



Rijkswaterstaat  
Ministry of Infrastructure  
and Water Management

# 荷兰水管理

The Kreekraksluizen in Schelde-Rijnkanaal

# 荷兰水管理





## 荷兰水管理

荷兰，一个近三分之二的国土位于平均海平面之下的国家，在三角洲地区处于独一无二的特殊位置。一边是海浪从西而来冲撞着堤坝，另一边则是河流由南或东带来时而猛烈的水流。如果没有防洪保护措施，这些水会经常冲破她们通常的堤坝。然而，受到堤坝、沙丘和防洪措施的保护，我们得以生活在一个无忧无虑的环境中。我们，荷兰人，驯服了水，创造了适合居住的土地。

然而，水也是我们的朋友。在每一天、每一个适当的时刻、每一个正确的地点，我们都需要足量的清洁水，来维护自然生态、航运、灌溉农产品、支持工业生产，也需要水来维持饮用水供应、发电、保证休闲娱乐和发展渔业生产。

这一切都看来如此显而易见，然而在这背后，始终有许多的水务工作者和水管理人员孜孜不倦地致力于供水、排水和水质保障工作。从1255年开始，荷兰地方水务局、水董事会就一直在区域一级进行水务管理和运行，直至1798年，Rijkswaterstaat，即荷兰公共工程和水务总局的管理层，上升到从国家层面上着手协调水资源利用的全过程，“控制水系统关键节点”（“taps of the water system”）

今天，我们的基础建设和水源分配规则依然可以满足我们的需求，然而，气候变化和用水变化正在不断向水务人员提出新的挑战。因此，科学研究、技术创新和水务管理这三者的整合能力变得前所未有的重要。与此同时，其他国家对于荷兰水务管理的兴趣也在增长。在与国内外的沟通中，我们需要掌握荷兰淡水系统的创建和功能的相关专业知识。而且，理解角色分配和规则制定方面的知识尤其具有价值。

在本手册中，公共工程和水务总局以及荷兰水董事会协会再次将这些知识结合了起来。对任何一位参与水务管理和水务系统工作的专业人员来说，这都是一本非常有效的参考书。与此同时，对于水的使用者或仅从教育目的出发而言，这也是一份引人入胜且内容丰富的文献。

来吧，打开看看吧！

**Michèle Blom** (米切尔 布隆)  
荷兰公共工程和水务总局 (Rijkswaterstaat)

**Rogier van der Sande** (罗杰 凡 德 桑得)  
荷兰水董事会协会主席

|                    |    |  |  |
|--------------------|----|--|--|
| 目录                 | 8  |  |  |
| 1 荷兰水管理的发展历程       | 12 |  |  |
| 1.1 荷兰的地理形成        | 13 |  |  |
| 1.2 荷兰水管理历史        | 14 |  |  |
| 2 水系统及其功能          | 22 |  |  |
| 2.1 系统概述           | 24 |  |  |
| 2.2 淡水系统的管理        | 26 |  |  |
| 2.3 极端条件下水管理的限制    | 40 |  |  |
| 3 水安全              | 42 |  |  |
| 3.1 什么是水安全？        | 43 |  |  |
| 3.2 水安全的要素是什么？     | 43 |  |  |
| 3.3 水安全政策          | 45 |  |  |
| 3.4 防洪措施以及管理       | 46 |  |  |
| 4 地表径流洪水           | 48 |  |  |
| 4.1 什么是地表径流洪水？     | 49 |  |  |
| 4.2 什么原因导致地表径流洪水？  | 51 |  |  |
| 4.3 地表径流洪水政策       | 52 |  |  |
| 5 缺水和干旱            | 54 |  |  |
| 5.1 什么是干旱？         | 55 |  |  |
| 5.2 什么原因导致缺水？      | 55 |  |  |
| 5.3 谁会受到水资源短缺的影响？  | 56 |  |  |
| 5.4 干旱和缺水期间的政策     | 59 |  |  |
| 5.5 水量管理           | 59 |  |  |
| 6 盐碱化              | 60 |  |  |
| 6.1 什么是盐碱化？        | 61 |  |  |
| 6.2 什么原因造成盐碱化？     | 61 |  |  |
| 6.3 谁会受到盐碱化的影响？    | 64 |  |  |
| 7 水质               | 66 |  |  |
| 7.1 什么是 "优质水"？     | 67 |  |  |
| 7.2 什么原因导致水质下降     | 67 |  |  |
| 7.3 谁会受到水质下降的影响？   | 68 |  |  |
| 7.4 水质政策和水质管理      | 69 |  |  |
| 8 未来发展             | 72 |  |  |
| 8.1 物理（水体）和社会变化    | 73 |  |  |
| 8.2 气候变化对水管理的影响    | 76 |  |  |
| 9 制定可以应对气候变化的水管理政策 | 78 |  |  |
| 9.1 三角洲计划          | 79 |  |  |
| 9.2 谁会受到水质下降的影响？   | 84 |  |  |
| 9.3 水管理计划          | 84 |  |  |
| 9.4 创新             | 85 |  |  |
| 10 应急响应            | 86 |  |  |
| 10.1 洪水            | 87 |  |  |
| 10.2 水资源短缺         | 88 |  |  |
| 10.3 突发污染          | 89 |  |  |
| 词汇表                | 90 |  |  |



# 目录

荷兰的水系统很复杂。水管理人员需要处理各种社会利益紧密相关的问题，比如防洪、自然生态、农业、航运和娱乐。这都让荷兰的水资源分配难上加难。因此，我们需要制定合理水政策来解决多方面问题，这也是困扰许多人的一个复杂问题。气候变化导致了海平面升高、河流的变化，也导致了更频繁、更强降雨和更长干旱期的新降雨模式。在这一点上，如果每个人都可以获取用通俗易懂语言解释的专业知识，那将会很有帮助。

许多水管理者和用户往往仅仅专业地参与到这个系统运作的一小部分。这种情况使他们很难了解水管理的各个方面是如何相互关联的，因此有时也会误导人们对水管理中可行方案的认知。这就恰恰说明了我们为什么有理由要解释清楚荷兰的水务系统管理内容。了解水的分配和与之紧密相关的问题，例如地表径流、洪水和水安全、水资源短缺、干旱和水盐渍化、水质及生态，这些都极为重要。此外，如果气候变化持续成为一个重要因素，我们也应该重视了解问题的核心意义和可预见的关键所在。通过重点关注河道和如何确保水安全、水质和水的合理分配，**Rijkswaterstaat**和各水董事会正在积极应对和环境可持续性相关的诸多问题。



在荷兰，市政府和省政府负责水管理。市政府的职责包括污水收集，废水收集，雨水排放和城市地下水治理。省政府负责管理省内有问题的水道和发放大规模抽取地下水的许可证。

本手册描述了荷兰的水管理。第一章总结了荷兰的地球物理自然史，介绍了荷兰几个世纪以来，为保护国家免受由河流系统的排水量增加或风暴潮引起的洪水侵袭而采用的方法和措施。水管理方法例如土地围垦和水利工程，包括通海运河和河道疏浚及渠化也在本章提及。

第2章描述了水分配，重点关注主要水利系统，区域系统和以及他们之间的衔接和互动。第3章至第7章描述了在正常情况以及地表径流洪水和干旱缺水时水（资源）分布及分配情况。这些章节还讨论了水安全和盐碱化的关系。第8章评估了全球变暖和社会经济发展的影响。第9章介绍了监测管理水系统的相关政策和管理方法。最后，第10章主要描述应急响应措施。本手册不仅适用于参与水管理和水系统的组织和个人，如地方和省级政府及水务局的水管理人員和政策官员；还适用于科普和教育，可为大众提供荷兰的淡水水资源管理和水（资源）分布及分配的基本信息。



# 1

## 荷兰水管理的发展历程

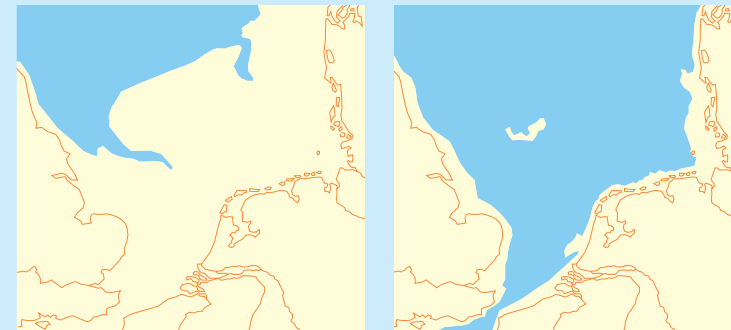


Biesbosch 国家公园

### 1.1 荷兰的地理形成

直到大约一万年前的最后一个冰河时代结束，北海还是广阔的平原。随着气候变暖，海平面上升，几千年后，北海海平面上升到了现在的荷兰海岸。河流因此变短，而且被海洋动力所造成的离岸堤和小岛阻隔。在温暖的气候下，淤泥和淤泥上的植物在地面快速生长扩张。慢慢地，厚厚的泥炭层逐渐沉积在沙砾层之上。

几个世纪以来，泥炭层持续生长扩张，特别是在离岸堤和小岛上连成一线，例如西部荷兰的海岸。之后风暴潮冲走部分泥炭地面，地表被海洋沉积的粘土取代。这种地表风貌在荷兰西南部尤为突出。而在荷兰的中部和东部地区能发现自不同冰河时期形成的粗糙而细小的沙质沉积物，



荷兰在公元前7000年和公元前5500年的样子

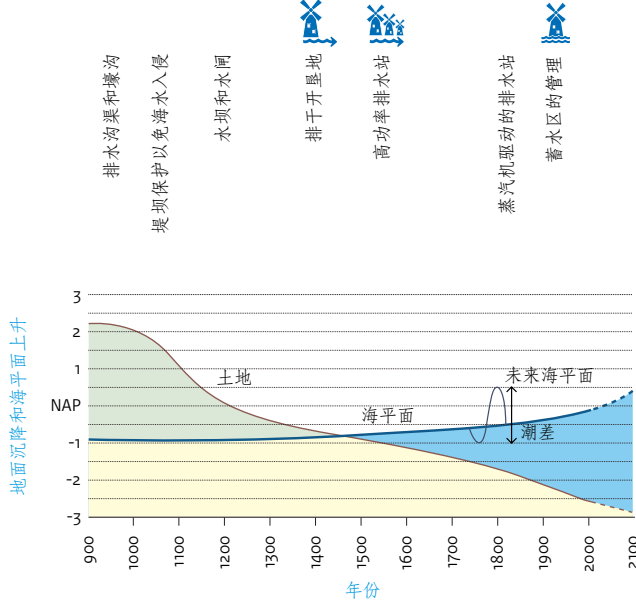


Utrechtse（乌特勒支），Veluwe（陆威），Heuvelrug（沪费鲁），Hondsrug（洪得斯鲁）和Salland（萨兰）等地的丘陵地区就属于这种冰川时代遗留下了的冰蚀地貌。上游来的河流分成很多支汊穿过这个相对高的地区，灌溉周围的土地并排出多余的水。在荷兰北部地下也可以找到卵石粘土。卵石粘土是由卵石，砾石和肥沃土壤被强力压缩后形成的，它是最后一个冰河时代的产物，具有防水防渗透的特性。它对水管理有重要影响。

## 1.2 荷兰水管理的历史

生活在陆地和水域之间的分界线上很多好处。这就是为什么尽管离威胁性很大的海洋很近，我们的祖先仍试图生存在这里。20世纪90年代末，Vlaardingen的疏浚工程施工过程中发现了很多大坝，挡土墙和涵洞，这表明数千年前人们已经在努力管理水。有证据表明，两千多年前，这个国家就在北部建立了护堤。在中世纪的时候，人们开始排出泥炭中的水，通过大小沟渠通到河岸边来排空沼泽地的积水。这个清理过程的副作用是因为它被暴露在空气中，泥炭会被氧化，慢慢沉降。这个过程非常缓慢。但是随着时间的推移，地表平面已降至非常低的程度，甚至低于河岸边的河流，这时就需要用堤坝保护低的地面，用抽水机将土地的多余水排干并引流至河流。在荷兰的西南方，泥炭地没有被排干，而是被挖掘出来，最初用于盐提取，后来用作燃料。地表水平降低使得这些区域非常容易被海水入侵。大部分的泥炭地表被淹没，尤其是

1421年圣伊丽莎白时期的洪水，它创造了现今被称为Biesbosch的地区。河口和其他潮汐通道由此慢慢形成，中间夹杂点缀着由于建造了堤坝而安全保持的岛屿，后来人们慢慢的把这些岛屿相互联接起来。同样的情况也发生在几个世纪前的北方。1170年，海水突破了那里的离岸海滩，侵蚀后方的泥炭地。这就是Zuiderzee形成的原因。不久之后在13世纪，生活在格罗宁根省和弗里斯兰省沼泽的居民决定把护堤连接起来。中世纪之后，海平面继续上升，土地继续下沉，因此加高堤坝的需求一直在增加。1684年之后，堤坝被修高到一个固定基准点（面）：阿姆斯特丹的平均海平面。1875年以后，这些基准点被不断改进，修订后的参考数据成为了Normaal Amsterdams Peil（NAP）基面，它是阿姆斯特丹的平均海平面高度。但是，有时候水管理不得不具备战略性和前瞻性：泥炭层切割（侵蚀）后创造出来的湖泊和水坑也慢慢地排尽。这个过程自17世纪开始，最后一部分行动是大约1850年的时候我们慢慢排空Haarlemmermeer湖区。当用重型蒸汽动力排水泵站时，人们终于有能力可以一次性地抽排大量的水。



随着时间的推移，日益强大的水管理措施导致荷兰的低洼土地会逐渐下沉。与此同时，海平面却正在加速继续上升。

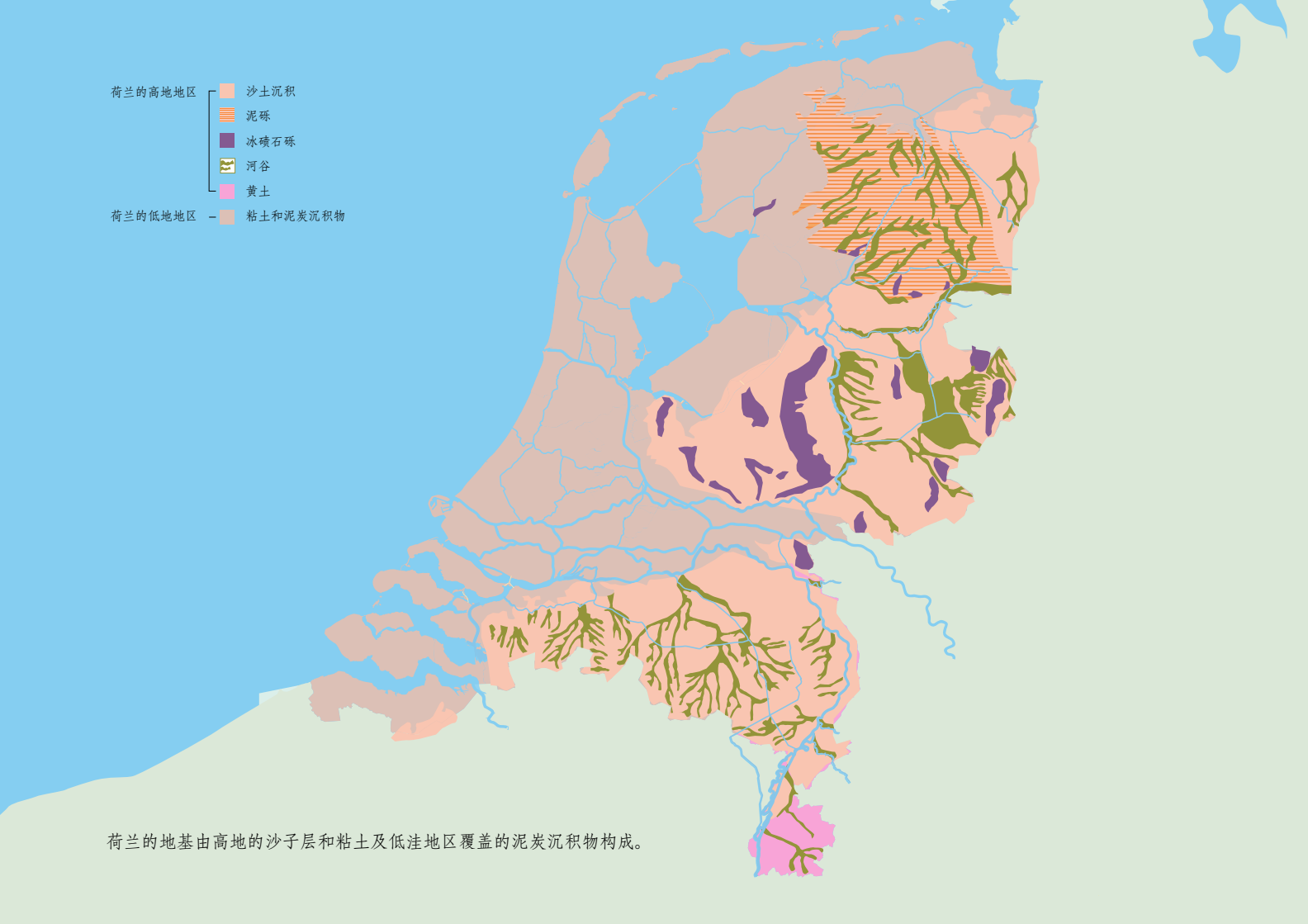
## NAP: 阿姆斯特丹基面

NAP荷兰的所有高度测量值均以阿姆斯特丹正常情况下平均海平面Normaal Amsterdams Peil（NAP）为基准面。

NAP海拔高度为0米，现在大约等于北海的平均海平面高度。NAP基准面对于堤坝和其他防洪工程至关重要。堤防和防洪设施建设高度和校核高度均基于NAP基准面。全国范围内有大约35,000个NAP海拔标记。这些NAP标记表现了标记所在海拔高度与NAP基面的相对关系。这些标记有的时候就是房屋，桥梁和其他此类工程的一部分。此外，还有400个地下NAP标记，在地面沉降情况下用以修正地表NAP标记。

