

近 25 年营口浮渡河口湿地景观格局演变过程及驱动因素分析

闫吉顺¹,王鹏^{1,2,3},张连杰¹,于永海¹,刘晓璐¹

(1. 国家海洋环境监测中心 大连 116023;2. 河海大学港口海岸与近海工程学院 南京 210098;
3. 河海大学海岸灾害及防护教育部重点实验室 南京 210098)

摘要:文章通过提取 1992 年、2007 年、2017 年三期春季大潮营口浮渡河口遥感影像景观图斑,总结了近 25 年营口浮渡河口湿地景观格局演变过程,分析了演变的驱动因素。25 年间,受人类活动的影响,浮渡河口湿地景观格局出现破碎化现象,系统形成机制遭到破坏,造成河口沙坝—潟湖景观割裂和缩减,湿地生态系统已受到严重影响。对此,文章建议在深入理解浮渡河口湿地景观形成机制、规律及驱动因素的基础上,采取“源头管控”“河岸加固”“构筑物清理”的修复治理措施以恢复其形成机制,使河口湿地生态系统得到修复。

关键词:浮渡河口;湿地景观;沙坝—潟湖;河口湿地;景观格局

中图分类号:P901;P76 文献标志码:A 文章编号:1005-9857(2020)09-0076-06

Analysis on the Evolution Process and Driving Factors of Wetland Landscape Pattern in Yingkou Fudu Estuary in Recent 25 Years

YAN Jishun¹,WANG Peng^{1,2,3},ZHANG Lianjie¹,YU Yonghai¹,LIU Xiaolu¹

(1. National Marine Environmental Monitoring Center,Dalian 116023,China;2. College of Harbor,Coastal and Off-shore Engineering,Hohai University,Nanjing 210098,China;3. Key Laboratory of Coastal Disaster and Defence of Ministry of Education,Hohai University,Nanjing 210098,China)

Abstract:In this paper,remote sensing image landscape spots of Yingkou Fudu Estuary during the spring tides of 1992,2007 and 2017 were extracted to summarize the evolution process of wetland landscape pattern in that area in the past 25 years,and the driving factors of evolution were analyzed.In the past 25 years,due to the influence of human activities,the wetland landscape pattern in Fudu Estuary has been fragmented,and the formation mechanism of the system has been damaged,which has resulted in the fragmentation and reduction of the sandbar-lagoon landscape in

收稿日期:2019-12-07;修订日期:2020-08-25

基金项目:国家自然科学基金“多类型人活动影响下河口沙坝—潟湖动力地貌系统的受损机制与恢复能力研究”(51809052);海岸灾害及防护教育部重点实验室开放基金“河口沙坝—潟湖海岸环境因子变化及受损机理研究”。

作者简介:闫吉顺,助理工程师,硕士,研究方向为海洋生态环境空间规划与政策

通信作者:王鹏,副研究员,博士,研究方向为河口沙坝—潟湖动力地貌系统形成机制

the estuary, and the wetland ecosystem has been seriously affected. Therefore, this paper suggested that on the basis of a thorough understanding of the formation mechanism, rules and driving factors of the wetland landscape in Fudu Estuary, the restoration and management measures such as “source control”, “bank reinforcement” and “structure cleaning” should be adopted to restore the formation mechanism and the ecosystem of the estuary wetland.

Key words: Fudu Estuary, Wetland landscape, Sandbar-lagoon, Estuarine wetland, Landscape pattern

0 引言

随着“绿水青山就是金山银山”的治国理念深入人心,我国在环境治理和生态修复方面下大气力,逐见成效。河口湿地作为重要的生态系统,既有湿地的共性,又具有河口湿地的独特性,是受海陆双重作用形成的独特生态系统。在海岸防护、碳封存、污染物降解、气候调节、动植物栖息地提供以及文化教育等方面具有重要意义。然而,受气候变化、人类活动干扰等因素的影响,我国河口湿地生态系统结构和功能面临严重退化的风险。近年来,国家开展了众多针对河口湿地生态系统修复工作,并发布了一系列的政策文件。那么,充分理解河口湿地生态系统的长期演变过程、规律及其驱动机制不但是湿地生态修复理论研究的重要内容,也是实施湿地保护与修复工程的科学依据^[1-6]。

