

海河流域

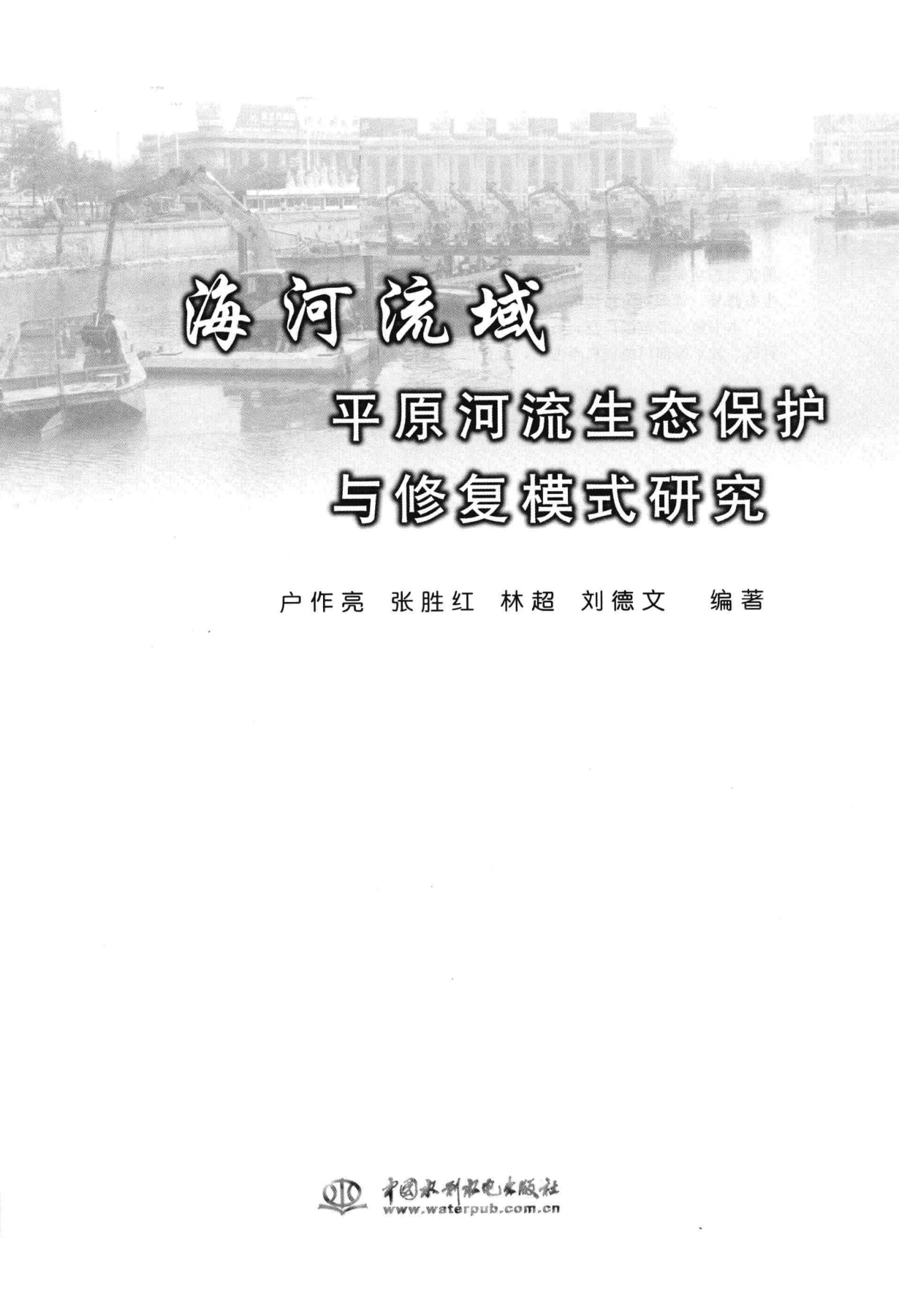
平原河流生态保护 与修复模式研究

HAIHELIUYU PINGYUAN HELIU SHENGTAIBAOHU YU XIUFUMOSHI YANJIU

户作亮 张胜红 林超 刘德文 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn



海河流域

平原河流生态保护 与修复模式研究

户作亮 张胜红 林超 刘德文 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书是以 2009 年完成的水利部现代水利科技创新项目“海河流域平原河道生态保护与修复模式研究”成果为基础编写而成的。

