



中华人民共和国国家环境保护标准

HJ 710.7—2014

生物多样性观测技术导则 内陆水 域鱼类

Technical guidelines for biodiversity monitoring—inland water fish

（发布稿）

本电子版为发布稿。请以中国环境科学出版社出版的正式标准文本为准。

2014-10-31 发布

2015-01-01 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 观测原则.....	3
5 观测方法.....	3
6 观测内容和指标.....	8
7 观测时间和频次.....	9
8 数据处理和分析.....	9
9 质量控制和安全管理.....	9
10 观测报告编制.....	9
附录 A（资料性附录）鱼类观测所需的主要仪器和设备.....	10
附录 B（资料性附录）鱼类早期资源调查—断面采集记录表.....	11
附录 C（资料性附录）鱼类早期资源调查—鱼卵培养记录表.....	12
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.....	13
附录 E（资料性附录）环境数据记录表.....	14
附录 F（资料性附录）渔获物统计记录表.....	15
附录 G（资料性附录）鱼类生物学数据记录表.....	16
附录 H（资料性附录）回声探测仪记录表.....	17
附录 I（资料性附录）标记重捕数据记录表.....	18
附录 J（资料性附录）数据处理和分析方法.....	19
附录 K（资料性附录）鱼类观测报告编写格式.....	23

前 言

为贯彻落实《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国野生动物保护法》，规范我国生物多样性观测工作，制定本标准。

本标准规定了内陆水域鱼类多样性观测的主要内容、技术要求和方法。

本标准附录 A、B、C、D、E、F、G、H、I、J、K 为资料性附录。

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和环境保护部南京环境科学研究所。

本标准环境保护部 2014 年 10 月 31 日批准。

本标准自 2015 年 1 月 1 日起实施。

本标准由环境保护部解释。

生物多样性观测技术导则 内陆水域鱼类

1 适用范围

本标准规定了内陆水域鱼类多样性观测的主要内容、技术要求和方法。
本标准适用于中华人民共和国范围内所有内陆水域鱼类多样性的观测。

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/T 7714	文后参考文献著录规则
HJ 623	区域生物多样性评价标准
HJ 628	生物遗传资源采集技术规范（试行）
SL 58	水文普通测量规范
SL 219	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

内陆水域 inland water

指陆地上的各种水体，包括河流、湖泊、水库、池塘等。

3.2

受精卵 fertilized egg

指从精卵结合至孵化出膜时期的鱼卵。

3.3

仔鱼 larval fish

指从孵化出膜至变态完成时期的个体，一般指持续至临时器官消失，成鱼器官开始出现的发育阶段。

3.4

稚鱼 juvenile fish

指完成了变态，仔鱼特征消失，成鱼表型特征已经基本形成，直到性成熟前的个体。

3.5

成鱼 adult fish

指达到初次性成熟以后的个体。

3.6

全长 total length

指吻端至尾鳍末端的距离。

3.7

体长 standard length

指吻端至尾椎骨末端的距离。

3.8

叉长 fork length

指吻端至尾叉最深点的距离。

3.9

体重 body weight

指鱼类个体的质量。

3.10

空壳重 carcass weight

指鱼类个体去内脏的质量。

3.11

性腺发育期 gonad stages

依据性腺的形态学、组织学和细胞学特征，对性腺发育进行分期：

a) 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，卵粒已从卵巢褶皱上脱落，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。

b) 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即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。

3.12

性腺重 gonad weight

性腺的总质量，单位为克（g）。

3.13

成熟系数 coefficient of maturity 或 gonadosomatic index (GSI)

指性腺重占体重（一般指去内脏体重）的百分比，表示性腺相对大小的指标，用于衡量性腺发育程度和鱼体能量资源在性腺和躯体之间的分配比例。

3.14

性比 sex ratio

指同一调查水域内同一物种不同性别个体数的比例。

3.15

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的比值。

3.16

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。

3.17

食物组成 diet composition

鱼类消化道中食物的成分、数量和质量比例。

4 观测原则

4.1 科学性原则

观测样地和观测对象应具有代表性，能全面反映观测区域鱼类物种资源的整体状况；应采用统一、标准化的观测方法，能观测到鱼类物种资源的动态变化。

4.2 可操作性原则

观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，立足现有观测设备和人员条件，应采用效率高、成本低的观测方法。

