

河（湖）长制系列培训教材

水环境治理

河海大学河长制研究与培训中心 编著
李 轶



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

河（湖）长制系列培训教材

水环境治理

河海大学河长制研究与培训中心

李 轶

编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

北京

内 容 提 要

本教材以河湖创新型管理制度“河长制”和“湖长制”为背景，重点介绍水环境治理相关理论知识和技术方法，形成较为完善和实用的水环境治理体系。全书共分7章，内容包括：绪论、河长制背景下的水环境治理、水环境现状调查分析、水环境质量评价、污染源控制与治理措施、原位水质净化技术、河流生态修复技术。

本书主要作为各级河（湖）长的培训教材，致力于提升河（湖）长工作规范化水平，提高河（湖）长履职能力和工作效率，也可供相关专业学生及有关科研和工程技术人员参考使用。

图书在版编目（C I P）数据

水环境治理 / 河海大学河长制研究与培训中心, 李
轶编著. — 北京：中国水利水电出版社, 2018. 5
河（湖）长制系列培训教材
ISBN 978-7-5170-6430-5

I. ①水… II. ①河… ②李… III. ①水环境—综合
治理—技术培训—教材 IV. ①X143

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第082912号

书 名	河（湖）长制系列培训教材 水环境治理 SHUIHUANJING ZHILI
作 者	河海大学河长制研究与培训中心 李 轶 编著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	三河市鑫金马印装有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 9.75印张 231千字
版 次	2018年5月第1版 2018年5月第1次印刷
印 数	0001—3000册
定 价	39.00元

凡购买我社图书，如有缺页、倒页、脱页的，本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

序

江河湖泊是水资源的重要载体，是生态系统和国土空间的重要组成部分，是经济社会发展的重要支撑，具有不可替代的资源功能、生态功能和经济功能。2016年11月，中共中央办公厅 国务院办公厅印发《关于全面推行河长制的意见》（厅字〔2016〕42号）（以下简称《意见》）。2017年12月，中共中央办公厅 国务院办公厅印发《关于在湖泊实施湖长制的指导意见》（厅字〔2017〕51号）。全面推行河长制、湖长制是落实绿色发展理念、推进生态文明建设的内在要求，是解决我国复杂水问题、维护河湖健康生命的有效举措，是完善水治理体系、保障国家水安全的制度创新。

全面推行河长制一年来，地方各级党委政府作为河湖管理保护责任主体，各级水利部门作为河湖主管部门，深刻认识到全面推行河长制的重要性和紧迫性，切实增强使命意识、大局意识和责任意识，扎实做好全面推行河长制各项工作。水利部党组高度重视河长制工作，建立了十部委联席会议机制、河长制工作月调度机制和部领导牵头、司局包省、流域机构包片的督导检查机制。2017年5月和2018年1月，两次在北京召开全面推行河长制工作部际联席会议全体会议。一年来，水利部会同联席会议各成员单位迅速行动、密切协作，第一时间动员部署，精心组织宣传解读，与环境保护部联合印发《贯彻落实〈关于全面推行河长制的意见〉实施方案》（水建管函〔2016〕449号）（以下简称《方案》），全面开展督导检查，加大信息报送力度，建立部际协调机制。地方各级党委、政府和有关部门把全面推行河长制作为重大任务，主要负责同志亲自协调、推动落实。全国各地上下发力，水利、环保等部门联动。水利部成立了“全面推进河长制工作领导小组办公室”（以下简称“部河长办”），全国各地成立了省、市、县三级河长制办公室。

一年来，水利部会同有关部门多措并举、协同推进，地方党委政府担当尽责、狠抓落实，全面推行河长制工作总体进展顺利，取得了重要的阶段性成果。在方案制度出台方面，31个省、自治区、直辖市和新疆生产建设兵团的省、市、县、乡四级工作方案全部印发实施，省、市、县配套制度全部出

台。各级部门结合实际制定出台了水资源条例、河道管理条例等地方性法规，对河长巡河履职、考核问责等作出明确规定。在河长体系构建方面，全国已明确省、市、县、乡四级河长超过 32 万名，其中省级河长 336 人，55 名省级党政主要负责同志担任总河长。各地还因地制宜设立村级河长 68 万名。在河湖监管保护方面，各地加快完善河湖采砂管理、水域岸线保护、水资源保护等规划，严格河湖保护和开发界线监管，强化河湖日常巡查检查和执法监管，加大对涉河湖违法、违规行为的打击力度。在开展专项行动方面，各地坚持问题导向，积极开展河湖专项整治行动，有的省份实施“生态河湖行动”“清河行动”，河湖水质明显提升；有的省份开展消灭垃圾河专项治理，“黑、臭、脏”水体基本清除；有的省份实行退圩还湖，湖泊水面面积不断增加。在河湖面貌改善方面，通过实施河长制，很多河湖实现了从“没人管”到“有人管”、从“多头管”到“统一管”、从“管不住”到“管得好”的转变，推动解决了一大批河湖管理难题，全社会关爱河湖、珍惜河湖、保护河湖的局面基本形成，河畅、水清、岸绿、景美的美丽河湖景象逐步显现。全国 23 个省份已在 2017 年年底前全面建立河长制，8 个省份和新疆生产建设兵团将在 2018 年 6 月底前全面建立河长制，中央确定的 2018 年年底前全面建立河长制任务有望提前实现。

