

流域分质水资源量的供需平衡

王同生, 朱 威

(太湖流域管理局, 上海 200434)

摘要:论述进行流域分质水资源量供需平衡分析的重要性, 提出分析的思路和方法; 将各类用水户的取水量和对水质的要求与取水地点的实际可供水量和水质对比, 计算各类水的余缺. 以太湖流域1998年现状用水情况为例进行分析, 结果说明由于水的重复利用率高和可从长江引水补充, 流域当年不存在水量型缺水问题, 但水质型缺水情况还比较严重, 不仅缺Ⅲ类水, 而且也缺Ⅴ类水. 对上述方法在规划条件下的推广应用进行了讨论.

关键词:水资源量; 水质; 供需平衡; 太湖流域

中图分类号:TV213.2

文献标识码:A

文章编号:1006-7647(2003)04-0001-03

水资源管理的任务不仅是给用户提提供满足需求的足量用水, 而且其水质也应满足不同用途的要求, 在水体受污染比较严重的地区, 后者就更为重要. 也就是说, 水资源的配置不仅是量的配置, 还包括质的配置.

分质水资源量及其供需平衡是流域水资源规划的重要课题, 是水资源开发利用调查评价不可缺少的内容, 也是水污染防治和水资源合理配置的依据. 目前对这个课题的研究还比较少, 在流域水资源规划中必须加强研究.

本文首先阐述流域分质水资源量的含义和估算方法, 同时以太湖流域为例, 着重对流域现状分质水资源量的供需平衡进行分析, 说明分析的思路和方法, 并对如何将分析现状条件的方法推广到规划条件进行了讨论.

1 流域分质水资源量及其估算方法

水资源量通常以其年水量表示, 在水资源规划中需计算分析其多年平均值及年际变化. 水体的水质除了受降雨和水流情况的影响而外, 主要受到污染物排放和水污染防治的影响, 分析其年际变化, 指出水质恶化或改善的措施, 可以说明水污染防治的迫切性或效果. 对于水质指标一般并不做多年平均值计算.

分析和估算流域分质水资源量可先从现状条件做起, 以便比较宏观地说明在特定的年份、特定的水文和工程调控条件下流域内不同部分各种类别水质

的水量分布情况.

建议按以下步骤对现状某一特定年份的流域分质水资源量进行估算:

a. 计算当年的全流域地表水资源量, 同时求出流域内各水资源量计算分区或行政分区的水资源量.

b. 搜集当年的水质监测资料, 对每一分区内各测点计算其年平均水质指标并确定其水质类别, 以每一测点所代表的面积或河长为权重, 求出每一分区内各类水所占的百分比.

c. 将每一分区内各类水所占百分比乘以该分区当年的地表水水资源量, 即可求出该分区的各类水的水量.

d. 将流域内所有各分区的各类水的水量分类相加, 最终求出流域的分质水资源量.

这里还需要说明:

a. 步骤(b)中的水质监测资料, 包括了河道、湖泊和水库等各类测点. 湖泊、水库和河道的情况有所不同, 按照同样的办法计算各类水所占百分比, 处理方式较为简单. 为了更符合实际, 可以考虑采取适当的办法将湖泊和水库的分质水资源量划出单独计算, 而将流域其余的水资源量在河道测点所代表的范围内按步骤(b)进行分质水资源量计算.

b. 由于流域内各分区水体的水质受到流域降雨和径流情况的影响, 在计算分质地表水资源量时, 水质分布和水资源量的年份必须是同一年份, 亦即两者是对应的.

以上办法主要适用于现状条件, 而且对于选定

的年份要有比较多的水质监测资料.在规划条件下如采用典型年法,则对于不同的规划水平年,以上办法仍然可以使用,所不同的是流域内各分区的水质不是实测资料,而是要根据规划典型年的条件,通过水量水质数学模型进行预测计算的.

c. 以上地表水分质水资源量估算成果,同时考虑了水量和水质,与只考虑水量相比,进一步说明了流域水体受污染的情况,尤其是可比较客观地提供了各个类别水的可供水量及其地区分布.

以上估算步骤,实际上也表示了一种对流域分质水资源量的定义,使我们对流域内各类水质的水资源量有一个概括的了解,但是并不能直接用这些量与各类水质的需水量比较,定其余缺,因为各类水用户的取水地点并不完全与分质水资源量估算成果中各类水的分布相匹配,因此其成果还不能直接用于分质水资源量的供需平衡分析.

2 现状用水分质水资源量供需平衡初步分析^{①②}

以太湖流域 1998 年现状用水情况为例,进行供需平衡分析,说明分析的思路和计算方法.分析中对各类用水条件采取了一些计算假定.

