



中国海滩养护技术手册

CHINESE BEACH NOURISHMENT MANUAL

蔡 锋 等 编著



海洋出版社

中国海滩养护技术手册

蔡 锋 等 编著



海洋出版社

2015年·北京

图书在版编目(CIP)数据

中国海滩养护技术手册/蔡锋等编著. —北京:海洋出版社,2015.7

ISBN 978-7-5027-9202-2

I. ①中… II. ①蔡… III. ①海滩-海岸工程-中国-技术手册 IV. ①P753-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第160225号

责任编辑:苏勤 杨传霞

责任印制:赵麟苏

海洋出版社 出版发行

<http://www.oceanpress.com.cn>

北京市海淀区大慧寺路8号 邮编:100081

北京朝阳印刷有限责任公司印刷 新华书店发行所经销

2015年7月第1版 2015年7月北京第1次印刷

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:24.5

字数:610千字 定价:146.00元

发行部:62132549 邮购部:68038093 总编室:62114335

海洋版图书印、装错误可随时退换

编者序

21 世纪是海洋世纪,目前全球有 60% 以上的人口居住在距离海岸 100 km 以内的沿海地区,确保海洋与海岸带环境的安全与可持续发展成为人类社会的核心任务之一。

我国位于太平洋西岸,海岸线漫长,拥有 18 000 km 的大陆岸线和 14 000 km 的海岛岸线,其中砂质岸线长度超过 5 000 km,海岸带跨温带、亚热带和热带三个气候带,属陆海混合型季风气候,环境条件优越,自然景观优美。尤其是海滩因其得天独厚的“3S”特征,成为现代人旅游休闲的主要目的地。但是由于全球气候变化、海岸工程建设、近岸挖沙以及河流建坝等种种自然和人类活动原因,对我国海岸带变化产生重大影响,近 30 年来我国 50% 以上的砂质岸线遭受侵蚀,海滩质量显著退化,给我国砂质海岸防护、海岸环境改善和海滩旅游经济发展造成越来越大的压力。海滩养护作为我国近年来新兴的海岸保护和生态环境改善手段,因其实用性、生态性和社会、经济效益性等多方面的优点,得到了沿海地区管理部门和公众的认可,过去十多年来在我国得以迅速推广和应用。

为了适应今后我国海滩旅游经济发展需求和海滩养护工程要求,我们集合了国内相关领域的一批长期从事海滩动力地貌学研究和海滩养护工程实践的科学家和海岸工程学家,编著了这本《中国海滩养护技术手册》。手册基于中国海岸和海滩环境特征,吸取了欧美等技术先进国家的养护技术和理念,结合我国海滩养护工程实践经验,初步形成了一套较为适用的养护技术体系。手册共分为三部分内容:第一篇为海滩环境与动力概述,介绍了我国海岸、海岸带的构造格局、成因类型和基本特征,并对我国的近岸波浪、潮流、河口动力、风动力和海平面变化等做了全面的阐述;第二篇为海滩养护理论与技术,介绍了海滩演变的基本理论,并在此基础上详细说明了海滩养护前期工作、设计理论与方法、施工过程以及后期的成果监测和效应评估等;第三篇为海滩养护实例,分别介绍了秦皇岛、厦门岛、三亚三类具有不同代表性意义的海滩养护工程,通过实例阐述了方案设计、养护过程和养护效果,并对取得的社会效益和经济效益做了初步分析。本手册内容翔实,案例明晰,可以作为海岸科学研究人员和高校相关课程学生有益的专业参考书。

本手册的编写吸收了大量国内外前人研究成果,包括《人工海滩手册》(日

本,1979),《人工海滩养护手册》(荷兰,1987),《海岸工程手册》(美国,2002),《海滩养护:理论与实践》(R G Dean,2003)等。手册汇集了编写组全体成员的集体智慧与成果,最终由蔡锋、刘建辉、杜军、莫文渊、邱若峰、李兵统稿,蔡锋审定。具体分工如下。

