

**Rising Water, Sinking Cities Venice and Rotterdam  
Grappling with the Landscape of Lagoon and Delta**

Meyer, Han

**DOI**

[10.14085/j.fjyl.2022.11.0021.13](https://doi.org/10.14085/j.fjyl.2022.11.0021.13)

**Publication date**

2022

**Document Version**

Final published version

**Published in**

Landscape Architecture (Fengjing Yuanlin)

**Citation (APA)**

Meyer, H. (2022). Rising Water, Sinking Cities Venice and Rotterdam: Grappling with the Landscape of Lagoon and Delta. *Landscape Architecture (Fengjing Yuanlin)*, 208(29), 21-33.  
<https://doi.org/10.14085/j.fjyl.2022.11.0021.13>

**Important note**

To cite this publication, please use the final published version (if applicable).  
Please check the document version above.

**Copyright**

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download, forward or distribute the text or part of it, without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license such as Creative Commons.

**Takedown policy**

Please contact us and provide details if you believe this document breaches copyrights.  
We will remove access to the work immediately and investigate your claim.

***Green Open Access added to TU Delft Institutional Repository***

***'You share, we take care!' - Taverne project***

**<https://www.openaccess.nl/en/you-share-we-take-care>**

Otherwise as indicated in the copyright section: the publisher is the copyright holder of this work and the author uses the Dutch legislation to make this work public.

# 风景园林

Landscape Architecture



专题 · SPECIAL

城市景观设计与图析

Mapping and Design of the Urban Landscape

专题 · SPECIAL

地理与地貌视角下的设计研究

Design Research in Geographic and Geomorphic Perspective

11/2022

208 VOL. 29

中国科技核心期刊



2022年第11期第29卷第208期  
城市景观设计与图析  
Mapping and Design of the Urban Landscape  
地理与地貌视角下的设计研究  
Design Research in Geographic and  
Geomorphic Perspective

中国科技核心期刊（中国科技论文统计源期刊）  
《中国学术期刊（RCCSE）评价报告（2020年）》核心期刊  
“中国农林核心期刊”（2020版）A类  
《中国人文社科期刊（AMI）综合评价报告（2018年）》扩展期刊

**主管单位** 中华人民共和国教育部  
**主办单位** 北京林业大学  
**国内统一连续出版物号** CN 11-5366/S  
**国际标准连续出版物号** ISSN 1673-1530  
**出版单位** 北京《风景园林》杂志社有限公司  
**名誉社长** 尹伟伦  
**社长** 刘志成  
**副社长** 曹娟（兼编辑部主任）  
**编辑部** 吴丹子 黄晓 李方正 王晞月 刘昱霏  
王一兰 刘玉霞 李清清 李卫芳  
**运营部** 李梓瑜 师青霞  
**本期责任编辑** 刘玉霞  
**本期实习编辑** 章逸祺 邓泽宜

**Supervised by** Ministry of Education of P.R.C  
**Sponsored by** Beijing Forestry University  
**Domestic Unified Serial Number** CN 11-5366/S  
**International Standard Serial Number** ISSN 1673-1530  
**Publishing House** Beijing *Landscape Architecture* Journal Periodical Office Co., Ltd.  
**Honorary President** YIN Weilun  
**President** LIU Zhicheng  
**Vice President** CAO Juan (Editorial Director)  
**Editorial Office** WU Danzi, HUANG Xiao, LI Fangzheng, WANG Xiyue, LIU Yufei, WANG Yilan, LIU Yuxia, LI Qingqing, LI Weifang  
**Operation Office** LI Ziyu, SHI Qingxia  
**Executive Editor This Month** LIU Yuxia  
**Intern Editors This Month** ZHANG Yiqi, DENG Zeyi

**国内发行** 中国邮政集团公司北京市报刊发行局  
**邮发代号** 80-402  
**国际发行** 中国国际图书贸易集团有限公司  
**代号** BM1985  
**定价** 52元/期  
**出版日期** 每月10日

**Domestic Distributor** Beijing Newspaper and Periodical Publishing Bureau  
**Postal Issuance Code** 80-402  
**Overseas Distributor** China International Book Trading Corporation  
**Code** BM1985  
**Price** 52 Yuan per copy  
**Date of Publishing** Monthly 10

**广告发布登记** 京海市监广登字 20200006号  
**设计制作** 北京联创睿合科技有限公司  
**印刷** 北京雅昌艺术印刷有限公司  
**法律顾问** 北京市千千律师事务所

**Advertising Release Registration** JHSJGD Zi No. 20200006  
**Design and Produced by** Beijing Co-creative Smart Technology Co., Ltd.  
**Printed by** Beijing Artron Color Printing Co., Ltd.  
**Legal Counsel** Beijing Qianqian Law Firm

**办公地址** 北京海淀区清华东路35号北京林业大学  
学研中心 A1402  
**邮寄地址** 北京海淀区清华东路35号北京林业大学  
62号信箱  
**电话** 86-10-62337675  
**电子邮箱** la@lalavision.com  
**网址** http://www.lalavision.com  
(远程稿件处理系统)

**Office Address** Room 1402, Building A, Academic Research Center,  
Beijing Forestry University, No.35 Tsinghua East Road,  
Haidian District, Beijing, P.R.China  
**Mailing Address** P.O. Box 62 Beijing Forestry University, No.35 Tsinghua  
East Road, Haidian District, Beijing, P.R.China (100083)  
**Tel** 86-10-62337675  
**Email** la@lalavision.com  
**Website** http://www.lalavision.com  
(Remote Manuscript Processing System)

汉·迈也, 王晓迪, 郭莉, 熊亮·威尼斯与鹿特丹: 潮汐之城的潟湖与三角洲景观 [J]. 风景园林, 2022, 29 (11) : 21-33.

## 威尼斯与鹿特丹：潮汐之城的潟湖与三角洲景观

# Rising Water, Sinking Cities Venice and Rotterdam: Grappling with the Landscape of Lagoon and Delta

著：(荷) 汉·迈也 译：王晓迪 郭莉 校：熊亮

Author: (NLD) Han Meyer Translators: WANG Xiaodi, GUO Li Proofreader: XIONG Liang

中图分类号: TU986

文献标识码: A

文章编号: 1673-1530(2022)11-0021-13

DOI: 10.14085/j.fjyl.2022.11.0021.13

收稿日期: 2022-08-01

修回日期: 2022-09-07

### 作者简介 (Author) :

(荷) 汉·迈也 / 男 / 博士 / 代尔夫特理工大学建筑与建成环境学院城市设计专业荣休教授、博士生导师 / 研究方向为城市设计理论与方法

(NLD) Han Meyer, Ph.D., was a professor and doctoral supervisor of Urban Design at the Faculty of Architecture and Built Environment, Delft University of Technology (until 2019). His research focuses on theory and methods of urban design.

### 译者简介 (Translators) :

王晓迪 / 女 / 中国农业大学园艺学院风景园林系在读博士研究生 / 研究方向为跨尺度景观规划设计理论与方法、韧性景观  
WANG Xiaodi is a Ph.D. candidate in the Department of Landscape Architecture, College of Horticulture, China Agricultural University. Her research focuses on inter-scale landscape planning and design theory and methods, and resilient landscape.

郭莉 / 女 / 中国农业大学园艺学院风景园林系在读硕士研究生 / 研究方向为景观规划设计方法

GUO Li is a master student in the Department of Landscape Architecture, College of Horticulture, China Agricultural University. Her research focuses on landscape planning and design theory and methods.

### 校者简介 (Proofreader) :

熊亮 / 男 / 中国农业大学园艺学院风景园林系副教授 / 研究方向为跨尺度景观规划设计理论与方法、城市及区域韧性战略和气候变化应对策略、设计工具

XIONG Liang is an associate professor in the Department of Landscape Architecture, College of Horticulture, China Agricultural University. His research focuses on inter-scale landscape planning and design theory and methods, urban and regional resilience strategies, climate adaptive strategies and design tools.

**摘要：**沿海和三角洲地区持续面对潮汛引发的洪水、冲淤失衡等挑战。以威尼斯潟湖与鹿特丹三角洲为例，探讨和寻找了此类地区长期存续的发展方式。调研两城的城水关系发展，关注不同时期冲淤变化及其对城市区位和空间结构的影响，考虑当前和未来影响冲淤平衡的可能性，得出 3 个结论：1) 更好地顺应自然趋势和利用区域水系统的变化，增强城市化景观的韧性并且从根本上修复生态系统，此目标达成的关键是恢复区域水系统稳定的冲淤平衡；2) 上述根本性改变的前提是港口经济和航运业的彻底重组；3) 城水关系发展历史表明潟湖、三角洲和河口不同的自然系统在城市中发挥作用的方式存在差异。对城水关系演变的关注可令公众强烈意识到冲淤平衡稳定对城市景观的重要性，研究经验可供其他河口、三角洲或潟湖城市借鉴。

**关键词：**潮汛；威尼斯潟湖；鹿特丹三角洲；城水关系；景观韧性

**Abstract:** In order to provide a sustainable development strategy to ensure the long term survival of coastal and deltaic areas, the lagoon of Venice and the delta of Rotterdam were examined for possible alternatives. This article investigated the historical development of the city-water relationship in the two cities. The main focus was on the changes in the sedimentation-erosion relationship and their impact on the position and spatial structure of the city through different periods. It concluded by considering current and future possibilities for influencing the balance between deposition and erosion. In both cases three conclusions can be drawn. 1) Making better use of and responding to the natural tendencies and changes in the regional water system offers prospects for reducing the vulnerability of the urbanised landscape and for radically ameliorating the ecosystem. Crucial to achieving this is the restoration of a stable sediment-water balance. 2) This radical change can only occur in combination with a thorough restructuring of the port economy and shipping industry. 3) The history of the relation between city and water system reveals considerable variation in the way in which the natural system of lagoon, delta and estuary has played a role in urban culture and also been critical to withstanding problems like high water and saltwater intrusion. Greater concern for and attention to the historical evolution of the relation between city and river can play a crucial role in strengthening a collective awareness of the importance of a stable sediment-water balance for the urban landscape.

