

河南省临颍县城市水系规划生态需水研究

杜 微, 胜志毫, 张关超, 田富国

(华北水利水电大学, 河南 郑州 450011)

摘要: 生态环境需水量的计算是水系规划计算的关键点, 本文采用 R2COSS 等方法对河南省临颍县水系规划系统的基流量进行了计算, 最终计算出规划水系近期新增需水总量 1211.01 万 m^3 , 远期新增需水总量 2529.676 万 m^3 。R2COSS 方法计算简单, 适用于新建的一些无水文资料的河湖水系系统的生态需水量研究。本文的研究方法也为城市规划水系生态环境需水核算工作起到一定的指导作用。

关键词: 城市规划水系; R2CROSS 法; 生态环境需水量; 河南临颍县

中图分类号: X82

文献标识码: B

文章编号: 1007-7839 (2017) 07-0006-06

Study on ecological water demand of urban water system planning in Linying County of Henan Province

DU Wei, SHENG Zhihao, ZHANG Guanchao, TIAN Fuguo

(North China University of Water Conservancy and Electric Power, Zhengzhou 450011, Henan)

Abstract: The calculation of ecological water demand is the key point of water system planning calculation. In this paper, R2COSS method is used to compute the base flow of water planning system in Linying County, Henan province. The result shows that water planning increases in the recent total water demand of 12.1101 million m^3 , and 25.29676 million m^3 in the long term. The R2COSS method is simple to compute. It is suitable for studying ecological water demand of the river and lake water system with little hydrological information. The research method of this paper also plays a guiding role in the ecological planning of urban planning water system.

Key words: urban water system planning; R2CROSS method; eco-environmental water demand; Linying County, Henan Province

1 概述

改革开放以来, 中国国民经济取得了辉煌的成就, 同时也带动了工业化、城市化发展。城市发展给人们带来了丰富、便捷的物质生活, 也让城市生态环境面临了极大的压力。首先, 城市作为人口居住最为密集的区域, 出现了地区天然水资源分布供给和生产、生活高强度需水不相适应的矛盾, 就

是所谓的“资源性缺水”。其次, 城市是人类改造自然最为剧烈的地方, 也是一个生态环境非常脆弱的地方。尤其对于城市水系环境状况, 以往开发利用水资源往往优先满足生产和生活用水, 却忽视了生态环境需水的重要性。另外, 由于工业以及生活污水肆意排放导致城市水系环境质量不断恶化, 富营养化不断加重, 导致城市水生态系统功能

收稿日期: 2017-03-28

作者简介: 杜微 (1987-), 男, 硕士研究生, 主要研究方向为区域水资源高效利用。

不断衰退^[1],形成了局部的“水质性缺水”。城市是人类社会文明的标志,其中水系生态文明更是人类尊重自然的体现。因此,河流水系环境是城市生态环境重要环节,河流水系生态功能的保护以及河流水系生态需水的研究势在必行。

河流生态环境需水量的研究开始于20世纪40年代,美国最早开始对生态环境需水量(Water Required for Ecology and Environment)进行理论研究,其研究是为了防止河流生态系统功能退化,并提出保持河流生态功能能力最小流量,研究内容最终以法律条文形式于20世纪70年代初列入地方法案。英国、澳大利亚等国20世纪80年代起,逐步接纳河流生态流量的理念,并在其国内广泛地开展起来;亚洲、南美洲等发展中国家已经开始接受这一概念并作实际行动^[2-3]。我国河流生态环境需水最早从20世纪90年代后期开始,汤奇成等人(1989)在分析塔里木盆地水资源与绿洲建设问题时首次提出了生态环境用水的概念^[4]。倪晋仁等认为生态环境需水量应该是特定区域生态系统需水量的总称^[5]。总体来说,生态环境需水被定义为满足生态和谐、水质改善、环境美化目标的水资源需求^[6]。

2 理论与方法

2.1 理论

政府为促进经济社会健康发展,按照“事前管理,全局把握”理念,纷纷开展了城市总体规划、城市新区、重大建设项目布局、重要经济开发区建设等规划的编制工作,城市河流水系规划也大力的开展起来。城市水系能调节城市小气候,提供水陆景观,提升宜居程度,以及城市开发价值。河流水系生态持续利用原则,甚至引导着城区重建时的空间布局规划,产生了著名的“哈默比湖城模式”^[7]。

