

中华人民共和国水利行业标准化指导性技术文件

河湖生态需水评估导则（试行）

SL/Z 479—2010

条 文 说 明

<http://www.slzjxx.com>  
水利造价信息网

https://www.sljzjxx.com  
水利造价信息网

## 目 次

<b>1</b>	<b>总则</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>术语</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>基本规定</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>河流生态需水评估</b>	<b>7</b>
<b>5</b>	<b>湖泊生态需水评估</b>	<b>13</b>
<b>6</b>	<b>河口生态需水评估</b>	<b>21</b>
<b>7</b>	<b>沼泽生态需水评估</b>	<b>23</b>

<http://www.sljzjxx.com>  
水利造价信息网

## 1 总 则

**1.0.3** 生态系统管理中与生态需水评估相关的内容包括生态保护目标的确定、生态需水评估、生态需水实施后的监测和评价。由于我国生态保护目标的确定、生态需水实施后的监测和评价工作很不成熟，尚不能纳入本导则。

**1.0.4** 本条是关于生态需水评估工作的原则。

生态系统状态包括生态系统的结构、功能和生态过程。河流生态系统分为水量、水质、水温、生物与河床（湖床、沼泽地形）要素。不同时间、不同位置的生态需水一般不同，因此，生态需水应该和时间、空间相联系。

## 2 术 语

**2.0.1** 根据我国生态需水评估现状，本导则确定生态需水评估是指依据生态保护目标确定相应生态需水的相关工作。它是生态系统管理中的一个部分。生态系统管理的内容涉及生态系统状况评估、水与生态系统状况关系、水与社会经济状况关系、社会经济状况及其对水资源的需求、生态保护目标的确定、生态保护目标相应生态需水的确定、生态需水与社会经济需水的再协调、保障满足生态需水的措施、生态用水的监测、生态保护目标是否实现的评估、监测信息的反馈、生态需水和生态保护目标的调整等内容。

**2.0.2~2.0.5** 生态需水的定义很多，鉴于本导则确定生态需水评估是指依据生态保护目标确定相应生态需水的相关工作以及我国生态需水生产实践的现状，确定本定义。

**2.0.7** 生态耗水主要为蒸散发量和生物机体内的水量。

**2.0.8** 最小生态流量、适宜生态流量、鱼类产卵流量等均为生态流量。

**2.0.9** 生态保护目标是一个社会选择，是生态系统管理的一部分，据此确定此定义。不同时间、不同空间生态保护目标往往不同。

### 3 基本规定

**3.0.2** 保护对象是指所要保护的内容。例如，某种鱼类、河道水面宽度等。保护水平是指将对象保护到何种水平。例如，将某种鱼类保护到一定数量，将河道水面宽度保护到一定数值。

**3.0.4** 保护目标可以指生态系统结构、功能的某一方面。疏通河道功能是指维持河道或湖床形态功能。文化功能是指精神与宗教方面、娱乐与生态旅游、美学方面、激励功能、文化继承等功能。

**3.0.6** 根据对我国生态需水评估现状的调查分析，并结合国外生态需水评估程序，确定本导则生态需水评估程序。由于我国现阶段很多生态需水评估工作在规划、水资源论证、建设项目环境影响评价等项目中进行，因此，生态需水评估工作与项目相联系。如果进行的生态需水评估工作不与项目相联系，评估工作可以不涉及项目。

**3.0.11** 其他途径是指从相关政府部门的已有成果获取生态保护目标以外的其他方式。

**3.0.13** 生态需水要素的选择和生态需水计算是为生态保护目标服务的，因此，生态需水要素的选择应满足生态保护目标的需要。

**3.0.14** 生态系统重要性是指生态系统对人类社会的重要性。生态需水计算的目的是指生态需水的计算的服务对象。服务对象包括建设项目水资源论证、建设项目环境影响评价、流域水资源规划等。

**3.0.15** 由于局部环境条件变化使局部地区的植被明显不同于地带性植被的植被，称为非地带性植被。非地带性植被是受径流或人类活动影响的结果。能充分反映一个地区气候特点的植被类型称为地带性植被。地带性植被是气候的产物。直接算法是用单

位面积、单位时间的需水强度乘以植被的面积来计算植被生态需水的方法。由于地面植被和土壤分布的不均匀性，使得由需水强度计算的蒸散发，在尺度转换过程中可能产生很大的误差，从而影响计算结果的精度。间接算法就是水量平衡法。它是通过分析水资源量的输入、输出和储存量之间的关系，间接计算植被所利用的水量。

