

HJ

中华人民共和国环境保护标准

HJ □□—20□□

生物物种监测技术指南 内陆水域 鱼类

Technical Guidelines for Species Monitoring Inland Water

Fish

(征求意见稿)

20□□-□□-□□发布

20□□-□□-□□实施

环 境 保 护 部

发 布

目 次

前言.....	ii
1 适用范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 监测原则.....	3
5 监测方法.....	3
6 监测内容和指标.....	6
7 监测时间和频次.....	6
8 数据处理和分析.....	7
9 质量控制与安全管理.....	10
10 监测报告编制.....	10
附录 A（资料性附录）鱼类资源监测所需的主要仪器和设备.....	11
附录 B（资料性附录）鱼类早期资源调查—断面采集记录表.....	12
附录 C（资料性附录）鱼类早期资源调查—鱼卵培养记录表.....	13
附录 D（资料性附录）鱼类早期资源调查—鱼卵、仔鱼采集记录表.....	14
附录 E（资料性附录）环境数据记录表.....	15
附录 F（资料性附录）鱼类采集记录表.....	16
附录 G（资料性附录）鱼类生物学数据记录表.....	17
附录 H（资料性附录）回声探测仪记录表.....	18
附录 I（资料性附录）标记重捕数据记录表.....	19
附录 J（资料性附录）鱼类资源监测报告编写格式.....	20

前言

为贯彻落实《中华人民共和国环境保护法》和《中国生物多样性保护战略与行动计划》（2011-2030 年），规范我国生物物种资源监测工作，掌握和了解内陆水域鱼类物种资源的变化规律，评估环境变化和人类活动对鱼类物种资源的影响，提高生物多样性保护和管理水平，制定本标准。

本标准规定了内陆水域鱼类物种资源监测的主要内容、监测指标、技术和方法。

本标准附录 A、B、C、D、E、F、G、H、I、J 为资料性附录。

本标准为指导性标准。

本标准为首次发布。

本标准由环境保护部科技标准司组织制订。

本标准主要起草单位：中国科学院水生生物研究所、中国科学院昆明动物研究所、环境保护部南京环境科学研究所。

本标准环境保护部 2014 年□□月□□日批准。

本标准自 2014 年□□月□□日起实施。

本标准由环境保护部解释。

生物物种监测技术指南 内陆水域鱼类

1 适用范围

本标准规定了内陆水域鱼类物种资源监测的主要内容、监测指标、技术和方法。

本标准适用于中华人民共和国范围内所有内陆水域鱼类物种资源的监测。

2 规范性引用文件

本标准内容引用了下列文件或其中的条款。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB 8588-88	渔业资源基本术语（第一部分）
HJ623-2011	区域生物多样性评价标准
HJ628-2011	生物遗传资源采集技术规范（试行）
GB8170	数值修约规则
GB10111	利用随机数骰子进行随机抽样的办法
GB4883	数据的统计处理和解析 正态样本异常值的判断和处理
GB/T 7714-2005	文后参考文献著录规则
SL87	透明度的测定（透明度计法、圆盘法）
SL167-96	水库渔业资源调查规范
SL58-93	水文普通测量规范
SL219-98	水环境监测规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1 鱼卵 egg

指从精卵结合至孵化出膜阶段的鱼类个体。

3.2 仔鱼 larva

指从卵膜内孵出后至变态完成的鱼类早期发育个体，一般指持续至鳍条出现，有鳞鱼类鳞片开始生长的阶段。鱼类个体开始在卵膜外进行发育，也是从内源营养向外源营养转化并完成变态发育的时期。