4.3 持续性原则

观测工作应满足鱼类物种资源保护和管理的需要，并能对生物多样性保护和管理起到指导及预警作用。观测对象、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

尽量采用非损伤性取样方法，避免不科学的频繁观测。若要捕捉重点保护水生野生动物进行取样或标志，必须获得相关主管部门的行政许可。

4.5 安全性原则

鱼类多样性观测具有一定的野外工作特点，观测者应接受相关专业培训，观测过程中应做好安全防护措施。

4.6 方法适用性原则

根据观测水体的形态、大小、流量等环境条件，选择相应的观测方法。产漂流性卵鱼类早期资源调查方法、渔获物调查方法、声呐水声学调查方法和标记重捕方法可用于大型湖泊、河流鱼类观测。鱼类自主采样方法、产沉黏性卵鱼类早期资源调查方法可用于小型浅水湖泊、小型河流、溶洞和高山溪流鱼类观测。

5 观测方法

5.1 观测准备

5.1.1 确定观测目标

观测目标可为掌握观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，或为分析人类活动和环境变化对鱼类物种资源的影响，或为鱼类物种资源保护措施制定，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 明确观测对象

根据观测目标，一般应从具有不同生态需求和生活史的类群中选择观测对象。在考虑物种多样性观测的同时，还应重点考虑以下类群的观测：

- a) 受威胁物种、保护物种和特有种；
- b) 具有重要社会、经济价值的物种；
- c) 对维持生态系统结构和过程具有重要作用的物种；
- d) 对环境或气候变化反应敏感的指标性物种。

5.1.3 制定观测计划

收集观测区域自然和社会经济状况的资料，了解观测对象的生态学及种群特征，必要时可开展一次预调查，为制定观测计划作好准备。观测计划应包括：观测内容、要素和指标，

观测时间和频次, 样本量和取样方法, 观测方法, 数据分析和报告, 质量控制和安全管理等。

5.1.4 人员培训

做好观测方法、野外操作规范等方面的培训工作, 确保观测者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, 加强安全意识, 强调野外采样中应注意的事项, 杜绝危险事件发生。

5.1.5 仪器设备和计量控制

准备好鱼类资源观测所需的仪器和设备 (参见附录 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 观测断面或样点设置

5.2.1 湖泊、水库等开阔水域

根据水体底质、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、观测目的、经费情况等因素确定。一般情况下, 湖体水面大于 2 km^2 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 河流或河流型水库

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 鱼类早期资源调查

5.3.1 产漂流性卵鱼类早期资源调查

该方法适用于河流或湖泊的入湖、出湖通道的流动水体。

5.3.1.1 定点定量采集。按照 HJ 628 的规定执行。采样点选择在河岸相对平直, 水流平顺、流速为 $0.3\sim 1.0\text{ m/s}$ 、流态稳定的位置, 距离河岸 $20\sim 100\text{ m}$ 。采样点设置在靠近主流的一侧。将筛网 (网目 $0.50\sim 0.80\text{ mm}$) 或者圆锥网 (网目 $0.50\sim 0.80\text{ mm}$) 固定在船舶或者近岸的支点, 每日采集 2 次, 采集时间为 $6:00\sim 7:00$ 和 $18:00\sim 19:00$, 每次采集约 1 h。采集时间可根据实际情况进行适当调整。采样过程如下:

- a) 将采集网具悬挂于卷扬机的钢索上;
- b) 启动卷扬机, 释放钢索, 将采集网放入水中;
- c) 网口到达预定水层时开始计时并记录;
- d) 观察钢索计数器和倾角仪的度数;
- e) 将流速仪安装于网口中央, 测定网口流速;
- f) 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;
- g) 分拣鱼卵、仔鱼、稚鱼等;
- h) 采样期间, 测定流速、透明度、水温、pH 值、溶解氧等环境因子。

5.3.1.3 定性采集。按照 HJ 628 的规定执行。在鱼卵、仔鱼“发江”时用筛网进行定性采集。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 h, 下网时间间隔 $2\sim 4\text{ h}$, 每次采集 $15\sim 30\text{ min}$, 如遇上雨后杂质较多时, 可根据实际情况, 适当缩短采样时间。采集完毕后, 将鱼卵、仔鱼与杂质等一并带回, 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, 直至能够准确地鉴定出种类。

