

千岛湖主要支流 生态与渔业功能

ECOLOGICAL AND FISHERIES FUNCTION OF THE MAIN TRIBUTARIES
OF THE THOUSAND-ISLAND LAKE

陈马康 何光喜 陈来生 等著

Written by

Chen Makang He Guangxi Chen Laisheng
and Others

上海科学技术出版社

Shanghai Scientific and Technical Publishers

千岛湖主要支流 生态与渔业功能

ECOLOGICAL AND FISHERIES FUNCTION OF THE MAIN TRIBUTARIES
OF THE THOUSAND-ISLAND LAKE

陈马康 何光喜 陈来生 等著

Written by

Chen Makang He Guangxi Chen Laisheng
and Others

上海科学技术出版社

Shanghai Scientific and Technical Publishers

图书在版编目 (C I P) 数据

千岛湖主要支流生态与渔业功能 / 陈马康等著. —上海: 上海科学技术出版社, 2014.4

ISBN 978-7-5478-2122-0

I. ①千… II. ①陈… III. ①湖泊—生态环境—研究—淳安县②鱼类资源—研究—淳安县 IV. ①X321.255.4 ②S932.4

中国版本图书馆CIP数据核字 (2014) 第004637号

责任编辑 祁永红 张 斌

文字编辑 兰明娟

装帧设计 戚永昌

电脑制作 谢腊妹

千岛湖主要支流生态与渔业功能

陈马康 何光喜 陈来生 等著

上海世纪出版股份有限公司 出版
上海科学技术出版社

(上海钦州南路 71 号 邮政编码 200235)

上海世纪出版股份有限公司发行中心发行

200001 上海福建中路 193 号 www.ewen.cc

浙江新华印刷技术有限公司印刷

开本 787×1092 1/16 印张 15.5

字数: 350 千字

2014 年 4 月第 1 版 2014 年 4 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5478-2122-0/S·78

定价: 120.00 元

本书如有缺页、错装或坏损等严重质量问题,
请向工厂联系调换



内容提要

本书系一部关于千岛湖主要支流生态与渔业功能方面的专著。著作者在比较深入地研究了 8 条主要支流及河 - 库交汇区的生态与渔业功能基础上编撰而成, 对千岛湖及主要支流水环境保护、鱼类资源增殖、生物多样性保护方面具有重要的指导作用, 也对其他水库生态与渔业生产具有重要的参考价值。

全书共分 4 章, 从千岛湖水库形态与支流组合、主要支流分述、主要支流鱼类资源、主要支流生态与渔业贡献率四大方面进行阐述。书中重点阐述支流和交汇区水质特点和鱼类组成, 并对支流 99 种鱼类 (其中野生鱼类 85 种) 的鉴别特征或形态特征、生物学特性、渔业状况和经济价值等, 做了详细的描述。使全库鱼类总数增加到 114 种。

本书内容新颖、图文并茂, 可供水域生态与渔业科研人员及水库、湖泊、河流渔业资源增殖、保护和管理工作者参考, 也可供大专院校生物学和渔业专业师生阅读, 还能水库渔业生产提供指导, 实用价值和科研价值颇高。