本书主要内容包括流域平原河流主要生态问题分析、河流生态健康评价、平原河流生态功能定位分析、平原河流生态需水量计算、河流生态修复模式、典型河流生态修复、管理对策措施等。

本书涉及的范围广泛,资料新颖,数据丰富,可作为水利行业的管理、设计、科研、教学等部门的资料参考书,也可供关心水利事业的广大公众阅读。

图书在版编目 (C I P) 数据

海河流域平原河流生态保护与修复模式研究 / 户作亮等编著. — 北京 : 中国水利水电出版社, 2010. 10
ISBN 978-7-5084-8007-7

I. ①海… II. ①户… III. ①海河—流域—平原—河流—生态环境—环境保护—研究 IV. ①X321. 221

中国版本图书馆CIP数据核字 (2010) 第209512号

书 名	海河流域平原河流生态保护与修复模式研究
作 者	户作亮 张胜红 林超 刘德文 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 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	北京市兴怀印刷厂
规 格	170mm×240mm 16 开本 12. 25 印张 236 千字 2 插页
版 次	2010 年 10 月第 1 版 2010 年 10 月第 1 次印刷
印 数	0001—1000 册
定 价	32. 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

前言



海河流域在我国政治、经济、文化领域中占有十分重要的地位，也是我国水旱灾害十分严重的地区。在水资源利用方面，全流域生产、生活用水量从 20 世纪 50 年代初的不足 100 亿 m^3 增加到现状的 400 亿 m^3 ，污水排放量从 20 世纪 80 年代的 30 亿 m^3 增加到 60 亿 m^3 。由于经济社会发展、水资源过度开发，而治理污染的措施跟不上，特别是近十几年来，海河流域平原河道多数河道断流干涸，部分河段严重沙化，水体污染严重，已经呈现有水皆污的恶劣局面，河流生态系统退化，生物量锐减。面对平原河道的这种恶劣局面，采取何种技术与模式修复以保护平原河流生态系统，并对此进行深入研究，从而维持河流健康生命，保障经济社会发展，是摆在我们面前的重要任务。

河流生态修复技术，德国称之为河川生态自然工程，美国称之为自然河道设计技术，日本则称之为近自然工事或多自然型建设工法。经过 20 多年的研究，发达国家已经形成一些较为成熟的理念及相关技术、标准和规范，多以单个物种恢复为目标，在中小型溪流修复实践中成效显著。

本书以“人水和谐”和“维持河流健康生命”的理念为指导，针对海河流域平原河道“有河皆干，有水皆污”的生态环境状况，总结了新中国成立后平原河流水量、水质、生态演变过程，揭示了平原河流生态恶化的原因和规律；在平原河道水质、水量、生态状况调查的基础上，划分河道生态类型，建立河流健康评价指标体系，对平原河流生态健康状况进行了评价；全面分析了平原河流防洪、供水、景观、环境、纳污、生态、发电等各项功能及其排序，从河流生态现状以及未来河流生态修复的可能性角度对平原河流生

态功能进行了分析与定位；选择典型平原河道，根据不同生态功能类别（包括实现河道景观环境、防治沙尘暴、生物多样性保护目标等）确定其生态需水量的计算方法，提出平原河道生态需水量，其结果更接近流域生态需水的实际情况；首次提出了管理保护、生境恢复、水质改善、强化净化、直接补水、水量—生境改善、水量—水质改善、复合型修复、以绿代水修复等9种生态修复模式；重点研究了生态护岸结构选择与生物栖息地恢复关系、常年干涸河道的生态修复技术和严重污染型河道治理模式，对于指导海河流域河流生态修复具有重要指导意义；对北运河、永定河、滦河、卫河4条代表性河流生态修复模式进行了研究探索；对平原河流生态水源配置进行了分析，提出了生态用水价格政策、加强水库生态用水调度以及生态修复投资经营管理与保障措施。

本书编写者均为海河水利委员会负责水资源保护、水生态修复方面规划、科研与管理工作的技术业务骨干，他们在长期的实践中积累了大量的资料和经验，熟悉海河流域的特点和情况。因此，本书不仅反映了平原河流生态修复方面的技术成果，也反映了海河流域各级水行政主管部门和科研单位在破解海河流域水生态修复难题中所开展的大量实践工作，具有较高的实用价值。

