

# 近代海河治理与河道冲淤变化研究

王长松<sup>†</sup> 陈然

对外经济贸易大学公共管理学院, 北京 100029; <sup>†</sup> E-mail: wangchs@126.com

**摘要** 依据海河工程局 1892—1943 年的水文观测数据等档案资料, 从人地关系的视角分析河道的冲淤变化, 发现人类活动产生较大的作用, 而潮差和径流量是影响河道深度变化的主要因素。研究结果有利于今天维护海河泄洪防洪的功能。海河的治理过程是传统水利向现代水利的转型阶段, 在中国水利史上具有重要的历史意义。

**关键词** 泥沙淤积; 海河治理; 河道冲淤变化; 人地关系

**中图分类号** K901

## Haihe Conservancy and Temporal-Spatial Variation of the Channel in Modern Times

WANG Changsong<sup>†</sup>, CHEN Ran

School of Public Administration, University of International Business and Economics, Beijing 100029;

<sup>†</sup> E-mail: wangchs@126.com

**Abstract** The temporal-spatial variation of the channel was studied on the basis of Haihe Conservancy Board's hydrological observation data in 1892–1943. It was found that the Haihe suffered influence by human activities, and the tidal range and runoff was the main factors influencing the channel depth. This was important historical significance of man-land relationship, what showed a transformation phase from traditional water conservancy to contemporary water conservancy.

**Key words** sedimentation; Haihe conservancy; temporal-spatial variation of the channel; man-land relationship

海河是自然和人为双重作用下的典型河道, 充分展现了人类与自然相互作用的过程。近代时期, 天津港位列中国第二大港口, 促使天津成为北方经济中心和门户城市。但是, 海河并不是理想的航道, 春冬季节, 水量微弱不能载舟, 而夏秋季节, 洪水频仍, 泥沙淤积。为了维持港口的繁荣, 中外水利机构(如海河工程局、顺直水利委员会、整理海河委员会、华北水利委员会等)不断采取各项措施, 以保障航道的通畅。同时, 港口吞吐量的增长与海河航道日趋窘迫的状况, 促使市内港日渐衰落、河口外塘沽新港的兴起。至 1958 年, 河口处建防潮闸, 海河水系上游纷纷兴建水库, 最终结束了海河

航道的使命。

近代时期是人为影响海河河道最频繁的阶段, 研究人为治理海河过程对河道冲淤变化的影响, 具有重要的历史与现实意义。现今的海河河道虽然不是自然的状态, 但了解河道冲淤变化的规律, 更有利于维护泄洪防洪的功能。

### 1 文献回顾与资料来源

由于天津在中国近代的特殊地位, 国内外学者一直十分关注海河的环境变化。早在 1920 年代, Basmussen<sup>[1-2]</sup>根据各租界当局资料以及日记、笔记和采访外国居民, 研究了天津城市的成长过程,

记录了海河航运与航道治理方面的情况,是十分珍贵的资料。《天津水灾志》<sup>[3]</sup>记载了天津地区的水灾泛滥、治理和社会救济情况,都是研究当时天津洪涝灾害的重要资料。

近年来,学者们也开始对近代海河的治理进行梳理和审视。例如,李明珠<sup>[4]</sup>研究了 1917 年天津洪水泛滥、赈灾以及灾后河流整治工程;李华彬<sup>[5]</sup>介绍了海河治理与港口发展历程;冯国良等<sup>[6]</sup>介绍了列强控制下的海河工程局、海河治理的工程措施方法,总结了海河治理的历史经验;许景新<sup>[7]</sup>研究了近代以来海河口治理的历程,介绍 1958 年海河海口建防潮闸之前与之后不同的治理特点。《天津航道局史》<sup>[8]</sup>阐述了 1897—1936 年海河工程局的建立、挖淤、裁弯取直、大沽沙航道疏浚等海河治理措施。

上述文献基本上从史学视角研究海河与城市的关系、海河的洪涝灾害、海河航运与河道治理措施等,为本文从人地关系视角探讨人与自然相互作用的过程奠定了基础。本研究的数据主要依据海河工程局的水文观测数据,包括航道深度、含沙量、潮差和流量,其中,海河含沙量自 1892 年开始记录,1902 年开始记录天津市内潮差,1904 年开始记录河口潮差,1928 年开始记录特一区(原德国租界)码头径流量和航道深度值。本文选取海河三段航道,分别是上游段(金汤桥至租界码头)、河口段(大沽至深穴)和大沽沙坝航道,研究人为作用下的河道冲淤变化。

