

# 海河70年治理历程梳理分析

于紫萍<sup>1</sup>, 宋永会<sup>2</sup>, 魏健<sup>2</sup>, 胡术刚<sup>1\*</sup>, 许秋瑾<sup>2\*</sup>

1. 山东科技大学安全与环境工程学院, 山东 青岛 266590

2. 中国环境科学研究院水生态环境研究所, 北京 100012

**摘要:** 海河是中国华北地区最大的水系, 承载着京津冀城市群经济社会的发展. 为总结海河水生态环境的变化趋势, 梳理海河水污染防治与保护的经验和教训, 采用文献调研等方法系统整理分析了新中国成立以来海河流域旱涝灾害、水污染事件以及治理和管理措施, 将海河治理分为4个阶段: 第一阶段(1949—1971年)旱涝灾害频繁发生, 遵循“上蓄、中疏、下排、适当滞”思路, 进行抗旱防洪等水利工程建设; 第二阶段(1972—1995年)流域经济快速发展, 水质急剧恶化, 以提升防洪标准和强力治理污染源为思路, 进行旱涝灾害和水体污染的共同治理; 第三阶段(1996—2005年)水体污染趋势得到遏制, 以“关、停、并、转”为主要手段进行污染物的源头削减; 第四阶段(2006年至今)海河被列入水体污染控制与治理科技重大专项(简称“水专项”)重点示范流域, 在“控源减排、减负修复、综合调控”思路指导下, 以水专项科技成果为支持, 推动流域水体污染的系统治理. 与20世纪90年代相比, 2019年海河水质明显改善, GB 3838—2002《地表水环境质量标准》I~III类水质断面比例从1998年的25.3%升至2019年的51.9%, 劣V类水质断面比例从59.6%降至7.5%. 但是海河水污染形势仍然严峻, 依然存在水资源短缺、水污染压力大、水生态受损等问题, 海河治理应遵循流域水质目标管理的思路, 统筹好水资源、水环境、水生态, 保障海河生态基流, 改善水环境质量, 恢复和维护健康河流生态系统功能.

**关键词:** 海河; 旱涝灾害; 水资源调控; 水质; 水污染治理

中图分类号: X524

文章编号: 1001-6929(2021)06-1347-12

文献标志码: A

DOI: 10.13198/j.issn.1001-6929.2021.01.08

## 70 Years' Governance Process of Haihe River

YU Ziping<sup>1</sup>, SONG Yonghui<sup>2</sup>, WEI Jian<sup>2</sup>, HU Shugang<sup>1\*</sup>, XU Qiuji<sup>2\*</sup>

1. College of Safety and Environmental Science, Shandong University of Science and Technology, Qingdao 266590, China

2. Institute of Water Ecology and Environment, Chinese Research Academy of Environmental Sciences, Beijing 100012, China

**Abstract:** The Haihe River is the largest water system in North China, which supports the economic and social development of the Beijing-Tianjin-Hebei urban cluster. In order to summarize the changing trends of the Haihe River's water ecological environment and the key points of governance and protection and to summarize the Haihe River's water pollution prevention and protection experience, literature research and other methods are used to sort out and analyze drought, flood, water pollution incidents and governance and management measures in the Haihe River Basin since the founding of the People's Republic of China. The governance process of the Haihe River is divided into four stages. In the first stage (from 1949 to 1971), there were frequent droughts and floods, and drought and flood control and other water conservancy projects were carried out following the 'upper storage, middle dredging, lower row, proper stagnation' strategy. In the second stage (from 1972 to 1995), the economy developed rapidly and the water quality deteriorated seriously. The joint management of drought and flood disasters and water pollution was carried out to improve flood control standards and strong control of pollution sources. In the third stage (from 1996 to 2005), the trend of water pollution was curbed, and the source of pollutants was reduced by 'closing, stopping, merging, and transferring' methods. In the fourth stage (from 2006 to date), the Haihe River was included in the key demonstration basins of the Major Program of Science and Technology for Water Pollution Control and Treatment (Major Water Program). Under the guidance of the ideas of 'source control and emission reduction, reduction and remediation, and comprehensive regulation', the Major Water Program innovation results supported the systematic treatment of water pollution in the basin. Compared with the 1990s, the water quality of the Haihe River has improved significantly. The proportion of class I-III water quality

收稿日期: 2020-10-09 修订日期: 2020-12-25

作者简介: 于紫萍(1996-),女,山东文登人,17854252695@163.com.

\* 责任作者: ①胡术刚(1970-),男,山东五莲人,副教授,博士,主要从事矿山资源综合利用与环境管理研究,husg8921@163.com; ②许秋瑾(1970-),女,江苏无锡人,研究员,博士,主要从事环境生态与环境健康研究,xuqj@caes.org.cn

基金项目: 国家水体污染控制与治理科技重大专项(No.2017ZX07401-004)

Supported by National Major Program of Science and Technology for Water Pollution Control and Treatment, China (No.2017ZX07401-004)

sections in *Environmental Quality Standard for Surface Water* (GB 3838-2002) increased from 25.3% in 1998 to 51.9% in 2019, while the proportion of inferior class V water quality sections decreased from 59.6% to 7.5%. However, the water pollution is still serious, and there are many problems such as shortage of water resources, heavy water pollution, and serious damage to the water ecology. The Haihe River governance should coordinate water resources, water environment and water ecology through water quality target management in the basin, ensure the ecological basic flow of the Haihe River, improve the water environment quality, and restore and maintain the functions of the river ecosystem.

**Keywords:** Haihe River; drought and flood; water resources dispatch; water quality; water pollution control

作为七大水系之一的海河流域是我国政治文化中心、重要工业基地、高新技术产业基地和主要粮食生产基地,在我国政治经济社会发展中具有举足轻重的地位.新中国成立初期,海河流域洪涝等水利灾害不断,毛泽东主席号召“一定要根治海河”,经过几代人持续努力,通过“根治海河”运动等一系列工程和非工程措施的实施,海河流域建成大中小型水库1 879座(总库容 $3.21 \times 10^{10} \text{ m}^3$ ),修筑主要堤防9 000 km<sup>[1]</sup>,建成蓄水塘坝17 505座、大中型调水工程27处、井深小于120 m的浅水井 $1.22 \times 10^6$ 眼、井深大于120 m的深水井 $1.4 \times 10^5$ 眼<sup>[2]</sup>,初步构建了由水库、河道、堤防、蓄滞洪区构成的防洪工程体系,形成了“分流入海、分区防守”的防洪格局,为流域经济社会发展提供了防洪安全保障.

海河流域地处京津冀都市圈,经济社会发展快,早期工业结构不合理,高污染低产出行业不健康发展,加之上游修建了大量的闸坝水库等,拦截了上游来水,下游河道基本无天然径流补给,因此水体污染出现的较早.1972年暴发了流域第一次污染事件,即官厅水库死鱼事件,此后,随着经济社会的全面高速发展,水体污染加剧,由20世纪80年代的局部污染,一度发展为全流域污染,面临“有河皆枯、有水皆污”的局面.经过国家“九五”计划以来的治理,特别是“十一五”以来国家不断加大流域治理力度,启动实施水体污染控制与治理科技重大专项(简称“水专项”),将海河流域作为重点示范流域,同时发布实施《水污染防治行动计划》(简称“《水十条》”),以科技创新支持流域水污染系统治理,流域水质得到逐步改善,由重度污染转变为轻度污染,GB 3838—2002《地表水环境质量标准》I~III类水质断面比例从1998年的25.3%升至2019年的51.9%,劣V类水质断面比例从59.6%降至7.5%.

通过系统梳理新中国成立70年以来海河流域治理与保护的历程,分析不同阶段海河流域主要洪涝灾害和水污染事件,以及海河水生态环境的变化趋势及治理与保护的重点,总结海河水污染防治与保护的经

验,以期海河流域经济社会可持续发展与水生态文明建设提供借鉴.

