

城市水问题新解译

荷兰水城的设计与管理

.....

MORE URBAN WATER DESIGN AND MANAGEMENT OF DUTCH WATER CITIES

〔荷〕 弗朗西娅胡梅尔 沃凡德托恩弗托夫/著
王明娜 陆瑾 刘家宏 KHU Soon-thiam 魏怀斌 邵薇薇/译



科学出版社

城市水问题新解译：荷兰水城的设计与管理

[荷] 弗朗西娅胡梅尔 沃凡德托恩弗托夫/著
王明娜 陆 瑾 刘家宏 KHU Soon-thiam 魏怀斌 邵薇薇/译

科 学 出 版 社

北 京

图字: 01-2016-6217

内 容 简 介

本书系统介绍了荷兰的水与城市形成之间的关系,以及不同历史时期水在城市中的存在形式与功能;分析了当前城市面临的发展机遇和城市水问题,介绍了不同城市采取的解决方案,总结提出综合城市水问题与城区的恢复(改造)、保存(整合)和更新(重组)计划的城市规划指导方针,同时与韩国、日本、德国等国家的城市水规划国际经验进行比较,展望了未来气候变化情景下城市的应对策略。

本书既可供城市规划、水利水电、水文与水资源、资源环境等专业的师生学习参考,也可供从事城市规划、海绵城市规划等相关工作的管理人员及工程技术人员阅读参考。

More Urban Water: Design and Management of Dutch Water Cities edited by Fransje Hooimeijer and Wout van der Toorn Vrijthoff.

Copyright© 2008 Talor & Francis Group, London, UK.

All Rights Reserved.

Authorised translation from the English language edition published by CRC Press, a member of the Taylor & Francis Group.

本书封面贴有 Taylor & Francis 防伪标签,未贴防伪标签属未获授权的非法行为。

图书在版编目(CIP)数据

城市水问题新解译:荷兰水城的设计与管理/(荷)弗朗西娅胡梅尔等著;王明娜等译. —北京:科学出版社, 2017. 2

书名原文: More Urban Water: Design and Management of Dutch Water Cities
ISBN 978-7-03-051714-2

I. ①城… II. ①弗…②王… III. ①城市用水-水资源管理-研究-荷兰
IV. ①TU991.31

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 024888 号

责任编辑: 王 倩 / 责任校对: 邹慧卿
责任印制: 张 伟 / 封面设计: 无极书装

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

北京京华虎彩印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2017 年 2 月第 一 版 开本: 720×1000 1/16

2017 年 2 月第一次印刷 印张: 12 1/4

字数: 300 000

定价: 98.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

目 录

0 研究区区位和范围	1
1 介绍：变化背景下的水	2
1.1 引言	2
1.2 气候变化	5
1.3 荷兰的水与地	6
1.4 水管理局的组织结构	7
1.5 给水以空间，而不是阻水	9
1.6 机制政策框架	9
1.7 城市水资源管理	11
1.8 扩大蓄水能力	13
1.9 空间层面的方法	13
1.10 成本和经费来源	16
2 水在城市中的形式与职能	19
2.1 概述	19
2.2 水镇的基本类型	20
2.3 水镇的扩展	29
2.4 城市的序章	34
2.5 两战间圩田的扩展	37
2.6 战后时期的水镇	42
2.7 荷兰的历史优势	47
2.8 展望未来：2035 年的鹿特丹水城	48
3 当前城市的设计问题	54
3.1 概述	54
3.2 战前城市的情况	54
3.3 战前城市的结构	56
3.4 战前城市问题——按主题分类	65
3.5 战前城市的问题	70
3.6 战后城市的情况	70

3.7	战后城市扩展	71
3.8	战后城市采取的普遍做法	72
3.9	重建战后城市的新机遇	73
4	现有城市的水问题	79
4.1	概述	79
4.2	水流	80
4.3	指导性原则：全面性和可持续	89
4.4	指导性模式	91
4.5	规划过程中的水问题	95
5	历史市中心的水：转变	96
5.1	概述	96
5.2	乌德勒支的卡特琳（Catharijne）长廊水道	96
5.3	布雷达，旧港口	104
5.4	东部城市中心——代尔夫特	112
5.5	结论	121
6	将更多的水引入地市，从1850~1945年：加固	123
6.1	概况	123
6.2	鹿特丹的博物馆公园	123
6.3	海牙的佛格韦克区	132
6.4	结论	139
7	战后城市水问题：结构调整（重建）	141
7.1	概述	141
7.2	代尔夫特市的波普塔霍夫区	141
7.3	多德雷赫特市的威尔韦克区	148
7.4	哈勒姆市的斯哈尔克韦克区	154
7.5	结论	162
8	国际经验比较	164
8.1	概述	164
8.2	首尔（韩国）	164
8.3	东京（日本）	168
8.4	鲁尔地区（德国）	176
9	结论	181
	参考文献	185