5.3.1.4 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。在水深大于 3 m 的样点, 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); 在水深大于 1 m , 小于 3 m 的样点, 进行表层和底层采样; 在水深小于 1 m 的样点, 只

进行表层采集。每次采集的时间定为 10 min，采集记录表参见附录 B。

5.3.1.5 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，培养过程中进行种类鉴定，并做好相关记录（记录表参见附录 C）。如果发现仔鱼，则放入 7% 的福尔马林溶液中固定，15 min 后捞出，逐尾计数，放入 5% 的福尔马林中保存。如果发现稚鱼，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，供实验室内进行种类鉴定。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（鉴定结果记录参见附录 D）。对于种类鉴定有疑问的样本，用乙醇保存，进行分子鉴定。

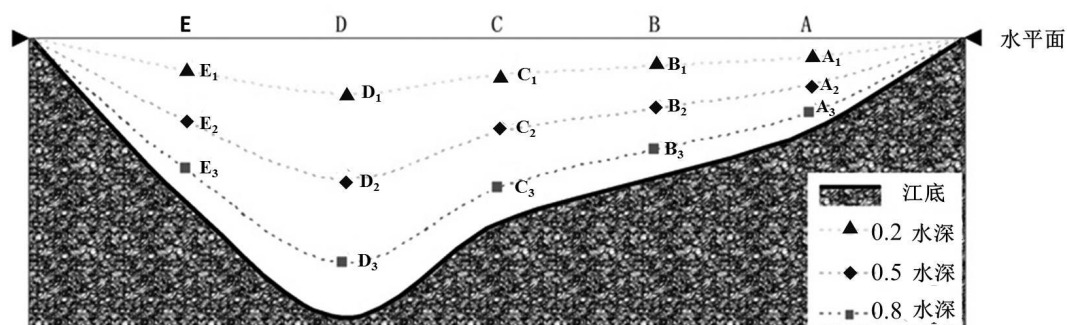


图 1 鱼类早期资源采样点分布

5.3.2 产沉黏性卵鱼类早期资源调查

5.3.2.1 主动采集

在水流较缓的水域，利用抄网等网具，在鱼类产卵场及仔鱼、稚鱼的栖息地进行采集。对以水草为产卵基质的种类，可将水草取出，挑取黏附在水草上的黏性卵；对以浅水砾石为产卵基质的种类，可直接在砾石上进行采样。近岸浅水生境仔鱼、稚鱼的采集可用抄网（网目 0.50~1.00 mm）采集。按照 HJ 628 的规定执行。

5.3.2.2 被动采集

可以通过设置底层网、人工鱼巢采集鱼卵，并按照 HJ 628 的规定执行。人工鱼巢指在合适的地点放置适合鱼类产卵习性的基质，吸引鱼类在其上产卵。对于鲤、鲫等产卵于水生植物的鱼类，用水草或棕榈丝扎成束放置在静水或水流较缓的区域，以吸引鱼类产卵；对于在底质筑巢的鱼类，放置有裂缝的瓦罐，可吸引鱼类产卵。对随水流向下游漂流的沉黏性鱼卵，可采用底层网进行采集。底层网具如同倒置的筛网，网口为“D”形，配置锥形网，以铁锚将网具固定于水底，网口上缘系一个浮筒。在网口悬挂电子流速计，记录起止读数计算流速和网口过水量。放置底层网前，应确定流速计是否正常工作。放网时要确定网具是否已抵达江底，同时记录放网时间和经纬度。收网时，要记录收网时间。根据观测要求确定采样时间，一般维持数小时。