3.3 稚鱼 juvenile

指完成了变态，鱼类个体体型趋近成鱼，器官发育完成，直到性成熟前的个体。

3.4 成鱼 adult

指达到初次性成熟以后的鱼类个体。

3.5 全长 total length

指吻端至尾鳍末端的距离。

3.6 体长 standard length

指吻端至尾椎骨末端的距离。

3.7 体重 body weight

指鱼类个体的质量。

3.8 空壳重 carcass weight

指鱼类个体的去内脏体重。

3.9 性腺发育期 gonad stages

依据性腺的组织学和细胞学特征，对性腺发育进行分期：

(1) 卵巢的分期

I 期 卵巢为透明细线状；肉眼不能分辨雌雄，看不到卵粒，表面无血管或甚细弱。为未达性成熟的低龄个体所具有。

II 期 卵巢多呈扁带状，有不少血管分布于卵巢上，已能与精巢相区分，但肉眼尚看不清卵粒，即卵粒中尚未沉积卵黄。

III 期 卵巢体积因卵粒生长而增大，卵巢血管发达，肉眼已可看清积累卵黄的卵粒，但卵粒不够大也不够圆，且不能从卵巢褶皱上分离剥落。

IV 期 卵巢中卵粒充满卵黄，卵巢膜甚薄，表面的血管十分发达，卵粒极易从卵巢褶皱上脱落下来，有时挤压腹部可流出少量卵粒。

V 期 为产卵期，卵巢已完全成熟，呈松软状，卵粒已自卵巢褶皱上脱落，排至卵巢腔(或腹腔)中，提起亲鱼或轻压腹部即有成熟卵从泄殖孔中流出。

VI 期 产完卵以后的卵巢，一批产卵的鱼，卵巢呈萎瘪的囊状，表面血管充血，以后转变为 II 期；分批产卵的鱼，卵巢内仍有还在发育的第 3、第 4 时相的卵母细胞，经一段时期发育后又产下一批卵。所以此类卵巢经短期恢复后，由 VI 期转变为 IV 期。

(2) 精巢的分期

I 期 特征和 I 期卵巢相同，也是未达性成熟的低龄个体所具有。

II 期 呈线状或细带状腺体，半透明或不透明，表面血管不显著。

III 期 呈圆杆状，挤压鱼的腹部或剪开精巢都没有精液流出，作精巢切面时塌陷；不少鱼的 III 期精巢呈肉红色。

IV 期 呈乳白色，表面血管显著，作精巢切面时，切面塌陷；挤压鱼腹有白色精液流出，精液入水后随即溶散，此时已进入成熟期。

V 期 为生殖期，精巢柔软，内充满乳白色精液，提起鱼头或轻压腹部就有大量精液从生殖孔流出。

VI 期 为生殖后的精巢，体积缩小，外观萎瘪，经恢复后转为 III 期。

3.10 性腺重 gonad weight

性腺的总重量，单位为克 (g)。

3.11 性比 sex ratio

指鱼类的性别比例 (%)。

3.12 存活率 survival rate

指某一时段终止时和起始时鱼类种群个体数量之比。

3.13 鱼体肠管充塞度 intestine fullness

表示鱼体肠管内食物多少，共分 6 级：

0 级：肠管空

1 级：食物约占肠管的 1/4

2 级：食物约占肠管的 1/2

- 3 级：食物约占肠管的 3/4
- 4 级：整个肠管都有食物
- 5 级：食物极饱满，肠管膨胀。

4 监测原则

- 4.1 科学性原则。监测样地和监测对象应具有代表性，能全面反映监测区域鱼类物种资源的整体状况；应采用统一、标准化的监测方法，能监测到鱼类物种资源动态变化趋势。
- 4.2 可操作性原则。监测计划应考虑所拥有的人力、资金和后勤保障等条件，充分利用现有资料和成果，立足现有监测设备和人员条件，应采用效率高、成本低的监测方法。
- 4.3 持续性原则。监测工作应满足鱼类物种资源保护和管理的需要，并能对保护和管理起到指导及预警的作用。监测对象、方法、时间和频次一经确定，应长期保持不变。
- 4.4 保护性原则。避免超出客观需要的频繁监测。若要捕捉重点保护水生野生动物进行取样或标志，应获得水生野生动物保护管理部门的行政许可。
- 4.5 安全性原则。鱼类的采样作业有一定的危险性，监测人员应接受相关培训，监测过程中做好防护措施，为参与野外监测人员购买人身意外伤害保险。

5 监测方法

5.1 监测准备

- 5.1.1 确定监测目标。监测目标可为掌握监测区域鱼类物种多样性、群落和种群结构、早期资源补充、地理分布；为分析人类活动和环境变化对鱼类物种资源的影响；或为保护措施的制定，以及评价鱼类保护措施和政策的有效性提供基础数据。
- 5.1.2 明确监测对象。根据监测目标，一般应从具有不同生态需求和生活史的类群中选择监测对象。在考虑物种多样性监测的同时，还应重点考虑：(1)受威胁物种、保护物种和特有种；(2)具有社会或经济效益的物种；(3)对生态系统结构和过程维持有重要作用的物种；(4)对环境变化反应敏感的指标性物种。
- 5.1.3 制定监测计划。收集监测区域自然和社会经济状况的资料，了解监测对象的生态学及种群特征，必要时可开展一次预调查，为制定监测计划作好准备。监测计划应包括：监测内容、要素和指标，监测时间和频次，样本量和取样方法，监测方法，数据分析和报告，质量控制和安全管理等。
- 5.1.4 人员培训。做好监测方法和野外操作规范的培训工作，确保监测人员能够熟练掌握各种仪器的使用以及鱼类标本的采集和鉴别方法。同时做好安全培训，强调野外采样中应注意的事项，杜绝危险事件发生，加强安全意识。
- 5.1.5 仪器设备和计量控制。准备好鱼类资源监测所需仪器和设备（附录 A）。检查并调试相关仪器设备，确保设备完好，对长期放置的仪器进行精度校正。