主编:蔡锋

主编助理:刘建辉

引言 蔡锋、刘建辉、曹慧美执笔

第1章 基本概念与定义 刘建辉、蔡锋执笔

第一篇 海滩环境与动力概述

第2章 海岸、海岸带的基本概况 苏贤泽、雷刚、庄振业执笔

第3章 海岸动力环境 朱建荣、史峰岩、陈智杰、杜军、夏东兴、丰爱平、匡翠萍、张振伟执笔

第二篇 海滩养护理论与技术

第4章 海滩演化基本理论 陈沈良、戚洪帅、刘建辉、王平执笔

第5章 海滩养护技术 刘建辉、蔡锋、邱若峰、雷刚、于帆执笔

第6章 养护海滩监测及评估 刘建辉、蔡锋、邱若峰执笔

第三篇 海滩养护实例

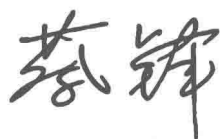
第7章 案例一 秦皇岛海滩养护工程 邱若峰、杨燕雄执笔

第8章 案例二 厦门香山—长尾礁岸段海滩修复工程 雷刚、蔡锋执笔

第9章 案例三 三亚国宾馆海滩改造工程 莫文渊、王道儒执笔

美国工程院院士、佛罗里达大学 Robert G Dean 教授和日本东京大学宇多高明教授帮助审阅了手册大纲,并在编写过程中给予许多有益的指导。中国海洋大学庄振业教授、华东师范大学王宝灿教授、南京大学朱大奎教授审阅修改了手册内容,在此一并表示衷心的感谢!

由于作者水平有限,在本书编写过程中错漏和不足之处在所难免,敬请读者和专家批评指正。



2014年9月

目 次

引言	(1)
第1章 基本概念与定义	(4)
1.1 海岸地貌术语	(4)
1.2 海岸动力术语	(5)
1.3 沉积物术语	(6)
1.4 海滩养护术语	(7)
参考文献	(7)

第一篇 海滩环境与动力概述

第2章 海岸、海岸带的基本概况	(11)
2.1 中国海岸地质地貌分区概述	(11)
2.2 中国海岸带基本特征	(14)
2.2.1 海岸带平面形态特征	(14)
2.2.2 海岸线曲率特征	(16)
2.2.3 海岸带沉积物特征	(16)
2.2.4 海岸带类型	(17)
2.2.5 海岸带冲淤特征	(18)
2.3 中国滨海海滩类型及成因特征	(19)
2.3.1 滨海海滩形成条件	(19)
2.3.2 滨海海滩类型及特征	(20)
参考文献	(23)
第3章 海岸动力环境	(25)
3.1 潮汐与潮流	(25)
3.1.1 潮汐	(25)
3.1.2 潮流	(28)
3.1.3 潮汐与潮流模型	(31)
3.2 波浪	(35)
3.2.1 波浪概述	(35)
3.2.2 我国近岸波浪	(40)
3.2.3 波浪模型	(42)

3.3 风暴潮	(47)
3.3.1 风暴潮的概念	(47)
3.3.2 风暴潮的分类	(47)
3.3.3 风暴潮对海滩的影响	(48)
3.3.4 我国的风暴潮	(50)
3.4 风和风沙作用	(52)
3.4.1 我国沿海风况	(52)
3.4.2 风沙动力理论	(53)
3.4.3 海岸风沙特征	(56)
参考文献	(57)

第二篇 海滩养护理论与技术

第4章 海滩演化基本理论	(63)
4.1 海滩泥沙来源	(63)
4.2 海滩沉积特征与地貌单元	(67)
4.2.1 海滩沉积特征	(67)
4.2.2 海滩地貌	(75)
4.3 海滩泥沙运移	(82)
4.3.1 泥沙运移方式	(82)
4.3.2 纵向输沙	(84)
4.3.3 横向输沙	(87)
4.3.4 风力输沙	(88)
4.4 海滩平衡理论	(90)
4.4.1 海滩剖面平衡理论	(90)
4.4.2 海滩平面平衡理论	(95)
4.5 海滩地貌演变	(100)
4.5.1 海滩侵蚀与堆积	(100)
4.5.2 海滩剖面形态变化	(103)
4.5.3 海滩形态变化模拟与预测	(107)
参考文献	(114)
第5章 海滩养护技术	(121)
5.1 海滩养护基本过程	(121)
5.2 海滩养护考量因素	(122)
5.3 海滩养护前期调查	(125)
5.3.1 海滩演变历史	(125)