景观生态学研究的核心问题之一是景观空间格局、生态过程与尺度之间的相互作用,而景观格局的演变及其带来的生态效应是生态学家十分关注的问题^[7-8]。按照景观格局研究对象,可以将景观格局演变研究划分为湿地、区域流域、绿地公园、森林景观、休闲游憩区、自然保护区等^[9]。景观格局的演变是水环境变化的主要驱动力,土地覆被变化及人为扰动影响着河流水质、水文特征、分布格局、景观功能^[10-11],同时也影响流域之间在物质流、能量流等方面的交换与联系^[12-14]。研究景观格局方式较为常用的是结合遥感和GIS技术来进行分析,能够较好地研究较大尺度的景观格局空间结构^[15]。

本研究以营口浮渡河口湿地为研究对象,选取1992年、2007年、2017年3期遥感影像,在研究范围内提取不同类型景观图斑并分析25年间浮渡河口景观的演变过程。从自然因素和人类活动干扰

因素两个方面,对其发展规律和驱动因子进行分析。

1 研究区概况

浮渡河流域地理位置在 $39^{\circ}57'45''\text{N}$ — $40^{\circ}06'37''\text{N}$, $122^{\circ}18'44''\text{E}$ — $122^{\circ}56'46''\text{E}$ 。发源于辽宁省大连市瓦房店市东北部万家岭镇老帽山,中下游位于大连市境内,以浮渡河中下游为界,北为营口市盖州,南为大连市瓦房店市,最后在营口市盖州归州注入渤海。主要为山区、丘陵,山区局部山峦起伏,沟壑发育,植被较差,水土流失较重,是浮渡河泥沙的主要来源^[16]。

浮渡河流域地形总体呈南高北低,包含丘陵坡麓岗、河流谷地及海峡海滩3类地貌形态单元。丘陵坡麓段地形有起伏,上游高差较大,主要为灌木、果林和耕地,土层薄,以坡积成因碎石土、粉质黏土为主,局部地段见粉土,基岩裸露,为泥灰岩。其他地段地形变化舒缓,多已开垦为耕地,岩性为页岩、砂岩等沉积岩。河谷部位较为开阔,地势低矮,地形平坦,分布有旱田,下伏基岩为页岩、砂岩。海峡、海滩部位植被不发育,地层较单一,主要为淤泥质黏土,下伏基岩为泥灰岩。

2 近25年浮渡河口湿地景观格局演变过程

分析近25年浮渡河口湿地景观格局演变过程,首先应根据自然地理边界划定研究范围,以确定因子量变的尺度,进而研究不同景观图斑的演变过程。笔者认为当景观出现第一次断裂时发生了景观剥离现象,是受自然和人工相互干扰的综合结果。因此,本研究以河口湿地及近岸景观为研究重点,从河口处扩至东、南、西各3.5 km处,向海一侧至5 m等深处,如图1所示,范围为 $121^{\circ}54'35''\text{E}$ — $122^{\circ}01'00''\text{E}$, $40^{\circ}06'27''\text{N}$ — $40^{\circ}08'12''\text{N}$,面积2 997.79 hm²。

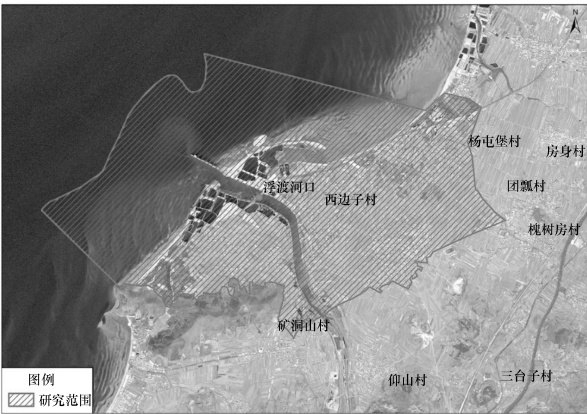


图 1 研究范围

需要指出的是为保障 3 期提出数据的统计口径和尺度的一致性,选用 1992 年、2007 年、2017 年 3 期春季大潮时的遥感影像,以水边线为水陆分界线。遥感识别发现,研究范围内 3 期景观图斑主要包括滨海湿地、沙坝、潟湖、沙滩、围海养殖池、填海造地、河口滩涂、河道、居民地、农田、人工绿地、自然绿地、裸地、其他用地和河口桥梁。景观图斑类型说明如表 1。

