

ICS

CCS 点击此处添加 CCS 号

团 体 标 准

T/EERT XXXX—2024

中小型水体淡水养殖生态容量 评估技术规范

Technical specifications for ecological capacity assessment of freshwater aquaculture
in small and medium-sized water bodies

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

2024 - XX - XX 发布

2024 - XX - XX 实施

浙江省生态与环境修复技术协会 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 养殖生态容量评估流程	1
5 养殖生态容量评估方法	2
6 模型数据收集与处理	5
附录 A（资料性） Pauly P/B 系数（等同于瞬时死亡率 Z）估算公式	6
参考文献	7

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件中的某些内容可能涉及专利，文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由浙江省生态与环境修复技术协会提出。

本文件由浙江省生态与环境修复技术协会标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：杭州师范大学、浙江省农业科学院、衢州市水产技术推广中心、浙江大学、西湖大学、舟山市生态环境局岱山分局。

本文件主要起草人：张杭君、胡金春、刘广绪、阮赟杰、孔令为、黄敏捷、黄福勇、李文兵、丁佳锋、袁霞、刘志权、王彬浩、史文竞、韩毓、郑佩。

本文件为首次发布。

中小型水体淡水养殖生态容量评估技术规范

1 范围

本文件规定了中小型水体淡水养殖生态容量评估的术语和定义、评估流程、评估方法、数据收集与处等要求。

本文件适用于浙江省中小型水体淡水养殖生态容量的评估计算。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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。

