

DOI: 10. 20040/j. cnki. 1000-7709. 2023. 20221528

环北部湾广东水资源配置工程水价影响 因素分析和水价测算

韩运红¹, 李小五¹, 谷 静²

(1. 中水珠江规划勘测设计有限公司, 广东 广州 510000; 2. 淮安市水利勘测设计研究院有限公司, 江苏 淮安 223001)

摘要: 鉴于合理制定调水工程水价对促进工程良性运行及可持续发展具有重要意义, 以环北部湾广东水资源配置工程为例, 提出一种测算水价的新思路, 即首先通过敏感性分析识别出工程水价的影响因素, 然后通过深入考虑各因素取值及其时间变化过程, 使测算的水价前低后高、符合实际、易于承受、有利于调水水价和受水区现状水价相衔接。结果表明, 水价测算时设计参数取值合理、测算结果可行, 研究结果可为受水区政府对工程供水成本核算和水价制定提供参考。

关键词: 环北广东工程; 影响因素; 敏感性分析; 两部制水价; 水价测算

中图分类号: TV213.9

文献标志码: A

文章编号: 1000-7709(2023)06-0158-04

1 引言

环北部湾广东水资源配置工程(简称环北广东工程)是解决环北部湾粤西水资源短缺问题的重大水利民生工程, 是一项调水规模大、调水线路长、受益范围广、投资巨大的跨流域跨区域调水工程。由于隧洞工程占比较大、多级泵站提水, 导致工程的成本和供水价格高于当地水源工程的供水成本和供水价格, 促使受水区用水户优先使用当地便宜水源, 进而导致调水工程供水量较设计值减少, 造成巨大的工程投资闲置; 若降低调水水源水价, 供水收入不足以弥补工程投资和运行维护费用, 致使工程不能维持良性运行^[1]。因此, 在受水区用水户水价承受能力与高供水成本之间找到平衡点, 既要用水户能承受, 又要满足工程良性运行要求, 成为众多调水工程水价测算时面临的关键问题。根据国内已建、在建的重大调水工程经验及现行水价规定, 多采用两部制水价来解决水价问题。目前对重大调水工程两部制水价测算已有一些研究, 也取得了一定成果, 如杨立疆等^[1]在基于过程和产生机制的调水工程投资费用分摊的基础上, 考虑水价要素时间变化过程, 测算了产芝水库调水工程两部制水价; 吴泽宁等^[2]在采用分项共用成本分摊方法分摊口门供水成本的基础上, 设计了前低后高干线口门水价测算方案, 测算

了南水北调中线工程沿线各省干线口门两部制水价; 李云成等^[3]以“引大济涅”工程为例, 提出两部制丰枯水价模式下的水价方案, 充分保障调水工程效益实现; 张雯怡^[4]通过对引汉济渭工程贷款能力测算分析, 测算了由基本水价和计量水价组成的两部制水价; 李洋等^[5]在分析单一制水价和两部制水价特点的基础上, 核算和分析了南水北调中线工程干线分段两部制水价。然而, 已有研究仅对跨流域调水工程成本核算与分摊、水价模式、水价测算等内容进行了考量, 缺乏对调水工程水价影响因素及其时间变化过程的研究, 从而限制了调水工程水价测算结果的多种可能性, 另外按现行文件规定^[6,7], 测算的水价存在前期高、后期低, 高于用水户承受能力, 与实际水价“前低后高”调整趋势不一致等问题。因此, 基于调水工程影响的变化特征测算并确定调水工程水价方案非常重要。本文基于已有研究成果, 首先分析了环北广东工程水价影响因素, 找出影响水价的主要因素, 然后通过考虑影响因素时间变化过程, 设计水价方案, 最后测算了水价, 测算结果合理可行。

2 研究方法 with 数据来源

2.1 研究方法

(1) 敏感性分析方法。敏感度系数 S_{PF} 计算公式为:

收稿日期: 2022-07-26, 修回日期: 2022-08-31

作者简介: 韩运红(1989-), 女, 硕士、工程师, 研究方向为水利规划与水利经济, E-mail: 1275519530@qq.com

$$S_{PF} = (\Delta P/P)/(\Delta F/F) \quad (1)$$

式中, $\Delta P/P$ 为影响因素 F 发生 ΔF 变化时, 评价指标 P 的相对变化率; $\Delta F/F$ 为影响因素 F 的变化率。

$S_{PF} > 0$, 表示评价指标与影响因素同方向变化; $S_{PF} < 0$, 表示评价指标与影响因素反方向变化; $|S_{PF}|$ 值越大表示敏感度系数越高^[8]。

(2) 考虑影响因素时间变化过程的两部制水价方法。环北广东工程受水区共涉及 4 市 15 县区, 共有分水口门 23 个, 按市级行政区进行水价核算。因此, 在水价测算时, 首先根据成本费用、还贷、税费、准许收益、供水量等水价要素的变化过程, 逐年计算整个工程的基本水费和总水费, 再根据各口门分摊的成本费用测算每个口门的水费, 然后按两部制水价测算方法^[1], 测算工程各口门逐年的两部制水价。最后按各口门水价与水量的加权平均, 得到各市平均水价。

2.2 数据来源

水价影响因素分析和水价测算所需数据主要参考环北广东工程可研总报告主要成果及部分已批复的投资, 工程建设任务以城乡生活和工业供水为主, 兼顾农业灌溉, 为改善水生态环境创造条件, 工程供水范围包括湛江、茂名、阳江、云浮共 4 市, 设计水平年 2035 年各分水口门供水量 $20.79 \times 10^8 \text{ m}^3$, 静态总投资 619 亿元(其中已批先建工程投资 30.63 亿元), 总工期 96 个月, 运行期 50 年。

3 水价影响因素分析

3.1 影响因素选择

环北广东工程还未建设完成, 由于建设期和运营期均较长, 供水成本、费用大多是根据经验估算, 具有一定的不确定性, 导致水价测算结果也受到各种不确定因素的影响^[8]。根据水价组成要素分析, 主要从水量、供水成本、投资政策和水价政策 4 个方面选择影响因素。

(1) 由于工程达产时间较长, 初期达产率的多少决定前期每年用水量, 因此选择初期达产率为水量的影响因素。

(2) 供水成本影响主要体现在各项费用组成上, 折旧费与工程投资、综合折旧率有关; 工程维护费与固定资产投资、管护水平有关; 职工薪酬与定员、人均工资及相关费率有关; 水资源费、原水费用、抽水电费在受实际供水量影响外, 还与各项费率标准(水资源费取值、电价、泵站效率等)有关; 管理及其他费用受工程维护费、职工薪酬影

响。因此, 选择折旧率、工程维护费、职工薪酬、水资源费、原水费用、抽水电费为主要影响因素。

(3) 投资政策主要体现在工程建设资金筹措方案中的政府资金投入和贷款比例、贷款年利率、贷款偿还年限等方面, 因此选择贷款比例、贷款年利率和贷款偿还年限为投资政策影响因素。

(4) 水价政策主要体现在企业投资所获得的收益率和税金上, 因此选择企业净资产准许收益率、税金作为影响因素。

3.2 敏感性分析结果

在其他因素不变的情况下, 对 12 个影响因素进行单因素敏感性分析, 计算每个影响因素发生 $\pm 10\%$ 变化时, 还贷期水价、还贷后水价和年综合水价变化, 计算结果见表 1。

