

全国中等水产学校教材

内陆水域鱼类 增养殖学

山东省水产学校 主编

淡水养殖专业用

中国农业出版社

全国中等水产学校教材
内陆水域鱼类增养殖学
山东省水产学校 主编

责任编辑 陈力行

出版 中国农业出版社

(北京市朝阳区农展馆北路2号)

发行 新华书店北京发行所

印刷 通县曙光印刷厂

* * *

开本 787×1092mm 16开本

印张 11.625 字数 274千字

版、印次 1994年10月第1版

1996年10月北京第2次印刷

印数 5,161—10,460册 定价 9.30元

书号 ISBN 7-109-03096-2/S·1992

ISBN 7-109-03096-2



9 787109 030961 >

主 编 山东省水产学校 陈金桂
编 者 四川省水产学校 魏清和
审稿者 山东海洋大学 李德尚
山东省水产学校 刘天景
大连水产学院 史为良
河北省水产学校 童文辉
湖北省水产学校 杨志高
广东省水产学校 汪启华
黑龙江省水产学校 杨德华 霍洪明
江苏省连云港水产学校 高读南
福建省集美水产学校 潘树根
农业部水产司 阴爱菊
中国科学院水生生物研究所 胡传林 黄祥飞

前 言

本教材是根据全国中等水产学校四年制淡水养殖专业的教学计划和1987年8月全国水产中专教学大纲审定会通过的《内陆水域鱼类增养殖学》教学大纲的要求而编写的。

随着我国淡水渔业生产的发展，科学技术的进步，人民生活水平的提高，渔业生产基地的扩大和转移，大水域鱼类增养殖技术就显得十分重要。特别是近十年来，大水域在天然鱼产力的合理开发利用，粗放养殖，半精养和精养方面的科学试验和生产实践中积累了丰富的经验，这些新技术、新方法的推广应用，对大水域渔业生产具有一定的指导作用。所以本教材在编写过程中，曾进行过调查研究，阅读了大量科技资料，并参考大连水产学院、上海水产大学等院校的讲义而进行整理的，基本上能反映我国的传统渔业和当代科技成果，具有一定的先进性、科学性和应用性等特点。

根据教学大纲的审定内容，是以理论为基础，应用科学为重点，采取由浅入深，循序渐进，全面掌握，灵活运用的方法。为此，本教材首先介绍我国内陆大水域的理化、水文和生物三大因素的自然条件。其次是讲授水域初级生产力和鱼产力的测定方法、鱼类资源的评估、鱼类种群结构和数量变动的原因。三是讲授鱼类区系的改良、鱼类栖息环境的保护和渔业资源的增殖方法。四是讲授大水域粗放养殖的技术措施和生产模式。五是讲授大水域精养技术，特别是着重讲授施肥养鱼、“三网养鱼”和综合养鱼新技术。本教材共分九章，除二、三、四章由讲师魏清和编写外，其他各章均由高级讲师陈金桂编写。

本教材在定稿前是通过两次审定，初审由山东海洋大学李德尚教授和大连水产学院史为良教授审定。复审稿是邀请全国水产中专具有讲师以上职称的同行专家审定，对该书提出了很多宝贵意见，第四章编者还选用了四川省水产学校冷永智老师编写的内部教材中有关内容。在此深表谢意。

由于编者水平所限，书中缺点和错误在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

一九九三年四月

目 录

绪论.....	1
第一章 我国内陆水域鱼类增养殖的自然条件.....	5
第一节 河流的自然条件	5
第二节 湖泊的自然条件	8
第三节 水库的自然条件	17
第二章 水体生产力.....	22
第一节 水体生产力的基本概念	22
第二节 影响水体生产力的因素	25
第三节 水体鱼产力	28
第四节 提高水体鱼产力的途径	38
第三章 鱼类的种群及其数量变动.....	40
第一节 鱼类种群研究的意义	40
第二节 鱼类的种群结构	42
第三节 影响鱼类种群结构和数量变动的因素	45
第四章 渔业资源评估	52
第一节 渔业资源科学管理的生物学基础	52
第二节 鱼类的生长	54
第三节 鱼类的死亡	60
第四节 渔业资源评估的数学模式及应用	67
第五章 大水域粗放养殖	76
第一节 大水域粗放养殖的生态学基础	76
第二节 合理放养	78
第三节 种苗的来源	88
第四节 不同类型湖泊增养殖技术	96
第六章 大水域精养技术	104
第一节 大水域施肥养鱼	104
第二节 网箱养鱼	108
第三节 网围养鱼	114
第四节 网拦养鱼	119
第五节 大水域综合养鱼	122
第七章 鱼类区系的改良	129
第一节 移植与驯化	129
第二节 凶猛鱼类和野杂鱼的控制	140
第三节 鱼类区系的组成与改造	146
第八章 鱼类栖息环境的保护	149
第一节 拦鱼和过鱼设施	149

