TU Delft

Delft University of Technology

Document Version
Final published version

Licence
CC BY-NC-ND

Citation (APA)
Zhang, H., Nijhuis, S., & Newton, C. (2024). 健康蓝色空间设计: 将接触感知蓝色空间的健康效益转化为设计实践的方法论框架. *Landscape Architecture (Fengjing Yuanlin)*, *31*(7), 39-47. https://doi.org/10.3724/j.fjyl.202311130516

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

Copyright
In case the licence states “Dutch Copyright Act (Article 25fa)”, this publication was made available Green Open Access via the TU Delft Institutional Repository pursuant to Dutch Copyright Act (Article 25fa, the Taverne amendment). This provision does not affect copyright ownership.
Unless copyright is transferred by contract or statute, it remains with the copyright holder.

Sharing and reuse
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.

*This work is downloaded from Delft University of Technology.*

张皓翔，史蒂芬·奈豪斯，卡洛琳·牛顿．健康蓝色空间设计：将接触感知蓝色空间的健康效益转化为设计实践的方法论框架[J]．风景园林，2024，31（7）：39-47．

# 健康蓝色空间设计：将接触感知蓝色空间的健康效益转化为设计实践的方法论框架

张皓翔　（荷）史蒂芬·奈豪斯　（比）卡洛琳·牛顿

**摘要：**【目的】水是人类赖以生存和发展的关键要素。以水为核心的蓝色空间一直以来不断塑造着城市，提供了多样化的生态系统服务。越来越多的证据表明接触感知蓝色空间能够为城市居民带来显著的健康效益。因此，在响应健康城市建设及可持续发展目标的背景下，有必要探讨将接触感知蓝色空间产生的健康效益纳入空间设计实践的可能性。【方法】基于对核心文献的检索和筛选，系统梳理接触感知蓝色空间以促进人类健康的主要路径，提出将健康证据转译为设计实践的方法论框架。【结果】基于 3 种蓝色空间接触感知类型，归纳出 4 条联系蓝色空间接触感知和公共健康的主要路径：1）促进体力活动；2）降低有害暴露；3）提供心理效益；4）鼓励社会交往。提出了一个将健康证据转译为设计知识的四步方法论框架并结合已有证据和案例进行说明：1）收集主要健康证据；2）提炼关键设计概念；3）划分核心设计要素；4）转译设计原则、空间模式、评估方法。【结论】根据“分析—综合—评估”设计范式，探讨了从健康证据转化出的设计知识在设计迭代中的应用潜力，反思了方法论框架的双向互动优势，指出实践能够作为启发设计知识和提供健康证据的工具。

**关键词：**风景园林；蓝色空间；接触感知；健康效益；证据转译；空间设计；数字工具

**基金项目：**国家留学基金管理委员会“荷兰互换奖学金”项目（编号 202001650004）

中图分类号：TU986
文献标识码：A
文章编号：1673-1530(2024)07-0039-09
DOI：10.3724/j.fjyl.202311130516
收稿日期：2023-11-13
修回日期：2024-05-24

开放科学（资源服务）标识码（OSID）

随着与生活方式密切相关的慢性疾病在城市广泛流行，人们对于健康问题的关注与日俱增[1]。未来城市环境应满足人们对健康生活的期待，将健康城市建设落到实处，积极响应“健康中国”行动和联合国可持续发展目标的要求[2-3]。大量研究表明接触感知自然景观能够从多个维度促进人们的身心健康，因而自然景观正在成为建设健康城市的重要途径[4-6]。这里的自然景观涵盖范围广泛，不仅指由绝对自然演替而形成的景观场所，还包括城市中各种类型的人工营造或自然形成的蓝绿景观及自然风格的环境要素[7]。近年来，越来越多的学者意识到相比于绿色空间，蓝色空间的健康效益在城市建设中没有受到足够的重视[8-9]。根据“欧洲地平线”（Horizon Europe）“BlueHealth”项目的描述，蓝色空间被定义为以水为显著特征的户外环境，并且人们在其中可以近距离（在水中、在水上或靠近水边）或远距离/虚拟（看到、听到或以其他方式）地接触或感知水体[8]。在以往研究中，蓝色空间往往和绿色空间被整合在一起进行讨论[9]。

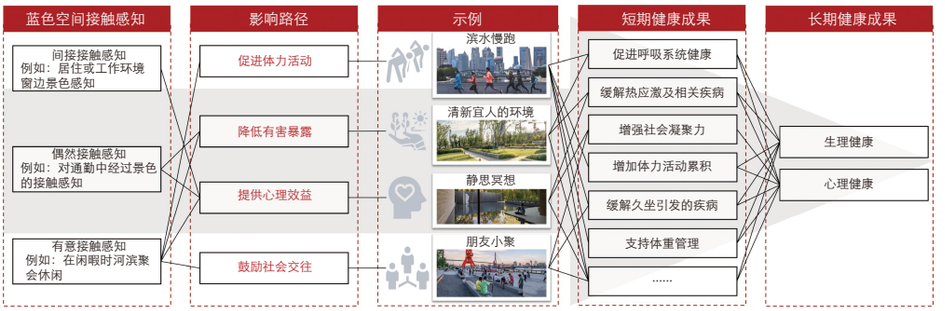
尽管蓝色空间的健康效益正逐渐受到关注，但当前研究主要集中在地理学、环境心理学、公共卫生等领域，探索了接触感知蓝色空间对公众健康的促进作用并归纳出相应的理论框架[10-11]。然而，设计相关学科的缺席，如城市规划、风景园林、城市设计等，导致理论应用于实践面临着挑战。世界卫生组织报告指出当前收集的健康证据已经足以指导实践，应积极联合实践者及相关学科的学者探索将证据转化为实践[12]。然而，将证据转化为实践尚面临着诸多挑战，例如健康证据的抽象性和设计实践的具象性之间存在差距、设计过程本身的复杂性、以知识或证据为基础的设计范式（knowledge/evidence-based paradigm）及设计研究（research design）方法带来的多学科知识协同等。因此，提出将健康证据转化为实践的方法论是十分必要且紧迫的。

为了提升对蓝色空间健康效益的关注并填补当前的研究空白，本研究将从 3 个方面探讨将接触感知蓝色空间的健康证据转译为空间设计知识并应用于实践的方法论框架：1）简要总结了接触感知蓝色空间联系人类健康的 4 条主要路径；2）结合案例分步展示了将健康证据转译为实用设计知识的方法论框架；3）探索将方法论框架及转译出的设计知识落实到实践的潜力。

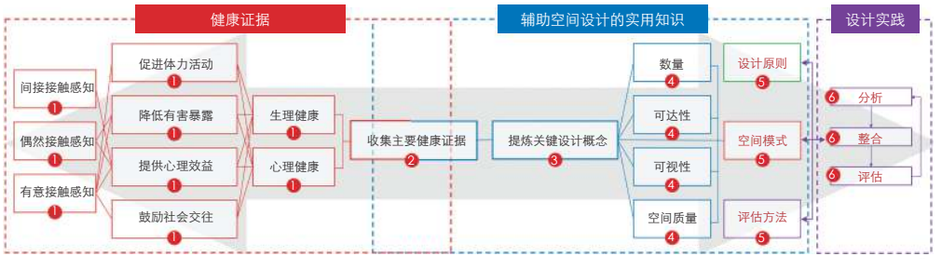
## 1 联系蓝色空间接触感知与人类健康的主要路径

本研究结合已有文献归纳总结了将蓝色空间和健康效益联系起来的概念框架[13-14]。框架以人们对于蓝色空间的接触感知为起点，进而引申出多条潜在的影响路径，最终将这些路径均汇聚于健康效益（图 1）。早期研究认为蓝色空间对健康的影响路径与绿色空间类似，包括屏蔽不利因素、恢复精神状态和培养新的能力[15]。近期研究进一步识别了蓝色空间独有的健康促进效益并考虑了反馈循环

©Beijing *Landscape Architecture* Journal Periodical Office Co., Ltd. Published by *Landscape Architecture* Journal. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license.




