



〔苏联〕O.K.列昂节夫著

王 乃 梁 等 译

海岸与海底地貌学

中国工业出版社

海岸与海底地貌学

[苏联] O. K. 列昂节夫 著

王乃梁等 译 江美球 校

中国工业出版社

本書共分兩篇，第一篇研究海岸的动力与形态；第二篇研究海底地貌。在海岸的动力与形态一篇，討論了現代海陆相互作用的地帶，包括陆地的滨岸帶与邻接海岸的海底部分的发展規律。在海底地貌一篇，討論了形成海岸水下斜坡范围以外的海底地形的因素，描述海底地形大的形态，解释它們的成因与构造。

本书可供地貌、海洋地质人員以及大学地质地理系师生参考，也可供軍事、航海、海港、漁业等人員参考。

О. К. Леонтьев

ГЕОМОРФОЛОГИЯ МОРСКИХ

БЕРЕГОВ И ДНА

ИЗДАТЕЛЬСТВО МОСКОВСКОГО

УНИВЕРСИТЕТА

МОСКВА-1955

* * *

海岸与海底地貌学

王乃梁等译

江美球校

*

地质部地质书刊編輯部編輯（北京西四羊市大街地质部院内）

中国工业出版社出版（北京佟麟閣路丙10号）

北京市书刊出版业营业許可証出字第110号

中国工业出版社第四印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

*

开本 $787 \times 1092^{1/16}$ ·印张17·字数380,000

1965年1月北京第一版·1965年1月北京第一次印刷

印数0001—2,010·定价（科六）2.10元

*

統一书号：15165·3300（地质-291）

前 言

本书是以作者于1952—1954年在国立莫斯科大学地理系所講授的海岸与海底地貌一課的講稿为基础而写成的。它是按照为地貌学专业制定的該課的教学大綱編写的，可以作为該課的教科书，虽然它比教学大綱所規定的还更广泛地、更詳尽地討論了許多問題。

作者承認他的书是不免有缺点的。主要的缺点是不同的章节沒有同样程度地加以充分說明。比方說，如果討論波浪作用的一章占据了本书第一篇几乎一半的篇幅，那么在其它一些章节中則只能限于作簡短的介绍与提出問題了。这样作的原因首先是截至目前为止，在海岸的研究中，祖国学者的注意力主要放在波浪作用上，因此关于海岸动力与形态的这一部分是最充分地加以發揮的。同时，非波浪的过程以及与它們相关的現象实质上是仅仅才开始研究。

本书第二篇也是同样处理的。海洋地貌学作为一門研究海底地形的結構和发展的規律的科学而言还是处在草創阶段。仅仅在最近几年，苏联学者才开始应用最新的海洋研究方法从事海底地质构造与地形的紧张的研究，但是这些研究的成果大部分都还没有发表，自然也就不能在本书中得到充分的反映。因此在本书第二篇中，在許多場合下，作者只能限于将某些問題提出，而不是加以解决。

然而，海岸与海底地貌一般教科书的缺乏促使作者把这本书加以发表。B. П. 曾科維奇 (Зенкович, 1946-6) 的著名的专論奠定了对于海岸过程的科学研究的基础，但是終究不能包括所有海岸地貌問題的各个方面。

M. B. 克蓮諾娃 (Кленова, 1948) 的书中的論述海底地形与海岸过程的各章也不能填滿上述的空白，因为在該书中，这些問題是按照与該书总的輪廓符合的，是适应于海洋地质学的任务加以說明的。

在已有俄文譯本的 F. 謝帕德 (F. Shepard, 1951) 与 J. 布尔喀尔 (J. Bourcart, 1953) 的海洋地质的著作中，地貌过程是不应有地被忽略了，并且闡述的次序与处理資料的方式都远不符合苏联高等院校教学参考书的要求。这两本书都具有重大的方法論上的缺点。無論在对于事实的解释上，或在两位作者提出的假說之中都极端明显地表現了作者們机械的、反辯証的世界观。尤其是謝帕德的著作具有他的特別明显的傾向性：他完全忽略了苏联学者的資料，低估了苏联的海洋与海岸科学方面的成就，过分夸大了美国人在海底与海岸地形研究中的作用。布尔喀尔的书虽然表現着很大的客觀性，但对苏联研究者的作用也沒有加以应有的說明。似乎 J. 布尔喀尔对于有关这一問題的苏联文献知道的非常少，这一点使他的书中个别重要章节的科学內容受到不好的影响。

一方面許多生产部門对于专长海岸与海底地形的地貌专家有着迫切的需要，另一方面却完全缺乏有关这一門課程的一般教科书，两者之間存在着矛盾。这种情况目前已經感觉到，在不久的将来将更会感觉如此。这种需要一方面决定于航海、漁业、以及沿岸地带水工建設的广泛发展，另一方面也决定于許多大水庫的兴建；在設計与建設这些大水庫时，对于岸滨作用的知識是完全需要的。

由于这一点，目前在大学地貌学专业教学计划中列入海岸与海底地貌一課的需要是已經成熟了。到目前为止，这些地貌教研室培养着仅仅研究陆地地形与陆地上地形形成过程的专家，这些专家自然也是苏联科学与国民經济所极端需要的。

必須指出，就是对于那些研究陆地地形的地貌学者來說，海岸与海底发展基本規律的知識也是必不可少的，因为他們常常在离現代海岸几千公里的地方可能遇到古海洋作用的遺跡。妥善应用海岸动力与海底构造方面的知識是有助于研究者弄清楚該区地形的生成与发展的。

作者对于他的老师同时也是本书校訂人之一的 В. П. 曾科維奇教授表示衷心的感謝，沒有他經常帮助的話，这一任务的完成将是远較目前为困难的。

作者对 И. С. 舒金 (Шукин) 教授和 И. В. 薩莫依洛夫 (Самойлов) 教授也表示深摯的謝意；前者与曾科維奇教授共同参与本书的訂正工作，后者在审閱手稿时作了重要的指示，在手稿付印前的加工中，作者已考虑了这些指示。

