

DOI :10.3969/j.issn.1004-6933.2010.06.004

# 浙江兰溪东芝灌区河道环境需水量的分析与计算

吴国燕

(浙江水利水电工程审价中心,浙江 杭州 310020)

**摘要** :在东芝灌区节水配套改造工程规划设计中,将河道环境需水量纳入水量平衡计算中,并在传统的 Tennant 法的基础上进行改进,根据实际河道水文特征周期来修正 Tennant 法的汛期和非汛期;采用典型年逐旬径流量修正 Tennant 法汛期、非汛期河道环境需水量,在满足必需的河道环境需水量的基础上,减少灌区不必要的弃水。

**关键词** :东芝灌区;河道;环境需水量;分析计算;Tennant 法;水资源配置

中图分类号 :S274.4 文献标识码 :A 文章编号 :1004-6933(2010)06-0016-03

## Analysis and calculation of river environmental water demand for Dongzhi irrigation district in Lanxi City of Zhejiang Province

WU Guo-yan

(Zhejiang Water Conservancy and Hydropower Project Audit Center, Zhejiang 310020, China)

**Abstract** :During the planning and design for the water saving reform-supporting project of the Dongzhi irrigation district, the environmental water demand of the river was put into the water balance calculation. The traditional Tennant method was modified in the calculation. The flood season and non-flood season of the Tennant method were modified according to the actual characteristic hydrological cycle of the river, and the environmental water demand during the flood season and non-flood season in the river of the Tennant method were amended using the ten-day runoff of a typical year. The aim was to reduce unnecessarily abandoned water while allowing the river to meet the environmental water requirements.

**Key words** :Dongzhi irrigation district; river; environmental water demand; analysis and calculation; Tennant method; water resource allocation

近些年来,随着水资源开发利用程度的不断提高,使得资源用水与生态环境用水的矛盾日渐突出,人类正以前所未有的工程规模和强度影响环境。传统的水资源分配方式已不能适应水资源可持续发展的需要。因此,在灌区节水改造规划设计前进行的水量供需平衡计算中增加合理的生态环境需水量约束,对灌区生态环境需水量的定量分析十分必要。

### 1 河道环境需水量分析

河道环境需水量是指为维系和保护灌区最基本生态环境功能所要保留的最小水量  $W_g$ 。

$$W_g = \sum_{i=1}^n W_k \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (1)$$

式中: $W_k$ 为具有水量调节功能的、维系  $i$  个大中型水库最基本环境功能的需水量。

灌区河道环境需水量的定量分析基于灌区水量供需平衡计算,应当遵循灌区流域特点以及灌区水量平衡计算原则。

具有骨干调节水源工程的大中型灌区,应采用长系列时历法,逐时段进行灌区水量供需平衡演算,以检验不同设计水平年灌区供水保证程度。

根据灌区水源结构特点,制定了优水优用原则:先用调节性能较差的水,再用调节性能较好的水,先

用基础水利设施水,再用骨干水源水;骨干水源与基础水利设施实行联合调度。

根据分区内水源结构及骨干水源调节性能,确定水量平衡计算时段及计算方法。一般而言,平衡区内有大中型年(季)调节水库,且能够获得长系列分时段的水、用水资料,应采用旬(月)为时段的长系列历年法,逐时段进行平衡计算,以确定平衡区供水保证程度。如资料条件有限,也可采用典型年法,按历年综合灌溉用水量排频,选择丰、平、枯3个典型年作平衡计算。

在分区水量平衡计算成果的基础上<sup>[1]</sup>,应根据全灌区主要水源的特点,综合分区水量平衡的成果,作全灌区水量平衡分析。若灌区规模不大、主要灌溉水源单一、基础水利设施分布均衡,可不分区,只作整体水量平衡分析。

## 2 河道环境需水量的计算方法

对于任一生态系统,其生态环境需水量有一个阈值范围,具有上限和下限值<sup>[1-2]</sup>,如果可供利用的水资源过少,那么将不能满足生物基本生长或存活的需要,生态系统将退化或死亡。如果可供的水资源过多,也必将影响生态系统的健康。

目前,国际上还没有统一的河道内生态环境需水量的衡量标准和计算方法。

在国外,美国、法国和澳大利亚等国家都先后开展了河道生态环境用水研究,提出了河流最小生态(或生物)流量的概念和计算方法,常用的河流生态环境用水的计算方法有河道内流量增加法(IFIM)<sup>[3]</sup>、7Q10法<sup>[3]</sup>、Tennant法<sup>[1-3]</sup>等。

