

# 长江上游江津和宜宾江段圆口铜鱼资源量估算

熊飞<sup>①</sup> 刘红艳<sup>①</sup> 段辛斌<sup>②\*</sup> 刘绍平<sup>②</sup> 陈大庆<sup>②</sup>

① 江汉大学生命科学学院 武汉 430056; ② 中国水产科学研究院长江水产研究所 武汉 430223

**摘要:** 为了解长江上游特有鱼类圆口铜鱼 (*Coreius guichenoti*) 的种群数量及分布, 2007 ~ 2009 年对江津和宜宾江段的渔业捕捞情况及渔获物组成进行了调查, 根据单位捕捞努力量渔获量对该江段的年渔获量进行了统计分析, 采用 FISAT II 渔业评估软件中体长股分析模块对圆口铜鱼资源量进行了估算。2007、2008 和 2009 年, 江津江段鱼类年总渔获量分别为 267 850、689 975 和 586 575 尾, 宜宾江段鱼类年总渔获量分别为 485 100、108 075 和 169 950 尾; 其中, 江津江段圆口铜鱼的年渔获量分别为 56 932、98 323 和 100 620 尾, 宜宾江段圆口铜鱼的年渔获量分别为 66 099、16 952 和 32 812 尾。渔获个体主要分布在 80 ~ 220 mm 体长组。估算出 2007 ~ 2009 年江津江段圆口铜鱼年资源量分别为 319 416、905 715 和 1 124 470 尾, 年均值为 783 200 尾; 以质量计, 年资源量分别为 25.33、129.72 和 244.48 t, 年均值为 133.18 t。宜宾江段圆口铜鱼年资源量分别为 469 395、191 207 和 200 197 尾, 年均值为 286 933 尾; 以质量计, 年资源量分别为 60.18、43.11 和 15.14 t, 年均值为 39.48 t。以上结果表明, 长江上游江津江段圆口铜鱼年均资源量大于宜宾江段; 2007 ~ 2009 年宜宾江段圆口铜鱼资源量呈下降趋势, 而江津江段圆口铜鱼资源量呈上升趋势。

**关键词:** 圆口铜鱼; 体长股分析; 资源量; 长江上游

**中图分类号:** S932 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263(2014)06-852-08

## Stock Assessment of *Coreius guichenoti* in Jiangjin and Yibin Sections of the Upper Yangtze River

XIONG Fei<sup>①</sup> LIU Hong-Yan<sup>①</sup> DUAN Xin-Bin<sup>②\*</sup> LIU Shao-Ping<sup>②</sup> CHEN Da-Qing<sup>②</sup>

① *School of Life Sciences, Jiangnan University, Wuhan 430056;* ② *Yangtze River Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Science, Wuhan 430223, China*

**Abstract:** The upper reaches of the Yangtze River possess many endemic and rare fish species. It is one of the key regions of biodiversity protection in China. *Coreius guichenoti* is an endemic species in the upper Yangtze River, and is a common migratory species between the lower and the upper reaches of the channel. In relatively recent years, the construction of large hydroelectric projects may have impeded the migratory route taken by *C. guichenoti*. This has led to concern about how the population dynamics of the species could be affected. In order to better understand the population abundance and distribution of *C. guichenoti*, investigations were performed on fishing and catch composition in Jiangjin and Yibin sections of the Yangtze River in 2007 – 2009. The annual yields were analyzed based on the catch per unit effort, and the stocks of *C. guichenoti* were assessed by length-structure virtual population analysis in the software package of FISAT. The results showed that the total

**基金项目** 国家自然科学基金项目 (No. 51109091, 51310105036), 湖北省教育厅科学技术研究项目 (No. B2013150);

\* 通讯作者, E-mail: duan@yfi.ac.cn;

