

DOI :10.3969/j.issn.1004-6933.2011.04.002

河流纳污能力计算方法比较

路 雨,苏保林

(北京师范大学水科学研究院,北京 100875)

摘要 在一定水文设计条件和水质目标前提下,根据一维河流水质模型理论,探讨基于不同排污口位置、不同控制断面设定、不同稀释容量分配情景下的河流纳污能力计算方法,比较其结果的差异性。以温州市飞云江河段为例,分析不同计算方法对河流纳污能力计算结果的影响,提出各种方法的优缺点及适用性,为河流纳污能力研究提供技术依据。

关键词 排污口概化;纳污能力;控制断面;稀释容量分配;系数分配法

中图分类号 X26 **文献标识码** A **文章编号** 1004-6933(2011)04-0005-05

Comparison of water environment capacity calculation methods for a river system

LU Yu, SU Bao-lin

(College of Water Sciences, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

Abstract: Based on the hydrological conditions, water quality targets, and one-dimensional water quality modeling theory, different water environment capacity calculation methods for a river system were examined by considering different sewage outlet positions, selections of control cross-sections, and allocations of dilution capacity. Through a case study of the Feiyunjiang River in Wenzhou City, the influences of the different calculation methods on the calculated results of water environment capacity were analyzed, and the advantages, disadvantages, and applicability of these methods were compared. This provides the technical basis for calculation of water environment capacity in river systems.

Key words: generalization of sewage outlets; water environment capacity; control cross-section; allocation of dilution capacity; coefficient allocation method

1 研究概况

水域纳污能力是指在设计水文条件下,某种污染物在满足水功能区水质目标情况下能容纳的该种污染物的最大数量^[1]。河流纳污能力随规划设计目标的变化而变化,反映了特定水体污染物排放量与水质保护目标之间的动态输入响应关系。其大小与水体特征、水质目标及污染物特性等有关,在实际计算中受污染源概化、设计流量和流速、上游污染物浓度、污染物综合降解系数等设计条件和参数的影响。李红亮等^[2]分析了水域纳污能力影响因素,并列出了几种河流水质模型。劳国民^[3]分析了污染源概化

方式对水体纳污能力计算的影响,并比较了这种影响与来水保证率和综合衰减系数之间的关系,王彦红^[4]对水体纳污能力的影响参数进行了敏感性分析,张文志^[5]对一维水质模型中污染源概化、设计流量和流速、上游本底浓度等设计条件和参数对结果的影响进行了分析,并讨论如何确定设计条件和参数,阎非等^[6]提出了排污口权重法来计算河流纳污能力,为河流综合管理提供新的思路。周孝德等^[7]提出了针对控制断面的段首控制法、段尾控制法和功能区段尾控制法,并分析比较了其优缺点。

1.1 一维水质模型

对于污染物在河流横断面上均匀混合的中、小

基金项目:国家“十一五”科技重大专项水体污染控制与治理项目(2009ZX07526-005)

作者简介:路雨(1985—),男,北京人,硕士研究生,主要研究方向为水环境模拟和污染控制。E-mail: holmesly@126.com

通讯作者:苏保林,男,副教授。E-mail: subl@bnu.edu.cn

型河段,可采用河流一维水质模型计算纳污能力,其计算公式为:

$$\rho_x = \rho_0 \exp\left(-K \frac{x}{u}\right) \quad (1)$$

式中: ρ_x 为流经 x 距离后的污染物质量浓度, mg/L ; ρ_0 为计算河段上游断面来水的污染物质量浓度, mg/L ; x 为沿河段的纵向距离, m ; u 为设计流量下的断面平均流速, m/s ; K 为污染物综合衰减系数, s^{-1} 。

