

湖北省主要河流生态流量保障程度评估

王咏铃, 熊坤杨*, 张平, 刘昱

湖北省水利水电规划勘测设计院有限公司, 湖北, 武汉

收稿日期: 2026年5月7日; 录用日期: 2026年6月8日; 发布日期: 2026年6月30日

摘要

生态流量保障程度是河湖生态健康的关键指标。本研究以湖北省19条主要河流36个控制断面为对象, 采用QP法与Tennant法计算生态基流, 并结合长序列日径流数据评估各断面枯水期与汛期的日保障率。结果表明: 长江、汉江干流保障率总体较高(>90%); 府澧河、东荆河、汉北河等部分断面保障率低于60%, 最低仅7%。农业灌溉、水库群拦截、缺乏生态泄放设施是主因。研究提出了水资源配置、生态水网构建、闸坝联合调度等对策, 可为省级水网生态流量管理提供科学依据。

关键词

生态流量, 保障率, Qp法, Tennant法

Study on Ecological Flow Guarantees in the Water Networks of Hubei

Yongling Wang, Kunyang Xiong*, Ping Zhang, Yu Liu

Hubei Institute of Water Resources Survey and Design, Wuhan Hubei

Received: May 7, 2026; accepted: June 8, 2026; published: June 30, 2026

Abstract

The degree of ecological flow guarantee is a key indicator for assessing the health of river ecosystems. The study selected 36 control sections across 19 rivers of Hubei Province, and use the QP method ($P = 90\%$) and the Tennant method, combination with the requirements of the Action Plan for the Yangtze River Protection and Restoration Campaign, to determine the ecological baseflow thresholds for each section. Based on long-term daily runoff data, the daily guarantee rates for dry seasons (November to April) and flood seasons (May to October) were calculated. The results show that the guarantee rates for the main stems of the Yangtze River and Hanjiang River are generally high (>90%). For several sections of the Fuher, Dongjinghe, and Hanbeihe, the guarantee rates are

*通讯作者。

文章引用: 王咏铃, 熊坤杨, 张平, 刘昱. 湖北省主要河流生态流量保障程度评估[J]. 环境保护前沿, 2026, 16(6): 1112-1120. DOI: 10.12677/aep.2026.166113

below 60%, the lowest being only 7% (Jingtian section). The main causes include agricultural water use encroachment, reservoir interception, and a lack of ecological flow release facilities. Corresponding countermeasures, including optimized water resource allocation, ecological water network construction, and coordinated sluice and dam operation, are proposed to support refined ecological flow management in provincial water networks.

Keywords

Ecological Flow, Degree of Guarantee, Qp, Tennant

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

生态基流是维持河湖基本形态、水动力条件、水质净化能力及水生生物栖息地不发生不可逆退化的最小流量阈值[1], 是河湖生态保护修复的核心控制指标。随着我国生态文明建设深入推进, 长江经济带、汉江生态经济带等区域明确提出“共抓大保护、不搞大开发”, 生态流量保障已成为流域水资源管理的刚性约束。

1.1. 国内外研究进展

生态流量研究始于 20 世纪 40 年代, 国际上已形成水文指标法、水力学法、栖息地模拟法、整体分析法四大主流方法体系: 水文指标法: 以历史径流序列为基础, 计算特定保证率流量或多年平均流量占比, 代表方法包括 Tennant 法、Qp 法、RVA 法, 原理简单、适用性广, 被广泛用于流域宏观评估; 水力学法: 通过河道断面水力参数(水深、流速、湿周)反推生态流量, 如湿周法、R2-Cross 法, 适用于单一断面精细化计算; 栖息地模拟法: 耦合水文、水动力与生物生境需求, 如 PHABSIM 模型, 精度高但数据需求大、应用门槛高; 整体分析法: 综合水文、水质、生态、社会经济多要素, 构建生态流量综合评价体系, 适合跨区域、多目标协调[2]。

国内研究起步于 20 世纪 90 年代, 早期聚焦于单一河流或水利工程生态需水核算; 2010 年后逐步转向流域尺度、多断面、长序列系统评估, 研究区域集中于长江、黄河、珠江等大江大河。李原园等(2020)提出新时期河湖生态流量管控总体框架[3]; 张建永等(2021)开展全国重点河湖生态需水保障对策研究[4]; 杨谦等(2022)梳理长江流域生态流量管理成效与挑战[5]; 闫少峰等(2024)探索江汉平原河网区生态流量阈值确定方法[6][7]。总体来看, 现有研究多集中于单一流域、单一方法或典型断面, 针对省级尺度、多河流、多断面的系统性评估、成因分类诊断与差异化调控对策仍较为薄弱, 难以支撑省级水网精细化生态流量管理需求[8]-[10]。

