

汉江中下游“四大家鱼”自然繁殖的生态水文特征

张晓敏, 黄道明, 谢文星, 冯瑞萍, 杨汉运, 胡望斌

(水利部中国科学院水工程生态研究所, 湖北 武汉 430079)

摘要:通过耦合分析 2004 年和 2007 年沙洋水文资料与汉江沙洋断面鱼类早期资源量监测数据, 汉江中下游“四大家鱼”自然繁殖的生态水文需求为沙洋断面洪峰初始水位达到 33.82 ~ 36.71 m, 洪峰最高水位 36.86 ~ 39.80 m, 上涨时间持续 3 ~ 8 d, 水位日上涨率达到 0.44 ~ 1.50 m/d, 水位上涨幅度 1.55 ~ 3.14 m。结合黄家港与沙洋断面水文数据, 分析发现“四大家鱼”自然繁殖对不同洪水来源有不同的响应, 其产卵主要依赖区间洪水, 丹江口水库现状调度形成的洪水过程对其作用有限。此外, “四大家鱼”自然繁殖与洪水过程中水体透明度存在相关性, 汉江中下游“四大家鱼”自然繁殖的透明度范围在 5.1 ~ 14.5 cm, 透明度与洪水来源直接相关, 透明度指标可以作为“四大家鱼”自然繁殖的重要指标之一。

关键词:“四大家鱼”; 汉江; 繁殖生态; 水文特征

中图分类号: Q178 **文献标志码:** A **文章编号:** 1674 - 3075 (2009) 02 - 0126 - 04

汉江是长江中游最大的支流, 发源于秦岭南麓, 干流流经陕西、湖北 2 省, 全长 1 577 km, 支流延伸至四川、甘肃、重庆、河南 4 省, 流域面积 15.9 万 km²。由于汉江流域水资源丰富, 而且地理位置特殊, 在全国水资源配置中处于重要的战略地位, 是南水北调工程中线水源地。随着社会经济的发展, 汉江流域水资源需求日增, 在 2007 年汉江干流规划中, 共规划了 16 个梯级水库, 其中石泉、安康、丹江口和王甫洲 4 个梯级水库已经建成, 喜河、蜀河和崔家营水库正在建设中, 丹江口水库按照最终规模进行了加高(管光明等, 2007)。

随着汉江流域水电的开发, 水库群径流调节作用增强, 汉江“四大家鱼”产卵场的水文、水力学条件也将改变, 其部分产卵场位置可能会迁移, 规模可能会缩小, 甚至产卵场消失, 资源量会进一步下降(余志堂, 1982)。“四大家鱼”属典型的产漂流性卵鱼类, 其成熟亲鱼的排卵受精活动, 不仅需要江水涨落的洪峰过程等自然环境条件的刺激, 而且产出的卵吸水膨胀后比重略大于水, 需要一定流速的水流使之悬浮于水中, 顺水漂流孵化, 直至发育成具有主动游泳能力的幼鱼(易伯鲁等, 1988)。因此, 一定

的水文、水力学条件是其繁殖的必要条件。本文主要耦合分析汉江中游沙洋站“四大家鱼”早期资源监测资料和水文资料, 研究汉江流域“四大家鱼”自然繁殖的生态水文学特征, 量化其自然繁殖的水文需求, 为保护“四大家鱼”资源, 优化水库调度提供依据。

1 材料与方法

1.1 数据来源

2004 年和 2007 年汉江流域“四大家鱼”早期资源监测数据为沙洋站 5 ~ 8 月的现场监测成果, 采样点地理位置示意图 1。监测方法和分析计算按照《水库渔业资源调查规范》进行。其中, 苗讯量的监测在沙洋断面设置左、中、右 3 个采样点, 每个采样点采集上、中、下水层样品。表层采集用小型筛网, 网口半圆形, 半径 0.5 m, 面积 0.3927 m²; 中层和底层采集用圆锥形网, 网口半径 0.35 m, 面积 0.3848 m²。流速使用旋桨式流速仪测定。监测 5 ~ 7 月的所有洪峰过程, 每个洪峰过程连续监测, 每天监测时间 12 h, 监测时段为 10: 00 ~ 13: 00、16: 00 ~ 19: 00、22: 00 ~ 1: 00、4: 00 ~ 7: 00。监测时每隔 0.5 h 收集 1 次样品。水文数据采用 2004 年和 2007 年汉江沙洋站水文整编资料。

