

ICS 编号

CCS 编号

# 团体标准

T/CHES XXX—20XX

代替 T/CHES XXX—XXXX

## 内陆干旱区季节性河流生态流量 (水量) 确定技术导则

**Guidelines for the determination of ecological flow (water  
quantity) of seasonal rivers in arid inland areas**

(征求意见稿)

请将你们发现的有关专利的内容和支持性文件随意见一并返回

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

中国水利学会 发布

## 目 次

前 言 .....	II
引 言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语 .....	1
3.1 内陆干旱区 arid inland area .....	1
3.2 河流生态流量（水量） environmental flow (water) in rivers .....	1
3.3 季节性河流（河段） seasonal river (reach) .....	1
3.4 河流生态保护目标 ecosystem protection targets in rivers .....	2
4 资料收集与调查分析 .....	2
4.1 基础资料 .....	2
4.2 资料调查与复核分析 .....	2
5 河流水生态现状与问题分析 .....	3
5.1 评估范围 .....	3
5.2 水生态现状及问题评估 .....	3
6 河流河段划分与代表性控制断面选择 .....	3
6.1 河段划分 .....	3
6.2 代表性控制断面选择 .....	4
7 河流水生态保护目标分析确定 .....	4
7.1 一般要求 .....	4
7.2 水生态保护目标的分河段确定 .....	4
8 河流生态流量（水量）确定 .....	5
8.1 山区河段生态基流计算 .....	5
8.2 季节性河段基本生态水量计算 .....	5
8.3 尾间湖泊最低水位及最小入湖水量确定 .....	7
8.4 已建水工程生态流量复核 .....	7
9 河流生态流量（水量）保障监管与考核 .....	7
附录 A 生态流量（水量）计算方法 .....	8
附录 B 荒漠（天然）林草最小生态需水量计算方法 .....	12
标准用词说明 .....	13

## 前 言

本标准按 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》的规则起草。

本标准共 9 章和 2 个附录，主要技术内容有：

- 资料收集与调查分析；
- 河流水生态现状与问题分析；
- 河流河段划分与代表性控制断面选择；
- 河流水生态保护目标分析确定；
- 河流生态流量（水量）确定；
- 河流生态流量（水量）保障监管与考核。

请注意本标准的某些内容可能涉及专利，本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国水利学会归口。

标准的起草单位：中国水利水电科学研究院、新疆水利水电科学研究院、华中科技大学

标准的主要起草人：

胡鹏、张胜江、刘欢、关东海、杨泽凡、曾庆慧、祖丽菲亚·卡斯木、李波、闫龙、孙怀卫、杨钦、阿膺兰、严冬

# 引 言

*(注：引言为可选项，不是必需的)*

## 【编制标准的原因、目的、意义】

河湖生态流量（水量）目标的确定和保障，是协调河湖水生态保护修复与水资源开发利用的关键抓手，事关生态文明建设和水利改革发展全局。目前，全国河湖生态流量（水量）目标确定和保障工作进入“快车道”，水利部于2020年4月和12月先后出台了第一批和第二批重点河湖生态流量保障目标。然而，内陆干旱区生态极为敏感脆弱，河流季节性断流特点突出，河流需水过程复杂，河流生态流量（水量）目标的确定有所滞后。目前，已制定生态需水相关标准均未对内陆干旱区季节性河流生态流量（水量）需求过程有系统、深入的考虑，这直接影响到当地生态保护修复工作的有效开展和经济社会的高质量发展。为协调内陆干旱区河流生态保护与经济社会发展之间的用水需求，针对内陆干旱区季节性河流特殊的水文生态特征，规范内陆干旱区河流生态流量（水量）目标确定的技术要求、基本程序及计算方法，编制本标准，以支撑内陆干旱区河流生态需水的保障。

本标准技术内容不能替代宣传教育、预防措施等。标准中关于季节性河流生态流量（水量）的计算除应符合本规范规定外，尚应符合国家和行业现行有关标准的规定。

# 内陆干旱区季节性河流生态流量 (水量) 确定技术导则

## 1 范围

本标准规定了内陆干旱区季节性河流生态流量(水量)确定的有关术语、资料收集与调查分析、河流水生态现状与问题分析、河流河段划分与控制断面选择、河流水生态保护目标分析确定、河流生态流量(水量)确定、河流生态流量(水量)保障监管与考核等。

本标准适用于内陆干旱区河流发生季节性断流的流域和区域,涉及水资源调查评价、水资源综合规划与专业规划、大中型水工程设计、水量调度管理涉及的生态流量(水量)目标确定。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

本规范的引用标准主要有以下标准:

SL/T 800-2020 河湖生态系统保护与修复工程技术导则;

SL/T 973-2020 河湖健康评估技术导则;

SL/Z 712-2014 河湖生态环境需水计算规范;

