

考虑人类活动的海岸线分类体系

——近期浙江省海岸线调查的实践与思考

贾建军¹, 蔡廷禄², 刘毅飞², 陈一宁², 王欣凯², 梅亚萍¹, 时连强², 夏小明²

(1. 华东师范大学 河口海岸学国家重点实验室, 上海 200241; 2. 自然资源部第二海洋研究所 国家海岛开发与
管理研究中心, 浙江 杭州 310012)

摘要: 海岸线是海陆分界线, 定义为多年平均大潮高潮位的痕迹线, 兼具海洋与陆地的空间资源管理界限功能。海岸线具有重要的生态功能和资源价值, 其功能和价值源于所依附的海岸带。随着海岸带地区的经济与社会快速发展, 海岸带资源的保护与开发的矛盾日益凸显。在此背景下, 中国构建了以自然岸线保有率为核心的海岸线管理办法。2018年实施的浙江省地方标准《海岸线调查统计技术规范(DB33/T 2106—2018)》提出了海岸线的三级分类体系, 包括自然岸线、人工岸线和河口岸线3个一级类。该《规范》综合反映了海岸线的科学定义和国家需求。首先, 该《规范》给出海岸线定义是“平均大潮高潮时水陆分界的痕迹线”, 突出了“大潮高潮位”和“痕迹线”对海岸线界定工作的指示意义。其次, 该《规范》将自然岸线定义为“由海陆相互作用形成的海岸线”, 由此推论, 人工岸线的地貌动力学功能是隔断了原有的海陆相互作用。第三, 该《规范》提出了“原生自然岸线”、“自然恢复的岸线”和“整治修复的岸线”等概念, 将曾经受过人类活动影响但恢复了(或拥有了)某种自然海岸形态特征和生态功能的岸线纳入自然岸线的统计口径。由于河口岸线是没有“水陆分界痕迹”可循的特殊类型, 现有的海岸线定义未能体现河口岸线的内涵, 因此我们建议将海岸线的定义扩展为“平均大潮高潮位的海陆分界痕迹线, 以及河流入海口附近按一定规则人为划分的海域与陆域水体的分界线”。从海岸带地貌动力学的角度来看, 海岸线的类型和变化主要受地质基底、海平面位置、沉积物供应条件和海岸动力环境等因素影响。因此, 海岸线的定义和分类应该综合考虑这四个因素, 而人类活动主要从海岸动力作用环境和沉积物供应条件两方面影响海岸带系统状态。

关键词: 海岸线; 海岸带; 地貌形态; 生态功能; 人类活动

中图分类号: P748 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3096(2019)10-0013-11

DOI: 10.11759/hyxx20190113001

海岸线是陆地与海面的交线, 即海陆分界线。大陆海岸线区分大陆与海洋, 而海岛岸线则分开被海水包围的小片陆地。中国大陆海岸线的长度, 最早有据可查的数据是 8 000 km, 见 1914 年出版的《中华地理全志》; 民国政府曾统计出全国大陆海岸线长 1.4 万 km, 在相当长的时间内被各界沿用^[1]。1972 年 2 月, 总参指示海军航保部开展量取计算我国大陆海岸线长度、统计海洋岛屿数量并量取海岛岸线长度的工作, 当时将大陆海岸线定义为“略最高高潮面时的海水与陆地的分界线”, 将海岛定义为“大陆海岸线以外, 大潮高潮时露出海面、自然形成的陆地”。这项工作成果于 1975 年由国务院、中央军委联合下发文件, 要求全国统一使用^①, 即“中国大陆海岸线长 1.8 万多 km, 海岛岸线长 1.4 万多 km”的最初来源^[1-3]。此后, 我国各种辞书、国家标准和行业规范

基本沿用了海军航保部的定义。例如, 《海洋地质学辞典》认为“现代海岸线一般是指平均高潮位海面与陆地的交线”^[4]。国家标准《海洋学术语·海洋地质学》(GB/T 18190-2017)亦将海岸线定义为“多年大潮平均高潮位时海陆分界痕迹线”^[5]。

海岸线具有重要的生态功能和资源价值^[6]。近几十年来, 随着沿海地区经济社会快速发展, 海岸线

收稿日期: 2019-01-13; 修回日期: 2019-03-23

基金项目: 国家自然科学基金面上项目(41876092)

[Foundation: National Natural Science Foundation of China, No.41876092]

作者简介: 贾建军(1973-), 男, 安徽宿州人, 研究员, 博士, 主要从事海洋沉积动力过程及其地貌效应与沉积记录研究, E-mail: jijia@sklec.ecnu.edu.cn; 夏小明, 通信作者, 男, 江苏泰州人, 研究员, 主要从事河口海岸过程与资源环境效应研究, E-mail: xiaxm@sio.org.cn

① 《国务院、中央军委〈关于使用我国大陆海岸线长度和海洋岛屿数量及其岸线长度新数据的通知〉》(国发〔1975〕78号文件)

和近岸海域开发强度不断加大,保护与开发的矛盾日益凸显,出现了港口开发、临海工业和城镇建设活动大量占用海岸线,自然岸线日益缩减,海岸景观和生态功能遭到破坏,公众亲海空间严重不足等问题^[7]。以20世纪80年代和21世纪初两次海岸带调查结果为例^[8-9],中国大陆海岸线中自然岸线的比例持续下降,而2010年人工岸线比例已经超过60%(图1)。针对海岸线保护与利用的严峻形势,《海岸线保护与利用管理办法》(以下简称“《办法》”)于2017年应

运而生。该办法在管理方式上确立了以自然岸线保有率目标为核心的倒逼机制,将自然海岸线界定为“由海陆相互作用形成的岸线,如砂质岸线、淤泥质岸线、基岩岸线以及生物岸线”,同时将整治修复后具有自然海岸形态特征和生态功能的海岸线纳入自然岸线范畴^[10]。有学者建议,“应尽快研究制定《海岸线调查统计技术规程》等技术标准文件,明确自然岸线和人工岸线的界定标准,规范省级自然岸线保有率统计工作”^[11]。