第二节	水域生态环境的改良	156
第三节	水域污染对渔业生产的影响及防止	160
第四节	人类生产活动对渔业资源的影响	166
第九章	鱼类资源的保护和增殖	169
第一节	经济鱼类的保护	169
第二节	渔业资源的合理捕捞	171
第三节	经济水生动物的人工繁殖与放流	174

绪 论

一、我国内陆水域鱼类增养殖的自然条件和任务 内陆水域是指陆地上的各种水体。内陆水域鱼类增殖学是指内陆自然水域中鱼类资源的再生产、增加其数量、改造其组成、并改善其质量等措施。如采取放流、移殖、驯化、鱼类区系改造、环境改良和生态保护等措施。养殖一般是指在人工放养的基础上，加以护养管理或采取适当施肥、投饵等强化养殖措施而达到增加产量的目的。目前，我国的内陆水域，由于其自然条件不同和社会条件的差异，既有增殖，又有养殖，更多者为增殖养殖并举，所以这门学科就被称之为内陆水域鱼类增殖学。

由于我国所处纬度适中，具有亚寒带、温带、亚热带和部分热带气候，气候适合鱼类生长。加之内陆水域深度不大，植被度较好，水域中天然饵料生物丰富，多属一般和富营养型水体，具备良好的增殖条件。

我国现有淡水面积约2.6亿亩，约占世界淡水面积（37.5亿亩）的7%，其中可用于养殖水面约7500—8000万亩，现已利用约5842万亩（占可养水面的70%左右）。淡水鱼类品种较多，约有800余种，常见经济鱼类40—50种，可作为养殖对象的有20多种。

我国内陆水域目前的自然增殖（捕捞）产量，十余年来一直徘徊在8—11 kg之间，未能有长足发展，如1983年湖泊单产为10.9 kg；水库为7.7 kg；河沟为27.3 kg。这说明已接近自然水域的产鱼潜力，若不采取其他的增殖措施，产量很难再有大幅度提高。正因此，近十年来，我国的某些地区已在中小型水域进行施肥养殖鲢、鳙等鱼类试验，其效果和经济效益都十分显著。如小型水库（百亩左右）的试验亩产量已达150—250 kg；中小型水库（千亩左右）在50 kg左右；千亩以上多在30—50 kg之间。某些中小型湖泊的试验产量也很可观，如江苏省的藻型湖泊金鸡湖近六年来（1984—1989）平均亩产已达123.6 kg。

与池塘养殖相比，目前大水域鱼类增殖的特点主要是利用天然饵料资源生产水产品，成本较低。更由于水面较大，又深入内地，分布面广，产量一般较集中，商品率高，品种多样，便于以鲜活状态供应市场，因此在淡水渔业生产中占有很重要地位。随着我国人民生活水平的逐步提高，对水产品的消费量较大，鱼产品更不易满足人民生活的需求。因此，大水域的充分而合理的开发利用，已成为我们的主要任务。

（1）要尽快把尚未开发的水域全部利用起来，以增加更多的水产品。

（2）要在已经开发利用的水域，充分而合理地利用天然饵料生物资源，挖掘水域的生产潜力，提供数量更多、质量更好的水产品。

（3）要充分利用我国江河的自然特点和生态条件，采取有效的资源保护措施，并着手试验增殖当地经济价值高的名贵品种，如人工繁殖放流、移殖、驯化等工作。

（4）对部分中、小型湖泊、水库要进行推广施用化肥养鱼的有效措施，使其单产水平大幅度提高。

(5) 要开展试验和推广大水域综合养鱼新技术, 发挥水域生态良性循环。

二、国内外内陆水域鱼类增殖的发展概况 我国是世界上淡水渔业发展的最早国家之一, 见于文字记载就有四千多年的悠久历史。战国时期范蠡著的《养鱼经》是世界上最早的一部养鱼著作, 提出了“治生之法有五, 水畜第一”的著名论点。同时代的荀况在《王制篇》里也论述“鼃兽鱼鳖鼈鱉孕别之时, 网罟毒药不入泽, 不夭其生, 不绝其长也”。古书还记载“竭泽而渔, 岂不得鱼, 而明年无鱼”; “鱼不长尺不得取”等格言。这说明了古代人民就已懂得水产资源繁殖和保护工作的重要性。至于大水域养鱼, 最早的水库养鱼可算是浙江省的东钱湖水库, 唐天宝三年(即公元744年)曾养过鱼, 浙江绍兴一带, 在明朝嘉靖年间(公元1537年)三江闸建成后, 就开始了外荡养鱼。

