

湖泊生态环境保护系列技术指南之一

湖泊生态安全调查与评估 技术指南

(试行)

前 言

为贯彻落实党中央、国务院“让江河湖泊休养生息”和十八大及十八届三中全会关于“生态文明建设”的战略部署，加快对水质较好湖泊（含水库，下同）的保护，避免众多水质较好湖泊走“先污染、后治理”的老路，环境保护部、国家发展和改革委员会、财政部印发了《水质较好湖泊生态环境保护总体规划（2013-2020年）》（以下简称《规划》）。为推进《规划》实施，指导各地开展水质较好湖泊生态环境保护工作，在国家水体污染控制与治理重大专项湖泊富营养化控制与治理技术及综合示范主题等相关科研成果基础上，制定本指南。

本指南分两部分，第一部分是湖泊生态安全调查技术指南，重点针对湖泊流域经济社会影响、湖泊水生态状况、湖泊生态系统服务功能和湖泊生态环境保护措施等方面介绍相关的调查方法和技术要求；第二部分是湖泊生态安全评估技术指南，从湖泊流域经济社会影响、湖泊生态系统服务功能、湖泊水生态健康和人类活动的调控管理等4个方面对湖泊的生态安全状况进行评估。本技术指南旨在为湖泊生态安全调查与评估、识别湖泊主要生态环境问题提出可参考的技术方法，为湖泊生态环境保护工作的具体实施提供科学依据。

本指南为指导性文件，各地可参考本指南提出的湖泊生态安全调查与评估方法，根据本地湖泊所处的自然和社会环境、主导服务功能等个性特征，编制本地湖泊生态安全调查与评估方案。

本指南为首次发布。

本指南由环境保护部污染防治司、规划财务司组织制订。

本指南主要起草单位：中国环境科学研究院、中科院南京地理与湖泊研究所、中科院水生生物研究所、北京大学、上海交通大学、环境保护部南京环境科学研究所。

目 录

1 总则	1
1.1 适用范围	1
1.2 规范性引用文件.....	1
1.3 术语和定义	2
2 湖泊生态安全调查.....	3
2.1 湖泊基本信息调查	3
2.2 湖泊流域人类活动影响调查	3
2.3 湖泊流域生态系统状态调查.....	7
2.4 湖泊流域生态服务功能调查.....	9
2.5 湖泊流域生态环境保护调控管理措施调查.....	11
3 湖泊生态安全评估.....	13
3.1 概念模型	13
3.2 技术路线和思路.....	14
3.3 评估指标体系的构建.....	15
3.4 参照标准的确定.....	40
3.5 数据预处理和标准化.....	42
3.6 权重的确定.....	43
3.7 生态安全分级标准.....	44
3.8 评估过程	45
3.9 结果表达形式.....	46
3.10 评估结果解析.....	47
3.11 评估过程中可能出现的问题及其解决方法.....	48
4 生态安全调查与评估方案编制框架.....	51
4.1 主要内容	51
4.2 编制框架	51

附录说明	55
附录 A 流域基本信息调查表格	56
附录 B 社会经济人类活动影响调查	60
附录 C 沉积物采样器的类型及优缺点	74
附录 D 湖泊水质、沉积物和水生态调查方法	76
附录 E 湖泊流域生态服务功能和调控管理措施调查	89

1 总则

1.1 适用范围

本技术指南适用于指导水质较好湖泊（含水库，下同）生态安全的调查与评估工作开展与报告编制，其他湖泊、水库开展同类工作可参照执行。湖泊流域开展调查与评估主要包括经济社会影响、水生态环境、生态系统服务功能和人类活动的调控管理等 4 个方面。

1.2 规范性引用文件

本标准内容引用了下列文件中的条款。凡是不注日期的引用文件，其有效版本适用于本标准。

- (1) GB 3838-2002 地表水环境质量标准
- (2) GB 5749-2006 生活饮用水卫生标准
- (3) GB 18596-2001 畜禽养殖业污染物排放标准
- (4) GB 18918-2002 城镇污水处理厂污染物排放标准
- (5) GB 50445-2008 村庄整治技术规范
- (6) HJ/T 81-2001 畜禽养殖业污染防治技术规范
- (7) HJ/T 165-2004 酸沉降监测技术规范
- (8) HJ/T 192-2006 生态环境状况评价技术规范
- (9) HJ/T 338-2007 饮用水水源保护区划分技术规范
- (10) HJ/T 433-2008 饮用水水源保护区标志技术要求
- (11) HJ 494-2009 水质-采样技术指导
- (12) HJ 2005-2010 人工湿地污水处理工程技术规范

1.3 术语和定义

1.3.1 生态系统健康

指一个生态系统所具有的稳定性和可持续性,即是否在时间上具有维持其组织结构、自我调节和对胁迫的恢复能力。

1.3.2 生态安全

在人类活动影响下维持湖泊生态系统的完整性和生态健康,为人类稳定提供生态服务功能和免于生态灾变的持续状态。

1.3.3 生态风险

由于一种或多种外界因素导致可能发生或正在发生的不利于生态系统的过程。

1.3.4 生态系统服务功能

生态系统在能流、物流的生态过程中,对外部显示的重要作用,如改善环境、提供产品等。

1.3.5 DPSIR 模型

一种在环境系统中广泛使用的评估指标体系概念模型,由驱动力(driving forces)、压力(direct pressures)、状态(state)、影响(impacts)和响应(responses) 5 个层次组成。

2 湖泊生态安全调查

本指南涉及的调查内容主要包括湖泊流域人类活动影响、湖泊生态系统健康状态、湖泊生态服务功能和人类活动的调控管理 4 个方面,同时还应包括湖泊及其流域的基本信息。具体湖泊可根据自身的特点,进行相应调整。

2.1 湖泊基本信息调查

湖泊基本信息调查主要包括湖泊水面面积、湖泊容积、出/入湖水量、多年平均蓄水量、多年平均水深及其变化范围、补给系数、换水周期、流域的地理位置、所涉及县(市)及其乡镇面积、流域的土地利用状况、水资源概况以及湖泊的主要服务功能。基本信息调查可参照附表 A-1~A-3 进行填写。

湖泊及其流域的基本信息调查还应包括流域的行政区划图、数字高程图、水系图、地表水环境功能区划图、植被分布图、土地利用类型图、主要水利工程位置图等图册资料。

2.2 湖泊流域人类活动影响调查

流域人类的社会经济活动是影响水质较好湖泊生态环境状况的关键所在。流域经济、社会的快速发展增加了流域污染排放,对湖泊生态环境的变化具有直接驱动力和压力。湖泊流域人类活动影响调查内容包括:

2.2.1 社会发展和经济调查

(1) 社会发展

调查指标包括基准年及其以后每年的流域人口结构及变化情况,

包括自然增长率、流域人口总数、常住人口、流动人口、城镇人口、非农业人口数量等。见附表 B1-1。

（2）经济增长

调查指标包括方案基准年及以后每年的流域经济发展情况，包括流域内国民生产总值(以下称 GDP)、GDP 增长率、人均年收入、产业结构等。见附表 B1-2。

2.2.2 湖泊流域污染源调查

（1）点源污染调查

点源污染调查包括城镇工业废水、城镇生活源以及规模化养殖等。详见附表 B2-1、B2-2 和 B2-3。

（2）面源污染调查

本指南规定的面源污染调查主要包括农村生活垃圾和生活污水状况调查、种植业污染状况调查、畜禽散养调查、水土流失污染调查、湖面干湿沉降污染负荷调查及旅游污染、城镇径流等其他面源污染负荷调查。有条件的，可以结合典型调查、前期工作积累、各类研究经验，确定适宜的参数。详见附表 B3-1、B3-2、B3-3、B3-4、B3-5、B3-6、B3-7、B3-8。

（3）内源污染调查

明确湖泊内源污染的主要来源，例如湖内航运、水产养殖、底泥释放、生物残体（蓝藻及水生植物残体等）等，分析内源污染负荷情况。

（4）湖泊流域污染调查汇总

汇总流域内各个县市的污染物排放表格，绘制流域污染负荷产生

量、入河/入湖量表格，并注明年份。湖泊流域污染物入湖量主要来自地表径流和湖面干湿沉降等途径，其计算方法为产生量与入河/湖系数的乘积。入河/湖系数可参考各地区已有规划、文献等相关资料，有条件者可通过实地测量来计算进入湖泊的污染物通量。详见表 2-2-1。

表 2-2-1 湖泊流域污染物产生量、入河和入湖量汇总表

(单位: t/a)

类型	来源	COD			TN			TP			氨氮			其他		
		产生量	入河量	入湖量	产生量	入河量	入湖量	产生量	入河量	入湖量	产生量	入河量	入湖量	产生量	入河量	入湖量
非点源	农村生活															
	畜禽散养															
	种植业															
	城镇径流															
	干湿沉降															
	其他															
	小计															
点源	工业															
	城镇生活															
	规模化养殖															
	小计															
内源	底泥释放															
	水产养殖															
	其他															
	小计															
合计																

2.2.3 湖库主要入湖河流污染调查

湖泊主要入湖河流调查主要包括水文参数和水质参数两个方面。水文参数包括流量、流速等；水质参数包括溶解氧（DO）、pH、总氮（TN）、总磷（TP）、COD、高锰酸盐指数、氨氮、悬浮物(SS)等指标。见附表 B4-1。

2.3 湖泊流域生态系统状态调查

2.3.1 水质调查

水质调查共涉及采样点数量、采样点布设方法、采样频率和分析测试指标四个方面。采样点应尽量覆盖整个湖体。采样频率除特殊情况下（如冰封）应每月一次。采样点数量、采样点布设方法可参考附录 D。分析测试指标参考《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）和营养状态评估指标。本技术指南着重关注 DO、TN、TP、高锰酸盐指数、氨氮、透明度(SD)、SS、叶绿素 a（Chla）等富营养化指标以及 Pb、Hg 等重金属指标，同时各湖泊可根据流域特点增补相应指标，如矿化度、浊度等。湖泊水质调查表格详见表 2-3-1。

表 2-3-1 湖泊水质调查表

编号	坐标 (°)		参数	数据				备注
	东经	北纬		1 月	2 月	3 月	...	
			DO(mg/L)					
			TN(mg/L)					
			TP(mg/L)					
			Chla(μg/L)					
			...					

2.3.2 沉积物和间隙水调查

沉积物和间隙水调查点位可根据水质调查点位进行设定。水质较好湖泊应考虑沉积物背景值的调查，沉积物的分析测试指标包括粒径、含水率、容重、pH、TN、TP、有机质(OM)、镉(Cd)、铬(Cr)、铜(Cu)、锌(Zn)、铅(Pb)、汞(Hg)、砷(As)和镍(Ni)等；间隙水调查指标主要涉及与内源释放相关的氨氮、无机磷、镉(Cd)、铬(Cr)、铜(Cu)、锌(Zn)、铅(Pb)、汞(Hg)、砷(As)和镍(Ni)等。同时应考虑根据湖泊流域典型污染特征和地质背景特点来补充相应的调查指标。采样频率除特殊情况下（如冰封）应每季度一次。沉积物调查方法详见附录 D，调查表格见表 2-3-2。

表 2-3-2 湖泊沉积物理化指标调查表

编号	坐标 (°)		调查指标	数据				备注
	东经	北纬		1 月	4 月			
			物理指标	粒径				
				含水率				
				容重				
				...				
			化学指标	pH				
				TN(mg/kg)				
				TP(mg/kg)				
				OM(g/kg)				
				Hg(mg/kg)				
				...				

2.3.3 水生态调查

水生态调查重点关注浮游植物、浮游动物、底栖生物、大型水生维管束植物，有条件者还可调查鱼类。主要测定指标为生物量、优势种、多样性指数、完整性指数。采样频率除特殊情况下（如冰封）应每季度一次。水生态调查方法详见附录 D，调查表格见表 2-3-3。

表 2-3-3 湖泊水生态调查表

编号	坐标 (°)		参数	数据				备注
	东经	北纬		1 月	4 月			
			浮游植物生物量 (mg/L 或 ind/L)					
			浮游植物多样性指数					
			浮游动物生物量 (mg/L 或 ind/L)					
			浮游动物多样性指数					
			底栖动物多样性指数					
			沉水植物覆盖度 (%)					
			...					

2.4 湖泊流域生态服务功能调查

包括饮用水水源地功能、栖息地功能、对污染负荷的拦截净化功能、水产品供给、人文景观功能等。

2.4.1 饮用水水源地水质达标率调查

我国《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002) 对集中式生活饮用水地表水源地规定了 24 项基本指标，5 项补充指标，以及 80 项特定指标（特定指标由县级以上人民政府环境保护行政主管部门选择确定）。同时，在湖泊富营养化对于饮用水源地服务功能的影响方面，藻毒素和异味是典型的、影响大的、能很好地表征湖泊富营养化对于

饮用水源地服务功能影响的两个指标。

饮用水源地水质达标率调查向当地环境监测部门获取,无现成资料或者没有条件者可着重考虑对水体颜色、DO、藻毒素、Pb、氨氮、高锰酸盐指数、异味物质、挥发酚(以苯酚计)、BOD₅、TP、TN、Hg、氰化物、硫化物、粪大肠杆菌 15 个指标进行监测。水源地监测指标填写见附表 E1-1。

2.4.2 栖息地功能调查

湖泊是野生动植物、鱼类及候鸟等生物的栖息地,对维持生物多样性具有重要的作用。栖息地功能调查主要包括鱼类种类数、天然湿地的面积,候鸟种类及数量等,同时应考虑外来入侵物种的调查。具体调查指标见附表 E1-2。

2.4.3 湖滨带、消落带拦截功能调查

湖滨带可以吸收、分解和沉淀多种污染物和营养盐,对面源污染物有净化和截留效应,是污染负荷进入湖泊的最后一道屏障。消落带指库区被淹没土地周期性暴露于水面之上的区域。湖滨带、消落带拦截净化功能调查主要为其现状情况调查,指标包括湖滨缓冲区、消落带的长度、宽度,湖体周长,天然湖滨区面积,人工恢复面积等。具体调查指标见附表 E1-3。

2.4.4 景观和水产品供给调查

湖泊是由湖盆、湖水及水中所含的矿物质、有机质和生物等所组成的。湖泊景观特点以不同的地貌类型为存在背景,具有美学和文化特征。湖泊景观和水产品供给调查的指标主要包括:旅游业总产值、水产品产量、自然保护区、珍惜濒危动植物的天然集中分布等指标。见附表 E1-4 和 E1-5。

2.5 湖泊流域生态环境保护调控管理措施调查

2.5.1 资金投入

江河湖泊生态环境保护总体实施方案（以下简称方案）基准年及方案规划期间流域内每年的环保资金投入情况，包括中央财政投入、地方财政及社会投入两个方面。见附表 E2-1。

2.5.2 污染治理

方案基准年及方案规划期间每年的污染治理情况，主要指标为工业企业废水稳定达标率、城镇生活污水集中处理率、环湖农村生活污水集中处理率、农村生活垃圾收集处理率以及农村畜禽粪便综合利用率等。见附表 E2-1。

2.5.3 产业结构调整

方案基准年及方案规划期间湖泊流域的产业结构调整情况，主要指标为工业万元增加值用水量情况，第一、二、三产业生产总值情况等。见附表 E2-1。

2.5.4 生态建设

方案基准年及方案规划期间每年湖泊流域内天然湿地恢复面积、森林覆盖率等。见附表 E2-1。

2.5.5 监管能力

方案基准年及方案规划期间每年湖泊流域内监管能力，主要指标可包括是否满足饮用水源地规范化建设、是否满足环境监测能力、是否满足环境监察标准化建设能力及生态环境管理的科技支撑能力等。见附表 E2-1。

2.5.6 长效机制

主要包括湖泊流域内法律、法规、政策的制定情况、流域内是否有统一监管机构、市场化的长期投融资制度的制定情况等。见附表 E2-1。

3 湖泊生态安全评估

本评估技术指南涉及的湖泊生态安全评估内容主要包括流域社会经济活动对湖泊生态的影响、湖泊水生态系统健康、湖泊生态服务功能、人类的“反馈”措施对社会经济发展的调控及湖泊水质水生态的改善作用等4个方面。根据该扩展的“驱动力—压力—状态—影响—响应”（DPSIR）评估模型，构建评估指标体系，计算指标权重和各层次的值，最终得出湖泊整体或各功能分区的湖泊生态安全指数（ESI），评估湖泊生态安全相对标准状态的偏离程度。湖泊生态安全评估可系统、全面地诊断湖泊生态安全存在的问题，为湖泊生态环境保护提供理论依据和技术支持。