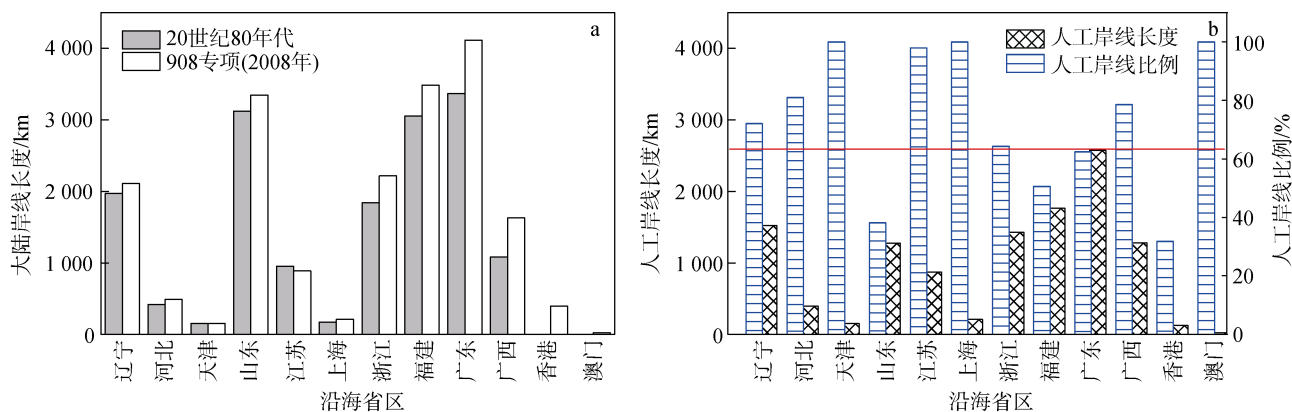


图1 中国沿岸省级行政单位大陆海岸线有关数据

Fig.1 Length and percentage of artificial coastline among coastal provinces in Mainland China

注: a. 两次全国普查的大陆岸线长度(数据引自文献[8-9]); b. 908专项所得人工岸线长度及比例(红线为该期调查所得全国大陆岸线中人工岸线的比例,约为62%,数据引自文献[8])

浙江省于2016年启动新一轮海岸线修测工作,工作目标除了摸清全省海岸线家底之外,也将为海洋功能区划修编和全省海岸线保护利用与整治修复规划服务。在历时近两年的调查统计工作基础上,以《办法》的核心思想为指导,编制了浙江省地方标准《海岸线调查统计技术规范》(DB33/T 2106—2018)(以下简称“《浙江规范》”)^[12]。本文将从《浙江规范》的解读入手,把整治修复归入人类活动,与传统概念上塑造海岸带的陆—海过程相并列,介绍考虑了人类活动的海岸线分类体系;在此基础上,进一步探讨海岸线的定义等问题。

1 海岸线定义与分类

1.1 我国海岸线分类体系概述

新中国的海岸线调查是由海军测绘部门最早开展的,从20世纪50年代开始,海军的海测人员就非常注意海岸线的测定,并按海岸性质进行了划分,如砾质岸、石质岸、沙质岸,混凝土和钢筋混凝土岸、

垒石岸,有滩陡岸、无滩陡岸等^①。这一阶段的海岸线分类尚未形成科学的体系,分类原则和分类结果都显得比较朴素,并没有严格区别海岸与海岸线的概念。20世纪80年代开展了全国海岸带与海涂资源综合调查,提出了系统的海岸带地貌分类体系,但是海岸线类型划分依然比较简单^[13]。

综合考虑研究目的、调查手段以及河口岸线在分类体系中的地位等因素,我国的海岸线分类目前没有统一的标准。以高校和科研院所为代表的学术界提出的海岸线分类体系一般具有细致的自然岸线与人工岸线的二级分类,但是分类体系是否包括河口岸线、以及河口岸线从属于自然岸线还是单列为一级分类等方面并不统一。例如,侯西勇等将我国大陆海岸线分为自然岸线和人工岸线两大类,前者包括基岩岸线、砂砾质岸线、淤泥质岸线、生物岸线等4个二级类,后者包括丁坝与突堤岸线、港口码头岸线、围垦(中)岸线、养殖围堤岸线、盐田围堤岸线、

② 闫新(编著)。中国当代海军发展概况(四)。网络下载资料,来源及时间不详。

交通围堤岸线和防潮堤岸线等 7 个二级类,但是并未讨论河口岸线的分类地位问题^[14]。高义等把河口岸线纳入自然岸线,与人工岸线加以区分^[15]。姚晓静等将海南岛岸线划分为自然岸线与人工岸线,其中自然岸线也包括了河口岸线^[16]。总体而言,学术界提出的海岸线分类体系包括自然岸线和人工岸线 2 个一级类,认为河口岸线是自然岸线的一类,再根据自然物质组成或人工构筑物功能对自然岸线和人工岸线进行二级类的划分(表 1)。

表 1 二分法的海岸线分类体系(综合文献[14~16]整理而成)

Tab.1 A classification of coastline into two primary categories

一级类	二级类
自然岸线	基岩岸线
	砂砾质岸线
	淤泥质岸线
	生物岸线
	河口岸线
人工岸线	交通围堤岸线
	养殖围堤岸线
	盐田围堤岸线
	建设围堤岸线
	丁坝与突堤岸线
	港口码头岸线
	围垦(中)岸线
防潮堤岸线	

海洋行政主管部门提出的海岸线分类方案往往担负着双重功能,试图统一自然地理意义的海陆界线与海/陆空间资源的管理界线,其重要特征是将河口岸线纳入分类体系,以便实现海岸线修测结果是一条连续的海陆分界线。21 世纪初开展的 908 专项与海域勘界工作联合部署了全国海岸线修测任务,提出过一个海岸线分类体系,首次将河口岸线单列出来,与自然岸线和人工岸线共同组成海岸线的一级分类^[17]。

2017 年,为了配合《办法》的实施,国家海洋局下发《全国海岸线调查统计工作方案》和《海岸线调查统计技术规程(试行)》。该规程基本上是《浙江规范》的蓝本,将岸线分为自然岸线和人工岸线两大类(表 2),其中自然岸线还包括河口岸线及“具有自然岸滩形态特征和生态功能的海岸线”。

