



# 国内外河口航道治理经验 及对长江口航道整治的启示

付 桂

(交通运输部长江口航道管理局, 上海 200003)

**摘要:** 对国内外河口航道治理工程进行分析比较, 认为: 大河河口航道的治理难度大、周期长; 拦门沙航道的治理是关键; 不同河口水文泥沙特性千差万别, 治理方案须因地制宜; 在河口航道治理中, 整治与疏浚相结合已成为普遍采用的手段, 而且多数以整治为主; 重视航道建设与河口综合治理相结合。对长江口航道整治的启示如下: 长江口航道治理采取整治与疏浚相结合, 多手段多方案研究制定合理方案, 工程建设期间须加强现场观测和动态管理。实践表明: 长江口航道整治难度极大, 必须不断深化对河口水沙运动规律的认识, 突破创新, 才能取得成功。

**关键词:** 河口航道; 治理; 经验; 长江口航道

中图分类号: U 617

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2016)11-0121-07

## Experience of estuary channel regulation at home and abroad and enlightenment for regulation of the Yangtze Estuary channel

FU Gui

(Yangtze Estuary Waterway Administration Bureau, MOC, Shanghai 200003, China)

**Abstract:** This paper analyzes estuary channel regulation projects at home and abroad and draws experience as follows. The regulation of big river estuary waterway is difficult and needs a long cycle. The regulation of mouth-bar channels is the key. Different estuarine hydrographic and sediment characteristics changes widely, so the regulation scheme needs to be appropriate. In the estuary channel regulation, the combination of regulation and dredging is widely used, and most of them are based on the renovation. Attentions shall be paid to the channel construction and comprehensive management of the estuary. The implications of Yangtze estuary waterway regulation are as follows. Regulation and dredging are combined in the Yangtze River estuary channel. It uses many means and program research to develop a reasonable plan. In the construction period of the project, field observation and dynamic management shall be strengthened. Practice shows that the regulation of the Yangtze estuary channel is quite difficult, so we must deepen the understanding on the estuary of water sediment movement, and keep innovation, so that we can achieve the desired objective.

**Keywords:** estuary channel; regulation; experience; Yangtze estuary channel

河口地区动力条件十分复杂, 除有径流和海洋潮汐相互叠加作用外, 还因河水、海水密度不同产生盐水异重流作用以及波浪和风暴潮作用等, 径流的丰枯、潮汐的大小以及波浪的强弱, 构成

河口泥沙运动的复杂性, 成为河口航道治理工程中需要解决的关键性技术难题<sup>[1]</sup>。

国外近代的河口航道治理<sup>[2-7]</sup> 开始于 19 世纪。一些经济发展较早的国家陆续开展河口治理工程。

收稿日期: 2016-04-08

作者简介: 付桂 (1981—), 男, 硕士, 高级工程师, 从事航道工程科研与管理工作。

前期由于研究经验及治理工程手段认识单一,不能有效解决河口航道回淤问题。后期在研究手段升级及施工工艺改进的情况下,采取了大量疏浚或修建补充的整治工程,这些河口各种整治建筑物密布,目前航道大都已为人工所控制。目前发达国家河口治理多数达到了航运、水利、水产等建设事业的要求。

我国河口航道的治理<sup>[8-48]</sup>历史比较久远,总的来说治理后的增深幅度不大,我国河口航道治理与欧美相比,尚有差距,继续增深的潜力很大。在分析了近百年来国外河口航道治理的经验和教训的基础上,我国的中小河口如甬江口、辽河口和黄浦江口等整治效果较为成功。但缺乏大河河口治理的经验,目前长江口、珠江口虽然开通了航道,但仍面临航道泥沙淤积问题,还需采取工程措施控制好河口航道。

