

水环境容量的测算方法

司全印¹, 高 榕²

(1. 陕西省环境保护局, 陕西 西安 710004; 2. 西安建筑科技大学, 陕西 西安 710055)

摘要 提出了按照自产水资源估算各地水环境容量的方法, 计算了不同设计流量下, 陕西省两种主要污染物 COD、NH₃-N 的水环境容量。

关键词 水环境容量; 容量计算; 稀释容量; 自净容量

中图分类号: TV213 文献标识码: A 文章编号: 1004-693X(2006)06-0041-02

Calculation of water environmental capacity

SI Quan-yin¹, GAO Rong²

(1. Shaanxi Environmental Protection Administration, Xi'an 710004, China; 2. Xi'an University of Architecture and Technology; Xi'an 710055, China)

Abstract A method for the calculation of water environmental capacity according to water resources produced by different regions has been put forward. By using this method, water environmental capacities for two major pollutants in Shaanxi Province have been calculated under different design flowrates.

Key words water environmental capacity; capacity calculation; dilution capacity; self-purification capacity

1 对水环境容量的基本认识

水环境容量指设定河段满足一定水质要求的天然消纳某种污染物的能力。水环境容量包括稀释容量和自净容量。

水环境容量是客观存在的。因此, 它与现状排放无关, 只与水量和自净能力有关, 这样就使水环境容量的计算问题得到了简化。水环境容量是一种资源, 它也应该和使用功能无关。使用功能是人为的设定, 功能区的设定和水环境容量分配有关, 与水环境容量计算无关。这样就可以使用统一的水质标准计算水环境容量, 既方便比较, 又坚持了公平和公正性, 也避免了有水资源而无水环境容量(水质标准为 I 类和 II 类的水体)的矛盾现象。设定功能引起的水环境容量的改变是对资源的重新分配。低功能区的高环境容量, 所多利用的环境容量等于高功能区环境容量的减少。按照公正性原则, 高功能区(低容量区)应当得到补偿^[1]。

2 水环境容量的计算方法

2.1 按照自产水资源量计算水环境容量的方法

a. 稀释容量^[2]:

$$M_1 = Q_{1j} \alpha (C_i - C_{i0}) / 100$$

式中: C_i 为污染物 i 的环境标准值, mg/L (建议统一取 III 类水质标准); C_{i0} 为污染物 i 的环境背景值, mg/L (建议 COD 一律按照 10 计); M_1 为污染物 i 的环境稀释容量, 万 t/a; Q_{1j} 为 j 段控制单元自产水资源量, 亿 m³/a。

b. 自净容量^[3]:

$$M_2 = 0.5 \eta M_{1j} [1 - \exp(-K_i X_j / U_j)]$$

式中: K_i 为污染物 i 的综合降解系数, 1/d (建议流速 0.5 m/s 时取 0.2, 流速 0.2 m/s 时取 0.15); X_j 为控制河段 j 的河长, km; U_j 为控制河段 j 的河流流速, km/d; η 为控制河段 j 内自净容量的利用率, η 取值 0~1。

2.2 自净容量计算河段长度

自净容量是除稀释容量外附加的污染物排放量。当稀释容量用足时,自净容量附加的污染物排放量会导致自净容量计算断面之前的河段出现超标现象。且计算河段越长,自净容量越大,超标率越大。

计算表明:采用国家环境保护总局推荐的自净系数 0.2(1/d),河流流速取 0.5 m/s 时,假定在 100 km 河段内,自产水资源量为 1 万 m³,稀释容量(以 COD 计)为 1000 kg 时,按照 20 km、25 km、33 km、50 km、100 km 5 种河段长度和自净容量利用率 100% 与 70% 的情况,分别计算了其自净容量值,见表 1。当计算河段为 100 km,自净容量利用率为 100% 时,自净容量约为稀释容量的 18% 左右,这意味着 50% 河段超标,最大超标率为 18%。如果自净容量利用率为 70% 时,自净容量约为稀释容量的 13%,这意味着 35% 河段超标,最大超标率为 13%。