一年来，水利部河长办、河海大学举办多次河长制培训班；各省、地或县均按各自的需求举办河长制培训班；各相关机构联合举办了多场以河长制为主题的研讨会。上下各级积极组织宣传工作。2017 年 4 月 28 日，河海大学成立“河长制研究与培训中心”。2017 年 6 月 27 日修订发布的《中华人民共和国水污染防治法》第五条写到：“省、市、县、乡建立河长制，分级分段组织领导本行政区域内江河、湖泊的水资源保护、水域岸线管理、水污染防治、水环境治理等工作”，河长制纳入到法制化轨道。

总体来看，全国各地河长制工作全面开展，部分地区已结合实际情况在体制机制、政策措施、考核评估及信息化建设等方面取得了创新经验，形成了“水陆共治，部门联治，全民群治”的氛围，各地形成了“政府主导，属地负责，行业监管，专业管护，社会共治”的格局。河长制工作取得了很大进展和成效，但在全面推行河长制工作过程中，也发现存在一些苗头性的问题。有的地方政府存在急躁情绪，想把河湖几十年来积淀下来的问题通过河长制一下子全部解决，不能科学对待河湖管理保护是项长期艰巨的任务，对河湖治理的科学性认识不足；有的地方河长才刚刚开始履职，一河一策方案还没有完全制定出来，有的地方河长刚刚明确，还没有去检查巡河，各地进

展不是很平衡；有的地方对反映的河湖问题整改不及时，整改对策存在一定的局限性等。

为了响应河长制、湖长制《意见》的全面落实和推进，为河（湖）长制工作提供有力支撑和保障，在水利部河长办、相关省河长办的大力支持下，河海大学河长制研究与培训中心会同中国水利水电出版社在先期成功举办多期全国河长制培训班的基础上，通过与各位学员、各级河长及河长办工作人员的沟通交流，广泛收集整理了河（湖）长制资料与信息，汲取已成功实施全面推行河（湖）长制部分省、市的先进做法、好的制度、可操作的案例等，组织参与河（湖）长制研究与培训教学的授课专家编写了《河（湖）长制系列培训教材》，培训教材共计10本，分别为：《河长制政策及组织实施》《水资源保护与管理》《河湖水域岸线管理保护》《水污染防治》《水环境治理》《水生态修复》《河（湖）长制执法监管》《河（湖）长制信息化管理理论与实务》《河（湖）长制考核》《湖长制政策及组织实施》。相信通过这套系列教材的出版，能进一步提高河（湖）长制工作人员的工作能力和业务水平，促进河（湖）长制管理的科学化与规范化，为我国河湖健康保障作出应有的贡献。

前言

为适应生态文明建设和绿色发展理念，响应我国与水环境治理相关的各项政策，本教材以河流创新型管理制度“河长制”及在其基础上提出的湖泊管理和保护创新制度“湖长制”为背景，面向各级河（湖）长，致力于提升河（湖）长工作规范化水平，提高河（湖）长履职能力和工作效率，选编了水环境治理相关理论知识和技术方法，形成了较为完善和实用的水环境治理体系。

本教材分为相互联系、相互促进的三部分内容，共计7章。第一部分内容包括第一章和第二章，介绍了水环境治理的基础理论及“河长制”对新时期水环境治理的要求；第二部分内容包括第三章和第四章，对水环境治理过程中现状调查和质量评价的方法进行了系统的阐述；第三部分内容包括第五章至第七章，从污染源控制、原位水质净化和生态修复三个方面对水环境治理的主要方法和技术进行了介绍。

本教材是在参考和引用多本学术专著和教材的基础上，参阅大量文献，不断总结、完善而编写完成的教材，书中参考或引用的研究成果及学术专著均已在参考文献中列出。此外，在撰写过程中，还参考或引用了多个国家和地方的法律法规、标准及其他技术文件，在此一并致谢！

本教材由中国科学院水生生物研究所梁威研究员主审，特此感谢他对本书初稿提出的宝贵修改意见。此外，感谢江苏高校品牌专业建设工程对本书出版的资助。

由于时间仓促，加之编写水平有限，书中存在不足和疏漏之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编者