**第一作者介绍** 熊飞, 男, 博士; 研究方向: 水生生物及生态学; E-mail: xf9603@163.com。

**收稿日期:** 2014-03-21, **修回日期:** 2014-05-30

annual yield in Jiangjin section in 2007, 2008 and 2009 was 267 850, 689 975 and 586 575 individuals and that in Yibin section was 485 100, 108 075 and 169 950 individuals, respectively. The annual yield of *C. guichenoti* in Jiangjin section was 56 932, 98 323 and 100 620 individuals and that in Yibin section was 66 099, 16 952 and 32 812 individuals, respectively. The catch was dominated by individuals of 80 – 220 mm in length. From 2007 – 2009 the evaluated annual abundance of *C. guichenoti* in Jiangjin section of the Yangtze River was 319 416, 905 715 and 1 124 470 individuals respectively, and the annual average value was 783 200 individuals. The annual weight was 25.33, 129.72 and 244.48 t. The average value over these three years was 133.18 t. The annual abundance of *C. guichenoti* in Yibin section over the same time period was 469 395, 191 207 and 200 197 individuals, and the annual average value was 286 933 individuals; the annual weight was 60.18, 43.11 and 15.14 t, and the annual average value was 39.48 t. It was concluded that the stock of *C. guichenoti* in Jiangjin section was much larger than that in Yibin section, and the stock showed a decreasing trend in Yibin section but an increasing trend in Jiangjin section during 2007 – 2009.

**Key words:** *Coreius guichenoti*; Length-structured Virtual Population Analysis; Fish stock; The upper reaches of the Yangtze River

资源量评估是了解鱼类种群数量大小,合理利用鱼类资源及制定鱼类资源保护策略的基础。鱼类资源量评估有多种方法,如鱼卵仔鱼数量调查法(冷永智等 1984)、标志放流法(胡德高等 1992)、初级生产力估算法(王增焕等 2005)、水声学探测法(任玉芹等 2012)、年龄结构股分析法和体长股分析法等(邱顺林等 1998, 虞功亮等 2002)。其中,体长股分析法(length-structured virtual population analysis, length-structured VPA)不需要鉴定研究对象的年龄,具有采样工作量小和数据结构简单等优点而受到青睐(刘军等 2010, 周永东等 2013)。2005 年,联合国粮农组织(Food and agriculture organization of the united nations, FAO)推出了改进后的 FISAT II 渔业评估软件,通过软件中的 Length-structured VPA 模块即可实现体长股分析运算,提高了鱼类资源量估算的效率和精度(Gayanilo et al. 2005),该方法在海洋和内陆水域鱼类资源量估算方面正在逐步得到推广应用(尹增强等 2010, 吴金明等 2011)。

目前,长江渔业资源严重衰竭,许多长江上游珍稀、特有鱼类种群数量下降,有些已处于濒危状态(Park et al. 2003),了解这些鱼类的资源量及分布状况,对其资源保护和管理具有重要意义,也可大型水利工程的生态学效应评估积累资料。圆口铜鱼(*Coreius*

*guichenoti*) 隶属于鲤科(Cyprinidae) 鲟亚科(Gobioninae)铜鱼属,主要分布于长江上游干、支流,是长江上游特有鱼类的代表性种类。圆口铜鱼适应长江上游的激流性生境,为典型的河道洄游性种类,产漂流性卵(Jiang et al. 2010),三峡工程等大型水利工程建设将对其产生显著影响,其种群数量动态颇受关注。目前,对圆口铜鱼的研究主要集中在生物学方面(杨志等 2011, 刘飞等 2012)。本研究根据 2007 ~ 2009 年的渔业调查资料,对长江上游江津和宜宾江段的圆口铜鱼渔获量及资源量进行了评估,以了解其种群数量及分布,为其资源保护和恢复提供依据。

## 1 材料与方法

**1.1 渔业调查** 2007 ~ 2009 年每年的 5 ~ 7 月和 9 ~ 11 月对长江上游江津和宜宾干流江段的渔业资源进行了调查,每次每个江段根据实际情况调查 20 ~ 30 d。江津江段调查范围为朱杨镇上游至石门镇约 15 km 的江段,宜宾江段调查范围为打渔村至新村约 15 km 的江段。对调查江段的作业船只数量、作业渔具及单位捕捞努力量渔获量(catch per unit effort, CPUE)进行统计。江津江段使用的渔具主要包括流刺网(网目 3 ~ 6 cm)、小钩和百袋网(网目 2 cm),宜宾江段使用的渔具主要包括流刺网(网目 3