5.3.2.3 其他

静水或缓流的清澈水域可采用调查人员直接入水进行收集、观察及计数。

5.4 鱼类物种多样性调查

5.4.1 渔获物统计

统计所观测水体的小区各类渔具、渔法所捕捞的渔获物中的所有种类。样品采集按照 HJ 628 的规定执行。

5.4.2 走访并调查

渔民、码头、水产市场、餐馆等有当地鱼类交易或消费的地方，或者开展休闲垂钓的地方，购买鱼类标本，进行补充采样。样品采集按照 HJ 628 的规定执行。

5.4.3 自行采集

在湖泊浅水区、河流沿岸带、高山溪流、洞穴水体等区域进行自行采集，以抄网、撒网、地笼、饵料等采样方法，收集鱼类样本。样品采集按照 HJ 628 的规定执行。

5.5 渔获物调查

5.5.1 调查方法

5.5.1.1 渔获物的取样数量

渔获物的取样数量需能反映渔获物的现实状况。当渔船数量较多时，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。常年有渔船作业的水体，可按月进行渔获物统计，当渔船数量多，所采用渔具不一致时，需对渔获物进行抽样统计。如果一次起水的渔获物较多，对于过秤前后分装在箩筐内的渔获物，可采用拈阄法或者借助于随机数表进行取样；当渔获物被分为若干单元（如不同的渔具或分批起网的渔获物），而这些单元的鱼类组成或个体大小有明显区别时，应当以单元为层次进行分层随机抽样。

5.5.1.2 环境数据记录

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进行种类鉴定，并逐尾进行各项生物学指标的测量和记录（记录表参见附录 F 和 G）。每个种类都拍照并留存图像资料，并注明采样信息。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，应在采集记录上做好备注，并取鳍条、肌肉等组织材料用乙醇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。

5.5.1.3 鱼类食性材料收集

样品采集按照 HJ 628 的规定执行。同一种鱼的食性需取自种群内不同大小的个体；采集的样品鱼，经长度测量，称重等程序之后，即可剖开腹部，取出完整的胃和/或肠；将取出的胃和肠管轻轻拉直，测量长度，并目测其食物饱和度。肉食性鱼类的肠管较短，可按整个肠管或前后肠来检定食物饱和度；草食性或杂食性鱼类的肠管较长，通常要按照前、中、后肠来进行鉴定。将胃和肠管的两端用线扎紧，系上编号标签，再用纱布包好放入标本瓶，然后加入 5 % 甲醛溶液。体长 20 cm 以下的小鱼，可采用整体固定，固定之前，在鱼体腹下剪一小口，系上标签，并用纱布裹紧。

5.5.2 样品处理方法

根据不同的目的和样品的大小，采用不同的处理方法。

5.5.2.1 整体浸泡法

5.5.2.1.1 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，并系好布标签，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，待各鳍形态固定后，放入盛有 8 ~ 10 % 福尔马林的标本瓶中进行固定，将固定后的标本放入 5 % 福尔马林液中浸泡保存。

5.5.2.1.2 乙醇整体浸泡

将鱼类体表冲洗干净，进行编号、登记和记录，并系好布标签，直接放入装有 95 % 乙醇溶液中浸泡，一天后更换 75 % 乙醇即可长期保存。对个体大的鱼需向腹部注射乙醇，隔天更换乙醇一次，若隔天乙醇颜色变黄仍需更换，直到不变黄为止。

5.5.2.2 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。对剪取的组织和鱼体应进行编号，确保一一对应，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 %以上纯度乙醇的密封容器内保存。

5.6 声呐水声学调查

5.6.1 实施要求

由于本方法对设备要求较高，可根据观测能力条件选择实施。

5.6.2 观测方法

分为走航式和固定式两种

5.6.2.1 走航式

走航式运用回声探测仪观测鱼类数量与分布。将声呐探测设备的数字换能器（探头）固定在船体的一侧，确保探头发射声波面垂直向下，探头放于水面以下一定深度，避免船体波动致使探头露出水面，同时也减少水面反射的影响。利用导航定位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、宽度和观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（记录表参见附录 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置站位。航线走向的设置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，以保证所采集数据的代表性和资源评估结果的准确性。

5.6.2.2 固定式

用于观测鱼类通过某一断面的数量和活动规律。根据观测要求和水域形状，选择断面，探头完全放于水下一定的深度，确保探头发射声波面与水面平行。利用换能器进行连续（一般 1 秒一次）脉冲探测和声学数据采集。

5.6.3 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，因此需要对观测数据进行预处理予以校正。

5.7 标记重捕法

5.7.1 标记重捕法步骤

包括以下主要步骤：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（记录表参见附录 I）。标记重捕法一般适用于封闭的小型湖泊。

5.7.2 标记方法

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。

5.7.3 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。

5.7.4 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。

5.7.5 标记和放流

根据 5.7.4 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，如果缺少池塘条件应将鱼类集中于网箱中暂养，同时反复清洗网箱，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。

