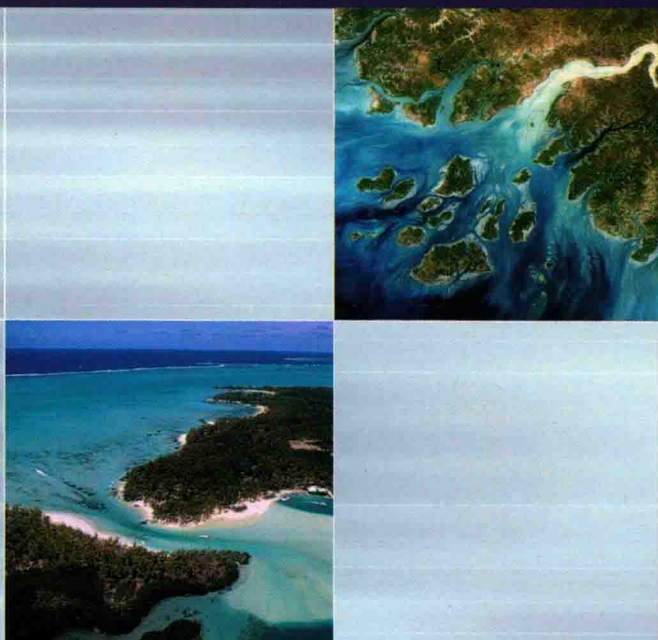




海岸动力地貌

邹志利 房克照 编著

海外借



科学出版社

海岸动力地貌

邹志利 房克照 编著

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书为高等学校本科生教材,主要阐述有关海岸地貌形态特征和演化规律的知识。书中介绍了海岸泥沙输移规律、水流和波浪作用下水底变形特征和各种类型海岸地貌的典型形态,以及各种类型海岸地貌形态的产生机理和演化规律。因本书内容侧重于海岸“动力地貌”部分,所以关于地貌形态产生机理和演化的内容主要涉及河口径流、海岸潮流和波浪等水动力所引起的现代海岸地貌和水底变形,并以我国典型河口为例,讨论了河口海岸的演化特征,也介绍了海岸地质构造、海平面上升和人类活动对海岸地貌的影响。

本书可作为高等学校相关专业本科生教材,也可作为从事海岸地貌研究及海岸工程的研究生、教师和科研人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

海岸动力地貌/邹志利,房克照编著. —北京:科学出版社,2018.2

ISBN 978-7-03-056608-9

I. ①海… II. ①邹…②房… III. ①海岸地貌学-海洋动力学
IV. ①P737.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 036202 号

责任编辑:周 炜 / 责任校对:桂伟利

责任印制:张 伟 / 封面设计:陈 敬

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>

北京教图印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2018年2月第一版 开本:B5(720×1000)

2018年2月第一次印刷 印张:17 1/2

字数:340 000

定价:120.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

本书是关于海岸地貌及其产生、演化机理的大学本科教材,面对的专业是海洋资源开发技术。本书着重阐述海岸地貌特征、产生和演化规律与机理、海岸动力因素对岸滩演变与海岸泥沙运动的影响等。考虑到目前人类海洋资源的开发离海岸越来越远,大量活动已经涉及整个大陆架,所以本书所涉及的地貌范围是从海岸一直延伸至大陆架外缘以内的水深范围。事实上,包含这一内容也可以看做没有超越本书书名中“海岸”的限定,因为在古代冰川时期,海面在现在海面的 100 多 m 以下,大陆架位于那时的海平面以上,而大陆架边缘则为那时的海岸线。后来,随着冰川的融化和海面的上升,大陆架各区域都经历了作为海岸线的过程。虽然现在大陆架各区域都成了浅海水域,但它们曾经作为海岸的历史仍然是人们研究水底地貌时不应忽略的关注点。

本书内容的组织本着突出原理、反映前沿、优化结构的原则。具体包括以下特点。

考虑了内容的覆盖面。本书内容面向海洋资源开发和利用的专业方向,涉及面比较广,不是仅针对较为具体的专业方向(如港口航道和海岸工程专业等),所以在内容的选材上尽量广泛一些,既涉及海岸地貌,也涉及浅海地貌等。