表 1 不同河段长度的自净容量

计算河段长/km	100% 利用率		70% 利用率	
	自净容量/kg	最大超标率/%	自净容量/kg	最大超标率/%
100	185.5	18.5	129.7	13.0
50	103.3	10.3	72.3	7.2
33	71.5	7.1	50.1	5.0
25	54.6	5.5	38.3	3.8
20	44.2	4.4	31.0	3.1

如果参照水质监测的容许误差(5%),即超标河段的最大超标率不大于 5%,则自净容量利用率为 100% 时,自净容量的计算河长一般不宜超过 20 km。自净容量利用率为 70% 时,自净容量的计算河长一般不宜超过 30 km。

3 计算示例

3.1 背景值设定

背景值选择国家地表水环境质量的Ⅰ类或Ⅱ类水质标准值。理由是Ⅰ类和Ⅱ类水质基本属于未污染的天然状态。COD 质量浓度为 10 mg/L, NH₃-N 质量浓度为 0.15 mg/L。

3.2 水质标准选取

水质标准采用国家地表水环境质量的Ⅲ类水质标准值。理由为:①容量是一种资源和财富,是交易的基础,因此必须统一,否则有失公允;②便于全省或者全国的比较,因为功能区是不断调整的,且划分并无统一的规范,有较大的随意性;③如果按照功能区计算环境容量,则低功能区可以获得较大的容量,即较大的发展空间。为了本地区的经济发展,这将导致各地区将环境高功能区向低功能区调整的趋势,最终将导致整体环境质量下降。所以,环境容量宜以统一的Ⅲ类水质标准计算为宜。

3.3 自净系数选取

降解系数 K_{COD} 取 0.2 (对应的流速为 0.5 m/s); 降解系数 $K_{\text{NH}_3\text{-N}}$ 取 0.1 (对应的流速为 0.5 m/s)。

3.4 流速确定

汉江的非汛期流速为 0.35 ~ 0.65 m/s。故陕南地区河流的流速选择 0.5 m/s, 陕北和关中地区的非汛期流速更小,选择流速为 0.2 m/s。当流速为 0.2 m/s 时,对应的 K_{COD} 为 0.15 和 $K_{\text{NH}_3\text{-N}}$ 为 0.75。

3.5 设计水量

按照保证率 P 为 95% 的最枯月流量对陕西省的河流进行了水环境容量的计算,数值结果畸小。分析其原因,是 P 为 95% 的最枯月流量畸小。如汉江陕西省段多年平均流量 256 亿 m³,但是按照 P 为 95% 的最枯月流量折合的年径流量仅 15 亿 m³,占汉江多年平均流量的 6%,月径流量仅占年径流量的 0.5%,是正常情况的 1/4。这和 20 世纪 90 年代北半球中纬度地区全球性降雨畸缺有关。该流量既是 P 为 95% 最枯月流量,也是 P 为 99% 的最枯月流量,甚至更高。因为它是一个极端值,历史上的最小值。基于这一原因,用它计算水环境容量,不具有统计性和代表性。考虑陕西省河流的特点,同时计算了 P 为 95% 的保证率下枯水期平均流量的水环境容量,以及 P 为 75% 的最枯月流量和枯水期平均流量的水环境容量,并且以该值为环境管理之依据。

3.6 非点源的估计

陕西省属于我国北方半湿润半干旱地区,其中陕北属于干旱地区,陕南属于湿润地区。陕南地区将适当考虑非点源的影响,而关中及陕北地区不考虑非点源的影响。理由如下:关中及陕北地区降雨次数很少,主要集中在秋季汛期。监测证明:当汛期来临时,水量很大,但是水中污染物的浓度却很小。另外,分水期的统计结果也表明,水质按照枯水期、平水期、丰水期依次改善。说明陕西省河流水质主要受点源影响。不降雨或降雨量较小时,非点源根本无法影响河流水质。另外背景值本身就是对一般非点源影响的一种考虑。

3.7 主要河流径流量

主要河流的水文资料均来自水利部门。个别水文资料不全的河流,则由水资源方面的专业人员,按照规范的方法进行估算和插补。陕西省主要河流径流量见表 2。

3.8 水环境容量的计算结果

分别按照 P 为 95%、75% 的最枯月设计水量和保证率下典型年枯水期平均设计水量,对陕西省主要河段Ⅲ类水质目标, COD 和 NH₃-N 两种主要污染物的水环境容量进行了计算,见表 3。

