

# 太湖犊山水利枢纽生态调水成本测算

王 苏<sup>1</sup>, 沈 挺<sup>1</sup>, 洪国喜<sup>2</sup>, 尤征懿<sup>2</sup>, 郭存芝<sup>3</sup>

(1. 江苏省水利产业经济管理中心, 江苏 南京 210029;

2. 江苏省水文水资源勘测局无锡分局, 江苏 无锡 214031;

3. 南京财经大学经济学院, 江苏 南京 210023)

**摘要:** 犊山水利枢纽生态调水功能的发挥是太湖水质改善的重要保障, 客观测算其生态调水成本, 对财政部门核定与保障水源地水质安全运行经费、推进调水生态补偿机制具有重要意义。本文在分析犊山水利枢纽生态调水工程概况、确定成本科目的基础上, 依据相关规定, 结合工程运行实际情况, 分析核算犊山水利枢纽2010年以来实际发生的生态调水总成本与单位成本; 选择合适的方法, 区分低(6亿 $\text{m}^3/\text{a}$ )、中(8亿 $\text{m}^3/\text{a}$ )、高(10亿 $\text{m}^3/\text{a}$ )3种调水量水平, 预测犊山水利枢纽未来几年的生态调水总成本与单位成本, 为相关决策提供依据。

**关键词:** 犊山水利枢纽; 生态调水; 成本核算; 成本预测

中图分类号: F426

文献标识码: B

文章编号: 1007-7839(2019)08-0031-06

## Calculation of ecological water transfer cost in Dushan Water Conservancy Project of Taihu Lake

WANG Su<sup>1</sup>, SHEN Ting<sup>1</sup>, HONG Guoxi<sup>2</sup>, YOU Zhengyi<sup>2</sup>, GUO Cunzhi<sup>3</sup>

(1. Jiangsu Water Conservancy Industry Economic Management Center, Nanjing 210029, Jiangsu;

2. Wuxi Hydrology and Water Resources Investigation Bureau of Jiangsu Province, Wuxi 214031, Jiangsu;

3. Nanjing University of Finance and Economics & School of Economics, Nanjing 210023, Jiangsu)

**Abstract:** The ecological water transfer function of Dushan Water Conservancy Project is an important guarantee for the improvement of Taihu water quality. The objective calculation of the ecological water diversion cost is of great significance for the financial department to approve and guarantee the safe operation funds of water sources and promote the ecological compensation mechanism of water diversion. Based on the analysis of the profile of the ecological water transfer project of the Dushan Water Conservancy Project and the determination of the cost subject, the actual cost of ecological water transfer and the unit cost of the Dushan Water Conservancy Project since 2010 was analyzed on the basis of the relevant regulations and the actual situation of the project operation. And then to choose the appropriate method to distinguish three water transfer levels among low (600 million  $\text{m}^3/\text{a}$ ), medium (800 million  $\text{m}^3/\text{a}$ ), high (1 billion  $\text{m}^3/\text{a}$ ) to predict the total cost and unit cost of ecological water transfer in the Dushan Water Conservancy Project in the next few years to provide a basis for relevant decision-making.

**Key words:** Dushan Water Conservancy Project; ecological water transfer; cost account; cost predict

收稿日期: 2019-03-27

**作者简介:** 王苏(1967—), 女, 本科, 高级经济师, 主要从事水价改革、水利工程水费计收管理、水利经营性国有资产管理等工作。

## 1 概述

犍山水利枢纽位于梅梁湖北部、梁溪河入湖处,主要包括犍山防洪工程、梅梁湖泵站工程、大渲浜泵站工程及其他相关工程。建设初期的主要作用是防止太湖洪水入侵无锡市区以及南排无锡市区涝水进入太湖。2007年5~6月间,无锡太湖贡湖水源地遭遇了史上最严重的蓝藻水华暴发事件,流域、省市水利部门及时启动望虞河调水应急预案向贡湖输入长江水,同时开启梅梁湖泵站,将梅梁湾湖水抽调入京杭运河,增加梅梁湖、贡湖的流动性以改善水质。这次水危机以后,犍山水利枢纽的主要功能由防洪排涝转变为了生态调水,而且由应急调水转变为了常态化调水,除汛期大水时,梅梁湖泵站、大渲浜泵站常年抽引梅梁湾湖水入京杭运河,以改善太湖水质。