## 1 国外河口航道治理概况

河口港是连接内河与外海的枢纽,世界上水运比较发达的国家,因河口内掩护条件较好、船舶等级不高,大都从开发河口港入手,将港口的开发与城市的建设融为一体。河口港出海航道因受径流、潮流、波浪以及泥沙等综合作用,自然条件复杂,其治理技术难度更大。近代的河口航道治理工作开始于19世纪中叶前后。一些经济发展较早的国家,陆续开展河口治理工程。例如1834年,法国开始整治卢瓦尔河河口,德国开始疏浚易北河河口;1836年美国开始疏浚密西西比河河口;1848年和1850年法国分别开始整治塞纳河和纪龙德河河口。随着船舶吃水的增加,对航道尺度的提高提出了要求。随后的几十年中,各国陆续兴建了一批整治建筑物。到20世纪30年代前后,西欧及北美主要河口的航道水深一般达到8 m以上,有的已达到10 m。第二次世界大战后,一些主要发达国家的河口,大都在原有整治工程的基础上,为进一步增加航道水深而进行大量疏浚,或修建补充的整治工程,这些河口各种整治建筑物密布,航道大都已为人工所控

制。国外具有代表性的河口航道及治理工程情况见表1。

## 2 国内河口航道治理概况

我国河流众多,海岸线上有大小不同类型多样的河口1 800多个。其中河流长度在100 km以上的河口有60多个,入海河流有14条。河口泥沙较为丰富,如长江口流域来沙多年平均年输沙量达3.84亿t(1951—2011年)。有的河口尽管自身流域来沙不多,但因受邻近多沙河流的影响,海域来沙丰富,如钱塘江口和甬江口等。黄河年输沙量约10亿~15亿t,其中约1/3入海扩散堆积,在风浪作用下经过潮流的再搬运,成为邻近滩涂的沙源。河口泥沙的大量淤积导致河口拦门沙的发育,对河口航道的开发维护极为不利。河口航道治理是一项系统工程,必须综合规划、统筹兼顾。大型复杂河口的治理通常难度极大,必须在实践过程中不断加深认识。我国河口航道的研究和治理不乏成功的先例。新中国成立后,特别是改革开放之后,河口演变的研究、港口及航道规划以及航道治理等都有了长足的进步与发展,通过长江口、珠江口等的治理,更取得了整治大江河口的实际经验。

我国典型河口的航道治理情况如下:

1) 辽河口于1916年开始在口外航道修建东西双导堤,加大河口航道冲刷能力,减少了河口泥沙沉积。

2) 海河口20世纪30年代进行了疏浚和裁弯取直工程,并修建丁坝,但增深不大。20世纪50~70年代,海河流域水资源大量开发利用,入海水量沙量不断减少;1958年河口筑闸,闸下泥沙淤积严重,需逐年清淤。1973年开始每年主汛前利用挖泥船对闸下河道进行清淤整治。

3) 黄浦江是上海港的黄金水道,吴淞口—张华浜段是黄浦江口门段。我国最早于1876年开始研究黄浦江航道整治。初期主要采用的修建顺坝、丁坝和吴淞口导堤等一系列整治建筑物方案,航道逐步加深到9 m。后期在黄浦江航道均采用疏浚的方法维持航深。

表 1 国外代表性河口航道水文泥沙特性及治理工程

国家	河口名称	流域面积/万 km <sup>2</sup>	年平均流量/(m <sup>3</sup> /s)	平均潮差/m	来沙情况	天然水深/m
	密西西比河	322	16 800	0.5	陆域为主,约 5 亿 t	2.7
美国	哥伦比亚河口	67	32 000(洪水期) 1 000(枯水期)	2	陆海均很少,约 840 万 t	6.1
	德拉瓦尔河口	3.5	8 495(最大) 34(最小)	1.25	流域来沙为主,约 458.7 万 m <sup>3</sup>	6.1
加拿大	圣劳伦斯河口	59.5	6 570	3.3	流域来沙为主年输沙量约为 1 800 万 m <sup>3</sup>	1.9
荷兰	莱茵河口	22.4	2 505	1.55	陆海均很少,约 350 万 t	3
德国	易北河口		700	2.97	陆海均很少	8
	威悉河口	4.6	310	0.63~3.32	陆海均很少	1~2
英国	泰晤士河口	1.32	708	4.2	海域为主,约 73 万 t	
	默塞河口	0.477	52.7	6.37	海域为主,很少	3~3.6
法国	塞纳河口	7.86	400	8.0(高潮)	海域为主,约 350 万 t	6.0
	卢瓦尔河口		810	5(大潮)	流域来沙年输沙量为 100 万~200 万 t	2.5
	纪龙德河口		3 000~4 000(洪水期) 70(枯水期)	4~5(大潮) 2.3(小潮)		6
印度	胡格里河口		2 500~3 500 (最大)	4.27~4.57(大潮) 1.83~2.83(小潮)	沿岸漂沙为主,年输沙量为 400 万 m <sup>3</sup>	
墨西哥	托波洛班海湾			1.89(最大) 0.3~0.6(最小)	年输沙量约 500 万 t	6

