荷兰鹿特丹：
提高城市水韧性

中国气候风险和适应战略合作项目
Climate Risk and Resilience in China (CRR)

德国国际合作机构与瑞士再保险
公私合作伙伴关系项目

由“中国气候风险和适应战略合作项目”出版

德国国际合作机构与瑞士再保险战略合作联盟

德国国际合作机构

中国北京市朝阳区麦子店街 37 号盛福大厦 1100 室，100125

编辑：

祁岚，GIZ

毕云青，GIZ

作者：

杨秀，清华大学气候变化与可持续发展研究院

排版：

朱正康

图片：

GIZ

联系我们：

祁岚，lan.qi@giz.de

http://climatecooperation.cn/climate-risk-and-resilience/

免责声明：

GIZ 及其作者在出版时，认为其表达的信息和此文中的内容是完善和正确的。但 GIZ 及其作者并不保证本文件中内容的准确性或完整性，对差错、疏忽概不负责。制图仅供信息参考，不代表对国界和区域边界的国际认可。 GIZ 对所提供地图的时事性、正确性或完整性不承担任何责任。对直接或间接因使用此文造成的损害不承担任何责任。对此文中提到的外部网站的内容，由相应的提供方负责。GIZ 本项目代表德国联邦经济合作与发展部（BMZ）© 北京，2020 年 6 月

目录

1. 背景与挑战 3

2. 主要做法 5

1 背景与挑战

1. 背景与挑战

荷兰约有 1/4 的国土低于海平面，海水倒灌、雨洪冲击等水患威胁着大部分地区，包括荷兰第二大城市鹿特丹。1993-1995 年，莱茵河流域的洪水比往年来得更大。受暴雨、融雪增加等影响，莱茵河及其支流水位高涨，沿线法国、德国、荷兰均有溃堤情况发生。荷兰意识到防洪面临着新挑战，传统加高堤防的做法不能保证绝对安全。虽然河堤防洪标准很高，没有溃堤，但是在当时引起了很大社会恐慌，约有 25000 人撤离了堤防后的城市。这反映出，传统水利工程随着防洪标准的不断提高，潜在风险也相应提高；一旦发生灾害，财产安全损失将比原来更多[1]。

根据“荷兰 2120 愿景：绿色发展应对灾害”，荷兰未来面临海平面上升、降雨量增加、暴雨更加剧烈等挑战[2]。近年来，荷兰水管理政策方向发生变化，从着眼于如何快速排水转换到重视创造更多水资源空间。荷兰就此提出城市适应性策略，大量研究如何在绿色空间或者城市空间里构筑新的增量容纳空间、具有韧性的水域空间，以期实现未来更多的洪水调蓄。

鹿特丹港区位于莱茵-马斯三角洲河口。气候变化导致海平面上升，增加了三角洲及滨水区的洪水风险。一方面，来自上游的水量增加；同时，因为气候变化的原因，海平面上升，从海上来的风暴潮增多；土地以每年固定的速度下沉。根据鹿特丹市的环境规划蓝图“鹿特丹气候倡议”，城市适应性策略意味着根据水资源的动态变化利用自然条件，适应变化，在整个城市空间中寻找解决方案，从而建设“海绵城市”，增强对气象灾害的防御能力[3]。

[1] https://www.rijkswaterstaat.nl/english/index.aspx
[2] The Netherlands in 2120, https://weblog.wur.eu/spotlight/the-netherlands-in-2120/
[3] Case Study Rotterdam Climate Initiative, https://www.c40.org/case_studies/rotterdam-climate-initiative

