



基于因子分析的省属内河航道维护水平评价

郑义彬, 刘 琦

(武汉理工大学, 湖北 武汉 430063)

摘要: 在对我国内河航道维护现状分析的基础上, 建立省属内河航道维护水平评价指标体系, 通过因子分析法对指标进行定量综合分析, 得出省属内河航道维护水平各因子得分和综合排名。因子分析法可以对相关性较强且数量较多的指标进行降维, 使评价结果更为合理、有效; 同时, 利用各因子得分值对不同省市航道进行比较分析, 可以对该地区的航道维护水平做出符合实际的总体评价。评价结果反映了省属航道维护的真实水平, 为各省属内河航道管理决策提供客观依据。

关键词: 内河航道; 航道维护; 水平评价; 因子分析

中图分类号: U 612.1

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2013)06-0143-006

Evaluation on maintenance level of provincial inland waterway based on factor analysis

ZHENG Yi-bin, LIU Yu

(Wuhan University of Technology, Wuhan 430063, China)

Abstract: Waterway maintenance is an efficient way to advance the ability of navigations. The paper builds the evaluation system for provincial inland waterway maintenance of each province, through analyzing the present situation of inland waterway maintenance, and then gets the factor scores and comprehensive ranking of the provincial inland waterways maintenance status by quantitative analysis on the evaluation index. Indicators with strong correlation and large numbers could be reduced by factor analysis, which makes the evaluation result more reasonable and effective, and gets the overall actual evaluation on the channel maintenance level of the region by comparing and analyzing the score of each factor. The evaluation results can reflect the provincial inland waterway maintenance status of each province and provides a basis for the decision-making for each city's waterway management.

Key words: inland waterway; waterway maintenance; level evaluation; factor analysis

随着可持续发展基本国策的逐步推进, 交通运输作为人类赖以生存和发展的重要产业部门之一, 也必然走可持续发展的道路。而我国航运业要实现其可持续发展, 在内河航道基础资源上, 必须加强管理和维护, 保护并充分利用现有内河航道资源。近年来, 随着人们内河航道维护意识的不断增强和航道维护水平的日益提高, 我国内河航道的建设与管理得到了很大发展, 关于内河航道管理与维护方面的研究也得到了重视。

李莹^[1]对广东省航道系统作了全面深入的研

究, 探讨了国内外典型航道管养体制的特色, 提出了两种可能的改革方案; 用博弈论与新制度经济学的相关知识, 分析利益相关者博弈下的制度变迁, 通过定性评价两种方案的优缺点, 建立数理模型, 定量比较两者的实施成本, 得到了现阶段广东省航道体制应该选择管理与养护内部分离的结论。何传金^[2]通过全面阐述“十五”以来荆江河段治理基本情况, 总结了该河段航道治理主要特点、初步成效与基本经验, 并为下阶段系统治理提出了“统一规划、分步实施, 远近结合、

收稿日期: 2012-12-04

作者简介: 郑义彬(1962—), 男, 副教授, 从事交通基础设施投融资方面的研究。

动态管理,有攻有守、攻守兼备以及提高整治建筑物耐久性并建立大荆江治理协调机制”等的思路、对策与建议。胡义龙^[3]对建国以来长江航道建设情况进行回顾,分析了当前建设管理中存在的主要问题,并从建设管理模式、建设发展理念、设计理念以及工程质量等方面进行论述。郭秀娟等^[4]为有针对性地开展航道维护工作并对不同区域航道维护进程进行适当判断,构建了内河航道维护评价指标体系,并采用熵权法确定权重,同时结合模糊综合评价建立模型;以京杭运河苏北段为例进行了实证分析,验证了指标体系和评价模型的可行性。陈振春^[5]总结了国外一些河流开发与维护的成功经验,通过对江苏省内河航道维护现状的分析,提出了影响江苏省内河航道维护的主要因素,由此建立江苏省内河航道维护评价指标体系;引入了预警的概念,把航道维护评价的结果分为无警报、3级警报、2级警报和1级警报4个预警水平。