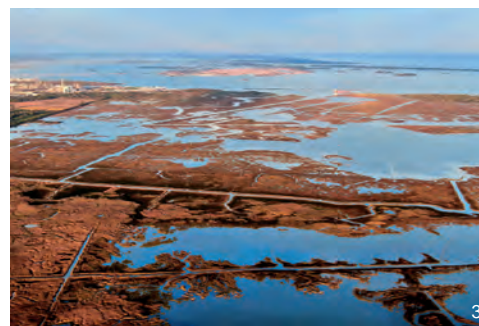
**Keywords:** high-water; the Venice lagoon; the Rotterdam delta; the city-water relationship; landscape resilience



1 威尼斯圣马可广场的洪水事件 (2019年11月)  
Venice, San Marco square, acqua alta, November 2019



2 符拉尔丁根 (鹿特丹地区) 潮汛 (2020年2月)  
Vlaardingen (Rotterdam region), high water, February 2020



3 威尼斯潟湖西侧视角 (2020年)  
The Lagoon of Venice, seen from the west, 2020

自 21 世纪初以来, 沿海和三角洲地区的潮汛引发诸多问题。中低收入国家的许多城市为应对日益严重的洪水问题承担着巨大压力, 即使在欧美相对富裕的城市, 新奥尔良飓风“卡特里娜”(Hurricane Katrina, 2005 年) 和纽约飓风“桑迪”(Hurricane Sandy, 2013 年) 造成的破坏仍然历历在目, 令人担忧。2019 年 11 月, 欧洲水城威尼斯的大圣母院 (Grande Dame) 遭遇了 1966 年以来最严重的洪水 (图 1)。城市的大部分地区长时间被淹, 这不仅对城市众多艺术珍品和遗产布局造成威胁, 而且对城市经济、社会福祉和居住环境都产生了巨大的影响。

几个月后, 也就是 2020 年 2 月, 被称为“世界上最安全的三角洲”<sup>①</sup> 的荷兰也被迫竭尽全力抵御河流和海洋潮汛的共同作用 (图 2)。2005—2015 年, 在荷兰“还地于河”项目的背景下, 首次证明了河床拓宽策略的有效性。以往用于农耕、养殖以及自然区域的大部分河流地区的洪水受到了控制, 阻止了沿岸城市的洪水。这种策略在所有河流沿岸地区都很有效——除了鹿特丹地区。该地区面积约 190 km<sup>2</sup>, 居民超过 6 万人, 包含许多港口相关企业, 却未包括在“还地于河”计划中, 也没有临时河床加宽的规定。在这一地区, 河流通过淹没堤防以外的区域进行自我拓宽。2022 年 2 月, 鹿特丹堤防外各地区及其邻近城市的潮汛导致了严重的问题。

威尼斯和鹿特丹这样的城市未来会有更剧烈的潮汐事件。气候变化导致的海平面上升被认为是罪魁祸首。这 2 个城市主要利用

大型水利工程关闭入海口, 防止海潮倒灌。

而气候变化只是部分原因。在这 2 个城市, 如同所有的三角洲和河口一样, 水土关系是两方平衡的结果: 一方面是沉积物的输送和沉积; 另一方面是河流和海浪的侵蚀和冲刷<sup>②</sup>。沉积物产生新的土地, 城乡活动因此发展; 河流冲刷河床形成河道, 航运、渔业和港口因此发展。因此, 取得冲淤之间的平衡至关重要, 同时也是一个巨大的挑战。

河流和海洋之间的过渡区以三角洲、河口和潟湖 (图 3) 的形态呈现, 是冲淤平衡的产物。然而, 这种平衡随着河流流量、海平面和海流的变化而波动, 主要受气候变化影响: 自宇宙大爆炸 (Big Bang) 以来, 冷热时期交替出现, 对全球水的三相转化比例产生了巨大影响<sup>③</sup>。自 11 000 年前的最后一个冰河时代结束以来, 地球一直处于变暖趋势, 极地冰盖和冰川融化, 海平面上升, 河流水量更充沛<sup>④</sup>。在过去的 2 个世纪里, 大量温室气体排放引起地表温度上升。这可能导致海平面的加速上升和河流洪峰流量增加, 也可能破坏冲淤平衡。

此外, 人类对河道的干预从根本上改变了冲淤平衡。建设大坝、运河、堤防, 收缩河床, 疏浚等活动导致了沉积物滞留。低洼和沿海地区沉积物的运输和沉积急剧减少, 侵蚀作用加剧, 洪水风险增长<sup>⑤</sup>。

大约 25 年前, 以澳大利亚生态学家、经济学家罗伯特·科斯坦扎 (Robert Costanza) 为首的科学家们阐明三角洲和河口生态系统服务的经济价值<sup>⑥</sup>。沉积和堆积使低洼地区

的土地增长和固化, 这形成此生态系统最重要的服务。这种服务完全免费, 还带来了动植物多样性和自然美景。通过建立居所、发展城市和开垦低地, 人类从这些生态系统服务中获得了巨大的利益, 但很少维护和续存这些服务。这种忽视导致生态系统服务的急剧减少, 甚至完全破坏。最近荷兰科学家研究发现, 维持或恢复河口的自然形态可显著减弱沿海地区和内陆因海平面上升而产生的威胁<sup>⑦</sup>。

在威尼斯和鹿特丹, 持续的人类活动极大地改变了冲淤平衡 (在威尼斯始于 16 世纪初, 在鹿特丹始于 19 世纪下半叶)。对区域水系统的各种干预使它们发展成为国际领先的港口, 也决定了其空间结构。城市的脆弱性持续增长, 急需更强的战略应对。两城从潟湖和三角洲的生态系统服务中收益颇丰, 也对生态系统的服务造成明显损害。

预计未来 2 个城市的极端潮汛将持续增加, 这就产生一个重要问题: 是否需要在已有措施的基础上采取更强的策略。目前来看确实如此, 威尼斯利用“摩西”防洪闸系统<sup>⑧</sup> (Modulo Sperimentale Elettromeccanico, MOSE) 在潟湖入口建造风暴潮屏障; 鹿特丹正在考虑在河口处建造复杂水闸。然而, 因其长期可行性未知, 这 2 个方案都备受争议。本研究旨在寻找替代方案, 通过调查两城的城水关系发展历史, 关注不同时期沉积 - 侵蚀关系变化及其对城市区位和空间结构的影响, 考虑当前和未来影响沉积 - 侵蚀平衡的可能性, 为两城及其与水景观的关系开辟新视角。

## 1 威尼斯与潟湖

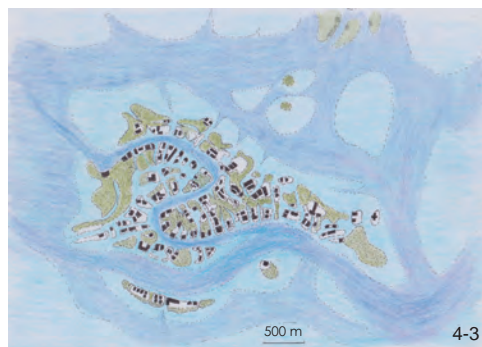
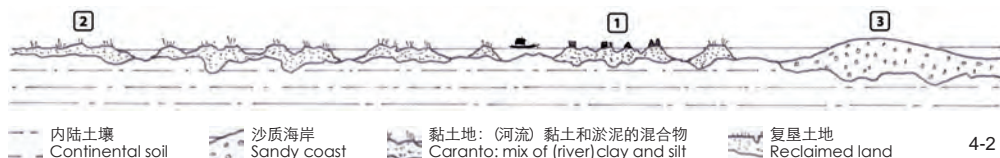
### 1.1 潟湖的起源与形成

威尼斯<sup>[6-7]</sup>大部分景观的塑造起源于2个过程：亚得里亚海（Adriatic Sea）海平面上升；阿尔卑斯山（Alps）和白云石山脉（Dolomites）冰盖融化。冰盖融水汇入众多河流，通过沿海平原输送到亚得里亚海<sup>[8]</sup>。

一方面，海平面上升将沉积物（主要是沙子）带到了沿海平原的边缘，形成一系列沙洲，继而成为岛屿。从的里雅斯特（Trieste）延伸到拉韦纳（Ravenna），沙洲和沿海平原间形成了一条长长的浅水潟湖链。另一方面，沿海平原的河流泛滥形成沼泽低地，汇入潟湖，形成沙洲、盐沼和泥滩。与此同时，潮起潮落在潟湖中冲刷出小溪和水道，形成动态的湿地景观：河流沉积和海平面上升的平衡决定了潟湖沉积或被淹没的程度和速度。

特拉费马（Terraferma）沼泽低地和威尼斯潟湖之间是渐进过渡的（图4-1、4-2）：从西到东，土地沼泽化的程度越来越深，并逐渐从陆地上的水变成水中的陆地，最终形成狭长的沙堤岛，将潟湖与公海隔开。人类最早定居在过渡地带的两侧。公元前3世纪，罗马人首次尝试开垦肥沃的沿海平原，在帕多瓦（Padua）的驻军城镇附近开辟了第一个百户区（Centuratio，划分土地的单位）地块——均匀正方形的网格图案，边缘可作为边界，也可排水，通过这种方式得以在沼泽中种植作物<sup>[9]</sup>。几个世纪以来，大多数沿海平原都以百户区地块方式进行了划分，这为被保拉·维加诺（Paola Viganó）和贝尔纳多·塞奇（Bernardo Secchi）描述为“各向同性领土”（isotropic territory）的定居模式奠定了基础<sup>[10]</sup>。