1.2 纳污能力计算的影响因素及存在问题

影响纳污能力的因素有很多,主要包括水域特征、污染物的降解特性以及排放方式等方面。水域特征主要包括流速、流量等设计水文条件。由于各河段上水动力条件和污染源的分布不同,各河段的纳污能力有很大差异。河流纳污能力与污染物的排放位置及排放方式有关,限定的排放方式是确定河流纳污能力的一个重要确定因素^[8]。从管理角度上考虑,水域特征和污染物降解特性较难进行人为规划,但稀释容量在各个河段的空间分配及污染物排放方式则可以通过规划得到合理设置。目前,在河流纳污能力计算中对于污染物排放方式如何选取、水质目标如何合理分配,以及管理者如何设定控制断面上均存在不同考虑,从而导致不同的研究者使用同样数据却得到不同的纳污能力计算结果。笔者针对污染物的排放方式、控制断面位置选择及稀释容量的合理分配分别进行比较研究,以更好地解决河流纳污能力计算上所面临的有关问题。

2 排污口概化

通常情况下,对同一个水功能区划相应的河段而言,污染物排放口不规则地分布于河流的不同断面,功能区控制断面的平均浓度将由所有排污口污染源在控制断面产生的浓度叠加得到^[9],因此各污染源排污口位置的概化对控制断面浓度有很大影响。目前污染源排污口概化一般有3种方法:中点概化、均匀概化及排污口重心概化。

2.1 中点概化

中点概化法即认为计算河段内的多个排污口概化为一个集中排污口,将此概化排污口置于河段的中点处,该点源的实际自净长度为河段长度的一半,其概化示意图见图1所示。

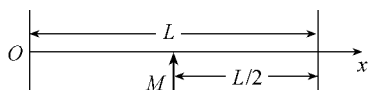


图1 集中排放河段排污口概化示意图

中点概化河段纳污能力的计算公式为:

$$M = \rho_s Q \exp\left(K \frac{L}{2u}\right) - \rho_0 Q \exp\left(-K \frac{L}{2u}\right) \quad (2)$$

式中: M 为污染物纳污能力, g/s ; ρ_s 为下游断面水质目标质量浓度, mg/L ; L 为计算河段的长度, m ; Q 为河段设计流量, m^3/s 。式中其他参数意义与公式(1)相同。

如果计算功能区河段过长,则需要把功能区河段分成若干个计算河段,在每一个细分的计算河段应用公式(2)来计算纳污能力,然后再相加得到整个功能区河段的纳污能力,这样的概化处理更符合实际。

2.2 均匀概化

均匀概化法即认为将计算河段内的多个排污口均匀地概化在河段内,实现污染物在河段内均匀分布,其概化示意图见图2。

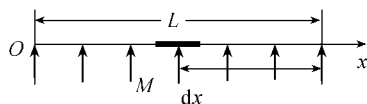


图2 均匀排放河段排污口概化示意图

在河段内选择一微小河段 dx , 其位置距河段段首距离为 x , 则此微段污染物输运至 $x = L$ 处的剩余质量为 dm , 上游各微段质量降解到 $x = L$ 断面处的总质量迭加设为 m , 则

$$dm = \frac{m}{L} \exp\left(-K \frac{L-x}{u}\right) dx \quad (3)$$

$$m = \int_0^L dm = M \frac{u}{KL} \left[1 - \exp\left(-K \frac{L}{u}\right)\right] \quad (4)$$

均匀概化河段纳污能力的计算公式为^[3]:

$$M = \frac{QKL}{u} \frac{\rho_s - \rho_0 \exp\left(-K \frac{L}{u}\right)}{1 - \exp\left(-K \frac{L}{u}\right)} \quad (5)$$

式中参数意义与公式(1)(2)相同。

2.3 排污口重心概化

排污口重心概化法是保持现有排污口的格局不变,计算现有排污口位置情况下的纳污能力。即认为同一功能区内的污染源排污口在功能区内排污口的重心断面排放,概化示意图见图3所示。

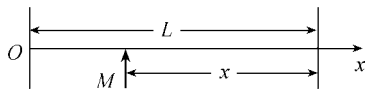


图3 排污口重心排放河段排污口概化示意图
其重心计算公式为^[10]:

$$X = \frac{(m_1 x_1 + m_2 x_2 + \dots + m_i x_i + \dots + m_n x_n)}{(m_1 + m_2 + \dots + m_i + \dots + m_n)} \quad (6)$$