解放后, 我国淡水渔业有了快速发展, 表现在:

(1) 鱼产量迅速增长: 1949年鱼产量为150kt, 1988年增加到4408kt, 增长了28.4倍。

(2) 养殖面积不断扩大: 1954年(有面积统计的第一年)养殖面积为546万亩, 1988年已增加至5842万亩, 增长了10.7倍。

(3) 养殖产量比重增加, 捕捞产量比重下降: 自1965年后, 养殖产量已跃居首位, 如1983年淡水天然捕捞量为413kt, 仅占淡水渔业总产量的22.5%。

(4) 养殖业已向专业化、商品化发展: 近几年来, 随着农村经济发展和科学技术的进步, 养殖业已不同程度地由粗放养殖向精养发展, 并开始由生产型向生产经营型转变。

(5) 从事淡水渔业生产的劳力已初具规模: 解放初期从事淡水渔业生产的劳力为数甚少, 但至1984年就发展到284.2万人。

(6) 淡水渔业教学和科学研究有了很大发展: 解放初期, 我国尚无专业性的淡水渔业机构, 而目前, 仅国家水产系统就有水产科学研究院直属的四个淡水渔业研究所, 各省、市、自治区, 甚至某些县都有了水产研究机构或技术推广站。全国拥有淡水渔业科技人员近8000人, 并有20多所高等和中等水产院校, 形成了从中央到地方, 从基础理论和应用科学研究到技术推广的科技网络, 取得了一批科技成果。

建立了大规模商品鱼生产基地: 目前全国已形成珠江三角洲、杭嘉湖、太湖、洪泽湖、洞庭湖、鄱阳湖、南四湖、白洋淀、江淮平原、江汉平原、四川盆地和三江平原等大面积商品鱼生产基地。

在水产资源保护方面, 1964年水产部制定了《水产资源繁殖保护条例草案》, 1988年已正式公布实施。根据资源保护法规的内容, 各省、市、地、县都因地制宜地规定了保护对象、起捕规格、禁渔区和禁渔期等实施细则。对一些大、中型湖泊和水库进行了渔业生物学资源调查和渔业区划工作, 制定了渔业生产发展规划, 修建了拦鱼和过鱼设施, 推广了“三网养鱼”新养殖方式等资源增殖保护措施。随着水库的大量兴建, 水库养鱼业也发展起来, 养殖技术不断提高, 如浙江省的青山水库, 最初鱼产量每亩仅为1.15 kg, 后经过多年的生产实践和总结提高, 在1972年亩产量曾达到57.9 kg, 鲢、鳙鱼已成为肥水型湖泊或水库的主养对象。近来对水库凶猛鱼类的控制、水域污染的防止、综合养鱼的试验等方面也取得很好的成就, 这必然推动我国水产事业的飞速发展。但也应当看到, 就我国目前绝大多数的湖泊、水库而言, 渔业生产水平还很低, 科研工作也落后, 对水域生产力与资源变动规律还缺乏系统深入的研究, 对捕捞强度、增养殖品种、放养密度和品种搭配比例

等还处在摸索阶段，缺乏科学依据。

60年代末，世界淡水养殖产量近3000kt，1972年达4700kt，1984年为7000kt，而这些产量中的绝大多数是由亚洲几个国家提供的，我国则占30%以上。所以，我国淡水渔业在世界上占有举足轻重的地位。

