

北京 哥本哈根

“气候适应”和“海绵城市”

联合报告



发布时间：2022 年 9 月



EMBASSY OF THE KINGDOM
OF DENMARK
Beijing



北京市城市规划设计研究院
Beijing Municipal Institute of City Planning & Design



报告主要参与者

该报告由一个核心团队编写并协调完成, 该团队成员包括:

Jan Rasmussen, 哥本哈根市政府气候适应项目总监

Lykke Leonardsen, 哥本哈根市政府项目总监

Lene Andersen, 哥本哈根市政府项目经理

Sebastian Thor Bovbjerg, 哥本哈根市政府项目经理

Jes Clauson-Kaas, HOFOR 公用事业公司水环境首席顾问

张晓昕, 北京市城市规划设计研究院副书记

付征垚, 北京市城市规划设计研究院 生态规划所副所长

牟晓英, 北规院弘都规划建筑设计研究院有限公司高级工程师

马瑶, 北规院弘都规划建筑设计研究院有限公司高级工程师

史建伟, 北规院弘都规划建筑设计研究院有限公司高级工程师

肖卫华, 哥本哈根市政府, 哥本哈根与北京可持续城市发展战略行业合作项目项目经理

Christina Anderskov, 丹麦王国驻华大使馆可持续城市发展行业参赞

李然, 丹麦王国驻华大使馆环境与水资源经济官员

特别感谢

丹麦外交部为“哥本哈根与北京可持续城市发展战略行业合作项目”提供资金支持

北京市规划和自然资源委员会

平面设计: 简山

图片来源: 哥本哈根市政府, 北京市城市规划设计研究院

目录

1 简介	1
1.1 气候变化 -- 合作的背景	1
1.2 合作内容 -- 北京 - 哥本哈根合作项目	2
1.3 北京、哥本哈根城市介绍	2
2 北京的气候变化适应	3
2.1 “海绵城市”概念	3
2.2 “海绵城市”概念的发展	4
2.3 北京“海绵城市”建设成果	6
3 哥本哈根的气候变化适应	9
3.1 哥本哈根暴雨管理规划	9
3.2 哥本哈根的气候适应规划	11
3.3 哥本哈根项目实施情况	17
4 北京和哥本哈根的联合项目	24
4.1 北京通州项目区 (绿谷)	25
4.2 设计目标	25
4.3 设计原则	25
4.4 工程设计	26
4.5 典型节点设计	27
4.6 海绵城市成果分析	30
5 结束语	31

1 简介

1.1 气候变化 -- 合作的背景

气候变化是一个全球性的挑战，对于全球各大城市来说，考虑到未来城市增长会进一步加速，以可持续的方式应对这一挑战至关重要。同时气候变化也为城市水资源管理的新领域以及城市空间和绿地的发展提供了巨大的机遇。

不同城市的规模差异很大，但面临的挑战和解决方案往往是相同的。大多数解决方案都可以根据不同城市在功能、建筑等方面的需求和要求进行推广和调整。

面对气候变化带来的巨大挑战，没有一个城市拥有完整的解决方案，通过合作和经验交流，这些挑战可以得到解决，并有助于在未来建设气候适应性城市。我们相

信，这些解决方案可以极大地改善城市空间、宜居性，提高雨水利用率，创造新的增长点，尤其能够加强与其他城市的合作，共同开发创新解决方案。

这篇联合文章是北京和哥本哈根在“气候适应”和“海绵城市”建设方面的城市间合作的成果。在初始设计和总体规划的实施中，两市均嵌入了“海绵城市”和“暴雨管理”的概念。文章强调了示范项目的最佳实践，特别是北京的绿谷项目，这也是北京和哥本哈根合作的成果。本文不仅介绍了北京和哥本哈根在气候适应方面的合作，而且还为城市管理者、研究人员和规划人员提供适应气候变化和建设更好城市的参考和启发。

1.2 合作内容 -- 北京 – 哥本哈根合作项目

2012 年，北京市和哥本哈根市两市签署了加强城市可持续性规划、建设与发展合作协议，正式启动了两市之间的合作。2018 年，哥本哈根与北京可持续城市发展战略行业合作项目 (SSC) 推动双边合作更上一层楼。2018 年 5 月，哥本哈根市与北京市规划和自然资源委员会签署了一项为期 3 年的联合工作计划。因此，关于气候适应的合作在 2018 年开始，聚焦雨水管理的经验交流，涵盖包括雨水管理规划、回收和净化，以及绿色解决方案的开发和公众参与等内容。相关任务由哥本哈根市

技术与环境管理局和北京市城市规划设计研究院负责。

两市面临着同样的挑战，即未来暴雨和干旱发生的频率将会增加。北京市饮用水需求不断增长，对地下水的补给提出了挑战。北京的气候适应解决方案建议也考虑并纳入了相关内容。两市就雨水处理这一共同挑战交流经验，在不损害水生环境的情况下，将雨水重新利用并排放到水区。此外，双方还就如何在解决方案实施的过程中，促进公众参与等问题开展了讨论。

1.3 北京、哥本哈根城市介绍

北京

北京位于中国北部，是中国的政治、经济、文化和交通中心，人口密度高，经济发达。北京有 14 个市辖区，129 个街道，142 个镇和 43 个乡。根据官方数据，2019 年北京的常住人口为 2153 万。

北京属于大陆性气候，冬季寒冷、干燥，夏季炎热、多雨。平均年降水量为 595 毫米。6 月至 9 月的汛期降水占全年降水的 75% 至 84%。

北京有 5 条防洪河，4 条主要排水河，以及 30 多条大型排水渠道。此外，北京中心区有 26 个湖泊，负责汛期水量调节和储存。

历史上，北京经历了多次严重的洪水灾害，对人民生命和财产造成了威胁。其中，2012 年 7 月 21 日的“721”降雨持续了近 16 小时，市区平均降雨量为 215 毫米。这次降雨造成直接经济损失约 162 亿元人民币。对此，随着人们进一步认识到系统化建设重要性，了解城市发展的需求，“海绵城市”这一概念诞生，成为应对洪灾的解决方案。

哥本哈根

哥本哈根位于西兰岛的东海岸。人口规模为 60 万居民，哥本哈根大区约居住着 350 万居民。

哥本哈根属于海洋性气候，全年降水量适中，7 月至 9 月的降水较多，年平均降水量为 728 毫米，由于气候变化，预计降水量会增加。哥本哈根市出台了《气候适应规划》，于 2011 年获得政府批准。