**8.0.18** 本条规定了生态需水计算方法的选用应满足的条件。

本地区是指需要实施生态需水计算所在的地区。

采用多种适用方法的目的是为了用多种计算方法的成果相互校核。

**8.0.20** 设计水文条件的含义可参照《水域纳污能力计算规程》(SL 348—2006)中的 4.4 节。

## 4 河流生态需水评估

**4.1.1** 河流生态需水为将河流生态系统结构、功能和生态过程维持在一定水平所需要的水量。这些功能包括维持河流生物多样性功能、自净功能、调节水量、维持河道形态、文化功能等。

河流生态系统是指以河流水体中栖息着的生物与其环境之间由于不断地进行物质循环和能量流动而形成的统一整体。生态系统结构是生态系统内各要素相互联系、相互作用的方式，为生态系统的基本属性。生态系统的结构可以从两个方面理解。其一是形态结构，如生物种类，种群数量，种群的空间格局，种群的时间变化，以及群落的垂直和水平结构等。形态结构与植物群落的结构特征相一致，外加土壤、大气中非生物成分以及消费者、分解者的形态结构。其二为营养结构，营养结构是以营养为纽带，把生物和非生物紧密结合起来的功能单位，构成以生产者、消费者和分解者为中心的三大功能类群，它们与环境之间发生密切的物质循环和能量流动。生态系统功能是指生态系统与生态过程所形成及维持的人类赖以生存的天然环境条件与效用。生态系统服务功能是指人类从生态系统中获得的效益。

**4.2.2** 生态系统的脆弱性是指生态系统对环境改变的敏感程度。重要保护目标包括国家保护动植物、重要旅游娱乐设施等。

**4.3.2** 水文特征是指河川径流的季节特征、年际变化特征、径流量极值特征等特征，包括径流量均值、变差系数、偏态系数等。河床特征包括河床质组成、河床纵断面和横断面形态等。项目在河流的位置包括河流的上游、中游、下游，气候类型包括温带季风气候、亚热带季风气候、热带季风气候、温带大陆性气候、高原高山气候等，干旱分区包括湿润区、半湿润区、半干旱区、干旱区。

**4.5.1** 生态需水要素是指生态需水的组成成分。对河流的某个



断面，生态需水是一个流量过程，此流量过程的各个部分是生态需水要素。如最小生态流量、枯季各月生态流量、丰水期生态流量等。最小生态流量是指年内生态流量过程中流量的最小值。枯季各月生态流量是指年内月均生态流量过程中枯季各月的流量。丰水期生态流量是指年内生态流量过程中丰水期的流量。

**4.6.1** 项目所处的阶段是指项目本身所处的阶段。如项目规划阶段、可行性研究阶段等。在河流生态系统中的相对位置是指在河流的上游、中游、下游等河段。

**4.6.2** 可参考的河流生态需水计算方法包括水文学法、水力学法、栖息地评价法、整体分析法等。河流生态需水计算参考方法见表 1。

表 1 河流生态需水计算参考方法表

序号	方法名称	方法分类
1	蒙大拿法 (Tennant Methods)	水文学法
2	流量历时曲线法 (Flow Duration Curve Methods)	水文学法
3	RVA 法 (Range of Variability Approach)	水文学法
4	湿周法 (wetted perimeter method)	水力学法
5	IFM 法 (Instream Flow Incremental Methodology)	栖息地评价法
6	自然生境模拟系统 [Physical Habitat Simulation (PHABSIM) System]	栖息地评价法
7	BBM 法 (the Building Block Methodology)	整体分析法
8	DRIFT 法 (Downstream Response to Imposed Flow Transformation)	整体分析法

(1) 水文学法是依赖历史河流流量等水文资料估算生态需水的方法，包括蒙大拿法、流量历时曲线法、RVA 等方法。以下简要介绍蒙大拿法和流量历时曲线法。

**A. 蒙大拿法**

a. 计算方法。蒙大拿法建立了河流流量和水生生物、河流景观及娱乐之间的关系，见表 2。它将年平均流量的百分比作为

生态流量。

表 2 河内流量与鱼类、野生动物、娱乐及相关环境资源关系

第一列 栖息地等 定性描述	第二列 推荐的流量标准 (占年平均流量百分比,%)	
	一般用水期 (10月至次年3月)	鱼类产卵育幼期 (4~9月)
最大	200	200
最佳流量	60~100	60~100
极好	40	60
非常好	30	60
好	20	40
开始退化的	10	30
差或最小	10	10
极差	<10	<10