本书注重海岸地貌动力机理的阐述。不仅关注地貌形态方面的内容,也关注泥沙运动规律、地形变化规律以及控制方程等内容。阐述方式上注重原理分析,使知识更具有逻辑性和系统性。这与一般海岸地貌方面书籍的关注内容有所不同。

本书强调知识的整体结构,以满足阅读和教学的需要。设置了“概论”一章,将本书涉及的内容做全面的介绍,使读者可以通过第 1 章了解本书的全貌,便于在后面的阅读和教学中把握各章知识的定位。第 2 章介绍海岸地貌的地质基础知识,为分析提供理论基础。第 3 章和第 4 章分别叙述海岸泥沙运动特征和水底变形动力过程等基础知识,为后面各章对各种地貌特征的产生和演化的动力机理分析提供基本概念和理论基础。因本书涉及波浪理论一些基本公式的应用,所以附录 A 给出了波浪运动简介。

本书注重条理性叙述方式,即注重围绕概念和原理来展开叙述,便于初学者把握知识要点和教师课堂教学。例如,“河口海岸地貌形态”一章的内容安排上,先是介绍河口海岸地貌的概念,然后叙述有关地貌特征和形态,最后解释各地貌特征产生的动力原因。

本书注意吸收了海岸动力地貌方面新的研究成果。重点介绍本科生或初学者知识范围内的海岸动力地貌知识,同时也介绍海岸动力地貌方面新的研究进展,其中也包括作者的一些研究成果。

本书的撰写和出版得到了大连理工大学新专业建设基金和 2015 年教改基金的支持,在此表示衷心的感谢。

限于作者水平,书中难免存在疏漏和不妥之处,敬请读者批评指正。

目 录

前言

第 1 章 概论	1
1.1 海岸和海岸地貌的分类	1
1.1.1 海岸的分类	1
1.1.2 海岸地貌的分类	4
1.1.3 海岛的分类	4
1.2 沙质海岸地貌	6
1.3 淤泥质海岸地貌	10
1.4 河口海岸地貌	12
1.5 浅海水底地貌	14
1.6 塑造因素	16
1.6.1 海平面变化	16
1.6.2 波浪影响	17
1.6.3 水流影响	20
1.6.4 风暴潮和海啸	22
1.6.5 生物作用	22
1.6.6 气候因素	22
1.6.7 人为因素	23
1.7 海岸地貌研究简史和研究方法	24
习题与思考题	27
第 2 章 海岸地貌地质成因	28
2.1 地质构造形态	28
2.2 海岸形态地质构造成因	32
2.3 近海底质构成	33
2.4 海岸沉积物来源	36
习题与思考题	37
第 3 章 海岸泥沙运动特征	38
3.1 泥沙运动方式	38
3.2 泥沙基本特征	40
3.2.1 几何特性	40

3.2.2	泥沙阻力	41
3.2.3	泥沙沉速	46
3.2.4	泥沙起动	52
3.3	推移质输沙率	58
3.4	波浪平均输沙率	62
3.5	悬移质含沙量分布	65
3.5.1	平衡含沙量	65
3.5.2	不平衡含沙量	68
3.5.3	悬移质输沙率和全沙输沙率	71
3.6	沿岸输沙率	75
	习题与思考题	80
第4章	水底变形动力过程	82
4.1	水底地形演化形态	83
4.2	水流对水底变化的响应	87
4.3	水底地形对水流变化的响应	90
4.4	水底地形移动速度	93
4.5	水底地形运动对输沙率的影响	94
4.5.1	对推移质输沙率的影响	95
4.5.2	对悬移质输沙率的影响	96
4.6	沙纹地形对输沙率的影响	99
4.6.1	波浪沙纹的特征	99
4.6.2	沙纹上推移质泥沙	100
4.6.3	沙纹上悬移质泥沙	102
4.7	沙坝和沙纹形成的地形不稳定性机理	105
4.8	重力对地形变化的影响	108
	习题与思考题	110
第5章	沙质海岸地貌形态	112
5.1	沙质海岸的基本概念	112
5.2	海岸剖面形态	114
5.3	海岸沙坝产生机理	118
5.3.1	波浪破碎点驱动	119
5.3.2	海岸驻波驱动	120
5.3.3	地形不稳定性驱动	121
5.4	滩肩剖面产生机理及平衡剖面	122
5.5	泥沙运动界限水深	128

