

文章编号: 1000-7709(2009)02-0029-03

水资源配置多准则决策敏感性分析

赵鸣雁¹ 陈吉宁¹ 程春田² 顾妍平³

(1. 清华大学 环境科学与工程系, 北京 100084; 2. 大连理工大学 水电与水信息研究所, 辽宁 大连 116024; 3. 浙江省水利河口研究院, 浙江 杭州 310020)

摘要: 对水资源配置多准则决策的参数——权重及指标性能值进行描述,并对结果进行了比较分析。实际应用分析结果表明,采用权重敏感性和概率分布法可分析不确定因素对水资源配置多准则方案排序的影响,并可选择最佳方案。

关键词: 水资源配置; 多准则决策; 敏感性分析

中图分类号: TV213.9;N945.1

文献标志码: A

多准则决策是一种应用广泛的管理决策方法,有多个不确定因素影响决策后果,应用其研究水资源配置时,这些因素常被忽视或未进行足够的评估^[1,2]。敏感性分析是多准则决策的一个重要内容,可评价数学模型中各个参数的不确定性对运行结果的影响,并采取针对性措施降低不确定因素的影响。影响多准则决策的参数主要有属性的权重和方案所对应的属性值。权重是影响决策结果的一个重要参数,若对一个准则赋予大的权重,则其他准则将被赋予较小的权重。此外,决策性能值也影响决策的结果,可能由于数据获得的变化和局限性及对基于预测未来事件的方案评估而呈现不确定性。

1 研究方法

输入参数的不确定性将影响方案排序结果,因此在决策过程中需加以考虑^[3~8]。文献[9~11]提出了概率敏感性分析法,系统分析了决策过程中准则性能 PV 值和权重 CW 值的不确定性与变化对方案排序的影响。Kylie^[12]在决策过程中考虑了准则权重间的相互关系,采用均匀分布描述 PV 与 CW 值的不确定性,并将其应用于水资源配置实例分析中。鉴此,本文采用 PV 值正态分布与 CW 值均匀分布描述对水资源配置决策结果的影响,以相同实例对结果进行比较分析。

2 应用实例

2.1 基本情况

西班牙 Huesca Flumen Monegros 地区气候半湿润,全年少雨,缺水较严重,但灌溉却是农业高产的必要条件^[12]。基于地区水可持续发展和节水的目的,提出了灌溉系统类型、水价、水配置、农作物分布、农作物类型、使用化肥类型和获得津贴等七个灌溉方案。考虑经济、环境、社会三组因素十个评价准则对方案进行排序: 经济因素。包括灌溉系统初始费用 C_1 、维护费用 C_2 、农作物收益率 C_3 及欧盟津贴 C_4 ; 环境因素。主要考虑灌溉水量 C_5 、灌溉后水质 C_6 、水利用率 C_7 及抗洪旱灾害性 C_8 ; 社会因素。包括就业 C_9 及栽植地区 C_{10} 。三组决策的准则权重及准则性能指标值如表 1 所示。

采用均匀分布描述 PV 与 CW 值的不确定性时,各方案累积概率分布见图 1^[13]。

2.2 计算结果

CW 按均匀分布随机取值, PV 为正态分布的均值,当 $\delta = 10$ 时取值结果见表 2。采用蒙特卡罗模拟计算可得到各决策方案排序的概率矩阵,见表 3。

采用连续均匀分布描述 CW 值的不确定性和变化、采用正态分布描述 PV 值时,各方案累积概率分布见图 2。

收稿日期: 2008-09-22, 修回日期: 2009-01-16

基金项目: 国家重点基础研究发展计划 973 计划基金资助项目 (2006CB403407); 欧盟第六框架计划基金资助项目 (032397)

作者简介: 赵鸣雁 (1971-), 女, 工程师, 研究方向为水资源管理、多准则决策、用水及节水, E-mail: cyzmy@yahoo.cn

表 1 评价准则与准则权重、准则性能值

Tab.1 Criteria used and associated criteria weights and performance values

评价 准则	准则权重方案			准则性能值方案						
	1	2	3	1	2	3	4	5	6	7
C ₁	0.100	0.060	0.060	80	100	80	80	90	60	90
C ₂	0.100	0.060	0.060	100	90	70	70	50	50	60
C ₃	0.200	0.100	0.100	210	210	190	170	160	160	140
C ₄	0.100	0.030	0.030	120	110	120	120	100	90	30
C ₅	0.100	0.100	0.100	110	90	110	130	130	150	160
C ₆	0.060	0.100	0.060	90	90	90	90	70	100	100
C ₇	0.060	0.200	0.060	60	50	60	60	80	80	30
C ₈	0.030	0.100	0.030	140	120	140	140	100	140	100
C ₉	0.125	0.125	0.250	180	180	170	160	140	120	110
C ₁₀	0.125	0.125	0.250	160	170	150	140	100	110	80