从已有的文献可以看出,目前对内河航道管理与维护方面的研究主要集中在对航道管理与养护的定性分析基础上提出对策和建议,或者只是针对单一区域的内河航道的管理与养护进行定量研究,很少有相关文献对我国省属内河航道维护进行全面而系统的定量分析。本文则对我国内河航道维护现状分析的基础上,建立省属内河航道维护水平评价指标体系,考虑到评价指标数量较多,且相关性强,本文选取可以对指标进行降维的因子分析法对指标进行定量综合分析,得出省属内河航道维护水平各因子得分和综合排名。通过对我国省属内河航道维护水平进行评价,一方面能让政府、公众和社会了解我国内河航道维护工作的运行状况,为他们对内河航道维护的认识提供科学的判断依据,从而更好地监督和管理内河航道维护工作;另一方面,各内河航道管理部门能根据内河航道维护水平评价结果,有目的、有重点地进行内河航道维护,使内河航道维护工作更有针对性和科学性。

1 我国内河航道维护现状分析

近年来,随着国家对水运发展的日益重视,

内河航道事业迎来大建设、大发展黄金期,一批高等级内河航道相继建成,极大地提高了水运服务地方经济的能力。然而,内河航道的管理与养护并没有随着建设步伐的加快而得到足够重视。

目前我国内河航道的规划等级与内河航道的现状差距非常大,“重陆轻水”、“重建轻养”意识依然存在。一方面,由于养护资金短缺,很大程度上制约了内河航道潜力的发挥,内河航道管理与维护基本处于被动、应急状态,很多高等级内河航道面临失修失养,给内河航道的安全畅通带来了不安定因素。内河航道管理和养护资金的不足,在非主干内河航道、水运欠发达地区、内陆非水网地区尤为严重。内河航道养护资金的不足,使内河航道部门在养护时选择“分重点”进行——侧重于重要内河航道和重点浅滩的维护管理,这在很大程度上制约了内河水运服务地方经济、社会发展潜力的发挥。另一方面,目前内河航道系统只有针对各种工程的单一疏浚、护岸等工程质量标准,而缺乏一套完善的内河航道维护系统评价标准用来全面客观反映现有内河航道维护的总体水平,使有限的资金在调度使用上易与内河航道实际脱节,工程项目的安排与实施系统性不够,单凭工程质量难以如实反映维护工作的好坏。

未来10年要实现国家建设“畅通、高效、平安、绿色”内河水运体系目标,提高内河航道公共服务能力,必须加快内河航道管理与养护的转型。只有坚决摒弃“重建轻养”的思想观念,按照“建养并重,互相促进”的原则发展内河水运,才是促进内河水运科学发展、可持续发展的根本路径。

2 省属内河航道维护水平评价方法

2.1 指标选取

本文根据数据的可获取性和测量的公正性,尤其是评价方法的内在要求,重点选取了如下14个指标来构建省属内河航道维护水平评价指标体系: x_1 , 省属内河航道里程(km); x_2 , 省属内河航道维护里程(km); x_3 , 通航桥梁(座); x_4 , 航标(座); x_5 , 整治建筑物维修保养(万元); x_6 , 过船建筑物维修保养(万元); x_7 , 设施设备维修保养

输出结果的累积贡献率为84.137%，根据因子提取的标准，提取了4个公共因子。

SPSS输出的碎石图见图1。该图表明前面4个公共因子的特征值变化非常明显，到5个特征值之后变化趋于平稳，故提取4个公共因子可以对原始变量的信息描述有显著作用。

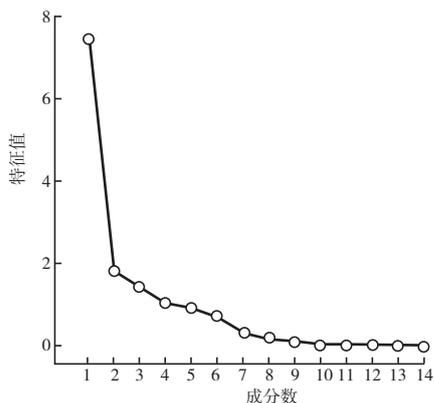


图1 区域内河航道维护水平因子分析碎石图

3) 命名解释因子。

对于因子变量的解释主要依据对载荷矩阵A的值进行分析，得到因子变量和原变量的关系，从而对新的因子变量进行命名。为了使得因子变量的含义比较清楚，通常要对因子矩阵进行旋转（本文采用方差极大法进行因子旋转），SPSS输出成分矩阵和旋转成分矩阵，结果见表2和3。