5.6 海岸坡度	130
5.7 海岸平面形态类型	133
5.8 海岸岸线形态	136
5.8.1 静平衡岸线	136
5.8.2 动平衡岸线	139
5.8.3 沙坝-潟湖型岸线	142
5.8.4 韵律型岸线	144
5.9 岸线变形一线模型	145
5.10 海岸变形一般数值计算方法	149
习题与思考题	155
第6章 淤泥质海岸地貌形态	157
6.1 淤泥质海岸泥沙特征	157
6.1.1 淤泥流变特性	157
6.1.2 淤泥质泥沙的悬扬和起动	159
6.1.3 淤泥质泥沙平均含沙量	160
6.2 淤泥质海岸泥沙运动	161
6.2.1 泥沙冲刷率和淤积率	161
6.2.2 泥沙输移特征	162
6.2.3 淤泥质海岸地形变化控制方程	163
6.3 淤泥海岸地貌特征	164
6.3.1 海岸剖面形态	164
6.3.2 水上岸滩地貌特征	165
6.3.3 水下岸滩地貌特征	172
6.4 波浪对淤泥质泥沙运动的影响	176
习题与思考题	177
第7章 河口海岸地貌形态	178
7.1 河口类型	178
7.2 河口地貌特征	182
7.2.1 三角洲	182
7.2.2 三角港	184
7.2.3 潮流深槽	184
7.2.4 拦门沙	185
7.3 河口地貌特征成因	186
7.3.1 三角洲动力成因	187
7.3.2 潮流深槽动力成因	189

7.3.3 拦门沙动力成因	191
习题与思考题	196
第8章 基岩海岸和生物海岸地貌形态	197
8.1 基岩海岸地貌	197
8.2 基岩海岸动力过程	200
8.3 生物海岸地貌	201
习题与思考题	206
第9章 浅海海底地貌形态	208
9.1 大陆架	208
9.2 海峡和海湾	210
9.2.1 海峡	210
9.2.2 海湾	211
9.3 海底水道和河谷	213
9.4 潮流沙脊	214
9.5 潮流沙波	221
9.6 浅滩和沙席	225
习题与思考题	227
第10章 我国典型河口地貌演化特征	228
10.1 黄河口地貌的演化	228
10.2 长江口地貌的演化	232
10.3 珠江口地貌的演化	235
10.4 钱塘江口地貌的演化	238
习题与思考题	240
第11章 人类活动对海岸地貌的影响	241
11.1 河流、海岸治理和利用对海岸地貌的影响	241
11.2 建筑物对海岸地貌的影响	247
11.3 利用建筑物形成有利地貌形态	252
习题与思考题	257
参考文献	259
附录A 波浪运动简介	262
A.1 波浪描述	262
A.2 波浪传播	264
A.3 波浪破碎	267
A.4 波浪产生的水流	269

第 1 章 概 论

本书主要研究海岸动力地貌,即海岸地貌形态及与其相连的水底在波浪、潮汐、海流和风等环境动力因素作用下的演变机理和过程。与该研究领域相关的地貌过程还包括:活动构造地貌——研究形成构造地貌的构造应力场以及各种岩层、岩体的物理力学性质对构造地貌的影响;河流动力地貌——研究在一定的水力与边界条件下,河床地貌的形成与演变过程;风沙动力地貌——研究陆地沙丘的形成、运动规律和风沙流的结构特征,探讨沙丘的动态变化;坡地动力地貌——研究陆地坡地在风化、降水、冰冻-融化、重力、径流等因素作用下的演变过程(崩塌、滑坡、泥石流)。

世界海岸线长约 44 万 km,我国是世界上海岸线较长的国家之一。我国海岸线曲折、漫长,大陆岸线和岛屿岸线总计 32000 多 km,其中大陆岸线北起鸭绿江口,南至北仑河口,全长 18000 多 km。海岸带面积宽阔,达到 $35 \times 10^4 \text{ km}^2$,其中潮上带面积约 $10 \times 10^4 \text{ km}^2$,滩涂 $2 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。0~5m 等深线区域 $2.7 \times 10^4 \text{ km}^2$,其余为 5m 等深线以下海域。全国山东海岸线最长、福建次之,都超过 3000km;海岸带面积江苏最大、山东第二,都超过 $4.5 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。海涂面积江苏和山东分别为 5000 km^2 和 3000 km^2 以上;海岸带宽度上海和江苏最大,都超过 50km。