作者还要謝謝莫斯科大学地貌教研組的同事們：地理学博士 Н. И. 馬卡維也夫 (Макавеев)，А. И. 斯皮里頓諾夫 (Спиридонов)，Т. В. 茲望科娃 (Звонкова)，М. В. 卡兰杰娃 (Карандеева) 三位副教授，С. С. 瓦斯克列申斯基 (Воскресенский) 研究員，В. А. 尼可拉耶夫 (Николаев) 助理研究員，С. В. 刘采雅 (Лютца) 助教等，他們讀了手稿的各章，并且参加了討論。

О. К. 列昂节夫 (Леонтьев)

目 录

前言

緒論	1
一般說明	1
本书的结构	1
基本定义	2
与相邻科学的关系	4
海岸与海底地貌研究史	4
古代关于海岸与海底的概念	5
中世紀与地理大发现	5
最初的一些海洋学的綜合	6
測深的历史	8
回声測深	10
关于海底地形的总结性工作	12
总结海底地形研究的苏联地图出版工作	12
关于海岸概念的发展 (19—20世紀)	13
苏联对于海岸的研究	15
海岸与海底研究的现状	16

第一篇 海岸的动力与形态

第一章 海岸地带內的波浪与波浪流

.....	18
关于轉跡波的概念。波浪的主要参数	18
波浪能量在浅水区的消耗	22
激浪現象与激浪流	24
波浪的折射	26
聚积岸边的海水的离岸流。波浪流	27

第二章 海洋沉积物

海洋沉积与沉积物	29
机械組成	29
沉积物的成因与物质成分。陆源沉积物	30
沉积物的生物組成	31
沉积物的化学成分	31
沉积物在其运动过程中成分之改变	34
波痕	35
研究海濱波痕的意义	36

第三章 沉积物的横向移动。水下

斜坡的均衡剖面

概述	37
中立綫的概念	37
不同粗細的顆粒的运动	38
均衡剖面	39
关于均衡剖面的一些补充說明	40
海底傾斜	41
波浪的力	41
物质顆粒大小	42
磨蚀均衡剖面	43
水下斜坡的动力均衡与埋藏磨蚀岸	45
关于浪蚀基准的概念以及对于 D. 約翰遜 的觀點的批判	45
均衡剖面与地貌水准面的理論	46

第四章 海灘、水下砂堤、滨岸砂堤

.....	48
海灘	48
水下砂堤与砂堤	50
浅平海岸的类型。有水上阶地的海岸	53
被砂堤拦围的海岸	54

第五章 沉积物的縱向移动

海底沉积物的縱向移动	56
沉积物沿岸縱向移动	57
沉积物縱向移动的速度	57
波成沉积物流	60
沉积物流与风及波浪的合力	62

第六章 堆积地形

基本定义	65
凹入角的填充	65
海岸岬角的繞行	67
海岸外方屏障	69
自然条件下的堆积地形	72
滨岸堆积地形的分类	77
水底堆积地形	77
研究自然堆积地形的实际意义	79

第七章 多湾海岸的夷平.....80	第十一章 生物在海岸动力和海岸形态中的作用.....122
多湾海岸轮廓的演变.....80	海棲生物对岩石的破坏.....122
复式夷平岸.....81	海棲生物的搬运作用和堆积作用.....122
海侵岸夷平的阶段.....82	珊瑚礁.....123
夷平岸的实例.....83	紅树林海岸.....127
封闭式水盆轮廓的夷平.....85	第十二章 海岸动力与形态中的气候因素.....128
圆形海岛.....85	风化的作用.....128
第八章 海面变化——海岸发展中的地貌因素.....86	热力海蚀作用.....130
概述.....86	海冰在海岸过程中的作用.....132
海面下降过程中海岸剖面塑造图式.....86	风在海岸过程中的作用.....132
海面上升过程中海岸剖面塑造图式.....87	海岸砂丘及其有关现象.....133
关于水盆水面季节性变动的的影响.....88	海岸过程的气候地带性.....136
关于增、减水现象对于海岸地形的影响.....88	第十三章 地壳垂直运动与海岸形态.....138
关于涨落潮流对于海岸地形的影响.....88	上升或下沉的海岸綫.....138
水盆中水面升降与水库岸坡的改造.....90	古海岸綫的形态特征和海成阶地.....140
第九章 滨岸陆地地质结构与地形的意义.....92	海岸带现代垂直运动的研究方法.....141
引言.....92	地壳垂直运动与海岸带的移动.....143
岩性的意义.....92	水动力类型因素和构造运动因素的相互关系問題.....143
海岸与滨岸陆地的地质构造.....96	第十四章 海岸的分类.....146
块状高地海岸。断层海岸.....96	现行分类概述.....146
组成海岸的基岩的产状的影响.....97	主要海岸类型概述.....149
被淹没的陆地地形的意义.....99	曲折类型.....154
海侵海岸。里亚式海岸.....100	第十五章 海岸研究和国民經济.....155
里曼海岸.....100	海岸研究和海港建筑.....155
峡湾海岸.....101	大水库庫岸的再造.....163
島礁海岸.....102	海岸形态和动力与航运.....165
威海型海岸.....102	海岸調查在漁业上的意义.....166
达尔馬提型海岸.....103	海岸动力和疗养事业.....167
第十章 河流在海岸形成中的作用.....105	海岸研究工作对探矿和采矿的意义.....167
冲积物对海岸过程的影响.....105	苏联海岸水册的編著問題.....168
河口区.....107	第十六章 海岸調查的方法.....169
三角洲的地质结构.....108	海岸堆积形成体的形态分析.....169
三角洲地形的形成.....109	滨海調查的方法和水下斜坡及海滩剖面的形态分析.....171
三角港.....115	海中观测点的标测法.....175
河口前滨海的形成.....116	海岸和海底沉积物成分分析法的应用.....176
使河口前滨海变成三角洲陆地的因素.....118	定量研究海岸过程的一些方法.....179
三角洲增长的速度.....119	确定海岸垂直运动的方法.....181
三角洲的年齡.....119	研究海岸过程的实验室試驗法.....182
三角洲的分类.....120	
苏联学者在河口区研究方面的作用.....121	

第二篇 海底地貌

第十七章 大洋底部地形与地质构造

的基本輪廓 183

海陆起伏曲綫与海底大地形 183

大陆浅滩(大陆台, 陆棚) 184

大陆坡(大陆斜坡) 184

大洋床 184

海底地形的特点 184

大洋区地壳地质构造的基本特点 185

第十八章 海底地形的形成过程 189

海底的内动力过程 189

地壳垂直运动 189

水下火山作用 191

水下地震 193

水下泥火山 194

海底的外动力过程 194

波浪作用 194

經常性洋流 196

涨退潮現象 196

水下滑坡作用 197

异重流 198

洋底生物的地形形成活动 198

关于水下风化作用的意义 199

关于破坏与搬运之外动力因素的一般結

論 199

作为地貌因素的沉积作用 199

海洋沉积物的成分及其各种組份的成因 199

海洋沉积物的机械成分 202

海洋沉积类型 203

海洋沉积物分布的基本規律 207

海底地形对沉积作用的影响 207

沉积作用对海底地形的影响 208

沉积速度对海底地形夷平作用的意义 209

第十九章 大陆浅滩(陆棚) 212

陆棚的残存地形 212

苏联某些海的大陆浅滩地形 215

大河河口附近的大陆浅滩 216

海蚀陆棚。海滨滩 217

水下平原类型 218

大陆浅滩(陆棚)的成因类型 219

大陆浅滩的年龄 221

第二十章 大陆坡 223

大陆坡的地形类型 223

黑海大陆坡 226

大陆坡的成因 227

关于水下峡谷的成因 228

大陆坡的成因类型及其年龄 231

第二十一章 大洋床 233

大洋床地形的基本輪廓 233

大西洋 234

地形基本特征 234

关于大西洋底部地质构造的資料 236

印度洋 238

印度洋洋床地形 238

印度洋底部的地质构造 239

太平洋 241

地形的一般特征 241

深水海沟和島弧 242

关于島弧和深海沟的成因 244

珊瑚礁和平頂錐 245

水下山脉的成因类型 247

关于深水平原的成因 247

太平洋地质构造的基本特点 248

北冰洋 249

海底地形 249

地质构造 250

世界大洋海底地形与地质构造資料的概

述 251

結論 254

参考文献 256

緒 論

一 般 說 明

本书的结构 海岸与海底地貌学是普通地貌学的一个重要部分。实质上，这一部分又由两个多少独立的部分組成；其一研究海岸的动力与形态，另一研究海底地貌。

1. **海岸的动力与形态** 在本书这一部分里討論海岸——作为現代海陆相互作用的地带，包括陆地的滨岸带（狭义的海岸）与邻接海岸的海底部分（海岸的水下斜坡）——的发展規律。在好几章中，对于那些目前虽处于其他剝蚀过程作用之下，但是具有过去海洋所建造的地形的陆地部分的地貌也加以必要的說明。

2. **海底地貌部分** 討論形成海岸水下斜坡范围以外的海底地形的因素，描述海底地形大的形态，解释它們的成因与构造（大陆棚、大陆坡与洋底）。

苏联是一个伟大的海上强国。14个海与两个大洋浸洗着我們伟大祖国的疆界。这些海洋及其海岸对苏維埃国家的生活有着巨大的意义。我国人民对于在我国国民經济中起着很大作用的自己的海疆，自己的海洋是十分关怀的，并迫切要求地貌专业方面的学生也能获得关于海岸与海底地形的最起碼的必要知識。

也不可忘記众所周知的一点事实，就是陆地仅仅占有整个地表的29%强的面积，而其余2/3以上的面积是被海洋所占据的。正如要作关于全球地质广泛的科学綜合时沒有对于世界大洋底地质构造的認識是不可思議的一样，要認識我們行星的地形的基本发展規律也要求对地表海洋部分的构造加以研究。

不到20年以前，在1937年的第17届国际地质学会上，苏联学者M. B. 克蓮諾娃首先提出了一門新的，当时还正在誕生中的科学——海洋地质学——的基本問題。从那时起，海洋地质学，特別是在我国，已发展为独立的科学部門，它有“自己的研究对象（海洋部分的岩石圈），符合于其复杂并且变化很快的研究对象的自己的方法以及在国民經济部門中与海洋有关的自己的物质基础”（M. B. 克蓮諾娃，1948）。

随着海洋地质研究（主要研究海底沉积与地质构造的問題）的发展，地貌問題也被探討了。目前海底与海岸地形的研究，就其成果而言，已远超出純粹的海洋地质学的領域，尤其在涉及海岸的形成規律方面，更是如此。正如在1952年4月第一次全苏各部的海岸會議上所指出的（苏联科学院海洋研究所集刊，卷10，1954），在苏联，关于海岸动力与形态的研究形成一个特殊的科学分支，它是地貌学、海洋学与工程学科（水工学与工程地质学）間的跨界科学。

紧接着陆地地貌学分出之后，分出海洋地貌学的任务提到日程上来了，它是一門研究海洋底部、海洋本身以及环绕海洋的海岸的地形发展規律的特殊科学。

本課程的任务不包括关于把海洋地貌学分出成为一門特殊科学的必要性的論証，也不包括对于这一新生科学的基本問題的說明。我們認為目前这样作无论如何还不够成熟，因为

現存的关于海底和洋底地形的概念还远非完全的。但是，必須指出，关于海洋地貌学的问题已經不止一次地在科学文献中提出来了。研究海底地形发展的創始者之一是知名的进步学者与旅行家 F. 南森 (F. Nansen, 1904)。論述海洋地貌学基本問題的嘗試可以在某些苏联学者，特別是在 Д. Г. 潘諾夫 (Панов, 1939, 1943, 1949, 1950) 与 М. В. 克蓮諾娃 (1933-6, 1938, 1948) 的著作中找到。后者把海洋地貌学看作为苏联海洋地质学的科学方向之一。在她的书中有着关于海底和洋底地形研究历史的概述。

