

城市家庭需水量管理参数分析

胡连起 张悦

(中国市政工程华北设计研究院)

随着人民生活水平的提高,城市家庭需水量迅速上升。截止 1997 年底,我国城市家庭人均日用水量已由 1980 年不足 80 L 上升到 135 L,城市供水总量已达到 476×10^8 t/a,城市需水量已由喷发式上升过渡到平缓发展,并在近年出现下降的新趋势。本文在分析城市供水现状的基础上,阐述了城市家庭需水量与水价、居民收入三者之间的关系;给出了家庭用水需求方程,利用城市家庭用水量需求曲线,计算城市家庭用水需求的价格弹性和收入弹性,并预测了 2007 年城市家庭用水的基本参数。

1 城市家庭用水需求价格弹性和收入弹性

城市供水量和需水量数据如表 1 所示^[1]。

年份	供水总量 (10^8 t)	家庭收入 (元/月)	用水人口 (万人)	综合用水指标 [L/(人.d)]	家庭用水指标 [L/(人.d)]
1985	128	243	9424.3	372	91
1990	382	444	15611.1	671	111
1996	466	1292	21997	580	135
1997	476	1550	22523.1	579	135

注 家庭收入为当年价^[2]。

根据表 1 分析,1996 年以来,城市综合用水指标、家庭用水指标基本稳定在 580 L 和 135 L 的水平,说明城市供水量已满足当前居民家庭收入水平上的需水量要求。但因水价长期偏离市场的均衡价格,低于城市供水的长期边际成本,导致同期城市供水行业已由盈利变为亏损。为此,分析水价、家庭收入相对变化引起的需水量变化来确定最优用水水平,对于实施长期需水量管理是十分必要的。

1.1 价格弹性的变化范围

我国城市家庭用水需求价格弹性如表 2 所示。

平均水价 (元/t)	价格弹性
0.50	-0.18
0.75	-0.24
1.00	-0.30
1.25	-0.33
1.50	-0.38
1.75	-0.43
2.00	-0.47
2.25	-0.50

2.50	-0.53
2.75	-0.55
3.00	-0.57
3.25	-0.59
3.50	-0.61
3.75	-0.63
4.00	-0.64
注 需求价格弹性为 0.25 元/t 水价增量计算的点弹性	

根据家庭用水的特点，其需求价格弹性可以表述为：水价的相对变动所引起需水量的相对变动，即需水量的变化率与水价变化率之比：

$$Pe = [(q_2 - q_1) / (P_2 - P_1)] \times P / q \quad (1)$$

式中 Pe --城市家庭用水需求价格弹性

P --水价的绝对量

q --需水量的绝对量

$q_2 - q_1$ --需水量的变动量

$P_2 - P_1$ --水价的变动量

按照需求法则，需水量与水价呈反向变动， Pe 为负值。根据需求价格弹性为缺乏弹性的特点，其绝对值 $0 < |Pe| < 1$ 。随着水价增加，需求价格弹性逐渐增大。按照 1997 年城市家庭用水需求曲线计算，当水价为 0.5~0.7 元/t 时，需求价格弹性为 -0.18，当水价为 4 元/t 时，为 -0.64。由 1997 年城市家庭人均日用水量 135 L 推算，平均水价为 0.55 元/t，相应家庭用水需求价格弹性为 -0.18，也就是说当年水价提高或下降 10%，家庭用水量减少或增加 1.8%。计算结果表明，1997 年城市家庭平均水价远低于市场供求达到均衡的水平。如水价调整到 0.9 元/t，即水价提高 64% 时，城市家庭人均需水量降到 125 L，家庭人均用水量降低 7.4%。