3.1 概念模型

生态安全评估以湖泊生态健康作为主体，考察湖泊系统与周围环境的相互联系，基本与“驱动力—压力—状态—影响—响应”（DPSIR）模型的假设一致，见图3-1-1。生态安全评估是对各组分之间动态联系和循环反馈的全过程的评价：即良性循环的过程安全，恶性循环的过程则不安全，同时，评估需要对各组分的评估结果进行组合和解析。

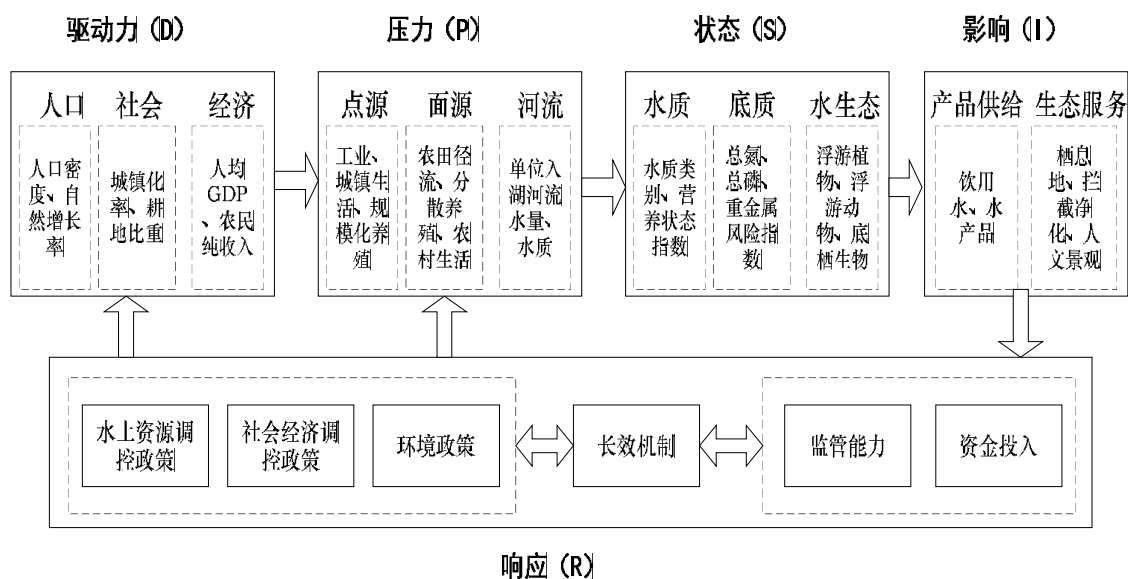


图 3-1-1 湖泊生态安全评估的 DPSIR 模型图

3.2 技术路线和思路

通过问题识别摸清湖泊生态安全主要问题，比选评估模型，进行初步分析论证，在上述内容基础上进行指标优选，构建完备的指标体系，最终通过恰当的综合评估，对我国湖泊生态安全进行客观、科学的评估，系统地诊断湖泊生态安全存在的问题，为水质较好湖泊的生态环境保护提供理论依据和技术支持。水质较好湖泊生态安全评估技术路线见图3-2-1。

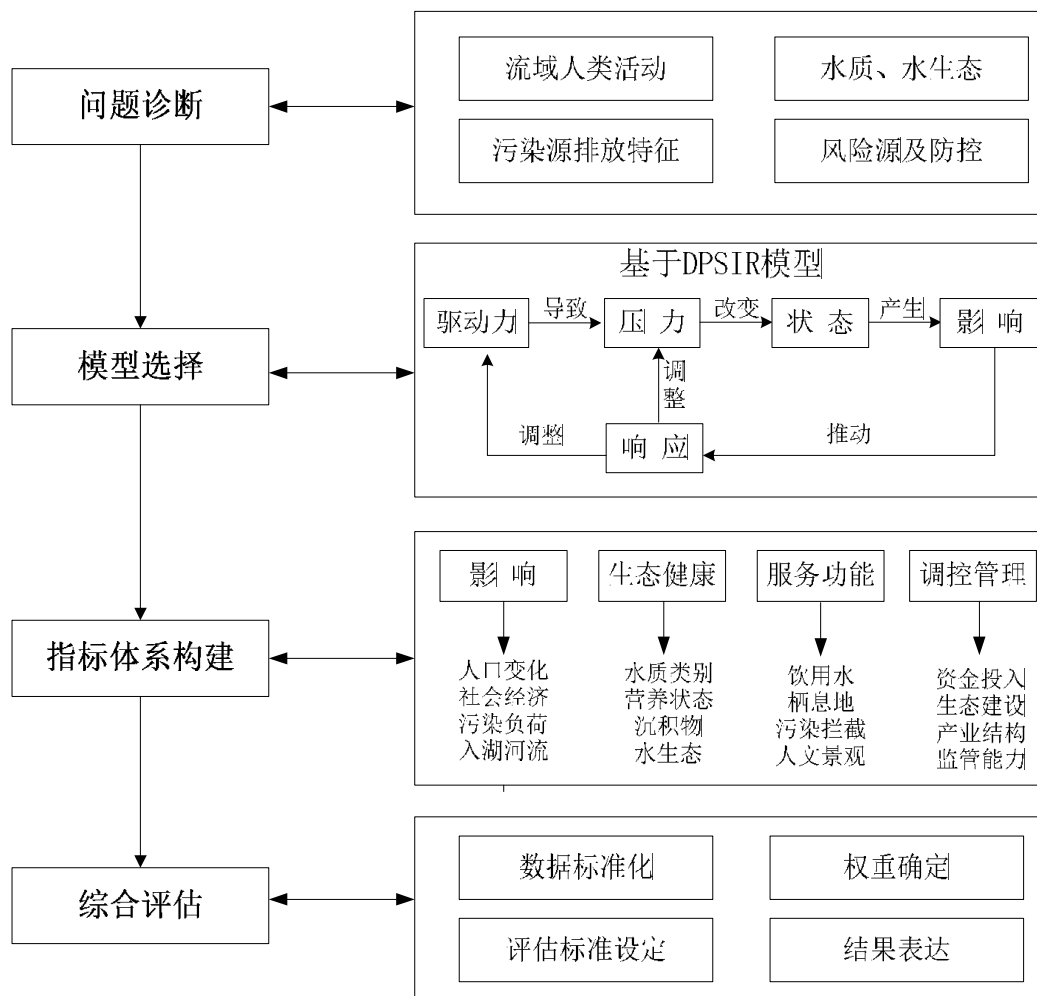


图 3-2-1 湖泊生态安全评估技术路线图

3.3 评估指标体系的构建

3.3.1 指标选取的原则

评估指标的选择是准确反映湖泊生态系统健康状况和进行湖泊生态安全评估的关键。指标的选取应遵循以下原则：

系统性：把湖泊水生态系统看作是自然—社会—经济复合生态系统的有机组成部分，从整体上选取指标对其健康状况进行综合评估。评估指标要求全面、系统地反映湖泊水生态健康的各个方面，指标间应相互补充，充分体现湖泊水生态环境的一体性和协调性。

目的性：生态安全评估的目的不是为生态系统诊断疾病，而是定义生态系统的一个期望状态，确定生态系统破坏的阈值，并在文化、道德、政策、法律、法规的约束下，实施有效的生态系统管理，从而促进生态系统健康的提高。

代表性：评估指标应能代表湖泊水生态环境本身固有的自然属性、湖泊水生态系统特征和湖泊周边社会经济状况，并能反映其生态环境的变化趋势及其对于干扰和破坏的敏感性。

科学性：评估指标应能反映湖泊水生态环境的本质特征及其发生发展规律，指标的物理及生物意义必须明确，测算方法标准，统计方法规范。

可表征性和可度量性：以一种便于理解和应用的方式表示，其优劣程度应具有明显的可度量性，并可用于单元间的比较评估。选取指标时，多采用相对性指标，如强度或百分率等。评估指标可直接赋值量化，也可间接赋值量化。

因地制宜：湖泊（水库）数目众多、成因各异，其周边的生态特点、流域经济产业结构和发展方式迥异，因此调查与评估指标的选择应该因地制宜、区别对待。

3.3.2 指标的筛选

（1）备选指标

生态安全评估从人类社会经济影响（驱动力、压力）、水生态健康（状态）、服务功能（影响）和管理调控（响应）4个方面，以湖泊

污染物迁移转化过程为主线，对可得数据进行指标初选。

1) 社会经济影响指标

社会经济影响指标包括驱动力和压力两个方面。驱动力反映湖泊流域所处的人类社会经济系统的相关属性，可以分为人口、经济和社会三个部分，而压力指标反映人类对湖泊的直接影响，突出反映在流域污染负荷和入湖河流水质、水量两个方面。

人口指标在常规统计中包括人口数量、人口密度、人口自然增长率、人口迁入迁出数量等。

在湖泊流域生态安全评估中，经济指标主要用以确定流域经济发展水平和经济活动强度。因此，经济指标应当选择能够代表经济结构与数量的指标，包括工业比例、第三产业比例、工农业产值比、单位GDP水耗等，经济数量结构指标包括GDP、人均GDP、工农业总产值等。

社会指标包括国民社会经济统计的常规统计项目。社会指标主要用来反映湖泊流域内的社会公平性和社会发展水平。现有研究对社会指标关注不多，人均收入和城镇化率分别是可行的指标。

流域污染负荷是人类活动影响水质的主要方式。表征污染物排放的指标包括污染物入湖总量及点源或面源的入湖总量、入湖河流水质等，其计算方式包括总量指标、单位湖泊面积负荷、单位湖泊容积负荷等多种形式。

入湖河流污染指标包括湖泊主要入湖河流的TN、TP、COD、氨氮等水质指标，以及流量、流速等水文参数指标。

2) 水生态健康指标

水生态健康指标可以通过水质与水生态两个方面来反映。

水质指标包括DO、TN、TP、高锰酸盐指数、氨氮、SD、SS、Chla、重金属等指标。

水生态指标包括浮游植物生物量、浮游动物生物量、底栖生物生物量、浮游植物多样性指数、浮游动物多样性指数、底栖生物完整性指数等指标。

3) 生态服务功能指标

湖泊的服务功能主要体现在水质净化、水产品和水生态支持等方面,主要包括污染物净化总量、水产品总产值、鱼类总产值、生物栖息地服务、调蓄水量等。

4) 调控管理指标

调控管理指标反映人类的“反馈”措施对社会经济发展的调控及湖泊水质水生态的改善作用。响应指标主要体现在经济政策、部门政策和环境政策三个方面。因此,响应指标包括资金投入、污染治理、产业结构调整、生态建设、监管能力建设和长效机制。

(2) 指标优选与评估体系构建

结合对DPSIR概念模型应用于湖泊生态系统的分析,并根据层次分析法,进一步优选能反映湖泊生态安全状况的关键指标,并以此为依据进行湖泊生态安全综合评估。评估指标体系由目标层(V)、方

案层(A)、因素层(B)、指标层(C)构成,包括1个目标层、4个方案层、18个因素层指标和44个指标层指标,见表3-3-1。同时,针对不同类型的湖泊,在尽量满足18个因素层指标的情况下,允许选择不同类型的生态服务功能代表性指标组合,如非集中式饮用水源地,其生态服务功能指标可包括鱼类总产值等水产品服务功能、污染物净化总量的水质净化功能,而对集中式饮用水源地,则重点评估水质达标率等饮用水服务功能。

表 3-3-1 湖泊生态安全评估指标体系

目标层	方案层	因素层	指标层
生态安全综合 指数 (V)	社会经济 影响 (A1)	人口 B1	人口密度 C11
			人口增长率 C12
		经济 B2	人均 GDP C21
		社会 B3	人类活动强度指数 C31
			湖泊近岸缓冲区人类活动扰动指数 C32
		流域污染负荷 B4	单位面积面源 COD 负荷 C41
			单位面积面源 TN 负荷 C42
			单位面积面源 TP 负荷 C43
			单位面积点源 COD 负荷 C44
			单位面积点源 TN 负荷 C45
			单位面积点源 TP 负荷 C46
		入湖河流 B5	主要入湖河流 COD 浓度 C51
			主要入湖河流 TN 浓度 C52
			主要入湖河流 TP 浓度 C53
			单位入湖河流水量 C54
	水生态健康(A2)	水质 B6	溶解氧 C61
			透明度 C62
			氨氮 C63
			总磷 C64
			总氮 C65

目标层	方案层	因素层	指标层
生态安全综合 指数 (V)			高锰酸盐指数 C66
		富营养化 B7	叶绿素 a C71
			综合营养指数 C72
		沉积物 B8	总氮 C81
			总磷 C82
			有机质 C83
			重金属风险指数 C84
		水生生物多样性 B9	浮游植物多样性指数 C91
			浮游动物多样性指数 C92
			底栖生物多样性指数 C93
			沉-浮-漂-挺水植物覆盖度 C94
	生态服务 功能 (A3)	饮用水服务功能 B10	集中饮用水水质达标率 C101
		水源涵养功能 B11	林草覆盖率 C111
		栖息地功能 B12	湿地面积占总面积的比例 C121
		拦截净化功能 B13	湖（库）滨自然岸线率 C131
		人文景观功能 B14	自然保护区级别 C141
			珍稀物种生境代表性 C142
	调控管理 (A4)	资金投入 B15	环保投入指数 C151
		污染治理 B16	工业企业废水排放稳定达标率 C161
			城镇生活污水集中处理率 C162
			农村生活污水处理率 C163
			水土流失治理率 C164
		监管能力 B17	监管能力指数 C171
		长效机制 B18	长效管理机制构建 C181

(3) 评估指标含义与选择依据

1) 人口密度 (C11)

含义：统计单元内单位土地面积的人口数量；

计算方法：人口密度 (C11) = 统计单元总人口 / 统计单元面积；

单位：人/km²；

选择理由：人口密度是社会经济对环境影响的重要因素，人口密度的大小影响资源配置和环境容量富余与否，是生态环境评估的一个重要因子；

数据来源：资料收集，见附表 B1-1。

2) 人口增长率 (C12)

含义：一定时间内（通常为一年）人口增长数量与人口总数之比；

计算方法：人口增长率 (C12) = (年末人口数-年初人口数) / 年平均人口数×1000‰；

单位：‰；

选择理由：反映人口增长的重要指标；

数据来源：资料收集，见附表 B1-1。

3) 人均 GDP (C21)

含义：统计单元内，人均创造的地区生产总值；

计算方法：人均 GDP (C21) = 统计单元内 GDP 总量 / 统计单元内总人口；

单位：元/人；

选择理由：人均 GDP 是衡量社会经济发展水平和压力最通用的指标，既能反映社会经济的发展状况，也在一定程度上间接反映了社会经济活动对环境的压力；

数据来源：资料收集，见附表 B1-2。

4) 人类活动强度指数 (C31)

含义：统计单元内建设用地面积和农业用地面积之和占土地总面积的比例；

计算方法：人类活动强度指数=（建设用地面积+农业用地面积）/统计单元面积；

单位：无；

选择理由：建筑用地、农业用地是反映人类活动强度的主要用地类型，能够反映当前及未来几年社会经济活动对环境的压力状况；

数据来源：遥感影像解译，见附表 A-2。

5) 湖泊近岸缓冲区人类活动扰动指数 (C32)

含义：湖泊近岸 3km 缓冲区，人类生活生产开发用地类型的面积占缓冲区总面积的比例；

计算方法：湖泊近岸缓冲区人类活动扰动指数=（建筑用地面积+农业用地面积）/缓冲区面积*0.4+水产养殖面积/湖泊面积*0.6；

单位：无；

选择理由：近岸缓冲区人类生活生产开发活动对湖泊生态环境产生最直接的压力，建筑用地、农业用地和水产养殖用地是反映湖区人类活动强度的几种主要用地类型；

数据来源：遥感影像解译，见附表 A-2。

6) 单位面积面源 COD 负荷 (C41)

含义：统计单元内单位土地面积的 COD 负荷量，主要包括畜禽

散养、水产养殖业、种植业、农村居民生活、城镇径流和干湿沉降等面源方面的 COD 排放量；

计算方法：（畜禽散养 COD 排放量+水产养殖业 COD 排放量+种植业 COD 流失量+农村居民生活 COD 排放量+城镇径流 COD 排放量+干湿沉降 COD 排放量）/统计单元面积；