GB 3838 地表水环境质量标准

HJ 670 水质 磷酸盐和总磷的测定 连续流动—钼酸铵分光光度法

HJ 636 水质 总氮的测定 碱性过硫酸钾消解紫外分光光度法

SC/T 1149—2020 大水面增养殖容量计算方法

SC/T 9102.3—2007 渔业生态环境监测规范 第3部分：淡水

SC/T 9102.4 渔业生态环境监测规范 第4部分：资料处理与报告编制

SL 167—2014 水库渔业资源调查规范

SL 196 水文调查规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

养殖生态容量 Ecological aquaculture capacity

养殖生态容量是指特定的水域、单位水体养殖对象在不危害环境、保持生态系统相对稳定、保证经济效益最大的同时，追求可持续发展要求条件下的最大产量。

4 养殖生态容量评估流程

4.1 基础信息采集

现场踏勘，采集养殖水体的水深、面积，养殖的品种、放养密度及养殖周期，饲料投喂的种类、投喂量及频率水体更换频率等基础信息。

4.2 选择评估方法

根据收集到的养殖水体基础信息，结合养殖周期内的水质特点，选择养殖生态容量评估方法。

4.3 数据收集与处理

通过文献检索、本底采样及调查、水质检测，收集相关数据；对收集到的数据进行整理、分类和统计、转换和预处理。

4.4 模型计算

根据模型的参数设置和计算步骤，将数据输入模型进行计算。

4.5 评估养殖生态容量

根据模型的输出结果，评估养殖水体的生态容量，包括最大养殖量、适宜养殖密度等关键指标。评估流程示意图见图 1。

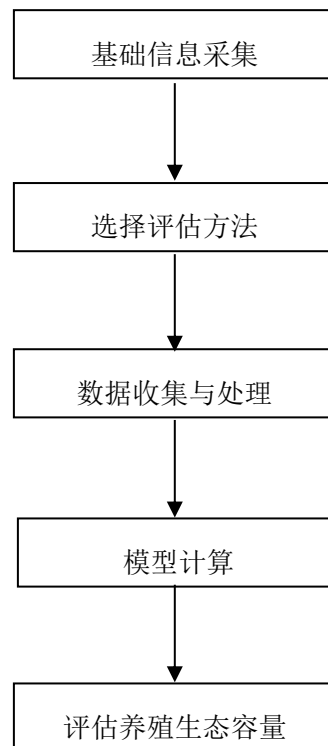


图 1 中小型水体淡水养殖生态容量评估流程示意图

5 养殖生态容量评估方法

5.1 养殖生态容量评估方法选择

5.1.1 养殖生态容量评估方法包括基于营养盐负荷模型的评估方法和基于 Ecopath 模型的评估方法。

5.1.2 基于营养盐负荷模型（Dillon-Rigler 模型）的评估方法包括基于磷负荷的养殖生态容量计算和基于氮负荷的养殖生态容量计算。该模型的计算结果可用于指导养殖场的规划和管理，确保养殖活动在环境可承受的范围内进行。基于氮负荷的养殖生态容量计算结果还可用于评估现有养殖场的养殖容量是否达到饱和，是否需要采取措施降低氮负荷或优化养殖结构。

5.1.3 基于 Ecopath 模型的评估方法通过对不同生物群体的能量转移和关系进行分析，可了解养殖水体生态系统的稳定性和可持续性。

5.1.4 可根据养殖水体基础信息，结合养殖周期内的水质特点，选择不同模型进行计算：

- 若养殖周期内水体水质中总磷浓度较高（ $>0.5 \text{ mg/L}$ ），推荐使用基于磷负荷的 Dillon-Rigler 模型；
- 若养殖周期内有饲料投入且水体水质中总氮浓度较高（ $>3.0 \text{ mg/L}$ ），推荐使用基于氮负荷的 Dillon-Rigler 模型；
- 若养殖周期内养殖水体没有饲料投入，且食物链/网等本底调查清晰，推荐使用 Ecopath 模型。

5.2 基于营养盐负荷的 Dillon-Rigler 模型养殖生态容量评估方法

5.2.1 基于磷负荷的养殖生态容量计算公式

采取磷作为估算养殖容量的关键因子，并通过对磷的最高承载力估算养殖生态容量。计算公式见式（1）~（3）。

$$Q = \frac{P_c}{P_f} \dots\dots\dots (1)$$

$$P_c = (P_{max} - P_0) \times H \times A \times r \times \frac{1}{(1-R) \times 1000} \dots\dots\dots (2)$$

$$P_f = \sum_{i=1}^m k_i \times r_i / 1000 \dots\dots\dots (3)$$

式中：

Q ——理想和允许的养殖容量，单位：kg；

P_c ——水体对磷的承载力，单位：kg；

P_f ——养殖对象在养殖期间释放到水体中的磷负荷，单位：kg/kg；

P_{max} ——水体可接受的最大磷负荷，单位：mg/L；

注：取值参考SC/T 9101—2007，一级标准取值 ≤ 0.5 mg/L，二级标准取值 ≤ 1.0 mg/L。

P_0 ——水体中磷的本底浓度，取值为水质中总磷的浓度，单位：mg/L；

H ——水体平均深度，单位：m；

A ——水体有效养殖面积，单位：h/m²；

r ——年换水频率，单位：次/年；

R ——磷的滞留系数，取值50%~70%；

k_i ——磷产污系数，常见养殖品种的磷产污系数可参考表1，单位：g/kg；

m ——养殖对象种类数；

r_i ——第*i*种养殖对象的放养比例，单位：%。

注：根据养殖户具体放苗品种和数量确定。

表 1 常规养殖品种磷产污系数

养殖品种	适用区域	磷产污系数 (g/kg)
鲟鱼	全国	0.119
鳊鱼	全国	5.431
青鱼	东北区	0.206
	北部区	3.239
	中部区	0.256
	南部区	
草鱼	东北区	0.209
	北部区	
	中部区	1.569
	南部区	1.188
鲢鱼	东北区	0.604
	北部区	0.605
	中部区	0.607
	南部区	
鳙鱼	全国	0.455
鲤鱼	东北区	0.206
	北部区	3.239
	中部区	0.256
	南部区	
鲫鱼	东北区	1.220
	北部区	
	中部区	1.089
	南部区	
鳊鱼	全国	0.125

