

# 丹江口水库渔业捕捞及鱼类群落结构研究

廖传松<sup>1,2</sup>, 熊满堂<sup>1,2</sup>, 殷战<sup>1</sup>, 刘家寿<sup>1\*</sup> (1. 中国科学院水生生物研究所, 湖北武汉 430072; 2. 中国科学院大学, 北京 100049)

**摘要** [目的]协调丹江口水库渔业与水质保护的关系。[方法]对该水库的渔具类型及相应的渔获物结构进行了调查。[结果]共采集到鱼类 25 种, 隶属 4 目 6 科, 其中鲤形目种类最多, 共 18 种。鲢、蒙古鲂、鳊、翘嘴鲂、鲤、鲫、鳊、鲂在生物量中的比例较高, 分别为 29.80%、20.18%、13.62%、10.09%、5.15%、4.65%、3.77% 和 3.45%; 鳊和蒙古鲂在样本总数量中占绝对优势, 分别占 41.65% 和 32.55%。[结论]目前丹江口水库鱼类群落结构空间差异较小, 但广适性和静水性鱼类成为了优势种, 这与生境的剧烈变化有关。

**关键词** 丹江口水库; 渔业捕捞; 物种组成; 群落结构  
**中图分类号** S931 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2018)26-0087-04

**Studies on the Fishery Fishing and Community Structure of Fish in the Danjiangkou Reservoir**  
**LIAO Chuan-song<sup>1,2</sup>, XIONG Man-tang<sup>1,2</sup>, YIN Zhan<sup>1</sup> et al** (1. Institute of Hydrobiology, Chinese Academy of Sciences, Wuhan, Hubei 430072; 2. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049)

**Abstract** [Objective] To coordinate the relationship between water quality protection and fisheries in the Danjiangkou Reservoir. [Method] The types of fishing gears and structure of fishes in catch were investigated. [Result] A total of 25 fish species were collected, belonging to 4 orders and 6 families. The order Cypriniformes with 18 species was the most dominant group. The biomass proportion of *Hypophthalmichthys molitrix*, *Culter mongolicus*, *Aristichthys nobilis*, *C. alburnus*, *Cyprinus carpio*, *Carassius auratus*, *Hemiculter leucisculus*, and *Silurus meridionalis* were higher, accounting for 29.80%, 20.18%, 13.62%, 10.09%, 5.15%, 4.65%, 3.77% and 3.45%, respectively. *H. leucisculus* and *C. mongolicus* were the most dominant species in total number of samples, accounting for 41.65% and 32.55%, respectively. [Conclusion] The community structure of fisheries in the Danjiangkou Reservoir had small spatial differences, eurytopic and lentic fish species were dominant species, which was related with the acute changes of habitat.

**Key words** Danjiangkou Reservoir; Fishery fishing; Species composition; Community structure

大坝建设在灌溉、发电、航运、防洪等方面具有重要作用<sup>[1]</sup>, 但也产生了一系列生态和社会效应。一方面, 建坝会在不同程度上影响河流生态系统, 改变河流水文规律, 改变河流生境, 阻隔河流连续体, 进而对其中的水生动植物产生影响<sup>[2-5]</sup>。此外, 大型水利工程建成蓄水后, 由于水位的急剧提升, 淹没大面积的森林、土地、农田和房屋等, 沿岸居民移民及安置也备受关注<sup>[6-7]</sup>。水库蓄水后带动的水库渔业发展对于库区渔民的脱贫致富具有重要意义<sup>[8]</sup>。

丹江口水库是南水北调中线工程重要的水源地, 也是重要的渔业水域<sup>[9]</sup>, 协调水质保护与渔业的关系十分重要。此外, 大坝建设后库区鱼类群落会对生境改变做出响应, 比如流水性鱼类和洄游性鱼类资源下降、鱼类物种丰度和多样性指数下降等<sup>[10-11]</sup>。丹江口大坝的再次加高, 其对库区鱼类群落的影响可能会进一步增大, 而目前关于丹江口水库渔业资源的研究较少<sup>[9]</sup>。笔者选择丹江口水库的汉库和丹库若干采样点, 调查每个样点的渔具类型、渔获物结构及相关的渔业开发现状, 并分析捕捞方式及渔获物的历史变化, 旨在为协调水质保护与渔业的关系提供支撑。