2011 年 7 月 2 日，哥本哈根遭受暴雨，2 小时内降雨量达到近 150 毫米，造成了近 10 亿美元的损失。这次事件让哥本哈根认识到亟需完善雨水管理体系，提高本市在可能淹没城市的极端降水事件的应对能力。

因此，哥本哈根在 2012 年发布了《暴雨管理规划》，提出了“利用灰色和绿色综合系统来吸收和输送暴雨雨水”的战略。目前，哥本哈根市在全市范围内铺设了一张雨水输送网络，其中包含 300 个项目，以加强洪水灾害管理。

2 北京的气候变化适应

2.1 “海绵城市”概念

随着城市规模的不断扩大和城市建设密度的不断提高,近年来,城市内涝、水体污染和黑臭、地下水位下降等问题日益突出。

排水管道、泵站、污水处理厂等传统用于快速排水和终端处理的“灰色”基础设施,已经无法有效地应对这些问题。气候变化可能带来更多的暴雨,给北京以及中国许多城市带来新的挑战。

这不仅仅是中国面临的问题。在过去的25年中,全球城市的水问题的解决方案更加聚焦生态、系统和可持续性,如美国的“低影响开发(LID)”、英国的“可持续排水系统(SUD)”、澳大利亚的“水敏感城市设计(WSUD)”和新加坡的“活跃、美丽、洁净水计划(ABC)”等。这些基于自然的解决方案(NBS)更加关注雨水的地表管理,并将其嵌入城市设计中。相应地,中国提出了“海绵城市”这一核心理念,旨在加强城市规划和建设管理。

“海绵城市”理念利用城市的整体水循环,充分发挥建筑、道路、绿地、水系等生态系统在吸收、储存和释放雨水方面的作用,通过自然积存、渗透和净化,有效控制径流。

“海绵城市”是一个不断完善的概念。这主要是因为系统化建设的重要性以及对新的城市发展的需求,使得这一概念需要灵活地适应城市中不断变化的需求。

例如,灰绿结合的综合雨水管理理念不断扩展,目前已经逐渐发展成为一个系统的、全面的建设理念,涉及水安全、水环境、水生态、水资源和其他与水相关的专业领域。

2013年12月,习近平主席强调改善城市排水系统应优先考虑有限的雨水资源和基于自然的方法,建设自然积存、自然渗透、自然净化的“海绵城市”。

《海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建》给出了“海绵城市”的定义。通过建设“海绵城市”,可以提高城市适应环境变化和自然灾害而的复原力。“海绵城市”可以在下雨时吸收、储存和净化水,然后在必要时,如干旱时期释放和再利用水资源。通过这种方法,能够改善城市生态系统的功能,减少城市洪水。

2.2 “海绵城市”概念的发展

北京是中国最早开展城市雨水利用研究和应用的城市。在2015年之前,北京的“海绵城市”建设主要包括雨水控制和利用。

北京“海绵城市”概念的发展经历了以下几个阶段^①：

科学研究阶段（1989–2000）

20世纪90年代初,中国国家自然科学基金委员会(NSFC)开展了“北京水资源开发利用的关键问题之一——雨洪利用”研究,首次提出了“雨洪利用”的概念。2000年,在北京开展了“北京城市雨洪控制与利用技术研究与示范”后续研究项目。在这项研究之后,开展了城市雨洪控制和利用示范项目的实际实施。

实验和示范阶段（2000–2012）

研究阶段结束之后,“海绵城市”的概念被转化为技术整合和示范。2006年,北京共建设了10个雨水管理项目,占地1.5443亿平方米,整合雨水渗透、收集、调节和排放技术,可实现300万立方米雨水利用。

为迎接2008年奥运会,北京建造了奥林匹克公园和奥运场馆,并在建设中嵌入了雨水径流控制和再利用的综合设施,履行了“科技奥运、人文奥运、绿色奥运”的承诺。2009年奥运会结束,北京又将雨水和洪水的利用率纳入《北京市建设项目水土保持方案技术导则》,成为环境影响评价(EIA)的标准。

^① 参考报告：《北京市海绵城市建设自评估报告》北京市海绵城市建设联席会议办公室（2022年3月）。

发展和推广阶段（2012–2015 年）

在这一阶段，雨洪控制和利用技术得到全面推广。北京市规划委员会印发了《新建建设工程雨水控制与利用技术要点（暂行）》，明确提出了雨水治理项目建设的规划设计要求。这一阶段的工作重点之一是资源利用，变害为利。

