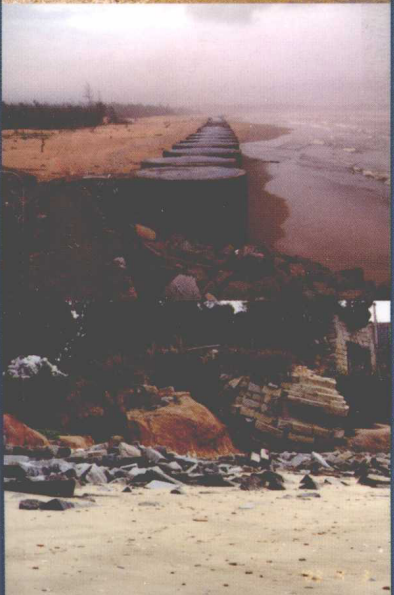




中国 海岸侵蚀 概要

ZHONGGUO

HAIAN QINSHI

GAIYAO

陈吉余 主编

夏东兴 虞志英 蔡 锋 副主编



海洋出版社

中国海岸侵蚀概要

主 编 陈吉余

副主编 夏东兴 虞志英 蔡 锋

海洋出版社

2010·北京

图书在版编目(CIP)数据

中国海岸侵蚀概要/陈吉余主编. —北京:海洋出版社,2010.7

ISBN 978-7-5027-7761-6

I. ①中… II. ①陈… III. ①海岸-侵蚀-研究-中国 IV. ①P737.11 ②P731.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第121986号

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 新华书店发行所经销

2010年7月第1版 2010年7月北京第1次印刷

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:26.5

字数:600千字 定价:100.00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

《中国海岸侵蚀概要》

编委会名单

主 编:陈吉余

副主编:夏东兴 虞志英 蔡 锋

编 委:(以姓氏笔画为序)

丰爱平 余 炯 张乔民 张忍顺 陈吉余

罗宪林 罗章仁 金 镠 夏东兴 虞志英

蔡 峰 潘仁鸿

秘 书:金文华

序

海岸是陆海相互作用的敏感地带、在海陆交互的动力作用下,海岸进行着侵蚀和堆积的变化过程。世界上的海岸呈现局部或全线冲刷后退。海岸侵蚀的速度,随着组成物质的差异有着很大的差别。基岩海岸侵蚀速度常以若干毫米/年乃至若干厘米/年计,砂质海岸常以米/年计,而淤泥质海岸以其组成物质疏松,抗冲力很弱,在强烈动力袭击下,有时可以年达数百米的侵蚀速度,故桑田变沧海的故事,每有所闻。

河流从它的流域输送泥沙在河口堆积,塑造河口三角洲,有些泥沙还沿岸输送形成海滨平原。但是泥沙来源一经切断后,它所形成的三角洲海岸,所受的侵蚀,常常带给人类灾害。如1855年黄河入海泥沙改道,海岸侵蚀在废黄河口以每年200~300 m速度后退,100多年来已蚀去数千平方千米的土地,杭州湾烟波浩渺中的王盘山,历史时期曾以九涂十八滩与大陆相连,而今则距离20 km孤悬海中,600 km²陆地沦于海中。东临碣石有遗篇,魏武曾经挥鞭,也因海侵而沉沦。

基岩海岸因波浪侵蚀而在其前面留下笔陡的海蚀崖,被蚀的物质经波流搬运,形成相对平衡平缓的沙质海滩。在供沙不足的情况下,沙滩也在不断后退,虽然后退的速度不大,每年后退几米,但不需多少年,几十米乃至100~200 m的沙滩被侵蚀而去,使旅游胜地的黄金海岸,受到威胁甚至荒废。如北戴河的海滩变陡了,变窄了,绣针河口海滩底部的淤泥暴露了出来,海滩退化。

近几十年来,流域的泥沙曾经因水土流失严重而大量增加,河口三角洲和邻近海滨平原增长很快,而后大量的水库修建和水土保持则使流域来沙锐减。三角洲海岸增长变缓以后即出现侵蚀后退现象。这是人类活动导致陆海相互作用留下深刻的烙印,然后人类活动不止于此,一系列海岸工程(包括促淤过程引起的岸滩冲淤调整导致局部岸线侵蚀,)而近岸带无须挖沙,使沿岸泥沙运动失衡,导致若干岸段严重侵蚀。