表 1 斑块类型识别信息说明

图斑类型	统计指标	备注说明
滨海湿地	面积、宽度、周长	范围:水边线至 5 m 等深线
沙坝	面积、长度、宽度、周长	海面以上河口沙坝
潟湖	面积、长度、宽度、周长	范围:沙坝与水陆交界线之间
沙滩	面积、长度、宽度、周长	海面以上裸露沙滩
围海养殖池	面积、周长	人工堤坝圈围范围
填海造地	面积、周长	因侵占湿地而建成的陆地,不包含裸地
河口滩涂	面积、周长	河口处泥质滩涂
河道水系	面积、长度、宽度、周长	—
居民地	面积、周长	—
农田	面积、周长	—
人工绿地	面积、周长	人工种植形成的草地、灌木丛或林地

续表

图斑类型	统计指标	备注说明
自然绿地	面积、周长	自然形成的草地、灌木丛或林地
裸地	面积、周长	裸露未利用的土地
其他用地	面积、周长	包括工业用地、养殖基础设施用地、办公用地等
河口桥梁	面积、宽度、周长	—

1992 年研究范围内陆域基本呈现自然状态,自然绿地主要集中在河道南岸,裸地、居民地和农田主要集中出现在河道北岸。其中,自然绿地面积为 429.71 hm²,裸地面积为 514.47 hm²,居民地面积为 246.75 hm²,农田面积为 278.18 hm²。

河道两侧及近岸海域同样基本保持自然状态,包括滨海湿地、沙坝、潟湖、沙滩、围海养殖池、河口滩涂、河道水系,滨海湿地面积较大,围海养殖池主要集中在河口南、北两侧。滨海湿地面积为 1 285.39 hm²,沙坝面积为 34.71 hm²,潟湖面积为 55.50 hm²,沙滩面积为 32.87 hm²,围海养殖池面积为 58.10 hm²,河口滩涂面积为 16.99 hm²,河道水系面积为 45.11 hm²。

经统计,25 年间研究区内滨海湿地景观面积缩减了 2.80 hm²,2007 年之前滨海湿地景观面积是略有增加的,但过后的 10 年,缩减了 10.46 hm²。沙坝—潟湖、沙滩景观面积均在缩减,25 年间变化较大,面积共缩减了 79.62 hm²。其中,前 15 年间出现了潟湖景观面积增加的原因是沙坝景观被割裂成河口处南、北两部分,也形成河口南、北两处的潟湖景观。河口滩涂景观在 2007 年之前已经消失。随着人类活动干扰不断加重,研究区内景观多样化情况也相继出现,如增加了围海养殖、填海造地、人工岛、人工绿地、其他用地等景观。这几类景观 25 年间持续增加,其中,围海养殖增加了 33.59 hm²,填海造地、人工岛增加了 76.75 hm²,人工绿地增加了 97.25 hm²,其他用地增加了 69.99 hm²,河口桥梁增加了 0.74 hm²。

陆域自然绿地和裸地景观面积 25 年间持续缩减,共缩减面积 857.72 hm²。农田景观规模在前 15 年快速扩大后,在后 10 年出现了缩减趋势。随

着生态环境保护政策推进,出现人工绿地景观且面积不断扩大。

通过分析发现,1992—2007 年,15 年间河道北岸自然绿地逐渐转化为居民地、农田和其他用地。自然绿地缩减了 361.38 hm²,其中转化为农田 325.68 hm²,转化为居民地 23.91 hm²,转化为其他用地 2.82 hm²,其余缩减面积为近岸景观图斑边界向内陆伸进。河道南岸裸地逐渐转化为农田、人工绿地。裸地面积缩减了 474.42 hm²,转化去向为农田、人工绿地、河道水系和居民地,其中转化农田 435.05 hm²,转化人工绿地 15.82 hm²,转化河道水系 16.94 hm²,居民地 6.61 hm²。

河口两侧近岸景观类型出现了破碎化情况,主要集中在河口两侧。经过 15 年河道输沙过程,河口滩涂被砂质覆盖,渐渐转化成沙坝、潟湖。将河口完整沙坝切割成河口南侧、河口北侧两部分,河口南侧沙坝与沙滩连接形成一体为河口南侧沙坝整体。沙坝完整性被破坏后,面积缩减了 6.51 hm²。由于人类活动干扰加重,导致了自然景观的破碎化,围海养殖池面积增加了 23.04 hm²,出现填海造地景观,面积为 2.70 hm²。因纳潮、防洪的需要,人类对河道水系的整治工程,加宽了河道,加固护岸,河道水系面积增加了 23.55 hm²。