国家	河口名称	治理后水深/m	航宽/m	航道疏浚长度/km	年均维护疏浚量/万 m <sup>3</sup>	治理措施	治理起始年份	治理结束年份
美国	密西西比河	13.7	180~240	35.4	1 150	以整治为主	1904	1993
	哥伦比亚河口	12.2	150~670	37	376	整治与疏浚相结合,以整治为主	1885	1990
	德拉瓦尔河口	12.2			470	整治与疏浚相结合	1885	1940
加拿大	圣劳伦斯河口	11.9	244	30		以疏浚为主	1952	1970
荷兰	莱茵河口	20	350~600	45.6	2 300	以疏浚为主	1863	1986
德国	易北河口	13.5		135	很少	整治与疏浚相结合	1834	1978
	威悉河口	12	200~400			整治与疏浚相结合	1883	1971
英国	泰晤士河口	15.9				疏浚	1907	1993
	默塞河口	13.6			130~260	以整治为主	1890	1993
法国	塞纳河口	11.0	300	70	500	以整治为主	1848	1995
	卢瓦尔河口	13.25	300			整治与疏浚相结合	1834	1995
	纪龙德河口	13.5				上游整治,下游疏浚	1850	1993
印度	胡格里河口	7				整治与疏浚相结合	1962	1988
墨西哥	托波洛班海湾	12				整治与疏浚相结合	1963	1986

4) 瓯江河口整治主要是对温州市至河口 38 km 长的河段航道加以整治,并兼顾港口开发及外滩与岛屿的综合开发利用。航道整治的目标是稳定航槽,改善温州港港区水深,使 3 000~5 000 t 海轮正常进港,并开辟 1 万~2 万吨级新港区。主要分为温州港整治、杨府山航道整治及新港区开发、口外航道治理工程。

5) 闽江口下游段多岛,航道多汊,航道及码头前沿水深不足。至 1998 年,主要进行过台江至马尾港 16 km 河段及马尾港和通海 50 km 航道的

整治。

6) 汕头港历史悠久,于 1861 年辟为通商口岸。汕头港进出口航道分外航道、内航道。1985 年开始,对汕头港外航道拦门沙的整治开展了系统、深入研究。导流防沙堤于 1989 年底开工,1994 年 10 月竣工。2000 年以后,开始建设外拦门沙整治二期工程。

7) 珠江口位于中国广东省,流入南海。珠江河口的整治主要包括以疏浚工程为主的广州港出海航道整治、西江出海航道整治。

### 3 国内外河口航道治理经验

1) 大河河口航道的治理难度大、周期长。

多沙的大河河口航道的治理一般均比中小河口治理的周期为长。以美国密西西比河为例说明。密西西比河尾闾分为三汉,即阿洛脱水道、南水道和西南水道。西南水道为入海深水航道,其河口拦门沙的整治工程始于1904年,为双导堤,堤距1 100 m,工程实施后拦门沙水深由天然状态时的2.7 m增至6.0 m;1912年延长双导堤并于导堤间修丁坝,使堤距缩窄至900 m左右,航深增至10.5 m;1921年再度延长双导堤并加长丁坝,使堤距继续缩窄至700 m左右,同时调整局部航线走向,但航深无明显增加。1950年通过物理模型试验,调整了工程布局,至1982年左右才达到了预期的12.2 m航深,后通过局部调整于1993年增至13.7 m。从1904年至1993年约一个世纪内,屡费周折,耗费了大量的资金,充分说明多沙的大河河口治理,不仅技术难度大,而且历时很长,需要经历认识→实践→再认识→再实践的过程。