汤洁等^[8]学者认为,河流水系生态环境需水就是“维系生物正常生长和维持环境良性发展所需的水量,包括生态需水 and 环境需水两部分”。杨志峰等^[9]学者定义河流生态需水:河流生态环境需水可理解为生态需水 and 环境需水两部分;其中,生态需水是指“维持水生物正常生长及保护特殊生物和珍惜物种生存所需要的水量”,河流环境需水是指“保护和改善河流水体水质、为维持河流

水沙平衡、水盐平衡及维持河口地区生态环境平衡所需要的水量”。

本文结合国内外研究得出:规划水系的生态环境需水量包括三大部分:河道生态基流量、水量损失,以及新增的绿地灌溉用水,其中,河流水系的水量损失又主要包含蒸发损失和渗透损失。

2.2 方法

2.2.1 河道的生态基流量

我国在《制订地方性污染物排放标准的技术原则和方法》(GB3839-83)中规定:一般河流采用近十年最枯月平均流量或百分之九十保证率最枯月平均流量作为河流环境用水。由于新规划水系没有历史河流流量数据,该方法不太适用。

据中国水利水电科学研究院2008年编制的《河道内生态需水评估导则(试行)》附录A.2.2中R2CROSS法,这种方法适用于河宽为0.3~31m的非季节性小型河流。该法可以用两类指标确定生态流量。一是湿周率,二是平均水深和平均流速。这种方法认为,对于一般的浅滩式河流栖息地,如果作为反映生物栖息地质量的水力学指标,且在浅滩栖息地能够使这些指标保持在相当满意的水平上,那么也足以维护非浅滩栖息地内生物体和水生生境,此生态流量为保护水生物栖息地的最小流量。

R2CROSS法综合考虑了水力学、水文学、生物学、地质学方面的知识,是在全世界广为运用的方法之一。R2CROSS法的优点是:物理概念明确、计算有较强的理论依据,只需要有河道断面尺寸资料。R2CROSS法不需要历史水文资料,在没有水文站的河流上同样可以运用,容易获取数据、方法简单、容易掌握和操作;根据研究水域的水生生物的水力喜好度(偏爱流速、水深等)确定栖息地生存需求,具有一定的科学性。

2.2.2 河流水系的水量损失又主要包含蒸发损失和渗透损失

(1)为维持河流系统正常水量平衡,当水面蒸发量高于降水量时,流域河道水面系统要接纳系统以外的水体来弥补其水量损失,这部分水量称为水面蒸发生态需水量。本文计算水面蒸发生态需水量的方法:首先根据规划核算出临颖县规划水系水面面积,再根据临颖县历史文献数据,分析典型年的逐日水面水分蒸发深度,计算出临颖县规划水系水体的蒸发量,再扣除临颖县历史水平

年降雨量后即为该水体的净蒸发水量。

水系水面蒸发需水量计算公式^[10]如下:

$$WE=A(E-P) \text{ 当 } E > P \text{ 时}$$

$$WE=0 \text{ 当 } E < P \text{ 时}$$

式中:

WE —水面蒸发生态需水量;

A —各月平均水面面积;

P —各月降水量。

(2) 水系渗漏损失

本次水系渗漏主要考虑垂直渗漏,采用渗透系数法进行估算,计算公式如下:

$$W_g=0.1 \times k \times t \times A$$

式中:

W_g —渗漏量,万 m^3 ;

k —渗透系数,cm/s;根据相关资料分析,规划区河道水系底部土壤以中—重壤土为主,为不透水层或弱透水层,渗透系数小,取 $k=1 \times 10^{-6}$ cm/s;

t —渗漏时间,s;一年按365天计;