本书由户作亮、张胜红、林超、刘德文编著。参加本书编写的还有韩瑞光、车洪军、黄岁樑、王立明、侯思琰、汪雯、石维、解莹、杨艳霞、张辉、赵春芬、许晓伟、丛黎明、熊洋、于卉、郭勇。

编 者

2009年12月

目 录

前言

第一章 主要生态问题分析	1
第一节 海河平原自然环境概况	1
第二节 平原河流生态问题分析	3
第三节 平原河流生态演变	14
第四节 平原河流生态恶化的原因分析	21
第二章 河流生态健康评价	24
第一节 研究背景	24
第二节 建立海河流域河流生态健康评价指标体系	28
第三节 平原河流生态健康评价	39
第四节 小结	63
第三章 平原河流生态功能定位分析	65
第一节 河流生态功能分类	65
第二节 平原河道生态功能分析	67
第四章 平原河流生态需水量计算	77
第一节 生态环境需水量基本概念辨析	77
第二节 生态需水量计算方法介绍	79
第三节 生态需水量计算	86
第四节 生态需水量不同计算方法比较	93
第五章 河流生态修复模式	96
第一节 河流生态修复模式研究基本原理	96
第二节 河流生态修复的内涵、目标与原则	100
第三节 生态修复技术	104
第四节 国内外生态修复实践	117
第五节 平原河流生态修复模式研究	124
第六章 典型河流生态修复	130
第一节 北运河生态修复模式研究	130
第二节 永定河生态修复模式研究	138

第三节	滦河生态修复模式研究	142
第四节	卫河生态修复模式研究	147
第五节	其他河流生态修复模式	149
第六节	小结	154
第七章	管理对策措施	156
第一节	生态水源分析与配置	156
第二节	生态水价政策	164
第三节	生态修复管理保障	176
第四节	生态修复管理模式	180
参考文献		182

第一章 主要生态问题分析

第一节 海河平原自然环境概况

一、自然地理

海河流域位于北纬 $35^{\circ}\sim 43^{\circ}$ 、东经 $112^{\circ}\sim 120^{\circ}$ 之间，东临渤海，南界黄河，西靠云中山、太岳山，北依蒙古高原；地跨北京、天津、河北、山西、河南、山东、内蒙古、辽宁 8 个省（自治区、直辖市），总面积 32 万 km^2 ，占全国面积的 3.3%。海河流域包括海河、滦河、徒骇马颊河三大水系。

海河流域平原区以太行山东侧海拔 100m、燕山南侧海拔 50m 等高线为界，向东向南一直延伸至渤海湾，总面积 13.1 万 km^2 ，占流域面积的 40.9%；涉及北京、天津、河北、河南和山东 5 省（直辖市）。

表 1-1 海河流域各行政区平原面积

省级行政区	总面积 (km^2)	平原区 (km^2)	省级行政区	总面积 (km^2)	平原区 (km^2)
北京市	16800	6400	河南省	15336	9294
天津市	11920	11193	山东省	30942	30942
河北省	171624	73207	合 计	246622	131036

海河流域平原区地势自西、北、西南三面向渤海湾倾斜，依次为山前平原、中部平原和滨海平原。平原区坡降变化较大，山前平原为 $1/300\sim 1/2000$ ，中部平原为 $1/2000\sim 1/10000$ ，滨海平原为 $1/10000\sim 1/15000$ 。平原区在海河流域中的位置见图 1-1。海河流域各行政区平原面积见表 1-1。

二、气候

海河流域属温带半湿润、半干旱大陆性季风气候区，降水量多年变化幅度较大，最大为 1964 年的 800mm，最小为 1965 年的 357mm，降水量年内分布很不均匀，全年 80% 的降水量集中在汛期（6—9 月）。

海河流域平原区多年平均降水量 552mm。山前平原年降水量丰枯变化剧烈，年降水量变差系数 C_v 值为 $0.35\sim 0.45$ ；滨海平原年降水量较大，约为 550~600mm；中部平原定州、栾城、广宗、衡水一带，多年平均降水量不足 500mm，为平原区降水最少的地区。