我国是人口众多的国家,人均耕地仅仅只有0.078 hm²,特别是东部发达

地区的滨海地带,人均耕地仅仅只有 0.03 hm^2 ,为着扩展生存空间,为着减轻社会经济发展中土地瓶颈的压力,围涂造地逐渐成为实现土地平衡的一种手段。近 50 年来,向海要地共达 $12\,000 \text{ km}^2$ 。由于湿地保护意识的提高,入海泥沙减少,围涂造地的潜力较之过去大为减少,然而面对社会经济可持续发展而言,摆在我们面前的则是要尽最大可能节约土地。随着我国经济发展,人民生活水平提高,第三产业的拓展,滨海旅游事业近年来增长迅速,沙质海岸作为旅游比较广泛地开发。然而无序的开发,使得可贵资源受到严重威胁。

在我国的海岸线上,有许多岸段处在侵蚀或强烈侵蚀之中。一方面土地资源不足,一方面有多少土地沉浸海中,多少海滩质量下降,严重影响我国社会经济可持续发展,应对于海岸侵蚀现状,需要有相应的防护措施。然而没有一个全国海岸侵蚀系统的图面表征,没有数量的认识,更无从谈到如何对有限的资源进行有效的保护。有鉴于此,由我提出建议,夏东兴教授与虞志英教授具体主持,约请我国海岸研究的部分科学家们在华东师范大学自然地理重点学科的资助下,同心协力,以有限的资金,进行了系统资料整理的工作,并就海岸资源开发、保护、有效管理工程建设和海岸监测进行阐述和提出建议,最终形成了这本著作。本著作依序分别由以下人员编写。序和第 1 章:陈吉余、夏东兴;第 2 章:丰爱平、苗丰民;第 3 章:丰爱平、夏东兴;第 4 章:丰爱平;第 5 章:张忍顺、王艳红;第 6 章:虞志英、刘苍宇;第 7 章:余炯、潘存鸿、孙毛明;第 8 章:蔡锋、雷刚;第 9 章:罗章仁、季荣耀、罗宪林、贾良文;第 10 章:张乔民、季荣耀;第 11 章:罗宪林、郑兆勇、罗章仁;第 12 章:林雪美;第 13 章:金镠、虞志英。虽然是初步的研究,但能遍及我国全部的大陆及台湾、海南岸线,为我国海岸侵蚀的系统研究,迈开了可贵的一步。参加这项工作的科学家把自己一生从事海岸研究积累的资料和规律性的认识,为着国家的利益贡献了出来,这种无私贡奉的精神是非常可贵的,我在这里向他们表示衷心的感谢,也向资助这项研究的活动华东师范大学自然地理重点学科表示真诚的谢意。

陈吉余

2010 年 4 月 12 日

目 录

第1章 总 论	(1)
1.1 地貌背景	(1)
1.2 海岸侵蚀的基本概念	(2)
1.3 现代海岸的形成与演化	(2)
1.4 我国海岸侵蚀原因	(3)
1.4.1 河流供沙减少	(3)
1.4.2 采砂	(4)
1.4.3 海面上升	(5)
1.4.4 海岸工程及其他	(5)
1.5 海岸侵蚀过程	(5)
1.5.1 沙质海滩	(5)
1.5.2 粉砂淤泥潮滩	(8)
1.6 我国海岸侵蚀的几个主要特征	(8)
1.6.1 上冲下淤现象普遍存在	(8)
1.6.2 海岸侵蚀将长期延续	(8)
1.6.3 海岸侵蚀具普遍性且地域逐渐扩大	(9)
1.7 海岸侵蚀的应策	(9)
第2章 辽宁省海岸侵蚀	(11)
2.1 辽宁海岸特征	(11)
2.1.1 构造与海岸类型	(11)
2.1.2 潮汐特征	(12)
2.1.3 波浪	(12)
2.1.4 泥沙来源	(12)
2.2 辽宁海岸侵蚀概况	(13)
2.3 辽东湾东西两侧的沙质海岸侵蚀	(13)
2.3.1 海岸侵蚀现状	(13)
2.3.2 海岸侵蚀空间分布	(15)
2.4 海岸侵蚀对社会经济和资源环境的影响	(16)
2.5 海岸侵蚀原因分析	(17)
2.6 辽东湾东西沙质岸海侵防治对策	(18)
参考文献	(18)
第3章 河北省、天津市海岸侵蚀	(19)