## 2 海河治理过程

### 2.1 闭塞支渠工程

为解决海河水患,运河及海河干流在清朝已开凿支渠,减河虽起到排泄洪水的作用,但也分流海河的水量,降低潮水位,对航运影响不利。至清朝末期,能够使用的减河主要是金钟河,循陈家沟引河旧迹,过塌河淀南,东趋入蓟运河,至北塘入海。

1898 年,海河工程局开展改善海河航运计划,首先在减河上建造水闸,避免分泄海河水量,分别是金钟河上的陈家沟水闸、军粮城水闸和西沽水闸,并于 1900 年竣工。陈家沟水闸 10 天之内港内水位上涨 0.6 m,增加了 65% 的海河水量<sup>[9]</sup>。

### 2.2 裁弯取直工程

海河是蜿蜒型河道,曾经有数十个河湾,海河在裁弯取直之前的长度达 90 km,自天津至河口的直线距离是 48 km。海河有的河湾半径只有 122 m,远远小于轮船在内河航行所需最小弯道(半径约 610 m)。轮船在这样的河道中航行比较困难,尤其是在急转弯处经常与河岸发生碰撞,而且需要很长时间才能绕过河湾。

历次海河裁弯取直工程如图 1 所示。1901—1923 年,海河工程局主持了 5 次裁弯取直工程。第一段裁弯:挂甲寺—杨庄(1901—1902 年);第二段裁弯:下河圈—何庄(1901—1902 年);第三段裁弯:杨家庄—邢庄(1903—1904 年);第四段裁弯:赵北庄—东泥沽(1911—1913 年);第五段裁弯:下河圈—卢庄(1921—1923 年)。1918 年,顺直水利委员会

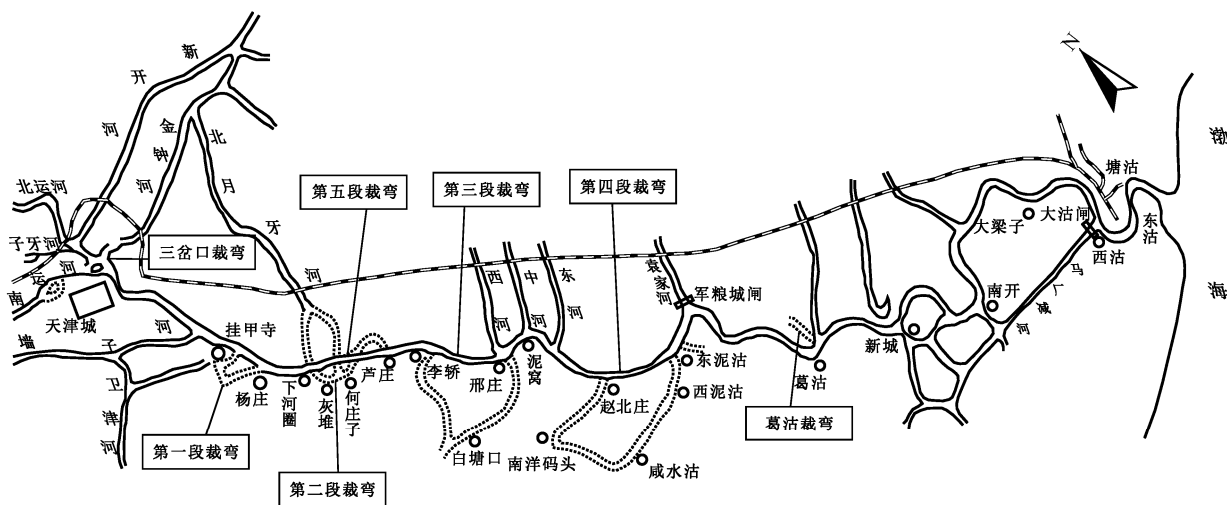


图 1 历次海河裁弯取直工程  
Fig. 1 Haihe River cutoff projects in the past time

主持三岔口裁弯取直工程。1941—1945年,日伪建设总署主持葛沽裁弯取直工程。海河河道长度大为缩减,海河干流自金刚桥起至大沽口长74 km,航行时间可减少1小时,海轮可乘潮水抵津,通航船舶吃水量大增,一般为4.5~5.0 m,最大为5.5 m<sup>[6]</sup>。

