

全球变化研究国家重大科学研究计划资助

Evolution and Cause Analysis
of Typical Coastal Zones
in China during the Last 50 Years

近50年我国典型海岸带 演变过程与原因分析

丁平兴 主编

王厚杰 孟宪伟 朱建荣 副主编



科学出版社

全球变化研究国家重大科学研究计划资助(2010CB951200)

近 50 年我国典型海岸带演变 过程与原因分析

Evolution and Cause Analysis of Typical Coastal Zones
in China during the Last 50 Years

丁平兴 主编

王厚杰 孟宪伟 朱建荣 副主编



科学出版社

北京

内 容 简 介

本书在大量实测资料 and 综合分析的基础上,定量给出了在人类活动和气候变化双重胁迫下我国近 50 年典型海岸带的演变过程和主要影响因子。全书共分四部分,第一部分介绍现代黄河三角洲、长江三角洲和废弃黄河三角洲冲淤演变过程与原因分析;第二部分介绍长江河口与珠江河口的盐水入侵演变过程与原因分析以及山东莱州湾海水入侵演变过程与原因分析;第三部分介绍长江河口生态系统、广西红树林生态系统和海南三亚湾珊瑚礁生态系统演变过程与原因分析;第四部分介绍黄河口及其邻近水域和长江口及其邻近水域渔业资源结构演变过程与原因分析。

本书可供国家和地方有关决策部门,以及从事全球变化与环境演变、海岸带规划与管理、陆海相互作用及其生态与环境效应等专业的科研人员与高等院校师生和政府相关部门管理人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

近 50 年我国典型海岸带演变过程与原因分析 / 丁平兴主编. —北京: 科学出版社, 2013. 3
ISBN 978-7-03-036743-3

I. ①近… II. ①丁… III. ①海岸带—演变—研究—中国 IV. ①P737.172

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 033968 号

责任编辑: 许 健 / 封面设计: 殷 靓
责任印制: 刘 学

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

南京展望文化发展有限公司排版

上海锦佳印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2013 年 3 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2013 年 3 月第一次印刷 印张: 19 3/4

字数: 436 000

定价: 180.00 元

目 录

前言

第一部分 典型海岸冲淤演变过程与原因分析	1
提要	3
引言	5
第一章 现代黄河三角洲冲淤演变过程与原因分析	6
1.1 区域概况	6
1.2 黄河三角洲冲淤演变过程	7
1.3 黄河三角洲冲淤演变的主要原因	16
第二章 长江三角洲冲淤演变过程与原因分析	22
2.1 长江三角洲区域概况	22
2.2 长江三角洲冲淤演变过程	30
2.3 长江三角洲冲淤演变的主要原因	52
第三章 废黄河三角洲冲淤演变过程与原因分析	62
3.1 废黄河三角洲区域概况	62
3.2 废黄河三角洲冲淤演变过程	66
3.3 废黄河三角洲冲淤演变的主要原因	79
参考文献	82
第二部分 典型海岸带海水入侵演变过程与原因分析	91
提要	93
引言	95

第四章 长江河口盐水入侵演变过程与原因分析	98
4.1 区域概况	98
4.2 长江河口盐水入侵演变过程	104
4.3 长江河口盐水入侵演变的主要原因	106
第五章 珠江河口盐水入侵演变过程与原因分析	114
5.1 区域概况	114
5.2 珠江河口盐水入侵演变过程	118
5.3 珠江河口盐水入侵演变的主要原因	122
第六章 莱州湾海水入侵演变过程与原因分析	133
6.1 区域概况	133
6.2 莱州湾海水入侵演变过程	146
6.3 莱州湾海水入侵演变的主要原因	153
参考文献	171
第三部分 典型海岸带生态系统演变过程与原因分析	177
提要	179
引言	181
第七章 长江口生态系统演变过程与原因分析	184
7.1 长江口区域概况	184
7.2 长江口水域生态系统演变过程	186
7.3 长江口湿地生态系统演变过程	194
7.4 长江口生态系统演变的主要原因	198
第八章 广西典型红树林生态系统演变过程与原因分析	203
8.1 广西典型红树林区区域环境背景	203
8.2 广西典型红树林生态系统演变过程	207
8.3 广西红树林生态系统演变的主要原因	220
第九章 海南三亚湾珊瑚礁生态系统演变过程与原因分析	230
9.1 三亚湾珊瑚礁区环境背景	230