SL/Z 479-2010 河湖生态需水评估导则(试行)。

## 3 术语

下列术语适用于本文件。

### 3.1 内陆干旱区 arid inland area

指我国西北内陆河流域区,干旱少雨,蒸发强烈,主要包括我国新疆维吾尔自治区,青海省、甘肃省、内蒙古自治区的一部分地区。

### 3.2 河流生态流量(水量) environmental flow (water) in rivers

指为维系河流给定的生态环境保护目标,需要保留在河道内的流量过程或水量。本导则中河流生态流量(水量)包括两方面内涵,一是不断流河段的生态流量(水量)目标,主要是生态基流;二是具有特定生态保护目标的敏感生态需水,包括鱼类产卵期脉冲流量、湿地汛期洪泛过程、荒漠生态漫溢与地下水补给、湖泊生态水位等。

### 3.3 季节性河流(河段) seasonal river (reach)

指天然状态下会发生季节性断流的河流或河段。这类河流径流以冰雪和冰川融水补给为主,天然状态下,枯水季节部分河段甚至全河道范围经常发生断流、河床裸露的情况,也被称为间歇性河流、时令河。其中,季节性的体现有两种情况,一是时间

上的季节性体现，表现为枯水期断流而汛期有水；二是空间上的季节性体现，表现为一部分河段常年有水（如山区河段或上中游河段），而其他河段（平原河段或下游河段及尾闾湖泊）季节性或年际间间歇有水。

### 3.4 河流生态保护目标 ecosystem protection targets in rivers and lakes

根据河流水生态系统保护的需要，以及社会和公众期望，由有关政府部门确定，可以通过保护和修复实现的生态系统状态，为河流水生态系统管理的一部分。

## 4 资料收集与调查分析

### 4.1 基础资料

河流生态流量（水量）计算应收集研究流域、区域范围内的基础资料，主要包括以下内容：

（1）自然地理资料，包括地形地貌图、河流水系图、土地利用/覆被图，流域面积、河湖形态特征、水资源分区等。

（2）气象水文资料，包括研究区内部及其周边的气象与水文站名录和分布图。收集测站气象水文资料，包括降水量、蒸发量，历年逐月（日）实测和天然径流系列、天然径流量特征值，水资源分区地表水资源量系列，湖泊历年逐月（旬、日）水位，地下水历年逐月水位变化。

（3）水生生物资料，包括主要水生动植物数量、种类及分布，珍稀、濒危、特有物种等。

（4）生态环境敏感保护目标资料，包括水生生态敏感区、脆弱区和社会重点关注区等的保护目标，列入保护区名录的湖泊湿地、自然保护区、种质资源保护区、河谷林草、保护区等位置、面积、分布。

（5）经济社会资料，包括经济社会基本情况、人口、城镇规模，城镇河湖与绿化面积、农业种植面积、结构和分布等。

（6）水资源开发利用资料，包括供水量、用水量、耗水量、最严格水资源管理“三条红线”控制指标与分配方案；流域各类水利设施建设与运行情况，包括控制性水库、水电站、闸坝及引调水工程的数量、分布、规模和水量调度情况；大中型灌区数量、分布、面积、灌溉用耗退水情况等。

（7）有关规划与科研成果资料，包括流域综合规划、水资源规划、河湖生态环境保护规划、经济社会发展规划等规划及其实施情况，水功能区划等区划资料；已批复的重点水利枢纽工程环评报告、水量分配方案、“一河一策”方案等。

### 4.2 资料调查与复核分析

资料收集的范围、内容和详细程度，应以满足河流生态流量（水量）评估精度为准。基础资料为一般情况下需要收集的主要资料，可根据具体情况和实际需要，有所侧重和适当增减。当基础资料缺乏或不能满足计算要求时，应依据需要开展必要的补充调查。补充调查可通过实地勘察、典型调查与补充监测等方式进行，调查工作应符合相应规范和标准的要求。

对于收集和调查的资料，应进行复核、整理和分析。重点对来源不同的资料进行复核，必要时可进行技术审查，确保资料口径的统一和资料系列的可靠性、一致性和代表性。根据收集和调查的资料，可分析河流生态环境历史过程变化，河流生态环境功能和生态环境状况与水文过程的相互关系，以及经济社会发展和水工程建设运行对

河流生态环境状态的影响。

## 5 河流水生态现状与问题分析

### 5.1 评估范围

评估河流应包括水资源调查评价、水资源综合规划和流域综合规划及相关专业规划范围内的主要江河干流及重要支流，以及具有重要敏感保护目标或需要建设重大生态修复工程的河流。评估范围不仅限于河流水域本身，还应包括受河流补给维持的河谷林草植被和水域毗连地带。对于内陆干旱区河流天然植被保护范围，应完全覆盖受河道径流强补给作用的绿洲带，主要植被类型为高盖度草地（>50%）、林地、灌木林等，而在平水年、丰水年时应满足过渡带植被生态需水，主要植被类型有疏林、灌丛、低盖度（5-20%）、中盖度草地（20-50%）等。

