

# 有效水资源可利用量探讨

张 蕾<sup>1</sup>, 赖国友<sup>2</sup>, 刘伟成<sup>1</sup>, 王 浩<sup>3</sup>

(1. 广东省水文局, 广东 广州 510150; 2. 广东省水利电力勘测设计研究院, 广东 广州 510170; 3. 中国水利水电科学研究院, 北京 100044)

**摘要**: 人为因素造成水质污染, 引起河流(湖库)水体功能的衰退, 导致可以利用的水量的减少。在水资源可利用量的基础上, 提出有效水资源可利用量概念, 给出计算方法及应用实例, 并以水功能区为单元, 进行水资源可利用量与有效水资源可利用量的分析。

**关键词**: 有效水资源可利用量; 水资源可利用量; 水功能区

**中图分类号**: TV213      **文献标识码**: A      **文章编号**: 1004-693X(2006)01-0036-03

## Discussion on effective water resources available

ZHANG Lei<sup>1</sup>, LAI Guo-you<sup>2</sup>, LIU Wei-cheng<sup>1</sup>, WANG Hao<sup>3</sup>

(1. Bureau of Hydrology of Guangdong Province, Guangzhou 510150, China; 2. Guangdong Provincial Investigation, Design and Research Institute of Water Conservancy and Electric Power, Guangzhou 510170, China; 3. China Institute of Water Resources and Hydropower Research, Beijing 100044, China)

**Abstract**: Water pollution caused by human factors leads to the decreasing of available water resources and the function declining of water bodies, like rivers, lakes or reservoirs. The conception of effective water resources available was firstly proposed based on available water resources, and computation methods and application cases were given. Available water resources and effective water resources available were analyzed by using water functional district as the computation cell.

**Key words**: effective water resources available; available water resources; water functional district

地表水资源可利用量是指在可预见的时期内, 在统筹考虑生活、生产和生态环境用水的基础上, 通过经济合理、技术可行的措施, 在流域(或水系)地表水资源量中可以一次性利用的最大水量<sup>[1-3]</sup>。但其定义未明确考虑由于人为因素所造成的水质污染而导致河流(湖库)水体功能的衰退, 从而引起可以利用的水量的减少。本文一方面提出有效水资源可利用量的概念, 另一方面进行全流域满足水功能区划要求的可以利用水资源数量的分析与初步计算。

## 1 有效水资源可利用量概念及主要影响因素

### 1.1 有效水资源可利用量概念

有效水资源可利用量是指在可预见的时期内, 能满足社会经济发展功能和生态环境功能, 通过经

济合理、技术可行的措施, 在流域(或水系)地表水资源可利用量中可以一次性利用的最大水量。

### 1.2 主要影响因素

a. 有效性。受是否满足社会经济发展功能与生态环境功能的限制。

b. 经济社会的发展水平。决定水资源需求量的大小及其开发利用方式, 同时又是水资源开发利用资金保障和技术支撑的重要条件。

c. 水资源特性。地表水资源数量、质量及其时空分布、变化特性及其未来变化趋势等。

d. 自然地理条件。包括水文气象、地形地貌、植被、土壤等。

e. 水污染状况。包括污染源、入河排污口、水域水质、河流底质状况等。

## 2 有效水资源可利用量估算方法

$$W = W_1 - W_2 \quad (1)$$

式中:  $W$  为有效水资源可利用量;  $W_1$  为水资源可利用量;  $W_2$  为由于污染不满足水功能区功能要求的水资源数量。

## 3 计算实例

本文选用西江、北江下游及其三角洲网河(广州除外)作为评价范围,涉及到水功能区 31 个。西江、北江下游及其三角洲网河(广州除外)水资源可利用量为 605.9 亿  $m^3$ , 利用西江、北江下游及其三角洲网河的分流比,可以计算出每一个水功能区的水资源可利用数量,结合水功能区的现状水质类别及水质目标,得出是否满足水功能区划要求的河段与相应的水资源数量,见表 1。

