

分类号：
学号：20222110024

密级：公开
单位代码：10759

石河子大学

硕士学位论文



艾比湖流域生态缺水量研究

学位申请人	杨昕昕
指导教师	龙爱华 教授 陈伏龙 教授
申请学位类别	专业硕士
专业名称	土木水利
研究领域	水利工程
所在学院	水利建筑工程学院

中国·新疆·石河子
2025年5月

分类号：
学号：20222110024

密级：公开
单位代码：10759

石河子大学

硕士学位论文



艾比湖流域生态缺水量研究

学位申请人	杨昕昕
指导教师	龙爱华 教授 陈伏龙 教授
申请学位类别	专业硕士
专业名称	土木水利
研究领域	水利工程
所在学院	水利建筑工程学院

中国·新疆·石河子

2025年5月

**Precise Regulation of Ecological Sluices in Typical River Sections
of the Tarim River Based on Vegetation-Hydrology Response**

A Dissertation Submitted to

Shihezi University

In Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of

Master of Engineering

By

Yang Xin-xin

(Hydraulic Engineering)

Dissertation Supervisor: Prof. Long Ai-hua

Prof. Chen Fu-long

May, 2025

石河子大学学位论文独创性声明及使用授权声明

学位论文独创性声明

本人所呈交的学位论文是在我导师的指导下进行的研究工作及取得的研究成果。据我所知，除文中已经注明引用的内容外，本论文不包含其他个人已经发表或撰写过的研究成果。对本文的研究做出重要贡献的个人和集体，均已在文中作了明确的说明并表示谢意。

研究生签名：  时间：2025年5月19日

使用授权声明

本人完全了解石河子大学有关保留、使用学位论文的规定，学校有权保留学位论文并向国家主管部门或指定机构送交论文的电子版和纸质版。有权将学位论文在学校图书馆保存并允许被查阅。有权自行或许可他人将学位论文编入有关数据库提供检索服务。有权将学位论文的标题和摘要汇编出版。保密的学位论文在解密后适用本规定。

研究生签名：  时间：2025年5月19日

导师签名：  时间：2025年5月19日

摘要

我国西北地区气候干旱、降水稀少，水资源短缺问题严重，社会经济巨大的用水需求和保障要求，常导致生态需水难以保障、生态环境承载力下降等问题，流域生态系统的正常维系面临严峻挑战。明晰干旱区生态需水量及生态缺水量，是生态系统修复与保护、水资源合理配置的依据，具有重要意义。

本文以西北干旱区艾比湖流域为研究区，基于多年实测气象数据、径流数据和土地利用遥感数据等资料，对流域生态缺水量进行了分析。采用湖泊形态等方法综合分析艾比湖的最低生态水位和适宜生态水位，并在此基础上估算出湖泊的生态需水量；运用 Penman-Monteith 方法估算不同类型植被的月尺度生态需水量和生态缺水量，并分析了不同类型植被生长期（4-10 月）的水分盈亏关系；将河道内生态需水分为河道生态环境基本需水、蒸发需水和渗漏需水，并分别估算，最终确定河道生态需水量。基于上述计算结果，综合分析流域生态需水总量，并根据水量平衡原理分析生态需水的满足度，提出水资源保障调控措施。主要研究成果如下：

（1）近 20 年内，研究区人工绿洲持续增加，天然绿洲面积不断减小。从土地利用综合动态度来看，近 20 年土地利用综合动态度为 0.8%，2015-2020 年间土地利用格局变化尤为显著。2000-2020 年研究区人工绿洲累积扩张 3382 km²，相比 2000 年约扩张 81.6%，在扩大的人工绿洲中，1007 km² 由天然绿洲转化而来，1603 km² 由低覆盖度草地转化而来，954 km² 由原有未利用地转化而来。

（2）湖泊需水量计算。选用湖泊形态法和最低年平均法，结合水位与湖面面积数据，建立艾比湖湖水位-水面面积增加量的关系，通过计算认为艾比湖的最小生态水位为 194.73 m；根据艾比湖特有的地形地貌、以及气候条件，综合确定艾比湖适宜生态水位为 195.53 m，进而通过生态水位推算出生态需水量。综合最小生态水位法和蒸发降水法分别计算需水量，最终得出湖泊生态量为 3.035 × 10⁸ m³。