9.2 三亚湾珊瑚礁生态系统演变过程	231
9.3 三亚湾珊瑚礁生态系统演变的主要原因	233
参考文献	240
 第四部分 典型河口水域渔业资源结构演变过程与原因分析	249
提要	251
引言	253
 第 十 章 黄河口及其邻近水域渔业资源结构的演变过程与原因分析	256
10.1 渔业生物种类组成及优势种变化	256
10.2 渔业生物资源量变化	263
10.3 渔业生物多样性变化	275
10.4 渔业资源结构演变的主要原因	278
 第十一章 长江口及其邻近水域渔业资源结构的演变过程与原因分析	283
11.1 渔业生物种类组成及优势种变化	283
11.2 渔业生物资源量变化	288
11.3 渔业生物多样性变化	291
11.4 渔业资源结构演变的主要原因	292
参考文献	295

Contents

Foreword

Part I Erosion-sedimentation process and cause analysis of typical coastal zones	1
Abstract	3
Introduction	5
 Chapter 1 Erosion-sedimentation process and cause analysis of the modern Yellow River Delta	6
1.1 Regional Settings	6
1.2 Erosion-sedimentation process of the Yellow River Delta	7
1.3 Cause analysis of the erosion-sedimentation of the Yellow River Delta	16
 Chapter 2 Erosion-sedimentation process and cause analysis of the Yangtze River Delta	22
2.1 Regional Settings	22
2.2 Erosion-sedimentation process of the Yangtze River Delta	30
2.3 Cause analysis of the erosion-sedimentation of the Yangtze River Delta	52
 Chapter 3 Erosion-sedimentation process and cause analysis of the abandoned Yellow River Delta	62
3.1 Regional Settings	62
3.2 Erosion-sedimentation process of the abandoned Yellow River Delta	66
3.3 Cause analysis of the erosion-sedimentation of the abandoned Yellow River Delta	79
Reference	82

Part II Seawater intrusion evolution and cause analysis of typical coastal**zones 91**

Abstract 93

Introduction 95

Chapter 4 Saltwater intrusion evolution and cause analysis in the Yangtze**River Estuary 98**

4.1 Regional settings 98

4.2 Evolution of saltwater intrusion in the Yangtze River Estuary 104

4.3 Cause analysis of saltwater intrusion change in the Yangtze
River Estuary 106**Chapter 5 Saltwater intrusion evolution and cause analysis in the Pearl****River Estuary 114**

5.1 Regional settings 114

5.2 Evolution of saltwater intrusion in the Pearl River Estuary 118

5.3 Cause analysis of saltwater intrusion change in the Pearl River Estuary 122

Chapter 6 Seawater intrusion evolution and cause analysis along the Laizhou**Bay coast 133**

6.1 Regional settings 133

6.2 Evolution of seawater intrusion along the Laizhou Bay coast 146

6.3 Cause analysis of seawater intrusion change along the Laizhou
Bay coast 153

References 171

Part III Ecosystem evolution and cause analysis of typical coastal**zones 177**

Abstract 179

Introduction 181

Chapter 7 Ecosystem evolution and cause analysis in the Yangtze Estuary 184

7.1 Regional settings 184

7.2 Aquatic ecosystem evolution in the Yangtze Estuary 186

7.3	Wetland ecosystem evolution in the Yangtze Estuary	194
7.4	Cause analysis of ecosystem evolution in the Yangtze Estuary	198
Chapter 8	Typical mangrove ecosystem evolution and cause analysis in Guangxi	203
8.1	Regional settings	203
8.2	Typical mangrove ecosystem evolution in Guangxi	207
8.3	Cause analysis of typical mangrove ecosystem evolution in Guangxi	220
Chapter 9	Coral reef ecosystem evolution and cause analysis in Sanya Bay,	
	Hainan	230
9.1	Regional settings	230
9.2	Coral reef ecosystem evolution in Sanya Bay	231
9.3	Cause analysis of the coral reef ecosystem evolution in Sanya Bay	233
	References	240
Part IV	Fishery resource evolution and cause analysis in the typical	
	estuaries	249
	Abstract	251
	Introduction	253
Chapter 10	Fishery resource evolution and cause analysis in the Yellow River	
	Estuary and its adjacent waters	256
10.1	Fishery species composition and changes of dominant species	256
10.2	Changes in relative abundance of fishery resources	263
10.3	Changes in fishery species diversity	275
10.4	Cause analysis of fishery resource change	278
Chapter 11	Fishery resource evolution and cause analysis in the Yangtze River	
	Estuary and its adjacent waters	283
11.1	Fishery species composition and changes of dominant species	283
11.2	Changes in relative abundance of fishery resources	288
11.3	Changes in fishery species diversity	291
11.4	Cause analysis of fishery resource change	292
	Reference	295