1.2 分析方法

“四大家鱼”繁殖的水文学特征采用 Factor - criteria 系统重构分析的方法(Guohua Zhang et al, 1998), 将洪水过程分成不同的要素以模拟“四大家鱼”繁殖所需要的水文条件。9 大要素分别为洪峰

收稿日期: 2009 - 03 - 05

基金项目: 自然科学基金重大项目(30490234); 科技部水利部公益性行业科研专项(200701008); 水利部公益性行业科研专项(200701029)。

作者简介: 张晓敏, 1973 年生, 男, 湖北黄冈人, 助理研究员, 主要从事生态水文学、水工程生态恢复、生态调度等方面研究工作。E-mail: zhangxm@mail. ihe. ac. cn

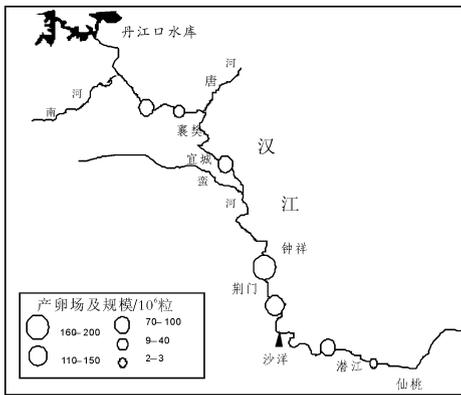


图1 汉江中下游“四大家鱼”产卵场分布示意

Fig.1 Distributions of the spawning sites of four major Chinese Carps in the mid-lower Hanjiang river

的初始水位、水位的日上涨率、断面初始流量、流量

的日增长率、洪峰水位上涨持续时间、前后2个洪峰过程的间隔时间、前后2个洪峰过程的水位差异、起始产卵日期、苗汛时序。通过统计各要素的变动幅度,分析其集中度的情况,作为“四大家鱼”自然繁殖水文需求的依据。

2 结果

2.1 汉江“四大家鱼”自然繁殖的水文特征参数

2004年沙洋站共监测了有鱼类产卵记录的5次洪峰过程,其中第3次、第4次和第5次洪峰采集到“四大家鱼”鱼卵;2007年共监测了有鱼类产卵记录的5次洪峰过程,其中第1次和第3次洪峰均监测到“四大家鱼”鱼卵。2004年和2007年的涨水过程水文参数描述见表1和表2。

表1 2004年沙洋站“四大家鱼”自然繁殖的水文特征

Tab.1 The analysis on hydrological characteristics of four major Chinese carps on nature spawning conditions in Shayang section in 2004

水文特征 Hydrological characteristics	第1次洪峰 1st peek flow	第2次洪峰 2nd peek flow	第3次洪峰 3rd peek flow	第4次洪峰 4th peek flow	第5次洪峰 5th peek flow
水位上涨日期/月-日 Water level raising data	06-05	06-14	07-19	07-31	08-16
最高水位日期/月-日 Top level data	06-08	06-18	07-21	08-07	08-18
上涨持续时间/d Raising duration	4	5	3	8	3
洪峰间隔时间/d Peek interval time		9	35	12	9
洪峰的初始水位/m Peek starting level	34.38	34.35	34.01	34.56	35.75
洪峰最高水位/m Peek top level	35.04	35.03	37.00	37.70	37.30
水位的日上涨率/ $m \cdot d^{-1}$ Water level raising rate	0.22	0.17	1.50	0.45	0.78
水位上涨幅度/m Water raising range	0.66	0.68	2.99	3.14	1.55
洪峰初始流量/ $m^3 \cdot s^{-1}$ Peek starting flow	1 040	1 000	930	1 160	1 800
洪峰最高流量/ $m^3 \cdot s^{-1}$ Peek top flow	1 310	1 330	3 430	4 370	3 780
流量的日上涨率/ $m^3 \cdot s^{-1}$ Flow dairy rate	90.00	82.50	1 250.00	458.57	990.00
是否产卵 Four Major Chinese Carps spawned or not	否	否	是	是	是

表2 2007年沙洋站“四大家鱼”自然繁殖的水文特征

Tab.2 The analysis on hydrological characteristics of four major Chinese carps on nature spawning conditions in Shayang section in 2007