2013 年，“水影响评价审查”作为建设项目立项的前置条件得到全面落实，建设项目的雨水排放管理和利用因此受到严格控制。

2015 年，国务院办公厅发布《关于推进海绵城市建设的指导意见》，北京进入海绵城市全面建设阶段。

海绵城市建设阶段

2016 年，北京市通州区入选第二批国家海绵城市建设试点。2017 年，《北京市人民政府办公厅关于推进海绵城市建设的实施意见》颁布。

2017 年 9 月，《北京城市总体规划（2016 年—2035 年）》获得中共中央和国务院正式批准。

随后北京提出了海绵城市建设的“实施分区控制战略”，旨在极大提高城市利用雨水的能力。按照计划的要求，2020 年，城市建

成区的 20% 面积实现海绵城市；2030 年，城市建成区的 80% 面积实现海绵城市。

"1+16+N" 总体规划

北京致力于通过规划引领城市发展。因此，结合《北京城市总体规划（2016 年—2035 年）》，积极探索并建立了 "1+16+N" 海绵城市规划体系。

其中，数字 "1" 代表北京市海绵城市专项规划，数字 "16" 是指专项规划实施的 16 个区，字母 "N" 是指专项规划的若干重点领域。

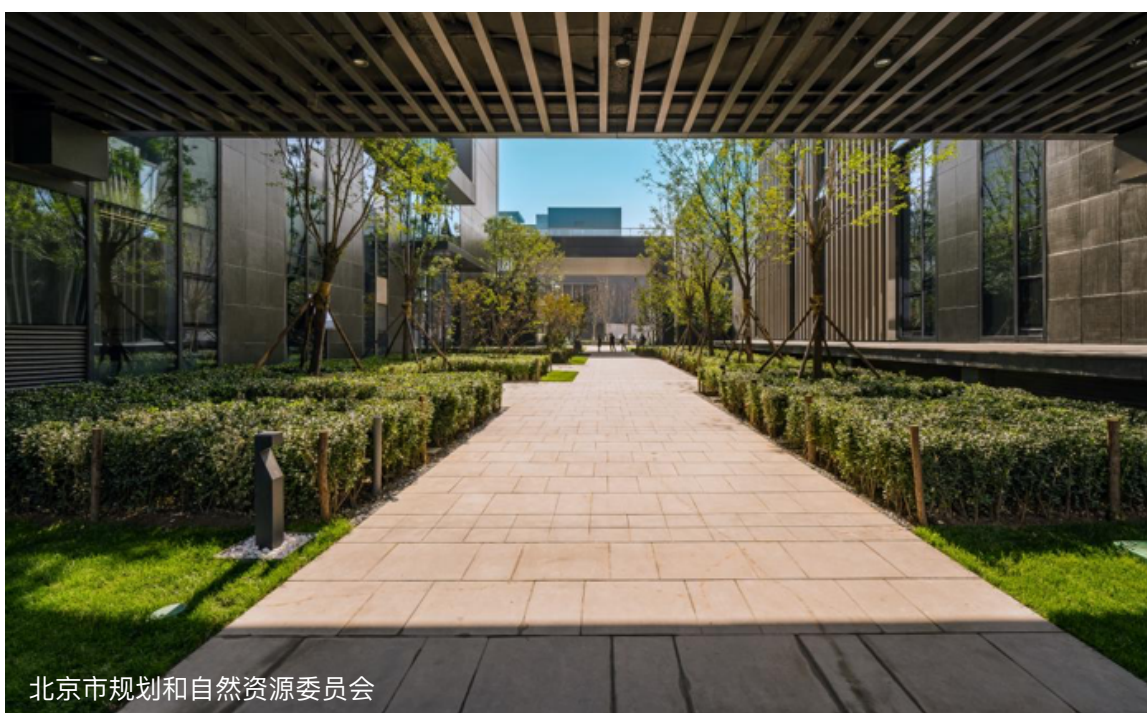
海绵城市专项规划与排水防涝、基础设施和绿地规划等其他规划将同步进行。专项规划得到了住房和城乡建设部（MoHURD）专家的认可，他们认为“基于流域体系的市区两级控制和污染治理理念对特大型城市的海绵城市规划和建设具有示范意义”。

为顺利推进海绵城市建设，北京市建立了相关保障体系，制定了完善的市、区两级协调机制。成立北京市海绵城市办公室，推动市、区两级推动海绵城市建设和实施。同时，制定海绵城市建设的法规和政策，加强规范。

2.3 北京“海绵城市”建设成果

北京在海绵城市建设方面取得了重大成果。2020 年，北京已完成 5237 个海绵城市项目。其中，透水路面 39.7 平

方公里，凹形绿地 54.6 平方公里，雨水储存量 330 万立方米。



北京市规划和自然资源委员会

2.3.1 增强防洪能力

北京市制定了多项防洪标准。中心地区防洪标准为达到 200 年一遇，副中心防洪标准达到 100 年一遇，新城防洪标准达到 50-100 年一遇，系统性利用河流、泵站、储

水池等组成的防洪和排水体系来控制洪水。防洪系统还保证了重要的交通道路，如环路、主干道和辐射线在 10 年一遇的降雨中保持畅通。



温榆河公园

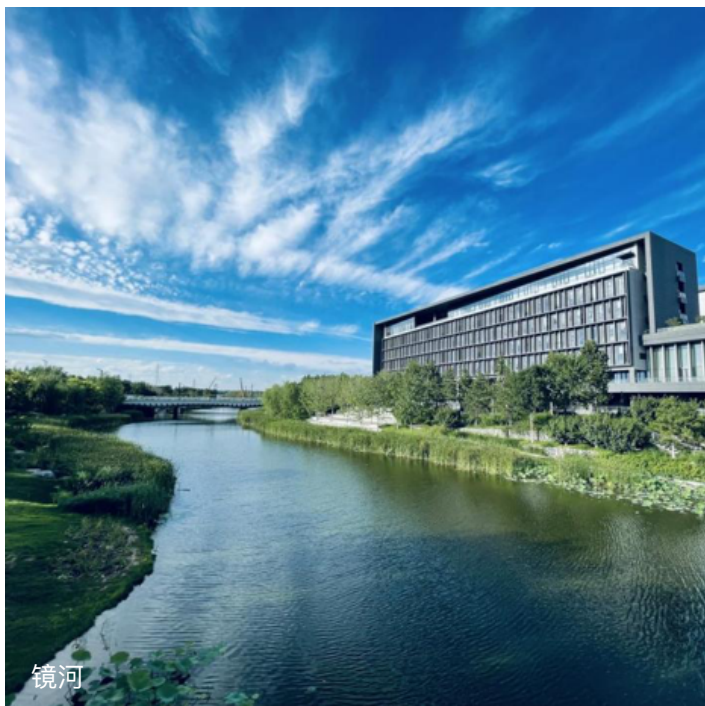


城市绿心森林公园

2.3.2 水体的生态恢复

北京市开展专项行动,改善城市河流和湖泊的水质。随着行动的开展,水生态不断改善,河流和水库的水质都有所提高,水系景观不断增加。

例如,北京市通过“以水开路,以水引路”,探索以生态方法实行生态治理,推动了永定河的生态治理,河道生态状况明显改善。



镜河

2.3.3 污水处理

"十三五"期间,围绕改善城乡水环境质量,北京继续新建或扩建 28 座污水处理厂,并对 12 座污水处理厂进行升级改造。污水处理能力达到 690 万立方米 / 日,新建污水管线 3562 公里,新建再生水管线 544 公里。北京污水处理率从 2016 年的 90% 提高到 2020 年的 95%。北京城区基本实现了污水全收集、全覆盖、全处理。按照 "一河一策" 的治理原则,对总长 669 公里的 142 条黑臭水体进行了综合整治。



凉水河

3 哥本哈根的气候变化适应

3.1 哥本哈根暴雨管理规划

对哥本哈根市政府而言, 适应气候变化的需求是一个机遇, 借此契机, 建设一个更加绿色、更加可持续、更加稳健的城市, 为生活在这里的人们创造更好的未来生活, 比如进一步实现暴雨管理规划。通过统筹城市规划, 加强气候适应, 解决大雨 / 突降暴雨和蓄积雨水带来的城市内涝, 实现这一目标。进一步发掘城市特色, 打造城市魅力, 建设新的绿色公共空间, 涵养动植物, 改善公共生活, 也是必须要采取的行动。哥本哈根市政府为此公开作出承诺: 未来可以打造的城市公共空间, 即使不下雨, 也会变得更好。

利益相关者必须要参与到这一目标的实施过程中来, 因为当地方政府和市民积极参与到城市的发展中来时, 市政当局就会在

项目早期分享他们对项目的计划。这对于市政当局而言是一个机遇, 既可以接受外界对优先事项和参考因素的监督, 也可以通过全面的对话增强参与者能力建设。这种对话往往会激发新的解决方案, 调整优先事项, 为哥本哈根居民带来更多参与城市建设的责任感, 聆听他们不同的需求和目标, 项目最终将如何发展是由政府决定。

