八、专利情况说明	18
九、废止现行有关标准的建议	18
十、其他应予说明的事项	18

一、工作简况

（一）项目来源

根据《关于印发中国航海学会 2021 年度第一批团体标准立项的通知》（航学发〔2021〕15 号），由交通运输部水运科学研究所牵头，青岛新前湾集装箱码头有限责任公司、中远海运港口有限公司、招商局港口集团股份有限公司、厦门远海集装箱码头有限公司、天津港股份有限公司、上海国际港务股份有限公司参与共同开展《自动化集装箱码头评价指南》标准编制工作。

（二）主要工作过程

本项目主要工作过程如下：

2021 年 2 月 4 日，根据《关于印发中国航海学会 2022 年度第二批团体标准立项的通知》（航学发〔2021〕15 号）项目正式立项。

2022 年 11 月合同正式签订后，成立标准起草组。

2022 年 12 月-2023 年 4 月，标准起草组首先编写了标准大纲和总体实施计划，随后落实了参与单位和人员，制定了编写计划，完成了标准草案及其编制说明初稿。

2023 年 5 月-9 月，标准起草组根据标准草案及编制说明初稿开展广泛调研、研讨工作，先后赴青岛、天津、厦门等地针对标准内容进行意见征询。

2023 年 9 月-2023 年 12 月，标准起草组根据标准编制工作要求，在标准起草组充分会议讨论的基础上，通过对以往研究的综合分析及文献调研进一步对标准草案进行了修改、完善，形成标准征求意见稿及其编制说明，并提交中国航海学会。

（三）标准起草单位、主要起草人及其工作内容

1. 标准起草单位

交通运输部水运科学研究所、青岛新前湾集装箱码头有限责任公司、中远海

运港口有限公司、招商局港口集团股份有限公司、厦门远海集装箱码头有限公司、天津港股份有限公司、上海国际港务股份有限公司。

2. 标准主要起草人员

本文件主要起草人：顾群、张钊、朱玮玮、张常江、王沈元、刘祥、陈辉、祝邵松、肖扬、夏祯捷。

3. 具体工作内容

任务具体分工如表 1 所示：

表 1 标准起草组人员分工情况表

序号	姓名	职务/职称	工作单位	项目中承担的工作
1	顾群	研究员	交通运输部水运科学研究所	主要参与标准总体设计、业务协调、方案制定、技术把控等工作。主要参与全文件技术内容编制、审核工作。
2	张钊	高级工程师	交通运输部水运科学研究所	负责项目总体设计、业务协调、组织研究、进度安排、方案制定、成果评估。主要负责全文件技术内容编制、审核工作。
3	朱玮玮	副研究员	交通运输部水运科学研究所	负责并参与相关技术要求研究和指标确定，参加项目技术研讨、方案制定。主要负责标准架构制定、全文件技术内容编写等工作。
4	张常江	高级工程师	青岛新前湾集装箱码头有限责任公司	负责调研和资料收集、技术指标研究、提供技术咨询等工作；主要参与标准架构制定、文件第4章的编制工作。
5	王沈元	副总经理	中远海运港口有限公司	负责调研和资料收集、技术指标研究、项目流程控制等工作；主要参与标准架构制定、文件第5章的编制工作。
6	刘祥	高级工程师	招商局港口集团股份有限公司	负责调研和资料收集、技术指标研究、项目流程控制等工作；主要参与标准架构制定、文件第5章的编制工作。
7	陈辉	高级工程师	招商局港口集团股份有限公司	主要参与调研和资料收集、技术指标研究、文件第5章的编制工作。
8	祝邵松	总经理	厦门远海集装箱码头有限公司	主要参与调研和资料收集、技术指标研究、文件第4章的编制工作。
9	肖扬	总经理	天津港股份有限公司	主要参与调研和资料收集、技术指标研究、文件第5章的编制工作。
10	夏祯捷	总经理	上海国际港务股份有限公司	主要参与调研和资料收集、技术指标研究、文件第6章的编制工作。

