

姜斌 JIANG Bin

# 日常绿色景观的健康效应测度及其设计转化

## 四个重要议题

# Measuring Impacts of Ordinary Green Landscapes on Human Health and Transforming Research Findings into Design Solutions

## Four Important Issues

**摘要** 文章阐述了目前城市日常绿色景观的健康效应测度及设计转化的相关研究已经取得的进展,指出在未来需要关注的四个重要方向:发展自然剂量—健康效应曲线研究;重新重视人在场地的感知体验和小数据;利用绿色景观塑造儿童的坚毅力;挖掘绿色景观对精神的深层次影响。作者希望通过文章继续促进健康景观在中国的研究与实践。

**关键词** 绿色景观;剂量—效应曲线;普通人视角;坚毅力;精神

DOI:10.13717/j.cnki.ta.2017.05.007

### 1 前言

在城市环境中,绿色景观作为最常见的日常景观之一,有着显著的、多方面的益处。其对于市民身心健康的保障功能已经得到公认<sup>[1]</sup>。过去的几十年里,大量的研究论证了绿色景观各方面的正面健康效应可以是治愈性的<sup>[2]</sup>,也可以是免疫性的<sup>[3]</sup>。其效应大致可分为舒缓压力、恢复注意力、改善情绪、提升社会凝聚力、鼓励身体活动等几个方面<sup>[4]</sup>。目前的科学证据已经充分证明绿色景观整体上是有益于健康的,在这种背景下,日常绿色景观的健康效应研究如何继续发展和推进呢?

此类研究的根本意义在于指导规划设计实践,创造更健康的人居环境,其实践可发生在不同的层面和尺度上。首先,对绿色景观的设计和管理可在城市规划的层面,在都会区或者城市的尺度上发生;其次,也可在景观设计的层面,在场地的尺度上发生。在不同的层面,政策决策者、规划师或设计师需要研究、提供不同类型的科学证据,以支持他们的实践活动。目前,研究发现与实践活动的衔接仍然较弱,其原因是多方面的。作为研究者,最重要的是加强与实践者的沟通,在研究问题和研究方法的层面发现知识缺口,在规划或设计的层面为实践提供需要的关键信息。本文将基于这一立场,对四个关于日常绿色景观的健康效应测度及其设计转化的重要问题进行探讨,希望能够加强理论研究 with 规划设计实践之间的联系。

**ABSTRACT** This article introduces the main progress about research of impacts of ordinary urban green landscapes on public health and points out four main directions for future research. They are: developing research of dose of nature-health response curve; drawing attention back to human perceptions on site and small data; using green landscapes to shape children's grit; and further exploring impacts of green

### 2 发展自然剂量—健康效应曲线研究

首先,由于目前基本上已经可以用科学证据证明绿色景观在大部分情况下对健康有着正面的影响,笔者认为继续在日常城市环境这一普通物理背景下论证绿色景观的正负效应已经不具有紧迫的现实意义。在日常实践中,绿色景观的正面健康效应已是政府决策者和规划设计师的共识,因此,研究必须逐渐摆脱线性正负相关关系的论证,寻找更广泛而精确的信息,对剂量—效应曲线(Dose-Response curve)的研究就是顺应这种需求的一种范式<sup>[5][6]</sup>。

何谓剂量—效应曲线研究?在健康科学领域,剂量一词常常用于描述不同程度的物质干涉(例如:摄入药物、维生素等)或行为干涉(例如:锻炼次数、睡眠时间等)对人身心的影响。每一种物质摄入或行为干涉都对应一定的心理—生理机制,从而起到预防或治疗疾病的目的<sup>[7]</sup>。“自然”剂量这一概念最早是由巴顿(Barton)和普雷蒂(Pretty)<sup>[8]</sup>提出的:他们针对绿色锻炼(即在绿地进行身体锻炼)的心理健康效应这一问题,研究了不同频率和强度的绿色锻炼对自尊感和整体情绪的影响。这一研究的贡献在于可提供更精确、更具指导意义的信息,而不是仅仅告诉实践者“绿色锻炼是有益于心理健康的”这一笼统的结果。例如,他们发现进行5 min的绿色锻炼和低强度的运动即可达到最佳的心理疗愈效果。其后,姜斌(Jiang)提出了三个绿色景观剂量的维度:绿色景观的密度或集中度(density or concentration)、接