5.2 监测断面或样点设置

- 5.2.1 将湖泊、水库等开阔水域，按照水体底质、水生植物组成、水深、水流、湖库形状、水质等因素划分成若干小区，使同一小区内变异程度尽可能小。在每个小区内，设置若干有代表性的样点。样点的数量可根据小区湖体面积、形态和生境特征、工作条件、监测目的、

经费情况确定。一般，湖体水面大于 2 km²时样点不少于 3 个。对于通江湖泊，应确保主要入湖支流、主湖区以及通江水道必须设置采样点。主要入湖支流的样点数不得少于 2 个。对于通江水道，样点不少于 2 个，在离通江口和入湖口的一定距离处分别设置样点。

5.2.2 根据河流形态、河床底质、水位、水流、水质等因素，将河流划分成若干断面，使同一断面上的变异程度尽可能小。在同一断面上每隔一定的距离设置一个样点。

5.3 产漂流性卵鱼类早期资源监测

5.3.1 该方法适用于江河或湖泊的入湖或出湖河流的流动水体。

5.3.2 定点定量采集。将弉网或者圆锥网固定在船舶或者近岸的支点，每日采集 2 次，采集时间为 6:00-7:00 和 18:00-19:00，每次采集约 1h。采集时间可根据实际情况进行一定的调整。采样过程如下：①将采集网具悬挂于卷扬机的钢索上；②启动卷扬机，释放钢索，将采集网放入水中；③网口到达预定水层时开始计时并记录；④观察钢索计数器和倾角仪的度数；⑤将流速仪安装于网口中央，测定网口流速；⑥一次采集持续到预定时间时，开启卷扬机，拉起采集网具，同时记录采集网的起吊时间；⑦分拣鱼卵、仔鱼、稚鱼等；**错误！未找到引用源。**采样期间，测定透明度、水温、pH 值、溶氧等环境因子。

5.3.3 定性采集。在鱼卵、仔鱼“发江”时用弉网进行定性采集。获得的鱼卵、仔鱼主要用于培养观察。定性采集通常昼夜连续进行，持续 24 小时，下网时间间隔 2~4 小时，每次采集 15~30 分钟，如遇雨后杂质较多时，可根据实际情况，适当缩短采样时间。采集完毕，将杂质与鱼卵、仔鱼等一并带回，在实验室内进行分拣，拣出形态完好、行为正常的鱼卵、仔鱼进行培养和观察，直至鉴定。

5.3.4 断面采集。使用圆锥网，在定量采集点所处的断面上进行，采集点为左岸近岸、左岸至江中距离的 1/2 处、江中、江中至右岸 1/2 处、右岸近岸，共 5 个点，从左岸侧的江岸至对岸 5 个点分别编号为 A、B、C、D、E。每个采集点采集表、中、底 3 个样，分别编号为 1、2、3，相应的采集深度分别为该点水深的 0.2、0.5、0.8 倍（图 1），每次采集的时间定为 10 分钟，采集记录表参考附录 B。

5.3.5 样本处理。将采到的鱼卵、仔鱼、稚鱼以及所有悬浮物和碎屑等一起过滤。如果发现鱼卵，计数后逐个培养，培养过程中鉴定种类，并作好相关记录（记录表见附录 C）。发现仔鱼则放入 7%的福尔马林溶液中固定，15 分钟后拣出，逐尾计数，放入 5%的福尔马林中保存。发现稚鱼，放入 10%的福尔马林溶液中固定保存。各次采集的仔鱼、稚鱼样本放入标签后分别存放，供实验室内鉴定种类。分别记录每个样本内各种类鱼卵、仔鱼、稚鱼的数量及其每一尾的发育期(鉴定结果录入附录 D)。对于种类鉴定有疑问的样本，用酒精保存，进行分子鉴定。