## 1 材料与方法

**1.1 研究地点** 选择丹江口水库西支汉库的汉丹港码头、均县镇和凉水河镇以及东支丹库的香花镇作为采样点(图 1)。

**1.2 调查方法** 2017 年 8 月, 在库区上述 4 个采样点开展渔

具类型、渔获物结构等方面的调查。渔具的调查对象为丹江口水库的专业渔民, 在每个采样点选取若干渔民, 调查其使用的渔具类型和规格, 统计渔获物的种类组成及各种类的重量和数量。

**1.3 数据处理** 计算各采样点渔获物鱼类种类所占的重量百分比和数量百分比; 卡方检验用于比较不同采样点基于数量的渔获物结构; 采用相似性分析(ANOSIM)进行基于生物量的渔获物结构空间比较。采用 PAST 3.0 和 Primer 6 软件进行数据分析和制图。

## 2 结果与分析

**2.1 渔具类型** 丹江口水库主要渔具类型包括刺网类、敷网类、钓具类、笼壶类等。①刺网类。刺网类渔具是丹江口水库最常见的渔具, 有流刺网和定置刺网 2 种类型, 网目大小从 1 cm 至 14 cm 不等, 作业时间为 17:00—18:00 至次日凌晨的 04:00—05:00。网目规格为 12~14 cm 的刺网最广泛, 渔获物主要为大型经济鱼类, 如鲢、鳊、青鱼、鳙、翘嘴鲂等; 网目规格为 6~8 cm 刺网的捕捞对象为鲤、鲫、蒙古鲂、翘嘴鲂、草鱼等, 也广泛使用; 网目规格为 1~2 cm 的刺网则主要捕捞鳊、似鳊等小型鱼类。②笼壶类。也称虾笼, 在丹江口水库使用也较为广泛, 每条长约 8 m, 由诸多虾盒组成, 虾盒之间以绳索相连, 每个虾盒的宽度约 30 cm, 高 15 cm, 网目约 1 cm。主要捕捞底层渔获物, 以虾类为主, 也能捕获小型鱼类。③敷网类。即灯光诱捕, 这类渔具仅在丹库被调查到, 呈圆形, 直径 3~4 m, 放置于船体两边, 网具上方两侧安装若干白炽灯。一般每条渔船使用一个此类渔具, 时间为 9—10 月, 捕捞对象为鳊、银鱼等。④饵钩类。属于钓具类, 一般钩长 1~2 cm, 用蚯蚓等作为饵料, 由一条主干线牵系若干支线, 饵钩设置在支线绳子末端。目前, 丹江口水库已极少有