触绿色景观的时间长度(duration)以及接触绿色景观的频率(frequency)<sup>[6]</sup>。有学者对这一概念进行了进一步强调和发展<sup>[1][7]</sup>。剂量—效应曲线很有可能不是直线型的,即:随着剂量的不断增加,其效应不会以固定的比例增加或减少。目前的相关理论和实证研究指出了三种可能的曲线形式:U或反U形态、幂函数形态、突变形态。

**KEY WORDS** Green Landscape; Dose-response Curve; Ordinary Individual's Perspective; Grit; Spirit

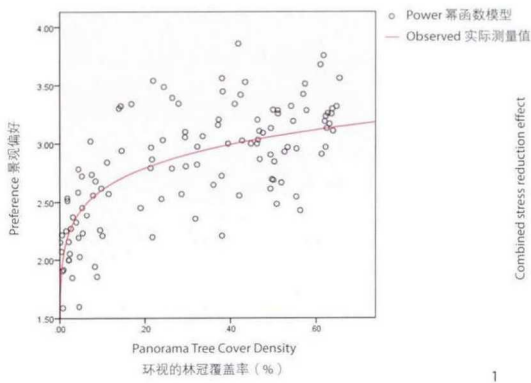
**中图分类号:** TU-023; [TU-025]; TU985.1

**文献标识码:** A

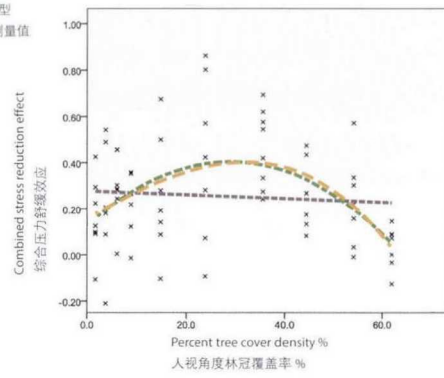
**文章编号:** 1005-684X(2017)05-0034-004

触绿色景观的时间长度(duration)以及接触绿色景观的频率(frequency)<sup>[6]</sup>。有学者对这一概念进行了进一步强调和发展<sup>[1][7]</sup>。剂量—效应曲线很有可能不是直线型的,即:随着剂量的不断增加,其效应不会以固定的比例增加或减少。目前的相关理论和实证研究指出了三种可能的曲线形式:U或反U形态、幂函数形态、突变形态。

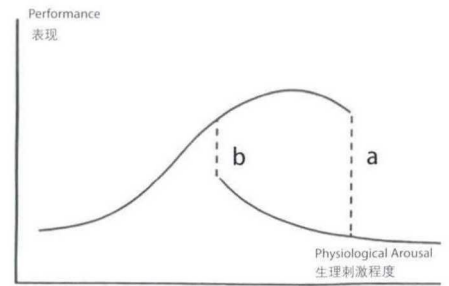
幂函数形态(Power Law):姜斌等人<sup>[9]</sup>发现林冠覆盖率与场景偏好存在幂函数关系:当林冠覆盖率从0增长到10%左右时,场景偏好出现正向偏好的急剧增长,但其后场景偏好的增长与林冠覆盖率的生长间的比率逐渐变小,趋于平缓(图1)。根据模型计算和比较,整个曲线呈现出幂函数曲线的数学特性。考克斯(Cox)等人的研究也发现有类似于P幂函数曲线的存在<sup>[10][11]</sup>。这些发现与心理学著名的斯蒂文斯定律(Stevens's Law)相呼应。斯蒂文斯定律基于多个实验数据的综合分析,认为环境刺激的客观衡量值(例如:光的强度)与人对该刺激的主观衡量值(例如:感受到的光的强度)存在幂函数关系。幂函数曲线可提供两个关键的信息:其一,可确定曲线坡度的激增区、转折区和缓和区。在激增区,少量的绿色景观可收获较大的健康效应,而在缓和区,继续投放绿色景观资源能产生的健康增长效应会相当有限;其二,可确定中性反应的剂量值(即在何种剂量下出现正面和负面效应的临界点),从而判断开始产生正向的健康效应需要分配的最小景观资源值。



1



2



3

1. 研究发现林冠覆盖率与景观偏好的剂量—效应曲线符合幂函数曲线规律
2. 研究发现林冠覆盖率与男性的压力减少程度呈反U形的剂量—反应曲线关系
3. 当心理刺激处于高水平时，人的表现与生理刺激程度呈突变性的曲线关系

1. Researchers found the dose of tree canopy coverage-response of landscape preference curve follows the power law .
2. Researchers found the dose of tree canopy coverage-response of stress reduction curve follows the inverted U Law .
3. The dose of physiological arousal-response of performance curve shows a trend of catastrophe law under the conditions of high cognitive anxiety.

