

海滩养护 理论与实践

Beach Nourishment:
Theory and Practice

[美] R.G.迪安 著
蔡 锋 曹惠美 刘建辉 译
蔡 锋 庄振业 校



海洋出版社

海滩养护：理论与实践

[美] R. G. 迪安 著

蔡 锋 曹惠美 刘建辉 译

蔡 锋 庄振业 校

海洋出版社

2010 年 · 北京

图书在版编目(CIP)数据

海滩养护：理论与实践/(美)迪安(Dean, R. G.)著;蔡锋,曹惠美,刘建辉译. —北京:海洋出版社,2010. 1

书名原文: Beach Nourishment Theory and Practice

ISBN 978 - 7 - 5027 - 7669 - 5

I. ①海… II. ①迪… ②蔡… ③曹… ④刘…
III. ①海滩—海岸工程—研究 IV. ①P753

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 007833 号

图字:01 - 2008 - 4449

Copyright © 2003 by World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.

All rights reserved. This book, or parts thereof, may not be reproduced in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or any information storage and retrieval system now known or to be invented, without written permission from the Publisher. Simplified Chinese translation arranged with World Scientific Publishing Co. Pte Ltd., Singapore.

责任编辑:王 溪

责任印制:刘志恒

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

北京画中画印刷有限公司印刷 新华书店北京发行所经销

2010 年 1 月第 1 版 2010 年 1 月第 1 次印刷

开本:787 mm × 1092 mm 1/16 印张:17.5

字数:402 千字 定价:90.00 元

发行部:62147016 邮购部:68038093 总编室:62114335

海洋版图书印、装错误可随时退换

作者简介

罗伯特“巴布”迪安是美国佛罗里达大学(Gainesville)土木和海岸工程系的教授,在长达35年中,他和他的学生有机会接触和调查美国佛罗里达州乃至国际间的众多海滩。最近,由于佛罗里达和其他地方海滩的经济价值的提升,使他致力于海滩的养护研究。

迪安在加州大学伯克利分校获得了土木工程专业学士学位,在学院站的德州农工大学(TAMU)获得物理海洋学硕士,在麻省理工学院获得科学博士学位。他执教于麻省理工学院、华盛顿大学、特拉华大学和佛罗里达大学等4所大学。从1985到1987年,当时他受佛州政府委派,来视察该州的海滩工程。在长达18年里,他为海岸工程研究理事会的成员,这是一个美国工程兵团有关海岸工程事项的咨询机构。1980年他当选为美国工程院院士,目前是海岸工程研究学会的主席,负责协调两年举办一次的国际海岸工程会议。

他与霍普金斯大学(早期在特拉华大学)的罗伯特“托尼”达尔林普尔合著《工程师和科学家专用的波浪原理》及《海岸过程与工程应用》。

致 谢

应该感谢很多机构和个人给予机会和动力,使得作者和他的学生们能探讨令人着迷的伴随着海滩养护而进行的大规模泥沙运移过程之领域。对于一个工程师同样具有吸引力的是通过稳定海岸线来造福广大公众,使他们免受海岸侵蚀之苦。这些机会包括数年内对大型工程的监测、分析解释我们或他人收集到的数据、设计很多的工程并观察其随时间推移而产生的演化。最有意义的也许就是由此得出的结论:设计与建造合理,工程就能有效地发挥作用!

在此,我要特别感谢环境保护部下属的佛罗里达州海滩计划和美国商业部的海洋基金计划,这两个机构在过去数十年内提供了持续的资金,使我们可以就特定相关研究主体和特殊工程的执行文献进行追踪。我也非常感谢那些推动和帮助我们研究和讨论的个人,恕我们无法一一感谢,仅列举一些。M. P. 奥布赖恩(已去世)以其强烈的好奇心、清晰的解释力和富有激发性的讨论而被认为是一位伟大的启发者。鲍勃·威格尔教授鼓励大规模现场搜集数据,并强调这些数据的重要性。托尼·达尔林普尔总是能提供从波浪到泥沙运移等很多有意义的讨论,他对物理的洞察力和对数学的敏感使他用独特的方式为我们做出了奉献。鲍勃·多兰在大规模的佛罗里达 Perdido Key 海滩养护工程上安排 5 年实地研究的机会中发挥了关键作用。汤姆坎贝尔,一位海滩养护技术的积极支持者和实践者,为我们提供了有关工程执行情况和进展的非常宝贵的观察资料、有关解释和建议。最后,还要感谢参与到海滩养护现场及实验室研究的同学们,我真心地谢谢你们的支持和帮助!