0 研究区区位和范围

本书研究区区位和范围如图 0.1 和图 0.2 所示。



图 0.1 莱茵河三角洲

资料来源：Vijfde Nota over de Ruimtelijke Ordening, 2000



图 0.2 本书案例所讲到的荷兰城市

资料来源：Vijfde Nota over de Ruimtelijke Ordening, 2000

1 介绍：变化背景下的水

1.1 引言

荷兰有大约一半的陆地面积位于海平面以下，这使它在人口定居方面不那么具有吸引力。罗马人有很好的理由称他们曾占领的这个省为“日耳曼低地”。尽管如此，人们还是在这块儿后来成为“荷兰”的土地上定居了下来。最初的定居点建在天然的高地上，水在他们的生活中是重要因素。一方面水运是运输货物的重要方式，另一方面，水道为人们提供饮用水，同时污水也被排放到同一水道中，图 1.1 是阿姆斯特丹的城市水道。



图 1.1 阿姆斯特丹“运河之环”

资料来源：Fransje Hoolmeijer

随着应用技术的创新，荷兰开始在低洼地区发展起来。这样做的动力主要来自于 19 世纪荷兰经济的快速发展，以及伴随着农业和商贸社会向工业化社会转变的人口增长。-

在 19 世纪荷兰城市扩张的规划中，仍然可以看出最初为适应城外农业发展所进行的结构设计。出于卫生的原因，这一时期的另一项创新是饮用水供应与污

水排放的分离，以及将城市供水系统埋入地下，保持地面干燥。水链（饮用水、污水的处理）从水系统（雨水和地表水）中分离出来并在此后得到不断发展。

第二次世界大战后，荷兰的城市得到前所未有的扩张。事实上，目前约有75%的城市区域是战后^①建设的。新的土地清理技术使土地开发者从基于农业的土地结构和地域特性中解放出来。

荷兰拥有一套先进的城市供水系统，并且已经使用了几个世纪，适合直至目前还相对稳定的气候环境。但近年来气候变化越来越明显，给城市供水系统施加了压力。此外，城市化本身增加了防洪的风险，而可持续发展的经济带来了人民生活水平的提升，这就使得人们更不愿意接受这种风险了。荷兰面临的九个水问题如图 1.2 所示，自公元以来近 2000 年荷兰的自然沉降如图 1.3 所示。

