

基于物元分析法的泵站管理现代化评价研究

高玉琴¹, 刘云苹¹, 叶柳², 黄显峰¹, 胡玉胜¹

(1. 河海大学 水利水电学院, 江苏 南京 210098; 2. 深圳市铁汉生态环境股份有限公司, 广东 深圳 518040)

摘要: 泵站管理现代化是水利工程管理现代化的重要组成部分, 泵站现代化管理评价为泵站管理改革创新决策提供科学依据。为科学评估泵站现代化管理水平, 解决各评价指标间不相容问题, 通过构建由5个一级评价指标, 24个二级评价指标组成的泵站管理现代化评价指标体系, 将熵权法和专家赋权法耦合确定综合权重, 得到泵站管理现代化物元评价模型, 并应用于凤凰颈泵站。结果表明: 物元分析法可有效评价泵站现代化管理水平, 与实际情况相符, 该泵站现代化管理程度相对较高, 但应重点加强水生态管理和水利信息化管理, 尤其是水利信息数据资源管理和水土流失治理需加强现代化建设。

关键词: 泵站; 管理现代化; 熵权法; 指标体系; 物元分析法; 管理水平评价

中图分类号: TV675

文献标识码: A

文章编号: 1672-643X(2019)04-0124-07

Evaluation of pumping station management modernization based on matter-element analysis method

GAO Yuqin¹, LIU Yunping¹, YE Liu², HUANG Xianfeng¹, HU Yusheng¹

(1. College of Water Conservancy & Hydropower Engineering, Hohai University, Nanjing 210098, China;

2. Shenzhen Techand Ecology & Environment Co., Ltd., Shenzhen 518040, China)

Abstract: The modernization of pumping station management plays an important part of modern management of water conservancy projects. The evaluation of pumping station management modernization provides a scientific basis for the decision-making of pumping station management reform and innovation. In order to scientifically evaluate the modernization of pumping station management, and solve the problem of incompatibility among evaluation indexes, a modernized evaluation index system of pumping station management composed of five first-level evaluation indexes and 24 second-level evaluation indexes. The entropy weight method and the expert weighting method were used to get the comprehensive weight. A modern matter-element evaluation model of pumping station management was established and applied to the Fenghuangjing pumping station. The results showed that the matter-element analysis method can effectively evaluate the modern management level of pumping station, which is consistent with the actual situation. The modern management level of the pumping station is excellent, but the management of water ecological management and water resources information management should be strengthened. In particular, water conservancy information resources management and soil erosion control need to strengthen modernization.

Key words: pumping station; management modernization; entropy weight method; index system; matter-element analysis method; management modernization evaluation

1 研究背景

泵站工程通过消耗能源改变水资源的位置与分

布, 具有灌溉、供水、排洪排涝、跨流域调水等功能, 推动了我国工农业的生产和国民经济发展。泵站管理现代化是保障水利工程管理现代化的重要组成部

收稿日期: 2018-12-21; 修回日期: 2019-04-15

基金项目: 江苏省自然科学基金项目(BK20181310)

作者简介: 高玉琴(1978-), 女, 四川成都人, 博士, 副教授, 博士生导师, 研究方向为水利规划与水利经济、洪水控制、工程管理。

分,是实现水资源灵活优化配置的基础和保障。钟汉东等^[1]从泵站现代化组织管理、现代化技术管理、现代化经营管理等方面探讨了泵站现代化管理的基本内容,构建了泵站现代化管理体系和现代化管理技术经济考核指标体系;王芳^[2]和王雪琴^[3]从泵站的技术经济状态、运行状态、老化状态、管理状态和设备完整性等方面建立了大型泵站的综合评价指标体系,构建了多层次模糊综合评价模型;仇宝云等^[4]以南水北调东线工程为研究背景,根据大型梯级泵站的技术要求和特点,从运行可靠性、经济性和维修性3个方面构建了梯级泵站技术管理评价指标体系。但这些研究多集中于泵站技术管理指标体系的建立,对泵站管理评价方法的研究相对较少;且泵站管理评价主要局限于泵站本身运行、技术性能和老化状态方面,忽视了对管理单位的整体评价,使得泵站管理单位不能有效查找工作中的不足,明确与现代化管理目标存在的差距^[5]。