表 2 国家海洋局《海岸线调查统计技术规程(试行)》规定的海岸线分类体系

Tab.2 A classification of coastline in the 2017 regulations issued by the SOA

一级类	二级类
自然岸线	砂质岸线
	淤泥质岸线
	基岩岸线
	河口岸线
具有自然岸滩形态特征和生态功能的海岸线	
人工岸线	

1.2 《浙江规范》的海岸线定义与分类

《浙江规范》给出海岸线的定义是“平均大潮高潮时水陆分界的痕迹线”。这一定义继承了我国有关法律和国家标准,并突出了“痕迹线”在海岸线界定方面的实践价值^[18]。《浙江规范》首先将海岸线分为自然岸线、人工岸线和河口岸线 3 个一级类;然后将自然岸线细分为 4 个二级类和 10 个三级类,将人工岸线分为 6 个二级类(表 3)。与《海岸线调查统计技术规程(试行)》相比,最大的区别在于将河口岸线从自然岸线中单列出来成为一级类。

《浙江规范》将自然岸线定义为“由海陆相互作用形成的海岸线,包括砂砾质岸线、淤泥质岸线、基岩岸线、红土岸线等原生岸线,以及自然恢复或整治修复后具有自然岸滩形态特征和生态功能的海岸线。”这个定义有四个要点值得关注。其一,从地貌动力学视角,将自然岸线界定为“海陆相互作用形成”,明确了自然营力对自然岸线的塑造作用。其二,从物质组成的角度,将自然岸线细分为砂砾质岸线、基岩岸线、红土岸线和淤泥质岸线等二级类型。其三,首次将红土岸线单列为自然岸线的二级类型,与基岩岸线等并列,承认了红土海岸在物质组成、地貌形态与岸线特征等方面的独特性^[19]。其四,与《办法》保持一致,将自然恢复或整治修复后具有自然岸滩形态特征和生态功能的海岸线纳入自然岸线的调查统计口径,因此基岩、砂砾质与淤泥质等 3 类二级自然岸线均进一步划出原生、自然恢复和整治修复等 3 种三级类型(表 3)。

2 海岸线界定方法

2.1 自然岸线的界定

对于人工岸线和河口岸线的界定,《浙江规范》基本继承了以往调查研究、技术规程、国家标准及

有关法律的特性认识。创新点在于自然岸线的界定，将已往认定的自然岸线归为“原生自然岸线”，增加

了“自然恢复”和“整治修复”的自然岸线，并将其体现在自然岸线的三级分类(表 3)。

表 3 浙江省海岸线分类体系^[12]

Tab.3 A classification of coastline adopted in Zhejiang Province^[12]

一级类	二级类	三级类	说明
自然岸线	基岩岸线	原生基岩岸线	由海陆相互作用形成的海岸线，包括原生砂砾质岸线、淤泥质岸线、基岩岸线、红土岸线，以及自然恢复或整治修复后具有自然岸滩形态特征和生态功能的海岸线。
		自然恢复的基岩岸线	
		整治修复的基岩岸线	
	砂砾质岸线	原生砂砾质岸线	
		自然恢复的砂砾质岸线 整治修复的砂砾质岸线	
淤泥质岸线	原生淤泥质岸线		
	自然恢复的淤泥质岸线 整治修复的淤泥质岸线		
红土岸线	原生红土岸线		
人工岸线	海堤	由永久性人工构筑物组成的岸线。	
	码头		
	船坞		
	防潮闸		
	道路		
	其他人工岸线		
河口岸线	入海河口两岸穿越水域的连续线。		

2.1.1 自然恢复的岸线

(1) 自然条件下粗颗粒泥沙输运堆积，导致已建人工构筑物向海一侧的沙滩淤涨，基本恢复自然岸滩剖面形态和生态功能，则海岸线界定为自然恢复的砂砾质岸线，如图 2 所示。

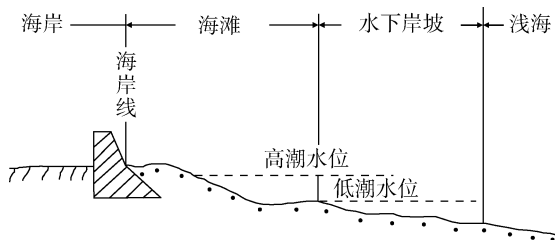


图 2 自然恢复岸滩形态和生态功能的砂砾质岸线界定示意图^[12]

Fig.2 Demarcation of gravelly and sandy coastline under natural restoration^[12]

(2) 自然条件下细颗粒泥沙输运堆积，导致已建人工构筑物向海一侧的泥滩逐渐淤涨，潮间带盐沼或红树林沼泽发育良好，自然岸滩剖面形态和生态功能基本恢复，则海岸线界定为自然恢复的淤泥质岸线，如图 3 所示。

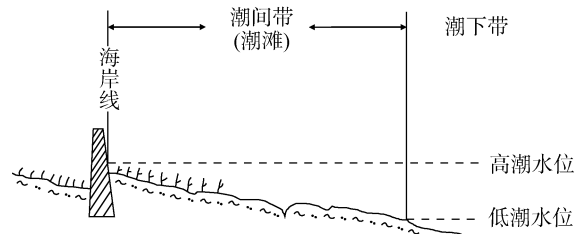


图 3 自然恢复岸滩形态和生态功能的淤泥质岸线界定示意图^[12]

Fig.3 Demarcation of muddy coastline under natural restoration^[12]

(3) 海洋特别保护区、自然保护区、地质公园及湿地公园等保护区的核心区范围内历史存在的堤坝岸线，经过保护管理而恢复了基本生态功能，可界定为自然恢复的(基岩、砂砾质或淤泥质)岸线。

以上三种情形是《浙江规范》列举的自然恢复的岸线，其实还有第四种可能性。在全球变化的背景下，极端事件有频发和加强的趋势；在风暴潮或陆域洪水的作用下，已建成人工岸线可能遭受剧烈的侵蚀作用而损毁，从而使得原有的人工构筑物消失，自然的陆海相互作用得以重建，岸线重新获得自然属性及生态功能。上述情形可在修订《浙江规范》时补充。

