



# 南京港节能减排评价和提升策略分析

刘捷<sup>1,2</sup>, 王甜<sup>3</sup>

(1. 河海大学, 江苏南京 210098; 2. 连云港建港指挥部、连云港港口建设项目管理有限公司, 江苏连云港 222042;  
3. 南京市航运(港政)管理处安全技术科, 江苏南京 210011)

**摘要:** 随着港口节能环保的发展, 港口节能减排成为当前港口研究的热点。以南京港为研究对象, 在对南京港节能减排现状分析的基础上, 基于物元分析法和层次分析法, 构建南京港节能减排的评价模型, 并计算出南京港节能减排的效果评价, 最后依据评价结论提出降低南京港排放的建议措施。

**关键词:** 港口节能减排; 物元分析法; 层次分析法; 指标体系

中图分类号: X 38

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2014)06-0079-03

## Energy-saving & emission-reduction evaluation and promotion strategy of Nanjing port

LIU Jie<sup>1,2</sup>, WANG Tian<sup>3</sup>

(1. Hohai University, Nanjing 210098, China; 2. Lianyungang Port Construction Headquarters, Lianyungang Port Construction Project Management Company Limited, Lianyungang 222042, China; 3. Nanjing Waterway Management Office, Nanjing 210011, China)

**Abstract:** Along with the development of energy-saving and environmental protection of the port, the port has become the research focus of energy-saving. Taking Nanjing port as the research object, we establish the evaluation model of Nanjing port concerning energy saving and emission-reduction based on the analysis of the situation of energy-saving & emission-reduction in Nanjing port and applying the matter element analysis method and the analytic hierarchy process, and get the effect about the evaluation of energy-saving of Nanjing port. According to the conclusion, we put forward the suggestions and measures about energy-saving of Nanjing port.

**Key words:** port energy-saving & emission-reduction; matter element analysis; analytic hierarchy process; index system

随着低碳经济时代的到来, 港口间的竞争不仅仅是码头资源、服务质量的竞争, 同时也是碳生产率的竞争<sup>[1-2]</sup>。我国自开展港口节能减排工作以来, 成效较为明显。南京港(集团)有限公司(简称南京港)在港口节能减排方面也做了很多工作, 并取得一些成果, 用水用电及能源消耗方面都有了显著改善。尽管如此, 南京港港口节能减排工作仍然面临着严峻的形势, 本文在分析南京港节能减排效果评价的基础上, 提出南京港节能减排的提升策略。

### 1 南京港节能减排现状分析

南京港地处长江三角洲, 地理条件优越, 辖区航道为B级, 可常年通航万吨级海轮, 也是国家大型一类交通企业和一类对外开放港口。截止到2013年11月, 南京港现有生产性泊位约257个(其中万吨级以上泊位44个), 总通过能力1.6亿t, 已形成了以能源、外贸和集装箱运输为主, 功能比较齐全的综合型港口码头。2012年南京港完成货物吞吐量17 333亿t, 集装箱货物吞吐量完成184万TEU, 南京港口已经迈入亿吨港之列。

收稿日期: 2013-11-30

作者简介: 刘捷(1981—), 男, 硕士研究生, 工程师, 主要从事港口、航道及港口相关配套基础设施的建设和管理工作。

根据统计数据, 2012年南京港消耗能源总共31 670.8 t标煤, 综合单耗为5.24 t标煤/万t。其中消耗电3 109.7万kW·h, 占总能耗的39.7%; 消耗柴油8 806.5 t, 占40.5%; 消耗汽油225.7 t, 占1%; 消耗煤炭8 125.7 t, 占18.3%; 消耗水103.2 t, 占0.5%。能源消耗成本为8 304.6万元, 电和柴油成为南京港主要耗能品种, 占总能耗的80%以上。

### 2 南京港节能减排评价指标体系构建

在对南京港现状分析的基础上, 通过对南京港节能减排体系的分解与凝练, 并借鉴其他相关学者研究成果<sup>[3]</sup>, 分别从管理体制、工艺技术、新技术开发和节能减排效果4个角度来分析, 结合南京港节能减排实际, 最终构建了3个层次的南京港节能减排评价指标体系(图1)。