5.7.6 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。

5.7.7 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。

5.8 遗传多样性分析

5.8.1 样本处理

选择较新鲜的鱼类标本，剪取鳍条、肌肉等组织样本，每份样本分别浸泡于 95 %以上纯度乙醇中单独保存。其中微卫星多态性分析要求每个地理群体至少需要 30 尾样本，线粒体或者核基因序列分析至少需要 5 尾样本。

5.8.2 DNA 提取

用高盐法或专业 DNA 提取试剂盒提取样本基因组 DNA。

5.8.3 遗传结构的获得

选用线粒体基因序列分析、核基因序列分析、微卫星多态性分析等方法，选用相关的引物，进行 PCR（聚合酶链式反应）扩增。PCR 产物经琼脂糖凝胶电泳（适用于线粒体或核基因）或者聚丙烯酰胺凝胶电泳（适用于微卫星）检测后进行测序或基因分型。然后，对测序的结果利用相关软件进行分析，得到种群的遗传结构。

6 观测内容和指标

6.1 鱼类早期资源调查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 鱼类物种资源调查内容包括鱼类物种多样性、群落结构、种群结构、遗传结构和环境条件等（表 1）。

6.3 可根据观测目标和观测区域实际情况对观测指标进行适当调整。

表 1 内陆水域鱼类观测内容和指标

观测内容		观测指标	主要观测方法
鱼类早期资源调查		繁殖群体组成	鱼类早期资源调查
		产卵规模	鱼类早期资源调查
		产卵习性	鱼类早期资源调查
		产卵场的分布和规模	鱼类早期资源调查
鱼类物种资源调查	鱼类物种多样性	种类组成和分布 鱼类生物量	渔获物调查 声呐水声学调查、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、声呐水声学调查
	鱼类个体生物学及种群结构	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、标记重捕法
	鱼类种群遗传结构	变异位点、单倍型数、单倍型多样性、核苷酸多样性、等位基因数、观测杂合度、期望杂合度、近交系数、遗传分化指数等。	遗传结构分析
栖息地调查		水体（包括产卵场）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，污染状况（污染源、污染程度）及水利工程建设、渔业等人类活动状况。	资料调查和现场测量，按 SL 58 和 SL 219 的规定执行

7 观测时间和频次

7.1 根据观测对象的繁殖季节确定鱼类早期资源调查的时间。通常每年进行一次，从繁殖季

节开始持续到繁殖季节结束。如果所调查的鱼类产卵场上游有大型水利水电工程建设，应考虑工程运行引起的水文、水温情势改变对鱼类造成的延迟影响，合理安排观测时间。

7.2 鱼类物种资源调查的时间没有强制性规定，主要根据观测目标和观测对象确定观测时间和频次，尽量保持不同观测样点时间和条件的同步性。一般每年春、秋两季或枯水期、丰水期各进行 1 次观测；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 次观测，分别在四个季节开展；或者逐月开展调查。观测时间长短视具体需要而定。

7.3 观测时间和频次一经确定，应保持稳定，以保证数据的连续性和可比性。

8 数据处理和分析

数据处理和分析方法参见附录 J。

9 质量控制和安全管理

9.1 样本来源

无论是渔获物统计，还是生物学调查，均需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

应对观测者进行观测方法和操作规范等方面的培训。观测者应掌握野外观测标准及相关知识，熟练掌握操作规程，严格按照记录表格规范地填写各项观测数据。记录表格一般要设计成记录本格式，页码、内容齐全，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。同时，鱼类标本、栖息地等可视化内容应注重数码影像的采集记录。纸质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），每半年检查并更新、备份数据一次，防止由于储存介质问题引起数据丢失。