表 1 水价敏感性分析结果

Tab. 1 Results of water price sensitivity analysis

项目	影响因素	元/ m^3								
		还贷期(2030~2046年)水价			还贷后(2047~2079年)水价			年综合(2030~2079年)水价		
		-10%	10%	敏感度系数	-10%	10%	敏感度系数	-10%	10%	敏感度系数
水量因素	初期达产率	3.10	3.05	-0.09	2.19	2.19	0.00	2.44	2.43	-0.02
供水成本因素	折旧率	2.99	3.16	0.27	2.13	2.25	0.29	2.37	2.50	0.28
	工程维护费	3.03	3.12	0.15	2.15	2.22	0.16	2.40	2.47	0.16
	职工薪酬	3.07	3.08	0.02	2.18	2.19	0.02	2.43	2.44	0.02
	水资源费	3.05	3.10	0.07	2.17	2.21	0.10	2.41	2.46	0.09
	原水费用	3.06	3.09	0.04	2.18	2.20	0.05	2.43	2.44	0.02
	抽水电费	3.05	3.10	0.09	2.16	2.22	0.13	2.42	2.45	0.05
投资政策因素	贷款比例	3.04	3.11	0.13	2.19	2.19	0.01	2.42	2.45	0.05
	贷款年利率	3.03	3.13	0.16	2.19	2.19	0.02	2.42	2.45	0.07
	贷款偿还年限	3.16	2.97	-0.30	2.18	2.20	0.05	2.42	2.45	0.06
水价政策因素	准许收益率	2.99	3.16	0.30	2.12	2.26	0.31	2.36	2.51	0.30
	税金	3.05	3.10	0.07	2.17	2.20	0.07	2.42	2.45	0.07

由表 1 可知: ① 12 个影响因素对还贷期水价均有影响, 除了初期达产率外, 其他影响因素对还贷后水价也均有影响。究其原因因为初期达产率与工程供水特点有关, 工程初期供水年份为 2030 年, 2035 年设计供水量已定, 初期达产率只决定 2030~2035 年之间的供水量, 对还贷后(2046 年后)的供水量不产生影响, 因此对还贷后水价敏感性系数为 0。② 初期达产率与水价呈负相关, 即达产率越高, 水价越低; 贷款偿还年限长短对水价影响较复杂, 随着贷款偿还年限的延长, 工程还贷期计入各年的利息支出增加, 同时又减轻了还贷期内各年还本付息的强度, 综合下使还贷期水价降低, 还贷后、年综合水价增加; 其他影响因素与水价指标呈正相关, 即影响因素越大(越小), 水价越高(越低)。③ 投资政策因素中的贷款比例、贷款年利率对还贷期水价影响较大, 对还贷后水价影响较小。主要因为随着贷款比例增加, 工程需偿还的债务相应增加, 使还贷期水价随之增加; 随

着贷款年利率的提高,计入供水费用的还贷利息增加,工程负债也相应增加,使还贷期水价提高;贷款比例、贷款年利率增加后对还贷后水价的影响是因为前期还贷利息增加,使能够提取的折旧较小,后期提取折旧增加,从而使水价略有增加。④扣除贷款比例、贷款年利率、贷款偿还年限和初期达产率 4 个影响因素后,对水价影响按敏感性程度大小依次为准许收益率、折旧率、工程维护费、抽水电费、水资源费、税金、原水费用和职工薪酬。

4 水价测算

4.1 水价方案设计

根据文件^[6,7]相关要求,考虑水价影响因素敏感性分析结果,结合环北广东工程实际情况,水价方案主要考虑以下几点。

(1)考虑影响因素时间变化过程和前低后高水价趋势,对部分影响因素参数设计如下:①折旧率。由于工程前期供水收入较少、还贷压力较大,导致折旧无法足额计提^[9]。本次年折旧拟综合考虑各年供水收入、成本费用、贷款利息等,计算每年能提取的折旧,年折旧额随时间逐年增大至设计值。②准许收益率。根据文件要求^[6],准许收益率不低于 6.9%,本次准许收益率采用“前低后高十分阶段”设计,运行初期按不大于 1%计,2035~2050 年按逐级增至 8.5%取值。③工程维护费。根据已建运行的重大水利工程现状维护费调查可知,前期由于建成时间较短和工程收入较低,工程维护费用低于设计值^[9];但对于未设置大修费用的,工程维护费用应该合理拟定其增长因子,并预留适度增幅空间^[9]。本次工程维护费用采用“前低后高”设计,运行初期一远期水平年维护费率按固定资产原值的 0.80%~1.44%进行取值。④工资薪酬。根据已建运行的重大水利工程现状工资薪酬调查可知,实际运营中职工薪酬费用远高于设计值^[9],工资薪酬易充分考虑物价上涨、人员成本逐年提高和当地经济社会发展水平等因素,适当考虑 2%~3%的增长率^[9];本次考虑增长率为 3%。

(2)还贷比例、还贷利率及还贷方式。参考环北广东可研报告成果,工程贷款比例为 19.78%,企业资本金比例为 45%,长期还贷利率采用 4.9%,短期还贷利率为 4.35%,还贷方式采用 25 年等额还本付息。