### 5.2 水生态现状及问题评估

**5.2.1** 应对计算范围内已批复的相关规划报告中确定的河流生态流量（水量）目标及现状达标情况进行分析计算。可选择河流代表性控制断面，根据其近 10 年实测水文资料，评价分析河流生态流量（水量）目标满足程度。

**5.2.2** 应根据调查资料，综合分析河流水生态现状及面临的问题，并对其成因进行定性或定量解析。可包括水文完整性、物理结构完整性、化学完整性、生物完整性，具体评价指标及其计算方法可按照《河湖健康评估技术导则》（SL/T 973-2020）相关规定。其中地表水资源开发利用率、流量过程变异程度、河流纵向连通指数、鱼类保有指数是本导则河流水生态现状评估的关键基础性指标，现有资料不充分时，应补充调查监测予以确定。

**5.2.3** 应采用监测数据和卫星遥感资料相结合的方式，识别与河流具有水力联系的湖泊湿地、河谷林草、绿洲植被等的变化和地下水水位变化，并对其成因进行定性或定量解析。

**5.2.4** 在解析河流水生态状况变化成因时，应从人类活动和气候变化两大方面辨识其中的关键影响因素，数据充分时可考虑建立起影响要素与关键评价指标间的相关关系进行定量识别。

## 6 河流河段划分与代表性控制断面选择

### 6.1 河段划分

**6.1.1** 根据内陆干旱区河流的季节性断流特点，考虑河流的水流历时特征和生态水文特点进行河段划分。

**6.1.2** 对于水资源调查评价、水资源综合规划和流域综合规划和相关专业规划范围内重点关注的河流，可将其划分为山区河段、灌区季节性河段、下游或尾闾季节性天然河段 3 段。其中：

——山区河段指位于山地产水区，天然状态下历史上未发生过断流的河段；

——灌区季节性河段的划分在于考虑内陆干旱区农业灌溉对河流径流的依赖，指受人工引水干扰，年内部分月份发生断流的河段；

——下游或尾闾季节性天然河段是指基本没有生态用水以外的人工取水影响，但受气候影响年内部分月份断流或不能保证每年有水的河段。

## 6.2 代表性控制断面选择

**6.2.1** 代表性控制断面的确定，应与相关水利规划、生态环境规划、水量分配方案中确定的断面相衔接。

**6.2.2** 宜优先选择有水文监测资料的断面、跨行政区断面、重要把口断面（入干流、入尾间等）、重要生态敏感区控制断面、主要控制性水工程断面、已批复的规划或方案中提出要求的断面等作为河流生态流量（水量）控制断面。

**6.2.3** 应针对每段河流，逐河段选择代表性的控制断面。相应地，应优先选择 3 个关键节点作为代表断面，包括：

- 山区河段关键控制性工程节点；
- 山区河段和灌区季节性河段的交界点，一般为河流出山口断面；
- 灌区季节性河段和天然尾间段的交界点，一般为灌区季节性河段内最后一级引水枢纽控制断面。

在各河段内部，还可根据管理要求（特别是行政区界划和敏感生态用水）进一步选择多个控制断面；对于较长或水文情势复杂的河段，应选择多个控制断面。

## 7 河流生态保护目标分析确定

### 7.1 一般要求

考虑河流水生态状态及主要问题，结合河流水生态功能、水资源条件和社会经济取水需求，综合分析确定河流水生态保护目标。应根据河段划分成果，分河段明确河流生态保护对象、范围。确定生态流量应以保障河流生态保护对象用水需求为出发点。生态保护对象主要包括河流基本形态、栖息地功能、自净能力等基本生态保护对象，以及保护要求明确的重要生态敏感区、水生生物多样性、尾间湖泊绿洲、河谷林草等特殊生态保护对象。

### 7.2 水生态保护目标的分河段确定

根据内陆干旱区季节性河流特点，天然状态下不发生断流的山区河段应保障生态基流目标要求，维持河道基本形态和功能；灌区季节性河段和天然尾间段均属季节性断流河段，可不要求常年基流目标，主要通过分析敏感生态需水要求，确定有水时段基本生态水量目标。

——灌区季节性河段应控制农业灌溉引水，保证基本生态水量沿河下泄，维持输水廊道的生态效应；

——天然尾间段应保证入口控制断面下泄水量要求，明确重点生态保护目标及最小需水要求。

——下游敏感生态需水主要是河谷林草及下游（尾间）依托河水转化地下水维持生存的荒漠林草需水，一般应每年保证一定的最小水量供给，不要求流量过程。特殊情况下，有每年洪水漫滩灌溉要求的河谷林草或湿地应单独说明，并按照漫滩洪水的设计要求确定河谷林、湿地漫灌的范围、最小洪峰流量与洪水历时、水量。可以从维持湖泊面积形态、生物生存空间、水体自净能力、周边非地带性植被和地下水水位以及其它特殊功能要求等方面确定河流尾间湖泊水生态保护目标，根据掌握数据资料采用一种或多种方法确定湖泊需水要求，如最低生态水位（面积）、最小入湖水量等。