2.1 1998 年现状用水情况

对工业、农业和生活用水进行分类统计,见表 1.再对不同用途不同来源的取用水量进行统计,直接从长江取水的用水量见表 2,从太湖流域河网、湖泊中取水的用水量见表 3.

表 1 太湖流域 1998 年分类用水量统计 亿 m³

生活用水 ^①			工业用水			农业用水 ^③	总用水量
城镇	农村	合计	火电	一般工业 ^②	合计		
15.8	8.3	24.1	108.2	43.1	151.3	103.3	288.7

注:①水质不低于Ⅲ类;②水质不低于Ⅲ类,一般工业用水要求水质为Ⅳ类,现与生活用水一并由自来水厂提供,水质就高不就低;③水质不低于Ⅴ类.

表 2 直接从长江取水的用水量 亿 m³

取水地点	生活用水	一般工业用水	火电用水	工业用水	农业用水	总用水	扣除火电的总用水	一般工业用水 + 生活用水
江苏	5.04	8.43	20.44	28.88	0	33.92	13.47	13.47
上海	3.15	0	36.70	36.70	0	39.85	3.15	3.15
合计	8.19	8.43	57.14	65.58	0	73.77	16.62	16.62

2.2 不同用途合格水缺额分析

按照地面水环境质量标准,对不同用途的水质类别要求已列入表 1.以下将分别不同用途,对照其取水地点的水质状况进行供需平衡分析,计算其合

表 3 从太湖流域河湖中取水的用水量 亿 m³

取水地点	生活用水	一般工业用水	火电用水	工业用水	农业用水	总用水	扣除火电的总用水	一般工业用水 + 生活用水
江苏	6.21	9.51	26.09	35.60	48.25	90.06	63.97	15.72
浙江	5.93	9.90	4.46	14.35	36.72	57.00	52.54	15.83
上海	13.80	15.30	20.40	35.78	18.30	67.90	47.50	29.10
合计	25.94	34.71	50.95	85.73	103.26	215.00	164.00	60.65

格水的缺额.

2.2.1 城镇生活用水和工业用水

表 1 脚注中已说明工业用水水质均按Ⅲ类要求.

调查实际取水情况,火电厂冷却水一般水源水质符合要求,尤其是对大多数位于长江沿岸的电厂,其冷却水水质更好,因此认为火电厂冷却用水不存在合格水缺额.因此,可以通过对流域内自来水厂水源地水质情况的调查和评价,找出水源水质不合格(劣于Ⅲ类水)水厂的位置、数量,并统计其年供水量,即为城镇生活用水和工业用水的Ⅲ类水缺水量.

太湖流域规模在 5 万 t/d 以上水源水质不合格的水厂及其年合格水缺水量的情况见表 4.

表 4 水源水质不合格自来水厂统计(5 万 t/d 以上)

市(地)	不合格水厂数/座	不合格水源地理位置	年供水量/亿 m ³
苏州	2	太湖贡湖湾 1 座,阳澄湖西湖南区 1 座	1.53
无锡	6	太湖梅梁湖、五里湖、贡湖湾各 2 座	9.89
常州	2	河网取水 2 座	0.58
嘉兴	2	长水塘、新塍塘各 1 座	0.73
上海	2	黄浦江 2 座	20.70
合计	14		33.43

2.2.2 农村生活用水

根据流域全年河网水质监测和评价的结果,其水质均劣于Ⅲ类水,现状取自河网的农村生活用水都是不合格的,其年用水量就是这一用途的Ⅲ类水年缺水量.

2.2.3 农业用水

在计算农业用水的合格水缺额时,鉴于太湖流域一般不存在通过灌溉枢纽工程和专用渠道供水等农业用水的实际情况,可以做以下假定:农业用水均取自河网;农业用水与耕地面积成比例,实际即认为各地区的用水定额相同;农业用水合格水的缺额与劣于用水水质要求(即劣于Ⅴ类)的污染河长百分数成比例.

计算时以水利分区为单元,然后再汇总,得到全流域农业用水合格水的缺额.每一水利分区的缺额

①王同生.太湖流域现状用水考虑水质的供需平衡分析,2002.

②太湖流域水资源规划项目组.太湖流域水资源规划阶段报告,2002.

可按式计算:

$$W_s = \frac{A_R}{A_B} P_R W_A$$

式中: W_s 为分区农业用水合格水缺额, 亿 m^3 ; A_R 为分区耕地面积, km^2 ; A_B 为流域耕地总面积, km^2 ; P_R 为分区劣于 V 类水的污染河长百分数, %; W_A 为流域农业用水总量, 亿 m^3 .

各水利分区采用的计算数据和计算结果列于表 5.