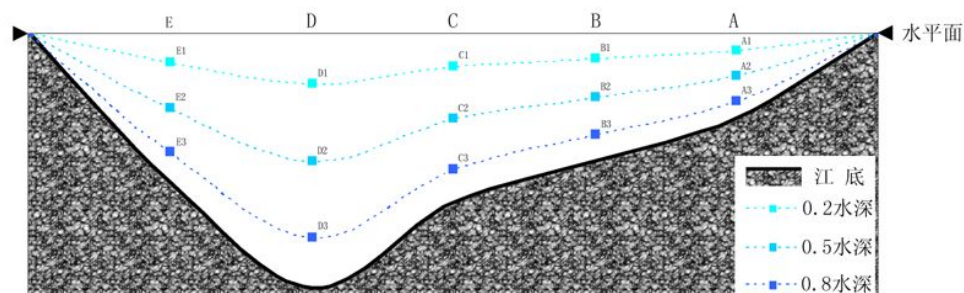


图 1 鱼类早期资源采样点分布

5.4 渔获物调查

5.4.1 调查方法

5.4.1.1 通过以下三种方法获得鱼类种类组成和分布的资料：（1）统计所监测水体的小区各类渔船所捕捞的渔获物中的所有种类；（2）监测人员自主采集；（3）访问渔民、水产品收购和批发市场、当地渔业管理部门的工作人员。

5.4.1.2 渔获物的取样数量要求能反应渔获物的现实状况。渔船数量较多时，可根据各种渔具的渔船数量按比例进行取样；当渔船数量较少时，应对所有渔船的渔获物进行统计分析。

5.4.1.3 每次进行鱼类采集时都应填写环境数据记录表（附录 E），将采集到的每一尾鱼样本当场鉴定种类，并逐尾进行各种生物学指标的测量和记录（记录表见附录 F 和 G）。对于不能当场识别、识别尚存疑问或者以前没有采集到的种类，应在采集记录上做备注，并取鳍条、肌肉等组织材料用酒精固定以备进行分子鉴定，整体标本用福尔马林溶液固定并作标记。

5.4.2 样品处理方法

根据不同的目的和样品的大小，处理方法也不同：

5.4.2.1 福尔马林整体浸泡。将鱼类体表冲洗干净，进行编号、登记和记录，并将布标签系好，个体较大者在腹腔中注入适量 10%福尔马林以固定内脏器官。然后将背鳍、胸鳍、臀鳍和尾鳍适当展开，在 10%福尔马林溶液中浸泡片刻，等各鳍形态固定后，放入盛有 8–10%福尔马林的标本瓶中进行固定，固定后的标本放入 5%福尔马林液或转至 75%酒精液中浸泡保存。

5.4.2.2 酒精整体浸泡。将鱼类体表冲洗干净，进行编号、登记和记录，并将布标签系好，直接放入装有 75%酒精溶液中浸泡，一天后更换 75%酒精即可长期保存。

5.4.2.3 取分子材料后保存。通常剪取适量右侧背部肌肉或右侧偶鳍保存组织材料。取材过程中应注意个体之间避免互相污染，每取一个样品后应对器材进行消毒。剪取的组织和鱼体应进行编号，且一一对应，取过组织材料的鱼体可以放入 10%福尔马林溶液中保存。剪取的组织材料一般放入装有 95%以上纯度酒精的密封容器内。

5.5 声纳探测

5.5.1 监测方法：走航式和水平式。

5.5.2 走航式是运用回声探测仪监测鱼类数量与分布。将声纳探测设备的数字换能器（探头）固定在船体的一侧，探头发射声波面垂直向下，探头放于水面以下一定深度，避免船体波动探头露出水面，同时也减少水面反射的影响。利用 GPS 仪确定探测船的坐标位置，并记录航行路线。在河流中，根据探测江段长度、深度、宽度和监测要求选择探测方式。探测方式可采用平行式走航探测，比如“Z”和“弓”字形路线，也可采用直线式走航探测（记录表见附录 H）。在湖泊、水库等开阔水域，先划分成若干小区，在每个小区的角和中心点上设站。航线的走向以尽量垂直于鱼类密度梯度线为设计原则，力求每条走航路线均可覆盖各种密度类型的鱼类分布区，以保证数据的代表性和资源评估结果的准确性。

5.5.3 水平式用于监测鱼类通过某一断面的数量和活动规律。根据监测要求和水域形状，选择断面，探头完全放于水下一定的深度，探头发射声波面与水面平行。换能器进行连续（一

般 1 秒一次) 脉冲探测和声学数据采集。

5.5.4 鱼类目标强度参数的计算。鱼类目标强度 (TS) 与体长的关系为:

$$TS = a \lg l + b$$

式中, l ——鱼的体长 (cm);

a 、 b ——回归系数, 由目标强度测定实验确定。

5.5.5 声学数据的预处理。在某些特殊情况下, 如风浪天气、船舶颠簸以及遇到特殊水底时, 船底气泡和水底信号等“噪声”均可能影响探测结果, 因此要对数据进行预处理予以修正。