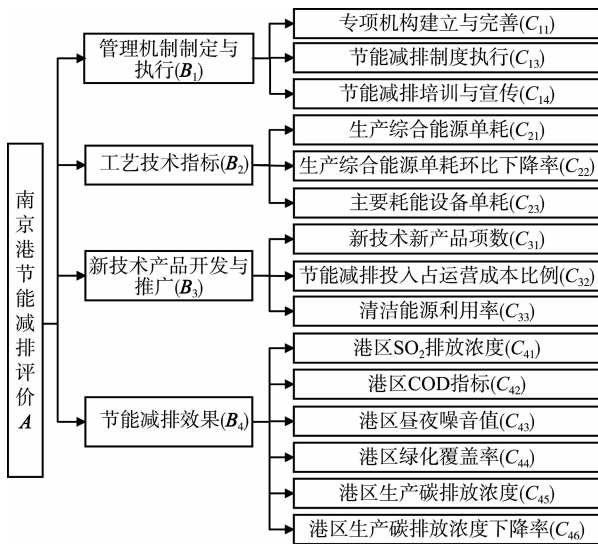


图1 南京港节能减排评价指标体系

### 3 南京港节能减排评价

采用物元分析与层次分析集成评价模型对南京港节能减排状况进行评价, 这种集成评价模型兼顾层次分析法和物元分析法的优点, 具有计算简单、信息需求不大、能较好处理不相容问题等特点, 适合对本文的南京港节能减排指标体系进行评价。

#### 3.1 指标体系权重的确定

采用层次分析法 (Analytic Hierarchy Process,

简称AHP) 确定南京港节能减排指标体系的权重, 通过调查问卷的形式, 采用1~9的刻度邀请河海大学、南京水利科学研究院、天津大学、南京港集团等该领域专家对指标体系进行两两比较并打分, 对调查问卷进行一致性检验和统计分析, 得出南京港节能减排评价指标权重(表1)。

表1 层级分析法求得南京港节能减排评价指标权重

数值	$C_{11}$	$C_{12}$	$C_{13}$	$C_{14}$	$C_{21}$	$C_{22}$	$C_{23}$
$w_{ij}$	0.07	0.17	0.48	0.28	0.26	0.11	0.63
数值	$C_{31}$	$C_{32}$	$C_{33}$	$C_{41}$	$C_{42}$	$C_{43}$	$C_{44}$
$w_{ij}$	0.14	0.43	0.43	0.13	0.13	0.13	0.08
数值	$C_{45}$	$C_{46}$	$B_1$	$B_2$	$B_3$	$B_4$	
$w_{ij}$	0.40	0.13	0.08	0.24	0.45	0.24	

#### 3.2 指标体系关联度计算

根据指标评价标准类, 将其分为定量和定性两类指标。定量指标关联度按照一般物元分析方法来确定; 定性指标关联度是将4级评价等级(好、较好、一般和差)根据正态分布与Delphi法得出相应的分级标准为0.85~1.00, 0.70~0.85, 0.50~0.70, 0~0.50, 并根据指标所在等级来确定定性指标的量值。假设南京港节能减排状况为“较好”, 通过计算指标层和准则层关联度得目标层关联度的 $k(x)$ 值对假设条件进行判断: 如果 $0 < k(x) < 1$ , 则南京港节能减排“较好”, 否则需要重新假设, 进行下一轮计算, 直到确定南京港节能减排评价等级。

根据南京港实际情况, 确定南京港节能减排评价中各指标的初始量值如表2所示。

表2 南京港节能减排指标系统指标层评价指标的量值

指标	$C_{11}$	$C_{12}$	$C_{13}$	$C_{14}$	$C_{21}$	$C_{22}$	$C_{23}$	$C_{31}$
数值	0.85	0.83	0.82	0.85	0.85	0.005	7	5
指标	$C_{32}$	$C_{33}$	$C_{41}$	$C_{42}$	$C_{43}$	$C_{44}$	$C_{45}$	$C_{46}$
数值	0.045	0.65	550	4.50	0.74	0.1	0.85	0.005

根据表2和物元分析法计算步骤, 可得出该评价指标体系指标层关联度 $K$ (表3)和准则层的关联度(表4)。

表3 南京港节能减排评价体系指标层的关联度  $K_{ij}$ 

指标层	$C_{11}$	$C_{12}$	$C_{13}$	$C_{14}$	$C_{21}$	$C_{22}$	$C_{23}$	$C_{31}$
$K_{ij}$	0	0.133	0.20	0	0	0.40	0.333	0.50
指标层	$C_{32}$	$C_{33}$	$C_{41}$	$C_{42}$	$C_{43}$	$C_{44}$	$C_{45}$	$C_{46}$
$K_{ij}$	-0.250	-0.167	-0.250	0.50	0.50	0.182	0	0.40