A —渗透面积, hm^2 ;按实际水面面积进行估算。

3 临颖县城市水系生态需水量计算结果

3.1 临颖县概况

临颖县位于漯河市北,颍水之滨,京广铁路、107国道、京珠高速公路穿境而过。东接西华县、鄢陵县,西邻襄城县,南与郾城县毗邻,北靠许昌县。地理坐标为北纬 $33^{\circ} 44' \sim 33^{\circ} 59'$,东经 $113^{\circ} 45' \sim 114^{\circ} 07'$ 。东西长38.1公里,南北宽30公里,总面积123.1万亩,耕地面积88万亩。临颖县辖15个乡镇、367个行政村,总人口75.1万人,其中农业人口63.5万人,全县耕地面积88万亩,农民人均耕地1.4亩。临颖县是全国粮食核心区产粮大县。

3.2 规划

3.2.1 规划目标

临颖县水系规划紧紧衔接临颖城市总体规划,将临颖县水系建设成为“水清岸绿、人水和谐”的典范。通过水系的统一规划和科学管理,恢复临颖县水系生态健康,改善临颖县水系环境质量,营造优美的城市环境。

3.2.2 总体结构

在现有河道、沟渠的基础上,疏通堵塞、清理

淤积,新开挖南北纵向沟渠,局部扩大水面,形成“两环、三横、两纵、六湖”的水系结构。“两环”外环北至五里河,东至千亩渠、南至乌江沟、西至梅兰渠。内环是指护城河,见图1。“三横”是指五里河、黄龙渠和乌江沟;“两纵”是指梅兰渠和千亩渠;“六湖”是指桂湖、梅湖、菊湖、兰湖、千亩湖和桃湖。



图1 临颖县水系规划总体结构图

3.2.3 水系布局

临颖县水系以“三横”河道为主干,以“两纵”河道为纽带,通过河道整治、沿河绿化,形成“两环连六湖,两带绕颖城”水系空间布局,见图2。



图2 临颖县水系规划布局图

3.2.4 水面规划

将城市适宜水面逐步改善并提高,近期实现水面率达到2.6%,远期逐步实现适宜水面比例达到3%。规划范围水面由河道、沟渠、湖泊、湿地组成,其中河道水面约占3%,尽量保留现有河道、沟渠水面,并对其清淤、整理;以水系“通、畅”为目标,拆除阻挡水系连通的建筑,打通不连通的沟渠、断头河,实现与主要河道的连接,最终落实水面率指标。

3.2.5 滨水绿化规划

根据临颖现状水系的特征,通过植物配置与造景,组织滨水绿化空间,体现“园城相融、城水相依、天人和諧、花木生辉”的滨水园林城市格局,把自然环境与人工环境结合,创造人与自然和谐融合的园林式城市,见图3、图4。



图 3 临颖县水系规划规划绿线控制图



图 4 临颖县水系规划滨水绿化功能区规划

3.3 临颖县水系规划生态需水量计算结果

3.3.1 河流生态基流量以及流速分析

(1) 流水系生态基流量的计算

根据表 1, R2CROSS 单断面法确定生态流量的标准, 本次规划水系平均水面宽度最小 10 m, 最大不超过 30 m, 满足该方法的适用条件。为充分利用水资源的景观效益, 有必要通过增设橡胶坝等设施, 适当降低河流水流下泄流速, 近期可控制 0.04 m/s, 远期可提高到 0.1 m/s。由此确定本次规划水系 R2CROSS 单断面法确定生态流量的标准, 进一步的可估算出规划水系生态基流量, 见

表 2。

表 1 R2CROSS 单断面法确定生态流量的标准

河顶宽度 (m)	平均水深 (m)	湿周率 (%)	流速 (m/s)
0.3 ~ 6	0.06	50	0.30
6 ~ 12	0.12	50	0.30
12 ~ 18	0.18	50 ~ 60	0.30
18 ~ 31	0.30	≥ 70	0.30

从水系的整体规划布局来看, 水系的排水出口主要有五里河、黄龙渠和乌江沟, 据此估算出规划水系年流出水量: 近期为 832.55 万 m³, 远期为 2081.376 万 m³。

(2) 规划水系流速的讨论

临颖县规划城市水系由于天然河道糙率一样, 坡降也一致, 本文以五里河为例, 计算不淤和不冲流速。在进行渠道设计时, 控制渠中水流流速的大小很重要。因为, 当流速过大时, 会冲刷渠道, 给渠道安全运行带来隐患; 当流速过小时, 又有可能使渠道发生淤积或滋生杂草, 从而影响过水能力。渠道在最大和最小控制流量范围内的运行速度 v 均应该满足:

$$v' > v > v''$$

式中:

v' —渠道的不冲允许流速;

v'' —不淤允许流速。

$$v'=cR^{0.4}$$

式中:

R —水力半径;

c —系数, m^{0.5}/s。

表 2 规划水系确定生态流量的标准

河流名称	河流长度 (m)	河顶宽度 (m)	平均水深 (m)	湿周率 (%)	流速 (m/s)		生态基流量 (m ³ /s)	
					近期	远期	近期	远期
五里河	8773	15	0.18	50	0.04	0.1	0.108	0.27
黄龙渠	9637	15	0.18	50	0.04	0.1	0.108	0.27
乌江沟	7667	10	0.12	50	0.04	0.1	0.048	0.12
梅兰渠	4010	10	0.12	50	0.04	0.1	0.048	0.12
千亩渠	4144	10	0.12	50	0.04	0.1	0.048	0.12
护城河	2818	30	0.3	70	0.04	0.1	0.36	0.9

$$v = C\sqrt{RJ}$$

$$C = \frac{1}{n} R^{\frac{1}{6}}$$

$$R = \frac{A}{x} = \frac{bh}{b+2h}$$

式中:

v —流速;

C —谢才系数;

R —水力半径;

J —水力坡度;

A —过水断面面积;

b —水面宽;

h —平均水深;

Q —流量;

n —糙率。

计算出 $R=0.0009$ m, C 取 0.2, 计算出不淤流速 0.03 m/s。

$$v'' = c' R^{0.5}$$

式中:

v'' —不冲流速;

R —水力半径;

c' —系数, $m^{0.5}/s$ 。

取系数 c' 为 1.9 算出, $v''=0.18$ m/s。本文中规划水系近期流速 0.04 m/s, 远期流速 0.1 m/s, 介于不淤和不冲流速之间, 符合生态环境要求。

3.3.2 水量损失

规划水系的水量损失主要有: 蒸发损失和渗漏损失。

(1) 水系蒸发损失

由于蒸发, 导致河道水损失, 为了确保水位, 维持水体平衡, 必须考虑向河道补水。临颖县历年逐月蒸发量见图 5, 蒸发量 6 月最大, 1 月最小。

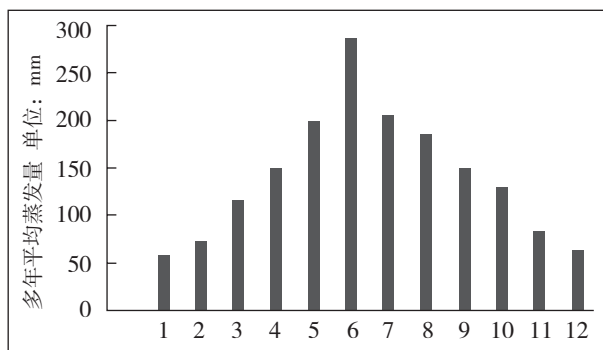


图 5 临颖县历年逐月蒸发量 单位: mm

由此计算规划区水体各月平均蒸发量, 见表 3。可以看出, 规划水系近期年蒸发量为 196.52 万 m^3 , 远期 229.63 万 m^3 , 最大蒸发量 6 月, 远期蒸发量为 38.6 万 m^3 。

(2) 水系渗漏损失

本次水系渗漏主要考虑垂直渗漏, 采用渗透系数法进行估算, 计算公式如下式, 各种土的渗透系数经验值见表 4。

$$W_g = 0.01 \times K \times t \times A$$

表 3 规划区水体各月平均蒸发量

单位: 万 m^3

月份	多年平均蒸量 /mm	水面面积 /ha		水面蒸发量 / 万 m^3	
		近期	远期	近期	远期
1	58.2	115.55	135.02	6.73	7.86
2	72.8	115.55	135.02	8.41	9.83
3	116.9	115.55	135.02	13.51	15.78
4	150.4	115.55	135.02	17.38	20.31
5	198.5	115.55	135.02	22.94	26.80
6	285.9	115.55	135.02	33.04	38.60
7	207.3	115.55	135.02	23.95	27.99
8	185.3	115.55	135.02	21.41	25.02
9	149.9	115.55	135.02	17.32	20.24
10	129.4	115.55	135.02	14.95	17.47
11	82.7	115.55	135.02	9.56	11.17
12	63.4	115.55	135.02	7.33	8.56
合计	1700.7	1386.6	1620.24	196.52	229.63