单位： $t/(km^2 \cdot a)$ ；

选择理由：COD 是环境污染最主要的评估指标之一，考虑到不同的流域、不同的统计单元之间的横向比较，用单位面积 COD 负荷量作为评估指标；

数据来源：资料收集后计算，见附表 B3-1、B3-2、B3-3、B3-4、B3-6、B3-7 和 B3-8。

7) 单位面积面源 TN 负荷（C42）

含义：统计单元内单位土地面积的 TN 负荷量，主要包括畜禽散养、水产养殖业、种植业、农村居民生活、城镇径流和干湿沉降等面源方面的 TN 排放量；

计算方法：（畜禽散养 TN 排放量+水产养殖业 TN 排放量+种植业 TN 流失量+农村居民生活 TN 排放量+城镇径流 TN 排放量+干湿沉降 TN 排放量）/统计单元面积；

单位： $t/(km^2 \cdot a)$ ；

选择理由：水体中的 N 是导致湖泊富营养化的主要因素，考虑到不同的流域、不同的统计单元之间的横向比较，用单位面积 TN 负荷量作为评估指标；

数据来源：资料收集后计算，见附表 B3-1、B3-2、B3-3、B3-4、B3-6、B3-7 和 B3-8。

8) 单位面积面源 TP 负荷 (C43)

含义：统计单元内单位土地面积的 TP 负荷量，主要包括畜禽散养、水产养殖业、种植业、农村居民生活、城镇径流和干湿沉降等面源方面的 TP 排放量；

计算方法：(畜禽散养 TP 排放量+水产养殖业 TP 排放量+种植业 TP 流失量+农村居民生活 TP 排放量+城镇径流 TP 排放量+干湿沉降 TP 排放量)/统计单元面积；

单位： $t/(km^2 \cdot a)$ ；

选择理由：水体中的 P 是导致湖泊富营养化的主要因素，考虑到不同的流域、不同的统计单元之间的横向比较，用单位面积 TP 负荷量作为评估指标；

数据来源：资料收集后计算，见附表 B3-1、B3-2、B3-3、B3-4、B3-6、B3-7 和 B3-8。

9) 单位面积点源 COD 负荷 (C44)

含义：统计单元内，单位面积点源 COD 负荷量，包括城镇工业 COD 排放量、规模化养殖 COD 排放量和城镇生活 COD 排放量；

计算方法：(城镇工业 COD 排放量+规模化养殖 COD 排放量+城镇生活 COD 排放量)/统计单元面积；

单位： $t/(km^2 \cdot a)$ ；

选择理由：COD 是环境污染最主要的评估指标之一，考虑到不同的流域、不同的统计单元之间的横向比较，用单位面积 COD 负荷量作为评估指标；

数据来源：资料收集后计算，见附表 B2-1、B2-2 和 B2-3。

10) 单位面积点源 TN 负荷 (C45)

含义：统计单元内，单位面积点源 TN 负荷量，包括城镇工业 TN 排放量、规模化养殖 TN 排放量和城镇生活 TN 排放量；

计算方法：(城镇工业 TN 排放量+规模化养殖 TN 排放量+城镇生活 TN 排放量)/统计单元面积；

单位： $t/(km^2 \cdot a)$ ；

选择理由：水体中的 N 是导致湖泊富营养化的主要因素，考虑到不同的流域、不同的统计单元之间的横向比较，用单位面积 TN 负荷量作为评估指标；

数据来源：资料收集后计算，见附表 B2-1、B2-2 和 B2-3。

11) 单位面积点源 TP 负荷 (C46)

含义：统计单元内，单位面积点源 TP 负荷量，包括城镇工业 TP 排放量、规模化养殖 TP 排放量和城镇生活 TP 排放量；

计算方法：(城镇工业 TP 排放量+规模化养殖 TP 排放量+城镇生活 TP 排放量)/统计单元面积；

单位： $t/(km^2 \cdot a)$ ；

选择理由：水体中的 P 是导致湖泊富营养化的主要因素，考虑到

不同的流域、不同的统计单元之间的横向比较，用单位面积 TP 负荷量作为评估指标；

数据来源：资料收集后计算，见附表 B2-1、B2-2 和 B2-3。

12) 主要入湖河流 COD 浓度 (C51)

含义：主要入湖河流的平均 COD 浓度；

计算方法： $C_1 \times W_1 + C_2 \times W_2 + \dots + C_n \times W_n$ ，式中 C_n 为第 n 条入湖河流的平均 COD 浓度， W_n 为第 n 条入湖河流的权重，权重根据该河流入湖水量占入湖河流总水量的比例确定；

单位：mg/L；

选择理由：入湖河流污染物浓度与湖（库）污染物浓度密切相关，入湖河流污染物浓度能够反映人类活动对湖泊的影响；

数据来源：资料收集后计算，见附表 B4-1。

13) 主要入湖河流总氮浓度 (C52)

含义：主要入湖河流的平均总氮浓度；

计算方法： $N_1 \times W_1 + N_2 \times W_2 + \dots + N_n \times W_n$ ，式中 N_n 为第 n 条入湖河流的总氮浓度， W_n 为第 n 条入湖河流的权重，权重根据该河流入湖水量占入湖河流总水量的比例确定；

单位：mg/L；

选择理由：入湖河流污染物浓度与湖（库）污染物浓度密切相关，入湖河流污染物浓度能够反映人类活动对湖泊的影响；

数据来源：资料收集后计算，见附表 B4-1。

14) 主要入湖河流 TP 浓度 (C53)

含义：主要入湖河流的平均总磷浓度；

计算方法： $P_1 \times W_1 + P_2 \times W_2 + \dots + P_n \times W_n$ ，式中 P_n 为第 n 条入湖河流的总磷浓度， W_n 为第 n 条入湖河流的权重，权重根据该河流入湖水量占入湖河流总水量的比例确定；

单位：mg/L；

选择理由：入湖河流污染物浓度与湖（库）污染物浓度密切相关，入湖河流污染物浓度能够反映人类活动对湖泊的影响；

数据来源：资料收集后计算，见附表 B4-1。

15) 单位入湖水量 (C54)

含义：单位入湖水量指入湖水量与湖（库）蓄水量的比值；

计算方法：入湖水量/湖（库）蓄水量；

选择理由：单位入湖水量与湖（库）污染物浓度和水环境容量密切相关，单位入湖水量能够反映人类活动对湖泊的影响；

数据来源：资料收集后计算，见附表 A-1、B4-1。

16) 溶解氧 (C61)

含义：溶解于水中的分子态氧（通常记作 DO），溶解氧是水体中判别水质的一项重要指标，是水质监测的重要项目，水中浮游植物的生长繁殖，水体受到有机、无机还原污染物时，水中的溶解氧都会受到影响；

测定方法：碘量法（国标 GB7489-87）或电化学探头法（国标

HJ506-2009) 直接测定;

单位: mg/L;

选择理由: 溶解氧是反映水体质量的一个重要指标;

数据来源: 野外调查测定, 见表 2-3-1。

17) 透明度 (C62)

含义: 透明度是反映水体的澄清程度, 与水中存在悬浮物和胶体含量有关;

测定方法: 采用塞氏盘法测定;

单位: m;

选择理由: 评估水体富营养化的重要指标;

数据来源: 野外调查测定, 见表 2-3-1。

18) 氨氮 (C63)

含义: 指水中以游离氨 (NH_3) 和铵离子 (NH_4^+) 形式存在的氮;

测定方法: 采用纳什试剂比色法光度法 (HJ535-2009) 或水杨酸-次氯酸盐光度法测定;

单位: mg/L;

选择理由: 评估水体质量的重要指标;

数据来源: 野外调查测定, 见表 2-3-1。

19) 总磷 (C64)

含义: 水体中各种有机磷和无机磷的总量, 一般以水样经消解后将各种形态的磷转变成正磷酸盐后测定结果表示;

计算方法：采用过硫酸钾消解法或钼酸铵-分光光度法（GB11893-89）测定；

单位：mg/L；

选择理由：评估水体富营养化程度和水质的关键指标；

数据来源：野外调查测定，见表 2-3-1。

20) 总氮 (C65)

含义：水中各种形态无机和有机氮的总量；

测定方法：采用碱性过硫酸钾氧化-紫外分光光度法（GB11894-89）或气相分子吸收光谱法测定；

单位：mg/L；

选择理由：评估水体富营养化程度和水质的指标；

数据来源：野外调查测定，见表 2-3-1。

21) 高锰酸盐指数 (C66)

含义：指在一定条件下，以高锰酸钾（ KMnO_4 ）为氧化剂，处理水样时所消耗的氧化剂的量；

测定方法：酸性法（氯离子含量不超过 300mg/L）或者碱性法（氯离子含量超过 300mg/L）测定；

单位：mg/L；

选择理由：评估水质的指标；

数据来源：野外调查测定，见表 2-3-1。

22) 叶绿素 a (C71)

含义：叶绿素是植物光合作用中的重要光合色素。通过测定浮游植物叶绿素，可掌握水体的初级生产力情况。同时，叶绿素a含量还是湖泊富营养化的指标之一；

测定方法：采用丙酮提取-分光光度计测定（SL88-1994）；

单位：μg/L；

选择理由：反映富营养化和藻类生物量的重要指标；

数据来源：野外调查测定，见表 2-3-1。

23) 综合营养指数 (C72)

含义：综合营养指数是反映湖泊富营养化状态的重要指标；

计算方法：以叶绿素 a 的状态指数 TLI (Chla) 为基准，再选择 TP、TN、COD、SD 等与基准参数相近的（绝对偏差较小的）参数的营养状态指数，同 TLI (Chla) 进行加权综合，综合加权指数模型为：

$$TLI(\Sigma) = \sum_{j=1}^M W_j \cdot TLI(j)$$

式中：TLI (Σ)—为综合加权营养状态指数；

TLI(j)—为第 j 种参数的营养状态指数(各参数的营养状态指数计算公式见表 3-3-2)；

表 3-3-2 各参数的营养状态指数计算式

编号	计算公式
1	$TLI(Chla) = 10(2.5 + 1.086 \ln Chla)$
2	$TLI(TP) = 10(9.436 + 1.624 \ln TP)$
3	$TLI(TN) = 10(5.453 + 1.694 \ln TN)$

4	TLI (SD) =10 (5.118-1.94lnSD)
5	TLI (COD _{Mn}) =10 (0.109+2.661lnCOD)

W_j—第 *j* 个参数的营养状态指数的相关权重；

$$W_j = \frac{R_{ij}^2}{\sum_{j=1}^M R_{ij}^2}$$

其中：R_{ij}—第 *j* 个参数与基准参数的相关系数，M—与基准参数相近的主要参数的数目。

单位：TN、TP 和 COD 为 mg/L；叶绿素 a 为 mg/m³；SD 为 m；

选择理由：反映水体富营养化程度的重要指标；

数据来源：野外调查测定后计算，见表 2-3-1。

24) 沉积物总氮 (C81)

含义：沉积物中氮的含量；

测定方法：凯式定氮法测定；

单位：mg/kg；

选择理由：评估沉积物质量的重要指标；

数据来源：野外调查分析，见表 2-3-2。

25) 沉积物总磷 (C82)

含义：沉积物中磷的含量；

测定方法：高氯酸-硫酸消解法测定沉积物样品中的总磷；

单位：mg/kg；

选择理由：评估沉积物质量的重要指标；

数据来源：野外调查分析，见表 2-3-2。

26) 沉积物有机质(C83)

含义：泛指沉积物中来源于生命的物质，包括：底泥微生物和底栖生物及其分泌物以及土体中植物残体和植物分泌物；

测定方法：重铬酸钾法测定；

单位：g/kg；

选择理由：评估沉积物质量的重要指标；

数据来源：野外调查分析，见表 2-3-2。

27) 沉积物重金属风险指数(C84)

含义：划分沉积物污染程度及其水域潜在生态风险的一种相对快速、简便和标准的方法；

计算方法：通过测定沉积物样品中的污染物含量计算出潜在生态风险指数值，可反映表层沉积物金属的含量、金属的毒性水平及水体对金属污染的敏感性。

单个污染物潜在风险指数： $C_f^i = C_D^i / C_R^i$

$$E_r^i = T_r^i \times C_f^i$$

多种金属潜在生态风险指数： $RI = \sum_{i=1}^n E_r^i$

式中： C_f^i 为某一金属的污染参数； C_D^i 为沉积物中重金属的实测含量； C_R^i 为计算所需的参比值； E_r^i 为潜在生态风险参数； T_r^i 为单个污

染物的毒性响应参数；RI 为多种金属的潜在生态风险指数；

单位：无量纲；

选择理由：评估沉积物质量的重要指标；

数据来源：野外调查分析，见表 2-3-2。

28) 浮游植物多样性指数(C91)

含义：应用数理统计方法求得表示浮游植物群落的种类和数量的数值，用以评估环境质量；

计算方法：多样性指数 $= -\sum (N_i / N) \log_2(N_i / N)$ ，其中：

N_i —第 i 种的个体数， N —所有种类总数的个体数；

单位：无量纲；

选择理由：评估水生态的重要指标；

数据来源：野外调查分析，见表 2-3-3。

29) 浮游动物多样性指数(C92)

含义：应用数理统计方法求得表示浮游动物群落的种类和个数量的数值，用以评估环境质量；

计算方法：多样性指数 $= -\sum (N_i / N) \log_2(N_i / N)$ ，

式中： N_i —第 i 种的个体数， N —所有种类总数的个体数；

单位：无量纲；

选择理由：评估水生态的重要指标；

数据来源：野外调查分析，见表 2-3-3。

30) 底栖动物多样性指数(C93)

含义：支持和维护一个与底栖生境相对等的生物集合群的物种组成、多样性和功能等的稳定能力，是生物适应外界环境的长期进化结果。

计算方法：多样性指数 $= -\sum (N_i / N) \log_2 (N_i / N)$,

式中： N_i —第 i 种的个体数， N —所有种类总数的个体数；

单位：无量纲；

选择理由：评估水生态的重要指标；

数据来源：野外调查分析，见表 2-3-3。

31) 沉-浮-漂-挺水植物覆盖度(C94)

含义：湖泊中沉水植物、浮叶植物、漂浮植物和挺水植物的面积占湖体总面积的比例；

计算方法：沉-浮-漂-挺水植物覆盖度 = (沉水植物面积 + 浮叶植物面积 + 漂浮植物面积 + 挺水植物面积) / 湖体面积；

单位：无量纲；

选择理由：沉-浮-漂-挺水植物面积及其多样性起着极其重要的作用，其直接关系到水生生态系统的演替方向，即正向演替--草型-清水，或逆向演替—藻型-浊水。

数据来源：现场调查，见表 2-3-3。

32) 饮用水水质达标率(C101)

含义：是指流域内所有集中式饮用水源地的水质监测中，达到或优于《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002) 的 II 类水质标准的检查频次占全年检查总频次的比例；

计算方法：集中饮用水水质达标率(C101)=（所有断面达标频次之和/全年所有断面监测总频次）×100 % ；

单位：%；

选择理由：饮用水服务功能调查重要数据；

数据来源：饮用水源地监测数据，见附表 E1-1。

33) 林草覆盖率(C111)

含义：指以研究区域为单位，乔木林、灌木林与草地等林草植被面积之和占区域土地面积的比例。

计算方法：林草覆盖率=（林地面积+草地面积）/研究区域土地总面积×100 %；

单位：%；

选择理由：乔木林、灌木林与草地等林草植被是反映水源涵养功能的重要指标；

数据来源：可根据土地利用分类图或者遥感影像解译获得，见附表 E1-2。

34) 湿地面积占总面积的比例(C121)

含义：天然或人工形成的沼泽地等带有静止或流动水体的成片浅水区占统计单元的比例。湿地生态系统中生存着大量动植物，很多湿地被列为自然保护区，该指标反映了生态系统自身净化能力的高低；

计算方法：湿地面积占总面积的比例(C121)=统计单元内湿地面

积/统计单元总面积 $\times 100\%$ ；

单位：%；

选择理由：反映栖息地功能的重要指标；

数据来源：可根据土地利用分类图或者遥感影像解译获得，见附表 E1-2。

35) 湖（库）滨自然岸线率(C131)

含义：湖滨带分天然湖滨带（未开发或自然状态岸线长度）和人工湖滨带，天然湖滨带长度占湖滨岸线总长度的比例；

计算方法：湖（库）滨自然岸线率(C131)=天然湖滨带长度/（天然湖滨带长度+人工湖滨带长度） $\times 100\%$ ；

单位：%；

选择理由：反映拦截净化功能的重要指标；

数据来源：遥感影像解译，自然岸线宽度一般以 50~100m 计。附表 E1-3。

36) 自然保护区级别(C141)

