



Fish Resources of Early Life History Stages in Yangtze River

长江鱼类早期资源

曹文宣 常剑波 乔晔 段中华 著

Series of Ecological and Environmental
Protection for Three Gorges Project

三峡工程生态与环境保护丛书



Series of Ecological and Environmental

Protection for Three Gorges Project

三峡工程生态与环境保护丛书

吴国平 黄真理 主编

国家科学技术学术著作出版基金资助出版

Fish Resources of Early Life History Stages in Yangtze River

长江鱼类早期资源

曹文宣 常剑波 乔晔 段中华 著



中国水利水电出版社
China WaterPower Press



图书在版编目 (CIP) 数据

长江鱼类早期资源 / 曹文宣等著. — 北京: 中国水利水电出版社, 2007

(三峡工程生态与环境保护丛书)

ISBN 978-7-5084-4381-2

I. 长… II. 曹… III. 长江—鱼类资源—研究 IV. S922.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 019769 号

三峡工程生态与环境保护丛书

长江鱼类早期资源

曹文宣 常剑波 乔晔 段中华 著

中国水利水电出版社出版、发行 (北京市西城区三里河路 6 号 邮政编码 100044)
电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (营销中心)

北京科水图书销售中心 (零售) 电话: (010) 88383994、63202643

全国各地新华书店和相关出版物销售网点经销

中国水利水电出版社微机排版中心版式制作

北京地大彩印厂印刷

787mm×1092mm 16 开 18.25 印张 433 千字

2007 年 12 月第 1 版 2007 年 12 月第 1 次印刷

印数: 0001—3000 册

定价: 118.00 元

版权所有 侵权必究

如有印装质量问题, 可寄中国水利水电出版社营销中心调换 (邮政编码 100044)

网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn

曹文宣 四川省彭州市人，1934年5月生。1955年毕业于四川大学生物系动物专业，同年分配至中国科学院水生生物研究所工作。历任该所研究实习员、助理研究员、副研究员、研究员；鱼类学研究室副主任、主任，水生生物研究所学术委员会主任等职。现任中国海洋湖沼学会及中国动物学会鱼类学分会理事长、湖北省暨武汉市动物学会理事长、政协第八届、第九届全国委员会委员、第十届全国人大代表。1997年当选为中国科学院院士。主持的研究项目曾获国家科技进步三等奖一项，中国科学院科技进步二等奖两项，湖北省科技进步二等奖一项；作为主要贡献者之一的科技成果分别获国家自然科学一等奖、二等奖、四等奖，中国科学院科技进步特等奖、一等奖、二等奖，中国科学院自然科学二等奖、三等奖各一项。1984年获中国科学院竺可桢野外科学工作奖。1988年获国家有突出贡献专家称号。



常剑波 湖北省监利县人，1962年11月生。博士，研究员，博士生导师。1983年毕业于中山大学生物系动物学专业，2000年于中国科学院水生生物研究所获水生生物学专业博士学位。现任水利部、中国科学院水工程生态研究所副所长（法人代表）、中国科学院三峡项目专家小组成员、农业部濒危水生野生动植物种科学委员会委员、中国水产学会渔业资源与环境分会副主任委员、世界鲟鱼保护学会理事、国际河流科学学会筹委会委员与执行理事等，以及《水生生物学报》、《生态学杂志》、《淡水渔业》、《Journal of Applied Ichthyology》、《人民长江》等多家学术期刊编委。1992年起主持完成多项国家、省部级重大科研项目，1996年获得中国科学院科技进步二等奖，享受政府特殊津贴。2004年起担任国家自然科学基金重大项目“大型水利工程对长江流域重要生物资源的长期生态学效应”首席科学家。发表论文70余篇，参加编写已出版的专著2部。