2018年1月

目录

序 前言

第一章	绪论	1
第一节	水环境概况	1
一、	水环境的定义	1
二、	水资源概况	1
三、	我国水环境概况	3
第二节	水环境治理发展历程	9
一、	国外水环境治理发展	9
二、	我国水环境治理历程	10
三、	水环境治理发展趋势	11
第二章	河长制背景下的水环境治理	13
第一节	河长制概况	13
一、	河长制的起源	13
二、	河长制的推行	14
三、	河长功能分析	14
第二节	水环境治理理论基础	15
一、	水环境治理的理念	15
二、	水环境治理的措施	16
三、	河长制对水环境治理的要求	17
第三节	水环境治理体系建设	18
一、	水环境治理体系建设的思路	18
二、	水环境治理的技术路线	19
三、	水环境治理实施的阶段	21
第三章	水环境现状调查分析	22
第一节	概述	22
一、	水环境现状调查的原则	22
二、	水环境现状调查的方法	22
三、	水环境现状调查的时间	23

第二节 自然环境及社会环境调查	23
一、自然环境现状调查	23
二、社会经济环境现状调查	24
第三节 水文现状调查	25
一、流域基本情况调查	25
二、水量调查	26
三、暴雨和洪水调查	26
四、水利工程调查	27
第四节 水功能现状调查	30
一、调查目的	31
二、水功能区划分概况	31
三、水功能区水质目标拟定	33
第五节 水质现状调查	33
一、水质调查的参数	34
二、水质取样断面的选取	35
三、水质分析方法	37
第六节 污染源调查	38
一、污染物来源、分类及危害	38
二、污染源调查的内容	41
三、污染源调查的程序与方法	45
四、污染源评价	47
第四章 水环境质量评价	51
第一节 基础理论	51
一、水环境质量评价概述	51
二、相关水环境标准	51
第二节 水环境质量评价方法	53
一、评价因子的选择	53
二、常用评价方法	54
第三节 河流健康评价	56
一、河流健康评价概述	56
二、河流健康评价指标	56
三、河流健康评价体系	58
第四节 水环境容量计算及污染物排放总量控制	60
一、水环境容量计算	60
二、污染物排放总量控制	62
第五章 污染源控制与治理措施	66
第一节 城镇污废水污染控制	66

一、污水收集技术	66
二、污废水处理及回用技术	67
三、城市河流截污技术	69
第二节 农村生活污水污染控制	71
一、农村生活污水处理的要求	71
二、农村生活污水处理的原则	72
三、常用处理工艺及技术	73
第三节 畜禽养殖废水污染控制	79
一、畜禽养殖废水处理的基本原则	79
二、常用的处理工艺及技术	80
第四节 农业面源污染控制	82
一、农业面源污染控制的基本原则	82
二、农业面源污染控制的途径	83
三、农业面源污染控制的技术	84
第五节 固体废物污染控制	86
一、生活垃圾产量及质量分析	87
二、固体废物的收集和运输	89
三、固体废物的处理和处置	92
第六章 原位水质净化技术	94
第一节 水动力调控技术	94
一、河流水动力概述	94
二、水动力调控措施	94
三、泵站调度优化措施	96
第二节 内源污染控制技术	96
一、基本方法及分类	96
二、内源污染控制常用技术	97
第三节 人工曝气技术	100
一、曝气复氧原理	100
二、人工曝气技术分类	101
三、曝气设备选型	102
第四节 人工湿地技术	102
一、人工湿地的构成	102
二、人工湿地的类型	103
第五节 生态浮床技术	104
一、生态浮床净化原理	104
二、生态浮床种类	105
三、功能作用及优势	105

第六节 生物处理技术 106

 一、生物膜技术 106

 二、固定化微生物技术 108

 三、微生物强化技术 110

第七章 河流生态修复技术 114

 第一节 河流生态系统及修复 114

 一、河流生态系统概述 114

 二、河流生态系统修复理论 115

 三、河流生态系统修复的内容 116

 四、河流生态系统修复的原则和方法 117

 第二节 河流形态结构修复 118

 一、河流形态结构概述 118

 二、河流形态保持技术 120

 三、河岸生态修复技术 124

 四、缓冲带生态修复技术 128

 第三节 河流生态多样性恢复 131

 一、水生植物多样性恢复 132

 二、水生动物多样性恢复 133

 第四节 河流亲水景观修复技术 135

 一、河流亲水景观概述 135

 二、河流亲水景观类型 137

 三、河流亲水景观设计 138

参考文献 139

绪 论

第一节 水环境概况

一、水环境的定义

水是环境中最活跃的自然要素之一，也是地表的主要组成物质。没有水就没有生命，水是一切文明之源。水携带着来自自然界和人类活动所产生的各种物质进行迁移和转化，影响着地形地貌、气候条件、自然景观等的形成与变化，从而影响人类环境的区域分异和动态变化，同时作为能源、生产原料和生活资源，也对社会经济的发展 and 人类生活质量具有重要影响。水是人类及一切生物赖以生存的必不可少的物质基础，据统计，在发展中国家，每人每天平均用水量为 40~350L；在发达国家的一些现代化城市，每人每天用水量高达 600~830L。