## 8 河流生态流量（水量）确定

### 8.1 山区河段生态基流计算

**8.1.1** 山区河段生态基流应根据相应计算需要和资料条件，选择合适的方法计算，并对结果进行合理性分析。主要的方法有水文学法、水力学法，具体见附录 A。

**8.1.2** 使用水文学方法计算生态基流时，应遵循以下准则：

a) 原则上以 1956~2016 年天然径流系列确定生态基流目标。若水文资料为实测资料，应对数据系列进行还原修正，剔除人类取水活动对天然径流过程的影响。对于山区受人类活动影响比较小的河流断面，可不进行还原径流计算。

b) 对于 1980~2016 年水文系列多年平均天然径流量较 1956~2000 年水文系列的变化幅度超过 10%（含）的主要控制断面，可采用 1980~2016 年天然径流系列确定生态流量（水量）指标目标值。

c) 应针对内陆干旱区季节性河流径流变化剧烈的特点，将全年径流过程分为冰封期（一般为 12-3 月份）、平水期（一般为 4-5 和 10-11 月份）、汛期（一般为 6-9 月）分别制定生态基流目标；

d) 应按照河流水资源条件和生态保护需求，结合水资源开发利用程度的可能性，综合确定河流生态流量（水量）目标。此时，可使用  $Q_p$  法，按每年各时段内最枯月流量分别进行逐年排频计算。

——计算冰封期生态基流时，只采取长系列水文数据中逐年冰封期最小月平均流量组成冰封期最小月平均流量水文系列，再按照频率分析确定相应保证率  $p$  下的月平均流量作为冰封期生态基流；

——计算平水期生态基流时，只采取长系列水文数据中逐年平水期最小月平均流量组成平水期最小月平均流量水文系列，再按照频率分析确定相应保证率  $p$  下的月平均流量作为平水期生态基流；

——计算汛期生态基流时，只采取长系列水文数据中逐年汛期最小月平均流量组成汛期最小月平均流量水文系列，再按照频率分析确定相应保证率  $p$  下的月平均流量作为汛期生态基流。

e) 当缺乏长系列水文资料时，可采用 Tennant 法计算生态基流。

——冰封期生态基流可按断面多年平均天然径流量的 5-10% 确定；

——平水期生态基流可按断面多年平均天然径流量的 10-20% 确定；

——汛期生态基流可按断面多年平均天然径流量的 20-40% 确定。

水文学方法中的保证率应在科学评估生态保护目标重要程度的基础上，综合分析流域水资源条件和开发利用程度合理确定。

**8.1.3** 对于不宜采用水文学方法计算的控制性断面，可采用水力学方法、基于用水总量控制指标的河段水量平衡法等确定，也可采用人为影响较小的早期径流系列资料来分析，此时应保证 30 年以上的径流系列。

### 8.2 季节性河段基本生态水量计算

**8.2.1** 考虑到西北干旱区生态水文监测资料的有限，宜采用水文学方法计算季节性河段基本生态水量。

a) 首先，进行时段划分，只需对年内有水月份进行计算（一般为汛期）；

b) 其次，计算各有水时段基本月平均流量，再转化成月水量；

c) 最后，将有水月份水量累加得到年基本生态水量。

对于出山口季节性河段起始控制断面，其基本生态水量目标值不应小于多年平均

天然径流量的 10%。

**8.2.2** 针对河段中无水文资料的断面，可以水文资料完备的出山口断面为基础，采用水文学方法计算出山口断面的基本生态水量，然后通过上下游断面河道损失分析，逐级向下推演出下游断面的基本生态水量。

**8.2.3** 针对某一河段只有首末断面具有水文资料，而中间断面缺乏水文资料的情况，可按照河流长度内插的方法简化推算中间断面的基本生态水量，但应进行说明。

**8.2.4** 在推算无水文资料断面基本生态水量时，需注意：

a) 各断面间河道损失或水量相关关系是确保基本生态水量逐级下泄的关键，不可缺少，必须有详细的数据分析过程，便于审核。

b) 在推算过程中应将断面间的区间引水进行还原扣除或选择无引水影响的时段进行分析，确保得到自然状态下的河道损失。理想状态应分析得到上断面不同下泄量与下断面来水量的经验关系曲线，得出上断面确定的基本生态水量对应的河道损失率，推算下断面相应的基本生态水量。当资料难以满足上述需求时，可采用上下断面之间来水的多年平均损失率推算。

c) 灌区河段两岸 1 公里范围内如果有大量机井开采，会对河道渗漏量造成干扰，应将该部分机井开采量自河道渗漏量中扣除，还原到自然状态的河道损失，并在保障措施中明确采取有力措施关闭机井。

**8.2.5** 若沿河各控制断面均有长系列水文资料，应在采用水文学方法计算各断面基本生态水量的基础上，复核各断面成果间的水量增减关系，以及所在河段的产汇流或渗失水量特征。

**8.2.6** 对于天然尾间河段，若其下游出口断面有最小下泄水量（流量）要求（如支流向干流最小下泄水量或尾间湖泊最小入湖水量要求），应对最末端断面目标水量满足情况进行复核。此时，可从最末端断面根据河损关系反向推算河流出口断面及沿途断面的基本生态水量要求。若采用正向和反向两种方法计算的结果差异过大，需要进行必要的论证，分析差异产生的原因，提出协调解决的办法，如果末端断面目标水量可以调整，应提出调整的要求。

