

Research on the calculation of water consumption of natural oasis ecosystems in arid regions-Taking the andier river basin in Minfeng County,Xinjiang as an example

Yuhua Zhu

XPCC Surveying & Designing Institute Group Co.,Ltd., 830000 Urumchi

Abstract

Based on the interpretation of remote sensing images, the ecological water consumption of natural oasis ecosystems in the Andier River Basin was calculated using the groundwater evaporation method and the area quota method. Aiming to develop and utilize water resources while ensuring the ecological security of the basin, thereby achieving sustainable development of both the socio-economic and ecological environment.

Keywords

Ecological water consumption; Natural oasis; Andier river basin

干旱区天然绿洲生态耗水量计算研究——以新疆民丰县安迪尔河流域为例

朱玉华

新疆兵团勘测设计院集团股份有限公司, 中国·新疆 乌鲁木齐 830000

摘要

在遥感影像解译的基础上,分别采用潜水蒸发法和面积定额法,计算安迪尔河流域下游天然绿洲生态系统的生态耗水量,以期在确保流域生态安全的基础上,进行水资源开发利用,实现社会经济与生态环境保护可持续发展。

关键词

生态耗水;天然绿洲;安迪尔河流域

1 引言

绿洲作为干旱区一种独有的生态景观,以3%~5%的面积承载了干旱区90%以上的人口,是干旱区的核心^[1-2]。绿洲的形成和发展受水资源的制约,具有“唯水性”^[4]。由于干旱区自然条件的极端恶劣和绿洲的隐域性与不稳定性,绿洲的存在和维持需要一个支持系统,这个系统的核心就是绿洲生态支持系统。绿洲的生态支持系统可区分为人工生态防护系统和天然生态防护系统,但无论哪种生态防护系统都是极其脆弱的,极易受到损伤,从而影响其防护功能,导致绿洲退化^[6]。绿洲的生存与发展完全有赖于生态耗水养育下的环境条件的支撑。如果其生命支持系统遭受了巨大的创伤后,在不可逆性强的环境背景下,要人为改善往往是不可能的^[6-7]。

安迪尔河为一独立水系,发源于昆仑山中段北坡且末县境内的阿克塔格山,为民丰、且末两县的分界河流。安迪尔河由源头自东向西流经喀尔赛流向转北、经康托卡依、横跨安迪尔栏杆315国道、穿越安迪尔乡、消失于安迪尔乡东北的沙漠之中。安迪尔河流中下游两侧和安迪尔乡周边的洪泄区生长着怪柳、胡杨等荒漠林草,即天然绿洲。该区天然绿洲生态功能极为重要,对塔克拉玛干大沙漠边缘的民丰县安迪尔乡具有增加空气湿度、减缓气温变幅的重要生态功能,在一定程度上调节了区域小气候;更重要的是,该天然绿洲的存在有效缓解了沙漠化的快速推进,成为维护该区域人们生存基本条件的重要生态保障,其生态功能不可或缺和不可替代。如果流域开发过程中,该天然绿洲的生态耗水量得不到保证,将会对流域生态环境造成严重影响。

生态耗水是指研究区域、流域内,某一时间段生态系统通过蒸腾、蒸发、生物体储存等形式所消耗掉的地表水资源和地下水资源的总量,也就是区域或流域为实现生态功能消耗掉,而不能回归到地表水体和地下含水层的水量。根据

【作者简介】朱玉华(1980—),女,中国新疆奎屯人,硕士,高级工程师,从事环境影响评价与环境保护研究。

该概念,那些流域维持河道生态功能所需的生态环境用水量、保护河道水体功能稀释用水量、河流输沙排盐用水量、入海河口环境用水量、城市河湖用水量、湿地保护和修复用水量、恢复地下水水位用水量等都属于流域生态用水量,但由于这些用水量最终有相当部分要返回流域水体,所以不属于生态耗水量范畴,而生态耗水量的主要形式是用于区域土壤蒸发、植被蒸散、地表水蒸发和地下潜水蒸发^[5]。根据生态系统形成原动力的不同,生态耗水又可分为天然生态耗水和人工生态耗水两大类,本次主要计算天然生态耗水量^[4]。