式中: x 为概化的排污口到计算河段下断面距离, m ; m_i 为第 i 个排污口 ($i = 1, 2, \dots, n$) 排污量, g/s ; x_i 为第 i 个排污口 ($i = 1, 2, \dots, n$) 到计算河段下断面

的距离 μ_0 。

排污口重心概化河段纳污能力的计算公式为：

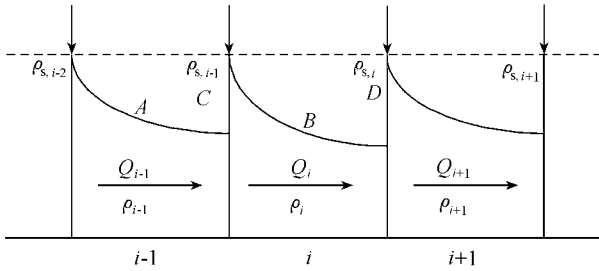
$$M = \left(\rho_s - \rho_0 \exp(-K \frac{L}{u}) \right) Q \exp(K \frac{X}{u}) \quad (7)$$

式中参数意义与公式(1)(2)(6)相同。

3 控制断面位置选择

3.1 段首控制

段首控制就是控制计算河段段首处的水质达到计算河段的要求,那么由于有机物的降解,则在该段内的水质处处达标。段首控制严格控制了计算河段的水质不超标,从水环境管理来说要求最严。其概化示意图4所示^[7]。



注:A—第*i*-1段浓度衰减曲线;B—第*i*段浓度衰减曲线;C—第*i*-1个计算河段段首降解到段末处的质量浓度差值,mg/L;D—第*i*个计算河段段首降解到段末处的质量浓度差值,mg/L; ρ_i —来水衰减到第*i*个断面处的质量浓度,mg/L; Q_i —混合后干流量, m^3/s 。

图4 段首控制纳污能力计算示意图

第*i*段计算河段的纳污能力为：

$$M_i = \rho_i Q_i = \left[\rho_{s,i-1} - \rho_i \exp\left(-K_i \frac{L_i}{u_i}\right) \right] Q_i \quad (8)$$

式中: M_i 为第*i*个计算河段的纳污能力,g/s; ρ_i 为第*i*个计算河段的质量浓度; Q_i 为第*i*个计算河段的设计流量, m^3/s ; $\rho_{s,i}$ 为第*i*个计算河段的水质标准,mg/L; $\rho_{i,0}$ 为第*i*个计算河段的上游来水污染物浓度,mg/L; K_i 为第*i*个计算河段降解系数,1/s; L_i 为第*i*个计算河段长度,m; u_i 为第*i*个计算河段平均流速,m/s。

3.2 段尾控制

段尾控制就是控制计算河段段尾处的水质达到计算河段的要求,在段尾控制计算中,计算河段全段水质低于水质要求,即计算河段100%超标。其概化示意图5所示^[7]。

图5中参数意义与图4相同,第*i*段计算河段的纳污能力为：

$$M_i = \left[\rho_{s,i} \exp\left(K_i \frac{L_i}{u_i}\right) - \rho_{i,0} \right] Q_i \quad (9)$$