与这些海岸相连的水域包括河口、海湾和浅海海底。这些水域的水底地形包含丰富的地貌形态,与海岸变化紧密相关。

漫长的海岸带及与其相连的水底蕴藏有极为丰富的生物、矿产、能源、土地等自然资源。因此,对海岸及与其相连水底的地貌研究,掌握海岸的演变过程,预测海岸及地貌的变化趋势,对海岸自然资源的合理开发利用有着极为重要的意义。

1.1 海岸和海岸地貌的分类

1.1.1 海岸的分类

海岸带是海陆交互作用的连接地带,受到多种因素的影响,所以海岸的分类按不同出发点,有不同分类方法。

按海岸受近代地质过程影响的程度划分,可分为原生海岸和次生海岸。

原生海岸是指由于陆上内外营力、火山作用或构造运动而形成、没有被海洋作用所改造的海岸形态,包括陆生侵蚀海岸、陆生堆积海岸、构造海岸、火山海岸

和冰川海岸等。次生海岸是指由于现代水动力因素作用或海洋生物作用造成的海岸形态,包括海蚀海岸、海积海岸和生物海岸等。

按海岸与陆地交界类型可把海岸分为山地海岸和平原海岸。

山地海岸是指海岸与地质构造形成的基岩直接相连。按海岸带地质构造走向与海岸线相交的关系,山地海岸地貌可分为纵海岸、横海岸和斜交海岸。

(1) 纵海岸。当地质构造的走向平行于海岸线走向时,海水入侵使平行于海岸的纵向谷地成为窄而深的海湾,而平行于海岸纵向排列的山地则成为岛屿与岬角,海岸轮廓十分曲折复杂,如欧洲克罗地亚达尔马提亚海岸,如图 1-1 所示。在纵海岸类型中,若地质构造是形成了断崖的构造断层,则海岸线平直简单,成为断层海岸。中国台湾东部为陡直的断层海岸,北起三貂角,南至鹅銮鼻,长达 360km,悬崖高耸入云,如图 1-2 所示。崖壁陡峭光滑极难攀登,有的地方高达 1800m,水下岸坡陡峻,离岸 30km,便是深达 4500m 的深海。



图 1-1 欧洲克罗地亚达尔马提亚海岸



图 1-2 中国台湾东部——清水断崖

(2) 横海岸。海岸线总方向与地质构造线的走向大致成直角的海岸,海岸轮廓复杂,山地成岬角伸向大海,谷地成海湾相互交错,具有岛屿、半岛与海岸大致垂直于岸线总方向相间排列的特征,如图 1-3 所示。我国山东半岛的荣成湾一带海岸亦属于此类海岸。

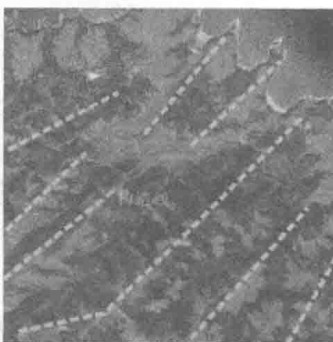


图 1-3 西班牙里亚斯海岸



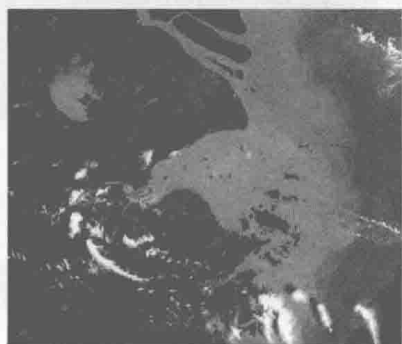
图 1-4 非洲阿尔及利亚海岸

(3) 斜交海岸。海岸线总方向与地质构造线的走向斜交时形成的海岸,岬角与海湾相间排列,与海岸总方向斜交,如非洲阿尔及利亚沿岸山脉走向为 NE-WS,而海岸走向为 NEE-SWW,结果形成一系列斜交的岬角与海湾,如图 1-4 所示。