## 1 海河流域概况

海河流域是我国七大水系之一,位于 $112^\circ\text{E} \sim 120^\circ\text{E}$ 、 $35^\circ\text{N} \sim 43^\circ\text{N}$ 之间,东临渤海,西靠云中、太岳山,南界黄河,北依蒙古高原,流域内太行山、燕山将华北平原环抱其中,是我国七大水系中唯一的扇形水系.流域包括海河、滦河和徒骇马颊河三大水系,蓟运河、潮白河、北运河、永定河、大清河、子牙河、漳卫河七大水系,共10条骨干河流,总面积 $3.18 \times 10^5 \text{ km}^2$ ,占全国陆地国土面积的3.3%.全流域总的地势西北高东南低,大致分高原、山丘及平原3种地貌类型.其中,西部、北部为山丘和高原,面积 $1.89 \times 10^5 \text{ km}^2$ ,占60%;东部、东南部为平原,面积 $12.9 \times 10^4 \text{ km}^2$ ,占40%.海河流域属于温带半湿润、半干旱大陆性季风气候区,是我国干旱和湿润气候的过渡带,冬季盛行北风和西北风,夏季多东南风,春季干旱多风沙.海河流域地跨京、津、冀、晋、鲁、豫、辽、蒙8个省(自治区、直辖市),下辖64个地区级行政区划单位,268个县级行政区划单位.2010年流域内人口接近 $1.46 \times 10^8$ 人<sup>[3]</sup>,大中城市众多,在我国政治经济生活中具有重要地位.历史上海河流域就盛产鱼盐,西部和北部山区矿产资源丰富,是我国重要的钢铁、煤炭生产基地,中部和南部为辽阔平原,是重要的农业产区,东部及沿海是重要的石油产区<sup>[4]</sup>.

## 2 海河流域水资源和水环境变化趋势及历程

### 2.1 洪涝灾害频发

新中国成立以来,海河流域旱涝灾害频发,多数年份先旱后涝又旱,重复受灾<sup>[5]</sup>.1949—2019年内影响较大的涝灾发生了20次,平均3.5年一次,旱灾发生了31次,平均2.26年一次.旱灾不仅在年内连续几个季度出现,也在年际连续出现,素有“十年九旱”之说,影响严重且深远.海河流域涝灾时洪水流量比较大的年份有1954年、1956年、1963年、1996年、2016年.1954年6月下旬开始,华北地区连降暴雨,洪水下泄不畅引发内涝,淹地面积近百万亩<sup>[6]</sup>;1956年

8月,海河流域发生大范围大程度降雨,五大水系均发生漫溢决口,广大平原地区造成严重洪涝灾害.1963年8月,海河南系降下有历史记录以来的最大暴雨,雨量是1956年的1.9倍,降水强度大,持续时间长,分布面积广<sup>[7]</sup>,引发流域性特大洪水,给民众的生命和财产造成巨大损失<sup>[8]</sup>.1996年8月,海河南

系降下1963年以来的最大暴雨,虽然洪水总量是1963年的1/4,但降雨时间却是1963年的1/2<sup>[9]</sup>,洪水来势极其凶猛,大面积土地受淹,房屋倒塌.2016年7月,海河流域连续遭受强降雨<sup>[10]</sup>,发生了自1996年以来强度大、范围广的流域性大洪水<sup>[11]</sup>.1949—2019年海河流域旱涝灾害情况见表1.

表1 1949—2019年海河流域旱涝灾害情况

Table 1 Drought and flood disasters in the Haihe River Basin from 1949 to 2019

年份	涝灾	旱灾	年份	涝灾	旱灾
1950	涝	—	1982	—	秋冬连旱
1952	—	旱	1983	—	旱
1953	山东省发生洪涝灾害,受灾面积 $7.9 \times 10^3 \text{ km}^2$ ,造成经济损失 $1.75 \times 10^8$ 元 <sup>[12]</sup>	—	1988	涝	冬春连旱
1954	严重涝灾	—	1989	—	夏秋连旱
1956	8月发生特大水灾	—	1990	春夏连涝	—
1957	—	旱	1991	春夏连涝	秋冬旱
1960	—	3—6月严重干旱 <sup>[13]</sup>	1992	—	春夏秋旱
1961	秋冬连涝	春夏连旱	1993	—	冬春连旱
1962	涝	—	1994	—	冬春连旱
1963	4月、5月、7月、8月海河流域南部大清、子牙、南运三水系发生了特大暴雨洪水 <sup>[9]</sup> ,受灾面积 $8.0 \times 10^3 \text{ km}^2$ <sup>[12]</sup>	—	1996	8月流域普降暴雨,受灾县达175个,铁路中断3条,冲毁桥涵8900多座,毁坏路面超过7300km,全流域直接经济损失 $3.96 \times 10^{10}$ 元 <sup>[12]</sup>	冬春连旱
1964	新中国成立以来水灾面积最大的一年 <sup>[14]</sup> ,春夏秋三季连涝,受灾面积达 $1.16 \times 10^4 \text{ km}^2$	—	1997	—	河北夏秋连旱 <sup>[15]</sup>
1965	—	发生特大旱灾(春夏秋连旱),受灾面积 $4.33 \times 10^4 \text{ km}^2$ ,造成经济损失数十亿元 <sup>[12]</sup>	1998	冬春连涝	秋冬连旱
1968	—	冬春夏旱	1999	—	旱
1969	涝	—	2000	—	春夏旱
1972	—	发生新中国成立以来较为严重的春夏大旱,水库水位降至死水位以下 <sup>[16]</sup>	2001	—	春夏秋连旱
1973	夏秋连涝	—	2002	—	夏秋旱
1974	—	冬春连旱	2005	—	秋冬旱
1975	—	春夏秋旱	2006	—	旱
1977	涝	—	2007	—	旱
1978	涝	—	2009	—	历史上罕见的重度干旱 <sup>[12]</sup>
1979	春夏涝	—	2012	7月北京遭遇特大暴雨,接近500年一遇,降雨持续时间长达16h <sup>[12]</sup>	—
1980	—	夏秋旱	2014	—	华北发生夏秋连旱,粮食受旱灾影响达2000多万亩 <sup>[12]</sup>
1981	—	春夏秋旱	2016	7月河北省连续3d大范围暴发强降雨,发生了洪水量级大于1996年的流域性大洪水 <sup>[11]</sup>	—

注:—表示未查到相关资料,视作无灾害;1亩=666.67 m<sup>2</sup>.

## 2.2 水质变化趋势

根据生态环境部和水利部海河水利委员会的监测数据<sup>[17-18]</sup>,1998—2019年海河流域水质变化趋势如图1所示.1998年,海河流域污染河长(水质劣于Ⅲ类)占评价河长的74.7%,其中劣Ⅴ类水占比达

60%,1998—2007年,I~Ⅲ类水占比上下波动,劣Ⅴ类水占比先降后升,反复波动.2008—2019年,劣Ⅴ类水占比持续下降,其中,2017—2019年降幅最大,达80.87%,I~Ⅱ类水占比上升了52.56%,Ⅲ~Ⅳ类水占比上下波动,变化不大.