1




2

1 联系蓝色空间接触感知与人类健康的 4 条主要路径
Four main pathways linking blue space exposure and perception with human health
2 将接触感知蓝色空间的健康促进证据转化为设计实践的方法论框架
A methodological framework for translating the health promotion evidence of blue space perception and exposure into design practice

机制及多个潜在的修正因素[14]。据此，本研究在框架中首先明确了人们接触感知蓝色空间的 3 种方式：1）间接接触感知；2）偶然接触感知；3）有意接触感知。接下来，进一步归纳出 4 条接触感知蓝色空间影响人类健康的路径：1）促进体力活动；2）降低有害暴露；3）提供心理效益；4）鼓励社会交往。

### 1.1 促进体力活动

定期运动在预防和治疗许多非传染性疾病方面发挥着积极作用。实验和观察研究显示，相比于其他环境，在自然环境中进行体力活动能够带来更显著的健康效益[16]。因而，蓝色空间作为理想的体力活动场所，其促进健康的潜力已经受到广泛的讨论。早期研究借助区域级卫生和地理数据，发现人群居住或工作的地点距离蓝色空间越近，进行体力活动的可能性越大[17]。随着研究的深入，不同人群在蓝色空间中的体力活动偏好逐渐被识别出来，例如普通公众更倾向于参与耗能较低的陆上运动，如跑步、散步和骑自行车等，而长期居住在蓝色空间附近的居民则更喜欢从事水上活动，如游泳、冲浪和划船等[18]。

### 1.2 降低有害暴露

蓝色空间的存在能够有效降低多种有害环境要素带来的威胁，提高公众健康水平，具体体现在 4 个方面。1）蓝色空间能够调节城市温度、缓解热岛效应和热应激威胁，其原理是水体对环境热量的吸收和释放效应[19]。2）蓝色空间能够有效抑制城市噪声，并减少噪声带来的压力，其作用机制源于 2 个方面[20]：蓝色空间中的植被能够有效衍射、吸收或相消干涉噪声；蓝色空间中的潺潺水声能有效地平复噪声给人们带来的压力，研究表明水声在平复压力方面的潜力比舒缓的音乐更大。3）蓝色空间可以降低由空气污染带来的疾病风险，其作用机制集中在 3 个方面[4]：蓝色空间中的植被能够直接吸附并消减空气中的污染颗粒物；蓝色空间作为城市风廊能够促进空气交换；水体的降温效果能够减少空调的使用频率，进而间接减少化石能源燃烧产生的空气污染。4）近期研究表明人体暴露在蓝色空间中能够增强机体的免疫功能[21]，其机制包括水边高水平的水气溶胶有益于肺功能提升，蓝色空间多样化的微生物暴露能够增强人体免疫系统并能激活自然杀伤细胞（natural killer cell）活性。

### 1.3 提供心理效益

蓝色空间对心理健康的益处在于人们对它多样化的感知方式有助于缓解压力和降低相关疾病风险。这主要依据于 2 个经典理论：注意力恢复理论（attention restoration theory, ART）和压力减轻理论（stress reduction theory, SRT）。注意力恢复理论由 Kaplan 等[22] 提出，他们认为感知体验包括蓝色空间在内的自然环境可以促进大脑功能的放松，通过激发非自主注意（effortless attention）和减轻定向注意疲劳（directed attention fatigue）来缓解压力。压力减轻理论由 Ulrich 等[23] 提出，在结合实验分析的基础上，他们认为包含植被和水的环境对人类是有益的，能够减少由压力引发的心理和生理症状。近期研究通过眼动设备、虚拟现实以及短期指标（如唾液皮质醇、瞬时幸福感、皮肤电导率等）测度等新兴技术手段进一步支持了这 2 种理论[24-25]。

### 1.4 鼓励社会交往

鼓励社会交往是联系绿色空间和公共健康的主要机制之一，近期研究发现蓝色空间在这一方面具有更大的潜力[14]。芝加哥滨河景观设计、上海黄浦滨江景观带和首尔清溪川改造等蓝色空间设计实践是这一机制的绝佳例证，它们作为家庭和朋友间聚会的理想场所，受到市民的广泛青睐。此外，蓝色空间作为城市骨架的重要组成部分，不易受到城市建设扰动，因而更容易使人们产生地方依恋和认同，有助于增强社会凝聚力，提升整体福祉[26]。

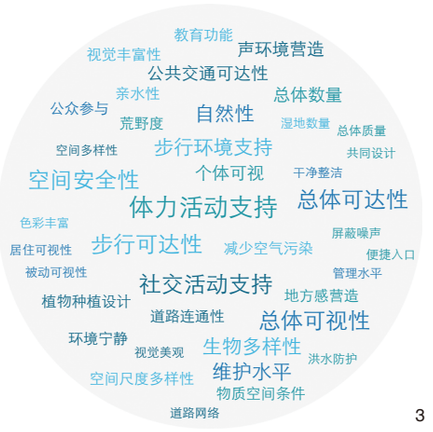
## 2 将接触感知蓝色空间的健康促进证据转化为设计实践的方法论框架

虽然当前跨地域、多视角的理论探索仍有待完善，但目前的积累已足够支持将蓝色空间的健康促进证据转化应用于空间设计实践[12]。据此，本研究提出了一个将接触感知蓝色空间的健康促进证据和空间设计实践联系起来的方法论框架（图 2），为填补当前研究

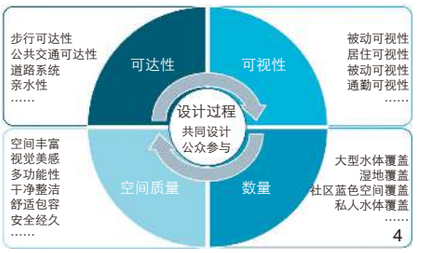
空白进行了初步探索。该方法论框架共分为6步：1）从蓝色空间接触感知出发明确了4条健康效益产生的路径；2）根据4条路径整理已有研究并收集主要健康证据；3）将收集到的健康证据提炼为关键设计概念；4）将这些关键设计概念划分为5类核心设计要素；5）将总结出的前4类设计要素转译为实用设计知识；6）将实用设计知识应用在设计迭代。该框架的贡献集中在3个方面。1）框架并非单向的线性过程，而是包含了证据和实践间的双向互动。上述解释从接触感知蓝色空间开始，以健康证据的实践应用结束。反过来看，丰富的实践和创造性的方案能够启发健康证据的收集。2）框架涵盖了公共健康、规划设计和实施管理3个方面，探索了从健康证据到空间实践的全过程，为跨专业交流打下基础。3）虽然框架关注蓝色空间的健康效益，但也可以为其他领域的证据转译提供参考。本研究将结合案例对上述框架进行阐述。