编委会名单

主 任

汪建敏 陈马康 何光喜

副 主 任

王武军 吴建平 徐明江
童合一 洪荣华 洪 光

委 员

陈来生 钟俊生 邵建强 汪 敏 邵告才
任丽萍 王金朋 吴志旭 方向荣 赵良杰

主 编

陈马康 何光喜 陈来生

副 主 编

童合一 任丽萍 王金朋

编写人员

钟俊生 洪荣华 赵良杰 邵建强
邵告才 吴志旭 方向荣

摄 影

陈马康 陈来生 童合一 汪 敏

编撰单位

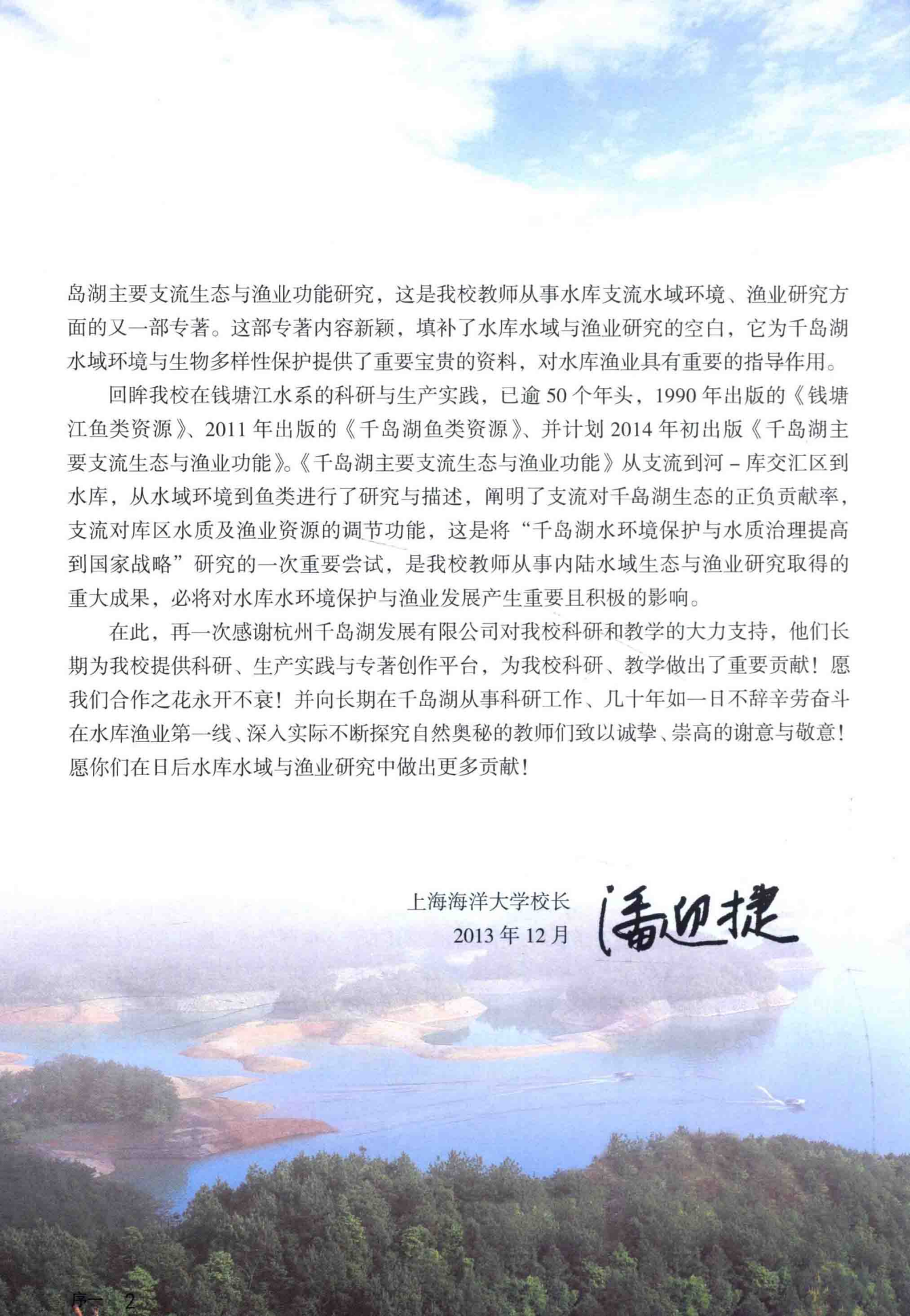
上海海洋大学
杭州千岛湖发展有限公司

序 一

千岛湖是我校长期挂钩的重要科研、生产实践基地,早在 20 世纪五六十年代,陆桂、孟庆闻、张友声等率先进行渔业生物学及捕捞生产调查与实践,提出了家鱼放养、库湾鱼种场兴建、捕捞技术改进、主要经济鱼类种群数量调控技术等建议。直至 20 世纪 90 年代初期,我校师生仍然活跃在千岛湖水库浅蓝色、波光粼粼的水面上,教师带领学生跟随渔业船队乘风破浪,与新安江开发公司渔业职工们同吃同住同劳动,不仅学到了业务知识,更重要的是催生了学生们热爱祖国自然水域山清水秀美景、热爱生态渔业的思想。我校多学科教师坚持不懈地为千岛湖水水库渔业服务,与公司科研人员一道完成了水库水质分析与饵料生物测定、家鱼人工繁殖、库湾培育鱼种、捕捞技术改进等,为水库渔业生产与研究做出了重要贡献。1991 年,陆桂教授曾咏诗“万顷碧波千座岛,鱼肥林茂更妖娆,辛勤耕耘三十载,足见科技威力高”一首,总结和鉴证了第一阶段科技工作所取得的成果。

1998 ~ 1999 年,千岛湖水质恶化,富营养化严重,局部区域暴发了季节性严重的蓝藻水华。2000 年,公司组织科技人员进行了“保水渔业”试验,为确保试验水体中有足够的鲢、鳙种群数量,并形成对蓝藻水华的抑制作用,在围隔试验区严禁捕捞鲢、鳙三年。与此同时,应杭州千岛湖发展有限公司邀请,我校陈马康教授组织童合一、刘其根、王丽卿等开始新一轮水库水域环境与生产力方面的研究。经过 10 年的研究与实践,不仅促进了水库渔业科技发展,并于 2011 年完成了《千岛湖鱼类资源》专著。该书回顾了千岛湖渔业 50 年来的发展历程,采集鱼类 102 种,展示了“保水渔业”试验成果,探讨了水—饵—鱼之间平衡协调发展的重大问题,阐述了水库渔业未来的发展前景。

《千岛湖鱼类资源》专著出版后,作者们深感还有许多问题值得“惟日孜孜,无敢逸豫”。良好的生态环境是人类和社会持续发展的根本基础,应合理利用自然生态环境,保护洁净的自然水,维护生物多样性,让它们持续为人类造福。陈马康教授前事不忘后事之师,欲罢不能,决心将影响大库水质与鱼类资源的“支流水与鱼”的研究进行下去,特提出“千岛湖支流生态与渔业功能”方面的研究课题,得到杭州千岛湖发展有限公司的鼎力支持,并为此批拨了专项研究经费。通过 3 年的实地调查与研究,顺利完成了千



岛湖主要支流生态与渔业功能研究，这是我校教师从事水库支流水域环境、渔业研究方面的又一部专著。这部专著内容新颖，填补了水库水域与渔业研究的空白，它为千岛湖水域环境与生物多样性保护提供了重要宝贵的资料，对水库渔业具有重要的指导作用。