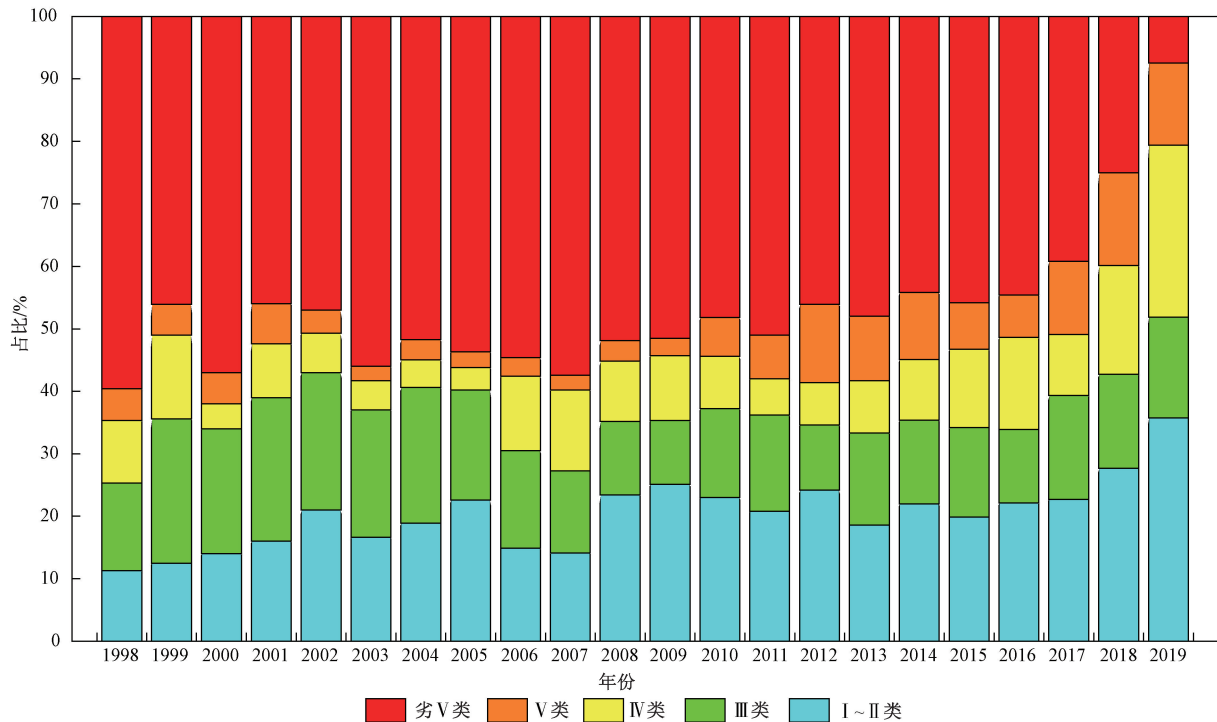


图1 1998—2019年海河流域水质变化趋势

Fig.1 Variation trend of water quality in Haihe River Basin from 1998 to 2019

20世纪70年代海河流域水质开始恶化,出现3次较大的污染事故;80年代后,海河流域水环境污染问题日益加剧,到1985年,海河流域超过70%的河流受到污染,水生态环境恶化,形势极为严峻;90年代后,海河流域的水环境状况有所好转,但形势仍不容乐观,“九五”时期,海河流域2/3的河段丧失使用功能;进入21世纪以来,海河流域水污染得到有效遏制,局部河段水质得到改善<sup>[15]</sup>,流域水质改善到2008年才逐步显现;“十二五”时期流域整体水质有所好转,为中度污染;“十三五”时期流域整体水质继续好转,为轻度污染.

## 2.3 水污染事件暴发

污染物的长期累积或一次性大量排放,超过了水体的纳污能力,会导致环境性污染事故的发生,具体表现为水体有明显颜色变化并伴随刺激性气味,出现死鱼现象或附近居民饮用该水体之后出现身体不适等症状.1972年官厅水库水质明显恶化,水体发黄、有苦味和大量白色泡沫<sup>[19]</sup>,发生了大面积死鱼事件,北京、怀来等地居民饮水或食鱼后发生中毒现象.

1973年白洋淀因长期接纳周围小工厂和未经处理的城市生活污水而遭受污染.蓟运河接纳了天津化工厂等11家工厂和北京市城市生活污水,大量三氯乙醛等有毒物质入河,1974年4月,汉沽、宁河、塘沽、清河等地用蓟运河水浇灌土地后,造成 $4.7 \times 10^4$ 亩土地受害<sup>[19]</sup>, $2.8 \times 10^4$ 亩土地颗粒无收<sup>[20]</sup>.1990年大港区北排水河承泄上游来水,大量有害污水污染虾池面积达 $347 \text{ hm}^2$ ,仅养虾的直接损失就达到 $8.29 \times 10^6$ 元<sup>[21]</sup>.1995年11月,河北省沧州市为蓄引黄河水,南运河污水进入了天津市南部地区,造成污染<sup>[22]</sup>.此后,海河流域每年发生几十次甚至上百次污染事故,污染极其严重.2007年流域内的洋河水库暴发以鱼腥藻和微囊藻为优势种<sup>[23]</sup>的水华,产生有毒有害物质,威胁水质安全;同年潘家口水库9000多个网箱出现死鱼,给养殖户带来巨大损失,上游水质一度达到劣Ⅴ类,严重影响天津、唐山供水和引滦入津工程水质<sup>[24]</sup>.2012年12月,山西天脊煤化工集团股份有限公司发生苯胺泄漏事故,8.7 t苯胺进入浊漳河<sup>[25]</sup>,导致岳城水库以上全部污染,下游邯郸、安阳大面积

停水,造成巨大社会影响<sup>[26-27]</sup>。

## 2.4 治理阶段划分

通过调研海河研究文献,运用对比分析等方法梳理新中国成立以来海河流域的旱涝灾害、水质发展趋势、主要水污染事件以及采取的相应治理和管理措施,发现1972年、1996年和2007年是比较关键的节点。1972年,海河流域暴发了第一次水污染事件——官厅水库污染事件,又接连发生蓟运河污染和白洋淀污染;1996年《国民经济和社会发展“九五”计划和2010年远景目标纲要》,将海河作为三河之一,列为国家“九五”期间重点污染防治工作<sup>[28]</sup>;2006年国家启动重大专项,2007年水专项正式开始实施,更加强调以科技成果支撑海河流域的水体污染治理。

基于此以及尽量兼顾我国经济建设五年计划,将海河治理历程分为4个阶段,第一阶段为洪涝灾害治理阶段(1949—1971年),这一阶段主要是治理旱涝灾害;第二阶段为急剧污染阶段(1972—1995年),由于工业迅速发展,城镇化进程加快,污水排放量增多,逐年累积超过水体自净能力,导致水体污染,严重时暴发多次大规模污染事故;第三阶段为遏制污染阶段(1996—2005年),由于海河流域污染形势非常严峻,2/3的河段失去了生态功能,国家启动编制海河流域水污染防治“九五”计划、“十五”规划等,从国家层面对海河流域污染进行统筹治理;第四阶段为水质改善阶段(2006年—至今),水专项启动实施,特别是发布《水十条》后,中央和地方协同治理,流域水质得到逐步改善,但水质仍然难以全面达到Ⅲ类标准,需要持续控源减排和分层次有序推进河道生态功能恢复。

## 3 海河流域水资源和水环境治理历程

### 3.1 洪涝灾害治理阶段(1949—1971年)

1949—1957年,重点整修了历史遗留下来的残破堤防<sup>[29]</sup>,疏浚河道,并对部分中下游河道潮白河、大清河进行了初步治理,开挖疏浚了新盖房分洪道、赵王新渠<sup>[30]</sup>。水利部1956年制定《海河流域规划(草案)》,提出“以蓄为主”的治理方针,上游兴建水库,在海河流域掀起了第一次流域综合治理高潮。1963年8月,海河南系降下新中国成立以来最大暴雨,引发特大洪灾,9月,中央决定全面治理海河,11月,毛泽东主席发出“一定要根治海河”的伟大号召<sup>[31]</sup>,采取“蓄泄兼施、综合治理”方针,开始全面治理海河。1964年秋季,流域内各省(自治区、直辖市)实施“根治海河”运动,完成了宣惠河、黑龙港流域内的9条骨干河流以及子牙河、大清河、北四河、漳卫南运河、老滦河等排洪排沥河道的疏浚工程,开挖了子牙新河、滏阳新河、永定新河等河道<sup>[32]</sup>,拓宽尾间,加固滹沱河北大堤、北大港围堤等堤防,对原有的岗南、临城、横山岭、王快等大型水库进行了扩建续建,新建了朱庄、大黑汀等水库。在重要河系修建了可蓄可泄可通航的枢纽工程和大量的配套建筑物。1966年修订了《海河流域防洪规划》,明确提出了“上蓄、中疏、下排、适当滞”的防洪方针<sup>[33]</sup>,确定了海河南系防1963年型洪水、北系防1939年型洪水、滦河防1962年型洪水、徒骇河和马颊河防1961年型洪水的治理标准<sup>[34]</sup>,掀起了以开挖疏浚行洪河道为重点的海河治理高潮<sup>[35]</sup>。该阶段重要时间节点见图2。

