

文章编号:1000-582X(2008)09-1083-04

## 西部小城镇供水厂站制水成本分析

张 勤<sup>1</sup>, 谭红芳<sup>1</sup>, 戴淑萍<sup>1,2</sup>, 李慧敏<sup>3</sup>

(1. 重庆大学 城市建设与环境工程学院, 重庆 400030; 2. 中建国际(深圳)设计顾问有限公司, 广东 深圳 518048;  
3. 重庆市规划研究中心, 重庆 400011)

**摘 要:**在参考现有的国内供水厂站费用指标及国内外费用指标费用模型的基础上,结合重庆市城镇的人工和材料价格,得出重庆市小城镇给水取水工程和净水工程的造价指标值和造价公式,再根据西部其他地区的设备运杂费费率及调整系数即得到适用于西部小城镇的供水厂站投资估算指标。最后,在分析成本构成的基础上,结合投资指标费用模型,对西部小城镇供水厂站的制水成本进行了分析,得到了西部小城镇供水厂站的单位制水成本。

**关键词:**西部小城镇;供水;费用指标

中图分类号:TU991

文献标志码:A

## Cost analysis of water-supply plants in small towns in western China

ZHANG Qin<sup>1</sup>, TAN Hong-fang<sup>1</sup>, DAI Shu-ping<sup>1,2</sup>, LI Hui-min<sup>3</sup>

(1. College of Urban Construction and Environmental Engineering, Chongqing University, Chongqing 400030, P. R. China; 2. China Construction Design International Shenzhen Company, Shenzhen 518048, P. R. China; 3. Chongqing Urban-Planning Research Center, Chongqing 400011, P. R. China)

**Abstract:** We derived the cost index value and cost formula of water-supply and water purification in small towns in Chongqing, P. R. China, based on the economic index of domestic water-supply plants, the cost model of domestic and overseas economic indices, and local labor and materials prices. Investment estimation indices for water supply plants in western small towns subsequently were obtained according to the equipment transportation rate and adjustment coefficients in other areas of western China. We analyzed the cost of producing water in water-supply plants in small western towns based on the cost structure analysis and the cost model of investment index, and subsequently derived the unit cost for producing water.

**Key words:** western small towns; water-supply; economic indices

中国西部地区虽然是自然资源丰富区,但却是社会经济相对落后的地区<sup>[1]</sup>。1996 年政府明确指出,“加快开发西部地区,是全国发展的一个大战略、大思路”,而加快西部小城镇的发展是西部大开发的

一个关键问题。但是现有的国内小城镇供水厂站的费用指标难以为西部小城镇供水厂站建设提供标准和依据。在对国内小城镇供水厂站费用指标进行分析、研究的基础上,对西部小城镇供水厂站的制水成

收稿日期:2008-05-12

基金项目:国际合作荷兰政府赠款项目(2003-MOC-NGGP-03-10)

作者简介:张勤(1957-),男,重庆大学教授,主要从事水工程经济、城市给排水工程、建筑给排水工程研究,  
(Tel)023-65121614;(E-mail)cq\_zhangqin@163.com。

本进行了分析。

## 1 供水厂站投资指标确定

### 1.1 供水厂站投资指标情况

中国目前关于供水厂站建设的投资指标主要是《全国市政工程投资估算指标》<sup>[2]</sup>,适用于一般城市供水厂站的新建、改建、扩建工程。该指标中综合指标总造价包括建筑安装工程费、设备及工器具购置费、工程建设其他费用及基本预备费,一般不包括土地使用费(含拆迁补偿费)、施工机构迁移费、涨价预备费、建设期贷款利息和固定资产投资方向调节税。