回眸我校在钱塘江水系的科研与生产实践，已逾 50 个年头，1990 年出版的《钱塘江鱼类资源》、2011 年出版的《千岛湖鱼类资源》、并计划 2014 年初出版《千岛湖主要支流生态与渔业功能》。《千岛湖主要支流生态与渔业功能》从支流到河 - 库交汇区到水库，从水域环境到鱼类进行了研究与描述，阐明了支流对千岛湖生态的正负贡献率，支流对库区水质及渔业资源的调节功能，这是将“千岛湖水环境保护与水质治理提高到国家战略”研究的一次重要尝试，是我校教师从事内陆水域生态与渔业研究取得的重大成果，必将对水库水环境保护与渔业发展产生重要且积极的影响。

在此，再一次感谢杭州千岛湖发展有限公司对我校科研和教学的大力支持，他们长期为我校提供科研、生产实践与专著创作平台，为我校科研、教学做出了重要贡献！愿我们合作之花永开不衰！并向长期在千岛湖从事科研工作、几十年如一日不辞辛劳奋斗在水库渔业第一线、深入实际不断探究自然奥秘的教师们致以诚挚、崇高的谢意与敬意！愿你们在日后水库水域与渔业研究中做出更大贡献！

上海海洋大学校长
2013 年 12 月

潘迎捷

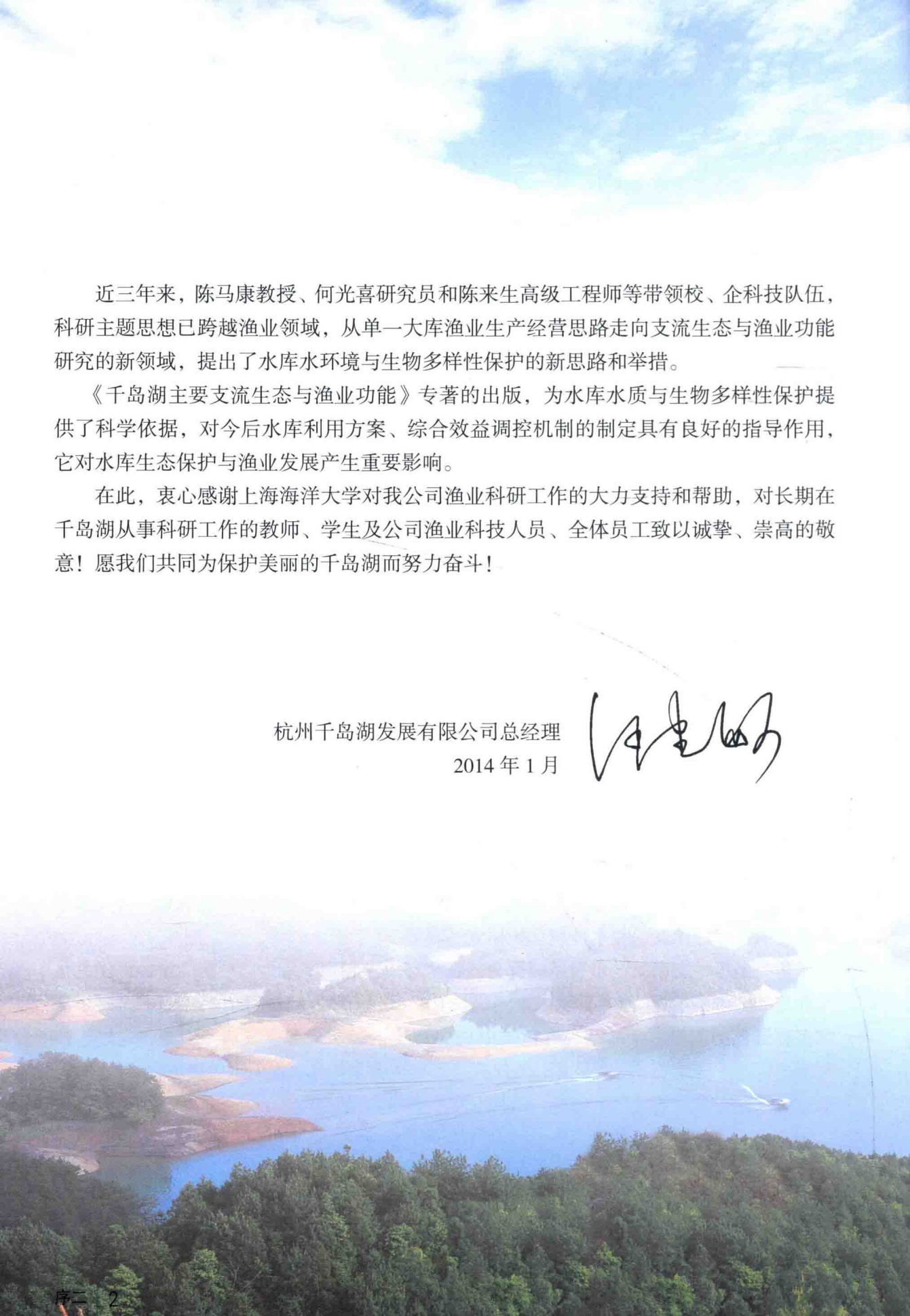
序 二

自 1959 年新安江水库建成蓄水并开始渔业利用以来，千岛湖渔业经历了 50 余年的风雨历程。在广大水产科技工作者和渔业工人的艰苦创业之下，千岛湖渔业得到了迅速发展。如今，千岛湖淳牌有机鱼驰名中外；千岛湖野生鱼也身价倍增；“看巨网捕鱼，品有机鱼头”已成为千岛湖旅游业的时尚。每当看到这些，不由得使我们回想起老一辈水产科技工作者和渔业工人为之付出的艰辛努力；更忘不了曾经为千岛湖渔业发展和科技创新给予支持、帮助并做出贡献的大专院校的教师们。