（3）艾比湖流域河道生态需水量主要由生态基流、蒸发需水量、渗漏需水量三部分组成。研究表明流域河道的基本生态需水量为 1.502 × 10⁸ m³，蒸发需水量为 0.156 × 10⁸ m³，渗漏需水量为 1.8 × 10⁸ m³，河道内生态需水量共计 3.45 × 10⁸ m³。

（4）研究区植被生态需水量为 5.19 × 10⁸ m³，其中 6-8 月生态需水占生长期总需水的 50% 以上，生态需水量由大到小依次为中覆盖度草地、高覆盖度草地、灌木林、疏林地、其他林地、有林地和疏林地。综合单位面积水分盈亏指数和生态缺水量，可知疏林地和中覆盖度草地缺水程度较轻，灌木林缺水最严重。

（5）流域生态需水总量为 11.67 × 10⁸ m³，生态缺水量大约为 6.25 × 10⁸ m³，生态需水满足度为 46.44%。其中，河道内生态需水基本上可以满足，河道外生态需水量不能满足。整体来看，流域生

态需水总量不能稳定满足，为保障流域的水资源可持续利用及生态安全，提出了多项水资源调控保障措施。

关键词：艾比湖流域；土地覆盖演变；生态需水量；生态缺水量；满足度分析

Abstract

The arid region of northwest China has a dry climate, scarce precipitation, serious water shortage, and the contradiction between socio-economic water use and ecological water use, which leads to the difficulty of guaranteeing ecological water demand, the decline of ecological environment carrying capacity, and the normal maintenance of basin ecosystems are facing serious challenges. It is of great significance to clarify the ecological water demand and water shortage in the arid zone, which is the basis for ecosystem restoration and protection, and rational allocation of water resources.

This thesis takes the Ebinur Lake Basin in the Northwest Arid Zone as the study area, and analyzes the ecological water deficit of the basin based on many years of measured meteorological data, runoff data, and land use remote sensing data and other information. A comprehensive analysis of the minimum and suitable ecological water levels of Ebinur Lake was conducted utilizing lake morphology and supplementary methodologies, and based on this, the ecological water demand of the lake was estimated; the Penman-Monteith method was used to estimate the monthly ecological water demand and ecological water deficit of different types of vegetation, and the water gain/loss relationship of the different types of vegetation during the growing period (April to October) was analyzed; the ecological water demand in the river channel was divided into river channel. The ecological water demand in the river channel was divided into basic ecological water demand, evapotranspiration water demand and seepage water demand, and estimated separately to finalize the ecological water demand of the river channel. In light of the outcomes derived from the aforementioned computational analyses, a comprehensive assessment of the overall ecological water demand within the river basin was conducted. Subsequently, an evaluation of the fulfillment of ecological water requirements was performed in accordance with the principles of water balance. This analytical process facilitated the formulation of targeted strategies for the conservation and management of water resources.

(1) Over the past two decades, there has been a progressive expansion of the artificial oasis within the study region, concurrently accompanied by a marked reduction in the extent of the natural oasis. From the point of view of comprehensive land use dynamics, the comprehensive land use dynamics in the past 20 years is 0.8%, and the most significant change in land use structure is between 2015 and 2020. The cumulative expansion of artificial oasis in the study area from 2000 to 2020 is 3,382 km², which is about 81.6% compared with that in 2000. In the expanded artificial oasis, 1007 km² is transformed from natural oasis, 1603 km² is transformed from oasis-desert transition zone (low-cover grassland), and 954 km² is transformed from natural oasis. Among the expanded artificial oasis, 1007 km² was transformed from natural oasis, 1603 km² was

transformed from oasis-desert transition zone (low-cover grassland), and 954km² was transformed from original unutilized land.

(2) Calculation of lake water demand. The lake morphology method and the minimum annual average method were selected, combined with the water level and lake surface area data, to establish the relationship between the lake level and the increase in water surface area of Lake Ebinur, and the minimum ecological water level of Lake Ebinur was calculated to be 194.73 m. Based on the distinctive topographical and climatic characteristics of Lake Ebinur, it was ascertained that the optimal ecological water level for Lake Chagan is 19553 meters. This ecological water level served as the basis for calculating the ecological water demand. The integrated application of the Comprehensive Minimum Ecological Water Level (CMEWL) approach and the Evapotranspiration-Precipitation (ETP) method was employed to ascertain the water demand. Subsequently, the derived data were utilized to determine the lake's ecological volume, which was quantified as 3 cubic units $3.035 \times 10^8 \text{m}^3$.