(3)考虑短期贷款。综合折旧率、准许收益率、工程维护费后计算的水价作为基本方案。由

于各年折旧费用、还贷利息等费用逐年变化,导致计算的运行期水价也逐年变化,为了使计算水价和受水区现状水价更好地衔接,将计算期划分为多个阶段,每个阶段采用统一水价,若某年资金不足,采用短期贷款进行补充,上年借下年还^[1],最终得到考虑短期贷款方案的水价。根据文件^[7]要求,短期贷款最多不超过 5 年;同时为了与现行文件规定^[6,7]参数取值的水价测算结果进行对比,将不考虑水价影响因素变化特征和水价方案设计的水价测算结果作为参照方案。

4.2 水价测算

根据设计的水价方案按“准许成本加合理收益”^[6]的方法测算 4 市水价,同时以计算期内企业资本金内部收益率不低于 5%的要求验证本工程准许收益率水平的合理性,水价测算结果见表 2,4 市单方水成本与水价变化过程见图 1。

表 2 水价测算结果

项目	受水区	Water price calculation results				
		2030~2035 年	2036~2040 年	2041~2045 年	2046~2050 年	2051~2079 年
单方水成本	湛江	4.62~3.04	2.67~2.51	2.47~2.3	2.25~2.22	2.22
	茂名	2.26~1.69	1.53~1.4	1.37~1.25	1.22~1.17	1.17
	阳江	3.83~2.35	2.04~1.95	1.93~1.82	1.79~1.79	1.79
	云浮	1.51~1.3	1.21~1.11	1.08~0.98	0.96~0.91	0.91
	综合	3.47~2.41	2.14~1.99	1.95~1.8	1.76~1.71	1.71
基本水费	湛江	8.45~10.95	11.61~11.63	11.63~11.61	11.59~12.09	12.09
	茂名	1.98~2.87	3.14~3.3	3.35~3.54	3.59~3.81	3.81
	阳江	0.82~1.2	1.31~1.38	1.39~1.47	1.49~1.58	1.58
	云浮	0.34~0.49	0.53~0.56	0.57~0.6	0.61~0.65	0.65
	综合	11.6~15.5	16.59~11.63	16.94~17.22	17.28~18.13	18.13
计量水价(基本方案)	湛江	2.27~1.67	1.61~1.9	1.97~2.2	2.25~2.52	2.52
	茂名	1.54~1.16	1.1~1.17	1.19~1.22	1.23~1.31	1.31
	阳江	2.58~1.54	1.41~1.61	1.65~1.8	1.83~2.07	2.07
	云浮	1.11~0.99	0.96~0.98	0.98~0.97	0.97~0.99	0.99
	综合	1.94~1.44	1.38~1.57	1.61~1.74	1.76~1.93	1.93
计量水价(短期贷款方案)	湛江	1.62	1.75	2.14	2.49	2.55
	茂名	1.13	1.19	1.29	1.36	1.39
	阳江	1.50	1.53	1.80	2.02	2.08
	云浮	0.96	1.05	1.07	1.07	1.10
	综合	1.40	1.50	1.75	1.95	2.00

注:单方水成本单位为元/m³;基本水费单位为亿元;计量水价单位为元/m³;计量水价单位为元/m³。

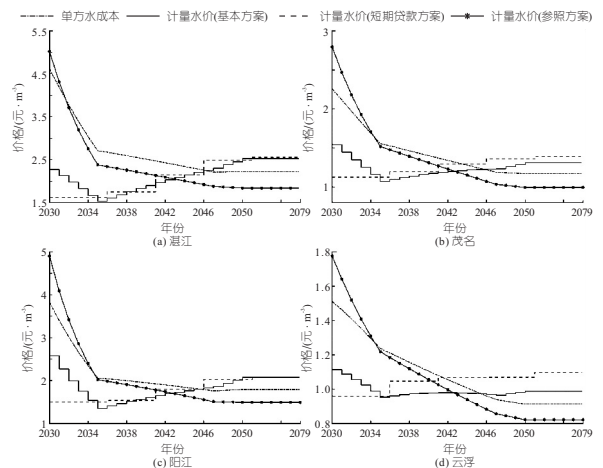


图 1 环北广东工程单方水成本与水价变化过程
Fig. 1 Variation process of unit water cost and water price of water resources allocation project around Beibu Gulf