**基金项目** 国家科技重大专项“南水北调工程水质安全保障关键技术研究及示范项目”(2012ZX07205002); 现代农业产业技术体系建设专项(CARS-45)。

**作者简介** 廖传松(1991—), 男, 江西崇义人, 博士研究生, 研究方向: 渔业生态学。\* 通讯作者, 研究员, 博士, 博士生导师, 从事渔业生态学研究。

**收稿日期** 2018-06-04

人使用。

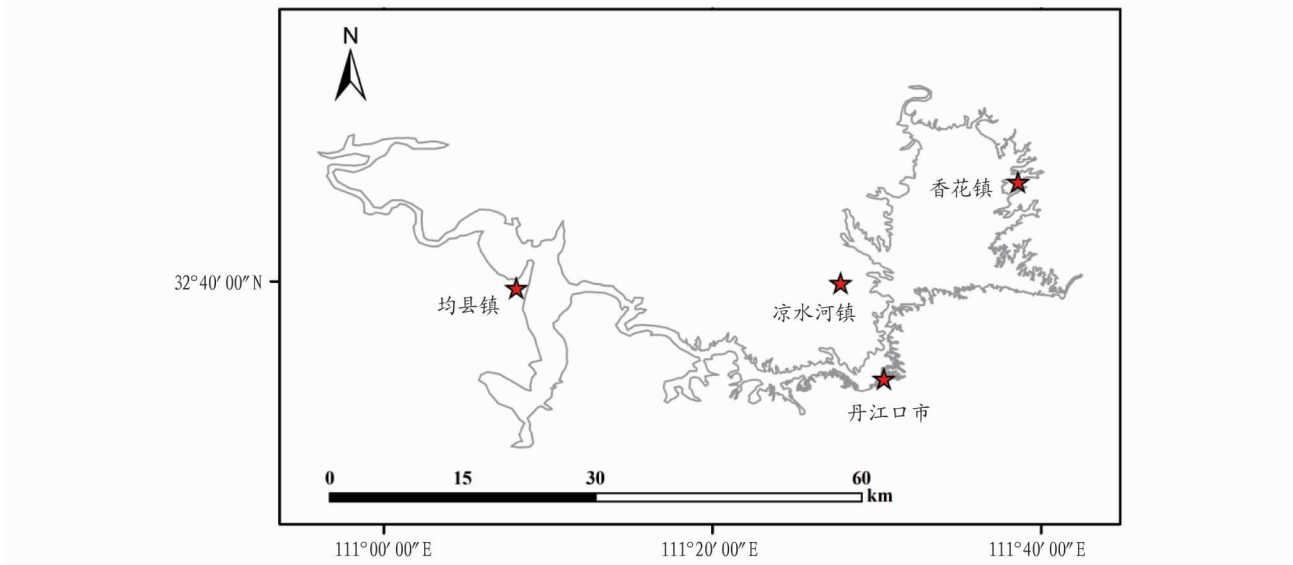


图 1 丹江口水库采样点的分布

Fig.1 The distribution of sampling sites in the Danjiangkou Reservoir

2.2 渔获物结构

2.2.1 种类组成。在丹江口水库共采集到鱼类 25 种,分属 4 目 6 科,以鲤形目为主,共 18 种,占种类总数的 72%;鲇形目次之,共 4 种,占 16%;鲈形目和鲢形目分别包含 2 种和 1 种,共占 12%(表 1)。