给水厂站及构筑物的综合指标根据水源的不同取不同的规模类型:地面水取水和净水工程分为:20万 $\text{m}^3/\text{d}$ 以上、10~20万 $\text{m}^3/\text{d}$ 、5~10万 $\text{m}^3/\text{d}$ 、2~5万 $\text{m}^3/\text{d}$ 、1~2万 $\text{m}^3/\text{d}$ 五类;地下水取水工程分为10万 $\text{m}^3/\text{d}$ 以上、2~10万 $\text{m}^3/\text{d}$ 、1~2万 $\text{m}^3/\text{d}$ 三类。但这些指标存在着规模较大、不符合西部小城镇特色的问题或是不够系统,难以为西部小城镇供水厂站建设方案选择、投资估算的编制提供投资费用的标准和依据。

### 1.2 投资费用模型选择

国内外不少学者在给水费用模型的开发方面也做了许多分析研究工作<sup>[3-5]</sup>,主要如下。

1)美国 Robert L. Sanks 根据 30 余座给水厂的费用资料,通过绘制建设费用曲线,求得包括混凝、沉淀和过滤工艺的常规给水厂造价方程式<sup>[6]</sup>

$$Y = AX^{0.71},$$

式中: $Y$ 为建造费用(10<sup>5</sup>美元),建设费用内未包括取水泵房、二级泵房和清水池的造价,在模型所依据的实际总建设费用中已将这些费用剔除; $X$ 为给水厂最大净水能力,万 $\text{m}^3/\text{d}$ ;  $A$ 为费用常数,设计标准较高时为 1.88,中等标准时为 1.35,较低标准时为 1.00。

2)上海市政工程设计研究院根据《全国市政工程投资估算指标》和上海市 1997 年人工和材料价格,计算得出的给水取水和净水工程的造价公式为<sup>[7]</sup>

$$C = aQ^b,$$

式中: $C$ 为工程总造价(万元),但不包括土地使用费(或征地费)、拆迁补偿费、涨价预备费和建设期贷款利息; $Q$ 为设计最高日供水量,万 $\text{m}^3/\text{d}$ ;  $a$ 、 $b$ 为参数,如地面水简单取水工程的  $a=189$ ,  $b=0.76$ 。

因此,供水厂站工程的投资费用模型选为: $C=$

$aQ^b$ ,通常使用的分析方法是小二乘法<sup>[8-9]</sup>。

## 2 西部小城镇状况

### 2.1 西部小城镇的区域范围

1)西部小城镇的地域范围基本上与“西部大开发”所说的“西部地区”是一致的,包括西南地区的川、黔、滇、藏、渝等 5 个省、自治区、直辖市和西北地区的新、青、甘、陕、宁等 5 个省、自治区,以及广西省的一小部分地区和内蒙古西部的阿拉善盟、伊克昭盟和乌海市<sup>[10]</sup>。但侧重于四川、云南、贵州、新疆、青海、甘肃、陕西和宁夏等省或自治区。

2)小城镇主要指城镇人口为 2 000~100 000 人的小城市、县级市、建制镇(含县城镇)和某些集镇的镇区部分<sup>[11]</sup>,重点是 10 000~50 000 人这一范围<sup>[12]</sup>。根据《城市给水工程规划规范》<sup>[7]</sup>小城镇规划期最高日单位人口综合用水量指标(已包含管网漏失水量),取西部小城镇人均综合用水量指标的范围为 0.25 万~0.8 万 $\text{m}^3/(\text{万人} \cdot \text{d})$ ,故西部小城镇供水设施的规模为 0.05 万~10 万 $\text{m}^3/\text{d}$ 。

### 2.2 西部小城镇的供水现状

调查发现,虽然所有西部小城镇都建有了不同规模与建设标准的城镇供水设施系统,但由于特殊的地理位置和水资源条件,供水水源多为山泉水或地下水,公共供水普及率仍然不高,个别甚至不及 40%。供水系统净水处理工艺普遍较为简陋,部分县城供水甚至不具备必要的消毒处理措施,原水经简单沉淀、过滤后直接供给使用,供水水质安全保障存在较大隐患,居民饮水健康面临一定威胁<sup>[13]</sup>。