含义：依据国标判断流域所属于区域包含的保护区类别；

计算方法：5 分制：“5”代表“国家自然保护区”；“4”代表“省（自治区、直辖市）级自然保护区”；“3”代表“市（自治州）级自然保护区”；“2”代表“县（自治县、旗、县级市）级自然保护区”；“1”代表“其他”；

选择理由：反映人文景观功能的重要指标；

数据来源：资料收集，见附表 E1-4。

37) 珍稀物种生境代表性(C142)

含义：主要指该生境是否反映区域范围内的珍稀鱼类、重要文化景观的特征，是否包涵自然生态系统的关键物种、珍稀濒危物种和重点保护物种等；

计算方法：专家打分；

选择理由：反映人文景观功能的重要指标；

数据来源：资料收集，见附表 E1-2。

38) 环保投入指数(C151)

含义：统计单元环境保护投资占地区生产总值的比例；

计算方法：环保投入指数(C151)=统计单元环境保护投资/统计单元地区生产总值×100%；

单位：%；

选择理由：根据发达国家的经验，一个国家在经济高速增长时期，要有效地控制污染，环保投入要在一定时间内持续稳定地占到国民生产总值的 1.5%，只有环保投入达到一定比例，才能在经济快速发展的同时保持良好稳定的环境质量；

数据来源：资料收集，见附表 E2-1。

39) 工业企业废水稳定达标率(C161)

含义：工业废水排放达标率是指乡镇范围内的重点工业企业单位，经其所有排污口排到企业外部并稳定达到国家或地方污染排放标

准的工业废水总量占外排工业废水总量的比例；

计算方法：工业企业废水稳定达标率(C161)=（工业废水达标排放量/工业废水排放量）×100 %；

单位：%；

选择理由：反映污染治理的重要指标；

数据来源：资料收集，见附表 E2-1。

40) 城镇生活污水集中处理率(C162)

含义：城市及乡镇建成区内经过污水处理厂二级或二级以上处理，或其他处理设施处理（相当于二级处理），且达到排放标准的生活污水量占城镇建成区生活污水排放总量的比例；

计算方法：城镇生活污水集中处理率(C162)=各城镇污水处理厂的处理量/（根据供水量系数法计算或实测）城镇污水产生总量；

单位：%；

选择理由：反映污染治理的重要指标；

数据来源：资料收集、计算，见附表 E2-1。

41) 农村生活污水处理率(C163)

含义：是指农村经过污水处理设施处理且达到排放标准的农村生活污水量占农村生活污水排放总量的比例；

计算方法：农村生活污水处理率(C163)=农村生活污水处理量/农村生活污水排放总量×100%；

单位：%；

选择理由：反映污染治理的重要指标；

数据来源：资料收集、计算，见附表 E2-1。

42) 水土流失治理率(C164)

含义：水土流失指地表组成物质受流水、重力或人为作用造成的水和土的迁移、沉积过程；水土流失治理率是指某区域范围某时段内，水土流失治理面积除以原水土流失面积。

计算方法：水土流失治理率(C164)=某区域范围某时段内水土流失治理面积/原水土流失面积×100%；

单位：%；

选择理由：反映污染治理的重要指标；

数据来源：资料收集，附表 E2-1。

43) 监管能力指数(C171)

含义：流域内生态环境的监督、管理、监察能力。主要由饮用水源地规范化建设程度、环境监测能力、环境监察标准化建设能力、科技支撑能力等构成；

计算方法：专家打分；

单位：无量纲；

选择理由：反映调控管理机制的重要指标；

数据来源：资料收集，见附表 E2-1。

44) 长效管理机制构建 (C181)

含义：能长期保证制度正常运行并发挥预期功能的制度体系。主要由法律、法规、政策、流域内统一管理机构、市场化的长期投融资制度等构成；

计算方法：专家打分；

单位：无量纲；

选择理由：反映调控管理机制的重要指标；

数据来源：资料收集，见附表 E2-1。

3.4 参照标准的确定

在开展湖泊生态安全调查与评估的研究过程中，需要制定评估标准，根据相应的标准，确定某一评估单元特定的指标属于哪一个等级。在指标标准值确定的过程中，主要参考：（1）已有的国家标准、国际标准或经过研究已经确定的区域标准；（2）流域水质、水生态、环境管理的目标或者参考国内外具有良好特色的流域现状值作为参照标准；（3）依据现有的湖泊与流域社会、经济协调发展的理论，定量化指标作为参照标准；（4）对于那些目前研究较少，但对流域生态环境评估较为重要的指标，在缺乏有关指标统计数据时，暂时根据经验数据作为参照标准。

表 3-4-1 生态系统健康评估指标层参照标准及其依据

指标层	单位	参照标准	设定依据
人口密度 C11			
人口增长率 C12			
人均 GDP C21			

指标层	单位	参照标准	设定依据
人类活动强度指数 C31			
湖泊近岸缓冲区人类活动扰动指数 C32			
单位面积面源 COD 负荷 C41			
单位面积面源 TN 负荷 C42			
单位面积面源 TP 负荷 C43			
单位面积点源 COD 负荷 C44			
单位面积点源 TN 负荷 C45			
单位面积点源 TP 负荷 C46			
主要入湖河流 COD 浓度 C51			
主要入湖河流 TN 浓度 C52			
主要入湖河流 TP 浓度 C53			
单位入湖河流水量 C54			
溶解氧 C61			
透明度 C62			
水体氨氮 C63			
水体总磷 C64			
水体总氮 C65			
高锰酸盐指数 C66			
叶绿素 a C71			
综合营养指数 C72			
沉积物总氮 C81			
沉积物总磷 C82			
沉积物有机质 C83			
重金属风险指数 C84			
浮游植物多样性指数 C91			

指标层	单位	参照标准	设定依据
浮游动物多样性指数 C92			
底栖生物多样性指数 C93			
沉-浮-漂-挺水植物覆盖度 C94			
集中饮用水水质达标率 C101			
林草覆盖率 C111			
湿地面积占总面积的比例 C121			
湖（库）滨自然岸线率 C131			
自然保护区级别 C141			
珍稀物种生境代表性 C142			
环保投入指数 C151			
工业企业废水稳定达标率 C161			
城镇生活污水集中处理率 C162			
农村生活污水集中处理率 C163			
水土流失治理率 C164			
监管能力指数 C171			
长效管理机制构建 C181			

3.5 数据预处理和标准化

环境与生态的质量-效应变化符合 Weber-Fishna 定律，即当环境与生态质量指标成等比变化时，环境与生态效应成等差变化。根据该定律，进行指标无量纲化和标准化：

$$\text{a) 正向型指标: } r_{ij} = x_{ij} / s_{ij} \quad (1)$$

$$\text{b) 负向型指标: } r_{ij} = s_{ij} / x_{ij} \quad (2)$$

式中， x_{ij} 是 i 指标在采样点 j 的实测值； s_{ij} 是指标因子的参考标

准； r_{ij} 为评估指标的无量纲化值，此处需满足 $0 \leq r_{ij} \leq 1$ ，大于 1 的按 1 取值。

对于不符合 Weber-Fishna 定律的指标，应当借鉴该定律从质量一效应变化分析确定转换方法。对于有阈值指标，在阈值内以阈值为标准值根据进行转换，阈值外作 0 处理。

3.6 权重的确定

确定权重的方法主要有主观赋权法和客观赋权法。主观赋权法最常见的是专家打分法，其优点是概念清晰、简单易行，可抓住生态安全评估的主要因素，但需要寻求一定数量的有深厚经验的专家给予打分；客观赋权法是由评估指标值构成的判断矩阵来确定指标权重，最常用的熵值法，其本质就是利用该指标信息的效用值来计算，效用值越高，其对评估的重要性越大。

(1) 专家打分法

将评估指标做成调查表，邀请专家进行打分，满分为 10 分，分值越高表示越重要。通过对咨询结果进行整理后的判断矩阵，计算指标的权重系数。

(2) 熵值法

① 构建 n 个样本 m 个评估指标的判断矩阵 Z

$$Z = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \dots & X_{1m} \\ X_{21} & X_{22} & \dots & X_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ X_{n1} & X_{n2} & \dots & X_{nm} \end{bmatrix} \quad (3)$$

② 将数据进行无量纲化处理，得到新的判断矩阵，其中元素的

表达式为：

$$R = (r_{ijn \times m}) \quad (4)$$

③ 根据熵的定义， n 个样本 m 个评估指标，可确定评估指标的熵为：

$$H_i = \frac{1}{\ln} \left[\sum_{j=1}^n f_{ij} \ln f_{ij} \right] \quad (5)$$

$$f_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sum_{i=1}^n r_{ij}} \quad (6)$$

其中， $0 \leq H_i \leq 1$ ，为使 $\ln f_{ij}$ 有意义，假定 $f_{ij} = 0, f_{ij} \ln f_{ij} = 0, i=1, 2, \dots, m; j=1, 2, \dots, n$ 。

④ 评估指标的熵权(W_i)的计算：

$$W_i = \frac{1 - H_i}{m - \sum_{i=1}^m H_i} \quad (7)$$

式中， W_i 为评估指标的权重系数，且满足 $\sum W_i = 1$ 。

3.7 生态安全分级标准

评估指数数值大小的本身并无形象意义，必须通过对一系列数值大小的意义的限值界定，才能表达其形象的含义。由于研究区域的条件不同，评估目的不同，评估标准也会不一样，同时各项指标的计算方法及考核标准不同，分级标准也会有所不同。为此，本技术指南在参考了全国重点湖泊水库生态安全评估的方法，把湖泊生态安全指数分为安全、较安全、一般安全、欠安全、很不安全五个等级，详见表 3-7-1。

表 3-7-1 生态安全指数等级划分标准

分级	生态安全指数 (ESI)	安全状态	预警颜色
I	$80 \leq \text{ESI} \leq 100$	安全	●
II	$60 \leq \text{ESI} < 80$	较安全	●
III	$40 \leq \text{ESI} < 60$	一般安全	●
IV	$20 \leq \text{ESI} < 40$	欠安全	●
V	$\text{ESI} < 20$	很不安全	●

3.8 评估过程

3.8.1 方案层评估

方案层评估包括社会经济影响评估(A1)、水生态健康评估(A2)、生态服务功能评估(A3)和调控管理评估(A4)4个方面。方案层评估采用分级评分、逐级加权的方法,包括指标层分值的计算、指标层对方案层权重的计算和方案层分值计算。

(1) 指标层分值的计算

根据评估指标原始数据和相应的标准值,确定评估指标的类型,运用数据预处理公式计算得到评估指标的分值,即无量纲化值 (r_{ij}),计算方法见 3.5 节。

(2) 指标层对方案层权重的计算

$$W(CA)_i = W_i \times W(BA)_i \quad (8)$$

式中, $W(CA)_i$ 为 C 层指标因子相对于方案层 A 的权重系数; W_i 为 C 层第 i 个指标因子相对于因素层 B 的权重系数; $W(BA)_i$ 为因素

层 B 相对于方案层 A 的权重系数;

(3) 方案得分计算

各指标的无量纲化值和指标权重确定后，代入式(9)，求得各方案层得分值:

$$A_k = \sum_{j=1}^m W(CA)_i \times r_{ij} \times 100 \tag{9}$$

式中， A_k 为第 k 个方案层（社会经济影响、生态健康、服务功能、调控管理）得分值计算结果； r_{ij} 为评估指标的无量纲化值，此处需满足 $0 \leq r_{ij} \leq 1$ ，大于 1 的按 1 取值； $W(CA)_i$ 为 C 层指标因子相对于方案层 A 的权重系数。

3.8.2 目标层评估

目标层评估即生态安全综合评估，采用加权求和法计算生态安全指数（ESI），其结果是 1 个 1~100 的数值：

$$ESI = \sum_{k=1}^4 A_k \times W_k \tag{10}$$

式中，ESI 为生态安全指数； A_k 为第 k 个方案层的得分值； W_k 为第 k 个方案层对目标层的权重系数。

3.9 结果表达形式

湖泊生态安全评估结果可通过表格、图形格式表达，如表 3-9-1 和图 3-9-1。

表 3-9-1 湖泊生态安全评估指数

湖泊名称	社会经济影响	生态健康	服务功能	调控管理	生态安全指数（ESI）

同时，可建立以包括社会经济影响、生态健康、服务功能、调控管理和生态安全指数的 5 坐标雷达图。鉴于湖泊内外部环境存在明显的空间异质性，在进行湖泊生态安全评估时，应进行分区和整体研究。如利用 ARCMAP 软件对各监测点的水生态健康状态进行空间分布规律分析。

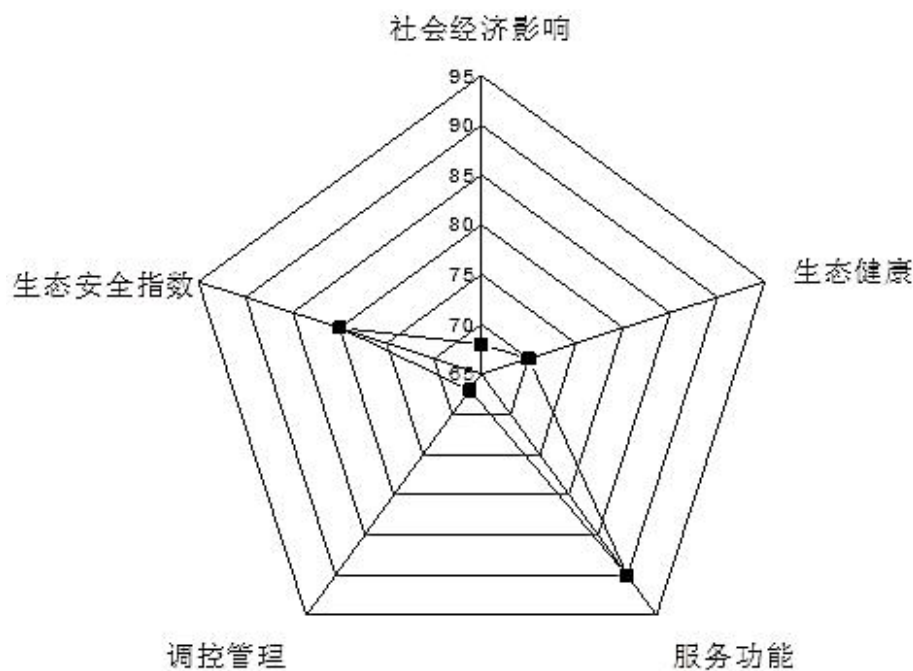


图 3-9-1 湖泊生态安全评估指数

3.10 评估结果解析

通过对湖泊及其流域开展生态安全评估，可建立环境问题优先次序分类清单；确定污染源控制工程、生态修复工程的位置及规模；进行流域污染源解析；开展污染负荷绩效考核评估。

社会经济影响评估应根据空间分布特征进行分析，为湖泊生态环境保护总体方案中“社会经济调控方案”、“水土资源调控方案”、“流

域污染源防治方案”的编制提供基础资料和技术支撑。

生态健康评估和服务功能评估应识别出关键指标、优先解决问题以及重点区域，为湖泊生态环境保护总体方案中“目标设定”、“生态修复与保护方案”的编制提供数据支持和理论依据。

调控管理评估应识别出湖泊流域中环境监管能力的短板，为湖泊生态环境保护总体方案中“环境监管能力建设方案”的编制指明方向。

生态安全评估指数可从横向和纵向两个方面进行分析，横向分析与其他湖泊相比较，纵向分析与历史资料相比较。

3.11 评估过程中可能出现的问题及其解决方法

对于严格按照技术指南进行生态安全调查的湖库，评估方法所需的指标现状值均能够在调查中得到。考虑到数据搜集过程中的质量控制误差，可能会出现少部分数据存在质量缺陷。对这部分情况，研究根据评估模型特点提出解决方法。

(1) 数据值缺失

数据值缺失包括单一数据的缺失和数据类的缺失。对于这类问题首先应考虑补齐数据，其次考虑通过统计分析估算出合理数值。

单一数据的缺失可能的原因是没有测量或产生了明显的异常值。可以通过 2 个方法进行估算：1) 假设该值为该类所有数据的数学期望值，如算术平均数或集合平均数；2) 如果这类数据与另一类数据有显著相关性，通过回归分析计算该值。

数据类的缺失主要由于统计口径不同造成。缺失的数据类应当从

指标体系中剔除，或选择类似指标代替。

研究选择的基础数据，大部分是水质常规监测能够提供的，其来源基本能够保证。少数水质常规监测以外的数据，其可取代指标如下说明。

1) 流域人口和社会经济统计数据

“流域人口密度”、“流域 GDP”、“污染负荷”均以小流域口径统计。如果没有按流域统计的数据，则可以考虑按照流域和行政区的空间逻辑关系进行概算。

2) 生态服务功能数据

针对不同类型的湖泊(库)，允许选择不同类型的生态服务功能代表性指标组合，如非集中式饮用水源地，其生态服务功能指标可包括鱼类总产值等水产品服务功能、污染物净化总量的水质净化功能，而对集中式饮用水源地，则重点评估水质达标率等饮用水服务功能。