3.1	河北、天津海岸概况	(19)
3.1.1	构造与海岸类型	(19)
3.1.2	沿岸入海泥沙状况	(19)
3.2	河北、天津海岸侵蚀概况	(21)
3.3	秦皇岛海岸侵蚀	(22)
3.3.1	研究方法	(22)
3.3.2	波浪特征	(24)
3.3.3	波浪作用下的泥沙起动	(26)
3.3.4	波浪作用下的沿岸输沙率	(27)
3.3.5	秦皇岛海岸侵蚀状况	(29)
3.3.6	岸线动态分析	(29)
3.3.7	海岸剖面动态分析	(33)
3.3.8	海岸侵蚀原因分析	(36)
3.3.9	海岸侵蚀发展趋势	(43)
3.3.10	海岸侵蚀防治对策	(44)
3.4	沧洲海岸冲淤	(45)
3.4.1	岸线等深线变化	(45)
3.4.2	剖面变化	(47)
3.4.3	侵蚀机理分析	(49)
3.5	河北海岸侵蚀原因与防护对策	(49)
	参考文献	(50)
第4章	山东海岸侵蚀	(51)
4.1	山东海岸特征	(51)
4.1.1	构造与海岸类型	(51)
4.1.2	潮汐特征	(51)
4.1.3	波浪	(51)
4.1.4	泥沙来源	(52)
4.2	山东海岸侵蚀概况	(53)
4.3	黄河三角洲的海岸侵蚀	(54)
4.3.1	整体冲淤概况	(55)
4.3.2	岸线变迁	(56)
4.3.3	黄河海港至新开口段冲淤监测	(58)
4.3.4	现代黄河三角洲海岸侵蚀原因	(63)
4.4	莱州湾南岸海岸侵蚀	(65)
4.4.1	1958—1984 年莱州湾南岸的海岸侵蚀	(66)
4.4.2	1963—2004 年小清河口的海岸侵蚀	(68)
4.4.3	莱州湾海岸侵蚀因素	(70)
4.4.4	莱州湾南岸海岸侵蚀原因	(71)

4.4.5	莱州湾南岸侵蚀趋势	(71)
4.4.6	莱州湾南岸侵蚀对策	(72)
4.5	蓬莱西庄及登州浅滩近期冲淤演变	(73)
4.5.1	数据来源与处理	(73)
4.5.2	整体冲淤概况	(74)
4.5.3	登州浅滩近期冲淤变化	(75)
4.5.4	水深剖面变化	(76)
4.6	日照南部沙质海岸侵蚀	(77)
4.6.1	剖面位置	(77)
4.6.2	韩家营子剖面监测结果	(77)
4.6.3	1999—2001 年岸线变化	(81)
4.6.4	日照南部沙质海岸侵蚀原因	(82)
4.7	山东海岸侵蚀原因与防护	(82)
	参考文献	(82)
第 5 章	江苏省海岸侵蚀	(84)
5.1	江苏海岸的历史与现状	(84)
5.1.1	海岸发育历史	(85)
5.1.2	海岸地质地貌与动力特征	(86)
5.1.3	辐射沙洲	(87)
5.1.4	海岸类型与冲淤特征	(88)
5.2	代表性侵蚀岸段的侵蚀过程及机理分析	(90)
5.2.1	海州湾砂质海岸:绣针河口—兴庄河口	(90)
5.2.2	废黄河三角洲海岸	(95)
5.2.3	滨海平原北部岸段	(113)
5.2.4	东灶港—蒿枝港侵蚀性海岸(吕四海岸)	(117)
5.2.5	蒿枝港—塘芦港上淤下冲的过渡海岸	(134)
5.2.6	辐射沙洲的侵蚀	(136)
5.3	海岸侵蚀原因分析	(138)
5.4	江苏海岸侵蚀的趋势分析	(141)
5.5	海岸侵蚀的危害	(142)
	参考文献	(143)
	附图	(145)
第 6 章	上海市海岸侵蚀	(147)
6.1	长江河口沙洲、浅滩的侵蚀	(148)
6.1.1	流域水、沙变化特征	(148)
6.1.2	河口潮动力和海域来沙变化	(149)
6.1.3	长江口浅滩、沙岛的冲淤转换	(151)
6.2	杭州湾北岸的岸滩侵蚀	(165)