犍山水利枢纽发挥生态调水功能十多年来,政府投入了大量资金,而对其生态调水成本的测算尚未开展。但随着设备运行年限的增加,电价上涨、人员工资调整、日常维修养护费增长等运行管理费用的上升导致调水成本逐年增加。本文在确定犍山水利枢纽生态调水成本科目的基础上,分析核算其2010年以来实际发生的生态调水成本,预测其未来几年的生态调水成本,一方面为财政部门核定水利工程管理单位生态调水成本、保障水源地水质安全运行经费提供依据,另一方面为推进调水生态补偿机制和水价改革提供基础。

## 2 成本科目确定

### 2.1 工程概况

犍山水利枢纽位于梅梁湖北部、梁溪河入湖处,主要包括犍山防洪工程、梅梁湖泵站工程、大渲浜泵站工程及其他相关工程。其中:犍山防洪工程是无锡市境内通太湖的最大控制建筑物,于1991年建成,兼具防洪、排涝、保护太湖水质的作用。工程包括梁溪河节制闸(单孔20 m,设计排涝流量 $96\text{ m}^3/\text{s}$ )、梁溪河船闸( $16\times 135\text{ m}$ )、五里湖节制闸(双孔 $2\times 16\text{ m}$ ,设计排涝流量 $154\text{ m}^3/\text{s}$ )、七号桥节制闸(双孔 $2\times 8\text{ m}$ )、防洪大堤( $2.185\text{ km}$ )和管理设施等,总投资3600万元。梅梁湖泵站工程是以区域调水为主的综合性水利工程,于2004年10月竣工,其作用主要是改善梅梁湖、五里湖水环境,兼顾改善无锡城区及其周围河网水质。工程包括梅梁湖泵站(5台机泵,单机流量 $10\text{ m}^3/\text{s}$ )、4座16 m净

宽节制闸(双孔 $2\times 8\text{ m}$ )、2座净宽7 m的公路桥(汽-20挂-100)及输水河道等相关配套建筑物组成,总投资1.12亿元。大渲河泵站工程是以区域调水为主的综合性水利工程,也是无锡水环境综合治理工程的一项骨干工程,于2009年8月竣工。工程包括大渲河泵站(3台机泵,单机流量 $10\text{ m}^3/\text{s}$ )、大渲河节制闸(单孔8 m)、七号桥节制闸(双孔 $2\times 8\text{ m}$ )、大渲河进水渠公路桥(7 m)、引水渠和出水渠及出水地涵等相关配套建筑物,总投资6700万元。

2007年以前,为了阻止京杭运河和梁溪河的污水进入太湖,在梁溪河、京杭运河水位高于太湖时,梁溪河等节制闸关闭;为阻止太湖水进入无锡市区和京杭运河,在太湖高水位时,梁溪河等节制闸关闭;梅梁湖泵站仅在个别时间运行,如为控制五里湖(蠡湖)水位及改善其水环境,以协助当时五里湖生态修复863项目顺利实施而运行;梁溪河船闸昼夜运行。2007年起,为保护改善和太湖水环境,梁溪河的航运功能取消,梅梁湖泵站结合望虞河水利枢纽实施的引江济太、调水引流开始昼夜运行,全年运行10~11个月。大渲泵站建成后,与梅梁湖泵站轮流运行、检修,调水流量控制在 $20\sim 30\text{ m}^3/\text{s}$ 。犍山防洪工程的船闸、节制闸一直处于关闭状态,仅在城区防汛形势严峻时应急开启。

### 2.2 成本科目

基于可持续发展理念,供水全成本既要体现工程建设、运营成本,也要体现水资源的稀缺价值及水环境恢复的补偿费用,包括资源成本、工程成本、环境成本。其中,资源成本反映水资源的国家所有权本质,以水资源费的形式体现,包括水资源的使用价值、稀缺价值、勘探成本等;工程成本反映通过具体或抽象的物化劳动把资源水变成产品水所花费的代价,主要体现投入成本的补偿,包括工程建设、运行、维护管理费用以及固定资产折旧费用等;环境成本反映水资源开发利用活动造成的水生态环境功能降低的损失,体现对一定区域内水环境损失的经济补偿,包括水污染防治的费用补偿、水环境恢复的费用补偿等<sup>[1-5]</sup>。

鉴于犍山水利枢纽的生态调水功能主要是增加梅梁湖的水体流动性、改善水环境,区域水资源量并没有随着生态调水而减少,没有产生资源成本和环境成本,仅仅产生了调水的工程成本。并且犍山水利枢纽实际参与生态调水的仅仅是梅梁湖泵站工程和大渲河泵站工程,不涉及犍山防洪工程。因此,这里只针对梅梁湖泵站工程、大渲河泵站工