NAP是阿姆斯特丹的正常情况下平均海平面高度。这个测量值，以前被称为AP，是1684年设定的阿姆斯特丹标准化的平均海平面值。这是自1683年9月到1684年9月在IJ河上记录的高水位的平均水平，也是当时高水位的最高值。1818年，皇家法令规定AP，也就是阿姆斯特丹平均海平面高度，应该适用于整个国家。当更准确的测量方法可用时（1875年到1885年之间），全荷兰境内再次接受测量，确定出一个新的基面。为了防止与以前的测量标准混淆，他们推出新名称Normaal Amsterdams Peil（NAP）。1879年，德国和卢森堡也开始使用NAP。1973年，瑞典，挪威和芬兰也加入使用这一标准的队伍。





荷兰的地基由高地的沙子层和粘土及低洼地区覆盖的泥炭沉积物构成。

在西南和北部（Dollard）的部分地区，陆地还是人们用堤坝从海里开垦圈出来的，虽然经常性的风暴潮经常阻碍这项进程。在荷兰的中部地带，Rivierengebied区也经常发生洪水。河水冰冻往往是造成这种现象的原因。上游来的浮冰会被河岸捕获，同时阻止其他浮冰向下游流动直至冰冻封锁整个河面，这迫使水流以另一种方式通过（越过或冲破冰冻/冰凌的河段）。

在17世纪的时候，瓦尔河（Waal）变成莱茵（河流）系统最重要的一个分支。接近90%的水流顺着这个分支流向大海，导致莱茵河IJssel(艾塞尔)这个分支流量大幅下降。为了改变河流的流动模式，加上一些战略军事和社会经济的影响因素，人们在1707年挖掘了Pannerdensch运河。

在18世纪的时候，河流入海遇到困难，布里勒的默兹河口淤塞了，导致河口上游形成浅滩。直到后面一个世纪人们才找到合适的措施来扭转这种局面，在此之前，在19和20世纪那段时间，在整个莱茵河系统出现大规模的人工干预来分配水，例如挖掘Nieuwe Merwede, Bergsche Maas, Nieuwe Waterweg运河和在莱茵河下游建拦河坝。



如何通过建造Pannerdensch 运河来恢复通过莱茵河下游和艾瑟尔河的水量



荷兰西南部的三角洲，表现为位于海平面下方（深蓝色）的土地。上图：风暴潮期间被淹没情况。下面：如果没有水管干预措施的情况下，风暴潮期间被淹没的情况。

荷兰水治理闻名于世始于Zuiderzee的水管理工作，首先是Wieringermeer湖区的排水和建造Afsluitdijk大堤（1927-1932）。接下来是Noordoostpolder, Oostelijk-en Zuidelijk, 弗莱福兰和Lauwerszee 的排水系统。同样令人印象深刻的是为应对1953年席卷荷兰西南部的风暴潮建造的三角洲工程（Delta Works）。许多此类工程也有缺点，例如三角洲工程导致了当地水生态变化。因此，Oosterschelde大坝就只在洪水对公众安全构成威胁时关闭，而这也导致了20世纪80年代综合水政策管理的推出。这一切举措导致海岸线停止由于被侵蚀而缓慢东移（后退）。如果没有这些干预，很难说荷兰的海岸线究竟会在哪里。海水不停地侵蚀海岸，而相反的，河流从上游带来泥沙，堆积到河口。但有一件事是肯定的：如果人类没有介入，荷兰今天会看起来不同。

## 水董事会是最早的水管理负责人

中世纪早期，荷兰的西部地区是沼泽的泥炭地。为了能够在土地上工作并建立定居点，人们有必要排干土地中的水分。那些日子里，村民们会自己这样做：挖沟，建造水坝或堤坝。从11世纪起，这种方式开始逐渐开始改变。土地的所有者往往不再是村里的居民，而是居住在城市或城堡里的地主。此外，人们越来越意识到建造堤坝和排水远远不能局限在一个村庄之中。13世纪的时候，那些在管理水资源有兴趣有利益各方开始形成协作结构。这就产生了最早的水董事会。合作不仅限于工程措施，还包括参与决策制定的过程。因此，区域水董事会在荷兰是最古老的民主形式来管理资源。Hoogheemraadschap van Rijnland是荷兰最古老的水董事会。它创建于1255年，至今仍在运作。在几个世纪来成立了几百个水务局。1950年已有2,647所。上个世纪以来，这些水董事会的数量大幅下降。到2019年，共有21个水董事会管理着17,100公里的堤坝，235,000公里的水道，2940个负责把流域里的水排到外河、外海的泵站，3235座其他泵站，327座废水净化工厂和7,500公里的道路。

南荷兰省 Nieuwebrug 运河





Lek河Everdingen市附近的小分汉侧槽

## Rijkswaterstaat（荷兰公共工程和水务总局）

18世纪末的时候，政府决定国家需要一个强大的中央权力机构来抵御水的侵害。海边船蛆袭击了海军木质海墙和码头区，天然港口正在淤积起来，冰凌拦河导致洪水泛滥。不同的措施被采取来解决这些问题，但往往只是一个地方的“贴膏药”，无法避免其他地方出现新问题。于是，集中实施水管理政策的时候到了。这在1798年3月27日成为现实。一个‘Bureau voor den Waterstaat’（水管理办公室）被创建了，由一个董事长，助理和制图员组成。现在Rijkswaterstaat是基础设施和水管理部的执行机构。该机构负责主要道路网（3,072公里），主要道路内陆航行网络（7,083公里）和主要水域系统（90,191平方公里），以及北海的荷兰部分和加勒比地区的水域。

# 2

## 水系统及其功能



Lek河在Hagestein市的泄洪通道

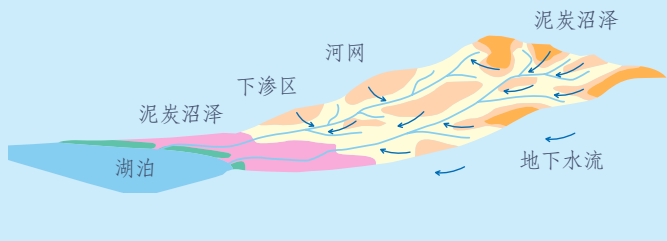
可以说，荷兰是水的门户。上游邻国的大量小溪流汇聚成河流，经由流经这个国家然后流入大海。所有不能蒸发的沉积物则渗透入地表或者随着地表水流入大海。在东部和南部的高地区域，这个排水过程由地势和重力主导。不过在一些低于海平面且低而平的地域，则需要一些其它力量的辅助。泵站，水闸，水坝，堤防，水泵，拦河坝等工程措施可以对水流进行一定程度的控制。于是，河流，湖泊和堤防控制的小河与排水沟，城市运河和大又长的主要运河交织在一起。这些水系统的管理通常没有大问题。

在我们管理的水域范围（主要水系统内），荷兰公共工程和水务总局（Rijkswaterstaat）负责将莱茵河和默兹河系统中的水资源调配转移至需要的地方。例如，大量的淡水资源被保留在IJsselmeer湖中，以备包括饮用水和农田灌溉之需，运河，河流和湖泊中有足够的水来进行内河航运，河流也能供应足够的水来平衡内部（渗透）和外部（海）的盐水入侵。以前，水管理是主要注重的是排除多余的水。在过去的几十年里，人们越来越把重点放在防止水资源短缺上。荷兰公共工程和水务总局（Rijkswaterstaat）在国家层面为水体做了什么，区域水董事会就为区域水系统做同样的事：这样的水资源管理制度创造了满足各种社会利益/职能的最佳条件。它们还需要解决各种各样其他的问题，如麝鼠和海狸对堤防威胁的问题，污水处理问题等。市级政府管理污水，废水收集，地表径流排水，城市污水排放和地下水。省政府则管理主要水道，同时负责发放大规模抽取地下水的许可。





©Willem Kolvoort



来自高地的水以地表水流和地下水流的形式流向大海

## 2.1 系统概述

用术语表示，水系统是由地理上划定的地表水体系，加上地下水系统，土壤和河岸里的水，包括水里附带的有机物组织，以及所有相关的物理，化学和生物流程组成的。与大气的相互作用也是非常重要。水系统由一系列子系统构成，这些子系统之间联系紧密，相互影响，相互依赖。而且它们对水量和水质相关问题很敏感，会互相影响。为了能够理解系统的连贯性，我们将首先讨论各种子系统的性质和特征。

### 高地地区

落在高地上的雨逐渐向下渗透进入土壤，其余的水在地表上流向低洼地区（尤其是通过地表径流，河流，溪流）。同样，渗透的水流到地下，在高地的底下渗透流通。该地区对夏季和冬天的反应不同。夏天，地下水位很低。因为蒸发程度低，土壤吸收的降雨量和流量会下降。在冬天，土壤饱和，雨水会立即流失。人为干预，如挖掘排水沟，沟渠和运河，以及由人类活动挖出来的湖泊等等，可能会产生其他排水流动模式。

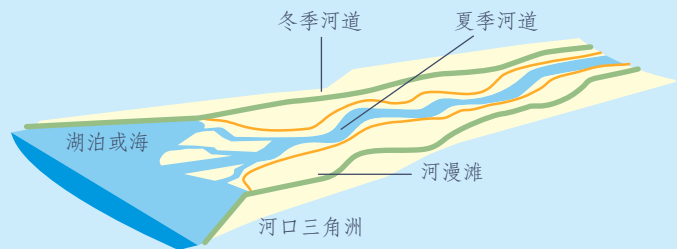
### 河流

河水可能由融雪和降雨和/或地下水组成。在夏天，几乎没有多余的降雨，融雪水少，地下水位低。所以河流水位很低，而且很“狭窄”。在雨季，降雨量大，融雪水也会更多，会导致地下水位高涨，河漫滩和邻近河道的地方会被淹没。由于河漫滩被淹没，河道变宽，河流水位和流量不会急剧上升。

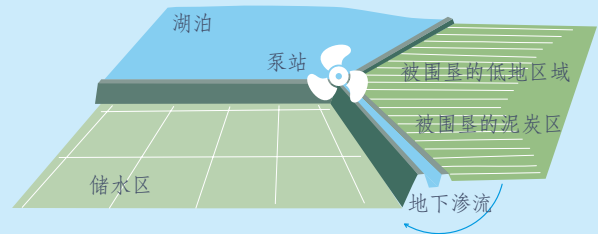
### 围垦的土地和圩田

圩田是一个被防洪设施，堤防包围的区域，是可以人工控制水位的地方。有一种特殊类型的圩田是从原本是水的地方围垦出来的土地。这是（从湖泊，或潮汐通道的浅滩/河口等地方）排水所产生的土地。要做到这一点，需要建造堤坝把（至少一部分）水挡在外面，然后用泵抽干里面的水。这意味着圩田高程总是低于邻近的土地或水面的高程。

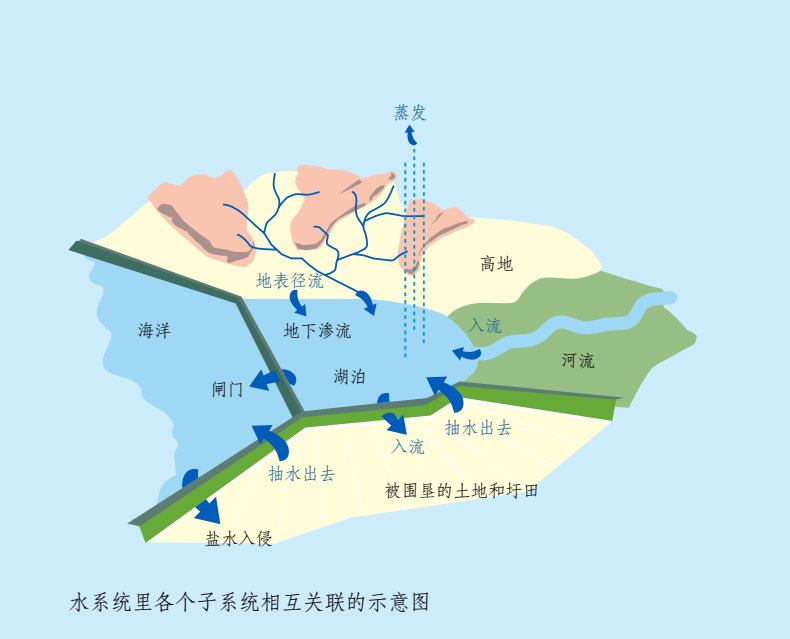
圩田的任何降雨或地下水，如果不是必需使用的或预留的水，都可以排出去。圩田通常是由人工的泄洪/泄水通道和中间的分散陆地构成。每部分的水位可能都是不同的。



河流系统



圩田和围垦土地的水管理示意图



水系统里各个子系统相互关联的示意图



小孩堤防风车群：世界遗产

### 子系统之间的水流

各个子系统（高地，河流和圩田）不能彼此孤立地被看待，它们之间经常发生水交换。水从河流流到湖泊，经由湖泊排向大海。有时夏天的时候，需要用泵站将把水从河流抽到湖泊里，有时允许水暂时留在湖泊里。湖泊水位部分决定了渗流和地下水的流动率。总之，水位，降雨量，地下水量和地下水的流动都是相互关联的。

这种关系是区域水系统和全国主要大型水系统管理的基础。在正常情况下，在整个系统中总体水量和所需水量是平衡的，水流向需要水的地方。但在这个国家和上游邻国的强降雨期，或在长期干旱期间，水管理者不断需要“调整”系统以便照顾到各方利益。这是通过情景讨论和协议的方式完成的。详细内容将在在下一节中讨论。

## 2.2 淡水系统的管理

虽然荷兰面积很小，但它是四个国际河流流域（莱茵河(Rijn)，默兹河(Meuse)，斯海尔德河（Scheldt）和埃姆斯河（Eems））的一部分。这些河流系统流经荷兰注入瓦登海和北海（见第10页的地图）。

这本小册子重点介绍了这些集水区的淡水部分和西南三角洲过渡区。埃姆斯河（Eems）和斯凯尔特河（Scheldt）是咸淡水自由交互的河口，陆地上的淡水和这两个系统没有直接联系。埃姆斯河（Eems）全长371公里，流经德国西北部，在荷兰东北边境地区进入荷兰，在Dollard市注入瓦登海。斯凯尔特河（Scheldt）长达350公里，起源于法国北部，流经比利时并进入荷兰西南部，最终流入北海。

### 主要大型水系统

通过采用堤坝和其他渠化措施，荷兰较大的河流早已被阻止蜿蜒流动。比如Driel的拦河坝，Afsluitdijk的闸门，以及Haringvliet和Volkerak挡潮闸等等大型水利工程确定了水流动的方向和水流往各个子系统的分配，由此决定了水入海的通道。因此，主要的水系统被细分为各种互相连接的水文子系统：

- 默兹，林堡市中心运河和北布拉邦
- 莱茵河和汇入它的河流
- 阿姆斯特丹 - 莱茵河运河和北海运河
- IJsselmeer湖区
- 西南三角洲



Maaswerken at Obbicht





默兹河，林堡省中部和北布拉邦省运河

### 默兹河，林堡省中部和北布拉邦省运河

默兹河是一条真正靠雨水补给的河流，因而经常受低降水时期的影响。为了保留河水量和保持内陆运输，20世纪河上建了七个拦河坝：这些拦河坝在Borgharen, Linne, 鲁尔蒙德, 贝尔费尔德, Sambeek, Grave和Lith。他们控制范围几乎是连续的，并且仅在高流量时保持开放状态。冬天经常出现这种情况。冬天的时候可能有太多的雨水，导致默兹河无法及时将水排走。例如，1993年和1995年就是这种情况。默兹河越过Eijsden边界进入荷兰之后，立即分为三个水道：Zuid-Willemsvaart, Julianakanaal和Gemeenschappelijke Meuse。出于生态原因，保持通过Gemeenschappelijke Meuse分支的流量为至少10立方米/秒，但这在干旱时期非常困难，几乎不可能。另一个重点是Julianakanaal必须始终保持通航。为保障船只通过Born和Maasbracht船闸，以及重工业，要求流量达到20立方米/秒。在干旱时期，为了节水，船闸操作运行的用水都被重复利用。