3.3 段中控制

段中控制就是根据环境管理要求,在计算河段

设定水质控制断面,控制达标河段长度。在计算河段控制断面到上游起始断面内的水质是超标的,而计算河段水质控制断面以下到计算河段末端水质处处达标。其概化示意图6所示。

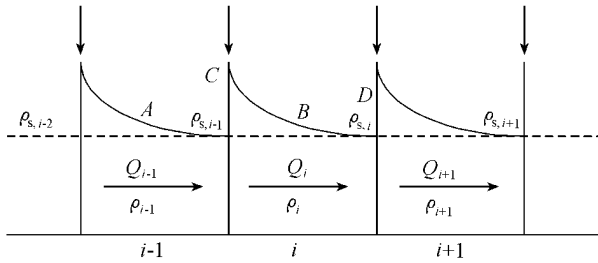


图5 段尾控制纳污能力计算示意图

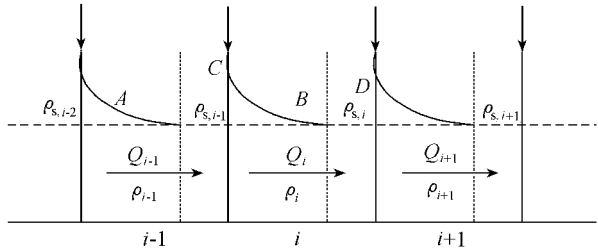


图6 段中控制纳污能力计算示意图

图6中参数意义与图4相同,第*i*段计算河段的纳污能力为：

$$M_i = \left[\rho_{s,i} \exp\left(K_i \frac{L_i(1 - \rho_i)}{u_i}\right) - \rho_{i,0} \right] Q_i \quad (10)$$

式中: ρ_i 为第*i*河段的水质达标率,即达标河段长度所占百分率。

4 稀释容量分配

水环境容量包括稀释容量和自净容量两个部分,其中功能区的稀释容量如何合理分配对纳污能力的计算有很大影响。例如,在计算功能区内的计算河段时,通常将稀释容量全部用在第1个计算河段内,使得下游计算河段内无稀释容量,这并不符合实际情况。本文列举均匀分配法和系数分配法两种方法来对水质目标进行分配。

4.1 均匀分配法

均匀分配法是在满足每个水功能区达标的情况下,将功能区河段内段首水功能区的水质目标到段尾水功能区的水质目标的总差值,均匀地分配到段首到段尾中间的各个计算河段内,作为各个计算河段的稀释容量计算值。其概化示意图见图7所示。

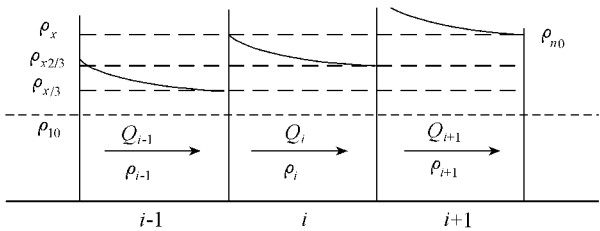
其计算公式为：

$$\rho'_{xi} = \rho_{xi} + \bar{\rho}_{xi} \quad (11)$$

$$\bar{\rho}_{xi} = \frac{\rho_{n0} - \rho_{10}}{n - 1} \quad (12)$$

式中: ρ'_{xi} 为第*i*个水功能区修订后的稀释容量值,

mg/L; ρ_{xi} 为第 i 个水功能区初始稀释容量值, mg/L; $\bar{\rho}_{xi}$ 为第 i 个水功能区稀释容量的分配值, mg/L。



注: ρ_x —功能区内的稀释容量($\rho_x = \rho_{n0} - \rho_{10}$) mg/L; ρ_{n0} —功能区河段水质目标值, mg/L; ρ_{10} —功能区河段上游河段水质目标值, mg/L。

图7 均匀分配法纳污能力计算示意图

均匀分配法简单易行,能在一定程度上做到兼顾上下游,使水质目标分配较为公平合理,便于管理,但对于不同地区实际情况的不同则可能会出现分配不合适的情况。因此,根据实际情况对水质目标进行分配,下面提出系数分配法。

4.2 系数分配法

系数分配法是根据不同水功能区的实际情况,将河流所计算的功能区河段内段首功能区的水质目标到段尾功能区的水质目标的总差值,根据稀释容量分配系数分配到各个计算河段内,作为各个计算河段的稀释容量值。稀释容量分配系数是综合考虑污染物现状排放量、经济发展、规划条件下根据上下游分配关系等因素得到的,其概化示意图见图8所示。