程的工程成本确定溧山水利枢纽生态调水成本科目如图 1 所示。

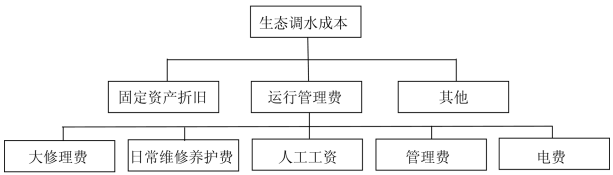


图 1 溧山水利枢纽生态调水成本科目构成

3 2010 年以来成本核算

3.1 固定资产折旧核算

根据《水利工程管理单位水利工程部分固定资产基本折旧率和大修费率表》(水电财字[1985]93号)、《水利水电工程合理使用年限及耐久性设计规范》(SL 654-2014)的相关规定,采用平均年限法计算固定资产折旧,计算公式如下:

$$f = \frac{K_0 - V_s}{T}$$
(1)

式中, $f$ 为年折旧费用; $K_0$ 为固定资产原值; $V_s$ 为固定资产残值; $T$ 为折旧年限。

梅梁湖泵站工程、大渲河泵站工程的造价分别为 1.12 亿元、0.67 亿元,固定资产原值分别为 0.9730 亿元和 0.5318 亿元,残值设定为 0,折旧费用计算结果如表 1 所示。

表 1 溧山水利枢纽生态调水固定资产折旧计算结果

项目	梅梁湖泵站			大渲河泵站			总折旧费用 (万元/年)
	成本 (万元)	折旧年限 (年)	折旧费用 (万元/年)	成本 (万元)	折旧年限 (年)	折旧费用 (万元/年)	
建筑物	7956	100	79.56	4285	100	42.85	122.41
主泵组	110	30	3.67	446	30	14.87	18.53
高低压设备	230	25	9.20	280	25	11.20	20.40
闸门	91	50	1.82				1.82
其它设备	1343	30	44.77	307	30	10.23	55.00
合计	9730		139.02	5318		79.14	218.16

3.2 运行管理费核算

(1) 大修理费用

水利工程固定资产的大修理每隔若干年进行一次,整个使用年限中一般只进行几次大修理。但为了生产的相对稳定,根据《水利工程管理单位水利工程部分固定资产基本折旧率和大修费率表》

(水电财字[1985]93号),大修理费用通常也和折旧费用一样,逐年提取,建立大修理专用基金,以便在固定资产大修时使用。大修理基金提取计算公式如下:

$$R_p = K_0 \delta$$
(2)

式中, $R_p$ 为年大修理基金; $K_0$ 为固定资产原值; $\delta$ 为大修理费率,由下式确定:

$$\delta = \frac{\sum_{i=1}^n R_p}{nK_0} \times 100\%$$
(3)

式中, $\sum_{i=1}^n R_p$ 为一定使用年限内的大修理费用总额; $n$ 为工程使用年限; $K_0$ 为固定资产原值。

2010 年以来溧山水利枢纽生态调水实际产生的大修理费用如表 2,其中闸门大修理费用为每 5 年大修一次平均分摊到各年的数额。

利用表 2 得到的大修理费用总额以及梅梁湖泵站工程、大渲河泵站工程固定资产原值,由式(3)、式(2)可计算得大修理费率为 4.02‰,年大修理基金提取数额应为 60.5 万元。

(2) 日常维修养护费

根据《水利工程维修养护定额标准(试点)》(2010 年修订稿),梅梁湖泵站工程、大渲河泵站工程的日常维修养护费用包括电气预防性试验、机电

设备养护、建筑物修缮、自动化维修养护、防雷接地检测、特种设备和安全工器具检测等,2010 年以来的实际支出如表 3。

(3) 人员工资

人员工资是支付给供水生产人员的劳动报酬总额,按照《水利工程管理单位定岗标准(试点)》

表 2 2010~2017 年犍山水利枢纽生态调水大修理费用(万元)

年份	主水泵大修理费用	闸门大修理费用	合计
2010	40	20	60
2011	58	20	78
2012	53	20	73
2013	19	20	39
2014	34	20	54
2015	38	20	58
2016	41	20	61
2017	41	20	61
合计	324	160	484