此外,西部小城镇供水工程运行存在处理设施不完善、处理水质不达标、供水水量不足、水压不够、经营管理体制不善、人员素质偏低、建设资金不足、供需矛盾突出、供水水价偏低等问题<sup>[14]</sup>。

## 3 西部小城镇供水设施费用指标

### 3.1 西部小城镇给水工程的投资估算

笔者根据  $C = aQ^b$  费用模型和重庆市城镇 2007 年的人工和材料价格得出给水取水工程和净水工程的造价指标值和造价公式(见表 1)。鉴于各地地材价格差异不是很大,西部小城镇投资费用主要的差别是由设备和材料的运杂费费率的不同造成的,在此基础上乘以相应的调整系数就得到其他地区的造价,2007 年的调整系数见表 2。

表1 给水工程费用模型(重庆价)

序号	工程名称	费用模型
1	地面水简单取水工程	$y=184.14x^{0.7910}$
2	地面水复杂取水工程	$y=315.72x^{0.7533}$
3	地下水深层取水工程	$y=434.87x^{0.8374}$
4	地下水浅层取水工程	$y=498.48x^{0.8174}$
5	地面水沉淀净化工程	$y=633.64x^{0.8444}$
6	地面水过滤净化工程	$y=988.16x^{0.8506}$

表2 设备运杂费率及调整系数

序号	工程所在地区	费率/%	调整系数
1	辽宁、吉林、河北、北京、天津、山西、上海、江苏、浙江、山东、安徽	6~7	0.75~0.88
2	河南、陕西、湖北、湖南、江西、黑龙江、广东、四川、重庆、福建	7~8	0.88~1.00
3	内蒙、甘肃、宁夏、广西、海南	8~10	1.00~1.25
4	贵州、云南、青海、新疆	10~11	1.25~1.38

说明:重庆的费率为8%,以此为基数,其他地区的调整系数为其费率与重庆费率的比值。

“指标总造价”尚未包含土地使用费、拆迁补偿费、涨价预备费、建设贷款利息、固定资产投资方向调节税和铺底流动资金,在根据指标造价进行工程的投资估算时,应根据实际情况另外计算这部分费用。

### 3.2 西部小城镇给水工程的制水成本

给水工程的制水成本即按给水工程成本构成项目来计算全年的成本费用,然后除以全年的水量,即可得到单位供水量的制水成本<sup>[15]</sup>,单位为元/m<sup>3</sup>。设工程费用(即建筑安装工程费和设备购置费之和)为C<sub>1</sub>,万元;工程建设其他费用为C<sub>2</sub>,万元(不包含征地费用及拆迁补偿费);预备费为C<sub>3</sub>,万元;最高日供水量为Q,万m<sup>3</sup>/d。则有C<sub>2</sub>=C<sub>1</sub>×13.47%<sup>[3]</sup>;C<sub>3</sub>=C<sub>1</sub>(1+13.47%)×10%。

构成给水工程制水成本的费用如下。

1)水资源费E<sub>1</sub>。考虑水厂自用水量增加系数k<sub>1</sub>取1.05~1.1;日变化系数k<sub>d</sub>根据城市情况取1.1~1.5;西部一般小城镇的水资源或原水单价e按0.08元/m<sup>3</sup>计,则

$$E_1 = \frac{365Qk_1e}{k_d} = (20.44 \sim 29.2)Q \quad (\text{万元/a})。$$

2)动力费E<sub>2</sub>。考虑西部一般小城镇供水厂工作压力H为60~80m;用电增加系数α,考虑

厂内其他用电设备,取为1.05;电费单价d按0.5元/kW·h计;水泵和电动机的效率η一般采用70%~80%<sup>[9]</sup>。

$$E_2 = \alpha \frac{QHd}{\eta k_d} = (26.25 \sim 50.91)Q \quad (\text{万元/a})。$$

3)药剂费E<sub>3</sub>。这里主要考虑给水工程中常用的药品的价格,即a<sub>1</sub>为絮凝剂PAC平均投加量,20mg/L;b<sub>1</sub>为絮凝剂PAC的单价,6000元/t;a<sub>2</sub>为消毒剂液氯平均投加量,2mg/L;b<sub>2</sub>为消毒剂液氯的单价,2200元/t。

$$E_3 = \frac{365Qk_1}{k_d \times 10^6} (a_1b_1 + a_2b_2 + \dots) = (29.80 \sim 43.34)Q \quad (\text{万元/a})。$$