5.6 标记重捕法

5.6.1 标记重捕法分五个主要的步骤: 确定放流种类、选择标记方法、选择放流对象、存活和脱标实验、标记和放流、回捕和检测。每一步骤都应做好记录 (记录表见附录 I)。

5.6.2 选择合适的标记方法。一般采用挂牌标记、线码标记、荧光标记、切鳍标记等方法。

5.6.3 选择放流对象。最好选用个体较大、健壮的野生鱼类, 并在池塘或者人工圈养的水体内暂养。

5.6.4 存活和脱标实验。选择一定数量成功标记的个体进行暂养。3 日后, 逐尾检测标记的存留状况, 及鱼类的存活和生活状况, 根据不同标记部位的留存率和不同标记方法对鱼类生活行为的影响程度, 选择标记留存率较大且对鱼类生活影响较小的标记部位。

5.6.5 标记和放流。根据 5.6.4 确定的标记方法, 对鱼类进行标记。标记当日停止投喂饵料, 次日恢复饵料的投喂。运输前 2 至 3 天, 将生长良好的鱼类筛选好分塘暂养, 如缺少池塘条件应把鱼类集中于网箱中暂养, 同时反复数次清洗网箱, 增加鱼类在网箱中的活动量, 刺激鱼体分泌粘液并将粪便排出; 运输前应停止投喂 1 至 2 天。

5.6.6 标记鱼的回捕。标记鱼的回捕分四类: (1) 发布消息, 有偿回收; (2) 渔获物调查; (3) 在放流水域周边乡镇的集市上进行访问调查; (4) 自主采样。

5.6.7 样品的处理方法。已死亡的样本用 10% 甲醛溶液保存以备检测, 而活体则暂养于池塘经检测后标记放流。

6 监测内容和指标

6.1 鱼类早期资源监测内容包括鱼类种类组成、鱼类繁殖时间以及环境条件等, 以便估算鱼类早期资源量、推算产卵场及产卵规模、确定鱼类繁殖条件需求 (表 1)。

6.2 鱼类物种资源监测内容包括鱼类物种多样性、群落结构、种群结构和环境条件等 (表 1)。

6.3 可根据监测目标和当地实际对监测指标进行适当调整。

7 监测时间和频次

7.1 根据监测对象的繁殖季节确定鱼类早期资源监测的时间。通常每年进行一次, 从繁殖季节开始持续到繁殖季节结束, 每天采集 2 次、每次 1 小时。

7.2 鱼类物种资源监测的时间没有强制性规定, 主要根据监测目标和监测对象确定监测时间和频次, 尽量保持不同监测样点时间和条件的同步性。一般每年春、秋两季各进行 1 次监测, 每次 15–30 天; 或者根据鱼类生物学特点及水文条件的变化规律每年进行 4 次监测, 分别在四个季节开展, 每次 10–20 天; 或者逐月开展调查, 每次 10 天左右。

7.3 监测时间和频次一经确定，应保持长期不变，以保证数据的可比性和连续性。

表 1 内陆水域鱼类物种资源监测内容和指标

监测内容		监测指标	主要监测方法
鱼类 早期 资源 监测		产卵群体物种组成	鱼类早期资源监测
		产卵规模	鱼类早期资源监测
		产卵习性	鱼类早期资源监测
		产卵场的分布	鱼类早期资源监测
	鱼类物种 多样性	种类组成和分布 鱼类生物量	渔获物调查 声纳探测、标记重捕法
	鱼类群落 结构	优势物种，不同种类的重量和尾数频数 分布	渔获物调查
资源 监测	鱼类种群 结构	食物饱满度、性腺发育等个体生物学特征，年龄组成、性比、体长和体重的频数分布、种群数量、生物量等。	渔获物调查、声纳探测、标记重捕法
环境 条件		水体的长、宽、深、底质类型、流（容）量、水位、流速、水温、透明度、pH 值等理化因子	资料调查和现场测量，参照《水文普通测量规范》（SL58-93）和《水环境监测规范》（SL219-98）

