

基于层次分析法的显岗水库健康评价研究

叶远锋

(博罗县显岗水库管理局, 广东 惠州 516000)

【摘要】 本文以显岗水库为研究对象,首先,对水库健康进行定义,分析影响水库健康的主要因素,在熟悉水库的运行机制以及特征的基础上,找到评价水库健康水平的最佳方法。其次,根据影响水库健康的主要因素,利用层次分析法构建评价水库健康水平的指标体系,量化各个指标因子,然后考虑水库健康评价的特征,明确评价体系中各个层级因子的权重。最后,对水库健康进行评价。本研究从技术上可以保障水库能够可持续地运行。

【关键词】 水库;健康评价;指标体系;评价方法

中图分类号: TV213

文献标志码: A

文章编号: 2096-0131(2017)04-0073-04

Evaluation and research on Xiangang Reservoir health based on the analytic hierarchy process

YE Yuanfeng

(Boluo County Xiangang Reservoir Administration, Huizhou 516000, China)

Abstract: In the paper, Xiangang Reservoir is adopted as a research object. Firstly, reservoir health is defined for analyzing main factors affecting reservoir health. The best method of evaluating reservoir health level can be discovered on the basis of being familiar with reservoir operation mechanism and features. Then, analytic hierarchy process is utilized to construct an indicator system of evaluating reservoir health level according to main factors affecting reservoir health. Then, features of reservoir health evaluation are considered. Weights of factors at all levels in the evaluation system are made clear. Finally, the reservoir health is evaluated. The research can ensure sustainable operation of reservoir technically.

Keywords: reservoir; health evaluation; index system; evaluation method

在运行过程中,水库会受到很多因素的影响。自身条件的影响包括工程设计的合理性、施工的质量、工程的管理情况;外部环境的影响包括地质条件、降雨情况、水文条件等。而且水库在运行一段时间后可能会出现裂缝,或者老化、病变等其他问题,这些情况会降低水库的健康情况。为了保障水库能够安全运行,提高水库的效益,必须及时找到问题所在并及时解决。所以,根据水库特点,迫切需要对水库进行健康情况的

评价。

1 评价水库健康的必要性和目的

1.1 必要性

a. 评价水库的健康情况,可以加深相关管理部门对水库运行管理情况的熟悉程度,也方便管理部门管理并监督水库工程的运行情况,并根据实际情况设定水库工程的建设目标、管理计划,制定相关政策。

b. 根据水库健康的评价考核结果,水库管理部门能够及时发现问题并找到解决措施,保障水库的持续运行。

c. 评价水库的健康情况,能够加强水库的管理水平并进行规范化处理,在保障水库安全运行的基础上提高效益。

总之,评价水库的健康情况,可以通过有针对性的监督和检查来规范水库的运行,对保障水库的持续运行十分必要。

1.2 目的

对人类来说,健康是最重要的,对于工程来说,健康是工程运行的根本和前提,有利于保障工程的效益。因此,人的身体以及工程项目掌握并熟悉自身的健康情况都十分必要。评价水库健康情况是在构建相关评价指标体系的基础上,运用科学的方法和手段,掌握水库的运行情况,了解水库的运行效果并进行统计、测定、动态跟踪,其目的是通过掌握水库工程的健康情况,科学地评价水库工程运行的质量,保障工程的可持续发展以及水库的持续运行。

2 水库健康情况的评价指标

2.1 评价内容

按照评价目的以及水库工程的实际情况,根据国内水库工程管理的相关法律法规,从以下三个方面对水库的健康进行评价:

a. 功能效益。评价水库的功能效益时,主要评价农业灌溉、水库的蓄水以及城市供水这三个方面的功能健康是否能够达到相关标准。

b. 结构安全。水库的结构由进水和出水泵站、进水和出水涵洞、引水和输水渠道、渠系建筑物以及围坝构成。健康评价时针对的是水库的进水和出水建筑物、围坝的健康情况。

c. 生态环境。水库生态环境的评价指标体系,主要在环境影响评价以及生态功能评价两个方面,构建依据包括已建成水库出现的生态问题,以及能否按照

水库工程设计规范达到环境保护、水质控制的生态目标。

2.2 评价指标体系

按照前面水库健康评价的几项内容,将评价指标划分成三个等级,其中3个一级指标、8个二级指标、24个三级指标,详细内容见表1。

表1 评价指标体系

一级指标	二级指标	三级指标	
功能效益 (A)	农业灌溉 (A1)	有效灌溉面积率 (A11)	
		灌溉供水的保证率 (A12)	
	城市供水 (A2)	城镇供水的保证率 (A21)	
		水质的达标率 (A22)	
	水库蓄水 (A3)	有效库容率 (A31)	
		来水的保证率 (A32)	
结构安全 (B)	围坝 (B1)	坝基和坝体的渗漏情况 (B11)	
		坝体的裂缝情况 (B12)	
		护坡的完好程度 (B13)	
		设计坝高的达标率 (B14)	
		抗滑稳定的达标率 (B15)	
	进水建筑物 (B2)	入库涵洞的完好程度 (B21)	
		机电设备的完好程度 (B22)	
		渠系建筑物的完好程度 (B23)	
		输水渠道的完好程度 (B24)	
		入库泵站建筑的完好程度 (B25)	
	出水建筑物 (B3)	出库涵洞的完好程度 (B31)	
		相关设备的完好程度 (B32)	
		出库泵站建筑物的完好程度 (B33)	
	生态环境 (C)	生态功能 (C1)	空气湿润度提高率 (C11)
			水生动物、植物的变化情况 (C12)
陆生动物、植物的变化情况 (C13)			
环境影响 (C2)		地下水位的提高水平 (C21)	
		土壤盐渍化的提高水平 (C22)	

3 对指标的权重进行评价

本研究利用当前实际工程中广泛应用的层次分析法来确定各个评价指标的具体权重,该方法具有能够将判断结果的主观语言进行定量的优势。具体过程为在评判者的思维过程一致时,运用层次分析法对各种判断结果之间的差别进行赋值。在相互两个评价因素

之间对比两者的重要程度,计算其权重值,构建水库健康时各个评价指标中集 W 。

3.1 构造指标比较判断矩阵

确定权重时利用 AHP 来选择合理的标度,评价结果用自然语言的形式来表现,自然语言反映的是二元对比重要性的判断结果。“1~9 标度法”可以对该自然语言进行量化,见表 2。

表 2 判断矩阵的含义及其赋值

赋值	含义	标度值
1	第 i 个因素与第 j 个因素的影响相同	$a_{ij} = a_{ji} = 1$
3	第 i 个因素比第 j 个因素的影响稍强	$a_{ij} = 3, a_{ji} = 1/3$
5	第 i 个因素比第 j 个因素的影响强	$a_{ij} = 5, a_{ji} = 1/5$
7	第 i 个因素比第 j 个因素的影响明显强	$a_{ij} = 7, a_{ji} = 1/7$
9	第 i 个因素比第 j 个因素的影响绝对强	$a_{ij} = 9, a_{ji} = 1/9$
2, 4, 6, 8	两相邻判断的中间值	$a_{ij} = a_{ji} = 1$

按照表 2 中的赋分原则,研究学者得出下面判断矩阵:

$$A = (a_{ij})_{n \times n} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{pmatrix}$$

3.2 计算指标的权重值

三种判断矩阵权重计算分别为和法(规范列平均法)、幂法以及根法(几何平均法),其中和法最容易,也是本文优先采用的。运用这三种方法以及判断矩阵 A ,能够计算各个级别相关指标的权重。按照表 2 的赋分原则,对各个级别的相关指标进行赋值,最后列出 12 个判断矩阵。

4 健康等级的划分标准

划定水库健康等级的目的是为了评价水库的健康情况,所以评价水库的健康情况时需要构建健康评价集(即指标健康评价的集合)。本研究划分了多个健康等级,每个都可度量水库的健康状况。健康等级的区间可以表示指标评价价值和水库评价等级之间的联

系。评价价值和评价等级的对应关系见表 3。

表 3 水库健康评价价值和评价等级的对应关系

名称	对应关系				
	健康	亚健康	轻度病变	重度病变	危情
健康等级					
评分值	90~100	70~90	60~70	30~60	0~30

5 实际案例

5.1 显岗水库概况

显岗水库是博罗县综合开发利用沙河水资源的骨干工程之一,水库是一座以灌溉为主,结合防洪,兼顾发电、养殖等综合利用的大(2)型水利工程;水库始建于大跃进时代的 1959 年 8 月,1963 年 7 月竣工发挥效益;主坝坝址位于博罗县湖镇镇林屋村,距县城 25km,属珠江流域东江水系沙河支流,水库集雨面积 295km²;水库大坝原设计洪水标准为:500 年一遇设计,2000 年一遇校核。水库校核洪水位 28.00m,相应总库容为 13829 万 m³;设计洪水位 27.08m,相应库容 11175 万 m³;正常蓄水位 24.00m,相应正常库容 6660 万 m³;死水位 15.55m,相应死库容 41.40 万 m³。水库大坝加固设计洪水标准为:水库大坝设计洪水标准为 500 年一遇,设计洪水位 27.30m,相应库容 12555 万 m³;校核洪水标准为 2000 年一遇,校核洪水位 28.01m,相应库容 14065 万 m³,正常蓄水位 24.0m,相应库容 6875.0 万 m³,死水位 15.55m,相应库容 226 万 m³,兴利库容为 6649 万 m³。水库共有土坝 10 座,总长度 2138.8m,有泄洪闸 2 座,溢洪道按 500 年一遇洪水设计,2000 年一遇洪水校核,闸门形式均为钢板弧形闸,其中,一座为单孔弧形闸(新闸),堰顶高程 18m,最大下泄流量 576.4m³/s;另一座为 12×5.3m 的九天二孔弧形闸,堰顶高程 20m,最大下泄量 982.2m³/s。主要保护省道(S224)、国道 324 及广惠高速公路、广梅汕段和广九铁路石龙段,石龙镇及下游湖镇、龙华、龙溪、长宁、园洲等镇工农业生产和 30 多万人民生命财产的安全。防洪保护面积 20.6 万亩。