水环境在《环境科学大辞典》中的定义是“地球上分布的各种水体以及与其密切相连的诸环境要素如河床、海岸、植被、土壤等。水环境主要由地表水环境和地下水环境两部分组成。地表水环境包括河流、湖泊、水库、海洋、池塘、沼泽、冰川等。地下水环境包括泉水、浅层地下水、深层地下水等。”根据《中华人民共和国水文基本术语和符号标准》(GB/T 50095—98)的规定，水环境(water environment)是指围绕人群空间可直接或间接影响人类生活和发展的水体，以及影响其正常功能的各种自然因素和有关的社会因素的总体。

水体一般具有多种复杂的现象，物理现象包括迁移、输送、沉积、渗透、扩散、蒸发、凝结、固化等；化学现象包括各种化学反应；生物现象包括光合作用、呼吸作用、吞食、分解、转化、迁移等。水环境科学所阐述的内容包括水环境科学的基本概念、基础理论和研究方法，水环境系统的特点、重要作用和影响因素，以及水环境保护、水资源利用和管理、水污染治理、水灾害防治等诸多问题。

二、水资源概况

水是地球上分布最广的资源，是人类环境的一个重要组成部分。地球表面 71% 的面积被水覆盖，水的总量约为 1.39×10^{10} 亿 m^3 ，其中海洋水体约占 97.41%，冰帽和冰河水体约占 1.984%，地下水约占 0.592%，湖泊水体约占 0.007%，土壤水体约占 0.005%，大气中水蒸气约占 0.001%，河流水体约占 0.0001%，生物体中的水约占 0.0001%。但淡水资源总量仅为 0.036×10^{10} 亿 m^3 ，仅占有所有水资源的 2.5%，且近 70% 的淡水固定在南极和格陵兰的冰层中，其余多为土壤水分或深层地下水，不能被人类利用。因

此,地球上只有不到1%的淡水或约0.007%的水可为人类直接利用。全球淡水资源不仅短缺而且地区分布极不均衡。按地区分布,巴西、俄罗斯、加拿大、中国、美国、印度尼西亚、印度、哥伦比亚和刚果等9个国家的淡水资源占世界淡水资源的60%。约占世界人口总数40%的80个国家和地区的约15亿人口淡水供应不足,其中26个国家和地区约3亿人极度缺水。更可怕的是,预计到2025年,世界上将会有30亿人面临缺水,40个国家和地区淡水资源严重不足。

我国的降水、河流、湖泊、地下水和冰川等水资源相当丰富。水资源总量为 2.8×10^4 亿 m^3 。其中地表水 2.7×10^4 亿 m^3 ,地下水 0.83×10^4 亿 m^3 ,由于地表水与地下水相互转换、互为补给,扣除两者重复计算量 0.73×10^4 亿 m^3 ,与河川径流不重复的地下水资源量约为 0.1×10^4 亿 m^3 。按照国际公认的标准,人均水资源低于 $3000 m^3$ 为轻度缺水;人均水资源低于 $2000 m^3$ 为中度缺水;人均水资源低于 $1000 m^3$ 为严重缺水;人均水资源低于 $500 m^3$ 为极度缺水。

中国目前有16个省(自治区、直辖市)人均水资源量(不包括过境水)低于严重缺水线,有6个省、自治区(宁夏、河北、山东、河南、山西、江苏)人均水资源量低于 $500 m^3$ 。中国水资源总量并不算多,排在世界第6位,而人均占有量更少,为 $2240 m^3$,在世界银行统计的153个国家中排在第88位。中国水资源地区分布也很不平衡,长江流域及其以南地区,国土面积只占全国的36.5%,其水资源量占全国的81%;其他地区,国土面积占全国的63.5%,其水资源量仅占全国的19%。

下文根据中华人民共和国水利部发布的《2016年中国水资源公报》,对我国水资源简况进行介绍。

1. 水资源总量及分布

2016年,全国水资源总量为32466.4 亿 m^3 ,其中,地表水资源量31273.9 亿 m^3 ,地下水资源量8854.8 亿 m^3 ,地下水与地表水资源不重复量为1192.5 亿 m^3 。全国年平均降水量730.0mm,全国水资源总量占降水总量的47.3%,平均单位面积产水量为34.3 万 m^3/km^2 。

2. 蓄水动态

2016年,对全国639座大型水库和3410座中型水库进行统计,水库年末蓄水总量为3953.7 亿 m^3 ;对29个水面面积在 $100 km^2$ 及以上的湖泊进行统计,湖泊年末蓄水总量为1301.1 亿 m^3 ;北方16个省级行政区对74 万 km^2 平原地下水开采区进行了统计分析,年末与年初相比,浅层地下水蓄变量为67.0 亿 m^3 。