关于表 2 的说明如下。

a) 对大多数水生生命体来说, 10% 的平均流量是建议的支撑短期生存栖息地的最小瞬时流量。此时, 河槽宽度、水深及流速显著地减少, 水生栖息地已经退化, 河流底质或湿周有近一半暴露, 旁支河道将严重地或全部脱水。要使河段具有鱼类栖息和产卵、育幼等生态功能, 必须保持河流水面、流量处于上佳状态, 以便使其具有适宜的浅滩水面和水深。

b) 对一般河流而言, 河流流量占年平均流量的 60%~100%, 河宽、水深及流速为水生生物提供优良的生长环境, 大部分河流急流与浅滩将被淹没, 只有少数卵石、沙坝露出水面, 岸边滩地将成为鱼类能够游及的地带, 岸边植物将有充足的水量, 无脊椎动物种类繁多、数量丰富, 可满足捕鱼、划船及大游艇航行的要求。

c) 河流流量占年平均流量的 30%~60%, 河宽、水深及流速一般是令人满意的。除极宽的浅滩外, 大部分浅滩能被水淹没, 大部分边槽将有水流, 许多河岸能够成为鱼类的活动区, 无

脊椎动物有所减少，但对鱼类觅食影响不大，可以满足捕鱼、筏船和一般旅游的要求，河流及天然景色还是令人满意的。

d. 对于大江大河，河流流量占平均流量的**5%~10%**，仍有一定的河宽、水深和流速，可以满足鱼类洄游、生存和旅游、景观的一般要求，是保持绝大多数水生物短时间生存所必需的瞬时最低流量。

表2中的栖息地是指与鱼类、野生动物、娱乐及相关环境资源，平均流量为多年平均天然流量。

本方法的计算结果为生态流量。从表2中第一列中选取生态保护目标所期望的栖息地状态，对应的第二列为生态流量占多年天然流量的百分比。该百分比与多年平均天然流量的乘积为生态流量。鱼类产卵育幼期的生态流量百分比与一般时期不同。

b. 方法的特点。蒙大拿法是依据观测资料而建立起来的流量和栖息地质量之间的经验关系。它仅仅使用历史流量资料就可以确定生态需水，使用简单、方便，容易将计算结果和水资源规划相结合，具有宏观的指导意义，可以在生态资料缺乏的地区使用。但由于对河流的实际情况作了过分简化的处理，没有直接考虑生物的需求和生物间的相互影响，只能在优先度不高的河段使用，或者作为其他方法的一种粗略检验。因此，它是一种相对粗略的方法。

c. 方法的适用性。这种方法主要适用于北温带河流生态系统，更适用于大的、常年性河流，作为河流进行最初目标管理、战略性管理方法使用，不适用于季节性河流。

d. 方法的应用。蒙大拿法在美国是所有方法中第二常用的方法，是流量历史法中最为常用的方法，为美国**16**个州采用或承认，并在世界各地得到了应用。一些学者在美国维吉尼亚地区的河流中证实：年平均流量**10%**的流量是退化的或贫瘠的栖息地条件；年平均流量**20%**的流量提供了保护水生栖息地的适当标准；在小河流中，定义年平均流量**30%**的流量接近最佳栖息地标准。

e. 注意事项。蒙大拿法作为经验公式，具有地区限制。因此，在其他地区使用时，需要对公式在本地区的适用性进行分析和检验。在使用该法前，应弄清该法中各个参数的含意。在流量百分比和栖息地关系表中的年平均流量是天然状况下的多年平均流量，其中某百分比的流量是瞬时流量。

**B. 流量历时曲线法。**

a. 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，将某个累积频率相应的流量 ( $Q_p$ ) 作为生态流量。 $Q_p$  的频率  $P$  可取 **90%** 或 **95%**，也可根据需要作适当调整。 $Q_{90}$  为通常使用的枯水流量指数，是水生栖息地的最小流量，为警告水资源管理者的危险流量条件的临界值。 $Q_{95}$  为通常使用的低流量指数或者极端低流量条件指标，为保护河流的最小流量。

b. 这种方法一般需要 **30** 年以上的流量系列。

c. 流量历时曲线法是水文学法中应用第二广泛的方法。

② 水力学法包括湿周法、**R2CROSS** 法、简化水尺分析法、**WES** 水力模拟法等。该类方法应用水力学现场数据，分析河流流量与鱼类栖息地指示因子的关系。其所考虑的参数有湿周、水面宽度、流速、深度、横断面面积等。该方法需要收集河流流量与河流横断面参数方面的数据。