~6 cm) 和小钩。每个江段每种渔具选取 3 只固定渔船每天进行跟踪调查, 从渔船收集所有渔获物后进行种类鉴定、计数和测量。鱼类种类鉴定主要参考《四川鱼类志》(丁瑞华 1994)。圆口铜鱼体长测量使用有机玻璃量鱼板, 从吻端测量到尾部前端的最后一枚鳞片, 精确到 1 mm; 体质量测量使用电子天平(上海越平, YP2000), 精确到 1 g。为了便于比较, 依据当地渔民捕捞作业的平均强度对各渔具的单位捕捞努力量渔获量(CPUE)进行标准化, 流刺网和百袋网每天作业网次按 10 网的标准计算 CPUE; 小钩的作业时间为 12 h, 18:00 时放钩, 次日早上 6:00 时收钩。2007~2009 年在江津和宜宾江段共统计渔获物 1 292 kg, 合计 16 980 尾, 对其中 1 374 尾(122.4 kg)圆口铜鱼进行了生物学测量。

**1.2 渔获量计算** 年总渔获量  $Y$  为所有渔具年渔获量之和 ( $\sum Y_i$ ), 渔具  $i$  的年渔获量  $Y_i$  (尾) 由以下公式计算:  $Y_i = x_i \cdot f_i \cdot t_i$ , 式中,  $x_i$  为渔具  $i$  的单位捕捞努力量渔获量 (CPUE) [尾/(船·d)],  $f_i$  为渔具  $i$  的作业船只数,  $t_i$  为渔具  $i$  的年作业时间 (d), 除去春季禁渔时间 (2~4 月), 本研究中各类渔具的年作业天数按 275 d 计算。

圆口铜鱼年渔获量 ( $Y_{\text{圆}}$ ) 由年总渔获量和圆口铜鱼在渔获物中的数量百分数推算:  $Y_{\text{圆}} = \sum (Y_i \cdot P_i)$ , 式中,  $P_i$  为圆口铜鱼在渔具  $i$  渔获物中所占的数量百分数。

**1.3 资源量估算** 圆口铜鱼的最大体长 ( $L_{\infty}$ ) 和生长系数 ( $K$ ) 根据鱼类体长频率的时间系列数据借助 FISAT II 渔业评估软件中的体长频率分析法 (ELEFAN I) 模块进行估算 (Liu et al. 2012, 刘元文等 2014)。自然死亡系数 ( $M$ ) 依据 Pauly (1980) 经验公式进行计算:  $\ln M = -0.0152 - 0.279 \ln L_{\infty} + 0.6543 \ln K + 0.463 \ln T$ , 式中,  $T$  表示栖息江段的平均水温 ( $^{\circ}\text{C}$ ), 参考田辉伍等 (2013) 文献取  $18.4^{\circ}\text{C}$ 。体长 ( $L$ )、体质量 ( $W$ ) 关系依据 Keys 公式  $W = aL^b$  进行拟合 (詹秉义 1995), 借助 Origin 软件完成。

圆口铜鱼资源量的估算借助联合国粮农组织 (FAO) 推出的 FISAT II 渔业评估软件中的 Length-structured VPA 模块进行分析 (Gayanilo et al. 2005)。取最大体长组资源开发率为 0.5 (张松 2003), 即最大体长组的捕捞死亡系数 ( $F_i$ ) 等于其自然死亡系数。将圆口铜鱼的年渔获量按体长分组录入 Length-structured VPA 模块中, 输入  $L_{\infty}$ 、 $K$ 、 $M$ 、 $F_i$ 、 $a$ 、 $b$  等参数, 运行软件后即可得到圆口铜鱼各体长组的资源量, 各体长组的资源量之和即为圆口铜鱼的年资源量。

## 2 结果与分析

**2.1 年总渔获量** 长江上游江津和宜宾江段的渔业捕捞情况见表 1。2007、2008 和 2009 年江津江段的单位捕捞努力量渔获量 (CPUE) 分别为 298、803 和 651 尾/(船·d), 宜宾江段的 CPUE 分别为 231、65、80 尾/(船·d)。江津江段百袋网圆口铜鱼的年渔获量明显大于流刺网和小钩等渔具, 而宜宾江段流刺网年渔获量明显大于小钩。2007、2008 和 2009 年, 江津江段鱼类年总渔获量分别为 267 850、689 975 和 586 575 尾, 年均值为 514 800 尾; 宜宾江段鱼类年总渔获量分别为 485 100、108 075 和 169 950 尾, 年均值为 254 375 尾。