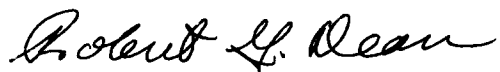
R. G. 迪安

2001 年 12 月 30 日

Preface to Chinese Version of
“Beach Nourishment: Theory and Practice”

The contributions of Dr. Feng Cai in translating this book “Beach Nourishment: Theory and Practice” into Chinese are greatly appreciated. Beach nourishment has been applied successfully to beach stabilization and development of beaches where none were present in many countries including the United States, The Netherlands, Japan, Spain, etc. It is hoped that this version in Chinese will contribute to the appropriate application of this methodology to coastal engineering in China and elsewhere. Compared to most Civil Engineering technology, beach nourishment methodology is fairly new and each site is somewhat unique. Through monitoring and documentation of these Chinese projects in the professional literature, knowledge of the complex processes associated with beach nourishment can be increased greatly to the benefit of all countries bordered by seas or with large inland lakes.

I am truly excited and indeed will look forward to future Chinese developments and applications in beach nourishment.

A handwritten signature in black ink, reading "Robert L. Dean". The signature is fluid and cursive, with the first name "Robert" and last name "Dean" clearly legible.

Department of Civil and Coastal Engineering
University of Florida

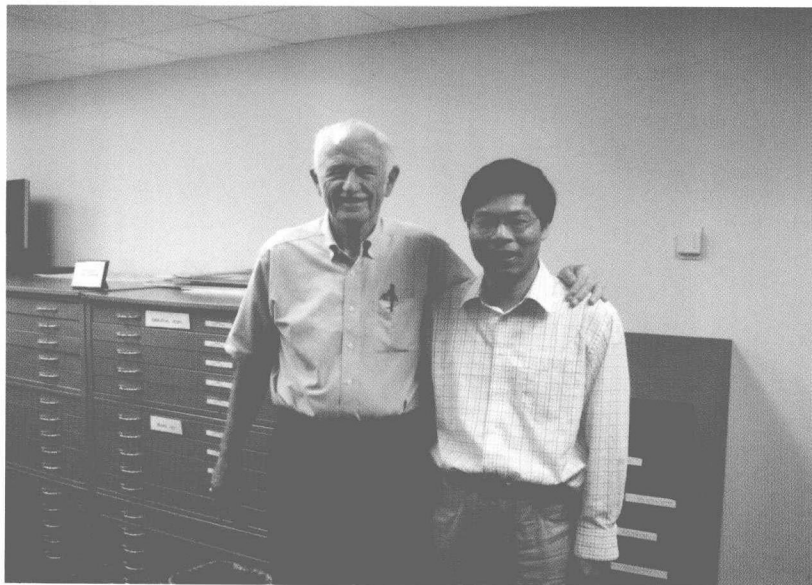
《海滩养护:理论与实践》中译本序言

我对蔡锋博士等人将《海滩养护:理论与实践》一书翻译成中文本所做的贡献表示十分感谢。在美国、荷兰、日本、西班牙等国家里,海滩养护技术已成功地应用于维护海滩稳定和在海滩匮乏区建造人工海滩。在此寄望译著有助于将该方法合理应用于中国及其周边地区的海岸工程。与其他土木工程技术相比,海滩养护理论相对较新,且不同养护地点都有自己的独特之处。通过对这些中国养滩工程的监测和专业文献的引证,将极大地丰富海滩养护复杂过程的相关知识,并造益于所有邻海或拥有大的内陆湖泊的国家。

本书被翻译成中文使我倍感欢欣,并真诚地期待将来中国在海滩养护方面有所发展与应用。

R. G. 迪安

2008 年 12 月于美国



原著作者 R. G. 迪安和译者蔡锋于美国佛罗里达大学(2009 年 5 月)