2.1.2 整治修复的岸线

(1) 经过退塘还滩或补砂养滩等整治修复工程后形成的人工沙滩, 则海岸线界定为整治修复的砂砾质岸线。

(2) 经过退养(塘)还滩、促淤涨滩或种植护滩等整治修复工程后形成的淤泥质滩, 潮间带盐沼或红树林沼泽, 发育良好, 自然岸滩剖面形态和生态功能基本修复, 则海岸线界定为整治修复的淤泥质岸线。

(3) 经过构筑物拆除、弃渣清理、生态覆绿等整治修复工程后恢复的基岩岸滩, 则海岸线界定为整治修复的基岩岸线。

2.1.3 红土岸线的界定

浙江省红土岸线主要分布在象山县, 总长 0.82 km,

占全省大陆海岸线 0.11%^[20]。虽然长度有限, 却独具一格。从剖面形态看, 红土海岸接近基岩海岸, 表现为滩面与陡崖相接; 从物质组成看, 红土岸线下连砂砾滩(图 4)。但是, 红土岸线的侵蚀后退速率却远高于基本稳定的基岩岸线。这是因为, 红土岸线向岸一侧与红土海岸陡崖相接, 红土海岸陡崖属于软质海崖。所谓软质海崖, 一般由第四纪沉积层、基岩风化层、残坡积层或风成砂地等软性或疏松地层组成^[21]; 相对于坚硬稳定的基岩海岸而言, 软质海崖的组成物质为半胶结或弱固结, 抗侵蚀能力弱, 侵蚀后退速率达 10 dm/a~10 m/a^[19]。红土海岸崩塌后退, 细颗粒物质被浪潮搬运, 留下粗颗粒的砂砾, 呈现砂砾滩接软质海崖的地貌景观(图 4)。

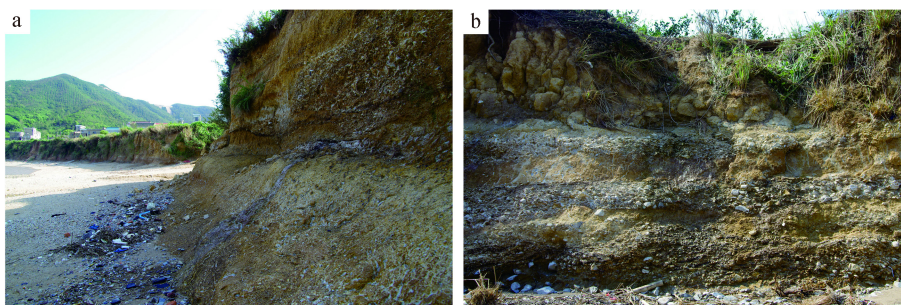


图 4 浙江象山县红土海岸

Fig.4 The red soft cliff in Xiangshan County, Zhejiang Province

注: a. 象山县大坦村红土陡崖, 崖高 4~5 m; b. 红土崖上可见现代土壤及砂砾层与网纹土互层

2.2 人工岸线的界定

经过长期的调查研究实践, 人工岸线的定义从“由人工构筑物组成的岸线”发展为“由永久性人工构筑物组成的岸线”。这个定义有三层含义: 第一层含义是成因——人工岸线是人类活动的产物, 因为高出平均大潮高潮位, 切断了自然岸滩的海陆联系, 从而形成人工岸线; 第二层含义是形态和物质组成——人工岸线具有外观平整和材质坚硬等特征, 换言之, 纳入人工岸线的构筑物都应该按照一定的标准和规范进行设计和施工; 第三层含义是存续时间的长短。由此, 一些由于施工原因建造的临时性构筑物, 或简单堆砌的土石塘等被排除在人工岸线的界定范围之外, 保证了不同时期进行海岸线修测工作的一致性和可对比性。

在这个意义上, 人工岸线按其功能分为海堤、码头、船坞、防潮闸、道路和其他人工岸线等二级类型(表 3)。

2.3 如何区分人工岸线、自然恢复的岸线和整治修复的岸线

从上述定义可以看出, 原生自然岸线是没有人类活动介入的海岸线面貌, 而人工岸线、自然恢复的岸线和整治修复的岸线, 都出现了人类活动对海岸带和海岸线的改造。正确理解这三类海岸线的区别, 关键在于先期人类活动完成之后的时间尺度, 以及在此期间自然营力的恢复能力或后续人类活动的改造方向(表 4)。

人类活动对于海岸带和海岸线的改造具有短尺度和事件性的特征。第一, 对于某地的原生自然岸线, 如果人类活动形成的永久性构筑物竣工不久, 使得平均大潮高潮位直抵人工构筑物外缘, 原有的滩地高程、剖面形态和生态景观等基本丧失, 要界定为人工岸线。第二, 当人类活动对海岸带的改造目的是以陆域方向为主(如围垦), 海堤等构筑物建成之后堤外海陆相互作用持续发挥主导作用, 经过一定的时间,

表 4 与人类活动有关的海岸线类型比对

Tab.4 Comparison of different coastline types associated with human activities

岸线类型	有无人工构筑物	人工构筑物存在时间	人工构筑物存在状态	岸线向海一侧的滩地剖面形态和生态功能
原生自然岸线	无	——	——	自然状态
自然恢复的岸线	有	较长	保持	恢复到原生自然岸线状态
整治修复的岸线	有或曾经有	较长	保持或拆除	恢复到本地的原生自然岸线状态, 或转向另一种原生自然岸线状态
人工岸线	有	不定	保持	基本丧失

人工构筑物向海一侧的泥滩或沙滩可能逐渐淤涨, 基本恢复原有自然岸滩的剖面形态和生态功能, 则此类海岸线可界定为自然恢复的岸线。第三, 当人类活动改造了海岸带和海岸线之后, 因为对海岸资源的认识、开发和管理方向等因素的变动, 有意转换海岸带的功能和面貌, 并采取一定的工程或管控措施使得原有人工构筑物外的滩地重新拥有某种自然岸滩的剖面形态和生态功能, 则此类海岸线可界定为整治修复的岸线。