二、标准编制原则和确定标准主要内容的依据

（一）标准编制原则

本标准主要依据以下原则制定：

1. 协调一致性原则

本标准的起草主要参考已发布的国家标准以及交通运输行业相关标准，与已有标准实际运行、管理保持协调一致。

2. 完整性原则

指标体系首先要涵盖集装箱码头通过自动化所能达到的全部主要目标，不仅考虑码头运营的降本增效，还应兼顾安全节能。从实现过程上，指标体系在充分考虑计划目标、行为过程和产生效果各环节内部评价要素组成的同时，应注重环节间的衔接，构成评价闭环。

3. 实用性原则

当前集装箱码头自动化实现方式多样，按照岸边装卸、水平运输和堆场作业三个环节进行细分，有十几种不同的自动化、半自动化实现方案。评价指标体系应能适用不同的自动化工艺及实现方案。

4. 优先级原则

起草组在标准编制过程中，优先采用国家标准。

5. 规范性原则

遵守制定程序和编写规则，按照《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》（GB/T 1.1—2020）给出的规则起草。

6. 可操作性原则

指标体系应提出明确的可供评价、考核的量化及质化指标，易于评价者客观评价，便于操作。

（二）确定标准主要内容的依据

按照《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》（GB/T 1.1—2020）规定，本项目首先从标准的适用范围、规范化引用文件、术语和定义三个部分开展研究，将标准分为 6 章，分别为范围，规范性引用文件，术语和定义，评价指标体系，评价，等级评定。

1. 范围

本文件规定了我国沿海自动化集装箱码头运行评价的内容和方法，适用于我国沿海自动化集装箱码头的建设、运行水平的等级评价。

2. 引用文件

标准起草组在编制的过程中参照了以下文件：

- GB/T 2589 《综合能耗计算通则》
- JTS/T 105-4 《绿色港口等级评价指南》
- JTS/T-199 《自动化集装箱码头建设指南》

3. 术语和定义

标准起草组根据文件中专业术语出现的先后顺序，及可能与行业外相同术语产生异意的词语，进行统一规范。其中，自动化集装箱码头、全自动化集装箱码头、半自动化集装箱码头等术语的定义分别来自对《自动化集装箱码头设计规范》（JTS/T 174）中“2.0.1”、“2.0.2”、“2.0.3”条的引用。“高度自动化集装箱码头”和“集装箱码头自动化等级”等术语的定义分别基于对“自动化集装箱码头”和《绿色港口等级评价指南》（JTS/T 105-4）中“2.0.2 绿色港口等级”定义的修改。“自动化水平运输装备”对集装箱码头使用的用于实现货物运输的运输工具进行定义。

4. 评价指标体系

该章节主要对评价指标体系进行构建。项目组以自动化集装箱码头协同运行为研究对象，在其运行作业所涉及的时间和空间全域范围内，针对海侧作业、水平运输、堆场作业多种运行场景，从装备、工艺、运行等层面分类梳理，分析影响作业效率的投入和产出条件因素，结合自动化集装箱码头长期运行情况，研究

提出能够快速准确反映资源配置和生产作业效率的主要技术指标，支持从定性、定量两个方面做出对自动化集装箱码头生产作业效果的总体评价结论，为自动化集装箱码头运筹优化提供先导技术条件和数据参考，支持形成优化智能算法。初步构建评价指标体系如下：

对于自动化集装箱码头的评价主要从管理能力、技术条件、实施效果三方面入手。其中：

管理能力是经营自动化集装箱码头的思想核心，其评价是对管理制度和管理手段两方面管理水平的综合评价。该类指标主要以高效、安全、环保、质量为目标，从发展规划、管理机制、资金支持、人员教育、物资管理、科技创新、节能绿色、作业规程、应急处理、安全管控、设备运维、办公自动化、财务管理、档案管理、物资管理、辅助决策管理等方面进行提炼。