从表 1 中可以看出,虽然鸡啼门水道饮用、渔业

表 1 西江、北江下游及其三角洲网河(广州除外)水功能区状况

水功能二级区名称	所在水功能一级区	河流	长度/km	水资源可利用量/亿 $m^3$	现状水质类别	水质目标
西江干流水道佛山饮用、渔业用水区	西江干流水道肇庆、佛山、江门开发利用区	西江下游干流	35	455.0	II	II
西江干流水道江门饮用、渔业用水区	西江干流水道肇庆、佛山、江门开发利用区	西江下游干流	13	455.0	II	III
西海水道中山饮用、渔业用水区	西海水道开发利用区	西海水道	38	229.6	III	II
磨刀门水道珠海饮用、渔业用水区	磨刀门水道开发利用区	磨刀门水道	53	160.0	III	II
鸡啼门水道饮用、渔业用水区	鸡啼门水道开发利用区	鸡啼门水道	16	23.6	IV	III
虎跳门水道珠海饮用、渔业用水区	虎跳门水道开发利用区	虎跳门水道	20	20.6	II	III
崖门水道新会渔业用水区	崖门水道开发利用区	崖门水道	25	25.4	IV	III
容桂水道容奇饮用、渔业用水区	容桂水道开发利用区	容桂水道	10	211.5	II	II
容桂水道工业用水区	容桂水道开发利用区	容桂水道	8	57.6	III	II
桂洲水道细癍工业用水区	桂洲水道开发利用区	桂洲水道	16	43.0	II	III
鸡鸦水道下南饮用、渔业用水区	鸡鸦水道开发利用区	鸡鸦水道	33	76.9	II	II
小榄水道福兴饮用、渔业用水区	小榄水道开发利用区	小榄水道	31	33.9	III	III
黄沙沥中山工业用水区	黄沙沥中山开发利用区	黄沙沥	10	18.8	III	III
横门水道横门渔业用水区	横门水道开发利用区	横门水道	11	84.2	III	III
甘竹溪勒流饮用、渔业用水区	甘竹溪开发利用区	甘竹溪	15	10.9	II	III
顺德支流容奇工业用水区	顺德支流开发利用区	顺德支流	21	3.0	II	IV
北江干流水道紫洞饮用、渔业用水区	北江干流水道开发利用区	北江干流水道	22	150.9	II	II
潭洲水道禅城饮用水源区	潭洲水道开发利用区	潭洲水道	30	23.6	II	II
潭洲水道北癍工业、农业用水区	潭洲水道开发利用区	潭洲水道	6	17.0	II	III
吉利涌饮用工业用水区	吉利涌开发利用区	吉利涌	9	20.0	III	II
顺德水道羊额饮用、渔业用水区	顺德水道开发利用区	顺德水道	52	100.6	IV	III
沙湾水道番禺饮用、渔业用水区	沙湾水道开发利用区	沙湾水道	26	64.8	III	II ~ III
李家沙水道饮用、渔业用水区	李家沙水道开发利用区	李家沙水道	10	18.8	II	III
洪奇沥水道番禺中山渔业、工业用水区	洪奇沥水道番禺中山开发利用区	洪奇沥	31	43.6	III	III
上横沥渔业、工业用水区	上横沥开发利用区	上横沥	8	38.8	III	III
下横沥渔业、工业用水区	下横沥开发利用区	下横沥	9	66.6	III	III
蕉门水道番禺渔业、工业用水区	蕉门水道番禺开发利用区	蕉门水道	54	133.3	IV	III
平洲水道平洲饮用水源区	平洲水道开发利用区	平洲水道	11	26.7	III	II
平洲水道三山港工业、农业用水区	平洲水道开发利用区	平洲水道	10	26.7	III	III
佛山水道佛山景观用水区	佛山水道开发利用区	佛山水道	33	6.7	劣 V	IV
黄埔水道广州工业用水区	黄埔水道开发利用区	黄埔水道	7	7.9	IV	IV

用水区,崖门水道新会渔业用水区,顺德水道羊额饮用、渔业用水区,蕉门水道番禺渔业、工业用水区,佛山水道佛山景观用水区有一定的水资源可利用数量,但水质较差,不能满足相应功能要求,故其功能区有效水资源可利用量为 0;其余水功能区现状水质满足其功能要求,此时功能区有效水资源可利用量等于功能区的水资源可利用量。

根据上述方法能够算出每一个水功能区的有效水资源可利用量,但对整个西江、北江下游及其三角洲网河而言,要计算有效水资源可利用量  $W$ ,还需分两种情形计算  $W_2$ 。

a. 单一情形。如图 1(a)所示,功能区①、②、③、⑤、⑥水质满足功能要求,但功能区④、⑦水质不满足功能要求,此时:

$$W_2 = \text{功能区 ④ 的水资源可利用量} + \text{功能区 ⑦ 的水资源可利用量}$$

b. 复杂情形。如图 1(b)所示,功能区①、③、

④、⑤、⑥、⑦、⑧、⑨水质满足功能要求,但功能区②、⑩水质不满足功能要求。此情形比较复杂,且中间存在水量重复计算,故

$$W_2 = W_1(W_3/W_4)$$

式中: $W_3$ 为满足图1(b)情形且水质不满足功能区要求的水资源可利用量之和,即功能区②的水资源可利用量+功能区⑩的水资源可利用量; $W_4$ 为研究区域内功能区水资源可利用量之和(含重复利用水量)-研究区域内属于单一情形的功能区水资源可利用量之和; $W_1$ 同前。