第一部分

典型海岸冲淤演变过程与原因分析

近 50 年来,受气候变化和人类活动影响,我国海岸侵蚀严重。本部分选取现代黄河三角洲、长江三角洲以及苏北废弃黄河三角洲为典型研究区域,阐述近 50 年来我国典型海岸的冲淤演变过程,揭示海岸冲淤演变的主要原因,定量评价气候变化和人类活动对海岸冲淤演变的贡献。

1. 黄河三角洲。黄河三角洲冲淤变化显示:黄河三角洲岸线、水下三角洲和陆上三角洲冲淤变化过程存在空间上的差异性和时间上的阶段性。1976 年黄河尾闾河道由刁口流路改走清水沟流路,原来的刁口三角洲叶瓣由淤积转为侵蚀,并在现行河口区形成了整体向海淤进的清水沟三角洲叶瓣体,但近年来淤进速率显著降低,局部地区甚至出现侵蚀。黄河三角洲陆上部分地面沉降显著,沉降速率虽然由过去的平均 52 mm/a 降低为近年来的 13 mm/a,但局部地区仍可达 50 mm/a 以上。

现行三角洲叶瓣体的冲淤演变显著地受控于黄河入海泥沙量的变化,而据初步估算黄河入海泥沙量变化中气候变化贡献约占 30%,流域人类活动贡献约占 70%。三角洲其他区域的变化则主要受控于人类活动,如黄河入海流路的人工变迁以及三角洲岸线的人工防护等。由于黄河三角洲地面沉降显著,气候变化影响下海平面上升以及极端天气事件亦对三角洲冲淤演化有一定的影响。

2. 长江三角洲。长江三角洲冲淤演变亦呈显著的阶段性变化。近半个世纪长江口—杭州湾北岸岸线显著向海推进,其中崇明岛面积增加了 1 倍多,岸线向海推进约 10 km;长江三角洲前缘整体淤进,但淤进速率显著下降,其中崇明东滩的淤进速率由 1965~1990 年的 $4.2 \text{ km}^2/\text{a}$ 下降为 2006~2009 年的 $1.2 \text{ km}^2/\text{a}$ 。长江口外水下三角洲典型区域由 1958~1977 年的 68 mm/a 的快速淤积转换为 2004~2007 年的 45 mm/a 的显著侵蚀。

长江三角洲冲淤演化同时受气候变化和人类活动的影响,区域差异明显。三角洲岸线变化主要受控于近年来长江三角洲的围垦活动。而长江三角洲前缘冲淤演化与长江入海泥沙量的阶段性减少显著相关;长江入海泥沙的减少中,气候变化的贡献约占 10%,而流域人类活动的贡献约为 90%,即:近 10 年水下三角洲前缘出现的侵蚀中有气候变化的贡献,但其贡献可能不超过 10%。而气候变化引发的长江流域极端径流量事件以及台风事件对长江口河槽和开敞型潮间带湿地的演变有时产生深刻影响。长江三角洲区域人类活动,如围垦、深水航道双导堤工程、洋山港修建、采砂、种青等,对地貌冲淤演变亦有显著的影响。

3. 废黄河三角洲。废黄河三角洲在泥沙供给基本断绝的背景下发生冲淤演化,结合历史海图、历史资料和实测资料,主要分析了废黄河三角洲近 50 年来的岸线演变、等深线

变迁、沉积物粗化和岸滩冲淤演变。由于自然演化和人类活动的影响,废黄河三角洲的冲淤演化进入了新的冲淤演变时期。通过近 50 年的资料对比,废黄河三角洲沿岸修建的护岸工程减缓了岸线的侵蚀后退;经过一个世纪的侵蚀后,水下三角洲已被夷平,等深线内移现象依然存在,但迁移速度已经减缓;护岸工程虽然控制了岸线持续后退,但是却加剧了岸滩下蚀程度;沉积物粗化使得岸线性质发生变异。

废黄河三角洲的演变不仅与陆海相互作用的地貌动力和沉积动力环境有关,同时也与气候变化和人类活动有密切关系。气候变化引起的海平面上升和灾害对三角洲的演变也有重要的影响,尤其是海平面上升和风暴潮能加剧三角洲的侵蚀。人类活动叠加在自然演化之上,从整体上影响废黄河三角洲的冲淤演变。