### 3.2 急剧污染阶段(1972—1995年)

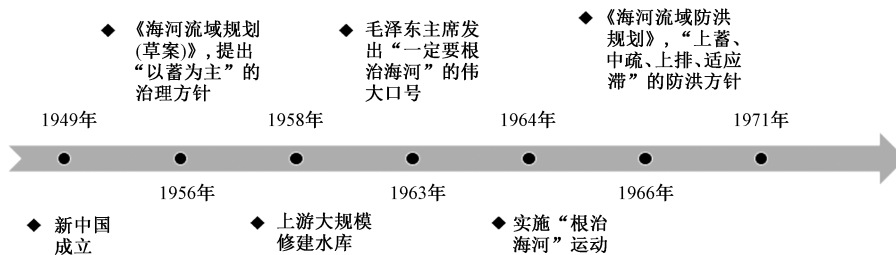


图2 洪涝灾害治理阶段(1949—1971年)重要节点轴线图

Fig.2 Axis diagram of important nodes during flood disaster control stage (from 1949 to 1971)

#### 3.2.1 旱涝灾害治理

1973年“根治海河”运动继续实施,主要以续建、扩建和提高防洪标准为主,扩挖疏通卫运河,开挖漳卫新河,分泄海河南系洪水入海,完成了蓟运河、引洹入潮、潮白河吴村闸下复堤、青龙湾减河疏浚和北运河输水等工程<sup>[36]</sup>,完成了官厅、陡河、岗南、册田等水库的加固<sup>[30]</sup>。1972年流域大旱,地表水量不足以支

撑工业和生活用水量的使用,华北地区开始进行大规模的机井建设<sup>[37]</sup>以利用地下水资源,共打井数十万眼。1980年水利部海河水利委员会成立<sup>[1]</sup>，“根治海河”运动结束,基本改变了海河上大下小、尾间不畅、灾害频发的状况,极大地提高了防洪除涝和灌溉能力。1982年制定海河流域第一个洪水调度方案——《海河流域各河防洪调度意见》;1986年制定《海河流

域防御特大洪水方案》,1987年水利部海河水利委员会发布《海河流域防洪规划》,继续坚持“上蓄、中疏、下排、适当滞”的治水方针,巩固完善海河流域的防洪体系.1992年11月,引黄济冀工程开工,并于翌年2月对河北省进行第一次临时紧急输水<sup>[38]</sup>,有效缓解了城市用水压力.1993—1994年,根据防洪工程现状,重新制定了永定河、大清河、漳卫洪水调度方案.

### 3.2.2 水污染治理

1972年,官厅水库水质明显恶化,发生海河流域第一次有记载的污染事件,威胁人民饮用水安全,周恩来总理下达十几次具体指示,北京市成立官厅水系水源保护领导小组办公室<sup>[39]</sup>进行专项治理,并由此诞生了一项中国独创的环境管理制度——“三同时”制度<sup>[40]</sup>.然而,规范工业排污的措施还未实施,就发生了白洋淀污染(1973年)、蓟运河污染(1974年).严峻的污染事件倒逼环境治理,截至1985年,海河流域先后建成厂矿企业污水处理设施2000多套,年处

理废污水量 $6.44 \times 10^8$  t,占废污水总量的17.6%<sup>[19]</sup>.1991年水利部海河水利委员会开展流域入河排污口调查工作.1994年北京市投资 $2.8 \times 10^8$ 元用于水污染治理,完成398个治理项目,天津市完成了天津造纸厂、天津碱厂等大型污水处理工程,河北省投资 $1 \times 10^8$ 元完成了362项污染源限期治理项目,资料显示新建项目“三同时”执行率在80%以上<sup>[41]</sup>.

由于海河流域水土流失面积达 $1.055 \times 10^5$  km<sup>2</sup><sup>[42]</sup>,占山区面积的50%以上,占流域总面积的30%.1980年,开始以户包和“四荒”拍卖等形式<sup>[43]</sup>的小流域治理和水土流失严重地区的重点防治工作<sup>[44]</sup>.1983年对永定河上游进行治理,划定永定河上游为国家级水土流失防治区.1989年开始治理潮白河、密云水库上游水土流失.1991年开始治理滦河潘家口水库上游水土流失.截至1995年,15年累计完成流域水土流失治理面积 $3.6 \times 10^4$  km<sup>2</sup>.该阶段重要时间节点见图3.

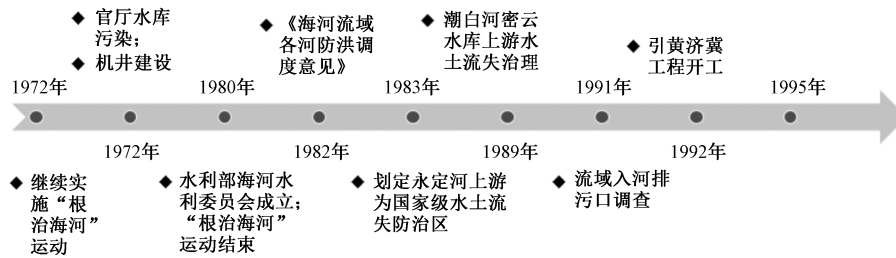


图3 急剧污染阶段(1972—1995年)重要节点轴线图

Fig.3 Axis diagram of important nodes during the severe pollution stage (from 1972 to 1995)

### 3.3 遏制污染阶段(1996—2005年)

#### 3.3.1 旱涝灾害治理和水资源调控

“九五”期间安排了海河干流、永定河、永定新河、独流减河、大清河、滹沱河、漳河、漳卫新河等8条骨干河道的治理,完成了831.16 km的堤防治理,河道、河口清淤土方 $2.57 \times 10^7$  m<sup>3</sup>,有效提高了一级、二级堤防防御洪水的能力;安排了岳城、密云、黄壁庄、东武仕、洋河、大黑汀等23座病险水库除险加固;开工建设盘石头水库、北京市滞洪水库、桃林口水库、大名远水库等防洪水利枢纽,大大提高了漳卫河、永定河的防洪能力.

2001年5月,国务院批复《21世纪初期(2001—2005年)首都水资源可持续利用规划》<sup>[45]</sup>,旨在加强对官厅水库上游地区的治污力度,保障首都水源安全和水质不断提升.2001年漳河上游跨省有偿调水,有效缓解了相关地区的用水矛盾.2002年10月—2003年1月,继2000年后,水利部组织实施第七次引黄济

津调水工程.2003完成第八次引黄济津调水.9月由册田水库向官厅水库集中输水 $5.01 \times 10^7$  m<sup>3</sup>.2004年完成第九次引黄济津调水,实施了流域内第一次跨流域生态补水工程,即引岳济淀生态应急补水工程,挽救了濒临干涸的“华北明珠”白洋淀,2005年11月实施引岳入衡输水工程.4次引黄济津应急调水工程,累计向天津供水 $2.2 \times 10^9$  m<sup>3</sup>,确保了天津市的供水安全.此外,新建了盘石头水库、滹沱河倒虹吸、永定河倒虹吸、唐河倒虹吸、河北王大引水等重点水源工程.

#### 3.3.2 水污染治理

1996年,全国人大会议通过了《国民经济和社会发展“九五”计划和2010年远景目标纲要》<sup>[46]</sup>,海河列为国家“九五”期间重点污染防治工作.1999年3月,国务院正式批复《海河流域水污染防治规划》<sup>[47]</sup>,海河流域主要实施六大骨干工程,包括重要饮用水源地官厅水库及潘大水库群保护工程、漳卫南运河污染控制工程、天津市水污染控制工程、污水集中治理保

护渤海湾工程、子牙河污染控制工程以及清洁生产、产业结构调整 and 污水资源化工程,同时推动全流域水污染防治工作,加强水污染防治的基础能力建设,通过修梯田、挖水平沟、建谷坊坝等工程措施和植树种草等生物措施,重点安排了潘家口、密云水库上游和太行山区水土保持生态建设工程,有效地改善了水土流失区生态环境及生产条件<sup>[45]</sup>。“九五”期间完成工业点源治理投资  $5.8 \times 10^9$  元,城市污水处理厂建设投资  $4.74 \times 10^9$  元,到2000年底,“九五”计划使得海河流域 COD 排放量削减  $1.32 \times 10^6$  t,削减率为 45.4%,但与原计划的总量削减任务还有一定的差距。