图 1-1 海河流域平原地区位置示意图

海河流域平原区多年平均气温 $1.4 \sim 14^{\circ}\text{C}$ ，由南向北、由平原向山地降低；平原南部的获嘉、修武年平均气温 14.4°C ，是全流域最温暖的地区。平原区年水面蒸发量 $1000 \sim 1300\text{mm}$ ，年陆面蒸发量大于 500mm 。

三、社会经济

(一) 人口

海河流域平原区 2005 年总人口 1 亿，占流域人口总数的 74.7%，平均人口密度为 $747 \text{ 人}/\text{km}^2$ 。区域内城镇人口 3469 万，农村人口 6058 万；城镇化率为 39.6%，北京市最高，达到 80.5%。

京津平原地区和水资源条件较好的山前平原地区是流域内人口最集中的地

区,总人口数达到 6392 万,占流域人口的近一半。其中,京津平原地区是流域人口密度和城镇化率最高的区域,总人口数 2295 万,人口密度 1304 人/km²,城镇化率为 83%;其次是河南河北的山前平原,总人口数 3505 万,人口密度 847 人/km²;位于第三位的是河北唐山、秦皇岛山前平原,总人口数 592 万,人口密度 556 人/km²,城镇化率为 51%。

(二) 经济

海河流域平原区经济发达,2005 年国内生产总值(GDP) 21197 亿元,占全流域的 82%,占全国的 11.6%;人均国内生产总值 2.11 万元,是全国人均值的 1.52 倍。

海河流域平原区土地、光热资源丰富,适于农作物生长,是我国三大粮食生产基地之一,2005 年耕地面积 11132 万亩(7.42 万 km²),占平原区总面积的 56.6%;粮食总产量 3754 万 t,占全国的 7.8%。平原区主要粮食作物有小麦、大麦、玉米、高粱、水稻、豆类等,经济作物以棉花、油料、麻类、烟叶为主。

太行山山前平原和徒骇马颊河平原是主要农业区,两区耕地 7654 万亩,占全流域耕地面积(15981 万亩)的 48%,粮食产量 3970 万 t,占全流域的 71%;其中太行山山前平原有耕地 5145 万亩,粮食平均亩产 435kg;徒骇马颊河平原有耕地 2509 万亩,粮食平均亩产 439kg。滨海平原地区具有发展渔业生产和滩涂养殖的有利条件。

20 世纪 90 年代以来,海河流域平原地区农业生产结构发生变化,在粮食增产的同时,油料、果品、水产品、肉、禽蛋、鲜奶等林牧渔业产品产量增长幅度较大,大中城市周边农业转向为城市服务的高附加值农业。海河流域平原区 2005 年经济发展指标见表 1-2。

表 1-2 海河流域平原区 2005 年经济发展指标

区 域	GDP (亿元)	工业增加值 (亿元)	耕地面积 (万亩)	粮食产量 (万 t)	人均 GDP (元)	粮食亩产 (kg)	人均粮食占 有量 (kg)
平原地区	21197	8480	11132	3754	21150	337	375
全流域	25750	10571	15981	4762	19189	298	355

第二节 平原河流生态问题分析

海河流域地处京畿要地,降水时空分布集中和特殊的地理构造使得流域内水旱灾害频发,一直是我国水利建设及发展的重要地区。伴随着经济社会

的不断发展,人类对于河流的需求也在不断地变化,防洪安全(1950—1980年)和供水保障(1980—2000年)这两项需求促使海河流域开展了大规模的水利工程建设。由于以往对河流生态和环境认识的不足,在水利工程建设过程中,注重洪水的灾害防治和工程的防洪效益,却忽视了洪水的生态功能和水利工程对流域整体的长期生态影响;注重水资源的人工调控和生产生活用水,却忽视了维护自然水生态过程和生态用水,导致目前流域生态与环境发生了显著的变化,平原地区尤为明显,主要表现在河道人工化、断流与干涸、水体污染加剧、河流生态系统退化等。

一、河道人工化,自然水文节律消失

海河流域平原河流人工化是随着防洪减灾和水资源开发利用的过程而逐步形成的,为减少洪水灾害、提高城市和工农业用水保障率而改变了河流原有的形态结构,使得自然水文节律逐步消失,主要表现在以下两个方面。

