

# 基于多种水文学法分析大汶河干流生态基流

侯世文

(泰安市水文局, 山东 泰安 271000)

**摘要:**分析估算大汶河干流生态基流量是解决其生态环境恶化问题的基础。根据大汶口水文站历年径流资料,采用 Tennant 法、基流比例法等多种水文学法推求生态基流值,通过计算不同水平年的年际、年内不同水期和鱼类产卵育幼期生态基流量,在分析了各种方法应用区间和适用条件的基础上,综合考虑拦蓄引水工程和河道生态基流缺失等因素确定了大汶河干流生态基流。认为:基流量为 $1.1\sim 14.1\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ 能更好地代表该区域不同水期的河道生态需水,经分析其生态基流保障程度基本达到90%以上,说明本文采取的方法在计算代表北方季节性、雨洪型河流的生态基流时是合理、可行性的,并进一步提出了生态基流的保障措施。

**关键词:**分析;生态基流;大汶河;干流;保障程度

**中图分类号:**P32

**文献标识码:**A

**文章编号:**1000-0852(2015)06-0061-06

近年来,因受不断加剧的人类活动影响,大汶河流域社会经济与生态争水的问题日益凸显,无序引水造成河道生态环境逐渐恶化。主要表现在水资源的时空调配能力不足,上游拦蓄、引水工程造成下游河道径流难以满足基本生态需水,以及城市化和工业化造成水体污染较重等。生态基流对于维护河流生态系统平衡、促进水生态文明建设的可持续发展与安全具有重要的意义。分析估算大汶河的生态基流量,对其河道健康作进一步的研究是解决大汶河生态环境恶化问题的基础。随着国内专家学者对河流生态基流展开的研究,相继提出了各种生态需水计算方法,大致分为水文学法、水力学法、生境模拟法和整体分析法四种。参考已有的分析成果,选择现阶段比较普遍流行的 Tennant 法、基流比例法、最小月平均流量法、Texas 法等多种水文学方法,对大汶河干流生态基流进行分析估算,对比分析各种方法的适用性和不同水平年的生态基流及其保证程度,为促进大汶河流域水生态系统的恢复治理提供一定的科学依据。

## 1 研究区域概况

发源于沂蒙七十二崮之首—旋崮山北麓的大汶河,位于山东省中部的泰山南麓,是黄河在山东省境内

的唯一支流,古称汶水,主要流经莱芜、泰安两市,向西经东平湖注入黄河。本流域属季节性、山溪性河流,主要以大气降水为补给来源。流域内多年平均降雨量711mm,降水年际变化大、年内分配不均,主要集中在汛期(6~9月)约占全年降水量的75%,而汛期降水又多集中在几场暴雨内。径流量在年际、年内分配上变化剧烈、丰枯相差悬殊,7~8月占全年净流量的70%左右。汛期洪水暴涨暴落,容易形成水灾,枯水期径流量很小,甚至河川断流,多年平均年径流深由东部的250mm递减至西部的50mm。

大汶口水文站是大汶河干流控制站,设立于1954年,从1955~2013年共有59年的逐日流量系列资料。

## 2 生态基流计算

对于常年性河流生态基流应是随时空变化的连续数值,各时段间存在着紧密的内在联系。一些国内外学者也认为水生生物栖息地保护依赖于一个变化的流量,亦即维持生态系统健康所需的水量不是在一个特定的点上,而是在一定范围内变化。因此,为使生态基流更好地体现河流生物需水的年际、年内变化,可将长期径流系列划分为丰、平、枯等不同年型,将年内时段划分为丰、平、枯等不同水期,分别计算其生态

基流值。在河道内生物变化不大的情况下其生态基流：从年内来说，鱼类产卵育幼期(4~9月)处于河道内生物生长高峰期，所需水量比一般用水期(10月~翌年3月)要大，所以生态流量也应最大；从年际来讲，丰水年比枯水年占多年平均径流的比重应大，与占相应水平年的径流量值相比要小。