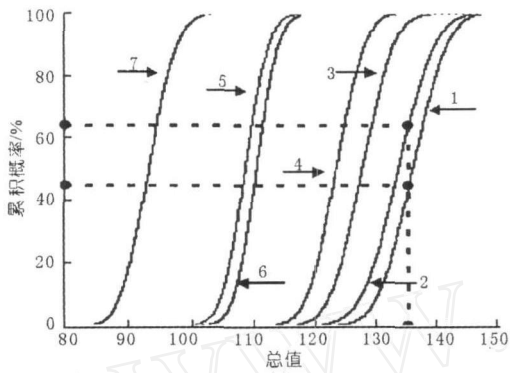


图 1 各方案(1~7)累积概率分布(PV 均匀分布)

Fig.1 Cumulative frequency distribution for results of alternatives (PV uniformity distribute)

表 2 随机生成各方案可能值

Tab.2 Values of stochastic alternatives obtained

方案						
1	2	3	4	5	6	7
123.76	125.63	116.25	117.19	99.43	103.15	81.44
125.34	127.23	117.53	117.24	100.02	104.95	84.00
125.68	127.47	117.96	118.94	102.55	105.27	85.44
127.34	127.57	119.59	118.94	102.55	105.63	88.83
127.59	128.50	123.11	119.43	104.39	106.17	89.59
130.15	128.86	123.77	119.91	104.83	106.26	90.46
130.59	128.86	125.18	119.95	105.31	106.96	90.47
131.96	129.49	125.57	120.50	105.82	107.49	90.96
132.02	130.83	125.65	121.58	105.85	108.18	90.97
132.04	130.98	126.08	121.62	105.96	108.48	92.78
133.17	131.87	126.61	122.44	106.46	108.64	93.73
133.26	132.29	126.64	122.62	106.55	111.43	93.88
133.69	134.17	126.72	123.03	107.79	113.00	94.20
136.12	135.48	126.75	123.63	108.42	113.58	96.43
136.58	135.49	127.22	124.13	108.55	113.79	97.09
136.99	135.65	127.64	124.35	108.61	114.98	97.22
137.59	136.53	129.23	124.48	109.66	115.13	97.85
138.25	137.74	129.32	125.06	110.54	118.98	99.26
139.33	137.94	132.26	127.11	113.19	119.08	100.32
146.98	147.61	138.75	137.54	117.56	121.02	106.15

表 3 决策方案 m 获得排序 r 的概率矩阵

Tab.3 Probability matrix that alternative m obtains rank r

排序	方案 1	方案 2	方案 3	方案 4	方案 5	方案 6	方案 7
1	60	35	5	0	0	0	0
2	35	65	0	0	0	0	0
3	5	0	50	25	0	0	0
4	0	0	45	75	0	0	0
5	0	0	0	0	20	80	0
6	0	0	0	0	80	20	0
7	0	0	0	0	0	0	100

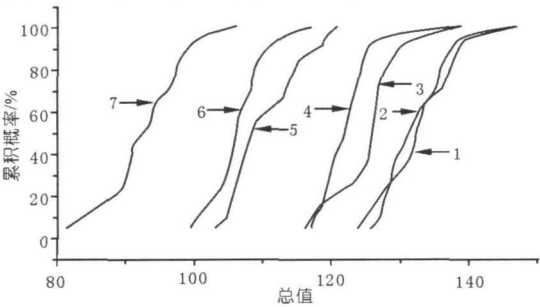


图 2 各方案(1~7)累积概率分布(PV 正态分布)

Fig.2 Cumulative frequency distribution for results of alternatives (PV normal distribute)

2.3 分析讨论

对 PV 值分别采用均匀分布和正态分布时方案排序结果影响进行比较(图 1、2)。当方案 1、2 取值 < 128 时,排序结果相反,表明 PV 值取均匀分布时方案对参数不敏感;当参数取值正态分布且 < 128 时,表明不同概率分布的参数对方案排序结果有一定影响。

3 结语

a. 计算结果表明,方案 1 为最佳。当考虑不确定性输入参数值时,可给决策者提供更多的信息,即一个方案排序的确定性概率及每个方案的排序值的概率。

b. 不同概率分布的不确定性参数对方案排序结果有一定影响,即便输入参数有很大程度的不确定性,方案 1 仍为最佳。

参考文献:

[1] Tecle A, Fogel M, Duckstein L. Multicriterion Selection of Wastewater Management Alternatives [J]. Journal of Water Resources Planning and Management, 1988, 114(4): 383-398