### 2.1 IFIM法

河道内流量增加法(IFIM)是把大量的水文水化学现场数据与选定的水生生物种在不同生长阶段的生物学信息相结合,考虑流量增加后的变化对栖息地的影响。评价的主要指标有流速、最小水深、底质情况、水温度、溶解氧、总碱度、浊度、透光度等。河道内流量增加法的计算结果通常用来评价水资源开发建设项目对下游水生栖息地的影响。

美国的7Q10法适用于防治河流水质污染的计算,采用90%保证率最枯连续7天的平均水量作为河流最小流量设计值,主要用于计算污染物允许排放量,该方法在许多大型水利工程建设的环境影响评价中得到应用。

### 2.2 Tennant法

Tennant法是计算河道基本环境需水量的一种方法。该方法具有简单易行,便于操作,不需要现场测量,适应任何有季节性变化的河流。不仅适用建

有水文站点的季节性河流(可通过水文监测资料获得年平均流量,并通过水文、气象资料了解汛期和非汛期的月份),亦可应用于没有水文站点的河流(可通过可以接受的水文技术来获得年平均流量)。这种方法设有8个流量状况,推荐的基流分为汛期和非汛期,推荐基流以径流量的百分比作为标准,其标准值见表1。

表1 保护鱼类、野生动物、娱乐和环境资源的河流流量

流量状况	推荐基流/%	平均流量/%	流量状况	推荐基流/%	平均流量/%
最大	200	200	较好	20	40
最佳范围	60~100	60~100	中	10	30
很好	40	60	差	10	10
好	30	50	极差	0~10	0~10

注:推荐基流的计算月份为当年10月至翌年3月,平均流量计算月份取4—9月。

### 2.3 改进 Tennant法

河道环境需水具有时空性,随着生态系统和水资源的时空变化而变化。特定区域具有特定的生态水文特点。Tennant法在考虑这种变化时只是简单地把1年分成汛期和非汛期,且在汛期和非汛期的时间跨度内(各为6个月)只采用1个均值流量来描述生态环境需水量,显得不够细致。因此,在应用Tennant法计算下流河道环境需水量时,考虑改进3点:

a. 根据江南地区实际情况将非汛期时间修正到11月至翌年3月,汛期时间修正到4—10月。

b. 在汛期,应结合实际天然来水量,采用旬月(或更小时间)间隔的来水量来修正用Tennant法计算的河道环境需水量,天然来水量可以采用多年平均径流量或典型年旬(月)径流量来表示,在灌区水量平衡计算中常采用旬(月)径流量来计算灌区可供水量。本研究用灌区供水保证率为85%的典型年的旬(月)径流量来进行灌区河道环境需水量的计算。

改进的Tennant法汛期的河道环境需水量可以用下面约束条件进行约束:

$$W_{\text{入库}} > W_{\text{平均}} \text{ 时, } W_k = W_{\text{平均}} \quad (2)$$

$$W_{\text{入库}} < W_{\text{平均}} \text{ 时, } W_k = W_{\text{入库}} \quad (3)$$

式中: $W_{\text{入库}}$ 为入库径流量; $W_{\text{平均}}$ 为Tennant法计算的河道环境需水量。

改进的Tennant法非汛期的河道环境需水量也同样可以用式(2)(3)约束条件进行约束。

c. 在美国,该法通常作为在优先度不高的河段研究河流流量推荐值使用,或者作为其他方法的一种检验<sup>[4]</sup>。法国规定,河流最低环境流量不应小于多年平均流量的 $1/10^{[5]}$ 。在改进的Tennant法中,计算的灌区河道环境需水量 $W_g$ 以10%的逐旬径流量作为参考标准。

### 3 东芝灌区河道环境需水量计算

东芝灌区位于兰溪市西北部,总面积 235 km<sup>2</sup>,耕地面积 9626.72 hm<sup>2</sup>,水资源总量 21620.3 万 m<sup>3</sup>。设计灌溉面积 7466.70 hm<sup>2</sup>,有效灌溉面积 5506.69 hm<sup>2</sup>。灌区总人口 12.17 万人,生产总值 36.70 亿元。目前,区内已建有金山头、火炉山及芝堰 3 座中型水库。

在计算灌区河道环境需水量时,把具有水量供需平衡调节功能的可供水源金山头、火炉山、芝堰 3 座中型水库入库径流量直接还原作为灌区入流,反映灌区的天然来水情况,分别计算各个河道生态环境需水量。

根据上包站 1956—2007 年 52 a 的年降水量统计资料<sup>[6]</sup>,通过对年降水量和灌溉期降水量进行频率分析,以灌溉期降水量的经验频率为主,适当参照年降水量频率,选择灌溉保证率为 85% 时的典型年为 1974 年。