平原海岸是指由河流冲积而形成或者由海洋冲积而形成的海岸。平原海岸按海岸构成可以分为三角洲海岸、三角湾海岸、溺谷海岸、堆积平原海岸。

(1) 三角洲海岸。分布于河流入海三角洲沿岸。我国不少河流的输沙量很大,河口三角洲发育得很好,如长江三角洲、黄河三角洲和珠江三角洲等地的海岸。

(2) 三角湾海岸。溺谷经潮流和波浪的强烈冲刷扩展成喇叭状而形成的三角形海湾,如钱塘江口,如图 1-5(a)所示。



(a) 钱塘江口



(b) 挪威纳柔依峡湾

图 1-5 三角湾海岸和溺谷海岸

(3) 溺谷海岸。海水淹没陆地凹陷而形成的海岸,如图 1-5(b)所示。这种溺谷常在湾口形成横向沙嘴,甚至封闭湾口成为潟湖,如图 1-6 所示,如秦皇岛海岸两侧即有不少未封闭的溺谷。

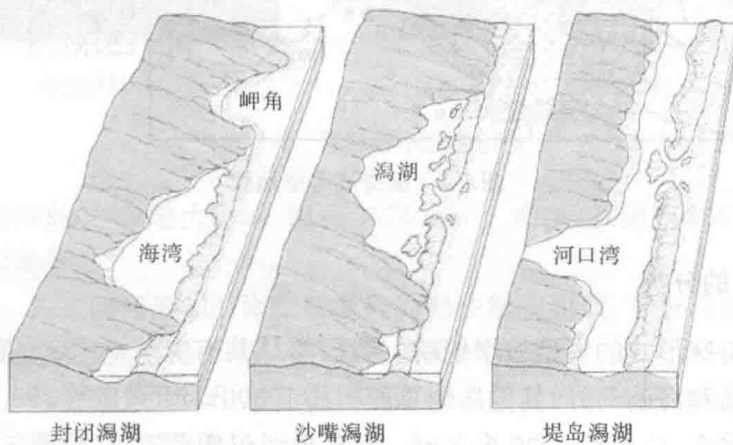


图 1-6 潟湖海岸

(4) 堆积平原海岸。淤泥质淤积而形成的海岸。我国此类海岸分布于辽东湾、渤海湾和莱州湾,以及辽阔平直的苏北海岸。

1.1.2 海岸地貌的分类

海岸地貌可分为海岸堆积地貌和海岸侵蚀地貌两大类。堆积地貌包括海积地貌,河、海堆积地貌,古河、湖堆积地貌等。图 1-7 显示了渤海湾中各类地貌(左其华等,2014)。侵蚀地貌包括海岸在波浪、潮流等不断侵蚀下所形成的各种形态,主要有海蚀洞、海蚀崖、海蚀拱桥、海蚀柱等,如图 1-8 所示。

海岸地貌还可按地貌与岸线关系划分为:毗岸地貌——海滩(包括泥滩)等;接岸地貌——各种沙嘴等;封岸地貌——拦湾坝、连岛坝等;离岸地貌——离岸坝等,如图 1-7 所示。

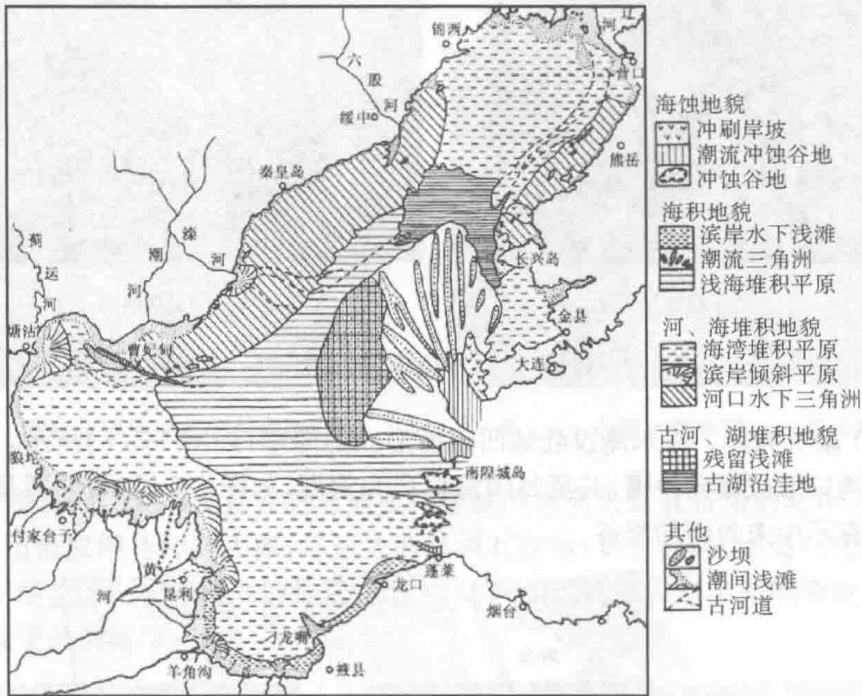
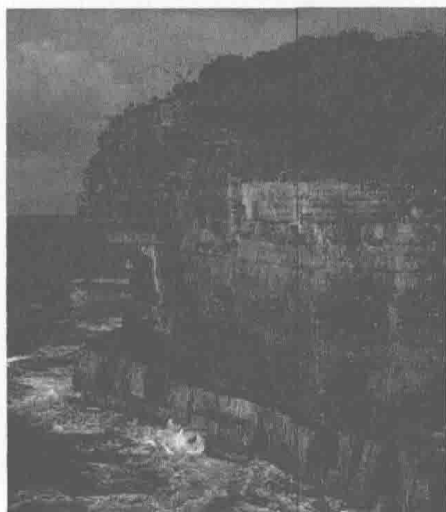