9.4 数据审核

观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 数据管理

数据管理人员负责数据存档、整理等工作，做好建档工作，归档材料缺失等问题要及时解决或反馈给观测负责人。

9.6 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。

10 观测报告编制

鱼类观测报告包括前言，观测区域概况，观测方法，观测区域鱼类的种类组成、区域分布、种群动态、面临的威胁，对策建议等。观测报告编写格式参见附录 K。

附录 A

（资料性附录）

鱼类观测所需的主要仪器和设备

标准中鱼类观测所需的主要仪器和设备参见表 A。

表 A 鱼类观测所需的主要仪器和设备表

观测方法	仪器设备	用途
渔获物调查	解剖剪	解剖鱼类标本
	镊子	处理鱼类鳞片标本
	水桶	装渔获物
	福尔马林溶液	浸泡标本
	乙醇	浸泡分子样本
	自封袋	存放浸泡标本或解剖材料
	组织管	存放分子材料或解剖材料
	标本瓶	存放浸泡标本
	解剖镜	观测鳞片
	量鱼板	测量鱼类标本的体长
	电子秤	测量鱼类标本的体重
鱼类早期资源调查	帘网	采集漂流性鱼卵和仔鱼
	圆锥网	采集漂流性鱼卵和仔鱼
	底层网	采集沉黏性鱼卵和仔鱼
	解剖镜	观测鱼卵和仔鱼的发育期、性腺发育期
	手抄网等渔具	采集鱼类
	乙醇	浸泡分子样本
声呐调查	鱼探仪	声呐探测
标记重捕调查	打标设备	标记重捕
	标记	标记重捕
	检测设备	标记重捕
遗传多样性分析	PCR 仪	DNA 扩增
栖息地调查	流速仪	测量流速
	GPS 定位仪	记录采样点的经纬度
	深水温度计	测量水温
	透明度盘	测量透明度
	多普勒剖面仪	测量流量、流速
	水质分析仪	测量 pH 值、溶氧值、电导值
数据记录	标签纸	做标签
	标签布	做标签
	标签笔	做标签
	铅笔	记录数据，做标签
	油性记号笔	做标签
	记录本	记录数据
工作平台	船	水上作业观测平台

附录 B
(资料性附录)

鱼类早期资源调查—断面采集记录表

标准中鱼类早期资源调查—断面采集记录参见表 B。

表 B 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 (m)						
采样网距水面深度 (m)						
网口倾角 (°)						
标签号						
采样时间						
0.8*水深 (m)						
采样网距水面深度 (m)						
网口倾角 (°)						
标签号						
采样时间						

注：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

标准中鱼类早期资源调查—鱼卵培养记录参见表 C。

表 C 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 ℃						天气情况：			
观测日期	观测时间	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

标准中鱼类早期资源调查—鱼卵、仔鱼采集记录参见表 D。

表 D 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	经纬度

注: Y: 圆锥网; Q 弼网; 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

标准中环境数据记录参见表 E。

表 E 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							
其他(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 /其他:							
干扰程度								
水体长度 (m)			水体宽度 (m)			水深 (m)	透明度 (cm)	
水温 (°C)			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 /其他:							
水体颜色	透明 /浑浊 /乳白色 /绿色 /其他:							
水面漂浮物	干净 /树叶 /泡沫, 浮渣 /垃圾 /死鱼 /其他:							
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	
其他(描述)								
植被信息								
物种类别	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								
其他:								

附录 F
(资料性附录)
渔获物统计记录表

标准中渔获物统计记录参见表 F。

表 F 渔获物统计记录表

采集时间			记录人		
采集人				采集人数	
采集地			鉴定人		
采集地编号			经纬度		
开始时间		结束时间		累计时间	
采样网次或距离					
采集方法/工具			野外采集号		
	中文名	学名	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

标准中鱼类生物学数据记录参见表 G。

表 G 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	中文名	学名	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)	分子材 料	备注	
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
7																		
8																		
9																		
10																		
11																		
12																		
13																		
14																		
15																		
16																		
17																		
18																		
19																		
20																		

备注：健康状况指鱼类是否畸形、是否受伤、是否感染寄生虫等情况。

附录 H
(资料性附录)
回声探测仪记录表

标准中回声探测仪记录参见表 H。

表 H 回声探测仪记录表

记录人：				编号：			
序号	时间	地点	起点经纬度	终点经纬度	深度	宽度	尾数

附录 I
(资料性附录)
标记重捕数据记录表

标准中标记重捕数据记录参见表 I。

表 I 标记重捕数据记录表

记录日期:				记录人:			
观测区域		观测起止时间		中文名		学名	
经纬度		海拔		水温		气温	
备注:							
序号	标记放流尾数	放流时间	捕捞尾数	捕捞时间	捕捞标记鱼尾数	备注	