### 2.3 海河河道的疏浚工程

海河经裁弯取直后航运条件得到巨大的改善,但市内港、大沽口航道和河湾处仍然经常淤积。1902—1948年,海河工程局在租界段航道内,利用挖泥船进行清淤,清淤总量达到15139577 m<sup>3</sup>。海河工程局将大部分淤泥吹填租界洼地,为城市建设奠定了基础。

在河口外变化靡常的大沽口航道,海河工程局也先后使用各种型号的挖泥船进行清淤航槽,但是在不稳定的航道上进行挖泥工作收效甚微,因强风暴的影响,其设计的河口外永久航道也遭失败。直到1939年日军建设塘沽新港,在北导堤处建南防波堤,潮汐顺堤涨落,逐渐形成新深槽,至1949年选定为新航道,这才改变了大沽口外没有固定航道的状况。

虽然闭塞支渠工程、裁弯取直工程、河道与大沽口航道疏浚工程的实施对维持港口航运起到一定效果,但是只能对泥沙淤积起到缓解作用。根本办法是减少上游的输沙量,这便是防止洪水泥沙进入海河的海河放淤工程。

### 2.4 海河放淤工程

海河水系中永定河产沙量最大,平均年产沙量达 $9455 \times 10^4$  t,占全流域产沙总量的58.1%。海河工程局以1928年所测量的海河泥沙量推算,子牙河、北运河和永定河输送进海河的泥沙量之比约为1:2:4。永定河一次较严重的洪水过程,可以将海河河道淤高1~2 m。海河放淤工程,即在汛期将永定河洪水跨过北运河,再引入天津东北的塌河淀洼地沉淀泥沙,这样又改善了放淤区的盐碱土壤,所以海河放淤也就是永定河放淤。

1930年,整理海河委员会开始建设放淤工程,并于1932年成功进行首次放淤。此后,分别由整理海河善后工程处、华北水利委员会等水利机构承办和改造工程(图2)。海河放淤工程陆陆续续进行了23年,在1955年官厅水库建成后,永定河便停止放淤,“放淤总量为 $9358 \times 10^4$  m<sup>3</sup>,为1906年至1991年,共86年期间海河干流总疏浚量 $2600 \times 10^4$  m<sup>3</sup>的3.6倍”<sup>[10]</sup>,在很大程度上减少了输入海河

泥沙量,减轻了洪水对天津港口的威胁。

从各水利机构的管理范畴也能够看出海河治理理念的发展过程。海河工程局主要管理从金刚桥至河口外大沽沙坝的干流,每年例行清淤、撞凌,维护堤坝、码头,以及裁弯取直工程,等等。顺直水利委员会1918年成立,主要解决海河水系洪涝灾害,首次考虑打破行政区划,按河流流域统筹水利管理。整理海河委员会1929年成立,专门设计建设海河放淤工程。华北水利委员会1928年成立,管辖范围扩展至整个海河流域,业务包括雨量、流量、泥沙、潮汐等常规监测,还有各项河道工程、农田水利,以及港口设计建设,等等。

近代海河治理活动的首要目的是维持天津港口的繁荣,保障海河航道的通畅。通过上述中外水利机构对海河治理的各项工程,以1930年为界可分为两个阶段。前一阶段是海河工程局和顺直水利委员会主导的治理活动,主要针对海河干流进行增加流量、清淤挖泥、裁弯取直,虽然取得较大的效果,但仍属于治标工程,不能从根本上解决淤积问题。后一阶段则考虑到如何减少输沙量问题,主要是阻止永定河的输沙量。华北水利委员会之后又设计了永定河上游的太子墓水库和官厅水库,1955年官厅水库竣工和1958年海河口防潮闸竣工,才最终有效拦截了泥沙,阻止潮汐影响河道,但此时海河也结束了航道的使命。

## 3 海河河道冲淤变化

### 3.1 海河深度与含沙量、流量和潮差的对比分析

水文观测数据以大沽高程为基准,选取海河金汤桥至租界码头段、河口段和大沽沙坝航道进行对比分析,其中航道深度数据(表1)1928—1938年为每年11月记录,1939—1943年为每年10月份记录,海河10月和11月流量、含沙量和潮差变化不大,可计为一个时间段。这三段河道相对变化较大,可以看出海河冲淤变化的趋势。