6.2.1	历史海岸变迁	(166)
6.2.2	杭州湾北岸水动力条件	(167)
6.2.3	杭州湾北岸岸滩冲淤	(170)
6.3	上海市海岸侵蚀原因分析	(181)
6.3.1	泥沙来源的减少	(181)
6.3.2	波浪对岸滩的冲刷	(183)
6.3.3	台风暴潮对岸滩的冲刷	(185)
	参考文献	(188)
	附图	(189)
第7章	浙江省海岸侵蚀	(191)
7.1	浙江省海岸概况	(191)
7.1.1	地质地貌概况	(191)
7.1.2	海岸类型及演化过程	(193)
7.1.3	水文动力与泥沙运移	(196)
7.1.4	浙江省海岸线长度	(198)
7.2	海岸侵蚀现状	(200)
7.2.1	浙江海岸侵蚀现状	(200)
7.2.2	典型海岸侵蚀案例	(200)
7.3	浙江省海岸侵蚀原因及趋势	(206)
7.3.1	浙江海岸侵蚀原因	(206)
7.3.2	浙江省海岸侵蚀的趋势	(207)
	参考文献	(208)
	附图	(209)
第8章	福建省海岸侵蚀	(210)
8.1	福建海岸概况	(211)
8.1.1	福建海岸类型	(211)
8.1.2	地质地貌特征	(212)
8.1.3	气候、气象	(213)
8.1.4	水文条件	(214)
8.2	海岸侵蚀现状	(216)
8.2.1	沙埕港岸段	(216)
8.2.2	福宁—三沙湾岸段	(216)
8.2.3	罗源湾岸段	(217)
8.2.4	福清湾岸段	(217)
8.2.5	兴化湾—平海湾岸段	(217)
8.2.6	湄洲湾—大港岸段	(218)
8.2.7	泉州—深沪湾岸段	(220)
8.2.8	围头湾—安海湾岸段	(221)

8.2.9	同安湾	(221)
8.2.10	厦门湾	(222)
8.2.11	佛昙湾	(223)
8.2.12	旧镇湾	(223)
8.2.13	东山湾	(224)
8.2.14	诏安湾	(224)
8.2.15	宫门—大埕湾	(225)
8.3	福建海岸侵蚀动态监测	(227)
8.3.1	厦门岛东南部海岸固定断面监测	(227)
8.3.2	台风引起的福建砂质海岸侵蚀特征	(227)
8.4	海岸侵蚀的原因及危害	(230)
8.4.1	海岸侵蚀的危害	(230)
8.4.2	海岸侵蚀原因分析	(230)
8.5	结语	(232)
	参考文献	(233)
	附图	(234)
第9章	广东省海岸侵蚀	(242)
9.1	海岸概况	(242)
9.1.1	自然环境	(244)
9.1.2	海岸类型	(249)
9.1.3	海岸侵蚀现状与特征	(256)
9.1.4	广东海岸侵蚀的原因分析	(263)
9.2	代表性岸段侵蚀过程及机理分析	(269)
9.2.1	粤东海岸侵蚀实例	(269)
9.2.2	珠江三角洲海岸侵蚀实例	(273)
9.2.3	粤西海岸侵蚀实例	(278)
9.3	海岸侵蚀防护对策问题讨论	(284)
9.3.1	粤东海岸侵蚀防护对策问题讨论	(284)
9.3.2	珠江三角洲海岸侵蚀防护对策问题讨论	(287)
9.3.3	粤西海岸侵蚀防护对策问题讨论	(288)
	参考文献	(291)
	附图	(293)
第10章	广西壮族自治区海岸侵蚀	(295)
10.1	海岸概况	(295)
10.1.1	自然环境	(295)
10.1.2	海岸类型	(297)
10.1.3	侵蚀现状	(299)
10.2	广西海岸侵蚀典型案例	(307)