发掘城市的特点, 就要理解尊重城市原有的风貌, 强化城市原有的质感和纹理。城市的历史、功能和人文都深深刻在不尽相同的区域和区域的链接之中, 这是一座城市的独有的魅力, 也定义了本地的人群, 反映了他们的需求。我们也需要将这些要素考虑进来。



创建新的绿色公共空间，变灰为绿，建立新的绿色连接。涵养动植物，提供新的栖息地，丰富原有的栖息地，并将新旧

的栖息地以一种更好的方式连接起来。这一切都是为了创造更好的体验，有机结合城市风貌和本地生活。

3.2 哥本哈根的气候适应规划

哥本哈根市于 2009 年决定开始制定《气候适应规划》，旨在未雨绸缪，预防未来可能会出现的温度升高、降水增多的气候变化和更频繁的极端天气事件。规划模拟了哥本哈根市不同气候条件下的潜在风险，制定了未来 30-50 年的工作战略，以确保即使面临气候变化，哥本哈根仍然是一个令人向往的宜居城市和投资目的地。

《气候适应规划》的核心理念是使适应性成为未来城市发展的前提条件。适应性必须成为未来所有工作的前提条件，仅仅是从消极的、解决问题角度出发是行不通的。我们希望通过协同发展，制定解决方案，提高城市的休闲质量，以及哥本哈根市民的生活质量。

《气候适应规划》中列举了哥本哈根面临的主要挑战：

1. 在未来 100 年内，降雨量增加 30%，夏季暴雨更加频繁
2. 海平面上升 1 米，从而增加风暴潮

的风险

认识到暴雨损害的高风险后，哥本哈根决定立即采取应对行动。目前城市遭遇严重风暴潮袭击的概率并不大，随着海平面的上升，这种风险也会随之而增加。提前在城市发展规划中纳入解决方案，将帮助城市多年之后直面挑战。

为了制定一个全市范围综合性《暴雨管理规划》，首先需要列出不同的解决方案，描述处理雨水的通用方法。哥本哈根的暴雨管理适应规划中列举了以下五种方法：

- 暴雨引流街道
- 雨水滞留街道
- 雨水滞留广场
- 绿色街道
- 地下水收集管网

这五种类型的暴雨管理措施共同定义了如何以负责的、与城市相结合的方式管理降雨。

3.2.1 暴雨引流街道

下暴雨时，雨水控制系统可以运输街道和地表的雨水，确保雨水会自然地、顺畅地流向指定的蓄水池、水道或隧道。

下图是一个典型的暴雨引流街道的例子，并附上市政当局和供水部门之间的费用承担划分方式。

Impression of a cloudburst street



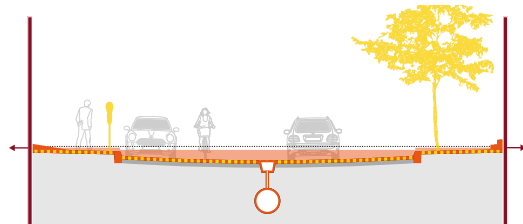
Dry situation



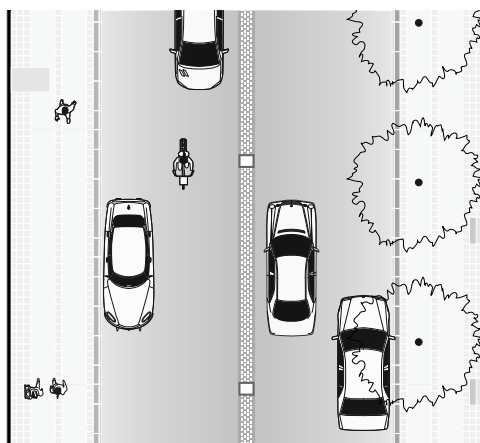
A cloudburst situation

Bryggervangen 暴雨道路示例

- utility company (Hofoor)
- excavation - utility company (Hofoor)
- municipality of Copenhagen
- shared (utility company and municipality)
- private



Typical planscheme expressing responsibilities
This coincides with the detailed plan below



图示来源 EnviDan A/S and DE URBANISTEN



图片来源: Troels Heinen

3.2.2 雨水滞留街道

雨水滞留街道是用来延迟雨水到达下水道或蓄水池的时间。雨水滞留街道的设计以一种可控的方式控制和引导雨水，有

时还可以对雨水进行过滤。下图为雨水滞留街道示例，并附上市政当局和供水部门之间的费用承担划分方式。

Impression of a delay street



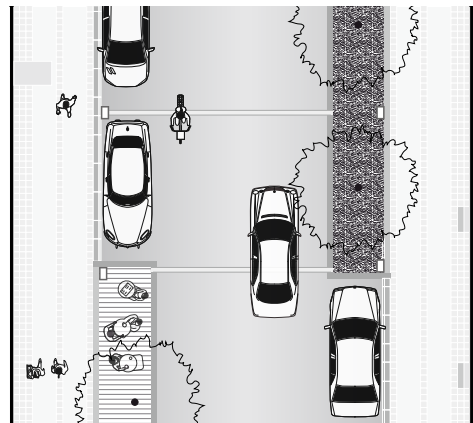
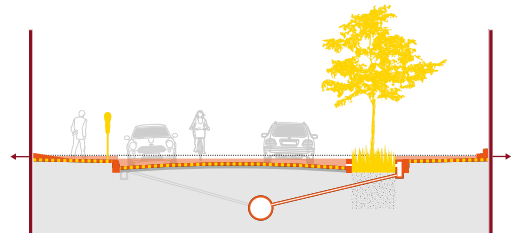
Dry situation



A cloudburst situation

- utility company (Hofor)
- excavation - utility company (Hofor)
- municipality of Copenhagen
- shared (utility company and municipality)
- private

Typical planscheme
expressing responsibilities
This coincides with the
detailed plan below