### 2.1 Tennant 法

Tennant 法也叫蒙大拿法，Tennant 通过分析河流多年天然平均流量百分比和河道内生态环境状况，建立了水生生物、河流景观、娱乐和河流流量之间的关系<sup>[1]</sup>，在考虑保护鱼类、野生动物和有关环境资源的流量状况下，按照平均流量的百分数来推荐河流基流。Tennant 法将河流流量状况分为 8 个等级，研究表明：多年平均径流量的 10% 是保持河流生态系统健康的最小流量，多年平均径流量的 30% 能为大多数水生生物提供较好的栖息条件。

该方法适用于流量比较大且水文资料系列长的河流，具有计算步骤简单、能快速确定数值的优点，但未考虑河流的宽度、水深、流速以及形状等水文参数，没有区分年际间差异，忽略了水生生物对环境的需求，对于流量较小的河流使用该方法有一定的局限。在大汶口站 59 年的系列资料中，按照 Tennant 法分别统计鱼类产卵育幼期(4~9月)和一般用水期(10月至翌年3月)的径流量平均值，并计算各自的生态基流。考虑到大汶河有限的水资源量，其生态基流量一般用水期取 10% ( $1.22\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ )、鱼类产卵育幼期取 30% ( $16.78\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ )，计算结果见表 1。

### 2.2 基流比例法

(1) 不同年型划分。将流量资料经代表性和一致性分析后进行频率计算，把符合一定保证率的径流量划

分为丰水年 ( $P=25\%$ )、平水年 ( $P=50\%$ )、枯水年 ( $P=75\%$ ) 及特枯年 ( $P=90\%$ )。

(2) 计算方法。确定某一年型的基流比例(如丰水年)并对其进行验证，按照各年型径流量间的比值，计算各年型的基流比例<sup>[2]</sup>。生态基流比例按如下公式计算：

$$T_{i+1} = T_i + u \times \frac{Q_i - Q_{i+1}}{Q_{i+1}} \times T_i \quad (1)$$

式中： $T_i$  为已知的断面第  $i$  年型的基流比例，%； $i=1, 2, 3, 4$ ，分别代表丰水年、平水年、枯水年和特枯年； $Q_i$  为断面第  $i$  年型的平均径流量， $\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ ； $Q_i > Q_{i+1}$ ， $\frac{Q_i - Q_{i+1}}{Q_{i+1}}$  为第  $i$  年型径流量比第  $i+1$  年型增加的比值； $u$  为比例削减系数，取 0.40。

各时段的生态基流为其基流比例与径流量的乘积，生态基流量计算见公式(2)。

$$S_i = Q_i \times T_i \quad (2)$$

式中： $S_i$  为断面第  $i$  时段的生态基流量， $\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ 。

(3) 年际-各年型生态基流计算。按照保证率法和不同年型的划分标准，经频率计算后确定不同保证率 ( $P=25\%$ 、 $50\%$ 、 $75\%$  和  $90\%$ ) 径流量值，大汶口站多年平均径流量为  $33.8\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ 。根据河道流量与河流生态健康关系推荐的数据，假定丰水年生态基流占其相应年型流量的 20%，计算后生态基流值为多年平均流量的 27%。依据上述计算方法分别计算年际-各年型的基流值，结果见表 2。

从表 2 中计算的数据可知，大汶口站河段从丰水年到特枯年的生态基流量为  $9.27\sim 3.33\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ ，占多年平均流量  $33.8\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$  的 27%~10%，符合 Tennant 法的推荐比例。为便于生态基流与年平均流量的比较将其点绘在同一张图上，见图 1 大汶河汶口段基流分析

表1 Tennant法生态基流计算表

Table1 The results of the Tennant ecological base flow calculation

生态系统 健康状况	一般用水期(10月~翌年3月)		鱼类产卵育幼期(4~9月)	
	占相应平均流量百分比/%	生态基流/ $\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$	占相应平均流量百分比/%	生态基流/ $\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$
最大	200	24.3	200	111.9
最佳流量	60~100	7.29~12.2	60~100	33.6~55.9
极好	40	4.86	60	33.6
非常好	30	3.65	50	28.0
好	20	2.43	40	22.4
开始退化	10	1.22	30	16.8
差或最小	10	1.22	10	5.59
极差	<10	0~1.22	<10	0~5.59
平均值		12.2		55.9