起初，潟湖人口稀少，只有几个以捕鱼为生的拓荒者。在8世纪，为了逃离劫掠的伦巴第人，意大利北部的农民、城镇居民和贵族在靠近人迹罕至的潟湖的岛屿上避难。在蜿蜒的潮汐通道（未来的大运河）两侧，淤积而成的岛屿和沙洲组成的群岛上，出现了人类最大的聚落。由于环绕水域的存在，这组岛屿和沙洲能够使人类免受敌对部落和军队的袭击，屏障岛屿后面的人类聚落免受海上风暴的影响。海峡还提供了入海通道。最



4-1 威尼斯潟湖及其周边地区的假想图（约1000年）  
Hypothetical map of the Lagoon of Venice and its surroundings, c. 1000

4-2 威尼斯潟湖的横截面（约1000年）。第一个聚落在潟湖中淤塞的板状土地（1）上建立，形成了从特拉费马的沼泽低地（2）到沙洲（3）的渐变过渡带  
Cross section of the Lagoon of Venice, c. 1000. The first habitation on silted up slabs in the lagoon (1), which forms a gradual transition zone from the marshy lowlands of Terraferma (2) to the sandbanks (3)

4-3 威尼斯假想地图（约1000年）  
Hypothetical map of Venice, c. 1000

高的岛屿被称为里沃阿尔托（Rivoalto，即高岸），后来改为里亚托（Rialto）<sup>[11]</sup>。

图4-3给出了群岛的景象。在这些岛屿上，小教区社区已经建成，通常聚集在一个教区教堂和一两个贵族家庭的加固房屋周围。最初，作为亚得里亚海重要的军事和贸易前哨，这些社区受拜占庭帝国（Byzantine Empire）保护。潟湖被拜占庭帝国授予公爵领地的地位，由公爵（总督）统治。由于人口和经济快速增长，拜占庭时期的威尼斯逐渐展现出经济、军事和政治独立的共和国形象。

这些群岛在地理上和行政上都相对独立，彼此分离，各岛屿由许多贵族家族统治。这些家族组成了大议会（Maggior Consiglio），是群岛和潟湖的最高权力机构<sup>[12]</sup>。大议会选举的总督住在宫殿里，俯瞰大运河（The Grand Canal）的入海口，关注着贸易、交通和军事。各个教区被岛屿间的小溪隔开，通过船只和木桥连接。大运河是主要的交通通道，小型船坞和相关企业沿河开设，小型渔船在此停泊或靠岸。运河中段的中央市场交易鱼、盐和其他商品，运河上的第一座桥也建于此。



5-1



5-2



5-3

5-1 威尼斯潟湖及其周边地区 (约 1600 年)  
 Map of the Lagoon of Venice and its surroundings, c. 1600  
 5-2 威尼斯潟湖横截面 (约 1600 年)。渠化水道 (4) 在特拉费马与潟湖的排水和耕地 (5) 之间形成明显的区别, 在沙洲 (6) 向海一侧安装了额外的海岸防护设施  
 Cross section of the Lagoon of Venice, c. 1600. The

canalised watercourses (4) introduce a sharp distinction between the drained and cultivated land of Terraferma (5) and the lagoon. Additional coastal defences have been installed on the seaward side of the sand banks (6)  
 5-3 威尼斯地图 (约 1600 年)  
 Map of Venice, c. 1600

## 1.2 通过对水系统的干预, 巩固城市的海上力量

图 5-1~5-3 展示了潟湖和威尼斯城发展的第二个阶段。在中世纪, 出现了 2 个越来越不相容的进程: 威尼斯作为贸易中心和海上力量快速发展的同时, 潟湖却加速淤积。

威尼斯的发展得益于它在中世纪后半叶获得的地位, 成为一个海洋和经济大国, 这不仅伴随着人口的急剧增长和城市的密集化<sup>[13]⑦</sup>, 而且海洋和经济的发展也要求建造庞大的商船队。大运河不够深, 不能容纳越来越大的船只, 也不能容纳不断扩展的经济活动, 因此, 在 1104 年, 阿塞纳尔造船厂 (Arsenale Shipyard) 建在了城市的东部。随着时间的推移, 为了容纳越来越多的超大尺寸船只, 它经历了几次扩建。事实上, 这座城市的很大一部分就如同造船业的制造机器。造船厂作为中央装配厂, 在全盛时期每月能够生产 50 多艘船舶<sup>[13]</sup>。船舶的自重主要在 100~200 t, 少量达到 500 t。

船只数量和尺寸的增长对威尼斯周围河道深度提出更多要求。然而, 这一要求受到潟湖加速淤积的限制。在中世纪后半叶, 地球快速升温, 融水带来的沉积物增加, 淤积加速。随着大面积开垦, 沉积物无法沉积在低洼的平原上, 越来越多的沉积物最终进入了潟湖。在的里雅斯特 (Trieste) 和拉韦纳 (Ravenna) 之间的一系列潟湖中, 土地持续增长, 随之而来的是威尼斯潟湖北部和南部的围垦开发。

在中世纪后半叶, 威尼斯不仅成为一个海上强国, 而且开始大片控制特拉费马, 特别是威尼托和伦巴第的大部分地区 (Veneto and Lombardy Regions)。这不仅保证了城市的食物供应, 也获得了此地水资源的管理的控制权, 为了后者的利益, 威尼斯于 1501 年建立了司法行政官制度, 彻底重组河流系统。图 5-1 和 5-2 反映了水系的重组。沿着潟湖边缘挖掘运河, 阿迪杰河 (Adige River)、布伦塔河 (Brenta River)、思乐河 (Sile River)、皮亚韦河 (Piave River) 和无数较小河流的水被分流到潟湖北部和南部的新人工河口。此外, 波河 (Po River) 的一条支流在潟湖南侧入海, 造



成了土壤的淤积。在这里筑坝后，河水通过新的运河改道向南。这些河流改道导致潟湖南部的波河河口形成了典型的叶状三角洲<sup>[14]</sup>。

对潟湖本身来说，河流改道改变了沉积-侵蚀平衡的2个方面。首先，潮汐带走的沉积物比输入的多。其次，随着沼泽地和沙洲消失，河道和小溪变浅，潟湖湖床变平。短期内似乎有利于威尼斯通行大船，因为靠近入海口的所有重要通道仍然足够深（约8 m）；然而，从长期来看河流改道也意味着潟湖从此失去了淡水，潟湖变成咸水环境，对潟湖的生态系统和内陆的地下水造成了严重影响，咸潮入侵威胁更加严重<sup>[15-16]</sup>。

图 5-3 显示了这 2 条深水航道的重要性。深水航道既有利于工厂通航船只，也有利于依靠圣马可湾成为出入城市的“水上广场”。在这里，来自海船的货物被转运到驳船和平底船上，运送到城市的仓库。巴奇诺（Bacino）在空间上被圣马可广场（Piazza San Marco）、威尼斯海关大楼（Punta della Dogana）和圣乔治岛（San Giorgio）以及同名教堂所包围。包括雅格布·德·柏柏尔人（Jacopo de' Barbari）著名的《威尼斯景观》（View of Venice, 1500 年）在内，众多威尼斯地图和全景图描绘了巴奇诺·圣马可的辉煌。广场地面和潟湖水位相持平，加强了城市广场和水上广场作为整体开放空间的印象，在这个广场里既可步行，亦可航行。

### 1.3 疏浚潟湖，促进工业和旅游业发展

在 16 世纪和 17 世纪，威尼斯的经济和航运优势被葡萄牙、西班牙、荷兰和英国所取代，这些国家通过好望角（Cape of Good Hope）发现了欧洲和东半球间的新贸易路线。从 18 世纪末开始，威尼斯失去了自主权，先是成为拿破仑的法兰西帝国（Napoleon's French Empire）的一部分，然后成为奥地利帝国（Austrian Empire）的一部分，1866 年之后成为新的民族国家意大利的一部分。政治转变和工业化兴起为威尼斯的经济和空间发展创造了新的条件。港口发展不再是威尼斯城的责任，而是国家政府的责任。

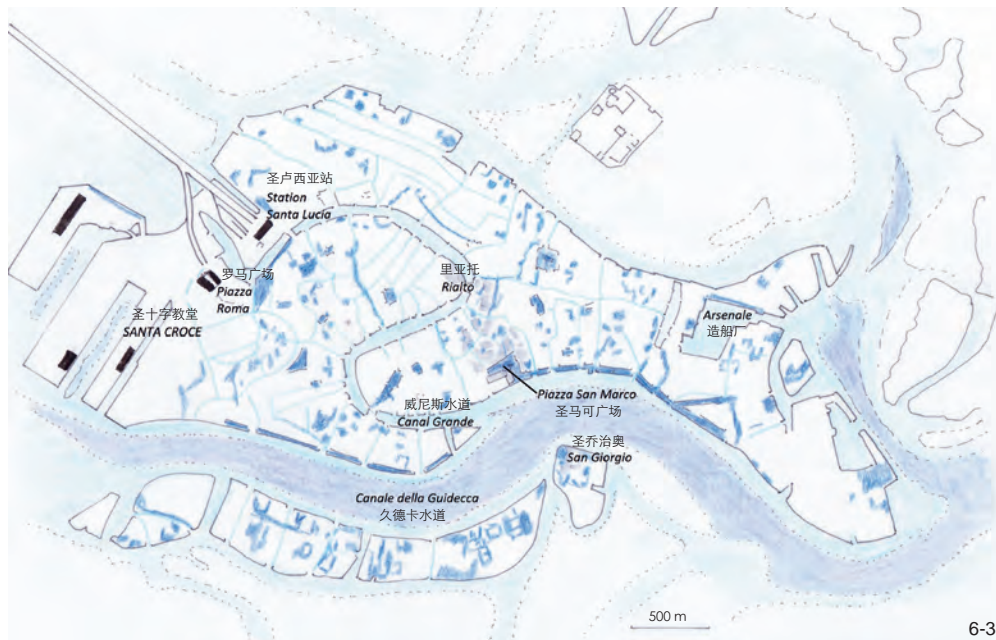
图 6-1 和 6-2 反映了 19 世纪和 20 世纪人类活动对潟湖产生的影响。拿破仑统治时期



