



# 长江航道信息化项目建设效益 评估指标体系研究\*

余青容, 刘林, 李学祥

(长江航道规划设计研究院, 湖北武汉430011)

**摘要:** 长江航道信息化建设是一个不断深化、不断完善的系统性工程。随着长江航道信息化建设系列工程的启动, 长江航道信息化经历了较快的发展阶段, 取得了明显的成绩, 需要对其进行系统总结和科学评判, 以指导后续航道信息化规划与建设。针对航道信息化的需求, 在综合分析国内外信息化评估相关研究的基础上, 设计了长江航道信息化项目建设效益评估指标体系, 探索了评估方法, 使之达到可操作的层面。

**关键词:** 航道信息化; 效益评估; 指标体系

中图分类号: U 611

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2014)12-0016-04

## Benefit evaluation index system of the Yangtze River waterway informatization project

YU Qing-rong, LIU Lin, LI Xue-xiang

(Changjiang Waterway Planning, Design and Research Institute, Wuhan 430011, China)

**Abstract:** The Yangtze River waterway informatization construction is a systematic engineering that will be deepen continuously and improved constantly. With the initiation of the Yangtze River waterway informatization series project, the Yangtze River waterway informatization has been developing rapidly and achieving great success. So, it is necessary to carry on the systematic summary and scientific judgment of the existing achievement to guide the subsequent course of informatization planning and construction. According to the need of waterway informatization, relevant researches of informatization evaluation at home and abroad are analyzed comprehensively, and the Yangtze River waterway informatization construction benefit evaluation index system and evaluation method are designed to the operational level.

**Keywords:** waterway informatization; benefit evaluation; evaluation index system

### 1 航道信息化评估的重要意义和必要性

长江干流航道上自云南省水富港, 下至上海市的人海口, 全长2 838 km, 是贯穿东、中、西部地区的水路运输大通道, 素有“黄金水道”之称, 在我国国民经济发展中具有重要的支撑作用。在沿江经济社会快速发展形势的带动下, 长江水

运以其运能大、占地少、能耗小、污染轻、成本低等比较优势, 呈现出运输需求旺盛和行业持续较快发展的良好势头。2011年国发2号《关于加快长江等内河水运发展的意见》, 要求利用10年左右的时间, 建成畅通、高效、平安、绿色的现代化内河水运体系。近年来, 随着长江数字航道

收稿日期: 2014-10-08

\*基金项目: 交通运输部2013年信息化重大专项(2013-364-548-200)

作者简介: 余青容(1988—), 女, 硕士, 工程师, 从事智能航道相关方面研究。

建设的启动, 长江航道信息化建设经历了一个较为快速的发展历程, 取得了一定的成效, 在电子航道图建设、航道测量、信息基础设施建设等方面取得了一系列的成绩: 形成了一套成熟完整的长江电子航道图制作更新技术及基于网络化自动更新维护的运行体系; 航标遥测遥控、水位自动测报、视频监控、内外网等信息基础设施建设逐步完善; 航道维护管理日趋智能高效。

基于信息技术的各项应用是提高航道养护效率、降低航道管理成本、改善航道综合服务质量、提高航道通过能力、保障航行安全的各种努力中创造了明显的价值, 但却没有科学系统的效益评估体系和方法对其进行评价, 无法准确分析已有工程建设成效, 不利于科学指导后续航道信息化工作的开展。而长江航道信息化建设是一个不断深化、不断完善的过程, 通过长江航道的系统研发和工程建设, 对提高航道养护管理、提升航道综合服务能力方面取得了哪些具体成绩、实际效果如何, 需要进行系统总结和科学评判, 以指导后续特别是“十三五”期信息化规划与建设, 也对当前国家大力发展内河水运具有重要的实践意义, 因此, 为实现长江航道信息化建设的目标, 有必要对航道信息化项目建设一定时期内产生的效益做出客观、公正、准确的评价, 建立科学合理的信息项目效益评估方法, 从而提升信息化项目投资效益、效果。

## 2 长江航道信息化建设效益评估指标体系框架

长江航道信息化发展的核心战略目标是提升长江航道综合服务的品质, 促进长江水运的畅通、高效、平安、绿色。长江航道信息化项目建设效益评估体系框架的构建必须切合长江航道信息化发展的战略目标的相关内容, 其效益从宏观来看可以划分为经济效益、社会效益和生态效益 3 个方面。