(下转第 67 页)

3 结 论

a. 液可清微生物制剂可以很快去除污染水体的臭味,在较短的时间内加强污染水体的自净能力,并且使水体的耐冲击能力提高,对恢复水体的生态功能具有较好的效果。

b. 虽然液可清对污染物的去除效率没有达到理想的要求,但是在有机物质浓度较低的情况下,液可清细菌仍能发生作用,并且使造成富营养化的氮、磷浓度得到降低,这对治理湖泊、水库的富营养化还是有一定价值的。

参考文献：

- [1] 马放 杨基先 金文标. 环境生物制剂的开发与应用 [M]. 北京: 化学工业出版社 2003.9-31.
- [2] 沈德中. 污染环境的生物修复 [M]. 北京: 化学工业出版社 2002.12-26.
- [3] 庞金刘 杨宗政 曹式芳. 微生物试剂在城市湖泊水体生物修复中的作用 [J]. 环境污染与防治, 2003, 25(5): 301-303.

(收稿日期 2005-04-13 编辑 舒 建)

(上接第 42 页)

表 2 陕西省主要河流径流量

河流	流域面积/ km ²	年径流量/亿 m ³			河流	流域面积/ km ²	年径流量/亿 m ³		
		多年平均	P = 75%	P = 95%			多年平均	P = 75%	P = 95%
窟野河	8706	6.76	5.07	3.58	居 水	1083	0.65	0.47	0.33
秃尾河	3294	2.30	1.55	1.10	渭 河	33262	70.24	50.76	34.47
葭芦河	1134	0.75	0.51	0.36	泾 河	9391	20.13	15.43	11.24
无定河	21859	15.29	12.69	10.70	北洛河	24455	9.97	7.82	5.78
清涧河	4080	1.88	1.26	0.88	伊洛河	3064	7.50	4.47	2.66
延 河	7687	2.92	2.29	1.70	嘉陵江	9930	94.33	66.15	43.79
云岩河	1785	0.46	0.32	0.23	汉 江	54783	275.19	202.20	129.40
仕望河	2356	1.00	0.67	0.47	丹 江	7551	17.06	10.37	6.30

表 3 陕西省水环境容量

万 t/a

地区	最枯月流量				枯水期平均流量			
	P = 95%		P = 75%		P = 95%		P = 75%	
	COD	NH ₃ -N	COD	NH ₃ -N	COD	NH ₃ -N	COD	NH ₃ -N
全省	8.045	0.644	12.023	0.962	13.352	1.068	20.349	1.628
关中	2.373	0.190	3.547	0.284	3.939	0.315	6.003	0.480
西安	0.732	0.059	1.093	0.087	1.214	0.097	1.850	0.148
铜川	0.066	0.005	0.099	0.008	0.110	0.009	0.167	0.013
宝鸡	1.153	0.092	1.724	0.138	1.914	0.153	2.917	0.233
咸阳	0.162	0.013	0.242	0.019	0.268	0.021	0.409	0.033
渭南	0.251	0.020	0.375	0.030	0.416	0.033	0.635	0.051
陕南	4.746	0.380	7.093	0.567	7.878	0.630	12.006	0.960
汉中	2.344	0.188	0.503	0.280	3.890	0.311	5.929	0.474
安康	1.642	0.131	2.455	0.196	2.726	0.218	4.154	0.332
商洛	0.768	0.061	1.148	0.092	1.275	0.102	1.943	0.155
陕北	0.925	0.074	1.383	0.111	1.536	0.123	2.340	0.187
延安	0.330	0.026	0.494	0.040	0.549	0.044	0.836	0.067
榆林	0.595	0.048	0.889	0.071	0.987	0.079	1.504	0.120

参考文献：

- [1] 国家环保局. 环境背景值和环境容量研究 [M]. 北京: 科学出版社 2001: 1-23.

- [2] 傅国伟. 河流水质数学模型 [M]. 北京: 中国环境科学出版社 2002: 24-36.

- [3] 张永良 刘培哲. 水环境容量综合手册 [M]. 北京: 清华大学出版社 2001: 51-62.

(收稿日期 2005-03-30 编辑 舒 建)