8 数据处理和分析

8.1 鱼类早期资源数据处理

8.1.1 产卵规模的估算

鱼卵、仔鱼、稚鱼通过断面的数量根据以下公式计算。网口实际滤水面积：

$$a_i = a \cdot \cos(\theta_i / 180 \times 3.14)$$

网口中央距水面深度：

$$L'_i = L_i \cos(\theta_i / 180 \times 3.14)$$

鱼卵、仔鱼、稚鱼密度：

$$d_i = n_i / (60 \times a_i v_i t_i)$$

断面上鱼卵、仔鱼、稚鱼平均密度：

$$d_p = (\sum_{j=1}^k d_j) / k_p$$

断面系数：

$$c_j = d_p / d_j$$

采集时间内鱼卵、仔鱼、稚鱼径流量：

$$m_i = q_i d_i c_i t_i$$

相邻两次采集时间间隔内鱼卵、仔鱼、稚鱼径流量：

$$m_{i,i+1} = (m_i / t_i + m_{i+1} / t_{i+1}) T_{i,i+1} / 2$$

调查期内鱼卵、仔鱼、稚鱼径流量：

$$y = \sum m_i + \sum m_{i,i+1}$$

式中， α ——定制网具的网口面积（ m^2 ）；

α_i ——第 i 次采集时网口实际滤水面积（ m^2 ）；

θ_i ——第 i 次采集时网口与江河横断面的夹角；

L_i ——第 i 次采集时拉网索放入水中长度（ m ）；

L'_i ——第 i 次采集时网具实际入水深度（ m ）；

d_i ——第 i 次采集的鱼卵、仔鱼、稚鱼密度（ ind./m^3 ）；

n_i ——第 i 次采集的鱼卵、仔鱼、稚鱼数量（ ind. ）；

v_i ——第 i 次采集的网口流速（ m/s ）；

t_i ——第 i 次采集的持续时间（ min ）；

c_j ——第 j 次断面采集的断面系数；

d_p ——断面采集中第 p 次采集的鱼卵、仔鱼、稚鱼平均密度（ ind./m^3 ）；

d_j ——断面采集中第 p 次采集第 j 个采集点的鱼卵、仔鱼和稚鱼密度（ ind./m^3 ）；

k_p ——第 p 次断面采集样本数；

m_i ——第 i 次采集期间的鱼卵、仔鱼稚鱼径流量（ ind. ）；

q_i ——第 i 次采集期间的水流量（ m^3/s ）， $m_{i,i+1}$ 表示第 $i, i+1$ 次采集时间间隔内的鱼卵、仔鱼、稚鱼流量（ ind. ）；

$T_{i,i+1}$ ——第 $i, i+1$ 次采集时间间隔（ min ）；

y ——采集断面鱼类鱼卵、仔鱼、稚鱼的总流量（ ind. ）。

8.1.2 产卵场的估算

产卵场距采集地漂流距离为

$$L = VT$$

式中， L ——鱼卵（鱼苗）的漂流距离（ km ）；

V ——采集江段的平均流速（ m/s ）；

T ——胚胎发育所经历的时间（ h ）。

8.2 渔获物数据处理

8.2.1 种类组成。统计所有样品的种数，并确定各分类阶元中的物种数和分布特征。

$$F_i\% = \frac{S_i}{S} \times 100\%$$

式中， $F_i\%$ ——第 i 科鱼类的种类数百分比；

s_i ——第 i 科鱼类的种类数；

S ——总种类数。

8.2.2 群落结构。统计不同物种的渔获物数量，计算其相对种群数量。

$$C_i\% = \frac{n_i}{N} \times 100\%$$

式中， $C_i\%$ ——第 i 种鱼类的尾数百分比或重量百分比；

n_i ——第 i 种鱼类的尾数或重量；

N ——渔获物的总尾数和总重量。

8.2.3 多样性指数

Shannon-Wiener 多样性指数：

$$H' = -\sum_{i=1}^s (p_i \cdot \ln p_i)$$

Simpson 优势度指数：

$$\lambda = \sum_{i=1}^s p_i^2$$

Pielou 均匀度指数：

$$E = \frac{-\sum_{i=1}^s (p_i \cdot \ln p_i)}{\ln s}$$

式中， p_i ——渔获物中第 i 种的尾数百分比；

S ——总种类数。

8.3 标记重捕数据分析

对于开放种群，假设种群中任意个体在抽样期 i 有相同的受捕率，所有标记个体在此期后有相同的存活率，抽样瞬间完成，即在时点 i 的种群数量 N_i 为：

$$N_i = (n_i + 1) \times \frac{M_i'}{(m_i + 1)}$$

$$M_i' = m_i + (R_i + 1) \times \frac{z_i}{(r_i + 1)}$$

式中， n_i ——时点 i 的样本中的捕获数；

m_i ——时点 i 的样本中的标记个体数；

R_i ——时点 i 中的标记个体的释放数；

r_i ——时点 i 中标记释放，其后又被捕获的个体数；

z_i ——时点 i 以前被标记，在 i 中不被捕获， i 以后再捕获的个体数。

8.4 声纳探测数据分析

$$\rho = Sa / \sigma$$

式中, ρ ——鱼的密度 (ind./km^2);