**2.2 圆口铜鱼的年渔获量** 长江上游圆口铜鱼在渔获物中的数量百分数及渔获量见表 2。圆口铜鱼在江津江段流刺网、小钩和百袋网渔具中的数量百分数分别为 43.83%~56.12% (平均值 49.57%)、28.31%~54.83% (平均值 41.35%)、1.77%~2.09% (平均值 1.39%); 在宜宾江段流刺网和小钩中的数量百分数分别为 13.19%~20.90% (平均值 15.92%)、12.29%~19.81% (平均值 15.87%)。由年总渔获量和圆口铜鱼在渔获物中的数量百分数推算出 2007、2008 和 2009 年江津江段圆口铜鱼年渔获量分别为 56 932、98 323 和 100 620 尾, 年均值为 85 292 尾; 宜宾江段圆口铜鱼年渔获量分别为 66 099、16 952 和 32 812 尾, 年均值为 38 621 尾。根据圆口铜鱼的渔获量及其体

表 1 长江上游江津和宜宾江段的年总渔获量

Table 1 Total annual yields of fish in Jiangjin and Yibin sections of the upper Yangtze River

年度 Year	渔具 Fishing gears	江津 Jiangjin			宜宾 Yibin		
		CPUE [尾/(船·d)]	作业船数 量(只) Boat	年总渔获量(尾) Yield (ind)	CPUE [尾/(船·d)]	作业船数 量(只) Boat	年总渔获量(尾) Yield (ind)
2007	流刺网 Drift-trammel-net	40 ± 55	5	55 000	119 ± 162	12	392 700
	小钩 Baited hook	59 ± 29	3	48 675	112 ± 74	3	92 400
	百袋网 Multi-codend-net	199 ± 18	3	164 175	—	—	—
	总计 Total	298	11	267 850	231	15	485 100
2008	流刺网 Drift-trammel-net	62 ± 47	5	85 250	22 ± 21	12	72 600
	小钩 Baited hook	153 ± 55	3	126 225	43 ± 16	3	35 475
	百袋网 Multi-codend-net	580 ± 256	3	478 500	—	—	—
	总计 Total	803	11	689 975	65	15	108 075
2009	流刺网 Drift-trammel-net	90 ± 43	5	123 750	42 ± 50	12	138 600
	小钩 Baited hook	105 ± 61	3	86 625	38 ± 19	3	31 350
	百袋网 Multi-codend-net	456 ± 80	3	376 200	—	—	—
	总计 Total	651	11	586 575	80	15	169 950

“—”表示无此项数据; CPUE. 单位捕捞努力量渔获量。

“—” signify the data is not available; CPUE. Catch per unit effort.

表 2 长江上游江津和宜宾江段圆口铜鱼的年渔获量

Table 2 Annual yields of *Coreius guichenoti* in Jiangjin and Yibin sections of the upper Yangtze River

年度 Year	渔具 Fishing gears	江津 Jiangjin		宜宾 Yibin	
		数量百分数(%) Percentage	年渔获量(尾) Yield (ind)	数量百分数(%) Percentage	年渔获量(尾) Yield (ind)
2007	流刺网 Drift-trammel-net	48.75	26 813	13.19	51 777
	小钩 Baited hook	54.83	26 689	15.50	14 322
	百袋网 Multi-codend-net	2.09	3 431	—	—
	总计 Total	—	56 932	—	66 099
2008	流刺网 Drift-trammel-net	43.83	37 365	13.67	9 924
	小钩 Baited hook	41.02	51 771	19.81	7 028
	百袋网 Multi-codend-net	1.92	9 187	—	—
	总计 Total	—	98 323	—	16 952
2009	流刺网 Drift-trammel-net	56.12	69 442	20.90	28 960
	小钩 Baited hook	28.31	24 519	12.29	3 851
	百袋网 Multi-codend-net	1.77	6 659	—	—
	总计 Total	—	100 620	—	32 812

“—”表示无此项数据。“—” signify the data is not available.