图 1-7 渤海湾海岸地貌

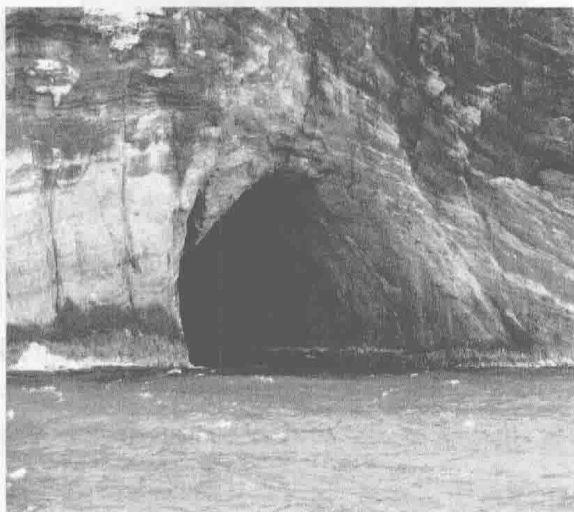
1.1.3 海岛的分类

海岛是特殊形式的大型海岸地貌。我国海域共有大于 500m² 的海岛 6500 多个。除台湾岛和海南岛外,其他岛屿总面积约 10000km²,人口约 350 万,有人居住的岛屿 400 多个,总面积 4000 多 km²。海岛类型包括大陆岛、冲积岛和海洋岛。