图示来源 EnviDan A/S and DE URBANISTEN

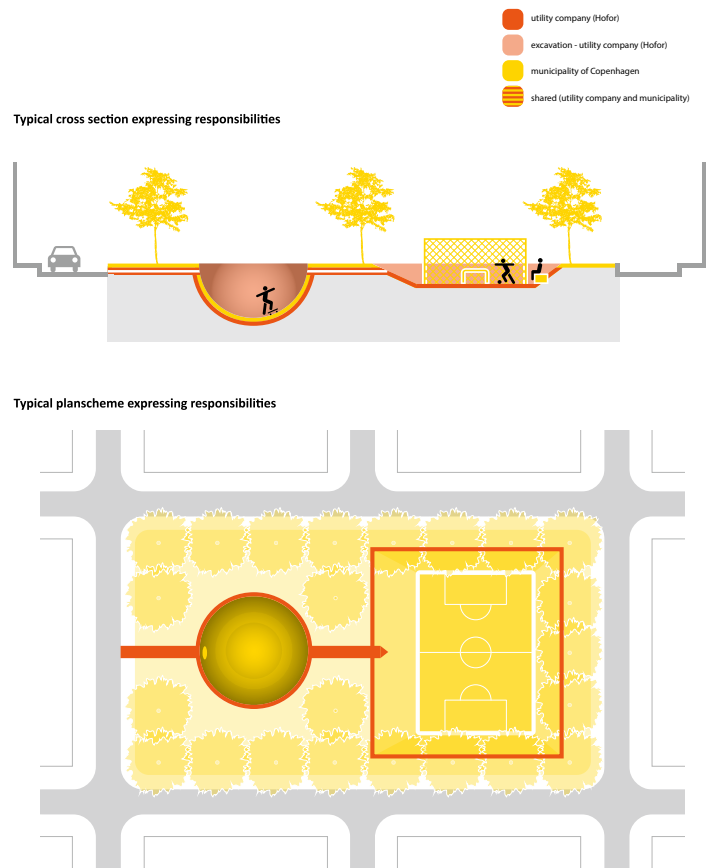


Bryggervangen 的暴雨管理项目把水滞留在路边的绿色区域。

图片来源: Troels Helmer

3.2.3 雨水滞留广场

雨水滞留广场是一种收集雨水的设计,可以在较短或较长的时间内延迟雨水流入下水道或蓄水池。雨水滞留广场通常位于景观或公共空间中的一个下凹模块,用于储存雨水。当下水道或蓄水池腾出空间时,雨水可以以可控的方式从雨水滞留广场引出。雨水滞留广场储水量大,并易于清洁和维护,这一点也很重要。下图为雨水滞留广场示例,并附上市政当局和供水部门之间的费用承担划分方式。



图示来源 EnviDan A/S and DE URBANISTEN



3.2.4 绿色街道

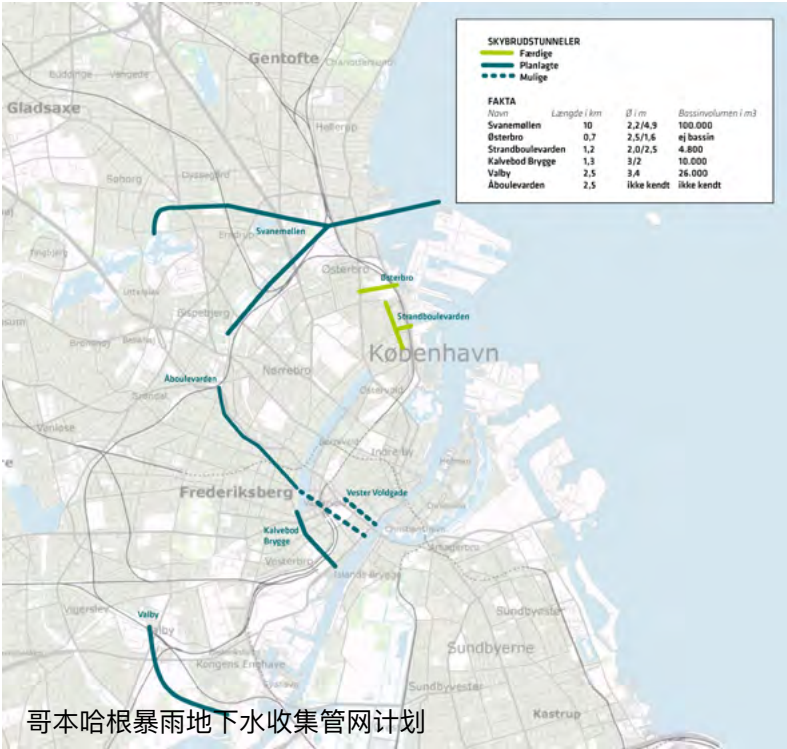
绿色街道是处理本地雨水的一种方式。其功能是延迟和分离日常雨水，延迟流入下水道的的时间。绿色街道在暴雨管理的功能是延迟雨水流速，避免水灾。绿色道路通常还可以以创造绿色和蓝色城市空间的形式创造额外价值。



绿色道路

3.2.5 地下水收集管网

地下水收集管网是这五种类型中的最后一种, 由公用事业公司负责建造和维护。发生暴雨的情况下, 能够有效地输送大量的雨水。这种类型的设施虽不会给城区带来附加价值, 但却是城市中蓝色基础设施的一个重要组成部分。



哥本哈根暴雨地下水收集管网计划



Strandboulevarden 正在建设中的暴雨管道

3.3 哥本哈根项目实施情况

上述五种类型的雨水管理措施将《气候适应规划》纳入城市的现有结构中,有助于建设绿色的、维护良好的城市。这些措施对定位和使用方式进行细致的调研,往往比处理地表的雨水需要更多的资金,但仍然比扩大城市现有的污水处理系统成本要低。处理地表水时,通过对选址和用途的仔细分析,可以同时满足不同政治目标和当地需求,只靠这一个项目是远远不够的,需要对当地和项目有广泛的视角、详尽的分析、促进公众参与、采取可持续发展的方法和倾听高质量的顾问。项目规划初期做好设计,这些工作就可以在几个层面上进行,贯穿整个项目周期。