2003年3月,国务院批复《海河流域水污染防治“十五”计划》<sup>[48]</sup>,规划了城镇污染治理工程、城市水资源保护工程、强化管理工程三类工程项目,主要包括建设城镇污水处理(含污水回用)工程 213 座,企

业结构调整及清洁生产项目 41 个,对流域内六省(自治区、直辖市)确实不能稳定达标的工业污染源提出关停并转计划,特别是化工、制革、制药、染料中间体及印染,工业点源治理项目共 154 项,截污导流和河道清淤项目 20 项,流域、区域综合整治项目 61 项,生态农业示范县建设项目 17 项,打井 5 300 眼,环境监测能力建设项目 44 项。上述项目完成后,海河流域具备削减 COD  $6.05 \times 10^5$  t/a、氨氮  $6.4 \times 10^4$  t/a 的能力。2000—2005 年,海河流域水污染物排放量呈下降趋势,2005 年全流域废水排放量  $5.43 \times 10^9$  t、COD 排放量  $1.44 \times 10^6$  t,与 2000 年相比削减了 4.6%。“十五”期间全流域水土流失治理面积达 5 200 km<sup>2</sup>,以小流域为单元的综合治理稳步推进<sup>[49]</sup>。海河流域水土保持生态建设进入历史上投资大、治理标准高的发展时期<sup>[50]</sup>。该阶段重要时间节点见图 4。

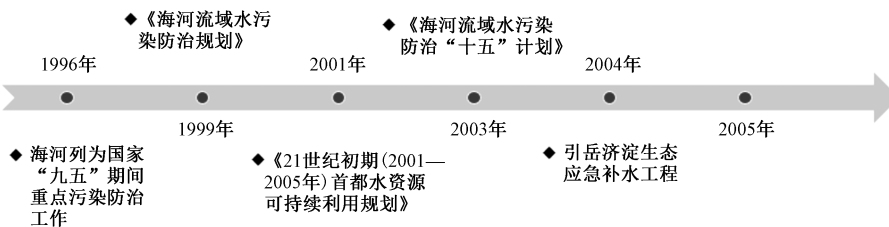


图 4 遏制污染阶段(1996—2005 年)重要节点轴线图

Fig.4 Axis diagram of important nodes in the pollution curbing stage (from 1996 to 2005)

### 3.4 水质改善阶段(2006 年至今)

#### 3.4.1 水资源调控

2009 年海河流域遭受严重干旱,白洋淀缺水形势严峻,启动了引黄济津济淀应急调水工程<sup>[51]</sup>。2010 年国务院批复《海河流域水资源综合规划》,实施引黄济津调水工程和引黄入冀应急调水。2017 年,京冀建立密云水库水源涵养区生态补偿机制取得积极进展;津冀于 2017 年签订了《关于引滦入津上下游横向生态补偿的协议》<sup>[52]</sup>。2018 年组织引黄入冀(补淀)工程向河北省输水  $3.1 \times 10^8$  m<sup>3</sup>,缓解了沿线农业灌溉缺水及地下水超采情况,改善了白洋淀生态环境。

#### 3.4.2 水污染治理

2006 年,水利部海河水利委员会初步划定了海河流域水功能区限制纳污红线<sup>[24]</sup>。2007 年 7 月,原国家环境保护总局实行“流域限批”,对流域内 32 家重污染企业及 6 家污水处理厂实行“挂牌督办”<sup>[53]</sup>。2008 年水利部印发《关于海河流域入河排污口监督管理权限的批复》<sup>[54]</sup>,要求对入河排污口开展登记、整治方案编报、建档以及统计、监测等工作。2008 年

国务院发布《海河流域水污染防治“十一五”规划》<sup>[55]</sup>,2011 年国务院印发《国家环境保护“十二五”规划》<sup>[56]</sup>,要求海河流域加强水资源利用与水污染防治统筹,以饮用水安全保障、城市水环境改善和跨界水污染协同治理为重点,大幅减少污染负荷,实现劣 V 类水质断面比例明显下降。2012 年,水利部海河水利委员会编制了《海河流域重要江河湖泊水功能区纳污能力核定和分阶段限制排污总量控制方案》<sup>[57]</sup>。2013 年国务院批复《海河流域综合规划》<sup>[58]</sup>,提出流域水资源保护与水生态修复方案,明确加强流域水资源保护与水生态修复的措施。2015 年国务院印发《水污染防治行动计划》,要求取缔“十小”企业,专项整治十大重点行业,集中治理工业集聚区污染;推动经济结构转型升级,节约保护水资源,加强水环境管理。同年,国家发展和改革委员会公示《永定河综合治理与生态修复总体方案》<sup>[59]</sup>,标志着内蒙古自治区、山西省、河北省、北京市和天津市等五省(自治区、直辖市)对北方大河的治理工作步入新阶段。“十三五”期间,海河流域治理重点放在水质改善与生态修复上,主要通过河流湿地等河道生态工程保障

河流非常规水源的出水水质<sup>[60]</sup>.

2007年启动的水专项海河项目,为海河流域治理和《水十条》的实施提供了科技支撑.工业源治理方面,研发了草浆制浆造纸废水污染物综合减排与回用技术及工艺、基于高盐废水物质与能量足迹评价的制革废水全过程控制水处理技术、石化行业综合废水处理过程优化控制与升级改造达标技术、化工工业废水近零排放处理技术、工业园区控源减排与面源径流污染协同控制技术<sup>[61]</sup>.城市生活源治理方面,突破了低温下城镇污水处理厂高效生物脱氮与稳定达标关键技术、多点进水、污泥原位削减同步耦合脱氮除磷技术、城市污水处理厂二级出水深度处理技术等<sup>[62]</sup>.面源治理方面,研发了厌氧滤池+太阳能曝气生物接触氧化处理农村生活污水技术、畜禽养殖粪污沼气发酵物料预处理菌剂及沼气反应器技术、以营养盐平衡为核心的农田非点源污染控制技术、寒冷地区

分散污水垃圾堆肥一体化处理关键技术以及猪粪、秸秆和厨余垃圾联合堆肥技术等.水生态修复方面,突破了坡岸生态拦截-生物浮床吸收-水生植物净化技术<sup>[63]</sup>、河道缓冲带湿地构建和运行技术、河湖富营养化水体多功能除藻技术、旁路离线河流净化器关键技术、基于白洋淀氮磷控制的水生植物平衡收割与资源化利用技术、河道在线柔性可控立体组合式生态净化技术等.水环境管理方面,研发了河流水环境承载力计算及负荷动态分配技术、海河干流基于总量控制的分级水质目标适应性管理技术<sup>[64]</sup>、基于排污许可证的排污口管控技术、海河流域河流污染源结构与低误差分割技术方法等,建立了流域目标污染物入河源强模型、河流水质对入河源强响应关系模型等,构建了流域水环境实时调控决策支持系统平台,提出了海河流域河流水污染治理战略方案<sup>[65]</sup>.该阶段重要时间节点见图5.

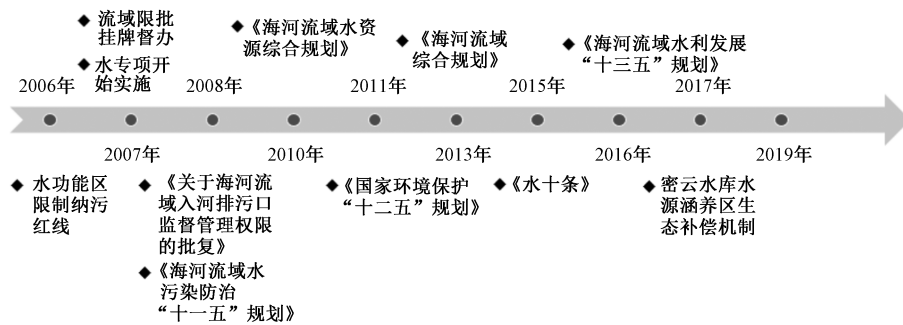


图5 水质改善阶段(2006年至今)重要节点轴线图

Fig.5 Axis diagram of important nodes in the water quality improvement stage (from 2006 to date)

## 4 讨论

### 4.1 海河流域旱涝灾害频发原因分析

#### 4.1.1 气候原因

海河流域属于温带半湿润、半干旱大陆性季风气候区<sup>[66]</sup>,是我国干旱和湿润气候的过渡带,春季干旱多风沙,冬季盛行北风和西北风,夏季多东南风,这决定了海河流域夏季降雨充沛且集中、冬春季基本无降雨这一特点.降雨年内分配集中,汛期只有6—9月,汛期降雨量占全年降雨量的75%~85%<sup>[67]</sup>,且汛期降雨多以暴雨形式降下,洪水易泛滥成灾.汛期过后,许多河流经常断流甚至干涸.季风气候有很大的年际变化,因此海河各水系的水资源量年际变化也较大,丰水年与枯水年水资源量的比值高达10~25倍<sup>[28]</sup>.水量多时,洪水东泄入海,甚至造成灾害;水量少时,水库蓄水困难,造成用水危机,形成干旱.