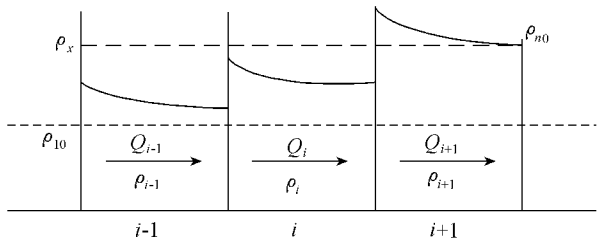


图8 系数分配法纳污能力计算示意图

图8中参数意义与图4及图7相同,其计算公式为:

$$\rho'_{xi} = \rho_{xi} + \bar{\rho}_{xi} \tag{13}$$

$$\bar{\rho}_{xi} = (\rho_{n0} - \rho_{10}) \epsilon_i \tag{14}$$

$$\epsilon_i = \sum_{j=1}^3 \alpha_{ij} \sigma_{ij} \tag{15}$$

式中: ϵ_i 为第 i 段河段的稀释容量分配系数; α_{ij} 含 α_{i1} α_{i2} α_{i3} , 分别指第 i 段河段的污染物现状排放量、GDP、规划条件下上下游分配关系所占比例; σ_{ij} 含 σ_{i1} σ_{i2} σ_{i3} , 分别指第 i 段河段的污染物现状排放量、GDP、规划条件下上下游分配关系的权重。

α 指的是功能区中某一河段的某种因子占该功能区总河段对应因子的比例,其确定是根据各河段内的实际数据得到,现状排放量、GDP、规划条件下上下游分配关系的公式分别如式(15)所示。 σ 指的

是某一河段内排污量、GDP、规划条件下上下游分配关系对分配系数的影响程度各自所占的比例。权重系数确定的合理性,会对分配系数有很大影响。本文选用熵值法^[11]来确定权重系数。

5 案例分析与比较

5.1 研究范围

飞云江位于温州市内,干流全长 203 km,是浙江省第 4 大河,温州市第 2 大河,水质目标以 II、III 类为主。本文以该段河段 COD、NH₃-N 纳污能力计算为例,分析采用一维水质模型计算纳污能力过程中不同排污口概化、不同控制断面选择、不同稀释容量分配对计算结果的影响,并讨论稀释容量分配的确 定方法,以提高计算结果的准确性和合理性。其研究范围见图 9 所示。

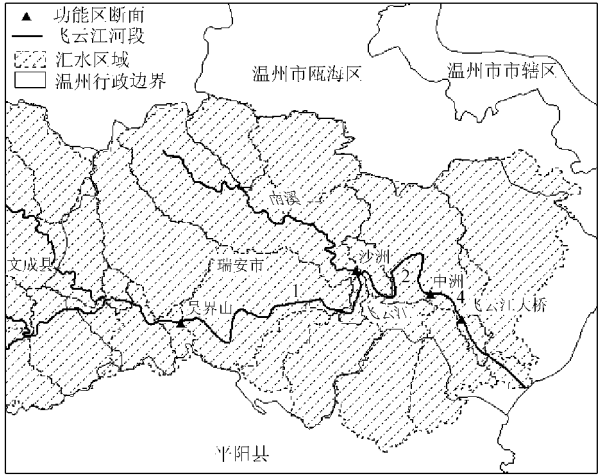


图9 研究范围水系图

5.2 计算参数的设定

根据水域纳污能力计算规程,采用近 10 年 90% 保证率最枯月平均流量作为各功能区河段的设计流量。对于有水文站的计算河段,可根据实测流量、流速数据拟合出流速~流量关系曲线,再根据曲线求出对应设计流量下的平均流速。对于无水文站的计算河段,设计流速一般可通过实测得到。笔者参考文献^[10]建议的数据:上游山区流速采用 0.5 m/s,中游及支流地区河段采用 0.4 m/s。河道中污染物降解系数取 $K_{\text{COD}} = 0.18/\text{d}$, $K_{\text{NH}_3\text{-N}} = 0.08/\text{d}$ 。各功能区的基本情况见表 1 所示,各功能区污染物现状排放量见表 2 所示。