乔晔 江苏省宝应县人，1975年4月生。博士、副研究员，现为国家自然科学基金重大项目“大型水利工程对长江流域重要生物资源的长期生态学效应”项目主持人。1997年毕业于华中农业大学水产学院特种水产养殖专业，至中国科学院水生生物研究所任研究实习员；1999~2005年于中国科学院水生生物研究所完成硕士、博士研究生学习，并于2005年获得理学博士学位。毕业后留中国科学院水生生物研究所任助理研究员。2006年调入水利部、中国科学院水工程生态研究所。工作、学习期间，先后参加了“长江鱼苗种类鉴定及采样方法的研究”、“三峡工程生态与环境监测网络——水生动物流动监测站（2001~2003年）”、“鱼类和珍稀水生动物监测站（2004~2006年）”、国家自然科学基金重大项目“大型水利工程对长江流域重要生物资源的长期生态学效应”等多个项目的研究工作。



段中华 河南省西峡县人，1962年8月生，硕士研究生，副研究员。1986年毕业于兰州大学生物系动物学专业，同年7月至今在中国科学院水生生物研究所鱼类学研究室从事鱼类生态学研究。1992年9月受聘为助理研究员。先后承担了“三峡工程对长江中游通江湖泊鱼类资源的影响及增殖途径的研究”、“长江鱼苗种类鉴定及采样方法的研究”、水电水利规划设计总院委托项目“金沙江一期工程对长江雷波—合江段珍稀鱼类国家级自然保护区的影响及替代方案的研究”。作为第二负责人协助主持了三峡项目“三峡工程生态与环境监测网络——水生动物流动监测站（2001~2003年）”、“鱼类和珍稀水生动物监测站（2004~2006年）”等研究工作。



本书为《三峡工程生态与环境保护丛书》之一，是关于长江鱼类早期资源的系统专著，主要包括两大方面内容：一方面是在过去研究工作的基础上，结合三峡工程生态与环境监测网络鱼类与水生动物监测重点站10余年的具体实践，提出了鱼类早期资源调查的标准工作程序与方法；另一方面是结合已有资料和实验观测，对长江102种鱼类的早期形态发育特征进行了系统描述，总结了不同种类的典型鉴别特征，并依此编制出长江鱼类早期发育阶段的种类鉴定检索表。

本书所涉及鱼类的早期发育过程都有图鉴可资识别，其中40余种还附有活体拍摄的精美彩色照片，不仅可作为渔政人员、水生生态保护工作者、大专院校师生的参考资料，而且可供鱼类爱好者收藏。

《三峡工程生态与环境保护丛书》

主编介绍

吴国平 上海人，1943年12月生，教授级高级工程师。1965年毕业于衡阳矿冶工程学院。毕业初期在地质部门从事地质矿产实验工作。1981~1983年在英国伯明翰大学化学系进修，任名誉研究员。1985年起任长江流域水资源保护局局长兼长江水资源保护研究所所长和长江流域水环境监测中心主任，曾主持三峡工程和南水北调中线工程等国家重点工程的环境影响评价工作。1993年起先后任国务院三峡工程建设委员会办公室技术与国际合作司、发展规划司和水库管理司司长，组织开展了长江三峡工程的生态环境监测和系列科研项目。

黄真理 贵州省平坝县人，1966年10月生，研究员。1993年毕业于清华大学水电系，获工学博士学位，现任国务院三峡工程建设委员会办公室水库管理司副司长。曾参加和主持国家“七五”、“八五”攻关项目、国家自然科学基金、国家重点实验室基金等项目的研究工作。从1993年开始，主持和参与三峡工程生态与环境保护科研、监测、规划等工作。主持建立了三峡工程生态与环境监测系统。已发表论文60余篇，著作5部，技术报告10余部。获1996年国家教委科技进步三等奖，1998年教育部科技进步二等奖，2005年国家科技进步二等奖。

总 策 划	黄真理	汤鑫华	王国仪
责任编辑	林 京	王志媛	
书籍设计	刘一桀	曲大鹏	王 鹏
责任描图	樊启玲		
责任印制	黄勇忠	孙长福	
责任校对	张 莉	梁晓静	
正文排版	吴建军	朱彦雨	