由表 2、图 1 可知:①经过测算,基础方案和短期贷款方案运行期平均准许收益率分别为 6.50%、6.07%,企业资本金内部收益率分别为 5.08%、5.24%,说明两个方案的价格水平符合相关准许收益率要求规定。②工程供水最末端湛江水价最高、阳江和茂名次之、云浮最低,水价的高低与调水线路的长短有关,调水线路越长,分摊到各口门的工程投资和费用越大,同时也说明水价方案设计参数选取合理。③工程建设初期计量水价(基本方案、参照方案)较高,且每年水价不同,现实中不可能每年调整水价,可操作性差;而考虑短期贷款方案后,不仅可明显降低运行初期的水价,平均水价降低了 8.96%~26.3%,还能有效衔接受水区现状水价,易于被用水户接受。④同一受水区的水价前低后高,并按 5 年 1 周期进行调整,体现了“前低后高、有效衔接受水区现状水价”的设计思路。

5 结论

本文提出了一种水价测算新思路,通过了设计前低后高、符合实际、易于承受、有利于调水水价和受水区现状水价相衔接的水价方案,测算了受水区 4 市两部制水价,有效解决了调水工程运行初期高成本、高水价问题,也有助于吸引社会资

本进入、扩大调水工程融资规模,可为今后调水工程水价制定提供一定的参考。

参考文献:

- [1] 杨立疆,赵天力,尹明万.调水工程投资费用分摊与两部制水价测算方法[J].南水北调与水利科技,2014,12(6):167-172.
- [2] 吴泽宁,董森蕾,郭瑞丽,等.南水北调中线干线口门两部制水价测算及其影响因素分析[J].南水北调与水利科技,2013,11(6):148-152.
- [3] 李云成,刘昌明,尹明万.调水工程水价模式分析研究——以“引大济湟”为例[J].水科学进展,2005,16(3):412-417.
- [4] 张雯怡.基于两部制水价理论的引汉济渭受水区水价浅析[J].地下水,2013,35(7):101-117.
- [5] 李洋,吴泽宁,郭瑞丽,等.南水北调中线工程干线分段两部制水价核算方法[J].水利经济,2010,28(3):28-31.
- [6] 中华人民共和国国家发展和改革委员会.水利工程供水价格管理办法(征求意见稿)[Z].2022.
- [7] 中华人民共和国水利部.水利建设项目经济评价规范:SL72-2013[S].北京:中国水利水电出版社,2013.
- [8] 蔡元芳,董苇,易晓丽,等.鄂北地区水资源配置工程供水水价影响因素研究[J].中国防汛抗旱,2021,31(11):60-63.
- [9] 唐景云.重大水利建设项目成本费用调查分析[J].水利规划与设计,2017(7):140-143,155.

Study on Water Price Calculation and Its Influencing Factors of Water Resources Allocation Project Around Beibu Gulf

HAN Yun-hong¹, LI Xiao-wu¹, GU Jing²

- (1. China Water Resources Pearl River Planning Surveying & Designing Co., Ltd, Guangzhou 510000, China;
2. Huai'an Institute of Water Survey and Design Co., Ltd, Huaian 223001, China)

Abstract: Considering the importance of reasonably setting water prices for water transfer projects in promoting the healthy operation and sustainable development of the projects, taking water resources allocation project around Beibu Gulf as an example, this paper put forward a new idea to calculate the water price. Firstly, the influencing factors of the project water price were identified through sensitivity analysis. And then through in-depth consideration of the value of each factor and its time change process, the calculated water price is low before and high after, which is realistic and easy to bear as well as conducive to the connection between the water transfer price and the current water price in the receiving area. The results show that the design parameters of water price scheme are reasonable and the calculation results are feasible. This study can provide a certain reference for the water receiving area government in the cost accounting and water price formulation of this project.

Key words: water resources allocation project around Beibu Gulf; influencing factors; sensitivity analysis; two-part water price; water price calculation