技术条件是自动化集装箱码头整体运行的重要组成部分，也是自动化集装箱码头高效运转的重要保障，包含对工艺设备层、管理系统层和前沿技术层的综合评价。其中工艺与设备指的是码头前沿全部设备资源、水平运输全部设备资源和堆场设备资源全部设备资源对全自动作业工艺的支持程度，集装箱码头前沿、堆场设备对陆海两侧全自动控制或远程控制的支持水平以及对水平运输设备可实现远程控制、自动驾驶的程度，和闸口作业的自动化程度。该类指标以高效、稳定、智能化程度为目标，从码头前沿、堆场、水平运输和智能闸口等作业场景对指标进行提炼。根据《自动化集装箱码头建设指南》(JTS/T 199)(以下简称“《指南》”)第 10.1.1 条规定“自动化集装箱码头管理系统应具有科学合理的基本架构，系统应具备码头运维所必须的生产管理、设备调度与控制 and 辅助功能，并应与自动化水平层级要求相匹配”，因此，在二级指标层将管理系统分为生产作业系统和辅助系统。生产作业系统包含对生产管理系统、设备调度与控制系统的综合评价，常见系统包括专业化集装箱码头生产操作系统(TOS 系统)、专业化集装箱码头设备调度管理系统(ECS 系统)等。辅助系统按照《指南》要求，包含对港口工业电视系统、能效管理系统、安全管理系统、设备资产管理系统、智能理货系统、港区仿真管理系统、冷藏箱管理系统和其他辅助系统等的综合评价。该两类指标以实现程度、智能化和自主化水平为目标，从如作业区域覆盖范围、用能检测、节能控制、安全管理、设备资产信息、资产协同等方面进行提炼。前

沿技术的应用是码头整体运行效率提升的关键，其评价包括对物联网、人工智能、数字孪生、北斗定位和地理信息等技术的综合评价。

实施效果是评价自动化集装箱码头服务质量的重要衡量指标，其评价包含对作业效率、码头单位通过能力、运营成本和节能环保等方面的评价，例如年平均船时效率、单船平均岸桥单机综合效率、装卸效率、岸桥利用率、堆场利用率、单箱成本、万标箱作业能耗等可计算、可获取的量化指标。其中，作业效率和码头单位通过能力类指标以提升作业、设备效率为目标，从平均效率、最大效率、可靠率和故障停时等多方面对指标进行提炼；运营成本是评价自动化集装箱码头经济性能的重要指标，以成本优化为目标，从运营成本、管理费用等方面对指标进行提炼；节能环保是自动化集装箱码头可持续发展的关键因素，根据《绿色港口等级评价指南》（JTS/T 105-4）规定，用“万标箱作业能耗”来衡量。

基于以上研究，自动化集装箱码头评价三级指标体系表设置如下：

表 1 自动化集装箱码头评价指标体系表

一级指标	二级指标	三级指标
管理能力	管理制度	发展规划
		管理机制
		资金支持
		人员教育
		物资制度
		科技创新
		节能绿色
		作业规程
		应急处理
		安全管控
	设备运维	
	管理手段	办公自动化
		财务管理
		档案管理
		物资管理
辅助决策管理		
技术条件	工艺与设备	码头前沿
		堆场作业
		水平运输
		闸口作业
	生产作业系统	生产管理系统

一级指标	二级指标	三级指标
	辅助系统	设备调度与控制系统
		港区工业电视
		能效管理系统
		安全管理系统
		设备资产管理系统
		智能理货系统
		港区仿真管理系统
		冷藏箱管理系统
	其他系统	
	前沿技术	物联网应用
		人工智能技术
		数字孪生技术
		北斗定位技术
		地理信息技术
实施效果	作业效率	年平均船时效率
		单船平均岸桥单机综合效率
		装卸效率
	码头单位通过能力	岸线利用率
		堆场利用率
	运营成本	单箱成本
节能环保	万标箱作业能耗	

5. 评价

该章节主要对评价内容和方法、综合和分项评价计分方法进行规定。

(1) 一级指标权重和综合评价计分方法

表 2 一级指标权重

一级指标	一级指标权重
管理能力	20%
技术条件	40%
实施效果	40%

说明：“管理能力”是港口建设的保障，是港口顺利运行的必须条件，赋予 20%的权重；

“技术条件”是港口建设的基础和支撑，是实现码头自动化的手段，赋予 40%的权重；

“实施效果”是港口自动化建设的目的，是降本增效和服务能力的重要体现，赋予 40%的权重。

自动化集装箱码头等级评价综合得分满分为 100 分。自动化集装箱码头等级评价指标体系中“管理能力”、“技术条件”和“实施效果”3 个一级指标项目单项满分均为 100 分，其计入综合得分的权重应分别为 20%、40%和 40%，计算公式见式（1）。