表2 成分矩阵

指标	成分			
	1	2	3	4
省属内河通航里程	0.929	0.226	-0.038	-0.196
省属内河航道维护里程	0.969	0.028	-0.104	-0.134
整治建筑物维修保养支出	-0.137	-0.404	0.332	-0.113
过河建筑物维修保养支出	0.880	-0.288	0.020	-0.244
设施设备维修保养支出	0.937	-0.155	0.176	0.195
通航桥梁	0.907	-0.182	0.285	0.183
航标	0.314	0.685	-0.454	-0.096
测绘距离	-0.053	0.148	-0.558	0.524
疏浚距离	0.001	0.741	0.364	-0.384
人员	0.932	-0.045	-0.235	-0.175
船艇	0.825	0.025	-0.374	0.021
客运量	0.370	0.612	0.554	0.303
货运量	0.695	0.086	0.230	0.541
养护资金	0.941	-0.215	0.019	-0.129

注：提取方法为主成分分析，已提取了4个成分。

表3 旋转成分矩阵

指标	成分			
	1	2	3	4
省属内河通航里程	0.877	0.202	0.256	0.280
省属内河航道维护里程	0.947	0.174	0.186	0.083
整治建筑物维修保养支出	-0.051	-0.055	-0.545	-0.050
过河建筑物维修保养支出	0.945	0.050	-0.148	-0.006
设施设备维修保养支出	0.835	0.508	-0.066	-0.101
通航桥梁	0.804	0.541	-0.167	-0.062
航标	0.227	-0.033	0.798	0.308
测绘距离	-0.158	0.107	0.592	-0.472
疏浚距离	-0.091	0.103	0.165	0.885
人员	0.953	0.043	0.215	-0.004
船艇	0.802	0.096	0.387	-0.141
客运量	0.075	0.797	0.141	0.498
货运量	0.460	0.773	0.102	-0.128
养护资金	0.956	0.172	-0.066	-0.024

注：提取方法为主成分分析；旋转法为具有Kaiser标准化的正交旋转法，旋转在8次迭代后收敛。

从表3可以看出，第1个因子变量在原始变量 x_1 、 x_2 、 x_4 、 x_5 、 x_6 、 x_{10} 、 x_{11} 以及 x_{14} 有较高的载荷，这8个指标反映了省属内河航道维护支持保障水平，称为支持保障因子；第2个因子在变量 x_{12} 和 x_{13} 上有较高的载荷，这两个指标反映内河航道运营情况，通过航道运营取得的经济效益间接反映内河航道维护水平，称为运营因子；第3个因子在变量 x_7 和 x_8 上有较高的载荷，这两个指标反映内河航道基础设施维护水平，称为基础设施因子；第4个因子在变量 x_9 上有较高的载荷，反映内河航道维护工程情况，通过维护工程的规模反映内河航道维护力度，称为维护工程因子。

4) 综合得分。

因子得分的计算，通常依据因子得分系数来确定，SPSS输出的因子得分协方差矩阵和因子得分系数矩阵，分别见表4和5。

表4 因子得分协方差矩阵

成分	1	2	3	4
1	1.000	0.000	0.000	0.000
2	0.000	1.000	0.000	0.000
3	0.000	0.000	1.000	0.000
4	0.000	0.000	0.000	1.000

注：提取方法为主成分分析，旋转法为具有Kaiser标准化的正交旋转法。

表5 因子得分系数矩阵

指标	成分			
	1	2	3	4
通航里程	0.143	-0.076	0.079	0.182
维护里程	0.160	-0.084	0.051	0.055
整治建筑物维修保养支出	0.031	-0.018	-0.335	0.024
过河建筑物维修保养支出	0.203	-0.162	-0.150	0.041
设施设备维修保养支出	0.072	0.220	-0.087	-0.102
通航桥梁	0.066	0.247	-0.153	-0.070
航标	0.021	-0.125	0.459	0.154
测绘距离	-0.112	0.173	0.428	-0.416
疏浚距离	-0.016	-0.026	0.021	0.598
人员力量	0.184	-0.173	0.078	0.008
船艇	0.125	-0.084	0.209	-0.120
客运量	-0.143	0.517	0.026	0.235
货运量	-0.077	0.502	0.041	-0.189
养护资金投入	0.173	-0.070	-0.098	0.004