### 2.1 收集主要健康证据

根据上述框架，本研究收集了近5年讨论接触感知蓝色空间健康效益的代表性文献，并按照4种路径进行分析整理。1）以“blue space”“water space”“human health”“mental health”“physical health”“well-being”等为关键词在Web of Science（WOS）核心合集数据库进行初步检索，时间跨度设定为2017—2023年，文献类型选择期刊和会议论文。2）笔者团队根据题目、关键词、摘要等信息对检索结果进行二次审查，剔除了与主题不符及重要性较低的文献，同时增补了个别高被引文献，最终得到57篇代表性文献。3）笔者团队对这些文献进行精读，系统归纳了它们的核心信息，包括研究设计、蓝色空间的接触感知方式、健康效益类型、联系路径和主要健康证据①。例如，一项在英国普利茅斯进行的重复性观察研究探讨了蓝色空间在设计提升前后周边造访者幸福感的变化，发现公众的幸福感与生活满意度和不同的设计策略相关[27]。本研究从中进一步提取出和设计相关的主要健康证据，如提供直接水体接触的设施、限制场地周边机动车辆驶入能够提高造访人群的生活满意度，注重空间地方感和参与感的营造能显著提升造访者的幸福感等。依据相似的逻辑，本研究对收集到的代表性文献分别进行总结。



3




3 空间设计概念词云图
Word cloud of spatial design concepts
4 将设计概念划分为5类核心设计要素
Classification of spatial design concepts into five core design elements

### 2.2 提炼关键设计概念

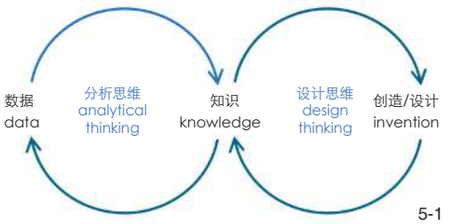
在系统收集文献健康证据的基础上，本研究将收集到的证据进一步凝练为支持空间设计的概念。例如，上节案例中提到的提供直接水体接触的设施及限制场地周边机动车辆驶入和造访者的生活满意度正相关的研究证据，可以被提炼为提升蓝色空间的亲水性和安全感。根据相似的逻辑，本研究对收集的代表性文献分别进行了提炼，并邀请研究团队成员对结果进行检查校核，保证提炼的准确性和合理性。随后，本研究将提炼出的所有设计概念汇总进行词云分析，从而明确概念的重要性并为后续划分归类提供依据（图3）。词云图中词语的字号越大，表示该设计概念在文献中出现的频率越高，例如提供体力活动支持是当前文献中最常出现的概念，这有力地支持了接触感知蓝色空间通过促进体力活动而产生健康效益这一路径机制。

### 2.3 划分核心设计要素

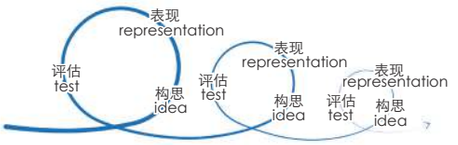
虽然在上一步已提炼出不少的设计概念，有些甚至可以直接应用于实践，但设计概念的总体数量过多且部分概念间存在内涵重叠。因此，受到已有框架启发，本研究进一步对这些概念进行了分类和整合，将它们划分为5类核心设计要素，包括可达性、可视性、数量、空间质量以及设计过程（图4）[28-29]。其中，可达性、可视性和数量侧重于对蓝色空间特征的客观描述，由于大量证据表明蓝色空间的客观暴露和被动感知能够带来显著的健康效益[9-11]。空间质量则和主观感知紧密相关且因地域文化而异，会极大地影响个体对空间的体验和使用。这5类核心设计要素包含了由上文总结出的设计概念所归纳合并成的不同子类。例如，可达性包含步行可达性、公共交通可达性、道路系统和亲水性4个子类。其中，步行可达性、公共交通可达性和道路系统意味着从不同维度降低人们接触感知蓝色空间的难度，对应于中、宏观层面的空间干预。而亲水性则关注微观层面促进人和水体直接接触的可能。接下来，本研究以案例结合的方式将这些核心设计要素转译为实用的设计知识。由于前4类核心设计要素直接和空间干预目标相关并具有较强的设计工具转化潜力，因而下文的转译主要围绕它们展开。

### 2.4 转译设计原则、空间模式、评估方法

在转译前，首先对实用设计知识的内涵进行简要阐释。实用设计知识主要用于解决空间问题，并且经过适应性转化后可以应用于不同的场地设计。设计知识的表现形式因尺度和内容等因素而异，具体有设计原则、指导方针、干预策略、空间模式等[30-32]，如迪朗（J. N. L. Durand）对类型学及空间组织的分析、勒·柯布西耶（Le Corbusier）的新建筑五点以及克里斯托弗·亚历山大（Christopher

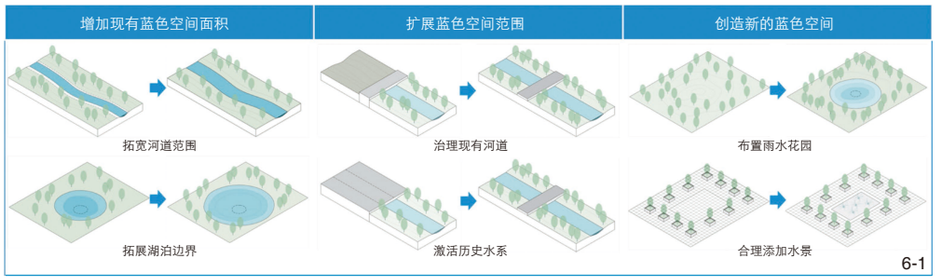



5-1

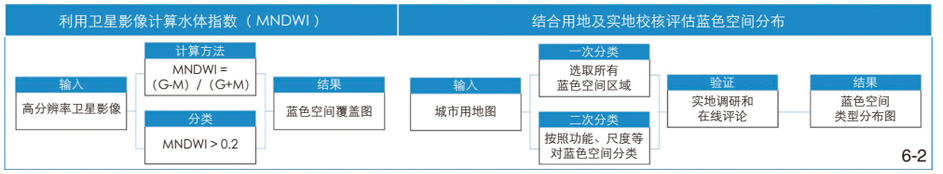



5-2

5




6-1




6-2

注：G代表绿光波段，M代表短波红外波段。

6

5 对空间设计过程的解读
Interpretation of spatial design process

6 提升蓝色空间数量的实用设计知识[33]
Practical design knowledge for increasing the quantity of blue space[33]

6-1 提升蓝色空间数量的设计原则和空间模式示例
Examples of design principles and spatial patterns for increasing the quantity of blue space

6-2 评估蓝色空间数量的方法示例
Examples of evaluation methods for the quantity of blue space

Alexander）的模式语言等都是极具代表性的设计知识。在当前以知识或证据为基础的设计范式流行以及对设计过程科学解读的背景下（图 5），强调以原则和策略为参考的传统设计知识已经不能满足当前的实践需求，需要纳入评估方法和基于具体场地的证据支持，帮助实践者分析和明确设计原则和策略的应用场景和潜在方案的有效性。