淡水渔业，在湖泊方面，目前世界较先进国家总的利用情况是：

①在鱼类资源尚未充分利用的大型湖泊，以捕捞为主。

②在已开发利用的大型湖泊，在提高捕捞能力的同时，注意资源的繁殖保护，增加鱼类资源。

③在中、小型湖泊，则以放养为主要手段向养殖业发展，有些小型湖泊，已同经营池塘渔业一样，向精养发展，在湖泊中开展网箱养鱼，是当今湖泊渔业的一个重要方面。

前苏联对湖泊渔业十分重视，其原因是：

①湖泊面积大，绝大部分淡水渔业资源集中在湖泊，计有湖泊285万个，面积50Mha。

②利用湖泊养鱼成本低，据计算其成本仅为池塘养殖的25—30%。

③不占地，节约投资，见效快，经济效益高。

其方针是：对大型湖泊重点放在提高拉多加、楚德、奥涅加、伊尔、塞万、恰纳、乌比恩斯克、贝尔加、巴尔哈什、兴凯、萨特拉等11个大型湖泊的捕捞产量上，采取繁殖保护经济鱼类、改造产卵场和幼鱼索饵场、移植鱼类和饵料生物、放养经济鱼类和进行鱼类区系改造、建立湖泊综合企业等措施。对中小型湖泊，其近期基本方针是发展养殖业，1970年开始建立商品鱼基地，1980年已建成36个基地，面积达253kha，1985年计划发展至600kha，但产量不高，平均每公顷为30kg，高者60—90kg。为了提高放养效果和产量，一般在放养前对原湖中的非经济鱼类进行清除，对某些小型养殖湖泊进行施肥、投饵，产量提高到500—550kg/ha。

美国有些湖泊也进行放养，但主要是维持和发展游钓渔业，其特点是以湖中低值鱼为饵料，发展大口鲈、小口鲈和条纹鲈等经济价值较高的凶猛鱼类。另一方面，向苏必利尔、密执安、休伦、伊利和安大略五大湖移植银大马哈鱼等鲑、鳟鱼类都很成功，现已成为重要的渔业对象。目前则致力于在大型湖泊中发展网箱养殖斑点叉尾鲷等鱼类。

在水库渔业方面，前苏联是水库最多的国家，1973年的总库容就占世界的16%，1978年面积发展至11700kha以上。但其单产水平较低，全国平均每公顷产量为11—12kg，为此，前苏联政府对水库渔也非常重视，制定了一系列生产和技术措施：首先是进行水库渔业生产设计，一般是与水电站和水利灌溉设计工程同时进行。设计内容包括水土改良、养殖对象、鱼类组成、产卵场、肥育场、越冬场和捕捞场的确定，鱼类贮存和加工基地、渔业组织形式，渔具渔法、渔船配备、产品销售、资金预算和渔业经济效益等。其次在水库建成后，都要经过清库、平整。三是建立水库鱼类区系，主要采取暂时禁捕，使其迅速形成可捕捞的鱼类群体；强化捕捞低值的鱼类，建立经济鱼类资源；进行有的放矢的增养殖，改造鱼类区系组成；移植、驯化鱼类和饵料生物，繁殖保护鱼类资源；配套建造鱼种场，设立渔业保护机构等各项人为综合技术措施。

就目前大多数渔业发达的国家，对大型陆水的增养殖工作都十分重视，很多国家在各级行政部门中都设有专门管理渔业资源的增殖与保护机构，投入了很大的人力、物资和资金，在一些措施上达到了相当大的规模。如洄游性鲑鳟鱼类的人工繁殖、放流，在前苏、

日、美、加等国都设有一些较大的繁殖场。在有水利设施的河流，有一部分设有鱼梯、鱼道等过鱼设施。许多国家广泛进行了鱼类或饵料生物的移植驯化工作，如大麻哈鱼已移植驯化于欧洲、美洲等处。罗非鱼几乎移植到世界各国。

世界性资源增殖、保护和管理机构，1964年国际科学协会理事会，作为国际地球物理学研究的一部分，建立了国际生物学计划（IBP）。为了人口日益增长的人类福利，针对环境的保护和自然资源的管理，在世界范围内建立了陆地、淡水、海洋生物生产力和固氮过程的研究，它们联系着人类的适应性、生态系的保护、生物资源的利用等方面开展工作。1971年联合国教科文组织召开了“人与生物圈”研究计划（MAB）的国际协调理事会。“人与生物圈”主要是研究生态系统结构与功能，尤其着重于人类生产活动对生态系统的影响，而IBP是侧重于自然生产力的研究。

三、我国内陆水域鱼类增殖学的特点、现状和发展趋势 根据我国的地形、气候、土壤和水域特点、科技水平和人民生活的局限性，内陆水域增殖学的特点、现状和发展的趋势是：

1. 江河渔业资源和生产潜力尚未得到充分而合理的开发利用 目前仅局限于天然捕捞，产量很低。对某些珍贵的经济鱼类资源开始采取增殖和保护措施、关注水域污染。今后的发展趋势是试验摸索江河渔业资源的利用模式、合理利用饵料生物资源、保护与增殖并举、对某些经济价值较高和珍贵的水产动物进行人工繁殖和放流，提高水域天然鱼产力。对某些生态条件适宜的河段可进行网箱养殖经济鱼类。