表 3 2010~2017 年犍山水利枢纽生态调水日常维修养护费用

年份	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
日常维修养护费(万元)	181	190	182	160	240	208	232	253

表 4 2010~2017 年犍山水利枢纽生态调水人员工资费用(万元)

年份	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
在编人员工资	270	275	316	340	365	429	498	540
编外人员工资	80.5	80.5	85.1	92	92	92	103.5	119.6
外包人员工资	37	58	57	59	59	59	59	59
工资总额	387.5	413.5	458.1	491	516	580	660.5	718.6

(水办〔2004〕307号)确定人员,计算相应的人员经费。犍山水利枢纽生态调水(梅梁湖泵站、大渲河泵站)人员数量符合国家规定的定员标准,实际人员未超过定员标准上限。因此,人员工资据实核算,2010年以来实际发生的人员工资支出如表4。

(4)管理费管理费用是组织和管理生态调水发生的各项费用,包括文具、纸张印刷品(各种规程、制度、报表、票据、账簿等的印刷费和购置费)、报纸杂志费、图书资料费、邮电通信费(邮票、邮费、电报、电话费、市话初装费,以及调度通信话路以外的话路租金等)、银行结算单据工本费等。犍山水利枢纽的生态调水管理费用由市财政拨付,2010~2016年每年都为16.8万元,2017年调至28万元。

#### (5)电费

电费是泵站机电设备提水和水闸启闭等耗用

的电力费用,消耗指标与各年实际运行情况有关。犍山水利枢纽2010年以来的生态调水电费支出如表5。

### 3.3 总成本与单位成本核算

根据上述对各成本科目的核算,结合使用各年调水量数据,可得犍山水利枢纽2010年以来的生态调水总成本、单位成本核算结果如表6。

## 4 未来几年成本预测

### 4.1 预测方法

在犍山水利枢纽生态调水各成本科目中,按照有关规定或实际情况,固定资产折旧、大修理费用、管理费相对固定,未来几年都分别可按218.2万元、60.5万元、28万元预测;日常维修养护费、人员工资、电费随时间推移变化较大,需要建立模型进行

表 5 2010~2017 年溧山水利枢纽生态调水电费支出

年份	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
用电量(万度)	422	349.8	490.5	419.5	369.7	357.3	326.2	493
电费单价(元/度)	0.8033	0.8033	0.8033	0.8033	0.8033	0.8033	0.8033	0.8033
电费(万元)	339	281	394	337	297	287	262	396

表 6 2010~2017 年溧山水利枢纽生态调水总成本与单位成本

年份	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
总成本 (万元)	固定资产折旧	218.2	218.2	218.2	218.2	218.2	218.2	218.2
	大修理费用	60	78	73	39	54	58	61
	日常维修养护费	181	190	182	160	240	208	232
	人员工资	387.5	413.5	458.1	491	516	580	660.5
	管理费	16.8	16.8	16.8	16.8	16.8	16.8	28
	电费	339	281	394	337	297	287	396
	合计	1202.5	1197.5	1342.1	1262	1342	1368	1450.5
调水量(亿 m <sup>3</sup> )	9.014	6.967	9.316	8.057	7.403	6.74	6.524	
单位成本(元/ m <sup>3</sup> )	0.013	0.017	0.014	0.016	0.018	0.02	0.022	

预测,其中:人员工资为固定成本,主要随政策性调整以及工程使用年限的增加而增加,初步建立预测模型如下:

$$L_t = \alpha_0 + \alpha_1 t + \mu_t \tag{4}$$

式中, $t$  为时间变量,2010 年取值为 1,2011 年取值为 2,以此类推; $L_t$  为人员工资; $\alpha_0$ 、 $\alpha_1$  为待估参数; $\mu_t$  为随机扰动项。

日常维修养护费、电费为变动成本,不仅随工程使用年限的增加而增加,还与调水量直接相关,分别初步建立预测模型如下:

$$X_t = \beta_0 + \beta_1 W_t + \beta_2 t + \varepsilon_t \tag{5}$$

$$E_t = \gamma_0 + \gamma_1 W_t + \gamma_2 t + v_t \tag{6}$$

式中, $t$  为时间变量,含义同前; $X_t$  为日常维修养护费; $E_t$  为电费; $W_t$  为调水量; $\beta_0$ 、 $\beta_1$ 、 $\beta_2$ 、 $\gamma_0$ 、 $\gamma_1$ 、 $\gamma_2$  为待估参数; $\varepsilon_t$ 、 $v_t$  为随机扰动项。