$$E = \sum_{i=1}^3 P_i \times W_i \quad (1)$$

式中： E ——基于集装箱码头自动化等级评价体系的综合得分；

i ——集装箱码头自动化等级评价指标体系项目序数；

P_i ——第 i 个一级指标的得分；

W_i ——第 i 个一级指标的计分权重，全部一级指标的计分权重和等于 1。

各一级指标得分应为其指标下所有二级指标的得分之和；各二级指标得分应为其指标下所有三级指标的得分之和。指标计分方法中分值范围应体现满足计分条款的程度差异，最低限度满足计分条款要求的应取最小值；最大程度满足计分条款要求的应取最大值；满足计分条款程度位于最低限度和最大程度之间的，应按照满足计分条款要求的程度取最大值与最小值之间的值。在分值计算中，三级指标得分值加权汇总时，保留 4 位小数，一级指标加权生成总分时，保留 2 位小数（均按照四舍五入的原则）。

（2）二级三级指标计分表及计分规则

二级三级指标计分按表 3 规定。

表 3 二级三级指标计分表

一级指标	满分	二级指标	满分	三级指标	满分
管理能力	100	管理制度	60	发展规划	6
				管理机制	6
				人员教育	6
				科技创新	6
				节能绿色	6
				资金支持	5
				物资制度	5
				作业规程	5
				应急处理	5
				安全管控	5
				设备运维	5
		管理手段	40	办公自动化	8
				财务管理	8
				档案管理	8
				物资管理	8
				辅助决策	8

一级指标	满分	二级指标	满分	三级指标	满分
技术条件	100	工艺设备	35	码头前沿	5
					5
					5
				堆场作业	5
					5
					5
		生产作业系统	30	生产管理系统	15
				设备调度与控制系统	15
		辅助系统	22	港区工业电视	3
				能效管理系统	3
				安全管理系统	3
				设备资产管理系统	3
				智能理货系统	3
				港区仿真管理系统	3
				冷藏箱管理系统	2
				其他系统	2
		前沿技术	13	物联网应用	3
				人工智能技术	3
				数字孪生技术	3
北斗定位技术	2				
地理信息技术	2				
实施效果	100	作业效率	45	年平均船时效率	15
				单船平均岸桥单机综合效率	15
				装卸效率	15
		码头单位通过能力	30	岸线利用率	15
				堆场利用率	15
		运营成本	15	单箱成本	15
		节能环保	20	万标箱作业能耗	20

计分规则如下：

- 一级指标权重，所有一级指标权重和为 100%，按照在综合得分中的重要性进行赋值。
- 二级指标和三级指标中，一级指标按照满分 100 分来处理，然后在二级指标中分配分值，三级指标的分值，在所属的二级指标的份额中进行分配。
- 每个二级评价指标的计分方法由多项计分条款组成，计分方法分成 2 种类型：第 1 类，直接计分：每项计分条款按照满足评价指标计分条件的程度给出分值，评价指标得分值为适合其满足程度的计分条款给出的分

值；第 2 类，累加计分：每项计分条款分别计分，评价指标得分值为所有计分条款累计得分。最低程度满足计分条款要求的应取最小值，最大程度满足计分条款要求的应取最大值，满足计分条款程度位于最低限度和最大程度之间的，取最小值和最大值之间的值。

- 记分分值为区间分值时，包含左侧起始分值，不包含右侧 5 终止分值，如果右侧是最高分值，则包含。例如：得 10~20，取值区间为[10, 20)，如果 20 是最高分，则为[10, 20]。

(3) 三级指标计分方法

管理制度是经营自动化集装箱码头的思想核心，该类三级指标主要根据制度的编制和落实情况进行评价。

- **发展规划**

发展规划是针对码头在自动化建设和发展方面制定的相关规划，可以为专项规划，也可以包含在企业发展战略、发展规划、信息化发展规划中。发展规划应根据实施情况进行调整修编，并经过专家评审或经正式发布。码头应积极落实发展规划工作要求，并制定年度计划。