6-1



6-2



6-3

6-1 威尼斯潟湖及周边地区（约 2000 年）

Map of the Lagoon of Venice and surroundings, c. 2000

6-2 威尼斯潟湖横截面（约 2000 年）。有了深水航道（8）后，进入工业和港口综合体（7）成为可能，也方便其从潟湖底部（9）抽取地下水

Cross section of the Venice Lagoon, c. 2000. Industrial

and port complexes (7) rendered accessible by deep

new navigation channels (8), are also extracting

groundwater from the bottom of the lagoon (9)

6-3 威尼斯地图（约 2000 年）

Map of Venice, c. 2000

试图恢复威尼斯东部圣马可河和阿塞纳尔河间的港口活动。为了取代日益淤塞的博卡迪里多 (Bocca de Lido), 在更深的博卡迪马拉莫卡入口和巴奇诺·圣马可之间挖掘了一条新的航道。然而, 由于该水道也容易淤塞, 因此只能暂时缓解城市东部港口的运转压力。19 世纪末意大利政府决定将新港口发展重点转移到城市的西边, 建成了新的圣十字 (Dew Santa Croce) 港口群。新的疏浚技术使海船能够进入这一港口群, 该航道穿过博卡迪里多和久德卡水道 (Canale della Giudecca), 航道加深至 8.5 m, 拓宽至 200 m。

1920 年, 在圣十字港口群建成几十年后, 在内陆边缘的梅斯特 (Mestre) 附近, 启动了更大的马尔盖拉港 (Porto Marghera) 的开发。博卡迪马拉莫科港 (Bocca di Malamocco) 和马尔盖拉港之间的一条新的深水航道使最大号的油轮和后来的集装箱船能够进入这个港口综合体。

由于这些新港口的扩张和繁荣, 城市和潟湖的关系在 2 个方面发生了根本性变化。1) 圣马可广场和毗邻的巴奇诺·圣马可广场 (Bacino San Marco) 失去了作为人和货物进出中心的优势。相反, 它们不再是驶往马尔盖拉港的必经之地, 作为通向圣克罗齐之地的航道, 它们早就失去了重要性。这种失去的重要性, 不仅体现在城市, 也反映在整个潟湖, 以及特拉费马地区。2) 更重要的是, 对于城市而言, 沉积 - 侵蚀平衡被彻底改变了。

岛屿之间入口处的码头水流动速增加, 特别是退潮时的流速, 导致每年有更多的沉积物通过潟湖流出大海<sup>[17]</sup>。加上航道的加深和维护, 每年有超过 100 万 m<sup>3</sup> 的沙子和淤泥从潟湖中排出<sup>[17-18]</sup>。在潟湖内部, 不断加深的水下作业导致大块浅沙洲和沼泽塌陷, 慢慢沉入航道, 大船穿过潟湖产生的艏浪和艉浪加剧了这一过程。在 1927—2002 年至少有 36 km<sup>2</sup> 或超过 50% 的潟湖湿地消失在水中<sup>[17-18]</sup>, 潟湖生态系统急剧退化。对此, 联合国教科文组织和威尼斯省几十年来一直长鸣警钟<sup>[15, 19]</sup>。

工业化进程中, 马尔盖拉港抽取地下水用于冷却, 导致潟湖的大部分地区以及威尼斯的沉降。沉积物的清除和沉降增加了潟湖

中的水量, 海平面上升也加剧了这种情况。

在过去, 通过特拉费马河和潮汐流的沉积物输送量更大, 其增长速度超过了海平面上升的速度。16 世纪的河流改道和最近 2 个世纪的航道系统化加深, 逐渐剥夺了潟湖与海平面上升同步稳定发展的可能性。潟湖中水量的上升使潮汐更容易流入, 而不会受到先前低水位时期潟湖底部的阻碍。这些都降低了威尼斯的防洪能力, 这一点在 1966 年由潮汐引发的洪水中首次得到证实: 当时 1.9 m 的海潮肆无忌惮地涌入潟湖, 淹没了威尼斯的大部分地区<sup>[20]</sup>。从那时起, 潮汐事件变得越来越频繁。

图 6-3 展现了威尼斯城市状况是如何变化的: 圣马可广场不再是经博卡迪里多进入潟湖的深水航道的最终目的地, 而仅仅是通往圣克罗齐海峡的一个途经地点。在潮汐期间, 加深的航道使海水更容易流向圣马可广场, 这也是该市沉降最严重的最古老的地区之一。鉴于各种预测未来海平面上升加速的情景, 这与其说是洪水泛滥的频率和严重程度是否会增加的问题, 不如说是这种增加速度有多快的问题。

#### 1.4 威尼斯和潟湖的未来

威尼斯的未来与潟湖密切相关。自 20 世纪 70 年代以来已达成一致的有 2 种解决思路: 一种是支持恢复潟湖内稳定的沉积物 - 水平衡; 另一种是支持工程建设维持潟湖现状。

自 20 世纪 60 年代末以来, 许多研究和出版物都提出恢复稳定的沉积物 - 水平衡的必要性和可能性, 这有利于稳定生态系统, 同时也抑制了潟湖潮汐的影响。多年来, 这些研究和出版物的标题越来越令人震惊, 从 1969 年的联合国教科文组织《拯救威尼斯》(Saver Venice) 到 2004 年的《拉姆萨尔公约》(The Ramsar Convention)<sup>®</sup>, 再到 2019 年由潟湖资深研究者路易吉·达帕斯 (Luigi D'Alpaos) 的《救命! 潟湖》(S.O.S. Laguna)<sup>[16, 19, 21]</sup>。

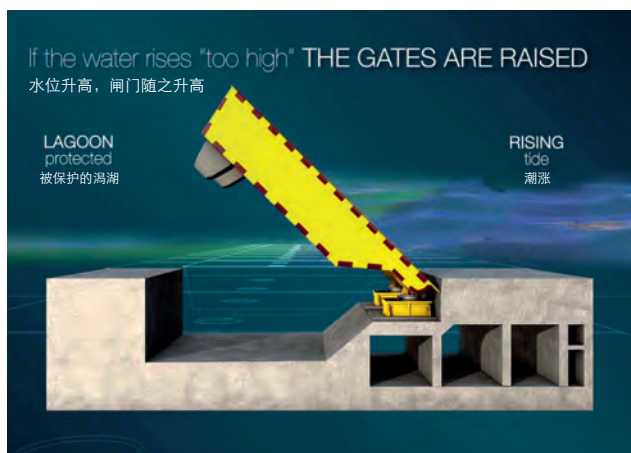
然而, 要恢复潟湖中的沉积物 - 水平衡, 就必须重新规划马尔盖拉港的位置、进出路线以及游轮交通, 这些都涉及巨大的经济利益。尽管威尼斯市和威尼斯省强烈支持恢复潟湖中的沉积物 - 水平衡, 但国家政府还是选

择了第二种方法, 形成了一系列包括可开合的风暴潮屏障的 MOSE 项目计划。这些屏障架设在岛屿之间入海口的海床上 (图 7), 每当潮水位超过 110 cm 时, 中空的防洪闸就会充气上浮并封闭潟湖。

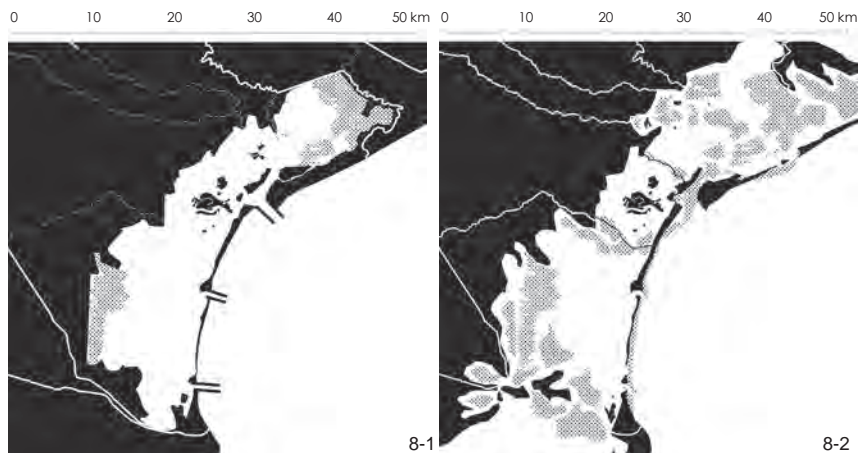
MOSE 项目极具争议, 原因包括 4 点。1) 它不能防御 +80~+110 cm (“+”指高于阿姆斯特丹标准水位) 之间的常见洪水。2) MOSE 项目不可持续, 防洪闸门的设计可以应对不超过 3 m 的当前平均水位, 据专家计算, 这种情况最早可能在 21 世纪达到<sup>[22]</sup>。3) 防洪闸建成后迅速被沙子覆盖, 并长满海藻、贻贝和牡蛎。防洪闸门会在应该发挥作用时失效。4) 该项目一直存在巨大的成本超支、腐败和延误问题。MOSE 项目的建设始于 2003 年, 预算 16 亿欧元 (111.848 亿人民币, 2022-09-09 汇率), 预计于 2011 年完工。然而, 到 2017 年, 该项目还未完成一半, 成本已高达 55 亿欧元 (384.431 亿人民币, 2022-09-09 汇率)<sup>[23]</sup>。完工日期已延期至 2022 年, 该项目能否完工遭到质疑。