自然恢复的海岸线, 或整治修复的海岸线, 必须满足“具有自然岸滩形态特征”和“生态功能”两个条件, 才能纳入自然岸线的统计口径。所谓自然岸滩形态特征, 其滩面应该具有高出平均大潮高潮位的地貌部位(图 2、图 3); 同时, 垂直于海岸线的岸滩剖面特征应该与原生自然岸线所处环境的地貌相近^[22-24]。所谓生态功能, 主要指海岸线上下的植物面貌、物种构成与生态系统功能基本上恢复到人工构筑物修造之前(或者与邻近区域原生自然岸线)相同或相近的状态。

3 讨论

3.1 海岸线的定义

海岸线的定义有两个关键词: 高潮位, 痕迹线。在中国, 海岸线划定方案长期以来存在“高潮位”与“低潮位”之争^[18]。其实, 从海水淹没与否来看, 高潮位大约有 90% 以上的时间干出, 而低潮位则相反, 大约 90% 的时间是淹没状态。如果考察汉字的本义, “岸”是“水边的高地”, “海岸”是“与海水相接的陆地”, 则“海岸线”应该是指“海水与陆地的分界线”。在这个意义上, 高潮位作为海岸线, 更符合海陆分界的字面含义。如果使用低潮位来定义海岸线, 一方面会造成岸、滩、涂等汉字本义的混乱, 因为高低潮位之间的空间有“滩”、“涂”等汉字来描述; 另一方面, 低潮位进行勘测和界定工作也有诸多不便。高潮位是海

岸线定义的内涵因素, 而痕迹线则是海岸线定义的外在表现。获取多年平均大潮高潮位, 一方面需要长期的验潮资料来推算, 另一方面在具体测量海岸线时还需要测绘精度高出差分 GPS 两个数量级的精密测绘仪器。对于不到十年就复测一次的海岸线监测工作而言, 用测绘手段测量平均大潮高潮位的位置在时间和技术两方面都需要付出更多的成本。相比之下, 无论何种类型的海岸, 痕迹线无处不在: 基岩海岸的平均大潮高潮位与之上的陆地岩石有明显的色差, 高潮位以下岩石表面色泽暗黑, 好似炭火烤过, 这也是“礁”字本义之源; 砂质海岸的高潮位有滩肩、滩脊等特征地貌形态, 淤泥质海岸的高潮位通常有植被和坡度的变化; 人工海岸的高潮位除了色差之外, 也常有海上漂浮的杂物堆积, 即所谓的“垃圾线”。这些痕迹线鲜明直接, 有助于快速判断海岸线的位置。测量人员经过简单的培训, 就能很快掌握基于痕迹线的海岸线测量方法, 同时保证测量结果的误差在可以接受的范围。

更重要的是, 高潮位也是海岸建筑的警示线。孟加拉国库尔纳(Khluna)当地的监测资料显示, 在 30 年时间里(1970—2000 年), 平均海平面上升速率为 2.8~8.8 mm/a, 而高潮位上升速率 15.9~17.2 mm/a; 究其原因, 由于筑堤等人类活动, 导致感潮河道束狭, 浅水分潮增强, 潮汐振幅扩大, 以至于今日高潮位较沿岸居民地面高出 1.0~1.5 m^[25]。这个案例表明, 高潮位对于相对海平面变化有更敏感的指示意义。作为海陆分界线, 海岸线意味着适宜人类居住的建筑物应该建造在海岸线向陆一侧。如果建筑物造在海岸线以下, 会增大财产损失的风险。

不过, 即使有了“高潮位”和“痕迹线”两个约束条件, 现有海岸线的定义仍然不能涵盖河口岸线这一类型。因为高潮位的痕迹线只能附着在固体和有形地物上, 在河流入海口, 咸淡水混合而连通, 高潮位了无痕迹。为了保证海岸线概念的内涵和外延相

统一,建议海岸线的定义修改为如下表述:海岸线是平均大潮高潮位的海陆分界痕迹线,或者是河流入海口附近按一定规则人为划分的海域与陆域水体的分界线。

3.2 人类活动改造之后发生系统状态转换的海岸线界定问题

目前人工岸线的定义可以全部归并为“人工建造的海岸线”,而自然岸线的定义可以总结为“由自然营力塑造的海岸线”。在这两种情形之外,仍然存在第三种情况,即由于人类活动介入,导致海岸地貌动力发生系统状态转换。系统状态转换是指影响系统行为和演化的各种因素的定义域都发生了变化;当定义域发生变化时,系统行为会有新的时空波动幅度,也会有新的演化趋势^[26]。对于海岸线动态演化而言,系统行为和演化的控制因素主要是地质构造背景、海平面变化、海岸动力环境及沉积物供应条件等四个因素。海平面变化速度远低于人类活动造成的岸线变迁速度,两者相差何止一个数量级,在此主要讨论人类活动对海岸动力和沉积物的改变。防波堤、丁坝、河口闸、桥梁、码头等人工建筑主要改变海岸动力分配,水土保持、水库修建、海域采砂、海岸取石和沙滩补砂等人类活动主要影响沉积物供应。

从行为目标与实际效果的关系来看,人类活动对于海岸地貌动力系统的改变有两种形式,一种是有意为之,另一种是无心插柳。但凡整治修复工程,都是有意为之。若再深入考察,有意为之的生态保育与整治修复工程,也有两条道路:恢复原貌,或异途改造。所谓恢复原貌,即修复如旧,保证整治修复工程前后的海岸物质组成、地貌形态及生态功能基本一致。在砂质海岸进行沙滩整治和养护工程^[27],或在淤泥质海岸破堤还海、恢复盐沼景观,都是典型的恢复原貌之举。此举形成的海岸线,可归入上文 2.1.1 小节所定义的第(3)类自然恢复的岸线。异途改造,是通过人工建筑物改造海岸动力与人工补给替换海岸沉积物的组合拳,将原来的海岸物质组成、地貌形态与生态功能改向。连云港等地规划或实施中的人造沙滩工程^[28],在原来平坦的淤泥质海岸通过设计和施工,清淤补砂,换泥滩为沙滩,都可以归为异途改造之类。有意为之的异途改造所形成的海岸线,实质是人类活动刻意使得原有海岸地貌动力系统发生了状态转换,从一种海岸地貌类型转向另一种海岸地貌类型。