早在 20 世纪 60 年代初，上海水产学院的教师和学生就先后来到了千岛湖，开展水库渔业开发利用调查和研究工作，并取得多项重要科研成果，为之后的渔业生产与发展奠定了坚实的基础。

千岛湖是浙江省重要淡水鱼基地之一，也是华东地区重要战略水源地。由于千岛湖独特的地理环境，每年都要承受新安江上游及周边支流大量外源营养物质输入的压力，所以如何实现千岛湖渔业生产持续发展和水环境保护的双赢，是摆在我们面前的重要课题。2000 年，由上海水产大学陈马康、童合一、刘其根、王丽卿教授和淳安县农业科技调研组包明德、马国备、罗仙池、龚关清和夏建文及杭州千岛湖发展有限公司科技人员组成的科研组，开始了“千岛湖保水渔业研究”工作。通过三年保水渔业实践，取得了成功的经验，为千岛湖渔业生产的可持续发展和水环境保护提供了科学依据。在之后的十年里，课题组一如既往，继续深入开展千岛湖保水渔业研究，获得大量调查数据和研究成果。千岛湖鱼类资源得到恢复与增产，经济效益大幅度提高，千岛湖水质总体保持在国家地表水Ⅰ类水质标准，实现了千岛湖渔业生产和水环境保护的双赢，为我国水库渔业的持续健康发展和水环境保护树立了典范。

鱼类是水生态系统的重要组成部分，在水环境中起到维持生态平衡的重要作用，是水环境的“清洁工”。淳安县境内主河道长 8.60 km 以上支流 31 条，溪流纵横，是千岛湖多种资源的源泉。千岛湖现有鱼类中 95% 以上的种类发源于支流。因此，支流生态环境的保护十分重要，一旦破坏，不仅直接影响生物多样性，丧失野生鱼类种群的基因，也将对水生态平衡造成极大影响，久而久之，溪流鱼类将不复存在。



近三年来，陈马康教授、何光喜研究员和陈来生高级工程师等带领校、企科技队伍，科研主题思想已跨越渔业领域，从单一大库渔业生产经营思路走向支流生态与渔业功能研究的新领域，提出了水库水环境与生物多样性保护的新思路和举措。

《千岛湖主要支流生态与渔业功能》专著的出版，为水库水质与生物多样性保护提供了科学依据，对今后水库利用方案、综合效益调控机制的制定具有良好的指导作用，它对水库生态保护与渔业发展产生重要影响。

在此，衷心感谢上海海洋大学对我公司渔业科研工作的大力支持和帮助，对长期在千岛湖从事科研工作的教师、学生及公司渔业科技人员、全体员工致以诚挚、崇高的敬意！愿我们共同为保护美丽的千岛湖而努力奋斗！