表 1 丹江口水库不同采样点的渔获物组成

| Table 1 The composition of fishes in catch in different sampling sites of the Danjiangkou Reservoir |                |                           |                              |                              | 丹江口市             | 均县镇          | 凉水河镇             | 香花镇           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------|--------------|------------------|---------------|
| 目                                                                                                   | 科              | 亚科                        | 属                            | 种                            | Danjiangkou City | Junxian Town | Liangshuihe Town | Xianghua Town |
| 鲤形目<br>Cypriniformes                                                                                | 鲤科 Cyprinidae  | 雅罗鱼亚科                     | 赤眼鳟属 <i>Squaliobarbus</i>    | 赤眼鳟 <i>S. curriculus</i>     |                  |              | +                |               |
|                                                                                                     |                |                           | 青鱼属 <i>Mylopharyngodon</i>   | 青鱼 <i>M. piceus</i>          |                  | +            | +                |               |
|                                                                                                     |                |                           | 草鱼属 <i>Ctenopharyngodon</i>  | 草鱼 <i>C. idellus</i>         | +                | +            | +                | +             |
|                                                                                                     |                |                           | 鳊属 <i>Elopichthys</i>        | 鳊 <i>E. bambusa</i>          |                  | +            |                  |               |
|                                                                                                     |                | 鲢亚科 Hypophthalmichthyinae | 鲢属 <i>Hypophthalmichthys</i> | 鲢 <i>H. molitrix</i>         | +                | +            | +                | +             |
|                                                                                                     |                |                           | 鳊属 <i>Aristichthys</i>       | 鳊 <i>A. mobilis</i>          | +                | +            | +                | +             |
|                                                                                                     |                | 鲤亚科                       | 鲤属 <i>Cyprinus</i>           | 鲤 <i>C. carpio</i>           | +                | +            | +                | +             |
|                                                                                                     |                |                           | 鲫属 <i>Carassius</i>          | 鲫 <i>C. auratus</i>          | +                | +            | +                | +             |
|                                                                                                     |                | 鲂亚科 Cultrinae             | 鲂属 <i>Megalobrama</i>        | 团头鲂 <i>M. amblycephala</i>   |                  | +            | +                | +             |
|                                                                                                     |                |                           | 鲂属 <i>Culter</i>             | 翘嘴鲂 <i>C. alburnus</i>       | +                | +            | +                | +             |
|                                                                                                     |                |                           |                              | 达氏鲂 <i>C. dabryi</i>         | +                | +            | +                |               |
|                                                                                                     |                |                           |                              | 蒙古鲂 <i>C. mongolicus</i>     | +                | +            | +                | +             |
|                                                                                                     |                |                           |                              | 红鳍原鲂 <i>C. erythropterus</i> |                  | +            | +                |               |
|                                                                                                     |                |                           | 原鲂属 <i>Cultrichthys</i>      |                              |                  | +            | +                |               |
|                                                                                                     |                |                           | 鲮属 <i>Hemiculter</i>         | 鲮 <i>H. leucisculus</i>      | +                | +            | +                | +             |
|                                                                                                     |                |                           | 鲮鱼属 <i>Pseudolaubuca</i>     | 鲮鱼 <i>P. sinensis</i>        | +                | +            |                  |               |
|                                                                                                     |                |                           |                              | 似鲮 <i>P. simoni</i>          |                  | +            |                  |               |
|                                                                                                     |                |                           |                              |                              |                  |              |                  |               |
|                                                                                                     |                |                           |                              |                              |                  |              |                  |               |
|                                                                                                     |                |                           |                              |                              |                  |              |                  |               |
|                                                                                                     |                |                           |                              |                              |                  |              |                  |               |
|                                                                                                     |                |                           |                              |                              |                  |              |                  |               |
|                                                                                                     |                |                           |                              |                              |                  |              |                  |               |
|                                                                                                     |                |                           |                              |                              |                  |              |                  |               |
|                                                                                                     |                |                           |                              |                              |                  |              |                  |               |
|                                                                                                     |                |                           |                              |                              |                  |              |                  |               |
| 鲇形目<br>Siluriformes                                                                                 | 鲇科 Siluridae   |                           |                              |                              | +                | +            | +                | +             |
|                                                                                                     |                |                           |                              |                              | +                | +            |                  |               |
|                                                                                                     |                |                           |                              |                              |                  | +            |                  |               |
|                                                                                                     |                |                           |                              |                              | +                | +            |                  |               |
| 鲈形目<br>Perciformes                                                                                  | 鲈科 Serranidae  |                           |                              |                              | +                | +            | +                |               |
|                                                                                                     |                |                           |                              |                              | +                |              |                  |               |
|                                                                                                     |                |                           |                              |                              | +                |              |                  |               |
|                                                                                                     |                |                           |                              |                              | +                |              |                  |               |
| 鲢形目<br>Perciformes                                                                                  | 鳊科 Channidae   |                           |                              |                              | +                |              | +                | +             |
|                                                                                                     |                |                           |                              |                              |                  |              |                  |               |
| 鲢形目<br>Salmoniformes                                                                                | 银鱼科 Salangidae |                           |                              |                              |                  |              |                  | +             |
|                                                                                                     |                |                           |                              |                              |                  |              |                  |               |