5.3.2	海岸动力环境	(125)
5.3.3	沉积物	(127)
5.3.4	地形地貌	(128)
5.3.5	底栖生物	(128)
5.3.6	水质环境质量	(129)
5.4	海滩养护设计	(130)
5.4.1	设计基本理论	(130)
5.4.2	养滩填沙设计	(138)
5.4.3	养滩剖面设计	(144)
5.4.4	养滩平面设计	(162)
5.4.5	取沙区选取	(168)
5.4.6	人工海滩演变预测	(170)
5.4.7	特殊工况设计	(175)
5.5	海滩养护施工	(205)
5.5.1	施工准备	(206)
5.5.2	施工测量	(208)
5.5.3	补沙工程施工	(209)
5.5.4	施工质量控制	(213)
5.5.5	施工监理	(214)
5.5.6	施工竣工验收	(215)
5.5.7	工程回访	(216)
5.5.8	海滩养护施工过程环境影响	(216)
	参考文献	(221)
第6章	养护海滩监测及评估	(225)
6.1	监测	(225)
6.1.1	养护海滩稳定性与演变监测	(225)
6.1.2	养护海滩环境监测	(228)
6.2	工程评估	(230)
6.2.1	养护海滩评估	(230)
6.2.2	海滩养护社会经济效益评估	(233)
	参考文献	(239)

第三篇 海滩养护实例

第7章	案例一 秦皇岛海滩养护工程	(243)
7.1	工程区概况	(243)

7.1.1	养滩修复内容	(243)
7.1.2	项目区气象、水文条件	(244)
7.1.3	项目区地貌特征及岸线演变	(246)
7.1.4	工程完成情况	(251)
7.2	养护方案	(252)
7.2.1	设计方案	(252)
7.2.2	施工方案	(277)
7.3	养护效果	(285)
7.3.1	北戴河海滩养护效果	(285)
7.3.2	金梦海湾海滩养护效果	(299)
7.3.3	海滩养护工程后评价	(302)
7.4	社会效益、经济效益和生态效益分析	(306)
7.4.1	社会效益分析	(306)
7.4.2	经济效益分析	(306)
7.4.3	生态效益分析	(306)
7.5	其他经验	(306)
7.5.1	反馈式设计思路	(307)
7.5.2	鱼礁型离岸潜堤设计	(307)
7.5.3	人工沙坝养滩	(307)
7.5.4	补沙方式的选择	(307)
7.5.5	人工养滩后效评价	(307)
	参考文献	(308)
第8章 案例二 厦门香山—长尾礁岸段海滩修复工程		(310)
8.1	工程区概况	(310)
8.1.1	工程区位置	(310)
8.1.2	工程区气象概况	(310)
8.1.3	工程区水文概况	(312)
8.1.4	养护前海岸地貌状况	(313)
8.1.5	海岸侵蚀演变分析	(315)
8.2	养护方案设计	(316)
8.2.1	海滩养护思路	(316)
8.2.2	养护基本过程	(316)
8.2.3	养护工程初步方案设计	(317)
8.2.4	养护方案模拟预测与改进	(319)
8.3	海滩养护工程施工	(326)
8.3.1	工程施工方案	(326)

8.3.2	总体施工策划	(328)
8.3.3	施工过程	(329)
8.4	海滩养护效果评估	(331)
8.4.1	海岸景观效果分析	(331)
8.4.2	工程稳定性监测评估	(332)
8.5	社会效益、经济效益和生态效益分析	(356)
8.5.1	厦门香山—长尾礁岸段海滩养护工程社会效益分析	(356)
8.5.2	厦门香山—长尾礁岸段海滩养护工程经济效益分析	(356)
8.5.3	厦门香山—长尾礁岸段海滩养护工程生态效益分析	(356)
	参考文献	(356)
第9章	案例三 三亚国宾馆海滩改造工程	(358)
9.1	背景	(358)
9.1.1	项目背景	(358)
9.1.2	项目区地形地貌	(359)
9.2	养护方案	(361)
9.2.1	方案设计总体思路	(361)
9.2.2	分项工程设计	(361)
9.2.3	施工方案	(372)
9.3	养护效果	(372)
9.4	社会效益、经济效益和生态效益分析	(378)
9.4.1	社会效益分析	(378)
9.4.2	经济效益分析	(378)
9.4.3	生态效益分析	(379)
9.5	其他经验	(379)