3. 水资源开发利用

2016年,全国供水总量为6040.2 亿 m^3 ,占当年水资源总量的18.6%。其中,地表水源供水量为4912.4 亿 m^3 ,占供水总量的81.3%;地下水源供水量为1057.0 亿 m^3 ,占供水总量的17.5%;其他水源供水量70.8 亿 m^3 ,占供水总量的1.2%。

2016年,全国用水总量为6040.2 亿 m^3 。其中,生活用水为821.6 亿 m^3 ,占用水总量的13.6%;工业用水为1308.0 亿 m^3 ,占用水总量的21.6%;农业用水为3768.0 亿 m^3 ,占用水总量的62.4%;人工生态环境补水142.6 亿 m^3 ,占用水总量的2.4%。

2016年,全国耗水总量为3192.9 亿 m^3 ,耗水率为52.9%。全国废污水排放总量为765 亿 t。2016年,全国人均综合用水量为 $438 m^3$,万元国内生产总值(当年价)用水量

为 81m^3 。耕地实际灌溉亩均用水量为 380m^3 ，农田灌溉水有效利用系数为 0.542，万元工业增加值（当年价）用水量为 52.8m^3 ，城镇人均生活用水量（含公共用水）为 220L/d ，农村居民人均生活用水量为 86L/d 。

三、我国水环境概况

（一）我国主要流域

我国七大流域包括长江流域、黄河流域、珠江流域、海河流域、淮河流域、松花江流域和辽河流域。

长江流域是指长江干流和支流流经的广大区域，发源于唐古拉山脉主峰格拉丹东雪山西南侧，横跨中国东部、中部和西部三大经济区，共计 19 个省（自治区、直辖市），是世界第三大流域，干流长 6300km ，流域总面积 180万 km^2 ，占中国国土面积的 18.8%，流域内有丰富的自然资源。干流自江源至宜昌为上游，河长 4510km ，除四川盆地外，多流经高山峡谷，坡陡流急，落差 5360m ，占全江总落差的 98.9%。其中江源至当曲长约 360km ，称为沱沱河；当曲至玉树巴塘河口长约 820km ，称为通天河；巴塘河口至宜宾长约 2300km ，称为金沙江；宜宾至宜昌长约 1000km ，称为川江。川江下段自奉节至南津关长 209km ，为著名的三峡，宜昌以下进入中下游平原。宜昌至鄱阳湖湖口为中游，长约 940km 。湖口以下为下游，长约 850km 。中游河段内，自湖北枝城至洞庭湖出口城陵矶长约 340km ，称为荆江，河道蜿蜒曲折，两岸地势低洼，是长江防洪形势最为严峻的一段。中下游平原湖泊星罗密布，主要通江湖泊有洞庭湖、鄱阳湖、巢湖和太湖四大淡水湖。

黄河流域西起巴颜喀拉山，东临渤海，南至秦岭，北抵阴山，流经青海、四川、甘肃、宁夏、内蒙古、山西、陕西、河南、山东 9 个省（自治区），流域面积 75.2万 km^2 ，黄河全长 5464 km ，仅次于长江，是中国第二长河流，也是世界第六长河流。从河源到内蒙古托克托为上游，其中兰州以上大部分地区植物被覆较好；玛多至青铜峡的干流多峡谷，水能资源丰富；青铜峡以下为河套平原，灌溉发达，可通航运。托克托至河南桃花峪为中游，也有丰富的水能资源；两岸为黄土高原，植被少，水土流失严重，是黄河泥沙的主要来源。桃花峪到入海口为下游，两岸绝大部分修建了大堤，泥沙淤积使河床一般高出两岸地面 $3\sim 5\text{m}$ ，部分高达 10m ，故称为悬河；沿岸多灌区，干流也可通航。河口附近，黄河入海水道不断淤积、延伸、改道，造陆作用强烈。各河段直接汇入干流的流域面积大于 1万 km^2 的支流有十条，以渭河的面积与水量最大。

珠江流域由西江、北江、东江及珠江三角洲诸河四个水系组成，分布于中国的云南、贵州、广西、广东、湖南、江西六个省（自治区）及越南东北部。珠江的主流是西江，发源于云南省境内的马雄山，在广东省珠海市的磨刀门注入南海，全长 2214km 。全流域面积 45.37万 km^2 ，其中中国境内面积 44.21万 km^2 。珠江自云贵高原至南海之滨，干流总落差 2136m ，全流域水能理论蕴藏量 3348万 kW ，主要集中在西江南盘江下游和红水河及黔江河段，可开发水电装机容量 2512万 kW ，是中国水电开发建设基地之一。