(2) 特殊数据值处理 (0 值或极小值)

计算模型大量采用乘法运算，因此 0 值或极小值将对模型结果产生显著影响。模型需要分析可能出现 0 值的指标，进行灵敏度分析，选择模型可接受灵敏度下的最低阈值。对于出现 0 值或极小值的指标取最低阈值代替。

(3) 数据缺少时间序列

数据缺少时间序列主要由于统计口径或统计数据不可得造成。模型不依赖于时间序列，因此只要有某一年的统计数据即可给出生态安

全评估结果。

(4) 标准值缺失

评估以 1980 年代湖泊综合调查为标准值。对于湖泊，大部分评估所需要的数据，湖泊综合调查都已经给出，可以从公开的出版物中引用。对于少部分 1980 年代没有研究的内容，可以通过 2 个方法进行模拟：1) 选择同一湖泊类似时期的研究结果；2) 选择类似湖泊同一时期的研究结果。通过以上方式模拟标准值的，应给出参考类比的研究出处。如果通过以上方法标准值仍不可得，需要调整或剔除指标。

评估涉及的水库均没有参与湖泊综合调查。水库研究可以选择过去的综合研究作为标准值，以与湖泊综合调查的时间接近为宜。新建库区可以原河流区段研究为标准。如果某一水库以上研究均没有，可以以评估的其他水库作为标准，展开相对的横向对比，不作纵向比较。

(5) 统计数据的来源问题

湖泊生态安全评估的部分指标的统计数据来源：1) 收集权威部门资料和相关数据；2) 采用抽样调查方法估算获取相关统计数据。

《湖泊生态安全调查与评估技术指南》规定的水质、沉积物和水生态调查方法应与现有国家生态调查相关标准规范相衔接。

4 生态安全调查与评估方案编制框架

4.1 主要内容

生态安全调查与评估方案主要分为两部分，第一部分是湖泊生态安全调查，重点针对湖泊流域经济社会影响、湖泊水生态状况、湖泊生态系统服务功能和湖泊生态环境保护措施等方面开展系统全面调查；第二部分是湖泊生态安全评估，从湖泊流域经济社会影响、湖泊水生态健康、湖泊生态系统服务功能和人类活动的调控管理等 4 个方面对湖泊的生态安全状况进行评估，进而找出湖泊及其所在流域的环境问题，为正确识别湖泊主要生态环境问题提供依据，从而为编制《湖泊生态环境保护总体实施方案》及具体工程项目的选择提供科学依据。

4.2 编制框架

1、湖泊及流域基本概况调查

1.1 湖泊流域自然环境

1.1.1 地理位置

1.1.2 地质地貌

1.1.3 气象气候

1.1.4 土地利用状况

1.1.5 自然资源

1.2 湖泊水环境特征

1.2.1 湖泊及主要入湖河流水文水动力特点

1.2.2 水资源状况

1.2.3 水环境功能区划

1.2.4 湖泊水动力特征

1.2.5 大型水利工程

2、湖泊流域社会经济影响调查

2.1 流域社会经济影响调查

2.1.1 流域社会经济特征

2.1.2 流域社会经济压力调查

2.2 流域污染源状况调查

2.2.1 点源污染

2.2.2 面源污染

2.3 点源污染负荷量统计

2.4 面源污染负荷量统计

2.5 污染负荷变化趋势

2.6 入湖河流水环境现状、变化趋势及原因分析

2.6.1 主要入湖河流水质参数

2.6.2 主要入湖河流水文参数

3、湖泊及其流域生态环境现状及变化趋势

3.1 流域水质现状及变化趋势分析

3.1.1 湖区水质情况、变化趋势及原因分析

3.1.2 水体污染物分布特征

3.2 湖区底质现状调查

3.2.1 湖区底质调查点位布设

3.2.2 湖区底质物理性状

3.2.3 湖区底质化学性状

3.2.4 湖区底质状况变化趋势及原因分析

3.3 湖泊水生态环境状况调查

3.3.1 水生植物现状及变化趋势

3.3.2 浮游植物现状及变化趋势

3.3.3 浮游动物现状及变化趋势

3.3.4 底栖动物现状与变化趋势

3.3.5 鱼类现状与变化趋势

4、湖泊生态服务功能调查

4.1 饮用水服务功能调查

4.2 水产品供给服务功能

4.3 栖息地服务功能

4.4 拦截净化功能调查

4.5 人文景观功能

5、湖泊流域生态环境保护调查

5.1 环保投入调查

5.2 污染治理情况调查

5.2.1 村落污水收集与处理现状

5.2.2 村落垃圾收集与处理现状

5.2.3 人畜粪便收集与处理现状

5.2.4 城镇生活污水收集与处理现状

5.2.5 流域内旅游业污水处理现状

5.2.6 工业企业污水处理情况

5.3 产业结构调整情况调查

5.3.1 历年国内生产总值及产业结构调整情况

5.3.2 历年工业万元增加值用水量调查

5.4 生态建设

5.4.1 湖滨带建设情况

5.4.2 植被覆盖率情况

5.5 监管能力

5.6 长效机制

6、湖泊生态安全评估

6.1 评估指标体系的建立

6.2 参照标准的确定

6.3 数据的预处理和标准化

6.4 权重的确定

6.5 生态安全分级标准

6.6 综合评估结果及分析

6.6.1 方案层评估

6.6.2 目标层评估

6.7 湖泊生态安全成因诊断

7、湖泊生态环境保护综合对策

7.1 湖泊及其流域主要环境问题

7.2 流域生态环境保护主要任务

7.3 对策及其建议

附录说明

该附录包括五个部分：

附录 A 为湖泊基本信息调查表格与填表说明，主要包括湖泊形态特征、湖泊流域土地利用和地表水(环境)功能区划。

附录 B 为湖泊流域社会经济人类活动影响调查，主要包括社会发展和经济调查、湖泊流域污染源调查和湖库主要入湖河流污染调查三个方面的表格。

附录 C 为国内外沉积物采样器的优缺点。

附录 D 为湖泊水、沉积物和水生态的调查方法，主要包括采样点的布设、采样频率、样品采集方法等。

附录 E 为湖泊生态服务功能和生态环境保护调查表格。

附录 A 流域基本信息调查表格

流域基本信息调查表（A-1）、土地利用信息调查（A-2）和地表水(环境)功能区划（A-3）。

附表 A-1 湖泊形态特征

湖泊名称	湖泊面积/km ²	水域面积/km ²	流域面积/km ²	补给系数	湖岸线总长/km	平均水深/m	最大水深/m	换水周期/d	容积/亿 m ³	蓄水量/亿 m ³	主要服务功能

填写说明：

【湖泊面积】又称湖面面积，专指正常水位时的湖水面积，可通过相关文献查阅或者 GIS 计算；

【水域面积】除去湖中小岛的湖面面积，可通过文献查阅或者 GIS 计算；

【流域面积】流域周围分水线与河口（或坝、闸址）断面之间所包围的面积，可通过文献查阅或者 GIS 计算；

【补给系数】湖泊流域面积与湖泊水域面积之比；

【湖岸线总长度】即湖界的周长，可通过文献查阅或者 GIS 计算；

【平均水深】湖泊水深的多年平均值，可通过文献查阅；

【最大水深】湖泊水深历史最大值，可通过文献查阅；

【换水周期】湖泊湖水交换更新一次所需要的时间，可通过多年平均水位下的湖泊容积除以多年平均出湖流量而得，出湖水量一般不考虑水面蒸发量；

【容积】湖泊所能容纳湖水的体积，可通过文献查阅或者根据水下地形图计算；

【蓄水量】特定水位情况下湖泊中的水量，可通过文献查阅或者根据水下地形图计算；

【主要服务功能】包括饮用水服务功能、栖息地功能、拦截净化功能、人文景观功能和水产品供给功能。

附表 A-2 湖泊流域土地利用/km²

(年份)

县	镇	耕地			园地	林地	草地	商服用地	工矿仓储用地	住宅用地	公共管理与公共服务用地	特殊用地	交通运输用地	水域及水利设施用地	其他用地
		水田	水浇地	旱地											

填写说明：

1.流域范围涉及县（市）较多者，以县（市）为单位填写；流域涉及县（市）较少者，以镇（乡）为单位填写；

2.湖泊流域涉及行政区域以流域汇水区为界限，并适当考虑行政区划，如湖泊流域仅涉及到某县（市）的一个镇（乡），应仅统计此镇（乡）的人口数据。以整个流域及其所涉及的县市为单元填写最新的土地利用信息。一般通过遥感影像数据获取，可利用国土或者规划部门的资料填写。同时需注明年份。

【县】包括县、县级市、自治县；

【镇】包括镇、乡；

【水田】指用于种植水稻、莲藕等水生农作物的耕地。包括实行水生、旱生农作物轮种的耕地；

【水浇地】指有水源保证和灌溉设施，在一般年景能正常灌溉，种植旱生农作物的耕地。包括种植蔬菜等的非工厂化的大棚用地；

【旱地】指无灌溉设施,主要靠天然降水种植旱生农作物的耕地,包括没有灌溉设施，仅靠引洪淤灌的耕地；

【园地】指种植以采集果、叶、根茎等为主的集约经营的多年生木本和草本作物(含其苗圃)，覆盖度大于 50%或每亩有收益的株数达到合理株数 70%的土地。包括果园、茶园、其他园地；

【林地】指生长乔木、竹类、灌木、沿海红树林的土地。不包括居民点内绿化用地，以及铁路、公路、河流、沟渠的护路、护岸林。包括有林地、灌木林地、其他林地；

【**草地**】指生长草本植物为主，用于畜牧业的土地。包括天然牧草地、人工牧草地、其他草地；

【**商服用地**】指主要用于商业、服务业的土地。包括批发零售用地、住宿餐饮用地、商务金融用地、其他商服用地；

【**工矿仓储用地**】指主要用于工业生产、物资存放场所的土地。包括工业用地、采矿用地、仓储用地；

【**住宅用地**】指主要用于人们生活居住的房基地及其附属设施的土地。包括城镇住宅用地、农村宅基地；

【**公共管理与公共服务用地**】指用于机关团体、新闻出版、科教文卫、风景名胜、公共设施等的土地。包括机关团体用地、新闻出版用地、科教用地、医卫慈善用地、文体娱乐用地、公共设施用地、公园与绿地、风景名胜设施用地；

【**特殊用地**】指用于军事设施、涉外、宗教、监教、殡葬等的土地。包括军事设施用地、使领馆用地、监教场所用地、宗教用地、殡葬用地；

【**交通运输用地**】指用于运输通行的地面线路、场站等的土地。包括民用机场、港口、码头、地面运输管道和各种道路用地；

【**水域及水利设施用地**】指陆地水域，海涂，沟渠、水工建筑物等用地。不包括滞洪区和已垦中的耕地、园地、林地、居民点、道路等用地。包括河流水面、湖泊水面、水库水面、坑塘水面、沼泽地、沟渠、水工建筑用地、冰川及永久积雪；

【**其他土地**】包括空闲地、设施农用地、田坎、盐碱地、沙地、裸地。

*有条件者可参考《土地利用现状分类》（GB/T 21010-2007）进行 57 项二级分类。

附表 A-3 地表水(环境)功能区划

编号	湖区	水体功能	范围	面积 (km ²)	现状水质	近期水质目标	远期水质目标	区划依据

填表说明：地表水(环境)功能区划以省（自治区、直辖市）、市已颁布的地表水(环境)功能区划为准；

【湖区】填写整个湖体的一部分，如太湖的梅梁湾、湖心区；

【水体功能】填写二级区分类指标，如饮用水源区、工业用水区、农业用水区、渔业用水区、景观娱乐用水区等；

【范围】起始位置，区域等；

【面积】可通过 CAD、GIS 等工具计算；

【现状水质】功能区的水质现状，以《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）为准；

【近期水质目标】现阶段的水质目标，如 II 类、III 类，以《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）为准；

【远期水质目标】下一阶段的水质目标，如，II 类、III 类，以《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）为准；

附录 B 社会经济人类活动影响调查

1. 人口、社会经济调查

附表 B1-1 人口调查

_____市_____县（市、区）_____镇（乡）

编号	调查指标		单位	数据				数据来源
				2012	2013	...		
1	总人口数量		人					
2	平均人口密度		人/km ²					
3	人口增长率		%					
4	城镇化率		%					
5	农业人口	人口数量	人					
6		占总人口比例	%					
7	非农业人口	人口数量	人					
8		占总人口比例	%					
9	居住情况	常住人口	人					
10		流动人口	人					

调查负责人_____ 填表人_____

填写说明：

- 1.调查数据以统计年鉴为准；
- 2.【流动人口】：没有实现户口迁移的迁移人口；
- 3.城镇化率=城（镇）常住人口/全市(镇)常住人口；
- 4.流域范围涉及县（市）较多者，以县（市）为单位填写；流域涉及县（市）较少者，以镇（乡）为单位填写。

附表 B1-2 社会经济状况调查

_____市_____县（市、区）_____镇（乡）

编号	调查指标	单位	数据				数据来源
			2012	2013			
1	国内生产总值	万元					
2	国内生产总值增长率	%					
3	工业总产值	万元					
4	农业总产值	万元					
5	第三产业总产值	万元					
6	水利工程投资总额	万元					
7	人均 GDP	万元					
8	人均年收入	万元					
9	城镇居民年收入	万元					
10	农民年收入	万元					

调查负责人_____ 填表人_____

填写说明：

- 1.调查数据以统计年鉴为准；
- 2.各项数据小数点后两位；
- 3.流域范围涉及县（市）较多者，以县（市）为单位填写；流域涉及县（市）较少者，以镇（乡）为单位填写。

2. 点源污染调查

附表 B2-1 工业企业废水排放及处理情况

_____市_____县（市、区）_____镇（乡）

编号	调查指标		单位	数据				数据来源
				2012	2013			
1	工业用水总量		t					
2	废水治理设施数		套					
3	废水治理设施 处理能力	自有设施	t/d					
		集中设施						
4	废水治理设施 运行费用	自有设施	万元/d					
		集中设施						
5	工业废水排放量		t					
6	排入污水处理厂的量		t					
7	工业废水排放达标量		t					
8	污染物 排放量	汞	kg/d					
9		镉	kg/d					
10		铬	kg/d					
11		铅	kg/d					
12		COD	kg/d					
13		总氮	kg/d					
14		总磷	kg/d					
15		氨氮	kg/d					
16		……						

调查负责人_____ 填表人_____

填写说明：

1.调查数据以统计年鉴为准；

2.各项数据小数点后两位。

附表 B2-2 城镇污水和垃圾收集、处理与排放情况

_____市_____县（市、区）_____镇（乡）

编号	调查指标		单位	数据				数据来源
1	城镇人口		万人					
2	生活污水排放量		t/d					
3	生活污水接管率		%					
4	集中污水处理规模		t/d					
5	分散污水处理规模		t/d					
6	垃圾产生量		t/d					
7	垃圾处理率		%					
8	污水污染 物排放量	COD	kg/d					
9		总磷	kg/d					
10		氨氮	kg/d					
11		总氮	kg/d					
12	垃圾污染 物排放量	COD	kg/d					
13		总磷	kg/d					
14		氨氮	kg/d					
15		总氮	kg/d					
16	再生利用 水量	农业	t/d					
17		工业	t/d					
18		景观	t/d					
19		总量	t/d					

调查负责人_____ 填表人_____

填写说明：

- 1.城镇人口以统计年鉴为准；
- 2.排污系数参考《第一次全国污染源普查城镇生活源产排污系数手册》。

附表 B2-3 规模化养殖污染状况调查

编号	指标名称		计量单位	猪	牛		鸡		其他
					肉牛	奶牛	肉鸡	蛋鸡	
1	畜禽存栏总数		头（只）						
2	畜禽粪尿使用率		%						
3	污水处理设施	数量	套						
4		处理能力	t/a						
5		投资	万元						
6	固体废物处理设施	数量	套						
7		处理能力	t/a						
8		投资	万元						
9	污染物排放量	COD	kg/a						
10		总磷	kg/a						
11		氨氮	kg/a						
12		总氮	kg/a						