U 或反 U 形态 (U or inverted U Law): 巴顿和普雷蒂发现绿色锻炼时间剂量和心理效应的曲线呈现反“U”字形态。姜斌和同事发现林冠覆盖率与男性受测者的精神压力 (以皮质醇和指尖皮肤传导反射为测量指标) 呈现反 U 形态 (图 2)。沙纳汉 (Shanahan) 等指出反 U 形可能是一种主要的绿色剂量—健康效应曲线形态。这一观点可以得到生物学和心理学相关理论的支持, 例如: 兴奋效应理论 (Hormesis Theory) 指出并不存在绝对的正面或负面的环境刺激, 效应的正向或负向通常是由剂量的大小所决定。通常, 中间程度剂量的环境刺激会产生最大的正面或负面效应, 因此曲线会呈现出 U 或反 U 形态<sup>[12]</sup>。此外, 心理学领域的“刺猬行为理论” (Hedgehog Theory of Behavior) 指出, 信息过于简单或复杂 (complexity of information) 都会导致受测者的低偏好 (preference), 而中等程度的信息刺激是最受欢迎的。U 或反 U 形曲线可提供两个关键的信息: 其一为中性反应的剂量值; 其二为最优值或最劣值 (即在何种情况下出现最优或最劣的健康效应)。

突变形态 (Catastrophe Law): 突变形态作为心理学和运动学的一个重要理论模型, 认为心理刺激 (cognitive arousal) 和生理刺激 (somatic arousal) 会对人的认知和身体表现 (cognitive or physical performance) (如: 考试或运动) 产生一定的效应<sup>[13]</sup>。当生理刺激处于中等或高等水平, 心理刺激在低等程度时, 可促进表现; 当心理刺激逐渐增长到达中等水平时, 人的操作表现会出现断崖式的降低。这一突变体现了剂量的逐渐增加会出现一个相对平缓的正效应的增加, 而当剂量增加达到一个临界值, 则会导致人心理的崩溃, 出现极负面的健康效应 (图 3)<sup>[13]</sup>。对于绿色景观的健康效应, 整体来说无疑是正面的, 但也有学者提出, 绿色景观在密度过高时会产生负面效应, 例如: 安全感的降低、环境阅读障碍、方向感丧失、病毒感染、野生动物袭击等<sup>[14][15]</sup>。那么, 有一种可能就是绿色景观从极低密度增长到较高密度这一

过程中会一直与健康效应呈现正相关的关系, 而这种积极的健康效应会在绿色景观达到某一个极高的数值时出现断崖式的下跌。根据前文所引的姜斌<sup>[9]</sup>一文, 林冠的密度从 0% 到 62% 的增长过程中, 景观偏好一直处于正相关关系, 但由于缺乏数据, 该文并没有测量人们对大于 62% 的场景的偏好。有两种可能性, 一种是该曲线继续幂函数曲线的特征, 保持缓慢增长; 另一种则是在大于 62% 的某一个值, 景观偏好出现断崖式的下跌, 甚至出现负面的偏好。在目前的绿色景观剂量—反应的相关文献里, 笔者尚未发现有报导突变形态曲线的研究出版, 但这一方向从原理上而言具有一定的合理性, 值得未来进一步研究论证。突变形态曲线也可以提供三个关键的信息: 其一, 可确定中性反映值, 从而判断最小的可产生正向的健康效应的景观资源投放值; 其二, 可确定最优剂量值, 在此值上健康效应达到最佳; 其三, 可确定产生突变效应的临界值, 超过此剂量会产生大幅减损的健康效应。

以上三种可能的剂量—效应曲线相较于常见的体现简单正负相关的直线模型有着明显的优点, 可为规划和实践提供更准确、更丰富的信息作为决策依据。直线模型只能告诉人们一个笼统的结论, 而曲线模型则可以提供关键的阈值信息, 帮助确定规划或设计目标, 例如: 绿地率、林冠覆盖率等。此外, 曲线模型可以让人们知道, 当景观处于某一剂量所对应的某种健康效应的具体大小, 这对检验或预测景观的健康效应, 制定科学的管理和规划设计目标都提供了较为明确的依据。诚然, 关于自然景观或绿色景观的剂量—健康效应研究仍处在初级阶段, 目前只有少数研究成果发表, 但应该是未来可以重点发展的研究方向, 其对于实现城市环境的科学管理决策和规划设计实践具有重要而明确的影响。