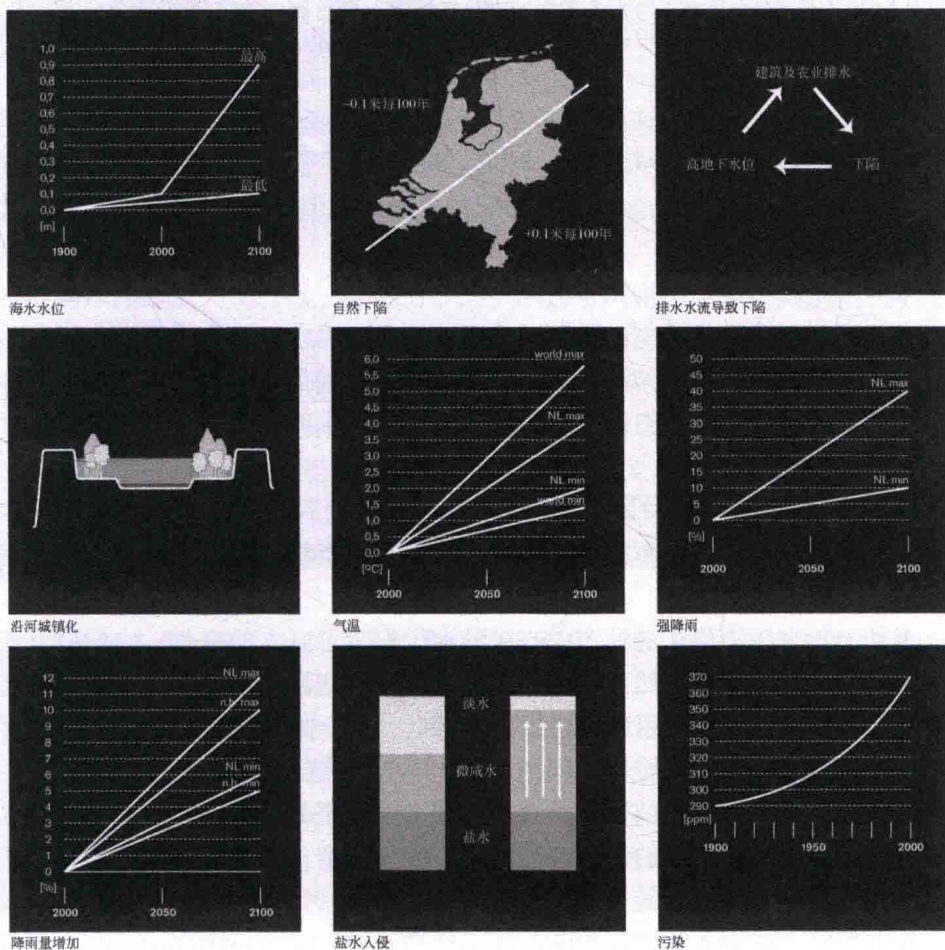


图 1.2 荷兰的九个水问题

资料来源：Hoolmeijer et al. , 2005

① 以下除特殊说明，战后均指第二次世界大战后。

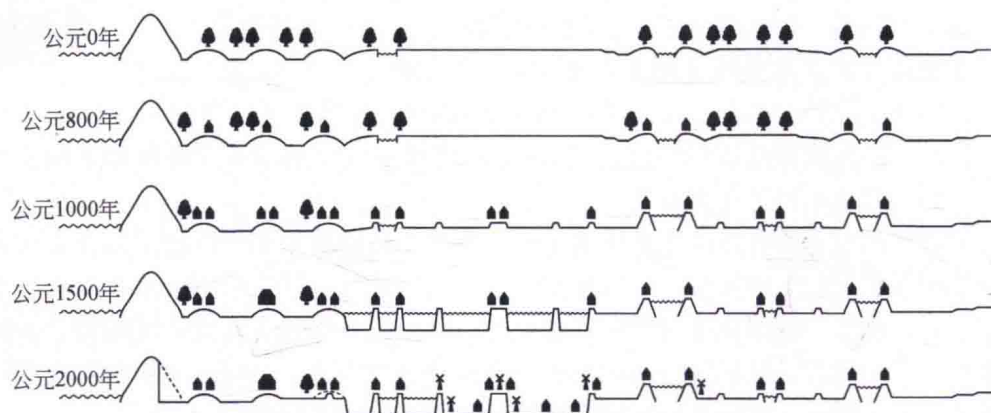


图 1.3 一系列剖面呈现了荷兰的自然沉降

资料来源：Hoolmeijer et al., 2005

水系统面临着更大的挑战，城市居民的生活环境也面临着空间调整。然而，这种调整在城市的不同区域是不一样的。例如，历史悠久的城市中心区与建成于1850~1940年的城区部分，其空间特征是不同的，但两者又与1945年战后建成的居民区完全不同。

水并不是城市空间结构调整的唯一决定性因素，另一个决定性因素是城区的市场地位。战后建成的住宅已不能满足当下的市场需求，这意味着原有的住宅区需要规划重组。有时重组涉及拆迁和新建，有时是对仍然可用的住宅和公共空间进行用途调整和扩建。重组的成本，通常包括城市水问题解决方案，最终合并成一项新的金融业务。

1850~1940年建造的社区，其市场定位要比战后建造的社区好。不需要进行大幅度的重新定位，也不需要更改建筑属性和城市结构，但在城市用水方面仍有很多工作要做。

近几十年来历史悠久的城市中心区的地位发生了巨大的变化。它曾经是所有市政服务最集中的地方，然而城市规模的扩张和可达性需求造成原来坐落于老城区的企业和机构的大规模重组。在发展的同时，公众的文化遗产保护意识也在迅速崛起。文化维度及其对城市的识别意义主导了城市历史中心的轮廓。城市的历史身份锚定于建筑和城市结构中，而水的意义始终至关重要。为了使历史悠久的老城区成为城市实质展示的窗口，必须进行区域转型，这就需要一种与物业所有制结构和城市细粒本质相兼容的小规模干预方法。