表2 年际-各年型生态基流计算表

Table2 Calculation of the interannual ecological base flow

项目	丰水年 P=25%	平水年 P=50%	枯水年 P=75%	特枯年 P=90%
各年型流量/ $m^3 \cdot s^{-1}$	46.3	26.6	13.6	6.53
比例倍数 $\alpha$		1.30	1.38	1.43
基流比例 $T_i / \%$	20	26	36	51
生态基流量 $S / m^3 \cdot s^{-1}$	9.27	6.92	4.90	3.33
占多年平均流量比例/ $\%$	27	20	14	10

图。从大汶河口站年均流量看,大部分都能满足表2中计算的生态基流值,只有5年次接近或不能满足。其中,20世纪80年代前25年出现过1次,之后的30多年出现过4次。

(4)年内-各水期不同时段生态基流计算。根据大

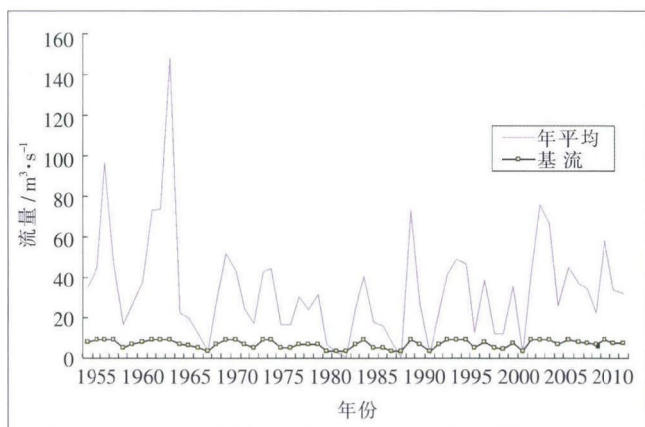


图1 大汶河汶河口段基流分析图(1955~2013年)

Fig.1 The analysis of the base flow in the Wenkou reach of the Dawenhe River (1955~2013年)

汶河口站历年各月多年平均流量,制作年内各月流量分布图,见图2。

从图中各月流量分布可以看出:1~5月平均流量最低,在5~10 $m^3 \cdot s^{-1}$ 之间,可以定为枯水期;6,10~12

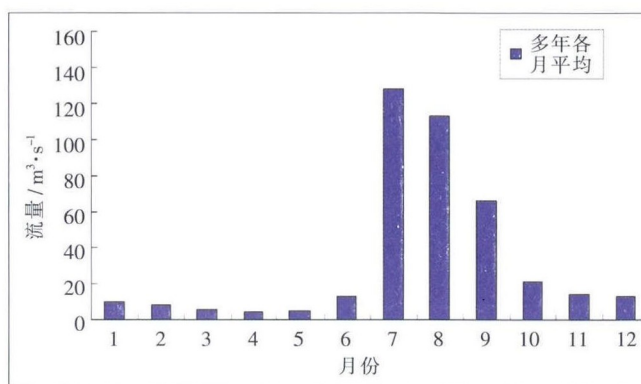


图2 大汶河口站(1955~2013)历年各月平均流量分布图

Fig.2 The distribution of the monthly flow at the Dawenkou station from 1955 to 2013

月在13~21 $m^3 \cdot s^{-1}$ 之间,为平水期;7~9月在66 $m^3 \cdot s^{-1}$ 以上,为丰水期;根据 Tennant 分析建立的河道流量与河流生态健康关系,按照前述介绍的计算公式和方法,分别对鱼类卵育幼期、一般用水期的不同水平年生态基流进行计算。为更直观地比较分析,将年际-各年型生态基流计算结果列在同一表内,见表3。