1.2 收入弹性

家庭用水需求收入弹性可以表述为：家庭收入的相对变动所引起的需水量的相对变动，即其需水量的变化率与家庭收入变化率之比：

$$Ie = [(q_2 - q_1) / (I_2 - I_1)] \times I / q \quad (2)$$

式中 Ie --家庭用水需求收入弹性

I --家庭收入的绝对量

q --需水量的绝对量

$q_2 - q_1$ --需水量的变动量

$I_2 - I_1$ --家庭收入的变动量

在相同水价时，低收入家庭用水需求收入弹性大于高收入家庭，水价提高对低收入家庭影响大于高收入家庭。需求收入弹性随着家庭收入的提高而降低，依据 1997 年城市家庭平均月收入 1550 元计算，需求收入弹性为 0.74，同期最高家庭月平均收入为 2491 元，其需求收入弹性为 0.69，也就是说，1997 年家庭收入每提高 10%，需水量相应增加 7.4%，平均水费支出仅占家庭收入的 0.45%，即使最低收入户亦仅占其全部家庭收入的 0.53%。分析结果表明，提高水价对居民生活水平不会产生很大的影响(见表 3)。

表 3 1997 年家庭用水需求收入弹性

按收入划分的等级	家庭收入 (元/月)	人均需水量[L/ (人.d)]	Ie	水费支出占家庭收入 (%)
最低收入户	876	87.24	0.77	0.53
低收入户	1089	103.12	0.76	0.50
中等偏下户	1255	114.85	0.75	0.48
中等收入户	1466	129.05	0.74	0.46
中等偏上户	1736	146.18	0.73	0.44
高收入户	2021	163.16	0.71	0.43
最高收入户	2599	194.44	0.69	0.40

1.3 家庭用水需求曲线

实践经验证明,当居民收入和其他因素不变,需水量是所有可能价格的函数。水价高时家庭用水量少,水价低时用水量多,因此,需求曲线的坡度向右下方斜;由于水价增加不会导致需水量同比例减少,故需求曲线为非线性曲线。根据家庭用水的特点,家庭用水需求曲线上任意点切线的价格弹性为:

$$P_e = [(P_2 - P_1) / (q_2 - q_1) \times q] \times P_e \quad (3)$$

横轴公式为:

$$P_e = (q_1 - q) / q \quad (4)$$

需求方程:

$$P = [(P_2 - P_1) / (q_2 - q_1) \times q] \times (q_1 - q) / q \quad (5)$$

当 $q \rightarrow q_1, q_1 \rightarrow$ 最低用水量时:

$$P = P_1$$

因此,家庭用水需求方程:

$$P = P_1 + [(P_2 - P_1) / (q_2 - q_1) \times q] \times (q_1 - q) / q \quad (6)$$

家庭用水需求方程在实际使用中必须经过供水损失修正。利用该方程开发的都市家庭需水量计算模型,可以用来预测水价变动引起的都市家庭需水量的变化和消费者支付愿望,如果 1998 年家庭用水平均水价在 1997 年平均水价 0.55 元/t 基础上调整到 0.9 元/t,其后 8 年内每年提高 10%,供水损失率 15%,家庭收入增长率为 4%,通货膨胀率 3%,用水人口年增长率为 2%,城市家庭人均日需水量到 2004 年基本可保持在 1997 年需水量水平(2000 年到 2007 年城市家庭用水需求曲线见图 1)。

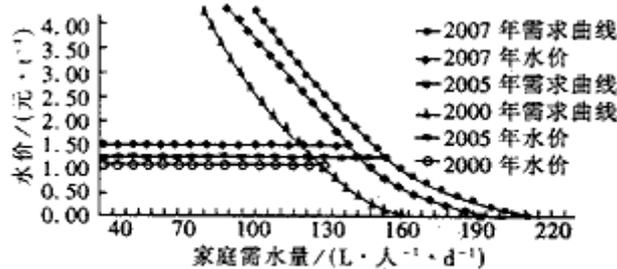


图 1 2000 年、2005 年、2007 年家庭用水需求曲线

依据前述分析,如我国城市家庭需水量得到很好管理,1997 年的城市供水量可满足 2000 年家庭用水量的需求。至 2007 年,城市用水人口如增加到 2.89 亿人(比 1997 年增加 30%),城市家庭需水量仅增加 33×10^8



t, (比 1997 年增加 32.11%), 同期水价以 1997 年可比价格计算增加 167%, 同期水费支出占家庭收入的百分比增加 1.83 倍, 占家庭收入的 0.84%(按照国际标准衡量, 水费支出占家庭支出的比例仍然属于较低水平), 见表 4。因此, 实施有效的城市家庭需水量和水价管理战略, 充分利用水价的杠杆调节作用, 不仅可以缓解下世纪初城市水资源短缺的矛盾, 而且可以获得极大的社会效益和经济效益。