填写说明：

- 1.规模化养殖是指畜禽饲养数量达到一定数量的养殖户。本技术指南规定的规模养殖包括规模化养殖场、畜禽养殖小区和畜禽养殖专业户，其存栏或出栏规模如下：生猪出栏大于或等于 50 头；奶牛存栏大于或等于 5 头；肉牛出栏大于或等于 10 头；蛋鸡存栏大于或等于 500 羽；肉鸡、鹌鹑、鸽年存栏数大于或等于 2000 羽。或者参照《畜禽规模养殖污染防治条例》第四十三条规定：畜禽养殖场、养殖小区的具体规模标准由省级人民政府确定；
- 2.调查表格的详细设计及排污系数可参考《第一次全国污染源畜禽养殖业产污系数与排污系

数手册》;

3.表格中“其他”选项可填羊、鸭和鹅等;

4.羊、鸭和鹅没有具体系数,可用以下关系进行换算:3只羊=1头猪,50只鸭=1头猪,40只鹅=1头猪;

5.统计数据注明年份。

6.对于畜禽养殖的统计数据可能来源于农业畜牧管理部门和环境统计数据,两者针对规模化养殖和散养的统计口径不一致,统计时可结合实际情况界定分散养殖与规模化养殖。

3. 面源污染调查

附表 B3-1 农村生活污水、生活垃圾污染调查

_____市_____县（市、区）_____镇（乡）

编号	指标名称		单位	数据				数据来源
				2012	2013			
1	农村人口数		人					
2	生活 垃圾	生活垃圾产生系数		kg/(人·d)				
3		生活垃圾产生量		t				
5		处理设	数量	台（套）				
6		施	处理能力	t/d				
8	生活 污水	生活污水产生系数		kg/(人·a)				
9		生活污水产生量		t				
11		处理设	数量	台（套）				
12		施	处理能力	t/d				
14	污水	COD		kg/d				
15	污染	总磷		kg/d				
16	物排	氨氮		kg/d				
17	放量	总氮		kg/d				
18	垃圾	COD		kg/d				
19	污染	总磷		kg/d				
20	物排	氨氮		kg/d				
21	放量	总氮		kg/d				

填写说明：

1. 排污系数可参考已有规划方案、参考文献所设定各流域内农村生活污水、生活垃圾的排放系数；

2. 农村人口数以统计年鉴为准。

附表 B3-2 种植业污染状况调查

_____市_____县（市、区）_____镇（乡）

编码	指标名称		面积/亩	农田径流排放量/(t/a)		
				总氮	总磷	氨氮
1	水田	梯田				
2		非梯田				
4	旱地	平地				
5		缓坡地				
6		陡坡地				
	园地	平地				
		缓坡地				
		陡坡地				

填写说明：

1.种植业污染：主要是指农田中剩余的化肥和农药经径流进入水体，使水环境中氮、磷等营养盐负荷增加，而使水体遭受污染。

2.肥料流失系数可参考《第一次全国污染源普查农业污染源肥料流失系数手册》，其中水浇地的肥料流失系数可参考蔬菜地的肥料流失系数；有条件的可通过科研实验或者经验数据获取及验证；

3.【平地】：指地形及地块坡度均小于 5°的地块；

4.【缓坡地】：指地形坡度 5°~15°的地块；

5.【陡坡地】：指地形坡度大于 15°的地块；

6.【梯田】：在坡地上分段沿等高线建造的阶梯式农田；

7.统计数据注明年份。

附表 B3-3 分散养殖污染状况调查

____市____县（市、区）____镇（乡）

编号	指标名称		单位	猪	牛	羊	鸡	鸭	鹅
1	畜禽存栏总数		头（羽）						
2	畜禽粪尿使用率		%						
3	污水处理设施	数量	套						
4		处理能力	t/a						
5		投资	万元						
6	固体废物处理设施	数量	套						
7		处理能力	t/a						
8		投资	万元						
9	污染物排放量	COD	kg/d						
10		总磷	kg/d						
11		氨氮	kg/d						
12		总氮	kg/d						

填写说明：

- 1.分散养殖：指农户饲养猪年存栏数 50 头以下，奶牛年存栏数 5 头以下，肉牛年存栏数 10 头以下；蛋鸡存栏大于或等于 500 羽；肉鸡、鹌鹑、鸽年存栏数大于或等于 2000 羽；
- 2.排污系数可参考《第一次全国污染源畜禽养殖业产污系数与排污系数手册》；
- 3.调查时应向各乡、村发放畜禽养殖污染状况调查表，各乡村完成后，由上一级调查单位负责汇总，并逐级上报，完成统计工作；
- 4.统计数据注明年份。
- 5.对于畜禽养殖的统计数据可能来源于农业畜牧管理部门和环境统计数据，两者针对规模化养殖和散养的统计口径不一致，统计时可结合实际情况界定分散养殖与规模化养殖。

附表 B3-4 流域城镇地表径流及污染状况调查

城镇名称	年降水量 (mm)	土地使用面积 (km ²)					年径流量 (mm)	年污染负荷量 (t/a)			
		居民区	商业区	工业区	公路	其他用地		COD	氨氮	总氮	总磷
合计											

填写说明:

1.城市地表径流中的污染物主要来自降雨径流对城市地表的冲刷,其污染物负荷量的主要影响因素有不透水面积、雨水排水系统类型、交通影响、路缘高度、街道清扫等;

2.城镇地表径流年污染负荷可以通过两种方法进行计算:1)根据全年中各场降雨污染物平均浓度和各场降雨径流量计算每一场降雨的次降雨污染负荷,即可获得全年污染负荷。2)根据多场降雨的径流污染物平均浓度和年径流量计算年污染负荷;

3.简易模型的年污染负荷为:

$$L = R \times C \times A \times 10^{-3}$$

式中: L 为年负荷量 (t); R 为年径流量 (mm), 为年降雨量和径流系数的乘积; C 为径流污染物平均浓度 (mg/L); A 为集水区面积 (km²);

4.氨氮流失量按照总氮流失量的 10%进行估算;

5.在对特定城市的地表径流进行分析时,应慎重选择参数。附表 B3-5 为美国的有关研究成果的综合,仅供参考,在选用过程中需要对系数的选择进行说明。

表 B3-5 不同土地利用类型的径流污染物平均浓度 (单位: mg/L)

土地利用类型	居民区	商业区	工业区	公路
TN	2.2	2.0	3.0	2.5
TP	0.4	0.2	0.5	0.4
COD	35-163			124

来源: 全国水资源综合规划地表水水质评价及污染物排放量调查估算工作补充技术细则

表 B3-6 水产养殖及污染状况调查

_____市_____县（市、区）_____镇（乡）

项 目		池塘养 殖	工厂化 养殖	网箱养殖		围栏养殖		其他
				①	②	①	②	
规模化水产养殖场总数（个）								
养殖专业户总户数（户）								
养殖总面积（亩）								
养殖品 种	代码	养殖情况（kg）						
		苗种投放量						
		养殖总产量						
		苗种投放量						
		养殖总产量						
		苗种投放量						
		养殖总产量						
		苗种投放量						
		养殖总产量						
		苗种投放量						
		养殖总产量						
		苗种投放量						
		养殖总产量						
		苗种投放量						
		养殖总产量						

调查负责人_____ 填表人_____

填表说明：

- 1.规模化水产养殖场总数是指全县范围内该养殖模式下经有关部门核准登记、具有法定代码的法人单位和产业活动单位的总数；
- 2.养殖专业户总户数是指该养殖模式下除规模化水产养殖场以外的水产养殖总户数；
- 3.养殖总面积是指规模化水产养殖场和养殖专业户在该养殖模式下的总养殖面积；
- 4.养殖品种可根据该县实际养殖情况按以下品种及代码填写，鲟鱼（S01），鳊鲃（S02），青鱼（S03），草鱼（S04），鲢鱼（S05），鳙鱼（S06），鲤鱼（S07），鲫鱼（S08），鳊鱼（S09），

泥鳅 (S10), 鲢鱼 (S11), 鳙鱼 (S12), 黄颡鱼 (S13), 鲑鱼 (S14), 鳟鱼 (S15), 河鲀 (S16), 池沼公鱼 (S17), 银鱼 (S18), 短盖巨脂鲤 (S19), 长吻鮠 (S20), 黄鳝 (S21), 鳊鱼 (S22), 加州鲈 (S23), 乌鳢 (S24), 罗非鱼 (S25), 罗氏沼虾 (S26), 青虾 (S27), 克氏原螯虾 (S28), 南美白对虾(淡) (S29), 河蟹 (S30), 河蚌 (S31), 螺 (S32), 蚬 (S33), 龟 (S34), 鳖 (S35), 蛙 (S36), 淡水珍珠 (S37), 鲈鱼 (S38), 石斑鱼 (S39), 美国红鱼 (S40), 军曹鱼 (S41), 鲱鱼 (S42), 鲷鱼 (S43), 大黄鱼 (S44), 鲚鱼 (S45), 鳓鱼 (S46), 南美白对虾(海) (S47), 斑节对虾 (S48), 中国对虾 (S49), 日本对虾 (S50), 梭子蟹 (S51), 青蟹 (S52), 牡蛎 (S53), 鲍 (S54), 蚌 (S55), 贻贝 (S56), 江珧 (S57), 扇贝 (S58), 蛤 (S59), 蛭 (S60), 海参 (S61), 海胆 (S62), 海水珍珠 (S63), 海蜇 (S64), 其他 (S65)。括号内字母和数字为养殖品种代码; 淡水珍珠填写育珠贝的产量;

5.水产养殖污染物排放量可通过排污系数法进行计算, 具体排污系数可参考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;

6.表格中“①”填写评价湖体内网箱、围栏的养殖情况; “②”填写除了评价湖体以外流域内网箱、围栏的养殖情况。

附表 B3-7 湖面干湿沉降污染调查

沉降通量	总氮		总磷		COD		氨氮	
	范围	平均值	范围	平均值	范围	平均值	范围	平均值
干沉降通量 /(kg·km ⁻² ·a ⁻¹)								
湿沉降通量 /(kg·km ⁻² ·a ⁻¹)								
总沉降通量 /(kg·km ⁻² ·a ⁻¹)								
入湖量/(t/a)								

填写说明:

- 1.没有条件监测者, 可通过查阅相关文献进行填写;
- 2.为了调查湖面直接入湖污染物负荷量, 可在湖面的四周设置多个监测点位, 监测点位应考虑风向、土地利用、湖面面积等因素, 一般监测点位应在 3 个以上;

3.干沉降采样频率为每月 1 次或者每季度 1 次；湿沉降在雨、雪之后采集，尽量覆盖四个季度；

4.干、湿沉降的监测步骤可参考《酸沉降监测技术规范》HJ/T 165-2004 开展。

附表 B3-8 土壤侵蚀调查表

_____市_____县（市、区）_____镇（乡）

编号	指标		单位	数据				数据来源
				2012	2013			
1	总面积		km ²					
2	微度/无流失	面积	km ²					
3		侵蚀量	t					
4	轻度	面积	km ²					
5		侵蚀量	t					
6	中度	面积	km ²					
7		侵蚀量	t					
8	强度	面积	km ²					
9		侵蚀量	t					
10	极强度	面积	km ²					
11		侵蚀量	t					
12	剧烈	面积	km ²					
13		侵蚀量	t					
14	轻度及其以上	侵蚀量	t					
15	氮、磷和有机碳含量	总氮	mg/kg					
16		总磷	mg/kg					
17		有机碳	mg/kg					
18	氮、磷和有机碳产生量	总氮	t/a					
19		总磷	t/a					
20		有机碳	t/a					

填写说明:

- 1.水土流失:指地表组成物质受流水、重力或人为作用造成的水和土的迁移、沉积过程;
- 2.侵蚀强度分级以及平均侵蚀模数可参考《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190—2007);
- 3.水土流失面积和侵蚀强度可参照水利部颁布的《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190—2007)中的面蚀指标,以土地利用图、植被覆盖图和坡度分级图为基础,生成水土流失现状草图;参照土壤、地质和地貌等资料,并依据野外调查所建立的遥感解译标志对水土流失现状草图中的异常点进行人工校正,最终生成水土流失现状图;
- 4.水土流失数据可通过当地国土部门或者环境科学研究院获得。

4. 主要入湖河流污染调查

附表 B4-1 湖泊主要入湖河流污染调查

断面 名称	监测 时间	水平 代码	水 期	水文参数		水质参数					
				流量 /(m ³ /s)	流速 /(m/s)	DO	pH	总氮	总磷	COD	

填表说明:

- 1.采样频率尽量为每月 1 次;
- 2.水平代码:①代表左,②代表中,③代表右;
- 3.水期填写为:丰、平、枯;
- 4.有常规监测数据可直接填报,没有常规监测数据的可参照《水质-采样技术指导 (HJ494-2009)》及相关标准、规范开展监测;
- 5.此表格着重填写湖泊主要入湖河流的入湖河口数据,有条件者可填报省控、市控、县控及重要节点(河流生态修复工程前后)的数据。

附录 C 沉积物采样器的类型及优缺点

附表 C-1 表层沉积物采样器类型及优缺点

采样器名称	采样深度	优点	缺点
Van Veen 底泥采样器	0~10 cm	可用于深水以及大多数基层。 Van Veen 抓斗采泥器由 AISI 316 不锈钢制造, 表面抛光, 可手动操作。	取样过程中, 可能损失细小的表层沉积物, 破坏沉积物的完整性。咬合可能不密闭。
Shipek 抓斗	0~10 cm	适合于大多数基层。	取样体积小。取样过程中, 可能损失细小的表层沉积物, 破坏沉积物的完整性, 使样品受压。
小型波纳抓泥器	0~10 cm	设计与波纳抓泥器类似, 但更小, 在小船上更容易操作。在浅水区, 可手动施展, 无需卷扬机。	取样体积小。取样过程中, 可能损失细小的表层沉积物, 破坏沉积物的完整性。咬合偶尔不密闭。在深水区, 可能需要卷扬机。
波纳抓泥器	0~10 cm	常用。可获得大量的沉积物。适合于大多数基层。因重量因素, 可用于深水域中。良好的沉积物穿透性能。	取样过程中, 可能损失细小的表层沉积物, 破坏沉积物的完整性。咬合偶尔不密闭。较重, 需要卷扬机。
箱式挖泥机	0~10 cm	可获得相对大容量的沉积物。可通过盖子采集子样。相比许多挖泥机, 其盖子构造减少了表层沉积物的丢失, 可用于采集中等密实度的不同粒径沉积物。	取样过程中, 可能损失细小的表层沉积物。遇到粗粒沉积物时或者有大瓦砾时, 咬合关闭不严密。破坏了沉积物的完整性。
多颚板抓斗	0~30 cm	可从大多数基层采集大量的沉积物。有效闭合。	损失表面沉积物, 破坏沉积物的完整性。需要卷扬机。
彼得森抓泥器	0~30 cm	可从深水区的大多数基层中采集大量的沉积物。	损失表面沉积物, 破坏沉积物的完整性。咬合可能不严密。较浅水域不能达到有效深度。

附表 C-2 柱状沉积物采样器类型及优缺点

采样器	采样深度	优点	缺点
手持和重力式采样器	0~30cm	保持了内部芯的沉积物层次。手持取芯器保留了细小的表层沉积物。可有效地获取复制样品。衬里可拆卸。可使用惰性衬里。可实现定量采集。	取样体积小。重力式取芯器可能引起细小表面沉积物的损失。重复取样时，需要更换衬里。不适宜于粗粒径或固结的沉积物。
Becker 型原状采样器	可达 100cm	采集柱状、原状底泥样品，置于透明 PVC 管中，分层状况一目了然，密封性能良好，不会丢失样品。可以避免对样品产生压缩的问题。	取样体积小，需要较多人力。
振动采样器	可达 200cm 以上	采集深层的沉积物，供历史性分析。采集固结的沉积物。	昂贵，需要卷扬机和 A 型架。外层芯的完整性被轻微破坏。
冲击采样器	可达 200cm 以上	采集深层的沉积物，供历史性分析。采集固结的沉积物。	大型冲击取芯器可能较贵，需要专门的取样船。外层芯的完整性被轻微破坏。
活塞式采样器	可达 20m	采集深层的沉积物，供历史性分析。采集固结的沉积物。	昂贵，需要卷扬机和 A 型架。外层芯的完整性被轻微破坏。

附录 D 湖泊水质、沉积物和水生态调查方法

1 采样点数量的确定和设置方式

1.1 采样点数量确定

采样点数量应综合考虑湖泊水域面积、湖泊形态、入湖河流等湖泊自然属性来设置，可参考原有的常规监测点位进行适当增加，具体数目可参考以下公式来确定：

$$N = \text{INT}(A^{1/2}) + 2 + R$$

式中， A 为湖泊水域面积， km^2 ；对于河道型、多湾、多入流型的复杂水体， $R = \text{河道拐弯数} + \text{湾区数} + \text{入流河道数}$ ，对于水体形态规整的水域， R 为 0。