流量数据为原德国租界码头中间第13号测点,在落潮前2小时观测,每月记载最大流量、最小流量和平均流量,取1928—1943年同期年均流量数据。天津市内河道潮差数据,1902—1918年在理船厅测站观测,1919年下移至2.90 km的海河工程局材料厂观测,涨潮时后者比前者低0.07 m,落潮时后者比前者低0.12 m。河口处潮差自1904年开始

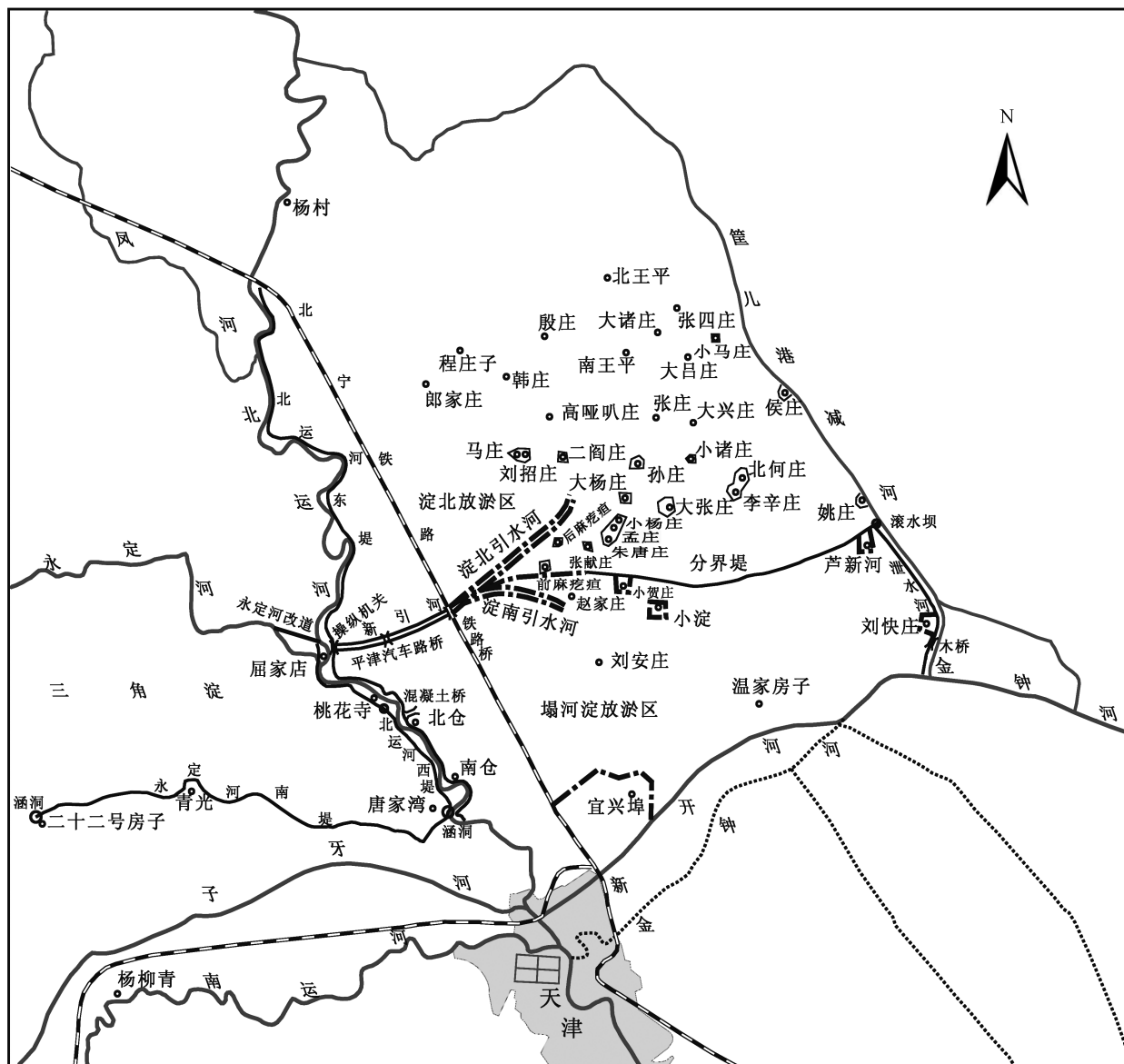


图 2 华北水利委员会海河放淤工程  
Fig. 2 Haihe River settling project of North China River Commission