10.2.1	北海市南岸银滩开发区不合理开发导致的海滩侵蚀和环境退化 ...	(307)
10.2.2	北仑河口罗浮江口至竹山街和薄尾岛南岸的海岸侵蚀与海堤防护 ...	(309)
10.3	广西海岸侵蚀防治对策	(311)
10.3.1	海岸侵蚀原因和趋势分析	(311)
10.3.2	海岸侵蚀对社会经济的影响	(311)
10.3.3	侵蚀防治对策	(312)
	参考文献	(313)
	附图	(315)
第 11 章	海南省(岛)海岸侵蚀	(316)
11.1	概况	(316)
11.1.1	自然环境	(316)
11.1.2	海岸类型	(319)
11.1.3	海岸侵蚀概况	(320)
11.1.4	不同类型海岸的侵蚀	(324)
11.2	代表性侵蚀岸段过程及机理分析	(332)
11.2.1	南渡江三角洲海岸	(332)
11.2.2	邦塘珊瑚礁沙质海岸	(339)
	参考文献	(341)
	附图	(343)
第 12 章	台湾岛海岸侵蚀	(346)
12.1	海岸侵蚀情形	(346)
12.1.1	概况	(346)
12.1.2	海岸特性	(346)
12.1.3	海岸侵蚀现况	(347)
12.2	海岸侵蚀原因	(350)
12.3	海岸侵蚀对策	(351)
12.3.1	硬式工法的兴建	(351)
12.3.2	海岸防护的新思考	(351)
	结语	(352)
	参考文献	(352)
	附图	(354)
第 13 章	我国海岸侵蚀的防护	(355)
13.1	我国海岸侵蚀的一般状况	(355)
13.1.1	砂质海岸的海岸侵蚀	(355)
13.1.2	淤泥及粉砂质海岸的侵蚀	(357)
13.1.3	基岩海岸的侵蚀	(363)
13.1.4	人工海岸	(363)
13.2	砂质海岸的侵蚀机理及模式	(363)

13.2.1	平直砂质海岸的平衡剖面 and 闭合深度	(363)
13.2.2	平直砂质海岸岸线变化速率的定性分析	(365)
13.2.3	平直砂质海岸淤、蚀的经验模式	(365)
13.2.4	平直砂质海岸风暴期间的海滩剖面响应	(368)
13.2.5	沿岸输沙不平衡引起的砂质海岸岸滩变化	(369)
13.2.6	三维等深线变化预测模型	(371)
13.3	淤泥质海岸侵蚀机理及模式	(372)
13.3.1	淤泥质海岸波浪与海床的相互作用	(372)
13.3.2	淤泥质海岸冲淤模式	(377)
13.3.3	淤泥质海岸浮泥在波浪作用下的诱导运动	(381)
13.3.4	淤泥质海床在波浪作用下的稳定性	(381)
13.4	粉砂质海岸演变的机理	(383)
13.4.1	泥沙沉降	(383)
13.4.2	泥沙运动形态	(384)
13.5	中国海岸防护工程概况	(385)
13.5.1	概况	(385)
13.5.2	我国海岸防护工程的主要类型及断面结构形式	(391)
13.5.3	我国海岸防护工程的科技进步	(402)
参考文献		(404)
后记		(405)

第 1 章 总 论

直到 20 世纪 50 年代末,我国海岸线整体上处于向海淤进或稳定状态,海岸地貌学者们把研究方向主要放在淤积灾害的防治方面。大约在 20 世纪 50 年代末至 60 年代初情况发生了变化,首先是沙质海滩岸线发生侵蚀现象,继而黄河、长江等中大型河流的三角洲出现了从快速淤进—缓慢淤进—局部侵蚀—到整体侵蚀的转化过程。黄河三角洲尤为典型,除现今行水河口口门很窄的范围外,在其 200 多千米的岸线上普遍发生侵蚀。至 20 世纪 70~80 年代,全国海岸侵蚀已成为普遍现象,由于反应的滞后,海岸侵蚀在 80 年代才逐渐成为研究热点。

海岸侵蚀使得海滩劣化、浴场破坏、湿地损失、堤坝倒塌、土地沧海,甚至造成冲毁村镇、工厂(场)、公路、防护林等严重灾害。这种环境破坏的成灾过程,即可以缓慢积累,又常常突发致灾,两者相辅相成。

在 20 世纪 80 年代全国进行海岸带与滩涂资源调查时,曾预测到公元 2000 年我国可新淤土地 2 000 万亩^①,正是海岸侵蚀的出现使渴望新土地的希望破灭。