附录 J
(资料性附录)
数据处理和分析方法

1 鱼类早期资源数据分析

1.1 产漂流性卵鱼类早期资源数据分析

1.1.1 产卵规模估算

鱼卵、仔鱼、稚鱼通过断面的数量根据式 (1) 至 (8) 计算。

网口实际滤水面积按式 (1) 计算。

$$a_i = a \cdot \cos(\theta_i / 180 \times 3.14) \quad (1)$$

网口中央距水面深度按式 (2) 计算。

$$L'_i = L_i \cos(\theta_i / 180 \times 3.14) \quad (2)$$

鱼卵、仔鱼、稚鱼密度按式 (3) 计算。

$$d_i = n_i / (60 \times a_i v_i t_i) \quad (3)$$

断面上鱼卵、仔鱼、稚鱼平均密度按式 (4) 计算。

$$d_p = (\sum_{j=1}^k d_j) / k_p \quad (4)$$

断面系数按式 (5) 计算。

$$c_j = d_p / d_j \quad (5)$$

采集时间内鱼卵、仔鱼、稚鱼径流量按式 (6) 计算。

$$m_i = q_i d_i c_i t_i \quad (6)$$

相邻两次采集时间间隔内鱼卵、仔鱼、稚鱼径流量按式 (7) 计算。

$$m_{i,i+1} = (m_i / t_i + m_{i+1} / t_{i+1}) T_{i,i+1} / 2 \quad (7)$$

调查期内鱼卵、仔鱼、稚鱼径流量按式 (8) 计算。

$$y = \sum m_i + \sum m_{i,i+1} \quad (8)$$

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、仔鱼和稚鱼径流量 (ind.);

q_i ——第 i 次采集期间的水流量 (m^3/s);

$m_{i,i+1}$ ——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 ——采集断面鱼卵、仔鱼、稚鱼的总流量 (ind.)。

1.1.2 产卵场位置估算

产卵场距采集地漂流距离按式(9)计算。

$$L=VT \quad (9)$$

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）。

1.2 产沉黏性卵鱼类早期资源数据分析

漂流密度（ d ）指平均每 100 m³ 过网口水量所采集到沉黏性卵、仔鱼的数量（ n ），按式（10）和（11）计算。

$$q = a \times t \times v \quad (10)$$

$$d = n \times \frac{100}{q} \quad (11)$$

式中： a ——底层网的网口面积（m²）；

d ——鱼卵、仔鱼漂流密度（ind./m³）；

n ——采集到的鱼卵、仔鱼数量（ind.）；

v ——网口流速（m/s）；

t ——采集的持续时间（min）；

q ——采集期间的水流量（m³/s）。

2 渔获物数据分析

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。按式（12）计算。

$$F_i\% = \frac{s_i}{S} \times 100\% \quad (12)$$

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。

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。按式（13）计算。

$$C_i\% = \frac{n_i}{N} \times 100\% \quad (13)$$

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。

2.3 多样性指数

香农-维纳（Shannon-Wiener）指数按式（14）计算。

$$H' = -\sum_{i=1}^s (P_i \cdot \ln P_i) \quad (14)$$

辛普森（Simpson）指数按式（15）计算。

$$D = 1 - \sum_{i=1}^s P_i^2 \quad (15)$$

皮洛（Pielou）均匀度指数按式（14）和式（15）计算。

$$\text{皮洛均匀度指数1 } J_{sw} = -\sum P_i \ln P_i / \ln S \quad (16)$$

$$\text{皮洛均匀度指数2 } J_{si} = (1 - \sum P_i^2) / (1 - 1/S) \quad (17)$$

式中： P_i ——渔获物中第 i 种的尾数百分比；

S ——总种类数。

3 标记重捕数据分析

3.1 封闭种群。封闭种群假设所观测的种群没有出生、死亡、迁入和迁出，种群数量不变。

实际观测中没有真正的封闭种群，但小型封闭湖泊基本上能满足这一假设。

3.1.1 Lincoln-Petersen 模型。该公式简单，但会低估种群的实际数量。样本越少，偏差越大，当 $n_1 n_2 > 4N$ 时，偏差才可接受。假设在样本中标记鱼的比例与所有标记鱼在整个群体中的比例相同，则种群数量 (N) 按式 (18) 计算。

$$N = \frac{n_1 n_2}{m_2} \quad (18)$$

$$\text{标准误差 } S.E. = \sqrt{\frac{n_1^2 n_2 (n_2 - m_2)}{m_2^3}}$$

3.1.2 Chapman 模型。该模型可在一定程度上消除偏差，当 $(n_1 + n_2) \geq N$ 时，种群数量 (N) 按式 (19) 计算。

$$N = \frac{(n_1 + 1)(n_2 + 1)}{m_2 + 1} - 1 \quad (19)$$

$$\text{标准误差 } S.E. = \sqrt{\frac{(n_1 + 1)(n_2 + 1)(n_1 - m_2)(n_2 - m_2)}{(m_2 + 1)^2 (m_2 + 2)}}$$