记录, 测站为北炮台(表 2)。

如图 3 所示, 在海河工程局治理海河之前, 海河含沙量较大, 1897 年达到 51 年中最高值  $4.53 \text{ kg/m}^3$ , 1900 年闭塞海河支渠后, 海河流量增加, 含沙量减少。海河的裁弯取直工程也有助于流量的增加, 河水含沙量的变化渐趋平稳。但是, 1928 年永定河下游改道, 将大量泥沙输入海河河道, 年均含沙量上升到  $2.64 \text{ kg/m}^3$ , 海河放淤工程又减少了永定河的输沙量。各项海河治理工程对市内河道潮差影响很大, 尤其是 1918 年三岔口裁弯取直工程, 上游河道流量增加, 促使潮汐作用扩大, 到 1920 年潮差增加  $0.66 \text{ m}$ 。

1928—1932 年, 金汤桥至租界码头段河道的冲淤变化较大, 其中 1928 和 1931 年为淤积峰值, 1929 和 1932 年为冲刷峰值。1932 年海河放淤工程实施后, 又使海河河道深度增加, 至 1936 年基本上保持在  $4 \text{ m}$  左右的深度, 1937 年之后河道深度基本上保持在  $5 \text{ m}$  左右。

河口段和大沽沙坝航道呈现此冲彼淤的变化, 当河口段冲刷时大沽沙坝航道淤积, 反之, 河口段淤积则大沽沙坝航道处于冲刷状态, 而大沽沙坝航道基本上处于淤积状态。1928—1936 年, 金汤桥至租界码头段和河口段也具有此冲彼淤的特点, 但 1937 年之后则冲淤状态变化一致。河口段河道在 1932 年

表 1 1928—1943 年海河航道深度变化  
Table 1 Depth change of Haihe River channel in 1928-1943

年-月	航道深度/m			年-月	航道深度/m		
	金汤桥至租界码头	大沽至深穴	大沽沙坝航道		金汤桥至租界码头	大沽至深穴	大沽沙坝航道
1928-11	3.57	8.41	5.46	1936-11	3.99	6.07	5.12
1929-11	6.10	6.25	5.18	1937-11	5.27	6.61	4.02
1930-11	4.72	5.88	5.18	1938-11	5.00	6.89	4.72
1931-11	3.07	6.11	4.72	1939-10	5.33	8.23	3.87
1932-11	4.36	6.04	4.79	1940-10	5.24	6.34	5.09
1933-11	4.15	5.82	4.97	1941-10	5.12	6.37	6.28
1934-11	4.05	7.10	4.72	1942-10	5.00	6.00	6.25
1935-11	4.05	6.00	4.72	1943-10	4.88	5.73	6.10

说明: 资料来自海河工程局《1928 年—1943 年海河工程局报告书》。

表 2 海河年均含沙量、年均潮差和年均流量变化  
Table 2 Change of Haihe River's annual average sediment concentration, tidal range, and volume

年份	年均含沙量/ ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ )	市内年 均潮差/ m	河口年 均潮差/ m	特一区码头 年均流量/ ( $\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ )	年份	年均含沙量/ ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ )	市内年 均潮差/ m	河口年 均潮差/ m	特一区码头 年均流量/ ( $\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ )
1892	1.63				1918	0.92	1.07	2.10	
1893	2.41				1919	0.97	1.44	2.10	
1894	2.83				1920	0.68	1.73	2.19	
1895	3.28				1921	0.53	1.76	2.24	
1896	3.59				1922	0.63	1.57	2.19	
1897	4.53				1923	0.55	1.75	2.24	
1898	2.44				1924	0.53	1.29	2.24	
1899	1.06				1925	0.46	1.38	2.23	
1900	0.26				1926	0.54	1.82	2.22	
1901	0.50				1927	1.32	1.80	2.23	
1902	0.83	0.24			1928	2.64	1.33	2.17	179.30
1903	0.85	0.41			1929	0.91	1.04	2.19	348.30
1904	0.75	0.41	1.90		1930	0.47	1.43	2.09	232.70
1905	0.87	0.61	2.12		1931	1.60	1.33	2.12	179.30
1906	0.73	0.66	2.20		1932	1.86	1.12	2.12	232.90
1907	0.60	0.61	2.14		1933	1.41	1.02	2.12	277.50
1908	1.22	0.54	2.17		1934	1.34	1.02	2.11	247.36
1909	0.69	0.72	2.11		1935	0.45	1.14	2.13	195.27
1910	1.33	0.88	1.98		1936	0.88	1.27	2.08	165.40
1911	2.02	0.66	2.06		1937	1.28	1.12	2.17	283.00
1912	1.20	0.59	2.01		1938	0.45	1.08	2.14	338.33
1913	0.91	0.77	1.93		1939	0.38	1.12	2.03	387.75
1914	0.75	0.83	1.95		1940	0.12	1.71	2.14	300.75
1915	2.12	1.12	1.97		1941	0.44	1.99	2.15	242.75
1916	1.66	1.37	2.06		1942	0.47	1.94	2.14	244.00
1917	0.93	0.70	1.97		1943	0.58	1.98	2.09	231.36