(3) In consideration of the distinct attributes of the Ebinur Lake Basin, it is identified that the ecological water requirements of the riverine channels within this basin are predominantly comprised of three principal components: the ecological base flow, the evaporation water demand, and the seepage water demand. Furthermore, the fundamental ecological water demand for the river channels within the basin has been quantified to be $1.502 \times 10^8 \text{m}^3$, the evaporation water demand is $0.156 \times 10^8 \text{m}^3$, and the seepage water demand is $1.8 \times 10^8 \text{m}^3$, which makes a total of $3.45 \times 10^8 \text{m}^3$ of the ecological water demand in the river channel. The total water demand is $3.45 \times 10^8 \text{m}^3$.

(4) The ecological water demand of vegetation in the study area was $5.19 \times 10^8 \text{m}^3$, of which the ecological water demand from June to August accounted for more than 50% of the total water demand in the growing period, and the ecological water demand in descending order was medium-covered grassland, high-covered grassland, shrubland, sparse woodland, other woodland, forested land, and sparse woodland. By synthesizing the water gain/loss index per unit area and ecological water deficit, it can be seen that the degree of water deficit in sparse woodland and medium-coverage grassland is less severe, and the water deficit in shrubland is the most serious.

(5) The volume of water resources is estimated to be 11.67×10^8 billion cubic meters, equating to approximately 3 billion cubic meters. Concurrently, the ecological water deficit is quantified at around 625 million cubic meters, resulting in an ecological water demand satisfaction rate of 44.93%. Within this context, the ecological water requirements within the river channel are largely met, whereas the ecological water demands outside the river channel remain unfulfilled. In summary, the cumulative ecological water requirements of the basin consistently exceed the available supply, necessitating the formulation of strategic interventions to ensure effective water resource management.

Key words: Ebinur Lake Basin; Land use type; Ecological water demand; Ecological water deficit; Satisfaction analysis

目 录

摘要.....	I
Abstract.....	III
目 录.....	VI
第 1 章 绪论.....	1
1.1 研究背景、目的及意义.....	1
1.2 国内外研究现状.....	2
1.2.1 生态需水内涵.....	2
1.2.2 河道外生态需水.....	4
1.2.3 河道内生态需水.....	7
1.3 研究内容和技术路线.....	8
1.3.1 研究内容.....	8
1.3.2 研究技术路线.....	9
第 2 章 研究区概况及数据来源.....	10
2.1 研究区概况.....	10
2.1.1 地理位置.....	10
2.1.2 地形地貌.....	11
2.1.3 气候特征.....	11
2.1.4 流域水资源特征.....	11
2.1.5 植被.....	12
2.1.6 社会经济.....	12
2.2 数据来源.....	13
2.2.1 气象数据.....	13
2.2.2 水文数据.....	13
2.2.3 土地利用数据.....	13
第 3 章 艾比湖流域土地利用演变分析.....	14
3.1 研究方法.....	14
3.1.1 土地利用动态变化分析.....	14
3.1.2 土地利用转移矩阵.....	14
3.2 2000-2020 年土地利用整体分布情况.....	15

3.3 土地利用动态度分析.....	16
3.4 土地利用综合动态度分析.....	18
3.5 土地利用转移矩阵分析.....	19
3.6 本章小结.....	21
第4章 艾比湖流域生态需水量分析.....	23
4.1 研究方法.....	23
4.1.1 艾比湖生态水位计算方法.....	23
4.1.2 河道内生态需水计算方法.....	23
4.1.3 河道外生态需水量计算方法.....	25
4.2 湖泊生态水位的确定.....	28
4.2.1 艾比湖最低生态水位计算结果.....	28
4.2.2 最低生态水位确定及合理性分析.....	30
4.2.3 湖泊适宜生态水位的分析.....	30
4.2.4 综合确定艾比湖生态水位.....	32
4.3 河道内生态需水量.....	32
4.3.1 河流基本生态环境需水量.....	32
4.3.2 河流水面蒸发生态环境需水量.....	34
4.3.3 河道渗漏需水量.....	34
4.4 湖泊生态需水量.....	35
4.4.1 最低生态水位法.....	35
4.4.2 蒸发-降水法.....	36
4.5 植被生态需水量.....	36
4.5.1 艾比湖流域植被分布特征.....	36
4.5.2 参考作物蒸发量.....	37
4.5.3 植物生态需水定额.....	37
4.5.4 植被生态需水定额满足情况.....	39
4.5.5 植被生态需水量与缺水量.....	40
4.6 本章小结.....	41
第5章 生态缺水量及满足度分析.....	43
5.1 水资源总量分析.....	43
5.1.1 地表水资源量.....	43
5.1.2 地下水资源量.....	43
5.1.3 水资源总量.....	44
5.2 现状社会经济和生态耗水分析.....	44