默兹河是林堡省（Limburg）和北布拉邦省（Noord-Brabant）省的主要水源。比利时与荷兰之间的默兹用水协议（1995年）确保了以干旱缺水季节合理地分配水量，兼顾两国重要的经济区域，和Gemeenschappelijke Meuse生态保护区的用水需要。协议遵循的基本原则是Gemeenschappelijke Meuse为荷兰和比利时提供等量的水，同时两国为流经的水承担共同的责任。比利时那部分默兹河的用水，在进入荷比边境之前在Liege就被转移补给给Albertkanaal运河。根据协议条款，另一部分比利时的默兹用水取自Smeermaas河，在Zuid-Willemsvaart市取水。其中一些水自Lozen返回荷兰。剩下的汇入比利时Kempen的运河系统。这个水的流路是由重力驱动。Limburg中部和Noord-Brabant运河系统的水管理政策遵循类似准则，目标是为了相邻水管理区域中的水资源流入流出平衡。

### 莱茵河和汇入它的河流

莱茵河自洛比斯（Lobith）流入荷兰。第一个河流分汉点在Pannerdense Kop，高水位时流量分配比例是Waal占三分之二，Pannerdensch运河占三分之一。然后这三分之一的流量在阿纳姆以东再次分流，下莱茵河和莱克河（Lek）分得三分之二流量，艾舍尔河（IJssel）占三分之一流量。

位于下莱茵河上的Driel拦河坝尽力保障IJssel河在一年里尽量长的时间里有着285立方米每秒的流量到IJsselmeer。同时至少30立方米每秒汇入下莱茵河。其余水量流入Waal并注入大海，作为抵御海水入侵的流量。这个分布方案确保三条河流流动方向合理，同时保证即使在干旱时期，用于农业和其他用途或功能的水资源也能保持充足。这种情况通常每年可以维持九个月。但是，如果洛比斯（Lobith）的流量低于1300立方米每秒，流入艾舍尔河（IJssel）的流量将低于285立方米每秒。一旦洛比斯（Lobith）的流量再次超过1300立方米每秒，我们会慢慢打开Driel的拦河坝，Amerongen和Hagestein，使下莱茵河流量增加，至少285立方米每秒流量通过艾舍尔河（IJssel）。如果莱茵河上游有大于2400立方米每秒流量，拦河坝将全面开放，不对水分配作任何形式的干预。在这种情况下，通过艾舍尔河（IJssel）的水排放到大海的流量也会相应增加。

流经艾舍尔河（IJssel）的水通过Eefde, Delden和亨厄洛的船闸和泵站等水工建筑物与屯特市的运河系统相交换。在每个水工建筑物节点艾舍尔河（IJssel）的水都会被抽到运河系统里。这条路线意味着水可供应给Overijssel省西南部的部分地区，格尔德兰省的Achterhoek市，屯特市，最终，通过区域的运河网，甚至能供应给德伦特。除了作为供水，排水和输水主干，屯特运河对内陆航运也很重要。



莱茵河及支流水分分配示意图

### 屯特运河

和荷兰的许多地方一样，主系统（屯特运河）和区域系统（Almelo - de Haandrik运河，Overijsselse Vecht和Coevorden - Vecht运河）之间有很强的联系。艾舍尔河（IJssel）的水通常在夏天的时候补充到区域系统中，当Overijssel, Gelderland和Drenthe的部分地区没有足够的水来管理水位，并弥补由于船闸操作，泄漏，蒸发产生的损失和由于从运河穿过溪流（Dinkel, Regge, Berkel和Schipbeek）时供水不足而导致下渗。另外，通过屯特运河，向Almelo - de Haandrik运河，Overijsselsche Vecht运河和Coevorden - Vecht运河引水是必要的，以满足水处理和工业需要，以及农业部门的季节性需水量。确保水质和水生生态也需要足够多的水，平均需水量是15立方米每秒。



咸水入侵在默兹河和莱茵河交汇处是一个重要的问题。**Nieuwe Waterweg**汇入大海后，下层水流将盐水分带入水道系统。随着到鹿特丹的航道的加深，盐水入侵随之增加。在干旱的夏天，通往**Nieuwe Maas**，**The Oude Maas**和**the Hollandsche IJssel**河的水可能变成咸水，这种水一般不适合农业使用和自然生态需要。在这种情况下，我们会从**Brielse Meer**湖抽一定的水。这是一个临时措施。我们正在实施一项调水工程：抗衡气候变化的工程措施（KWA），希望能从阿姆斯特丹 - 莱茵河运河向南荷兰省各运河调水。

#### 阿姆斯特丹 - 莱茵河运河和北海运河

阿姆斯特丹 - 莱茵河运河和北海运河是阿姆斯特丹 **IJmond**地区和德国部分内陆之间航运的主要航道，所以需要保证水位高到能让船只能在这条水道上航行，这是一个重要的考虑因素。这个运河的单一系统对作为一个整体的该地区水资源管理至关重要。绿色区域如果有过量的水，可以立即排到运河系统里。黄色区域也可以通过北海运河间接排到海里，出口位于 **Schellingwoude (Oranjesluizen 水利工程)**。这个运河系统从绿色区域平均排出大概**50-60%**的水入海，出口在艾默伊登。退潮时，直接打开闸门利用重力泄流完成的。最大流量为**700**立方米每秒，但为了不影响船运，闸门总是保持最大流量为**500**立方米每秒。**IJmuiden**水泵站的最大抽水能力为**260**立方米每秒，如果海水水位很高，闸门就会关闭。此外，阿姆斯特丹 - 莱茵河运河可提供饮用水，并将水输送到乌得勒支和阿姆斯特丹的电站作为冷却水。



阿姆斯特丹 - 莱茵河运河和北海运河。绿色区域表示河水直接排放区域，黄色区域表示间接排放区域。

位于**Wijkbij Duurstede**的**Princess Irene**水利枢纽工程，相对比较小的**Princess Beatrix**水利枢纽工程和在**Nieuwegein**的**Koninginnen**水利枢纽工程一起把水从莱克河（**Lek**）引入阿姆斯特丹 - 莱茵河运河。**Schellingwoude**的**Oranje**水利枢纽可以将水流从**Markermeer**引入北海运河。是否从**Markermeer**湖中引水取决于闸门的开启规则和两边的水位。

大型船只使用艾默伊登的船闸进出阿姆斯特丹港口，盐水由此进入内河淡水系统。由于这个原因，从**IJmuiden**直到**Amsterdam-Rhine**运河起始段就形成了一个盐度梯度。从生态学的角度来看，这种盐度梯度使北海运河成为独一无二符号。因为在阿姆斯特丹 - 莱茵河运河上有一个饮用水的取水口，盐水不能延伸到这里。因此阿姆斯特丹 - 莱茵河运河在运河交汇处最少需要**10**立方米每秒。此外，也可以通过**Schellingwoude**从**Markermeer**引入的水流有助于含盐泥沙沉积。但这并不那么有效。

在干旱期间，莱茵河下游水流不足与供给阿姆斯特丹 - 莱茵河运河。当流量很低并且瓦尔河（**Waal**）**Tiel**处的水位下降到在**NAP +3**米左右时，**Prince Bernard**闸门会打开，水流会能倒流会瓦尔河（**Waal**）。**Amerongen**和**Hagestein**的拦河坝之间的水位会与**Waal**的水位相同。

## 抗衡气候变化的工程措施（KWA）：

当旱季流量低时，咸水入侵是重要的问题。在严重的干旱时期，**Rijkswaterstaat**和沿途水董事会会通过阿姆斯特丹 - 莱茵河运河向荷兰西部供应淡水，流经**Hollandsche IJssel**运河和区域水系统，水道网络，水泵和水泵站确保水能流动到**Zuid-Holland**省的圩田。这个计划就是KWA工程。由于调水水量有限，不足以保证持续的供水周期。**2014**年，淡水三角洲计划制定了条款，条款计划**Rijnland**水董事会和**De Stichtse Rijnlanden**的**KWA (KWA +)**的容量在**2021**年增至**15**立方米每秒。**Rijkswaterstaat**正在改善KWA调水供水条件。

阿姆斯特丹 - 莱茵河运河



Gelderland, Beneden Leeuwen

实际上，瓦尔河（Waal）补偿了这个河段的取水。在干旱期间，Duurstede市Wijk取水口的引水量是以下四个因素权衡的结果：瓦尔河（Waal）可用的水量，以及瓦尔河（Waal）河内河航运的需水量，低洼地区抵抗盐水入侵的需水量，和阿姆斯特丹-莱茵河运河闸门运行的需水量。如果Markermeer湖的水位位置允许Vecht水闸门运行以及Muiden的供水量，这条路线也可以引水到阿姆斯特丹-莱茵河运河。在这种情况下，瓦尔河（Waal）和下莱茵河需要的水量变少。

当持续干旱时，阿姆斯特丹-莱茵河运河的蓄水也可用来解决Zuid-Holland的圩田盐碱化问题。这时Hollandsche IJssel运河中水的含盐量会太高，同时Nieuwe Waterweg沿程也积聚了太多的盐分，因此北方引水会大有帮助。三角洲计划（见第9章）内包含的淡水战略计划（2015年）将在2021年之前把KWA + 的容量扩大到15立方米每秒。

#### 艾瑟尔梅尔湖区（IJsselmeer）

艾瑟尔梅尔湖区水系统包含艾瑟尔梅尔湖区本身，Markermeer湖和Veluwe周边湖泊。它是西欧最大的淡水盆地，并且起着水库蓄水作用。它为荷兰北部的大片区域提供水资源。它也是国家级和国际的自然保护区。然而，它的主要功能是接收从IJssel，Overijsselse Vecht和Eem流域来的水。

IJssel是艾瑟尔梅尔湖区（IJsselmeer）最重要的入流，在夏季也会供应部分水量给Markermeer。从2018年中期开始，有关水位新条例规定将更灵活地管理艾瑟尔梅尔湖区（IJsselmeer）地区的水位高度。艾瑟尔梅尔湖区（IJsselmeer）和Markermeer的水位控制目标也已被更改为20厘米的“带宽”范围之内，因此取决于气象条件和淡水的需求，水位可以波动。类似地，冬季期间也为水位控制目标设立“带宽”，希望利用这个带宽来降低水位，尽量利用重力来排水。冬夏之间还设立了一个过渡时期，包括在冬季的开始和结束时期。现在IJsselmeer，Markermeer和Veluwe周边湖泊在不同的时期都有不一样的水位带宽：

在冬季，从11月至2月（包括2月）：

- a) IJsselmeer -0.40至-0.05米NAP基面
- b) Markermeer -0.40至-0.20米NAP基面
- c) Veluwe周边湖泊-0.30至-0.10米NAP基面

过渡到冬季时期：水位在三月上升，十月下降：

- a) IJsselmeer -0.40至-0.10米NAP基面
- b) Markermeer -0.40至-0.10米NAP基面
- c) Veluwe周边湖泊-0.30至-0.05米NAP基面

在夏季，从4月至9月（包括9月）：

- a) IJsselmeer -0.30米至-0.10米NAP基面
- b) Markermeer -0.30至-0.10米NAP基面
- c) Veluwe周边湖泊-0.10至-0.05米NAP基面

在夏季持续干旱的情况下，湖区水位可以提升，以便为后续水资源使用建立一个缓冲区。在冬天有一个例外情况，当水从IJsselmeer通过Den Oever和Kornwerderzand的蓄水闸门在重力作用下流动到达瓦登海。如果不能开闸泄水，水位会上升。IJsselmeer的冬季平均水平直到2050年将保持在-0.25米（NAP基面）；Markermeer地区为-0.33米（NAP基面）。为了保证防洪安全和保持平均冬季水位，在Den Oever水闸门旁新设置了额外排水孔和水泵，确保能及时排出足量的水。

具体水位管理流程和控制标准是根据“水管理协议”中水位条例起草计算的，通常在新的水位法令颁布以后一年内生效。自2023年起，水位法令将作为水管理业务政策的一部分得到全面实施。



## Volkerak-Zoommeer

在东Scheldt河项目完成后，于1987年建成由Oesterdam和Philipsdam包围环绕的Volkerak-Zoommeer。这是一个淡水湖，不受潮汐影响，它为农业提供淡水和并收集从Noord-Brabant省西部自然汇流的水体。因为水中的营养过剩，Volkerak-Zoommeer每年夏天都会面临藻华（蓝藻爆发）的威胁，这给当地居民和农业用水造成巨大的问题。研究表明，针对藻华的问题潜在的解决方案是增加湖泊盐度，并重新引入潮汐动力。但是这种解决方法会对用水产生影响，必须采取额外措施防止周围地区盐碱化。而且对于需要使用淡水的区域，需要找到淡水的替代来源。此外，淡水和咸水之间的边界必须要有效隔离，隔开咸水湖和相邻的淡水水体，如Hollandsch Diep。替代淡水供应来源也是三角洲计划中的一部分。因为财政原因，把Volkerak-Zoommeer湖变成盐水并没有提上近期的议程。但是，从长远来看，这个想法仍然摆在桌面上供大家讨论。由于水质的改善，近年来人民的紧迫感似乎有所下降。水质改善的标志是从2008年以来斑纹贻贝数量的急剧增加。但是在2016 2017年，藻华现象仍有出现。

Markermeer通常在冬半年对艾瑟尔梅尔湖（IJsselmeer）排出多余的水。而在夏半年，通常需要艾瑟尔梅尔湖区（IJsselmeer）提供水量来维持Markermeer的水位在一定程度上，并为周边区域供水，然后由北海运河排出。在Veluwe周边湖泊，水位管理目标是从3月中旬到10月底为-0.05米（相较于NAP），其他时间为-0.30米（相较于NAP）。Veluwe附近溪流和邻近圩田的水主要汇入Veluwe周边湖泊。Veluwe周边湖泊流入Vossemeer（艾瑟尔梅尔湖（IJsselmeer）的一部分）和Nijkerkernauw（Markermeer）。艾瑟尔梅尔湖（IJsselmeer）为弗里斯兰省，格罗宁根省和北荷兰省北部区域，德伦特省的大部分地区和Overijssel省的西北部供应大量的水。在Andijk的取水口每年取水量约7千万立方米。至于Markermeer，由hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier Schermerboezem水董事会管理着重要的取水口位置分别在Lutje-Schardam，Schardam和Monnikendam。从IJmeer抽取的水源可以分别被送往Vecht和阿姆斯特丹的Muiden和Zeeburg等城市运河系统。

### 西南三角洲

Nieuwe Waterweg / Nieuwe Maas，Biesbosch和Scheldt河口形成了西南三角洲的边界。它是一个复杂的大规模互相联系的淡水和盐水系统，各个部分水体对整个系统均有影响。有些水体静止的，有些水体受潮汐影响会定时涨落。这是莱茵河，默兹和Scheldt的交汇处。

因此莱茵河和默兹河交汇的西南三角洲也被称为称为莱茵河/默兹河口。Haringvliet水利枢纽平常负责将水分配在Nieuwe Waterweg和Haringvliet河中。主要目标是要通过Nieuwe Waterweg尽可能的排出1500立方米每秒的水，防止像Gouda的Hollandsche IJssel这样的高地水体盐碱化，因为Hollandsche IJssel也是荷兰西部中心区最重要的取水口。另外一个目的是确保在Moerdijk海港这个位置的Hollandsch Diep的水位仍然高于NAP。当Lobith的流量下降到小于1100立方米每秒时，Haringvliet水利枢纽和挡潮闸被完全关闭，除非是需要外泄盐水和鱼类需要通过的情况。当莱茵河的流量在1100至1700立方米每秒之间时，当外部水位低于内部水位时，会打开一个小的出水口（25立方米每秒）。这样，Haringvliet西部平均外泄流量约为50立方米每秒每个潮周期。



西南三角洲

当Lobith莱茵河的流量在1700和9500立方米每秒之间，闸门会逐渐打开，直到流量超过9500立方米每秒，Haringvliet水利枢纽完全开放。Haringvliet水利枢纽控制的莱茵河/默兹河系统排水量从低流量的几个百分点增加到百分之60-65。随着莱茵河来水量增加，这个比例仍保持稳定。自2018年开始，Haringvliet水利枢纽不再是大海和Haringvliet河口之间的硬边界，档潮闸在高潮时不再一直关闭着，部分咸水可以流入，由此创造从咸水逐渐过渡到淡水的区域，从而洄游鱼类，如鲑鱼和鳟鱼，可以通过水利枢纽，并逐渐地创建一个更自然的三角洲。但也不是说变成一个完全的咸水河口。这个措施是完全符合欧洲水条款框架指令和Natura 2000计划。Nieuwe Waterweg是鹿特丹港的主要航道，它的加深导致海水向内陆深入的太远，增加了荷兰中央西部水供应压力。