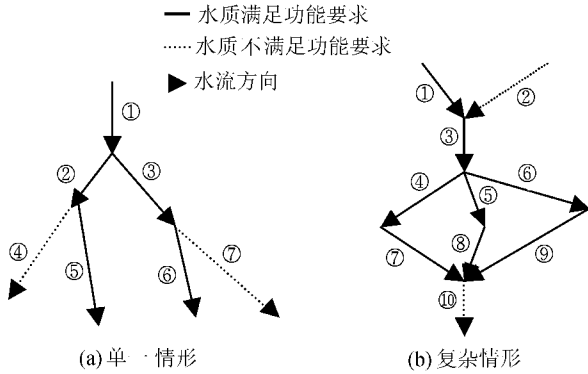


图1 西、北江下游及其三角洲网河简图

文中鸡啼门水道饮用、渔业用水区,崖门水道新会渔业用水区,佛山水道佛山景观用水区属于图1(a)

情形。顺德水道羊额饮用、渔业用水区,蕉门水道番禺渔业、工业用水区属于图1(b)情形。经计算,得到西江、北江下游及其三角洲网河(广州除外)有效水资源可利用量为495.6亿 $m^3$ ,占水资源可利用量的81.8%。

## 4 结语

本文在水资源可利用量的基础上,提出有效水资源可利用量的概念,分析得出西江、北江下游及其三角洲网河(广州除外)有效水资源可利用量为495.6亿 $m^3$ ,由于水质污染导致水资源不可利用的水量为110.3亿 $m^3$ 。同时,以水功能区为单元,分析评价水资源可利用量与有效水资源可利用量,这对于水量水质联合评价、水资源管理、水资源保护与配置有着重要的现实意义。

## 参考文献:

- [1] 钟华平,王建生,徐澎波,等.地表水资源可利用量计算原则[J].水利水电技术,2004(2):9-11.
- [2] 姚荣,张娜,唐德善.湿润区域水资源可利用量研究初探[J].人民长江,2004(4):32-34.
- [3] 邹连文,宋承新,庄会波.地表水开发利用潜力计算方法初探[J].水资源保护,2003(3):39-40.

(收稿日期 2004-07-12 编辑:傅伟群)

(上接第35页)减少了。虽然最终的实施要考虑多方面因素的影响,不能严格按以上数值执行,但是通过这个例子我们可以清楚地看出水资源利用中的“多反而少”现象及节水和增效的同步性。

## 4 结语

在实际规划问题中,如果参数 $b$ 只能有一种取值,则所建立的规划模型实际上是不会发生“多反而少”现象。由此可见,“多反而少”现象的发生取决于参数 $b$ 的变化及其变化的范围。“多反而少”现象是出现在极小化问题上的,同样的,在极大化问题中就存在着“少反而多”现象。是不是可以将极大化问题转化为极小化问题,再讨论“多反而少”呢?实际上,有一些问题这样讨论是错误的,必须专门加以研究。

一般意义上的节水是指通过基础设施的建设、节水器具的开发等措施,避免水的浪费,提高水资源

的利用效率。而本文是从建模的角度分析节水与增效之间的关系。我们可以看出,在一定条件下,二者不但不是相互抑制的,而且是相互促进的,所以对于节水工作的开展具有一定的理论和现实意义。

## 参考文献:

- [1] CHARNES A, CUFFUAA S, RYAN M. The more-for-less paradox in linear programming[J]. European Journal of Operational Research, 1987, 31: 194-197.
- [2] 杨承恩,金大勇.线性规划与非线性规划中的“多反而少”现象[J].系统工程,1991(2):62-68.
- [3] 高随祥.运输问题的“多反而少”现象[J].延安大学学报:自然科学版,1992(4):26-34.
- [4] 高随祥.对优化问题中“多反而少”现象的探讨[J].系统工程理论方法应用,1996(2):61-67.
- [5] 张新辉,李万军.数学规划“少反而多”现象的研究[J].系统工程理论方法应用,1998(2):63-65.

(收稿日期 2004-10-18 编辑:高渭文)