表1 飞云江河段各功能区基本情况

功能区	水质	目标值/(mg·L ⁻¹)		功能区长度/km
		$\rho(\text{COD})$	$\rho(\text{NH}_3\text{-N})$	
1	II	15	0.5	29.5
2	III	20	1	17.4
3	III	20	1	5.0

表 2 飞云江河段各功能区污染物实际排放量				
功能区	排污口	排污口距功能区 下断面距离/km	COD 排放 量/(g·s ⁻¹)	NH ₃ -N 排放 量/(g·s ⁻¹)
1	1	23.8	0.262	0.065
	2	20.8	0.183	0.039
	3	10.2	0.413	0.006
	4	6.2	0.029	0.000
	5	5.0	0.220	0.000
	总量	—	1.107	0.11
2	1	17.0	0.361	0.000
	2	13.9	0.008	0.000
	3	13.4	1.403	0.075
	4	12.6	1.667	0.023
	5	8.4	1.180	0.026
	6	6.0	0.004	0.000
	7	2.8	0.436	0.015
	8	0.0	5.185	0.047
	总量	—	10.244	0.186
3	1	3.2	0.086	0.000
	2	1.8	2.032	0.009
	3	0.3	0.016	0.000
	总量	—	2.134	0.009

5.3 计算结果及分析

5.3.1 不同排污口概化

水质目标为功能区规划水质目标值 ,控制断面为段尾控制 ,分别比较中点概化、均匀概化、排污口重心概化的 COD 和 NH₃-N 情况 ,结果见表 3 所示。

表 3 不同排污口概化的纳污能力比较 t/a						
功能区	COD			NH ₃ -N		
	中点概化	均匀概化	排污口重心概化	中点概化	均匀概化	排污口重心概化
1	6098.8	6094.9	6080.4	461.0	460.9	467.1
2	1851.3	1850.7	1821.4	41.1	41.1	41.1
3	564.2	564.2	562.2	12.5	12.5	12.5
总量	8514.3	8509.8	8464.0	514.6	514.5	520.7

由表 3 可以看出 ,排污口概化在中点与排污口均匀概化得到的纳污能力结果相差不大 ,随着功能区长度的增加 ,中点概化与均匀概化的计算结果差距加大 ,但差异性不是十分明显 ,均匀概化计算结果略小于中点概化 ,在实际计算时两种方法可以看作等效。对于排污口重心概化 ,较短功能区河段与前两种概化的差异性不是十分明显 ,说明在小流域功能区内 3 种方法可以看作等效。对于较长的功能区河段(如河段 1) ,3 种概化方法得到的计算结果则有较大差异。一般认为 ,对于较长的功能区河段 ,应根据排污口分布和主要排污口位置考虑是否细分计算河段或采用排污口重心概化的方法 ,而对于实际排污口位置和排放量在河段长度上(包括左右岸)分布较为均匀的功能区河段 ,可考虑采用均匀概化的方法 ,中点概化方法计算较为简单 ,一般适用于长度较短的功能区河段。对排污口信息不全的功能区河段 ,纳污能力计算也可简单地采用中点概化方法。

5.3.2 不同控制断面位置设定

在水质目标为功能区规划水质目标值 ,排污口

概化为中点概化 ,分别比较控制断面位置在段首控制、段尾控制、段中 60%控制的 COD 和 NH₃-N 情况 ,结果见表 4 所示。

表 4 不同控制断面位置的纳污能力比较 t/a						
功能区	COD			NH ₃ -N		
	段首控制	段尾控制	段中 60%控制	段首控制	段尾控制	段中 60%控制
1	760.8	6098.8	5230.6	11.5	461.0	442.1
2	904.7	1851.3	1090.6	20.4	41.1	24.5
3	280.3	564.2	336.8	6.3	12.5	7.5
总量	1945.8	8514.3	6658	38.2	514.6	474.1