引 言

随着我国经济的快速发展,人民生活水平的提高和生活方式、消费方式的转变、滨海旅游的兴起和海滩经济的发展,海滩为民众提供了重要的娱乐活动、休闲运动的场所,海滩经济在我国已悄然来临,这就对我国的海滩养护和管理提出了更高的要求,然而在这方面,我国的学者研究相对薄弱,没有一套适合我国海岸特征的成熟理论,因此,加快海滩保护技术及管理技术的研究日显重要。海洋公益性行业科研专项《我国砂质海岸生境养护与修复技术示范与研究》正是在这个背景下设立的。《中国海滩养护技术手册》作为这个项目的成果,旨在为政府有关部门、设计人员、相关业主提供基本背景与相关的知识。海滩养护,作为一个正式的技术体系,是相当新颖的,在最近的一二十年,才形成坚实的物理基础和预测能力。海滩养护通常需要对以下几个方面进行评估:海岸演化的基本背景信息、设计需求和参数、施工方法等。这些在手册中都有较为详细的描述。

美国海滩养护始于纽约市 1922 年的柯尼岛公共岸滩计划,目前以佛罗里达州南端迈阿密旅游胜地的人工海滩规模最大,亦最成功,最具代表性,可抗拒中等强度的飓风,不仅改变了早期硬式防护时海滩遭受严重侵蚀、不断后退的状况,且极大地提高了其休闲价值。1978 年在该海滩休闲的人数为 800 万人,2000 年猛增至 2 100 万人,15 年间,养护海滩的收入已达到初期海滩投资费用的 40 倍,经济效益可观。1992 年飓风亦未对此海滩造成显著的侵蚀,再次证明了海滩养护的效果。20 世纪 80 年代末,美国开始对其东海岸的海滩养护工程进行调查,随后调查工作扩展至墨西哥湾沿岸、太平洋沿岸及大西洋沿岸,并开始进行对比研究。随着新的养护工程的不断进行,调查和研究工作亦不断延续,在地区扩大、时间序列延长的同时,还不断替换原来调查中的错误,形成了包括工程位置、养护海滩的长度和费用、实施时间、补沙的体积、资金来源等在内的体系(表 0.1)。

表 0.1 美国海滩养护工程一览表

养滩岸段 (起止年份)	总填沙量 ^① /10 ⁶ m ³	养滩事件/件	养滩位置/处	主要资金来源 ^②
美国东海岸 (1923—1996)	350	573	154	联邦政府占 63%
墨西哥湾沿岸 (1942—1996)	78	158	60	联邦政府占 83%
新英格兰沿岸 (1935—1996)	12	173	121	非联邦政府 (州/地方/私人)占 53%
美国五大湖沿岸 (1955—1996)	25	416	60	联邦政府占 95%

注:①表中总填沙量为有记载填沙量的海滩养护事件的填沙量之和,并非所有海滩养护事件的总填沙量,其中有一些海滩养护事件的填沙量缺失,无数据来源,未包含在内。

②表中主要资金来源为有记载资金来源的海滩养护事件占总海滩养护事件的比例,同样,其中有一些海滩养护事件的资金来源缺失,无数据考证,未包含在内。

欧洲海滩养护工程步美国之后,各国的海滩养护经历不尽相同(表 0.2)。各国在海岸带主要问题的相关实践、国家政策以及工程技术等方面也有很大差异。意大利和法国在海岸侵蚀防护过程中广泛使用物理模型和数学模型,工程研究方面比其他国家先进。荷兰、丹麦(日德兰半岛西岸)、英国和德国(北海岸)更关注风暴潮期间的海岸防护。这些国家制定了长期的海岸侵蚀防护对策,对岸线的长期变化进行系统的定期监测。