对我国海岸侵蚀的现状、原因和对策需要一个整体的思考,我们有责任重新认识我国海岸环境的现状,给国家和沿海省、市、自治区等海洋相关管理部门提供一个科学的评估意见,同时对海岸侵蚀的原因、机制等进一步深入研究,使海岸侵蚀危害减至最小。

1.1 地貌背景

在我国 18 000 km 的大陆岸线和 14 000 km 的岛屿岸线上,发育有山地丘陵海岸、平原海岸、河口海岸和生物海岸等多种海岸类型。就大陆岸线而言,依其组成物质和动力特征可划分为沙质海滩(约 4 000 km)、粉砂淤泥质潮滩(约 10 500 km)和基岩海岸(约 3 500 km),三类海岸线长度分别占全国大陆岸线总长度的 22.1%、58.5% 和 19.4%。在不同海岸类型背景下,发育了多种多样的海岸地貌,为我们开发利用海岸提供了丰富多彩的海岸空间环境。

以波浪作用为主形成的沙质海滩,主要分布在山地丘陵海岸的开敞海湾和较平直的浅弧形海岸岸段,如辽东半岛、辽西和冀东、山东半岛以及福建、广东、广西、台湾西部和海南等地区。70% 左右的沙质海滩遭受不同程度的侵蚀。

以潮汐作用为主形成的粉砂淤泥质潮滩海岸,主要分布在大中型河流的河口和封闭、半封闭海湾,如鸭绿江口、辽河、滦河、黄河、长江、韩江、珠江等新老河口三角洲和两

^① 1 亩 = 1/15 公顷。

侧,以及胶州湾、象山湾、三都湾、湛江湾、钦州湾等众多海湾内。目前,几乎所有河流三角洲和开敞的潮滩都遭受侵蚀。

基岩海岸主要分布于山地丘陵海岸的岬角或断层海岸。基岩海岸风激浪涌,已经承受了几千年的浪蚀。过去地貌学上仅称基岩海岸为侵蚀海岸。基岩海岸带发育海蚀崖、海蚀平台、海蚀柱、海蚀龛等一系列海蚀地貌,在软岩性地区海崖平台最宽可达 300 ~ 500 m,一般仅数米至数十米。在花岗岩等硬度大的基岩岸段,其侵蚀速率则很小。一般不发育海蚀平台,仅见海蚀穴、海蚀龛等海蚀地貌。

1.2 海岸侵蚀的基本概念

海岸侵蚀(Coast erosion, marine erosion),系指在海洋动力作用下,导致海岸线向陆迁移或潮间带滩涂和潮下带底床下蚀的海岸变化过程。

海岸侵蚀的概念不同于海侵,海侵或海进(Transgression)是海面长期相对上升引起的海岸线大幅度的向陆迁移。属地质历史时期的海陆变迁过程。在时空上,比海岸侵蚀具有大得多的空间和长得多的时间,其成因机制是星球级的构造变化和海面上升。它也不同于海水沿地层透水层向陆域地层渗透,海水从地下内渗称为海水内侵或海水入侵。

海岸侵蚀的速率或强度系指每年受蚀岸线后退的距离,或潮间带和潮下带底床下切的深度。而海岸侵蚀多年总量的累年称为海岸侵蚀幅度。

为了对比海岸侵蚀的强弱,我们给出了一个定量分级的标准,这个标准已在全国海岸侵蚀工作组内推广使用(表 1-1)。

表 1-1 海岸侵蚀强度分级

强度级别	岸线后退速率 $S/(m \cdot d^{-1})$		滩地下蚀速率 $P/(m \cdot d^{-1})$
	沙质海岸	淤砂淤泥质	
轻侵蚀	$S < 1$	$S < 5$	$P < 5$
中侵蚀	$1 \leq S \leq 2$	$5 \leq S < 10$	P 为 5 ~ 10
强侵蚀	$2 \leq S < 3$	$10 \leq S < 15$	P 为 10 ~ 15
严重侵蚀	$S \geq 3$	$S \geq 15$	$P \geq 15$