频度分布特征,将圆口铜鱼年渔获量分解到各个体长组,得到圆口铜鱼各体长组的年渔获量组成,渔获个体主要分布在 80 ~ 220 mm 体长组(图 1)。

**2.3 圆口铜鱼的资源量** 由 ELEFAN I 模块拟合出圆口铜鱼的生长参数为: $L_{\infty} = 568 \text{ mm}$ ,  $K = 0.20/a$ 。由 Keys 公式  $W = aL^b$  拟合出  $a = 2.4732 \times 10^{-6}$ ,  $b = 3.3447$ 。根据生长参数和栖息地平均水温估算出长江上游圆口铜鱼群体的自然死亡系数  $M = 0.4288$ 。利用

Length-structured VPA 模块估算圆口铜鱼的资源量,设最大体长组资源开发率为 0.5,即最大体长组的捕捞死亡系数( $F_1$ )为 0.4288。估算出 2007、2008 和 2009 年江津段圆口铜鱼年资源量分别为 319 416、905 715 和 1 124 470 尾,年均值为 783 200 尾;以质量计,年资源量分别为 25.33、129.72 和 244.48 t,年均值为 133.18 t(表 3)。2007、2008 和 2009 年宜宾江段圆口铜鱼年资源量分别为 469 395、191 207 和 200 197 尾,年均值为 286 933 尾;以质量计,

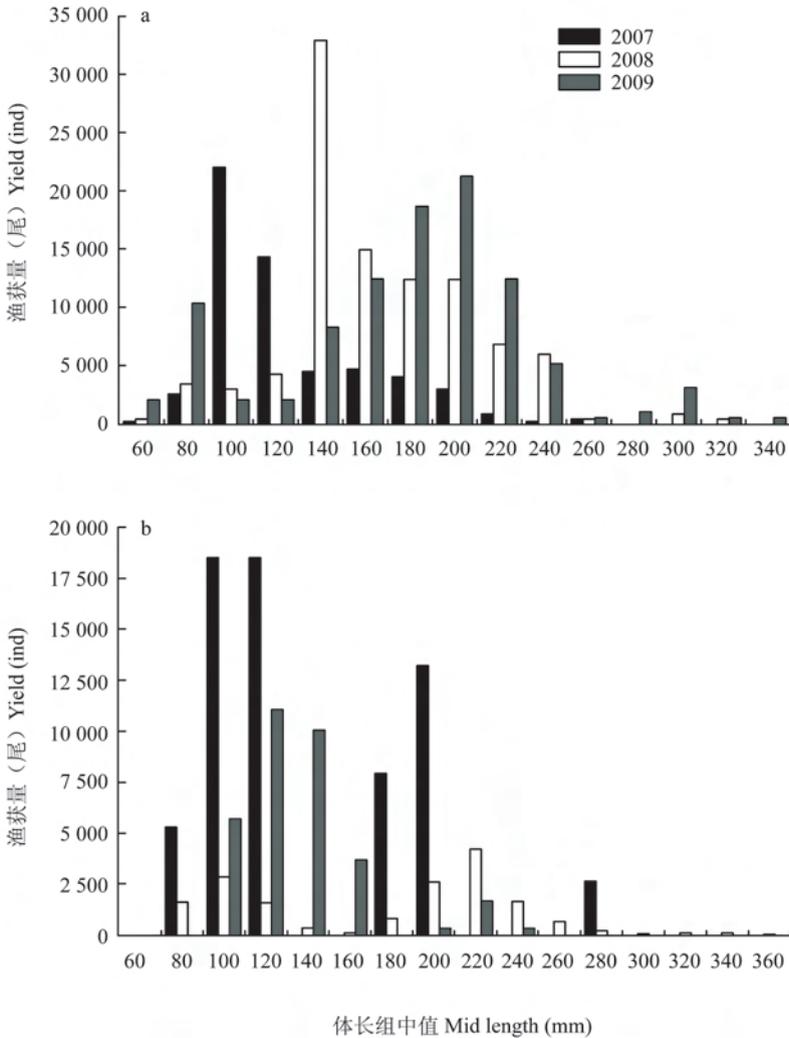


图 1 长江上游江津 (a) 和宜宾 (b) 江段圆口铜鱼各体长组的年渔获量  
 Fig. 1 Annual yields of each length groups of *Coreius guichenoti* in Jiangjin (a) and Yibin (b) sections of the upper Yangtze River

表 3 长江上游江津江段圆口铜鱼的资源量

Table 3 Annual resources of *Coreius guichenoti* in Jiangjin section of the upper Yangtze River