表 0.2 欧洲海滩养护工程一览表

国家(第 1 次养滩项目的年份)	总填沙量/ 10^6 m^3	养滩事件/件	养滩位置/处	主要资金来源
法国(1962)	12	115	26	地方
意大利(1969)	15	36	36	国家/地区
德国(1951)	50	130	60	联邦政府/国家
荷兰(1970)	110	150	30	国家
西班牙(1983)	110	600	400	国家
丹麦(1974)	31	118	13	国家/地方
英国(1954)	20	35	32	国家/地方
美国(1922)	>360			联邦政府/地方

虽然近几年来我国开展了不少的海滩养护与修复工程,但总体来讲,数量和规模与欧美等发达国家相比,还有很大的差距(表 0.3)。在我国一些滨海城市的周边海域,由于缺乏海滩,对滨岸修建人造海滩进行了一些研究工作,如 20 世纪 90 年代三亚小东海与鹿回头湾人工海滩研究项目,海南省桂林洋开发区的海滨旅游区内 1 km 长的海滩进行尝试性整治研究。真正意义上的海滩养护是 2007 年厦门市启动海滩修复工程和北戴河西海滩的养护工程的实施,前者在厦门岛东岸 1.5 km 范围内进行海滩再造工程,获得了成功,并成为当地政府开展海滩文化活动的重要场所;后者于 2008 年开始对秦皇岛北戴河西海滩 3.5 km 岸线的海滩进行了修复整治,取得了成功,这为我国海滩养护与管理理论的研究奠定了一定的基础。但是,我们也必须认识到,我国海岸线曲折复杂,动力条件也相差较大,鉴于各滨海的海岸环境不同,海滩保护的内容和要求有所差别,海滩保护的技术和手段在不同区域、不同岸线也是不尽相同。因此,针对我国的国情,特别是海滩养护的实践经验,亟须进行总结,以便于指导日后我国越来越多的海滩养护项目。国内外的海滩保护工程充分说明了软性护滩是防止海岸侵蚀,维持海岸动态平衡,顺应海岸自然规律的最有效且最能被接受的手段,并且也是发展滨海旅游业的有效途径。

表 0.3 我国主要海滩养护工程及其特征参数

	养护区	补沙方量 $/\text{m}^3$	补沙平均 粒径/ mm	工程长度 $/\text{m}$	工程宽度 $/\text{m}$	竣工年份
1	厦门鼓浪屿港仔后	55 000	0.7 ~ 1.5	287	25 ~ 35	2013
2	厦门鼓浪屿美华海滩	61 000	0.7 ~ 1.5	294	25 ~ 45	2013
3	厦门天泉湾	71 000	5 ~ 10 cm	958	20	2013
4	平潭岛龙凤头	340 000	0.3 ~ 0.5	1 400	60 ~ 120	2011

续表

	养护区	补沙方量 /m ³	补沙平均 粒径/mm	工程长度 /m	工程宽度 /m	竣工年份
5	厦门岛会展中心岸段	735 000	0.4 ~ 0.66	1 795	50	2012
6	厦门岛曾厝垵岸段	165 000	0.6 ~ 1.0	792	8.8 ~ 81	2012
7	厦门观音山Ⅱ期	433 600	0.2 ~ 0.5 / 0.3 ~ 1.0	818	0 ~ 70	2010
8	珠海担杆镇外伶仃岛	108 700	0.8 ~ 1.0	240	54 ~ 60	2012
9	厦门同安湾环东海岸	650 000	0.5	4 400	50 ~ 70	2012
10	北戴河东海滩	31 100	0.5 ~ 0.85	400	10 ~ 50	2009
11	北戴河中海滩	93 200	1.18 ~ 1.70	720	30	2009
12	北戴河西海滩	139 000	0.35 ~ 0.45	680	28	2008
13	三亚鹿回头	60 000	0.1 ~ 1.5	400	80	2008
14	天津东疆港	120 000		1257	165	2008
15	厦门观音山Ⅰ期	740 000	0.3 ~ 0.66	1 446	80	2007
16	鼓浪屿东岸	11 400	0.8 ~ 1.1	950	25	2007
17	上海奉贤海滩	46 000		1 300	50	2006
18	三亚小东海	48 000	0.5	400	40 ~ 50	2005
19	青岛汇泉湾	12 000		500	70	2003
20	大连星海湾	315 000	10 ~ 17	800	30	1994
21	香港半月湾	200 000				1990