本书着眼于城市水问题和物业与城市结构升级的综合解决方法。从市场的角度来看，城市升级可以根据区域的类型，通过干预方法的性质和规模来分类。目标是提出综合城市水问题以及城区的恢复（改造）、保存（整合）和更新（重组）计划的指导方针，其重点在于空间性、功能性和财政可行性。

根据第1章主要介绍的城市水问题；第2~4章在更广的范围内讨论城市用水的特点，在现有的城市和具体水问题的基础上讨论城市发展；第5~7章在改造、整合和重组三位一体的框架下进行案例分析。

1.2 气候变化

一些观察家提出了一个清晰但暗淡的情景：随着地球升温，海平面将大幅上升。此时，极地地区会吸收更多热量，削弱温暖的墨西哥湾流，使欧洲明显变冷。

北极的冰会先融化。这时海平面还不会发生变化，因为冰比水体积大。海水盐度的降低将改变水流。最近的预测结果显示，截至2070年，海平面将上升大约0.6米，这主要归因于大海及大洋中水量的增加。一旦南极和格陵兰岛的陆冰融化或崩塌，随着水量的增加，海平面将大幅升高。南极和格陵兰岛的陆冰储量如此之大，如果全部融化，理论上，海平面将上升69米。本书中不对这种情景进行讨论。亚特兰蒂斯场景包括由于海水增加，给冰施加了压力，造成部分陆冰崩塌。

现在的问题是，气候正处于一个短期的波动内，还是在很久以前就开始的一个长期波动的过程中？为了寻求答案，挪威极地研究所的泰耶·罗宁（Terje Loyning）研究了古老的航海日志、关于船的日志和航海图，其研究时间可追溯到1553年。这些使他得出结论，北极冰层在工业革命之前就已经处在消融中了。这是一个自然的变化过程，当然也可能与人类活动有关。

联合国政府间气候变化专门委员会（IPCC）也对温度波动进行了研究，他们的结论是：全球平均地表温度自1861年以来一直在增长，20世纪以来增加了 0.6 ± 0.2 摄氏度（IPCC, 2001）。

虽然研究人员已经开始研究现象背后的原因和背景，普通民众却不得不面对现实。事实指向一个明确的结论：气候变化非常显著，且不仅仅局限在特定的区域内，而是全球范围都可以观测到，尽管不同区域其作用效果不同。

荷兰不仅将面临着降雨量的逐年上升，更重要的是还将面临降雨模式的改变，集中效应意味着更多的本地短时暴雨。这种模式会导致更高的峰值负荷，可能超出城市水管理处理的设计能力。同时，内城区越来越大的铺砌面积削弱了这一处理能力。因此，城市居民现在经常面临着雨水泛滥问题，如淹没地下室，或部分城市暂时无法获取基础供应。因此必须加强市区的雨水收集和处理能力，以应对更大的降水和峰值负荷。本书分析采用的四种气候情景如图1.4所示。

采取的应对措施可能是大规模的，因此有必要摸清问题的性质和规模。这里，可用气候情景来明确荷兰未来所要面临的形势。

2050年		G	G+	W	W+
西欧空气循环变化		无	有	有	无
冬天	平均降雨	+4%	+7%	+7%	+14%
夏天	平均降雨	+3%	-10%	+6%	-19%
夏天	蒸发	+3%	+8%	+7%	+15%
海平面	绝对升高	15~25厘米	15~25厘米	20~35厘米	20~35厘米

图 1.4 荷兰采用的四种气候情景

①G = 中度，2050 年相比 1990 年地球温度上升 1℃，西欧没有空气循环模式的变化；②G+ = 中度+，2050 年相比 1990 年地球温度上升 1℃，+更温和湿润的冬季（更多的西风引起），+更温暖和干燥的夏季（由更多的东风引起）；③W = 温暖，2050 年相比 1990 年地球温度上升 2℃，西欧没有空气循环模式变化；④W+ = 温暖+，2050 年相比 1990 年地球温度上升 2℃，+更温和湿润的冬天（因为更多的西风），+更温暖干燥的夏天（因为更多的东风）

资料来源：KNMI

1.3 荷兰的水与地

荷兰有句古话“上帝创造了世界，但荷兰人创造了荷兰”。在罗马时代，有一半以上的荷兰国土覆盖着泥炭，无法通行，交通不便。使得这个国家想要变得宜居和适合城镇化需要付出相当大的努力：需要建设堤防、水坝、水闸和排水系统。1100~1700 年，荷兰由天然的、不断变化的湖泊、沼泽、河流和溪流组成的自然水系统发展成为先进的水资源管理系统。