表 4 各种土的渗透系数经验值

土质类别	K(cm/s)	土质类别	K (cm/s)
粗砾	1~0.5	黄土 (砂质)	1e-3~1e-4
砂质砾	0.1~0.01	黄土 (泥质)	1e-5~1e-6
粗砂	5e-2~1e-2	黏壤土	1e-4~1e-6
细砂	5e-3~1e-3	淤泥土	1e-6~1e-7
黏质砂	2e-3~1e-4	黏土	1e-6~1e-8
沙壤土	1e-3~1e-4	均匀肥黏土	1e-8~1e-10

经计算,近、远期规划水系渗漏损失量分别为: 82.66 万 m³ 和 96.59 万 m³, 月均渗漏损失 6.89 万 m³ 和 8.05 万 m³。

(3) 新增绿地灌溉用水

根据水系规划,近期和远期新增绿地面积分别为 272.01 hm² 和 334.47 hm², 单位用地面积用水量按 10 m/(hm·d) 进行估算。经计算,近、远期规划水系新增绿地灌溉用水量分别为: 99.28 万 m³ 和 122.08 万 m³, 月均灌溉用水 8.27 万 m³ 和 10.17 万 m³。

3.3.3 规划水系需水总量

综上,规划水系近期新增需水总量 1211.01 万 m³, 远期新增需水总量 2529.676 万 m³。如表 5 所示。

健康状态是水量研究的前提。由于水质的标准随着规划功能的目标和自然环境、社会经济发展水平而变化着,本文中河南省临颖县规划水系生态用水考虑了再生水的利用,因而水质要求较低,只要加强再生水深度处理就能满足。

参考文献:

[1] 焦瑾玲.城市生态环境需水量计算方法研究[D].济南: 山东大学, 2006 .
[2] 夏军. 可持续水资源系统管理研究与展望[J]. 水科学进展, 1998, 4 (3):14-17 .
[3] 倪晋仁,崔树彬. 论河流生态环境需水[J]. 水利学报, 2002 (9):14-19 .
[4] 宋进喜,李怀恩,王伯铎. 河流生态环境需水量研究综

表 5 规划水系年新增耗水量

单位: 万 m³

水平年	生态基流量	蒸发量	渗漏量	绿地灌溉	合计
近期	832.55	196.52	82.66	99.28	1211.01
远期	2081.376	229.63	96.59	122.08	2529.676

4 结论

(1)我国北方河流本来水量少,又存在干枯期。加上新规划的河流,水文资料比较稀缺。因此采用 R2COSS 等方法,计算出河南省临颖县的城市规划水系的生态环境需水量,方法简单适用。

(2)城市水资源因为人口集中、人类活动剧烈,从而水资源在局部空间内供给紧张,因此区域水资源高效利用,合理分配也就尤为重要,所以本文在河流生态环境需水量的科学计算,对河流水系整体规划显得更有价值。

(3)生态环境需水本应包括水质和水量的要求,保证一定质量的水质以使河流生态系统处于

述[J]. 水土保持学报, 2003, 17 (6):95-97 .
[5] 崔宗培. 中国水利百科全书(第 2 卷)[M]. 北京: 中国水利电力出版社, 1990 .
[6] TheWorldBank.Sino-SingaporeTianjinEco-City:A Case Studyofan Emerging Eco-CityinChina.1stEdition. TheWorldBank.Tianjin . 2009:1-10, 21-25, 66-76, 118 .
[7] 汤洁, 余孝云, 林年丰, 等. 生态环境需水的理论和方法研究进展[J]. 地理科学, 2005, 25 (3) : 367-373 .
[8] 杨志峰. 生态环境需水量理论、方法与实践[M]. 北京: 科学出版社, 2003 .
[9] 刘凌, 董增川, 崔广柏, 等. 内陆河流生态环境需水量定量研究[J]. 湖泊科学, 2002, 14 (1) :25-30 .

(责任编辑: 华智睿)