本文对安迪尔河流域下游平原区天然生态耗水量进行计算,为决策者在当前这个关键时期提供科学、合理的决策依据,以期在确保流域生态安全的基础上进行水资源开发利用,实现社会经济与生态环境保护可持续发展。

2 流域概况

安迪尔河流域地处昆仑山中段北麓,位于塔里木盆地东南缘,处于昆仑山前沿中、高山区。在地势上南高北低,并由南向北倾斜。海拔高程从河源最高的 6512m 下降到北部荒漠区的 1220m,河流平均高程 3866m。根据地形、地貌成因类型及形状特征,安迪尔河流域大致可分五个地貌单元带:南部冰山积雪带、中低山丘陵地带、山前河谷地带、绿洲平原地带、戈壁沙漠地带。

安迪尔河全长约 397km,流域面积 13076km²,年径流量 1.346 亿 m³,该河径流年内分配不均,其水量高度集中在夏季,6—8 月水量占全年的 79%。安迪尔河河源至阿克苏库勒湖出湖口 164.8km,阿克苏库勒湖出湖口至出山口河长 74.0km,枯水期河水流经出山口约 40km 后全部渗入地下,潜入地下河段长约 52.6km,上游又称博斯坦托格拉克河,博斯坦托格拉克河长 166.6km;在细土平原地形较平缓处,距安迪尔栏杆以南 12km 处以潜流溢出,汇集成安迪尔河,潜流溢出口至河流末端消失地(安迪尔河)全长 65.6km。

3 研究方法

国内外关于绿洲生态耗水计算已进行了较为深入的探讨,常见的耗水计算方法包括面积定额法、潜水蒸发法、水量平衡法和遥感法等^[3-5]。本次以安迪尔河流域综合规划(2023 版)开展的水资源评价成果为分析基础,充分利用现代地理信息系统技术,以 Arcgis 为工作平台,以遥感解译为技术手段,采用“九五”国家重点科技攻关项目子专题《新疆国民经济发展和生态环境需水量研究》(编号 96-912-02-01-02)推荐的生态耗水计算方法,潜水蒸发法和面积定额法,分析计算安迪尔河流域天然绿洲的空间分布及耗水量。

4 安迪尔河流域下游平原区天然生态环境耗水量分析

天然生态耗水是指天然生态系统所耗水量,包括天然植被和水域耗水^[5]。

4.1 平原区天然林草分布情况

根据调查,安迪尔河下游老河道两侧区域分布的荒漠林草主要以胡杨和怪柳为建群种的荒漠林,伴生有芦苇、骆驼刺、花花柴、芨芨草等零星散布其中,怪柳群落高度 1.0m ~ 1.7m,盖度 20 ~ 40%,胡杨林主要为中幼林型和过熟林,林高 8m ~ 12m,郁闭度在 0.1 ~ 0.3 之间。该区域林草主要依靠地下水滋润,地下水主要补给源包括安迪尔河水渗漏、上游区含水层侧向径流补给以及灌区渗漏补给。

安迪尔河流域尾间荒漠植被分布范围的确定是在流域边界划定的基础上,结合流域地表水、地下水两水转化关系,确定的生长水源来自于安迪尔河流域的区域。本次采用两期 LANDSET 遥感影像,成像时间分别为 2022 年 7 月、2000 年 7 月,图像分辨率为 30m,每景覆盖度范围为 185km × 185km,解译主要采用 543 波段。由于精度问题,遥感解译的林草面积可能存在误差,本次在遥感解译的基础上,根据国土“三调”统计数据中的荒漠林草植被面积进行了复核分析,统计出安迪尔河流域平原区荒漠植被面积为 318.4km²,其中林地面积 264.17km²,草地面积 54.23km²。安迪尔河流域平原区荒漠植被各地类分布情况详见图 1。

本次结合流域内地下水位观测并绘制了地下水埋深分区及水位等值线图,为便于分析天然林草耗水情况,本次将平原区天然林草分布图与地下水水位等值线图进行叠加,可提取不同地下水埋深条件下的林草分布。经叠加分析,平原区 318.4km²天然林草中,地下水埋深小于 3m 的天然林草面积为 157.02km²,地下水埋深 3 ~ 6m 的天然林草面积 101.16km²,地下水埋深大于 6m 的天然林草面积 60.22km²。安迪尔河流域平原区不同地下水埋深下天然林草统计见表 1。