1.2. 研究背景与意义

湖北省地处长江中游、汉江中下游, 水系发育、河湖密布, 是长江经济带与汉江生态经济带的核心交汇区, 也是我国水资源开发利用强度较高、人水矛盾较为突出的区域之一。2017 年《长江经济带生态环境保护规划》¹、2018 年《汉江生态经济带发展规划》²均明确要求加强河湖生态流量保障、维护水生生物多

¹https://www.mee.gov.cn/gkml/sthjbgw/qt/201707/t20170718_418074.htm

²<https://zfxgk.ndrc.gov.cn/web/iteminfo.jsp?id=15771>

样性、修复湿地生态系统。在此背景下，开展湖北省主要河流生态流量保障程度系统评估，既是落实国家流域生态保护战略的迫切需求，也是省级水网水资源优化配置、生态修复工程精准施策的科学基础。

1.3. 本文研究贡献

本文的核心创新与价值体现在两方面：

大尺度系统性评估：覆盖湖北省 19 条主要河流、36 个关键控制断面，采用长序列实测数据，实现省级尺度生态流量保障率的全覆盖、长周期、量化评价；

成因分类与空间异质性诊断：首次将低保障断面划分为农业灌区挤占型、平原河网水源型、水电开发拦截型三类，揭示鄂西山区、鄂北岗地、江汉平原的空间差异，提出差异化、可落地的调控对策，为省级水网生态流量管理提供直接技术支撑。

2. 研究区概况与基础数据

2.1. 研究区概况

湖北省流域水系发育充分、形态多样，长江干流及其最大支流汉江贯穿全境，构成全省水系的骨干框架。地貌呈三面环山、中南部江汉平原的盆地格局，山地、丘陵、台地、平原占比分别为 48.06%、12.78%、15.83%、23.33%。气候为亚热带季风气候，年均降水量 800~2500 mm，多年平均气温 15℃~17℃，雨热同期。全省流域面积 $\geq 50 \text{ km}^2$ 河流 1232 条、总长约 4 万 km， $\geq 1000 \text{ km}^2$ 河流 61 条；常年水面 $\geq 1 \text{ km}^2$ 湖泊 224 个，湖泊总面积约 2569 km^2 ，是典型的“千湖之省”。长江、汉江干流贯穿全省，构成水系骨干，清江、府澧河、沮漳河、汉北河等为主要支流，支撑区域水资源供给、农业灌溉、航运及生态安全。