5.3 流域生态需水满足度分析	45
5.3.1 河道内生态需水量满足度分析	45
5.3.2 河道外生态需水量满足度分析	46
5.4 流域生态需水调控措施	46
5.4.1 调整用地模式	46
5.4.2 推进水资源节约能力的建设	47
5.4.3 跨流域调水	47
5.4.4 实施水资源统一管理 & 生态调度	47
5.5 本章小结	48
第 6 章 结论与展望	49
6.1 结论	49
6.2 展望与不足	50
参考文献	51
致谢	57
作者简介	58
导师评阅表	59

第 1 章 绪论

1.1 研究背景、目的及意义

水资源乃自然瑰宝，是维系生态和谐之基石，亦为人类生计与产业之根基，在社会进步和发展中扮演着举足轻重的角色。随着经济社会的稳步前进与高质量发展，人们对水生态体系所提供的福祉愈发看重，对水资源量与质的要求也日渐提升。然而，随着社会经济进步对水资源需求的不断提高，水资源供需失衡现象愈发显著。人类无节制地滥用水资源，从根本上影响了全球水循环的固有模式和基础条件，进而引发生态系统出现显著的退化^[1]，这不仅对经济社会的持续发展构成严峻挑战，同时也严重危及水安全与生态安全^[2]。生态整治已然成为当下社会各界普遍关注的焦点议题，二十世纪末期以来，全球范围内的水资源短缺现象愈发严重，基于生态考量下的可持续性水资源调控策略，逐渐成为国际水问题探讨领域的焦点议题之一^[3]。健康的自然环境是全民福祉，生态系统的构建与维护是关乎中华民族长久繁荣的战略布局。

我国人口基数庞大，水资源在时空上的分布极不平衡，再加上 21 世纪初期，我们主要聚焦于经济发展，对人与自然和谐共生的科学认知不足，导致生态保护领域的探索相对滞后。自 20 世纪 90 年代，我国开始大规模兴建水库、拓垦农田并推进城市化进程，这些行为引发了水资源锐减、河流枯竭、生物多样性衰减等一系列的生态问题^[4]，严重侵害了人类的生存环境和自然生态系统的良性发展。我国西北干旱地带受北半球西风环流的影响，呈现出气候干燥、降水量匮乏、土壤贫瘠的特征，水资源匮乏问题尤为凸显，是我国生态问题最为突出的区域^[5]。近年来，西北干旱区域的气候呈现出明显的暖湿化态势^[6,7]，且人类行为对内陆河流域生态系统的破坏程度愈发严重^[8]，在气候变迁与人类活动的叠加效应下，改变了内陆河流域的生态水文格局^[9-11]。生态承载能力逐步衰减，基础生态用水需求难以满足，人类社会与自然生态之间的水资源配置呈现出极度不均的状态，流域生态系统的稳定性正遭受前所未有的威胁^[12,13]。因此，为了推动西北干旱地带水资源、经济及生态的和谐共进，确保水资源的科学配置与高效运用，必须优先满足基本的生态用水需求。唯有如此，方能维系该区域生态系统的稳健状态及水资源的长期可持续利用。确定生态需水量是生态系统恢复与维护的基础，同时也是水资源调控中彰显生态系统服务价值的关键环节^[14]。在当今水利管理新理念的引领下，国家及各级地方机构对生态环境用水需求给予了前所未有的关注^[15]。植物群落作为生态体系的基础构成要素，对生态圈外部动态变化具备高度敏感性，因而其会展现出一定的指示功能^[16]。受

地形等因素影响,西北干旱区降水主要集中于流域上游山区,出山口以下,有水成绿洲,无水为荒漠,植被的生长演替皆依赖于生态需水^[17],因此,探究干旱区域生态体系的需水量时,应优先以植物所需水量为基础^[18]。生态水文过程不仅控制着干旱区内陆河流域基本的植被分布格局和演替过程^[19,20],也决定着流域生态承载力的分布格局和演变过程。在西北干旱地带水资源供需失衡的背景下及水资源匮乏的现状下,运用科学手段精准界定适宜的生态需水量,对于水资源的优化配置及生态系统的持续发展具有至关重要的意义^[21]。