5.2 健康评价结果

对显岗水库的运行情况进行评价后,健康评价值是73.29,结构安全的评价值是74.76,功能效益的评价值是77.39,总的评价等级以及结构安全、功能效益均为亚健康。但是,生态环境效益的值是65.12,评价等级达到了轻度病变。对围坝结构安全的评价值是74.84,其中出水建筑物的评价值是76.43,进水建筑物的评价值是75.89,评价等级均为亚健康。对农业灌溉的评价值是71.58,城镇供水的评价值是82.98,水库蓄水的功能效益评价值是72.55,评价等级均为亚健康,目前发现的问题并不严重,加强管理及维护即可解决。对环境影响的评价值是66.56,生态功能的评价值是65.10,发现的问题相对严重,水库很大程度上影响了周边的环境,生态环境的评价等级均为轻度病变。管理、维护水库的运行时,问题主要因为功能效益和结构没有达到设计要求而引起,且环境效益方面最严重。

6 主要结论

按照各项评价指标,本文构建了评价水库健康情

(上接第72页)

4 结论及建议

a. 黄河口滨海区泥沙容重测定范围为1.406~1.699g/cc,平均泥沙容重为1.533g/cc,与黄委水利科学研究院提供的1.57g/cc相吻合。

b. 黄河口容重自陆地沿潮间带向海边延伸,其泥沙容重值由大变小,以河道中心向两边泥沙容重由大变小,充分揭示了泥沙早淤积的容重大,晚淤积的容重小。

c. 平均粒径小,则泥沙容重大;平均粒径大,则泥沙容重小。

d. 由于MC-4C湿度密度仪只能测定陆地的容重值,501型直读式深层密度湿度探测仪,也仅能够满足

况的模型,在分析水库健康评价特征的基础上,通过较为精确、科学的层次分析法,求出各个级别指标的权重,并依据水库健康的等级划分标准,划分出五个等级对水库的健康等级进行综合评价。◆

参考文献

- [1] 董国栋. 水库富营养化模型与应用研究[D]. 青岛:青岛理工大学,2012.
- [2] 邓念武,邱福清,徐晖. BP模型在土石坝资料分析中的应用[J]. 武汉大学学报,2001,34(4):17-20.
- [3] 邓雪,李家铭,曾浩健,等. 层次分析法权重计算方法分析及其应用研究[J]. 数学的实践与认识,2012(7):93-100.
- [4] 方卫华. 大中型水库大坝安全监测研究[J]. 贵州水力发电,2006(1):57-60.
- [5] 方卫华,李燕辉. 土石坝安全监测综述[J]. 四川水力发电,2004(4):68-71.
- [6] 方卫华. 综论土石坝的安全监测[J]. 红水河,2002,21(4):64-67.
- [7] 费智聪. 熵权—层次分析法与灰色—层次分析法研究[D]. 天津:天津大学,2009.
- [8] 高永胜,王浩,王芳. 健康水库内涵及评价指标体系的建立[J]. 水利发展研究,2005,5(9):4-6.

水深小于4m的浅海区域,要进行黄河三角洲附近海区的密度调查,只能采用MC-4C、501直读密度仪和取原状底质样品相结合的方式来完成。◆

参考文献

- [1] 常晓辉,郑军,杨勇,等. 小浪底库区深层淤积泥沙干容重分析[J]. 人民黄河,2015(8).
- [2] 詹义正,党长伟,余明辉,等. 泥沙干容重计算的新途径[J]. 泥沙研究,2007(5).
- [3] 熊贵枢. 非黏性淤积泥沙干容重分析[J]. 人民黄河,1993(10).
- [4] 张耀哲,王敬昌. 水库淤积泥沙干容重分布规律及其计算方法的研究[J]. 泥沙研究,2004(3).
- [5] 何传光,陈俊卿,王光涛. 胜利油田耿井水库沉沙池使用年限分析[J]. 水利建设与管理,2013(10).