类似 MOSE 项目的事件显示了恢复沉积物 - 水平衡的迫切性。这一方案建立在散货船和游轮不进入潟湖的前提之上。在这种情况下, 马尔盖拉港和圣克罗齐港需要适应吃水较浅的船只, 或搬迁到潟湖外, 或两者结合。这个方案在 20 年前几乎不可思议, 但如今在公众讨论中越来越受到重视。2017 年载重 5 500 t 以上的游轮禁止通过威尼斯、圣马可广场和久德卡运河驶往圣克罗齐港。从那时起, 这些船需通过马拉莫科 - 马尔赫拉海峡航行, 并停靠在马尔盖拉港, 游客可从马尔盖拉港乘长途汽车或火车游览威尼斯。在能源转型背景下, 以石化产业为主的综合体都需重组, 马尔盖拉港的整体搬迁也成为备选方案<sup>[24]</sup>。

恢复沉积物 - 水的平衡将导致潟湖的急剧沉积和侵蚀, 同时通过停止抽取地下水阻止沉降, 将使威尼斯市不易遭受常见洪水的侵袭。此外, 向土壤注入海水抬高城市部分地区的方案也在考虑<sup>[25]</sup>。在潟湖的其他地区, EMU<sup>®</sup>研究表明, 如果恢复潟湖内的河口, 停止定期疏浚, 拆除岛屿之间潮汐通道的码头, 就可管理潟湖内沉积 - 侵蚀过程 (图 8)<sup>[26]</sup>。



7



8-1

8-2

8



9-2

9

7 建造 MOSE 项目

Construction of the MOSE flood doors

8 威尼斯潟湖：现状 (8-1) 和潟湖内排水河流恢复后的情况 (8-2)

The Lagoon of Venice, the current situation (8-1) and the situation after restoration of drainage rivers in the lagoon (8-2)

9-1 莱茵河 - 马斯河入海口图 (约 1400 年)

Map of the Rhine-Meuse estuary, c. 1400

9-2 斯希丹河堤 - 高海堤和泥炭河流交汇处的城镇形成 (约 1400 年)

Town formation at the junctions of Hoge Schielandse Dijk-Hoge Zeedijk and peat rivers, c. 1400

在现有岛屿和新岛屿上，微咸水农业和新形式的旅游业将会获得新的机遇。

## 2 鹿特丹和莱茵河 - 马斯河河口

### 2.1 快速转变的三角洲

荷兰西部与意大利东北部的景观演替非常相似<sup>[27]</sup>。在欧洲大陆西北侧，类似的海平面上升和河流流量增加的过程形成了由一系列障壁坝保护的潟湖。然而，它被沙子、泥土和泥炭淤塞——这也是植被能够在这里生长的基本条件——其发生时间比威尼斯潟湖的形成早几千年，而城镇很久以后才出现，即 11—15 世纪才逐渐形成<sup>[28]</sup>。

在 11—15 世纪，淤塞潟湖发生变化，造成莱茵河 (Rhine River) 主要河口迁移。鹿特

丹城市的出现和发展很大程度上取决于此。在罗马时期，莱茵河主要通过今天的旧莱茵河 (Oude Rijn) 在卡特韦克 (Katwijk) 附近入海。乌特勒支 (Utrecht)、韦尔登 (Woerden)、博德格雷文 (Bodegraven)、阿尔芬安登赖因 (Alphen aan den Rijn)、莱顿 (Leiden) 和卡特韦克的城市形成都源于此，为了明确罗马帝国的边界，当时罗马人沿着这个河口建造了一系列的堡垒——莱姆堡 (Limes)<sup>[29]</sup>。如果当时莱茵河的这个河口继续沿用，这些地方可能会成为西尼德兰的主要城市，形成带状城市 (ribbon city)，而不是现有的边缘城市 (rim city)。然而，莱茵河从中世纪开始在乌特勒支和卡特韦克之间淤塞，于是它开始形成一条新的入海路线，即通过莱克河 (Lek River) 和

瓦尔 - 默维德河 (Waal-Merwede River) 流向新马斯河，最后流入北海。1122 年在都布斯代附近的旧莱茵河和 1285 年在斯施坦恩附近的荷兰艾瑟尔河筑坝，促进了莱茵河主要河口逐渐迁移<sup>[30]</sup>。

莱茵河主河道的变更对鹿特丹城市的出现至关重要。大约从 1000 年开始，形成于滨岸障壁坝后面的大面积泥炭地开始被用于耕地和牲畜养殖。最初，旧莱茵河 (图 9-1) 在这片沼泽地的排水系统中发挥了关键作用，但当其逐步淤塞和河口南移后，原有排水系统必须寻找新的河口。图 10-1 展现了 12 和 13 世纪后出现的新情况，21 世纪的新马斯河成为莱茵河和马斯河的主要河口，鹿特丹、斯希丹 (Schiedam) 和符拉拉丁根 (Vlaardingen)



的新聚落坐落于该河口的北岸。在新的排水系统中, 像鹿特河和斯希河这样的水道作为主要排水通道, 将圩田的积水排入新马斯河 (Nieuwe Maas), 同时发挥航运功能。然而, 由于土壤脱水导致泥炭被氧化和压实, 进而下沉, 最终造成泥炭地更易被淹。约 1250 年斯希高海堤 (Schielandse Hoge Zeedijk) 的建立解决了这个问题 (图 9-2)。在该堤与主要河道 (如鹿特河、斯希河) 交叉的地方, 修建带水闸的大坝, 在河水水位较低时开闸排水。因为河堤和河道也起着交通和运输的作用, 所以这种水坝非常适于鹿特丹、斯希丹和符拉尔丁根等渔业和贸易聚居地。

## 2.2 城镇扩张和淤积

在旧莱茵河淤塞之后, 新马斯河的沉积和淤积愈发明显, 造成堤外盐沼和泥滩明显扩大。图 10-2 展示了 1600 年左右在这片冲积土地上的港口和城镇扩展。当时安特卫普港 (Antwerp) 在西班牙战争中遭受重创, 鹿特丹凭借港口和城镇的扩展, 借机从贸易和港口活动中获得了最大的利润。

只要沉积物继续沉积在河滩上, 它就是有益的。新产生的土地可以用于农业或城镇港口的扩建。但与此同时, 河道中也会产生淤积, 产生越来越大的沙洲和泥滩。这些沙洲和泥滩起初只在低水位时显现, 逐渐成为常态, 最终形成自然河堤。航道变得越来越窄, 越来越浅。图 10-1 显示了莱茵河和马斯河主河口南移的过程: 河道不得不寻找新的入海口, 于是它穿过鲑鱼水道 (Haringvliet) 和赫雷弗灵恩水道 (Grevelingen) 找到了新的出海口。

17 世纪新马斯河的淤积给蓬勃发展的航运造成了问题。大的船舶需要更深的水道。由于无法经过鹿特丹, 越来越多的船舶被迫绕道鲑鱼水道甚至赫雷弗灵恩水道入海。然而, 从生态学的角度来看, 众多的水陆交错带以及咸淡水过渡带 (图 10-3) 使罗森堡 (Rozenburg) 北部、新马斯蒙德河 (Nieuwe Maasmond River) 和斯图尔河 (Scheur River) 的三角洲生境逐渐高度多样化, 这里孕育了种类繁多的植物、甲壳类、贝类和鱼类, 沿岸鲑鱼捕捞业的繁荣一直持续到 20 世纪初<sup>①</sup>。

鹿特丹市民日益增长的需求决定了河口



10-1 莱茵河-马斯河入海口图 (约 1600—1800 年)

Map of the Rhine-Maas estuary, c. 1600–1800

10-2 城市在堤防外的新沉积区不断扩张 (约 1600—1800 年)

Urban expansion on new accretions outside the dykes, c. 1600–1800

10-3 新马斯河的河床典型断面 (约 1600—1800 年)

Cross section of riverbed of Nieuwe Maas, c. 1600–1800

所形成的独特景观，也改变了城市建设和航运。起初，堤防外被称为“水城”的新城扩建设计纯粹关注实用性和功能性，以适应当时港口和航运业务。但在17世纪下半叶，航运公司搬迁到了新三文鱼港（New Zalmhaven），河岸上开始种植树木改善景观，减弱风、雨和日照影响。美丽的树林码头（Boompjeskade）成了商人住宅和航运办公室的专属领地。一个世纪内，河畔从边缘地带变成了城市内最壮观的城镇景观和滨水散步场所。1710年鹿特丹及周边地区地图精细描绘了城市、芦苇沼泽和沙洲等河流景观，今天的南端河畔（Kop van Zuid）在当时只是未开发的淤积区（图11）。在绘画作品中可以看到市民划着船遥望城镇，享受钓鱼和畅饮之乐（图12）。在河对岸，卡坦德雷赫特村（Katendrecht）是很有吸引力的一日游目的地，也是鹿特丹精英修建度假屋的理想之地（图13）。