无心插柳的人类活动改造主要发生在某种海岸开发活动结束之后,自然营力接管了改造过的边界条件并开始向新的系统状态转换。杭州湾白塔岛过去三十多年的历程是一个典型案例。白塔岛是一个基岩海岛,长期以来海岸带地貌景观属于“基岩海岸(潮上带)+岩滩(潮间带)+砂质和粉砂质砂(潮下带)”。1985—2003年,因其西面大陆上秦山核电站两期建设,在岛上开山取石。秦山核电站建成之后,白塔岛西岸留下几处人工峭壁和大量碎石残渣,在当地海岸动力改造之后,成为“基岩(潮上带)+砾石滩(潮间带)+砂质和粉砂质砂(潮下带)”(图 5a、图 5b)。从能够获取的高分辨率卫星影像来看,至少从 2007 年起,白塔岛西岸因系统状态转换已经发育了砾石滩,直至 2018 年,这里的地貌都非常稳定(图 5c、图 5d)。我们认为,在进行白塔岛海岸线调查时,应该将此处界定为砂砾质岸线,原因有二。其一,2007—2018 年,浙江省至少进行了两次全覆盖的海岸线调查(即“908”专项调查和 2016 年启动的浙江省新一轮岸线调查),就调查的时间节点而言,此处的海岸地貌组合与岸线类型都符合砂砾质岸线的定义。其二,新形成的砂砾滩的物质来源虽然是人类开发活动的产物,不具有永久性人工构筑物的属性,不能界定为人工岸线,也不能回溯为秦山核电站开工之前的基岩岸线,因为砾石海滩的物质组成和地貌形态已经维持了较长时间并稳定不变。白塔岛西岸的海岸线将长期保持砂砾质岸线的状态,系统状态将向着砾石进一步磨圆、粒度渐细、分选变好方向发展。

4 结论

从划分海陆性质的基本点出发,考虑到管理的方便和调查界定的技术难易程度,海岸线界定在“多年平均大潮高潮位时海陆分界的痕迹线”更加合适;为了使海岸线的定义能够包括河口岸线的内涵,建议海岸线的定义扩充为“海岸线是平均大潮高潮位的海陆分界痕迹线,或者是河流入海口附近按一定规则人为划分的海域与陆域水体的分界线”。

《海岸线保护与利用管理办法》要求将“整治修复后具有自然海岸形态特征和生态功能的海岸线纳入自然岸线管控目标管理”^[10],据此,《浙江规范》提出了“自然恢复的岸线”和“整治修复的岸线”等概念,并在技术层面明确了具有人类活动背景的岸线界定原则和统计分析方法。这部地方规范的价值在于,海岸线的分类体系与界定方法应该综合考虑海岸带的

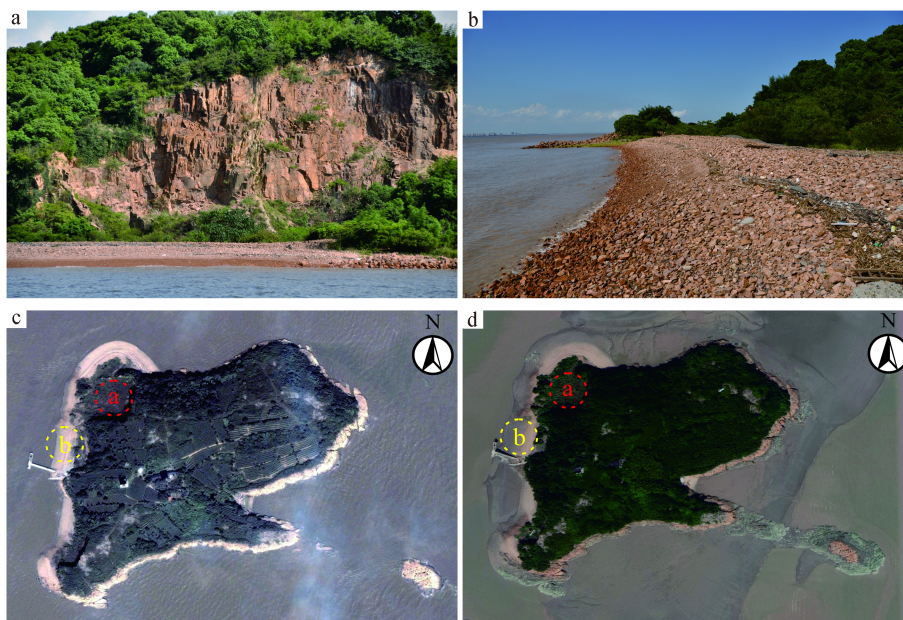


图5 人类活动改变海岸地貌动力系统一例：杭州湾白塔山岛

Fig.5 Satellite images showing the evolution of the coastal configuration of Baita Island in the past two decades

注：照片摄于2011年；卫星影像来自 Google Earth；a. 开山取石后裸露的山崖；b. 采石残渣经动力改造形成砾石滩；c. 2007年卫星影像；d. 2018年卫星影像

地质背景、地貌形态、物质组成、动力成因和发展变化等因素。“自然恢复”和“整治修复”都会形成自然岸线，调查与管理人员关注的重点应该是岸线及其依托的海岸带的地貌形态(高程)和生态功能，同时考虑海陆相互作用是被切断还是保持联系，而不必生硬地以人类活动的有无来划分自然岸线和人工岸线。

科研人员应该从地质背景、海平面变化、海岸动力环境及沉积物收支等四个因素来考察海岸带系统行为和演化。人类活动已经成为海岸带地貌动力过程的重要因素，可能导致海岸带地貌发生系统状态转换。对于人类活动影响下发生系统状态转换的海岸地貌，在岸线分类与界定时要予以充分重视。

致谢：魏东运帮助绘制了图件；两位审稿人提出了富有建设性的意见，对于本文质量的提升大有裨益，谨致谢忱。

参考文献：

[1] 马建华, 刘德新, 陈衍球. 中国大陆海岸线随机前分形分维及其长度不确定性探讨[J]. 地理研究, 2015, 34(2): 319-327.
Ma Jianhua, Liu Dexin, Chen Yanqiu. Random prefractal dimension and length uncertainty of the continental coastline of China[J]. Geographical Research, 2015, 34(2): 319-327.

[2] 杨文鹤. 中国海岛[M]. 北京: 海洋出版社, 2000.