说明: 资料来自《1928 年—1943 年海河工程局报告书》。

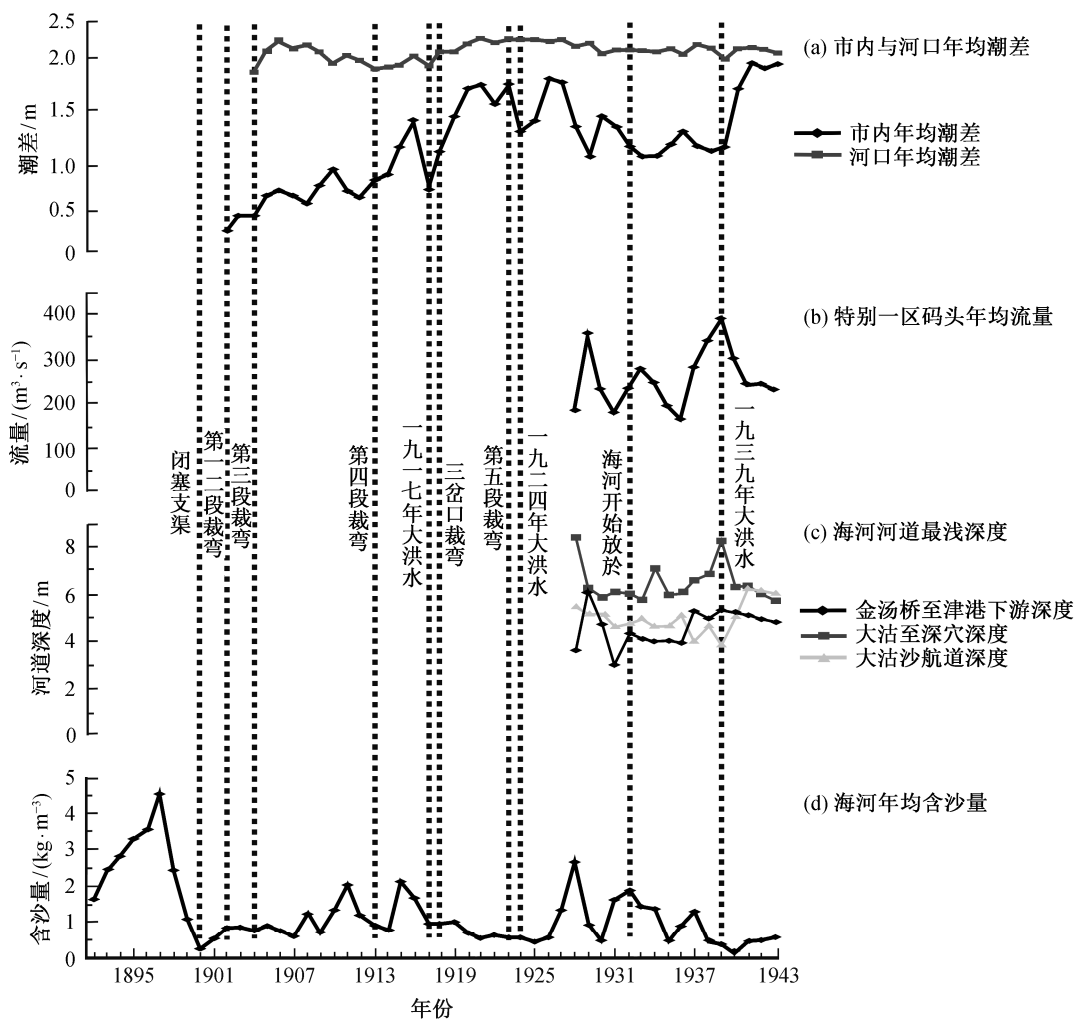


图 3 河道深度与年均含沙量、流量和潮差变化对比  
 Fig. 3 Comparison between channel and annual average sediment concentration, tidal range, and volume