随着水环境保护形势的日益严峻,实现管理信息化和自动化成为必然发展趋势。泵站管理现代化内涵的进一步深化,不仅要求完善水利工程基础设施设备,还要求管理理念现代化、管理机制法制化和规范化、管理手段信息化等^[6]。为客观科学评价泵站管理水平的现代化程度,解决各评价指标间不相容的问题,指导管理单位现代化建设,本文通过构建泵站管理现代化评价模型,提出科学合理的评价方法,并应用于凤凰颈泵站的现代化管理水平评价中,为泵站管理技术创新提供科学决策依据。

2 泵站管理现代化评价指标体系的建立

进入21世纪,大中型泵站作为综合性水利工程,仅承担防洪、抗旱、供水等任务已远远不够。泵站工程不但要实现以水资源科学调度为主的社会效益,还需节水节能、美化环境,兼顾经济效益、生态效益。然而社会、经济、生态3方面效益的实现需要依靠良好、高效的工程设施^[7]。因此,泵站现代化管理的主要工作是依靠先进的科学技术手段,对工程设施进行检查、观测、监测、维修养护、更新改造等^[8]。泵站工程管理现代化的内涵可以概括为:建立具有先进科学管理思想和高专业技术水平的管理队伍。利用先进的科学管理新技术,加强信息化管理的基础设施建设,培养信息化管理高端技术人才,建立泵站信息自动化程度高的监测、监控、信息管理系统^[9],完善跨区域的统一调水排水管理体系和以

市场为导向的管理体系,改进泵站工程设施,保障泵站工程良好地运行^[10]。

2.1 指标体系的建立

泵站管理现代化建设涉及内容广泛,包括机制、体制、设施、手段、人才队伍等诸多方面,指标众多、结构复杂、要素纷繁,具有复杂性、多样性和动态性等特点,需要构建层次结构指标体系,宏观地考虑各个方面的要求,把握核心和本质。

根据我国泵站管理工作的实际情况,综合分析泵站现代化管理的影响因素,并将水生态保护、信息化等内容纳入考虑范围,遵循先进性、系统性、可操作性与导向性等原则,注意定量与定性指标相结合,层次性与可比性相结合的原则,力求做到全方位、多层次、科学客观、应用灵活^[11]。按照上述原则,根据现代化管理的目标和泵站管理的特点,采用理论分析法,以现代化管理的内涵与内容为指导,从全面性、必要性、系统性出发,结合管理实践中的经验和不足,根据管理现代化的构成要素和内在联系选取具有代表性的评价指标,构建泵站管理现代化评价指标体系,其中包括目标层、准则层和指标层。目标层是评价的总目标,即泵站管理现代化程度;准则层是评价的子目标,是当前泵站管理现代化建设方向,其中包括5个一级指标,以 $B_1 \sim B_5$ 表示;指标层是用于量化和描述的直接评价指标,根据泵站特点从中选取24项指标作为泵站管理现代化评价二级指标,以 $C_1 \sim C_{24}$ 表示。具体评价指标体系见表1。

2.2 组合权重法确定指标权重

由于泵站管理现代化评价指标体系的研究创新性强,在理论和实践上都处于探索阶段,通过采取专家赋权法能广泛吸收有关专家学者的意见,有效利用已有经验知识,但该方法主观因素较强^[12];熵权法依据指标真实数据计算确定指标权重,可避免主观因素对指标权重的影响^[13]。因此,本文将熵权法与专家赋权法耦合,确定各指标权重,综合考虑决策者个人经验与样本数据之间的真实关系,提高指标权重的准确性^[14]。综合权重确定主要步骤如下:

(1) 确定熵权 $W_i = (w_1, w_2, \dots, w_m)$ 。

设有 n 个样本, m 个评价指标,将各指标归一化后通过单因素模糊判断构建相对优属度矩阵 $R = (x_{ij})_{m \times n}$, ($i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$),按照传统的熵概念可定义指标的熵为:

$$H_i = - \frac{\sum_{j=1}^n f_{ij} \ln f_{ij}}{\ln n} \quad (1)$$

$$(i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n)$$

式中: $f_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{j=1}^n x_{ij}}$ 。

相对优属度矩阵求解时,若 $x_{ij} = 0$,则 $\ln f_{ij}$ 没有意义,为了使 $\ln f_{ij}$ 有意义,不悖于熵的含义,将 f_{ij} 修正为:

$$f_{ij} = \frac{x_{ij} + 1}{\sum_{j=1}^n (x_{ij} + 1)} \quad (i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n) \quad (2)$$

相应的第 i 个评价指标的熵权定义为:

$$W_i = \frac{1 - H_i}{m - \sum_{i=1}^m H_i} \quad (3)$$

式中: $0 \leq W_i \leq 1$ 且 $\sum_{i=1}^m W_i = 1$ 。

表1 泵站管理现代化评价指标体系

目标层	准则层	指标层
泵站工程 管理 现代 化评 价	规范化 管理体 系 B_1	人才管理及机构机制设置规范化程度 C_1
		安全运行管理规范化程度 C_2
		工程养护运维管理规范化程度 C_3
		管理经费落实程度 C_4
		闸门完好度 C_5
		启闭机完好度 C_6
		主机泵完好度 C_7
	设施设 备管理 体系 B_2	辅助系统完好度 C_8
		高低压电气设备完好度 C_9
		机电设备及防雷设施完好度 C_{10}
		土工建筑物完好度 C_{11}
	信息 管理体 系 B_3	石工建筑物完好度 C_{12}
		混凝土建筑物完好度 C_{13}
		观测设施完好率 C_{14}
	调度运行及 应急处理能 力体系 B_4	信息基础设施完善度 C_{15}
		水利信息数据完整度 C_{16}
		业务应用系统完善度 C_{17}
调度防汛决策科学化程度 C_{18}		
水生态 管理体 系 B_5	应急管理机制建设程度 C_{19}	
	防汛抢险体系完善度 C_{20}	
	保洁管理 C_{21}	
	绿化管理 C_{22}	
		水土流失治理 C_{23}
		水质达标程度 C_{24}

(2) 确定 m 个评价指标的专家权重向量为 $W' = (w'_1, w'_2, \dots, w'_m)$ 。

(3) 确定综合权重 $\varphi = (\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_m)$ 。主客观权重的耦合方式如下:

$$\varphi_i = \frac{w_i w'_i}{\sum_{i=1}^m w_i w'_i} \quad (i = 1, 2, \dots, m) \quad (4)$$

式中: w'_i 为指标主观权重; w_i 为指标客观权重。

3 泵站管理现代化评价的物元分析模型

3.1 物元分析法的基本概念

物元分析法是研究物元及其变化,解决不相容问题规律的方法,由我国学者蔡文首先提出。物元理论主要研究物元的可拓性和可变性,探索事物的变化过程,通过物元变化寻求解决问题的方法,物元是事物基本元素的简称,是由3个要素组成的有序三元组 $R = (N, C, X)$,其中三元组 R 就是描述事物的基本元,即物元; N 为事物名称; C 为特征; X 为事物关于特征的量值^[15-18]。

泵站管理现代化评价概念具有模糊性,评价体系中涉及多个评价指标,其中既包括定量评价也包括定性评价,且单项指标评价结果互不相容。针对该问题,物元分析法相较于模糊综合评价、灰色系统评价等方法,可有效地处理评价过程中不相容问题,物元分析可通过建立简单的物元模型实现质与量的转化,系统评价研究对象^[19],得到更加明确的泵站管理现代化等级。