表 5 各水利分区农业不合格用水量统计

分区	$A_R/(km^2)$	A_R/A_B	$P_R/\%$	$W_s/(亿 m^3)$
湖 西	3657	0.242	65	16.25
武澄锡虞	1653	0.109	100	11.26
阳澄淀泖	2052	0.136	46.1	6.48
杭 嘉 湖	4215	0.279	30.1	8.68
浙 西	1146	0.076	4.3	0.003
浦东、浦西区	2180	0.144	61.4	9.13
太湖湖区	202	0.013	0	0
合 计	15105			51.8

2.2.4 流域分质水资源量的供需平衡

综合以上 2.2.1 ~ 2.2.3 的计算结果, 可得 1998 年流域现状用水考虑水质要求的供需平衡情况, 见表 6.

表 6 太湖流域现状用水分质水资源量
供需平衡分析结果

用 途	水质要求	用水量 /亿 m^3	可供合格 水量/亿 m^3	水量缺额 /亿 m^3
农村生活	不低于Ⅲ类	8.3 ^①		8.3 ^②
城镇生活	不低于Ⅲ类	25.8 ^①	35.5(Ⅲ类)	33.4 ^②
一般工业	不低于Ⅲ类	43.1 ^①		
火电工业	现状可满足	108.2		
农 业	不低于 V 类	103.3	51.5(V 类)	51.8(V 类)

注: ①合计共需Ⅲ类水 77.2 亿 m^3 ; ②合计缺Ⅲ类水 41.73 亿 m^3 .

可以指出, 1998 年流域各种用途用水量合计约 290 亿 m^3 . 根据分析, 当年由当地径流生产的水资源总量为 178 亿 m^3 . 因太湖流域水的重复利用率高, 又可以从长江引水补充, 虽然从表面上看总用水量远大于流域水资源总量, 但实际上供用水量之间是平衡的, 当年不存在水量型缺水问题. 如果将水质和水量同时考虑, 情况将有所不同, 从表 6 可以看出, 不仅满足生活饮用水水质要求的Ⅲ类水有不小的缺额, 而且满足农业用水水质要求的 V 类水也有不小的缺额.

根据统计, 1998 年地下水源的供水量约为 6 亿 m^3 , 只占总供水量的 2% 左右, 因此以上只对地表水进行分质水资源量供需平衡分析. 忽略地下水, 其计算成果误差是很小的.

2.2.5 可以改进的地方

根据已掌握的有关实际用水资料及水体污染情况调查资料, 在以上分析中做了一些简化计算的假

定, 这些假定可能对计算精度有一定的影响, 如果能做更细致的调查和分析, 在一些方面还可以加以改进. 例如, 以上计算是按年进行的, 如能具备分时段的用水量资料和相应的水质资料, 则计算也可以按一定的时段进行. 如按季度计算, 然后再汇总得到全年的结果; 如能掌握每一水利分区的农业用水量, 就可以不做农业用水与耕地面积成比例的假定, 计算成果可以更精确一些. 当然, 对计算精度的要求应与规划阶段的要求相适应.

3 规划条件下的推广应用

以上是对现状某一特定年份的来水、用水、水污染和供水工程条件进行分质水资源量的供需平衡分析, 水资源规划要求考虑的条件要复杂一些.

对基准年水资源的供需平衡, 要考虑某一选定基准年的用水和供水工程条件, 但来水条件却要考虑不同的频率(往往采用典型年法, 以一种典型年代表一种频率). 在基准年选定后, 其用水和供水工程条件是已知的, 但由于来水条件要考虑多种典型年, 不同典型年的流域水体污染情况就需要预测, 根据预测的水质才能判断不同用途取水地点的水质是否符合要求.

对于各规划水平年, 条件就要更复杂, 不仅要考虑多种典型年的来水条件, 而且用水、供水工程条件和水污染及其防治的效果也随不同的规划水平年变化, 流域内的水质情况也要相应起变化, 不同条件下水质预测的工作量将更大.

由此可见, 将以上分质水资源量推广应用于规划的主要问题在于对水质情况的预测, 根据目前的技术水平, 对于某些水质指标可以运用水量水质模型进行预测, 但对于不同来水条件下模型参数的率定和成果精度的控制仍有相当难度. 初步看来, 一般可以不必对基准年、各规划水平年以及各种来水条件(典型年)都做这种分析, 而可以根据流域的具体情况适当加以简化.

4 结 语

分质水资源量的供需平衡分析是水资源规划和水资源优化配置中的新课题, 至今研究的成果很少. 本文为流域现状用水的分质水资源供需平衡提供了分析思路和估算方法. 在考虑来水条件采用典型年法的情况下, 结合运用水量水质模型对流域水质情况进行预测, 本文提出的方法可供水资源规划采用或参考.

(收稿日期: 2002-12-03 编辑: 傅伟群)