据此，本研究将上述 4 类设计要素进一步转译为包含设计原则、空间模式和评估方法在内的实用设计知识。其中，设计原则和空间模式为设计师制定空间解决方案提供直接参考（设计原则较为凝练概括，空间模式更加明确直观），而评估方法则为实践者在设计过程中分析现状和优化方案提供支持。下面，本研究借助多尺度案例展示了提升各个类型设计要素所对应的设计原则、空间模式及评估方法。对于数量、可达性和可视性这 3 类强调客观描述的设计要素，本研究主要展示原则模式和评估方法。其中原则模式来源于已有案例的总结，评估方法则充分吸纳融合了跨学科的知识和工具。对于在地性较强的空间质量要素（例如景观空间特征、设施支持等），本研究则强调在结合场地数据分析的基础上生成设计原则。值得注意的是，本节所展示的案例意在探讨方法论框架的合理性，希望启发后续的应用探索，而非对原则模式及方法的穷举罗列。

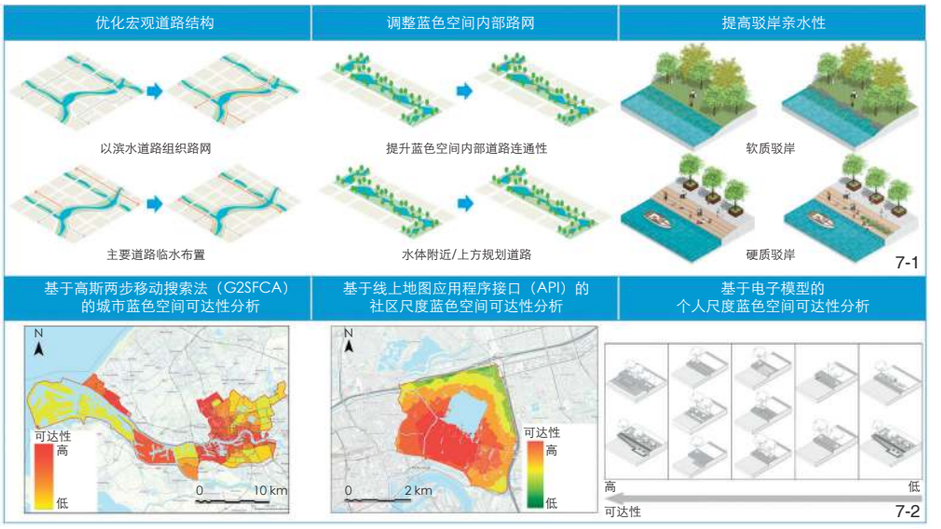
本研究列举了提升蓝色空间数量的 3 个设计原则[33]（图 6-1）：1）增加现有蓝色空间面积；2）扩展蓝色空间范围；3）创造新的蓝色空间。针对每个设计原则，分别展示 2 种空间模式，例如扩展蓝色空间范围可以被具体化为治理现有河道空间和激活历史水系 2 种空间模式。此外，依据不同的数据类型，本研究列举了 2 种分析评估蓝色空间数量的方法及应用框架（图 6-2），包括利用卫星影像计算水体指数（modified normalized difference water index, MNDWI）和结合用地类型及实地校核评估蓝色空间分布。设计师在应用原则模式对蓝色空间进行增补后，这 2 种方法可以用于快速测算评估蓝色空间数量和面积的变化。这 2 种方法的选择并非强调技术的先进性，而是着眼于数据的可获得性和操作的便利性。

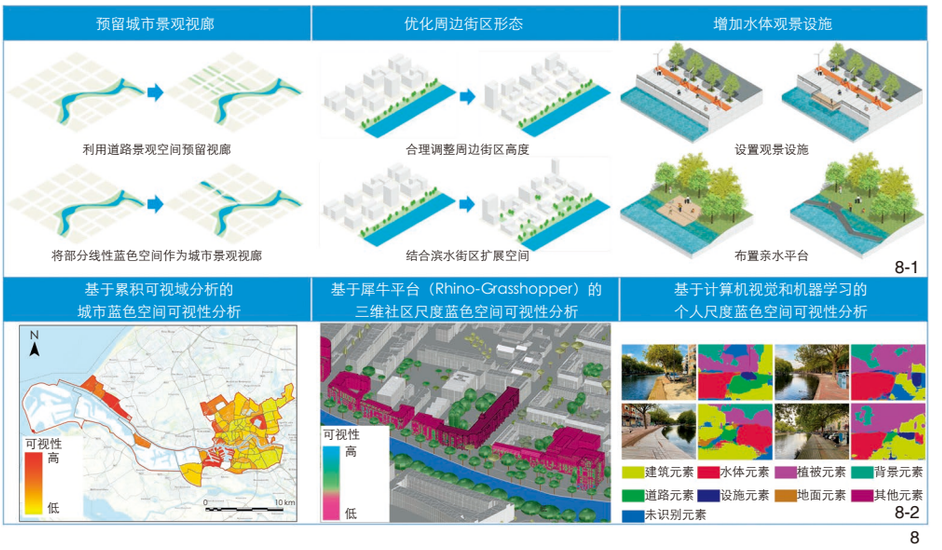
基于相似逻辑，本研究列举了提升蓝色空间可达性的 3 种设计原则（图 7-1）：1）优化宏观道路结构；2）调整蓝色空间内部路网；3）提高驳岸亲水性。相比于提升数量，优化可达性的原则和模式更加复杂多样，且往往涉及多个空间尺度。为了体现这种多样性，这里所展示的 3 个原则分别适用于城市、社区、个人 3 个尺度。本研究针对它们分别展示了 2 种空间模式，例如提升内部道路连通性和在水体附近及上方规划道路作为调整内部路网的可操作空间模式。不同尺度的空间模式在表达方式上有所差异，例如提升亲水性的空间模式在表达上更具体。相应地，为了评估不同尺度下蓝色空间的可达性，本研究展示了 3 类不同的评估方法，并以鹿特丹为案例展示其应用（图 7-2）。1）在城市尺度运用高斯两步移动搜索法（Gaussian based 2-step floating catchment area method, G2SFCA），对整个鹿特丹蓝色空间可达性进行分析，分析结果直观展示了不同社区蓝色空间可达性的差异，为宏观策略的制定提供辅助。例如，实践者在应用上述模式对宏观道路结构进行调整后，此方法可以评估城市层面蓝色空间可达性的提升情况。2）社区尺度的蓝色空间可达性评估主要依赖于以网络分析为基础的方法，本研究展示了结合线上地图应用程序接口（application programming interface, API）分析鹿特丹某社区内蓝色空间的可达性，从结果中可以明确识别出可达性较差的区域，进而为空间干预选址和干预后评估提供支持，例如测度社区内路网调整后蓝色空间可达性的变化。3）个人尺度的可达性分析依赖于设计师的主观判断，因而实景照片、场地电子模型等是主要的评估工具。本研究展示了鹿