水力学法中的湿周法的计算方法、制约条件及适用范围如下：

**A. 计算方法。**该方法利用湿周作为栖息地质量指标，建立临界栖息地湿周与流量的关系曲线，根据湿周流量关系图中的拐点 (图 1) 确定河流生态流量。当拐点不明显时，以某个湿周率相应的流量，作为生态流量。某个湿周率为某个流量相应的湿周占多年平均流量相应湿周的百分比。可采用 **80%** 的湿周率。当有多个拐点时，可采用湿周率最接近 **80%** 的拐点。此生态流量为保护水生物栖息地的最小流量。

**B. 制约条件。**湿周法受河道形状影响较大，三角形河道湿周流量关系曲线的拐点不明显，河床形状不稳定且随时间变化的

河道，没有稳定的湿周流量关系曲线，拐点随时间变化。

C. 适用范围。湿周法适用于河床形状稳定的宽浅矩形和抛物线型河道。湿周流量关系见图 1。

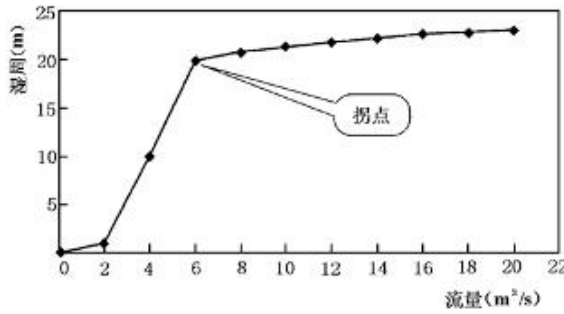


图1 湿周流量关系示意图

③ 栖息地评价方法是通过评价水生生物对水力学条件的要求确定生态需水的方法。它包括河道内流量增加 (IFM) 法、自然栖息地模拟系统 (PHABSIM)、有效宽度 (UW) 法、加权有效宽度 (WUW) 法等。

④ 整体分析法是以流域为单元，全面分析河流生态需水的方法，包括南非的建筑堆块法 (BBM)、澳大利亚的整体法 (Holistic Method) 等。整体分析法以 BBM 法为代表，从河流生态系统整体出发，根据专家意见综合研究流量、泥沙运输、河床形状与河岸带群落之间的关系。这类方法建立在尽量维持河流生态系统天然功能的原则之上，整个生态系统的需水，包括发源地、河流、河岸地带、洪积平原、地下水、湿地和河口的需水都需要评价。

4.0.5 流域整体的生态需水评估是指某断面以上流域内河流水生态系统生态需水评估。



## 5 湖泊生态需水评估

**5.1.1** 湖泊生态需水是将湖泊生态系统结构、功能和生态过程维持在一定水平所需要的水量。

**5.4.2** 根据成因，湖泊可以划分为 11 种主要类型和 76 个亚类。根据湖泊的水文特点，按进出水流的情况，湖泊可分为两种：①无源湖，即无河流、溪涧等形式的进水湖泊；②有源湖，这种湖泊的湖水依靠地面水的注入。按照湖泊排水条件，可将湖泊分为三种：①闭口湖，即并无水流自湖中排出的湖泊；②外流湖，即有水流外泄的湖泊；③吞吐湖，即既有地面水流入，也有河流自湖中流出的湖泊。

气候类型包括温带季风气候、亚热带季风气候、热带季风气候、温带大陆性气候、高原高山气候等。

干旱分区包括湿润区、半湿润区、半干旱区、干旱区。

**5.6.2** 湖区最低生态水位是指湖区年内生态水位过程的最小值。出湖最小生态流量是指出湖年内生态流量的最小值。

**5.7.1** 可供参考的湖泊生态需水方法如下：

① 湖泊生态需水空间组成及关系。

1) 对于吞吐型湖泊，生态需水包括入湖生态需水、湖区生态需水、出湖生态需水三项；对于闭口型湖口，只包括前两项。

入湖生态需水是为了满足湖区和出湖生态需水而必须对湖泊补充的水量。假设计算时段初与时段末湖泊蓄水量相同，并忽略入湖生态需水过程转化为出湖生态需水过程而产生的时间差，则湖泊生态需水等于湖区生态耗水与出湖生态需水之和。

湖区生态需水包括湖泊生态水位和湖区生态耗水两个方面。湖区生态耗水是为维持湖泊一定生态水位，湖区所需要消耗的水量。湖区生态耗水由湖区植物蒸散发、水面蒸发量和湖泊渗漏量组成。湖泊生态水位包括湖泊最低生态水位和其他水位。湖泊最