长江航道信息化项目所带来的经济效益主要表现在由于航道维护管理工作水平的提高, 减少维护管理的投入成本, 降低因航道引起的事故损失, 以及对长江航运的推动作用所带来的综合经济效益; 社会效益是指在经济效益之外航道信息化项目的开展使社会生活实际得到有效改善的效果, 例如, 行业影响力提升、社会满意度提高、职工幸福与荣誉感提升等; 生态效益主要体现在通过信息化的手段提高航道可利用尺度和改善航道通航条件, 提升航道管理水平和服务品质, 合理开发航道资源, 最终达到提高航道通过能力, 保障航行畅通安全绿色的目的。

因此, 构建了长江航道信息化项目建设效益评估指标体系框架 (图 1)。该指标体系代表最终的长江航道信息化项目建设效益, 可分为 3 级, 1 级指标层包含了经济效益、社会效益和生态效益 3 个指标, 每个 1 级指标又下设 2 级指标, 表示的是该效益的具体体现方面, 每个 2 级指标下又设若干个 3 级指标, 表示的是该 2 级指标的具体衡量因素。



图 1 长江航道信息化项目建设效益评估指标体系框架

### 3 长江航道信息化项目建设效益评估指标的选取

制定长江航道信息化项目建设效益评估指标，要符合长江航道发展的特点，符合长江航道信息化建设的方针政策，且与国家信息化测算方法相适应<sup>[1]</sup>，因而在遵循评估工作科学性、目的性、可比性、综合性、可操作性、覆盖性、时间性等一般原则的基础上，确定本指标体系制定的基本原则如下：

#### 1) 定性分析和定量分析相结合。

从内河航道的核心作用和战略地位出发，重点从成本节约、通过能力提升、服务时效、服务规模、风险几率等方面进行量化，对于无科学依据难以量化的内容采用定性分析。

#### 2) 直接效益与间接效益相结合。

既要考虑直接带来航道生产、航道养护效率的提高，人工、费用、成本的减少等效果，又要考虑航道信息集成共享、管理模式规范化、决策支持高效化、资源分配协调化、业务协同化、综合服务便捷化等产生的间接效益。

#### 3) 对内效益与对外效益相结合。

既要考虑对推动长江航道发展转型产生的效益，又要考虑对推动水运发展等产生的效益。鉴于航道具有服务水运、服务经济、服务社会的公益特性，应重点分析对外效益。

#### 4) 短期效益与长期效益相结合。

既要考虑建成后直接产生的效益，又要考虑信息化运行维护水平提升、依赖的外部环境改善（定位服务性能提升、通信服务性能提升、船舶标准化推进等）所产生的潜在效益。

在构建长江航道信息化建设效益评估指标体系框架后，确定各级指标成为了重要工作。根据指标选择的原则，经过专家咨询和广泛的调研工作，最终确立了3个1级指标，13个2级指标和19个3级指标的长江航道信息化项目建设效益评估指标体系（表1）。指标体系中每个指标代表一个评价方面，通过逐级加权汇总可得目标值，能全面反映航道信息化项目建设的效益。

表1 长江航道信息化项目建设效益评估指标体系

目标值	1级指标	2级指标	3级指标
长江航道 信息化项 目建设效 益评估指 标体系	经济效益	通过能力提升	主要河段断面船舶流量
		航道维护管理效率	航道事件响应时间
		航道维护成本节约	航道维护成本节约
		航运成本节约	单位运量的成本
		事故率及损失降低	船舶搁浅事故数量
	社会效益	行业影响力	用户规模
			门户年、日均浏览量
		社会满意度	港航企业、船舶公司、 社会船舶满意度
			航道监测要素多样性
		安全风险保障能力	航道监测要素覆盖范围 航道监测要素实时性
	生态效益	科研竞争力	年科技成果量 年度技术推广规模 获奖量及分布
		职工幸福与荣誉感	职工平均年收入 职工平均年休假时间
		航道维护管理节能减排	油耗（航标维护、测 量、疏浚）
航运节能减排		年节能减排量	
航道事故污染降低		航道突发事件引起的航 道污染发生次数及规模	

### 4 长江航道信息化项目建设效益评估过程

#### 4.1 指标权重的确定

长江航道信息化项目建设效益指标体系反映评估对象的状况和特征，而每一评估指标对评估结果的影响程度是有所不同的，各指标反映影响程度的重要性尺度是权重<sup>[2]</sup>。为了准确地进行长江航道信息化项目的评估，客观地反映其产生的效益，就必须对指标体系中的各项指标赋予其恰当的权重。本研究运用层次分析法建立各层指标的判别矩阵（Saaty的1-9标度法），并结合德尔菲（Dephi）专家意见法，最终确定各指标权重系数<sup>[3-4]</sup>。

#### 4.2 评估指标的量化及隶属度矩阵的确定

长江航道信息化项目建设效益评估的本质是一个定量分析的过程，即用数字去反映各指标的程度，因此需要对评估指标进行量化<sup>[5]</sup>。评价集是对各因素指标的直接描述，对每一个因素都要建立相应的评价集，考虑到与权重确定的AHP法