Nieuwkoopse Plassen

## 湖泊

除了溪流，沟渠和运河外，荷兰还有许多湖泊。这些湖泊有不同的成因。

|                  |                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 自然形成型            | 自身自然的高水位和洪水形成了天然池塘。一个例子是Naardermeer。                                                                                                                                                                                 |
| 泥炭挖掘开采型          | Nieuwkoopse, Loosdrechtse和Vinkeveense Plassen, Weerribben, Deelen和Sneeker-Paterswoldsemeer是由于泥炭挖掘创建的湖泊示例。泥炭，干燥泥和炭草皮，曾经是重要的燃料来源。大规模在沼泽地里开采泥炭，由于地下水水位较高，形成很多大大小小的湖泊。很多这样的湖泊被围垦以得到更多的耕地。还有很多这样的湖泊被保留下来，变成娱乐休闲观光地或自然保护区。 |
| 自然资源开采型          | 有500多个湖泊是由于采砂形成的。在地下水水位相对较高的地区开采沙子或砾石时产生的湖泊（例如Maasplassen）。                                                                                                                                                          |
| 三角洲项目/<br>小尺度围垦型 | 艾瑟尔梅尔湖（IJsselmeer），Markermeer和周边湖泊都是大型海湾筑坝和填海造地的结果。较小尺度围垦也造成许多湖泊和池塘。例如，Lauwersmeer（2400公顷）就是在1969年围垦Lauwerszee时，局部土地填海工程实施产生的。                                                                                       |

为了给Delfland供应淡水，从Brielse Meer开始铺设输水管道（4立方米每秒），通过Nieuwe Waterweg地下，一直铺设到Delfland。Brielse Meer的水来自于Bernisse的Spui。也可以通过Lopiker- en Krimpenerwaard以10立方米每秒的流量给Delfland供水。干旱季节也可以经KWA的路线从阿姆斯特丹-莱茵河运河供水。

### 区域水体

除了主要的水系统，荷兰也有一个紧凑的区域水系统网络由沟渠，溪流，运河，河网和湖泊组成。主要水系统和区域系统在各个地方都被联系在一起。一方面，区域系统为主系统供水。另一方面，主系统可以在干旱期间为区域水系统供水。

在荷兰的高地（Drenthe, Gelderland, Noord-Brabant和Limburg的大部分地区，以及乌特勒支省的一小部分），水或多或少以自然方式流动。在这种情况下，“或多或少”意味着这些地区也有大量的拦河坝，人造水道和运河，以及洪水滞留储存（缓冲）区。河道流过的地方主要是沙地，地表水和地下水位高度会产生连锁反应，因此这些区域的水量也是受到监管的。在旱季，拦河坝可以保持水源，而在某些地方，需要调用其他地方水源用于灌溉。

在荷兰的低洼地区，水不能自由流动。这时人们用圩田来控制水位（在水位调节区域）。虽然有时圩田有可能在自然环境下排放水，但通常情况下是需要泵站将多余的水送到位置更高的水体中。同时圩田还需要储水区域，最终在自然或泵站的帮助下将其储存的水排放到大海或主要供水系统。在遇到强降雨或持续性干旱的情况下，圩田和储水区域的水位并不能保持在理想高度。

排出多余的水不是这个网络的唯一功能。在干燥期间，它也能提供水源。在低洼地区，保持水位恒定有一系列的作用。其中最重要的是保持水位以防止地面固结下沉和泥炭层下沉。同样重要的作用还有：冲走天然渗到内河盐水，和保持地表水足够干净新鲜，以便用于灌溉。鉴于此，还需要保证足量的水来保持水质，还有，用于农业和园艺的水。水体和水体邻近区域的土地使用方式决定了如何管理水资源。



2.3 极端条件下水管理的限制

当前情况的水系统适合于正常情况下的目的。在极端条件下或特定情况发生（或同时发生）时，问题可能会出现：

安全                    高水位对生命（人或其他）构成危险和/或导致重大经济损失或物质损失。

区域性洪水            多余的水会导致毁坏建筑物（住宅或其他），农作物等等

水资源短缺            当没有足够的水来保证农业，饮用水供应，冲洗，降温，水位管理和内陆运输。

盐碱化                当水中含盐浓度上涨，对农业，自然和饮用水供应产生不利影响。

富营养化              当地表水富含营养物时，造成了一系列功能关系的水质问题。

在极端情况下出现问题也是正常的：水资源系统各组成部分之间和之内调配的余地很小。此外，“控制”手段很有限，当河流系统中的流量低时，只能降低莱茵河下游的每个拦河坝，并关闭Haringvliet枢纽和Afsluitdijk的船闸。而当在上游流量很大时，唯一的选项是最大程度地打开所有拦河坝和闸门。

荷兰的水资源管理人员正在持续共同努力以最好的方式来分配可用的水。气候变化使这项任务变得更加艰难，水资源管理者必须更紧密的合作。水管理人员正在学习利用水系统作为一个整体运作的机制。只有这样才有可能阻止或延迟因干旱或径流洪水引起的不便或损害。我们称之为智能水管理。智能水管理是当水资源管理者将他们所有关于水，知识和预测（包括天气预测）的数据和采用新措施或现有措施+控制技术结合起来，以使用现有的基础设施根据实时信息，尽可能巧妙地分配现有水资源，从而最大限度的跨越水管理边界的障碍。



主要水管理系统中所有“控制节点”的概述

# 3

## 水安全



瓦尔河的河漫滩，摄于Lent市附近

### 3.1 什么是水安全？

荷兰位于几条大河河口，地势低洼平坦，特别容易受到洪水的威胁。洪水能夺去许多生命并造成破坏。所以当我们谈论水安全时，我们指的是有可能夺走生命和/或造成巨大经济损失的威胁。水可能造成的威胁来自大海或河流。第46页上的地图显示了这一点：如果没有防洪措施的话，约有60%的荷兰土地将处于水下，要么因为低于NAP海平面要么位于易受洪水影响的区域。40%的荷兰陆地面积低于NAP水平，而59%的土地表面易受洪水影响，这59%中的55%的土地都在堤坝内，被沙丘，堤坝，水坝和其他人造水利结构保护着；另外4%是未开垦的冲积土地，因此不受堤防保护。我们在大型防洪设施后有多安全，这个问题的答案取决于防洪设施的位置，防洪设施的强度。

### 3.2 水安全的要素是什么？

湖泊，河流，三角洲和大海的安全由不同因素决定：

|     |                         |
|-----|-------------------------|
| 湖泊  | 水位，风（风和波浪爬高）            |
| 河流  | 排水，并在一定程度上，风（风的作用和波浪爬高） |
| 三角洲 | 河流流量，海面水位，风（风的作用和波浪爬高）  |
| 海洋  | 潮汐，风（风的作用和波浪爬高）         |



## 给河流空间项目（“Room for the River”）和马斯工程（“Maaswerken”）

由于大量的雨水和融水，荷兰河流的水位也变得越来越高，堤坝之间河流可以流动的空间很小，因此洪水的危险性正在增加。给河道更多的空间能降低水位，确保河流更快更好地处理水流，减少洪水的风险，减少洪水对人们，动物，基础设施和经济的影响。空间可以通过在洪泛平原移动堤坝和挖掘旁侧通道等措施来创建。

在1993年和1995年连续高水位年份之后，给河流空间项目（英语“Room for the River”，荷兰语“Ruimte voor de Rivier”）正在给予沿IJssel, Waal, Lower Rhine和Lek河岸三十多个地方的河流更多的空间。同时，扩宽水道的过程也改善了Rivierengebied的环境质量，给当地创造了经济机会并带来了国民经济增长。

马斯工程（“Maaswerken”）项目还帮助解决了默兹的洪水问题。马斯工程创造了新自然环境并改善了默兹河通航能力。这是通过加固河岸，加深拓宽河道，创造高水位峡谷和并降低洪水平原。这些措施可确保洪水期间高水位降低一米。同时通过扩大弯道，提高桥梁和改进/加长船闸和水利枢纽，大大改善了内陆运输的条件。



老马斯河上内河航运，摄于Zwijndrecht市

## 3.3 水安全政策

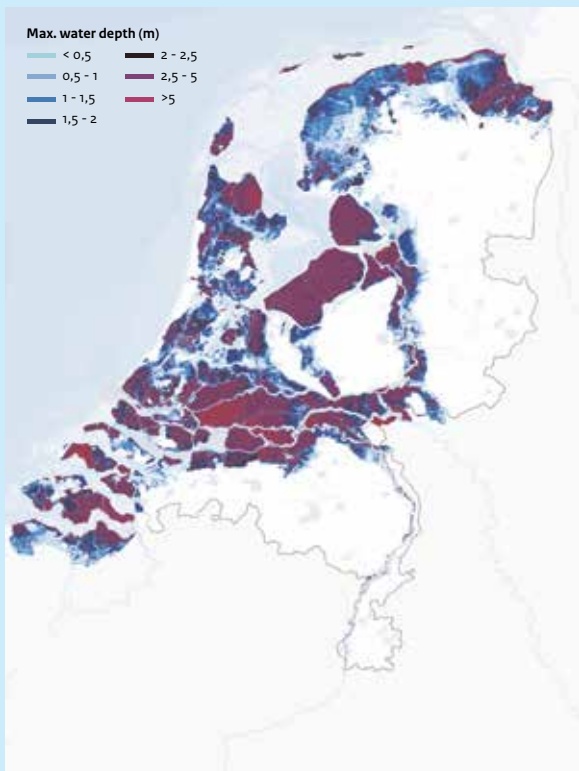
现行水安全政策的基础是由成立于1953的三角洲委员会制定的。1953年北海洪水给荷兰造成灾难性影响，之后成立了三角洲委员会。根据三角洲委员会提出的建议，修建了一系列挡潮闸，即著名的三角洲工程，海岸线因此缩短了700公里，同时三角洲委员会针对防风暴潮和其他防洪设施设定了安全标准。当时已经很安全了。但是随着时间流逝，三角洲地区经济快速发展，发生了大量投资行为，并且人口大大也增加。而且随着时间推移，发展的势头很好。此外，根据荷兰皇家气象研究院（KNMI）估算的气候情景，预计海平面和河流流量都会上升。洪水的威胁和事件发生后潜在后果的负面程度正在增加。大规模的洪水会造成毁灭性的破坏和损失，会长时间破坏荷兰社会的稳定。

所以在2007年，一个新的三角洲委员会（见第9章）成立了，就水安全政策向政府提出建议，保护荷兰免受气候变化的影响。2008年，委员会建议制定新的水安全标准。新的水安全政策于2017年1月1日生效。根据新的安全政策，洪水导致死亡的风险减少到每100,000年一遇。居民密度大的地方风险甚至更小，防护等级会更高。国家重要基础设施

防护等级也会变高。这减少了洪水威胁，保证洪水的损失降到社会可接受的水平。根据这些政策目标确定的国家重要防洪设施的新标准已经出台。这些新标准充分考虑了洪水的风险，并反映实际发生洪水事件的最小风险。通过制定和实施这些新标准，会使荷兰整体面临的威胁更小。同样地区不同防洪措施在面对洪水时的抵御能力也不同，威胁的“均等化”对这些地区的标准也产生了一系列影响。

从现在一直到2050年，水董事会和荷兰公共工程和水务总局(Rijkswaterstaat)会持续加固堤防和沙丘。一旦这些工程建设完成，荷兰将能更好地抗衡洪水灾害。

<sup>1</sup> 新标准的荷兰语版本可在 [www.helpdeskwater.nl/wbzo17](http://www.helpdeskwater.nl/wbzo17) 下载。



荷兰60的土地容易遭受海水，湖泊的洪水侵袭和较大的河流的入侵，导致土地被淹没，有些地方会被淹没超过5米（来源：Grondslagen voor hoogwaterbescherming 2016）

此外，作为新的水安全政策的一部分，并确保荷兰准备好在接下来的五十到一百年面对洪水的威胁，政府选择一种“多层次安全”的可持续的水安全政策，并反映到国家水利计划和三角洲计划的水安全政策中。

### 3.4 防洪措施以及管理

荷兰坐落在世界上最安全的河流三角洲上，但是仍然脆弱。这个国家必须永久的抵抗大海还有河流来的水。在水安全方面，荷兰总是还有工作要做。

宪法第21条要求政府确保该国保持适宜居性，并保护和改善生活和工作环境。不被洪水威胁是一个基本的要求。所有沙丘和最重要的堤坝，水坝和风暴潮防护屏障构成了主要的防洪措施，他们保护人民免受来自大海，较大的河流或湖泊（如艾瑟尔湖，Markermeer, Volkerak-Zoommeer, Grevelingenmeer以及Hollandsche IJssel的受潮汐影响范围）的泛滥洪水的威胁。大型防洪工程措施是最重要的防线。荷兰公共工程和水务总局（Rijkswaterstaat）负责保卫海岸线并管理大规模的防洪工程。

大规模洪水爆发时，荷兰公共工程和水务总局（Rijkswaterstaat）会关闭西部的大型海湾入口，例如Oosterschelde风暴潮挡潮闸，Haringvliet船闸枢纽，Maeslant风暴潮挡潮闸，Ramspol充气坝，Hartel风暴潮挡潮闸，Afsluitdijk和Houtribdijk大坝。荷兰公共工程和水务总局管理超过3,600公里的主要防洪措施。

除了那些大型防洪工程，还有次一级的防洪或区域防洪措施。这些措施包括储水池和沿运河和较小的河流的堤防和堤坝，通常旨在防止来自区域水体局部洪水。这些防洪设施遍布各地并在省级监管的基础上进行标准管理。水董事会几乎管理着荷兰其他所有的洪水防御设施（堤坝，沙丘和蓄水池），共计13,500公里。防洪管理是国家和水董事会的责任。这个责任意味着（水董事会和国家荷兰公共工程和水务总局）的水管理人员有法律义务确保各种水利设施满足安全需求，并且需要进行预防性管理和维护政策执行，和测试，加固，管理和维护的水利工程能达到洪水防御的目的，也就是说最后能保护国家。

## 多层次安全

多层次安全的概念适用于维护堤坝后的土地以免受洪水（以及其后果）的影响，通常有三层：

- 第1层 预防目的：防止洪水泛滥
- 第2层 稳健的土地使用规划
- 第3层 适当的应急响应管理

第一层（预防）是并且仍然是水安全政策最重要的的支柱。然而，洪水永远不会被完全防御住。所以第二层和第三层专注于控制洪水事件的后果。

总之，这些措施可以降低洪水风险。在特殊情况下，第2层和第3层设施可以被用来代替预防措施。这些是'聪明的组合'。例如，假设洪水防御设施需要的投资过大或对当地的地形生态有根本性影响，就需要另外的治水方法、影响较低的措施。此外，第2层和第3层中的措施可以与预防措施串联使用。特定位置最终选择的措施取决于成本和效用的权衡。能够解决水问题的土地利用规划可能是空间发展一种解决方案，比如将基础设施建得更高或划分出明确的逃生路线。







## 地表径流洪水

### 4.1 什么是地表径流洪水？

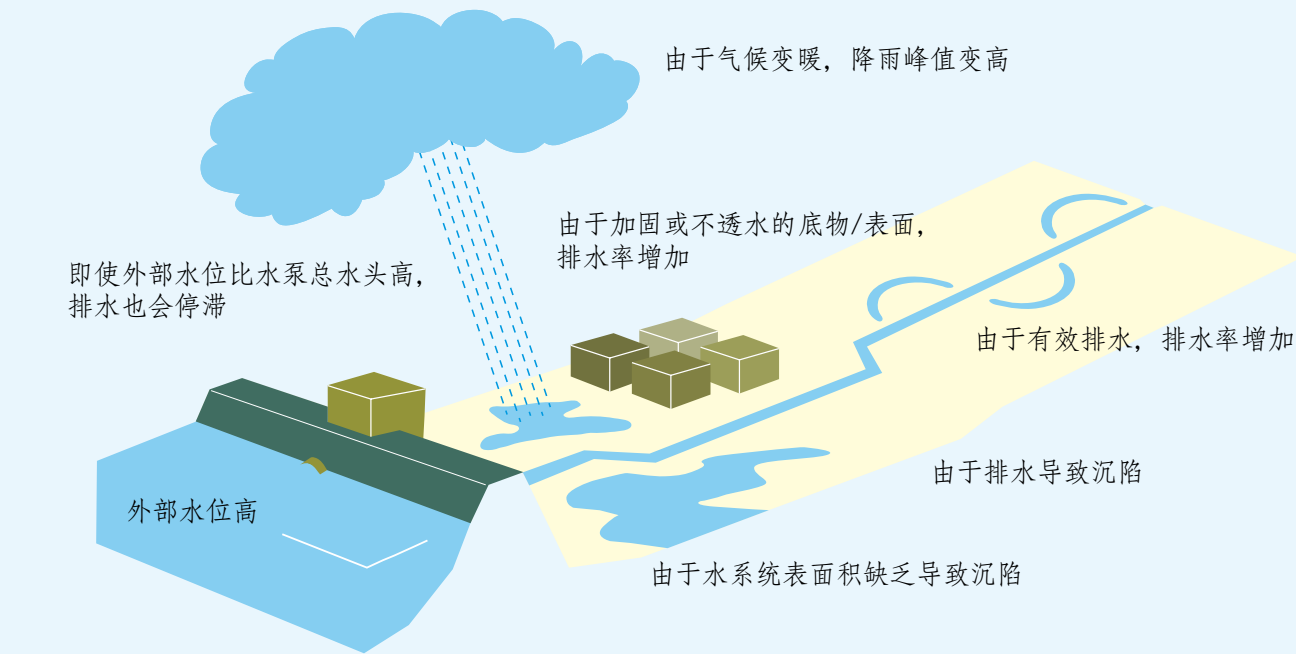
充满水的地下室可能很麻烦，而在路上的积水也很困扰人。但是，大部分人群的安全并没有受到两种情况威胁。地表径流洪水是一个“无所不能”的术语。它适用于过量水上升后会引起的的问题，没有这个术语，生命会受到威胁。涉及的水可能来自地面上（降水）或从地面下（地下水）。引起的问题通常是短暂的，例如在暴雨过后的地区情况。而且这种类型的洪水经常发生在本地。