气候变化与人类活动共同作用导致大河入海泥沙通量剧减,使我国海岸带,特别是大河三角洲区域,面临海岸侵蚀的严重威胁,对我国沿海经济社会可持续发展构成严峻的挑战。

海岸侵蚀导致海岸带土地资源减少,已经成为当前全球海岸带面临的普遍问题。除少部分构造上升的海岸以外,我国大部分粉砂和淤泥质海岸,尤其是黄河、长江和珠江等大型三角洲海岸都处于构造下沉阶段,面临严重的海岸侵蚀问题。由于黄河入海泥沙锐减,黄河三角洲已经处于全面蚀退,1996年以来平均蚀退速率达到 $7.2 \text{ km}^2/\text{a}$ 。2009年,南黄海连云港—射阳岸段的年侵蚀速率达到 13.2 m/a (中国海洋灾害公报,2009)。导致海岸侵蚀的主要因素有海平面上升、地面沉降、极端气候事件(如台风和风暴潮等)、流域和海岸带人类活动等。预测研究表明,海平面上升 100 cm 将导致长江三角洲海拔 2 m 以下的 1500 km^2 低洼地受严重影响或被淹没;如果海平面上升 30 cm ,渤海湾西岸将有 10000 km^2 的土地被淹没(周子鑫,2008)。随着未来气候变化和人类活动增强,我国海岸侵蚀将进一步加剧,海岸防护、城市安全、土地利用将面临严峻的挑战。

气候变化和人类活动导致的海岸侵蚀已经成为沿海国家政府、科学家和公众广泛关注的问题。例如,由于阿斯旺大坝建成后尼罗河入海径流和泥沙几乎断绝,导致尼罗河三角洲海岸侵蚀加剧;此外,由于三角洲沉积物的密实和人类活动影响,尼罗河三角洲产生显著的地面沉降,这些影响因子与海平面上升相叠加,对尼罗河三角洲海岸构成了严重的威胁(Stanley, 1988; Milliman et al., 1989)。Syvitski 等(2009)研究了全球三角洲所面临的风险以及人类活动对三角洲下沉的影响,指出流域内和海岸带人类活动导致河流入海泥沙通量快速减少、三角洲地面下沉,并与海平面上升共同作用,使得全球大河三角洲处于危险的境地。

本部分选取受全球变化影响敏感的黄河三角洲、长江三角洲和苏北海岸为重点研究区域,在前期大量研究工作的基础上,充分收集国内外相关的文献、研究报告和历史资料,经过综合分析和研究,系统总结这三个典型海岸带在不同时空尺度上的冲淤演化过程,从河流流域—河口—三角洲海岸的系统视角和不同的时空尺度来阐述导致典型海岸侵蚀的关键因素,全面分析引发海岸带冲淤演化的控制机理,并辨识人类活动和气候变化对海岸带冲淤演变的影响。

第一章 现代黄河三角洲冲淤演变过程与原因分析

1.1 区域概况

黄河为我国第二大河,是世界知名的高含沙量河流,以其水少沙多、水沙异源、时空分布不均匀等特征而著称。黄河多年平均入海泥沙量高达 10 亿 t 以上,在历史时期,其下游河道不断摆动变迁,注入黄海或渤海,发育了大型陆上三角洲和水下三角洲。自全新世中期以来,受气候变化和黄河流域人类活动的影响,黄河入海泥沙通量由 1.5 亿 t/a 快速升高至 10 亿 t/a,并且在过去的千年时间尺度上维持高泥沙通量。黄河中游河段流经黄土高原地区,支流带入大量泥沙,使黄河以世界上含沙量最高的河流而著称于世,最大年输沙量达 39.1 亿 t(1933)。黄土高原每年输送给黄河的泥沙占黄河全年输沙总量的 90% 以上,致使黄河成为世界上含沙量最大的河流。在下游,黄河自出孟津以后,就流动在华北冲积平原上,这段河道地面坡降陡然降低,河水流势平缓,河道宽浅,大量泥沙沉积于河床之上,导致泥沙淤积、河床加高,形成典型的“地上悬河”。