第 1 章 基本概念与定义

海岸带是由陆地向海洋的过渡带,是水圈、岩石圈、生物圈和大气圈相互作用的交集地带。广义上的海岸带包括现代海水运动对于海岸作用的最上限及其邻近的陆地,以及海水对于潮下带岸坡剖面冲淤变化所影响的范围,由潮上带、潮间带和潮下带(水下岸坡)3部分组成。此外,海岸带还包括港湾、潟湖、滨岸沙丘、河口和三角洲等多种地貌单元,其宽度有很大差别,最大可达数百千米,高差不大,一般在 20~30 m。因此,海岸带的界线比较模糊,关于海岸带的范围,国际上也没有明确的界定,我国在 20 世纪 80 年代开展的《全国海岸带和海涂资源综合调查》时,规定调查范围为:由海岸线向陆方向延伸 10 km 左右,向海至水深 10~15 m 等深线处;在河口地区,向陆延伸至潮区界,向海方向延至浑水线或淡水舌。

1.1 海岸地貌术语

海岸带(coastal zone):海陆相互作用的地带,其上限定自海水能够作用到陆地的最远点,下限为波浪作用影响海底的最深点。海岸带分为潮上带、潮间带和潮下带。广义的海岸带可向陆延伸至毗连平原,向海延伸至大陆架边缘(图 1-1)。

海岸线(coastal line):海陆分界线,在我国系指多年大潮平均高潮位时海陆分界线。

海滩(beach):目前海滩的定义还不够规范,划分上也不尽相同。本书中系指海岸线与破浪带之间,主要由波浪作用塑造的,由未固结沉积物组成的海滨。海滩可细分为后滨、前滨和内滨,滩面位置大致和前滨一致。海滩剖面划分参照 Komar (1985) 的相关定义,具体定义如下。

后滨(backshore):海滩剖面中的一个地带,其范围从倾斜的前滨向陆延展到生长植物或自然地理特征改变的地方(海蚀崖、沙丘地带等)。

前滨(foreshore):滩肩顶(或在没有滩肩顶情况下,高潮时波浪冲溅的上界)和低潮时波浪冲溅回卷流(backrush)作用到低水线之间的海滩剖面的斜坡部分。这个术语往往与“滩面”近乎同义,但通常其范围更广,前滨还包括滩面以下海滩剖面的某一平坦部分。