#### 由于下雨导致地表径流泛滥

重度持续降水通常在九月和三月之间。这也是一年中河流最充分流淌的时间。强降雨和大雨共同引起的水问题在低洼地区的尤为严重。毕竟，这些地区就是水的目的地，然而高水位则面临着难以抽水的问题。这也适用于圩田。在地下水排放区域，这个问题被放大，因为在这些地方的水也会从下面渗出地面。即使在夏天，极端的降雨量也会在短时间内下降，导致地表径流洪水。

#### 由于地下水导致的地表径流洪水

在地下水位较高的地区，地表径流洪水的出现可能是因为排水不足，水进入爬行（狭窄）空间或地窖和地下室。常见的问题是渗漏也可以同时发生在房子下面。这是一个除了用排水难以解决的问题，并在可能的情况下，用泵解决。



地表径流洪水成因的综合阐述

## 4.2 什么原因导致了地表径流洪水？

在区域水体中，如果水系统不具备充足的缓冲能力和/或排放能力，就会发生地表径流洪水，导致水道破坏河岸。在主要水系统中，当国家级水体不能充分缓冲或分配区域水排放时，也会发生地表径流洪水。国家级水体往往是排放链中的最后一环，它们一般不会阻碍上游区域系统的排水。另一方面，区域水体管理者不应将排放问题转嫁给国家级水体。各相关机构都已经在Water Accord中确认了这方面的协议。国家级水体可能以两种方式引起地表径流洪水，一是直接引起，即水溢出淹没码头以及周边地区，二是间接引起，即国家级水体的水位过高而阻碍了区域水的排放。当然，引起圩田，高地，城市地区和未被堤防保护的冲积区的地表径流泛滥的原因往往差别很大。

### 圩田

圩田中可能出现地表径流洪水的原因有以下几点：

- 水系统容量太小。 容纳不了所有的水。
- 泵送能力太小，无法将水泵入储水池。 在必须排放大量水和/或水的接收体水位太高并且水头增加的地方会带来不小的问题。
- 向储水池的排放太快，导致储水池中的水溢出。
- 堤坝后的水位过高会引起额外渗漏，从而导致地表径流泛滥。

### 高地

在地势较高的地方可能因为一下原因产生径流洪水：

- 由于下游水位较高而导致的流量积压。
- 由于过度快速排放导致的排水量增长。这种水位的上升是暂时的，因为水会流到了地势较低的地区。

### 城市地区

由降雨引起的地表径流洪水主要发生在城镇/城市，或着接近不透水表面的地区。 几乎所有的雨水都消失在那里的地表水排放中。 尽管隔离雨水的污水系统正在逐渐增加，但这通常还是一个“混合”排水（废水和雨水）的过程。 在暴雨的情况下，污水处理系统可能无法应对排水量而导致溢出。 在极端情况下，这会导致道路上积水、或地下室和地窖被淹没。 此外，混合污水处理系统也会或多或少的对公共健康构成威胁。 城市地区建筑环境表面的绿色或其他智能配置可以保留雨水，或缓冲雨水以减轻污水系统的压力。 诸如此类的措施构成了“适应性城市规划”的一部分，荷兰使用这些措施意在使城市更加具有“耐气候”性。



### 未被堤防保护的冲积区

当水位上升时，未被堤防保护的冲积区很容易受到地表径流洪水的影响。有时，地表径流流水在这些地方很常见。如果主水系统在没有“关闭区域排水系统节点”的情况下无法运行，则可能导致地表径流洪水。然而这可能很好地防止其他地区发生难以控制的洪水。这一点上，水务管理者之间的协调和密切合作非常重要。

### 增加的地表径流洪水

由于以下原因，地表径流洪水可能会增加：

- 由于气候变化导致更频繁和更强烈的极端降水，而区域排水系统并没有相应的设计以应对。
- 外部水体（河流，海洋）的水位较高，这意味着来自内地的水体不能足够快地排水，或导致回流。
- 土地使用的变化，意味着用于缓冲水的空间减少，或者排放加速。由于土地使用更加密集，意味着坚硬（非渗透性）表面的增加和储水池容量的减少，就导致了容纳雨水的能力不足。住房有时建在曾经作为蓄滞洪区的地区。在这种情况下，重新被淹没就会导致很大损失。
- 沉降。由于泥炭地的沉降，土壤沉降或氧化引起地平面下降，从而导致地下水更快地上升到地表，或地下水渗漏水平增加。

## 4.3 地表径流洪水政策

1998年的暴雨过后，仅Delftland, Noordoostpolder, the Noordoostpolder, Groningen and Drenthe 地区就统计造成了超过4亿欧元的损失，为此，21世纪水管理委员会（Commissie Waterbeheer 21<sup>e</sup> eeuw）提出要更好地应对这种情况。委员会的座右铭是“滞留，缓冲，排放”。在与荷兰水董事会协会和荷兰各个省水管理协会协商后，政府初步起草了地表径流洪水威胁的性能标准。根据这些标准，the National Administrative Agreement on Water（NBW; 2003）确定了重新调整水务管理的参数。这项协议对于确定政府在多大程度上可以提供防止地表径流洪水的保护是必要的。NBW中引入的地表径流洪水标准已经通过了Water Act（2009年），并在省级水务或环境法规中得到采用。水管理协议（The Administrative Agreement on Water 2011）规定，各省必须在区域一级确定防止地表径流洪水的框架。水务行政主管部门执行这些措施，从而达到落实。

作为三角洲计划（见第9章）的一部分，规划适应决议（Planning Adaptation Decision）将从2020年开始，鼓励当局，企业和民间社会组织以弹性水务管理和气候中立的方式进行运作。这就是为什么以“理想、理解、实干”为策略的规划适应指南（Handreiking Ruimtelijke Adaptatie），于2018年出版。“压力测试”是该战略中“理解”一章的组成部分。在2023年之前，地方当局和水务部门必须实施标准化压力测试，以评估应对地表径流洪水的准备情况。这将使当局，企业和个人更好地了解其自身环境对极端降雨导致的地表径流洪水的敏感性。





# 5

## 水资源短缺及干旱

### 5.1 什么是干旱？

即使是荷兰也可能因水资源短缺遭受致命打击。当然当然，我们说的是淡水。这方面的例子包括1976年，2003年，2018年的枯夏以及2006年的干燥春季。那时，田间作物枯萎，船只吃水必须变浅，装载在内陆水道上的船只上的货物减少，发电站只有有限的冷却水可供使用，自然环境因干涸而退化。

由于干旱，是在特定系统中持续缺水的情况下，所有依赖于水循环的过程都会受到影响。由于干旱，土壤根系缺乏水分，河流水位低，冷却/进水水量不足以及河床干涸。此外，由于干旱—缺乏水流冲刷系统—也可能导致盐渍化对农业造成的破坏。这将在下一章中讨论。

### 5.2 什么原因会导致缺水？

淡水的缺乏可能是由于降水不足，大量蒸发以及/或者河流系统中水量过少造成的。但也可能是由于缺乏必要的基础设施来补充降水量的不足。在个别情况下，原因甚至可能是由于可用水没有得到正确分配。最后也可能是水质太差：太咸（不能用于灌溉），太热（不适合做冷却水）或含有过高浓度的污染物。但即使没有发生干旱，也可能出现缺水问题。仅仅因为供不应求就会如此。



### 5.3 谁受到水资源短缺的影响？

缺水有三种类型。其中最常见的是土壤缺水。在这种情况下，植物可用的水太少，因此会抑制它们的生长。第二，地表水也可能出现短缺。一旦发生这种问题，水务管理者采取的第一个行动就是限制灌溉和排水。在水位下降的情况下，这可能对堤坝，人造建筑和地基的稳定性产生不利影响，也会导致泥炭地氧化。因此保持水位仍然是一个优先事项。第三，可用水的质量可能无法满足需求。如果没有足够的适当温度和质量的水，发电站可能无法吸收冷却水，饮用水公司可能不得不关闭其收集点，农民和园丁将无法灌溉他们的作物。

水资源短缺有时可能非常局部化。例如，地球缺水的差异通常可以归结为气象条件，土壤类型，土壤利用，地表水位管理和渗漏。地表水短缺通常是由江河溪流排水有限、大规模蒸发和获得淡水的机会有限造成的。在江河口岸地区，缺水则与外部盐碱化有直接联系。几乎任何产业都可能出现缺水问题。

#### 农业

水资源短缺导致生产力下降。年平均收成可能会降低5-10%。但这并不一定意味着会造成损失。事实上，稀缺性可能推高价格。有的时候，由于缺水而减产是一个选择的结果。通过选择脱水，农民和种植商会允许偶尔因缺水而失去一些作物。

#### 内陆运输

当水位较低时，船只仅可以携带较少的货物。当Lobith的莱茵河流量低于1250 m³/s时，这些限制就会出现。默兹河的船只面临更长的等待时间，当船闸运作之后，水还会被回收以维持水位。

#### 能源

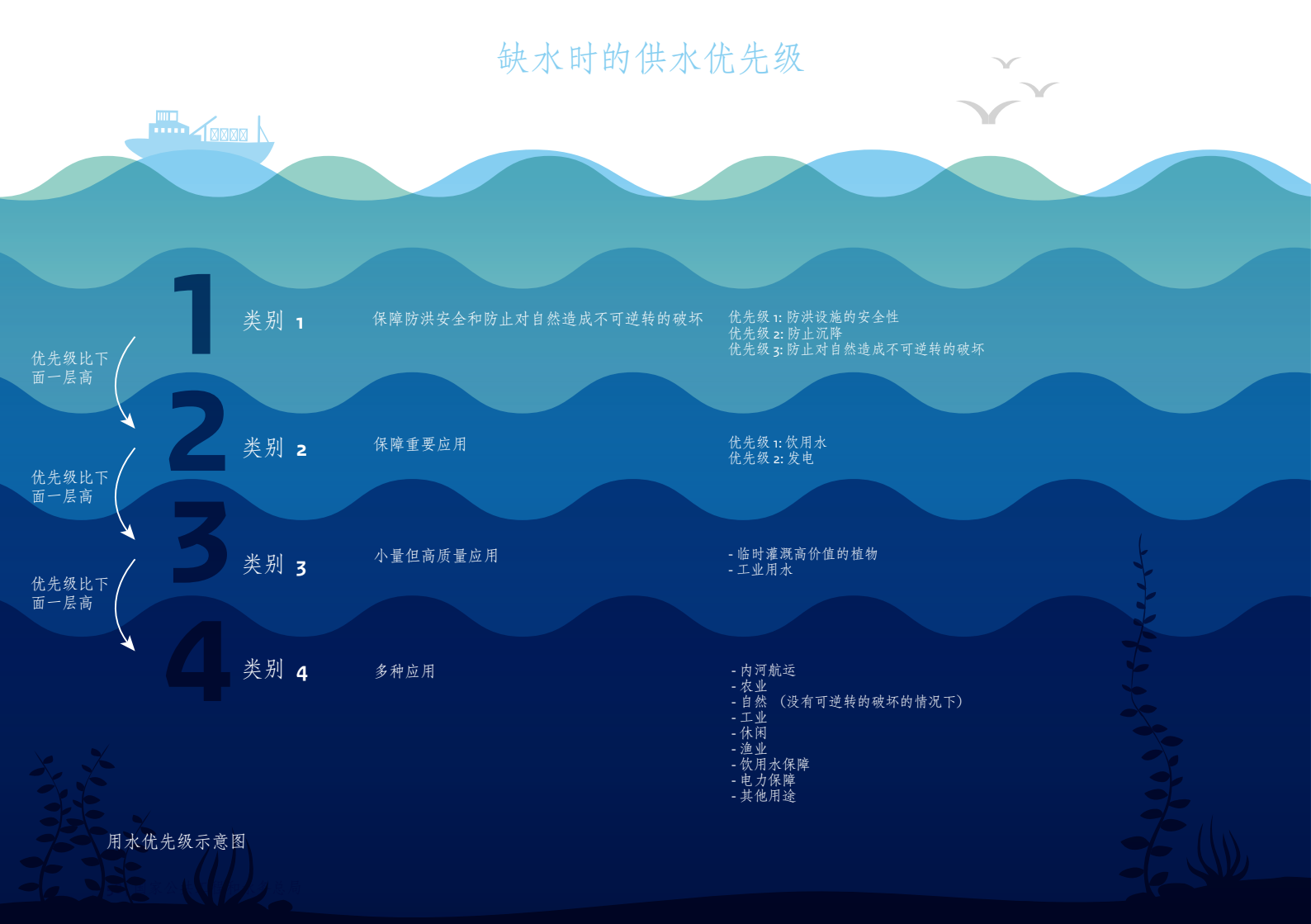
在夏季的几个月中，由于可用的冷却水太少，发电量会不时受到限制。当然，相比低流速，这通常更多是由于河水的高温（使其不适合用作冷却水）造成的。

#### 自然

在规划方面作出的选择以及因此对水务管理作出的调整可能导致一些人为的情况，从而使生态系统容易受到干旱的影响。小规模的自然保护区和其他已经遭受干旱的地区，由于几乎没有任何可以使用的储量，面临着更多的问题。



# 缺水时的供水优先级



用水优先级示意图

## 饮用水

即使在干燥时期，饮用水的处理过程通常也不会受到危害，因为这种水通常来源于水库的储存水。然而，饮用水公司的确也会要求他们的顾客在干旱期间更加合理的使用饮用水。

在这种情况下，唯一可用保证的是饮用水，发电（第2类）和第一类相关的用水。最坏的情况下，只有第一类的用户维持用水：防洪安全和防止对自然造成不可逆转的破坏，例如土壤的固结或特定植物或动物的灭绝。

## 5.4 干旱和缺水期的政策

有时候，干燥天气会持续很长时间，以至于许多功能或多或少受到影响。我们必须做出选择：在分配稀缺淡水资源的时候，应该优先考虑谁？介于功能的水分配等级是由“优先顺序”来决定的（参见第58页图表）。Water Act中规定的优先顺序层级是为了应对1976年异常干燥的夏季而起草的，其内容在2003年那场几乎和76年一样严重的干旱后做了更新。不过，区域性的考量仍然是必要的。

在水资源短缺的情况下，特定水体的冲刷量通常首当其冲受到影响。接下来，河流，运河和内陆港口的目标水位下降（第4类）。如果水量进一步下降，那么农民和种植商将无法用水来增加资本密集型作物，工厂也无法得到工艺用水（第3类）。

## 5.5 水量管理

管理者对水量的管理着重于尽可能地达到和维持一个或多个负荷相关水体功能（防洪，农业，内陆运输，自然）的水位。地表水的适度流量和排水可以防止过量和短缺。与区域和地方一级重要的水体有关的水量管理是水董事会的责任。它们对水系统进行配置，并通过定期维护确保流量得到保持，从而能够排出多余的水。



# 6

## 盐碱化



哈灵水道（Harlingvliet locks）

### 6.1 什么是盐碱化？

盐碱化以两种方式发生：

1. 通常来说，来自海洋的盐分会通过地表水渗入系统 - 这是外部盐碱化。
2. 由于海水和低洼地区之间水位差异造成的地下水流，盐分随着盐水的渗漏而上升 - 这是内部盐碱化。

### 6.2 盐碱化是怎样造成的？

#### ‘外部’盐碱化

在荷兰，依然有一个地方的盐水和淡水自然地交织在一起：那就是荷兰之角。海水通过Nieuwe Waterweg进入河流系统的程度取决于河流流量与潮汐水位之间的关系。如果莱茵河来水是平均流量，再加上平均潮汐条件，盐水的上溯可以到达鹿特丹的Willemsbrug。但是，如果海上的潮位很高，而与此同时莱茵河的水位又比较低，排水量比平时少，盐就会进一步上溯到Rivierengebied。

哈灵水道的船闸系统在对抗由Nieuwe Waterweg而来的盐水发挥着重要作用。当莱茵河体系流量偏低、甚至是在低潮时，通过保持闸门关闭，可以保证来自河流的所有水都流向Nieuwe Waterweg。只要水流以至少1500立方米/秒的速度通过哈灵水道流向大海，Hollandsche IJssel的河口就不会发生盐碱化。然而，最低水流量并不能完全得到保证。在某些特定情况下，即使哈灵水道的船闸系统关闭，外部盐碱化依然甚至可能出现在哈灵水道和Hollandsch Diep水道之中。在这种情况下，盐的渗透是“走后门”发生的：即先通过