杭州千岛湖发展有限公司总经理

2014 年 1 月



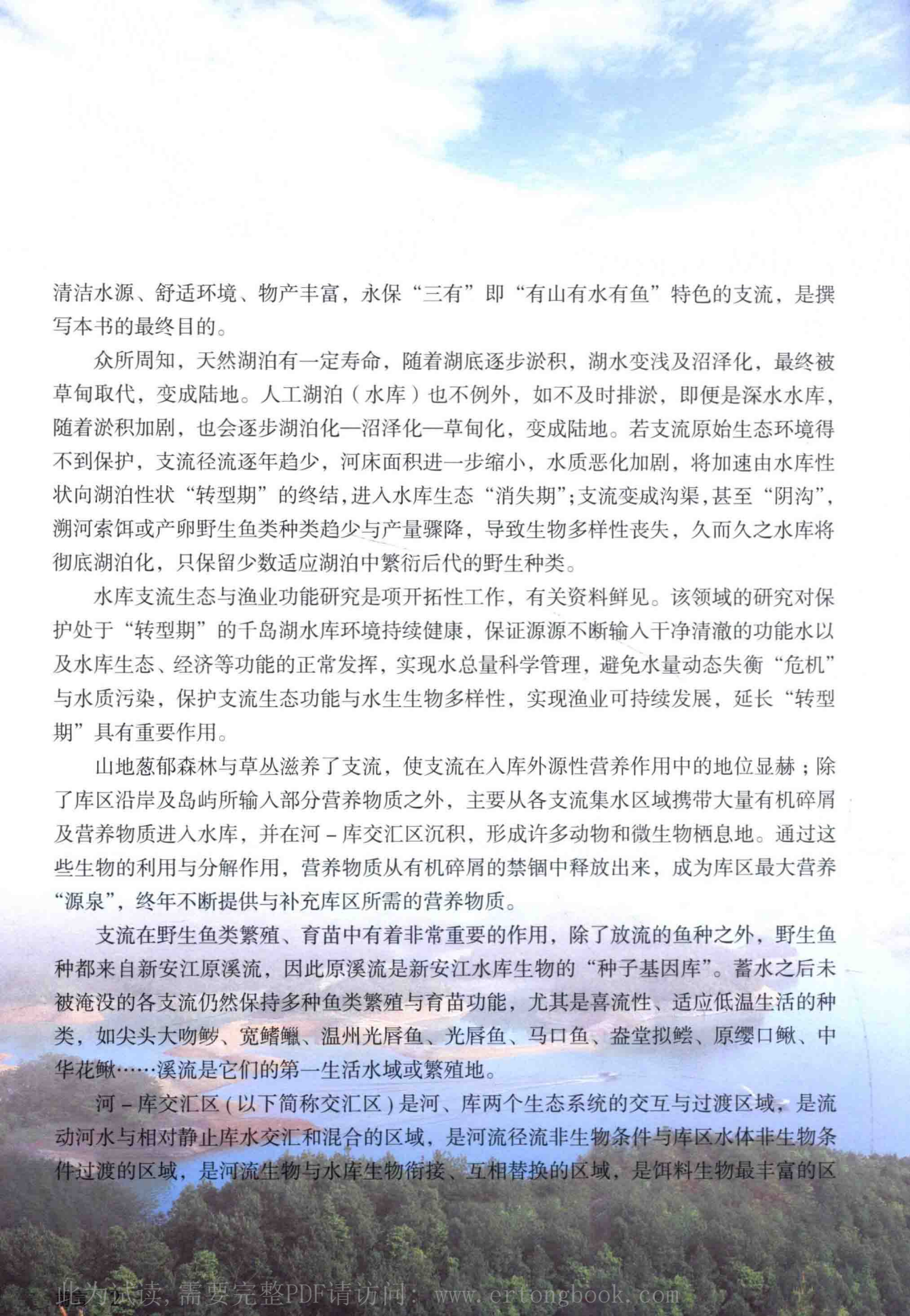
前言

俗话说“滴水成河”，由点点滴滴的水经过一段流程汇集成河。每当雨水、雪水、泉水在地表出现时除部分水被植物的根或土壤吸收外，其余的水则形成地表径流，由小河汇集成大河。它是陆地表面经常或间歇有水流动的线形天然水道，是有一定体积流入海洋或湖泊等水域的自然流动的水体，由支流及其相联系的洪漫滩、沿岸植被等构成。我国流域面积在 100 km^2 以上的河流有 50 000 多条，流域面积（集水面积）在 $1\,000\text{ km}^2$ 以上的河流有 1 500 条，是我国河流湿地的主要成分，钱塘江是其重要河流之一。

千岛湖（新安江水库）是钱塘江支流——新安江上一座最大型山谷型水库。库滨支流颇多，径流量大，河床充水深度一般为 $1\,000 \sim 2\,000\text{ mm}$ ，洪水期可达 $3\,000 \sim 5\,000\text{ mm}$ ，河谷深切、流程短而比降大，河床水潭与浅滩交替出现，两岸山峦对峙，山清水秀，森林草丛葱郁，涵养水源丰富，具有防止水土流失、保护陆生及水生生物、净化空气等功能，属典型的库滨湿地。

每条河流几乎都由河源、支流、干流和河口构成。河口是指河流出口与其受水体结合的区域，依受水体的不同，可分成入海河口、入湖河口、入库河口及支流河口。多年来，人们对入海河口进行了非常详尽的研究，并取得了丰硕的成果；入湖河口的研究也颇受青睐，成果也很多；入库河口却很少有人关注。然而，入库河口在保持水库生态稳定、环境友好、社会经济可持续发展方面起着非常重要的作用。它涉及水库水量、水位、寿命、生物元素、生物组成及其多种经济功能的发挥，集支流生态效应、利用效应和自净效应于一体，在河、库两个生态系统之间起到非常重要的协调与生态平衡作用，非常值得研究。但由于河—库交汇区草丛面积有限，与大型河流河口湿地相比仍然是一个比较小型而脆弱的生态系统。

近期，世界自然基金会发布《中国生态足迹报告 2012》，所谓“生态足迹就是人类利用所有生物生产性土地（耕地、林地、渔业用地、建设用地和碳足迹）的总和，无论它的位置在哪”。该报告从生态足迹、水足迹和地球生命力指数等方面分析了我国经济与生态环境的变化。指出中国人均生态足迹超过生物承载力，上海、北京、天津、广东、浙江、重庆、江苏、辽宁居“赤字”状况最严重的前八位。熊猫等十余种“旗舰物种”中有的濒临灭绝，其中包括白暨豚、青海湖裸鲤。因此，如何以“绿色、低碳”发展理念，修复生态系统，合理调度生态产品生产能力，使千岛湖支流成为生态平衡、清新空气、