2.2. 基础数据

2.2.1. 控制断面选取

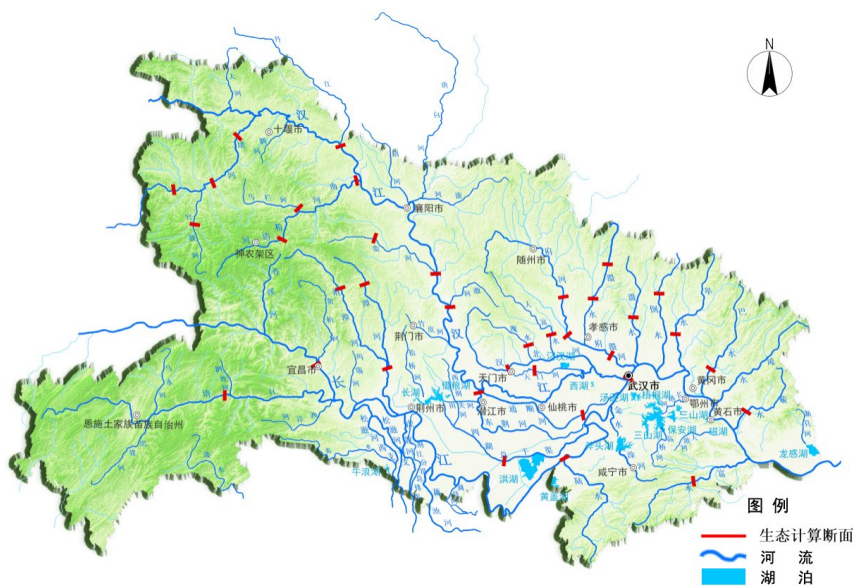


Figure 1. Distribution of ecological flow calculation section

图 1. 生态计算断面分布图

为维持河湖基本形态、基本自净能力、重要水生生境，保护生物多样性，考虑湖北省“百河千湖”不

同分区气候水文分布、水生态环境状况差异性、径流特性、生态敏感性及其功能定位等因素,选择长江、汉江、清江、府澧河、沮漳河、倒水、举水、堵河、汉北河等 19 条河流作为确定生态流量的对象,结合现状水文监测断面、重要水利工程控制断面、重要生态环境敏感保护目标控制断面等布设情况,确定 36 个河流断面作为生态流量控制断面,具体见图 1。

2.2.2. 日径流数据来源与序列

本文采用湖北省水文水资源中心提供的实测日径流数据。

时间序列:1986 年 1 月 1 日~2020 年 12 月 31 日,共 35 年长序列,包含丰、平、枯典型水文年,可反映径流变化的周期性与代表性;

数据口径:统一采用天然径流数据(扣除大型水库调节影响、还原至天然状态),确保生态流量核算基准一致。

数据站点:36 个控制断面对应水文站(含宜昌、汉口、黄家港、皇庄、河溶、潜江、净潭等国家基本水文站与省级重要水文站)。

3. 生态流量阈值研究

3.1. 研究方法

优先采用国家/地方批复的水量分配方案、水资源规划、环评批复中的生态流量目标;无批复值时,依据《河湖生态环境需水计算规范》³(SL/T712—2021),采用 Qp 法(P = 90%)与 Tennant 法计算,取最严值作为生态基流外包值。

3.2. 生态流量计算

依据《长江保护修复攻坚战行动计划》⁴:需加强流域水量统一调度,切实保障长江干流、主要支流和重点湖库基本生态用水需求,增加枯水期下泄流量,确保生态用水比例只增不减。2020 年年底前,长江干流及主要支流主要控制节点生态基流占多年平均流量比例在 15%左右。因此,综合 Tennant 法与《行动计划》,河道丰水期(5 月~10 月)生态环境需水取值按照多年平均水量的 30% (考虑鄂北地区水资源短缺,该区按 20%);河道枯水期(11 月~4 月)生态环境需水取值按照多年平均水量的 15%。

长江、汉江干流采用国家批复值,其余断面采用 Qp 法、Tennant 法计算并取外包值,结果见表 1。

Table 1. Ecological base flow at major river control sections

表 1. 主要河流控制断面生态基流计算成果表

序号	河流名称	控制断面	河道生态基流计算值			河道生态基流外包值(m ³ /s)	
			枯期 (15%)	汛期 (30%)	QP (90%)	枯水期	汛期
1	长江干流	宜昌	5500.0 (批复值)			5500.0	5500.0
		汉口	7026.0 (批复值)			7026.0	7026.0
2	沮漳河	河溶	8.4	16.8	3.2	8.4	16.8
		峡口	3.0	6.1	0.6	3.0	6.1
		打鼓台	1.5	3.0	0.6	1.5	3.0
3	内荆河	福田寺	4.5	9.0	0.4	4.5	9.0
4	陆水	陆水出口	16.4	32.9	8.6	16.4	32.9

³<https://std.samr.gov.cn/hb/search/stdHBDetailed?id=8B1827F24A3BBB19E05397BE0A0AB44A>

⁴https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2018-12/31/content_5438135.htm