注: +表示发现该物种  
Note: + indicated that this species was found

**2.2.2 生物量。**在库区共采集渔获物 781.75 kg,其中鲢、蒙古鲈、鳙、翘嘴鲈、鲤、鲫、鳊、鲂为优势种,分别占总生物量的 29.80%、20.18%、13.62%、10.09%、5.15%、4.65%、3.77% 和 3.45%。丹江口市优势鱼类为鲢、蒙古鲈和大口鲂,分别占总生物量的 43.3%、16.84%和 12.03%;均县镇优势鱼类为蒙古鲈、鲢和翘嘴鲈,分别占总生物量的 32.81%、28.28%和 8.4%;凉水河镇优势鱼类为鳙、鲢、翘嘴鲈,分别占总生物量的 32.43%、26.2%和 20.03%;香花镇优势鱼类为鲤、鳙和鲫,分别占总生物量的 30.71%、22.47%和 14.23(表 2)。ANOSIM 检验表明丹江口 4 个采样点间鱼类群落结构差异不显著 ( $R=0.191, P>0.05$ )。

**2.2.3 数量。**在库区共采集鱼类 2 977 尾,其中鳊和蒙古鲈为优势种,占鱼类总数量的比例分别为 41.65%和32.55%。4 个采样点渔获物结构略有差异 ( $P<0.05$ ),丹江口市渔获物中数量占比较高的种类是鳊、蒙古鲈和鲫,分别占 65.25%、8.09%和 5.64%;均县镇渔获物中数量占比较高的种类为蒙古鲈、鳊和鲫,分别占 51.15%、34.84%和 6.49%;凉水河镇渔获物中数量占比较高的种类为鳊、翘嘴鲈和蒙古鲈,分别占 48.74%、16.25%和 9.93%;香花镇渔获物中数量占比较高的种类为太湖新银鱼、蒙古鲈、鳊和鲫,分别占 31.14%、15.57%、14.97%和13.77%(表 2)。