## 船闸运行时选择性抽、排水

现在的Noordersluis船闸已经接近了使用寿命的终点，因此IJmuiden正在建造一个新的大型海船闸以作为替换。为了给日益增大的远洋船只提供更多的空间，新的海船闸系统将比现有的Noordersluis更为宏大。当新闸运行时，假设船闸运行次数依然保持不变，则总盐泄量将增加50%（从940 kg/s增加到1410 kg/s）。这并不仅仅是自然带来的增长。船闸运行时选择性抽、排水将用于解决北海运河中额外的盐浓度问题。这是利用了盐水比淡水重的这一事实。通过在泄水道开端的底部装配带有开口的墙壁，在泵送或泄水期间，只有来自深水层的盐水会被重新送入北海。因此，相对低盐度的水会依然停留在北海运河的表面。通过这种方式，船闸运行时选择性抽、排水将确保通过每次泄水或泵送循环都能将含盐度最高的水从北海运河中去除。

Nieuwe Waterweg，然后通过Spui和Dordtsche Kil。这种盐水逆流的现象曾经在2003年和2006年的秋冬发生过，是当时河流系统流量较低、同时风暴潮共同作用的结果。



2003年早季的盐水逆流

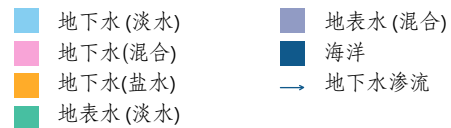
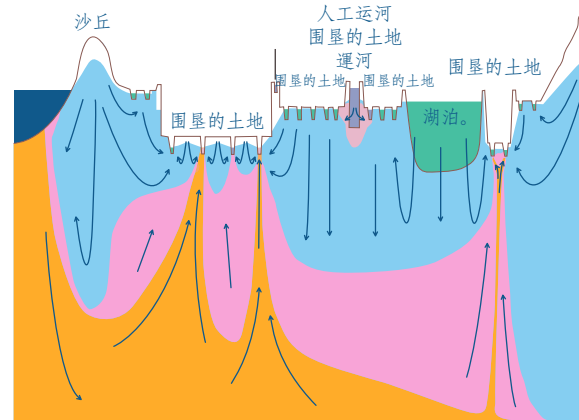
外部盐碱化也会出现在水系统的其他部分，例如北海运河和Afsluitdijk之后。这些都是海船闸操作期间大量盐水进入系统的地方。

### “内部”盐碱化

荷兰大部分地区的深层地下水都含有半咸水或咸水。除了海岸线之外，这是海水被迫后撤后依旧残留在地下基础中的一部分。这种海洋性地下水本来相对稳定，但各种类型的土地开垦使得它开始移动。不平衡的地下水层导致了地下咸水大量流入。而这种形式的盐碱化是一个很难逆转的过程。即使海平面没有上升，这个过程也会持续几个世纪。而海平面得上升和下沉只会加速这一过程。这种现象在荷兰的西部和北部表现最为明显。

再进一步的内陆地区，海平面上升的影响则减少了许多。例如，在乌特勒支省的Groot-Mijdrecht圩田中可以看到，即使没有海平面对水系统产生影响，内部盐碱化也在发生着。

在圩田和其他人工开垦土地的低洼地区，盐水会返上来并且渗入排水沟，如Haarlemmermeerpolder（见右图）。引入淡水可以对抗圩田中的这种内部盐碱化。一方面，引入水可以提高对盐水渗漏的抵抗；另一方面这样操作还可以冲刷水道。通过这种方式，区域系统中的水能够维持低盐含量（氯化物浓度），但是要求主要水系统中有足够数量的优质水。然而，在旱季，由于河流中的流量下降，会导致外部盐碱化的增长和不适宜冲刷河道的水流。在这种情况下，管理内部盐碱化就变得难上加难。



荷兰西部地区的横截面示意图。海水和低洼圩田的深层地下半咸水进入了地表水。



### 6.3 盐碱化会给谁带来影响？

只有在给用户带来不便或者用户由于水的氯化物含量高于特定浓度而蒙受损害或损失的时候，盐碱化才能称之为一个问题。例如，豪达的Hollandsche IJssel河口盐碱化就意味着淡水无法再流入，因此荷兰西部将面临干旱和盐害带来损害的风险。

#### 农业

整体而言，盐碱化通常会对农业构成威胁。“传统”的农业一般受益于氯含量低的水。农民或菜农的接受程度取决于种植的作物。例如，水果要远比甜菜或谷物对氯化物敏感。显然，在咸土环境中生长的作物具有很强的耐受性，但这仍然是一个利基市场。在这一范畴内是有机会使用微咸水的，例如可将其用于生产富含蛋白质的作物以替代进口牛饲料。而在盐碱化成害的地区，人们正在寻找新的淡水来源，努力抗争以防止盐碱化的进一步蔓延。

#### 饮用水公司

饮用水公司需要低氯含量的水来生产优质饮用水。适当的管理水资源和尽最大可能控制水质可以防止因盐碱化而关闭取水点。地表水取水点的数量是受到限制的。如果干燥期内有一两个取水点由于盐碱化而不得不关闭，并且出现紧急情况，这可能会导致饮用水供应出现问题。

#### 电力公司及工业

发电机和其他重工业依赖于有足够数量的冷却水。至于具体是否需要淡水用于冷却，这要取决于机器的材质。一般的系统和设备的设计设定都是以淡水作为冷却水。这种情况下，由于需要额外的措施处理水，盐碱化就增加了工艺用水的成本。



# 7

## 第七章 水质

### 7.1 什么是“优质水”？

简单的说，淡水所含的营养、毒素或盐分越少，质量就越好，并且不会对水生生物或水生植物产生不利影响。此外，水要半透明，而高含氧量也是一个好标志。水的组成取决于水的来源、土地用途、土壤类型和水源地区的地下水流量(渗流/下渗)。此外，水质和水量之间也有着密切的关系:在高度稀释的水中，污染就不那么明显了。

### 7.2 什么原因导致水质下降？

各种来源的排放和污染是造成水质低劣的重要原因。主要污染物为吸氧剂、重金属、营养物质和有机微污染物，例如溶剂、农药、医药产品等。直接排放到地表水中的污染物可能来自企业、家庭或城市。间接排放则是指下水道系统的排放，该系统通常会连接到相关水务管理部门运营的污水处理厂。此外，河流可能携带污染物或营养物质，污染物也可能通过降雨和/或通过地表的冲洗进入地表水。



与江河溪流等流动水体相比，湖泊、运河和排水沟等静止水体通常对富营养性水污染更加敏感。在静水水体中，主要是外力作用，如大气降水、江河溪流、水泵站、以及决定营养成分浓度的废水排放。在河流中，尽管也有诸如IJsselmeer和哈灵水道等筑坝的入海口，但通常还是源于大河大江的水流决定了营养物质浓度。沙质高地溪流中最主要的排放源是农业用地的灌溉/洗刷。由于灌溉/洗刷取决于地下水位和土壤水饱和的程度，降雨模式也会对此产生影响。此外，排放季节和排水程度也很重要，因为密集的排水会导致排放物更快地进入地表水中。

### 7.3 谁会受到水质下降的影响？

当有优质水供应时，饮用水公司，菜农，休闲用户，捕鱼船队和自然环境都会蓬勃发展。每一个部门使用水的功能都不一样，都对水的质量提出了自己的要求。水质，几乎总是在水的分配中扮演着重要角色。

人们需要淡水来清除低洼圩田里的营养物质渗漏，也需要淡水来解决水资源耗竭问题。但是在自然环境中——即使是在太干燥的地方——唯一可以接受的水是最接近“原生”水的水。当水从圩田中排出时，营养物质和其他化学物质也会被随之带入主要的水循环系统。这就给(主要是)静止水体(艾瑟尔湖/马肯湖, Krammer/Volkerak和一些运河)带来了额外的水质相关问题。同样的，在荷兰的低洼区域，随着渗漏压力增加，给排水的需求产生变化，混杂的污染物也会随之增长。地表水污染威胁着生物：当水质下降时，人类、植物和动物都会跟着遭殃。

#### 水体的富营养化

富营养化是指水体中营养物质的富集，可导致藻类繁殖、水体浑浊、氧含量变化大、水生植物减少。此外，它还可能产生难闻的气味或颜色，或导致botulism的爆发。这不仅对自然有影响，也对休闲用水和洗浴用水产生严重影响，还需要我们投资采购器材和缴纳额外的费用来收集供人类消费的清洁饮用水。

富营养化主要发生在肥料过剩的地区，但也可能发生在这些地区之外。例如有些就是来源于其他营养丰富的地区的冲刷水体。或者，在有些地方，水被“注入”以补充下游的缓冲带。沿海地区作为一个整体正面临着水的富营养化问题，这是由于流经整个河流系统的营养物质造成的。富营养化是一个自然过程，但过度的富营养化则是一个问题。

#### 毒性

化学物质可能对地表水中的水生生物和水生植物产生各种影响:生长受限、内分泌紊乱或物种灭绝。在食用被这些化学物质污染的水生生物时，鸟类和哺乳动物会面临风险。而这种影响不仅是由化学物质的存在引起的，地形地貌因素也可能在其间发挥了作用。也就是说，在紧急情况下的负荷高峰期间会出现特定的问题。

### 7.4 水质政策和水质管理

在欧盟内部，各成员国已承诺根据《Water Framework Directive》(2000年)的条款改善水质。一个重要的目标是最迟要在2027年实现WFD规定的生态和化学目标。人们

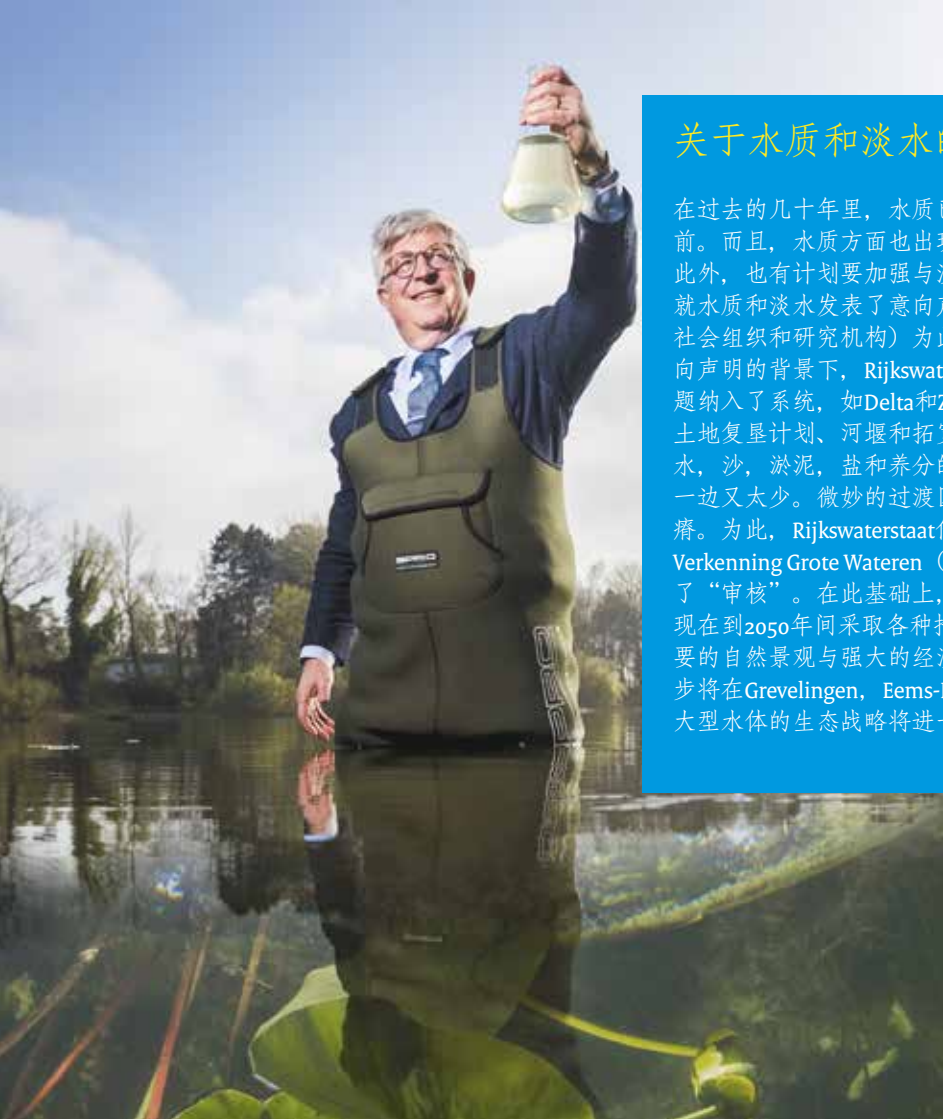
需要作出额外的努力来处理影响水质的化学物质，例如药物残留和微塑料。“Delta-aanpak waterkwaliteit en zoetwater”水质和淡水意向声明旨在推动荷兰当局、企业和民间社会组织改善水质。在这项努力中，重中之重是降低化肥、杀虫剂和药物排放的水平。

#### 水体富营养化

2017年底，第6批Nitrates Directive指令行动计划出台。这之前的行动方案对地下水和地表水中营养成分的影响是显而易见的，但是仍需时日来完善整个系统。欧洲委员会已经接受该行动方案，并已批准荷兰在特定地区增加肥料的用量。

#### 减少农药计划

荷兰政府在《Gezonde Groei, Duurzame Oogst》(《健康增长，可持续收获》，第二份农药备忘录)中，制定了2013年至2023年期间大幅减少农药排放措施的实施计划。截止2018年，与地表水中农药环境质量标准相关的超标量必须减少50%，截止2023年必须减少90%。与此同时，政府也制定了与地表水的水处理标准相对应的减少超额目标(截止2018年减少50%，截止2023年减少90%)。而在某些已经确实对农药有超标标准规定的地区，农药生产商已经起草了减少排放的计划。从2018年开始，种植农场主有义务净化排放水。



## 关于水质和淡水的意向声明书

在过去的几十年里，水质已大大改善，但这种改善在过去几年中停滞不前。而且，水质方面也出现了例如药物残留物和微塑料的种种新问题。此外，也有计划要加强与淡水供应的联系。出于这个原因，政府已率先就水质和淡水发表了意向声明。截至2016年底，有关各方（当局，民间社会组织和研究机构）为此签署了一份意向声明和行动计划。在这项意向声明的背景下，Rijkswaterstaat还将过去由于大规模干预引起的经济问题纳入了系统，如Delta和Zuiderzee Works，而在Dykes的议程内，水坝、土地复垦计划、河堰和拓宽/加深可通航水域使较大的水体变得不稳定。水，沙，淤泥，盐和养分的自然流动已被破坏：要么一边太多，要么另一边又太少。微妙的过渡区已经消失：三角洲的丰富自然性已经变得贫瘠。为此，Rijkswaterstaat代表基础设施和水务管理和经济事务部对Verkenning Grote Wateren（大型水体调查）中较大水体的性质和生态进行了“审核”。在此基础上，在2018年初，相关部长要求Rijkswaterstaat从现在到2050年间采取各种措施，使大的水体适应未来的挑战，那时，主要的自然景观与强大的经济能力将齐头并进。实现这一雄心壮志的第一步将在Grevelingen, Eems-Dollard, 瓦登海和马肯湖进行。未来几年内，大型水体的生态战略将进一步形成。

### 药物残留减少办法

地表水中的药物残留对水生生态系统有着不良影响。荷兰政府选择了在整个供应链范围内设法降低药物残留浓度。核心假设是在链的开始控制源头总量，并在链的末尾添加额外措施(净化)。形成药物残留重要来源的卫生保健机构目前正致力于使其业务具有可持续性。尽管重点关注在源头措施，净水厂也可能需要采取进一步的措施。人们需要进行研究来展示可以产生最佳效果的措施，以及探究如何为其提供资金。政府已与水务主管部门和饮用水公司在全国范围内的减少办法达成协议。其中一方面是承认制药产品链中所有各方的所需紧迫性，以及确认每个阶段(从源头、处方/使用和废弃阶段)的任务和可能的解决方案。这项办法已经被归纳入2018年的实施计划。

### 废水管理

水务部门总共管理着大约360个污水处理厂，每个处理厂可以处理2300万个污染单位。他们每年可以净化来自家庭和企业的水20亿立方米。对好氧污染物的净化输出为93%，氨氮为85%，磷酸盐为84%。这足以满足European Urban Waste Water Treatment Directive中规定的标准。每年的污水管理总费用约为13亿欧元，这笔费用是由废水的生产者（家庭和企业）以缴纳水处理税的方式进行支付。

国家和水务部门共同签署的《能源协议》承诺将继续推动污水管理的可持续发展。到2020年，他们希望能够生产自我消耗能源的40%。而真正的目标是到2025年使该行业实现“能源零排放”。这就是为什么越来越多的污水处理厂正在转变为“能源工厂”。荷兰水务局每年的沼气产量接近1亿立方米，俨然已是荷兰最大的沼气生产商。水务部门正在从废水净化厂回收越来越多的有价值的物质，例如废水中的磷酸盐、纤维素和藻酸盐等等。