序 一

三峡工程是举世瞩目的大型水利工程，是治理和开发长江的关键性骨干工程，具有防洪、发电、航运等巨大的综合效益。但与此同时，三峡工程将部分改变长江水文情势，又会对库区、长江中下游及河口地区的生态、环境乃至社会经济等方面产生不同程度的影响。党中央、国务院对三峡工程的生态与环境问题十分关心和重视，在三峡工程论证和可行性研究阶段，国家组织有关科研、设计单位作了大量的调查研究和科学试验，从自然环境、社会环境和公众关心的问题等不同角度对三峡工程的生态环境影响进行了科学论证，编制了《长江三峡水利枢纽环境影响报告书》。国家对于三峡工程生态环境保护工作非常重视，初步设计阶段，编制完成了初步设计报告（第十一篇，环境保护），在三峡工程枢纽工程概算中列出专项资金，专门用于三峡工程的生态环境保护工作。

自开工建设以来，三峡工程生态环境保护工作取得了很大成绩。在国务院三峡工程建设委员会办公室（以下简称国务院三峡办）组织协调和国家十几个相关部委以及地方政府等单位的大力支持下，长江三峡工程生态与环境监测系统于1996年建立，对以三峡库区为重点涉及上下游直至河口地区的三峡工程生态环境影响区域进行生态环境监测，内容涵盖了水文水质、污染源、鱼类及水生生物、陆生动植物、局地气候、农业生态环境、河口生态环境、人群健康、库区社会经济环境等诸多方面，该系统是目前国内唯一的跨地区、跨部门、跨学科、综合性和研究性的生态环境监测网络。三峡工程生态与环境监测系统运行8年多来，取得了大量宝贵的监测数据，基本形成了三峡水库蓄水前生态环境的本底资料。在国务院三峡办组织下，受三峡工程影响的珍稀水生和陆生动植物得到保护，或就地建立保护区，或实施迁地保护等多种手



段，尽可能保护三峡库区及相关地区的生物多样性。与此同时，配合生态环境监测和保护区建设等，开展了一大批相关的科学研究工作，取得了丰富的研究成果，解决了三峡工程生态环境的诸多实际问题。

三峡工程凝聚了我国几代科技人员的心血。生态与环境问题亦不例外，参与三峡工程生态环境建设和研究的学者不计其数，硕果累累。在2003年三峡工程顺利实现蓄水、永久船闸通航和首批机组发电的二期阶段目标之后，国务院三峡办组织长期从事三峡工程生态与环境保护工作的专家学者，总结其多年来的研究成果，形成专著，以丛书形式出版。内容涉及三峡工程生态与环境监测、水污染控制、生物多样性保护、农业生态环境以及地质灾害等方面。该套丛书的出版对于从事三峡工程生态环境保护的工作者无疑是一种鼓舞，同时可以让公众进一步加深对三峡工程生态环境保护工作的了解，另外，丛书对于宣传我国政府在三峡工程生态环境保护方面所做的工作也是有益的。应该说明的是，呈现在大家面前的这套丛书仅仅反映了三峡工程生态环境保护工作的一个局部，大量成果还没有整理成专著，今后我们将继续组织这方面的工作，让更多、更好的成果问世。

三峡工程生态环境问题极为复杂。工程蓄水后，三峡工程生态环境问题才逐步显现，今后要进一步加强生态环境监测工作，加强相关科学研究工作，及时发现问题并提出可能的对策措施，使得三峡工程对于生态环境的影响减缓到最低程度。同时应该看到，三峡工程建设也为广大工程建设者和从事生态环境研究的专家学者提供了无比广阔的舞台、机遇和挑战。我相信，今后会有更多、更好的成果涌现出来，让我们共同期待。

国务院三峡工程建设委员会办公室副主任

高金榜

2004年7月29日

序 二

三峡工程凝聚了自孙中山先生以来，我国几代领导人和科技人员的心血。从提出规划、科学论证，到1993年正式开工建设、1997年大江截流、2003年完成初期蓄水发电，每一个环节都受到国际、国内的高度关注。无论褒贬，三峡工程已经开始并将在今后持续为我国的经济的发展注入强大的动力。但是，由于该工程的建设，是在诸多生态与环境影响问题及其处置方式尚未取得一致意见的背景下上马的，针对性的监测与研究也一直没有停止过。我当时在中国科学院工作，领导并直接参与了有关的科学论证和专题研究。