内滨(inshore):从前滨向海伸展到刚刚超出破浪带的海滩剖面部分。

沿岸沙坝(longshore bar):大致平行于岸线延续的沙脊。它可能于低潮时出露。有时可能有一系列这类相互平行但处于不同水深的沙脊。

沿岸槽谷(longshore trough):一种平行于岸线延伸的和在任何发育着沿岸沙坝的地方而出现的长条形洼地。在不同的水深可能有一系列这样的洼地。

破浪带(breaker zone):来自滨外的波浪变得不稳定而破碎,在宽而平坦的海滩上,可以出现两个破浪带,在第二个破浪带波浪再一次发生破碎。

激浪带(surf zone):随着波浪破碎而形成类似于涌潮的推进波。其位置从内破碎带(inner breakers)向岸伸展到激浪带。

溅浪带(swash zone):近岸带中最靠岸的部分,滩面交替地受到波浪冲溅的上冲流(up-

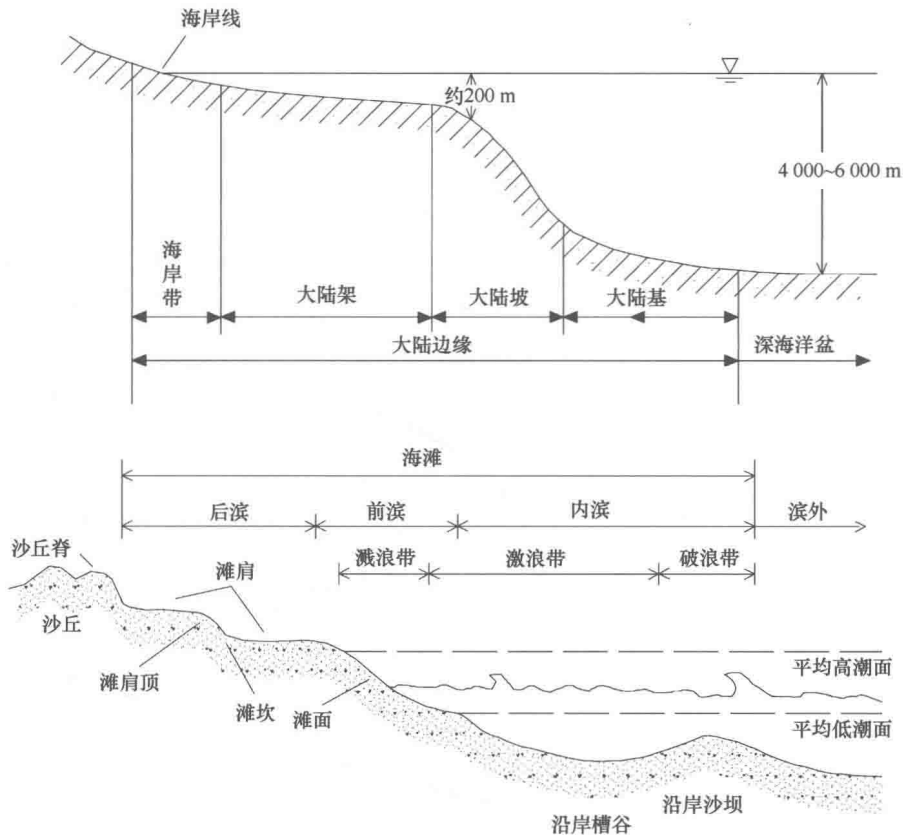


图 1.1 海岸带范围及海滩剖面划分

rush) 而覆盖、回卷流 (backrush) 而暴露。

1.2 海岸动力术语

海浪 (ocean wave): 海洋中由风产生的波浪。包括风浪及其演变而成的涌浪。

潮汐 (tide): 由天体的引潮力作用而产生的海面周期性涨落现象。

潮位 (tide level): 潮汐出现时, 海面相对基准点的高度。

高潮 (high water, HW): 潮汐涨落一周期内的最高潮位。

低潮 (low water, LW): 潮汐涨落一周期内的最低潮位。

潮流 (tidal current): 海水在潮波运动过程中的周期性水平运动。

近岸流系 (nearshore current system): 近岸流是近岸水体的重要运动方式, 对海岸带泥沙运移和海岸地形地貌演化具有不可忽略的作用。近岸流系是波浪运动衍生的, 它由 3 种流组成: 波浪向岸传播导致的质量输送流; 破波产生的沿岸流; 以及由于海岸水体壅水形成向海的离岸流 (裂流)。

风暴潮 (storm surge): 由于热带风暴、温带气旋、海上飚线等风暴过境所伴随的强风和气压变化而引起的局部海面振荡或非周期性异常升高 (降低) 现象。

水位 (sea level): 水位是相对于基准面 (基本水准面) 的水面高度。

平均水位(mean sea level):为某段时间内对水位的平均,它不是一个常量,因时间、地点而变化。平均水位有日平均、月平均、年平均和多年平均水位。

1.3 沉积物术语

目前常用的粒径分级法是表 1.1 中所列的温特华氏(Wentworth)分级法。

砂(sand):粒径为 0.062 5 ~ 2.00 mm 的松散沉积物。

粉砂(silt):粒径为 0.003 9 ~ 0.062 5 mm 的松散沉积物。

黏土(clay):粒径小于 0.003 9 mm 的松散沉积物。

粒度(grain size):表示碎屑颗粒的粗细,用粒径表示。

孔隙度(porosity):沉积物中未被固态物质占据的空间为孔隙,该空间占整个沉积物体积的比率称为孔隙度。

磨圆度(psephicity):指碎屑外表棱角被磨平的程度或表面的光滑程度,通常划分为极圆状(极好)、圆状(好)、次圆状(中等)、次角状(差)和角状(极差)5个级别。

输沙率(sediment transport rate):又叫单宽输沙率,单位时间内通过单位宽度断面的泥沙量。垂直岸线方向的称为横向输沙,沿岸线方向称为沿岸输沙。