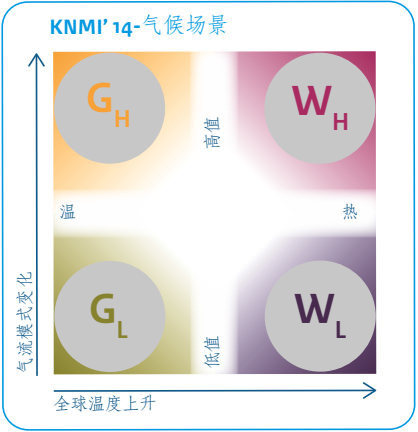
在雨季荷兰变得更加潮湿，旱季荷兰变得更加干燥，盐水入侵在增加，海平面在上升，降雨有时增加，但更多则是长时间的缺雨干旱。陆地沉降，这其中既有地质因素也有人类活动的影响。土地利用也在发生变化，经济部门处于变动之中，社会对水的需求越来越大。这一切都意味着在水务管理和用水方面必须做出改变了。

## 8.1 物理（水体）和社会变化

### 气候

自20世纪初以来，地球平均气温已经上升了约1°C。这完全应该归咎于人类。燃烧化石燃料、砍伐森林以及某些工业农业进程都导致了大气中温室气体浓度的上升。气候模型模拟计算表明，在1990年至2100年间，温度涨幅可能达到1.5°C至4.5°C。而气温一旦上升超过2°C便可能导致大规模的变化，因为海平面会灾难性地上升，会有更频繁的干旱和热浪来袭，偶尔还会间插滂沱暴雨。有许多全球性和区域性的模型被用于预测并绘制这些变化。皇家荷兰气象局 (KNMI) 采用了IPCC 2013年报告中针对全球气候的研究结果来确定对荷兰的影响。KNMI '14气候场景描述了荷兰未来气候变化，是根据IPCC条件使用全球气候模型进行计算、以及KNMI使用欧洲气候模型进行的计算而得出的。当然，这些情景既不是预测也不是目标；相反的，我们可以将其视之为荷兰在未来

发展的竞技场上可能会面临的情况。  
上文提到的四种情况都有一个共同点，那就是气温会继续上升。气温继续上升，温和的冬季和炎热的夏季会更出现得更为频繁。冬天的降水量会增加。全年极端强烈的降雨也将会在夏季和冬季两种情况下增加，甚至在夏季降水减少的情况下也是如此。而风则仍然继续像现在一样不可预测。海平面继续上升，而且上升的速度也将加快，至于具体的速度是多少，则要取决于不同的情景。



KNMI '14-气候场景

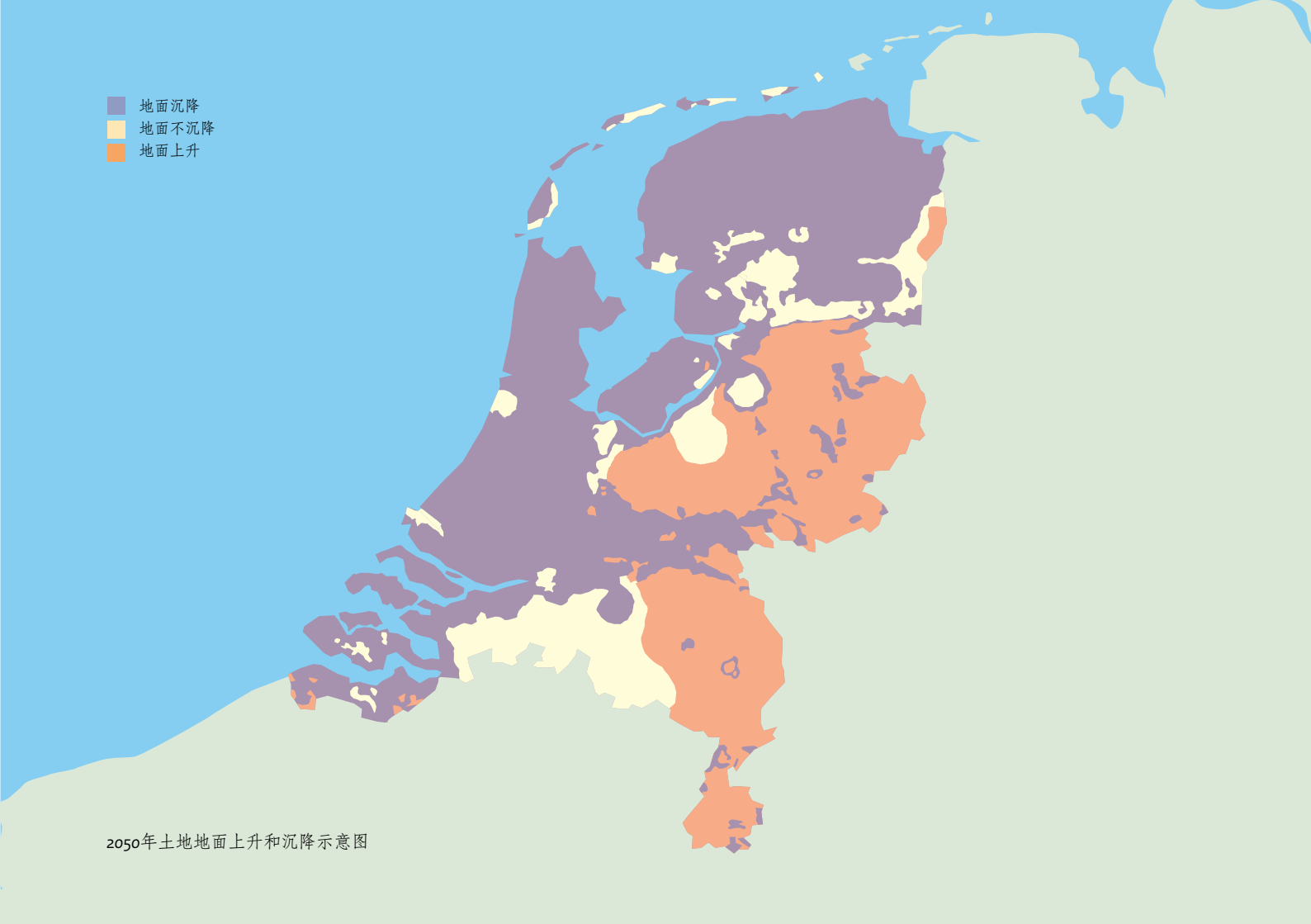
沉降与盐浓度

荷兰的大部分低洼地区由于沉降、土壤下沉和泥炭地的氧化而易发生沉降。最大的沉降事件发生在格罗宁根省(由于开采天然气)和弗莱福兰省(土壤下沉)。相反，由于构造俯冲作用，东南部则略有上升。荷兰低洼地区地下地层中的含盐量正在增加。目前已经确定了三个原因，那就是早期土地复垦、沉降和海平面上升的连锁效应。因此，盐水的渗漏率出现上升，并且预计主要在泽兰、弗里斯兰和格罗宁根等沿海地区会有显著的增长，而北荷兰、南荷兰和弗莱福兰的一些圩田也会面临这种现象。在一些较小的地方，盐的浓度则会降低，因为大量的降雨能帮助冲淡。

经济及规划发展

荷兰经济政策分析局(CPB)于2015年发布了关于繁荣、生活和工作环境的新设想。这些场景概述了2050年的物质生活和工作环境的发展情况，包括区域发展和城市化、人口流动/交通、气候和能源以及农业等问题。为此我们设定了两种

- 地面沉降
- 地面不沉降
- 地面上的升



2050年土地地面上升和沉降示意图



增长场景: 高发展, 即高人口和高经济增长; 低发展, 即低人口增长水平和适度经济增长。

高发展场景中描绘了社会老龄化的同时人口增长超过200万。这种增长主要发生在兰斯塔德地区(“Randstad”, 指阿姆斯特丹, 乌特勒支, 海牙, 鹿特丹连线以西的海岸地区), 通常以牺牲别的有人口减少和老龄化问题的地区为代价。经济增长率会在1%到2%之间。该场景基于国际应对气候变化目标达成的情况下。那时, 农业部门仍然是荷兰最重要和最大的土地使用者。不过由于城市面积的扩大, 以及包括自然空间在内的更多多功能土地利用, 农业类型土地用地的面积会略有下降。与国家、省级、甚至有些地方一级的政策一样, 欧洲的环境法规限制了对环境的压力。在这两种情况下, 氨、氧化亚氮、颗粒物和氮氧化物的排放量相较于2013年都有所下降。然而, “高”发展场景内的下降幅度会比“低”发展场景内更为明显。然而, 就磷酸盐和硝酸盐而言, 它们在农业集约化地区的浓度则几乎不会下降。在高发展情境下, 消费者将更频繁地为其他生产方法付费。这将导致粗放耕种的市场份额更高。在地方一级, 这可能会对生态系统服务产业和水质产生积极影响。

## 8.2 气候变化对水管理的影响

更高的温度、更潮湿的冬季、更猛烈的阵雨和更干燥的夏季, 这一切都影响着海平面上升、河流流速、土壤水分不足和盐化。

### 河系中的水流量

KNMI '14每个场景都做出这样的假设: 到2050年, 莱茵河流域冬季排水会增加(15% - 30%), 夏季排水会减少(最多15%)。冬季的峰值排放率也将上升, 在高发展情景中约为5%。就默兹河而言, 冬季的平均流量也会以10到25的百分比上升。排放峰值同样也会将上升, 在高发展情景下约为5 - 10%。而由于默兹河在夏季和秋季的流量非常低, 流量模式变化非常大, 所以在大多数场景中, 在最干旱的情况下的排放量会降低30%以上。也就是说, 冬天将不得不排放更多的水, 而夏天可用的水将会更少。

### 土壤缺水 and 干旱

除非西欧上空的气流模式发生重大变化, 否则夏季的平均降水量将略有增加(3 - 8%)。然而, 如果东风获得优势, 降雨量会在没有任何预警的情况下减少10 - 20%。抛开这一点, 发生极端干旱的可能性仍在增加, 因为随着气温上升, 蒸发的水分可能会比额外降水补充的水量还要多。因此, 这会导致对水务管理的影响发生重大变化: 夏季降雨增加可能使得水资源不再那么短缺, 但气温升高又会增加缺水的可能性。

### 盐碱化

海平面上升和夏季河流流速下降的共同作用导致了盐碱化的增加。咸水的增加将进一步渗透到内陆, 淡水无法利用的天数越来越多。而内河航运方面的措施, 例如加深Nieuwe Waterweg水道、增加船闸作业和在IJmuiden新建海闸, 都会扩大这一影响。与此同时, 用于对抗区域水系统内部盐碱化的可用水量将会下降。

### 地表径流洪水

荷兰将更频繁地遭遇极端降水, 冬季持续降雨, 夏季短时骤雨。极端降水可能导致局部洪水。与干旱相比, 地表径流洪水往往是发生在局部或局限于单一地区, 因为各地的降雨量差异很大。

### 水的安全

气候变化增加了来自海洋和河流的威胁。在所有场景中, 海平面都会持续上升, 河流流量也会持续增加。唯一的问题只在于这一切将会发生得有多快。KNMI的气候场景假定到本世纪末海平面最高上升约1米, 但这似乎是一个相当保守的估计。海平面上升和河流流量增加对水安全构成了更大的挑战。在海平面较高和河流流量较大的地区而言, 情况更是如此, 例如荷兰西南部莱茵河和默兹河的汇合处, 以及艾瑟尔河和维赫特河的汇合处。

# 9

## 制定可以应对气候变化的水管理政策

北布拉邦，野外风景

鉴于面临的一系列变化，我们无法确定现在的水系统是否能够满足未来的需求。由于概述的气候变化以及社会经济发展，在荷兰人口密集地区防止高水位是一个需要更多注意的问题。淡水的供应量和质量在下降，而人口增长、对运输基础设施和一系列水功能(农业、工业、饮用水、内河航运、自然灌溉、休闲娱乐、水位管理和城市水)的需求也在增加。日益严重的水源短缺要求水务管理部门必须不断调整与各职能部门的水资源分配有关的选择。

### 9.1 三角洲计划

2008年9月，Commissie Veerman (新三角洲委员会)发布了“Samen werken met water”(与水合作)报告。这份报告提出了12项建议，旨在应对过量海水和河水带来的威胁，并保障未来的淡水供应。其中最重要的建议是《三角洲法案》的草案。《三角洲法案》规定，每年度必须制定一项新的三角洲计划，必须有一名三角洲专员协调计划的起草和实施，并且应该建立三角洲基金为计划提供资金。2015年，三角洲计划促成了议会在当年年底通过了5项三角洲决定。



### 水安全决议

水安全决议提出了新的水安全标准。这些新标准是采用风险方法论起草的，不仅与洪水事件的风险有关，而且涉及洪水事件的后果。因此，结果的大小决定了标准的参数。新标准为居住在堤坝或沙丘保护区内的每个人提供1:10万标准的基本保护。这意味着，任何人死于洪水的风险不应该超过每10万年一次。针对居住在容易受到风险或洪水可能造成严重破坏的区域的大量人群，则有着更高级别的保护。越高的重要性当然是得到更高级别保护的原因。目前能够提供所需防护水平的防洪设施要加以妥善维护，而在需要提升防洪措施保护的地方，必须加固堤坝或保证河流得到更多的流动空间。为此，政府制定了优先级战略，并采取了相应的措施，以期从现在开始长期的实现这一目标。优先级策略构成了新的水安全三角洲计划实施的基础。

### 淡水战略决议

即使是眼下的干旱期间，淡水供应也可能出现瓶颈。随着对淡水的需求增加和气候变化，这种情况也会在未来更频繁的发生。

日益严重的水源短缺要求水务管理部门不断调整与各职能部门的水资源分配有关的选择。为了能够证明这些选择和投资决策的合理性，管理者和其他利益相关者必须清楚自己的立场。因此，淡水战略决议的一部分内容就是有关部门和利益相关者可以在协商下确定“正常”条件和极端干旱条件下的供水情况。为了保持当前良好的供水水平，还需要对主要水系统（较大的河流，湖泊和三角洲水域）以及区域水系统（较小的河流，运河和储水池）进行改造。此外，淡水用户也必须为此做出贡献，例如，他们必须在使用可用水时更加小心。以上措施都包含在淡水三角洲计划中。

### 艾瑟尔湖区域决议

艾瑟尔湖区域决议涉及三个战略选择:向瓦登海排水，艾瑟尔湖、马肯湖和周边湖泊的水位以及淡水供应。此项决议的一个重要部分是，保证艾瑟尔湖的冬季平均水位直到2050年保持不变，多余的水将被排进瓦登海。在海平面和天气允许的情况下，这会通过泄水来实现。如果无法选择泄水，可以使用泵抽来保证足够的排水。为了保证此项计划的可能性，水泵将会修建在Afsluitdijk上。2050年后，我们可以选择将冬季水位稍微提高，与海平面保持一致(最多10 - 30厘米)，但前提是此举是在有必要、并且具有投入产出比合适的情况下才能进行。

艾瑟尔湖区域决议还提供了对目标水平更灵活的管理办法。这样，水务管理者就能适应预期的天气条件，在夏季供应更多淡水。如果气候或经济条件发生变化，供水量和用水量也会相应变化。最重要的是保持供求平衡。灵活的水位管理使逐步增加艾瑟尔地区的淡水缓冲区成为可能，同时也使按需节约成为可能。

灵活水位管理的第一步意味着艾瑟尔湖和马肯湖中20厘米的缓冲区可以在夏季使用。在淡水需求增加的情况下，缓冲区可以进一步扩充至40-50厘米。为了实现灵活的水位管理，冲积区域才用了灵活的布局。在2050年之后，可能需要允许更多的水在干燥期间通过艾瑟尔河流入艾瑟尔湖。此项举措的必要性将取决于那时候的气候变化。

### 莱茵-默兹决议

莱茵-默兹三角洲是河流与大海交汇的地方:较大的河流从这里流过，还有Rijnmond-Drechtsteden和西南三角洲。莱茵-默兹三角洲的水安全基础由沙质海岸、堤坝、风暴潮挡潮闸和足够的河流流动空间构成。

从长远来看，这些基础似乎是健全的。巧妙的定制土地使用规划和适应性的三角洲管理意味着可以及时并且令人满意地完成任务。就该地区的水安全而言，如何将莱茵河的水分布在瓦尔河、莱茵河下游/Lek和艾瑟尔河之间是非常重要的。因此，莱茵-默斯决议的一个内容是，到2050年为止，关于排放分配的现有协定仍然有效。在未来的几年里，我们将决定是否保留在2050年之后改变排水分布的选项。这一决议还涉及到Grevelingen湖即将面临没有缓冲河水的问题。

这项决议建议，既不要关闭Nieuwe Waterweg，也不要再在河流汇流处修建新的防洪设施。另一个声音提出，可以在2070年之后建造另一个可关闭的“开放”式风暴潮屏障，用以替代届时使用期满的马斯兰特挡潮闸（Maeslantkering）。基础设施和水资源管理部目前正在研究如何能使马斯兰特挡潮闸在2070年之前从整体上为水安全做出更好的贡献。