2. 大型湖和巨型水库目前仅局限于天然捕捞、资源衰退、未能发挥水域的生产潜力 今后的发展趋势是在进行渔业生物学资源调查的基础上，制定开发利用模式，采取综合增殖与保护资源措施、进行渔业生态学管理、开展“三网”养鱼生产、提高水域天然鱼产力。

3. 中型湖泊和大中型水库，目前均以增殖为主，并能进行初步放养，渔业资源保护措施和经营管理较为科学 今后的发展趋势是以养殖为主要手段，水域施肥与“三网”养殖相结合，大幅度提高水域的生产潜力、并逐步建立渔业综合经营企业。

4. 小型湖泊和小型水库，目前均以养殖为主，产量较低 今后的发展趋势是向施肥、投饵、精养、高产的方向发展。

5. 利用现代化的科学技术和措施 利用现代化科技管理和措施逐步向大、中型水域进行放养，改造鱼类区系组成，控制鱼类种群结构，提高水域生产性能和鱼产品质量。推广以鱼为主，综合养殖的生态渔业。

第一章 我国内陆水域鱼类增养殖的自然条件

第一节 河流的自然条件

一、河流的形态特征 河流是陆地表面的一种自然水体，它必须具有两个基本要素：一是经常或周期性有流动着的水；二是水流必须在其槽中流动。河流所承受的总降雨面积称为流域或称为集水区。流域面积系指地面水分界所包围的面积，以平方公里计。一条河的干流及所有的大小支流构成水系或称河系。

各河流之间的特征是不尽相同的，其特征制约着河川径流及其他水文现象。河流是鱼类的栖息环境，其底质状况、水文条件都会影响到水生生物的分布和数量，对渔业生产影响很大。

直接流入海洋或内陆湖泊的河流，叫做干流。一条河流注入另一条河流，则前者是后者的支流。直接注入干流的支流称一级支流。注入支流的河流称二级支流。依次类推可再分为三级支流、四级支流等等。

河流开始的地方叫河源。河源可以是溪涧、泉水，也可以是冰川、沼泽或湖泊。天然河流几乎都包含两种以上的水量补给形式。

靠近河源的一段，称河流的上游。其特征是比降陡，河床狭，流量小，流速大，侵蚀作用强，水位变幅大，河床纵断面呈阶梯状，河流中有许多急滩和瀑布。

下游的特征是：河床宽、流量大、纵断面比降与流速都很小，游积作用显著，浅滩、沙洲较多见，显著弯曲。

中游的特征介于上下游之间，淤积作用不显著，但两岸侵蚀显著，越向下游，河谷越宽，而且逐渐弯曲，沿河两岸还有浅滩出现。

河流流入海洋、湖泊或其他河流的地方叫河口。河口处常有大量泥沙沉积，形成多汉的河口，俗称三角洲。某些河流，由于强烈蒸发或大量渗透等原因，致使河水全部耗损或殒没沙漠，或注入湖泊，这种河流称为内河流。

河床（即河槽）是经常有河水流动的槽，低水时期及平水时期有河水流过的槽叫“根本河床”。通常具有较明显的界限。涨水时期，河水流过的槽叫“泛滥河床”或“洪水河床”。

河谷是地表面狭长的洼地，并且有很正规的向下坡度。河谷的宽度差别很大，最窄的徒步可以跨过，最宽的可达数十公里。河谷在年青时，通常是狭窄的，边侧是陡峻的，此阶段的横断面似“V”形。当河谷成熟时（壮年期），比较宽阔，边侧常较平缓。

河谷的形状对流速有很大影响，狭窄的地方水流湍急，而流速与坡度有着密切的关系。坡度可用落差和比降来表示。一定河段的水面高度差称为该河段的落差。落差与其间的距离之比称作比降可用下式表示：