Yang Wenhe. Islands in China[M]. Beijing: Ocean Press, 2000.

[3] 夏小明. 中国海岛(礁)名录[M]. 北京: 海洋出版社, 2012.
Xia Xiaoming. A Directory for Islands (Reefs) in China[M]. Beijing: Ocean Press, 2012.

[4] 彭阜南. 海洋地质学辞典[M]. 台北: 地球科学文教基金会出版, 2001.
Peng Funan. Dictionary of Marine Geology[M]. Taipei: Published by the Earth Science Foundation for Culture and Education, 2001.

[5] GB/T 18190-2017 海洋学术语 海洋地质学[S]. 2017-11-01 发布, 2018-05-01 实施.
GB/T 18190-2017 Oceanological Terminology – Marine Geology[S]. Issued on 2017-11-01, implemented on 2018-05-01.

[6] UN. Un Atlas of The Oceans 2002-2016 - Human Settlements on the Coast[EB/OL]. <http://www.oceansatlas.org/subtopic/en/c/114/>, 2016-12-20/2018-12-12.

[7] 路涛. 着力构建科学合理的自然岸线格局: 就《海岸线保护与利用管理办法》出台专访国家海洋局副局长石青峰[N]. 中国海洋报, 2017-04-06(A1).
Lu Tao. Pursuing a scientific and reasonable framework for natural coastline conservation: An interview with Shi Qingfeng, deputy director of the State Oceanic Administration, on the issuance of Regulations on Coastline Protection and Utilization Management[N]. China Ocean News, 2017-04-06(A1).

- [8] 李家彪, 雷波. 中国近海自然环境与资源基本状况[M]. 北京: 海洋出版社, 2015.
Li Jiabiao, Lei Bo. Natural Environment and Resources in China Marginal Seas[M]. Beijing: Ocean Press, 2015.
- [9] 全国海岸带和海涂资源综合调查成果编委会. 中国海岸带和海涂资源综合调查报告(资料汇编)[M]. 北京: 海洋出版社, 1991.
The Editorial Panel for National Comprehensive Survey on the Coastal Zone and Tidal Flat Resources. A Report of Comprehensive Survey on the Coastal Zone and Tidal Flat Resources in China (Data Compilation)[M]. Beijing: Ocean Press, 1991.
- [10] 国家海洋局. 国家海洋局关于印发《海岸线保护与利用管理办法》的通知(国海发〔2017〕2号)[EB/OL]. http://www.soa.gov.cn/zwgk/hygb/gjhyjgb/2017_2/201710/t20171026_58581.html, 2017-10-26/2018-12-12.
State Oceanic Administration (SOA). An announcement issued by the State Oceanic Administration on the Regulations on Coastline Protection and Utilization Management[EB/OL]. http://www.soa.gov.cn/zwgk/hygb/gjhyjgb/2017_2/201710/t20171026_58581.html, 2017-10-26/2018-12-12.
- [11] 潘新春, 杨亮. 实行海岸线分类保护 维护海岸带生态功能——《海岸线保护与利用管理办法》解读. 海洋开发与与管理, 2017, 6: 3-6.
Pan Xinchun, Yang Liang. Protect the Coastline by Classification and Maintain the Ecological Function of Coast: An Interpretation of Regulations on Coastline Protection and Utilization Management[J]. Ocean Development and Management, 2017, 6: 3-6.
- [12] DB33/T 2106-2018 浙江省地方标准——海岸线调查统计技术规范[S]. 2018年3月14日发布, 2018年4月14日实施.
DB33/T 2106-2018 Zhejiang Provincial Standard - Specification for Coastline Survey and Statistics[S]. Issued on 2018-03-14, implemented on 2018-04-14.
- [13] 全国海岸带和海涂资源综合调查成果编委会. 中国海岸带和海涂资源综合调查报告[M]. 北京: 海洋出版社, 1991.
The Editorial Panel for National Comprehensive Survey on the Coastal Zone and Tidal Flat Resources. A Report of Comprehensive Survey on the Coastal Zone and Tidal Flat Resources in China[M]. Beijing: Ocean Press, 1991.
- [14] 侯西勇, 毋亭, 侯婉, 等. 20世纪40年代初以来中国大陆海岸线变化特征[J]. 中国科学: 地球科学, 2016, 46(8): 1065-1075.
Hou Xiyong, Wu Ting, Hou Wan, et al. Characteristic of coastline changes in China mainland since the early 1940s. Science China Earth Sciences, 2016, 46(8): 1065-1075.
- [15] 高义, 王辉, 苏奋振, 等. 我国大陆海岸线近 30a 时空变化分析[J]. 海洋学报, 2013, 35(6): 31-42.
Gao Yi, Wang Hui, Su Fenzhen, et al. Spatial and temporal of continental coastline of China in recent three decades[J]. Acta Oceanologica Sinica (in Chinese), 2013, 35(6): 31-42.
- [16] 姚晓静, 高义, 杜云艳, 等. 基于遥感技术的近 30 a 海南岛海岸线时空变化[J]. 自然资源学报, 2013, 28(1): 114-125.
Yao Xiaojing, Gao Yi, Du Yunyan, et al. Spatial and temporal changes of Hainan coastline in the past 30 years based on RS[J]. Journal of Natural Resources, 2013, 28(1): 114-125.
- [17] 国家海洋局 908 专项办公室. 海岸线修测技术规程(试行本)[M]. 北京: 海洋出版社, 2007.
The 908 Project Office of SOA. Technical Regulations for Coastline Survey and Inventory (Trial Version)[M]. Beijing: Ocean Press, 2007.
- [18] 夏东兴. 海岸带地貌环境及其演化[M]. 北京: 海洋出版社, 2009.
Xia Dongxing. Coastal Geomorphological Environment and Evolution[M]. Beijing: Ocean Press, 2009.
- [19] 姜呈浩. 福建省平潭岛软质海崖侵蚀研究[D]. 杭州: 国家海洋局第二海洋研究所, 2014.
Jiang Chenghao. Research on soft sea cliff erosion in Pingtan Island, Fujian Province[D]. Hangzhou: Second Institute of Oceanography, SOA, 2014.
- [20] 国家海洋局第二海洋研究所, 浙江省水利河口研究院. 浙江省大陆海岸线调查统计报告[R]. 浙江省海洋与渔业局(浙海渔规函〔2017〕91号附件1), 2017.
SOA Second Institute of Oceanography, Zhejiang Institute of Hydraulics & Estuary. Survey and statistical report on the inventory of mainland coastline in Zhejiang Province[R]. Zhejiang Provincial Bureau of Oceans and Fisheries Administration, 2017.
- [21] 刘建辉, 蔡锋, 雷刚, 等. 福建软质海崖蚀退机理及过程分析——以平潭岛东北海岸为例[J]. 海洋环境科学, 2010, 29(4): 1-6
Liu Jianhui, Cai Feng, Lei Gang, et al. Recession mechanism and process analysis of soft cliff in Fujian Coast - a case study at the northeast coast of Pingtan Island[J]. Marine Environmental Science, 2010, 29(4): 1-6.
- [22] 张忍顺. 淤泥质潮滩均衡态——以江苏辐射沙洲内缘区为例[J]. 科学通报, 1995, 40(4): 347-350.
Zhang Renshun. Equilibrium state of tidal flat: a case study at the inner edge of the Radial Sand Ridges off Jiangsu coast[J]. Chinese Science Bulletin, 1995, 40(4): 347-350.
- [23] 陈才俊. 江苏淤长型淤泥质潮滩的剖面发育[J]. 海洋与湖沼, 1991, 22(4): 360-368.
Chen Caijun. Development of depositional tidal flat in Jiangsu Province. Oceanologia et Limnologia Siniaca, 1991, 22(4): 360-368.