低生态水位是确定湖区最小生态需水的关键，可以由天然水位资料统计法、湖泊形态分析法和生物空间最小需求法确定。

出湖生态需水是维持湖泊生态系统功能在某种水平，满足自身水量更新和下游河流生态需水所需要的水量。在天然条件下，湖泊和其下游河流是一个自然的连续体，当距离湖泊很近的下游河流的最小生态需水得到满足时，湖泊出湖最小生态需水也得到满足。因此，以湖泊出口河流生态需水作为湖泊出湖生态需水的估算值。

对于吞吐型湖泊，假设湖体水量随时间变化量为零，并忽略入湖生态需水过程转化为出湖生态需水过程而产生的时间差时，湖泊入湖生态需水等于出湖生态需水和湖区生态需水之和，见式(1)：

$$W_{\text{入}} = W_{\text{出}} + W_{\text{湖}} \quad (1)$$

式中  $W_{\text{入}}$ ——计算时段内湖泊入湖生态需水， $\text{m}^3$ ；

$W_{\text{出}}$ ——计算时段内湖区生态需水， $\text{m}^3$ ；

$W_{\text{湖}}$ ——计算时段内出湖生态需水， $\text{m}^3$ 。

2) 闭口型湖泊生态需水分为入湖生态需水、湖区生态需水两个部分。

假设湖体水量变化量为零，并忽略入湖生态需水过程转化为出湖生态需水过程而产生的时间差时，湖泊入湖生态需水等于湖区生态需水，见式(2)。

$$W_{\text{入}} = W_{\text{湖}} \quad (2)$$

式中  $W_{\text{入}}$ ——计算时段内湖泊入湖生态需水， $\text{m}^3$ ；

$W_{\text{湖}}$ ——计算时段内湖区生态需水， $\text{m}^3$ 。

(2) 湖区生态需水计算方法。湖区生态需水包括湖区生态水位和湖区生态耗水两个方面。湖区生态水位对应的湖泊蓄水量，是生态保留水量。为计算湖区生态需水，必须首先确定湖泊生态水位，特别是湖泊最低生态水位。计算湖泊最低生态水位的方法有天然水位资料法、湖泊形态分析法、最小生物空间法等。湖区生态耗水等于湖区水面蒸发量减去湖区水面降水量加上湖泊渗漏量。

#### A. 湖区最低生态水位计算方法。

a. 天然水位资料法。湖泊最低生态水位定义为维持湖泊生态系统不发生严重退化的最低水位。天然情况下的低水位对生态系统的干扰在生态系统的弹性范围内。

a) 方法原理。该方法用于计算湖泊最低生态水位。这里湖泊最低生态水位定义为维持湖泊生态系统不发生严重退化的最低水位。

在天然情况下，湖泊水位发生着年际和年内的变化，对生态系统产生着扰动。这种扰动往往是非常剧烈的。然而，在漫长的生态演化中，环境改造了生物，生物也适应了环境，湖泊生态系统已经适应了这样的扰动。

实际上，在漫长的生态演变过程中，湖泊生态系统已经无数次地受到低水位的扰动，生态系统逐渐调整水位（水深）方面的阈值，不断演化，适应了这样的低水位。正是这样，经过不断进化，湖泊生态系统达到现有状态。因此，天然情况下的低水位对生态系统的干扰在生态系统的弹性范围内，并不影响生态系统的稳定。因此，天然最低水位是生态系统水位阈值的下限。

然而，在人类干扰情况下，例如在枯季大量取用湖泊水源、上游人类用水导致入湖水量减少等，可能导致湖泊水位低于天然最低生态水位。这种变化在时间上是突然的，是生态系统在长期的演化过程中没有遇到的，因此，天然生态系统的原有的结构无法适应这样的变化，只有通过改变其结构来适应。天然生态系统是经过漫长的生态演变，经过物竞天择而得到的最优的生态系统，人类干扰导致的生态结构的改变将偏离天然最优的生态系统，向不利于人类的方向发展，也即导致生态系统的退化。因此，将天然最低生态水位作为湖泊最低生态水位可以维持湖泊生态系统的基本功能。由于天然最低水位的持续时间短，因此，最低生态水位是在短时间内维持的水位，不能将湖泊水位长时间保持在最低生态水位。