译者序

近年来,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的转变,滨海旅游业已成为海洋产业的龙头,滨海沙滩吸引了越来越多的国内外游客,逐渐成为人们休闲的主要目的地。2007 年全国滨海旅游收入 7748 亿元,占全国主要海洋产业总产值的 31.08%,位居主要海洋产业之首,滨海旅游已经成为海洋产业中的主导产业之一,作为滨海旅游业的最重要的自然依托——海滩,其保护与养护重要性已日益凸显。

海滩养护最早始于美国纽约市 1922 年的柯尼岛公共岸滩计划,欧洲各国(法国、英国、荷兰、丹麦、德国、意大利、西班牙等)于 20 世纪 50 年代也开始兴起海滩养护。然而,我国在海滩养护的技术和理念方面,远远落后于欧美国家。由于沿海经济开发的持续增强和全球气候变化的影响,我国海滩的破坏情况令人担忧,现存的海滩质量也不尽如人意。在国内,海滩养护的实践正处于初始探索阶段,目前仅在北戴河、大连、青岛、连云港、厦门、三亚等几处海滩作过一些相关研究和工程实践,其中有近一半的海滩养护与修复工程以失败而告终,还没有形成一套成型的理论。因此,我们翻译了由美国工程院院士,国际海岸工程学科的主要创始人 R. G. Dean 教授撰写的《海滩养护:理论与实践》一书,希冀此译文对我国的海滩养护的理论与实践起到积极的促进作用。

本书的翻译由海洋公益性行业科研专项(200905008)和厦门市海洋与渔业局共同资助。鲍晶晶、李虎、高伟、于帆、郑吉祥参与了本书图件的编译和部分章节的翻译工作,谨致谢忱!

译者

2009 年 6 月于厦门

前言

这本关于海滩养护的书的目的是:能做到合理易懂,适合设计者和课堂之用,平常人能够看,并且为研究者提供一个起点。作为一项正式的技术,海滩养护是相当年轻的,在最近十来年才达成了坚实的物理基础和预测能力。虽然我们设计工程的能力已经得到了显著的提高,但是大多数工程的表现仍然和设计阶段的预测有细微的或者比较大的不同。所以,海滩养护继续提供许多令人着迷的研究挑战。这些工程可以被看作是大规模的对自然近岸系统的扰动,自然力量对它的影响包括横向的和纵向的。养护所用的沙通常和原处的沙在粒径上是不一样的,各个粒级会有自己的各项参数。海滩横向剖面平衡和沿岸平面形态演化的时间尺度对设计师和赞助商在评估工程经济可行性方面是相当重要的。虽然经济可行性很大程度上取决于所保护的海岸高地的财产,但如果一个工程需要在两年的时间间隔进行再养护的话,则在经济上是不合算的,而如果再养护的间隔为5~7年,工程将被认为是成功的。

海滩养护的好处包括减轻风暴损失、娱乐和环境改善。宽阔的海滩在高水位和风暴潮时期,可以作为有效的能量吸收者,也可以作为一个沙库,运移并沉积到岸外,来阻挡大浪的来袭,进一步降低作用于海岸的波浪能量。我们在后面可以看到,增加不大的海滩宽度,就能够惊人地起到降低海浪高度和能量的作用。游客被吸引到海滩上,宽阔的娱乐海滩可以带来旅游景点相关收入的显著增长。许多考虑养护的海滩被硬式结构所加稳,比如海堤或护岸,可能结合了“T”型坝,给海龟的产卵栖息地留下了很少的空间。建在海龟产卵栖息地的大多的养护工程需要相对综合监测,还可能要考虑产卵地重新安置计划。一般来说,如果工程在以前很少有筑巢栖息之处提供较宽的滩肩,工程建成之后,产卵密度显著增加。在保留合适的栖息地而建成的工程,监测结果表明,建成后的第一年,对海龟有相对较小的负面影响,几年之后的巢密度可能会增加至略高于或接近原来的情况。