$$I = \frac{H_1 - H_2}{L}$$

式中 I ——表示比降
 $H_1 - H_2$ ——表示河段首尾两点的高度差（即落差）
 L ——表示该河段的长度

二、河流的水情特征

1. 水位、流速和流量

（1）水位：河流的水位是指河流某一断面上河水水面的高度。这个水面的高度是以一定的水准零点为标准的。

水位可以反映河流的水文特征。大的河流水位变化常受支流和当地气候变化所影响，例如雨季时水位高，旱季时水位低，其变化幅度大小对农业、航运和渔业生产影响很大。

（2）流速：河流的流速是指单位时间内河水流动的距离，测定流速之目的在于了解和掌握其变化与分布规律，并据以计算河道的断面流量，掌握径流变化规律。

影响河流流速的因素很多，如河床的比降、粗糙度、河流断面宽窄、风向、风速、冰盖程度等。这些因子的存在，使河道中流速分布十分复杂，一般是向岸边减慢，向水流的中心加快；在畅流时期，流速从河底向水面加快，但若河面封冻时，则流速由河底和冰下向过水断面的中部加快，最大流速通常在水面下0.4—0.6m深处。在渔业生产上，流速是影响鱼类活动的重要条件之一，也是设计拦鱼设备和过鱼设施时需要精心考虑的因子。

（3）流量：是指通过某一过水断面的面积和水流的速度。测定河水流量时，应先测定河流过水断面的面积，然后测出该断面上的平均流速，可用下式计算流量：

$$Q = FV$$

式中 Q ——流量 (m^3/s)
 F ——河水平均流速 (m/s)
 V ——过水断面的面积 (m^2)

2. 径流 大气降水到达地面后，除去蒸发而余存地表或地下从高处向低处流动的水，统称径流。而在一定时段内通过过水断面的总水量，称径流总量。其公式如下：

$$W = Q \cdot T$$

式中 W ——径流总量 (m^3)
 Q ——多年平均流量或称正常径流量 (m^3/s)
 T ——时段长 (s)

3. 河水的温度与冰情 河水温度受多种因素影响。在河流上游直接影响水温的是补给条件。例如，高山冰雪融水补给的河流水温较低；而雨水补给区的河流水温较高；地下水补给的河流，水温较稳定。在中下游，水温则通常随气温而改变。

淮河以北的河流，冬季常有结冰现象。黄河以北的河流，冰冻期可达2—5个月。了解河流的封冻期、解冻期和掌握了冰冻的地理位置等冰情后，对渔业生产和冬季淡水捕捞生产的合理安排是必要的。

4. 河流泥沙 河流泥沙是指河水中所挟带的一切无机质固体颗粒。而悬浮于水中的细小泥沙颗粒叫悬移质；受水流冲击而沿河床滚动或波浪式缓慢移动的较大泥沙颗粒叫推移

质。悬移质、推移质的多少，一般用含沙量来表示 (kg/m^3)。

含沙量的大小，对于河流的变迁和淤积具有很大的影响，含沙量大的河流淤积快，还严重阻碍了阳光对水层的透过性，对浮游植物的光合作用造成不良影响，并能堵塞浮游动物的摄食器官和影响滤食性鱼类的摄食，在渔业生产上是非常有害的。

三、河流的水化学特性 由于河水不断流动和更替，与其他水体比较来看，它以矿化度较低，生物作用过程微弱，而且经常溶有大气中各种气体为总特性。

1. 主要离子的动态 水中所含的各种离子、分子及化合物的总量 (不包括气体成分)，称水的总矿化度。

一般测定总矿化度是把一升水加热到 $105-110^\circ\text{C}$ ，让水全部蒸发，剩下的残余物重量即水的总矿化度。

按照水的矿化程度，可将河水划分为四级：

一级 (弱矿化度) $<200\text{mg}/\text{l}$

二级 (中矿化度) $200-500\text{mg}/\text{l}$

三级 (较高矿化度) $500-1000\text{mg}/\text{l}$

四级 (高矿化度) $>1000\text{mg}/\text{l}$

大多数河流属于弱矿化度或中矿化度水，只有极少数是高矿化度水。

由雪水补给的河流，河水矿化度一般较低，这是因为冻结的土壤不可能让雪水淋融出更多的矿物质。这种水中， Ca^{++} 、 Mg^{++} 及 HCO_3^- 占多数。地下水补给的河水矿化度一般较高，这是由于地下水较长期与土壤或岩石密切接触，从中淋溶出较多的溶解物质的缘故。这种水中主要离子成份有 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 等。从沼泽地带流出的水，矿化度很低，但含有大量腐植质，使水呈黄色或褐色，水中不含或极少量碳酸根离子 (HCO_3^-)，常含大量铁。

2. 生物营养元素 未污染的河流硝酸盐离子 (NO_3^-) 含量不大，一般在 $0.1-0.5\text{mg}/\text{l}$ 范围之内，当河水经过居民点或耕地时，含量可增加。由于水生植物对 NO_3^- 的消耗， NO_3^- 量常出现季节变化。夏季 NO_3^- 含量很低，秋季有所增加，冬季达到最高值。