Sa ——积分值, 即每平方水域内鱼的声学截面总数 ($(\text{ind.}\cdot\text{m}^2)/\text{km}^2$);

σ ——鱼类个体的平均声学截面 (m^2)。

9 质量控制与安全管理

9.1 样本来源。无论是渔获物统计, 还是生物学调查, 均须明确记录样本的采集地、采集时间和捕捞网具。对于来源有疑问的样本必须进行进一步调查与核实; 如果不能核实, 这些数据只能作为参考数据, 不能用于进一步的结果分析。

9.2 样本的代表性。避免因样本的人为选择导致结果偏离真实情况, 对同一时间、同一渔船、同一渔具、同一物种的材料必须随机抽取或全部收取。野外调查的时间尽量包含各个季节。样本量应达到一定的数量。

9.3 数据记录。严格按照记录表格规范地填写各项监测数据。记录表格一般要设计成记录本格式, 页码、内容齐全, 用铅笔填写详实, 字迹要清楚, 需要更正时, 应在错误数据(文字)上划一横线, 在其上方写上正确内容, 并在所划横线上加盖修改者名章或者签字以示负责。原始记录及数据整理过程记录都需要建立档案并存档, 并进行必要的备份(光盘、硬盘)。

9.4 数据审核。监测负责人不定期地对数据进行检查。数据录入计算机后由输入者自行复查一次, 年度总结前对全年数据再次复查, 保证数据源的准确性。

9.5 安全管理。乘船作业期间, 操作人员必须穿戴工作救生衣, 禁止穿拖鞋作业; 夜间作业, 禁止单人作业, 至少二人以上, 其中至少有一人会游泳。加强防火、防水管理。

10 监测报告编制

鱼类资源监测报告应包括前言、正文、致谢、参考文献、附录等部分。其中, 正文部分应包括监测目标、监测内容、监测范围、监测方法、监测结果、结论、存在的问题和建议等内容。监测结果应显示监测范围内的鱼类种类组成、区域分布、资源现状和动态、生物学特征等监测要素。监测报告编写格式见附录 J。

附录 A
(资料性附录)
鱼类资源监测所需的主要仪器和设备

仪器设备	用途
标签纸	做标签, 记录采样细节
标签布	做标签, 记录采样细节
标签笔	做标签, 记录采样细节
铅笔	做标签, 记录采样细节
油性记号笔	做标签, 记录采样细节
解剖剪	解剖鱼类标本
镊子	处理鱼类鳞片标本
水桶	处理鱼卵和仔鱼, 装渔获物
酒精	浸泡分子样本
10%福尔马林溶液	浸泡标本
自封袋	盛放浸泡标本或解剖材料
组织管	分子材料或解剖材料
标本瓶	存放浸泡标本
解剖镜	观测鱼卵和仔鱼的发育期、性腺发育期和鳞片
流速仪	测量流速
GPS 仪	记录采样点的经纬度
量鱼板	测量鱼类标本的体长
电子秤	测量鱼类标本的体重
深水温度计	测量水温
透明度盘	测量透明度
弭网	采集漂流型鱼卵和仔鱼
圆锥网	采集漂流型鱼卵和仔鱼
渔网	采集鱼类
电捕鱼器	采集鱼类
多普勒剖面仪	测量流量
鱼探仪	声纳探测
水质分析仪	测量 pH 值、溶氧值、电导值、水温
打标设备	标记重捕
标记	标记重捕
检测设备	标记重捕
船	水上作业

附录 B
(资料性附录)
鱼类早期资源调查—断面采集记录表

记录人：

采样河流：	采样日期：		断面名称：			
采样时天气和水文状况描述：						
断面采样位点	A	B	C	D	E	水层编号
采样位点坐标						
位点水深 (m)						
0.2*水深 (m)						
采样网距水面深度 (m)						
网口倾角 (°)						
标签号						
采样时间						
0.5*水深						
采样网距水面深度 (m)						
网口倾角 (°)						
标签号						
采样时间						
0.8*水深						
采样网距水面深度 (m)						
网口倾角 (°)						
标签号						
采样时间						