关于海滩养护,需要提到的一点是,这种海岸保护方法的效果曾有错误信息流传。经常听到人说“第一场大风暴来临的时候,工程就会被冲走”。海滩养护目前在美国已经进行了近30年,已建成了数个重大的工程。对这些数据的分析可对工程表现提出差别很大的评估,这就为评估和设计方法的改进提供了基础。关于方法(海滩养护)的效果的评估,是通过它的使用能否持续多年来反映的。以此为标准,海滩养护作为一种增强和持续的海岸保护和加固的方法是相当有效的。

养护之前,海滩处于海浪和近海地形的准平衡状态。近岸采沙可以给近岸地形造成显著的凹坑,导致计划区 1 km^2 或更大的沙位地势降低。通过波的调整作用,这个凹坑导致了一个地形改变后的海岸新平衡,其中某些地方的海岸线后退,而某些地方的海岸线前进。这些采沙凹坑是造成局部侵蚀区被称为“侵蚀热点”的众多可能的原因之一,从而在设计中受到相当的关注。

一个海滩养护工程的实际运行情况(通过监测记录的)和预期运行情况的对比,受到从外行到设计工程师再到提倡(或反对)注资修建工程的官员的关注。因此,在后面的章节中我将用大量篇幅,首先阐明预测技术,之后通过与监测的结果相比较,对预测技术进行评估。预测将根据本书集中探讨的相对简单的模型或非常详细的数字模型展开,这将表明我们有能力用简单模型预测海滩养护工程的执行情况,并且预测效果与复杂模型一样好,或者更好。人们期望在未来几十年通过引用更为复杂的模型,预测会有一个很大的改进。一般来说,预测更适合于工程的整体运行情况,而不是针对那些在工程的特定位置或周边的地方的情况。最后,预测在很大程度上取决于该工程的定位以及天然沙和养护沙之间的匹配程度。在夷直的海岸线上用合适沙来养护的工程,相对来说对海浪的入射方向不是那么敏感,工程总平面图的重心基本是固定的。假如一个工程位于沿岸有拦沙障碍体的地方,或者被修建于存在斜波入射的地方以及泥沙特性不同于原地的地方,该工程的工程平面图重心将来回移动,这也是被证明了的。

有必要对本书的结构作一阐释。本书的一个尝试是运用附录将技术细节储存起来,虽然技术细节对于学生和研究者来说非常有价值,但对于设计人员和外行来说不仅毫无兴趣,还有可能挫伤他们阅读的信心。因此,在许多情况下,适用于理解和设计的现象及结果被置于书中的主体部分,而可能需要逐条

理解或具研究兴趣的深入部分则被置于单独的附录里。

比较好的参考书目和资料来源包含有海滩养护相关的宝贵经验和细节。1995 年美国国家研究理事会的报告“海滩养护和保护”对 1995 年的海滩养护方法和局限性提供了一个全面评估。由 Stauble 和 Kraus 编辑的《海滩养护：工程与管理的思考》(1993 年)包括了大量有关文件。由荷兰代尔夫特水力学实验室出版的一份报告《人工海滩养护手册》(1987 年),对当时的海滩养护进行了全面评价。由佛罗里达海岸和海滩保护协会出版的“海滩技术会议”论文集包含了海滩养护工程的大量个案研究资料。海岸和海滩保护协会的一些论文还提供了对业余人士有特殊价值的非技术性讨论和个案研究。最后推动了两年一次的有关海岸工程的国际学术会议包括了一系列对国际案例进行研究描述海滩养护论文。

海滩养护文献采用公制和英制的都有。由于学生和海滩养护者都会遇到这两种体系,因此研究当前存在的个案和例证时,本书将采用这两种体系。表 F.1 提供了几种有用的换算系数。

表 F.1 海滩养护文献中的英制—公制互换系数

换算指标	从	换算到	乘以
距离	m	ft	3.28
距离	ft	m	0.305
距离	km	miles	0.621
距离	miles	km	1.61
体积	m ³	yd ³	1.307
体积	yd ³	m ³	0.765
单宽沙量	m ³ /m	yd ³ /yd	0.398 (≈0.40)
单宽沙量	yd ³ /ft	m ³ /m	2.51 (≈2.50)
沿岸扩散系数, G	m ² /sec (= m ² /s)	ft ² /s	10.75
沿岸扩散系数, G	ft ² /s	m ² /s	0.093
沿岸扩散系数, G	m ² /s	km ² /a	31.54
沿岸扩散系数, G	ft ² /s	mile ² /a	1.13