表 4 1997-2007 年家庭用水需水量预测

年份	家庭收入 (元/月)	人均需水量 [L/(人.d)]	平均水价 (元/t)	le	Pe	用水人口 (亿人)	年需水量 (108t)	水费支出占家庭收入 (%)
1997	1550	134.50	0.55	0.74	-0.18	2.22	109	0.46
1998	1612	125.00	0.87	0.73	-0.26	2.27	104	0.65
1999	1677	129.65	0.85	0.73	-0.25	2.33	110	0.63
2000	1744	125.03	1.07	0.73	-0.29	2.39	109	0.74
2001	1814	129.81	1.04	0.72	-0.29	2.45	116	0.71
2002	1886	134.73	1.01	0.72	-0.28	2.51	124	0.69
2003	1962	128.77	1.27	0.72	-0.33	2.58	121	0.80
2004	2040	133.79	1.24	0.71	-0.32	2.65	130	0.78
2005	2122	138.96	1.20	0.71	-0.32	2.73	138	0.76
2006	2207	144.27	1.17	0.70	-0.31	2.81	148	0.73
2007	2295	136.80	1.47	0.70	-0.36	2.89	144	0.84

注 平均水价为 1997 年的可比价格。

2 水价和家庭需水量动态管理

按照市场供求法则, 水价上升需水量将下降, 收入增加需水量将增加。对供水行业来说, 忽略价格因素而不对需水量加以约束, 不计成本地向城市无偿供水是不可持续发展的。因此, 在我国这样一个人均水资源极为有限的国家加强水价和需水量管理应作为城市可持续发展战略的重要内容。水价不仅应当反映供水企业的财务成本, 更重要的应是向用户提供水资源丰缺的信号。当水价受到限制(管制价格), 水价不仅低于市场的均衡价格, 而且低于供水的长期边际成本时, 用户体验不到水资源的紧缺, 用水量远远大于实际需水量, 依据这种低水价时的用水量预测未来的需水量, 城市必然将面临严重的水资源紧缺。

水价和需水量动态管理的目的就是使水价趋向于市场均衡的价格。如图 2 所示, 以 1997 年城市供水曲线和估算的长期边际成本曲线(供给曲线)为例: 1997 年家庭用水价为 0.55 元/t, 城市家庭人均日用水量为 135 L(Q₁), 需水量大于供水量, 市场产生短缺。满足需水量(Q₁)的长期边际成本约为 2.2 元/t, 如果水价提高到长期边际成本的水平, 用水量将大幅降低, 此时需水量过剩, 水价将降低到 Q₂。循环上述过程, 市场供求最终达到均衡。由于需水量曲线随着收入的增加向右上方平移, 供水曲线随着边际成本的提高向左上方平移, 所以水价和需水量的动态管理是连续的过程。

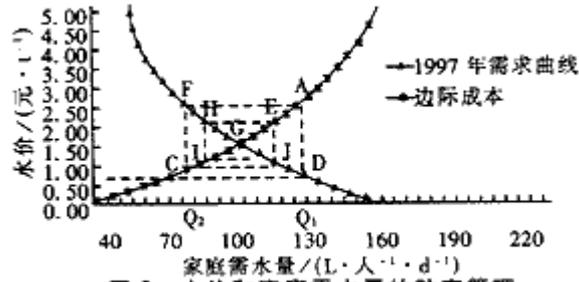


图2 水价和家庭需水量的动态管理

综上所述，面对我国水资源缺乏的现实，实施水价和需水量管理将会提高用水效率，促进城市节水工作的深入开展，应当引起有关部门的重视。

参考文献

- 1 中国城乡建设发展报告.中国城市出版社，1997
- 2 中国统计年鉴.中国统计出版社，1997
- 3 Pindyck R S, Rubinfeld D L.Microeconomics.3rd ed.Prentice-Hall International Inc, 1996
- 4 Douglas James L, Lee R.Economics of Water ResourcesPlanning.McGraw-Hill Book Company, 1971