1.2 采样点布设方法

采样点布设有多个方式，这些方式基本分为随机取样和针对性采样两大类。湖泊生态安全调查中 $\text{INT}(A^{1/2}) + 2$ 采样点采用随机取样的方式； R 个样点设置在河道拐弯最显处、湾顶处和入湖河道中泓延长线湖体一侧。

1.3 采样点布置需考虑的其他因素

- (1) 应充分考虑主要入湖河流和点源入湖口外区域；
- (2) 应尽量顾及现有数据的采样点的位置；
- (3) 如果项目是为了评估某特定水源或支流的沉积物污染程度，最好选择具有针对性的聚集采样设计；
- (4) 考虑对照和背景采样点的设置。即使没有点源和面源污染物的输入，测得的水体、沉积物相关污染物浓度可能仍然较高，这就需要对照和背景水体、沉积物的理化数据、底栖生物群落结构等数据。可考虑以下方式获取：1) 通过文献检索，获取未污染前的水质、沉积物数据。如 1970s 或者 1980s 时代的数据。2) 从几个未受污染的参考区域采集并分析水、表层沉积物及生物样品，调查、测定其相关指标。可采用 95% 置信区间划定该区域该指标的正常范围。3) 利用沉积物取芯方法，采集不同深度的沉积物样本。选择那些未受物理混合或生物扰动等干扰的细颗粒沉积物，作为背景或对照样品。

2 样品的采集频率和层次

湖泊水质有季节性的变化，同样，沉积物的释放及吸附也存在季节性变化，采样频率取

决于水质变化的状况及特性。季节的变化将伴之温度的变化,不同季节湖泊的水温会出现温度分层变化及大湖的潮汐,这都将影响底质成分的变化。具体情况可根据研究目的与要求取合理的监测频率,一般应包括春、夏、秋、冬四个季节,同时要考虑丰水期、平水期和枯水期的影响。

湖水深度不超过 3 m,可于水表面下 0.5 m 处采样;如水深 3~10 m,即可在距水表面和湖底 0.5 m 处各采水样一个;当湖水深度超过 10 m 时,可根据具体情况增加采样层次。

3 样品的采集方法

3.1 水质调查

上覆水体样品的采集主要应用于与沉积物相对应的水质、富营养化及生态安全评估。上覆水体样品的采集方法可参照《水质-采样技术指导(HJ494-2009)》。

3.2 沉积物调查

3.2.1 采集方法

由于底质的不均匀性,可根据需要采集表层样品、表层混合样品及深度柱状样品。对于沉积物污染现状的评估,一般采集表层样品;对于沉积物中污染物的迁移转化(年代分析)研究,一般采集深度柱状样品。

(1) 表层沉积物样品采集

表层沉积物提供了底泥最新污染源信息,可用于确定沉积物理化性质的水平变化和污染物空间分布情况。

(2) 深层沉积物样品采集

深层沉积物样品采集主要指沉积物深度大于 15cm 的底泥样品,主要用来确定沉积物理化性质和污染物垂向变化以及沉积物背景值。

3.2.2 采样设备的选择

根据沉积物采样需求,目前对沉积物样品的采集主要分为表层沉积物采样器和柱状沉积物采样器。其主要性能和优缺点见附表 C-1 和 C-2。

3.2.3 注意事项

采样时应详细记录采样时间(年、月、日)、采样点位置(坐标)及采样方法(使用的采样器的型号、采样使用的方法),现场测定并记录温度、pH 和 Eh 等理化指标,并对沉积物样品进行现场描述,如质地、色、味等。

3.3 水生态调查

3.3.1. 浮游植物

(1) 采样

每个采样点分定性和定量采样。定性样品用 25 号浮游植物网在表层水中捞取；定量样品取 0~0.5 m 柱状水体作为水样，混合后测量浮游植物数量，每个水样采 1000 mL 以上，水样应立即加入鲁哥氏液，鲁哥氏液用量为水样量的 1.5%，即 1000 mL 水加 15 mL。

(2) 浓缩

水样带回实验室后，摇匀倒入 1000 mL 筒形分液漏斗，固定在架子上，放在稳定的试验台上，静置沉淀 24~36 h，用细小虹吸管小心吸去上层清液，直至浮游植物沉淀物体积约 20mL，旋开瓶活塞放入标有 30 mL 刻度的标本瓶中，再用少许上层清液冲洗沉淀分液漏斗 1~3 次一并放入瓶中，定容到 30 mL。如定量样品水量超过 30 mL，可静置到次日，再小心吸去多余水。

如无分液漏斗，可在试剂瓶中，以同样方法逐次沉淀浓缩至 30 mL。

如标本要长期保存，可加上福尔马林，用量为水样量的 4%，并用石蜡封口，至少保存到整个课题工作全部结束。

(3) 种类鉴定

藻类的种类鉴定需要较专门的知识 and 训练，根据富营养化研究需要，主要种类最好能鉴定到种，特别是那些对营养类型划分有指示意义的种类，或至少能鉴定到属，而对优势种类和形成“水华”的种类则必须鉴定到种。

(4) 计数

浮游植物定量计数方法很多，为了使调查数据有较好的可比性，采用视野法进行计数，用 0.1mL 计数框，面积为 20mm×20mm，框上纵横划分 10 行，共有 100 个小格，每小格面积是 2mm×2mm。

计数时将样品充分摇匀，立即打开瓶塞，用 0.1mL 吸管在中央部吸出 0.1mL 样品，注入计数框内，小心盖上盖玻片（22mm×22mm），使标本均匀分布，计数框内应无气泡。必要时在盖玻片边缘小心涂上少许液体石蜡，防止在计数过程中样品蒸发出现气泡。

然后在显微镜下，以一定放大倍数(200~400 倍)的视野面积计数浮游植物的个体数或细胞数；计数时应先计算出视野面积，即用台微尺测量视野直径，按圆面积 πr^2 计算。计数视野的数目应根据样品中浮游植物数量多少来确定，一般每片计数 100~500 个视野，所计数的视野应在计数框内均匀分配。

每一样品计数两次（两片），取其平均值，每次计数的结果与其平均值之差应不大于 $\pm 15\%$ 。

在计数时，如遇到一个浮游植物个体或细胞的一部分在视野内，而另一部分在视野外，则可规定在视野上半圈的个体或细胞不计数，而在下半圈计数。

计数单位可用个体数或用细胞数，以细胞数计数比用个体数精确。

（5）计算数量

把计数所得的结果按下列公式换算成每升水中浮游植物的数量：

$$N = \frac{A}{A_c} \bullet \frac{V_w}{V} n$$

式中： N 为每升水中浮游植物的数量； A 为计数框面积(mm^2)， A_c 为计数面积(mm^2)，即视野面积 $\times$ 视野数； V_w 为 1L 水样经沉淀浓缩后的样品体积(mL)， V 为计数框的体积(mL)； n 为计数所得的浮游植物的个体数或细胞数。

按上述方法进行采样、浓缩、计数。 A 为 400mm^2 ， V_w 为 30 mL ， V 为 0.1 mL ，故 $V_w/V = 300$ 。

（6）计算生物量

浮游植物的现存量(standing crop)，指的是某一时间内，单位体积水中所存在的浮游植物量。用数目单位表示称为数量，用质量单位表示称为生物量 (biomass)。因不同种类的浮游植物个体大小相差悬殊，故不论用个体数或细胞数，都还不够精确，因而常用单位体积水中浮游植物的重量作为定量单位，即生物量（湿质量）。

由于藻类大小无法直接称重，而藻类细胞形态较为规则，且细胞比重接近于 1，则可用形态相近似的几何体积直接换算为生物量(湿质量)。

如果要求不高，做粗略计算，可根据现成资料查得相应浮游植物的体积，即求得生物量。但是，浮游植物体积因地区、季节等都可有较大变化，而且现成资料也不可能包括所有种类。因此在条件许可下，最好对浮游植物的体积进行直接测量，对于那些数量多或体积大的种类，特别是那些优势种，更应做实际测量。测量时应根据藻类体型，按最近似的几何图形测量它的长度、高度、直径等，分别求得它们的平均值，然后按求积公式计算出体积。例如球形种类，测量其直径，按球形体积公式($\frac{4}{3}\pi r^3$)求得体积；圆柱形细胞，测量其半径及其高度，按圆柱形体积公式($\pi r^2 h$)求得体积。有的种类形状较特殊，可分解为几部分，分别按相

似几何图形求算相加。

为精确计算生物量，每个种类尽可能测量足够数量的个体，由之计算出平均体积。细胞体积的毫升数相当于细胞质量的克数，如以 μm^3 作为量算细胞体积的单位， $10^9\mu\text{m}^3 \approx 1\text{mg}$ 鲜藻质量，这样就可根据计数结果，把藻类细胞体积换算为生物量(mg/L ，湿质量)。

(7) 主要用具和试剂

①主要用具

- a. 浮游植物采集网（25 号筛绢制成）1 个。
- b. 采水器（采水量 3L）1 个。
- c. 水样瓶：2500 mL 聚乙烯瓶或玻璃试剂瓶若干个。
- d. 样品瓶：30 mL 玻璃试剂瓶（事先定容作好刻度）若干个。
- e. 沉淀器：1000 mL 筒形定量分液漏斗若干个。
- f. 虹吸管：内径约 2~3 mm 玻璃管，浓缩水样用(自制)。
- g. 吸耳球（虹管用）1 个。
- h. 计数框（0.1 mL）1 片。
- i. 0.1 mL 刻度吸管或 100 μL 微量吸液器 1 支。
- j. 显微镜（具移动台、自微尺和台微尺）1 台。
- k. 盖玻片（22mm×22mm，0.17mm 厚）。
- l. 载玻片（25.4mm×76.2mm，0.8mm 厚）。
- m. 镊子（封片用）。
- n. 其他。

②试剂

a. 鲁哥氏液(固定剂)配制方法如下：称取碘化钾 60g，溶于 1000mL 蒸馏水，待完全溶解后再加入碘 40g，贮存于密闭的棕色试剂瓶中。

b. 福尔马林（含 36%甲醛）固定剂。

c. 液体石蜡，封片用。

3.3.2 浮游动物

(1) 样品的采集和固定

采集原生动物和轮虫定性样品，用 25 号（网孔 0.064 mm，200 孔/英寸）浮游生物网；采集枝角类和桡足类样品时，用 13 号网捞取（网孔为 0.112 mm，130 孔/英寸），滤水较快。

采样时，以网口上端刚在水面或水深一尺处作“∞”形的循环拖动，约 3~5min 后，将网慢慢提起，使浮游动物集中在网头内，打开活塞，使样品流入瓶内，立即固定。原生动物和轮虫用 1.5% 鲁哥（Lugol）氏液或波恩氏液；甲壳类加 5% 甲醛固定。定量样品用采水器（同浮游植物），采 5~10 L 水，用 25 号网过滤浓缩，然后加入 4% 福尔马林液固定。带回室内静止 24 h 后定容 30 mL。

（2）样品鉴定

原生动物应进行活体观察，在中倍显微镜下分类鉴定。镜检时，可在盖片沿边加一滴 1% 硫酸钡进行麻醉，剩余硫酸钡要用滤纸吸掉。原生动物一般鉴定到属即可，优势指示种一定要鉴定到种。轮虫、枝角类、桡足类用低倍显微镜和实体解剖镜进行镜检，尽量鉴定到种，优势指示种一定要鉴定到种。

（3）计数和计算

先将浓缩水样充分摇匀后，用吸管吸出 0.1 mL 样品，置于 0.1 mL 计数框内，盖上盖玻片，在 100~400 倍显微镜下进行全片计数。

轮虫和无节幼虫计数时，取摇匀的浓缩样品 1 mL，放入 1 mL 计数框内，全片计数。每个样品计数 2 片，求出平均值，再依据公式换算成每升水中的数量。

枝角类和桡足类计数时，可将浓缩样品摇匀，用粗吸管吸 5 mL，置于 5 mL 计数框内，在低倍显微镜下进行全片计数。如果水样中甲壳类标本量很少，则可将全部样品浓缩为 5 mL，用 5 mL 计数框全部计算。

某类群浮游动物个体数 N_i 可按下列公式计算：

$$N_i = \frac{C \times V_1}{V_2 \times V_3}$$

式中，C 为计数所得个体数， V_1 为浓缩样品，mL； V_2 为计数体积，mL； V_3 为采样体积，L。

每升内浮游动物总数等于各类群个体数之和。

（4）生物量计算

用实验测动物体积，再求得其生物量。这种方法是准确而科学的，因浮游动物因季节不同或地域的差别，则体积也不尽相同。但条件不具备时，可依据资料求得，即将每种浮游动物定量计数的个体数量与该种的平均湿重相乘即可得其生物量。再将各类动物的生物量相加，即为浮游动物总生物量。

（5）主要用具和固定剂

①主要用具

- a. 13 号、25 号浮游生物网各 2 个。
- b. 采水器：1000 mL 1 个，5000 mL 1 个。
- c. 水样瓶：1000 mL 若干个。
- d. 样品瓶：60 mL 若干个。
- e. 沉淀器：1000 mL 分液漏斗若干个。
- f. 虹吸管数米。
- g. 吸耳球 2 个。
- h. 计数框：0.1 mL、1 mL、5 mL 各 2 个。
- i. 刻度吸管：0.1 mL、1 mL、5 mL 各 2 支。
- j. 显微镜（具移尺、目微尺）1 台。
- k. 载玻片若干盒。
- l. 盖玻片若干盒。
- m. 弯头、直头镊子各 2 把。
- n. 实体解剖镜 1 台。
- o. 广口试剂瓶：200 mL 若干个，1000 mL 若干个。
- p. 其他

②固定剂

a. 鲁哥(Lugol)氏液，取 60g 碘化钾溶于 1000 mL 蒸馏水中，待溶后加入 40g 碘。一般 1000 mL 水样加 15 mL 鲁哥氏液，最好滴 2 滴福尔马林防止腐败。

b. 波恩（Boin）氏液：在 1000 mL 蒸馏水中加入苦味酸晶体制成饱和液，取其上清液 750 mL 注入试剂瓶中，再加福尔马林 25 mL 和冰醋酸 3 mL 即成波恩氏固蒸液。此固定液用于浮游动物最佳，使物体基本不变形，对观察鉴定较为有利。用量以超过浓标本液一半以上为宜。

c. 福尔马林液：（含 1.6%甲醛）用 5%福尔马林固定甲壳类样品为宜。

3.3.3 底栖动物

(1) 样品的采集

样本的采集包括定性样品采集和定量样品采集。

①定量采样

改良式彼得森采泥器，开口面积为 $1/16\text{m}^2$ ，适合于采集淤泥及较软的底泥，主要用于采集水生昆虫、水生寡毛类及小型软体动物。使用时打开采样器，挂好提钩后缓慢放至水底，然后继续放绳，抖脱提钩，再轻轻向上提绳拉紧，估计采泥器两页闭合后，将其拉出水面、置于桶或盆内，打开采泥器使所采得的底泥倒于桶或盆内，去除泥沙，将筛上全部肉眼所看得见的动物用镊子挑出固定，注意勿将标本损坏。

带网夹泥器，开口面积 $1/6\text{m}^2$ ，可采集螺、蚌等较大的底栖动物。采得样品后，将网口紧闭、在水中涤荡，除去网中泥沙，然后提出水面，检出其中全部螺、蚌等固定。

如采样时来不及检出底栖动物，可将筛洗后所余杂物连同动物全部倒在备用塑料袋重，将其置于阴凉处，带回实验室后立即挑出动物固定。

为减小误差，每点要采集两个平行样（包括用改良式彼得生采泥器和带网夹泥器），即要在一个点位上同时采集两次，以减少因底栖动物在底质中分布不均造成的误差。

②定性采样

除可用上述方法采取定性样外，还可用三角拖网在水底拖拉一段距离，然后取出水川面，将网内所得底质用 40 目分样筛洗去泥污，将标本挑出固定。在岸边及浅水处，可捞取石块、砾石或用手抄网将底泥捞起，挑出标本固定。