参考书目

- Delft Hydraulics Laboratory. 1987. "Manual on Artificial Nourishment," Rijkswaterstaat, The Delft Hydraulics Laboratory Center for Civil Engineering Research, Codes and Specifications, Report No. 130, 195.
- National Research Council. 1995. "Beach Nourishment and Protection," National Academy Press, Washington, DC, 334.
- Stauble, D. K. and Kraus, N. C. (eds.)1993. Special Volume on "Beach Nourishment Engineering and Management Considerations," Proceedings, Coastal Zone Management, American Society of Civil Engineers.

目 次

第1章 简介	(1)
1.0 总论	(1)
第2章 海滩养护的方法和挖沙设备	(3)
2.0 引言	(3)
2.1 抛填方法和挖沙类型	(3)
2.1.1 绞吸式挖沙	(3)
2.1.2 耙吸式挖沙	(6)
2.2 海滩上挖沙的处理	(8)
2.3 货车抛沙养护	(9)
2.4 传送带抛沙养护	(9)
2.5 旁侧输沙系统	(10)
2.5.1 带有普通泵的旁侧输沙系统	(10)
2.5.2 使用射流泵输沙	(11)
第3章 后文运用的手段	(14)
3.0 概述	(14)
3.1 专业术语	(14)
3.1.1 海滩养护	(14)
3.1.2 取沙区	(14)
3.1.3 泥沙的相容性	(15)
3.1.4 单宽抛沙量	(15)
3.1.5 闭合深度	(15)
3.1.6 背景侵蚀	(15)
3.1.7 演变过程	(16)
3.2 一般设计理念	(17)
3.2.1 简介	(17)
3.2.2 荷兰的设计方法	(17)
3.2.3 一些实施条件的考虑	(17)

3.3 横向输沙考虑	(18)
3.3.1 海滩平衡剖面	(18)
3.3.2 闭合深度	(21)
3.3.3 沙量盈亏对岸线的影响	(24)
3.4 平面扩散	(24)
3.4.1 概述	(24)
3.4.2 沿岸输沙	(24)
3.5 Pelnard - Considère 方程	(26)
3.5.1 概述	(26)
3.5.2 输沙守恒方程	(26)
3.5.3 线性输沙方程	(26)
3.5.4 组合方程	(26)
3.5.5 波浪折射效应	(29)
3.6 Pelnard - Considère 方程取得的一些成果和解法	(29)
3.6.1 概述	(29)
3.6.2 基本解	(30)
3.6.3 无限长海岸线的初始矩形平面	(30)
3.6.4 拦沙障碍体的阻挡作用	(34)
3.6.5 拦沙障碍物周围定期旁侧输沙	(36)
3.6.6 养护海滩的总体演变对风暴序列的不敏感性	(37)
3.7 沿岸扩散	(38)
3.8 不规则岸线和水深的海滩养护具有不均一的岸线变化	(39)
3.8.1 数值模型在实际水下地形中的应用	(39)
3.8.2 简单模型或数值模拟在不同水深地形中的应用	(42)
3.9 结论	(43)
第4章 演变评价和预测	(46)
4.0 演变评价	(46)
4.1 海滩养护工程自然演变预测	(46)
第5章 海滩横剖面的设计	(49)
5.0 引言	(49)
5.1 平衡岸线的淤进	(49)
5.1.1 与天然沙粒径一致的抛沙	(49)