2007—2017 年,11 年间河口两侧及海岸人类干扰活动加重,景观日趋破碎化,破坏了景观的连续性和完整性。河道水系被河口桥梁切割成两部分,但是桥梁属透水构筑物,保障了河道水系相通,没有破坏河道水系的生态完整性。河口北侧近岸沙滩景观完整性遭到破坏,被人工绿地、其他用地和填海造地等景观侵入,已经构成了较为稳定的景观格局。河口北侧沙坝、潟湖景观受破坏严重,填海造地、围海养殖、人工岛建设等人类干扰活动,造成了沙坝、潟湖向北位移,并与构筑物形成一体,自然沙坝长度减小。河道南侧沙坝、潟湖消失,与陆域连接形成沙滩。其他利用景观主要为育苗室。

陆域景观基本趋于稳定,河道南、北两岸居民地略有扩大,面积约为 12.52 hm²,来源由农田转化。

3 驱动因素分析

浮渡河口湿地景观格局演变主要是受自然驱

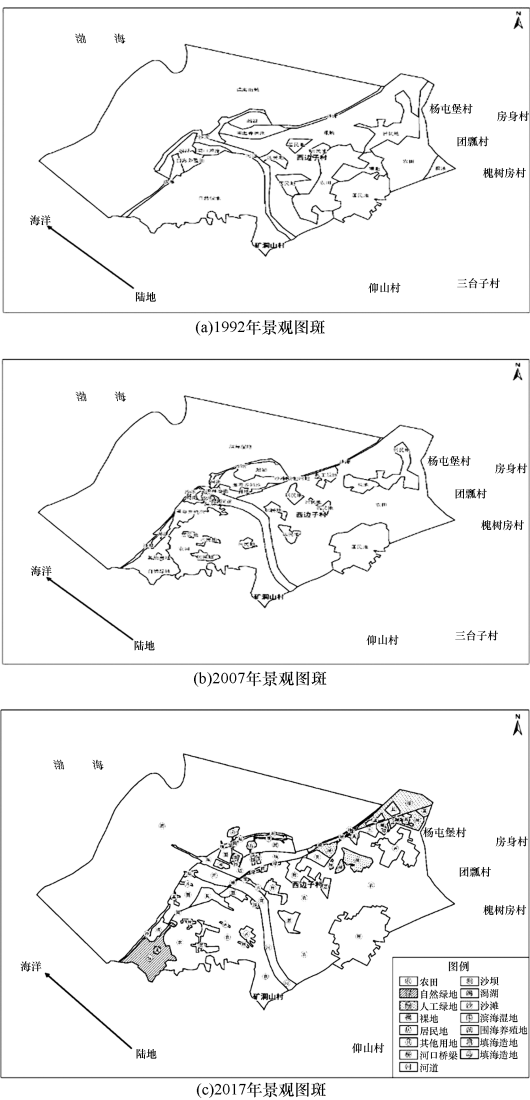


图 2 1992—2017 年景观图斑分布

动和人工驱动两个方面因素影响。自然驱动因素主要包含海水动力环境、海砂补给、河道输沙能力和海洋底质结构变化等驱动因子。人工驱动因素主要包含填海造地、围海养殖池建设、河道水系加宽、农田面积扩大等驱动因子。需要说明的是,随着近 25 年的人类活动干扰,自然驱动因素与人工驱动因素对河口湿地景观格局的影响已经处于相互协调、相互钳制的稳定状态。因此,在分析其演变过程的因素时,不能剥离其一而去单纯地分析另一的影响。可以说,浮渡河口湿地景观格局演变是受两因素的综合影响。