#### 4.1.2 水系结构原因

海河流域为典型的扇形河流,上游众多支流在天

津汇合,形成海河干流.降雨后,大量雨水流向下游,下游水量压力骤增,洪水势急量大,由于下游只有一条河道,洪水排泄不畅<sup>[68]</sup>,漫溢河道,淹没周围陆地,造成内涝,如果遇到大规模降雨,极易引发洪涝灾害.

#### 4.1.3 地形地势原因

海河流域多旱多涝与其地理位置、地形也有关系<sup>[69-70]</sup>,流域西部为太行山,北部倚靠内蒙古高原,夏季从东部来的海上气流携带大量水汽遇高山爬升,在山前形成暴雨,山势陡峭,且山区和平原之间没有丘陵阻拦,雨水倾泻而下,受下游河道影响排洪受阻,引发洪涝灾害.

### 4.2 海河治理历程分析

#### 4.2.1 洪涝灾害治理阶段(1949—1971年)

新中国成立时,海河流域受气候、地形影响,降水量时空变化较大,又因扇形水系结构,极易导致旱灾、涝灾或者旱涝连转灾害,因此1949—1971年这一阶段主要进行以防洪除涝为主,兼顾抗旱防涝的水利建

设.可以概括为20世纪50年代初期海河下游主要进行了大洼淀治理,50年代末在上游大规模修建水库,“63·8”洪水之后开始了以“根治海河”为中心的水利建设.这一阶段,国民经济仍处于复苏时期,人口、工业都没有实质性发展,加之海河流域水量丰沛,因此水质未受到污染,处于良好状态.

#### 4.2.2 急剧污染阶段(1972—1995年)

新中国成立以来建设的水库、闸坝等水利设施在“63·8”洪水时发挥了非常重要的作用,有效缓解了洪水压力.但随着时间的推移,工程老化、运行条件改变等问题陆续出现,亟需对正在运行的闸坝等水利设施进行加固、扩建,以适应新的洪水量级.全国43座病险库中海河流域就占了8座<sup>[71]</sup>.同时,海河流域在我国经济社会发展中具有重要地位,其人口增长和经济发展速度比其他流域和地方迅速,产生的工业废水废渣、城市生活垃圾和污水以及农业种植需要的化肥农药残留排入或随地表径流汇入河道,同时上游修建的水库带拦截了源头区域水资源,中下游平原地区地表水资源紧缺,缺少天然径流补给,日积月累,水质急剧恶化,导致暴发多次水污染事故.因此,这一阶段海河流域的治理着重于提高防洪标准和水污染治理.70年代流域内掀起了一股打井热潮,80年代流域经历枯水期,水资源量迅速减少,加之工矿企业和城市生活产生了大量的高污染物污水,直接排入河道,造成海河流域水质急剧恶化,1990年海河流域65.9%的河长受到污染.这一阶段启动了“三同时”措施,并着力对工业企业污染源进行治理,同时开展水土流失治理.

#### 4.2.3 遏制污染阶段(1996—2005年)

海河流域是我国政治、经济、文化的中心地区,又是重要的工业和高新技术产业基地,经济发展迅速,排污量巨大,面对海河流域2/3的河段已失去生态功能的情势,国家颁布《海河流域水污染防治规划》等,实施外流域调水,并贯彻高污染企业“关、停、并、转”方针,加快调整产业结构、积极倡导水的循环利用和污水资源化工程,治理工业点源达标排放,建设城市污水集中处理设施削减生活污染负荷等.同时,1998年长江大水后,再次掀起了以水库除险加固、河道整治和堤防建设为重点的海河治理高潮<sup>[35]</sup>.这一阶段,实施污染物总量控制,海河流域水体污染趋势得到遏制,废污水排放量减少,但治理的速度赶不上污染的严重情形,水质情况并未得到根本改善,劣V类水质断面比例仍高达54%.

#### 4.2.4 水质改善阶段(2006年至今)

虽然“九五”“十五”计划实施后取得一定成效,海河流域水质得到改善,但区域性和结构性污染依然突出,流域内部分城市高耗水、重污染行业比重仍然较大,受资金或政策等制约,污水处理深度不够,流域内水资源紧缺,河道基本无天然径流,城镇污水与工业废水达标排放后,大部分水域仍难以达到水域功能要求,其中,漳卫南运河是海河流域多年来跨省界污染纠纷集中区域.这一阶段,国家和地方加大了流域治理的力度,同时将海河流域纳入水专项重大示范流域<sup>[72]</sup>.按照水专项总体部署,将流域水污染治理技术研发和示范分三阶段推进<sup>[73]</sup>,第一阶段(2006—2010年)为污染控制与负荷削减阶段,主要污染类型为耗氧污染,重点研发污染源控制技术,削减污染物的排放;第二阶段(2011—2015年)为负荷削减与水质改善阶段,主要污染类型为耗氧污染与富营养化,重点研发内源污染控制技术及生态修复技术,提升河流水质;第三阶段(2016—2020年)为水质改善、生态修复与综合调控阶段,主要污染类型为富营养化与有毒有害污染,重点研发风险污染源控制技术、河流生态系统恢复技术,恢复河流生态系统.“十三五”时期,海河流域所在的京津冀区域成为水专项最重要的两个示范区之一,专项正着力支持流域区域《水十条》和污染防治攻坚战目标实现.这一阶段,一系列针对性措施的实施,使海河水质得到明显改善.特别是2015年以来《水十条》及污染防治攻坚战的实施,海河水质有了显著好转,2018年劣V类水质断面比例较2017年下降了36%,IV类和V类水质断面比例较2017年上升了50%,到2019年海河流域水质优良断面比例为51.9%,劣V类断面比例仅为7.5%.

## 5 结论

海河的治理分为4个阶段:①1949—1971年为第一阶段,针对流域内频繁反复发生的旱涝灾害,遵循“上蓄、中疏、下排、适当滞”思路,进行水库、闸坝、堤防等抗旱防洪水利工程建设;②1972—1995年为第二阶段,改革开放的实施使得流域内经济快速发展,流域水质急剧恶化,以提升防洪标准和强力治理污染源为思路,进行旱涝灾害和水体污染的共同治理;③1996—2005年为第三阶段,国家开始颁布《水十条》,以“关、停、并、转”为主要手段进行污染物的源头削减,大量建设污水处理设施,水体污染趋势得到遏制;④2006年至今为第四阶段,该阶段水污染治理在“控源减排、减负修复、综合调控”思路指导下,以水专项科技成果为支撑,实施《水十条》,中央和地方协同治理流域水体污染.