此表是根据我国海岸侵蚀现状给出的,一个七八十米宽的沙质海滩,若每年后退 2 ~ 3 m,30 多年就会被蚀殆尽,则列入侵蚀强烈范畴,需认真对待。

1.3 现代海岸的形成与演化

盛冰期之后海面快速大幅度上升造成的全球性大海侵,约在 6 000 ~ 7 000 a B. P. 达到顶峰。正是这次海侵,奠定了我国海岸线轮廓的大势。当时海侵把岸线由陆架边缘推进到比目前更加深入陆地的位置。海水在渤海西岸把岸线推进到山东恒台—河北黄

骅—河北文安一线;在苏北,岸线位于赣榆—阜宁—盐线—泰州一线。在海岸线向陆一侧还分布有大片偶受海水光顾的沼泽湿地,海岸线是以贝壳堤为标志划定的。这里岸线平直,海岸低平,是典型的平原海岸。海岸结构由陆向海依次为堤后潟湖湿地—贝壳堤—潮滩—潮下带组成。当海水侵至山地丘陵海岸时则形成曲折多湾的山地丘陵海岸,由于海水更加伸入沿岸的盆地、洼地、河谷,则形成深深嵌入陆地的海湾和溺谷。山梁、山脊则形成岬角或被海水包围成为岛屿。大河河口被海水扩为河口湾,当时的长江口海水可达镇江南京附近,是一个有着 100 多千米宽大口门的河口湾。

大规模海侵停止之后,在河流与海洋动力的联合作用下,加上珊瑚、红树林等生物的参与,海岸被重新塑造,形成了相对稳定的以侵蚀作用为主的岩石海岸、以堆积作用为主的粉砂淤泥质潮滩和沙质海滩,以及生物海岸。几千年来,坚硬的岩石海岸一般仅被海浪蚀去几米至几十米。而波浪则把山地丘陵海岸中小河流携入海岸的泥沙堆积成沙坝、沙嘴、潮间浅滩和水下岸坡,甚至封堵海湾形成潟湖等地貌,使岸线向海推进了数百米至数千米。在封闭半封闭海湾顶部有着较快的淤积,有的已被淤积了海湾面积的三分之一乃至整个海湾。平原海岸因有大型河流提供丰沛的沉积物,呈快速向海推进态势,几千年向海推进了数十至数百千米。全新世中期以来,全国新淤土地面积约 8 万~10 万 km^2 ,其中主要是黄河、长江等大河的贡献。

总之,直到公元 20 世纪 50 年代,我国海岸淤涨是主要走势,而且近一两千年因人类开发河流中上游造成的水土流失,使海岸线向海有加速推进趋势。

1.4 我国海岸侵蚀原因

整体而言,河流供沙减少、海岸带采砂、海面上升和海岸工程是我国目前海岸侵蚀加剧的主要原因。另外红树林和珊瑚礁被破坏,风暴潮增强、沿岸地面沉降也加剧了海岸侵蚀作用。具体到不同的岸段,其侵蚀往往受到几种原因共同作用,侵蚀的主因和组合可以有很大差别。如在新老黄河三角洲,河流泥沙减少是主要原因,地面沉降起了加剧作用。而蓬莱西岸则采砂是主因。海面上升是全球性的,任何侵蚀岸段都会有它的影响,短时期内,它的影响权重虽小,但长期影响却不可忽视。下面仅就海岸侵蚀的主要原因分述如下。

1.4.1 河流供沙减少

传统的堆积海岸供沙主要是大大小小的河流,全世界河流每年向海洋输砂 100 多亿吨,其中绝大多数堆积在水深 50 米以浅地区。其他供沙是微不足道的。陆架供沙在全新世海侵高潮过后就基本停止了,海岸平衡剖面的形成是与海面的基本稳定近乎同时完成。浙江和福建北部海湾的淤积有时也被称为陆架输沙,但归根结底是长江现代南下泥沙充填的结果,视为河流供沙更合适。其他如海崖侵蚀物供沙等只在局部软弱岩石岸段有作用。近几十年来河流输沙大大减少,是造成全球海岸侵蚀的第一位原因。