之前与含沙量走势一致,说明在放淤工程之前永定河汛期流量增大将大量泥沙冲积到河口段;1932年放淤工程之后,上游来沙减少,则与流量走势趋一致。大沽沙航道与流量走势相反,上游流量增大时处于淤积状态,上游流量减少时处于冲刷状态。上游和大沽沙坝航道基本上表现出上冲下淤、上淤下冲的趋势。

### 3.2 上游河道深度与流量、含沙量、潮差的相关关系分析

河道深度变化与流量、含沙量和潮差有一定的相关性。选取 1928—1943 年连续 16 年的年均流量、年均含沙量、市内年均潮差和金汤桥至津港下游最浅深度数据,利用 SPSS 18.0 数据处理平台进行多元线性回归分析(表 3~7)。

通过逐步法发现年均含沙量与其他变量存在共

线关系,将其排除,金汤桥至津港最浅深度为因变量,年均流量、市内年均潮差为自变量。 $R^2 = 0.737$ ,  $DW = 1.966 > 1.54$  通过检验,  $t = 2.539 > 2.160$  通过检验,  $F = 18.246 > 2.515$  通过检验,容许度  $Tol = 0.945$  可以接受,建立二元线性回归模型:

$$y = 0.857 + 0.10x_1 + 0.809x_2,$$

其中,  $y$  表示金汤桥至津港最浅深度,  $x_1$  表示特别一区码头年均流量,  $x_2$  表示市内年均潮差。

## 4 结语

### 4.1 海河河道冲淤变化规律

1928—1943 年间,河口段和大沽沙坝航道基本上是此冲彼淤相对变化,即河口段冲刷时大沽沙坝航道淤积,河口段淤积时则大沽沙航道处于冲刷状态。1928—1936 年,金汤桥至租界码头段和河口段

表 3 已排除的变量  
Table 3 Variables entered/removed

模型	变量	Beta In	t	Sig.	偏相关	共线性统计量		
						容差	VIF	最小容差
1	年均含沙量	-0.322 <sup>a)</sup>	-1.905	0.079	-0.467	0.827	1.210	0.827
	市内年均潮差	0.371 <sup>a)</sup>	2.539	0.025	0.576	0.945	1.058	0.945
2	年均含沙量	-0.149 <sup>b)</sup>	-0.786	0.447	-0.221	0.578	1.732	0.578

注: a) 模型中的预测变量, 包括常量和特一区码头年均流量; b) 模型中的预测变量, 包括常量和特一区码头年均流量和市内年均潮差。  
说明: 因变量为金汤桥至津港最浅深度。VIF 为方差膨胀因子。

表 4 共线性诊断  
Table 4 Collinearity diagnostics

模型	维数	特征值	条件索引	方差比例		
				常量	特一区码头年均流量	市内年均潮差
1	1	1.972	1.000	0.01	0.01	
	2	0.028	8.352	0.99	0.99	
2	1	2.913	1.000	0.00	0.01	0.01
	2	0.072	6.368	0.00	0.36	0.41
	3	0.015	13.823	1.00	0.64	0.58

说明: 因变量为金汤桥至津港最浅深度。

表 5 模型汇总  
Table 5 Model summary

模型	R	R <sup>2</sup>	调整 R <sup>2</sup>	标准估计误差	DW 值
1	0.779 <sup>a)</sup>	0.607	0.579	0.50138	
2	0.859 <sup>b)</sup>	0.737	0.697	0.42544	1.966

注: a) 预测变量包括常量和特一区码头年均流量; b) 预测变量包括常量、特一区码头年均流量和市内年均潮差。  
说明: 因变量为金汤桥至津港最浅深度。

表 6 方差分析  
Table 6 Anova

模型		平方和	df	均方差	F	Sig.
1	回归	5.439	1	5.439	21.635	0.000 <sup>a)</sup>
	残差	3.519	14	0.251		
	总计	8.958	15			
2	回归	6.605	2	3.303	18.246	0.000 <sup>b)</sup>
	残差	2.353	13	0.181		
	总计	8.958	15			