大陆岛。大陆地块延伸到海中并出露水面的岛屿,其地质特征与相邻大陆基



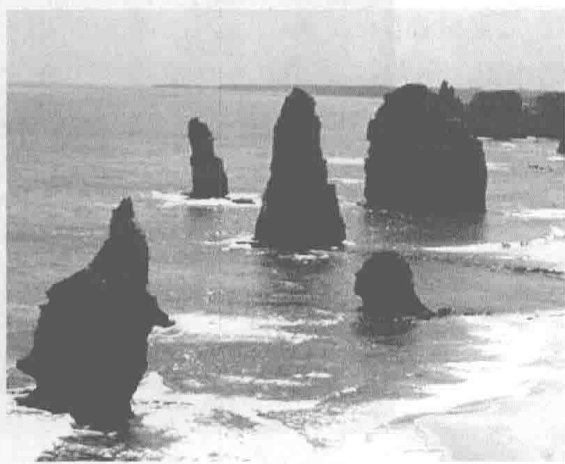
(a) 海蚀崖



(b) 海蚀洞



(c) 海蚀拱桥



(d) 海蚀柱

图 1-8 侵蚀海岸地貌形态

本相似,如台湾岛(我国最大岛屿,面积 35760km^2)、海南岛(面积 33556km^2)、庙岛群岛、舟山群岛等。

冲积岛。由大陆河流和沿岸流所搬运的泥沙堆积而成,多分布在河口和近岸海域。冲积岛崇明岛(面积 1083km^2)为我国第三大岛。

海洋岛。海洋岛分为火山岛和珊瑚岛两种。前者如澎湖列岛,后者如南海诸岛东沙、中沙、西沙、南沙四群岛。

1.2 沙质海岸地貌

我国沙质海岸主要分布在辽宁(辽东半岛部分岸段、辽东湾西侧)、河北(滦河口三角洲)、山东(山东半岛北部)、江苏(海州湾北部)、浙江与福建(部分海湾顶部)、广东(粤东)、广西(部分岸段)和台湾(西海岸)、海南(东、南、西海岸)以及一些岛屿。辽宁沙砾海岸最长,为 850km,占全省岸线总长的 43%。沙砾质海岸地貌包括沙嘴、连岛沙洲、沿岸沙堤、离岸沙坝等。

沙嘴。沙嘴是沿岸漂移的沙砾组成的狭长堆积体,由被侵蚀的泥沙经沿岸流输送堆积而成。波浪斜向到达海岸时,由于水深变浅而发生破碎,导致形成沿岸流,沿岸流所产生的沿岸泥沙纵向输移,使海岸物质在波能较弱的岸段堆积,形成一端与岸相连、一端沿占优势的漂沙方向向海延伸的狭长堆积体,如图 1-9 所示。沙嘴若发生在湾口,则可以发展成为拦湾坝,有时可将海湾封死。

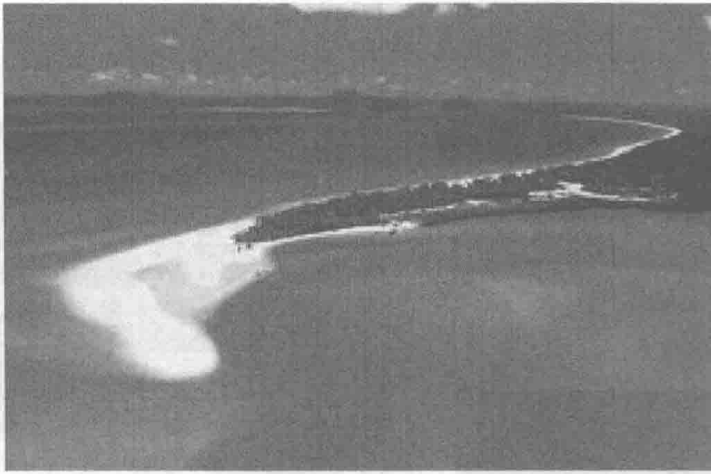


图 1-9 沙嘴

连岛沙洲。沙砾堆积体形成于岛屿与岛屿、岛屿与陆地之间的波影区内,使岛屿与陆地或岛屿与岛屿相连。波浪遇岛屿或岬角发生折射和绕射,进入屏障后方时已经减弱,搬运能力降低,使物质堆积下来,并逐渐自岸边向岛屿(连陆岛)或者自岛屿向岸边延伸[图 1-10(a)],形成连岛沙坝[图 1-10(b)],面积大的连岛坝称为连岛沙洲,例如,山东省烟台市的芝罘岛便是一个陆连岛。

水下沙坝。泥沙作垂直海岸的横向运动时所形成近岸的泥沙堆积体。泥沙堆积是由于波浪正向传至海岸时,水质点做向岸和离岸运动的距离不等导致,或者由于波浪破碎导致泥沙在波浪破碎点堆积。这种作用也可导致海岸沙滩(滩肩)以及与岸线平行的沿岸沙堤等一系列堆积地貌的出现。水下沙堤不断升高,露