改进的泵送技术使圩田排水成为可能。该项技术可以抽干浅水湖泊，得到的土地最初用于农业。抽水风车和蒸汽泵站的到来加速了土地复垦，所涉及的土地一般处于海平面几米以下。新土地的城市化最初受到排水不畅的阻碍，直到 19 世纪中叶蒸汽泵站的引入，先进的水资源管理制度才得以建立，随后，新土地上开始建设城市。

在 19 世纪末期，快速城市化迅速遍及整个欧洲。城市化往往伴随着卫生问题，要求以地下管网系统替换原来的开放式下水道系统，同时需要管网提供清洁的饮用水。

荷兰构成了欧洲西北部的三角洲。20 世纪 90 年代的强降雨不但在荷兰，而且在欧洲其他地方都引发了洪水，因为超出了圩田和河流的排水能力。在 21 世纪初，精心修复的世界文化遗产德累斯顿（被称为“北方的佛罗伦萨”）差点被易北河创纪录的高水位吞没。荷兰也被海水威胁着，海平面的上升已经引发了关于“加高海岸防御”需求的新一轮辩论（Ministry of Transport, Public works and Water Management, 2004）。

相比上游国家，荷兰的优势在于其位于一个三角洲平原上，因此流过边界的水可以被有效划分。同时，荷兰拥有足够的空间蓄水。然而在冰期，形势急转直下，在很多画作中都可以看到浮冰破坏堤防的画面。

欧洲大多数洪水问题都发生在山区和平原之间的过渡地带，如布拉格和德累斯顿。如果一条河流被迫穿过一条相对狭窄的通道，在下大雨时，河流水位就会大幅上升，水会为自己找到一条通路。在城市沿河岸开发的地区，水最终会漫过街道和建筑物。

荷兰的另一个困难在于它是河流入海的地方，这种相互间的作用可能是极大的。

1.4 水管理局的组织结构

在中世纪早期，居住在荷兰西部的沼泽芬兰德地区的农民不得不依靠挖沟渠来排水，将水排入河流或人工水道。

11 世纪，人口开始增加，现在荷兰南部和西部乌德勒支的很多地区都是那时快速开垦出来的。这个过程要求土地使用者进行合作，土地开垦通常是一个村的事情。

早期的水管理部门是村庄日常业务的一部分，受村委会的监督。这一机制良好运行的前提是村民作为土地业主并自己使用土地。

然而之后出现了利益分歧：由于土地的出租，来自村外的人也牵涉其中。为保护土地可用性，其必要的排水和防洪工程被视为只对土地实际拥有人受益。因为土地所有者和承租人不在同一村社区，村委会不再能代表实际（或实益）拥有人，他们开始形成能够保护自身利益的联盟——水务局。这些水务局是随着水资源管理问题的出现而临时创建的，管理一定小区域内的事务，每个水务局都有自己的规章。每次修建一个新的堤防或水闸时，实际（或实益）拥有人之间都会达成一个协议。当出现新的问题时，他们会做出新的规章，成立新的水务部门。政府有时参与这一进程，特别是影响国家利益的重大项目，如建设和维护海堤。然而，小规模工程很大程度上是私人事务，这种情形一直维持到 19 世纪。

在法国统治期间（1795 ~ 1813 年），人们达成了一个共识，即水管理机构应是一个公众机构。法国统治期结束后，1814 年荷兰基于法国的模式制定了一个水管理工程师教育计划，并成立了水管理部。19 世纪荷兰成立了国家水资源管理机构，各省也有了自己的水管理部门，监督和协调其境内数不胜数的小区域水务局。

这些小区域水务局逐渐关闭、合并，或彼此重新划分。这一合并过程在 1992 年《水务局法》颁布后进一步加快。《水务局法》规定所有的荷兰居民都在水资源管理中享有权益，实施控制，并为适当的水资源管理支付费用，而具体的水资源管理工作由区水务局承担。

1.4.1 荷兰交通、公共工程和水管理部的任务和职责

荷兰交通、公共工程和水管理部为国际标准质量的水及其安全运输提供永久保护，其宣传口号是“信任水，日渐亲近水”。它制定创新政策，并负责实施和执行。其最重要的关注点是荷兰的可访问性、安全性和宜居性，并适当考虑公众、企业和其他主管部门的责任。