在国外关于海岸的最新的专著——H. 瓦連丁 (Valentin, 1952) 的书中，也論証了于陆地地貌学之外再分出两种地貌学 (海岸与海底地貌学)。

正如前面已指出的，海洋地貌学的一个分支——海岸动力与形态 (或者可称为海岸学) 在最近十年中获得了迅速而順利的发展。这个科学分支是由苏联学者所建立与发展的，所以完全有理由可以称之为苏联科学的产物。

我国海岸学的順利发展首先决定于实践的需要。保証苏联海岸学的正确方法論的理論基础是最先进的和唯一真正科学的世界观——辯証唯物主义的基本原理。这个理論基础是保証在海洋地貌学方面所提出的赶上并超过先进資本主义国家科学水平任务的完成。

但是必須指出，在海岸研究中并不是所有部門都是研究的很透彻的。苏联学者首先有 П. К. 博日奇 (Божич)，目前有曾科維奇以及他的同行們主要在海岸带波浪过程的研究方面以及成因上与海浜过程有关的地形的研究方面作出了伟大的貢獻。与此同时，統一在所謂“非波浪过程”的总的名称下的整个一組因素的地形形成作用却研究的非常不够。到目前为止，区域海岸地貌的部分也沒有很好研究。

关于海底的地貌結構我們知道的更少。在这里我們在大多数情况下仅掌握一些由普通海洋地理性质的工作中借用来的資料以及海洋地质学中相应部門的資料。专门性质的海底地貌調查是最近时期才开始的，在这一方面現有的成果还没有加以应有的总结。

这种資料的偏頗性质，無論就研究的深度而言或就已有資料的份量而言都必然影响到課程的結構。因此本书关于海岸的部分就占据了总的篇幅的一大半，并且在这一部分之中，主要的注意力又放在海浜过程和地形上。

基本定义 关于海岸和海底地形的学說虽然不久以前才成为地貌学的一个特殊分支，但已苦于存在一个重要的缺陷，那就是在科学文献中所采用的一系列的基本概念的定义异常模糊不清并且沒有統一規定。因此及早規定我們所应用的各种名詞的涵义是有好处的。

海水面与陆地的交綫称为海岸綫。总的來說，海陆分界綫的位置是相当权宜性的，不是保持不变的。在有涨潮、退潮的海或大洋的岸边，海岸綫是周期性地——每昼夜两次——既沿着垂直方向又沿着水平方向变化着。在封閉的盆地中，海岸綫随着盆地內水量收支平衡的变化而变化——里海給这种海岸綫变化情况提供了典型的例子。除此而外，影响海岸綫位置的其他因素还有：增水、减水現象，海岸冲刷与海岸沉积物的堆积，水面上气压的急剧变化等等。我們这里所談的还不包括那些从一个地质时代到另一地质时代的更大規模的岸綫变迁，这些变迁的原因是地壳的垂直升降运动以及大洋面的升降运动。

由此，正如 И. С. 舒金 (1938) 所指出的，在地图上圈定着大陆与島屿的岸綫本质上不是綫，而是寬度不等的一个带，在这个带的范围內目前发生着岸綫的变动。邻接現代海岸綫的上面，分布着在当时平均海面高度上海成地形的陆地的一个狹带称为海岸。

海浜对岩石圈的作用范围不仅仅限于激浜带之內，并且还包括大海与岸綫之間的寬广

的海底地区。这部分海底地区称为水下岸坡，它的界限一方面是海洋的平均水面綫（或海岸綫），另一方面是这一海盆中波浪的地貌作用在海底上所能达到的深度。如我們在下面将要看到的，水下岸坡的更确切的上限不是海岸綫而是波浪的破碎带。

辯証法——这一科学的强大的理論武器，教导我們在相互联系中来考察所有自然現象。从这一观点出发，B. П. 曾科維奇所提出的下述原理具有巨大的原則性意义：海浪对于海岸以及对于水下岸坡的作用是由于同一总的能量传播而实现的，这个能量是由波浪从海盆中心向边缘传播的。因此只有当我们对于在水下岸坡上进行着的作用有明确的概念时，才能研究并且了解发生在海岸上的現象，相反亦然。上述原理强调了海岸的水下与水上部分的地形在成因上的統一性。

必須指出海陆交互作用的痕迹在地貌上的表现不只可以在现代海岸带的范围之内保存在地形之中，并且亦能在离海岸带很远的地方保存下来。那些使海岸綫变动的因素象海与大洋中水量变化，海与洋盆容积的变化，海岸带内岩石圈构造变动等等都使海岸地形的分布面积要比純粹的海岸和水下岸坡为广。

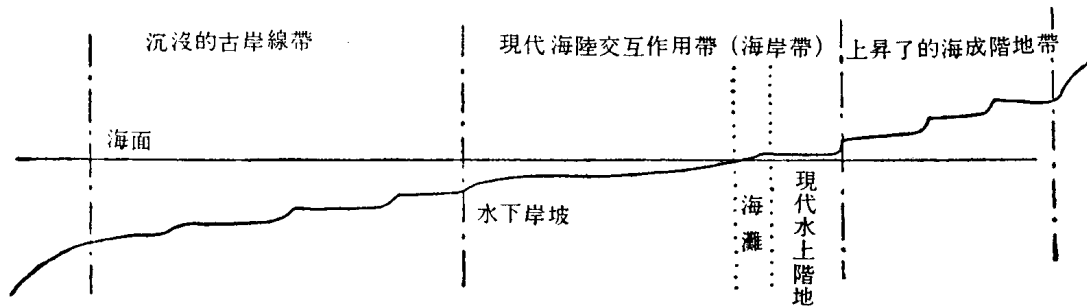


图 1 岸滨分带图示

现代与过去的海陆交互作用的整个地区我們称之为岸滨，其中分布着在地貌上有所表现的不同时代的海陆交互作用的痕迹。这个地区在陆地方面的界限是上升的海成阶地分布的界限，在海底方面则为地貌上表现着的沉浸的古岸綫分布界限。在上述岸滨界限之内又可自然地分为三个带（图 1）。