悬沙浓度(concentration of suspended sediment):单位体积内所含悬移质泥沙的质量(干沙)。

表 1.1 沉积物的粒级分类(据 King,1972 修改)

类 型		ϕ 值粒径	Wentworth 粒径 /mm	
砾石(gravel)	巨砾(boulder)	< -8	>256	
	中砾(cobble)	-8 ~ -6	256 ~ 64	
	细砾(pebble)	-6 ~ -2	64 ~ 4	
	极细砾(granule)	-2 ~ -1	4 ~ 2	
砂(sand)	极粗砂(very coarse sand)	-1 ~ 0	2 ~ 1	
	粗砂(coarse sand)	0 ~ 1	1 ~ 0.5	
	中砂(medium sand)	1 ~ 2	0.5 ~ 0.25	
	细砂(fine sand)	2 ~ 3	0.25 ~ 0.125	
	极细砂(very fine sand)	3 ~ 4	0.125 ~ 0.062 5	
泥(广义) (mud)	粉砂(silt)	粗粉砂(coarse silt)	4 ~ 5	0.062 5 ~ 0.031 2
		中粉砂(medium silt)	5 ~ 6	0.031 2 ~ 0.015 6
		细粉砂(fine silt)	6 ~ 7	0.015 6 ~ 0.007 8
		极细粉砂(very fine silt)	7 ~ 8	0.007 8 ~ 0.003 9
	黏土(clay) (泥:狭义)	粗黏土(coarse clay)	8 ~ 9	0.003 9 ~ 0.001 95
		中黏土(medium clay)	9 ~ 10	0.001 95 ~ 0.000 98
		细黏土(fine clay)	10 ~ 11	0.000 98 ~ 0.000 49
胶 体		> 11	< 0.000 49	

1.4 海滩养护术语

海滩养护 (beach nourishment): 由于自然供沙不足或动力变化等原因导致海滩发生侵蚀, 为了防护海滩侵蚀, 将异地与原海滩沙粒级相近的沙通过水力或机械手段搬运到原海滩的一定位置, 迅速增加平均高潮位以上海滩后滨的宽度, 并在必要条件下辅以丁坝或顺岸潜堤等海岸工程。一般需要定期 (5 ~ 10 年) 进行补沙再养护。

取沙区 (borrow area): 取沙区是指用于挖沙的离岸或近岸的区域。一般设计海滩养护工程时就要考虑寻找一个或多个含有大量符合质量要求的取沙区。

泥沙相容性 (sediment compatibility): 从广义上讲, 泥沙相容性是指养护沙与天然海滩沙的对比程度, 同时也涉及养滩区生物对新沉积物的适宜性问题。更通俗的说法, 泥沙相容性就是天然海滩沙与养护用沙的相对粒度 (大小属性) 的相似性。

单宽抛沙量 (nourishment volume density): 单宽抛沙量是指海滩单位长度上的养护沙量, 通常用 m^3/m 来表示。

闭合深度 (closure depth): 海滩剖面季节性有效波动的向海界线, 即波浪所能作用到海底泥沙几乎不运动的最大水深。

海岸平衡剖面 (equilibrium profile): 在波浪作用下, 侵蚀作用和堆积作用处于相对平衡状态下的理想的海岸剖面, 又称为均衡剖面。

侵蚀热点 (erosion hot spot): 侵蚀热点是指那些比周边岸段侵蚀更快的区域或者是那些比基于对工程区泥沙运移机理以及海滩平面演变所做出的预测侵蚀率更大的区域。

参 考 文 献

- 蔡锋, 戚洪帅, 夏东兴. 2008. 华南海滩动力地貌过程 [M]. 北京: 海洋出版社.
- 地质矿产部地质辞典办公室. 2005. 地质大辞典 [M]. 北京: 地质出版社.
- King C A M. 1972. Beaches and Coasts [M], 2nd. London: Edward Arnold, 570.
- P D 柯马尔. 1985. 海滩过程与沉积作业 [M]. 丘建立, 庄振业, 崔承琦, 译. 北京: 海洋出版社.
- R G Dean. 2010. 海滩养护: 理论与实践 [M]. 蔡锋, 曹慧美, 刘建辉, 译. 北京: 海洋出版社.