由表 4 可以看出 ,总量上 ,控制断面位置分设在段首、段中、段尾 ,其纳污能力依次增大。对于段首和段尾为相同水质目标的功能区 ,段首控制的纳污能力约为段尾控制纳污能力的 1/2 ,段中 60%控制的纳污能力约为段尾控制纳污能力的 60%。对于段首和段尾为不同水质目标的功能区控制断面 ,段首控制的纳污能力较段中控制、段尾控制有很大程度的降低 ,这是由于段首控制断面所满足的水质目标值与其他两种控制断面不同导致的。在实际管理过程中 ,可根据实际需要 ,调整控制断面的位置 ,以满足管理者的需要 :段首控制为河段满足经济发展最低纳污能力 ,段尾控制为河段最高纳污能力 ,段中控制可依据实际管理而制定。

5.3.3 不同稀释容量分配

针对 1 号功能区内各河段进行计算分析 ,将 1 号功能区根据长度 ,平均分为 4 个河段 ,每个河段间未分配前的段尾水质目标值为Ⅲ类 ,设定排污口概化为中点概化 ,控制断面设置为段尾控制 ,分别比较稀释容量未分配、均匀分配法和系数分配法的 COD 和 NH₃-N 情况 ,其中 ,现状排放量和 GDP 由实际资料获得 ,从规划角度上考虑 ,下游较上游需要更多的稀释容量分配 ,以预留未来规划量。根据飞云江地区实际情况 ,假设飞云江下游较上游多分配 10%的稀释容量 ,即规划条件下上下游分配关系设定为 110%。其计算结果见表 5 所示。

表 5 不同稀释容量分配的纳污能力比较 t/a						
河段	COD			NH ₃ -N		
	未分配	均匀分配法	系数分配法	未分配	均匀分配法	系数分配法
1	4717.4	1473.5	1296.2	434.7	113.0	94.0
2	523.0	1506.2	1314.7	11.6	114.5	94.3
3	523.0	1538.9	1739.6	11.6	115.9	137.8
4	523.0	1571.6	1718.8	11.6	117.4	133.6
总量	6286.3	6090.2	6069.2	469.5	460.8	459.8

由表 5 可以看出 ,总量上 ,未进行稀释容量分配后的纳污能力与进行稀释容量分配的纳污能力相比 较低 ,可见 ,进行稀释容量分配后可以更加接近实际管理。均匀分配法和系数分配法 (下转第 47 页)

分量最为强烈,其次为 10 a 周期分量和 5—6 a 周期分量。3 个周期分量震荡强度相差不大。

参考文献：

[1] 张利平. 华北地区陆气水循环时空演变规律研究[D]. 武汉: 武汉大学, 2005.

[2] 刘昌明, 郑红星. 黄河流域水循环要素变化趋势分析[J]. 自然资源学报, 2003, 18(2): 129-135.

[3] 徐利岗, 周宏飞, 梁川, 等. 中国北方荒漠区降水多时间尺度变异性研究[J]. 水利学报, 2009, 40(8): 1002-1011.

[4] 黄勇, 周志芳, 王锦国, 等. R/S 分析法在地下水动态分析中的应用[J]. 河海大学学报: 自然科学版, 2002, 30(1): 83-87.

[5] 顾世祥, 李远华, 何大明, 等. 近 45 年元江干热河谷灌溉需水的变化趋势分析[J]. 水利学报, 2007, 38(12): 1512-1518.

[6] 赵晶, 王乃昂. 近 50 年来兰州城市气候变化的 R/S 分析[J]. 干旱区地理, 2002, 25(1): 90-95.

[7] 王希娟, 唐红玉, 张景华. 近 40 年青海东部春季降水变化特征及小波分析[J]. 干旱地区农业研究, 2006, 24(3): 21-25.

[8] 付丛生, 陈建耀, 曾青松, 等. 滨海地区潮汐对地下水位

变化的统计学分析[J]. 水利学报, 2008, 39(12): 1365-1376.

[9] 董前进, 王先甲, 李匡, 等. 长江上游日径流变化的多时间尺度分析[J]. 武汉大学学报: 工学版, 2006, 39(4): 33-36.