A: 右岸边采样点; B: 右岸边采样点至江中 1/2 ; C: 江中; D: 江中至左岸采样点对岸 1/2; E: 右岸边采样点对岸。

网口倾角: 采样时网口与河流横断面的夹角。

附录 C
(资料性附录)
鱼类早期资源调查—鱼卵培养记录表

采样地点:		采样河流:		采集人:		记录人:			
采样时间 (年.月.日.时: 分钟)						样本编号		卵径	
水文状况: 水位涨 (落) , 透明度 cm, 水温 °C						天气情况			
观察日期	观察时间	发育期	胚长 (mm)	肌节数	色素分布	其他特征描述		培养水温	备注

注 一卵一表, 不敷可另加页

附录 D
（资料性附录）
鱼类早期资源调查—鱼卵、仔鱼采集记录表

采集日期：

采集人：

记录人：

编号	采集时间	采集点	网型	持续时间 (min.)	网口流速 (m/s)	距岸距离 (m)	水深 (cm)	倾角 (°)	鱼卵数	仔鱼数	稚鱼数	GPS

注 Y：圆锥网， Q 帘网；倾角：与水面垂直线的夹角。

附录 E
(资料性附录)
环境数据记录表

日期			采集地			记录人		
参加人员						采集地编号		
水体名称和位置								
天气	晴 /多云 /雨(小 中 大) /大风 /雾							
过去的一周是否下雨	是 否			备注				
经纬度数据 (度/分/秒)								
北纬	° ' "		东经	° ' "		海拔 (m)		
生境信息								
湿地类型	溪流 /湖泊沿岸带 /沼泽 /湖泊 /地下水出口 /江河							
周边生境类型	森林 /农田 /草地 /沼泽 /灌丛 /裸地							
其它 (描述)								
优势植被类型	原始 /次生 /被干扰					植被盖度 (%)		
生境现状	完全无干扰 /自然状态 /被干扰 /污染 /被破坏							
干扰类型	工作人员 /游客 /当地村民 /畜群 其它/							
干扰程度								
水体长度 (m)			水体宽度 (m)			水深 (m)	透明度 (cm)	
水温 (℃)			pH 值			溶氧量(mg/l)	电导率(μs/cm)	
叶绿素 a								
水体气味	无 /酸 /腥臭 /恶臭 /其它							
水体颜色	透明 /浑浊 /乳白色 /绿色 /其它							
水面漂浮物	干净 /树叶 /泡沫, 浮渣 /垃圾 /死鱼 /其它							
底质	泥(软 /硬) /树枝叶 /细砂 /粗砂 /卵石 /大石							
流速(m/s)			描述					
河道特征描述								
左岸坡度			右岸坡度			蜿蜒程度	直 /略弯 /蜿蜒 /急弯	
其它(描述)								
植被信息								
水生植被盖度(%)	水生植被				陆生植被	标本采集编号		
	沉水植物	漂浮植物	浮叶植物	挺水植物	遮蔽植物			
优势种								
次优势种								
常见种								
偶见种								
稀有种								
其它								

附录 F
(资料性附录)
鱼类采集记录表

采集时间			记录人		
采集人				采集人数	
采集地					
采集地编号			GPS		
开始时间		结束时间			累计时间
采集方法/工具			野外采集号		
	种名	数量 (尾)		总重 (g)	
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
总计					
备注					

附录 G
（资料性附录）
鱼类生物学数据记录表

采集时间					采集人								解剖人				
采集地					采集地点编号								记录人				
序号	种名	标本号	健康状况	全长 (mm)	体长 (mm)	体高 (mm)	体重 (g)	空壳重 (g)	性别	成熟度	性腺重 (左+右)	充塞度	肠长 (mm)	肠重(g)	鳔长 (前+后)	分子材料	
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
备注:																	

附录 H
(资料性附录)
回声检测仪记录表

记录人:

编号:

[illegible]

附录 I
(资料性附录)
标记重捕数据记录表

记录日期:

记录人:

序号	种名	标志尾数	标志时间	捕捞尾数	捕捞时间	捕捞地点	备注

附录 J
(资料性附录)
鱼类资源监测报告编写格式

鱼类资源监测报告由封面、报告目录、正文、致谢、参考文献、附录等组成。

1. 封面

包括报告标题、监测单位、编写单位及人员分工、编写时间等。

2. 报告目录

一般列出二到三级目录。

3. 正文

包括：

- (1) 前言；
- (2) 监测目标；
- (3) 监测内容；
- (4) 监测范围；
- (5) 监测方法；
- (6) 监测结果：鱼类资源的种类组成、区域分布、资源现状、生物学特征、种群结构；
- (7) 结论；
- (8) 存在问题和建议。

4. 参考文献

5. 附录

6. 致谢

按照《文后参考文献著录规则》(GB/T 7714-2005)的标准执行。