(一) 人工减河

20世纪50年代初期,海河流域水系格局为北三河、永定河、大清河、子牙河、漳卫南运河集中从天津经海河入海,滦河、徒骇马颊河水系单独入海。海河水系呈扇状“上大下小,尾闾不畅”,为了减轻洪水灾害,除了兴修堤防、疏浚河道外,还先后开挖了四女寺、哨马营、捷地、兴济、马厂、独流、青龙湾、筐儿港等减河。

1963年,海河流域发生特大洪水灾害后,在“上蓄、中疏、下排、适当地滞”的防洪原则指导下,为改变海河水系河道集中入海尾闾不畅的局面,开始了以扩大和新辟人工减河为重点的大规模平原河道治理,先后扩建和新辟了子牙新河、滏阳新河、赵王新河、独流减河、永定新河、潮白新河、漳卫新河等大型人工泄洪减河,同时对卫河、漳河、大清河南支潞龙河、北支白沟河与拒马河、潮白河、滦河等干支流河道进行了扩大治理;扩挖了南排河、徒骇河、马颊河,新辟了北排河等骨干排沥河道。在中下游地区开挖、扩挖、疏浚骨干行洪排沥河道50余条,设计泄洪入海能力达 $24680\text{m}^3/\text{s}$ 。

从此,海河流域的河流形态发生了巨大变化,改变了原来各河集中汇集海河的自然流势。中东部平原区形成了以人工减河为主的河道体系,中西部平原区的天然河道由于在两岸加筑了防洪堤防,也失去了大水泛滥小水归槽的天然河道特性。至20世纪70年代末期,海河流域平原河道已基本形成河道人工化;节制涵闸隔断了河流与湿地湖沼之间的水力联系,泄洪减河缩短了洪水在平原地区的滞留时间,自然水文节律开始处于人工调配之下。

(二) 供水渠道

20 世纪 50 年代至 60 年代中期,海河流域大规模兴建山区水库,修建水库的目的一是为控制洪水,二是蓄水灌溉。在流域山区相继建成了官厅、密云、岳城、岗南、黄壁庄等 25 座大型水库、47 座中型水库和一大批小型水库。农业灌区作为配套的水利工程,也有了相应的发展,先后修建了石津、民有、沙河、唐河、易水、潮白河灌区等大型灌区。从河道取水的无坝引水灌区也有了新的发展,主要有滏阳河灌区、房滦涿灌区和滦河下游灌区等。

1980 年以后,为满足城市用水的需要,先后建设了潘家口、大黑汀、桃林口、大浪淀等以城市供水功能为主的水库,兴建了引滦入津、引滦入唐、引青济秦、引黄济冀等城市供水工程。

从此,海河流域的水资源开始在人工调配下通过专门的引水渠道进入下游的城市和农业灌区,原本进入平原河流的水量逐步减少,河流的自然水文节律开始消失。流域山区大型水库控制的 11 条主要河流进入平原地区的水量年内变化情况如图 1-2 所示。

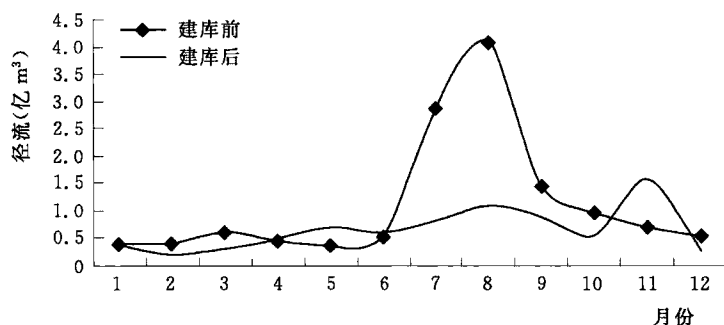


图 1-2 海河流域平原地区水文节律变化情况

二、河流断流干涸, 部分河段沙化严重

河流断流干涸是水资源过度开发的必然结果,“有河皆干”是目前海河流域平原河流现状的真实描述。

据 2000—2005 年实测径流统计分析,海河平原 23 条主要河流长度 4005km,平均断流 216 天;河道年均干涸长度 1721km,占调查河长的 44%。年均断流天数大于 300 天的河段有 14 条,河槽年均干涸总长度达到了 1721km,占调查河长的 44%。2005 年,23 条河流均发生过断流,平均断流 229 天。2000—2005 年海河流域主要平原河流断流干涸情况见表 1-3。