中 9 标度法的相协调, 对长江航道信息化项目建设效益综合评价采用 5 级评定法, 让专家对各指标进行评估, 选用的评估等级是: “好”、“较好”、“一般”、“较差”或“非常差”。

专家对各个指标所对应的评估等级进行判断, 然后通过隶属度函数将专家的不同评估转化为隶属度矩阵。根据指标因素的性质, 确定隶属度矩阵  $\mathbf{R}$  中的各项元素  $r_{ij}$  可分成两类: 1) 量化的评估指标, 可以对比量化处理数值确定评语等级, 确定对应的隶属度行向量, 如  $\mathbf{r}_i = (1, 0, 0, 0, 0)$  等; 2) 难以通过具体的数据反映的定性评估指标, 从模糊数学的角度采用专家打分的方法定量研究,  $r_{ij}$  的值是所有参加评估的专家中对第  $i$  个指标做出第  $j$  类评估的人数所占总人数的比例<sup>[6]</sup>。

#### 4.3 模糊算法的选择

由于长江航道信息化项目的建设效益是众多相互关联和相互制约因素的有机组合, 为了显示各个因素对建设效益的贡献, 客观地反映评估对象的全貌, 评价中采用加权平均型的模糊算子, 同时这也是很容易理解和接受的合成算法, 有利于模型的推广。因而, 设指标的权重矩阵为  $\mathbf{A} = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ , 得到综合评估为:  $\mathbf{B}_{1 \times m} = \mathbf{A}_{1 \times n} \times \mathbf{R}_{n \times m}$ ,  $\mathbf{B}$  是  $m$  维的向量, 已经可以初步反映评估的结果<sup>[7]</sup>。

#### 4.4 评判结果清晰化

模糊综合评价模型评判结果是一个模糊向量  $\mathbf{B} = (b_1, b_2, \dots, b_n)$ , 而实际中的评判结果总是清晰的, 因此需要对所得的向量进行清晰化 (或集化), 以确定综合评价级别。模糊向量清晰化 (集化) 的方法通常有以下几种<sup>[7]</sup>:

1) 最大隶属原则: 设  $b_p = \vee b_i, i = 1, \dots, n$ , 则评判结果为  $p$  级;

2) 中位数法: 设  $i_0 = \min\{i \mid 1 \leq i \leq n, \sum_{j=1}^i b_j > 0.5\}$ , 则将结果定为  $i_0$  级;

3) 分段赋值法: 对  $i = 1, \dots, n$ , 将  $i$  级赋值  $v_i$

( $0 < v_i < 1$ ), 并取  $b = \sum_{i=1}^n v_i b_i$ ,  $b$  所对应的级别即为评判结果。 $v_i$  由隶属函数  $\mu_v = e^{-(2n-1)/10}$  确定, 见表 2。

表 2 评价等级

评价等级	好	较好	一般	较差	非常差
$v_i$	0.90	0.61	0.41	0.27	0.18

可采用以上 3 种方法对结果进行清晰化, 减少评判误差, 给出最终的综合评估级别。

## 5 结论

结合长江航道信息化发展特点, 建立了长江航道信息化项目建设效益评估指标体系, 并确立了与之相对应的指标体系评估方法: 通过运用层次分析法和专家咨询法, 确定信息化项目评估因素的组合权重; 利用 5 级评定法和专家打分法对评估指标进行量化; 并模糊计算出初步评估结果; 最终选用多种集化方法对结果进行清晰化, 得到评估等级; 该方法大幅度地减少了主观因素可能造成的偏差, 在实际评估工作中取得了令人满意的、科学的、可靠的结果。

## 参考文献:

- [1] 党亚茹, 高峰. 民航信息化中期评估指标体系设计与研究[J]. 交通运输系统工程与信息, 2003(2): 32-37.
- [2] 王元放, 俞晓安, 薛阳, 等. 基于层次分析法的信息化项目评估模型[J]. 计算机工程, 2007, 33(8): 68-70.
- [3] 许树柏. 实用决策方法——层次分析法原理[M]. 天津: 天津大学出版社, 1988.
- [4] Satty T L. The Analytic Hierarchy Process [M]. New York: McGraw-Hill, 1980.
- [5] 刘海青. 长江船东满意度测评指标体系研究[J]. 物流工程与管理, 2009, 31(4): 89-90.
- [6] 孙亮. 中国铁路信息化项目效益评估理论与应用研究[D]. 北京: 北京交通大学, 2007.
- [7] 宋晓秋. 模糊数学原理与方法[M]. 北京: 中国矿业大学出版社, 1999.

(本文编辑 武亚庆)