表 2 丹江口水库常见渔获物种类的重量百分比和数量百分比

| Table 2 The weight percentage and number percentage of common fishes species in catch in the Danjiangkou Reservoir % |               |                               |                               |                               |                               |                               |                               |                               |                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 序号<br>No.                                                                                                            | 种类<br>Species | 丹江口市 Danjiangkou City         |                               | 均县镇 Junxian Town              |                               | 凉水河镇 Liangshuihe Town         |                               | 香花镇 Xianghua Town             |                               |
|                                                                                                                      |               | 重量百分比<br>Weight<br>percentage | 数量百分比<br>Number<br>percentage | 重量百分比<br>Weight<br>percentage | 数量百分比<br>Number<br>percentage | 重量百分比<br>Weight<br>percentage | 数量百分比<br>Number<br>percentage | 重量百分比<br>Weight<br>percentage | 数量百分比<br>Number<br>percentage |
| 1                                                                                                                    | 赤眼鳟           | 0                             | 0                             | 0                             | 0                             | 0.13                          | 0.18                          | 0                             | 0                             |
| 2                                                                                                                    | 青鱼            | 0                             | 0.18                          | 6.46                          | 0.06                          | 1.04                          | 0.01                          | 0.02                          | 0.01                          |
| 3                                                                                                                    | 草鱼            | 2.41                          | 0.18                          | 0.03                          | 0.06                          | 0.78                          | 0.18                          | 0                             | 1.20                          |
| 4                                                                                                                    | 鳊             | 0                             | 0                             | 0.97                          | 0.06                          | 0                             | 0                             | 0                             | 0                             |
| 5                                                                                                                    | 鲢             | 43.30                         | 4.50                          | 28.28                         | 1.58                          | 26.20                         | 4.87                          | 7.47                          | 2.40                          |
| 6                                                                                                                    | 鳙             | 4.32                          | 1.08                          | 6.46                          | 0.55                          | 32.43                         | 3.25                          | 22.47                         | 3.59                          |
| 7                                                                                                                    | 鲤             | 3.13                          | 0.72                          | 3.47                          | 0.36                          | 1.30                          | 0.72                          | 30.71                         | 7.78                          |
| 8                                                                                                                    | 鲫             | 6.01                          | 5.64                          | 3.43                          | 6.49                          | 1.95                          | 3.79                          | 14.23                         | 13.77                         |
| 9                                                                                                                    | 团头鲂           | 0                             | 0                             | 1.94                          | 0.12                          | 1.17                          | 1.44                          | 0                             | 0                             |
| 10                                                                                                                   | 翘嘴鲈           | 4.26                          | 1.80                          | 8.40                          | 1.03                          | 20.03                         | 16.25                         | 7.49                          | 1.80                          |
| 11                                                                                                                   | 达氏鲈           | 0                             | 0                             | 0.10                          | 0.02                          | 0                             | 0                             | 0                             | 0                             |
| 12                                                                                                                   | 蒙古鲈           | 16.84                         | 8.09                          | 32.81                         | 51.15                         | 8.04                          | 9.93                          | 8.61                          | 15.57                         |
| 13                                                                                                                   | 红鳍原鲈          | 0.20                          | 0.30                          | 0                             | 0                             | 0                             | 0                             | 0                             | 0                             |
| 14                                                                                                                   | 鳊             | 3.61                          | 65.25                         | 3.70                          | 34.84                         | 4.67                          | 48.74                         | 2.25                          | 14.97                         |
| 15                                                                                                                   | 鳊鱼            | 0.10                          | 0.20                          | 0                             | 0                             | 0                             | 0                             | 0                             | 0                             |
| 16                                                                                                                   | 似鳊            | 0.10                          | 1.10                          | 0                             | 0                             | 0                             | 0                             | 0                             | 0                             |
| 17                                                                                                                   | 蛇鲈            | 0                             | 0                             | 0.02                          | 0.05                          | 0.10                          | 3.97                          | 0                             | 0                             |
| 18                                                                                                                   | 银鲈            | 0.48                          | 4.50                          | 0.02                          | 0.06                          | 0.10                          | 3.79                          | 0                             | 0                             |
| 19                                                                                                                   | 黄颡鱼           | 0.48                          | 0.72                          | 2.46                          | 2.85                          | 0.65                          | 0.90                          | 2.25                          | 1.80                          |
| 20                                                                                                                   | 瓦氏黄颡鱼         | 0.48                          | 0.90                          | 0.81                          | 0.42                          | 0                             | 0                             | 0.37                          | 1.20                          |
| 21                                                                                                                   | 光泽黄颡鱼         | 0                             | 0                             | 0.02                          | 0.06                          | 0                             | 0                             | 0.37                          | 3.59                          |
| 22                                                                                                                   | 大口鲂           | 12.03                         | 0.36                          | 0.65                          | 0.18                          | 0                             | 0                             | 0                             | 0                             |
| 23                                                                                                                   | 鳊             | 0.96                          | 3.60                          | 0.08                          | 0.06                          | 0.78                          | 1.81                          | 0                             | 0                             |
| 24                                                                                                                   | 乌鳢            | 1.68                          | 0.90                          | 0                             | 0                             | 0.65                          | 0.18                          | 3.00                          | 1.20                          |
| 25                                                                                                                   | 太湖新银鱼         | 0                             | 0                             | 0                             | 0                             | 0                             | 0                             | 0.75                          | 31.14                         |

3 讨论

目前丹江口水库渔民常用的渔具包括不同大小网目的刺网类、虾笼及灯光诱捕。其中,刺网的使用范围广泛,全年使用,且大部分的网目大小在 8 cm 以上,这与渔业管理部门对刺网类网目的规定是相符的,其捕捞对象为大个体鱼类,有利于渔业资源的可持续利用<sup>[9]</sup>。但丹江口水库渔具的多样性低于三峡水库<sup>[12]</sup>,这可能与三峡水库属于峡谷型水库相关,整个三峡库区在不同的河段形成不同的渔具类型,渔具类型多样,如在库区的中上游三层流刺网、拖网类及钩钓类等广泛使用,而丹江口水库丹库和汉库的生境同质性高,刺网类渔具成为主要捕捞方式。