3.2 构建物元分析评价模型

(1) 构建物元矩阵。泵站管理现代化评价指标体系中有多个评价指标,记为 n 个特征,相应物元矩阵可以表示为:

$$R = \begin{pmatrix} R_1 \\ R_2 \\ \vdots \\ R_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} P_0 & C_1 & X_1 \\ & C_2 & X_2 \\ & \vdots & \vdots \\ & C_n & X_n \end{pmatrix} \quad (5)$$

式中: R 为 n 维泵站管理现代化物元; P_0 为待评单元; $C_i (i = 1, 2, \dots, n)$ 为待评单元中第 i 项评价指标; $X_i (i = 1, 2, \dots, n)$ 为对应评价指标 C_i 的量值。

(2) 确定经典域和节域物元。将泵站管理现代化划分为5个等级,记作 $N_j (j = 1, 2, \dots, 5)$, $X_{ji} = [a_{ji}, b_{ji}]$ 为 N_j 关于 C_j 的量值范围,即经典域,经典域物元矩阵记作 R_j, R_j 为所划分的泵站管理现代化程度的第 j 个评价等级。

$$R_j(N_j, C, X_j) = \begin{pmatrix} N_j & C_1 & X_{j1} \\ & C_2 & X_{j2} \\ & \vdots & \vdots \\ & C_n & X_{jn} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} N_j & C_1 & [a_{j1}, b_{j1}] \\ & C_2 & [a_{j2}, b_{j2}] \\ & \vdots & \vdots \\ & C_n & [a_{jn}, b_{jn}] \end{pmatrix} \quad (6)$$

所有评价等级的 N_j 构成泵站管理现代化程度的标准对象 N_p , $X_{pi} = [a_{pi}, b_{pi}]$ 为 N_p 关于 C_i 的量值范围,即节域,节域物元记作 R_p ,则泵站管理现代化程度的节域物元矩阵为:

$$R_p(N_p, C, X_p) = \begin{pmatrix} N_p & C_1 & X_{p1} \\ & C_2 & X_{p2} \\ & \vdots & \vdots \\ & C_n & X_{pn} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} N_p & C_1 & [a_{p1}, b_{p1}] \\ & C_2 & [a_{p2}, b_{p2}] \\ & \vdots & \vdots \\ & C_n & [a_{pn}, b_{pn}] \end{pmatrix} \quad (7)$$

(3) 关联度函数和关联度计算

关联函数 $K_j(x_i)$ 表示物元符合所要求的取值范围的程度,则:

$$K_j(x_i) = \begin{cases} \frac{-\rho(x_i, X_{ji})}{|X_{ji}|} & x_i \in X_{ji} \\ \frac{\rho(x_i, X_{ji})}{\rho(x_i, X_{pi}) - \rho(x_i, X_{ji})} & x_i \notin X_{ji} \end{cases} \quad (8)$$

式中: $x_i (i = 1, 2, \dots, n)$ 为评价指标实测值; $\rho(x_i, X_{ji})$ 为 x_i 到经典域区间 X_{ji} 的距; $\rho(x_i, X_{pi})$ 为 x_i 到经典域区间 X_{pi} 的距。

$$\rho(x_i, X_{ji}) = |x_i - \frac{1}{2}(a_{ji} + b_{ji})| - \frac{1}{2}(b_{ji} - a_{ji}) = \begin{cases} a_{ji} - x_i, & x_i \leq \frac{a_{ji} + b_{ji}}{2} \\ x_i - b_{ji}, & x_i > \frac{a_{ji} + b_{ji}}{2} \end{cases} \quad (9)$$

$$\rho(x_i, X_{pi}) = |x_i - \frac{1}{2}(a_{pi} + b_{pi})| - \frac{1}{2}(b_{pi} - a_{pi}) = \begin{cases} a_{pi} - x_i, & x_i \leq \frac{a_{pi} + b_{pi}}{2} \\ x_i - b_{pi}, & x_i > \frac{a_{pi} + b_{pi}}{2} \end{cases} \quad (10)$$

$$|x_{ji}| = |a_{ji} - b_{ji}| \quad (11)$$

(4) 计算综合关联度

待评价单元 P_0 关于各等级 j 的综合关联度记为 $K_j(P_0)$:

$$K_j(P_0) = \sum_{i=1}^n \omega_i K_j(x_i) \quad (12)$$

(5) 确定待评物元 P_0 等级

若 $K_j = \max\{K_j(P_0)\} (j = 1, 2, \dots, m)$, 则待评物元 P_0 等级为第 j 级。

当 $0 < K_j(P_0) < 1$ 时,表示待评物元符合第 j 级标准对象要求;当 $-1 < K_j(P_0) < 0$ 时,表示其不符合第 j 级标准的要求,但是具备转化为该等级的条件,其值越小,越易转化;当 $K_j(P_0) < -1$ 时,表示其不符合第 j 级标准的要求,且不具备转化为该等级的条件^[20]。

4 实例研究

4.1 凤凰颈泵站概况

安徽省凤凰颈泵站位于长江北岸的巢湖流域无为县境内,具有防洪、排灌和引江灌溉等功能,是巢湖流域综合治理的水利骨干工程,也是安徽省规划兴建的引江济淮、引江济巢的龙头工程,受益范围达 $26.67 \times 10^4 \text{ hm}^2$, 站内安装 6 台立式轴流泵,配套同步电机 6 台,最大设计机排流量 $240 \text{ m}^3/\text{s}$,最大设计机灌流量 $200 \text{ m}^3/\text{s}$,最大设计自排、引灌流量均为 $380 \text{ m}^3/\text{s}$,单站流量和单站装机容量均为全省最大。站身采用“X”型双向流道,每台机组闸站结合,各具有 8 条进出水流道,泵站长江侧和西河侧均具有 12 扇高孔闸门及其卷扬式启闭机、12 扇低孔闸门及其卷扬式启闭机、12 扇低孔进口拦污栅,是一座国家级大型泵站,其现代化管理必不可少。

4.2 评价标准及泵站管理现状水平

运用物元分析现代化评价模型对凤凰颈泵站进行综合评价,研究其管理现代化水平。根据前述各项指标的含义,定性指标以含义为依据,通过专家打分法确定其等级,将定性指标达标级别分为 5 个等级,指标等级及其对应分级区间如表 2 所示,其中各指标对应分值即为该指标的现状水平值。

表 2 指标等级及其对应分级区间

不合格	合格	一般	良好	优秀
[0.4,0.6)	[0.6,0.7)	[0.7,0.8)	[0.8,0.9)	[0.9,1.0]

定量指标根据其实际现状值与对应目标值之间的比值作为现状水平值,其中部分指标的目标值及

实际现状值计算方法如表3所示。

表3 部分指标目标值

指标	计算方法	目标值
保洁管理	保洁率 = 持续保持洁净的水面和土地面积/水利工程管理范围内总面积 × 100%	75%
	绿化覆盖率 = 水利工程管理范围内绿地总面积/用地总面积 × 100%	
绿化管理	水土流失治理率 = 已经得到治理的水土面积/水土流失总面积 × 100%	90%

定量指标与定性指标经归一化处理后得到现状水平标准值,根据凤凰颈泵站已有数据资料,计算可得其工程管理现状水平标准值如表4所示。

表4 凤凰颈泵站工程管理现状水平

评价指标	现状水平	评价指标	现状水平
C_1	0.92	C_{13}	0.85
C_2	0.90	C_{14}	0.85
C_3	0.87	C_{15}	0.95
C_4	0.94	C_{16}	0.68
C_5	0.93	C_{17}	0.92
C_6	0.87	C_{18}	0.94
C_7	0.93	C_{19}	0.89
C_8	0.91	C_{20}	0.95
C_9	0.85	C_{21}	0.78
C_{10}	0.93	C_{22}	0.78
C_{11}	0.95	C_{23}	0.65
C_{12}	0.92	C_{24}	0.91