[10] YUE S, PILON P, PHINNEY B, et al. Powerful of the Mann Kendall and Spearman's rho tests for detecting monotonic trends in hydrological series[J]. Journal of Hydrology, 2002, 259: 254-271.

[11] 何书元. 应用时间序列分析[M]. 北京: 北京大学出版社, 2004.

[12] MANDELBROT B B, WALLIS J R. Robustness of the rescaled ranged R/S in the measurement of noncyclic long-run statistical dependence[J]. Water Resource Research, 1969, 5(2): 321-340.

[13] MANDELBROT B B, WALLIS J R. Robustness of the rescaled ranged R/S in the measurement of noncyclic long-run statistical dependence[J]. Water Resource Research, 1969b, 5(5): 967-988.

[14] 张济世, 刘立昱, 程中山, 等. 统计水文学[M]. 郑州: 黄河水利出版社, 2006: 414-469.

(收稿日期 2010-10-08 编辑 徐娟)

(上接第 9 页)

相比较,总量上两者相差不大。对于功能区内不同河段,1 号、2 号、3 号、4 号河段的 COD 现状排放量比例约为 9:1:1:1,均匀分配法和系数分配法得到各河段对应的纳污能力比例分别为 1:1:1:1 和 1:1:1.3:1.3,可见系数分配法较均匀分配法更能符合功能区段的实际管理需求,使纳污能力在各功能区段得到最大限度的利用。

6 结 论

- a. 对于长度较短的河段,排污口中点概化与均匀概化在纳污能力计算时的差异性较小,对于长度较长的河段,排污口均匀概化较中点概化更接近实际纳污能力情况。
- b. 对于段首和段尾为相同水质目标的功能区,段首控制的纳污能力约为段尾控制纳污能力的 1/2,段中控制的达标率与其对应纳污能力占段尾控制纳污能力的比例一致,如段中 60% 控制的纳污能力占段尾控制纳污能力的 60%。对于段首和段尾为不同水质目标的功能区,段首控制的纳污能力较段中控制、段尾控制有很大程度的降低。
- c. 在进行稀释容量分配时,选取了均匀分配法和系数分配法进行分配计算,系数分配法考虑了现状排污量、GDP、规划条件下上下游分配关系等因素,对稀释容量进行分配计算,通过计算,对稀释容

量进行分配后比较未分配的情况,更能充分利用河流的纳污能力,系数分配法较均匀分配法得到的稀释容量更加符合实际管理需要。

参考文献：

[1] SL348—2006 水域纳污能力计算规程[S].

[2] 李红亮, 李文体. 水域纳污能力分析研究方法与应用[J]. 南水北调与水利科技, 2006(4): 58-60.

[3] 劳国民. 污染源概化对一维模型纳污能力计算的影响分析[J]. 浙江水利科技, 2009(5): 8-10.

[4] 王彦红. 水体纳污能力计算中各参数的分析与确定[J]. 山西水利科技, 2007(2): 55-57.

[5] 张文志. 采用一维水质模型计算河流纳污能力中设计条件和参数的影响分析[J]. 人民珠江, 2008(1): 19-20.

[6] 阎非, 苏保林, 贾海峰. 基于排污口权重的一维河流水环境容量计算[J]. 水资源保护, 2006, 22(2): 16-18.

[7] 周孝德, 郭瑾瑜, 程文, 等. 水环境容量计算方法研究[J]. 西安理工大学学报, 1999, 15(3): 1-6.

[8] 周美正. 不同流量下的皖河流域纳污能力研究[D]. 合肥: 合肥工业大学, 2006.

[9] 韩龙喜, 朱党生, 姚琪. 宽浅型河道纳污能力计算方法[J]. 河海大学学报: 自然科学版, 2001, 29(4): 72-75.

[10] 中国环境规划院. 全国水环境容量核定技术指南[R]. 北京: 中国环境规划院, 2003.

[11] 张先起, 刘慧卿. 基于熵权的灰色关联模型在水环境质量评价中的应用[J]. 水资源研究, 2006, 27(3): 17-19.

(收稿日期 2010-05-12 编辑 高渭文)