该部与水有关的最重要的两个子部门是水务总司和公共工程与水管理总司。水务总司负责防洪和水质；公共工程与水管理总司指导国家水政策的执行，负责国家水道、防洪、水质，以及全国水网上交通工程的维护、管理和建设。

该部于2003年推出了公共活动“荷兰，与水共生”，活动采用了多种宣传方式，如电视和广播节目、海报、广告和互联网。其目的是提高公众对荷兰水问题的认识，推广新政策，这些已经写入政府备忘录——《21世纪的水政策》。除了防洪，另一个重点领域是水质，因为充足洁净的水源是人类、动物和环境不可或缺的。因此，荷兰交通、公共工程和水管理部制定政策以保证水资源的可持续利用，每天检查水样，以了解水质状况，发现问题时采用“污染者付费”的原则进行处理。由于河流不会在边界线静止，所以在保证水的质量方面，荷兰与其他国家有着密切联系。

1.4.2 各省水资源管理部门的任务和职责

连同公共工程与水管理总司及区水务局一起，省级政府应确保河流、沟渠、湖泊保持通航，有健康可游泳的水，生活和工业污水必须达标处理，地下水保持在正常的水位上。气候变化将会带来更高的降雨频率和更大的雨量，政策已根据这一预期进行调整，需要与不同层级的伙伴合作，这种合作关系已写入《国家水资源管理协议》（*National Water Management Agreement*, NBW^①）。

荷兰分为17个集水区。省级政府、市政府和区水务局为所有的集水区制定了区域水计划，称为集水区蓝图。其指明了可蓄水区域和其他实际措施，如河流的恢复。省级政府还制定了集水区蓝图。当局已经为水提供了存蓄空间，不需要把过量的水问题从一个地区转移到另一个地区。

1.4.3 区水务局的任务和职责

区水务局的传统职责是建造堤坝和调节水位。除了防洪和水量的管理，区水

① NBW 是荷兰文（*National Beheersovereenkomst Water*）缩写。

务局也参与了地表水的质量管理。污水通过下水道系统进入由区水务局运行的污水处理厂。区水务局还负责暴雨消解，以防止建筑物和农田浸水。区水务局需保证地表水干净，这样许多植物和动物都能够在溪流和沟渠中生活。

1.4.4 市政府的任务和职责

市政府有责任确保城市具有良好的排水和防洪设施。城市街道下面布设有精心设计的管道设施以收集污水。雨水和生活、工业污水一起被收集和排放到污水处理厂。市政府管理私有物业之外的所有排水，包括清洗、检查、升级和更换排水渠。相关的管理费用根据所处市区不同而有所不同，有些从排污费中支付，有些从房产税中支付，或两者都支付。

雨水问题促使市政当局寻找城市中积水的解决方案。该解决方案已写入水计划，其中市政当局提出了如何管理水资源的观点，在保证或改善水质，提高城市中水的主观体验之外，给水以空间是另外一个重要方面。

1.5 给水以空间，而不是阻水

过去，荷兰对水的防守一直立足于“暂时把它留住”的原则。1953年的洪水后，荷兰的海防能力大大提高，所有堤防均加高以防止类似洪灾事件的再次发生。1993年年底和1995年年初，荷兰面临着主要河流的高水位问题。沿着莱茵河居住的200 000人口曾在1995年被迫疏散。人们想到的第一个建议是再次加高堤坝，而这将是非常昂贵的。

好在之后形成了一个观点，即在峰值负荷时给水以空间可能是一个更好的选择。荷兰最近发现了一部分多余的农业用地，其缘于欧洲整体的调整。让这部分土地偶尔蓄洪，要比建坝便宜得多。因此，政策背后的原则改成了“给水以更多的空间”，而不是堤防加固。同时其指定了紧急溢流区——在高水位时可以在受控条件下被淹没的区域。这一措施的主要目的是保留和蓄存，之后才是排水。同样的原则在制定城市区暴雨处理战略中也得到应用，其目的是保留和蓄存。

1.6 机制政策框架

荷兰过去应对气候变化和海平面上升的措施主要是依据国家政策——《国家水资源管理协议》。当前公众已广泛认识到水问题的规模和紧迫性，其中一个成果就是“欧洲水框架指令”，它对2000年后的生态和水质加以立法。2006年还