此方法需要确定统计的最低水位的种类。最低水位可以是年



内瞬时最低水位、年内日均最低水位、年内月均最低水位、季节最低水位等。一般可采用年最低日均水位作为样本。

由于湖泊年最低水位是随机变量，因此，统计的水位资料系列越长，湖泊最低生态水位的代表性越好。一般统计的湖泊水位系列长度应该覆盖湖泊水位年际变化的一个完整长周期。流量历时曲线法在计算生态需水时要求统计系列长度不少于 20 年，这是一个可以参考的长度。

b) 方法公式。湖泊最低生态水位表达式见式 (3)：

$$Z_{\min} = \min(Z_{\min 1}, Z_{\min 2}, \dots, Z_{\min i}, \dots, Z_{\min n}) \quad (3)$$

式中  $Z_{\min}$ ——湖泊最低生态水位，m；

$\min$ ——取最小值的函数；

$Z_{\min i}$ ——第  $i$  年最小日均水位，m；

$n$ ——统计的天然水位资料系列长度。

统计系列长度不少于 20 年。

c) 方法适用范围、归类、特点和应用历史。该方法属于水文学法，为经验公式法，用在对计算结果精度要求不高，湖泊天然逐日水位历史资料不短于 20 年的湖泊，或者作为其他方法的一种粗略检验。

该方法的优点是比较简单，不需要进行现场测量，容易操作，计算需要的数据较容易获得。缺点是对湖泊实际情况作了过分简化的处理，没有直接考虑生物需求和生物间的相互影响。该方法在我国开发，已经在淮河流域南四湖、洪泽湖等湖泊应用。

b. 湖泊形态分析法。

a) 方法原理。该方法用于计算湖泊最低生态水位。这里湖泊最低生态水位定义为：维持湖水和地形子系统功能不出现严重退化所需要的最低水位。

湖泊地形为湖泊的存在提供了支撑，为水文循环提供了舞台，同时，又对水文循环产生着制约。湖泊中的生物适应着湖水变化与湖盆形态。湖水与湖盆构成的空间是生物赖以生存的栖息地，是生物生存的最基本的条件。因此，湖水和湖泊地形构成了

湖泊最基础的部分。要维持湖泊自身的基本功能，必须使湖水和湖泊地形子系统的特征维持在一定的水平。为此，从湖水、地形及其相互作用方面研究维持湖泊生态系统自身基本功能不严重退化所需要的最低生态水位。

湖泊生态系统服务功能均和湖泊水面面积密切联系。因此，用湖泊面积作为湖泊功能指标。

采用实测湖泊水位和湖泊面积资料，建立湖泊水位和  $dF/dZ$  关系线，其概化图如图 2 所示。随着湖泊水位的降低，湖泊面积随之减少。由于湖泊水位和面积之间为非线性的关系。当水位不同时，湖泊水位每减少一个单位，湖面面积的减少量是不同的。在  $dF/dZ$  和湖泊水位的关系上有一个最大值。最大值相应湖泊水位向下，湖泊水位每降低一个单位，湖泊水面面积的减少量将显著增加，也即在此最大值向下，水位每降低一个单位，湖泊功能的减少量将显著增加。如果水位进一步减少，则每减少一个单位的水位，湖泊功能的损失量将显著增加，将是得不偿失的。湖泊水位和  $dF/dZ$  可能存在多个最大值。由于湖泊最低生态水位是湖泊枯水期的低水位。因此，在湖泊枯水期低水位附近的最大值相应水位为湖泊最低生态水位。如果湖泊水位和  $dF/dZ$  关系线没有最大值，则不能使用本方法。

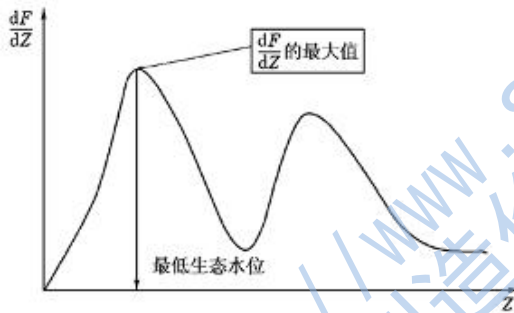


图2 湖泊水位和湖泊面积变化率关系概化示意图

F—湖泊水面面积； Z—湖泊水位

b) 方法公式。湖泊最低生态水位用下列公式表达：

$$F = f(Z) \quad (4)$$

$$\frac{\partial^2 F}{\partial Z^2} = 0 \quad (5)$$

$$(Z_{\min} - a_1) \leq Z \leq (Z_{\min} + b_1) \quad (6)$$

式中  $F$ ——湖泊水面面积,  $m^2$ ;

$Z$ ——湖泊水位,  $m$ ;

$Z_{\min}$ ——湖泊天然状况下多年最低水位,  $m$ ;