2 主要做法

2. 主要做法

1）通过圩田增加储水区域

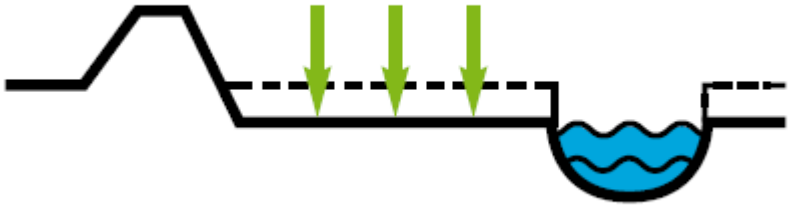
荷兰三角洲的主体是占据了国土约一半面积的低地区域，主要由泥炭和湖床圩田组成。由于圩田维护费用高昂，加之海平面上升及潮汐运动的影响，咸水向内陆圩田的渗透变得越来越远。从长远来看，部分标高较低的湖床圩田恢复成湖面似乎是不可避免的。农业会因此受到损失，但是低地地区的水平衡将得到极大改善，风景质量也将由此提升。通过三角洲地区特有的圩田形态布置，荷兰预留大量缓冲用地，部分圩田被规划为滞洪区；雨季水通过运河系统流入标高较低的圩田，形成暂时性存储，旱季则从储存区进入圩田，用于灌溉[4]。

图 1：荷兰西部乡村的圩田景观

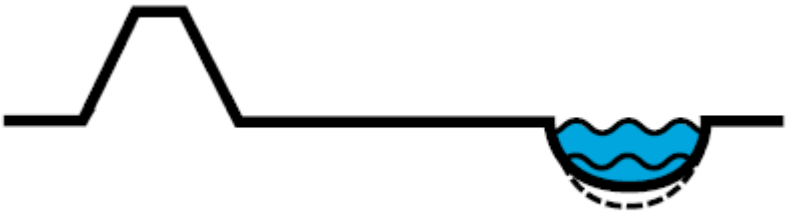
[4] 郭巍,侯晓蕾.荷兰三角洲地区防洪的弹性策略分析[J].风景园林,2016(01):34-38.

2）还河流以空间

2007 年，荷兰政府出资 200 多个亿，提出了包含 30 多个试点城市的“还河流以空间”（Room for the River）工程。这个计划的实施目标比较综合，一为防洪安全，二为空间质量，三为生态。该工程和水生态其实是相互延续的，力求超越堤防加固的单一工程手段，打造一个全新的用河体系。其具体目标不光为提升安全，还希望提升整个滨水城市的环境空间质量。工程已于 2018 年底完成，共开展了 30 多个项目，形成了“保留、储存、排水”三步策略的解决方案。其中，蓄水是最关键的环节，即通过改造河道，形成河道对降水的韧性缓冲能力。这项措施也是基于自然的解决方案[5]。



降低防洪平面



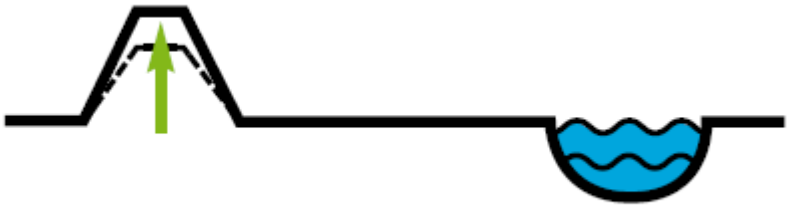
加深河床

拆除障碍

[5] Room for the River Programme, Dutch Water Sector, https://www.dutchwatersector.com/news/room-for-the-river-programme

增加洪水支流

降低防波堤



提高堤坝

后退堤坝

图 2：“还河流以空间”项目采用的多种河道改造方式[6]

[6] Spatial Planning Key Decision ‘Room for the River’, Dutch Ministry of Transport, Public Works and Water Management, 2006, http://www.swim-sm.eu/index.php/en/resources/category/33-study-tour-to-develop-the-capacity-of-prosecutors-and-investigators-the-netherlands?download=289:brochureroomfortheriver-1pdf

3）建设城市水上公共空间，兼备集水和休闲双重功能

鹿特丹城市水广场是世界上第一个由雨水收集构成的城市水上公共空间，在不同的季节提供不同的功能空间。雨天时形成蓄水空间，等城市运河有足够空间容纳水流时，再将广场水池里的水排出，变身城市公共空间。

水广场位于一个现代建筑群中央，被校舍、剧院、停车场环绕。广场的主体由 3 个作为巨型储水器的人造水池组成。

为了方便雨水汇集，设计者打造了水沟、水井、水墙 3 条“通道”。水池间由浅浅的不锈钢排水沟相连，周边街道的雨水顺着水沟流到水池内，路面就不会有积水。周边高楼屋顶的雨水通过排水管道连接到地下，然后由水泵抽到略高于地面的石台上，最后顺着水沟流入水池。水墙设在深水池内，广场周边更远处的雨水从水墙中流出，形成瀑布，最终填充水池，由此形成完整的防涝和雨水利用系统。如果在雨天来到水广场，可以看到蜿蜒的“小溪”环绕 3 个“池塘”，雨水在不同池塘循环流动，不失为别样的景致。