特丹鲁特河两岸不同驳岸类型的电子模型，它们可以帮助设计师轻松地识别出不同类型驳岸的可达性高低，支持设计改造决策。

本研究还提供了提升蓝色空间可视性的3种不同尺度的设计原则及空间模式（图 8-1）：1）预留城市景观视廊；2）优化周边街区形态；3）增加水体观景设施。与可达性相似，本研究列举了3种在不同尺度下评估蓝色空间可视性的方法（图 8-2）。1）城市尺度上，累积可视域分析法被用来评估城市尺度蓝色空间的可视性。在鹿特丹案例中，将分析结果按照社区汇总并根据人口进行加权，从中可以快速捕捉到不同社区之间蓝色空间可视性资源分布的不平等情况，为城市层面设计策略的制定提供依据，例如评估预留景观视廊对蓝色空间被动可视的提升效果。2）社区尺度上，本研究展示了一种基于犀牛平台（Rhino-Grasshopper）的三维可视性分析工具，相比于累积可视域分析法，它更细致地考虑了城市三维环境特征并关注人在运动中或处于不同位置时对水体的视觉可见程度[34]。在鹿特丹部分滨河建筑的蓝色空间可见性分析案例中，分析结果以直观交互的形式反映在建筑立面上。这能够让实践者实时模拟干预后的情况并获得反馈，例如评估街区形态调整对蓝色空间周边建筑可视性的改变。3）个人尺度上的蓝色空间可视性评估侧重于人眼尺度对环境的直接捕捉，因而采用图像分割技术进行分析[35]。以鹿特丹内一段河道的场地照片为例展示分割技术的应用，其结果直观地区分了各个景观元素在照片中所占的区域及比例。结合照片拼贴和场景渲染，分析结果可以帮助设计师评估个人尺度原则模式的实施结果，并作为空间场景监测的工具[36]。

最后，本研究提出了提升蓝色空间质量的2条设计原则（图 9-1）：1）应积极在面状休闲蓝色空间中规划步行道，而在线性蓝色空间中考虑设置骑行道；2）相比于骑行道，蓝色空间的步行道设计应考虑更多的植被暴露。由于与空间质量相关的设计原则具有较强的在地性，故上述原则的提出并非依据已有文献或案例，而是在场地数据分析基础上进行的因地制宜的转译。笔者从 Strava 健身应用程序中获取了鹿特丹蓝色空间中的休闲运动情况（包括跑步和骑行），并按照道路统计了运动次数。与此同时，笔者采集了对应道路的谷歌街景图像并进行分割分析，统计了对应道路上与主观感知相关的空间质量特征（图 9-2），如植被暴露、建筑比例、开放度等。接下来，借助多种回归模型，分析了感知特征和休闲运动数量间的关联，并以此作为制定设计原则的依据（表 1）。其中部分结果发现：1）人们更青睐在以娱乐功能为主的面状蓝色空间中进行跑步，在线性蓝色空间中骑行；2）植被暴露虽然对骑行和跑步均




7 提升蓝色空间可达性的实用设计知识
Practical design knowledge for enhancing the accessibility of blue space

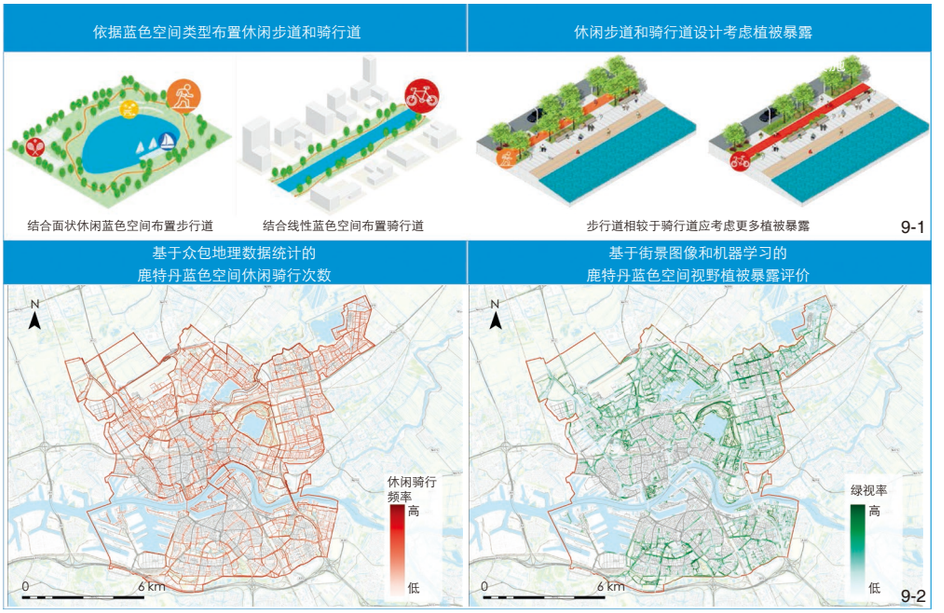
7-1 优化蓝色空间可达性的设计原则和空间模式示例
Examples of design principles and spatial patterns for enhancing the accessibility of blue space

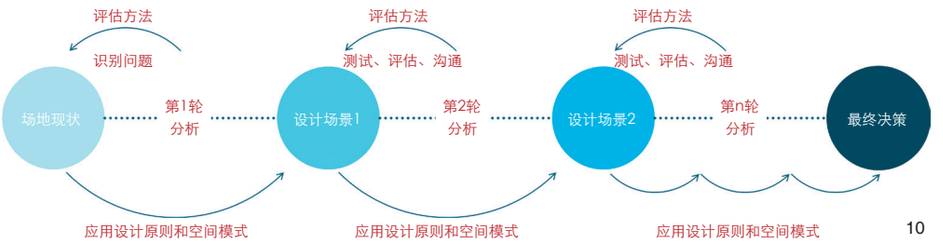
7-2 评估蓝色空间可达性的方法示例
Examples of evaluation methods for the accessibility of blue space

8 提升蓝色空间可视性的实用设计知识
Practical design knowledge for improving the visibility of blue space

8-1 提升蓝色空间可见性的多尺度设计原则和空间模式示例
Examples of multi-scale design principles and spatial patterns for improving the visibility of blue space

8-2 评估蓝色空间多尺度可见性的方法示例
Examples of multi-scale evaluation methods for the visibility of blue space




9 提升蓝色空间质量的实用设计知识示例
Practical design knowledge for improving the quality of blue space

9-1 提升蓝色空间质量的设计原则和空间模式示例
Examples of design principles and spatial patterns for improving the quality of blue space

9-2 城市尺度分析蓝色空间中休闲骑行次数和绿视率
Analysis of recreational cycling counts and green view index in blue space at the city scale

10 将设计原则、空间模式以及分析方法应用在设计迭代[39]
Application of design principles, spatial patterns, and evaluation methods in design iteration[39]

表1 鹿特丹蓝色空间休闲运动行为和空间质量要素的回归分析

Tab. 1 Regression analysis of recreational physical activities and spatial quality factors of blue spaces in Rotterdam

| 空间质量要素 | 休闲跑步 | | 休闲骑行 | |
|---|---|---|---|---|
| | 线性回归模型（标准化系数） | 空间滞后模型（标准化系数） | 线性回归模型（标准化系数） | 空间滞后模型（标准化系数） |
| 植被暴露 | 0.155** | 0.222** | 0.056* | 0.115** |
| 线状一般蓝色空间 | 参考类别变量 | 参考类别变量 | 参考类别变量 | 参考类别变量 |
| 面状休闲蓝色空间 | 0.080* | 0.179** | −0.658** | −0.410** |

注：*代表$p$<0.05，**代表$p$<0.01。

有促进作用，但对跑步的作用更大。据此，研究针对性地提出了上述 2 条设计原则。

上文通过案例展示了将 5 类核心设计要素转译为设计知识的过程和结果。案例在这里的作用是辅助理解方法论框架的应用，其中部分结论能够为后续的研究和实践提供直接的支持。然而，对于具体的原则模式，前文仅展示了部分成果。事实上，设计原则和空间模式的生成一方面需要健康证据的支持，另一方面离不开设计师创造性的空间转译。因此，它们可以被视作一种开放式的结果（open-ended results），并期待研究实践者在新证据涌现的过程中不断总结和更新。

## 3 设计过程作为框架应用和反思的工具

### 3.1 将设计原则、空间模式、评估方法纳入设计迭代

上一节探讨了如何将健康证据转译为实用的设计知识，本节则关注将设计知识应用在设计迭代中的潜力。一般来说，空间设计可被拆解为相互关联的 3 个阶段：分析（analysis）、整合（synthesis）和评估（evaluation）[37-38]，上述举例的设计知识能合理地应用在这 3 个阶段（图 10）。具体来说，评估方法可以支持分析和评估 2 个阶段，而设计原则和空间模式则可应用在整合阶段。1）在分析阶段，评估方法能够帮助设计师对场地现状进行解读并识别出需要进行干预的区域。2）在整合阶段，设计师在结合场地现状及设计目标的基础上，以设计原则和空间模式为参考，整合形成解决方案。原则模式在这里可被视为通用设计知识（generic knowledge），而解决方案则是应对场地问题的特定设计知识（specific knowledge）[33]。设计思维在设计知识的生成中具有举足轻重的作用，它能够帮助设计师创造性地解决问题，而非对通用设计知识的生搬硬套（图 5-1）。3）在评估阶段，评估方法被再次应用，帮助设计师检验方案的有效性并为进一步调整提供依据。在实践中，最终方案的制定被认为是设计师从多种可能中进行系统性寻找（systematic search）的结果，因而上述 3 个阶段往往会进行很多次，形成一个连续迭代的过程（iterative processes）[39]。值得注意的是，不同尺度的评估方法间存在协同效应，例如城市尺度的评估结果不仅能为构思宏观愿景和策略提供支持，也可以帮助识别社区或个人尺度干预的地点。

此外，这些实用设计知识不仅可以辅助设计过程，也能作为多元主体交流及实践管理的工具，例如一些测度指标能辅助环境管理监测，部分评估工具能够在多元沟通中比

较不同设计方案差异，以及多样化的设计原则和空间模式所组成的菜单式工具，有助于扩大公众参与。

### 3.2 设计过程作为启发新设计原则及空间模式的工具

在将实用设计知识应用于实践的过程中，方法论框架的双向互动优势被进一步突显。如上文所述，设计师对原则和模式的应用并非生搬硬套，而是综合了场地分析、设计直觉、经验判断等因素于一体的创造性转化（illumination），并在此过程中结合其他设计目标逐步完善想法，最终形成具体的空间解决方案[33]。在很多情况下，设计师的转化会带来意想不到的惊喜，这些不经意的创新一方面可以为总结新的设计原则和空间模式提供基础，另一方面可以启发研究者进行更加细致的证据探索。

## 4 结果与讨论

接触感知蓝色空间能够带来可观的健康效益，蓝色空间正在成为健康城市建设、实现“健康中国”行动的重要抓手。本研究以此为切入点，首先根据已有证据简要归纳了将接触感知蓝色空间和健康效益联系起来的4条主要路径，进而分步提出了将健康证据转化为设计实践的方法论框架，并结合鹿特丹的多尺度案例进行了阐释，最后反思了将设计知识纳入设计迭代的过程。研究结果可以为设计师提供将健康证据具体化为实践应用的方法论，同时启发后续研究积极将框架扩展至健康城市建设的其他方面。

本研究仍存在局限性。1）本研究仅展示了部分设计原则及空间模式作为例证，未全面解读其潜在的复杂性，这亟待在未来应用中不断加深理解。2）对于空间质量相关的要素，本研究仅提供了有限的证据进行转译，而一些诸如空间组织、季相变化等更加细致的要素，仍需继续探索以增加转译的有效性。3）本研究的主要目的在于阐述方法论框架，未对其实用性进行检验，因而未来应积极鼓励将该框架及其转译结果应用于空间实践。4）本研究展示的评估方法重点在强调其设计可用性，未来应考虑纳入更多样跨学科方法的可能。5）体力活动在本研究中被用于指代健康效益并制定了相应的设计原则，这在一定程度上简化了健康的概念。后续可以借助多样化的瞬时测量工具，以自然实验等方式探索空间质量的感知和健康效益间的关系，从而获得更全面的证据支持[40]。

**致谢 (Acknowledgments)：**

感谢东南大学城乡规划流动站在站至善博士后、中华民族视觉形象研究基地助理研究员成实博士对本文的支持和建议。

**注释 (Note)：**

① 代表性文献信息归纳汇总表见本刊官网该文章资源附件（http://www.lalavision.com/cn/article/doi/10.3724/j.fjyl.202311130516）。

**参考文献 (References)：**

[1] RYDIN Y, BLEAHU A, DAVIES M, et al. Shaping Cities for Health: Complexity and the Planning of Urban Environments in the 21st Century[J]. The Lancet, 2012, 379 (9831): 2079-2108.

[2] 中华人民共和国中央人民政府.健康中国行动（2019—2030年）[R/OL].（2019-07-15）[2023-11-06]. http://www.gov.cn/xinwen/2019-07/15/content_5409694.htm.
Central People's Government of the People's Republic of China. Healthy China Actions (2019—2030) [R/OL]. (2019-07-15) [2023-11-06]. http://www.gov.cn/xinwen/2019-07/15/content_5409694.htm.

[3] UN General Assembly. Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development[R/OL]. (2015)[2023-11-06]. https://sdgs.un.org/2030agenda.

[4] HARTIG T, MITCHELL R, DE VRIES S, et al. Nature and Health[J]. Annual Review of Public Health, 2014, 35 (1): 207-228.

[5] HUNTER R F, NIEUWENHUIJSEN M, FABIAN C, et al. Advancing Urban Green and Blue Space Contributions to Public Health[J]. The Lancet Public Health, 2023, 8 (9): e735-e742.

[6] BRATMAN G N, ANDERSON C B, BERMAN M G, et al. Nature and Mental Health: An Ecosystem Service Perspective[J]. Science Advances, 2019, 5 (7): 0903.

[7] 姜斌.城市自然景观与市民心理健康：关键议题[J].风景园林，2020，27（9）：17-23.
JIANG B. Urban Natural Landscape and Citizens' Mental Health: Key Issues[J]. Landscape Architecture, 2020, 27 (9): 17-23.