4.3 泵站管理现代化评价

(1) 指标权重计算。为避免主观因素影响,采用熵权法和专家赋权法确定各指标综合权重。根据熵权法运算公式(1)~(3)并运用 MATLAB 工具计算得到各指标层客观权重,根据专家赋权法确定准则层和指标层的权重进而得到主观权重,根据公式(4)将主客观权重耦合得到各指标对应于目标层的综合权重。各评价指标专家赋权值、主观权重值、客观权重值(熵权)及综合权重值计算结果如表5所示。

(2) 确定经典域和节域。将泵站管理现代化程度分为5个评价等级,分别为不合格、合格、中等、良

好和优秀,对应序号 j 分别为 1, 2, ..., 5, 确定经典域 R_j 分别为 $[0.4, 0.6)$, $[0.6, 0.7)$, $[0.7, 0.8)$, $[0.8, 0.9)$, $[0.9, 1.0]$, 则节域为 $R_p = [0.4, 1.0]$ 。

表5 指标权重计算结果

准则层	专家赋权	指标层	专家赋权	主观权重	客观权重	综合权重
B_1	0.286	C_1	0.154	0.044	0.031	0.040
		C_2	0.186	0.053	0.025	0.040
		C_3	0.604	0.173	0.038	0.087
		C_4	0.056	0.016	0.048	0.030
		C_5	0.105	0.027	0.038	0.034
		C_6	0.105	0.027	0.038	0.034
		C_7	0.225	0.058	0.038	0.050
		C_8	0.086	0.022	0.027	0.026
B_2	0.256	C_9	0.098	0.025	0.061	0.042
		C_{10}	0.049	0.013	0.038	0.024
		C_{11}	0.098	0.025	0.061	0.042
		C_{12}	0.098	0.025	0.031	0.030
		C_{13}	0.096	0.025	0.061	0.042
B_3	0.147	C_{14}	0.040	0.010	0.061	0.027
		C_{15}	0.365	0.054	0.061	0.062
		C_{16}	0.358	0.053	0.031	0.044
		C_{17}	0.277	0.041	0.031	0.038
		C_{18}	0.487	0.099	0.048	0.074
B_4	0.203	C_{19}	0.285	0.058	0.027	0.042
		C_{20}	0.228	0.046	0.061	0.057
		C_{21}	0.200	0.022	0.031	0.028
		C_{22}	0.200	0.022	0.031	0.028
B_5	0.108	C_{23}	0.300	0.032	0.061	0.048
		C_{24}	0.300	0.032	0.027	0.032

(3) 关联度计算。将各评价指标的现状数据(表4) $C_i (i = 1, 2, \dots, 24)$ 及各项指标综合权重值(表5)输入物元分析评价模型,通过 MATLAB 工具计算得到凤凰颈泵站管理现代化程度各评价指标关于各等级的关联度及综合关联度,计算结果如表6所示。

(4) 评价结果分析。由评价结果(表6)可知,综合关联度 $K_j = 0.0648$, 即凤凰颈泵站管理现代化评价等级为优秀,管理现代化程度较高。凤凰颈泵站管理现代化单指标评价中处于“合格”和“中等”水平的各有2个,处于“良好”水平的有6个,处于“优秀”水平的有14个,仅通过单指标评价也可以看出

凤凰颈泵站管理现代化水平相对较高。其中规范管理指标($C_1 \sim C_4$)以及设施设备管理指标($C_5 \sim C_{14}$)评价等级均为优秀或良好,且处于良好等级的评价指标均具备转化为优秀的条件,说明其规范化及设施设备管理现代化程度较高,设施状态和技术性能较好;信息化管理中水利信息数据完整度(C_{16})评价等级仅为合格,说明凤凰颈泵站关于水文、工程监测、运行管理及地理信息等数据的信息管理现代化程度不高,有待进一步加强;调度运行及应急处理

能力方面现代化程度整体较好,但应注意加强应急管理机制建设(C_{19});水生态管理体系中的大部分指标均未达到优秀或良好,是目前凤凰颈泵站管理现代化发展的短板,有关部门应在水土流失治理和保洁绿化等方面加大力度,严格管理,以提高泵站整体的现代化管理水平。