### 规划调整决议

规划适应决议包含在2050年使荷兰的土地使用尽可能保持气候中性和弹性的提议。所有参与市场经济政府部门和参与方都对此负有共同责任。为此，相关部门制定了《规划适应指南》和激励计划。

国家需要确保的是，最迟在2050年，重要的国家职能部门或者部分脆弱的职能部门将更好地抵御洪水。这尤其涉及电力供应、电信和IT、废水处理、饮用水供应、医疗保健、泵站和水闸、道路运输、以及使用病原体的化工企业和实验室。当地政府和水利部门应进行压力测试以了解地表径流洪水、干旱、热浪和大面积洪水的易感性。此外，我们越来越清楚的是，如何能够防止由上述原因造成的与气候有关的损害，或者在无法避免的情况下如何将其保持在最低限度。

#### 泥沙战略决议

荷兰海岸线上的沙子是一种天然的防海浪屏障。泥沙战略决议假定海岸线上的砂层平衡将保持不变，并且随着海平面的上升，海岸基础将继续与之保持平衡状态。在必要的时候，可以用喷射吹砂技术来补充维持海岸线的沙滩。但是，喷射吹砂技术不应仅仅是保持海岸线完整的一种手段：在可能的情况下，它还应促进地方和区域目标的实现，使之成为经济上可行和有吸引力的海岸。

我们需要更多的知识来更有效和更能体现成本效益地利用喷射吹砂技术。这就是为什么“边学边做”是泥沙战略决议的重要组成部分，这个战略是要通过执行试点项目、监测和调查进展、并利用结果来制定新的决议来实现的。

## 9.2 谁会受到水质下降的影响？

国家水务计划是政府层面的水务政策规划，是区域水务规划和管理规划的框架。其中一个关键的假设是“可持续性水务管理”。这意味着“尽可能适应自然进程，在必要时提供抵御，并利用机会实现繁荣和福祉”。为了实现这一目标，水必须更多地成为土地利用发展的一个指导因素。《2016 - 2021年国家水计划》进一步落实了之前的水务计划和备忘录中规定的政策。国家水务政策纲要、所需的发展、荷兰水系统的功能和保护、所需的措施和发展、集水区和易受洪水影响地区的管理计划涵盖了这些问题。在土地利用方面，国家水务计划也是一个以Dutch Planning Act为基础的结构概念。《海洋战略》和《北海政策备忘录》也是国家水务计划的一部分。



瓦登海



## 9.3 水管理计划

水务部门和Rijkswaterstaat履行职责的方式主要包含在2009年的水法（Water Act）中。该法案规定了他们的一些义务，例如制定管理计划和土地登记。管理计划应该包含发展、运作和保护供水系统所需的一系列措施。此外，就水务管理而言，立法部门为此提供了一些基本的手段，例如许可证制度、水上和水周围各种活动的一般性规则和条例，以及在洪水或干旱等特殊情况下的义务和授权。

The Water Act将于2021年与其他二十五项法案一起被纳入Environment Act。这并没有改变水务管理者的职责所在，水务部门和国家也依然负责水务管理和酌情发放许可证。但是The Water Act所使用的工具将会改变。例如，管理水务当局的条例(Keur van de Waterschappen) 将成为Waterschapsverordening（法规），水安全和水质标准将转变为“环境目标”。此外，“The Environmental Planning Act”将为气候变化，住房建设和涉及这些领域的与水有关的问题等主题创造更好的合作条件。

### 2016 - 2021年国家水域管理和发展计划（BPRW）

BPRW是对国家水务计划的细节性阐述。BPRW描述了Rijkswaterstaat将如何在2016年至2021年间管理国家水域。其中一个关键的出发点是要以宏观整体的方式对待水系统。为实现这一目标，人们将Water Framework Directive, Waterbeheer 21e eeuw (Water Management in the 21st century), Natura 2000 和三角洲计划下的水安全和淡水战略决议中的措施加以结合。BPRW是由基础设施和水务管理部创建的。

### 水务部门的管理计划

水务部门管理计划是(各省)区域水务计划的深入发展。管理计划规定了实际可达成的水务计划目标的条件和措施。水务部门的水务管理计划是由水务部门各自的管理层拟定的。

## 9.4 创新

要在资源有限的世界中适应更复杂的挑战，创新的解决办法在全世界都至关重要。全球性社会问题有很多，诸如水安全、水质、卫生、食品和发电等。水，也是其中的一部分。面对这些问题，我们有责任不断寻求更加明智、成本效益更高的解决方案。这可以通过新技术、新见解和新形式的合作来实现，其中也包括政府机构与国内外市场和研究机构合作。荷兰，通过知识和创新的联合，从整体上变得更为强大。例如，国家水和气候知识和创新方案设想在实际应用的基础研究中进行协调与合作，保证了探求知识者和最终用户直接参与。又例如，汇集资金使得从欧盟等机构筹集资金变得更加容易。还有，加固堤坝的新方法、“内陆海岸”、Nereda污水处理技术、从潮汐中捕获能量、从多方来源收集和组合数据以及使用3D技术模拟洪水情况，这些都是创新的例子。还有，使用水下排水管似乎也是一个创新的解决方案。为减缓泥炭地草甸的沉降，可以在排水渠水位以下10-20厘米安装排水管。这样，排水沟里的水就能在旱季通过排水管道渗入土地。因此，地下水位将保持在排水沟的水位，土壤将保持湿润和缺氧，这将减缓泥炭地的退化。

实现这一操作的前提是排水沟的水位必须保持足够高(这就需要额外的水)，而且排水沟的水可以渗入泥炭土壤。创新本身并不是目标，而是一种使水务管理更好、更智慧、更具可持续性，以及价格更亲民的手段。特别是在城市地区，所有的挑战都汇集于此，各方参与者也都交锋于此，创新的解决方案为使水务系统正常运转和发挥协同作用提供了新的机会。要将管理任务以尽可能具有可持续性和成本效益最优的方式付诸实践，创新，是这其中的关键所在。



# 10

## 应急响应

Ramspol充气坝

紧急情况和灾难形式与规模各不相同。最严重的紧急情况是与水安全相关。但水资源短缺和水质问题也可能导致紧急情况，造成令人不快的后果。如果出现水量过多或过少的威胁，国家水分配协调委员会National Water-Distribution Co-ordination Committee (LCW)或国家防洪协调委员会the National Flooding Co-ordination Committee (LCO)会酌情采取行动。如果是因排放或溢出而引致大规模水污染，则需要国家环境协调委员会the National Environmental Co-ordination Committee (LCM)采取行动。这些国家协调委员会National Co-ordination Committees都位于莱利斯塔德的荷兰水务管理中心(WMCN)。这是荷兰供水系统最重要的知识和信息中心。荷兰所有的水务管理者都在WMCN的麾下开展工作。

### 10.1 洪水

水务管理人员通过不断监测水位、波浪、由于风力和堤坝作用引起的水位上升，以及通过这些因素进行预测趋势来监督水安全。一旦超过了特定的限制，他们就会发出警报。在存在潜在危机的情况下，国家防洪协调委员会LCO会汇集水务管理人员、皇家气象局（KNMI）、Waterkamer agency和荷兰公共工程和水务总局危机协调小组提供的信息，起草一项全国水情报告。全国水情报告会送交水务管理者及其他有关人士。此外，荷兰公共工程和水务总局的总工程师/交通和水务管理主任是以国家主管和荷兰公共工程和水务总局的总干事身份接受咨询意见和建议的。



适当的早期预警意味着可以采取避免地表径流或广泛的洪水，又或者可以减轻损害。当以大量颜色编码的警告(如皇家气象局使用的各种颜色标识)向人群发出警报时，则可以使高水位带来的威胁变得明了。

从黄色警报开始，WMCN向水务局，地方当局，国家公共工程和水务总局和其他有关方面提出警告。接下来，他们会采取措施，例如关闭堤坝上的所有开口、安全闸门和一些防洪闸门，以及从没有保护的区域转移牲畜和车辆。黄色警报证明还没有任何迫在眉睫的洪水危险，但是在没有保护的区域可能会遇到被洪水淹没的码头或河漫滩这些情况。即使在黄色警报生效之前，WMCN也会向某些区域发送预警（例如Hollandsche IJssel防洪闸，Oosterschelde防洪闸，Ramspol充气坝）。一旦黄色警报转为橙色警报，所采取的步骤变会得更加密集。此时的堤坝处于监控之下（以便于任何潜在的薄弱点都可以迅速修复），马斯兰特挡潮闸（Maeslantkering）可能不得不关闭；而在更容易受到影响的区域，例如Kampereiland（Kampen附近），抗洪的预防性保护措施，比如沙袋等障碍物，必须已经到位。如果警报级别上升到红色，这意味着即将发生洪灾，“security regions”（区域性紧急事件协调小组）的

作用变得更加突出。如果情况严重，他们可能会决定疏散当地居民。根据地区的不同，黄色警报可能每年发出一次，橙色警报每五年发出一次；但是，红色警报则是非常罕见的情况，就像1953年在荷兰西南部，或者1993年和1995年在默兹和莱茵河沿岸发生的洪灾。与此同时，防洪措施得到了充分的加强，使得这种情况最终导致洪水的风险非常低。尽管发生洪灾的风险很低，但国家公共工程和水务总局的政策侧重于提高公众对潜在威胁的认识。疏散一个地区的决定，很大程度上取决于当地居民的反应。如果当地民众做好充分准备并意识到潜在威胁，那么疏散成功的可能性就更大。如果发生“垂直疏散”（在不离开该区域的情况下寻求更高的地面），理想情况下，人们应该准备好应急包并等待。在“水平疏散”（离开该区域）的情况下，人们应该事先知道逃生路线，并且了解疏散会持续多长时间。

## 10.2 水资源短缺

与高水位的情况一样，我们建议采取适当的措施以应对有可能发生的水资源短缺。不过，由于水资源短缺往往会经历很长的发展期，所以人们有更多的时间来进行准备。一旦受到水资源短缺的威胁，水务管理人员首先需要采取一些较小的措施，例如在水闸操作期间节水(开闸时尽可能吞吐更多的船只)，回收水闸水，并通过泵站从较大的河流中抽供额外的水。这些措施是由“优先级排序”(参见第58页的图)控制的。

WMCN负责监测夏季的干旱情况。在这方面，对水位、排水和降水进行预测是很重要的。一旦存在水资源短缺的潜在风险，国家水分配协调委员会LCW就会采取行动。在干旱期或低河流流量期持续不断，而对水资源的需求又超过可供应的情况下，WMCN负责管理“干旱监测”：描述当时情景、预测内容和采取的步骤。

## 10.3 突发污染

如果荷兰，北海和荷属加勒比群岛的地表水受到污染，国家环境协调委员会LCM会就此提供建议和意见。专家们可以每天24小时不间断的提供有关环境化学，生态毒理学和核/辐射问题的建议。必要时，他们还会部署额外的专家，以协助实验室技术人员测试样品。同时，他们会建立模型来显示和预测对环境有害的物质（如石油）在地表水中的传播，从而可以进一步计算污染波的持续时间。







## 词汇表

水务行政协议

这是一项由荷兰政府,省政府,IPO, *Vereniging van Nederlandse Gemeenten*(荷兰当地政府协会)和Association of Dutch Water Authorities共同达成的协议,其目的是让水系统在条件变化,例如预期的气候变化、海平面上升、土壤沉降和表面增加之前,暨在**2015**年提前达到标准(并保持此水准)。

集水区

所有通过地表流向大海的水都会通过一个相互连接的江河溪流甚至湖泊,最后流出口或者三角洲进入大海。这个地表水聚集的区域就是集水区。

关闭水闸

关闭水闸至水不能顺流而下的状态。

脱水

从地上、地下和通过水道系统移除水。

下游

河流的下游。

富营养化

由于向水中提供养分引起某些种类(藻类)生长和(灾难性)暴发。



蒸发  
水循环的一部分，在这个过程中液体或固体形式的水转化为水蒸气。

外部水  
水位直接受风暴潮影响的地表水，在较大河流系统中流量很大时通过河道的过量水，艾瑟尔河或马肯河的涨潮时的水，或以上几种情况综合作用下产生的水。

**KNMI’14**  
气候场景描述了荷兰未来气候变化，是根据IPCC条件使用全球气候模型进行计算、以及KNMI使用欧洲气候模型进行的计算而得出的，以2014年为基准日期。

**KWA**  
耐气候水源(旧称小规模水分配措施)，由于莱茵河流域过于干燥，将淡水转移到荷兰西部的一种机制。

**Maaswerken**  
由荷兰公共工程和水务总局在默兹河“未筑堤”部分实施的方案，旨在2015年的防洪、自然发展和改善运输通道和矿物开采。

主要水系统  
主要水系统涵盖了所有由荷兰公共工程和水务总局管理的水体（咸水和淡水，即河流，湖泊，运河，瓦登海和北海）。

水资源管理  
特定区域中的水移动，被吸收、使用或消耗，以及排放的方式。在绝大多数情况下受到人为干预的影响。

管理计划  
防洪或水务系统管理的各种活动和措施概述性的计划。

**NAP**  
正常情况下阿姆斯特丹的平均海平面。与荷兰水位有关的参考数据或基面。

**Natura 2000**  
欧洲自然区域网络的总称，在Habitats Directive中有提及。

**Nereda**技术  
一种废水处理技术，将细菌以加氧方式形成颗粒并迅速形成沉淀物。

净降水量  
降水与实测蒸发量之间的差异。

基本（最重要）防洪系统  
防止外部水域的洪水的抗洪系统。

区域防洪体系  
防止区域性水体的洪水入侵。该体系运用在堤坝区域内发现的，用以防止水进入堤坝保护区后泛滥扩散。也有一些区域抗洪举措被设立在堤坝区域之前，用以保护未被堤防保护的冲积区域。

条例  
关于水务部门在保护防洪设施，水道和相关土木工程时如何运作的规定。

盐水逆流  
当海水中的高水位与河流系统中的低水流量相遇，会出现从Nieuwe Waterweg绕至哈灵水道和荷兰水道中的盐水沉积物增加的危险。这被称为盐水逆流。对于哈灵水道和荷兰水道而言，盐水从陆地方向入侵。

为河流创造空间  
荷兰公共工程和水务总局实施的计划，旨在为河流创造较宽空间，以确保即使在河流系统流量特别高的情况下水流也能顺畅通过。

盐水沉积物沉积  
水道中含盐的底质

盐化  
地表水盐度或土壤盐度的增加。

盐度梯度  
在特定距离上测量出的盐度差。

渗漏  
地下水逸出(受检测范围之外大量渗入的影响)。

开闸泄水  
通过在水道中额外放水来冲走劣质水。

在重力影响下开闸泄水  
水通过重力作用排出。

储水洼地

低洼圩田的水被释放时，水道和湖泊系统会在此相互开放连接。储水洼地还可以用于水的临时储存以排放到外部水域。

沉降

由于压实作用，收缩，建筑或堤坝的建造而导致的表面下沉。

### Water Accord

一种自愿文书，缔约方在其中确认关于个人土地领域以外的水务的协议。这里特别强调的是水量，但达成协议的问题也可能涵盖水质和生态、对抗洪地区以及抗地表径流洪水或干旱地区的保护措施。

水耗竭（脱水区）

由于水资源开发不当导致的划定自然区域内所有的不利影响，例如水位下降（地下水位），土壤水分缺乏，矿化，渗漏影响的变化以及从外部水进入系统。

### Water Framework Directive

一项旨在提高水的生态和化学质量的欧洲指令。

水务管理

一系列由研究，规划，土木工程和行政措施组成的综合体，旨在尽可能有效地制定与地下水和地表水相的综合管理计划。

水系统

水系统地理上划定的地表水体，包括与其相连的地下水、地面和河岸或海岸。还包括生活在水系统中的群落和所有相关的物理、化学和生物过程，以及与大气的相互作用。

### 21世纪委员会Waterbeheer 21<sup>e</sup> eeuw

在20世纪90年代末，the Commissie Waterbeheer 21<sup>e</sup> eeuw（21世纪委员会的水务管理委员会）确定了当时的水管理系统不具备应对未来的发展的能力。在Anders omgaan Met水务资源政策备忘录（2000年）中，政府建议进行过渡，在这期间，应该给予河流更多而不是更少的空间。新战略是指保留，储存和排放水。这项政策是为Maaswerken和“为河流创造空间”项目而形成的。

堰

拥有固定或移动的结构，可用于增加或调节上游的水位。



Paterswoldesemeer



## 版权说明

《荷兰水管理》：荷兰基础设施与水管理部公共工程和水务总局和相关水董事会联合会联合出版  
未经许可，不得转载、复制本出版物任何内容。  
该文档以2009年版本为基础更新。

该文档电子版可从以下地址下载：

[www.helpdeskwater.nl/watermanagement](http://www.helpdeskwater.nl/watermanagement)

如需更多信息请联系：[helpdeskwater@rws.nl](mailto:helpdeskwater@rws.nl).

2019年4月