体长组中值 Mid length (mm)	2007		2008		2009	
	数量(尾) Number (ind)	质量(t) Weight	数量(尾) Number (ind)	质量(t) Weight	数量(尾) Number (ind)	质量(t) Weight
60	82 027	1.05	175 252	2.24	199 978	2.55
80	75 179	2.31	160 659	4.96	181 802	5.51
100	66 398	3.43	143 870	9.00	156 587	9.83
120	39 602	3.59	128 418	14.34	140 896	15.89
140	22 373	3.76	112 620	17.81	126 058	22.91
160	15 977	3.94	70 680	18.40	106 151	29.26
180	9 933	3.35	49 466	18.74	83 769	32.32
200	5 068	2.07	32 596	16.21	57 384	28.76
220	1 713	1.08	17 377	11.99	31 120	21.37
240	718	0.73	8 967	6.40	15 881	15.83
260	428	0.02	2 335	3.46	9 106	14.50
280	0	0.00	1 638	3.58	7 435	15.02
300	0	0.00	1 411	2.55	5 448	10.26
320	0	0.00	425	0.04	1 810	5.68
340	0	0.00	0	0.00	1 046	14.79
总计 Total	319 416	25.33	905 715	129.72	1 124 470	244.48

长年资源量分别为 60.18、43.11 和 15.14 t, 年均值为 39.48 t(表 4)。在空间分布上, 长江上游江津江段圆口铜鱼年均资源量大于宜宾江段; 在时间变化上, 2007~2009 宜宾江段圆口铜鱼资源量呈下降趋势, 而江津江段圆口铜鱼资源量呈明显上升趋势。

### 3 讨论

**3.1 年渔获量估算** 在体长股分析法估算鱼类资源量的方法中, 评估对象的年渔获量直接影响着资源量的估算结果, 因此年渔获量的估算要能客观反应评估江段的实际情况。本研究中的渔业捕捞数据均来自 2007~2009 年在江津和宜宾江段实地调查的结果, 基本反应了当地的实际渔业捕捞情况。在历史渔业调查资料中, 长江上游渔具包括 10 多种(张松 2003), 本研究调查表明, 江津干流江段主要作业渔具为流刺网、小钩和百袋网 3 种, 而宜宾干流江段作业的渔具主要为流刺网和小钩 2 种, 其他渔具少见或偶尔作业, 基本可以忽略, 这与刘

军等(2010)对宜宾江段渔业资源调查的情况一致。调查江段作业的渔民均为专职渔民, 因此各种渔具的捕捞船只数量相对固定, 基本反映了调查江段的捕捞努力量。单位捕捞努力量渔获量(CPUE)会直接影响到渔获量估算的准确性, 但其受捕捞时间等因素的影响比较大, 为了便于统计和比较, 本研究对 CPUE 进行了标准化。按渔民经验流刺网和百袋网一般每天可作业 10 网次左右, 在计算 CPUE 时, 统一按 10 网次/d 的标准化进行换算。另外一个影响年渔获量估算的因素为年作业天数。作业天数受很多因素的影响, 如休鱼、天气及其他不确定的因素等, 本研究考虑到长江上游 2~4 月为禁渔期, 将实际作业时间定为 275 d, 而没有考虑其他一些不确定的因素, 渔获量估算结果可能稍偏大。本研究估算结果表明, 江津江段年均总渔获量(514 800 尾)大于宜宾江段(254 375 尾)。

**3.2 圆口铜鱼资源量及种群保护** 20 世纪 70 年代, 长江上游干流江段主要以铜鱼(*C.*

表 4 长江上游宜宾江段圆口铜鱼的资源量

Table 4 Annual resources of *Coreius guichenoti* in Jiangjin section of the upper Yangtze River

体长组中值 Mid length (mm)	2007		2008		2009	
	数量(尾) Number (ind)	质量(t) Weight	数量(尾) Number (ind)	质量(t) Weight	数量(尾) Number (ind)	质量(t) Weight
60	104 697	1.34	33 899	0.43	48 622	0.62
80	96 222	2.92	31 155	0.95	44 686	1.40
100	83 070	4.62	26 990	1.61	40 927	2.40
120	58 158	5.45	21 914	2.40	31 913	2.93
140	35 269	6.64	18 409	3.43	18 510	2.38
160	31 906	9.38	16 320	4.78	7 261	1.51
180	28 723	10.70	14 592	6.22	3 067	1.35
200	18 239	6.25	12 302	6.89	2 746	1.62
220	3 932	3.49	8 506	5.38	2 129	0.92
240	3 476	4.23	3 593	3.22	336	0.01
260	3 050	5.01	1 620	2.04	0	0.00
280	2 653	0.15	793	1.48	0	0.00
300	0	0.00	489	1.30	0	0.00
320	0	0.00	352	1.10	0	0.00
340	0	0.00	201	0.67	0	0.00
360	0	0.00	72	1.21	0	0.00
总计 Total	469 395	60.18	191 207	43.11	200 197	15.14