本方法将不同代表年型平均径流量之间的比值,通过模型计算确定各年型的基流比例,进而可推求各年型和年内不同水期的生态基流值。从表3计算结果可以看出,各年型及各水期计算的生态基流在不同水

表3 各年型及各水期的生态基流统计表

Table3 The statistics of the ecological base flow in the various years and water periods

年型及各时段划分	平均值 $/m^3 \cdot s^{-1}$	丰水年 P=25%		平水年 P=50%		枯水年 P=75%		特枯年 P=90%					
		代表值 $/m^3 \cdot s^{-1}$	生态基流 $/m^3 \cdot s^{-1}$	占该年型比例 $\%$	代表值 $/m^3 \cdot s^{-1}$	生态基流 $/m^3 \cdot s^{-1}$	占该年型比例 $\%$	代表值 $/m^3 \cdot s^{-1}$	生态基流 $/m^3 \cdot s^{-1}$	占该年型比例 $\%$			
年际-各年型	33.8	46.3	9.27	27%	26.6	6.92	20%	13.6	4.90	14%	6.53	3.33	10%
年内-丰水期 7~9月	102.6	141.5	28.3	28%	77.6	20.9	20%	37.1	14.1	14%	16.1	9.34	9%
年内-平水期 6,10~12月	15.4	21.3	4.26	28%	11.5	3.12	20%	5.39	2.05	13%	2.33	1.35	9%
年内-枯水期 1~5月	6.55	8.89	1.78	27%	5.34	1.44	22%	2.91	1.11	17%	1.50	0.84	13%
鱼类卵育幼期 4~9月	54.9	75.8	15.2	28%	41.6	11.2	20%	19.9	7.56	14%	8.77	5.09	9%
一般用水期 10~3月	12.2	16.8	3.35	28%	9.19	2.48	20%	4.4	1.67	14%	1.94	1.13	9%

平年中占相应年型流量的比例:丰水年最大为27%~28%、特枯年最小为9%~13%,表明计算的生态基流与Tennant法基本相符。该方法能较好地反映径流的年际、年内分布不均性,利于水管部门在各个不同时期进行水资源调度。应用本方法计算生态基流时需对比例和削减系数进行适应性调整。

### 2.3 最枯月平均流量多年平均值法

最枯月平均流量多年平均值法应用较为广泛,采用历年逐月最小日平均流量计算每月的生态基流量,按以下公式计算:

$$Q_m = \sum_{i=1}^n \min(Q_{ij}) / n$$

式中: $Q_m$ 为第 $m$ 月的河流生态基流量( $m=1,2,\dots,12$ ), $\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ ;  $Q_{ij}$ 为第 $i$ 月第 $j$ 天的平均流量, $\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ ;  $n$ 为统计年数。最枯月平均流量多年平均值法生态基流统计表,见表4。

表4中计算的生态基流:5月份最小 $1.03\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ 、8月份最大 $26.9\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ ,与大汶口站历年各月平均流量分布相比,最大值存在一定的滞后性。本方法计算的生态基流反映的是历年逐月最小流量均值在年内的变化,没有区分年际间的差异,比较适合水量不大、开发利用程度较高的河流,计算出来的生态基流在某种意义上维持了河流水质标准,较适合于生态环境需水要求,但对水生生态学方面的因素考虑较少。

表4 最枯月平均流量多年平均值法生态基流统计表( $\text{m}^3/\text{s}$ )

Table4 The statistics of the ecological base flow with the withered month mean flow years average method ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

方法	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
最枯月平均流量法	5.87	4.54	2.60	1.09	1.03	1.05	9.17	26.9	19.0	10.9	9.28	8.17