表 1-3 2000—2005 年海河流域主要平原河流断流干涸情况

河 名	河 段	河段长度 (km)	2000—2005 年平均			2005 年 径流量 (万 m ³)
			干涸 天数	断流 天数	干涸长度 (km)	
滦 河	大黑汀水库—海口	158	51	51	7	46510
陡 河	陡河水库—海口	120	37	40	12	8189
蓟 运 河	九王庄—新防潮闸	189	365	365	105	32690
潮 白 河	河槽—牛牧屯	80	365	365	48	23780
北 运 河	北关闸—屈家店	129	245	58	27	16170
永 定 河	官厅坝下—屈家店	166	365	365	147	0
海河干流	三岔口—海河闸	72	0	337	0	6433
独流减河	进洪闸—东风大桥	61	298	365	32	0
白 沟 河	东茨村—新盖房	54	94	321	54	1582
南拒马河	落宝滩—新盖房	70	243	303	70	7539
唐 河	西大洋—白洋淀	140	327	327	124	0
潞 龙 河	北郭村—白洋淀	96	345	362	93	0
漳 沱 河	黄壁庄水库—献县	190	354	359	131	0
滏 阳 河	出库口—献县	329	318	326	318	0
子 牙 河	献县—三岔口	162	332	341	156	1910
漳 河	岳城水库—馆陶	114	297	314	101	20030
卫 河	合河—龙王庙	272	0	22	0	18010
卫 运 河	徐万仓—四女寺	157	55	81	18	12768
南 运 河	四女寺—第六堡	306	200	310	87	6986
漳卫新河	四女寺—辛集闸	165	51	167	76	88752
徒 骇 河	文明寨—入海口	418	0	231	0	45125
马 颊 河	濮阳县金堤闸—入海口	426	28.6	219	39	16105
德惠新河	王凤楼闸—白鹤观闸	131	92.5	296	69	1806
合 计		4005				

河道长时间干涸引发了山前平原河流冲积沙地的逐步沙化。近 30 年来,平原地区河流“沙化”面积不断扩大,从冀西地区发展到冀南衡水—邢台一带向京津地区逐步扩展,永定河、大清河及子牙河水系、滏阳河及漳河在山前平原河段沙化趋势明显,同时河漫滩部分被开垦,草地遭到严重破坏,林草地明显减少。20 世纪 80 年代后,随着城市建设的发展,对砂石料的需求量

不断增大,采砂点开始遍布永定河、潮白河、滹沱河、南拒马河、漳河等河流山前平原河段。人为采砂活动对河床的扰动,致使河漫滩植被破坏,进一步加剧了河道沙化,成为区域风沙源。在河流自然生态系统破坏的同时,也破坏了河床的地质结构。

三、水体污染加剧,大部分河段水质劣于Ⅴ类

近年来,海河流域年废污水排放总量约为 60 亿 m^3 ,其中工业废水排放量占 60%,城镇生活污水占 40%。全流域化学需氧量(COD)排放总量约为 220 万 t,氨氮排放总量约为 21 万 t。年入河废污水总量约为 48 亿 m^3 。

目前,流域已建成城市污水处理厂 33 座,总处理污水能力 520.7 万 m^3/d ,年处理污水能力 19 亿 m^3 ,全流域实际污水处理量 16 亿 m^3 ,污水集中处理率仅为 36%,与污水排放量相比严重滞后。

河流流量的匮乏和大量污水的涌入,造成河流水污染的加剧,平原地区尤为严重。本研究对平原地区 190 个一级水功能区 2005 年水质进行了调查,结果表明,11633km 河长中达到水功能区水质目标的河长仅有 1609km,占平原地区河长的 13.8%;没有达标的河长为 10024km,占评价河长 86.2%,其中水质劣于Ⅴ类的河长有 9518.92km,占评价河长的 81.8%。主要平原河流代表断面中,仅有滦河下游、永定河卢沟桥段和南拒马河张坊段等 3 个断面水质达到Ⅲ类;3 个断面水质为Ⅴ类,21 个断面水质为劣Ⅴ类。