艾比湖流域坐落于我国新疆维吾尔自治区,是我国西北地区生态安全的坚实防线,也是一个极具代表性的生态环境脆弱地带。在人口数量激增与经济社会迅猛发展的背景下,艾比湖面积急剧萎缩,地下水位下降,且依赖地下水的下游植被日益枯萎,进而加剧了土地荒漠化、盐碱化等连锁生态环境危机,对流域的持续发展及人民生计产生较为严重的影响。因此,探究艾比湖流域目前的生态需水现状和生态耗水状况,对于维护艾比湖流域生态系统的稳定性和长久性具有现实意义。

1.2 国内外研究现状

1.2.1 生态需水内涵

全球范围内的学者们对生态需水内涵定义进行了广泛而深入的探讨。国外对生态需水领域的探索始于20世纪40年代,伴随着研究的逐步推进,其定义亦不断得以充实和完善。在1940年,为了保护水域生态平衡,美国鱼类与野生动植物管理机构深入探究了鱼类生长繁殖与河流流量间的内在联系,首次定义了关于鱼类理想繁衍所需最低生态流量的理论框架^[22]。20世纪40年代至70年代阶段的研究主要关注单一的最小流量,缺乏对生态系统复杂性的考虑。例如,Tennant法(1976)通过统计分析历史水文数据,确定维持河流生态系统健康所需的最小流量。然而,这种方法忽略了流量变化对生态系统的影响,难以满足复杂生态系统的需求。20世纪80年代,随着生态学和文学的交叉融合,生态需水研究进入发展阶段。1986年,美国环境保护署提出了7Q10法,强调维持河流生态系统健康所需的低流量。这一方法开始关注流量变化对生态系统的影响,但仍以单一指标为主。1990年,伴随着生态需水研究领域的持续拓展,借助全球、区域及流域等多层次视角,结合跨学科方法,深入探究水资源和水环境在时空变迁中的复杂议题,从而使得生态需水的基础理论体系日趋完善^[23]。如1993年,Covich等^[24]首次阐述了生态需水的基本概念,即保障并促进生态系统健康发展所不可或缺的水资源量;在第二次全国水资源评估过程中,美国将河流内部生态需水量与河流外部需水量整合至同一评估框架内,构建了一套相对完备的河流流量测算方法论体系。其中,Hill等^[24]立

足于全流域综合管理的思想,构建了一套涵盖鱼类所需流量、河道基本流量及河岸生态流量等多维度评估指标的体系,进而确立了针对流域内水流进出情况的定量评判框架。此后,澳大利亚与欧洲诸国纷纷展开深度探索,推出了一系列针对河流基流测算与评估的革新性方法^[25]。例如,1998年 Gleick 等^[26]初次阐述了基本生态需水量的理念,基本生态需水量是在维系生态系统结构与功能的完好性,确保生物多样性与生态服务功能的持久延续,而向河流或城市供应的必要水量;1999年, Falkenmark 等^[27]等首次系统地阐述了水资源配置必须兼顾“社会-生态复合体系”的双重需求;2005年, Franchini 等^[28]将河流生态系统需水分成三个部分,首先是保障河流基本形态得以维持的基础流量;其次是确保水沙平衡并支持河流基本功能运作的洪水流量;最后则是维系水生生态系统及水质健康所不可或缺的生态流量。

我国对生态需水的研究始于20世纪90年代西北内陆河流域的综合治理实践。尽管相较于国际研究步伐略显迟缓,但在干旱区域生态恢复工程的迫切需求推动下,借助黄河调水、黑河分水等重大项目的实施,迅速搭建了独具地域特色的学术理论框架。可以将国内发展历程分为三个阶段:概念引入阶段(1990-2000年)、理论发展阶段(2001-2010年)和系统集成阶段(2011年至今)。