3.1 自然驱动因素

为分析自然驱动因素对浮渡河口湿地景观格

局演变过程的影响,在研究区内布设调查站位以调查海水动力环境、海砂补给、河道输沙能力和海洋底质结构变化等因子来推导驱动其变化诱因。调查站位如图 3 所示。

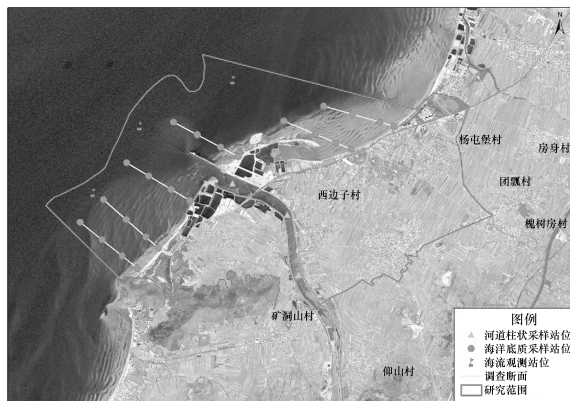


图 3 调查站位

研究区域内海流以顺岸流为主,至河口向两岸顺岸流去。河口两侧进行了人工岛建设、填海造地工程建设、围堰堤坝建设、防浪堤坝建设等人类干扰活动。受此影响,东南向流至河口处分流向两侧流去并逐渐减弱,流至海岸处顺岸流去。研究区内断面长度为 1.5 km,底质以“砂质—粉砂”为主,河口北侧潟湖处和河口处出现“泥质”底质。因断面底质主要以“砂质—粉砂”为主与沙坝和沙滩的底质类型相近。因此,可以推断海砂是沙坝、河口两侧沙滩的砂质补给来源之一。再则,河道柱状底质结构显示,表层为“泥质—粉砂”底质类型,中下层以“砂质—粉砂”为主。以此推断,河口输沙也可能是沙坝、河口两侧沙滩的砂源之一。深入分析发现,上、中游采样点底质以“砂质—粉砂”为主,下游(河口处)以“泥质”为主。那么,可以确定的是河沙通过河道输送,沙坝、河口两侧沙滩的砂质不能反补河道砂质。但不能确定的是河沙通过河道运输是否突破河口经海水动力影响对沙坝、河口两侧沙滩进行补给。也就是说河道加宽后,纳潮能力增强,但河道水动力减弱,有可能河道中、下游底质来源是近海砂质的补给。

综上所述,本研究做出分析结论是受河口两侧人类活动影响,河口处水动力减弱阻碍了河沙对沙坝、河口两侧沙滩的砂质补给;沙坝、河口两侧沙滩

的砂质来源主要是近海海砂。以此现象可以判定,人类活动改变了河口及近岸水动力环境,造成了沙坝—潟湖和沙滩自然景观的改变。

3.2 人工驱动因素

2002 年《中华人民共和国海域使用管理法》颁布以前,是“向海要陆”“以海供养”的粗放式发展模式。以辽宁省为例,通过建设围堰堤坝方式圈养海产品的规模超 10 万 hm^2 ,填海造地用海规模超 2 万 hm^2 。大规模用海带来海洋经济高速发展的同时,也带来了滨海湿地被侵占、海洋自然属性改变和生态系统遭到破坏等严重生态环境问题。25 年间自然裸地大规模转化农田后,致使河道两岸土层、岩层松化,出现河道砂量增加的现象。人类为增强河道的纳潮能力,人为加宽了河道并修砌了河道护岸,保障了河道的行洪安全,但同时也破坏了河口滩地和沙坝形成机制。1992 年,河口沙坝—潟湖^[17]是自然且稳定的形成机制。随着人类活动干扰的加重,2007 年,河口沙坝—潟湖被分为南、北两端,河口处沙坝彻底消失。到 2017 年,河口沙坝—潟湖的形成机制基本完全改变,导致南侧沙坝与沙滩连为一体,潟湖景观消失;北侧沙坝—潟湖景观虽然还存在,但是它已不是地理学意义上的“沙坝—潟湖”景观了。沙坝已与构筑物融为一体,潟湖景观也被人工景观割裂和破碎。

综上所述,人工驱动因素是改变河口湿地生态系统属性的主导因素。自然驱动因素是因人工驱动而改变的。

4 修复治理措施

通过上文分析浮渡河口湿地景观格局演变的驱动因素发现,人工驱动因素是主导因素。因此,要修复或恢复浮渡河口湿地生态系统应从人工驱动因素着手,必要时实施清除和治理措施。当然,在实施修复和治理措施之前,需进行科学评估,找出问题症结,对症下药。以避免人类活动的“二次破坏”。

本研究针对浮渡河口湿地生态系统修复和治理措施如下:①源头管控。划定浮渡河口源头万家岭镇老帽山管控范围,禁止开展任何人类干扰活动。②河岸加固。加固河道两侧护岸,保持河道畅