续表

		黄花涝	16.3	32.7	6.0	16.3	32.7
		安陆	14.1	28.1	3.1	14.1	28.1
5	府澧河	隔蒲潭	17.3	34.6	3.8	17.3	34.6
		草店	1.3	2.7	0.3	1.3	2.7
		花园	5.1	10.2	1.1	5.1	10.2
6	涑水	长轩岭	2.8	5.6	0.42	2.8	5.6
7	倒水	红安(二)	1.6	3.2	0.43	1.6	3.2
8	举水	柳子港	8.0	15.9	2.0	8.0	15.9
9	巴水	马家潭	8.86	17.72	2.0	8.9	17.7
10	蕲水	西河驿	6.5	13.0	3.0	6.5	13.0
11	富水	富水	10.2	20.5	3.5	10.2	20.5
12	汉江干流	黄家港	174.0 (批复值)			174.0	174
		皇庄	200.0 (批复值)			200	200
		竹山	23.8	47.6	23.3	23.8	47.6
13	堵河	黄龙潭	29.3	58.7	21.9	29.3	58.7
		鄂坪	4.7	9.4	1.5	4.7	9.4
		老码头	5.6	11.2	5.1	5.6	11.2
14	南河	皮家坡	4.3	8.5	2.3	4.3	8.5
		马桥	2.6	5.2	1.4	2.6	5.2
		谷城	11.9	23.8	6.3	11.9	23.8
15	东荆河	潜江	30.0	60.0	1.8	30.0	60.0
16	通顺河	黄陵大桥	5.7	11.3	0.2	5.7	11.3
		净潭	0.8	1.5	0.04	0.8	1.5
17	汉北河	应城	2.3	4.6	1.3	2.3	4.6
		皂市	1.2	2.4	0.7	1.2	2.4
		天门	3.9	7.8	2.1	3.9	7.8
18	蛮河	三道河	1.7	3.5	0.8	1.7	3.5
		蛮河口	7.2	14.5	3.4	7.2	14.5
19	清江干流	水布垭	41.9	83.7	26.6	41.9	83.7

3.3. 生态流量保障率计算

将各河段重要控制断面生态流量计算成果与各控制断面长系列实测日流量数据进行对比分析,日流量数据大于等于生态流量计为满足,否则不满足。本文分别统计长系列汛期(5月~10月)、枯水期(11月~次年4月)生态流量满足天数,计算河流重要控制断面生态流量日保证率(满足天数/总天数 × 100%),结果见表2。

Table 2. Daily guarantee rate of ecological flow in main river control sections
表 2. 主要河流控制断面生态流量日保障率表

序号	一级河流名称	河流分支名称	控制断面	生态流量日保证率	
				枯水期	汛期
1	长江干流	长江干流	宜昌	93%	100%
			汉口	100%	100%
2	沮漳河	沮漳河干流	河溶	80%	78%
		漳河	打鼓台	82%	89%
3	内荆河	四湖总干渠	福田寺	68%	79%
4	陆水	陆水	陆水出口	87%	71%
5	府澧河	府澧河干流	黄花涝	72%	78%
			安陆	47%	56%
			隔蒲潭	79%	67%
			草店	69%	57%
			花园	54%	54%
6	潏水	潏水	长轩岭	63%	57%
7	倒水	倒水	红安(二)	62%	68%
8	举水	举水	柳子港	73%	72%
9	巴水	巴水	马家潭	79%	71%
10	蕲水	蕲水	西河驿	82%	71%
11	富水	富水	富水	73%	69%
12	汉江干流	汉江干流	黄家港	98%	89%
			皇庄	100%	90%
13	堵河	堵河干流	竹山	93%	89%
			黄龙潭	90%	90%
			鄂坪	55%	78%
14	南河	南河干流	官渡河	92%	84%
			粉清河	80%	96%
			马桥	80%	96%
15	东荆河	东荆河	潜江	28%	54%
16	通顺河	通顺河	黄陵大桥	55%	85%
17	汉北河	汉北河干流	天门河	8%	7%
			大富水	80%	67%
			净潭	8%	7%
18	蛮河	蛮河	应城(二)	80%	67%
			天门	82%	96%
19	清江干流	清江干流	三道河	58%	78%
			蛮河口	58%	78%
19	清江干流	清江干流	水布垭	86%	76%