表5 不同计算方法生态基流统计表

Table5 The statistics of the ecological base flow from the various calculations

计算方法	生态基流计算值/ $\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$				变化范围	备注
	丰水年 $P=25\%$	平水年 $P=50\%$	枯水年 $P=75\%$	特枯年 $P=90\%$		
Tennant法					1.22~16.8	生态系统开始退化;一般用水期取10%、鱼类产卵育幼期取30%
	年际-各年型	9.27	6.92	4.90	3.33	3.33~9.27
		28.3	20.9	14.1	9.34	丰水期(7~9月)
基流	年内-各水期	4.26	3.12	2.05	1.35	0.84~28.3
比例法		1.78	1.44	1.11	0.84	枯水期(1~5月)
	按河流生态	15.2	11.2	7.56	5.09	1.13~15.2
		3.35	2.48	1.67	1.13	一般用水期(10~翌年3月)
最枯月平均多年平均值法					1.03~26.9	历年逐月最小日均值,5月最小、8月最大
Texas法			0.95		0.95	50%保证率下的特定百分率取20%

### 2.4 TEXAS法

Texas法<sup>[3]</sup>考虑了季节变化因素,是将50%保证率下月径流量的特定百分率作为最小流量。依据大汶口站59年共708个月的径流量资料,经频率计算后取50%保证率下月流量的特定百分率作为最小流量。吴喜军<sup>[2]</sup>提出根据渭河宝鸡段典型植物及鱼类的水量要求,特定百分率取20%为宜。经计算50%保证率下月流量为 $4.73\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ ,依特定百分率20%计,则其生态流量为 $0.95\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ ,见表5。

## 3 生态基流计算结果及保障程度分析

### 3.1 生态基流计算结果分析

从表5中可以看出,基流比例法特枯年与其他方法计算的最小生态基流量值基本一致,在 $0.84\sim 1.22\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ 区间;年内-各水期丰水年生态基流值 $28.3\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ 和最枯月平均多年平均值法计算的生态基流值 $26.9\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ 也大致相同,只不过基流比例法计算的生态基流将其他几种方法的计算结果都包含在内。

从年际、年内变化情况分析:丰水期基流比例法计算的生态基流 $9.34\sim 28.3\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ 与最枯月平均多年平均值法计算的丰水期生态基流 $9.17\sim 26.0\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ 基本相同,说明丰水期计算结果合理,鉴于考虑年际-各年型计算的生态基流为 $3.33\sim 9.27\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ ,故丰水期生态基流应不低于 $9.27\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ ;同样,平水期基流比例法计算

的生态基流值  $1.35\sim 4.26\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ 、最枯月平均多年平均值法计算的平水期生态基流值  $1.05\sim 10.9\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ ，当不低于特枯年生态基流  $1.35\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$  时，则该水期就能满足需求；枯水期基流比例法特枯年与其他方法计算的最小生态基流量介于  $0.84\sim 1.22\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$  区间，当不低于枯水年份生态基流  $0.84\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$  时，则该水期就基本能满足需求。

以上是基于大汶口水文站测验断面流量资料分析计算,综合各种计算方法及其前述适用条件,考虑到分析断面以下大汶河干流有拦河引水工程,并且河道生态基流缺失较重,尤其是4~6月份河道有时出现断流情况,为满足以鱼类为代表的水生物和生态环境需水等要求,故本文生态基流暂定按枯水年计算结果: $1.11\sim 14.1\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ 。其中,丰水期不小于  $14.1\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ 、平水期不小于  $2.05\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ 、枯水期不小于  $1.11\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ 。

为进一步检验计算成果的可靠性,需对生态基流的保障程度进行分析。

### 3.2 生态基流保障程度分析

将大汶口站各代表年型不同时段逐日径流量与表4中计算的相应生态基流值进行比较,对其保障程

度进行分析<sup>[9]</sup>,生态基流保障程度按以下公式计算:

$$P_i = D/D_i \times 100\%, \quad D = \text{天数累加} \begin{cases} 1 & (\text{当 } Q_d \geq S_i \text{ 时}) \\ 0 & (\text{当 } Q_d < S_i \text{ 时}) \end{cases}$$