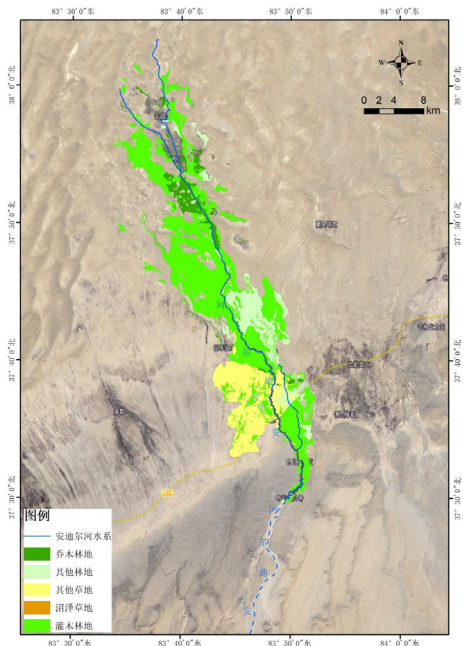


图 1 安迪尔河流域平原区荒漠植被分布图

表1 安迪尔河流域荒漠林草分布区植被面积统计表

地下水埋深	分类	面积 (km ²)
0 < Z ≤ 3	乔木林地	9.90
	灌木林地	80.12
	其他林地	12.77
	沼泽草地	2.18
	其他草地	52.05
	小计	157.02
3 < Z ≤ 6	乔木林地	7.67
	灌木林地	68.33
	其他林地	25.16
	小计	101.16
6 < Z	乔木林地	5.88
	灌木林地	44.12
	其他林地	10.22
	小计	60.22
合计	乔木林地	23.45
	灌木林地	192.57
	其他林地	48.15
	沼泽草地	2.18
	其他草地	52.05
	总计	318.40

4.2 平原区天然林草耗水计算

4.2.1 平原区天然林草耗水计算方法

本次工作采用潜水蒸发法、面积定额法两种方法分析计算荒漠林草生态系统的耗水。其中潜水蒸发法可以计算地下水埋深小于6m的天然林草耗水，该方法主要依据《新疆地下水资源》(董新光、邓铭江, 2005年)，采用非灌区植被区的潜水蒸发公式进行耗水计算。对于地下水埋深大于6m的天然林草，采用面积定额法计算的结果。

(1) 潜水蒸发法

潜水蒸发法通过下式计算：

$$E_{ng} = 10^{-1} \cdot E_{601} \cdot C \cdot F \cdot C'$$

式中： E_{ng} ：非灌区植被区潜水蒸发蒸腾量 (万 m³)；

F ：计算区面积 (km²)；

E_{601} ：全年水面蒸发量 (mm)；

C ：潜水蒸发系数；

C' ：植被覆盖条件下(根据遥感解译计算不同植被的覆盖率)潜水蒸发植被状况修正系数。

(2) 面积定额法

面积定额法通过下式计算：

$$W = \sum_{i=1}^n A_i \cdot P_i \cdot \sum_{i=1}^n A_i \cdot P_i$$

式中： W ：林草之内需水量 (m³)；

A_i ：第*i*类型植被的面积 (m²)；

n ：植被种类总数；

P_i ：第*i*类型植被生态需水定额 (m³/m²)。

4.2.2 平原区天然林草耗水计算结果

经分析计算，地下水埋深小于3m的天然林草，按照潜水蒸发法计算的耗水为3220.36万m³，按照面积定额法计算的耗水为3308.66万m³；地下水埋深介于3~6m的天然林草，潜水蒸发法计算的耗水为923.6万m³，面积定额法计算的耗水为1082万m³；两种方法计算的耗水相差不大。地下水埋深超过6m的天然林草耗水为661.07万m³。流域内天然林草采用潜水蒸发法、面积定额法分析计算的耗水分别为4805.03万m³、5051.73万m³，两种方法计算结果差距不大，本次取大值，采用面积定额法计算结果作为流域天然林草的耗水，即流域天然林草耗水为5051.73万m³。流域天然林草耗水计算结果见表2。