清洁水源、舒适环境、物产丰富，永保“三有”即“有山有水有鱼”特色的支流，是撰写本书的最终目的。

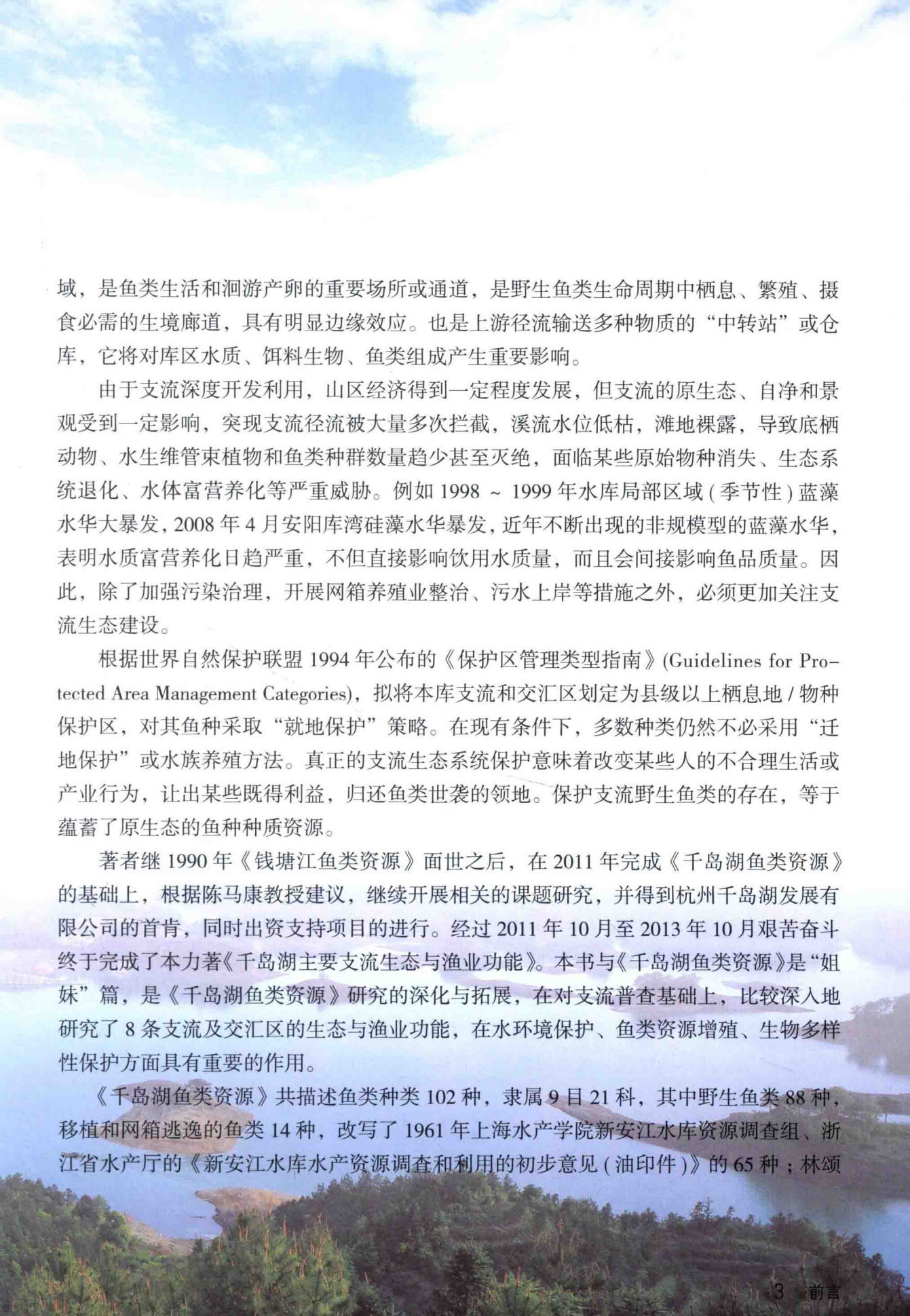
众所周知，天然湖泊有一定寿命，随着湖底逐步淤积，湖水变浅及沼泽化，最终被草甸取代，变成陆地。人工湖泊（水库）也不例外，如不及时排淤，即便是深水水库，随着淤积加剧，也会逐步湖泊化—沼泽化—草甸化，变成陆地。若支流原始生态环境得不到保护，支流径流逐年趋少，河床面积进一步缩小，水质恶化加剧，将加速由水库性状向湖泊性状“转型期”的终结，进入水库生态“消失期”；支流变成沟渠，甚至“阴沟”，溯河索饵或产卵野生鱼类种类趋少与产量骤降，导致生物多样性丧失，久而久之水库将彻底湖泊化，只保留少数适应湖泊中繁衍后代的野生种类。

水库支流生态与渔业功能研究是项开拓性工作，有关资料鲜见。该领域的研究对保护处于“转型期”的千岛湖水库环境持续健康，保证源源不断输入干净清澈的功能水以及水库生态、经济等功能的正常发挥，实现水总量科学管理，避免水量动态失衡“危机”与水质污染，保护支流生态功能与水生生物多样性，实现渔业可持续发展，延长“转型期”具有重要作用。

山地葱郁森林与草丛滋养了支流，使支流在入库外源性营养作用中的地位显赫；除了库区沿岸及岛屿所输入部分营养物质之外，主要从各支流集水区域携带大量有机碎屑及营养物质进入水库，并在河—库交汇区沉积，形成许多动物和微生物栖息地。通过这些生物の利用与分解作用，营养物质从有机碎屑的禁锢中释放出来，成为库区最大营养“源泉”，终年不断提供与补充库区所需的营养物质。

支流在野生鱼类繁殖、育苗中有着非常重要的作用，除了放流的鱼种之外，野生鱼种都来自新安江原溪流，因此原溪流是新安江水库生物的“种子基因库”。蓄水之后未被淹没的各支流仍然保持多种鱼类繁殖与育苗功能，尤其是喜流性、适应低温生活的种类，如尖头大吻鲈、宽鳍鳊、温州光唇鱼、光唇鱼、马口鱼、盩堂拟鲮、原缨口鳅、中华花鳅……溪流是它们的第一生活水域或繁殖地。