2) 拦门沙航道的治理是关键。

在平原潮汐河口的河床纵剖面上,基本存在隆起的泥沙堆积,即河口的拦门沙。拦门沙是河口通航必须要克服的重大障碍,加之这一区域水域宽阔,又受到径流、潮汐、风浪和盐淡水混合等复杂动力因素的作用,挖槽回淤迅速,航道水深最难维持,所以拦门沙航道通常是河口航道治理中最为困难的部分。为此,各国都十分重视拦门沙航道的治理。

拦门沙段航道定线合理与否,对航道水深的维持和减少维护疏浚量有决定性的影响。以德国威悉河口为例:威悉河口外的西支航道由于定线合理,整治后,航道中形成理想的水力状态,从浅滩来的均匀的侧向流汇聚使得航道中的落潮输沙占优势,泥沙向口外运动,使用半个世纪以来,航道十分稳定。

国内外较多采用的稳定口外航道的措施是修

建导堤,导堤一直延伸到较深水域。例如荷兰鹿特丹港进入北海的河口原来只有北导堤,1974年将北导堤延伸3 km,又新建了长10.5 km的南导堤,一直伸展到-18 m水深处。德国易北河口于1963年建成长9.25 km的单导堤,还将延长到12.4 km。有些河口没有修建导堤,而代之以一系列的顺坝和丁坝等整治建筑物,用来稳定拦门沙段航道,改善流场及地形条件和增加航道本身的冲刷能力。

3) 不同河口水文泥沙特性千差万别,治理方案需因地制宜。

不同河口水文泥沙特性不同,造成河口拦门沙特性也不同,治理方案需根据当地的地形条件及水文泥沙特性等,采用数学或物理模型等技术手段研究论证以制定合理的治理方案。

美国密西西比河河口有3条水道注入墨西哥湾,该河口为全日潮,潮差小于1 m,属弱潮河口。河口整治先后针对南水道和西南水道进行。河口整治初始阶段仅靠疏浚,维护困难,考虑地形及水文泥沙影响,在西南水道修建两条平行导堤,拦门沙区段挖槽轴线东折 $35^\circ$ ,避开洪季盐淡水混合所造成的严重淤积。后期通过建造密西西比河河口物理模型进行多方案论证比较,最后确定在西南水道采取双导堤和丁坝群的治理方案,实现了治理目标。德国易北河最大径流量为 $3\ 840\text{ m}^3/\text{s}$ ,最小径流量为 $129\text{ m}^3/\text{s}$ ,平均径流量为 $700\text{ m}^3/\text{s}$ ;属于半日潮,河口平均潮差为2.97 m,汉堡港平均潮差为3.11 m。河口泥沙主要以粉沙、黏土及可燃有机物为主,泥沙平均粒径0.3~0.5 mm。易北河口航道整治于1834—1921年主要采用疏浚方式维持8 m的航深。1922—1925年在奥雷特夫修筑长2 350 m的导堤和8条各长200 m的短丁坝,使此处弯道趋缓,水深增加。后期的河口治理方案主要以整治与疏浚相结合。国外其他河口如加拿大圣劳伦斯河、英国泰晤士河等河口,来沙较少,河口航道回淤较轻,治理主要采用疏浚为主。

4) 在河口航道治理中, 整治与疏浚相结合已成为普遍采用的手段, 而且多数以整治为主。

国外河口拦门沙航道的治理主要采用整治、疏浚或整治与疏浚相结合等方法, 多数以整治为主、辅以疏浚, 但也有完全靠疏浚维护深水航道的, 例如加拿大圣劳伦斯河口。整治和疏浚都是增加和维护航道水深的有效措施, 如何结合因不同的河口条件和需求而异。