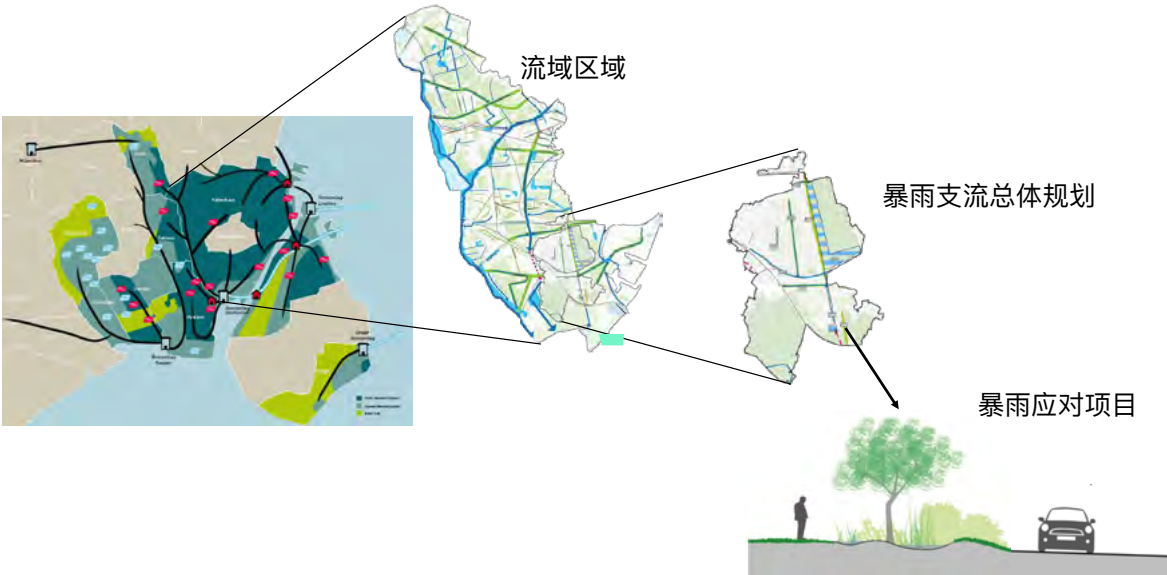
3.3.1 哥本哈根规划和实施体系

哥本哈根的气候适应性建设以《气候适应规划》和《暴雨管理规划》为基础，这些规划描述了现在和未来所面临的挑战，列举了几种雨水处理的解决方案。根据《暴雨管理规划》，哥本哈根被划分为七个较大的集水区，60 个较小的集水区，和 300 个暴雨管理项目。计划早在 2015 年就得到了当地政府的批准，由技术和环境管理局负责在 20 年的时间内实施该计划。

尽管该计划的实施由技术和环境管理局负责，但哥本哈根的《暴雨管理规划》和《气候适应规划》是通过与市政府和公用事业公司 HOFOR 的密切合作完成的。之所以采取联合措施，是因为 HOFOR 公司负责处理雨水，但现在很大一部分雨水是在地表处理的，这些解决方案属于城市空间，因此属于市政府的责任。这 300 个项目中有些项目完全隶属于哥本哈根市政府，有些是完全由 HOFOR 负责的项目，还有一些项目属于是地表和地下的联合项目。

总体规划

总体规划针对特定较小集水区进行筛选和分析，其中包含几个城市雨洪项目，这些项目中有水利措施是互联互通的。总体规划还分析了城市空间、城市性质、监管要求、保护等。每隔几年要对总体规划进行重审，确保它与城市的发展保持同步。



除了这 300 个项目之外, HOFOR 还负责在城市周围建造 7 个较大的暴雨防控管道, 可以将大量的水引入港口。

项目实施几年的经验表明, 总体计划和具体 300 个项目的实施说起来容易做起来难。因此, 2018 年哥本哈根市政府与 HOFOR 一起启动了 60 个“总体规划”的工作。暴雨管理项目很难能

够独立运作, 因此在任何暴雨管理项目开始实施之前必须制定完整的总体规划, 以确保它在该地区的其他城市雨洪管理项目、交通、城市发展等方面融合。

总而言之, 《气候适应规划》的实施涉及并需要多个利益相关方共同努力才能成功。

3.3.2 促进公众参与的相关经验

促进公众参与气候适应项目, 和其他所有负责项目一样, 也具有挑战性。从战略设计到具体项目建设, 整个规划可能涉及多个层面, 跨越许多年的时间。在这期间, 项目的框架可能会发生很大的变化, 并将影响项目的成本和规模。因此, 应提前向公众介绍项目成本和框架, 增强公众参与的灵活性, 更多地关注价值和当地需求, 而不承诺具体如何满足需求, 才会形成最强的公众参与度。

因此, 和公众保持交流有必要尽早开始, 并且延续在项目的整个开发和建设过程中。早期阶段能够明确项目的框架, 因此至关重要。本地居民需求是许多必须满足的要求中的一部分, 其他需求包括政治目标、项目预算、法律环境以及项目的技术审查和专家建议等。我们需要在这些需求中寻找平衡。

提高公众参与, 另外一个重要方面是明确的沟通。在此最常见的问题包括: 公众可以参与哪些议题? 哪些已经是由政府决定的? 他们的意见是否得到关注? 如何能在最终呈现中看到他们的影响?

这些都是难以回答的问题。“公众可以参与哪些议题”是一个永恒的问题, 包括位置的使用、定位 / 氛围或目标群体, 什么是已经由政府或通过早期对话决定的等等, 还需要解释从现在开始如何使用投入的资金, 利益相关方何时能看到结果 / 什么时候进行下一阶段 / 对话。最终的设计或解决方案总是基于专业的评估, 最后总是由政治家来负责最终的项目, 他们往往有最后决定权, 能够确定优先次序, 这也是最值得指出的一点。



哥本哈根市中心的湖区

图片来源: Ursula Bach

3.3.3 参与对话

Skt. Jørgens 湖气候适应项目目前仍处于战略规划层面

Skt. Jørgens 湖气候适应项目位于哥本哈根市中心的湖区，该湖区受到政府保护，是哥本哈根的标志，也是该市城市结构和景观的重要组成部分。湖区将南部和北部连接成一个休闲空间，并将商业区与居住区分开。在做 Skt. Jørgens 湖气候适应项目时，三个地面方案在与公众的对话中得到展示。通过现场交流的方式，用一周的时间与当地居民讨论这些方案的优点和缺点。对话形式包括海报、模型、三维体验和专业人员的热情讲解。这个对话带来了一场关于其他选择是否可行的辩论。辩论结果选择了第四个地下方案，纳入项目中来。



公众参与哥本哈根湖泊问题研讨会

3.3.4 参与

在离湖泊不远，但离市中心稍远的 Ranzausgade 街区，另一个气候适应项目也进行得如火如荼。最初是一个交通安全项目，在项目投资和具体开发开始时，与《暴雨管理规划》成为联合项目。项目属于 Nørrebro 地区更新计划的一部分，为期五年，旨在通过地方参与加强该地区的社会、文化和物质发展。因此，不管是路人、小商户还是老住户，气候适应项目的本地负责人与该街道的所有人进行了充分交流。交流内容

包括介绍未来的交通结构、街道的用途、希望吸引的目标人群等。气候适应性目标让人们希望在这里使用新型的、速度较慢的交通方式，打造更多绿色公共空间，这些空间不仅需要咖啡馆等商户有吸引力，而且需要对那些不想花钱坐在咖啡馆里的人也有吸引力。这个愿景是通过与当地住户的长期密切交流，包括新型设计和交通解决方案的大规模测试、会议、研讨会等多种方式而慢慢达成的共识。