### 2.3 新沃特伟赫河的工业化进程

一方面，随着蒸汽机的发明和船舶尺寸爆炸式增长，鹿特丹的船舶可达性问题日益凸显。另一方面，1798年，新的国家部门接管整个河流系统，该国家部门在1848年被命名为荷兰水务局（Rijkswaterstaat）。1863年，荷兰水务局接受了年轻工程师皮特·卡兰德（Pieter Caland）的大胆计划，为莱茵河和马斯河开挖新入海口，重建鹿特丹与大海的直接联系。卡兰德计划阻止河流继续南移的趋势，恢复新沃特伟赫河（Nieuwe Waterweg）河口的重要地位。当时人们对此意见不一，首相托尔贝克（J. R. Thorbecke）断言它是“冒险计划”<sup>[31]</sup>。但在克服初期问题后，该项目于1896年顺利完成（图14-1、14-2）。

项目建成后最显著的影响是鹿特丹港的惊人发展：它成为欧洲甚至世界最大的货物转运港，拥有当时世界最大的连续港区，占地约120 km<sup>2</sup>。与此同时，河口生态系统几乎完全消失<sup>[32]</sup>。新沃特伟赫河的挖掘和鹿特丹港扩建将河口及众多的浅滩、泥滩和盐沼变成了航运水道，两侧是硬质的码头和石堤（图14-3）。在短时间内，18世纪所描绘的早期“田园三角洲”景观变成了工业码头景观。

自修建以来，新沃特伟赫河被不断挖深。



11 鹿特丹地图（手绘铜版画）  
Map of Rotterdam, handcoloured copper engraving  
12 《鹿特丹景观》（1780年）匿名  
View of Rotterdam, 1780, Anonymous

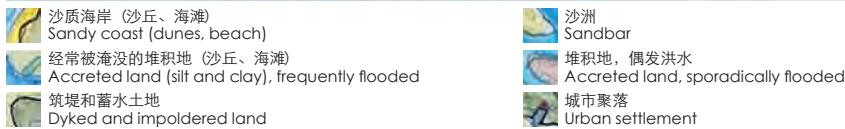
13 鹿特丹东侧鸟瞰（2019年）  
Aerial view of Rotterdam from the east, 2019

修建前新马斯河的平均深度是6 m。经过几个阶段对新沃特伟赫河的深挖，2020年新马斯河平均深度达到了16 m。潮流流裹挟大量的泥沙涌入河口，加上河流自身的泥沙，导致河床不断淤积。为保持新沃特伟赫河和港口的所需深度，每年要挖出130万 m<sup>3</sup>的沙子和淤泥<sup>②</sup>。

由于河口全面加深，高低水位差越来越大。与1871年之前的情况相比，其潮差（落潮和涨潮之间的差异）增加了50%以上：鹿特丹新水道从120 cm挖深到180 cm<sup>[32]</sup>。城市建成区更易受极高海面（极值水位）影响，特别是堤

防以外的地区。在20世纪50—60年代，河岸主要防洪设施被迫加固和改扩建。改扩建后似乎降低了其洪水风险，但同时河流的可达性和可视性消失殆尽。20世纪90年代在新沃特伟赫河修建的马斯朗特（Maeslant）风暴潮屏障阻止了堤防的进一步加高。当预报水位超过阿姆斯特丹标准水位（Normaal Amsterdams Peil, NAP）3 m时，该屏障将被关闭。

除了不断上升的水位问题，新沃特伟赫河的持续加深导致咸潮入侵现象日益严峻。（密度更大的）海水更易侵入加深的河口并深入内陆，威胁农业、工业和生活的淡水供给<sup>[33]</sup>。



14-1

为了应对咸潮入侵，维持河流的淡水压力变得越来越重要。20 世纪中叶，通过南海工程 (Zuiderzee works)、三角洲工程 (Delta works) 和各种蓄水坝的建设，荷兰逐渐形成了一套精密运转的河流整体系统：水量被精心分配到各分支上，保持新沃特伟赫河足够的淡水压，以防止咸潮入侵。在旱季和河流流量减少，即洛比斯 (Lobith) 河段的流量低于  $1\,000\text{ m}^3/\text{s}$  时，河流控制系统将水尽量引至新沃特伟赫河，以维持最小  $800\text{ m}^3/\text{s}$  的淡水压；在 2018 年和 2019 年的干燥夏季，尤其是在 2018 年艾瑟尔河淡水供应出现危急状况时，这种情况持续了很长时间<sup>[34]</sup>。该河流系统拥有巧妙的开关和控制阀门，被视为工业主导时期的典型产物 (图 15)。

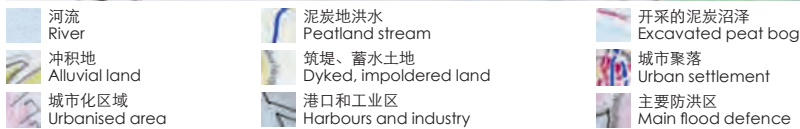
#### 2.4 鹿特丹和莱茵河 - 马斯河三角洲的未来

自 20 世纪 80 年代以来，堤防外的几个码头区已被重新开发为城区。超过 6 万人现在居住在鹿特丹堤坝以外的地区，这些区域正是该市着眼于成为“新鹿特丹”的“门面”区域，但也相对容易受到极高水位的影响<sup>[27]</sup>。

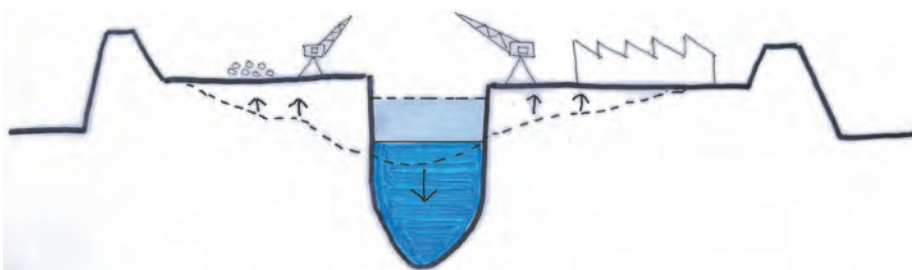
继 1993 年和 1995 年荷兰河地区 2 次极端潮汛事件，以及 2005 年新奥尔良洪灾后，荷兰政府于 2005 年和 2009 年分别启动了“还地于河”计划和三角洲计划，旨在最大限度降低荷兰的洪水风险并保护淡水供应<sup>[35]</sup>。从 2015 年的第一个“三角洲决策”开始，三角洲计划每 6 年校准一次<sup>[36]</sup>。

三角洲计划分为多个区域和专题<sup>③</sup>，其中鹿特丹地区 (在三角洲方案中称为“雷蒙德-德雷赫斯特登”，Rijmond-Drechtsteden) 问题最为严重。首先，它是荷兰城市化和工业化程度最高的地区，也是荷兰最复杂的地区，因此任何干预措施都将对荷兰的空间和经济发展产生重大影响。其次，整个荷兰的河流排放系统旨在维持此区域内新沃特伟赫河的淡水压。

荷兰面临着根本性的选择：要么继续巩固自新沃特伟赫河建设以来的人工维护局面 (图 14-1)，要么将主入海口迁移到更南侧的荷兰水道 (Hollandsch Diep) — 鲑鱼水道。前者需要对堤防以外的区域进行调整，后者考虑了河流不断南移的趋势 (图 10-1)。荷兰水



14-2

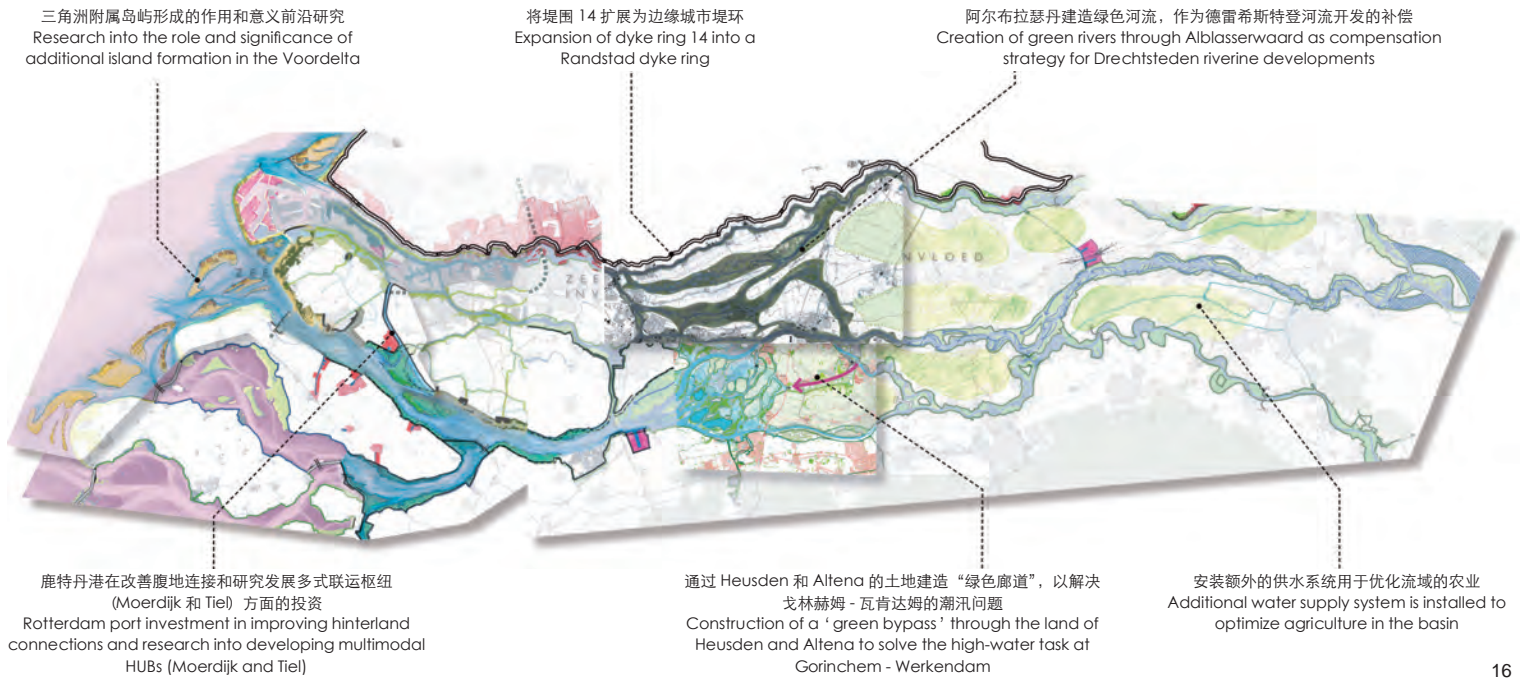


14-3  
14

14-1 莱茵河 - 马斯河口地图 (约 2000 年)  
Map of the Rhine-Meuse estuary, c. 2000

14-2 鹿特丹城市肌理 (约 2000 年)  
Rotterdam urban landscape, c. 2000

14-3 新马斯河河床横断面 (约 2000 年)  
Cross section of the Nieuwe Maas riverbed, c. 2000



16



15

15 荷兰河流流量监管 (2000—2011 年)  
Regulation of the discharge of Dutch rivers 2000-2011