最早的河口航道治理主要是用单一疏浚方式来提高航道水深, 如德国的易北河口疏浚工作始于 1834 年, 美国于 1836 年开始疏浚密西西比河口的西南水道。由于航槽的开挖破坏了原有的平衡剖面, 加上河口动力和泥沙运动的复杂性, 以及自然深泓易变, 仅靠疏浚开挖的航道维护较为困难。因此, 多采用修筑导堤和丁坝等整治建筑物, 稳定河槽深泓, 改善河槽平面及断面形态, 调整流场, 维持落潮输沙优势, 以达到提高航道水深并减少维护疏浚的目的。美国密西西比河西南水道的治理经过了多次反复, 不断修建和完善了整治建筑物工程平面布置, 逐步达到了预期目标水深。1863 年荷兰开始整治莱茵河, 开挖鹿特丹新水道并建设了 2 条导堤。美国哥伦比亚河口于 1964 年和 1965 年修复了长 10.6 km 的南导堤和长 4 km 的北导堤, 从口门经上游到波特兰港长 165 km 的航道, 通过整治和疏浚, 于 1977 年达到 12.2 m×183 m 的要求尺度, 但入口处年平均维护疏浚量仍为 340 万 m<sup>3</sup>。可见, 在河口航道治理中, 整治与疏浚相结合已成为普遍采用的手段。

5) 重视航道建设与河口综合治理相结合。

河口航道工程应作为河口综合治理的一部分, 与其它工程结合进行。二战后, 一些国家已开始注意城市建设、河口航运、水利、防灾减灾、滩地开发利用和湿地生态等多目标综合规划和开发的重要性, 采取有效措施, 综合治理河口, 认真处理好港口航道建设与城建、水利、围垦、环境等之间的矛盾。其中不乏成功的例子, 例如莱茵河口的三角洲工程, 原计划在东谢尔德河通道上

筑大堤封堵, 后经过详细论证, 改为建设 64 孔每孔宽 40 m 的挡潮闸, 有效的保护了河口生态环境; 卢瓦尔河口在浚深航道时, 将受污染的疏浚土弃置在专门建造的蓄泥坑内以防止对环境的二次污染。

近几十年来, 国内的河口治理也越来越重视河口的综合治理与开发, 典型的例子就是长江口综合整治开发规划(2004 年)的编制与实施, 综合考虑了航道工程与建设水利、河势控制、城市交通、临港工业、水土资源利用、环境和生态保护等, 河口综合治理治理代表了今后的发展方向。

## 4 国内外已有河口治理经验对长江口航道治理的启示

### 4.1 整治与疏浚相结合

国内外已有河口治理经验表明: 对于来沙量大的河口, 仅靠单一疏浚手段难以成功, 必须依靠整治为主, 辅以疏浚。对长江口而言, 长江口来水来沙量大、径流和潮流作用强, 长江口深水航道治理必须采用整治与疏浚相结合, 在整治建筑物调整流场、改善地形的条件下, 辅以疏浚达到和维护目标水深。

### 4.2 多手段多方案研究制定合理方案

大型河口治理的难度极大, 涉及动力、泥沙、地形地貌等多种因素之间复杂的相互作用, 加之整治建筑物一旦实施, 很难更改、更不能轻易废弃。因此, 为了制订合理的治理方案, 必须下大力气进行深入的调查研究, 开展多方案试验论证和理论分析, 力争将工程决策风险降到最小程度。长江口整治采用现场测验、物理模型试验、数学模型计算、卫星遥感图片分析、室内资料分析研究等手段, 对整治技术进行了多方案比选和深入研究。制定出采用中水位整治, 以宽间距双导堤加长丁坝群稳定北槽南北边界, 发挥“导流、挡沙、减淤”功能的整治建筑物总平面治理方案, 以调整北槽流场, 利用落潮优势挟沙入海, 减少航道回淤量, 辅以疏浚, 形成深水航道。

### 4.3 工程建设期间须加强现场观测和动态管理

由于工程建设前期很难全面预见工程实施过程中可能出现的新的变化,因此,组织工程建设必须实施严格的现场监测和动态管理,不断深化对工程水沙环境相互影响的规律性认识,及时反馈到模型试验中,优化设计及施工方案,力争避免工程失误和损失,确保工程顺利进行。长江口深水航道治理工程实施的动态管理具体做法是:在工程实施的全过程中,均需以稳定河势为中心,以确保稳定地获得航道水深为目标,严密监测整体河势和整治建筑物推进及航槽疏浚过程中河床的局部变化,监测流场及河槽的冲淤变化;及时利用数学、物理模型进行验证和研究,科学、适时地对工程做出必要的设计变更,调整施工方案和施工计划,以保证工程顺利实施和整治目标水深的实现。