现代黄河三角洲是 1855 年黄河改道入渤海以来,所携带的大量泥沙在渤海快速沉积而形成的以宁海为顶点,北起套儿河口,南至支脉沟口,西至徒骇河,陆地面积约 5 000 余平方千米的扇形三角洲沉积体。黄河三角洲蕴藏着丰富的油气、盐卤、淡水、地热以及海洋生物与土地资源。其中石油、天然气、卤水已探明储量居全国海岸带之首,土地资源是我国东部沿海土地后备资源最多、农业开发潜力最大的地区之一。黄河三角洲处于环渤海经济圈和东北亚经济区内,具有一定的综合开发和可持续发展潜力。近 10 年来,黄河三角洲经济发展问题受到国家和地方政府的高度重视。在《中国 21 世纪议程优先项目计划》中,“黄河三角洲地区的资源开发与环境保护”被列为优先发展项目。在《山东省“九五”计划及 2010 年规划纲要》中,更明确地提出了加快实施黄河三角洲开发和“上山东”建设两大跨世纪工程战略。2009 年国务院通过了《黄河三角洲高效生态经济区发展规划》,表明黄河三角洲的开发已经上升为国家战略,黄河三角洲也必将成为山东省未来国民经济和社会发展的主要增长极。

最近 50 年来,随着黄河入海水沙通量的急剧减少,黄河三角洲正在或者已经发生系统性的调整。黄河入海泥沙快速减少,泥沙供应不足使得黄河三角洲造陆速率减缓,大部分海岸线由向海淤进逆转为向陆蚀退,同时由于三角洲沿岸海洋动力的影响,水下三角洲侵蚀,三角洲陆域面积减少,沿岸海堤安全级别显著降低,三角洲整体蚀退显著。由于三

角洲堆积体的自然沉降和人工干扰,陆上三角洲地面沉降显著,导致陆上三角洲地面高程降低,地面沉降、海平面上升的综合效应使得三角洲风暴潮灾害和海岸侵蚀灾害加剧。凡此种种,使得黄河三角洲海岸侵蚀成为黄河三角洲区域经济和社会发展面临的突出问题。

因此,有必要对 50 年来黄河三角洲的冲淤演化进行系统评估,查明现状,分析气候变化和人类活动的影响,揭示未来的变化趋势,并据此提出应对策略。

1.2 黄河三角洲冲淤演变过程

1.2.1 黄河三角洲海岸线演变

根据 1976 年以来的 LANDSAT 卫星遥感资料,提取平均高潮线作为海岸线,进行对比反映三角洲海岸线的变化过程。

三角洲岸线变化过程在空间上存在显著差异。1976 年黄河尾间河道由刁口流路改走清水沟流路,刁口河口入海泥沙截断,原来的刁口三角洲叶瓣由向海淤进转为向陆蚀退。在黄河海港以西的区域,由于缺乏有效的海岸防护,海岸线持续向陆蚀退,蚀退速率 0.3 km/a ,局部区域甚至更快;岸线后退的同时,伴随着水下三角洲的侵蚀。1976 年黄河由清水沟流路入海以来,形成了向东南方向延伸的清水沟三角洲叶瓣体,向海淤进速率高达 1.5 km/a ;1996 年 5 月,由人工改道,黄河改走清八叉河入海,形成向东北方向淤进的新生三角洲叶瓣体,淤积造陆速率也达到 $0.8 \sim 1.5 \text{ km/a}$,同时原清水沟流路叶瓣迅速向陆蚀退,蚀退速率为 $0.3 \sim 0.5 \text{ km/a}$ 。在刁口三角洲叶瓣和现行河口叶瓣之间的区域,由于孤东海堤防护作用,区间的三角洲海岸线无明显的变动。

1976 年以来,每隔 10 年的 LANDSAT 卫星数据清晰地显示了三角洲海岸线的时空变动过程。随着黄河入海泥沙的不断减少,现行河口叶瓣体的淤进速率在不断减慢,当入海泥沙通量低于维持局部平衡后,现行河口的海岸线也将向陆蚀退,整个三角洲的海岸线将整体向陆蚀退(图 1-1)。