1989年,汤奇成等^[29]在对塔里木盆地绿洲生态系统的探索中,构建了生态需水的理论框架,并将生态需水界定为两大核心要素:其一是维系绿洲防护林体系健康发育所必需的水资源量,其二是确保湖泊湿地生态系统稳固运行所需的最低水面面积及适宜的水位高度的需水量。1995年,汤奇成等^[30]选取新疆绿洲作为典型案例,阐述了确保绿洲生态用水的重要性及其生态环境需水量的测算手段,该方法在塔里木河流域的综合治理实践中取得了显著成效。1998年,贾宝全等^[31]对生态用水的概念进行了深入探讨,提出生态用水即为维系绿洲生态系统存续、促进其发展及保障环境品质所需的水资源,并基于其对内外环境依赖程度的不同,对生态用水进行了细致分类;2001年,刘昌明等^[32]基于生态系统的稳定性,提出了生态需水的三级阈值体系定性理论,将生态需水量归纳为维持生态系统基本功能所需的最低水量、实现生态系统最佳功能状态的水量和区域最大缺水水量;王西琴等^[33]把生态需水量划分为水陆两大类,建立“自然-社会”二元水循环体系,其强调在内陆河流的下游区域,生态需水量关乎自然植被与生态环境的维系与恢复,同时也涵盖了超出水土保持及水保红线范畴的林草植被对水资源的必要需求。粟晓玲和康绍忠^[34]构建了最优生态需水量的理论框架,旨在维系从区域到全球范围内的生态系统动态均衡,推动生态系统步入良性循环,以最小化的水资源消耗,达成生态系统服务的最优化,该理念独具匠心地融合了“最低耗水量”与“最高效益”的双重要求;程国栋等^[35]将广义生态需水科学界定为保障地球生态系统正常运行的必需水量基准,其核心内涵在于维系四大关键平衡机制:水热动态平衡、泥沙输移平衡、盐分运移平衡及物质源汇平衡,这些基础性平衡共同构成了全球生物地球化学循环系统稳定运转的基本水量阈值;

邵宏波等^[36]提出广义生态需水概念具有多维适用性特征,而狭义生态需水则主要服务于干旱-半干旱区典型生态脆弱带的水土资源优化配置;严登华等^[37]从生态系统的水通量平衡及生物水分生理的双重视角切入,探讨了各类生态系统需水量核算的核心节点,并搭建了我国在水资源匮乏情境下的生态需水评估框架。其主张,生态需水的测算应确保生产者的生理代谢需水符合水分利用的高效性准则,同时,非生物环境的稳态调节需水量应满足生境稳定性的维系要求。综上,生态需水研究已从单一水量核算发展为多学科交叉的复杂系统科学,国内外研究在理论创新与方法应用上呈现互补态势,未来需强化“自然-社会”耦合视角,突破尺度转换与不确定性量化难题,为全球变化下的生态安全提供科学支撑。

1.2.2 河道外生态需水

(1) 植被生态需水

植被生态需水是保障生态体系平衡、促进水资源长效循环利用的核心要素。植被的生态需水量定义为:确保植物的健康生长,维系其与生态环境的和谐与平衡,并为生态系统的生产者提供最佳生态服务功能所必需的最小水量^[38]。国内外研究者依据研究区域独特的植物群落和水文条件,采用多样化的手段对植物生态需水量展开深入研究^[39]。

国外学界对植被生态需水的研究区多集中在城市、林地和流域等区域,常见的研究手段多为作物系数法和 SEBAL 模型等,关于植物生态需水量的理解,从单纯的水文参数分析逐步演变为对生态系统服务价值的综合评估。2008年,Min 等^[40]等结合奥延达格沙区域的田间实验数据,搭建了单、双作物系数对照分析框架,核算了奥延达格沙地在历年间的植物生态需水状况。2013年,Nouri 等^[41]借助 WUCOLS 方法对城市景观的用水需求进行了测算,这一举措不仅能够精确地评估各类功能区域的灌溉需水量,还为干旱地区城市构建生态节水型绿地提供了兼顾环境风险控制和经济实用性的技术典范。2013年,Xie 等^[42]针对温带橡树林展开研究,成功构建了需水量评估及蒸腾量调控模型,揭示出气温与降水模式的变动,均会对地下水位、土壤水分含量及植被的蒸散过程产生显著影响。2017年,Acharjee 等^[43]依据 30 年的高分辨率气象观测数据集,系统的量化了孟加拉国西北部参考作物蒸散量、潜在需水量等指标,揭示了除了温度,湿度、风速、日照时长等对植被的生态需水量影响也很大。2018年,Yayun 等^[44]借助 SEBAL 模型,并融合植被遥感信息,对艾比湖流域内各类植被在生长阶段的生态需水量进行了细致评估。

在国内,针对植被生态需水量的探讨主要集中在干旱区域的内陆河流域,普遍运用面积定额法、经过改良的彭曼公式法、潜水蒸发法、和依托于地理信息系统(Geographic Information System, GIS)、遥感(Remote Sensing, RS)和全球定位系统(Global Positioning