海河流域位于中国华北地区，是中国开发较早的流域之一，习惯上包括海河和滦河两个水系。海河流域范围包括北京市、天津市和河北省大部分，山西省、山东省、河南省、辽宁省和内蒙古自治区的一部分。流域总面积 31.8万 km^2 （其中海河水系 26.4万 km^2 、

滦河水系 5.4 万 km²)。流域内山区、平原面积分别占 60% 和 40%。燕山、太行山由东北至西南呈弧形分布。山脉以西、以北为黄土高原；山脉以东、以南是广阔的平原。山地与平原间的过渡地带短，几乎直接交接。平原地形的总趋势是由西南、西、北向天津附近的渤海湾倾斜。由于历史上黄河多次改道入侵以及本流域各支流冲积的影响，平原区内构成缓岗与洼淀相间分布的复杂地形。

淮河位于长江、黄河之间，干流全长约 1000 km，流域面积 27 万 km²，其中淮河水系 19 万 km²，沂沭泗水系 8 万 km²。淮河干流发源于河南省桐柏山，由西向东流入洪泽湖，出洪泽湖后分为两支：一支经高邮湖、邵伯湖在江苏省扬州市东南流入长江，称为入江水道，最大泄洪能力为 12000 m³/s；另一支经苏北灌溉总渠流入黄海，设计泄洪能力为 800 m³/s。此外，还可经废黄河泄洪 300 m³/s，在大洪水时经淮沭新河向新沂河分洪 3000 m³/s。淮河流域的东北部为沂沭泗水系，原为发源于沂蒙山流入淮河的支流。12 世纪末到 19 世纪中叶，黄河改道，占夺徐州以下泗河和淮阴以下淮河河道。由于黄河河床淤积抬高，淮河和沂沭泗流域排水受阻，形成了洪泽湖、骆马湖和南四湖，使淮河南流入江，沂沭泗河则东流入海。经 1949 年以来的整治，沂沭河上游来水有一部分向新沭河分流，其余经新沂河入海；泗河流入南四湖，经运河入骆马湖，并接纳沂河来水，由嶧山闸泄入新沂河。

松花江是中国东北地区的主要江河，流经哈尔滨、佳木斯，在同江附近注入黑龙江，干流全长 939 km，流域面积 54.6 万 km²，分属内蒙古、吉林和黑龙江三省（自治区），其中山区占 61%，丘陵占 15%，平原占 24%。流域东西分布有三江平原和松嫩平原，土地肥沃，草原连片。全流域耕地约 2 亿亩，并有 3000 万亩荒地可供开垦。年降水量一般为 500 mm，东南部山区达 800 mm，西南部平原只有 400 mm，其年际变化较大，呈现明显的丰枯交替变化规律。河川径流量约 780 亿 m³，地下水资源约 370 亿 m³，扣除重复水量后，水资源总量约 950 亿 m³。流域自然灾害主要为洪涝和干旱，东涝西旱。涝灾以东部三江平原最重，平均两年发生一次；旱灾以西部松嫩平原较重，以春旱为主。

辽河位于中国东北地区西南部，源于河北省，流经内蒙古自治区、吉林省、辽宁省，注入渤海。全流域由两个水系组成：一为东、西辽河，于福德店汇流后为辽河干流，经双台子河由盘山入海，干流长 516 km；二为浑河、太子河于三岔河汇合后经大辽河由营口入海，大辽河长 94 km。流域总面积 21.9 万 km²。西辽河郑家屯以上为辽河上游，面积 13.6 万 km²，区内气候干旱，植被覆盖率不到 30%，水土流失十分严重。流域中下游面积 8.3 万 km²。辽河干流东侧为石质山区，植被较好，雨量较丰，水系面积共 5.26 万 km²，仅约占全流域的 24%，而年径流量约占全流域径流总量 150 亿 m³ 的 70%；干流西侧多黄土沙丘，其中柳河水土流失严重，是中下游泥沙的主要产区。中下游地区经济发达，工农业总产值占全流域的 95% 以上。

（二）水环境质量现状

“十三五”期间，进一步完善的国家地表水环境监测网，覆盖全国主要河流干流及重要的一级和二级支流，兼顾重点区域的三级和四级支流，重点湖泊、水库等。共设置国控断面（点位）2767 个（河流断面 2424 个、湖库点位 343 个），其中评价、考核、排名断面（点位）共 1940 个（简称“国考断面”），入海控制断面共 195 个（其中 85 个同时为评