**8.2.7** 在使用水文学方法得到季节性河段基本生态水量后，应计算理论上的最小林草、湿地生态需水量对其进行复核。计算方法见附录 B。

**8.2.8** 在复核过程中应注意正确分析河段渗漏、蒸发损失与河谷、河岸林等需水量的关系，避免重复计算和漏项。

**8.2.9** 以河流出口断面计，季节性河段基本生态水量应大于（或至少等于）理论上的最小林草、湿地生态需水量。但在局部具体河段，基本生态水量河道损失和林草、湿地最小需水的关系比较复杂：

——在上游基本没有河谷河岸林草的山前戈壁河段，河道渗漏蒸发损失较大，没有直接供给林草（或远大于河谷林草需水量），但也是向下游生态输水必须的损失，同时对补给地下水而言，也是必要的基本生态水量；

——在中游灌区段，当灌区农田与天然林草交错分布时，灌溉入渗对地下水的补给也是生态水的重要来源，这时的情况比较复杂，有可能出现河道渗漏损失小于河谷及两岸天然林草最小需水量的情况，在对灌溉补给和生态用水关系论证分析后，也可以是合理的；

——在出灌区后的尾间天然生态河段，河岸林草主要依赖于下泄的生态水量转化地下水补给。因此，在查明没有其他外来水源补给的情况下，尾间控制断面的基本生态水量一般应略大于或等于其下游的尾间湖泊、绿洲林草等最小生态需水。

总体来看，采用尾间湖泊、绿洲湿地最小需水量进行复核时，关键是尾间天然河

段控制断面供需水量的复核；其上中游的各断面主要复核区间河道渗漏量对区间林草、湿地最小需水量满足程度，仅供参考。注意这里是不能倒过来用区间林草、湿地最小需水量来确定区间河道渗漏量或基本生态水量。

### 8.3 尾间湖泊最低水位及最小入湖水量确定

**8.3.1** 尾间湖泊最低水位要采用多种方法进行分析确定，具体见附录 A：

- a) 可采用水文学方法（ $Q_p$  法）对历史水位系列进行排频分析计算；
- b) 可采用湖盆形态分析法，利用水位-面积关系曲线拐点确定尾间湖适宜最低水位，确保有一定的浅滩区面积利于水生植物着床生长和相关鱼类、鸟类等水生动物栖息、繁衍；

**8.3.2** 最小入湖水量的确定应以入湖河流断面长系列水文资料为基础，采用水文学方法根据适宜保证率确定基本生态水量目标。

### 8.4 已建水工程生态流量复核

**8.4.1** 对已确定生态流量目标的水库、水电站、航电枢纽等水工程，建设项目批复文件、取水许可审批文件、环评审批文件等规定生态流量目标一致的，应按照相关审批文件执行；对于规定不一致的，应根据河流水资源演变和开发利用状况，由水行政主管部门商同级生态环境主管部门，重新核定生态流量目标。

**8.4.2** 对需要确定生态流量目标，但建设年代较早且下泄水量明显不能满足生态需求的水工程，应由有管辖权的水行政主管部门商同级生态环境主管部门，合理确定生态流量目标。

## 9 河流生态流量（水量）保障监管与考核

(1) 对于新疆社会经济用水指标冲突的地方，确定了生态基流目标的断面应该优先保障生态基流；在刨除生态基流用水之后，剩下的水资源通过同比例削减分配。

(2) 在 90% 特枯年应保障列入保护区名录的尾间湖、湿地、河谷林、天然林保护区等核心区域最小生态需水；

(3) 对于只确定生态水量目标的断面，在 75% 以上枯水年，可优先保障社会经济用水，不强制要求生态水量目标达标；

(4) 应针对 90% 和 75% 的典型枯水年进行论证，分析在保证生态基流或基本生态水量下泄条件下对灌溉用水（三条红线限额水量）的影响，说明影响程度，提出保障基本生态水量的流域水量调配要求及缓解不利影响的措施。此处需注意：

a) 不应本末倒置，反过来以保障灌区用水为前提分析对基本生态用水的破坏程度；

b) 在遭遇 90% 枯水年时，应满足断面生态基流要求，而基本生态水量可不完全满足，但原则上缺水不宜超过基本生态水量的 5-8%；

c) 在遭遇 75% 枯水年时，应满足断面生态基流或基本生态水量的要求。如无法满足，应提出消减灌区需水的解决措施。

(5) 应依据水资源管理权限，按照用水户为责任主体、供水者为监管主体（与《取水许可和水资源费征收管理条例》等相关规定相一致）的原则，分级确定河流生态流量目标责任对象。