为直观展示湖北省 36 个控制断面枯水期、汛期生态流量日保证率的差异与整体分布特征, 绘制各断面生态流量保证率对比图, 见图 2。

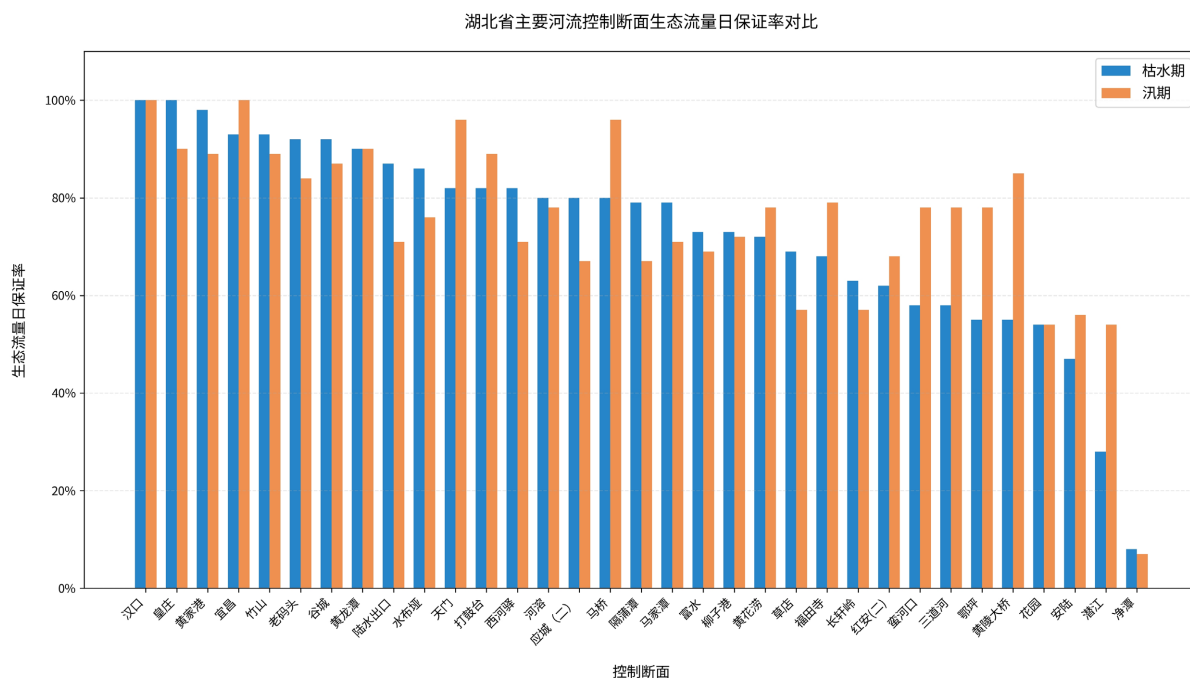


Figure 2. Comparison of daily ecological flow assurance rates at control sections of major rivers

图 2. 主要河流控制断面生态流量日保证率对比

4. 研究结果分析

4.1. 生态流量保障率总体特征

基于 36 个控制断面的长序列日径流数据, 统计得到各断面枯水期(11 月~次年 4 月)与汛期(5~10 月)的生态流量日保障率(表 2)。总体来看, 保障率呈现以下特征:

(1) 干流保障率显著高于支流。长江干流宜昌、汉口断面保障率均 $\geq 90\%$, 其中汉口断面两期均达 100%; 汉江干流黄家港、皇庄断面枯水期保障率分别为 98% 和 100%。

(2) 支流保障率普遍偏低。在 34 个支流断面中, 枯水期保障率低于 80% 的断面占 76.5%, 低于 60% 的占 29.4%; 汛期保障率低于 80% 的断面占 70.6%, 低于 60% 的占 23.5%。其中, 汉北河净潭断面枯、汛期保障率仅 8% 和 7%, 为全流域最低。

(3) 部分断面呈现“枯高汛低”的反常模式。除汉江干流外, 陆水出口(87% \rightarrow 71%)、蕲水西河驿(82% \rightarrow 71%)、巴水马家潭(79% \rightarrow 71%)等断面均出现枯水期保障率高于汛期的现象, 暗示汛期生态流量被工程调度或取用水挤占。

4.2. 低保障断面成因分类

根据保障率高低及水文 - 工程特征, 将低保障断面归为三类典型, 见表 3。

4.3. 空间异质性分析

鄂西山区(清江、堵河、南河): 保障率较高, 枯期 80%~93%, 汛期 76%~96%, 得益于较好的天然来

水和较少的人类干扰。

Table 3. Cause diagnosis for typical low-guarantee sections
表 3. 典型低保障断面成因诊断表

类型	代表断面	保障率(枯/汛)	主要成因	佐证数据
农业灌区挤占型	府澧河安陆	47%/56%	上游水库拦截 + 水稻灌溉	流域兴利库容 18.68 亿 m ³
	蛮河三道河	58%/78%	3 座大型水库未按生态流量下泄	现有水库 169 座
平原河网水源型	东荆河潜江	28%/54%	区间来水少 + 汉江引水受限	主要依赖汉江补给
	汉北河净潭	8%/7%	城镇用水挤占 + 缺乏生态补水	引水工程能力不足
水电开发拦截型	堵河泗河鄂坪	55%/78%	梯级电站无生态泄放设施	多级拦蓄, 下游来水锐减
	沮漳河河溶	80%/78%	干流 2 座枢纽 + 26 座梯级	沮河 16 级, 漳河 10 级