一直以来，很多城市的雨水处理系统不仅建设工程庞大，而且花费巨额资金。特别是在降水量较多的城市，有关部门不得不在城市地底铺满各种管道及水池，以便确保暴雨来临之时能够得到疏导。鹿特丹的水广场设计使在暴雨时节降下的雨水不必疏导至地下排水系统，而是通过雨水过滤系统引至水池当中；水池不仅可以作为蓄水处来使用，其所在的广场还可以作为人们聚会、玩耍、运动的场所。同时，现存的排水系统并不会因此而负担沉重，避免了污水直接流入到护城河和运河里的现象。

图 3：“水墙”形成水幕景观将雨水导入下沉广场

图 4：地面不锈钢导流水槽

再如，鹿特丹博物馆公园地下停车场是荷兰最大的蓄水设施。停车场下面的雨水储存库可储水 1 万吨，大雨来临后半小时内就能将 1000 万升的雨水引入储存库。雨停后只需 10 小时，储存的水就能全部被水泵抽干，输送到下水系统，最终进入污水厂处理[7]。

图 5：鹿特丹博物馆公园

[7] 国际经验 | 荷兰鹿特丹采用适应性策略精细管理城市水资源，搜狐网，http://www.sohu.com/a/328007810_99899283，2019-7-19

4）绿色屋顶，智能有效利用水资源

从高空俯瞰鹿特丹，可以看到很多绿色屋顶。它们不仅装点了城市的天空，更像一块块海绵，吸收雨水，缓解暴雨时的雨水排放压力。鹿特丹拥有 14.5km^{2}面积的屋顶，其在储水、生物多样性、可再生能源等方面具有巨大潜力。未来鹿特丹计划修建 1 万 m^2、可安装 1.25MW 可再生能源的黄色屋顶，以及 8 万 m^2、可储水 2000m^{3}水量的蓝色屋顶[8]。