上述定量标本和定性标本，均须现场贴上标签，注明采样地点、时间及编号。

（2）固定和保存

挑出的底栖动物立即放入 5% 的甲醛溶液或 75% 的酒精溶液中固定，考虑到某些底栖动物在上述浓度中常自行载体脱熄，可先放入较低浓度的溶液中（如 2% 的甲醛或 50% 的酒精），数小时后，再转入 5% 的甲醛溶液或 75% 的酒精溶液中固定保存。为便于分类鉴定，环节动物如水蚯蚓，蛭等应先放入玻皿中，加少量水，缓缓滴加数滴酒精，将虫体麻醉，待其完全舒展伸直后，再以 5% 甲醛或 75% 酒精溶液固定保存。固定液须为动物体积的 10 倍以上，否则应在 2~3d 后更换一次。

以上方法固定的标本，保存时间很长，但所固定的标本极易褪色，因而固定前应先记录标本的颜色，以备鉴定标本时使用。

（3）鉴定

软体动物和水栖寡毛类可参考有关文献、资料鉴定到种，摇蚊科幼虫鉴定到属，水生昆虫等鉴定到科。

水栖寡毛类和摇蚊科幼虫等鉴定时，制片在解剖镜或显微镜下观察一般用甘油做透明剂。封片时先滴 1~2 滴加拿大树胶或普氏胶在载玻片（胶的用量要适当），然后将标本放置

其上，倾斜放置盖玻片，避免产生气泡。

(4) 计数

把每个采样点所采到的底栖动物按不同种类准确地统计个体数，根据采样器的开口面积推算出 1m^2 的数量，包括每种的数量和总数量(单位：个/ m^2)。

在现场固定前，将采得的底栖动物放在滤纸上，吸去多余的水分，用扭力天平或普通药物天平称出各种类的湿质量，并标出 1m^2 的生物量。

(5) 主要用具和试剂

①主要用具

- a. 改良式彼得森采泥器 1 只。
- b. 带网夹泥器 1 只。
- c. 三角拖网 1 只。
- d. 40 目分样筛 1~2 个。
- e. 解剖针，尖嘴镊。
- f. 塑料桶或盆若干个。
- g. 塑料袋若干个。
- h. 天平 1 台。
- i. 样品瓶若干个。
- j. 解剖镜 1 台。
- k. 显微镜 1 台。
- l. 载玻片，盖玻片。
- m. 其他。

②试剂

- a. 5%甲醛溶液。
- b. 75%酒精溶液。
- c. 甘油。

3.3.4 大型水生维管束植物

(1) 采样工具

水草定量夹：采集大型水生维管束植物的定量工具，一般用的水草定量夹，完全开口时网的各边长 50cm，面积共计为 0.25m^2 。尼龙网长 90cm 左右，网孔大小为 $3.3\text{cm}\times 3.3\text{cm}$ 。

采样框：用以测定植丛的密度、植物在样方上的分布和计算植丛的生物量。

方框有 1m^2 样方（边长 1m ）和 0.25m^2 样方（边长 0.5m ）两种，是用宽 2cm 、厚 0.5cm 的木板条制成。为了便于携带，各片板条两端各装一铜片，其上钻一孔，穿入金属轴。方框各边每隔 5 或 10cm 做一记号。此框统计浮游植物叶在水面上盖度及近底植物丛极其适用。

采集袋：用纱布或塑料薄膜制成，袋长 $30\sim 40\text{cm}$ ，宽 $20\sim 25\text{cm}$ 。用以分别盛装以固定量夹在各点新采的大型水生植物标本。

耙子：采集水生维管束植物定性工具。

(2) 采样断面和点的选择

根据湖泊形态、水文情况、植物的分布等设置断面。

断面最好是平行排列，或为“之”字形。断面与断面的距离一般为 $50\sim 100\text{m}$ ，断面上的定点距离一般为 $100\sim 200\text{m}$ （可根据实际情况而定）。断面上定点数目最好为奇数，画面即断面中间应设一个点，没有大型水生植物的地区可不必设点。在计算生物量时可以区分计算。

定性样品的采集：主要采集水深在 3m 以内的种类，用以带回实验室进行分类鉴定，准确鉴定出新采得的大型水生植物的种、属名称。生长在岸边的禾本科、莎草科等挺水植物可直接用于采集；浮叶植物可用耙子连根拔起，选择 $1\sim 3$ 片带叶柄的浮叶、花、果实 3 漂浮植物可用带柄手网（ 10 目）采集，沉水植物可用耙子或拖钩采集；将新采到的不同种类作成腊叶标本或浸制标本，每号标本至少制成两份，经鉴定后保存。每采集一种植物，必须立即做好采集记录，贴上采集标签。

(3) 定量样品采集和生物量的统计

挺水植物的生物量可将 1m^2 面积的全部植物从基部割断，分种类称量。沉水植物、浮叶植物及漂浮植物的生物量，用水草定量夹采集，将采集的 0.25m^2 样方内的全部植物连根拔起，每点采两次，将网内植物洗净，装入已编号的样品袋内。在室内取出袋内植物，去除根、枯枝、败叶及其他杂质，去除植物体表多余的水分，分种类称量（湿质量）。最后换算成每 m^2 面积内各种大型水生植物的质量（鲜质量或干质量）。

干质量是取部分鲜样品（不得少于 10% ），即为子样品鲜质量，将子样品在 105°C 的鼓风干燥箱内烘干，直到恒质量，即为子样品的干质量。计算如下：

$$G = G_1 \frac{G_2}{G_3}$$

式中： G 为样品干质量； G_1 为样品鲜质量； G_2 为子样品干质量； G_3 为子样品鲜质量。

根据每 m^2 各类植物的生物量和它们的分布面积，可求出该水体大型水生植物的总生物量和各类植物所占的比例。

(4) 主要用具

主要用具有：

- ①水草定量夹 1 个。
- ②采集袋若干个，视采集点数而定。
- ③带柄手网 1 个。
- ④水草采集夹或拖钩 1 个。
- ⑤标本夹。
- ⑥吸水纸。
- ⑦台纸。
- ⑧纱布。
- ⑨秤或粗天平。
- ⑩标本瓶。

3.3.5 鱼类

(1) 鱼类种群的组成

鱼类的种群组成及其特点与湖泊、水库的营养状况有着密切关系。调查鱼类组成，主要是指年龄、长度、质量、性别等结构变化，并找出富营养化对鱼类种群组成的影响。此项工作一般应收集该水体富营养化以前的鱼类种群组成的历史资料，并组织不同网具进行随机取样，每个种群每次取 50~100 尾样品进行生物学测定，鉴定年龄，然后按年龄组、长度组、质量组统计尾数，计算百分比：

年龄组成：种群中各龄鱼的数量占整体的百分比。

长度组成：种群中各长度组鱼的数量占整体的百分比。

质量组成：种群中各质量组鱼的数量占整体的百分比。

分析种群组成的样品取的次数越多，每次样品的容量越大，计算得出的平均数就越能代表该种群组成的真实情况，如能从同一湖泊的不同样点、不同渔船、无选择性的渔具、渔法的鱼获物中收集样品，其种群组成的代表性更强。

(2) 鱼类食性

①胃含物的处理

对体长 2cm 以下的小鱼，可以整条固定，固定之前，在鱼的腹下剪一小口，每个样品放置一个标签，注明采集时间、地点和渔具；用纱布裹紧，固定于 5%福尔马林液中。大型个体在测量记录后，尽快取出完整的胃肠，在取肠管时应小心剥离结缔组织，勿带出生殖腺。取出肠管，两端用线扎紧，拴上与样品同号码的标签，用纱布包好后固定于 5%的福尔马林溶液中。

在胃肠取样的同时，应轻轻拉直并测量其长度，判定胃肠管的充塞度，其分六级。

0 级：胃肠内无食物。

1 级：胃肠内有少量食物，食物占胃肠的 1/4。

2 级：食物占胃肠的 1/2。

3 级：食物占胃肠的 3/4。

4 级：整个胃肠都有食物，但胃壁不膨大。

5 级：胃内充满食物，胃壁膨大。

②胃含物检查

割开胃肠，取出内容物进行称重，取其全部或抽取一部分进行定性和定量工作。

a. 定性

指鉴定饵料生物的种类。取样最好在近口腔的部位，无法鉴定的种类可按大类区分。有些饵料生物要根据其生物体上难以消化，因而保存比较完整状态的部分进行定性。

b. 定量

在定性的基础上计算出每一条鱼胃含物含有各种不同动植物的个体数。以浮游生物或小型生物为食物的鱼类，取胃含物的一部分，在显微镜下逐个计数。一般应计数多次，取其平均值，再乘以胃含物总量，求得该鱼所吞食的总量。

(3) 鱼类的生长

鱼类的生长与饵料生物的种类、数量有直接关系，而水体的营养状况决定了饵料生物的多与寡，也影响了鱼类的生长速度。对于鱼类的生长情况主要通过下面两个指标来研究。

①生长速度

鱼体长度、质量随时间变化而变化称为鱼体的生长速度。也就是鱼体长度、质量的年增长量。鱼类种群的生长速度可以通过在较短时间内收集种群样品、测定长度、质量，收集年龄资料，然后根据各龄鱼的平均长度、平均质量计算种群的生长。

②丰满度系数

丰满度或称肥满度，它反映鱼在一定体长时的质量，湖泊、水库水体营养条件良好，鱼长得比较丰满；营养不良，鱼就变得瘦弱。所以丰满度这个指标，可以用来比较湖泊、水库营养水平的尺度。常用丰满度系数作为丰满度的指标。丰满度系数根据二个数值求得，一是鱼的体质量（g）一是鱼的长度（cm）。把两个数代入下列公式，即得：

$$\text{丰满度系数} = \frac{\text{体质量}}{(\text{体长})^3} \times 100$$

（4）渔获量调查

①捕获量或产量为根据统计

以某一作业渔场、一个湖泊、一个水库为单位，通过渔业公司和捕捞队统计该年度总产量，同时要按不同捕捞期深入到基层，进行抽样统计该水体优势种分类产量。

②单位渔具渔获量

单位渔具渔获量常用于了解不同水体间的差异性，了解鱼类活动和数量变化规律。

附录 E 湖泊流域生态服务功能和调控管理措施调查

1.湖泊流域生态服务功能调查

附表 E1-1 水源地水质调查

名称	坐标(°)		供水人口 (万人)	参数		月平均水质												备注
	东经	北纬				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
				基本 24 项	水温													
					pH													
					DO													
					TP													
																		
				补充 项 5 项	硫酸盐													
																		
				特定 项 80 项	三氯甲烷													
					四氯化碳													
																		
																		
				基本 24 项	水温													
					pH													
					DO													
					TP													
																		
				补充 项 5 项	硫酸盐													
																		
				特定 项 80 项	三氯甲烷													
					四氯化碳													
																		
																		

附表 E1-2 湖泊流域栖息地功能调查

编号	指标	单位	历史数据	现状数据	数据来源
1	天然湿地面积	km ²			
2	人工湿地面积	km ²			
3	林地面积	km ²			
4	草地面积	km ²			
5	鱼类种类数	种			
6	候鸟种类	种			

编号	指标		单位	历史数据	现状数据	数据来源
7	国家重点保护种群数量	种类 1				
8		种类 2				
9		种类 3				
10	外来入侵物种	种类 1				
11		种类 2				

填写说明：

- 1.历史数据可填写 1980s、1990s 或者基准年以前 5 年的数据；
- 2.天然湿地面积、人工湿地面积、林地面积、草地面积可根据土地利用分类图或者遥感影像解译求得；
- 3.鱼类种类数、候鸟种类及国家重点保护鸟类数据可通过自然保护区或者管理局获得。

附表 E1-3 湖泊湖滨拦截功能调查

编号	指标		单位	历史数据	现状数据	备注
1	湖体周长		km			
2	湖滨缓冲区、消落带的长度	天然	km			
		人工	km			
3	湖滨缓冲区、消落带的宽度	天然	km			
		人工	km			
4	缓冲带、消落带的面积	天然	km ²			
5		人工	km ²			
6	湖滨挺水植物覆盖度		%			
7	天然湖滨带保护指数		/			
8	污染物截流量（选做）	总氮	kg/d			
9		总磷	kg/d			
10		COD	kg/d			

填写说明：

- 1.历史数据可填写 1980s、1990s 或者基准年以前 5 年的数据；
- 2.湖体周长、湖滨缓冲区的长度、宽度可通过遥感影像解译求得；

- 3.湖滨挺水植物覆盖度：可通过实地调查获得；
- 4.天然湖滨带保护指数： 1 代表“几乎未受破坏”； 2 代表“受到一些破坏”； 3 代表“受到较大破坏”； 4 代表“受到很大破坏”； 5 代表“受到严重破坏”；
- 5.污染物截流量可通过某种优势种类型单位面积污染物截流量与该优势种湖滨带的面积来求得，具体方法可参考相关文献。

附表 E1-4 人文景观和水产品供给调查

编号	指标	单位	数据	数据来源
1	自然保护区级别	/		
2	旅游业总产值	万元		
3	水产品产量	吨		
4	流域水质安全人口比例	%		
5	公众满意度指数	/		

填写说明：

- 1.自然保护区级别采用 5 分制：5 代表国家自然保护区；4 代表省（自治区、直辖市）级自然保护区；3 代表市（自治州）级自然保护区；2 代表“县（自治县、旗、县级市）级自然保护区；1 代表其他；
- 2.旅游业总产值可通过统计年鉴获取；
- 3.水产品产量可通过统计年鉴获取；
- 4.流域安全饮用水人口比例为该流域内饮用水水质安全达标的水量所能供给的人口数占该流域内总人口数的比例。可通过当地的水务部门获取；
- 5.公众对湖泊景观的满意度指数采用 5 分制： 1 代表“很满意”； 2 代表“较满意”； 3 代表一般； 4 代表“不满意”； 5 代表“很不满意”。

附表 E1-5 自然保护信息

序号	自然保护区名称	位置	面积 (km ²)	主要保护对象	始 建 时间	始建批准机关	保 护 区 现 级别
1							
2							
3							

填写说明：

数据可通过自然保护区的管理单位获取。

2.湖泊生态环境保护调控管理措施调查

附表 E2-1 生态环境保护调查

编号	调查指标		单位	数据					数据来源
				2009	2010	2011	2012		
	资金投入	GDP	万元						
		地方及社会投入	万元						
		中央财政投入	万元						
	污染治理	工业企业废水稳定达标率	%						
		城镇生活污水集中处理率	%						
		城镇生活垃圾集中处理率	%						
		农村生活污水集中处理率	%						
		农村生活垃圾收集处理率	%						
		农村畜禽粪便综合利用率	%						
		水土流失治理率	%						
	产业结构优调整	第一产业生产总值	万元						
		第二产业生产总值	万元						
		第三产业生产总值	万元						
		万元 GDP 废水排放量	t						
		中水回用率	%						
	生态建设	天然湿地恢复面积	km ²						
		森林覆盖率	%						
		沿湖 1km 缓冲区内建筑用地面积	km ²						
	监管能力建设	项目规范化指数	/						
		环境监测能力	/						
		环境监察标准化建设能力	/						
		科技支撑能力	/						
	长效机制	法律、法规、政策	/						
		流域统一监管机构	/						
		市场化的长期投融资制度	/						

调查负责人_____ 填表人_____

填写说明：

- 1.饮用水源地规范化建设程度采用 5 分制： 5 代表非常规范； 4 代表规范； 3 代表基本满足要求； 2 代表较差； 1 代表很差；
- 2.环境监测能力采用 5 分制： 5 代表每月对水质进行监测，有详尽的监测报告，并且每年开展应急演练； 4 代表每月对水质进行监测，有详尽的监测报告； 3 代表每季度对水质进行监测，有详尽的监测报告； 2 代表有间断的水质监测报告； 1 代表没有水质监测报告；
- 3.环境监察标准化建设能力采用 5 分制： 5 代表环境监察标准化能力建设已经通过验收； 4 代表队伍建设、装备建设和业务用房建设都已经完成，等待验收； 3 代表基本满足环境监察标准化建设能力的要求； 2 代表满足环境监察标准化建设能力的队伍建设、装备建设和业务用房建设任意两项要求； 1 代表其他；
- 4.科技支撑能力采用 5 分制： 5 代表有长期的科学研究，数据资料较全； 4 代表已经开展 5 年的科学研究，数据资料较全； 3 代表开展 2 年科学研究，有相应监测资料； 2 代表刚刚开展基础调查，部分或无系列数据； 1 代表无计划；
- 5.项目规范化指数采用 5 分制： 5 代表有项目实施管理办法，资金、技术和管理全过程； 4 代表有项目实施管理办法，资金、技术和管理较全； 3 代表有部分项目实施管理办法，资金、技术和管理等相应 2 项； 2 代表有部分项目实施管理办法，资金、技术和管理中一项； 1 代表无管理办法。