颁布了“洪水指令”。城市区也已引入了水质监测试验。

“欧洲水框架指令”强制要求欧盟成员国的生态环境和地表水达到质量标准，每个流域都要有行动。荷兰分为四个河流流域，埃姆斯河流域、莱茵河流域、马斯河流域和斯海尔德河流域。“欧洲水框架指令”要求成员国为每个流域和子流域制定管理计划。“欧洲水框架指令”的目标必须在2015年实现，可延长到2027年。

荷兰已经绘制了17个集水区的蓝图。蓝图包含一个水任务纲要，分为短期（2015年）和长期（2050年）两个部分。水任务纲要指定了每个集水区创建足够蓄水空间所要采取的措施。流域管理计划（RBMP）详细介绍了应采取的措施，并规定在2009年前要被采用。

欧盟委员会的“洪水指令”要求所有欧盟成员国确定全部地区洪水泛滥的危险，确定各流域的防洪措施。该指令还禁止任何成员国增加其他成员国洪水风险的可能。这种“非转移原则”对荷兰来讲尤为重要。

如果该指令生效，其中包括非转移的原则，那么德国、法国和比利时将不能随便加高它们的堤坝，因为这样做会导致多余的水流过荷兰边境。任何加高堤坝的行为，这些国家都不得不征求荷兰的意见。“洪水指令”给荷兰提供了一个更清晰的视野——上游正在采取哪些措施。然后荷兰就能更好地估算洛比斯和埃斯登的最大放水容量。

《面向21世纪的国家水政策》于2001年生效，它是荷兰政府机构、省级机关协会（IPO）、区水务部门联盟和荷兰市政协会（VNG）间的协议。《国家水资源管理协议》于两年后达成。《国家水资源管理协议》的其中一项规定是，2006年上半年各城市相关部门必须制定城市供水计划，与水务局在集水区的蓝图框架内共同完成该计划。

城市供水规划解决了城市水资源管理的定量和定性问题。荷兰市政协会（VNG）和水务委员会协会（UVW）共同提出了《城市供水规划指南》，并提供了以下城市供水规划结构（TeLindert, 2005）。

- 水量。本部分规定了城市供水管理的定量方面，其中洪水是主要问题，涉及城市地下水问题和下水道系统的性能。
- 水质。该模块描述了水资源管理的质量方面，部分基于水框架指令。
- 建设环境中的水。在城市区域，水资源管理是如何规划和执行的，它对市政组织产生什么样的影响？
- 城市地下水。地下水水位及其控制在水系统中非常重要。现有市区地下水水位的允许波动幅度往往较小。
- 水系统和水链（请参见1.7节相关内容）之间的关系，特别是与排水的关系。雨污分离的排水政策也得到了解决。这项政策的目的是将雨水排水与污水管