1. 上带——当海面较现代为高时造成的古海成地形分布带。这是岸滨的陆上部分，是“上升”的海成阶地带，或者，特别是，沿海阶地平原。

2. 中带——现代海陆交互作用活动带，或岸滨的海岸带。只有海岸带的面积不大的上部才大部分时间处于陆地环境。这个地带的中部则时而露出水面，时而没于水下，这里是激浪作用带。下部在目前平均海面高度之下永远不露出水面，这是水下岸坡。如果说在海岸带的上部基本的地形形成因素是激浪的话，则在水下岸坡上直接显现的基本地形形成因素是水体的波浪运动。

3. 下带——当海面比现代为低时造成的海岸地形分布带（沉沒的古海岸綫带）。这个地带部分地可与海岸带交错，但是它的下部界限照例位于远较水下岸坡界限为低的地方。

对于任何岸滨来说，海岸带是最具有特征的。在目前正在沉沒中的海岸或者在过去没有经历海面下降的封闭盆地的海岸上，可以完全没有上带。同样地也可以缺失沉沒岸綫带。所以，在自然界中，与上述岸滨图式不符合的情况是可能的。但是没有，也不可能有一个岸滨会缺失作为现代海陆交互作用带的海岸带的。正是在这里进行着活跃的海岸塑造

作用。

很久以来，海岸带就是人类经济活动活跃进行的地区，在这里的经济活动的表现是多种多样的。由此显然可见，研究海岸带内的各种过程与现象以及在那里形成的地形是具有头等实际意义的重要的科学任务。

甚至于对那些第一次到海岸的没有经验的研究者，象海岸某些部分由沉积物——砂、卵石或者贝壳组成，而其他部分则由基岩组成的现象也不免非常触目。我们暂且把极端复杂的，在实质上到目前为止尚未解决的海岸分类问题抛开不谈，最概括地来看，所有海岸可以分为两个大类：堆积海岸与基岩海岸。在基岩海岸中又可划分出几乎完全没有被海改变的海岸如：新的断层海岸、由极坚硬的结晶岩或变质岩组成的海岸与遭受强烈冲刷，并且带着地貌上有所表现的冲刷痕迹的海岸。后者称为磨蚀岸。

其他一系列的专门名词的定义将在讨论本课程其他各章节时提到。

与相邻科学的关系 我们所研究的对象——海岸与海底——之介于海与陆之间的性质，使我们的学科一方面和研究地球的岩石圈的科学，另一方面又与研究水圈的科学紧密联系着。研究海水水质体运动的规律的是海洋水文学，那是海洋学的一个分支。研究海岸轮廓的变化与岸滨地形的形成是普通地貌学的任务。我们这一门学科与普通地貌学的联系是显而易见的，因为如前面已经指出的，海岸与海底地貌是普通地貌学的一个部分。以后还要提到，岸滨，特别是它的海岸带，是组成岩石圈物质发生强烈破坏、移动与部分堆积的地区。海以及大洋边缘的底部是巨大的沉积物堆积的场所。在考察形成于海岸以及海底的沉积物在形成地形上的意义的时候，我们的学科广泛利用了沉积岩石学的资料。研究地壳海洋部分的内力过程与沉积物堆积的条件——对于海岸与海底地形的形成可以说是具有重大意义的问题——是地质学研究的，特别是海洋地质学研究的对象。除此而外，还有不少原因促使我们在研究海岸与海底地形时必须钻研下列学科的个别方面如：矿物学（在研究细粒沉积物的物质组成时）、水生物学（生物对海岸过程的影响）、水化学（一系列有关沉积物生成，水的化学侵蚀性等等问题）、水动力学、气象学与气候学（水圈动态对气象与气候现象的依赖性）、陆地水文学（有关河流对海岸过程的影响的问题）。由此可见，我们的学科与上述各科学的紧密接触，以及对于上述各科学所创造的方法的依赖性是不可避免的。

由上述情形可见，当分析海岸过程，以及形成海底地形的过程时，有时必须进入不仅对于地貌学来说，就是对于地理学来说也是关系非常疏远的领域。除此而外，为了国民经济目的而进行研究工作时，地貌学者必须在实用科学方面有足够的才能。无疑的，所有这些任务都是相当困难的，但是也有它肯定的方面。正是靠了这些条件，海洋地貌学家才能保证避免科学上的停滞和危急，才能避免变成狭隘的、片面的专家。

海岸与海底地貌研究史

虽然海岸与海底地貌刚刚才成为一门专门知识，虽然它的“历史”只有短短的15—20年，然而它却具有长达数千年的“史前时代”，在这个过程中，关于海岸的结构和形成海岸的过程以及海底地形的资料的累积开头很慢，后来则愈来愈快。

本书的篇幅不允许我们在这里详细叙述海岸与海洋底部研究史。因此，我们仅能限于对那些在有关这一问题的科学概念发展中具有最重大意义的事实加以简短的概述。至于更

詳盡的敘述，讀者們可以從 Ю. М. 索加爾斯基 (Шокальский, 1917) 的書，М. В. 克蓮諾娃的“海洋地質學”(1948)，以及不久以前出版的 В. А. 斯涅任斯基 (Снежинский) 的“應用海洋學”(1954, 173—181 頁) 中去吸取。

古代關於海岸與海底的概念 人們對於海岸認識的開始追溯到航海開始的時候。例如，無疑的最早的腓尼基航海者與鄰近民族的商業聯繫促進了對於海岸及其航行特徵的研究。大家都知道，腓尼基人在地中海沿岸建立了許多殖民地〔例如：在大西洋上的加狄克斯城(Кадикс)〕，甚至在非洲西岸也建立了許多殖民地。除此而外，如喜羅多特(Herodotus)所指出的，腓尼基人曾乘自己的船繞航了非洲，並且對於非洲的印度洋沿岸有所了解(Herodotus, 卷Ⅳ，參閱“古代地理”集，1953)。

最初的關於海岸的文獻與制圖知識，我們可以在古希臘與古羅馬學者的著作中看到。在喜羅多特的“歷史”(公元前五世紀)卷Ⅳ中有關於黑海海岸以及許多大河河口的極簡略的描述。喜羅多特的地圖證明古希臘人對於地中海盆地沿岸的輪廓有頗為正確的概念。

馬賽人彼斐的探險旅行與馬其頓人亞歷山大的遠征(有當時最傑出的學者亞里斯多德參加)更擴大了古希臘人關於歐洲與近東海岸的概念(公元前四世紀)。在亞里斯多德的著作中我們第一次讀到關於那時所知道的海的深度記錄。這位學者指出，例如，阿速夫海是很淺的，而愛琴海則較埃克辛斯基海(黑海)為深。

關於海岸與海底的結構的最初的科學解釋，在很大程度上全憑猜想，由斯特拉伯(Strabon)在他的著名的“地理學”一書中首先作了嘗試(公元前一世紀)。根據斯特拉伯的想法，大陸並不是不可改變的，它們的某些部分以前曾為海底，而其他部分可能變為海底。海浪破壞海岸，但是它也能把海底的物質投向海岸(Strabon, 地理學卷Ⅰ，第三章)。斯特拉伯認為在大陸與海底的地形結構上沒有原則性的區別。他認為海底有水下山嶺與山谷存在，談到島嶼的成因，他說其中有些遠離海岸的是由海底上升的火山，而另外一些則由於波浪的作用而自大陸分離。

和斯特拉伯同時代的辛涅喀(Seneca)(公元後一世紀前半期)特別注意海岸被波浪的破壞，他指出波浪與海流能使陸地破壞產物沿岸移動並重新堆積在海岸上。

老普林尼(Плиний Старший)(也是一世紀的人)在“自然歷史”一書中，有關於黑海海岸，特別是依斯特(Истр)河口(多瑙河口)作了詳細的地形描述。在那里我們找到關於黑海深度最早的一些數字資料。普林尼引用法比安(Фабиян)的資料說黑海最大深度為15斯塔特^①，也就是2700米。這樣準確的數值似乎只有靠實際測量才能得到，但是我們沒有看到法比安用什麼方法進行測量的報導。

普林尼對黑海的形成提出了一個假說，認為它是由於大洋水淹沒了以前的陸地的結果(“自然歷史”，卷6)。

在更晚期的著作之中，羅馬詩人與省長魯弗阿非延(Рул Авиеп)所作的關於西班牙海岸的描述是很有意義的(“古代地理”，1953)。

中世紀與地理大發現 中世紀初期是西歐科學的總衰落與停滯的時期，沒有人對於古代作家提出的概念再作什麼科學文獻的補充。在地理大發現的時代才湧現了科學的新的高漲。從哥倫布的第一次旅行開始，歐洲人對於新世界非洲、印度洋等等遠海的海岸的概念

① 希臘長度單位——譯者注

就更扩大了。实现了进入北冰洋的最初嘗試，旅行家們在他們的报告之外还附有对他們发现的或到达的海岸的地形描述。但是这些描述比起古代学者地理著作中的相应章节中的描述也并不是更成熟。在17世紀以前的欧洲地理文献中我們沒有看到任何关于海岸和海底知識的科学总结的嘗試。另外，这个时期的海岸制图却已具有一定的成就。特别应当提到意大利航海者的定向地图，由于沿岸航行的船只的航綫很准确，所以在这个图上，海洋輪廓表示得是相当接近于真实的。

与西欧国家相反，俄罗斯在中世紀初期在关于海岸資料的累积方面却有相当大的成就。7—9世紀的文字記錄告訴我們不少关于俄罗斯人沿黑海航行的情况。同时期，俄罗斯人也出現在里海，到10世紀中叶，这些海对于我們祖先已是很熟悉的了。在这个时期中，俄罗斯人也进入了地中海，航行到克里特，甚至到意大利(Д.М. Лебедев 与 Г.К. Шумейко, 1953)。俄罗斯人的优秀航海者的素质是被公認的，以下的事实可以証明：就是俄語的“船”“корабль”字老早就进入了許多地中海民族的語汇了，传給他們后变为“карабус”(希腊語)、“гураб”(阿拉伯語)、“каравелла”(意大利語)。

与此同时，諾夫格罗德人(Новгородцы)完成了去斯堪的納維亞国家的远航，而在10—11世紀期間他們又在白海与巴伦支海的海岸上出現。13世紀間，科拉半島已完全被波摩尔人(Помор)所开发。逐漸地在波摩尔人中就出現了海图与航行指南，描述沿白海、巴伦支海、喀拉海海岸的航行条件。这些航行指南与海图的手稿在波摩尔族人中間“非常小心地保存着，就象珍宝一样，由父亲传给儿子”(Н.Н. Зубов, 1953)。

16与17世紀期間，欧洲人关于海洋和远方国家海岸的概念繼續扩大。到了17世紀末在欧洲的地图上已經相当准确地描绘出南北美洲与旧大陆各洲的輪廓。在麦哲伦第一次环行世界的旅行(1519—1521)完成以后，这些概念是特別扩大了。

麦哲伦于1521年在介于圣保罗島与提布隆島之間的太平洋中作了第一个測海深的嘗試。但是在这里測深器沒能达到洋底，从这一点麦哲伦“仓促地作了結論說他已位于海洋最深的部分”(Ю.М. Шокальский, 1917)。

必須指出，直到18世紀末为止，不断积累起来的关于海岸以及滨海部分的海底知識始終沒有一点科学的概括性。在旅行家的著作与报告中主要是些海岸的地形描述，有时其中还交織着許多离奇的报导。

最初的一些海洋学的綜合 在所有这些时期之中关于海底地形的概念还属純粹臆測的性质。在17甚至于18世紀，由于一系列的測量海深的失敗，在許多外国学者中間就产生了認為海洋是无底的想法。但是那时一些最进步的学者如 А. 吉尔赫尔 (А. Кирхер, 1601—1680) 与瓦連紐斯 (Варениус, 1622—1650) 則持有不同的見解；他們从一些一般考虑出发，并且也根据那时极稀少的一些沿岸測深的記錄推論說，在海洋底上必然有与陆地上相同的地形起伏。第一篇海洋学綜合的作者 Л. 馬尔西里 (Л. Марсильи, 1725) 也認為在陆地地形与海底地形之間沒有原則性的差別。馬尔西里在他的书中引用了一张由他所作的利翁灣的图和海底剖面，上边还表示了組成海底的土质。馬尔西里以間接方法决定地中海深度的嘗試是有意义的。根据他自己在普罗瓦斯 (Provence) 海岸的海底剖面測深 (达到数百米的深度)，馬尔西里假定在非洲岸滨的海底剖面也應該有同样的特征。后来又根据这两个帶有坡度的剖面，画出了地中海西部的理論剖面。由于奇怪的巧合，这样获得的地中海这一部分的最大深度 (2730米) 和真正的最大深度 (2785米) 相当吻合 (Бурхар, 1953)。

М.В. 罗蒙諾索夫（“論地层”）表明了对于海底真实存在的坚定的信念，并且指出关于海深数值的缺乏只能以测深方法的不完善来解释。在同一著作中 М.В. 罗蒙諾索夫还指出海底沉积物很大一部分是由于組成海岸的岩石被破坏的結果而直接获得，他还描述了未磨圓的岩块变为砂与卵石的过程。“看到渾圓的、失去稜角的卵石，——М.В. 罗蒙諾索夫写道——知道了由于波浪和水流，这些卵石不断地滚动、轉动并互相撞击，不是可以說它們相互磨蝕出无数的小粒也就是砂粒来嗎”？

18世紀末和19世紀初，以科学观点来解释这种或那种海岸形态是第一次被嘗試了。測量深海的努力也被繼續着。出現了最初的詳細的航綫图和海图。

在所有这些方面，俄国的研究者却取得很大的成就。彼得大帝——他对俄罗斯航海事业发展作了如此之多的貢獻——几次里海航行靠具有分隔重錘的测深器进行的深水測量，創立了依靠仪器来绘制海图的开端，也創立了研究海底土质的开端。从这一点来看，由彼得大帝的一个护从別可維奇-契尔喀斯基（А. Бекевич-Черкасский）所绘制的里海海图是有历史意义的。在这个图上表示了分隔里海浅水部分的10沙繩^①的等深綫，指出了水底礁石，注明了深度与海底的特征。在波罗的海与黑海也进行了同样的工作。特别是由彼得大帝本人与克留斯（Крюс）合作绘制的“頓河、阿速夫海与黑海图集”，根据 М.С. 波德那尔斯基（Боднарский）的話來說“在俄罗斯标志着由古俄罗斯的工艺画轉变为現代的地理图”。

在18世紀大部分時間內，在祖国北方海疆上，大北方的考察队的参与者們〔普仑契謝夫（Прончищев）、拉普傑夫兄弟（Лаптевы）、文科夫（Винков）、維霍特采夫（Выходцев）、普梁尼什尼科夫（Прянишников）、切呂斯金（Челюскин）、里雅霍夫（Ляхов）、馬雷金（Малыгин）、米宁（Минин）、斯傑尔里哥夫（Стерлигов）等人〕进行了海岸的詳細考察与制图。他們也对考察的海岸作了詳細的描述。

18世紀末进行了首次的成功的超过1000米的海深測量。实现首次深水測量的是俄罗斯的貝加尔湖考察者卡列林（Карелин）、斯麦达宁（Сметанин）与哥貝罗夫（Копылов）。这些考察者发现的最大深度为1238米。他們总共測了28个深度，其中有5个深度超过1公里。

几乎同时，航海家普什喀列夫（Пушкарев）建立了关于这个出色的湖泊湖岸的記錄——这是后来的貝加尔湖的航綫图与海岸方位图的雛型。

19世紀初由俄罗斯人进行了許多次的环球航行。这些航行除去发现新的土地与島屿（特别是在太平洋与南部大洋帶）以外，还带回了关于一些过去俄罗斯人不知道的海岸类型的知識。Ф.Ф. 別林斯加烏任（Беллинсгаузен）作了紅树林以及特别是珊瑚海岸的第一次詳細描述。他提出了关于珊瑚礁泻湖与堡礁成因的第一个科学假說。根据 Ф.Ф. 別林斯加烏任的观念，堡礁是由于珊瑚滩的不規則发展而造成的。堡礁的外緣处于对珊瑚生命活动較有利的条件下，所以繁殖生长的也較快，然而在离大海較远的一面的珊瑚虫則生长慢，并且在这种地方，珊瑚滩表面可能甚至因石灰质的被溶解而降低。別林斯加烏任的概念沒有受到应有的注意，因而被忘記了，只有在頗長時間以后才由麦列（Мерре）所重复，麦列

① Сажень是俄国长度单位，等于2.1336米。——譯者注

以“溶解假說”的名称把上述概念引入了地质学与海洋学的文献之中。

在Ф.Ф. 別林斯加烏任之前不久, О.Е. 哥泽布 (Коцебу) 注意到珊瑚海岸的形态特征。在О.Е. 哥泽布的环球航行远征时期中也进行了最初的摆錘观察 (Э.Х. Ленцем)。

在关于海岸结构的資料累积方面, Ф.П. 李特卡 (Литке) 的著作具有重大意义, 李特卡特别进行了新地島沿岸的水文普查, 并且绘制了沿这个双島的西岸的航行指南。当他在新地島沿岸作水文調查时, 以及在他的著名的乘小艇“新尼亚文”(Синявин)(1826—1828)号作环球旅行的期間, Ф.П. 李特卡仔細地描写了海岸的形态结构, 并且也注意到大陆滨岸带的垂直升降遺跡, 后者在岸滨地形上表现为阶地形态。

19世紀后半期进行的許多次航海远征在其他海洋学問題之外, 还特別注意了測深問題, 而对于海岸与海岸作用資料的科学总结, 在那些年代里則未給以足够的注意。

关于海岸的最初的报导出現很晚。除此之外, 測深方法的进一步改善以及关于海底地形資料的累积却繼續到20世紀。由于这些, 我們認為先对有关海底地形概念的发展作一观察, 然后再对有关海岸结构与海岸作用的科学观点的发展进行簡略的探討是比較合理的。

測深的历史 19世紀中叶标志着測深方法上的巨大进步。正如 М. 莫利 (Мори) 所指出的: “关于海洋的惊人深度的最初报导使科学界非常惊讶”。深水测量技术的发展是由实际的迫切需要——敷設橫跨大洋的海底電纜——所引起的。美国航海家 М. 莫利是广泛进行測深工作的主要倡議人之一。他仔細地研究了海上远征的經驗, 其中包括18世紀和19世紀前半期俄罗斯航海者的經驗, 尤其是彼得大帝的水文工作。这位研究者說: “从极深的海底取标本的最初嘗試者是彼得大帝”。

采用彼得一世的想法, 莫利的合作者 布魯克 (Брук) 少尉制造了有分离重錘的測深器, 从那时起在海洋学工作中即称为布魯克測深器, 虽然更正确的应当称为彼得一世測深器。这种測深器附有悬在特制的鈎上的重錘。一碰到海底, 重錘即脫离鈎子而留在海底。測深器本身是一个很重的金属空管, 其中套有一束鵝毛。由于重錘的关系, 管子插入土內, 在羽毛中就填充了土质。研究者据此得到証明測深器确实达到海底了。重錘的分离使測鏈有可能保存再用来測深。在此以前, 当測深器从海底提升时常常不能支持水的阻力而被扯断, 因为在这一动作中測鏈的张力大大增加了, 其增加的原因是在重錘的重力之外还增加了由于測鏈与水摩擦以及水的阻力而产生的力量。

决定測深器到达海底的时刻的正确方法也找到了。前已指出, 当沉擲測深器时, 繞着測鏈的滑車由于阻碍測深器自由下墜的水层的愈益加大的阻力而緩緩旋轉。当重錘到底时, 从絞車放出的測鏈就貼伏海底, 它自海底至水面的长度就維持不变。由于这一点, 保持伸张状态的那段測鏈的重量就变成一个常数值, 測繩由滑車放出也就規則地进行 (“俄罗斯人的标志”)。

必須指出, 还在哥泽布环球航行的时期, 也就是在布魯克之前30年, 著名的俄罗斯物理学家 Э.Х. 連茨 (Ленц) 已建議另一种的測定大深度的方法。他装制了特別的, 带有自动制动装置的絞車, 这个制动装置是一根鋼纜繩, 它牽住絞車旋鼓的一端。制动纜繩的伸张程度可以調节, 以使它与放出的、伸张的測鏈等重。由于这一装置, 就可以完全准确地确定測深器到达海底的时刻, 因为在上述条件下, 既然使旋鼓旋轉的重錘已停止起作用, 絞車也就不轉了。

Э.Х. 連茨第一个注意到, 測深进行时, 測鏈不是垂直伸张的而是在測深船的漂移的

影响下构成某种曲线，这样就使测得的深度有错误，使它的数值比实际深度为大。连茨第一个计算了对漂移的校正值；引用这个校正值就能校正测深记录。

遗憾的是连茨在测深方法方面的研究没有引起科学界的注意。直到70年代，连茨的仪器才被克尔文（汤姆森）〔Кельвин (Томсон)〕爵士恢复了，称为汤姆森测深器。汤姆森测深器的一个突出特征是把麻测绳用钢丝代替了。但是，这样一个革新在更早的时候，在黑海与拉多加湖中已由Э.Х.施耐德（Шнейдер），А.安德列也夫（Андреев）以及Ф.Ф.佛兰吉尔（Врангел）采用了。

因此，用带自动制动和钢测绳的绞车进行测深的方法完全有根据地可以称为俄罗斯测深方法，以区别于已经过时的美国方法（麻测绳以及转鼓转速记录）（В.А.Снежинский, 1954）。

深水测量方法的改善有助于关于海洋深度的知识的扩大。在敷设横跨大西洋的电缆中积累的测量记录使М.莫利（Мори）有可能于1855年绘制了第一幅大西洋海深图。在这个图上，海底地形是以等深线——连接深度相同各点的线——表示的^①。

对于有关海底地形与海底沉积物的科学概念的继续发展，切伦哲尔（Челленджер）号的远航工作（1872—1876）具有极重大的意义。这个远航的地质学成果总结在J.莫雷与A.勒那尔（J. Murray and A. Renard, 1891）的著名的著作中。切伦哲尔号远航中作了几百个水深测量，并且在362个地点取了海底沉积物的标本。在切伦哲尔号之后，不同国家派遣了许多海洋考察队——德国〔“加塞尔”（Газель）、“瓦尔基维亚”（Вальдивия）〕，丹麦〔“因哥尔夫”（Ингольф）〕，美国〔“图斯加罗拉”（Тускарора）、“布赖依克”（Блэйк）、“阿耳巴托罗斯”（Альбатрос）〕，挪威，法国，摩纳哥海洋研究所考察队等等。这些考察队都以新的关于海底地形和深度的记录丰富了科学。

在俄国，对黑海、里海、巴伦支海、远东的海上进行了详细的水文工作，因而得以绘制出为在这些海洋上航行用的航图。于航行知识之外，俄罗斯的水文考察队还给予全世界以新的关于海底地形的知识。特别是在黑海用新的方法进行测深试验时，发现了如海底峡谷之类的极有趣的地形（Э.施耐德，1869）。这种地形的发现者们把它们解释为海底上的水下河谷。

关于切伦哲尔号以及后来几次考察的测深工作由俄国科学院士М.А.雷卡切夫（Рыкачев）第一次作了总结（1881），他绘制了世界大洋的深度图。1886年，莫雷根据大约6000个测深记录绘制了个别海洋的海深图。在这6000个测深记录中大约有500个深度超过5000米。

20世纪的20—30年代中，苏联北极探险队在关于北冰洋的海底地形知识方面作出了巨大的贡献。特别是在北冰洋中部，由“北极1号”漂流站作的工作最有意义。这个漂流站的成员测量了33个深度，其中有14个超过3000米。在浮冰“塞多夫”的漂移过程中进行的深度测量尤其具有特殊的价值（在37个水深测量中有一个指示了在那时所知道的北冰洋的最大深度——5180米）。

① 根据记载，等深线方法在1721年就已由别可维奇契尔喀斯基（Бекевич Черкасский）所部分采用。不久以后（在1736年）法国学者布雨阿希（Бюаш）绘制了第一幅的英吉利海峡图，在那张图上海底地形也是以等深线表示的。