注: 提取方法为主成分分析; 旋转法为具有 Kaiser 标准化的正交旋转法。

根据表5可以得出因子得分函数

$$\begin{cases} F_1 = 0.143x_1 + 0.160x_2 + \dots - 0.173x_{14} \\ F_2 = -0.076x_1 - 0.084x_2 - \dots - 0.07x_{14} \\ F_3 = 0.079x_1 + 0.051x_2 + \dots + 0.098x_{14} \\ F_4 = 0.182x_1 + 0.055x_2 + \dots + 0.04x_{14} \end{cases} \quad (7)$$

最终依据综合评价值计算公式

$$F = a_1F_1 + a_2F_2 + a_3F_3 + a_4F_4 \quad (8)$$

式中: a_i 为每一个对应的因子变量的方差贡献 (特征值) 与 3 个因子变量的累积方差贡献率的比值) 得到省属内河航道维护水平的综合得分, 见表 6。

5) 因子分析的结果分析。

省属内河航道维护水平综合排名前 4 位的依次是四川省、江苏省、湖南省、浙江省。这 4 个省得分高的原因各不相同, 四川省维护工程因子 (F_4) 得分最高, 且运营因子 (F_2) 和基础设施

表6 省属内河航道维护水平综合得分

地区	F_1	排名	F_2	排名	F_3	排名	F_4	排名	综合得分	综合排名
四川省	-0.379	13	0.425	3	0.678	4	3.653	1	1.862	1
江苏省	3.864	1	-0.067	7	-0.615	15	-0.025	8	0.886	2
湖南省	0.700	2	-0.549	13	1.680	2	0.563	2	0.544	3
浙江省	0.286	3	3.614	1	-0.039	8	-0.364	16	0.421	4
贵州省	-0.485	17	0.280	5	-0.178	11	0.442	3	0.123	5
湖北省	-0.173	7	-0.363	11	0.350	7	0.097	6	-0.014	6
重庆市	-0.227	9	0.017	6	-0.132	10	0.100	5	-0.017	7
江西省	0.113	4	-0.712	19	0.406	6	-0.075	9	-0.074	8
云南省	-0.354	12	-0.373	12	-0.461	12	0.121	4	-0.130	9
海南省	-0.659	18	0.357	4	-0.711	17	-0.020	7	-0.194	10
河北省	-0.209	8	-0.634	17	-0.042	9	-0.090	10	-0.195	11
安徽省	0.187	4	-0.162	8	0.414	5	-0.625	17	-0.248	12
河南省	-0.424	15	-0.359	10	-0.657	16	-0.226	12	-0.338	13
吉林省	-0.413	14	-0.553	14	-0.488	13	-0.246	13	-0.357	14
陕西省	-0.276	11	-0.587	15	-0.526	14	-0.304	15	-0.361	15
甘肃省	-0.442	16	-0.624	16	-0.740	18	-0.254	14	-0.404	16
上海市	-0.250	10	-0.246	9	-2.247	19	-0.201	11	-0.424	17
黑龙江省	-0.045	6	-0.653	18	2.401	1	-1.216	18	-0.476	18
福建省	-0.815	19	1.188	2	0.908	3	-1.330	19	-0.603	19

因子 (F_3) 分别位于第 3, 4 名, 说明四川省内河航道疏浚等航道维护工程投入力度较大, 并且四川省航道运营取得比较可观的成绩, 基础设施维护水平也相对较高; 江苏省内河航道支持保障因子 (F_1) 得分最高, 江苏省拥有着天然的丰富内河水运资源, 在航道维护各方面都得到了国家及

政府的大力支持, 因而其人员及船艇配备量、养护资金投入量也较大, 但是其排名却略逊于四川省, 说明江苏省对内河航道维护的相对效果不明显; 湖南省内河航道运营因子 (F_2) 外, F_1, F_3, F_4 等 3 个因子得分均衡且均排名第 2, 其综合排名第 3, 表明湖南省重视其内河航道的管理与养护,

做到了“建养并举”，是其他省份值得学习和借鉴的；浙江省则是内河航道运营因子（ F_2 ）得分最高，支持保障因子排名第3，综合排名第4，浙江省也是具有得天独厚的水运优势，其运营因子得分和支持保障因子得分高也无可厚非，但是其航道维护力度还有待加强。

通过评价结果综合分析发现，区域经济发展水平、地方政府相关决策、区域自然环境条件和相关管理体制是影响省属内河航道维护水平的重要因素。同时，研究结果也直观反映了我国现阶段省属内河航道维护意识还比较薄弱，总体维护水平比较低，内河航道维护力度有待进一步加强。之所以出现上述问题，重要的原因分别是：一是缺乏一套科学合理的航道维护标准体系；二是内河航道维护资金投入不足；三是航道建设公益性不强，各部门缺乏联合建设内河航道的积极性。就此，提出如下对策和建议。

首先，我国内河航道里程长、各区域经济发展不平衡、各地财政收支情况差异较大，中央和地方有关部门在制定相关政策时，要充分按照“统筹兼顾、立足现实、考虑发展和稳定推进”的原则，尽快争取一套科学合理的航道维护体系，确保航道畅通无阻。其次，对于经济欠发达水网地区，由中央政府提供航道养护资金，或者考虑出台支持性政策，包括“以土养航”、“以路养航”、“以电养航”，并收取过闸费用、港口等费用，在条件较好且动量大的航道，适当收取一定的航道养护费；对于经济欠发达的非水网地区，航道养护资金需求量不大，由中央政府全额承担航道养护费用；对于经济发达地区，在多种融资模式的探讨中，充分考虑自身优势，除了上述资金筹措方式外，还可考虑“建养拼盘”模式，即在建设资金中，设立一定的养护资金，保证航道设施建成后，航道备有一定的养护资金，并使投资方、养护方、使用方多方受益。再次，航道的建设与维护是社会公益性事业，各个城市要充分调动并发挥地方交通、水利、市政、绿

化、环保等部门联合建设航道的积极性，争取多部门建设资金投入，统筹使用，合力打造航道经济带、文化带、旅游带、景观带，充分发挥水资源利用效果，实现多赢。

4 结论

本文通过对省属航道维护现状的分析，选择因子分析法作为评价省属航道维护水平的方法，并建立了航道维护水平评价指标体系和因子分析模型；然后以实地调研数据为样本，对各省属内河航道的维护水平进行了评价，并对评价结果进行了详细分析。

本文能够为省属内河航道维护研究提供借鉴，同时各个省市航道管理部门也能清楚地认识到在内河航道维护方面自身的不足，意识到自身与其他省市的差距，促进各省市航道管理部门汲取经验，进一步提高省属内河航道维护水平。但是，评价结果还有很多信息值得进一步挖掘，后续将从评价结果着手，深入挖掘隐含信息，掌握深层内涵，并借鉴国外内河航道管理与维护经验，为我国省属内河航道的管理与维护提出有价值的对策和建议。

参考文献：

- [1] 李莹. 广东省航道管养体制研究[D]. 广州: 暨南大学, 2007.
- [2] 何传金. 长江中游荆江河段航道治理思路对策及初步成效[J]. 水运工程, 2012(10): 25-31.
- [3] 胡义龙. 长江航道工程建设管理关键问题[J]. 水运工程, 2009(8): 18-21.
- [4] 郭秀娟, 朱晖, 王勇健, 等. 内河航道维护模糊综合评价[J]. 水运管理, 2008(3): 36-38.
- [5] 陈振春. 江苏省内河航道维护的系统评价研究[D]. 南京: 河海大学, 2007.
- [6] 张文彤. SPSS11 统计分析教程(高级篇)[M]. 北京: 中国物资出版社, 1999.

(本文编辑 武亚庆)