*helterodon*)、圆口铜鱼、达氏鲟 (*Acipenser dabryanus*)、鲇 (*Silurus asotus*)、南方鲇 (*S. meridionalis*)、鲤 (*Cyprinus carpio*)、长吻鮠 (*Leiocassis longirostris*)、草鱼 (*Ctenopharyngodon idellus*) 和岩原鲤 (*Procypris rabaudi*) 等鱼类为主要渔获对象 (四川省长江水产资源调查组 1975)。20 世纪 80 年代以来, 长江上游渔业资源严重衰退, 特别是一些大中型鱼类资源下降显著, 随着鲇、南方鲇、鲤和岩原鲤等渔获数量的下降, 圆口铜鱼在渔获物中的比例相对上升, 成为长江上游干流江段的主要优势种 (长江水系渔业资源调查协作组 1990)。本研究显示, 圆口铜鱼在江津江段流刺网和小钩渔获物中的数量百分数约为 50% 和 41%, 在宜宾江段流刺网和小钩渔获物中的数量百分数约为 16%, 在江津江段渔获物中的比例要明显大于宜宾江段。

本研究表明, 江津江段圆口铜鱼年均资源量为 52 213 尾/km 或 8.88 t/km, 宜宾江段的年均资源量为 19 129 尾/km 或 2.63 t/km, 江津江段圆口铜鱼年均资源量约为宜宾江段的 3 倍。2007~2009 年, 宜宾江段圆口铜鱼资源量呈下降趋势, 而江津江段圆口铜鱼资源量呈急剧上升趋势, 这可能与三峡水库的蓄水有关。三峡工程的建设, 使长江上游约 600 km 干流江段形成河谷型水库, 水流显著变缓, 水深增大, 使原来栖息于此的 40 多种特有鱼类将不能适应而在水库内消失, 其栖息地相应减少 1/4, 这些鱼类将被迫上移, 寻找新的栖息地 (曹文宣 2000, Park et al. 2003)。随着三峡水库蓄水, 适应流水性环境的圆口铜鱼逐渐从库区江段迁移到库尾以上的江津江段, 导致目前江津江段圆口铜鱼资源量增加。

圆口铜鱼的产卵场主要分布在金沙江中下

游(刘乐和等 1990),目前在宜宾以下江段还未发现圆口铜鱼产卵场,随着向家坝和溪洛渡等大型水利工程的建成,将阻隔其洄游通道,可能影响其物种生存。随着时间推移,江津和宜宾江段的圆口铜鱼种群补充将受上游大坝阻隔的影响,其种群数量可能下降。这种影响将类似三峡大坝对宜昌江段圆口铜鱼种群的影响:1997~2001年葛洲坝下江段圆口铜鱼资源量约为 35 824 尾/km(虞功亮等 2002),随着三峡水库的蓄水,圆口铜鱼资源量表现出下降趋势(陶江平等 2009),2010年三峡水库175 m蓄水以后,圆口铜鱼在宜昌江段已少见(罗佳等 2013)。因此,应重视长江上游这一特有物种的保护。三峡水库蓄水后,圆口铜鱼栖息生境萎缩,但江津至宜宾江段仍保持着适宜圆口铜鱼生存的流水生境,是其重要的栖息地,应加强该江段圆口铜鱼种群及栖息生境的保护;金沙江中下游是圆口铜鱼的主要产卵场,在其种群补充中起着重要作用,应加强该江段圆口铜鱼繁殖群体及其产卵场生境的保护。