这两个例子表明，公众参与是项目发展的一个动态和多样化的部分。市政当局应当倾听交流的结论，这尤为重要。随时转变项目发展方向是不可能的，但在项目进一步发展时，能够发起公众对话，认真积极参与，对公众给与反馈和解释，是必不可缺的。

4 北京和哥本哈根的联合项目

气候适应联合项目“绿谷”，位于北京市通州区，在北京行政办公区的东南方向，是北京－哥本哈根可持续城市发展合作项目之一。2019年10月，来自哥本哈根市、丹麦大使馆、HOFOR公司的丹麦代表团访问了北京市通

州区，讨论了“绿谷”合作项目。“绿谷”的灵感来源于北京市城市规划设计研究院、北林地景园林规划设计院、北规院弘都规划建筑设计研究院、HOFOR公司和哥本哈根市技术与环境管理局的专家。



4.1 北京通州项目区(绿谷)

项目面积为 10.66 公顷, 呈梯形。中间的绿谷花园将其分为两个区, A-1 和 A-2。

项目所处地区已拆迁腾退完成, 无现状雨水调节和储存设施。项目区的地下水类型为潜水和承压水。潜水水位为 5.80-10.90m, 承压水水位为 10.00-13.60m。

项目区潜水的自然动态类型为入渗-径流和蒸发。潜水主要由降雨入渗和侧向径流供给, 并由地下水侧向径流和蒸发排出。水位的年变化一般不超过 1~3 米。

项目区承压水的自然动态类型为入渗-径流。承压水主要由侧向径流和地下水汇流供给, 主要由地下水侧向径流和人工开采排出。项目区的自然地势基本平坦。

通州区的降雨主要集中在汛期的 7-8 月, 多为 7 月下旬至 8 月上旬, 降雨量年际变化较大。下游河道洪水的发生时间与降雨时间一致, 多集中在 7、8 月份。本项目区下游河道洪水主要来源于汛期上游和本地的降雨, 特别是局地强降雨和连续降雨, 可能造成本项目区的洪涝灾害。

4.2 设计目标

根据《北京市城市副中心海绵城市规划设计导则》, 项目设计目标为: 年径流控制率为 85%, 年径流污染控制率(以 SS 计)为

42.5%, 雨水资源利用率为 5%, 下沉式绿地率为 50%, 透水路面率为 70%。

4.3 设计原则

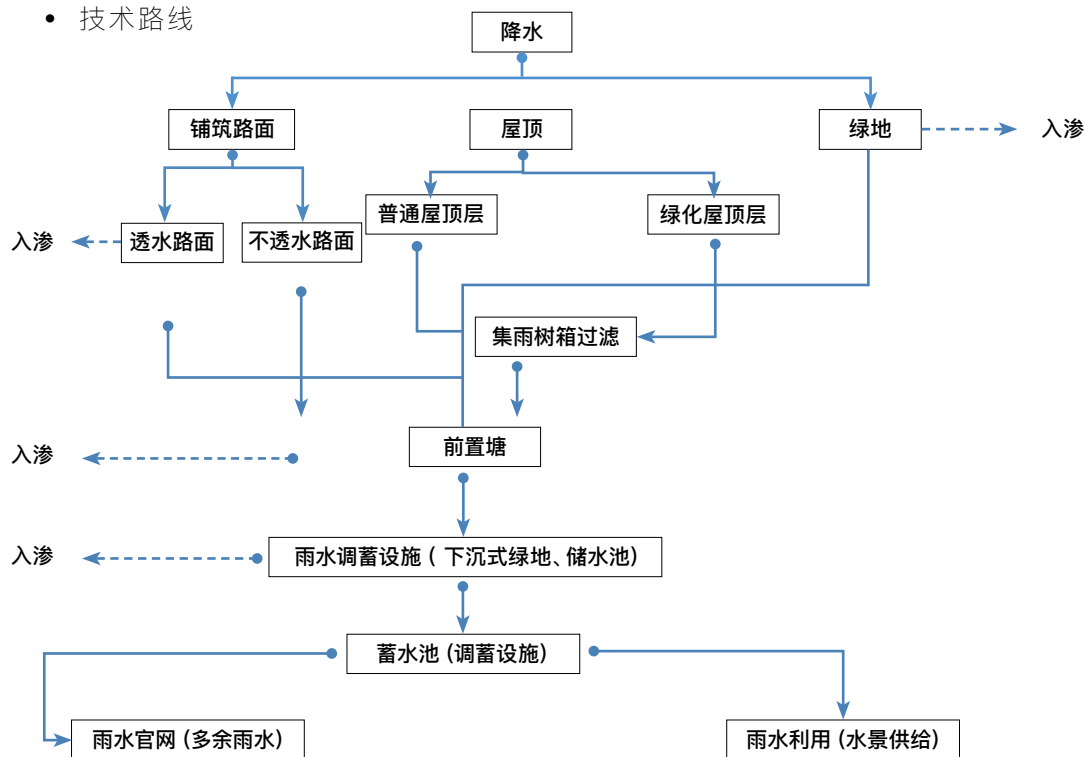
海绵城市的基本设计原则包括系统控制、治理协调、保护性开发、因地制宜、成本控制等。

居住区是源头控制的重点, 雨水的综合治理包括渗透、滞留、储存、净化、利用和排泄。具体实施措施包括屋顶雨水进入

绿地、屋顶绿化、透水路面、雨水调蓄池、草沟等, 可以提高居住区的雨水调蓄和滞留能力。建议在非机动车道、人行道、停车场、庭院灯区采用透水条件下的透水路面进行雨污分流, 控制初期雨水污染, 科学布置雨水调节和调蓄设施。

4.4 工程设计

- 技术路线



- 设计概述

项目以海绵城市规划理念为指导, 结合通州区气候水文条件, 制定项目海绵城市设计方案。项目主要采用的海绵技术措施包括雨水调节和调蓄设施、透水路面、植被草沟、截流式净化和溢流设施、雨水收集和回用设施、道路附属雨水截流和调蓄净化设施、排水管网和市政调节和调蓄系统设施等, 并设计了高效的径流污染控制调蓄设施, 可以很好地与景观相结合。在技术措施的选择和布置过程中, 项目初步设定了透水路面、植被草沟、渗水渠和导流渠的布置范围以及雨水收集和回用设施的规模。屋顶绿化根据景观设计要求进行设置, 剩余蓄水量根据设计目标进行计算。最后, 设置储水设施、下沉式绿地、雨