网分离，以形成独立的系统。

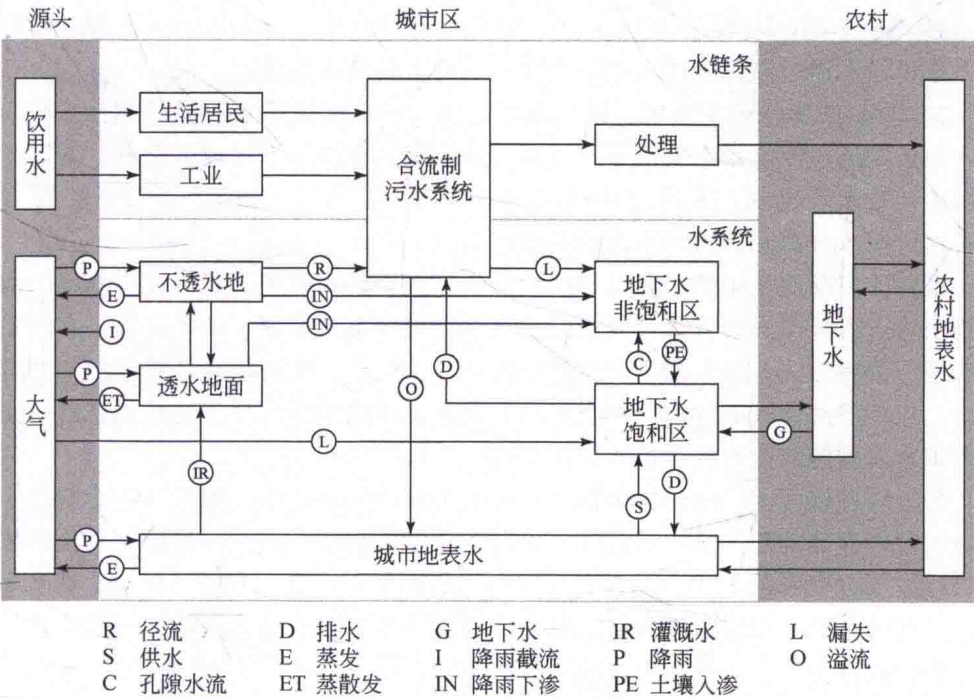
- 城市水资源管理中的控制和维护。

自 2005 年以来，市级政府已被强制要求把自己的城市规划提交给集水区水务局，以开展水试验。水试验的目的是在城市空间规划和决策的初期阶段就考虑水问题，需要水资源管理人员参与咨询。因此，它不是一个回顾性测试，而是为了确保水资源管理人员在每个项目开展的初期就能做出积极的贡献。水试验的目的是有效地应用和执行现有的水资源管理和空间政策，而不是制定新的政策。

水试验的最大好处是在项目启动的初期阶段就可以得到项目创始人和水资源管理人员的共同努力，获得水资源管理人员的建议，在项目中明确考虑水问题。

1.7 城市水资源管理

城市水资源管理是一个复杂的水流动系统，需要区分五种类型的水：雨水、饮用水、污水、地下水和地表水（图 1.5）。



城市水资源管理分为两部分：一是饮用水供应，通过下水道进入污水处理厂

的水链；二是城市地表水和地下水的水系统。城市水资源管理涉及两种来源的水，大气水和饮用水。污水处理厂通常都向城外排放污水。

荷兰的一个典型特征是平均每年有 100 毫米的水直接或间接地从主要河流进入圩田，这些水对于维持水道中的水位是必要的。对于像鹿特丹和阿姆斯特丹这样的城市尤其如此，因为木质地基桩绝对不能因为缺水而干掉。一般来说，夏天的水位比冬天高。让水进入市区，使运河得到顺利冲刷变得越来越普遍。如果运河水不被冲刷，水质将恶化到难以忍受的程度。城市地表水通常与农村地表水分开，因为城市地区对水位波动和水质有更严格的要求，而开放连接可能造成损害。

高达 40% 的城市降雨通过地表水流入城市或周边地区。只有 23% 的降雨进入下水道，还有 30% 被蒸发。进入下水道的降雨量被大大高估，与大多数人们所想象的不同，大量的雨水成为地下水再流出城市。

雨水流动的实际途径取决于下水道系统的类型。过去最普遍的是雨污合流系统，家庭和工业污水混合雨水一起输送到污水处理厂。这种输送受流速的限制。在下大雨时，雨水先积聚在混合系统的管道、坑洼和蓄水池中，直到它们满了为止（相当于 7~10 毫米）。正由于这个原因，混合着雨水和污水的脏水带着搅起的水道淤泥通过溢流坑进入地表水中——通常是城市地表水。

20 世纪 70 年代荷兰出现了雨污分流系统。污水通过下水道排放到污水处理厂，雨水则通过雨水排水渠迅速排入城市地表水，在流入农村地区之前它被存储在城市地表水系统中。20 世纪 90 年代初荷兰进一步改进了雨污分流系统，90 年代末这种雨水分离和渗透的系统得到推广。

现在人们普遍认识到，相对干净的雨水不属于污水处理厂，应允许它通过雨水排水管进入城市河渠或地表径流，或进入城市地下水系统。由此开发了多种地上和地下渗滤方法，如渗漏田、沟槽、库房、“箱涵”和河谷是目前广泛应用的技术，包括渗透性较差的地区和有较高的地下水位的地区，尽管这些地区有着足够的排水管网能够让水慢慢进入市区运河。

每公顷硬地面上雨水的排水能力通常是 60~90 升每秒。考虑到街道提供了一定的额外存储空间，城市排放能力足以防止洪水泛滥。然而，城市河道流向农村的排放能力则有限得多：目前是 12~14 毫米每天，而以前是 15~25 毫米每天。因此大量的雨水被蓄滞在城市地表水和地下水中，这是大多数城市积水的原因。曾经这部分水量占到城市过剩水量的 3%~6%，现在一些新城区高达 6%~10%。0.9~1.2 米的回收往往意味着水位上升 0.5 米。而一场 12 小时 106 毫米的倾盆大雨，如代尔夫特（Delft）地区 2001 年 9 月的那场百年一遇的大雨，也只是引起了有限的泛滥。