4)工资及福利费E<sub>4</sub>。职工每人每年的平均工资及福利费A取为1万元/(a·人);职工人数N:常规水厂的生产人员和管理人员定员在处理厂规模为1~5万m<sup>3</sup>/d时为30.0~8.0人/(万m<sup>3</sup>·d),5~10万m<sup>3</sup>/d时为8.0~5.5人/(万m<sup>3</sup>·d),水厂中各类人员比例按生产人员占65%以上、辅助生产人员占15%~18%、管理人员占8%~12%考虑。故有

$$N = \begin{cases} (30.0 \sim 7.0)Q/[1 - (15 \sim 18)\%] = \\ (40 \sim 9.33) \cdot Q, & Q \leq 5 \text{ m}^3/\text{d}, \\ (7.0 \sim 4.5)Q/[1 - (15 \sim 18)\%] = \\ (9.33 \sim 6.25) \cdot Q, & Q = 5 \sim 10 \text{ m}^3/\text{d}, \end{cases}$$

则

$$AN = \begin{cases} (40 \sim 9.33) \cdot Q, & Q \leq 5 \text{ m}^3/\text{d}, \\ (9.33 \sim 6.25) \cdot Q, & Q = 5 \sim 10 \text{ m}^3/\text{d} \end{cases} \quad (\text{万元/a})。$$

5)固定资产基本折旧费E<sub>5</sub>。固定资产原值可按第一部分工程费用、预备费用和建设期借款利息3项费用之和估算。E<sub>5</sub>=固定资产原值×综合基本折旧率=(C<sub>1</sub>+C<sub>3</sub>)×4.4%。

6)无形资产和递延资产摊销费E<sub>6</sub>。

$$E_6 = \text{无形资产和递延资产值} \times \text{年摊销率} = C_2 \times 8\% = C_1 \times 13.47\% \times 8\% = 0.011 C_1 \quad (\text{万元/a})。$$

7)修理费。

a.大修理费E<sub>7</sub>=固定资产原值×大修理费率(万元/a);

b.日常检修维护费E<sub>8</sub>=固定资产原值×检修维护费率(万元/a)。

则:E<sub>5</sub>+E<sub>7</sub>+E<sub>8</sub>=C<sub>1</sub>×[1+(1+13.47%)×10%]×(4.4+2.2+0.5)%=0.079C<sub>1</sub>,

$$\sum(E_5 \sim E_8) = 0.09 C_1 = 0.09\gamma Q,$$

$$\sum(E_1 \sim E_8) = [(116.49 \sim 129.7) + \gamma]Q,$$

式中  $\gamma$  为单方水量投资。

固定资产投资额,可按总投资的 0.85~0.88 估算。

8) 管理费用、销售费用、其他费用  $E_9$ 。按上述各项费用总和的 15% 计算,即

$$E_9 = \sum_{i=1}^8 E_i \times 15\% = \sum (E_1 \sim E_8) \times 15\% \quad (\text{万元/a})。$$