[2] Nettek O C, Parent E, Duckstein L. Multicriterion Design of Long-term Water Supply in Southern France [J]. Journal of Water Resources Planning and Management, 1996, 122(6): 403-413

(下转第 118 页)

4 结语

a. 蒙特卡罗法与安全系数法相比,考虑了随机变量的分布类型和变异系数,分析得到闸室的抗滑稳定性更接近水闸运行实况,理论上更合理有效。

b. 蒙特卡罗法模拟的收敛速度与基本随机变量维数无关,极限状态函数的复杂程度与模拟过程无关,更无须将状态函数线性化和随机变量正态化,具有直接解决问题的能力。

参考文献:

[1] 吴世伟. 结构安全度与可靠度分析论文集[M]. 南

京:河海大学出版社,1988.

- [2] 曹邱林,苏怀智,倪音波. 基于灰色理论的水闸工程健康诊断方法[J]. 水电能源科学,2008,26(3): 107-109
- [3] 张明,张建云,金菊良,等. 蒙特卡罗法求解湖库未确知水环境容量[J]. 水电能源科学,2008,26(6): 33-35,153
- [4] 谷艳昌,何仙峰,郑东健. 基于蒙特卡罗方法的高拱坝变形指标拟定[J]. 水利水运工程学报,2008(1): 15-19
- [5] 赵国藩,金伟良,贡金鑫. 结构可靠度理论[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2000.

Application of Monte-Carlo Method in Reliability Analysis against Sliding for Gate Lock Chamber

QI Yanjie WANG Jian LI Lihui

(College of Water Conservancy and Hydropower Engineering, Hohai University, Nanjing 210098, China)

Abstract: The result of lock chamber reliability analysis using Monte Carlo for numerical simulation method shows that the mean value, coefficients of variation and the distribution type of the variables in the stability against sliding lock chamber function have different impact to the reliability index.

Key words: gate; lock chamber; Monte-Carlo method; reliability

(上接第 30 页)

- [3] 蒋艳,岳超源. 方案排序对属性值的敏感性分析[J]. 武汉理工大学学报,2003,25(5):86-89
- [4] 蒋艳,岳超源. 方案排序对权重比例变化的敏感性分析[J]. 华中科技大学学报(自然科学版),2002,30(8):24-26
- [5] Wolters W T M, Mareschal B. Novel Types of Sensitivity Analysis for Additive MCDM Methods[J]. European Journal of Operation Research, 1995, 81(2): 281-290
- [6] Rios D. Sensitivity Analysis in Multi-objective Decision Making[M]. Berlin:Springer,1990.
- [7] 梁国华,何斌,陆宇峰. 大连市多种水资源配置的影响分析[J]. 水电能源科学,2008,26(6):29-32
- [8] 赵鸣雁,程春田,武新宇. 定性方法与 MCDEA 模型在调水方案评价中的应用[J]. 水电能源科学,2005,23(4):58-60
- [9] Critchfield G C, Willard K E. Probabilistic Analysis of Decision Trees Using Monte Carlo Simulation[J]. Medical Decision Making, 1986, 6(2): 85-92
- [10] Felli J C, Hazen G B. Sensitivity Analysis and the Expected Value of Perfect Information[J]. Medical Decision Making, 1998, 18(1):95-109
- [11] Janssen R. Multiobjective Decision Support for Environmental Management[M]. Netherlands: Kluwer Academic Publishers,1991.
- [12] Srinivasa R K, Duckstein L A. Multicriterion Analysis for Sustainable Water Resources Planning: A Case Study in Spain[J]. Water Resources Management, 2000, 14:435-456
- [13] Kylie M H, Holger R M, Chris B C. Reliability-Based Approach to Multicriteria Decision Analysis for Water Resources[J]. Water Resources Planning and Management, 2004, 130(6):429-438

Sensitivity Analysis of Multi Criteria Decision for Water Resources Allocation

ZHAO Mingyan¹ CHEN Jining¹ CHENG Chuntian² GU Yanping³

(1. Department of Environmental Science and Engineering, Tsinghua University, Beijing 100084, China;

2. Institute of Hydroinformatics, Dalian University of Technology, Dalian 116024, China;

3. Zhejiang Institute of Hydraulics and Estuary, Hangzhou 310020, China)

Abstract: The water resource allocation problem of multicriteria decision making is described in this paper. The weights and the criteria performance values are also introduced. The results are comparatively analyzed. It is indicated by the measured application analysis that using weight sensitivity and probability distributing method can analyze the effect of uncertainties on the water resources allocation multicriteria ranking alternative problem. The best alternative is selected by this method.

Key words: water resources allocation; multi criteria decision making; sensitivity analysis