[8] GRELLIER J, WHITE M, ALBINET M, et al. BlueHealth: A Study Programme Protocol for Mapping and Quantifying the Potential Benefits to Public Health and Well-Being from Europe's Blue Spaces[J]. BMJ Open, 2017, 7 (6): 016188.

[9] ZHANG H X, NIJHUIS S, NEWTON C. Freshwater Blue Space Design and Human Health: A Comprehensive Research Mapping Based on Scientometric Analysis[J]. Environmental Impact Assessment Review, 2022, 97: 106859.

[10] SMITH N, GEORGIOU M, KING A C, et al. Urban Blue Spaces and Human Health: A Systematic Review and Meta-Analysis of Quantitative Studies[J]. Cities, 2021, 119: 103413.

[11] GASCON M, ZIJLEMA W, VERT C, et al. Outdoor Blue Spaces, Human Health and Well-Being: A Systematic Review of Quantitative Studies[J]. International Journal of Hygiene and Environmental Health, 2017, 220 (8): 1207-1221.

[12] World Health Organisation. Green and Blue Spaces and Mental Health: New Evidence and Perspectives for Action[M]. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, 2021.

[13] 贝尔，陈奕言，陈筝.公众健康和幸福感考量的城市蓝色空间：城市景观研究新领域[J].风景园林，2019，26（9）：119-131.
BELL S, CHEN Y Y, CHEN Z. Health and Well-Being Aspects of Urban Blue Space: The New Urban Landscape Research Field[J]. Landscape Architecture, 2019, 26 (9): 119-131.

[14] WHITE M, ELLIOTT L, GASCON M, et al. Blue Space, Health and Well-Being: A Narrative Overview and Synthesis of Potential Benefits[J]. Environmental Research, 2020, 191(12): 110169.

[15] MARKEVYCH I, SCHOIERER J, HARTIG T, et al. Exploring Pathways Linking Greenspace to Health: Theoretical and Methodological Guidance[J]. Environmental Research, 2017, 158(10): 301-317.

[16] MITCHELL R. Is Physical Activity in Natural Environments Better for Mental Health than Physical Activity in Other Environments?[J]. Social Science & Medicine, 2013, 91(8): 130-134.

[17] PASANEN T, WHITE M, WHEELER B, et al. Neighbourhood Blue Space, Health and Wellbeing: The Mediating Role of Different Types of Physical Activity[J]. Environment International, 2019, 131: 105016.

[18] ELLIOTT L, WHITE M, GRELLIER J, et al. Recreational Visits to Marine and Coastal Environments in England: Where, What, Who, Why, and When?[J]. Marine Policy, 2018, 97(11): 305-314.

[19] GUNAWARDENA K R, WELLS M J, KERSHAW T, et al. Utilising Green and Bluespace to Mitigate Urban Heat Island Intensity[J]. Science of the Total Environment, 2017, 584-585(4): 1040-1055.

[20] VAN RENTERGHEM T, FORSSEN J, ATTENBOROUGH K, et al. Using Natural Means to Reduce Surface Transport Noise During Propagation Outdoors[J]. Applied Acoustics, 2015, 92(5): 86-101.

[21] FRUMKIN H, BRATMAN G N, BRESLOW S J, et al. Nature Contact and Human Health: A Research Agenda[J]. Environmental Health Perspectives, 2017, 125 (7): 075001.

[22] KAPLAN R, KAPLAN S. The Experience of Nature: A Psychological Perspective[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1989.

[23] ULRICH R, SIMONS R F, LOSITO B D, et al. Stress Recovery During Exposure to Natural and Urban Environments[J]. Journal of Environmental Psychology, 1991, 11 (3): 201-230.

[24] DE VRIES S, NIEUWENHUIZEN W, FARJON H, et al. In Which Natural Environments Are People Happiest? Large-Scale Experience Sampling in the Netherlands[J]. Landscape and Urban Planning, 2021, 205(1): 103972.

[25] HEDBLOM M, GUNNARSSON B, IRAVANI B, et al. Reduction of Physiological Stress by Urban Green Space in a Multisensory Virtual Experiment[J]. Scientific Reports, 2019, 9 (1): 1-11.
[26] VOLKER S, KISTEMANN T. “I’m Always Entirely Happy When I’m Here!” Urban Blue Enhancing Human Health and Well-Being in Cologne and Düsseldorf, Germany[J]. Social Science & Medicine, 2013, 78 (1): 113-124.
[27] VAN DEN BOGERD N, ELLIOTT L, WHITE M, et al. Urban Blue Space Renovation and Local Resident and Visitor Well-Being: A Case Study from Plymouth, UK[J]. Landscape and Urban Planning, 2021, 215: 104232.
[28] MCDOUGALL C, QUILLIAM R, HANLEY N, et al. Freshwater Blue Space and Population Health: An Emerging Research Agenda[J]. Science of the Total Environment, 2020, 737: 140196.
[29] CARMONA M, DE MAGALHAES C, HAMMOND L. Public Space: The Management Dimension[M]. Abingdon: Routledge, 2008.
[30] CROSS N. Designerly Ways of Knowing[M]. London: Springer, 2006.
[31] BOOTH N. Foundations of Landscape Architecture: Integrating Form and Space Using the Language of Site Design[M]. New York: John Wiley & Sons, 2011.
[32] NIJHUIS S. GIS-Based Landscape Design Research Stourhead Landscape Garden as a Case Study[M]. Delft: Delft Open, 2015.
[33] ZHANG H X, NIJHUIS S, NEWTON C. Advanced Digital Methods for Analysing and Optimising Accessibility and Visibility of Water for Designing Sustainable Healthy Urban Environments[J]. Sustainable Cities and Society, 2023, 98: 104804.
[34] NIJHUIS S, DE VRIES J. Design as Research in Landscape Architecture[J]. Landscape Journal, 2019, 38 (1-2): 87-103.
[35] 陈崇贤，李海薇，侯咏淇，等.计算机视觉技术在景观与健康关系研究中的应用进展[J].风景园林，2023，30（1）：30-37.
CHEN C X, LI H W, HOU Y Q, et al. Application Progress of Computer Vision in the Research on Relationship Between Landscape and Health[J]. Landscape Architecture, 2023, 30 (1): 30-37.
[36] ZHANG H X, NIJHUIS S, NEWTON C. Uncovering the Visibility of Blue Spaces: Design-Oriented Methods for Analysing Water Elements and Maximizing Their Potential[J]. Journal of Digital Landscape Architecture, 2023(8): 628-638.
[37] BRAHA D, MAIMON O. The Design Process: Properties, Paradigms, and Structure[J]. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics - Part A: Systems and Humans, 1997, 27 (2): 146-166.
[38] JONES J. Design Methods[M]. New York: John Wiley & Sons, 1992.
[39] ZEISEL J. Inquiry by Design: Tools for Environment-Behaviour Research[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1981.
[40] 金伊婕，匡晓明，奚婷霞，等.健康行为决策促进的街道绿化精准改造[J].风景园林，2023，30（1）：45-53.
JIN Y J, KUANG X M, XI T X, et al. Accurate Transformation of Street Greening Promoted by Decision-Making on Health Behavior[J]. Landscape Architecture, 2023, 30 (1): 45-53.