$a_1$ 、 $b_1$ ——和湖泊水位变幅相比较小的一个正数,  $m$ 。

联合求解式 (4) ~ 式 (6) 即可得到湖泊最低生态水位。

c) 方法适用范围、归类、特点和应用历史。该方法属于水力学法, 为半经验方法, 对其机理的研究很粗略, 可用于那些对生态系统缺乏了解, 对生态需水计算结果精度要求不高, 且缺乏天然历史水位资料、生物资料的湖泊。

湖泊形态分析法的优点是只需要湖泊水位、水面面积关系资料, 不需要详细的物种和生境关系数据, 数据相对容易获得。其缺点是体现不出季节变化因素, 但它能为其他方法提供水力学依据, 所以可与其他方法相结合使用。

该方法在我国开发, 已经在淮河流域南四湖、洪泽湖应用。

c. 最小生物空间法。

a) 方法原理。生物的生存空间是生物生存的基础, 保护生物生存空间就保护了生物生存的基础。湖泊水生态系统有多种生物, 主要包括藻类、浮游植物、浮游动物、大型水生植物、底栖动物和鱼类等。用湖泊各类生物对生存空间的需求来确定最低生态水位。湖泊水位是和湖泊生物生存空间一一对应的, 因此, 用湖泊水位作为湖泊生物生存空间的指标。湖泊植物、鱼类等为维持各自群落不严重衰退均需要一个最低生态水位。取这些最低生态水位的最大值, 即为湖泊最低生态水位。

湖泊生物主要包括藻类、浮游植物、浮游动物、大型水生植物、底栖动物和鱼类等。现阶段无法将每类生物最低生态水位全

部确定。因此，选用湖泊关键生物。

鱼类和其他类群相比在水生态系统中的位置独特。一般情况下，鱼类是水生态系统中的顶级群落，是大多数情况下的渔获对象。作为顶级群落，鱼类对其他类群的存在和丰度有着重要作用。鱼类对河流生态系统具有特殊作用，加之鱼类对生存空间最为敏感，故将鱼类作为关键物种和指示生物。认为鱼类的生存空间得到满足，其他生物的最小生存空间也得到满足。

b) 方法公式。湖泊最低生态水位计算见式 (7)：

$$Z_{\text{最低}} = Z_0 + h_{\text{鱼}} \quad (7)$$

式中  $Z_0$ ——湖底高程，m；

$h_{\text{鱼}}$ ——鱼类生存所需的最小水深，m，可以根据实验资料或经验确定。

有关研究资料表明，南四湖鱼类要求的最小水深约为 1.0m。

c) 方法适用范围、归类、特点和应用历史。该方法属于栖息地定额法的，为半经验方法，对生态系统机理的研究很粗略，可用于那些对生态系统缺乏了解，并对生态需水计算结果精度要求不高，且具备所计算湖泊鱼类生存所需最小水深、湖底高程资料的湖泊。

最小生物空间法的优点是只需要湖泊鱼类生存所需最小水深、湖底高程，计算简单，便于操作。其缺点是体现不出季节变化因素，生物学依据不够可靠。

该方法在我国开发，已经在淮河流域南四湖、洪泽湖应用。

B. 湖区生态耗水量计算方法。

$$W_{\text{湖}} = F(i) \left[ \sum_{i=1}^n E(i) - \sum_{i=1}^n P(i) + \sum_{i=1}^n KI \right]$$

式中  $W_{\text{湖}}$ ——湖区最小生态耗水， $\text{m}^3$ ；

$n$ ——计算时段总数；

$i$ ——计算时段，取  $i = 1 \sim n$ ；

$F(i)$ —— $i$ 时段水面面积， $\text{m}^2$ ；

$E(i)$ —— $i$ 时段湖面蒸散发量，m；

$P(i)$ —— $i$ 时段湖面降水量,  $m$ ;

$K$ ——土壤渗透系数 (无量纲);

$I$ ——湖泊渗流坡度 (无量纲)。

③ 出湖生态需水。出湖生态需水可以根据湖泊水量更新需要和下游河道生态需水确定。



## 6 河口生态需水评估

**6.1.1** 河口生态需水是将河口生态系统结构、功能和生态过程维持在一定水平所需要的水量。本导则中河口是指河流入海河口。

**6.1.3** 生境异质性是指生物生存环境的差异性。

**6.3.2** 河流近口段，又称河流段。在这一河段内，潮汐作用仅反映水位有规律地涨落，而水流始终向下游流动。河口段又称河口过渡段。上起潮流界，下至河口口门。河口段是径流与潮流相互消长的地区，也是盐水和淡水的混合地带。口外海滨段，又称潮流段。从河口口门至滨海浅滩外界的区段，在大陆架较窄的地区，其下界直接和大陆架相接。延伸段主要受口外海的潮流和风浪动力控制，河流动力可以忽略。