式中: $P_i$ 为*i*时段生态基流的保障程度,%; $D_i$ 为该时段的总天数,d; $D$ 为满足  $Q_d \geq S_i$  的天数,d; $Q_d$ 为该时段断面逐日径流量, $\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ ; $S_i$ 为该时段断面的生态基流值, $\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ 。各代表典型年生态基流保障程度见表6。

由表6可知:丰水年和平水年生态基流保障程度较高达98%以上,但其不能保障的几天却发生在丰水期和平水期;枯水年和特枯年生态基流保障程度较低,范围在73%~87%之间。从年内各时段来看,丰水期生态基流保障程度相对偏低,主要原因是丰水期基流值较大造成的;特枯年枯水期生态基流保障程度最低为65%(特殊年份不作考虑)。为进一步提高丰水期保障程度,确定该河段生态基流量上限值为  $14.1\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ ,这样除枯水年保证程度接近90%外,丰水年和平水年均完全保障,这与国外经常取保障程度90%的流量值为该河道的生态基流<sup>[2]</sup>是一致的,即大汶河干流生态基流  $1.1\sim 14.1\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$  是有可靠保障的(见图3)。

表6 各代表典型年生态基流保障程度

Table6 Ecological base flow ensuring abilities in the various typical representative years

年内时段	丰水年(2008)		平水年(2006)		枯水年(1999)		特枯年(1967)	
	保证天数/d	保证程度/%	保证天数/d	保证程度/%	保证天数/d	保证程度/%	保证天数/d	保证程度/%
丰水期(7~9月)	91	99	87	95	56	61	76	83
平水期(6,10~12月)	122	100	119	98	122	100	90	74
枯水期(1~5月)	152	100	151	100	140	93	99	65
全年	365	99.7	357	98	318	87	265	73

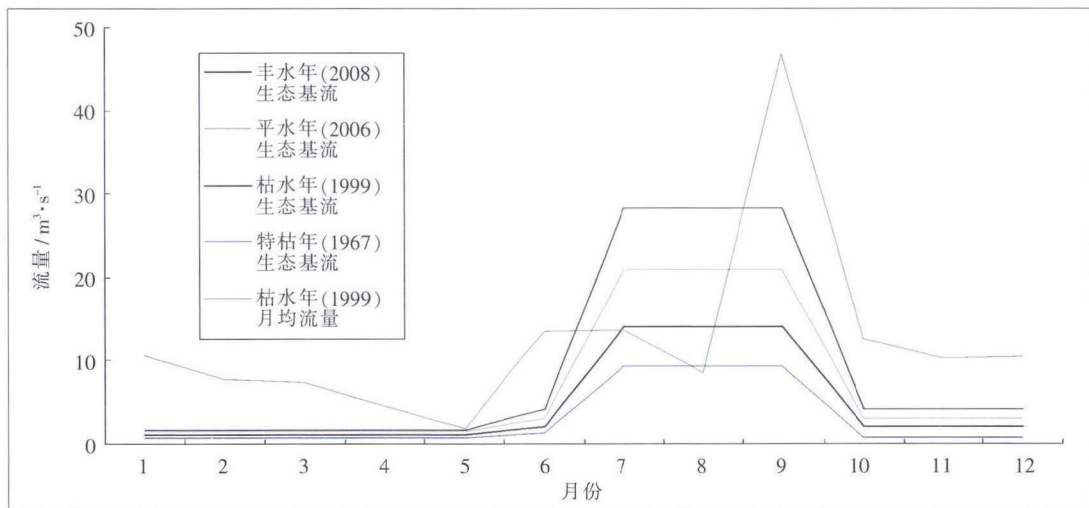


图3 大汶河干流各代表年生态基流与枯水年逐月流量过程线图

Fig.3 The ecological base flows in the various representative years and the monthly flow in the dry year on the Dawenhe River

## 4 结论与建议

### 4.1 结论

(1)本文提出的多种水文学法是根据大汶口水文站历年日径流量资料,采用 Tennant 法、基流比例法等方法推求生态基流值,通过计算不同水平年的年际、年内不同水期和鱼类产卵育幼期生态基流量,在分析各种方法应用区间和适用条件的基础上,综合考虑大汶河干流拦河引水工程和河道生态基流缺失等因素确定其生态基流值。这为各年型、不同时段计算河流生态基流提供了一种简便实用的方法。