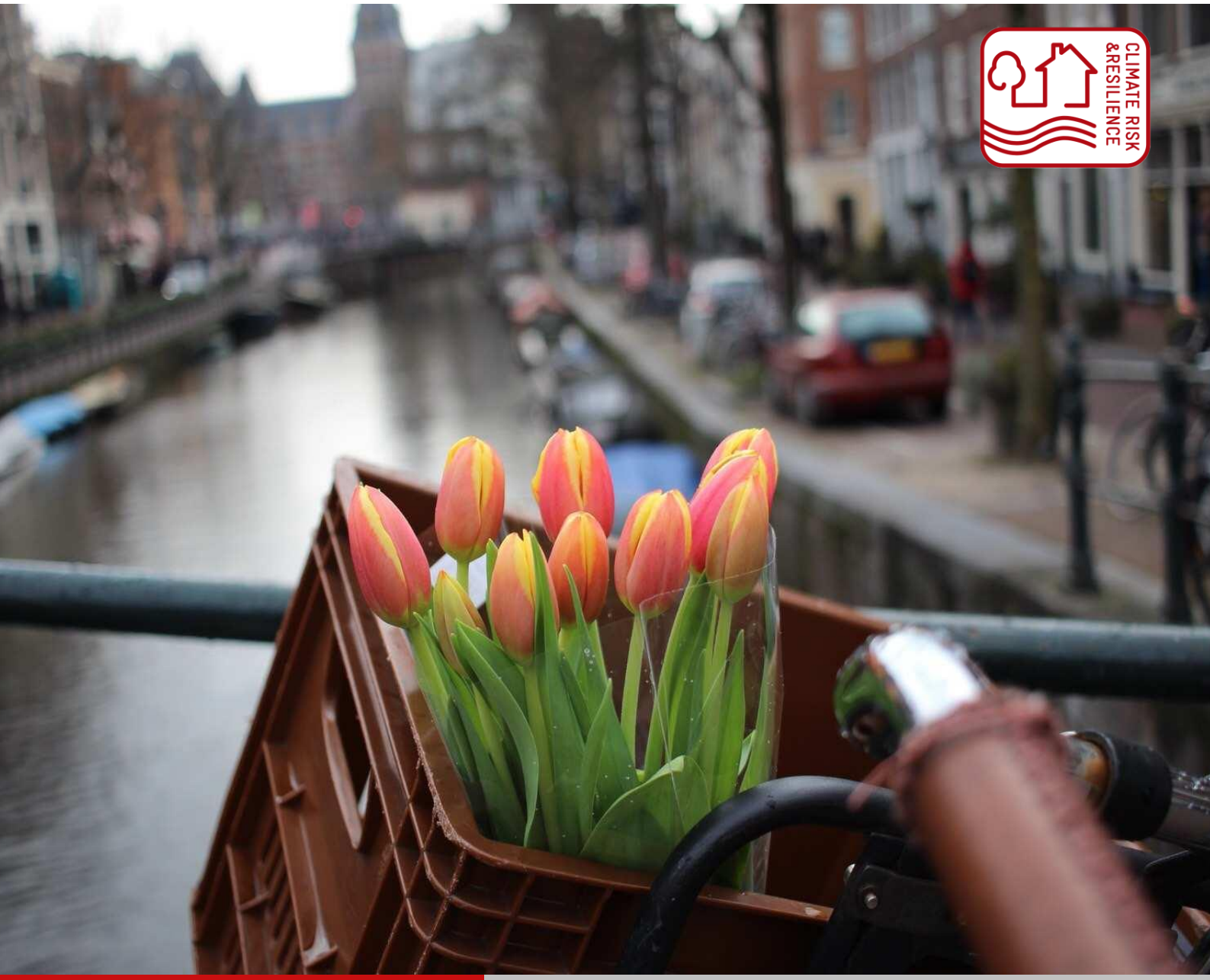
鹿特丹霍夫普莱恩火车站停运后，火车站顶部被改造成了“空中花园”。这里是荷兰最长的屋顶，上面铺满了草坪，种有果树、灌木和蔬菜，还有用草搭成的、憨态可掬的“人造羊”，俨然是一个有机农场。平时，市民可以在屋顶休闲放松；到了雨天，屋顶则是有效减缓雨水流速的临时蓄水设施。据统计，绿色屋顶可以截留 60%到 70%的降水，这些雨水在雨后数小时逐步被植物吸收和蒸发[9]。

屋顶花园还安装了特殊的装置“雨信”。据介绍，“雨信”是一个雨水缓冲水箱，收集未被截留的雨水，并能根据预测的天气情况智能调配储水。随着极端天气增多，长时间干旱和短时间大量降雨交替发生，给下水道造成重大负担。有了“雨信”水箱，屋顶收集的降水不会直接排入下水道，而是被引入“雨信”储存。“雨信”内置太阳能智能天气预报监控系统：在干旱期，水被精准地储存，以向周围绿地提供水源；一旦预计有大雨，水箱会自动排水，为即将到来的降雨腾出空间。

为了鼓励在私人建筑上修建绿色屋顶，自 2008 年起，鹿特丹市政府按绿色屋顶面积向市民提供补贴，每年还根据屋顶的降水排放量征收不同的污水税，排放越少，税费越低。按照市政府制定的目标，到 2030 年，全市至少要建成 80 万平方米的绿色屋顶。

[8] Case Study, Rotterdam Climate Initiative, C40, https://www.c40.org/case_studies/rotterdam-climate-initiative

[9] 国际经验 | 荷兰鹿特丹采用适应性策略精细管理城市水资源，搜狐网，http://www.sohu.com/a/328007810_99899283，2019-7-19



Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Sitz der Gesellschaft
Bonn und Eschborn

Friedrich-Ebert-Allee 36 + 40
53113 Bonn, Deutschland
T +49 228 44 60-0
F +49 228 44 60-17 66

E info@giz.de
I www.giz.de

Dag-Hammarskjöld-Weg 1-5
65760 Eschborn, Deutschland
T +49 61 96 79-0
F +49 61 96 79-11 15

关注我们: