

潮 坪

沉积区和生物区

(联邦德国) H. E. 赖内克 主编

科学出版社

潮 坪

沉积区和生物区

〔联邦德国〕 H. E. 赖内克 主编

汪寿松 陈昌明 译

科学出版社

1988

内 容 简 介

本书据《DAS WATT》一书1982年第三版译出，书中汇集了联邦德国科学家对北海南岸潮坪研究的主要成果。全书共分六章。主要介绍了北海潮坪的概况、潮坪形成的地质背景、潮坪沉积物的组成、潮坪的各种沉积构造和沉积物的环境污染问题，详尽地讨论了潮坪区的生物特征和生物对沉积的影响等重要问题，总结了沉积序列和潮坪的主要鉴定标志。

潮坪沉积与石油、天然气和煤等能源有密切关系，现代潮坪研究不仅涉及到潮坪沉积和海洋生物，而且对海岸工程、滩涂的开发与利用、海产养殖及环境保护等都具有重要意义。本书可供从事以上各项研究的科技人员参考，亦适合有关院校的师生阅读。

Herausgegeben von Hans-Erich Reineck

DAS WATT

Ablagerungs- und Lebensraum

(Dritte Auflage)

Waldemar Kramer, 1982

潮 坪

沉积区和生物区

[联邦德国] H. E. 赖内克 主编

汪寿松 陈昌明 译

责任编辑 周明鉴 吴寅泰

科 学 出 版 社 出 版

北京朝阳门内大街137号

中国科学院书刊印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1988年3月第 一 版 开本：787×1092 1/32

1988年3月第一次印刷 印张：6 3/8

印数：0001—750 字数：139,000

ISBN 7-03-000263-6/P·43

定价：1.70元

前 言

在欧洲，潮坪是至今保存不多的大自然景观之一。人们将在这里接触到一个非常特征的、真实的、无限辽阔的自然界。潮坪是动物众多的生物区，人类以经营水产业来享用这份财富。潮坪对于多项科学研究工作也具有不可估量的意义。然而，由于注入废水，倾倒垃圾，不适当地使用挖土机挖掘和进行建筑施工，筑堤等，使潮坪愈来愈多地遭受到干扰和破坏。

潮坪按潮汐周期变干的特征也吸引了地质学家、古生物学家和生物学家去研究这片人类可以涉足的海底，这些研究工作的成果将在下面的章节中叙述。潮坪研究的成果使研究古海洋沉积物的地质学家有可能识别地质历史时期的潮坪沉积，将它们与其它海洋沉积物区分开来，并从根本上研究其沉积、石化埋藏作用的规律。可研究的一系列问题包括：今天的海洋沉积物在石化后呈何外貌，在海底沉积物中主要的物理过程是什么？占主导地位的化学条件如何？可获知的生物比例是多少？沉积过程中的气候或风暴是否被记录下来？动物界中哪一些被保存下来了？能够查明水深或近滨的位置吗？这门科学就是要通过回答这些问题来较准确地鉴别大陆上许多岩石，它们大都是石化的海底沉积物，并且能够较好地理解它们是如何形成的。对某种岩石形成过程的认识，将能可靠地指导找矿和采石的预测工作。

森肯堡研究所的科学家们在这样的前提下对潮坪海进行了五十多年的研究。鉴于以上目的，Rudolf Richter 于

1928年在威廉港创办了森肯堡海洋地质学和海洋生物研究所。虽然该研究所的工作范围涉及整个海洋及其沉积作用，但是他们的许多研究工作开始于亚德湾和北海南岸的潮坪海，或者说是由那里引起的。因此，本书对潮坪的最重要的标志以及潮坪上所观察到的现象的概括，主要来源于该研究所迄今对潮坪所作的工作。

在森肯堡自然研究协会创办和印刷的期刊、专著和图书中，以“Senckenberg am Meer”系列发表的文章今天已超过350篇。本书就是根据它们来写的。但是第二版还汇入了联邦德国其他科学家的经验，尤其是下萨克森州土壤研究局和下萨克森州沼泽湿地和古防洪住所（当地人称 *Watten*）研究所同行们的工作。我们这本小册子要包含全部文献的引文显然是不可能的。为了提供专门性文献，每一章结尾都列出了可供继续研究的最重要的著作*。

我们的书目索引首先是考虑到许多学生，他们作为未来的地质学家、古生物学家和生物学家，打算把潮坪海作为他们的研究对象，并且在各种各样问题面前需要得到初步的指导。我们的文献索引也想用于所有下面这样一些人，他们作为教师需要认识潮坪海，我们还想给予那些到海边来的旅游者以帮助，他们希望学会认识他们漫游过几个星期的这种景观。

森肯堡海洋地质和海洋生物研究所的工作很积极的科学家 Jürgen Dörjes 博士、Günther Hertweck 博士、Georg Irion 博士、Sibylle Little-Gadow 博士、Hans-Erich Reineck 教授、Friedrich Wunderlich 博士、下萨克森州土壤局的 Hansjörg Streif 博士和下萨克森州海滨沼泽地和古防洪住所研究所的 Karl-Ernst Behre 教授共同为本书编纂

* 本译文将参考文献集中排在书后。——译者注

了他们自己的工作经验、文献资料和观测结果。他们这些研究工作是在他们研究所科学基金的支持下完成的。我们衷心感谢Hermann Schäfer先生为本书绘制图件。

H. E. 赖内克

目 录

前言

第一章 概论.....Hans-Erich Reineck (1)

1. 地形和地貌 (1)
2. 气候和天气 (4)
3. 水文学 (5)

第二章 地质背景..... (11)

1. 北海盆地的地质学.....Hansjörg Streif (11)
2. 海岸地区的地质学Hansjörg Streif (17)
 - (1) 岛屿 (17)
 - (2) 沙坝建造和岬 (20)
 - (3) 潮坪和海滨沼泽 (21)
3. 全新世海平面上升以及今天的海岸轮廓
..... Hansjörg Streif (26)
4. 亚德湾和亚德地区的发展历史
..... Karl-Ernst Behre (30)
 - (1) 前全新世基底 (30)
 - (2) 北海在亚德区域的推进 (31)
 - (3) 亚德湾的形成 (36)
 - (4) 堤坝和排水沟的建造 (40)

第三章 沉积物与沉积构造 (42)

1. 沉积物及化学作用 ... Sibylle Little-Gadow (42)
 - (1) 沉积物类型 (42)
 - (2) 淤泥的来源及成因 (44)
 - (3) 孔隙率和含水量 (47)

(4) 矿物成分	(48)
(5) 潮坪表面的化学作用	(49)
2. 潮坪沉积物内重金属的含量是环境污染的尺度 Georg Irion	(54)
3. 层理类型及生物扰动构造 Hans-Erich Reineck	(62)
(1) 盐渍草地区	(62)
(2) 水下区和露出区	(63)
4. 层组	Friedrich Wunderlich (73)
5. 潮道	Hans-Erich Reineck (81)
6. 标志	Friedrich Wunderlich (85)
第四章 作为生物区的潮坪	Jürgen Dörjes (97)
1. 生物区	(97)
(1) 盐渍草地	(97)
(2) 淤积地带	(99)
(3) 潮坪面	(99)
(4) 潮道	(100)
2. 生态因素	(101)
(1) 温度	(101)
(2) 氧和氧需要量	(102)
(3) 盐含量	(103)
(4) 潮坪底硬度	(104)
(5) 食物和摄食	(104)
3. 植物界	(106)
(1) 盐渍草地的紫羊茅群落带 (<i>Festucetum rubrae</i>)	(106)
(2) 盐渍草地的海滨碱茅群落带 (<i>Puccinellie- tum maritimae</i>)	(107)
(3) 淤积带的海蓬子群落 (<i>Salicornietum herbaceae</i>)	(109)

(4) 潮坪海藻草地 (<i>Zosteretum nanae</i>)	(110)
(5) 低潮坪面	(111)
(6) 综述	(111)
4. 动物界	(113)
(1) 盐渍草地	(114)
(2) 淤积带和陆海过渡区	(115)
(3) 泥坪	(117)
(4) 海藻草地	(122)
(5) 混合坪	(123)
(6) 沙坪	(126)
(7) 潮沟	(127)
(8) 连陆潮沟及大潮道	(129)
5. 潮坪主要生物分带及其序列	(136)
第五章 潮坪海生物对沉积物的影响	
.....Günther Hertweck	(138)
1. 现实古生物学方法论	(138)
2. 潮坪中的生物遗迹	(141)
(1) 表面遗迹	(142)
(2) 内部遗迹	(148)
(3) 居住构造	(150)
3. 死亡和埋藏	(163)
第六章 作为沉积区的潮坪 ...Hans-Erich Reineck	
1. 潮坪体的垂向和水平沉积序列	(169)
2. 潮坪的定义和标志	(171)
参考文献	(173)

第一章 概 论

1. 地形和地貌

北海潮坪平均宽 7—10km^{*}，最大宽度达20km左右。它们沿海岸延伸约450km长（图1）。



图1 荷兰、联邦德国、丹麦沿岸潮坪分布概要图

潮坪长约450km，平均宽7—10km



图2 联邦德国海湾内的潮坪

布有属东弗里西亚群岛的斯皮克尔诺格岛和瓦滕诺格岛后的背面潮坪以及威悉河、易北河和易北河以北的河流之间的开阔潮坪



图3 包括南部的亚德湾和内亚德的亚德地区

内亚德南起威廉港—埃克瓦尔德角一线，北至舍利格—梅卢姆岛一线，并且北接外亚德（图2）。深灰色表示大陆（全区在平均高水位线之上）；浅灰色表示潮坪（平均高水位线与平均大潮低水位线之间的地区）；白色表示水下区。虚线表示5m等深线。图上零线和所有高度和深度数值在海图上都是相对于平均大潮低水位而确定的（见图10）

根据潮坪相对于海的位置可将潮坪分为三种类型:

(1) 开阔潮坪 位于海滩脊之后或前置沙洲之后, 一个坡度很平缓的水下剖面在激浪之前保护着它们 (图2)。

(2) 海湾及河口湾潮坪 位于河口湾区或海湾内, 属于咸水和淡水的混合水带 (图3)。

(3) 背面潮坪 位于沙丘岛后的北海中 (图2)。

以上三类潮坪均发现于德国海湾内, 其共同特征是不受开阔海波浪的作用, 都处在防波的位置上 (Thamdrup, 1935)。

受波涛拍打的沙滩, 前置沙洲 (如沙台地) 和远滨沙坝或沙滩前面具有向海延伸的沙洲的砂质海岸在狭义上都不属于潮坪。大潮沟旁受波浪冲刷的沙坪边缘, 如舍利格与明泽内诺格岛之间也属于这种情况, 它们在相当大的程度上全都受到开阔海波浪的作用。沉积物的粒度和分选性、沉积构造和动物群反映出它们处于高能区内。所以, 在下面的文章中, 将把潮坪与受波浪冲刷的沙洲区分开来。

2. 气候和天气

北海地处温和潮湿地带, 该地带以全年发育低气压带为特征。与此有关, 冬天刮风比夏天强。冬天15%的风高于六级 (蒲福风力等级) (风速 $>10.8\text{m/s}$)。每年海岸边风力大于八级 (风速 $>17.2\text{m/s}$) 的风暴日有20天 (参见Deutsches Hydrographisches Institut, 1958)。大多数的和最强的风来自西方, 与此相应, 西面方向的波浪盛行。西风 and 西北风在德国海湾内引起高水位升高 (图4), 所以风暴使高水位升高从而引起的风暴涨潮流主要发生在冬季的几个月内。南风 and 东风使水位降低。

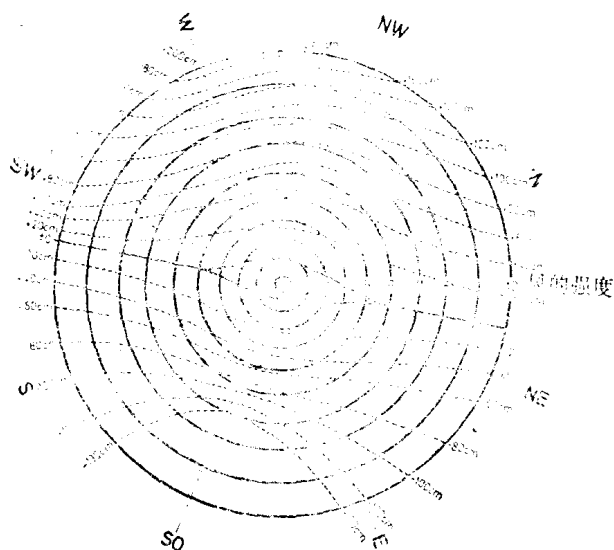


图 4 威廉港风使潮汐高水位升高预测图

一系列半径不等的圆表示风的强度，曲线表示由风引起的潮汐水位的升高和降低。东南风使水位降低，西北风使水位升高，风愈强则水位升降愈烈。相应地，风亦使低水位升高 (Strombautaschenbuch, 1940)

冬天潮坪海结冰。在连续 2—3 天日平均气温在 0°C 以下之后将会结成冰 (Nusser, 1950)，冰的融解时间总共需 2—5 天 (Prahm, 1951)。亚德湾内平均每年有 15 天结冰。1928 年结冰 66 天。亚德湾大约每四年有一个冬天不结冰。

3. 水 文 学

造成潮汐的最主要的力是离心力以及月亮和太阳的万有

引力。

离心力与地-月二元系统有关。地、月有一个共同的重心，这个重心由于地球的质量比月亮大而处在地球内部，而且在离地球中心差不多是地球半径 $3/4$ 的地方，除作用于地球每个点上的离心力之外，在迎向当时月亮所处位置的方向上还有月亮的引力在起作用。月亮对地球迎向月亮的一面的引力比对背向月亮一面的引力大。离心力与月亮引力的合力由此产生，它在面向月亮的一面指向月亮，在背向月亮的一面背离月亮（图5）。由于这个原因，地球上会有两个涨潮峰，它

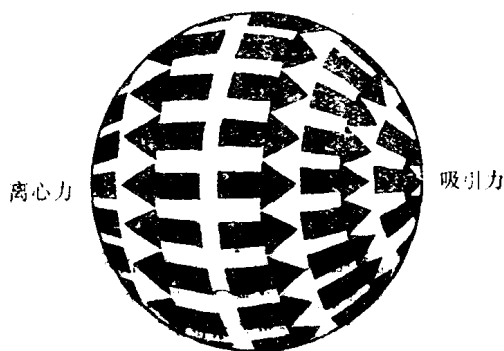


图5 两个潮峰的出现

每一潮峰分别通过较强月亮引力在地球迎向月亮的一面形成
和通过地-月系统中较强离心力在地球背向月亮的一面形成
(据Sager, 1959改绘)

们在地球转动时绕地球迁移。这对于日-地系统也同样适用。虽然在日-地系统中这些力要强180倍，但是合力要小得多，所以太阳引起潮汐的作用只达到月亮的46%。

当太阳、地球和月亮处在一条线上时，也就是在新月或满月时，来自太阳和月亮的力相加（图6），在地球上出现特别高的涨潮峰和特别深的落潮谷。这就是所谓的大潮，它如新月和满月的交替一样每14天出现一次。但是当太阳、地

球和月亮的位置相互成直角时，太阳引起的涨潮峰将由于在直角位置上的月亮而降低，而月亮的涨潮峰又被太阳的引力所削弱。由此出现较弱的落潮谷和较弱的涨潮峰，人们称之为小潮。在德国海湾内小潮的低潮大约出现在正午和午夜，大潮的低潮出现在早上和晚上。

为了简化描述和介绍，我们的研究（假定）只涉及具有水圈而无大陆的地球。但是当大洋被陆地中断时，潮汐过程就比较复杂了。在那些部分明显地偏离所给定的两个涨潮峰图解的大洋中的潮汐波便是如此。在象北海这样的边缘海中

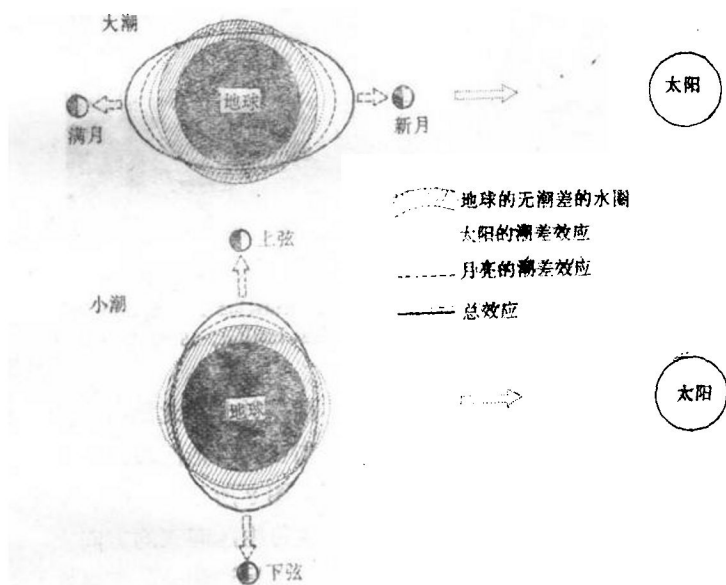


图6 大潮与小潮示意图

当太阳、月亮和地球处在同一条线上时，因为月亮和太阳的引力相加而出现大潮，这是满月和新月的情況。当太阳、地球和月亮的位置彼此成直角时，则由于太阳和月亮的引力相互削弱而出现小潮（据Sager, 1959年改绘）

形成次生波浪，结果在德国海湾内大潮被推迟到新月或满月后三天。

次生涨潮波每天两次按逆时针方向在德国海湾内活动(图7)。因此,在潮汐波达到的所有点上,高潮和低潮每天各出现两次。

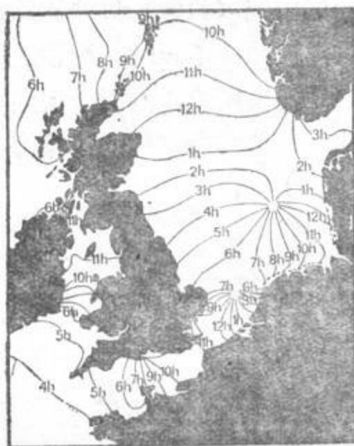


图 7 等高潮时间线

在北海南部涨潮波按逆时针方向运动
(据Deutsches Hydrographisches Institut, 1966, 改绘)



图 8 大潮等潮差线

(据Deutsches Hydrographisches Institut, 1966, 改绘)

高潮与低潮之间的差值称潮差。潮差并非在北海所有地点都相同,因为在近滨的障碍物附近和在漏斗形河口附近涨潮波能加强或减弱。北海潮差的分布如图 8 所示。

由潮差引起的水流在开阔海内大致为由西向东的方向上呈涨潮流（图 9），而由西向东的方向上呈退潮流。在潮坪上退潮和涨潮流的方向决定于当时的水头落差和地貌坡度。另外，较强的风将特别影响到水体移动的方向和速度。

平均潮差在海岸前达2.4m。在亚德湾内,由于喇叭形轮廓,潮差变得比较大,威廉港潮差平均3.6m,小潮时