

关于给排水管道技术经济计算模型的讨论

王峪飞 俞国平 彭丽娜

提要 为适应我国经济的发展,尝试在传统的管网技术经济计算模型基础上引入动态投资的时间效应对模型作一些改良,并通过计算加以说明。

关键词 技术经济 时间价值 经济管径 界限流量

管网技术经济计算是以基建造价和运行费用为目标函数,将供水水量、水压等作为约束条件,建立数学模型,以求出最优管径和水头损失,既然是经济计算,那么它就一定要与现行的工程投资体制协调一致,才能得到最经济而且确实可行的优化结果。本文以输水管为设计对象,探讨其经济计算模型问题。

1 两个计算模型简介

迄今我们一直沿用的数学模型如式(1)所示是把一次性的基建投资平均到投资偿还期内每一年,再加上年管理费用,当这样一个目标函数达到最小时,即得到最优管径和最优水头损失,这里称之为静态模型:

$$W = \left(\frac{P}{100} + \frac{1}{t} \right) \sum (a + bD_i^\alpha) l_i + 0.01 \frac{86\gamma E}{\eta} QH \quad (1)$$

式中 P ——年折旧和大修费,以管网造价的 % 计;

t ——投资偿还期, a;

l ——管段长度, m;

a, b, α ——单位长度管线造价公式中的系数;

E ——电费, 分/(kW·h);

Q ——输水管网总流量, L/s;

H ——二泵扬程, m;

η ——泵站效率;

γ ——供水能量变化系数。

这个函数的不足之处是它把管道造价平均到 t 年中,因此忽略了货币的时间价值,没有考虑到逐年回收成本的增值,是一种静态的计算方法,这势必会影响到优化结果。由此想到采用工程经济学中等额分付资金回收的概念,借以取代投资偿还期而进行技术经济计算的动态模型如式(2)所示。

$$W = \left[\frac{P}{100} + (A/P, i, n_0) \right] \sum (a + bD_i^\alpha) l_i + 0.01 \frac{86\gamma E}{\eta} QH \quad (2)$$

式中 $A/P, i, n_0$ ——等额分付资金回收系数,其值

$$\text{等于} \left[\frac{i(1+i)^{n_0}}{(1+i)^{n_0} - 1} \right];$$

i ——年利率;

n_0 ——项目计算期, a;

其余同式(1)。

2 两个模型经济管径、经济流速计算比较

优化模型中,经济因素 f 反映了当地的各项技术经济指标,是优化计算里很重要的综合参数,从以上分析可以看出,两模型的不同之处就集中反映在经济因素上,从而影响到经济管径的大小,下面我们来具体计算一下(输水管道计算):

经济管径:

$$D^* = (fQ^{n+1})^{\frac{1}{\alpha+m}} \quad (3)$$

式中 n, m ——水头损失公式中的指数;

f ——经济因素。

静态模型中:

$$f = \frac{86\gamma E k m}{(P + 100/t) \alpha b \eta} \quad (4)$$

式中 k ——水头损失计算公式中的系数。

动态模型中:

$$f = \frac{86\gamma E k m}{[P + 100 \times (A/P, i, n_0)] \alpha b \eta} \quad (5)$$

考虑我国城镇供水企业的实际情况,采用如下计算参数: $P = 2.2\%$, $t = 20$ 年, $\gamma = 0.4$, $E = 50$ 分/(kW·h), $\eta = 0.7$, $\alpha = 1.74$, $m = 5.33$, $n = 2.0$, $k = 1.743 \times 10^{-9}$, $b = 4868$ (根据东南某地区管道造价