**图表来源(Sources of Figures and Table)：**
图 6 引自参考文献 [33]；图 10 由作者根据参考文献 [39] 整理绘制；其他图表均由作者绘制。

（编辑 / 刘昱霏）

**作者简介：**

张皓翔 / 男 / 代尔夫特理工大学建筑与建成环境学院在读博士研究生 / 研究方向为健康导向的城市景观设计方法与策略、数字化城市景观分析方法

（荷）史蒂芬·奈豪斯 / 男 / 博士 / 代尔夫特理工大学建筑与建成环境学院正教授、景观部门负责人 / 研究方向为以景观为基础的城市主义、区域景观设计、可持续城市发展、基于过程的景观设计、弹性海岸景观、遗产景观、数字景观和视觉景观

（比）卡洛琳·牛顿 / 女 / 博士 / 代尔夫特理工大学建筑与建成环境学院副教授、空间规划与策略部门负责人 / 研究方向为设计的社会空间维度、社会过程和建成环境的复杂关系以及欧洲和全球南方的空间设计实践

ZHANG H X, NIJHUIS S, NEWTON C. Healthy Blue Space Design: A Methodological Framework for Translating the Health Benefits of Blue Space Exposure and Perception into Design Practices[J]. Landscape Architecture, 2024, 31(7): 39-47. DOI: 10.3724/j.fjyl.202311130516.

# Healthy Blue Space Design: A Methodological Framework for Translating the Health Benefits of Blue Space Exposure and Perception into Design Practices

ZHANG Haoxiang, (NLD) Steffen Nijhuis, (BEL) Caroline Newton

**Abstract:**
[Objective] Water could be regarded as a vital element for human existence, which has shaped cities for centuries. Blue spaces, centred around water bodies, play a pivotal role in urban development by delivering various ecosystem services and influencing the design and planning of urban environments. In addition to the numerous benefits and services provided by water, recent research indicates that blue space exposure and perception could also enhance human health and well-being, especially in urban contexts. However, health benefits are often not or implicitly taken into account in design practices. While an increasing number of researchers acknowledge the importance of applying current health evidence to practice, there is currently a lack of specific methodological support to bridge the gap between evidence and actions. Furthermore, given the growing focus on healthy urban living, the demand for the development of healthy cities, and the requirements of Sustainable Development Goals (SDGs), addressing this gap is of utmost importance at present. Based on the analysis and synthesis of existing evidence, this research aims to propose a conceptual framework that links the health benefits derived from blue space exposure and perception with spatial

design practices. The framework attempts to address the current gap and encourage ongoing exploration in future research and practice.

[Methods] This research first searches relevant publications on blue space and human health included in the Web of Science Core Collection and Google Scholar during the past five years, and selects the representative ones for detailed analysis and summary. Based on the analysis results, the key pathways linking blue space exposure and perception with human health are identified. Next, a tailored methodological, conceptual framework linking health evidence and design practices is proposed according to the frameworks and evidence in existing studies. Meanwhile, the results of the literature analysis and several Rotterdam cases at different scales are used to demonstrate the application of the framework and illustrate its feasibility.

[Results] Based on the results of the literature analysis, three main blue space exposure and perception types are summarized, including indirect perception and exposure, accidental perception and exposure, and intentional perception and exposure. Next, four main pathways linking the exposure to or perception of blue space and human health are identified and briefly discussed, including enhancing physical activities, reducing harmful exposure, benefiting psychological outcomes, and promoting social interactions. Subsequently, a four-step conceptual framework that translates the health evidence into practical design knowledge is proposed. The steps comprise extracting critical health evidence, summarizing key design concepts, categorizing core design elements, and translating into design principles, spatial patterns, and evaluation methods. At first, the research extracts key evidence from 57 representative literature. And then, the research summarizes 42 key design concepts. Next, through an analysis of the similarities and differences between the design concepts, five core design elements are identified, including the quantity, accessibility, visibility, spatial quality, and design process of blue space. Each element contains several specific design concepts. Among them, the first four elements are closely related to the designer's development of spatial interventions, so this research further translates the four elements into practical design knowledge and illustrates them with Rotterdam cases. Specifically, the quantity, accessibility, and visibility emphasize the objective description of the characteristics of blue space, while spatial quality focuses on people's subjective perception and experience of blue space. First, the research introduces three design principles aimed at increasing the quantity of blue space and proposes two distinct spatial patterns for each principle. On this basis, two flowcharts of evaluation methods using different types of data are presented, aiming to assess the application effectiveness of principles and patterns. In line with comparable reasoning, three design principles and six spatial patterns are introduced to enhance the accessibility and visibility of blue space. These principles and patterns are formulated across the city, community and individual scales. Moreover, given the intricacy of the evaluation methods, the research directly demonstrates specific method applications at various scales by taking several Rotterdam cases as examples. Finally, two principles and their corresponding spatial patterns for enhancing blue space quality are delineated. Considering the locality of people's perception of blue space quality, the formulation of principles and patterns on quality is based on a comprehensive analysis of crowdsourced data on physical activities and streetscape in Rotterdam. It is noted that the design principles, spatial patterns, and evaluation methods presented in the research are excerpts of findings drawn from available evidence. Their primary function is to enhance comprehension of the conceptual framework proposed in the research. They can be viewed as open-ended results that will be continually expanded and updated by researchers and practitioners as new evidence emerges and cities develop.

[Conclusion] Based on the practical design knowledge translated from the aforementioned framework, including design principles, spatial patterns and evaluation methods, the research delves deeper into the exploration of their potential integration into practical design iterations. Combined with the "Analysis – Synthesis – Evaluation" (ASE) paradigm, the evaluation methods can be applied in both the analysis and evaluation phases, serving the purpose of identifying site problems, assessing the efficacy of potential spatial interventions, and aiding in deciding whether to optimize current interventions. In the synthesis phase, practitioners can utilize design principles and spatial patterns representing generic design knowledge to facilitate the creation of spatial interventions. These interventions, regarded as a form of specific design knowledge, take into account both current site conditions and additional design objectives simultaneously. Due to the complexity of design projects, the "ASE" process may be repeated several times until the final design decision is developed. Furthermore, the conceptual framework in this research has the advantage of being bi-directional, and the design practice may be a creative process of practitioners, which can provide valuable insights for the generation of novel principles and patterns.

Keywords: landscape architecture; blue space; exposure and perception; health benefits; evidence translation; spatial design; digital tools

Authors:

ZHANG Haoxiang is a Ph.D. candidate in the Faculty of Architecture and the Built Environment, Delft University of Technology. His research focuses on strategies for health-oriented urban landscape design and digital analytical methods for urban environments.

(NLD) Steffen Nijhuis, Ph.D., is a full professor in the Faculty of Architecture and the Built Environment, and leader of Landscape Architecture Section, Delft University of Technology. His research focuses on landscape-based urbanism, regional landscape design, sustainable urban development, design with natural processes, resilient coastal landscape, heritage landscape, digital landscape, and visual landscape.

(BEL) Caroline Newton, Ph.D., is an associate professor in the Faculty of Architecture and the Built Environment, and leader of Spatial Planning and Strategy Section, Delft University of Technology. Her research focuses on the socio spatial dimensions of design, the interrelationship between social processes and the built environment, and critical spatial practices in Europe and the Global South.