水文特征 Hydrological characteristics	第1次洪峰 1st peek flow	第2次洪峰 2nd peek flow	第3次洪峰 3rd peek flow	第4次洪峰 4th peek flow	第5次洪峰 5th peek flow
水位上涨日期/月-日 Water level raising data	06-18	07-01	07-08	07-20	07-30
最高水位日期/月-日 Top level data	06-23	07-05	07-15	07-24	08-03
上涨持续时间/d Raising duration	6	5	8	5	5
洪峰间隔时间/d Peek interval time		7	2	4	5
洪峰的初始水位/m Peek starting level	33.82	35.42	36.71	37.97	37.66
洪峰最高水位/m Peek top level	36.86	37.51	39.80	39.9	39.68
水位的日上涨率/ $m \cdot d^{-1}$ Dairy increasing rate	0.61	0.52	0.44	0.48	0.51
水位上涨幅度/m Water raising range	3.04	2.09	3.09	1.93	2.02
洪峰的初始流量/ $m^3 \cdot s^{-1}$ Peek starting flow	684	1 520	2 480	4 060	3 170
洪峰最高流量/ $m^3 \cdot s^{-1}$ Peek top flow	2 650	3 400	8 200	8 210	7 180
流量的日上涨率/ $m^3 \cdot s^{-1}$ Flow dairy rate	393.20	470.00	817.14	1 037.50	1 002.50
是否产卵 Four major Chinese carps spawned or not	是	否	是	否	否

2.2 “四大家鱼”自然繁殖时水温和水体透明度

在水文监测的过程中,同时监测了2004年和2007年沙洋断面5次洪峰时水温和透明度的情况,在汉江发生洪水时,水温22.0~28.5℃,透明度5.1~67.5cm,监测结果见表3和表4。

表3 2004年和2007年5次洪水过程中沙洋站水温记录 ℃

Tab.3 Water temperature of five floods in Shayang section in 2004 and 2007

监测时间 Time	第1次	第2次	第3次	第4次	第5次
	洪峰	洪峰	洪峰	洪峰	洪峰
	1st peak flow	2nd peak flow	3rd peak flow	4th peak flow	5th peak flow
2004年	22.0	23.5	26.0	28.5	23.5
2007年	22.8	23.7	26.2	26.7	25.5

表4 2004年和2007年5次洪水过程中沙洋站透明度观测 cm

Tab.4 Water transparency of five floods in Shayang section in 2004 and 2007

监测时间 Time	第1次	第2次	第3次	第4次	第5次
	洪峰	洪峰	洪峰	洪峰	洪峰
	1st peak flow	2nd peak flow	3rd peak flow	4th peak flow	5th peak flow
2004年	67.5	56.0	5.1	12.0	10.5
2007年	12.5	32.5	14.5	21.4	30.5

3 分析与讨论

3.1 汉江中下游“四大家鱼”自然繁殖的水文需求

依据2004年和2007年鱼类早期资源监测结果,结合洪峰过程的特征参数分析表明汉江中下游“四大家鱼”繁殖需要明显的涨水过程(见图1、图2)。根据不同洪峰的“四大家鱼”自然繁殖的情况分析,单次洪峰满足“四大家鱼”繁殖的沙洋断面基本水文过程范围为洪峰初始水位达到33.82~36.71m,洪峰最高水位39.80m,上涨时间持续3~8d,水位日上涨率达到0.44~1.50m/d,水位上涨幅度1.55~3.14m。

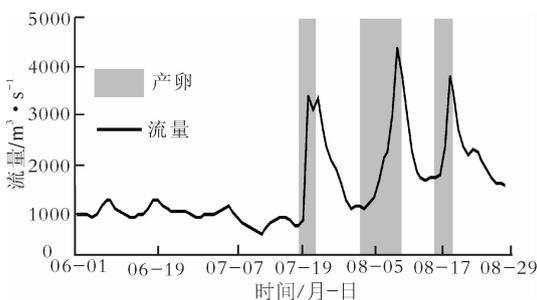


图1 2004年沙洋站“四大家鱼”产卵流量过程
Fig.1 The discharge of the spawning of four major Chinese carps in 2004

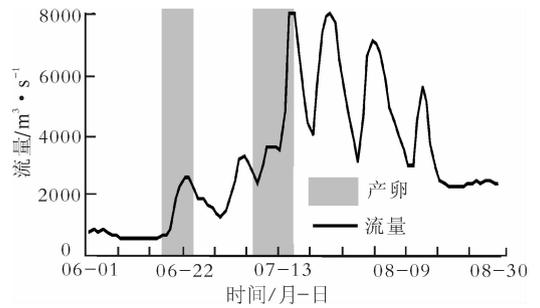


图2 2007年沙洋站“四大家鱼”产卵流量过程
Fig.2 The discharge of the spawning of four Major Chinese carps in 2007