注: a) 预测变量包括常量和特一区码头年均流量; b) 预测变量包括常量、特一区码头年均流量和市内年均潮差。  
说明: 因变量为金汤桥至津港最浅深度。

表 7 系数  
Table 7 Coefficients

模型	非标准化系数		标准系数		t	Sig.	相关性			共线性统计量	
	B	标准误差	试用版				零阶	偏	部分	容差	VIF
1	常量	2.219	0.531		4.179	0.001					
	特一区码头年均流量	0.009	0.002	0.779	4.651	0.000	0.779	0.779	0.779	1.000	1.000
2	常量	0.857	0.701		1.223	0.243					
	特一区码头年均流量	0.010	0.002	0.866	5.924	0.000	0.779	0.854	0.842	0.945	1.058
	市内年均潮差	0.809	0.319	0.371	2.539	0.025	0.168	0.576	0.361	0.945	1.058

说明: 因变量为金汤桥至津港最浅深度。

也具有此冲彼淤特点, 但 1937 年之后则冲淤状态变化趋于一致。主要原因在于 1936 年后海河放淤工程发挥了作用, 拦截了永定河大量的洪水泥沙。大沽沙坝基本上处于淤积状态, 大沽沙航道有逐渐向南摆动的趋势, 如 1939 年大洪水过后, 原来航道淤满, 水流向南冲刷一新航道, 经日常挖泥维护, 深度在 6~7 m 之间。

#### 4.2 海河治理经验

近代海河不具备优良航道的条件, 海河的各项治理措施与工程主要是为了维持天津港口的繁荣。海河工程局只考虑海河干流的治理, 包括闭塞支渠、裁弯取直、挖泥清淤等措施。顺直水利委员会、整理海河委员会和华北水利委员会开始考虑海河上游问题, 采取了增加海河水源工程、拦截永定河洪水泥沙的海河放淤工程。

华北水利委员会从整个海河流域考虑制定了一系列的治理规划, 包括《海河治本治标计划大纲》、《永定河治本计划》、《独流减河入海计划》、《整理箭杆河和蓟运河计划》、《子牙河泄洪水道计划》、《河北省治河计划书》以及官厅水库设计勘查工作、农田灌溉计划与试验、北方大港设计勘查工作等等。这些规划和勘查试验工作为 1949 年以后的海河流域综合治理奠定了重要基础。

#### 4.3 人地关系经典过程

近代时期海河河道冲淤变化表现了人与自然相互作用的典型过程。海河河道淤积是天津港发展的最大障碍之一, 中外水利机构不断开展治理工程与措施, 最终海河河口建防潮闸, 上游营建水库, 开

挖人工航道, 海河自然状态基本上消失, 天津港也完全成为人工港口。这个过程是传统水利向现代水利的转型阶段, 在海河水利史中无法逾越, 在中国水利史上也具有重要的历史意义。

#### 参考文献

- [1] Basmussen O D. The growth of Tientsin. Tientsin: Tientsin press, 1924
- [2] Basmussen O D. Tientsin: an illustrated outline history. Tientsin: Tientsin press, 1924
- [3] 本间部队本部. 天津水灾志. 北京: 北京新民报社, 1940
- [4] 李明珠. 1917 年的大水灾: 天津与它的腹地 // 城市史研究(21 辑). 天津: 天津社会科学院出版社, 2002: 400-423
- [5] 李华彬. 天津港史(古、近代部分). 北京: 人民交通出版社, 1986
- [6] 冯国良, 郭廷鑫. 解放前海河干流治理概述 // 天津文史资料选辑. 天津: 天津人民出版社, 1982, 18: 25-38
- [7] 许景新. 海河口治理 // 黄胜. 中国河口治理. 北京: 海洋出版社, 1992: 127-138
- [8] 天津航道局. 天津航道局史. 北京: 人民交通出版社, 2000
- [9] Hai-Ho Conservancy Board. Hai-Ho Conservancy Board 1898-1919. Tianjin: The Tientsin Press, 1919: 16
- [10] 张相峰, 戴峙东. 对海河水系泥沙排放利用的认识. 海河水利, 1996(6): 40