海河流域是一个人口高密度、经济高发展、水资源高度短缺的地区,经过70年的治理和修复,水环境得到了显著的改善,2019年流域总体为轻度污染,劣V类水质占比降至7.5%。然而,目前区域性和结构性污染仍然突出,污水处理力度和收集强度依然不够,环境监管仍然能力不足,生态基流不足,生态修复还未全面推开,海河流域水环境问题是京津冀都市圈深度发展的瓶颈之一。在习近平生态文明思想指引下,海河治理应遵循“三水统筹”的理念持续治理,一是跨区域跨流域调控水资源以保障海河流域生态基流;二是持续削减污染物排放,治理水环境,改善水体质量;三是推广实施水生态恢复,维护河流生态系统功能,尽早实现“有河有水、有鱼有草、人水和谐”。

#### 参考文献(References):

- [1] 高建文.海河水利发展简述及启示[J].海河水利,2017(4):64-70.
- [2] 郭书英.海河流域水生态治理体系思考[J].中国水利,2018(7):4-7.  
GUO Shuying. Thoughts on improvement of water ecosystem in Haihe Basin[J].China Water Resources,2018(7):4-7.
- [3] 郝利霞,孙然好,陈利顶.海河流域河流生态系统健康评价[J].环境科学,2014,35(10):3692-3701.  
HAO Lixia,SUN Ranhao,CHEN Liding. Health assessment of river ecosystem in Haihe River Basin,China[J].Environmental Science,2014,35(10):3692-3701.
- [4] 杜家成.海河及海河流域的治理[J].河北农业科技,1979(1):23-25.
- [5] 卢九渊.建国以来海河流域的水利建设回顾[J].海河水利,1984(3):1-2.
- [6] 肖嗣荣.海河流域近五百年旱涝特征和类型[J].河北省科学院学报,1989(1):42-51.  
XIAO Sirong. The analysis of drought and flood for the recent 500 years in Hai River Basin[J].Journal of the Hebei Academy of Sciences,1989(1):42-51.
- [7] 王建生.海河流域“63·8”暴雨简介[J].水文,1981(1):44-49.
- [8] 吕志茹,李永强.灾害与应对:1963年海河流域大水灾与“根治海河”运动[J].河北学刊,2015,35(3):180-184.  
LV Zhiru,LI Yongqiang. Disaster and countermeasures: Haihe River Basin big flood in 1963 and the movement of ‘Permanently Harnessing the Haihe River’[J].Hebei Academic Journal,2015,35(3):180-184.
- [9] 徐秀高.海河:大水之后备大洪[J].中国水利,1997(5):13.
- [10] 徐和龙,李琛亮.扎实准备 从容应对 海河流域20年后大战大水[J].中国防汛抗旱,2016,26(5):18-19.
- [11] 魏琳,李静,王颖.海河流域“16·7”大暴雨洪水成因初步分析[J].水文,2017,37(4):91-96.  
WEI Lin,LI Jing,WANG Ying. Analysis of ‘16·7’ storm flood in Haihe River Basin[J].Journal of China Hydrology,2017,37(4):91-96.
- [12] 田伟.海河流域气候变化引起的旱涝急转事件分析[D].邯郸:河北工程大学,2018.
- [13] 卢向韜.今日海河[J].中国水利,1962(19):17-20.
- [14] 郭勇,林超,李文君,等.海河流域水资源与水环境演变过程初探[C]//中国环境科学学会.2012中国环境科学学会学术年会论文集(第二卷).北京:中国环境科学学会,2012:300-305.
- [15] 任宪绍,李彦东.关于治理海河洪水的几点思考[J].中国水利,2001(2):57-58.
- [16] 朱云海.海河流域水文、水资源工作30年发展的回顾[J].海河水利,1993(5):57-58.
- [17] 水利部海河水利委员会.海河流域水资源公报(1998—2018)[R].天津:水利部海河水利委员会,2019.
- [18] 生态环境部.中国生态环境状况公报(2019年)[R].北京:生态环境部,2020.
- [19] 杨军安.海河流域水污染加重原因及防治对策[J].海河水利,1998(3):3-5.
- [20] 杨文利.周恩来与中国环境保护工作的起步[J].当代中国史研究,2008(3):21-26.  
YANG Wenli.Zhou Enlai and the start of environment protection in China[J].Contemporary China History Studies,2008(3):21-26.
- [21] 李惠敏.海河流域1994年水质状况综合评价分析[J].海河水利,1996(3):10-13.
- [22] 王裕玮.海河流域水环境的主要问题及对策[J].海河水利,1997(2):23-25.
- [23] 丁薇,揣小明,钱新,等.洋河水库蓝藻水华暴发预测影响因子研究[J].环境监控与预警,2011,3(4):1-5.  
DING Wei,CHUAN Xiaoming,QIAN Xin, et al. Study of impact factor of forecasting algal bloom in Yanghe Reservoir [J]. Environmental Monitoring and Forewarning,2011,3(4):1-5.
- [24] 张胜红,林超,张增阁.实现水清流畅 当好河流代言人[J].海河水利,2010(2):49-51.
- [25] 常建党.跨省污染浊漳河事故的调查:山西天脊集团“12·31”苯胺泄露跨省污染事故的剖析[J].中国检察官,2014(16):73-75.
- [26] 王少君,温玲,王乙震.漳河跨界突发水污染的联防联控机制研究:以浊漳河突发水污染事件处置为例[J].海河水利,2016(6):11-12.
- [27] 快速反应 科学调度 妥善应对浊漳河突发水污染事件[J].水利发展研究,2014,14(6):4.
- [28] 国家环境保护总局.“三河”“三湖”水污染防治计划及规划(简本)[M].北京:中国环境科学出版社,2000.
- [29] 单既云.根治海河 发展经济:写在建国四十五周年之际[J].水利天地,1994(5):8-9.
- [30] 郭宏宇,曹寅白.海河流域50年治理成就和展望[J].水利水电工程设计,2000(2):1-4.  
GUO Hongyu,CAO Yanbai. Improving accomplishment of Haihe River catchment in 50 years and view in future[J].Design of Water