## 参 考 文 献

- Gayanilo F C Jr, Sparre P, Pauly D. 2005. FAO-ICLARM Stock Assessment Tools II (User's Guide). Rome: World Center, FAO.
- Jiang W, Liu H Z, Duan Z H. 2010. Seasonal variation in drifting eggs and larvae in the Upper Yangtze, China. *Zoological Science*, 27(5): 402-409.
- Liu Q, Xu B D, Ye Z J, et al. 2012. Growth and mortality of small yellow croaker (*Larimichthys polyactis*) inhabiting Haizhou bay of China. *Journal of Ocean University of China*, 11(4): 1672-5182.
- Park Y S, Chang J B, Lek S, et al. 2003. Conservation strategies for endemic fish species threatened by the Three Gorges Dam. *Conservation Biology*, 17(6): 1748-1758.
- Pauly D. 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *ICES Journal Marine Science*, 39(2): 175-192.
- 曹文宣. 2000. 长江上游特有鱼类自然保护区的建设及相关问题的思考. *长江流域资源与环境*, 9(2): 131-132.
- 长江水系渔业资源调查协作组. 1990. 长江水系渔业资源. 北京: 海洋出版社.
- 丁瑞华. 1994. 四川鱼类志. 成都: 四川科学技术出版社.
- 胡德高, 柯福恩, 张国良, 等. 1992. 葛洲坝下中华鲟产卵场的调查研究. *淡水渔业*, 22(5): 6-10.
- 冷永智, 何立太, 魏清和. 1984. 葛洲坝水利枢纽截流后长江上游铜鱼的种群生物学及资源量估算. *淡水渔业*, 14(5): 21-25.
- 刘飞, 但胜国, 王剑伟, 等. 2012. 长江上游圆口铜鱼的食性分析. *水生生物学报*, 36(6): 1081-1086.
- 刘军, 王剑伟, 苗志国, 等. 2010. 长江上游宜宾江段长鳍吻鲈种群资源量的估算. *长江流域资源与环境*, 19(3): 276-280.
- 刘乐和, 吴国犀, 王志玲. 1990. 葛洲坝水利枢纽兴建后长江干流铜鱼和圆口铜鱼的繁殖生态. *水生生物学报*, 14(3): 205-215.
- 刘元文, 薛莹, 魏邦福, 等. 2014. 海州湾 5 种主要鱼类种群参数估算. *中国水产科学*, 21(1): 125-133.
- 罗佳, 姜伟, 陈求稳. 2013. 葛洲坝下中华鲟产卵场食卵鱼资源量的调查和分析. *淡水渔业*, 43(4): 27-30.
- 邱顺林, 陈大庆. 1998. 长江鲟鱼世代分析及资源量的初步评估. *淡水渔业*, 18(6): 3-5.
- 任玉芹, 陈大庆, 刘绍平, 等. 2012. 三峡库区澎溪河鱼类时空分布特征的水声学. *生态学报*, 32(6): 1734-1744.
- 四川省长江水产资源调查组. 1975. 四川省长江干流渔业及鱼类资源调查报告. 四川省长江水产资源调查资料汇编, 1-22.
- 陶江平, 乔晔, 杨志, 等. 2009. 葛洲坝产卵场中华鲟繁殖群体数量与繁殖规模估算及其变动趋势分析. *水生态学杂志*, 2(2): 37-43.
- 田辉伍, 段辛斌, 熊星, 等. 2013. 长江上游长薄鳅生长和种群参数的估算. *长江流域资源与环境*, 22(10): 1305-1312.
- 王增焕, 李纯厚, 贾晓平. 2005. 应用初级生产力估算南海北部的渔业资源量. *海洋水产研究*, 26(3): 8-15.
- 吴金明, 娄必云, 赵海涛, 等. 2011. 赤水河鱼类资源量的初步估算. *水生态学杂志*, 32(3): 99-103.
- 杨志, 万力, 陶江平, 等. 2011. 长江干流圆口铜鱼的年龄与生长研究. *水生态学杂志*, 32(4): 46-51.
- 尹增强, 章守宇, 汪振华, 等. 2010. 浙江嵊泗人工鱼礁区小黄鱼生长特征与资源合理利用的初步研究. *中国生态农业学报*, 18(3): 588-594.
- 虞功亮, 刘军, 许蕴珩, 等. 2002. 葛洲坝下游江段中华鲟产卵场食卵鱼类资源量估算. *水生生物学报*, 26(6): 591-599.
- 詹秉义. 1995. 渔业资源评估. 北京: 中国农业出版社.
- 张松. 2003. 长江上游合江江段渔业现状评估及长鳍吻鲈的资源评估. 武汉: 华中农业大学硕士学位论文.
- 周永东, 徐汉祥, 潘国良, 等. 2013. 东海区鲳鱼、小黄鱼资源量及其持续渔获量的估算. *浙江海洋学院学报: 自然科学版*, 32(1): 1-5.