3.2 “四大家鱼”自然繁殖对不同来源洪水的响应

考虑丹江口大坝下泄水和区间来水在理化性质上存在一定的差异,将汉江流域中下游洪水来源分为丹江口大坝来水为主和区间来水为主2种类型,由于丹江口坝下汉江干流建有王甫洲水库,基于两水库联动的调度方式,采用王甫洲下游的黄家港水文站流量,分析丹江口泄洪经王甫洲调节后的洪水特征。从沙洋2004年和2007年共10次洪峰过程分析,2004年5次洪水中,丹江口水库下泄水量对5次洪水的贡献率分别为70.48%、72.30%、26.32%、41.12%和39.45%;2007年5次洪水中,丹江口水库下泄水量对5次洪水的贡献率分别为38.54%、20.85%、36.68%、65.39%和83.34%。2004年和2007年沙洋站10次洪水过程中,以丹江口水库下泄水对洪水过程贡献率超过50%的4次洪水过程均未监测到“四大家鱼”鱼卵,而以区间来水为主的6次洪水过程中,有5次监测到了“四大家鱼”鱼卵。虽然丹江口水库泄水造成的洪水过程对其它鱼类产卵有促进作用,但对于“四大家鱼”自然繁殖的作用有限。

3.3 “四大家鱼”自然繁殖与水体透明度的关系

通过2004年和2007年10次洪水过程中透明度监测资料表明,“四大家鱼”在水温和涨水条件均满足要求的情况下,透明度低于14.5cm的时候均监测到了其鱼卵,而高于21.4cm的情况下监测不到“四大家鱼”鱼卵,可初步认为其自然繁殖时与水体透明度有一定的相关性。监测结果表明,汉江中下游“四大家鱼”繁殖的水体透明度范围在5.1~14.5cm,当水体透明度高于21.4cm,基本未监测到“四大家鱼”的卵苗。在分析洪水来源时,在以区间来水为主的6次洪水过程中,唯一1次未监测到“四大家鱼”鱼卵的洪水透明度为32.5cm,远高于21.4cm,其它5次洪水过程的透明度均低于14.5cm;而以丹江口

水库泄水为主的洪水过程,透明度均高于21.4 cm。由于丹江口水库下泄水体透明度比较高,洪水过程中透明度的高低,在很大程度上反映了丹江口水库泄水对洪水过程的贡献率。因此,水体透明度可以作为汉江中下游“四大家鱼”繁殖的重要指标之一。

参考文献:

- 管光明,等.2007.汉江干流综合规划报告[R].武汉:水利部长江水利委员会.
- 易伯鲁,余志堂,等.1988.长江干流草、青、鲢、鳙“四大家鱼”产卵场的分布、规模和自然条件[M]//易伯鲁,等.葛洲坝水利枢纽与长江四大家鱼.武汉:湖北科学技术出版社,47-68.

- 余志堂.1982.汉江中下游鱼类资源调查以及丹江口水利枢纽对汉江鱼类资源影响的评价[J].水库渔业,(1):2-13.
- Guohua Zhang, Jianbo Chang, Guangfu Shu. 1998. Applications of factor - criteria system reconstruction analysis in the reproduction research on grass carp, black carp, silver carp and bighead in the Yangtze river [J]. Int J General System, 29 (3):419-428.

(责任编辑 万月华)

Eco-hydrological Characteristics of Four Major Chinese Carps on Nature Spawning Conditions in the Mid-lower Hanjiang River

ZHANG Xiao-min, HUANG Dao-ming, XIE Wen-xing, FENG Rui-ping, YANG Han-yun, HU Wang-bin

(Institute of Hydroecology, Ministry of Water Resources & Chinese Academy of Science, Wuhan 430079, China)

Abstract: By coupled analyzing the relationships between hydrology data and fish larval resources of Shayang section in 2004 and 2007, the study revealed the demand of eco-hydrology of four major Chinese carps on nature spawning conditions in the mid-lower Hanjiang River: peek starting water level is 33.82 ~ 36.71 m, peek top level is 36.86 ~ 39.8 m, rising duration is 0.44 ~ 1.50 m/d, water rising range is 1.55 ~ 3.14 m. Combined with the hydrology data of Huangjiagang and Shayang sections, The paper analyzed the selective of spawning to floods. Spawning of four major Chinese carps depend on the Floods from branch. Water clarity may be the limiting factor of spawning, the threshold is between 5.1 ~ 14.5 cm. Perhaps the water clarity is one of the important indicator indexes for spawning of four major Chinese carps.

Key words: four major Chinese carps; Hanjiang River; breeding ecology; hydrological characteristics