河—库交汇区（以下简称交汇区）是河、库两个生态系统的交互与过渡区域，是流动河水与相对静止库水交汇和混合的区域，是河流径流非生物条件与库区水体非生物条件过渡的区域，是河流生物与水库生物衔接、互相替换的区域，是饵料生物最丰富的区



域,是鱼类生活和洄游产卵的重要场所或通道,是野生鱼类生命周期中栖息、繁殖、摄食必需的生境廊道,具有明显边缘效应。也是上游径流输送多种物质的“中转站”或仓库,它将对库区水质、饵料生物、鱼类组成产生重要影响。

由于支流深度开发利用,山区经济得到一定程度发展,但支流的原生态、自净和景观受到一定影响,突现支流径流被大量多次拦截,溪流水位低枯,滩地裸露,导致底栖动物、水生维管束植物和鱼类种群数量趋少甚至灭绝,面临某些原始物种消失、生态系统退化、水体富营养化等严重威胁。例如 1998 ~ 1999 年水库局部区域(季节性)蓝藻水华大暴发,2008 年 4 月安阳库湾硅藻水华暴发,近年不断出现的非规模型的蓝藻水华,表明水质富营养化日趋严重,不但直接影响饮用水质量,而且会间接影响鱼品质量。因此,除了加强污染治理,开展网箱养殖业整治、污水上岸等措施之外,必须更加关注支流生态建设。

根据世界自然保护联盟 1994 年公布的《保护区管理类型指南》(Guidelines for Protected Area Management Categories),拟将本库支流和交汇区划定为县级以上栖息地/物种保护区,对其鱼种采取“就地保护”策略。在现有条件下,多数种类仍然不必采用“迁地保护”或水族养殖方法。真正的支流生态系统保护意味着改变某些人的不合理生活或产业行为,让出某些既得利益,归还鱼类世袭的领地。保护支流野生鱼类的存在,等于蕴蓄了原生态的鱼种种质资源。

著者继 1990 年《钱塘江鱼类资源》面世之后,在 2011 年完成《千岛湖鱼类资源》的基础上,根据陈马康教授建议,继续开展相关的课题研究,并得到杭州千岛湖发展有限公司的首肯,同时出资支持项目的进行。经过 2011 年 10 月至 2013 年 10 月艰苦奋斗终于完成了本力著《千岛湖主要支流生态与渔业功能》。本书与《千岛湖鱼类资源》是“姐妹”篇,是《千岛湖鱼类资源》研究的深化与拓展,在对支流普查基础上,比较深入地研究了 8 条支流及交汇区的生态与渔业功能,在水环境保护、鱼类资源增殖、生物多样性保护方面具有重要的作用。

《千岛湖鱼类资源》共描述鱼类种类 102 种,隶属 9 目 21 科,其中野生鱼类 88 种,移植和网箱逃逸的鱼类 14 种,改写了 1961 年上海水产学院新安江水库资源调查组、浙江省水产厅的《新安江水库水产资源调查和利用的初步意见(油印件)》的 65 种;林颂

光等 1985 年市级鉴定《淳安县内陆水域渔业资源调查和渔业区划》的 83 种；以及陈马康等 1990 年《钱塘江鱼类资源》书中记载的 96 种的记录，表明鱼类群落组成发生了较大变化。野生鱼类从 1990 年的 95 种降至 2010 年的 88 种，而移植和网箱逃逸的鱼类从 1 种增加到 14 种。本书在鱼类群落组成方面进行了积极补遗，又增加了野生鱼类 8 种：银鲟、亮银鲟、建德小鳊、扁尾薄鳊、鳗尾鳊、李氏吻虾虎鱼、雀斑吻虾虎鱼和武义吻虾虎鱼；外来鱼类 4 种：桂华鲮、香鱼、白斑狗鱼、马拉丽体鱼。支流鱼类共计 99 种，野生鱼类 85 种，使全库鱼类总数增加到 114 种，野生鱼类 96 种（见附录）。本书根据 J. S. Nelson 所著的《世界鱼类》（*Fishes of the World*）（2006 年版）对鱼类的分类系统和部分鱼名进行了更新。

特别引人关注的是有的野生鱼类数量趋少，有的消失或难以采捕，但偶捕外来鱼种却有所增加。在网箱养殖盛行的年代，从网箱逃逸入库的种类随之增加，尤其是可能在支流或库中繁衍的种类，如太阳鱼的发展趋势令人担忧，一旦大量繁殖必将影响支流与千岛湖生态系统的生态平衡。因比，一方面要加强外来种的生态学研究，另一方面要深入了解在网箱养殖规模大大缩小的情况下（2011 年），外来种自行消失的可能性与现状，并采取相应的调控措施。

全书共设 4 章：第 1 章千岛湖水库形态与支流组合；第 2 章主要支流分述；第 3 章主要支流鱼类资源；第 4 章主要支流生态与渔业贡献率。在编委会关心和指导下，全书由陈马康、何光喜、陈来生主编，童合一、任丽萍、王金朋副主编；钟俊生、洪荣华、赵良杰、邵建强、邵告才、吴志旭、方向荣参与部分撰写或编辑工作；陈马康、陈来生、童合一、汪敏摄影。