亚硝酸盐离子 (NO_2^-) 的含量比 NO_3^- 要小得多，通常仅 $0.01\text{mg}/\text{l}$ 左右，污染时可达 $0.05\text{mg}/\text{l}$ 。

铵离子 (NH_4^+)，一般不超过 $0.1\text{mg}/\text{l}$ ，而污染时，可达到 $1\text{mg}/\text{l}$ 。

磷的无机化合物一般在 $0.05-0.1\text{mg}/\text{l}$ 的范围，其季节变化与氮化合物相似。

3. 溶解气体和氢离子浓度 河水中溶解气体的含量取决于水温与压力。由于河流内生物作用甚弱，加之河水经常流动，所以河水中的溶氧量基本上处于饱和状态。即夏季为 $6-8\text{mg}/\text{l}$ ，冬季为 $8-12\text{mg}/\text{l}$ 。但河水一旦受到污染，或贫氧地下水的大量补给及冰凌的覆盖，河水溶氧即会大大降低。

二氧化碳则与溶氧相反，河水结冰时增加，水生植物大发展的夏季里则降至很低。水中二氧化碳量很小时，就从大气中吸收。

氢离子波度 (pH值) 主要取决于二氧化碳的含量，冬季最小，pH值一般为 $6.8-7.6$ ；夏季最大，一般为 $7.6-8.8$ 。当然，pH值的大小也与土壤有直接关系。南方的红土地带，土壤呈酸性反应，故河水的pH值一般为 $6.5-7.0$ 的范围内。

四、河流的生物学 河流的上、中、下游的生态条件有很大差异，生物组成也大不相同

同。

上游水冷流急，底质多岩石，水质清瘦，浮游生物缺乏。水生植物只有附着在急滩石块上的种类，如冷水性金藻中的水树藻 (*Hyrurus foetidus*)，当水温升高时则枯死。

河流的中下游地段，河水落差小，水流较缓，河中浮游生物种类和数量都显著增多。浮游植物以硅藻为主，同时也可见到一些绿藻、蓝藻和甲藻的种类。浮游动物的种类在河流中下游部分也有增加，原生动物、轮虫、枝角类和桡足类的种类和数量都较多。底栖动物种类以摇蚊幼虫及寡毛类为主。软体动物在浅水部分亦有一定数量的分布。水生高等植物只在流水较缓的河湾及较浅的河流中生长较为繁茂，在水深流急或水中泥沙含量较大的河床中，是极少甚至全无水草的。

至于鱼类，在高纬度和高山溪流区有鲑科鱼类，如哲罗鱼 (*Hucho taimen*) 等。在比降大，水流急的短距离入海的河流中有香鱼，一般河流则以食附生藻类为主的鳊鱼 (*Zacco*)，食底栖动物的蛇鮈、拟鮈等鱼类；南方急流中则为平鳍鳅科和鲮科的种类；青藏高原则为条鳅和鲤科中的裂腹鱼亚科的鱼类。至于中下游的鱼类，则与湖泊种类差别不大。但在下游潮水区，常有许多近河口鱼类和洄游鱼类。后者如鲟鱼、鲚鱼和银鱼等。我国鲑科洄游性鱼类不多，只在黑龙江、图们江和绥芬河中有些种类。降河洄游性鱼类则有鳡鲟等。近十余年来不少地方进行人工繁殖蟹苗放流，在水产资源增殖方面作了很有意义的工作。

第二节 湖泊的自然条件

一、湖泊的形态 陆地上积蓄水的天然洼地叫湖泊。它是自然形成的大型静水水体。湖水的主要来源为大气降水、河水、地表水和地下水。

湖泊面积大小不同，如里海面积达6.3亿多亩，是世界上最大的内陆咸水湖。苏必利尔湖面面积达1.3亿多亩，是世界上最大的淡水湖。而小湖仅几百亩。湖泊的深浅也不同，贝尔加湖最大水深达1740m，许多浅水湖泊，水深还不足1m。湖面的高低也相差悬殊。我国青藏高原上的湖泊，海拔达3000—5000m，而新疆吐鲁番盆地中的艾丁湖，湖面高度为-154m。湖面最低的死海为-392m。

1. 湖泊的成因 湖盆是在内力和外力相互作用下形成的。在湖盆形成过程中，必然有一种力或一组力起主导作用，决定了现今湖盆的特点。因此，根据湖盆的成因可分为以下几种类型：