表2 安迪尔河流域荒漠河岸林草分布区生态耗水量

地下水埋深	分类	面积 (km ²)	潜水蒸发法计算的生态耗水量 (万 m ³)	面积定额法计算的生态耗水量 (万 m ³)	面积定额法中定额选取 (m ³ /亩)
0 < Z ≤ 3	乔木林地	9.90	172.74	297.05	200
	灌木林地	80.12	1976.03	2163.19	180
	其他林地	12.77	199.68	229.80	120
	沼泽草地	2.18	57.82	72.09	220
	其他草地	52.05	814.09	546.53	70
	小计	157.02	3220.36	3308.66	140
3 < Z ≤ 6	乔木林地	7.67	53.91	138.07	120
	灌木林地	68.33	709.74	717.47	70
	其他林地	25.16	159.95	226.47	60
	小计	101.16	923.60	1082.00	71
6 < Z	乔木林地	5.88	105.82	105.82	120
	灌木林地	44.12	463.26	463.26	70
	其他林地	10.22	91.99	91.99	60
	小计	60.22	661.07	661.07	73
合计	乔木林地	23.45	332.47	540.94	154
	灌木林地	192.57	3149.03	3343.92	116
	其他林地	48.15	451.61	548.25	76
	沼泽草地	2.18	57.82	72.09	220
	其他草地	52.05	814.09	546.53	70
	总计	318.40	4805.03	5051.73	106

4.3 河渠、湖泊及滩涂湿地耗水计算

河渠、湖泊及滩涂湿地的耗水主要为蒸发耗水，根据民丰县平原区蒸发情况，计算河渠、湖泊及滩涂湿地的耗水。

经遥感解译，并根据第三次国土调查土地利用现状数据进行复核，安迪尔河流域下游区域河渠面积9.01km²，湖泊面积0.55km²，滩涂湿地面积1.85km²。根据流域各水资源利用分区的蒸发资料，分析流域不同分区河渠、湖泊、滩涂湿地的单位面积蒸发量，河渠的水面蒸发值取800~840mm，湖泊水面蒸发值取1300~1400mm，滩涂湿地水面蒸发值取900~950mm。经计算安迪尔河流域河、湖、湿地耗水共计958.8万m³。

安迪尔河流域平原区河渠、湖泊、滩涂湿地面积统计见表3。

表3 安迪尔河流域下游河渠、湖泊、滩涂湿地面积统计表

分类	面积 (km ²)	生态耗水量 (万 m ³)
河渠	9.01	720.8
湖泊	0.55	71.5
滩涂湿地	1.85	166.5
小计	11.41	958.8

根据前文分析,安迪尔河流域平原区天然生态耗水量为天然林草耗水量 5051.73+ 河湖湿地耗水量 958.8=6010.53 万 m³。

5 结语

通过对安迪尔河流域天然绿洲生态耗水量进行计算,提出维持流域生态环境现状的最小生态耗水量为 6010.53 万 m³,在流域进行水资源开发利用的过程中,应确保该天然

生态耗水量得以满足,从而实现社会经济与生态环境保护可持续发展。

参考文献

- [1] 李梦怡,邓铭江,凌红波,等.新疆绿洲格局变化与生态耗水结构分析[J].水科学进展,2023.
- [2] 凌红波,徐海量,刘新华,等.新疆克里雅河流域绿洲适宜规模[J].水科学进展,2012,23(4).
- [3] 谢蕾,龙爱华,邓铭江,等.伊犁河下游三角洲生态耗水研究[J].冰川冻土,2011,33(6).
- [4] 刘金鹏,费良军,南忠仁,等.基于生态安全的干旱区绿洲生态需水研究[J].水利学报,2010,41(2).
- [5] 王娇妍,路京选.基于遥感的伊犁河下游生态耗水分析[J].水利学报,2009,第4期.
- [6] 李海涛.绿洲水资源利用情景模拟与绿洲生态安全—以石羊河流域武威和民勤绿洲为例[D].北京:北京大学,2008.
- [7] 韩宇平.宁夏引黄灌区生态耗水规律研究[R].中国水利水电科学研究院博士后出站报告,2005.