**6.4.2** 水文特征是指河口河流径流的季节特征、年际变化特征、径流量极值特征等特征，包括径流量均值、变差系数、偏态系数等。河口形态特征包括河床质组成、河床纵断面和横断面形态等。潮汐特征包括潮汐周期、潮位特征、盐分参混特性和潮汐输沙特征等。

**6.6.2** 河口盐度平衡需水是指为将河口生态系统中水体含盐度维持在一定水平所需要的水量。

**6.7.1** 项目所处的阶段是指项目本身所处的阶段。如项目规划阶段、可行性研究阶段等。可供参考的河口生态需水计算方法如下。

① 河口生态需水常见类型为维持河口冲淤平衡需水、维持河口盐度平衡需水、维持河口水质需水、河口生物需水等。

② 维持河口盐度平衡需水的计算。维持河口盐度平衡需水就是维持河口水体盐度在一定值所需要的河流水量；是为了避免咸潮上溯对河口地区生态环境和生活生产用水带来不利影响所需

要的水量。

维持河口盐度平衡需水可通过河流水体含盐度变化规律来分析确定，一般有相关法、数值解法和物理模型等。相关法是用潮位、径流及氯离子含量的实测资料先绘制成相关曲线，然后，根据曲线分析氯度随河流径流等相关因素变化的规律。依据此曲线和生态保护目标对氯度的要求，计算维持河口盐度平衡所需水量。

数值解法是通过数学方程式的求解得到径流与氯度的动态关系，从而确定维持河口盐度平衡需水。

应该根据具体情况，参考相关标准和资料，选择合适的方法。

③ 河口生物需水的计算。为维持河口生物在一定水平所需要的水量为河口生物需水。在缺乏入海水量与河口生物关系的情况下，可用河口生物栖息地指标代替河口生物指标。河口生物栖息地保护主要是维持河口入海水量与咸潮及泥沙的某种动态平衡，一般通过典型年入海水量的分析，确定其需水量。

## 7 沼泽生态需水评估

**7.1.1** 沼泽生态需水是将沼泽生态系统结构、功能和生态过程维持在一定水平所需要的水量。

**7.3.2** 中国政府加入或签署的国际公约包括《濒危野生动植物种国际贸易公约》、《湿地公约》、《中日候鸟保护协定》、《中澳候鸟保护协定》、《中美自然保护议定书》等。

**7.3.3** 沼泽分为泥炭沼泽和潜育沼泽两类，然后根据沼泽的植被特征再划分为几个亚类。泥炭沼泽可划分为低位、中位和高位3个发育阶段。水分条件区包括湿润区、半湿润区、半干旱区、干旱区等。

**7.6.1** 可参考的沼泽生态需水计算方法如下。

(1) 计算公式。沼泽湿地多年平均生态需水可用水量平衡法进行估算，其公式为：

$$W_d = 10F(E_d - P) + G \quad (8)$$

式中  $W_d$ ——沼泽湿地多年平均生态需水，取值不小于零， $m^3$ ；

$F$ ——需要恢复或保持的沼泽湿地多年平均面积， $hm^2$ ；

$P$ ——多年平均降水量， $mm$ ；

$E_d$ ——沼泽湿地多年平均蒸发量， $mm$ ；

$G$ ——沼泽湿地多年平均地下水渗漏量， $m^3$ ，对于底层为冰冻或者泥炭层的沼泽湿地，可近似认为渗漏量为0。

当以沼泽生物为保护目标时，可选择保护的水生生物指示种所需多年平均沼泽面积作为上式中的  $F$  值。这基于假设：保护水生生物指示种所需的水量与整个生境所需的水量相同。

(2) 方法适用范围、归类、特点和应用历史。该方法属于半经验方法，对生态系统机理的研究很粗略，可用于那些对生态系统缺乏了解，并对生态需水计算结果精度要求不高的，且具备明



确生态保护目标的湖泊。

该方法优点是一旦确定了需要恢复或保持的沼泽湿地多年平均面积，则生态需水计算简单。其缺点是需要应该恢复或保持的沼泽湿地多年平均面积的数据。

该方法在我国开发，已经在东北个别沼泽计算时使用。

https://www.sljzjxx.com  
水利造价信息网