数据,用最小二乘法计算 b 值), $(A/P, i, n_0) = 0.1018 (i = 8\%, n_0 = 20)$ 。

静态模型中: $f = 3.743 \times 10^{-10}$

动态模型中: $f = 2.177 \times 10^{-10}$

注:水头损失计算采用曼宁公式,流量单位用 L/s 。

计算步骤: 根据公式(3)反算静态模型中标准经济管径对应的最优流量和流速; 代入动态模型中的经济因素,在上述最优流量的条件下重新计算经济管径和流速。

表 1 经济管径、流速计算比较

流量 Q / L/s	静态模型		动态模型	
	D/m	$v/m/s$	D/m	$v/m/s$
81.335	0.300	1.151	0.278	1.344
116.969	0.350	1.216	0.324	1.420
160.235	0.400	1.275	0.370	1.489
211.507	0.450	1.330	0.416	1.554
271.128	0.500	1.381	0.463	1.613
416.682	0.600	1.474	0.555	1.722
599.237	0.700	1.557	0.647	1.820
820.891	0.800	1.633	0.740	1.909
1389.000	1.000	1.768	0.925	2.068
2134.678	1.200	1.887	1.109	2.208
3069.913	1.400	1.994	1.294	2.333

由计算结果(见表 1)可以看出,考虑货币时间价值以后,经济因素 f 数值变小,从而经济流速变大,而经济管径呈变小趋势,所以这种动态的计算方法提高了管道的利用程度,节约了建设资金。

3 两个模型界限流量计算结果比较

在动态模型中,经济管径变小,这也必将引起界限流量变化,下面具体计算说明:

界限流量计算公式:

$$q = \left(\frac{m}{f\alpha}\right)^{1/3} \left(\frac{D_n^\alpha - D_{n-1}^\alpha}{D_{n-1}^\alpha - D_m^\alpha}\right)^{1/3}$$

计算参数同上, D_n 和 D_{n-1} 为相临两个规格的标准管径。

计算结果(见表 2)表明,动态模型与静态模型相比,各管径对应的界限流量值都增大了,而且变化比较显著。也就是说,考虑货币的时间效应以后,同样的管径可以流过更多的水量,而且这样的计算方法是符合现代经济投资体制的。由此可见,静态的优化模型表现出了一定程度的保守性,所选管径偏

大,并不是最经济的计算结果。

表 2 两模型界限流量计算比较

管径 D/m	界限流量/ L/s	
	静态模型	动态模型
0.300	< 97	< 116
0.350	97 ~ 135	116 ~ 162
0.400	135 ~ 183	162 ~ 219
0.450	183 ~ 238	219 ~ 285
0.500	238 ~ 332	285 ~ 398
0.600	332 ~ 494	398 ~ 592
0.700	494 ~ 697	592 ~ 835
0.800	697 ~ 1048	835 ~ 1256
1.000	1048 ~ 1700	1256 ~ 2036
1.200	1700 ~ 2535	2036 ~ 3037
1.400	2535 ~ 3577	3037 ~ 4286
1.600	3577 ~ 4804	4286 ~ 5755
1.800	> 4804	> 5755

4 结语

本文讨论了目前管网技术经济计算模型中存在的一个问题,即没有考虑货币的时间价值,从而引入工程经济学中等额分付资金的思想加以修正。计算结果表明两种方法确实存在较大差异,利用传统模型计算出的结果,会造成一定的工程基建费用的浪费,所以在做优化设计时,考虑当时当地的动态投资的经济政策还是必要的。

参考文献

- 1 严煦世, 范瑾初. 给水工程. 北京: 中国建筑工业出版社(第三版), 1996
- 2 王德仁. 对《给水管网优化计算中经济参数 l, p, v 值的确定》的看法. 中国给水排水, 1989, 5(3): 47 ~ 48

作者通讯处: 200092 上海市同济大学 94 #
电话: (021) 65984390
收稿日期: 2000-10-11

长江水质实现自动周报

目前南京水质自动监测系统已实现了对长江进行水质周报。根据国家环保总局和中国环境监测总站布置, 南京将水质自动监测系统设在林山长江水质自动监测站, 该系统每周都将长江水的浊度值、污染物成分等进行统计, 环境监测站对其进行分析。该系统建于 1999 年, 经过 1 年试运行及对比试验, 调整、更新了仪器, 增加了远程控制功能, 系统可靠性、智能化水平已具备周报水平。根据最新的测试结果, 长江南京段水质达到了 2 类水质标准, 但浊度数值均值超过 130 NTU, 表明江水泥沙量较大。(通讯员 刘俊)