16 荷兰水道和鲑鱼水道作为莱茵河和马斯河的新主河口  
Hollandsch Diep and Haringvliet as the new main Rhine and Maas estuaries

道—鲑鱼水道还可在极端洪峰期间提供更多储水空间，极大地降低了新马斯—新沃特赫河通道的负担。

由于港口和航运利益的重要性占据上风，2015 年三角洲计划暂时采用了第一种方案，并排除了对新沃特赫河的重新评估。但随

着 2021 年三角洲项目的重新调整，这种情况很可能发生变化。2015 年方案假定海平面将上升 80 cm，最极端上升 130 cm，但新的计算表明，2100 年海平面上升可能达到 2 m 甚至更高<sup>[37]</sup>。因此，需要采取额外的措施来保护鹿特丹，使其免受未来河流洪峰和海上风暴潮的影响。

三角洲计划的一些参与方开始呼吁考虑第二种方案：将主要入海口迁移到鲑鱼水道，并改变新沃特赫河的作用<sup>[9]</sup>。这一方案能够有效地将海洋对新沃特赫河和城市化腹地的影响降至最低 (图 16)，但是否根据三角洲计划中的提倡，采用水闸综合体的形式仍在考虑<sup>[38]</sup>。

合乎逻辑的解决方案是接受并扩大鹿特丹市、鹿特丹港口管理局 (Havenbedrijf Rotterdam) 和自然保护组织的计划，将河流发展成“潮汐公园”<sup>[39]</sup>。根据这一计划，河岸将从高而陡的堤岸转变为水陆之间更加平缓的过渡带，发展潮汐带自然生态系统和三角洲生态系统，这也为实现沿河的新型城市环境提供可能。整个河床都可以发展为潮汐河，在此淤积和沉积的过程将导致新沃特赫河“变浅”，有助于阻止咸水入侵，减小潮差 (以及随之而来的潮汐影响)，并恢复三角洲周围的生态系统。

## Verondieping Rijnmonding

无支撑流概念

原理  
principle:



- 水道深度 8 m
- 水道深度 10 m
- 水道深度 14 m
- 海港深度 25 m
- 项目范围外的水域
- 历史中心和水道
- 水陆交界
- 沿河城市
- 海船 (吃水深度 25 m)
- 海船和河船 (吃水深度 12 m)
- 内河船
- 小船



17 鹿特丹地区东侧包括新马斯河和新沃特伟赫河鸟瞰示意图。探索河床变浅变宽可能性的研究型示意图  
Bird's-eye sketch of Rotterdam region with Nieuwe Maas and Nieuwe Waterweg. Study-scetch to explore the possibility of shallowing and broadening the riverbed

关于新沃特伟赫河未来发展的辩论出现在鹿特丹港和航运业经历重大变化的时刻。鹿特丹港区 60% 的区域被石化公司占据，未来几十年间注定会发生重大变化。港口面临的挑战除了港口技术和航运（包括智能机器船）的新发展外，还在于港口地区土地利用形式的根本性重整。自南端和劳德维特码头区（Lloydkwartier）转移到城市起，港口区的转移已经进行了几十年，有望成为城市的再开发区。

不难想象，未来深水港会集中在欧洲港（Europoort）和马斯夫拉克特（Maasvlakte）1 号和 2 号近海港口。新沃特伟赫河将继续淤积，变浅的入海口可为小型远洋船舶和内河船舶提供有限的航道，但其主要贡献是帮助城市建立与河流之间新的安全关系（图 17）。

### 3 结论

在威尼斯和鹿特丹，城市发展与区域水系统发展息息相关。这一经验可供其他河口、三角洲或潟湖的城市借鉴。为了维持城市增长和财富积累而最大化地利用独特的水边位

置，这一矛盾的做法最终使城市付出沉重代价。在这 2 种城市发展模式中，港口经济主导决策，水系统尽可能适应港口经济发展，在此过程中增加了城市和景观的脆弱性。从这 2 种发展模式，可以得出以下 3 个结论：

1) 更好地利用和应对区域水系统的自然趋势和变化，能够增强城市化景观的韧性，并从根本上修复生态系统。实现这一目标的关键是恢复稳定的冲淤平衡。

2) 这种根本性的改变是以港口经济和航运业的彻底重组为前提的，这与港口日益增长的能源转型需求不谋而合，而这绝非偶然。这 2 个港口都非常适合化石燃料的转运、储存和加工。为了缩减化石燃料相关活动、推动新型港口活动发展，必须要制定新政策。此时是千载难逢的机遇，可以将理想的区域水系新局面作为制定政策的出发点。

3) 城市与水系互动的历史揭示了潟湖、三角洲和河口的自然系统在城市中发挥作用的差异，并且对抵御高水位和咸潮入侵等问题也至关重要。对城市与河流之间关系的历史演变应给予更多的关注——包括沙洲、芦

苇沼泽和捕鱼业仍然分布在潟湖、三角洲和河流沿岸的原始时期——可以令公众强烈地意识到稳定的冲淤平衡对城市景观所发挥的重要作用。

### 声明 (Statement):

本文是作者在 2018 年 6 月 14 日在威尼斯建筑大学巴多尔宫举行的“Fluid Territories: Landscapes, Labour and Logistics”研讨会上发表的演讲 *Venice, Rotterdam-changing relations between land and water* 的扩展版。该研讨会是由代尔夫特理工大学（项目负责人塔尼亚·库兹涅佐夫·巴克钦和哈密德·科斯拉维）组织的“港口与伊卡洛斯坠落”项目的一部分，作为其对 2018 年威尼斯建筑双年展荷兰馆的贡献。

本文英文最初发表于 (This paper was originally published as): MEYER H. *Stijgend water, zinkende steden: De worsteling van Venetië en Rotterdam met het landschap van lagune en delta*[J/OL]. *OverHolland*, 2021, 13(21): 7-45[2022-08-01]. <https://overholland.ac/index.php/overholland/article/view/226>.

### 注释 (Notes):

- ① 三角洲项目专员彼得·格拉斯 (Peter Glas) 于 2019 年底在各种媒体，包括 2019 年 10 月 5 日的《电讯报》(De Telegraaf) 发表的评论。
- ② 关于“淤积和城市侵蚀”内容详见参考文献 [1]。
- ③ 地球上和地球大气层中水的绝对体积保持不变；处于固态、液态和气态的水的相对体积会发生变化。
- ④ 译者注：“摩西”防洪闸系统，详见 <https://www.mosevenezia.eu/project/?lang=en>。
- ⑤ 关于威尼斯的讨论主要参考文献 [6][7]。
- ⑥ 大议会由 25 岁以上的贵族男性成员组成。在 9 世纪，大议会已经达到 100 人；到了 1594 年，大议会已有近 2 000 名成员。
- ⑦ 通过参考文献 [13] 得出，13 世纪时，威尼斯已经有 160 000 名居民，成为欧洲最大的城市。
- ⑧ 《拉姆萨尔公约》(The Ramsar Convention) 是参与保护国际重要湿地的公共和私人团体的国际合作。参见 [www.ramsar.org](http://www.ramsar.org)。
- ⑨ 欧洲城市规划硕士 (European Masters of Urbanism, EMU) 是一个联合培养硕士项目，涉及威尼斯建筑大学、加泰罗尼亚理工大学、鲁汶大学和代尔夫特理工大学。参见 [www.emurbanism.eu](http://www.emurbanism.eu)。
- ⑩ 关于鹿特丹和莱茵河-马斯河口口的讨论详见参考文献 [27]。
- ⑪ 1920 年的地形图上仍然标有几家鲑鱼捕捞企业，包括马斯河左岸的 Oranje Nassau (位于符拉拉丁根对面) 和 Merwede (位于博尔内斯)，以及马斯河右岸的 Prins Hendrik (位于符拉拉丁根和斯希丹之间)。详见: [www.topo-tijdreis.nl](http://www.topo-tijdreis.nl)。
- ⑫ 信息由鹿特丹港口管理局 2018 年提供。
- ⑬ 三角洲方案包括区域次级方案——海岸、瓦登海、艾瑟尔河区域、河流、西南三角洲和莱茵河三角洲，以及主题次级方案——水安全、淡水和空间适应。
- ⑭ 2020 年见证了新的海平面上升的开始，莱茵河-马斯河口口将在其极端海平面上升的背景下探索各种选择。详