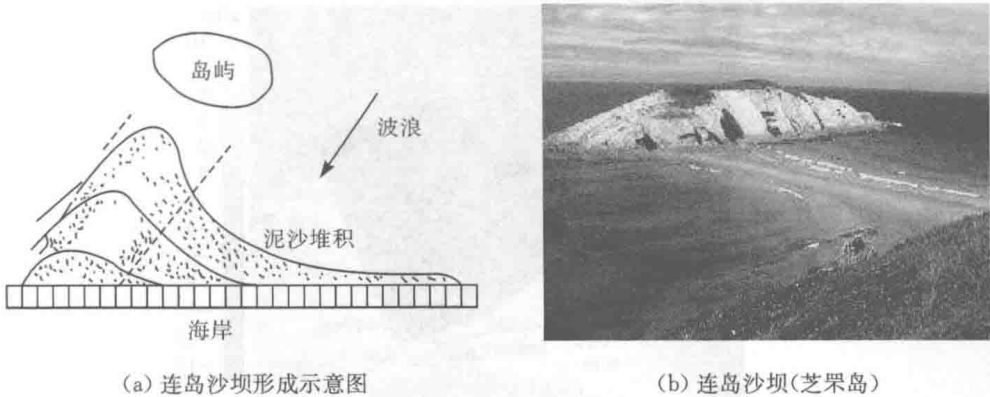


图 1-10 连岛沙洲

出水面,即成为离岸坝(岸外沙坝),如图 1-11 和图 1-12 所示。有些海岸也可能出现多条沙坝,如图 1-13 所示。在一些隐蔽的沙质海岸上,也可形成有一定交角的沙脊和凹槽相间的地形,构成脊槽型海滩,如图 1-14 所示。在离岸坝与海岸之间常常形成潟湖,这类潟湖呈长条状,以离岸坝与海隔开,但仍有水道同海相通。

韵律海岸。具有周期变化的波形海岸称为韵律海岸,如图 1-15 所示。图中沙尖呈连续系列出现,具有比较均匀的间距,一般具有新月形。这种谐律地形在全世界各地的平直岸滩特别是在海湾内的海岸均有发现。关于它的成因说法不一,有的可能与边缘波有关,有的可能与裂流有关。

三角滩。波浪进入港湾式海岸浅水区,发生折射,导致自岬角流向海湾内部的沉积物作纵向移动。海岸凹进处,由于波能辐散,在港湾底拐角发生泥沙沉积,形成三角滩。而海岬前方则被冲蚀形成海蚀崖。



图 1-11 美国 Duck 海岸

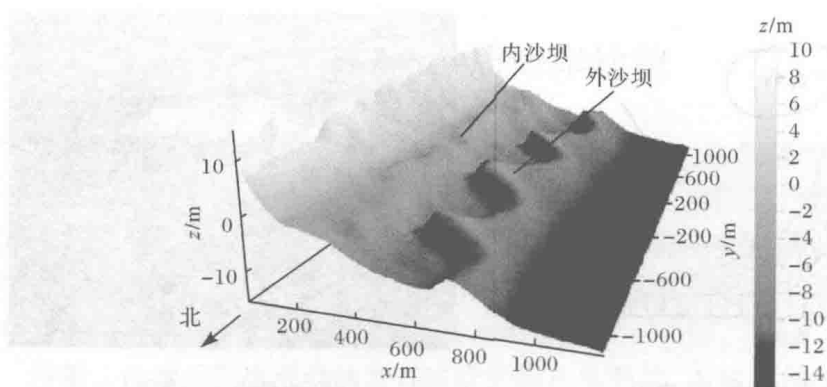


图 1-12 法国 Truc Vert 海岸

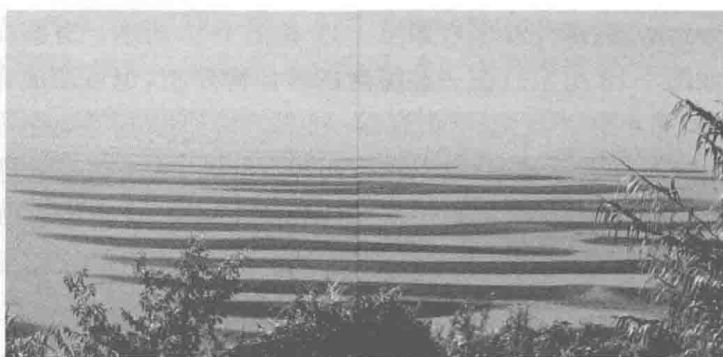


图 1-13 日本熊本海岸多条沙坝



图 1-14 美国大西洋沿岸的倾斜沙坝

潟湖。它是海岸地带由堤岛或沙嘴与外海隔开的平静的浅海水域,和外海之间常有一条或几条水道沟通,如图 1-6 所示。由于潟湖地处海陆相交的特殊地带,受河流和海水的共同影响,所以在水文特征和沉积作用上都具有特殊性。沙堤和沙嘴构成潟湖的屏障,形成沙堤-潟湖海岸。