- Resources & Hydroelectric Engineering, 2000(2):1-4.
- [31] 李学林,毛嘉琪.建国以来中国生态文明建设的历史嬗变[J].南华大学学报(社会科学版),2020,21(2):22-29.  
LI Xuelin, MAO Jiaqi. The historical evolution of China's ecological civilization construction since the founding of the People's Republic of China[J]. Journal of University of South China (Social Science Edition), 2020, 21(2): 22-29.
- [32] 谢永刚.新中国70年治水的成就、方针、策略演变及未来取向[J].当代经济研究,2019(9):14-23.  
XIE Yonggang. The achievements, policy and strategy evolution, and future trend of water control in the 70 years since the founding of new China[J]. Contemporary Economic Research, 2019(9): 14-23.
- [33] 韩瑞光,刘明喆,张光锦.做好流域水利规划体系建设 支撑和保障水利及经济社会可持续发展[J].海河水利,2007(2):29-31.
- [34] 孙景亮.论海河流域防洪治理与环境水利的发展:从国外防洪看海河流域水环境改善[C]//中国环境科学学会.中国环境保护优秀论文集(2005)(下册).北京:中国环境科学学会,2005.
- [35] 任宪韶.弘扬50年治水兴水精神 推进海河水利事业新发展[J].中国水利,2013(22):11-13.
- [36] 吕志茹.集体化时期根治海河工程对农业的影响[J].农业考古,2015(3):213-218.
- [37] 钱正英同志在海河流域治理开发与经济发展战略研讨会上的发言[J].水利规划,1994(1):1-2.
- [38] 吴光红,刘德文,丛黎明.海河流域水资源与水环境管理[J].水资源保护,2007(6):80-83.  
WU Guanghong, LIU Dewen, CONG Liming. Management of water resources and water environment of Haihe River Basin [J]. Water Resources Protection, 2007(6): 80-83.
- [39] 徐轶杰.新中国环境保护区域协作初探:以官厅水库水源保护工作为例[J].当代中国史研究,2015,22(6):69-81.  
XU Yijie. Exploration on new China's environmental protection regional cooperation; taking Guanting Reservoir's water source protection work for example [J]. Contemporary China History Studies, 2015, 22(6): 69-81.
- [40] 蔡若愚.官厅水库:历史上关于环保的那些事儿[N/OL].北京:中国经济导报,2017-07-01[2020-10-20].[http://www.ceh.com.cn/epaper/uniflows/html/2016/07/01/B05/B05\\_65.htm](http://www.ceh.com.cn/epaper/uniflows/html/2016/07/01/B05/B05_65.htm).
- [41] 刘德文,何杉.海河流域水污染现状及水资源保护对策建议[J].水资源保护,1997(2):54-58.
- [42] 王道坦,陈太文,张莹雪.海河流域水土保持概况及发展对策[J].海河水利,2013(5):16-18.
- [43] 王志民.21世纪海河流域水利发展战略的思考[J].海河水利,2000(1):1-3.
- [44] 张泽鸿.根治海河 效益恢宏:纪念毛泽东同志“一定要根治海河”题词30周年[J].海河水利,1993(5):5-8.
- [45] 国务院.国务院关于21世纪初期(2001—2005年)首都水资源可持续利用规划的批复(国函[2001]53号)[EB/OL].北京:中国政府网,2001-05-23[2020-07-29].[http://www.gov.cn/gongbao/content/2001/content\\_60906.htm](http://www.gov.cn/gongbao/content/2001/content_60906.htm).
- [46] 全国人民代表大会.中华人民共和国国民经济和社会发展“九五”计划和2010年远景目标纲要[EB/OL].北京:中国人大网,1996-03-17[2020-10-20].[http://www.npc.gov.cn/wxzl/gongbao/2001-01/02/content\\_5003506.htm](http://www.npc.gov.cn/wxzl/gongbao/2001-01/02/content_5003506.htm).
- [47] 国务院办公厅.国务院办公厅关于批准海河流域水污染防治规划的通知[EB/OL].北京:中华人民共和国中央人民政府网站,1999-03-11[2020-10-20].[http://www.gov.cn/zhengce/content/2010-11/14/content\\_5175.htm](http://www.gov.cn/zhengce/content/2010-11/14/content_5175.htm).
- [48] 国家环境保护总局.关于印发《海河流域水污染防治“十五”计划》的通知环发[2003]85号[EB/OL].北京:生态环境部网站,2003-05-12[2020-07-29].[http://www.mee.gov.cn/gkml/zj/wj/200910/t20091022\\_172192.htm](http://www.mee.gov.cn/gkml/zj/wj/200910/t20091022_172192.htm).
- [49] 任宪韶.“十五”:海河水利迈出坚实步伐[J].中国水利,2006(8):49-50.
- [50] 田友.适应形势 转变思路 推动海河流域水土保持工作迈上新台阶[J].海河水利,2011(3):1-3.
- [51] 水利部.国家防总:2009年引黄济津应急调水进展顺利[EB/OL].北京:中国政府网,2009-12-04[2020-08-22].[http://www.gov.cn/govweb/gzdt/2009-12/24/content\\_1495386.htm](http://www.gov.cn/govweb/gzdt/2009-12/24/content_1495386.htm).
- [52] 张敏,刘姗,何菲.一心守护滦河水 两地得益生态美:河北省积极推进引滦入津上下游横向生态补偿机制[J].中国财政,2018(18):60-62.
- [53] 国家环境保护总局对长江、黄河、淮河、海河重污染水域进行“流域限批”[J].环境保护,2007(13):72.
- [54] 王君,张睿昊,朱龙基.海河流域“十二五”期间入河排污口管理存在问题及对策分析[J].海河水利,2017(4):12-14.
- [55] 李云生,王东,张晶,等.海河流域“十一五”水污染防治规划[M].北京:中国环境科学出版社,2008.
- [56] 环境保护部.国家环境保护“十二五”规划[M].北京:中国环境科学出版社,2012.
- [57] 中华人民共和国水利部.保障流域水安全 推动水利新发展:海河流域“十二五”水利改革发展巡礼[N/OL].北京:中国水利报社,2016-01-12[2020-07-29].[http://shzhfy.mwr.gov.cn/dfxx/201901/t20190107\\_1088642.html](http://shzhfy.mwr.gov.cn/dfxx/201901/t20190107_1088642.html).
- [58] 水利部海河水利委员会.海河流域综合规划[EB/OL].天津:水利部海河水利委员会网站,2013-06-07[2020-12-29].[http://www.hwcc.gov.cn/hwcc/wwgj/HWCCzgwk/zfxxgk/hwslgh/201306/t20130607\\_23372.html](http://www.hwcc.gov.cn/hwcc/wwgj/HWCCzgwk/zfxxgk/hwslgh/201306/t20130607_23372.html).
- [59] 国家发展和改革委员会.《永定河综合治理与生态修复总体方案》[EB/OL].北京:国家发展和改革委员会网站,2017-04-24[2020-10-20].<https://www.ndrc.gov.cn/fzggw/jgsj/njs/sjdt/201704/P020191101564948961022.pdf>.
- [60] 单保庆,张洪,唐文忠,等.河流污染治理任务路线图制定方法及其在海河流域的应用[J].环境科学学报,2015,35(8):2297-2305.  
SHAN Baoqing, ZHANG Hong, TANG Wenzhong, et al. Methodology for road map enacting of river pollution mitigation and

- its application in the Haihe River Basin [J]. *Acta Scientiae Circumstantiae*, 2015, 35(8): 2297-2305.
- [61] 环境保护部, 住房城乡建设部. 水体污染控制与治理科技重大专项第一阶段专利成果汇编[R]. 北京: 环境保护部, 2015.
- [62] 陈敏敏, 吴琼, 张震, 等. 我国城镇污水处理厂环境绩效评价研究[J]. *环境科学研究*, 2020, 33(12): 2675-2682.  
CHEN Minmin, WU Qiong, ZHANG Zhen, *et al.* Environmental performance assessment of municipal wastewater treatment plants in China [J]. *Research of Environmental Sciences*, 2020, 33(12): 2675-2682.
- [63] 任颖, 何萍, 侯利萍. 海河流域河流滨岸带入侵植物等级与分布特征[J]. *环境科学研究*, 2015, 28(9): 1430-1438.  
REN Ying, HE Ping, HOU Liping. Grading and distribution patterns of invasive plants in riparian area of Hai Basin [J]. *Research of Environmental Sciences*, 2015, 28(9): 1430-1438.
- [64] 张松, 郭怀成, 盛虎, 等. 河流流域生态安全综合评估方法[J]. *环境科学研究*, 2012, 25(7): 826-832.  
ZHANG Song, GUO Huaicheng, SHENG Hu, *et al.* Methodological framework for integrated ecological security assessment of river basins [J]. *Research of Environmental Sciences*, 2012, 25(7): 826-832.
- [65] 中国科学院生态环境研究中心. 海河流域水污染防治综合治理与水质改善技术与集成示范项目重大建议专报[EB/OL]. 北京: 水体污染控制与治理重大专项, 2013-10-24 [2020-11-19]. [http://nwpcp.mep.gov.cn/cgzl/zdzy/201406/t20140629\\_277638.html](http://nwpcp.mep.gov.cn/cgzl/zdzy/201406/t20140629_277638.html).
- [66] 于磊, 杨井泉, 徐丽梅, 等. 气候变化背景下海河流域干旱特征及趋势[J]. *吉林大学学报(地球科学版)*, 2014, 44(5): 1615-1624.  
YU Lei, YANG Jingquan, XU Limei, *et al.* Trend and drying characteristics of Haihe River Basin under the background of climate change [J]. *Journal of Jilin University (Earth Science Edition)*, 2014, 44(5): 1615-1624.
- [67] 李学前, 张艳春. 海河流域下游河道治理措施探讨[J]. *水利水电工程设计*, 2000(2): 13.
- [68] 牛福宅, 张尔钧. 海河流域水利建设成就[J]. *中国水利*, 1984(10): 2-3.
- [69] 孙景亮. 关于海河流域防洪治理与环境水利发展问题的思考(一)[J]. *河北水利*, 2004(5): 14-41.
- [70] 孙景亮. 关于海河流域防洪治理与环境水利发展问题的思考(二)[J]. *河北水利*, 2004(6): 13.
- [71] 卢九渊. 为争取“七五”期间海河流域水利建设新的发展而努力[J]. *海河水利*, 1987(1): 1-4.
- [72] 吴晓青. 突出“重、大、专”克服“小、散、全”; 在水专项“十二五”实施计划编制启动会暨地方科技需求座谈会上的讲话[J]. *建设科技*, 2010(3): 13-15.
- [73] 国务院办公厅. 国务院常务会通过三个国家科技重大专项实施方案[EB/OL]. 北京: 中国政府网, 2007-12-26 [2020-02-06]. [http://www.gov.cn/lhdh/2007-12/26/content\\_844445.htm](http://www.gov.cn/lhdh/2007-12/26/content_844445.htm).

(责任编辑: 张 蕊)