式中： n_1 ——标记并放流的鱼类尾数；

n_2 ——标记鱼回收阶段捕获的鱼类尾数；

m_2 ——标记鱼回收阶段捕获的鱼类中存在标记的鱼类尾数。

3.1.3 Schnabel 模型。Schnabel 模型与 Lincoln-Petersen 模型具有相同的假设，但要求对标记鱼进行多次回收捕捞。假设 C_i 为时间节点 i 采样时捕捞的鱼类总尾数， W_i 为时间节点 i 采样时新捕捞的标记鱼的尾数， M_i 为时间节点 i 采样前捕捞的标记鱼总尾数，种群数量 (N) 的估计值按式 (20) 计算。

$$N = \frac{\sum (C_i M_i)}{\sum W_i} \quad (20)$$

$$\text{标准误差 } S.E. = \sqrt{\frac{\sum (C_i M_i)^2}{\sum W_i}}$$

3.2 开放种群。开放种群允许所观测种群有出生、死亡、迁入和迁出发生。开放种群模型适用于估计种群的存活率。一些模型也可用于估计种群数量，但存在较大的误差。Jolly-Seber 模型要求进行 4 次以上的采样，每次采样都采用惟一标记，所有重新捕获的标记鱼都要进行记录，实际使用时存在较大的局限性。

种群中标记个体的比例 $\hat{\alpha}_i$ 按式 (21) 计算。

$$\hat{\alpha}_i = \frac{m_i + 1}{n_i + 1} \quad (21)$$

种群中标记的鱼类尾数按式 (22) 计算。

$$\hat{M}_i = \frac{(R_i + 1)z_i + m_i}{r_i + 1} \quad (22)$$

种群资源量的估计值按式 (23) 计算。

$$\hat{N}_i = \frac{\hat{M}_i}{\hat{\alpha}_i} \quad (23)$$

种群存活率的估计值按式 (24) 计算。

$$\hat{\phi}_i = \frac{\hat{M}_{i+1}}{\hat{M}_i + (R_i - m_i)} \quad (24)$$

式中： n_i ——时间节点 i 采样中共捕捞的鱼类尾数；
 m_i ——时间节点 i 采样中被标记的鱼类尾数；
 R_i ——时间节点 i 采样中被标记放流的鱼类尾数；
 r_i ——时间节点 i 采样中被标记放流，其后又被捕获的鱼类尾数；
 z_i ——时间节点 i 以前被标记，在 i 中不被捕获， i 以后再被捕获的鱼类尾数。

4 声呐探测数据分析

鱼类目标强度 (TS) 与体长的关系按式 (25) 计算。

$$TS = a \lg l + b \quad (25)$$

式中： l ——鱼的体长 (cm)；
 a 、 b ——回归系数。

鱼的密度按式 (26) 计算。

$$\rho = S_a / \sigma \quad (26)$$

式中： ρ ——鱼的密度，即单位面积水体内鱼的尾数 (ind./km²)；
 S_a ——积分值，亦称面积反向散射系数，即每平方公里水域内鱼体反向散射截面的总和 ((ind.·m²) / km²)；
 σ ——鱼类个体的平均反向散射截面 (m²)。

附录 K
(资料性附录)
鱼类观测报告编写格式

鱼类观测报告由封面、目录、正文、致谢、参考文献、附录等组成。

1. 封面

包括报告标题、观测单位、编写单位及编写时间等。

2. 报告目录

一般列出二到三级目录。

3. 正文

包括：

- (1) 前言；
- (2) 观测区域概况；
- (3) 观测目标；
- (4) 工作组织；
- (5) 观测方法（生物多样性相关术语参见 HJ 623）；
- (6) 鱼类的种类组成、区域分布、种群动态、面临的威胁等；
- (7) 对策建议。

4. 致谢

5. 参考文献

按照 GB/T 7714 的规定执行。