## 附录 A 生态流量（水量）计算方法

### A.0.1 Qp 法

Qp 法又称不同频率最枯月平均值法，以节点长系列（ $n \geq 30a$ ）天然月平均流量、月平均水位或径流量（Q）为基础，用每年的最枯月排频，选择不同频率下的最枯月平均流量、月平均水位或径流量作为断面基本生态环境需水量的最小值。频率 P 根据河流水资源开发利用程度、规模、来水情况等实际情况确定，一般取 90% 或 95%。实测水文资料应进行还原和修正。

### A.0.2 流量历时曲线法

利用历史流量资料构建各月流量历时曲线，以 90% 或 95% 保证率对应流量作为基本生态环境需水量的最小值。该方法在使用时，需分析至少 20 年的日均流量资料。

### A.0.2 流量历时曲线法

利用历史流量资料构建各月流量历时曲线，以 90% 或 95% 保证率对应流量作为基本生态环境需水量的最小值。该方法在使用时，需分析至少 20 年的日均流量资料。

### A.0.3 7Q10 法

又称最小流量法，通常选取 90%-95% 保证率下、年内连续 7 天最枯流量值的平均值作为基本生态环境需水量的最小值。也可采用一年 364 天都能保证的流量。该方法适用于水量较小，且开发利用程度已经较高的河流。使用时应有长系列水文资料。

### A.0.4 近 10 年最枯月平均流量（水位）法

缺乏长系列水文资料时，可用近 10 年最枯月（或旬）平均流量、月（或旬）平均水位或径流量，即 10 年中的最小值，作为基本生态环境需水量的最小值。

本方法适合水文资料系列较短时近似采用。

### A.0.5 Tennant 法

Tennant 法是依据观测资料建立的流量和河流生态环境状况之间的经验关系，用历史流量资料就可以确定年内不同时段生态环境需水量，使用简单、方便。不同河道内生态环境状况对应的流量百分比见表 A.0.5。

表 A.0.5 不同河道内生态环境状况对应的流量百分比

不同流量百分比 对应河道内生态环境状况	占同时段多年年均天然流量百分比（年内较枯时段）	占同时段多年年均天然流量百分比（年内较丰时段）
最大	200	200
最佳	60~100	60~100
极好	40	60
非常好	30	50
好	20	40
中	10	30
差	10	10
极差	0~10	0~10

从表 A.0.5 中第一列中选取生态环境保护目标对应的生态环境功能所期望的河道内生态环境状态，第二、三列分别为相应生态环境状态下年内水量较枯和较丰时段（或非汛期、汛期）生态环境流量占同时段多年平均天然流量的百分比。两个时段包括的

月份根据计算对象实际情况具体确定。该百分比与同时段多年平均天然流量的乘积为该时段的生态环境流量，与时长的乘积为该时段的生态环境需水量。

该方法作为经验公式，主要适用于北温带较大的、常年性河流，作为河流规划目标管理、战略性管理方法。使用时，较枯较丰时段的划分，可以根据多年平均天然月径流量排序确定；也可以根据当地汛期、非汛期时段划分确定，汛期和非汛期时段应根据南北方气候调整。

#### A.0.6 频率曲线法

用长系列水文资料的月平均流量、月平均水位或径流量的历史资料构建各月水文频率曲线，将 95% 频率相应的月平均流量、月平均水位或径流量作为对应月份的断面基本生态环境需水量，组成年内不同时段值，用汛期、非汛期各月的平均值复核汛期、非汛期的基本生态环境需水量。频率一般取 95%，也可根据需要作适当调整。该方法一般需要 30a 以上的水文系列数据。

#### A.0.7 河床形态分析法

维持河床形态的河流造床功能所需水量，可根据对枯水期、平水期、丰水期，或汛期、非汛期维持河床形态的水量分析，分别求得。维持河流形态功能不丧失的水量，可用维持枯水河槽的水量估算，通过分析枯水期河道横、纵断面形态和水量—流量的关系，推求维持枯水期河槽对应的需水量。

#### A.0.8 湿周法

湿周法是水力学中最常用的方法，利用湿周作为水生生物栖息地指标，通过收集水生生物栖息地的河道尺寸及对应的流量数据，分析湿周与流量之间的关系，建立湿周与流量的关系曲线（图 A.0.8）。