水花园等规模, 实现海绵城市的控制目标。

对于雨水的收集和利用, 屋顶雨水首先通过雨水管道收集进入滞留池, 然后通过导流槽流入前置塘。经过初步处理后, 通过路面下的水沟流向下沉式绿地或雨水花园。路面雨水, 首先通过透水路面、下沉式绿地和透水管沟等设施对雨水径流进行收集和净化。其余雨水可以排入附近的雨水管道。在水沟入口处, 设置污水吊篮、漩涡流和沉淀物设施来收集污染物。经过处理的雨水, 一部分可渗入土壤或排入雨水管道间接使用, 另一部分则进入雨水调蓄池进行调节和储存。经过过滤和消毒, 该部分雨水可以集中利用, 用于绿化灌溉和道路冲洗。

4.5 典型节点设计

4.5.1 下沉式绿色空间

屋顶的雨水通过雨水管道传输,排入下沉式绿地。同时,道路采用平缓曲线的铺设形式。道路雨水首先汇集至下沉式绿地进行净化下渗,富余的雨水通过渗透口溢流排入雨水管道系统。



4.5.2 雨水花园

雨水花园布置于住宅绿地与道路之间的绿地,该措施是一种有效的天然雨水净化处理技术,易于与景观结合,具有良好的径流控制效果。结合场地标高设计,在集中绿

地的低标高处设置雨水花园,从上到下包括含水层、种植层、种植土、土工布、碎石和素土。雨水通过植草沟、穿越水渠和引水渠被输送到雨水花园。



4.5.3 透水路面

在该项目中, 透水路面主要采用三种形式: 透水砖、透水混凝土和碎石。行人区的

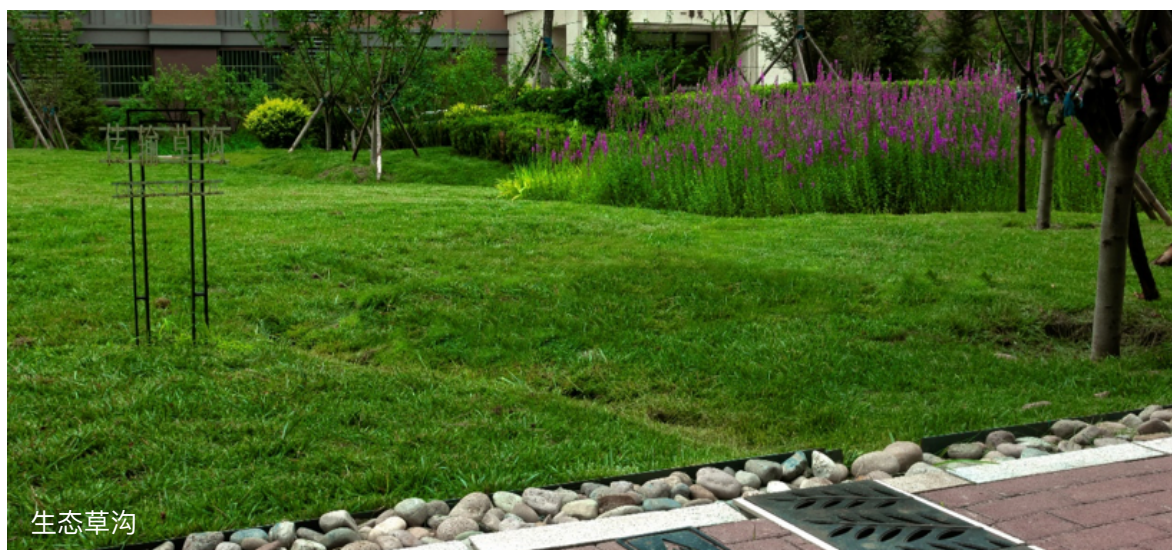
雨水可以通过透水路面直接下渗, 多余的雨水将被排入周围的下沉式绿地。



4.5.4 生态草沟

生态草沟设置在项目的人行道外及车行道两侧, 用于收集行人区的雨水和路面雨

水, 并将雨水输送到周边下沉式绿地或雨水花园。



4.5.5 穿越沟渠和引水渠

在这个项目中，根据雨水排除设计需要，在绿地周围设置渗透渠道、穿越渠道和分流渠道，以收集、输送和排放径流和雨水，减少无序径流的产生。



4.5.6 前置塘

前置塘位于雨落管附近，用于收集屋顶的雨水并进行预处理。雨水经过预处理后，

从前置塘通过排水沟进入下沉式绿地或雨水花园。



4.5.7 雨水调蓄池

雨水调蓄池是一种具有雨水调蓄功能的收集、储存和利用设施，同时还具有降低峰值流量的功能。在本项目中，在雨水管网

末端建有雨水调蓄池，雨水调蓄池中的雨水可以循环使用，用于道路冲洗、绿地灌溉等。



雨水调蓄池

4.6 海绵城市成果分析

本项目海绵城市设计的主要技术措施包括下沉式绿地、草沟、雨水花园、前置塘、透水路面和雨水调蓄池。经计算，年径流总量控制率为 86%，年径流污染控制率（以 SS 计）为 55.2%，雨水资源利用率为 8.3%，下沉式绿地率为 50%，透水路面率为 77%，均达到海绵城市建设的目标要求。

本项目充分利用地形的垂直条件，合理引导雨水，通过植物和土壤的蓄渗增加雨水的渗透，减少雨水的污染，并建立雨水再利用系统，全面实现排水安全、地下水保护和雨水资源利用等多重效益。此外，本项目的海绵城市设施种类丰富，与园区景观融为一体，营造了优美的生态环境，提高了小区的居住景观效果。

5 结束语



气候适应是一个全球性的挑战，尤其需要在国际性城市采取切实行动以确保人类的生命和价值。许多城市首次应对此类挑战，需要加快发展以应对气候变化。虽然城市的规模有很大的差异，但绝大多数的解决方案都是可推广的，可以适应各个城市在建筑 and 传统等方面的特殊需要。

城市排水的规划必须面向未来，考虑

到整个城市水循环、人口变化和气候变化的影响。我们的城市必须能够适应不同的降雨周期，以防止洪水灾害，合理利用雨水，并保持良好的水文和生态环境，例如实现排放和收集相结合。

北京和哥本哈根之间的合作表明，如果我们要建设城市气候适应性，使它们在未来也具有生活和投资的吸引力，那么经验交流和对话就是前进的方向。



图片来源: Troels Heinen



EMBASSY OF THE KINGDOM
OF DENMARK
Beijing



北京市城市规划设计研究院
Beijing Municipal Institute of City Planning & Design