本项得分为发展规划编制和落实情况两个方面的综合评价，总分 0-6 分。

- **管理机制**

管理机制包括管理机构和考核制度两个方面。管理机构是为了保证码头建设而设立的职能部门，负责自动化码头工作的规划、组织、实施和监督等工作。考核制度是指是针对自动化码头建设工作的责任单元，有明确的对于考核对象、工作目标、工作任务、工作指标和完成期限的考核办法。

本项得分为管理机构和考核制度两个方面的综合评价，总分 0-6 分。

- **人员教育**

指对码头人员教育培训情况的考察。教育培训是为了使管理人员、生产人员、技术人员等获得知识、思维、技能。教育培训可以采取多种形式，内容应与自动化码头紧密结合。

本项得分为针对教育培训计划的制定、实施情况，参加行业及企业内部自动化码头培训活动情况三方面的综合评价，总分 0-6 分。

- 科技创新

科技创新的目的是为了进一步提高生产水平和效率、激发企业活力，鼓励企业积极参与自动化码头科研、创新工作，取得科技创新成果。

本项得分为针对科技创新制度的规范性和实施效果的综合评价，总分 0-6 分。

- 节能绿色

节能环保制度的制定有利于提高能源利用效率，降低运营成本，同时，有效减少港口污染物排放，符合绿色发展需要。

本项得分为针对节能环保制度完整性、可行性和实际实施情况的综合评价，总分 0-6 分。

- 资金支持

对于自动化集装箱码头的资金投入主要体现在两方面，一是用于开展自动化集装箱码头建设工作的固定资金预算，另一方面是预算资金的执行情况。

本项得分为针对上述两方面的综合评价，总分 0-5 分。

- 物资制度

物资制度指的是包括物资采购、物资存储、物资使用、物资盘点、物资报废和物资安全管理等方面的物资管理制度，并针对这些制度设置相应的监督、考核机制。

本项得分为针对上述内容的综合评价，总分 0-5 分。

- 作业规程

码头作业是指港口内货物的装卸、运输、堆存和配载等工作，由于码头作业涉及到大量机械设备和大型货物，因此需要制定相应的作业规程，对各项作业进行规范，提高操作的安全性。

本项得分为针对作业规程系统、可操作性的综合评价，总分 0-5 分。

- 应急处理

码头作为重要的经济枢纽，在进行货物装卸的时候时有发生，不仅会为港口运营带来巨大经济损失，还可能对环境和人员造成威胁，因此需针对不同事故类型制定完善的应急处理方案，包括应急预案、应急装备、应急保障等多方面内容。

本项得分为针对方案完整性、可行性的综合评价，总分 0-5 分。

- 安全管控

建立科学完善的安全管理规章制度是保障码头安全生产的基础。安全管理规章制度包括安全操作规程、安全培训与教育、安全隐患排查、事故危险源控制等方面的内容。

本项得分为针对方案完整性、可行性的综合评价，总分 0-5 分。

- 设备运维

为确保码头设备的正常运行和使用效果，码头应建立包括在线监测、无人巡检、运维管理等方面在内的港口设施运行维护管理制度。

本项得分为针对制度完整性和实施情况的综合评价，总分 0-5 分。

管理手段类的三级指标指为加强内部自动化管理而使用的技术手段，具体体现为信息系统的建设。

- 办公自动化

建设办公自动化系统的目的是通过管理协同，实现生产系统、财务管理、档案管理、物资管理、经营决策等信息共享，如与生产、业务、财务、安全、审计等系统的信息共享，实现电子印章平台和各类业务场景的融合等功能。

本项得分为针对系统功能和水平的综合评价，总分为 0-8 分。

- 财务管理

建设财务管理系统的目的是对自动化集装箱码头的整体财务情况进行管理和控制，实现财务管理电子化、无纸化，实现会计核算、管理会计、预算、资金、税务、内审、风控等大类的管理功能。有利于自动发现财务指标异常、分析异常根源、动态智能进行风险管控等智慧化应用。