注：数据来自《第一次全国污染源普查水产养殖业污染源产排污系数手册》

5.2.2 基于氮负荷的养殖生态容量计算公式

采取氮作为估算养殖容量的关键因子，并通过对氮的最高承载力估算养殖生态容量。计算公式见式(4)~(6)。

$$Q = \frac{N_c}{N_i} \dots \dots \dots (1)$$

$$N_c = (N_{max} - N_0) \times A \times H \times \frac{n}{1000} \dots \dots \dots (2)$$

$$N_i = \sum_{i=1}^m (N_{si} \times F_i - N_{fi}) \times r_i \dots \dots \dots (3)$$

式中：

Q ——理想和允许的养殖容量，单位：kg；

N_c ——水体对氮的承载力，单位：kg；

N_i ——养殖对象在养殖期间的氮废物散失量，单位：kg/kg；

N_{max} ——养殖水体允许排放的最高氮浓度，单位：mg/L；

注：取值参考SC/T 9101—2007，一级标准取值 ≤ 3.0 mg/L，二级标准取值 ≤ 5.0 mg/L。

N_0 ——水体中氮的本底浓度，取值为水质中总氮的浓度，单位：mg/L；

A ——有效养殖面积，单位： m^2 ；

H ——养殖水体平均水深，单位：m；

n ——养殖期间换水次数；

N_{si} ——第*i*种养殖对象饲料中的含氮率（可从饲料说明书上获得），单位：%；

F_i ——第*i*种养殖对象的饲料系数；

注：根据养殖户记录饲料投喂量和第*i*种鱼类的重量计算获得。

N_{fi} ——第*i*种养殖对象的平均含氮率，单位：%；

m ——养殖对象种类数；

r_i ——第*i*种养殖对象的放养比例，单位：%。

注：由养殖户具体放苗品种和数量确定。

5.3 基于 Ecopath 模型的养殖生态容量评估方法

5.3.1 Ecopath 模型计算公式

Ecopath 模型是基于生物量平衡（Biomass balance）原理建立的、用以评估养殖水体的生态容量模型。Ecopath 模型中，每个方程为一个功能组，一组方程为一个水域系统输入和输出，计算公式见式（7）。

$$B_i \times \left(\frac{P}{B}\right)_i \times EE_i = \sum_{j=1}^j B_j \times \left(\frac{Q}{B}\right)_j \times DC_{ij} + Y_i + BA_i + E_i \dots \dots \dots (1)$$

式中：

B_i ——第*i*功能组的年生物量（从养殖水体的调查中获得），单位： t/km^2 ；

$(P/B)_i$ ——第*i*功能组年生产量与年生物量的比值；

EE_i ——第*i*组年生产量对生态系统能量贡献的比例；

$(Q/B)_j$ ——第*j*功能组年消耗量与年生物量的比值；

DC_{ij} ——被捕食者（*i*组）在捕食者（*j*组）总食物组成占比；

Y_i ——年捕捞量，单位： t/km^2 ；

BA_i ——年生物累计量，单位： t/km^2 ；

E_i ——功能组第*i*组的年输出量，单位 t/km^2 。

5.3.2 Ecopath 数据来源

5.3.2.1 模型参数

Ecopath 模型构建应包含 3 项基本参数，分别为生物量（B）、年生产量/年生物量（P/B）、年消耗量/年生物量（Q/B）。

5.3.2.2 生物量（B）

鱼类、贝类、浮游植物、浮游动物、底栖动物、有机碎屑功能组的 B 值可以通过以下方式获得：

- 对养殖水体各个功能组采样计算得到；
- 渔业资源调查数据计算得出；
- 养殖水体管理者或者渔政管理部门提供；

d) 细菌生物量以浮游植物生物量的 17.5 %估算。

5.3.2.3 P/B 值

浮游植物、浮游动物、底栖动物功能组和各鱼类功能组P/B值可以通过以下方式获得：

- 浮游植物、浮游动物、底栖动物功能组的 P/B 值可参考和养殖水体纬度及生态系统功能特征基本相同的水体 P/B 值，通过查询相关参考文献获得；
- 各鱼类功能组的 P/B 值可在渔业资源调查渔获物等数据的基础上，参照 Pauly 等提出 P/B 系数（等同于瞬时死亡率 Z）的经验估算公式（Pauly et al., 1980）计算所得，计算公式见附录 A。