见 [www.deltacommissaris.nl/del-taprogramma/kennisprogramma-van-het-deltapro-gramma/kennisprogrammazeespiegelstijging](http://www.deltacommissaris.nl/del-taprogramma/kennisprogramma-van-het-deltapro-gramma/kennisprogrammazeespiegelstijging)。

⑮ 这个有争议的提议是由一群前荷兰水运当局雇员和前水利工程专业教授提出的“储蓄计划”(Plan Spaargaren)，领头的是土木工程师 Frank Spaargaren。

#### 参考文献 (References):

- [1] MEYER H. The State of the Delta. Engineering, Urban Development and Nation Building in the Netherlands[M]. Nijmegen: Uitgeverij Vantilt, 2017: 45-55.
- [2] KROONENBERG S. Spiegelzee. De zeespiegelgeschiedenis van de mens[M]. Amsterdam/Antwerp: Atlas Contact, 2017.
- [3] ERICSON J P, VÖRÖSMARTY C J, DINGMAN S L, et al. Effective Sea-Level Rise and Deltas: Causes of Change and Human Dimension Implications[J]. Global and Planetary Change, 2006, 50(1-2): 63-82.
- [4] COSTANZA R, D'ARGE R, DE GROOT R, et al. The Value of the World's Eco-system Services and Natural Capital[J]. Nature, 1997, 387(15): 253-260.
- [5] LEUVEN J R F W, PIERIK H J, VAN DER VEGT M, et al. Sea-Level-Rise-Induced Threats Depend on the Size of Tide-Influenced Estuaries Worldwide[J]. Nature Climate Change, 2019, 9: 986-992.
- [6] D'ALPAOS L. Evoluzione Morfologica Della Laguna di Venezia[M]. Venice: Istituzione Centro Previsioni e Segnalazioni Maree, 2010.
- [7] MANCUSO F. Venezia è una città: Come è stata costruita e come vive[M]. Venice: Corte del Fontego, 2009.
- [8] BONDESAN A. Geomorphological Processes and Landscape Evolution of the Lagoon of Venice[M]//SOLDATI M, MARCHETTI M. Landscapes and Landforms of Italy. Cham: Springer International Publishing, 2017: 181-192.
- [9] BRIGAND R. Les Paysages Agraires de la Plaine Vénitienne: Hydraulique et Planification entre Antiquité et Renaissance[C]//BURNOUF J, et al. L'Europe en Mouvement. Paris: Medieval Europe Paris (4th Congrès international d'Archéologie Médiévale et Moderne), 2007: 83-105.
- [10] VIGANÓ P, SECCHI B, FABIAN L. Water and Asphalt: The Project of Isotropy (UFO: Explorations of Urbanism 5)[M]. Chicago: the University of Chicago Press, 2016.
- [11] TRINCINATO E, FRANZOI U. Venise au fil du temps: Atlas historique d'urbanisme et d'architecture[M]. Boulogne-Billancourt: Joel Cuenot édition, 1971.
- [12] BURKE P. Venice and Amsterdam[M]. London: Polity, 1974.
- [13] LANE F C. Venice: A Maritime Republic[M]. Baltimore/London: Johns Hopkins University Press, 1973.
- [14] STEFANI M. The Po Delta Region. Depositional Evolution, Climate Change and Human Intervention Through the Last 5000 Years[M]//SOLDATI M, MARCHETTI M. Landscapes and Landforms of Italy. New York: Springer Publishing, 2017: 193-202.
- [15] UNESCO. Rapporto su Venezia[M]. Milan: Arnoldo Mondadori, 1969.
- [16] UNESCO. Sauver Venise[M]. Paris: Éditions Robert Laffont, 1971.
- [17] TAMBRONI N, SEMINARA G. Are Inlets Responsible for the Morphological Degradation of Venice Lagoon?[J]. Journal of Geophysical Research, 2006, 111: 1-19.
- [18] SARRETTA A, PILLON S, MOLINAROLI E, et al. Sediment Budget in the Lagoon of Venice, Italy[J]. Continental Shelf Research, 2010, 30(8): 934-949.
- [19] SMART M, VIÑALS M J. The Lagoon of Venice as a Ramsar Site: La Laguna di Venezia. Zona umida di importanza internazionale ai sensi della convenzione di Ramsar[M]. Venice: Provincia di Venezia Assessorato alla Caccia, Pesca e Polizia Provinciale, 2004.
- [20] ISPRA. Laguna di Venezia—Features of the Tide[EB/OL]. [2021-06-30]. [https://www.venezia.isprambiente.it/index.php?folder\\_id=60&lang\\_id=2](https://www.venezia.isprambiente.it/index.php?folder_id=60&lang_id=2).
- [21] D'ALPAOS L. S.O.S. Laguna[M]. Venice: Mare di Carta, 2019.
- [22] UMGIESSER G. From Global to Regional. Local Sea Level Rise Scenarios Focus on the Mediterranean Sea and the Adriatic Sea[R]. Venice: BRESCE, 2011.
- [23] GIOVANNINI R. Venice and MOSE. Story of a Failure[EB/OL]. (2017-10-12)[2021-06-30]. <http://www.lastampa.it/2017/10/12/esteri/venice-and-mose-story-of-a-failure-2XRaxsCgFhcmKEXidalyxJ/pagina.html>.
- [24] ROBBINS N E. Deep Trouble. Can Venice Hold Back the Tide?[EB/OL]. (2019-12-10)[2021-06-30]. <https://www.theguardian.com/environment/2019/dec/10/venice-floods-sea-level-rise-mose-project>.
- [25] GAMBOLATI G, TEATINI P. Venice Shall Rise Again. Engineered Uplift of Venice Through Seawater Injection[M]. Amsterdam: Elsevier, 2013.
- [26] AVELLA R. Deep Ecology. Design Research and Scenario Construction in the Context of Sea Level Rise[D]. Venice: Università luav di Venezia, 2019.
- [27] MEYER H. City and Port. Transformations of Port Cities. London, Barcelona, New York, Rotterdam[M]. Utrecht: International Books, 1996.
- [28] RUTTE R, JJSSELSTIJN M. 1000-1500: Town Formation and Waterways: the Big Urban Boom[M]//ABRAHAMSE J E, JJSSELSTIJN M, RENES H, et al. Atlas of the Dutch Urban Landscape: A Millennium of Spatial Development. Bussum: Uitgeverij Thoth, 2014: 172-187.
- [29] COLENBRANDER B. Limes Atlas[M]. Rotterdam: Uitgeverij 010, 2005.
- [30] BORGER G J, HORSTEN F H, ROEST J F. De dam bij Hoppenesse. Gevolgen voor de afwatering van het gebied tussen Oude Rijn en Hollandsche IJssel, 1250-1600[M]. Hilversum: Uitgeverij Verloren, 2016.
- [31] VAN DE VEN G P. De Nieuwe Waterweg en het Noordzeekanaal, een waagstuk[R]. Delft: Delft University of Technology, 2008.
- [32] PAALVAST P. Ecological Studies in a Man-Made Estuarine Environment: The Port of Rotterdam[M]. Nijmegen: Ipskamp Drukkers BV, 2014.
- [33] Havenbedrijf Rotterdam. Verzilting door verdieping Nieuwe Waterweg en Botlek: Deelonderzoek MER[R]. Amersfoort: Hydrologic BV, 2015.
- [34] KRAMER N, MENS M, BEERSMA J, et al. Hoe extreem was de droogte van 2018?[J/OL]. H2O Magazine, 2019: 1-7. [2021-06-30]. <https://www.h2owaternetwerk.nl/vakartikelen/ho-e-extreem-was-de-droogte-van-2018>.
- [35] SJMONS D, FEDDES Y, LUITEN E, et al. Room for the River: Safe and Attractive Landscapes[M]. Wageningen: Blauwdruk, 2017.
- [36] Ministry of Infrastructure and Environment, Ministry of Economic Affairs. Deltaprogramma 2015: Werk aan de Delta: De beslissingen om Nederland veilig en leefbaar te houden[EB/OL]. (2015)[2021-06-30]. [www.deltacommissaris.nl/deltaprogramma/kennisprogramma-van-het-deltaprogramma/kennisprogram-mazeespiegelstijging](http://www.deltacommissaris.nl/deltaprogramma/kennisprogramma-van-het-deltaprogramma/kennisprogram-mazeespiegelstijging).
- [37] HAASNOOT M. Mogelijke gevolgen van versnelde zeespiegelstijging voor het Deltaprogramma: Een verkenning[R]. Delft: Deltares, 2018.
- [38] De Ingenieur. Sluit de Nieuwe Waterweg af [EB/OL]. (2014-09-10) [2021-06-30]. <https://www.deingenieur.nl/artikel/sluit-de-nieuwe-waterweg-af#>.
- [39] De Urbanisten. De rivier als getijdenpark: Groeidocument 2018[EB/OL]. (2018)[2021-06-30]. <https://vnr gemeenten.nl/wp-content/uploads/2019/02/Rivier-als-getijdenpark.pdf>.

#### 图片来源 (Sources of Figures):

图 1 由 Alamy Stock Photo 公司 Carlo Morucchio 拍摄; 图 2 由 Flashphoto 公司拍摄; 图 3 由 罗伯托·博博拍摄; 图 7 由 MOSE Consorzio Venezia Nuova 公司提供; 图 8 引自参考文献 [26]; 图 12 收藏于鹿特丹市档案馆; 图 13 由航空图像库 (<http://www.aerophotos.cn/>) 提供; 图 15 来自维基共享; 图 16 项目来源于荷兰《三角洲规划》与鹿特丹国际建筑双年展, 2012 年由荷兰 H+N+S 事务所设计研究; 图 17 由 Dirk Oomen 和 Peter Veldt. Bureau Stroming 绘制; 其他图片由作者提供。

(编辑 / 刘玉霞)