9) 流动资金利息支出  $E_{10}$ 。因为流动资金借款利息在成本中所占比例很小,故其影响在此忽略不计,即  $E_{10} = 0$ 。

10) 年总成本 YC。

$$YC = \sum_{i=1}^{10} E_i =$$

$$1.15[(116.49 \sim 129.7) + \gamma]Q \quad (\text{万元/a})。$$

11) 单位制水成本 AC。

$$AC = YC / \sum Q = YC / (365Q/k_d) =$$

$$(0.003 \sim 0.005)[(116.49 \sim 129.7) + \gamma] \quad (\text{元/m}^3)。$$

土地费用(征地费用和拆迁补偿费)的影响:土地费用的影响应计入无形资产和递延资产摊销费中,故应根据实际需要的土地费用额乘以摊销费率 8% 计入总成本。

## 4 结 语

介绍了西部小城镇及其供水现状,主要研究了西部小城镇供水厂站的投资估算的综合指标、建立了投资估算的费用模型、归纳了运行成本的模型,为新建西部小城镇供水厂站时提供参考和依据。但是由于时间和客观原因的限制,供水设施和输配水管渠工程的费用指标需要在后续的研究中继续进行。

参考文献:

- [1] 曾文革,付良鹏. 西部地区水资源生态效益补偿制度探析[J]. 重庆大学学报:自然科学版,2007,30(6): 129-133.  
ZENG WEN-GE, FU LIANG-PENG. Research on the ecology benefit compensate system of water of west China[J]. Journal of Chongqing University: Natural Science Edition, 2007, 30(6): 129-133.
- [2] 中华人民共和国建设部. 全国市政工程投资估算指标[M]. 上海:上海科学普及出版社,1996.
- [3] RUIJS A, ZIMMIRMANN A, BERG M. Demand and distributional effects of water pricing policies [J]. Ecological Economics, 2008, 66(2): 506-516.
- [4] VARDON M, LENZEN M, PEEVOR S, et al. Water accounting in australia [J]. Ecological Economics, 2007, 61(4): 650-659.
- [5] NIXON H, SAPHORES J D. Impacts of motor vehicle operation on water quality in the US-cleanup costs and policies [J]. Transportation Research Part D: Transport and Environment, 2007, 12(8): 564-576.
- [6] BERRITTELLA M, HOEKSTRA A Y, REHDANZ K, et al. The economic impact of restricted water supply: a computable general equilibrium analysis[J]. Water Research, 2007, 41(8): 1799-1813.
- [7] 上海市政工程设计研究院. 给水排水设计手册:第10册技术经济[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2000.
- [8] ENGELEN S, HUBERT M. Fast model selection for robust calibration methods [J]. Analytica Chimica Acta, 2005, 544(1-2): 219-228.
- [9] KAO C, CHYU C L. Least-squares estimates in fuzzy regression analysis [J]. European Journal of Operational Research, 2003, 148(2): 426-435.
- [10] 郭瑞萍. 对西部小城镇的定位分析[J]. 生态经济, 2006(5): 34-37.  
GUO RUI-PING. Analyses on the orientation of small towns[J]. Ecological Economy, 2006(5): 34-37.
- [11] 谢扬. 中国小城镇辨析[J]. 新视野, 2003(2): 25-27.  
XIE YANG. Differentiate and analyse discriminate of small cities and towns in China [J]. New Horizon Press, 2003(2): 25-27.
- [12] 李国庆,王广和,李宏伟,等. 小城镇概念的界定及其他[J]. 四川建筑科学研究, 2007, 33(4): 212-214.  
LI GUO-QING, WANG GUANG-HE, LI HONG-WEI, et al. The concept and others of small towns[J]. Sichuan Building Science, 2007, 33(4): 212-214.
- [13] 唐然,龙腾锐,姜文超,等. 西部小城镇集中式供水现状与存在的问题[J]. 中国给水排水, 2006, 22(24): 6-9.  
TANG RAN, LONG TENG-RUI, JIANG WEN-CHAO, et al. Current status and problems of centralized water supply system in western small cities and towns [J]. China Water & Wastewater, 2006, 22(24): 6-9.
- [14] BLANKE A, ROZELLE S, LOHMAR B, et al. Water saving technology and saving water in China [J]. Agricultural Water Management, 2007, 87(2): 139-150.
- [15] DIAO X S, ROE T. Can a water market avert the "double-whammy" of trade reform and lead to a "win-win" outcome [J]. Journal of Environmental Economics and Management, 2003, 45(3): 708-723.

(编辑 李胜春)