通与稳定。保持两岸景观稳定的同时减少人类活动干扰。③清除构筑物。分期、分步清除河口两侧的围海养殖池、堤坝、人工岛。

以上措施实施完成后,浮渡河口湿地生态系统并不能立刻得到恢复,这是一个长期恢复过程。换句话说,以上措施是对浮渡河口湿地生态系统形成机制的修复。源头管控,保障了河道砂源的稳定性;河岸加固,实现了河道水系的畅通和稳定。这两项措施将有效保持河道水系供给机制的稳定性。清除构筑物,是为了恢复河口湿地的自然状态。当然,简单的拆除不但不能解决问题,而且可能造成河口区域的二次破坏。因此,在拆除的同时应科学合理评估,适当加固关键区域,保持河口系统稳定。

5 建议

我国对大型河口湿地生态系统的研究比较多,也开展了针对其相适应的修复措施,已见成效。一般性(小型)河口湿地生态系统形成机制简单、问题复杂,一直没有得到重视。但就是因为一般性(小型)河口湿地生态系统形成机制稳定性较差,抗人类活动干扰能力较弱,容易被破坏甚至消失。长此以往,我国将大量灭失一般性(小型)河口湿地生态系统,而其却是区域生态系统服务功能的主要贡献力量,这可能造成区域性不可挽回的生态环境损失或损害。因此,笔者建议开展一般性(小型)河口湿地生态系统形成机制基础性研究,深入理解其形成机制、规律及驱动因素。为修复治理工作提供科学依据和技术支撑。

参考文献

[1] 艾金泉.基于时间序列多源遥感数据的长江河口湿地生态系统长期演变过程与机制研究[D].上海:华东师范大学,2018.
[2] 周云轩,田波,黄颖,等.我国海岸带湿地生态系统退化成因及

其对策[J].中国科学院院刊,2016,31(10):1157—1166.
[3] 侯西勇,徐新良,毋亭,等.中国沿海湿地变化特征及情景分析[J].湿地科学,2016,14(5):597—606.
[4] 任璘婧.变化的长江口滩涂湿地景观与生态系统服务功能[D].上海:华东师范大学,2014.
[5] 叶功富,谭芳林,罗美娟,等.泉州湾河口湿地退化现状及人为影响因素[J].湿地科学,2010,8(4):386—388.
[6] 宋晓林,吕宪国.中国退化河口湿地生态恢复研究进展[J].湿地科学,2009,7(4):379—384.
[7] 葛方龙,李伟峰,陈求稳.景观格局演变及其生态效应研究进展[J].生态环境,2008,17(6):2511—2519.
[8] 范强,杜婷,杨俊,等.1982—2012 年南四湖湿地景观格局演变分析[J].资源科学,2014,36(4):865—873.
[9] 宋明晓.基于 3S 技术的辽河流域(吉林省段)景观格局演变及关键性生态空间辨识研究[D].长春:吉林大学,2017.
[10] AZOUS A, HORNER R R. Wetlands and Urbanization: Implications for the Future [J]. Crc Press, 2000, 23 (1): 206—208.
[11] DEFRIES R, Eshleman K N. Land-use change and hydrologic processes: a major focus for the future [J]. Hydrological Processes, 2004, 18(11): 2183—2186.
[12] ANGELSTAM P. Landscape analysis as a tool for the scientific management of biodiversity [J]. Ecological Bulletins, 1997, 46 (46): 140—170.
[13] LUOTO M, PYKÄLÄ J. Loss of Plant Species Richness and Habitat Connectivity in Grasslands Associated with Agricultural Change in Finland [J]. Ambio, 2003, 32(7): 447—452.
[14] HANSKI I, OVASKAINEN O. The metapopulation capacity of a fragmented landscape. [J]. Nature, 2000, 404 (6779): 755—758.
[15] 刘洋.基于遥感和 GIS 的贵州省黔西县景观格局演变研究 [D].成都:成都理工大学,2017.
[16] 乌立国,孙钦帮,张冲,等.浮渡河河口滨海沉积地貌的三维地形测量研究[J].工程技术研究,2017(8):17—18.
[17] 戴志军,施伟勇,陈浩.沙坝—潟湖海岸研究进展与展望[J].上海国土资源,2011,32(3):12—17.