滦河、永定河水质状况相对较好,约有 70%河长的河段达到水功能区水质目标。子牙河、漳卫南运河、黑龙港运东和徒骇马颊河水系水质劣于Ⅴ类的河长均超过 90%。严重污染的河流主要有卫河、卫运河、南运河、共产主义渠、子牙河、子牙新河、洹河、滏阳河、徒骇河、马颊河等,全年处于严重污染状态。

整体上来说,海河流域平原地区河流水污染严重,已经呈现有水皆污的恶劣局面,主要的超标项目有氨氮(NH_3-N)、化学需氧量(COD)、高锰酸盐指数、五日生化需氧量(BOD_5)、挥发酚和总磷(TP),部分河段氟化物、镉、汞、铅等超标。

水污染严重集中体现在 10 多条河流的功能退化成为专门的城市排污河,例如北京排污河、天津的大沽排污河和北塘排污河、沧州的沧浪渠、保定的府河、石家庄的洹河以及河南至山东段的卫河与卫运河等,这些河流(段)水体呈暗红色、黑色或酱油色,漂浮泡沫,气味刺鼻,溶解氧含量极低,河段内鱼虾等水生生物绝迹。海河流域 21 条平原河流水质现状评价结果见表 1-4。

表 1-4 海河流域 21 条平原河流水质现状评价结果 (2005 年)

河流名称	河流长度 (km)	Ⅲ类	Ⅳ类	V类	劣V类	主要污染物及其超标倍数
滦河	158	95.5	0	0	0	
海河干流	72	0	0	33.5	38.5	高锰酸盐指数 (1.75)、氨氮 (5.5)
漳河	114	0	0	0	0	
北运河	128.7	0	0	0	124.8	氨氮 (14.8)
南拒马河	70	0	0	0	0	
陡河	120	0	0	0	120	氨氮 (4.3)
徒骇河	418	0	0	0	418	总磷 (6.73)、氨氮 (26.24)、化学需氧量 (1.41)、溶解氧 (8.55)
南运河	306	0	0	0	150	挥发酚 (4.0)
永定河	165.6	0	22	0	0	
唐河	140	0	0	0	0	
潮白河	79.5	0	0	0	26.5	氨氮 (5.03)
漳卫新河	165	0	0	0	165	氨氮 (25.7)、高锰酸盐指数 (20.4)
蓟运河	189	0	0	0	189	氨氮 (10)、高锰酸盐指数 (1.6)
白沟河	54	0	0	0	54	氨氮 (10.9)
卫河	272	0	0	0	272	溶解氧(10)、高锰酸盐指数(19.26)、氨氮 (27)、化学需氧量 (11.38)
马颊河	426.2	0	0	0	426.2	化学需氧量 (12.99)、氨氮 (57.13)
卫运河	157	0	0	0	157	挥发酚 (16.7)
潞龙河	96	0	0	0	0	
子牙河	162.1	0	0	0	148.1	高锰酸盐指数 (2.77)
滏阳河	329	0	0	0	329	氨氮 (17.2)、挥发酚 (98.0)
滹沱河	190	0	0	0	171	化学需氧量 (124.0)、高锰酸盐指数 (9.4)
合计	3812.1	95.5	22	33.5	2789.1	

四、河流生态系统退化，生物量锐减

河流生态系统是由水生生态系统、陆地河岸生态系统以及与河流相连通的湿地生态系统等一系列子系统组成的复合系统。完整的河流生态系统应该是动态的、开放的、连续的，河流的连续性不仅是指河流在地理空间上的连续，而更重要的是指生物过程及非生物环境的连续；但海河流域大部分平原河道已经失去了这种特性，生态系统退化以及生物量锐减趋势十分明显。

(一) 河流生态系统退化

在河道人工化、断流与干涸、水体污染的多重作用下,平原地区的河流生态系统严重退化主要表现在两个方面:一是干涸、断流和污染严重的河流(河段)水生生态系统已经不复存在,河岸原生生态系统在大量开垦中被破坏,取而代之的是人工农业生态系统或人工林生态系统,植物物种的多样性被单一经济作物所取代。另有部分河段由于采砂等人类活动的扰动,造成河床或滩地植被破坏,覆盖率降低,水土流失加重,土壤逐步沙化。二是一些河段虽然常年有水,水质基本可以满足水生生态系统存在,但受河流人工化影响严重,水生生态系统的发育方向发生了改变。