利用表 3、表 4、表 5、表 6 中的相关数据,借助 EViews 软件,对式(4)、式(5)、式(6)进行参数估计和检验。结果显示,式(5)中的调水量  $W_t$  及式(6)中的时间变量  $t$  不显著。剔除不显著变量,最终得人员工资、日常维修养护费、电费预测模型分别如

下:

$$\hat{L}_t = 316.90 + 46.95t$$

$t: (17.41) (13.02)$  (7)

$$R^2 = 0.97, F = 169.52$$

$\hat{X}_t = 159.04 + 10.38t$

$t: (8.99) (2.96)$  (8)

$$R^2 = 0.59, F = 8.78$$

$\hat{E}_t = 11.30 + 38.24W_t$

$t: (0.32) (9.02)$  (9)

$R^2 = 0.93, F = 81.37$

4.2 预测结果

按照上述方法对未来几年溧山水利枢纽生态调水总成本与单位成本进行预测。由于生态调水受降雨量、江南运河城区段水位、梅梁湖水质等各种因素影响,调水量很不稳定,难以预测。从梅梁湖泵站、大渲河泵站常态化调水运行至今的调水量来看,最小调水量 6.52 亿 m<sup>3</sup> (2016 年),最大调水量 9.76 亿 m<sup>3</sup> (2017 年);根据梅梁湖泵站、大渲河泵站的调度原则和水泵额定流量,今后的年生态调水量基本会维持在 6~10 亿 m<sup>3</sup>。为此,本文给出低

表 7 2018 ~ 2020 年 犍 山 水 利 枢 纽 生 态 调 水 总 成 本 与 单 位 成 本 预 测

年份		2018			2019			2020		
总成本 (万元)	固定资产折旧	218.2			218.2			218.2		
	大修理费用	60.5			60.5			60.5		
	日常维修养护费	252.5			262.8			273.2		
	人员工资	739.4			786.3			833.3		
	管理费	28.0			28.0			28.0		
	调水量	低	中	高	低	中	高	低	中	高
	电费									
	调水电费	246.7	325.2	403.7	246.7	325.2	403.7	246.7	325.2	403.7
	合计	1545.3	1623.8	1702.3	1602.5	1681	1759.5	1659.9	1738.4	1816.9
	单位成本(元/ m <sup>3</sup> )	0.026	0.02	0.017	0.027	0.021	0.018	0.028	0.022	0.018

(6 亿 m<sup>3</sup>/a)、中(8 亿 m<sup>3</sup>/a)、高(10 亿 m<sup>3</sup>/a)3 种调水量水平之下的成本预测结果,如表 7。

5 研究总结

本文在分析犍山水利枢纽生态调水工程概况、确定成本科目的基础上,依据相关规定,结合工程运行实际情况,分析核算了犍山水利枢纽 2010 年以来实际发生的生态调水总成本与单位成本;选择合适的方法,区分低(6 亿 m<sup>3</sup>/a)、中(8 亿 m<sup>3</sup>/a)、高(10 亿 m<sup>3</sup>/a)3 种调水量水平,预测了犍山水利枢纽未来几年的生态调水总成本与单位成本。论文成果可以为财政部门核定水利工程管理单位生态调水成本、保障水源地水质安全运行经费提供依据,也可以为推进调水生态补偿机制和水价改革提供基础。在后续的研究与实践中,可考虑每隔几年对犍山水利枢纽实际发生的生态调水总成本与单位成本进行一次补充核算,逐步形成各成本科目、

总成本、单位成本的较长时期的时间序列数据资料,并选择合适方法、区分不同调水量水平对犍山水利枢纽的未来生态调水总成本与单位成本进行预测,适时为相关决策提供客观有力的支撑。

参考文献:

[1] 张天任,曾有孝. 基于生态供水的引哈济党工程水价研究[J]. 中国水利, 2018(22):44-46.

[2] 陈信解. 浙东引水工程水价测算方法研究[J]. 浙江水利科技, 2018, 46(04):30-32.

[3] 杨高升,卢星云,季爱军,等. 河道航运补水成本预测研究[J]. 水利经济, 2016, 34(05):29-32+80.

[4] 马改艳,徐学荣. 基于可持续发展的全成本水价机制研究[J]. 长春理工大学学报(社会科学版), 2013, 26(08):91-93.

[5] 王浩. 可持续发展观念下的水价政策与实施建议[J]. 北京水利, 1997(01):9-12+47.