渔业方式的转变常与鱼类资源的时空变化息息相关,这来自于渔民对鱼类资源变化的强烈认知<sup>[13]</sup>。丹江口水库自 1974 年初期工程完工后,原来的河流生境转变成静水生境,并于 2013 年再次加高蓄水位,导致库区面积进一步加大。随着蓄水的进行,鱼类群落结构也会发生相应改变,库区喜流水性鱼类比例下降,广适性鱼类及喜静水性鱼类比例上升<sup>[14]</sup>,渔民所使用的渔具也随之有所改变,历史上广泛使用的钩类如今已很少使用。此外,灯光诱捕在库区的使用范围随着库区银鱼资源的增加而不断扩大<sup>[15]</sup>,尤其在丹江库区。建坝前汉江、丹江及其支流上游江段多峡谷、险滩、岩洞,且水流湍急,在当时采集到的鲤科鱼类中,有白甲鱼(*On-*

*ychostoma sima*)、辫结鱼(*Tor brevifilis*)、中华倒刺鲃(*Spinibarbus sinensis*)等喜急流性鱼类<sup>[14]</sup>。该研究发现渔获物中喜流水性鱼类已较少见到,同时鱼类群落在库区不同水域呈现同质化趋势,广适性和喜静水种类占优势,其他研究也发现了这一趋势<sup>[16]</sup>。然而,丹江口水库第一阶段蓄水后鱼类群落中,虽然有部分建坝前发现的流水性鱼类未被发现,但流水性鱼类比重较大,静水性鱼类没有形成优势<sup>[14]</sup>。鱼类群落结构的变化主要由于大坝的二次加高进一步扩大了湖泊生境面积,部分激流型鱼类繁殖摄食生境遭到破坏,进一步改变了库区鱼类群落结构。

网具管理在渔业资源管理中至关重要,而网目大小的选择又是其中的关键,良好的渔业管理需要保证所使用的网具能捕获成年个体的鱼类而不误捕幼鱼群体,从而在渔业需求和渔业管理间达到平衡<sup>[17-18]</sup>。丹江口水库所用刺网的网目大小主要包括 1、6、12~14 cm,其中 12~14 cm 网目的刺网使用最广泛,渔获物以大个体鱼类为主,有利于鱼类种群的补充过程。研究表明,刺网网目大于 6 cm 有利于渔业资源的可持续<sup>[19]</sup>。在丹江口水库使用范围较小的小网目刺网,渔获对象优势种为鲢、似鳊等小型鱼类,不会对小型鱼类的种群造成不利影响,在一定程度上有利于控制小型鱼类群体的发展。然而,这几种小网目刺网的渔获物中也存在少量的大型经济鱼类的幼鱼,如鲤、鲂类、鳊等,对这些鱼类种群的可持续利用可能有一定的影响。

灯光诱捕是丹库常用的捕捞技术,因银鱼资源暴发而广泛使用,且使用的网目非常小,渔获物中比例较高的是银鱼类、鲢、似鳊、鲂类小个体等<sup>[20]</sup>。该研究发现灯光诱捕的主要危害对象是大型经济鱼类的幼鱼,所获鱼类个体大小在 10 cm 左右,大多为小型鱼类或中大型鱼类的幼鱼,会对种群的补充过程造成严重影响。鱼类的早期资源及幼鱼阶段群体对鱼类资源补充至关重要,不仅能对鱼类群体进行补充维持资源稳定,同时也能直接影响当年的鱼汛捕捞量<sup>[21-22]</sup>,人类通过捕捞作业能在很大程度上影响资源补充的过程。此外,灯光诱捕的使用时间集中在每年 9—10 月,正处于鱼类幼鱼的生长期<sup>[19]</sup>,高强度的捕捞会对鱼类资源补充造成很大的危害,在库区应被限制使用。

丹江口水库由于是跨界水域,目前没有系统的捕捞管理与协调机构,更缺乏渔业管理与水质保护的协调机构,未来需要建立高效的流域性协调管理机制,实现资源、环境、渔业的健康协调发展。

## 参考文献

- [1] WCD(World Commission of Dams).Dams and development:A new framework for decision-making.The report of the world commission on dams[R].