鄂北岗地(府澧河、蛮河、澩水): 保障率中等偏低, 枯期 47%~72%, 汛期 54%~78%, 农业用水与水库拦截是主因。

江汉平原(东荆河、汉北河、通顺河): 保障率最低, 枯期 8%~55%, 汛期 7%~85%, 净潭断面仅 7%~8%, 反映平原河网区“有水难留、用水挤占”的突出矛盾。

5. 结论

湖北省水系结构复杂、河渠交错, 水资源开发程度高, 生产生活用水挤占河道生态用水现象普遍。本研究对 19 条河流 36 个断面的生态流量保障率进行了系统评估, 结果表明: 长江、汉江干流保障率总体较高(>90%); 府澧河、东荆河、汉北河等流域部分断面保障率低于 60%, 其中净潭断面枯、汛期均低于 10%, 生态流量严重缺乏。

针对上述问题, 提出以下差异化对策: 针对当前湖北水网生态流量保障程度确定存在的问题, 提出如下建议:

(1) 低保障断面“一点一策”: 对净潭(汉北河)、潜江(东荆河)、安陆(府澧河)等保障率 < 60%的断面, 优先调整上游水库下泄规则, 明确最小生态流量泄放设施改造计划。

(2) 分类调控三生用水: 在农业主导区(如府澧河、蛮河)推行灌区节水改造与种植结构优化; 在城市挤占区(如汉北河)强化取水口在线监测与限额管理。

(3) 构建流域-区域两级调度机制: 以汉江、清江、堵河等干流梯级水库群为骨干, 建立面向生态流量的联合调度方案; 在平原河网区(如通顺河、东荆河)推进水系连通与生态补水常态化。

(4) 强化生态流量监管: 将生态流量保障率纳入最严格水资源管理制度考核, 对长期不达标的断面实施取水许可限批。

基金项目

国家自然科学基金区域创新发展联合基金重点支持项目(U21A2002)。

参考文献

- [1] 中华人民共和国水利部. 水利部关于印发第一批重点河湖生态流量保障目标的函[R]. 北京: 中华人民共和国水利部, 2020. http://www.mwr.gov.cn/zwgk/gknr/202510/t20251001_2079652.html, 2020-04-22.
- [2] 刘兆孝, 王孟, 李斐, 等. 推进长江生态流量保障工作的思考与建议[J]. 中国水利, 2022(9): 42-44, 51.
- [3] 李原园, 廖文根, 赵钟楠, 等. 新时期强化河湖生态流量管控的总体思路与对策措施[J]. 中国水利, 2020(15): 12-14.

- [4] 张建永, 王晓红, 杨晴, 等. 全国主要河湖生态需水保障对策研究[J]. 中国水利, 2017, (23): 8-11+15.
- [5] 余启辉, 李斐. 长江流域河湖生态流量保障管理实践、成效与对策[J]. 人民长江, 2025, 56(10): 105-108.
- [6] 邓志民, 李斐, 邓瑞, 等. 长江流域生态流量满足程度及其保障措施研究[J]. 人民长江, 2021, 52(7): 71-75.
- [7] 闫少锋, 熊瑶, 吴可怡, 等. 平原河网区生态流量阈值研究——以江汉平原典型河流为例[J]. 中国水利, 2024(7): 40-45.
- [8] 李晶晶. 基于生态健康稳定的汉江中下游干流生态需水量研究[D]: [博士学位论文]. 武汉: 华中农业大学, 2023.
- [9] Tennant, D.L. (1976) Instream Flow Regimens for Fish, Wildlife, Recreation and Related Environmental Resources. *Fisheries*, **1**, 6-10. [https://doi.org/10.1577/1548-8446\(1976\)001<0006:ifrfw>2.0.co;2](https://doi.org/10.1577/1548-8446(1976)001<0006:ifrfw>2.0.co;2)
- [10] Richter, B.D., Baumgartner, J.V., Powell, J. and Braun, D.P. (1996) A Method for Assessing Hydrologic Alteration within Ecosystems. *Conservation Biology*, **10**, 1163-1174. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1996.10041163.x>