近三四十年来,中国沿岸河流入海泥沙量减少了一半以上,由输海泥沙 $20 \times 10^8 \text{ t/a}$

减为不足 $10 \times 10^8 \text{ t/a}$, 造成我国海岸泥沙收支严重亏失, 从而海岸由淤积为主, 转为以侵蚀为主, 尤其像黄河、滦河、韩江这些过去高速淤涨的三角洲海岸, 出现强烈侵蚀。长江口的侵蚀则是最近几年才显现的。泥沙亏损几乎发生在每一条河流的人海口地区, 因为不管是山地河流, 还是平原区河流, 我国很难找到一条河流径流未被开发, 一般开发程度均高于生态环境所能承受的能力 (即 $< 40\%$), 华北的海河开发达 95% , 黄河为 67% , 淮河 60% 。山东沿岸的人海河流除汛期外, 几近全年断流。50 年代在胶东半岛地区入海泥沙约 $1\,000 \times 10^4 \text{ t/a}$, 90 年代不足 $100 \times 10^4 \text{ t/a}$ 。输入胶州湾的河流泥沙由 $163 \times 10^4 \text{ t/a}$, 减为 $3 \times 10^4 \text{ t/a}$ 。正是入海河流泥沙的大量减少, 使其成为海岸侵蚀的首要因素。在鲁南日照沙岸, 河流输沙减少占侵蚀的权重约为 40% 。而莱州湾顶达 $50\% \sim 60\%$ 以上, 均为主要侵蚀原因, 对于黄河、长江三角洲更是绝对主导因素。河流上修建水库、塘坝是河流入海泥沙减少的主要原因, 近年北方降水偏少也是原因之一。

1.4.2 采砂

人工采砂整体上是造成海岸侵蚀的第二位原因, 仅次于河流输沙减少。但人工采砂影响仅限于沙质海岸。人们因建筑上的需求, 在海岸地区的海滩、河口和水下采砂, 沙质海岸造成泥沙亏损, 使岸滩剖面平衡被打破, 造成侵蚀。在大规模采砂的岸段, 侵蚀会显得非常强烈, 岸滩迅速后退, 常造成沿岸重大损失。目前准确掌握海岸地区采砂量是困难的。20 世纪 80 年代, 仅山东龙口这样一个中型港口, 年输出砂达 100 多万吨, 像这样的港口在山东省有十几处, 年输出总量在 $1\,000 \times 10^4 \text{ t}$ 左右, 由于很多采砂无法统计, 加上采砂时的流失, 估计实际采砂量应是其 3 倍, 在 $3\,000 \times 10^4 \text{ t/a}$ 左右/加上山东半岛入海河流减少的输沙量约 $1\,000 \times 10^4 \text{ t/a}$, 两项合计海岸年亏损 4 000 万吨沙, 一段时间采砂在山东半岛沙岸侵蚀原因中已居第一位。近十几年来, 由于管理力度加强, 岸滩采砂有所减少, 采砂主要移至河床, 但此举同样使河流入海泥沙减少, 对岸滩的效应仍然是亏失。

我们做过如下的估算: 沿海 11 个省、市、自治区 5 亿人口中有 2 亿生活在沿海县、市、区, 若这 2 亿人用海砂 (包括河口段河沙) 建设住房和公共设施, 自 20 世纪 80 年代以来, 按每人增加 20 m^2 建筑面积, 每平方米建筑面积用砂 0.35 t 计, 则 2 亿人共用砂 $14 \times 10^8 \text{ t}$ 。若砂全部来自 $4\,000 \text{ km}$ 沙岸, 则每千米岸线每年损失砂 $14 \times 10^3 \text{ t/(km} \cdot \text{a)}$ 。这个沙的亏失量计算数据与全国沙岸年侵蚀率 $1 \sim 2 \text{ m}$ 的现实在量级上是匹配的。可以作为沙岸侵蚀速率研究的参考。

在沙质海岸侵蚀现象的调查研究中, 印萍等估算 20 世纪 80 ~ 90 年代期间, 鲁南岚山港附近海岸人工采砂占侵蚀总量权重达 $30\% \sim 60\%$, 但该因素随时间有明显变化, 因为在不同时间段, 采砂强度相差很大, 最大可占 70% 甚至更多。

而丰爱平等在莱州湾顶部潮滩侵蚀研究中, 影响侵蚀的诸要素则不存在采砂一项, 说明不同的海岸类型侵蚀原因迥然不同。对中国海岸侵蚀的整体影响而言, 采砂一项目前居第二位。