(2)通过计算分析得到了大汶河干流生态基流值为 $1.1\sim 14.1\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ ,其中,丰水期 $14.1\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ 、平水期 $2.05\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ 、枯水期 $1.11\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ 。经分析生态基流保障程度基本达到90%以上,说明本文采取的方法在计算北方季节性、雨洪型河流生态基流时是合理的、可行性的,作为一个范围它能更好地代表该区域各年型不同水期的河道生态需水量,也为促进大汶河流域水生态系统的恢复治理提供一定的科学依据。

### 4.2 建议

(1)提高雨洪资源和水资源开发利用效率。通过修建水利景观工程、水库联网工程,实现调水、引水互补互济,充分发挥水库的调蓄能力。针对年内4~6月份河道时有断流,而以鱼类为代表的水生物和生态环境需水量大的实际,加大该时期联合调水、引水措施,维护和恢复生态基流量,保障其生态服务功能。

(2)大力推动生态建设,严格保护水环境。加大对

大汶河流域自然生态系统的建设与保护,通过实施人工湿地水质二次净化、退耕还湿和生态修复、再生水截蓄导用、河道综合整治等措施,全面维护和恢复生态服务功能及生物多样性。

(3)全面实施最严格水资源管理制度,不断完善生态管理体系。建立健全水资源开发利用与节约保护控制指标体系,严格按“三条红线”管理,统筹安排生活、生产和生态用水,彻底改变以破坏生态环境为代价的增长方式和消费模式。加快完善生态管理相关法规、标准建设,构建生态管理信息系统平台,全面提高生态管理水平。

### 参考文献:

- [1] 徐志侠,陈敏建,董增川. 河流生态需水计算方法评述 [J]. 河海大学学报(自然科学版),2004,32(1):5-9. (XU Zhixia, CHEN Minjian, DONG Zengchuan. Comments on calculation method for river ecological water demand [J]. Journal of Hohai University (Natural Science), 2004,32(1):5-9. (in Chinese))
- [2] 吴喜军,李怀恩,董颖,等. 基于基流比例法的渭河生态基流计算 [J]. 农业工程学报,2011,27(10):154-159. (WU Xijun, LI huai-en, DONG Ying, et al. Based on the percentage of base flow of wei river ecological base flow calculation [J]. Journal of Agricultural Engineering, 2011,27(10):154-159. (in Chinese))
- [3] Mathews R C, Bao Yixing. The texas method of preliminary in-stream flow assessment [J]. Rivers,1991,2(4):295-310.
- [4] 林启才,李怀恩. 宝鸡峡引水对渭河生态基流的影响及其保障研究[J]. 干旱区资源与环境,2010,24(11):114-119.(LIN Qicai, LI Huaien. Influence and guarantee on ecological basic flow of Weihe River from Baojixia water diversion [J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2010,24(11):114-119. (in Chinese))

## Analysis of Ecological Base Flow in Dawenhe River Based on Various Hydrological Methods

HOU Shiwen

(Tai'an Hydrology Bureau, Tai'an 271000, China)

**Abstract:** Analysis of the ecological base flow is the basis to solve the problem of ecological environment deterioration in the Dawenhe River Basin. According to the annual runoff data from the Dawenkou Station, the Tennant method and basic flow ratio method were used to calculate the ecological base flow. And the amount of the ecological base flow in the Dawenhe River were determined by calculating the base flow for fish spawning breeding in the different level years, and taking the water structures and ecological base flow loss into consideration. The results show that the base flow of  $1.1\sim 14.1\text{m}^3/\text{s}$  is better for the ecological water demand with the ecological base flow security degree reaching more than 90%.

**Key word:** analysis; ecological base flow; Dawenhe River; trunk stream; guarantee degree