本文评价结果与凤凰颈泵站实际管理情况相适应,具有较高的可信度。

表6 泵站管理现代化评价指标对各评价等级的关联度

评价指标	不合格	合格	中等	良好	优秀	单因子评价结果
人才管理及机构机制设置规范化程度 C_1	-0.8000	-0.7333	-0.6000	-0.2000	0.2000	优秀
安全运行管理规范化程度 C_2	-0.7500	-0.6667	-0.5000	0.0000	0.0000	优秀
工程养护运维管理规范化程度 C_3	-0.6750	-0.5667	-0.3500	0.3000	-0.1875	良好
管理经费落实程度 C_4	-0.8500	-0.8000	-0.7000	-0.4000	0.4000	优秀
闸门完好度 C_5	-0.8250	-0.7667	-0.6500	-0.3000	0.3000	优秀
启闭机完好度 C_6	-0.6750	-0.5667	-0.3500	0.3000	-0.1875	良好
主机泵完好度 C_7	-0.8250	-0.7667	-0.6500	-0.3000	0.3000	优秀
辅助系统完好度 C_8	-0.7750	-0.7000	-0.5500	-0.1000	0.1000	优秀
高低压电气设备完好度 C_9	-0.6250	-0.5000	-0.2500	0.5000	-0.2500	良好
机电设备及防雷设施完好度 C_{10}	-0.8250	-0.7667	-0.6500	-0.3000	0.3000	优秀
土工建筑物完好度 C_{11}	-0.8750	-0.8333	-0.7500	-0.5000	0.5000	优秀
石工建筑物完好度 C_{12}	-0.8000	-0.7333	-0.6000	-0.2000	0.2000	优秀
混凝土建筑物完好度 C_{13}	-0.6250	-0.5000	-0.2500	0.5000	-0.2500	良好
观测设施完好度 C_{14}	-0.6250	-0.5000	-0.2500	0.5000	-0.2500	良好
信息基础设施完善度 C_{15}	-0.8750	-0.8333	-0.7500	-0.5000	0.5000	优秀
水利信息数据完整度 C_{16}	-0.2222	0.2000	-0.0667	-0.3000	-0.4400	合格
业务应用系统完善度 C_{17}	-0.8000	-0.7333	-0.6000	-0.2000	0.2000	优秀
调度防汛决策科学化程度 C_{18}	-0.8500	-0.8000	-0.7000	-0.4000	0.4000	优秀
应急管理机制建设程度 C_{19}	-0.7250	-0.6333	-0.4500	0.1000	-0.0833	良好
防汛抢险体系完善度 C_{20}	-0.8750	-0.8333	-0.7500	-0.5000	0.5000	优秀
保洁管理 C_{21}	-0.4500	-0.2667	0.2000	-0.0833	-0.3529	中等
绿化管理 C_{22}	-0.4500	-0.2667	0.2000	-0.0833	-0.3529	中等
水土流失治理 C_{23}	-0.1667	0.5000	-0.1667	-0.3750	-0.5000	合格
水质达标程度 C_{24}	-0.7750	-0.7000	-0.5500	-0.1000	0.1000	优秀
综合关联度	-0.7042	-0.5794	-0.4692	-0.1218	0.0648	优秀

5 结论

(1) 泵站现代化管理是一项结合水工、水力机械、电气、管理科学和经济科学的综合管理,以实现

泵站工程效益最大化为目的,完成泵站工程达到设计标准条件下安全可靠运行的基本任务。目前关于泵站管理现代化评价方法的研究相对较少,本文基于泵站管理现代化内涵,建立了泵站管理现代化评

价指标体系,采用熵权法和专家赋权法得到综合权重,同时考虑决策者偏好和客观情况,使所得结果更加科学合理,构建物元分析法模型应用于泵站管理现代化评价中,解决指标间不相容问题,使评价过程更加简单明了,评价结果更加明确可信,为泵站现代化管理决策提供科学依据。