1995年1月在北京京西宾馆通过论证的《三峡工程生态与环境监测系统（实施规划）》，是围绕三峡工程建设对生态与环境的不良影响所采取的重大对策之一。该系统涉及国家十几个相关部委及下属的几十家研究单位，与三峡工程的建设同步，从社会经济、水文气象、环境质量、生态保护等多个领域开展了长期和系统的监测研究，获得了大量数据资料，并通过实验示范，在生物多样性保护和生态农业等领域取得了良好的社会和环境效益。经国务院三峡工程建设委员会办公室水库管理司组织协调，有关研究人员将三峡工程施工以来多年的监测和研究成果进行了系统的总结，编撰出版了《三峡工程生态与环境保护丛书》。值此丛书出版之际，本人抚今追昔，感慨良多。

三峡工程对于生态与环境的影响不仅是全方位和多方面的，也是持久和深远的，没有长期的监测和相应的科学研究工作，恐怕难以回答工程对于生态与环境的影响程度。过去的争论说明，在一项国家重大工程正式上马前能有不同的意见和声音是十分正常的，对于科学发展和民主决策都具有积极意义。随着三峡水库初步形成，三峡工程对于生态环境的影响将逐步显现出来，作为科学工作者，不应该回避问题，而是



要加强监测和研究，及时发现可能出现的问题，在科学研究的基础上提出相应的对策措施。我相信，本丛书的出版将不仅有助于社会公众对三峡工程生态与环境问题的了解，而且将促进该领域研究的深入，能够起到继往开来的作用，故乐为之序。

中国科学院院士、国家自然科学基金委员会主任

陈宜瑜

2004年9月

前言

长江是我国的第一大河，也是世界第三大河，它源自青藏高原，自西向东横贯我国中部，干流流经11个省（自治区、直辖市）注入东海，全长6300km，支流延伸至8个省（自治区）境内；流域面积180万km²，水域面积约占全国淡水面积的50%。长江干流及沿途汇入的支流，跨越我国大陆地势的三大阶梯，地貌类型多样，气候差异显著，各河段的比降也有所不同，还有大量的附属湖泊，形成了多样的生境，孕育了丰富的物种资源。

长江水系现有鱼类400种左右，其中纯淡水鱼类约350种，占我国淡水鱼类总数的1/3，种类之丰富居全国各水系之首。长江鱼类中，有149个特有种，它们仅分布于长江或长江的某一江段、支流或湖泊，而在其他江河未曾发现。其中，长江上游的特有种数量最多，计有119种；长江中、下游有21种；同时出现于上、中、下游的有9种。长江鱼类物种多样性和特有性在国际上也仅有亚马孙河和维多利亚湖可比。随着人口的增长和长江流域社会经济的迅速发展，过度捕捞、水质污染、湖泊围垦、江湖阻隔、港口建设等人类活动，均在不同程度上导致鱼类种群数量下降和渔业资源的衰退。水利水电工程，特别是长江上游梯级水电开发，将对一些特有鱼类造成严重的、叠加的、不可逆的影响，许多鱼类物种的生存面临着严重威胁。现在，渔业、水利等部门已对这些问题给予了相当的重视，并采取了规定禁渔期、建立自然保护区等保护措施。而对鱼类资源的保护措施效果如何，重要经济鱼类种群数量是增是减等问题，都需要进行科学、系统的监测。由于目前渔业资源已处于衰退状态，依靠传统的渔获物调查方法，在样本数量、样本代表性等方面都存在局限性和不确定性，因此无法对资源数量进行估算。而鱼类早期资源调查具有采样自主性强、采样时期和地点较为集中、样本量比较容易保证，并且对资源的破坏程度较小等特点，可以在鱼类资源动态监测中发挥重要的作用。这也是国际上评价鱼类资源动态较常用的方法。