本项得分为针对系统功能和水平的综合评价，总分为 0-8 分。

- 档案管理

建设档案管理系统的目的是为了实现在人力资源统一管理，实现人力资源全程无纸化管理，实现人事、薪资、绩效、培训等管理功能，并能实现员工离职风险预测、个性化学习内容推荐、个人认证管理等智慧化应用。

本项得分为针对系统功能和水平的综合评价，总分为 0-8 分。

- 物资管理

建设物资采购与管理系统的目的是为了实现在物资采购与管理的审批、交易无纸化，实现需求计划、仓储物流、合同、订单、结算等管理和统计分析功能，并能实现交易全过程风险预知、异常提醒等智慧化应用。

本项得分为针对系统功能和水平的综合评价，总分为 0-8 分。

- 辅助决策

建设决策支撑系统的目的是为了支持多源数据及数据处理，满足业务计划等关键需求，实现生产数据分析、水平运输监管、港口能源检测等重要环节的决策支持功能，并能实现生产调度情况分析、码头能源消耗智能预警、运营风险预测性分析等智慧化应用。

本项得分为针对系统功能和水平的综合评价，总分为 0-8 分。

工艺设备是自动化集装箱码头整体运行的重要组成部分，包含码头前沿、堆场、水平运输和闸口作业等设备，该类三级指标主要针对设备可实现的自动化作业程度、自动化设备数量及应用比例进行评价。

- 码头前沿

本项得分为针对集装箱拆装锁作业自动化程度,自动化岸桥数量所占比例及自动化岸桥运行时间比例三项内容的综合评价,单项内容各占0-5分,总分为0-15分。

- 堆场作业

本项得分为针对自动化场桥数量所占比例及自动化场桥运行时间比例两项内容的综合评价,单项内容各占0-5分,总分为0-10分。

- 水平运输

本项得分为针对水平运输装备实现无人化作业的自动化程度的评价,总分为0-5分。

- 闸口作业

本项得分为针对智能闸口系统的自动化程度的评价,总分为0-5分。

生产作业系统是自动化集装箱码头高效运转的重要保障,包含对自动化码头生产管理系统、设备调度与控制系统两套系统的综合评价,该类三级指标主要针对系统功能和性能、自主可控程度进行评价。

- 生产管理系统

本项得分根据智能操作系统功能和性能,包括计划自动编制、设备协同调度、过程智能控制及数智监控决策等核心功能,根据功能完备性和应用情况,以及系统知识产权的自主可控程度两项内容进行综合评价,总分0-15分。

- 设备调度与控制系统

本项得分根据设备控制系统功能和性能,包括数据资源池、大数据分析、智能辅助决策等模块核心功能,根据功能完备性和应用情况,以及系统知识产权的自主可控程度两项内容进行综合评价,总分0-15分。

辅助系统是根据码头不同业务、管理、自动化水平层级和实际需求等,配置的与码头生产相关或对外衔接的自动化应用系统,该类三级指标主要根据系统的功能完备性和应用实际情况进行评价。指标具体包括“港区工业电视、能效管

理系统、安全管理系统、设备资产管理系统、智能理货系统、港区仿真管理系统、冷藏箱管理系统、其他系统”等 8 个三级指标，单项内容为 0-2 分或 0-3 分。

前沿技术是高技术更新换代和产业迭代发展的重要基础，其应用是码头自动化能力的综合体现，该类三级指标主要根据技术的应用领域、平台建设情况和实际应用情况进行评价。指标具体包括“物联网应用、人工智能技术、数字孪生技术、北斗定位技术、地理信息技术”等 5 个三级指标，，单项内容为 0-2 分或 0-3 分。

作业效率、码头单位通过能力直接反映了码头整体服务能力和质量；运营成本是评价码头经济性能的重要指标；节能环保是码头可持续发展的关键因素，以上类别的三级指标均使用可计算、可获取的量化指标进行评价。