1.2.2 黄河水下三角洲冲淤演变

通过收集 1976 年以来黄河三角洲沿岸测深断面数据(图 1-2),综合分析黄河水下三角洲的冲淤演化过程,揭示其时空分布特征。

黄河水下三角洲的演化具有以下特点:① 空间上不连续;② 时间上的阶段性。

首先,整个三角洲存在北部废弃刁口三角洲叶瓣冲刷、现行河口叶瓣冲淤的空间分布格局,中间区域(孤东区域)存在冲淤平衡带和冲淤转换区。1976 年黄河尾间河道改道清水沟流路以来,由于缺乏物源供应刁口流路水下三角洲持续侵蚀。1976~1996 年,刁口三角洲叶瓣前缘形成三个典型的侵蚀中心,最大侵蚀厚度为 8 m 左右,伴随着岸线不断向陆蚀退;而清水沟三角洲叶瓣体快速发育,不断向海淤进,形成水滴状的沉积体,沉积中心的最大沉积厚度为 14 m 左右。沿黄河海港向南,水下三角洲的侵蚀厚度逐渐变小;而由

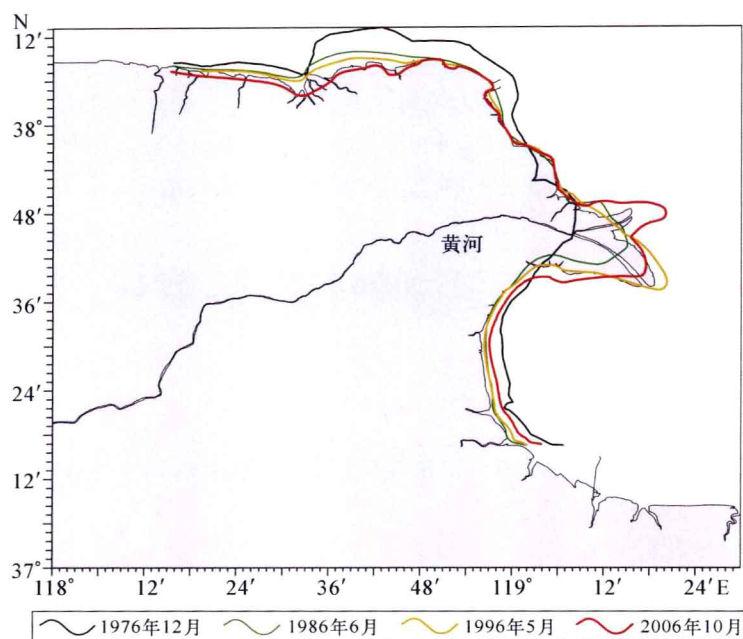


图 1-1 1976 年以来黄河三角洲岸线变化过程

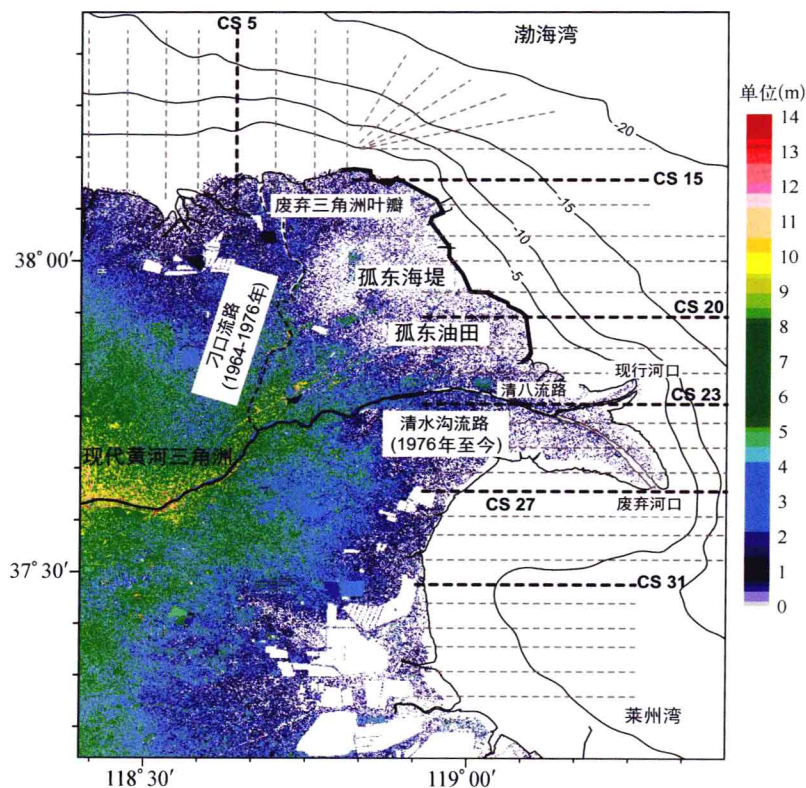


图 1-2 黄河三角洲滨海 36 测深断面位置图