5.1.2 比天然沙细或者粗的抛沙	(49)
5.2 等深线的变化特点	(56)
5.2.1 交叉型剖面	(56)
5.2.2 非交叉型剖面	(58)
5.2.3 浸没型剖面	(58)
5.2.4 等深线距离差值的应用	(59)
5.3 不均匀抛沙粒径的海滩平衡剖面	(59)
5.4 两种粒径的抛沙	(62)
5.5 海滩剖面的平衡作用引起海滩宽度的减小	(63)
5.5.1 简介	(63)
5.5.2 代表剖面变窄的方程	(64)
5.5.3 结论	(64)
5.5.4 海滩剖面平衡作用的时间尺度	(66)
5.6 说明材料的实例	(70)
5.6.1 例 1	(70)
5.6.2 例 2	(71)
5.7 结合材料的实例	(72)
5.7.1 例 3	(72)
5.7.2 例 4	(73)
5.7.3 例 5	(74)
5.7.4 例 6	(74)
5.8 总结	(75)
第 6 章 海滩平面设计	(76)
6.0 简介	(76)
6.1 障蔽沙岛的养护	(76)
6.1.1 实例 a: 全长障蔽沙岛的养护	(76)
6.1.2 实例 b: 障蔽沙岛中部的养护	(76)
6.1.3 实例 c: 长障蔽沙岛一端外延的养护	(78)
6.1.4 实例 d: 长障蔽沙岛一端附近的养护	(79)
6.2 背景侵蚀速率	(79)
6.2.1 计算背景侵蚀速率的方法	(80)
6.2.2 具有均一的背景侵蚀的矩形平面养护: 夷直海滩	(80)

6.2.3 初始矩形工程具有统一背景侵蚀率的海滩养护的早期成果	(81)
6.2.4 具有均一侵蚀背景的矩形平面布置的海滩养护:一端毗邻潮流通道	(82)
6.3 侵蚀热点	(82)
6.4 在防波堤(seawalls)前的养护	(84)
6.5 沉积物粒径对海滩养护平面演变的影响	(85)
6.6 沉积物粒径对于滩区演变的影响	(86)
6.7 多次养护	(89)
6.7.1 概要	(89)
6.7.2 基于假定指数衰减的结果	(90)
6.7.3 按照 Pelnard - Considère 方程的计算结果	(91)
6.8 抛沙策略	(93)
6.8.1 从工程边界退缩养护端对工程寿命的影响	(93)
6.8.2 具有渐窄端的海滩养护工程	(94)
6.8.3 最优抛沙策略	(99)
6.9 实际工程	(101)
6.9.1 佛罗里达 delray 海滩	(101)
6.9.2 拦沙障碍物下游侧的养护	(101)
6.10 海滩养护平面形态演变的数值模拟	(102)
第7章 取沙区的选择	(114)
7.0 引言	(114)
7.1 取沙区的一般特征和实例	(114)
7.1.1 取沙区的确立	(114)
7.1.2 取沙区的布局	(115)
7.1.3 取沙区中石块的含量	(115)
7.1.4 养护沙的颜色	(119)
7.1.5 取沙区对邻近海滩的影响	(120)
7.1.6 利用退潮浅滩作为取沙区	(120)
第8章 海滩养护的成本与效益	(122)
8.0 简介	(122)
8.1 成本	(122)
8.2 效益	(122)

8.2.1 概述	(122)
8.2.2 风暴破坏减少	(123)
8.2.3 娱乐效益	(124)
8.2.4 财产增值效益	(125)
8.3 海滩演变总体效益的变化	(126)
第9章 海滩养护的环境影响	(128)
9.0 概述	(128)
9.1 短期的和长期的影响	(128)
9.2 海滩养护的正面效应	(128)
9.3 生物群及其影响	(128)
9.3.1 海龟	(129)
9.3.2 海滩养护对底栖生物的影响	(139)
9.3.3 鱼类	(139)
9.4 基岩出露	(140)
9.5 取沙区	(140)
9.6 小结	(141)
第10章 海滩养护工程的监测	(143)
10.0 简介	(143)
10.1 海滩演化监测	(144)
10.1.1 概述	(144)
10.1.2 基线的建立	(144)
10.1.3 海滩和离岸剖面的测量	(144)
10.1.4 沙样	(146)
10.1.5 航空影像	(146)
10.2 普通(研究)监测	(147)
10.3 临界值的确定	(147)
10.4 总结	(147)
第11章 实例研究	(149)
11.0 简介	(149)
11.1 个别工程的回顾	(149)
11.1.1 佛罗里达州 Perdido Key 海滩	(149)
11.1.2 南卡罗来纳州 Folly 海滩养护	(158)