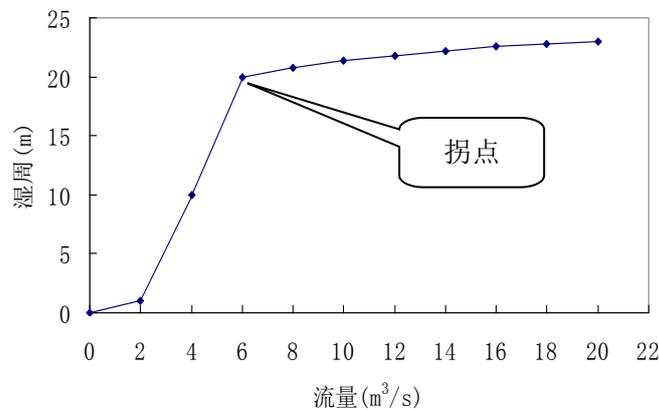


图 A.0.8 湿周-流量关系示意图

将图 A.0.8 中拐点对应流量作为基本生态环境需水量，即维持生物栖息地功能不丧失的水量。基本生态环境需水量一般可按以下三种方法获取：

a) 选取湿周一流量过程曲线中的斜率为曲率最大处的点，该点对应的流量作为河道的生态需水量。有多个拐点时，可采用湿周率最接近 80% 的拐点。

b) 选取湿周一流量过程曲线的转折点，将该转折点对应的流量作为河道的基本生态需水量。

c) 选取河流平均流量作为基准点，其对应的湿周为  $R$ ，将该湿周  $R$  的 80% 时对应的流量作为河道的基本生态需水量。

其中，方法 3 为平均流量的百分比，方法 2 中，转折点很难确定并且误差较大，方法 1 的应用性相对较广。

本方法主要适用于河床形状稳定的宽浅矩形和抛物线型河道。

**A.0.9 生物空间法**

该方法基于湖泊各类生物对生存空间的需求来确定湖泊的生态环境水位。可用于计算各类生物对生存空间的不同需求下对应的水位。

a) 计算各类生物对生存空间的基本需求所对应的水位过程可采用式 (A.0.9—1) 计算:

$$H_b = \text{Max}(He_{\min}^1, He_{\min}^2, \dots, He_{\min}^i, \dots, He_{\min}^n) \quad (\text{A.0.9—1})$$

式中  $H_b$ —湖泊最低生态水位, m;

$He_{\min}^i$ —第  $i$  种生物所需的湖泊最低生态水位, m

各类生物对生存空间的基本需求, 应包括鱼类产卵、洄游, 种子漂流, 水禽繁殖等需要短期泄放大流量的过程。一般选用鱼类作为关键物种, 式 (A.0.9—1) 可变为式 (A.0.9—2):

$$He_{\min_f} = H_0 + H_f \quad (\text{A.0.9—2})$$

式中  $H_0$ —湖底高程, m;

$H_f$ —鱼类生存所需的最小水深, m;  $H_f$  可以根据实验资料或经验确定。

b) 计算维持水生生物物种稳定和多样性对生存空间的需求所对应的目标生态环境水位时, 式 (A.0.9—1) 中各种生物生存空间对应的水位要求应按保护目标要求确定。

**A.0.10 生物需求法**

对于有水生生物物种不同时期对水量需求资料的不同, 水生生物需水量可式 (A.0.10) 计算:

$$W_i = \text{Max}(W_{ij}) \quad (\text{A.0.10})$$

式中  $W_i$ —水生生物第  $i$  月需水量,  $\text{m}^3$ ;

$W_{ij}$ —第  $i$  月第  $j$  种生物需水量,  $\text{m}^3$ ; 根据物种保护的要求, 可以是一种或多种物种。实际计算中, 可以根据实测资料和相关参考资料确定生物物种生存、繁殖需要的流速范围, 再依据“流速—流量关系曲线”, 确定对应的流量范围, 进而计算得到  $W_{ij}$ 。

当水生生物保护物种为多个时, 应分别计算各保护物种的需水量, 并取外包值。

**A.0.11 湖泊形态分析法**

该方法通过分析湖泊水面面积变化率与湖泊水位关系来确定维持湖泊基本形态需水量对应的最低水位。

首先通过实测的湖泊水位  $H$  和湖泊面积  $F$  资料, 构建湖泊水位  $H$  与湖泊水面面积变化率  $dF/dH$  的关系曲线 (见图 A.0.11)。

在湖泊枯水期低水位附近的最大值对应水位为湖泊最低生态水位。如果湖泊水位和  $dF/dH$  关系线没有最大值, 则不能使用本方法。

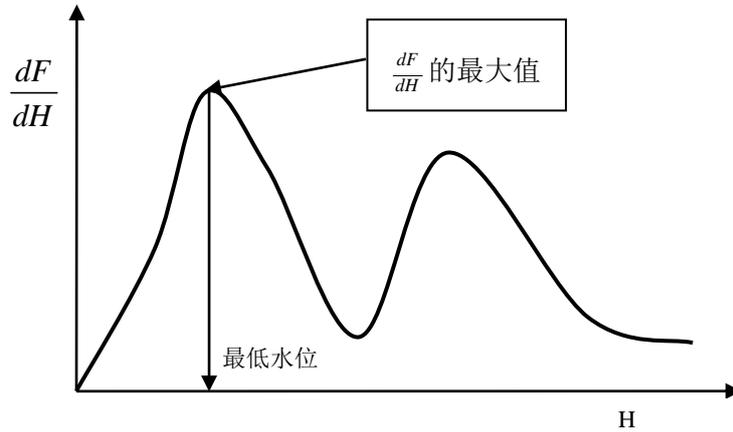


图 A.0.11 湖泊水位和湖泊面积变化率曲线示意图

注：F 为湖泊水面面积，H 为湖泊水位。

湖泊最低生态水位计算公式如式 (A.0.11) 所示：

$$\begin{aligned}
 F &= f(H) \\
 \frac{dF}{dH} &= 0 \\
 (H_{\min} - a) &\leq H \leq (H_{\min} + b)
 \end{aligned}
 \tag{A.0.11}$$