## 5 结语

1) 国内外河口航道治理经验表明:大河河口航道的治理难度大、周期长;拦门沙航道的治理是关键;不同河口水文泥沙特性千差万别,治理方案需因地制宜;在河口航道治理中,整治与疏浚相结合已成为普遍采用的手段,而且多数以整治为主;重视航道建设与河口综合治理相结合。

2) 长江口航道整治过程中借鉴的国内外经验主要有:长江口深水航道治理必须坚持整治与疏浚相结合,在整治建筑物调整流场、改善地形的条件下,辅以疏浚达到和维护目标水深。长江口航道整治技术进行了多方案比选和深入研究,创新地提出了稳定南北槽分流口、采用中水位整治,以宽间距双导堤加长丁坝群稳定北槽南北边界的方案。长江口整治工程期间确立了对工程实施动态管理的原则,制订了一整套动态管理的制度并得到有效执行,有效地把握和控制住了建设期内北槽河势的变化,保障了整治建筑物的稳定。

3) 长江口深水航道整治工程已经取得显著效果,但是维护工程量较大,受自然条件及其它开发工程影响大,必须不断深化对河口水沙运动规律的认识,突破创新,才能取得成功。

### 参考文献:

- [1] 吴因.国内外潮汐河口治理概况及动向[J].水利水运科技情报,1978(4):9-35.
- [2] 黄胜.美国密西西比河口治理及主要经验[J].人民黄河,1986(1):68-69.
- [3] 罗肇森.美国西海岸两河口治理的经验[J].海洋工程,1983(4):83-86.
- [4] 董光鉴,杨庆钰,蒋礼平.联邦德国河口治理考察报告[J].海河水利,1984(1):10-18.
- [5] 阎新兴,蔡嘉熙.马来西亚达道河口地貌特征及河口治理研究[J].水道港口,2002(2):73-76.
- [6] 童国庆.美国加州卡弗德河口治理规划[J].水利电力科技,2008(1):48-48.
- [7] 金元欢.国内外河口分类研究进展[J].海洋通报,1988(2):103-110.
- [8] 金元欢,沈焕庭,陈吉余.中国入海河口分类刍议[J].海洋与湖沼,1990(2):132-143.
- [9] 高安泽.中国水利百科全书著名水利工程分册[M].北京:中国水利水电出版社,2004.
- [10] 南京水利科学研究所长江口试验研究小组.河口港航道治理实例[J].水利水运科技情报,1975(1):43-86.
- [11] 刘宁.我国河口治理现状与展望[J].中国水利,2007(1):34-38.
- [12] 窦希萍,罗肇森.潮汐河口治理研究[J].中国水利,2007(1):39-42.
- [13] 吴明阳,刘汉波,杨树森.辽河口的治理[J].港口工程,1997(2):7-11.
- [14] 潘桂娥.辽河口演变分析[J].泥沙研究,2005(1):57-62.
- [15] 张明,郝品正,冯小香,等.辽河口三角洲前缘岸滩演变分析[J].海洋湖沼通报,2010(3):142-148.
- [16] 杨树森,韩西军.辽河口西水道河床演变分析[J].水道港口,1991(3):26-32.
- [17] 房秀芳.海河流域河口治理中的泥沙问题与遥感技术[J].海河水利,1995(6):31-32.