- London:Earthscan Publishers,2000:2-13.
- [2] POFF N L,HART D D.How dams vary and why it matters for the emerging science of dam removal[J].Bioscience,2002,52(8):659-668.
- [3] MARTÍNEZ A,LARRAÑAGA A,BASAGUREN A,et al.Stream regulation by small dams affects benthic macroinvertebrate communities:From structural changes to functional implications[J].Hydrobiologia,2013,711(1):31-42.
- [4] PELICICE F M,POMPEU P S,AGOSTINHO A A.Large reservoirs as ecological barriers to downstream movements of Neotropical migratory fish[J].Fish and fisheries,2015,16(4):697-715.
- [5] LIMA A C,AGOSTINHO C S,SAYANDA D,et al.The rise and fall of fish diversity in a neotropical river after impoundment[J].Hydrobiologia,2016,763(1):207-221.
- [6] DUAN Y F,WILMSEN B.Addressing the resettlement challenges at the Three Gorges Project[J].International journal of environmental studies,2012,69(3):461-474.
- [7] WILMSEN B.After the deluge:A longitudinal study of resettlement at the Three Gorges Dam,China[J].World development,2016,84:41-54.
- [8] AMARASINGHE U S,KUMARA P A D A,SILVA S S D.A rationale for introducing a subsidiary fishery in tropical reservoirs and lakes to augment inland fish production:Case study from Sri Lanka[J].Food security,2016,8(4):1-13.
- [9] 宋长河,谈华伟,浅谈丹江口水库渔业利用现状及发展意见[J].水利渔业,1993(6):28-30.
- [10] CHENG F,LI W,CASTELLO L,et al.Potential effects of dam cascade on fish:Lessons from the Yangtze River[J].Reviews in fish biology and fisheries,2015,25(3):569-585.
- [11] SÁ-OLIVEIRA J C,HAWES J E,ISAAC-NAHUM V J,et al.Upstream and downstream responses of fish assemblages to an eastern Amazonian hydroelectric dam[J].Freshwater biology,2015,60(10):2037-2050.
- [12] 陈思宝.三峡水库渔业捕捞及渔业生物学研究[D].北京:中国科学院大学,2016:28-39.
- [13] HALLWASS G,LOPES P F,JURAS A A,et al.Fishers' knowledge identifies environmental changes and fish abundance trends in impounded tropical rivers[J].Ecological applications,2013,23(2):392-407.
- [14] 袁凤霞,黄道明.丹江口水库鱼类资源及组成分析[J].水利渔业,1989(2):35-36.
- [15] 杨战伟.三座水库太湖新银鱼生长和繁殖适应性的比较研究[D].武汉:中国科学院水生生物研究所,2012:3.
- [16] 伦峰,李峰,周本翔,等.丹江口水库(河南辖区)鱼类资源调查[J].河南农业科学,2016,45(2):150-155.
- [17] NGUYEN H P,LARSEN R B.Effect of codend mesh size increases on the size selectivity of commercial species in a small mesh bottom trawl fishery[J].Journal of applied ichthyology,2013,29(4):762-768.
- [18] MACLENNAN D N.Fishing gear selectivity:An overview[J].Fisheries research,1992,13(13):201-204.
- [19] SALA A,LUCCHETTI A,PICCINETTI C,et al.Size selection by diamond and square-mesh codends in multi-species Mediterranean demersal trawl fisheries[J].Fisheries research,2008,93(1):8-21.
- [20] 周爱国.东江湖大水面灯光诱捕银鱼技术[J].渔业致富指南,2007(23):25-26.
- [21] MU H,LI M,LIU H,et al.Analysis of fish eggs and larvae flowing into the Three Gorges Reservoir on the Yangtze River,China[J].Fisheries science,2014,80(3):505-515.
- [22] 周永东,徐汉祥,刘子藩.浙江沿岸张网中主要经济幼鱼发生量与当年渔汛渔获量的关系[J].海洋学研究,2009,27(3):54-60.

## 科技论文写作规范——题名

以最恰当、最简明的词句反映论文、报告中的最重要的特定内容,题名应避免使用不常见的缩略语、首字母缩写词、字符、代号和公式等。一般字数不超过 20 字。英文与中文应相吻合。英文题名首字母大写,连词及冠词除外。