1. 有水无流,乡村河段湖库化

海河流域目前修建有闸坝 2846 座,绝大多数处于平原地区。由于修建了闸坝,河流自身结构被分割,河流水位抬高,蓄水形成静止水面,导致河流发育特征发生改变,促使河流水生生态系统向着湖库化的方向发育。

以北运河为例,自 20 世纪 60 年代以来,为了防洪除涝和开发利用水资源,北运河全长 128.7km 的干流上先后修建了水闸和橡胶坝 10 座,还有 1 座橡胶坝正在规划建设阶段,平均每 12.9km 有一座水闸(坝)。虽然 40 多年来年均流量变化不大,但是原本畅通的河道像竹节一样被分割成为多块,水深、流速、洪水流量等水文节律完全由人工调控,北运河水生生态系统发育趋势发生了明显的变化;根据调查,部分河段的鱼类单条重量已经达到 3~4kg,水生生态系统湖库特征明显。

2. 有水无土,城市河段硬质化

海河流域平原地区有大量流经城市的河流,据统计,流经平原地区主要城市城区段河长 830km,其中涉及水功能区城区段河长达到 247km。随着经济社会的发展,近年来城市建设中与水有关的景观热度逐年上升,傍水而居、亲近自然,成为现代城市人们追求的一种生活模式,水体是城市景观的重要组成部分。

流经城市的河流大多被水闸或橡胶坝截留拦蓄,为解决城市景观和生态用水而加以开发利用。由于河流水源有限,为了维持水量和水面,这些河段大多被水泥硬化,形成不透水的规则河床,失去水土之间的联系,使得水生植物失去生存的根本,浮游藻类占据生态系统的主导地位。鱼类品种单一化,以人工放殖鲢鳙类为主。河岸生态系统完全由人工种植的观赏性植物所取代。这些人造水景大部分只具有观赏功能,缺乏自然性、生态性,一段时间以后水质变黑发臭,需要投入大量的人力物力以保持景观和观赏效果。

(二) 生物多样性降低, 生物量锐减

受到筑坝、疏浚、河网改造、堤防加固等工程的影响, 平原河流的连续性被破坏, 水生生物洄游通道不畅, 水流的减少使得各类水生生物的生境、栖息地被大量压缩, 食物链中断。水污染进一步加剧了生物多样性的降低, 目前永定河、南运河、大清河、子牙河等水系大多数河流鱼类已经绝迹。

据 2002 年的调查, 白洋淀有鱼类 33 种, 有 10 种主要的经济鱼类为人工养殖品种, 野生优质水产品如青鱼、鳊鱼、鳗鲡等绝迹, 螃蟹只有人工养殖。据 2004 年衡水湖的鱼类资源调查, 共有鱼类 34 种, 与白洋淀基本相同。白洋淀和衡水湖现存的鱼类资源基本代表了目前平原地区鱼类种群, 由此推断平原地区鱼类种群已经消失 50%。

五、典型污染河流底泥监测调查与评价

选择污染和淤积较为严重的卫运河作为典型河流进行底泥监测, 评价其污染程度。

1. 监测点布设

本研究课题于 2009 年 6 月对卫运河底泥进行了监测, 共布设 10 个监测点, 每个监测点分别从表层 (0~20cm)、中层 (20~100cm) 和深层 (180~200cm) 取样。

2. 监测项目

监测项目包括 pH 值、含盐量、有机质、总磷、汞、砷、铜、锌、铅、镉、铬、镍, 共计 12 项。

3. 评价方法与标准

$$P_i = \frac{C_i}{C_{oi}}$$

式中 P_i ——污染物 i 的单项污染指数;

C_i ——污染物 i 的平均值, mg/kg;

C_{oi} ——污染物 i 的评价标准, mg/kg。

底泥评价方法采用单项污染指数法, 评价标准执行 GB 15618—1995《土壤环境质量标准》(二级), 总磷、有机质为土壤肥力的主要指标, 与华北平原土壤相应背景含量进行比较作出评价。底泥含盐量参照中国科学院南京土壤研究所制定的各种作物周期的耐盐指标进行评价, 如表 1-5 所示。

表 1-5

各种作物苗期的耐盐极限

%

作物	棉花	冬小麦	春小麦	玉米	高粱	水稻	向日葵
标准	0.25~0.30	0.20	0.23	0.20~0.30	0.30~0.40	0.20~0.30	0.4