千岛湖主要支流调查与著书工作得到杭州千岛湖发展有限公司、上海海洋大学、上海市水产学会、上海海洋大学老教授协会的大力支持、帮助和关心，尤其得到汪建敏总经理、潘迎捷校长、赵长春教授的关心与指导，伍汉霖教授对书稿进行了认真审阅与修改，李家乐院长、刘其根教授、黄旭雄教授、钟国防副教授的支持与帮助，在此一并表示诚挚的谢意！

水库支流的生态与渔业功能研究尚属首例，从研究目标、方法到专著的撰写都是崭新的事物，限于研究水平与时间，定有不足之处，敬请广大读者指正。

著作者

目 录

第 1 章 千岛湖水库形态与支流组合	1
1.1 库形特征	1
1.2 支流组合与分布	2
1.3 河 - 库交汇区	6
第 2 章 主要支流分述	7
2.1 新安江	7
2.1.1 河流概况	7
2.1.2 河 - 库交汇区	9
2.1.3 鱼类组成	14
2.2 云源港	19
2.2.1 溪流概况	19
2.2.2 水质特点	20
2.2.3 饵料生物	20
2.2.4 河 - 库交汇区	22
2.2.5 鱼类组成	27
2.3 富强溪	29
2.3.1 溪流概况	29
2.3.2 水质特点	30
2.3.3 饵料生物	31
2.3.4 河 - 库交汇区	34
2.3.5 鱼类组成与其边缘效应	38
2.4 清平源	44
2.4.1 溪流概况	44
2.4.2 水质特点	45
2.4.3 饵料生物	45
2.4.4 河 - 库交汇区	47
2.4.5 鱼类组成	50

2.5	商家源	52
2.5.1	溪流概况	52
2.5.2	水质特点	52
2.5.3	饵料生物	53
2.5.4	河 - 库交汇区	55
2.5.5	鱼类组成	58
2.6	凤林港	59
2.6.1	溪流概况	59
2.6.2	水质特点	60
2.6.3	饵料生物	61
2.6.4	河 - 库交汇区	62
2.6.5	鱼类组成	65
2.7	武强溪	69
2.7.1	溪流概况	69
2.7.2	水质特点	70
2.7.3	饵料生物	70
2.7.4	河 - 库交汇区	73
2.7.5	鱼类组成与其边缘效应	78
2.8	郁川溪	83
2.8.1	溪流概况	83
2.8.2	水质特点	83
2.8.3	饵料生物	84
2.8.4	河 - 库交汇区	85
2.8.5	鱼类组成	91

第 3 章 支流鱼类资源..... 95

3.1	主要支流鱼类	95
3.1.1	鱼类组成与分布	95
3.1.2	鱼类描述	100
3.1.3	补遗及新外来种	162
3.2	鱼类纵向分布与食物网	174

3.2.1 纵向分布与移动规律	174
3.2.2 鱼类食性特点	175
3.2.3 鱼类种间食性关系——食物网	176
3.3 鱼类生物与遗传多样性	177
3.3.1 生物多样性	177
3.3.2 生态系统多样性	180
3.3.3 遗传多样性	183
3.4 鱼类资源增殖	185
3.4.1 引发鱼类资源动态变化的原因	185
3.4.2 增殖措施	187
 第 4 章 支流生态与渔业贡献率.....	 189
4.1 正贡献率	189
4.1.1 供水功能	189
4.1.2 净化系统结构与净化功能	194
4.1.3 物质生产功能	195
4.1.4 栖息地功能	205
4.2 负贡献率	206
4.2.1 总氮、总磷超负荷	206
4.2.2 浮游植物或叶绿素 a 超标	207
4.2.3 有毒有害物质“中转站”	208
4.3 水华发生与动力学假说的讨论	208
4.3.1 蓝藻浮沉现象	209
4.3.2 水华防治设想	214
4.4 生态支流模型设计	214
4.4.1 设计原则与目标	214
4.4.2 自然资源合理利用	215
4.4.3 水生生物能合理利用	216
 参考文献.....	 219
附表.....	221

Contents

Chapter 1	Morphological feature and composition of the tributaries of the reservoir	1
1.1	Morphological feature of the reservoir	1
1.2	Composition and distribution of the tributaries	2
1.3	Confluences among the river, streams and the reservoir	6
Chapter 2	Description of main tributaries of the reservoir	7
2.1	River Xinanjiang	7
2.1.1	General situation of the river	7
2.1.2	Confluence between the river and the reservoir	9
2.1.3	Composition of fishes	14
2.2	Stream Yunyuangang	19
2.2.1	General situation of the stream	19
2.2.2	Characteristics of water quality	20
2.2.3	Food organisms	20
2.2.4	Confluence between the stream and the reservoir	22
2.2.5	Composition of fishes	27
2.3	Stream Fuqiangxi	29
2.3.1	General situation of the stream	29
2.3.2	Characteristics of water quality	30
2.3.3	Food organisms	31
2.3.4	Confluence between the stream and the reservoir	34
2.3.5	Composition of fishes and its marginal effect	38
2.4	Stream Qingpingyuan	44
2.4.1	General situation of the stream	44
2.4.2	Characteristics of water quality	45
2.4.3	Food organisms	45
2.4.4	Confluence between the stream and the reservoir	47
2.4.5	Composition of fishes	50