为了满足长江三峡工程生态与环境监测系统中鱼类资源及其动态变化监测的需要,国务院三峡工程建设委员会办公室下达了“长江鱼类早期资源调查方法与鱼苗种类鉴定”专题任务[SX(97)-17/HBJC],由中国科学院水生生物研究所牵头承担,西南师范大学(现西南大学)生物系、华中农业大学水产学院为协作单位,于1997~2001年开展了对本项课题的调查研究工作。

需要指出的是,我国在鱼类早期资源研究方面已经作了很多工作。特别是20世纪60年代由易伯鲁教授领导的“长江家鱼产卵场调查”,建立了产漂流性卵鱼类早期资源的调查方法,确定了长江家鱼各个产卵场的位置和规模,并绘制了精美的胚胎仔鱼发育过程图,是开展本项研究的重要基础。还有不少作者在进行鱼类生物学研究时,也绘制了胚胎发育图,是本书一部分插图的依据。在此,对在本书中被引用了资料或插图的作者表示衷心的感谢!

《长江鱼类早期资源》一书,是在前人工作的基础上,对三峡工程生态环境监测网络鱼类和渔业资源监测中鱼类早期资源调查工作实践的总结。在调查方法上,比较了流水中不同网具对鱼卵、鱼苗的采集效果,设计了鱼苗断面采集的方案、鱼苗径流量的计算原则和方法,对鱼类早期资源调查中有关采样地点、采样时间、采样方式、网具选择等调查方法作了详尽的阐述与规范,便于各参加调查的部门之间统一方法,以提高不同单位、不同年份、不同江段调查结果之间的可比性。针对鱼类早期资源调查中鱼卵、鱼苗的种类鉴定问题,通过活体培养和连续观察的方法进行摄影、绘图和文字记录,并对过去发表的有关描述和图画进行了复核。在系统观察和比较长江鱼类早期形态发育的基础上,形成了102种鱼类早期发育过程的资料,总结了不同种类的鉴别特征,编制了长江鱼类早期形态检索表。除了个别的种外,本书在每种鱼的形态描述后均附有早期发育不同阶段的形态图和彩色图版。依照特征描述和图画、照片,一般可以对在长江中捕捞到的鱼卵、鱼苗进行种或属的鉴定。

本项目由中国科学院水生生物研究所曹文宣院士和常剑波研究员主持,段中华副研究员负责采集方法方面的内容,乔晔博士负责鱼形态特征方面的内容,最终由乔晔、常剑波统稿,曹文宣审定。先后参加本

项工作及书稿编撰的还有中国科学院水生生物研究所孙建贻副研究员、王剑伟副研究员、谭德清高级实验师、宋昭彬博士、欧阳斌硕士、严大明博士、夏立启研究实习员、虞功亮研究实习员、苗志国助理研究员、谭细畅硕士、但胜国实验师、刘军博士、熊美华硕士、张轶超博士、朱滨博士，西南大学（原西南师范大学）谢小军教授、张耀光教授、王德寿教授、王志坚副教授、贺吉胜硕士、李军林硕士、郑雪莲硕士、廖承红硕士，华中农业大学谢从新教授、曹克驹教授、王为民教授、朱邦科教授、曾祥波硕士，以及水利部、中国科学院水工程生态研究所梁银铨副研究员等，作者对他们的贡献表示诚挚的感谢。另外，本书的鱼苗图谱先后由郑英和梁秩桑两位先生复墨，并由梁秩桑先生审定种类鉴别特征。本书初稿文本承邓中焄研究员审核。项目执行过程中还得到了湖北省、四川省和重庆市渔政部门的大力支持，中国科学院水生生物研究所“科考1号”考察船全体船员在野外采样调查中给予了无私的协助，为项目的顺利完成发挥了重要的作用，作者在此一并致以衷心的感谢。