价断面、考核断面、排名断面)，趋势科研断面共 717 个。

根据《2016 中国环境状况公报》，2016 年，全国地表水 1940 个评价、考核、排名断面（点位）中，Ⅰ类 47 个，占 2.4%；Ⅱ类 728 个，占 37.5%；Ⅲ类 541 个，占 27.9%；Ⅳ类 325 个，占 16.8%；Ⅴ类 133 个，占 6.9%；劣Ⅴ类 166 个，占 8.6%。6124 个地下水水质监测点中，水质为优良级、良好级、较好级、较差级和极差级的监测点分别占 10.1%、25.4%、4.4%、45.4% 和 14.7%。地级及以上城市 897 个在用集中式生活饮用水水源监测断面（点位）中，有 811 个全年均达标，占 90.4%。春季和夏季，符合第一类海水水质标准的海域面积均占中国管辖海域面积的 95%。近岸海域 417 个点位中，Ⅰ类、Ⅱ类、Ⅲ类、Ⅳ类和劣Ⅳ类分别占 32.4%、41.0%、10.3%、3.1%和 13.2%。

如图 1-1 所示，2016 年，长江、黄河、珠江、松花江、淮河、海河、辽河等七大流域和浙闽片河流、西北诸河、西南诸河的 1617 个国考断面中，Ⅰ类 34 个，占 2.1%；Ⅱ类 676 个，占 41.8%；Ⅲ类 441 个，占 27.3%；Ⅳ类 217 个，占 13.4%；Ⅴ类 102 个，占 6.3%；劣Ⅴ类 147 个，占 9.1%。主要污染指标为化学需氧量（COD）、总磷（TP）和五日生化需氧量（BOD₅），断面超标率分别为 17.6%、15.1%和 14.2%。其中，浙闽片河流、西北诸河和西南诸河水质为优，长江和珠江流域水质良好，黄河、松花江、淮河和辽河流域为轻度污染，海河流域为重度污染。

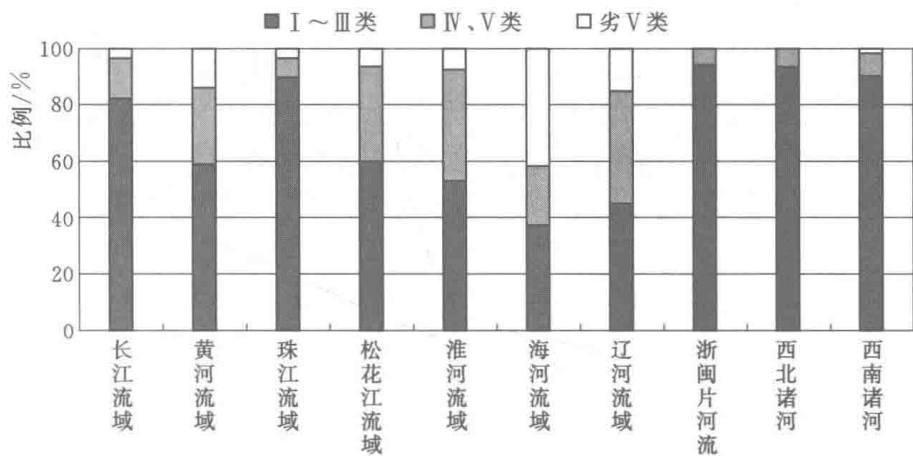


图 1-1 2016 年七大流域和浙闽片河流、西北诸河、西南诸河水质状况

2016 年，112 个重要湖泊（水库）中，Ⅰ类水质的湖泊（水库）8 个，占 7.1%；Ⅱ类 28 个，占 25.0%；Ⅲ类 38 个，占 33.9%；Ⅳ类 23 个，占 20.5%；Ⅴ类 6 个，占 5.4%；劣Ⅴ类 9 个，占 8.0%。主要污染指标为总磷（TP）、化学需氧量（COD）和高锰酸盐指数（COD_{Mn}）。如图 1-2 和图 1-3 所示，108 个监测营养状态的湖泊（水库）中，贫营养的 10 个，中营养的 73 个，轻度富营养的 20 个，中度富营养的 5 个。

2016 年，以地下水含水系统为单元，以潜水为主的浅层地下水和承压水为主的中深层地下水为对象，国土资源部门对全国 31 个省（自治区、直辖市）、225 个地市级行政区的 6124 个监测点（其中国家级监测点 1000 个）开展了地下水水质监测。评价结果显示：水质为优良级、良好级、较好级、较差级和极差级的监测点分别占 10.1%、25.4%、4.4%、45.4%和 14.7%。主要超标指标为锰、铁、总硬度、溶解性总固体、“三氮”（亚