5.3.2.4 Q/B 值

浮游植物、浮游动物、底栖动物功能组和各鱼类功能组Q/B值可以通过以下方式获得：

- 浮游植物、浮游动物、底栖动物功能组的 Q/B 值可参考和养殖水体纬度及生态系统功能特征基本相同的水体 Q/B 值，通过查询相关参考文献获得；
- 各鱼类功能组的 Q/B 值可在渔业资源调查渔获物等数据的基础上，参照 Palomar 和 Pauly 的经验公式（Palomar and Pauly, 1998）计算得出。

6 模型数据收集与处理

6.1 文献检索

查阅相关文献资料，了解养殖水体生态容量的计算方法、模型应用案例及参数设置等。

6.2 本底采样及调查

根据表 2 的要求，对养殖水体进行本底采样、调查。

表 2 养殖水体本底调查项目、内容及方法

调查项目	调查内容	调查方法
浮游植物	种类组成、密度、生物量	按照SC/T 9102.3—2007中5.1的规定进行
浮游动物	种类组成、密度、生物量	
底栖动物	种类组成、密度、生物量	
着生藻类	种类组成、密度、生物量	按照SL 167—2014中第14章的规定进行
水生维管束植物	种类组成、覆盖度、生物量	按照SL 167—2014中第15章的规定进行
鱼类	种类组成、生物量、主要鱼类种群结构、鱼产量	按照SL 167—2014中第16章的规定进行
其他水生经济动物	虾、蟹、鳖、贝等	按照SL 167—2014中第18章的规定进行
水文	水面面积、形态、水深、水量、水交换率	按照SL 196的规定进行
有机碎屑	有机碎屑有机碳含量	按照SC/T 1149—2020中的附录A进行
水质	水温、透明度、pH、溶解氧、化学需氧量、氨氮、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、总氮、总磷	按照 GB 3838规定进行

6.3 水质检测

对采集的水样进行水质检测，其中总磷的测定按照 HJ 670 的规定进行，总氮的测定按照 HJ 636 的规定进行。

6.4 数据整理与分析

按照 SC/T 9102.4 的要求进行资料检查和数据处理。

附 录 A

(资料性)

Pauly P/B 系数 (等同于瞬时死亡率 Z) 估算公式

Pauly P/B系数 (等同于瞬时死亡率Z) 估算公式见式A.1、A.2。

$$Z = F + M \dots\dots\dots (A. 1)$$

$$P/B = 1 - \exp(-Z) \dots\dots\dots (A. 2)$$

式中:

Z——瞬时死亡率, 单位时间内死于各种原因的鱼类比例;*F*——捕捞死亡率, 由于捕捞活动导致的鱼类死亡率;*M*——自然死亡率, 由于自然原因 (如疾病、环境因素、竞争等) 导致的鱼类死亡率;*P/B*——年生产量与年生物量的比值。

参 考 文 献

- [1] 张云. 湖北金沙河水库渔业资源状况及生态系统模型研究. [硕士学位论文]. 武汉: 华中农业大学图书馆, 2015
- [2] Pauly D. On the interrelationships between natural mortality, growth-parameters, and mean environmental-temperature in 175 fish stocks. *Journal Du Conseil*, 1980, 39; 175-192
- [3] Palomares M L D, Pauly D. Predicting food consumption of fish populations as functions of mortality, food type, morphometrics, temperature and salinity. *Marine and Freshwater Research*, 1998, 49: 447-453
- [4] HJ 493—2009 水质样品的保存和管理技术规定
- [5] DB42/T 2017—2023 池塘养殖容量评估技术导则
-