(1) 内力湖：是由内力（地壳运动、火山活动等）作用造成的湖盆，蓄水后成为内力湖。内力湖又可分为：

①构造湖：由地壳构造运动（裂缝、断层、地堑等）产生的下陷而成。其特点是湖水较深，湖面宽广。如我国的滇池、洱海、青海湖、北美的五大湖、非洲的坦噶尼喀湖、前苏联的贝加尔湖等。

②火山口湖：在熄灭的火山喷火口处产生的湖泊。湖岸多呈圆形，湖岸较陡，深度较大。如新疆天池，湖水深度达300m。

③堰塞湖：是由于溶岩流等堵塞河谷而成的湖泊。如我国的镜泊湖和五大连池。由于山脉崩塌堵塞河谷而产生的湖泊亦属此类，如台湾省的阿里山于1914年和1942年发生两次

山崩，在嘉义县境内造成深达120m的湖泊。

(2) 外力湖：以外力（流水、风等）为主导作用而形成的湖泊为外力湖。它可按外力的不同分为：

①牛轭湖：由河流作用所造成，它实际上是弯成几乎是一个圆的蜿蜒的河道。这类湖泊的深度较小，在美国的密西西比河两岸很常见，我国湖北省的一些湖泊亦属此类。

②溶蚀湖：产生于易溶性的石灰岩、白云石膏所分布的区域。主要由于地下水的溶解作用而形成的湖泊。其湖面常作规则的漏斗形，面积较小，深度较大。我国云贵高原上多是这种湖泊。

③冰川湖：由于冰川的冲刷作用所形成。这种湖泊形状多样，湖岸弯曲。我国的冰川湖主要分布在青藏高原。

④风成湖：由于风蚀洼地或沙丘迁移而形成的面积小而浅的湖泊。这种湖泊常随水流的变动而移动或者湖泊轮廓发生变动，又叫游移湖。我国新疆的罗布泊即为著名的游移湖。

⑤泻湖：这类湖泊系海湾由于泥沙的沉积与海洋分离而成的，如江苏的太湖、杭州的西子湖均属此类。

2. 湖泊的形态 湖泊的形态多种多样，无一定规律，其蓄水的地方称为湖盆。湖盆的结构可划分为三部分。

①沿岸带：遭受波浪和湖流作用的沿岸部分。

②深水带（即深水区域）：在这里波浪的作用不能直接使湖底形成波浪起伏。

③亚沿岸带：这是和前者一同组成湖泊沿岸带的过渡地带。

浅水湖泊可能无深水带，因为其整个湖底都为波浪作用所及并蔓生水生植物。在湖中，某些耸立水面以上的高地称岛屿；而或多或少突入陆地的部分称湖湾。

由于水流、风力挟带湖岸泥沙入湖，能使湖盆的形状和大小发生变化，湖盆由原来的曲折逐渐地变为平直，失去了明显凸出或深凹的湖湾，随着湖盆的变化，湖水的水文情况和湖中的生态条件也随之变化。湖泊在生存期间逐渐由湖岸削陡，湖底起伏不平，湖水清澈、含氧丰富和很少有机质的水域阶段转变为湖岸倾斜、湖底平坦、有机质丰富、水草丛生的沼泽阶段，最后演变为陆地。

二、湖泊的物理性质 湖水的物理性状与水域生产力和渔业生产均有密切关系。现将这方面的情况加以说明。

1. 水色 湖水的颜色受许多因素的影响，以至很少有两个湖泊呈同样的颜色，即使同一湖泊，由于光线在湖水中散射情况不一，所呈现的颜色也不同。

光线透入湖水中除散射外，均被湖水所吸收，湖水对光线的吸收按光波长而定，波长者易被吸收，故红光在湖水的上层先后消失，转为热能以升高水温。湖水因所含杂质颗粒的颜色，数量与直径的大小不同而呈现不同的颜色。如青蓝色不被吸收时呈青蓝色；略被吸收时，呈绿色；大量被吸收时呈黄绿色；完全被吸收时呈黄褐色。同时，水中含有大量的浮游生物时，对光的散射和吸收有强烈的影响，况且，其本身体色也使水体带有某种颜色。例如，蓝绿藻繁茂时，水呈碧绿色；绿藻使水呈绿色；硅藻使水呈淡黄色；而某些细菌则使湖水呈紫红色或红色。此外，水中溶解的营养物质对光也具有同样的吸收和散射的特性。例如，水中含多量钙盐、铁盐、镁盐等，可使湖水呈黄绿色；富腐殖质的水呈褐