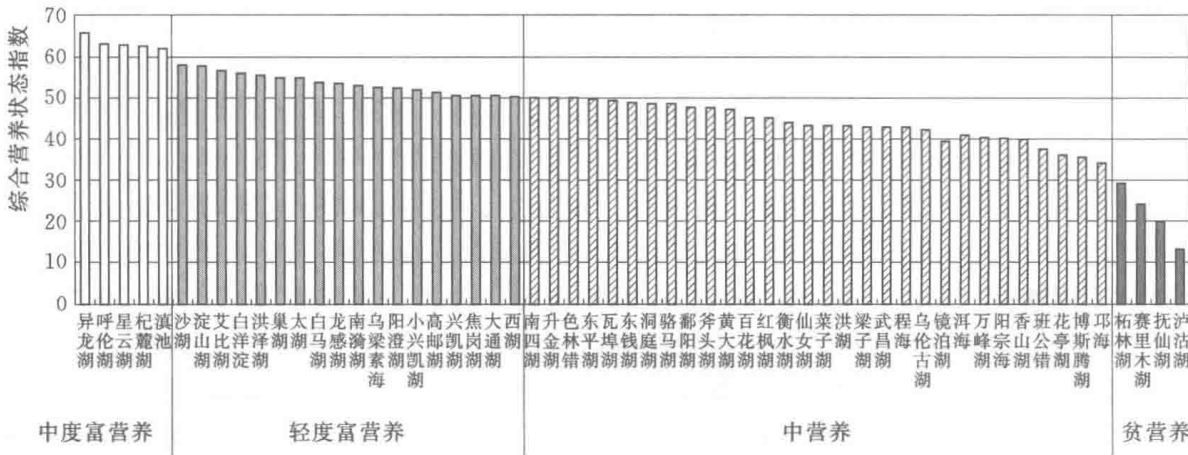


图 1-2 2016 年我国重要湖泊营养状态比较

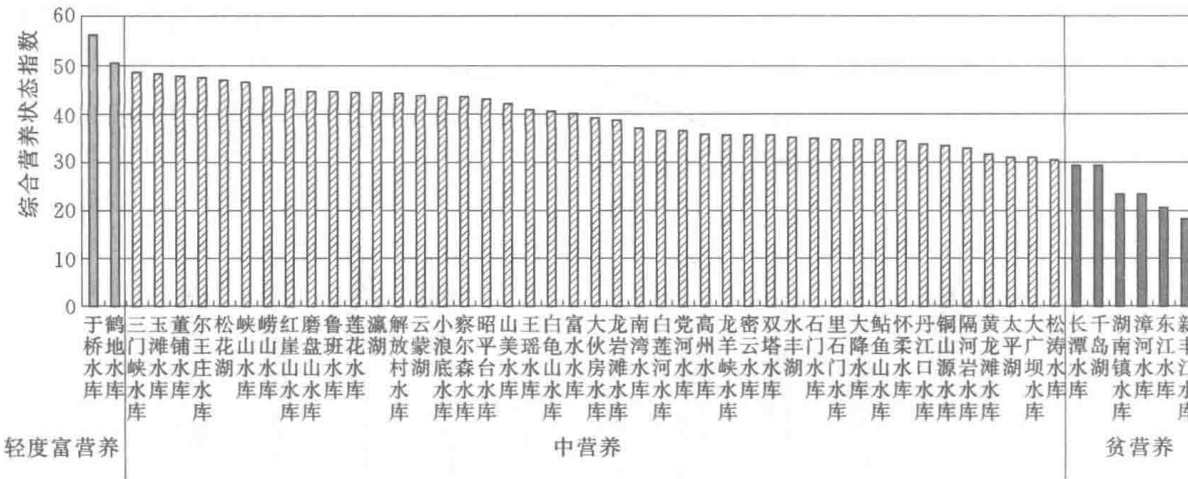


图 1-3 2016 年我国重要水库营养状态比较

硝酸盐氮、硝酸盐氮和氨氮)、硫酸盐、氟化物等，个别监测点存在砷、铅、汞、铬（六价）、镉等重（类）金属超标现象。水利部门流域地下水水质监测井主要分布于松辽平原、黄淮海平原、山西及西北地区盆地和平原、江汉平原重点区域，监测对象以浅层地下水为主，基本涵盖了地下水开发利用程度较大、污染较严重的地区。2104 个监测站地下水质量综合评价结果显示：水质评价结果总体较差。水质优良的监测站比例为 2.9%，良好的监测站比例为 21.2%，无较好监测站，较差的监测站比例为 56.2%，极差的监测站比例为 19.8%。主要污染指标除总硬度、溶解性总固体、锰、铁和氟化物可能由于水文地质化学背景值偏高外，“三氮”污染情况较重，部分地区存在一定程度的重金属和有毒有机物污染。

(三) 水环境问题及其影响

随着经济社会的迅速发展、人口的不断增长和生活水平的逐渐提高，人类活动对河流、湖泊、水库、港湾等的负面影响日益加剧，当前，世界各国面临的水环境问题包括水资源短缺、水污染严重等，正威胁着人类的生存和可持续发展。据统计，目前每天有大约 200 万 t 的废物倾倒入河流、湖泊和溪流中。每升废水将会导致 8 升多的淡水遭受污染。