式中  $F$ —湖面面积， $\text{m}^2$ ；

$H$ —湖泊水位， $\text{m}$ ；

$H_{\min}$ —湖泊天然状态下的多年最低水位， $\text{m}$ ；

$a$ ， $b$ —和湖泊水位变幅相比较小的一个正数， $\text{m}$ 。

#### A.0.12 水量平衡法

通过计算维持一定水面面积的沼泽蓄水量来计算沼泽基本生态环境需水量与目标生态环境需水量。通过分析计算范围内各水量输入、输出项的平衡关系，用水量平衡法进行计算。计算公式如式 (A.0.12) 所示：

$$W_z = F \times (E_z - P) + T + G + W_0 + Q_o - Q_i
 \tag{A.0.12}$$

式中  $W_z$ —沼泽生态环境需水量；

$F$ —沼泽水面面积， $\text{km}^2$ ；

$P$ —沼泽多年平均降水量， $\text{m}^3/\text{km}^2$ ；

$Q_i$ —沼泽与河湖连通情况下的流入水量， $\text{m}^3$ ；

$E_z$ —沼泽计算面积水面蒸发需水量， $\text{m}^3/\text{km}^2$ ；

$T$ —沼泽植物蒸散发需水量， $\text{m}^3$ ；

$G$ —沼泽土壤渗漏需水量,  $m^3$ ;

$W_0$ —维持一定水面面积的沼泽蓄水量,  $m^3$ ;

$Q_0$ —沼泽与河湖连通情况下的流出水量,  $m^3$ 。

当沼泽敏感保护目标年内不同时段对水深和水面面积有不同要求, 水面面积可根据保护目标不同时段的需求要求而具体确定。

该方法也可用于湖泊生态环境需水量计算。

## 附录 B

### 荒漠(天然)林草最小生态需水量计算方法

西北干旱区广袤, 气候水文条件不同地区存在较大差异, 导致降水量与蒸散发量均有所不同, 植被生态需水定额难以统一确定。根据第二次全国水资源调查评价, 在车尔臣河、克里雅河、叶尔羌河等下游年蒸发量在 2000mm 以上, 而开都河、额尔齐斯河下游年蒸发量在 800-1200mm。为合理确定当地天然植被生态需水, 建议采用面积定额法与潜水蒸发法综合确定。

#### B.0.1 潜水蒸发法

计算公式如下:

$$W = \sum_{i=1}^n A_i W_{gi} K_c \quad (\text{B.0.1—1})$$

式中,  $W$  为区域植被生态需水总量,  $m^3$ ;  $A_i$  为第  $i$  类型植被的面积,  $m^2$ ;  $n$  为植被种类总数;  $W_{gi}$  为第  $i$  类型植被在某一地下水位的潜水蒸发量,  $mm$ ;  $K_c$  为植被系数, 常由实验确定。

其中, 潜水蒸发量  $W_{gi}$  可通过阿维里扬诺夫公式进行求解, 公式为:

$$W_{gi} = a(1 - h_i / h_{\max})^b E_{20} \quad (\text{B.0.1—2})$$

式中,  $a$ 、 $b$  为经验系数;  $h_{\max}$  为潜水蒸发极限深度;  $h_i$  为第  $i$  类型植被的地下水埋深,  $m$ ;  $E_{20}$  为 20 cm 小型蒸发皿蒸发量,  $mm$ 。

#### B.0.2 面积定额法

$$W = \sum_{i=1}^n A_i P_i \quad (\text{B.0.2—1})$$

式中:  $W$  为区域植被生态需水总量,  $m^3$ ;  $A_i$  为第  $i$  类型植被的面积,  $m^2$ ;  $n$  为植被种类总数;  $P_i$  为第  $i$  类型植被生态需水定额,  $m^3/m^2$ 。

通过文献调研, 分区分类提出新疆内陆河下游植下游植被生态需水定额和适宜地下水埋深推荐值, 结果见表 B.0.2—1。

表 B.0.2—1 内陆干旱区河流下游植被生态需水定额及适宜地下水埋深推荐值

植被类型	需水定额 ( $m^3$ )			地下水埋深 ( $m$ )	备注 孔雀河适宜埋深( $m$ )
	北疆	东疆	南疆		
有林地	200	240	200	3	2.5
灌木林地	170	200	180	3.5	3
疏林地	100	140	100	4	4.5

高盖度草地	200	240	200	3	2.5
中盖度草地	120	150	150	3.5	3
低盖度草地	60	80	75	4.5	4

## 标准用词说明

标准用词	在特殊情况下的等效表述	要求严格程度
应	有必要、要求、要、只有……才允许	要求
不应	不允许、不许可、不要	
宜	推荐、建议	推荐
不宜	不推荐、不建议	
可	允许、许可、准许	允许
不必	不需要、不要求	