- [24] 朱庆光, 冯振兴, 徐夏楠, 等. 围垦工程影响下的江苏淤港潮滩剖面的演化机制. 海洋地质与第四纪地质, 2014, 34(3): 21-29.
Zhu Qingguang, Feng Zhenxing, Xu Xianan, et al. Evolution of tidal flat profiles under the influence of land reclamation in Jiangsu Province[J]. Marine Geology & Quaternary Geology, 2014, 34(3): 21-29.
- [25] Pethick J, Orford J D. Rapid rise in effective sea-level in southwest Bangladesh: Its causes and contemporary rates[J]. Global and Planetary Change, 2013, 111: 237-245.
- [26] 高抒. 现代沉积过程[C]//王成善(主编). 沉积学发展战略. 北京: 科学出版社, 2019: 190-205.
Gao Shu. Modern sedimentary processes[C]//WANG Chenshan (ed.). On the Strategy of Sedimentology Development. Beijing: Science Press, 2019: 190-205.
- [27] 罗文范, 崔森, 沈梦怡. 修复生态湾区 再踏浪平沙细: 珠海海滨泳场升级后人气持续火爆, 市民期待更多“黄金沙滩”[N]. 南方日报, 2015-10-14(A5).
Luo Wenfan, Cui Sen, Shen Mengyi. Restore the coastal bay and enjoy the sand beaches: The popularity of Zhuhai Swimming Beach keeps booming after upgrading and reconstruction, and citizens expect more “golden beaches”[N]. Southern Daily, 2015-10-14(A5).
- [28] 徐啸, 余小建, 毛宁, 等. 人工沙滩研究[M]. 北京: 海洋出版社, 2012.
Xu Xiao, She Xiaojian, Mao Ning, et al. Researches on Artificial Beach[M]. Beijing: Ocean Press, 2012.

A classification of coastline considering the impacts of human activities: remarks on latest practices on coastline survey in Zhejiang Province

JIA Jian-jun¹, CAI Ting-lu², LIU Yi-fei², CHEN Yi-ning², WANG Xin-kai²,
MEI Ya-ping, SHI Lian-qiang², XIA Xiao-ming²

(1. State Key Laboratory for Estuarine and Coastal Research, East China Normal University, Shanghai 200241, China; 2. State Centre for Island Exploitation and Management, Second Institute of Oceanography of Ministry of Natural Resources, Hangzhou 310012, China)

Received: Jan. 13, 2019

Key words: coastline; coastal zone; geomorphology; ecological function; human activities

Abstract: A coastline is the boundary separating two parts of the Earth's surface: land and ocean. It is also the administrative boundaries between land and main space resources. Coastlines are significant in terms of ecological functions and spatial resources, which are derived from the coastal zone to which they are attached. With the rapid development of the economy and society in coastal areas, the contradiction between protection and utilization of coastal resources has increased significantly. Against this background, the China central government has established a coastline control regulation; herein, the percentage of natural coastline is the key issue to evaluate whether this regulation will meet with success. Correspondingly, Zhejiang Province issued a provincial standard stipulating terms and definitions, procedures and statistical methods for coastline survey, in which a three-level classification system for coastlines was proposed. Natural, artificial, and estuarine coastlines are identified as the first-level categories of coastline. This provincial standard reflects the scientific definition of coastlines and administrative needs on maintaining the percentage of natural coastline. First, the standard defines a coastline as “the trace line of the mean high water level of spring tides marking the boundary between land and ocean,” which highlights the significance of “the high water of spring tides” and “the trace line” in the recognition of coastlines. Second, the standard defines natural shorelines as “coastlines formed via the interaction of the land and sea.” Thus, it can be

inferred that the morphodynamic function of artificial shorelines is to break the interaction between sea and land. Third, the standard proposes three subordinate categories of natural coastline, i.e., “original natural shorelines”, “restored natural shorelines” and “rehabilitated and regulated shorelines”. In this way, those specific coastlines that were once affected by human activities but have restored certain natural morphological features and ecological functions can be classified as natural coastlines. In order to include the connotation of estuarine coastline in the definition of coastline, an extended one was proposed in this paper that a coastline is “the trace line of the mean high water level of spring tides marking the boundary between land and ocean and the artificial delimited boundary between seawater and river water within an estuary.” From the perspective of a coastal morphodynamic system, the factors affecting coastlines are geological background, sea level, coastal dynamics, and sediment supply. In the timescale of routine coastline surveys, the influences of human activities on coastal systems are mainly demonstrated with changes of two aspects: coastal dynamics and sediment supply. Therefore, we should take these factors into consideration while giving a definition and classification on coastline.

(本文编辑: 李晓燕)