- [18] 韩清波.海河口治理方式初探[J].港工技术, 2005(1): 8-9.
- [19] 康福贵, 史福全.海河流域主要入海河口治理规划[C]//中国水利学会, 中国海洋学会.中国江河河口研究及治理、开发问题研讨会论文集.北京: 中国水利水电出版社, 2002: 113-115.
- [20] 王文生, 韩清波, 王永军.海河口淤积原因及治理方式探讨[C]//中国水利学会.中国水利学会 2002 学术年会论文集.北京: 中国水利水电出版社, 2002: 88-90.
- [21] 黄建维, 张金善.我国河口挡潮闸闸下淤积综合治理技术[J].泥沙研究, 2004(3): 46-53.
- [22] 朱治.甌江口河床演变与整治措施研究[D].杭州: 浙江大学, 2011: 11-14.
- [23] 陈丽棠, 吕忠华.珠江河口治理[J].水利水电技术, 2000(1): 41-44.
- [24] 段黎星.珠江河口治理战略框架研究[J].人民珠江, 2007(1): 7-9.
- [25] 何用, 胡晓张.珠江河口治理规划方案下伶仃洋泥沙运动及冲淤演变规律分析[J].人民珠江, 2010(6): 21-24.
- [26] 李粤安.关于珠江河口整治的初步研究[C]//中国水利学会, 中国海洋学会.中国江河河口研究及治理、开发问题研讨会论文集.北京: 中国水利水电出版社, 2002: 51-54.
- [27] 王秋生.关于珠江河口的规划与治理[C]//中国水利学会, 中国海洋学会.中国江河河口研究及治理、开发问题研讨会论文集.北京: 中国水利水电出版社, 2002: 44-49.
- [28] 王秋生.珠江河口治理[J].人民珠江, 2006(6): 1-3.
- [29] 水利部珠江水利委员会.珠江河口综合治理规划[R].广州: 水利部珠江水利委员会, 2010: 41-44.
- [30] 姜海萍, 王大魁, 汪德燿.磨刀门河口治理工程环境影响的回顾评价[J].河海大学学报: 自然科学版, 2002(6): 67-69.
- [31] 陈吉余.钱塘江河口治理的成就与展望[J].地理研究, 1997(2): 53-57.
- [32] 戴泽衡, 李光炳.钱塘江河口治理开发的回顾与展望[J].东海海洋, 1989(1): 10-15.
- [33] 韩曾萃, 李光炳, 戴泽衡.钱塘江河口治理规划及实践[J].水利规划, 1997(3): 31-35.
- [34] 何震洲.钱塘江河口闻堰险段治理效果分析[D].杭州: 浙江大学, 2012.
- [35] 潘存鸿, 符宁平.钱塘江河口治理回顾[J].水利水电科技进展, 1999(4): 43-46.
- [36] 潘存鸿, 韩曾萃.钱塘江河口治理与科技创新[J].中国水利, 2011(10): 19-22.
- [37] 潘存鸿, 史英标, 尤爱菊.钱塘江河口治理与河口健康[J].中国水利, 2010(14): 13-15.
- [38] 宣伟丽, 郭京.钱塘江河口治理实践的回顾[C]//中国水利学会, 中国海洋学会.中国江河河口研究及治理、开发问题研讨会论文集.北京: 中国水利水电出版社, 2002: 81-84.
- [39] 韩其为.对河口治理中几个问题的看法[C]//中国水利学会, 黄河研究会.黄河河口问题及治理对策研讨会专家论坛论文集.郑州: 黄河水利出版社, 2003: 141-154.
- [40] 李广雪, 魏合龙, 成国栋, 等.黄河口近期环境演变与河口治理[J].地理学报, 1996(2): 182-189.
- [41] 李远发, 武彩萍, 王德昌, 等.黄河河口治理措施分析[J].水利水电技术, 2007(10): 21-23.
- [42] 孟祥文, 高立国.黄河河口治理工程综述[J].治黄科技信息, 2007(6): 16-17.
- [43] 索丽生.黄河河口治理中的若干关系[J].中国水利, 2003(8): 6-7.
- [44] 曾庆华.黄河河口演变规律及整治措施[C]//中国水利学会, 中国海洋学会.中国江河河口研究及治理、开发问题研讨会论文集.北京: 中国水利水电出版社, 2002: 41-44.
- [45] 陈吉余.论长江河口治理[J].科技导报, 1993(3): 56-58.
- [46] 陈吉余, 沈煊庭.有关长江河口治理的几个关键性问题[J].海洋科学, 1983(2): 1-5.
- [47] 袁丽兰.我国河口航道整治措施探讨[J].中国水运, 2010(4): 21-26.
- [48] 肖斌.浅析河口航道工程整治措施[J].黑龙江水利科技, 2013(9): 10-13.