(2)基于物元分析法的泵站管理现代化评价模型应用于凤凰颈泵站,得到其整体现代化管理水平等级为优秀,与其实际情况相符,具有较高的可信度。凤凰颈泵站规范化管理体系、设备设施管理体系和调度运行及应急处理能力体系现代化管理水平较高,基本已实现现代化管理;信息化管理体系总体程度较高,但水利信息资源数据管理现代化水平仍旧较低,需加大现代化管理强度,可通过大数据、互联网+等方式提高水利信息管理,建设工程管理、水文及地理信息数据库,实现数据现代化管理,有效防止数据缺损,完善信息的收集及整合;水生态管理是其管理现代化发展中的短板,有待进一步提高,可制定相关的生态保护制度,加大水土保持管理力度,推动水生态管理现代化进程。

参考文献:

- [1] 钟汉东,孙志刚,储训. 泵站的现代化管理[J]. 排灌机械,2007(6):65-68.
- [2] 王芳. 大型泵站综合评价方法研究与评价系统的建立[D]. 扬州:扬州大学,2009.
- [3] 王雪琴. 大型泵站技术经济指标体系及综合评价方法研究[D]. 扬州:扬州大学,2008.
- [4] 仇宝云,冯晓莉,黄海田,等. 南水北调梯级泵站技术管理评价指标研究[J]. 水力发电学报,2005,24(2):114-118.
- [5] 高玉琴,汤宇强,黄祚继,等. 大中型泵站管理现代化评价指标体系及其应用[J]. 三峡大学学报(自然科学版),2016,38(4):31-35+39.
- [6] 河海大学,安徽省·水利部淮委水利科学研究所. 安徽省水利工程管理现代化“十三五”规划[R]. 合肥:安徽省水利厅,2015.
- [7] 邵正荣,储训,姜成启. 大型泵站现代化标准初探[J]. 中国农村水利水电,2003(8):90-91+92.
- [8] 姜凌云,卫爱玲,刘伟. 淮安城区泵站的风险管理创新[J]. 中国水利,2015(6):35-37+41.
- [9] 王业明,邹嘉德,吴枫. 农村小型泵站信息化管理[J]. 排灌机械,2009,27(1):55-59.
- [10] 高玉琴,方国华,韩春晖,等. 水利工程管理现代化内涵、目标及内容分析[J]. 三峡大学学报(自然科学版),2009,31(4):45-48+60.
- [11] 高玉琴,陆晓华,黄祚继. 基于模糊综合评价法的水库管理现代化评价及其应用[J]. 三峡大学学报(自然科学版),2017,39(6):35-39.
- [12] 皮家骏,欧阳澍,张带琴,等. 基于PSR-物元模型的水生态文明评价研究——以南昌市为例[J]. 水资源与水工程学报,2018,29(1):55-61.
- [13] 曹睿哲,俞双恩,高世凯,等. 基于熵权物元分析法的水利发展规划实施效果后评价研究[J]. 灌溉排水学报,2016,35(11):62-68.
- [14] 杨阳,方国华,黄显峰,等. 基于改进模糊物元分析法的区域最严格水资源管理评价[J]. 水资源保护,2014,30(6):19-24.
- [15] 蔡文. 新学科《物元分析》[J]. 广东工学院学报,1992,9(4):105-108.
- [16] 方国华,黄显峰. 多目标决策理论、方法及其应用[M]. 北京:科学出版社,2011:156-162.
- [17] 樊引琴,刘婷婷,李娅,等. 物元分析法在黄河水质评价中的应用[J]. 水资源与水工程学报,2013,24(2):166-169.
- [18] 吴淳,方国华,高玉琴. 基于物元分析法的河道堤防工程管理现代化评价模型及应用[J]. 水电能源科学,2015,33(2):156-159+66.
- [19] 刘传旺,吴建平,任胜伟,等. 基于层次分析法与物元分析法的水安全评价[J]. 水资源保护,2015,31(3):27-32.
- [20] 黄显峰,钟婧玮,方国华,等. 基于物元分析法的水资源管理现代化评价[J]. 水利水电科技进展,2017,37(3):22-28.