本书是初步的研究结果，许多资料还有待进一步补充、完善，敬请读者批评指正。

曹文宣

2006年12月15日

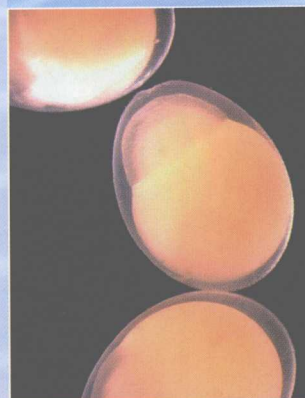
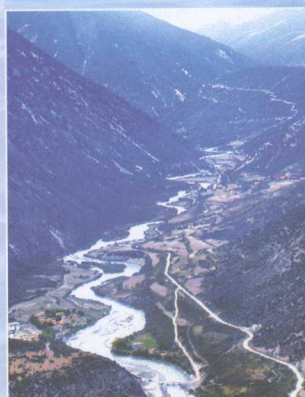
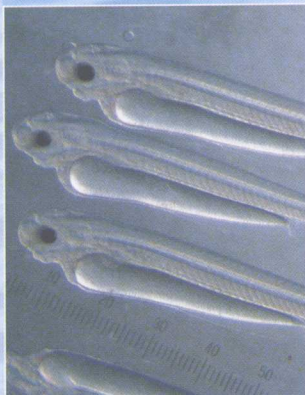








目 录



序 一 序 二 前 言

第一章 总论	2
一、鱼类早期资源调查	2
二、鱼类早期资源调查的作用	3
三、鱼类早期资源调查的研究内容	3
四、鱼类早期资源调查的科学价值与生产实践的意义	4
五、鱼类早期资源调查相关研究及其进展	4
1. 形态发育与种类鉴定	4
2. 采样技术	5
3. 鱼类种群数量变动机制	7
4. 国内相关工作	8
六、长江鱼类早期资源调查的必要性与可能性	9

第二章 江湖鱼类早期资源调查方法	12
一、网具及其选择性	12
1. 主动网具	12
2. 定置网具	15
3. 其他采集方法	18
二、鱼卵、仔鱼空间分布	20
1. 影响鱼卵、仔鱼空间分布的因素	20
2. 长江鱼卵、仔鱼的空间分布特征	23
三、长江鱼卵、仔鱼采集实例	23
1. 采集工具	23
2. 采集时间	26
3. 采集地点	26
4. 采集前的准备	27
5. 采集方法	31
6. 数据处理	32

第三章 鱼类早期发育阶段的种类鉴别 36

一、鱼类的早期发育过程 36

二、鱼类早期发育阶段的划分和命名 37

1. 受精卵 38

2. 胚胎 38

3. 卵黄囊仔鱼（出膜胚胎） 39

4. 对外营养仔鱼 39

5. 稚幼鱼 39

6. 初孵仔鱼 39

三、鱼类早期发育阶段的种类鉴定技术 40

1. 形态学鉴定方法 41

2. 分子生物学方法 41

四、鱼类早期发育阶段种类鉴定的形态学分类性状 41

1. 可量性状 42

2. 可数性状 44

3. 描述性状 44

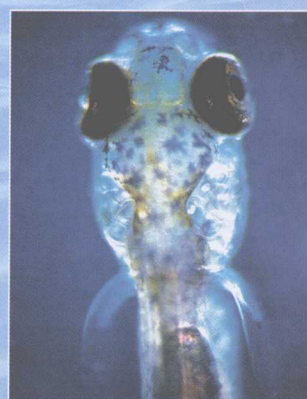
五、鱼类早期发育阶段种类鉴定工作流程 48

1. 方法步骤 48

2. 观察内容 48

3. 注意事项 49

六、依据形态学特征进行种类鉴定的注意事项 49



第四章 分种描述 52

1. 中华鲟 52

2. 达氏鲟 55

3. 鲟 56

4. 大银鱼 58

5. 陈氏短吻银鱼 59

6. 乔氏短吻银鱼 60

7. 前颌间银鱼 61

8. 胭脂鱼 62

9. 稀有鮡鲫 65