表4 南京港节能减排评价指标体系准则层的关联度  $k_i$ 

准则层	$B_1$	$B_2$	$B_3$	$B_4$
$k_i$	0.118 6	0.253 8	-0.109 3	0.164 1

### 3.3 评价结论

根据表4中准则层指标的权重,可计算出目标层的关联度值  $K = 0.061$ ,  $0 < K < 1.0$ ,可知假设南京港节能减排评价等级为“较好”的假设成立。

从指标层关联度来分析,南京港节能减排评价指标中  $C_{32}$ ,  $C_{33}$  和  $C_{41}$  这3个指标的关联度为负值。说明其指标不属于“较好”。 $C_{32}$ ,  $C_{33}$  和  $C_{41}$  这3个指标的取值都在“较好”以下,说明  $C_{32}$ ,  $C_{33}$  和  $C_{41}$  的指标水平为“较好”以下。所以南京港节能减排工作的具体不足之处在于节能减排资金投入占运营成本比例 ( $C_{32}$ )、清洁能源利用率 ( $C_{33}$ )、港区  $SO_2$  排放浓度 ( $C_{41}$ ) 这3个方面,表明需要加强这些相关方面的工作力度。

## 4 南京港节能减排的提升策略

依据上文指标体系的评价结论,分析南京港节能减排工作的不足点和可提升潜力,并参考国内外其他港口节能减排工作经验<sup>[4-5]</sup>,分别从降低载重卡车排放、降低进出港船舶排放、加快推进岸电技术和优化南京港集疏运洁净系统4个方面分析南京港节能减排的提升策略。

### 4.1 降低载重卡车排放

载重卡车排放的废气在与港口有关之微粒废气中占较大的比重,因此清理这些卡车能可观地消除和港口有关的空气污染。南京港效仿长滩港的“清洁卡车计划”,对经常进出港口的卡车进行大规模改装计划,以及与此相关的资金投入。该项工作需与政府部门、港口周边社区、进出口贸

易商以及相关托运人和承运人协商沟通,要求达到共识,最后可以强制执行该计划,要求卡车驾驶员或者卡车运输独立承包商、卡车运输公司雇员和老板、在港工作的卡车运输公司合伙人和关系人必须严格遵守和执行港口的“清洁卡车规划”的各项要求和规范。

### 4.2 降低进出港船舶排放

进出港船舶在港口等待转运(抵达及离开港口)时和在港口航站停泊(装卸货物时在港口停泊)时会产生大量的废气排放。为此,港口部门应采取措施控制挂靠港口船舶的排放,包括靠泊船舶使用岸电取代船舶辅机为船舶供电、激励挂靠港口的船舶在港口附近水域降低航行速度、鼓励对船舶进行适当的维护和操作控制以及石油燃料代用品的使用、减少烟尘排放。南京市港口可根据港口自身的特色,为进出港船舶划定相应的减速区域,或要求主要的和辅助的发动机必须采用更清洁的燃料、蒸馏物和船舶的柴油,以及为停泊在港的船只提供岸电支持。

### 4.3 加快推进岸电技术

船舶靠港时通常采用辅机供电,而辅机在工作时向空气中大量排放污染物,根据国际海事组织(IMO)发布的数据,全球以柴油为动力的船舶每年向大气排放1000万t和850万t污染物,造成严重污染,如果船舶靠港期间由陆地电源供电而不用柴油发电机就可有效解决这一问题;同时能源紧缺造成的国际原油价格的不断攀升也使得靠港船舶使用燃油发电的成本不断升高。而且对于在南京市港口推行使用岸电技术来说,最大的困难在于船岸电制不统一等问题。从技术角度看,目前在我国实施船舶靠港接用岸电,在对码头现有供电设备进行改造时,需要解决好港口电网与船舶电力线制差异和频率、接口标准、相序自动校正及缺相保护、供电容量、船舶电力监控兼容、稳压、占用空间、安全管理措施等问题。依照国内现有技术装备水平,以上问题有的可以很好地解决,有的无法彻底解决。