参照《兰溪市水资源调查评价与水资源保护规划》<sup>[7]</sup>,本流域的多年平均径流系数为 0.54,对应典型年的径流系数为 0.49,根据这两个径流系数、水库的集水面积和各旬的降水量推求出典型年各水库的入库径流旬过程,汇总结果如表 2。

表 2 典型年各水库的入库

径流汇总  $P = 85\%$  万 m<sup>3</sup>

水库名称	年径流量	旬平均流量
芝堰	3203.8	88.99
东风	3623.7	100.66
上旺	797.9	22.16

从  $P = 85\%$  典型年逐旬径流量数据可以得出,逐旬平均径流量推算的  $W_{平均} = 8.9$  万 m<sup>3</sup>,按传统 Tennant 法计算出环境需水量与按实际的逐旬径流量推算的河道环境需水量  $W_{入库}$  存在误差,采用改进的 Tennant 法,对典型年各水库各旬河道环境需水量按式(2)(3)进行修正,计算结果详见表 3。

表 3 下游河道环境需水量计算 万 m<sup>3</sup>

水库名称	年入库径流量	10% 入库径流量	Tennant 法计算	改进 Tennant 法计算	选用 $W_k$
芝堰	3203.8	320.38	320.38	242.88	242.88
东风	3623.7	362.37	362.37	284.82	284.82
上旺	797.9	79.79	79.79	62.66	62.66
合计	7625.4	762.54	762.54	590.36	590.36

通过逐旬河道环境需水量计算得到,灌溉保证率为 85% 时,设计水平年灌区河道环境需水量为 590.36 万 m<sup>3</sup>,比按 Tennant 法计算的 762.54 万 m<sup>3</sup> 减少 172.18 万 m<sup>3</sup>,可节约水资源约为 22%。水量供需平衡分析示意图 1。

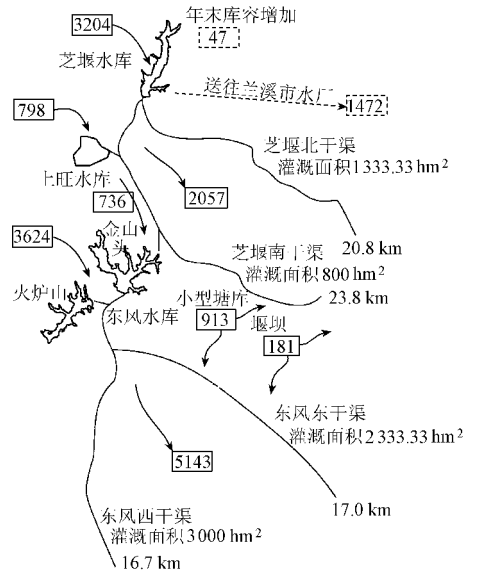


图 1 东芝灌区水量供需平衡示意图

### 4 结论

在国内,生态环境需水研究尚处于起步阶段,对生态环境需水的概念、内涵与外延等没有统一的定义,对其计算方法的研究也并不深入和完善。

本文将河道环境需水量纳入东芝灌区水量平衡计算中,考虑所研究灌区的流域特性,提出根据流域实际水文特征,生物活动周期以及多方面用水量协调关系等因素,在传统的 Tennant 法的基础上进行改进,根据实际河道水文特征周期来修正 Tennant 法的汛期和非汛期,采用典型年逐旬径流量修正 Tennant 法汛期、非汛期环境需水量,其目的主要是在满足必需的河道环境需水量的基础上,减少灌区不必要的弃水,其思路对类似灌区合理配置水资源具有一定的可借鉴性,计算中用到的水文资料可通过水文监测资料获得,计算方法简便易行。但是,采用此方法在流量百分比数据选用上还需通过长期的实践才能得到验证。

#### 参考文献:

- [1] 李宗尧. 灌区管理与调度[M]. 南京: 河海大学出版社, 2006: 72-75.
- [2] 阮本清, 韩宇平, 蒋任飞. 灌区生态用水研究[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2007: 16-18.
- [3] 董福平, 管仪庆, 周黔生, 等. 河流生态用水量确定新方法研究[J]. 水利学报, 2007(增刊): 547-551.
- [4] 林超, 田琦. 编译. 美国的环境用水[N]. 中国水利报, 2007-07-06(2).
- [5] 崔树彬. 关于生态环境需水量若干问题的探讨[N]. 中国水利报, 2000-07-14(4).
- [6] 吴国燕. 东芝灌区节水改造工程措施研究[D]. 南京: 河海大学, 2009.
- [7] 浙江省水文局. 国家农业综合开发浙江省兰溪市东芝灌区节水配套改造项目可行性研究报告[R]. 杭州: 浙江省科技咨询中心, 2008.

(收稿日期 2010-07-16 编辑: 高渭文)