- 年平均船时效率

是指一条船平均每小时完成的装卸量，是码头生产作业能力和综合服务水平的重要指标。计算公式如下：

$$\text{年平均船时效率} = \text{船舶年装卸作业总量（箱）} / \text{船舶作业总船时数（小时）}$$

- 单船平均岸桥单机综合效率

是指平均每台岸桥每小时的作业效率，是自动化码头效率水平的重要指标。计算公式如下：

$$\text{单船平均岸桥单机综合效率} = \text{作业箱量（箱）} / (\text{作业时间(小时)} \times \text{作业线数})$$

- 装卸效率

桥吊台时效率，即在班轮作业中，平均每台装卸桥吊（一般指岸桥），每小时所完成的装卸集装箱数量，计算单位为自然箱/小时。计算公式如下：

$$\text{装卸效率} = \text{集装箱作业总量（自然箱）} / \text{桥吊作业总台时（小时）}$$

- 岸线利用率

岸线利用率为报告期内单位码头岸线集装箱完成量，单位码头按照百米岸线

平均计算，计算单位为万 TEU/百米。计算公式如下：

$$\text{岸线利用率} = \frac{\sum \text{码头吞吐量 (万 TEU)}}{\sum \text{码头泊位长度 (米)}} \times 100\%$$

- 堆场利用率

堆场利用率是指堆场实际存储货物占总可用存储空间的比例。计算公式如下：

$$\text{堆场利用率} = \text{码头吞吐量 (万 TEU)} / \text{堆场面积 (千平方米)}$$

- 单箱成本

单箱成本为报告期内码头主要成本总和同码头总吞吐量之间的比值，计算单位为元/TEU。计算公式如下：

$$\text{单箱成本} = (\text{营业成本} + \text{管理费用}) (\text{元}) / \text{吞吐量 (TEU)}$$

- 节能环保

根据《绿色港口等级评价指南》(JTS/T 105-4)的要求，以自动化集装箱码头能耗标准“万标箱作业能耗”来衡量。

6. 等级评定

集装箱码头自动化等级应分为 3 星级、4 星级和 5 星级，并设置约束条件为“半自动化集装箱码头最高评价等级为 4 星，全自动化集装箱码头最高评价等级为 5 星”。

表 4 自动化集装箱码头等级评价标准

自动化等级		3星	4星	5星
综合得分E		E ≥ 70	E ≥ 80	E ≥ 90
约束条件	半自动化集装箱码头	√	√	-
	全自动化集装箱码头	√	√	√

三、主要试验的分析综述报告、技术经济论证或预期的经济效果

集装箱运输作为一种现代化水上运输方式，发展迅速。截至 2021 年，全球

累计已建成 1000 多座集装箱码头，美国、英国、日本都有超过 70%的进出口杂货采用集装箱运输方式。伴随自动控制技术、信息技术、智能技术的不断革新，集装箱码头装卸围绕生产作业自动化、智能化的建设也在不断深入：从 1993 年的荷兰鹿特丹港 ECT 码头、2004 年的汉堡港 CTA 码头实现了半自动化装卸操作，到 2010 年荷兰鹿特丹港 Euromax 码头实现全自动无人化装卸操作，而包括澳大利亚、美国、中国、日本在内的一些国家也相继开展了全自动化或半自动化集装箱码头建设，并总体上取得了优化资源配置、降本增效、节能减排的效果。通过自动化集装箱码头 5~10 年的实际运营以及学者们对其经济效益的分析研究，无论从实际应用效果上还是理论分析上都对自动化集装箱码头投入产出比不高的质疑进行了有力回应。由于近 30 年的技术累积与渐进应用，自动化集装箱码头的总体投资成本得到合理控制，与之形成鲜明对比的是全球人力成本的不断攀升，对现有集装箱码头进行自动化升级、对待建集装箱码头优先选择自动化建设方案，成为大型港口公司对生产运行的内在需求。通过对集装箱码头进行智能评价有利于促进行业进步、技术发展，进而为码头运营整体提质增效提供范导作用。

四、采用国际标准和国外先进标准的程度

未采用。

五、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

本文件与现行法律、法规和强制性国家标准没有冲突和矛盾。

六、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

七、标准过渡期的建议

标准中所规定的相关技术要求需要标准发布后在行业内进行宣贯，因此建议标准发布后 3 个月开始实施。

八、专利情况说明

本文件在编制过程中未征求到相关专利的情况。

九、废止现行有关标准的建议

无。

十、其他应予说明的事项

无。