### 3 重新重视人在场地的感知体验和小数据

随着地图技术、航拍技术和遥感技术的发展和普及, 无论是研究或实践, 我们都已经习惯了从上帝的

视角研究城市或场所。大量的规划控制指标都是从鸟瞰角度来制定的, 一些关键的指标数值亦缺乏足够的佐证可供评判。这样做是否合理呢? 答案也许是否定的。姜斌和同事<sup>[16]</sup>发现, 从上往下俯瞰所测量到的林冠覆盖率与在场地亲眼所见的林冠覆盖率只有在树木密度较低时是显著相关的 (图 4)。也就是说, 至少在社区尺度上, 上帝视角的测量方法不能很好地描述人们所看到的树林景观。这一发现在一定程度上对现有的城市森林 (urban forest) 规划管理方法和设计方法提出了挑战。在过去 20 年里, 严重依赖卫星技术和遥感技术的空间描述方法存在根本性的缺陷: 无法在人的尺度上准确描述景观或环境。那些端坐于距离场地千里甚至万里之外的冷气办公室里, 依靠地图和谷歌地球 (Google Earth) 的规划设计师们, 其工作成果的可靠性是值得怀疑的。研究发现, 在某个区域内由景观面积除以场地面积计算出来的平均景观量, 并不能代表居民或使用者在日常生活中实际分配到的或感知到的景观量, 而在地、人眼所见的绿色景观比率 (绿视率) 可能是更准确的度量方法<sup>[16][17][18]</sup>。同时, 姜斌等认为, 将绿化资源分配到使用者可频繁造访或视线接触的战略线路和地点, 可能是事半功倍的做法<sup>[16]</sup>。漠视个人感知尺度的规划设计可能具有根本性的缺陷, 无论所关注问题的尺度大小, 研究或设计都应当植根于对人们日常的、细微的需求的记录、尊重和关怀上 (图 5)。因此, 笔者认为, 研究者、政府决策者、规划设计师应当重新深入到场地, 去观察和分析普通人与景观环境的互动关系。

近年来, 随着个人电子产品的普及、社交媒体技术和街道场景记录技术的发展, 针对个体感知的研究与实践有可能赢得与大数据系统整合的机会。谷歌街景 (Google Street View) 为研究者提供了连续的、海量的街道场景数据, 并且已经提供可供比较的不同年份的街道场景数据<sup>[17]</sup>。其他社交媒体如“Instagram”、“Facebook”、微信等都可以为研究和实践提供海量的、基于个人行动和体验的图像、文字或空间定位数



4. 当林冠覆盖率处于中等及高等程度时，以在场的个人视角所感知的绿量和上帝视角所测量到的平均绿量没有统计意义上的显著相关
5. 在深圳罗湖车站广场的树下休息的旅客和农民工：过分依赖大数据和上帝视角数据将使研究者和规划设计师对场地和使用者的认识具有局限性
6. 香港彩虹邨：在高度人工化的城市环境里成长的年轻一代

4. When tree canopy coverage is at the middle or high level, the association between eye-level tree cover density and top-down tree cover density is not statistically significant.
5. Travelers and migrant workers were resting underneath a tree canopy at Luohu Railway Station Plaza, Shenzhen City: Over-reliance on big data and god-perspective data will impair researchers and practitioners' understanding of site and people.
6. The Rainbow Community in Hong Kong: A younger generation who is raised up in a highly artificial urban environment.

据。应当说，长期困扰研究者和规划设计师的一个矛盾，即大空间与小空间、大数据和小数据之间的薄弱联系，可能随着这些技术的发展而得到解决。但是，目前的技术程度只能有限地、笼统地描述人在场所的活动和感知，无法完全描述复杂细微的行为和感知。因此，笔者认为有两点需要强调：第一，继续发展个人行为 and 感知的纪录和分享技术，继续发展虚拟现实技术，争取最大精度地记录和重现人在场地的体验；第二，研究者和规划设计师必须重新重视在目标区域或场所的亲身体验和调查研究，从小数据的收集和分析做起，而不是完全依赖第三方收集的大数据进行规划设计研究与实践。

#### 4 利用绿色景观塑造儿童的坚毅能力

设计为人服务，这是许多人的共识。儿童是人类的未来，因此，设计重要的一个导向是将研究转化为可为儿童服务的成果，帮助他们走向健康和成功的未来。只有儿童健康发展，才有健康、成功和文明的成人社会。那么儿童发展的关键因素是什么呢？首先，大量的研究证明，智商对于人的成功发展有显著的影响。研究显示，智商（IQ）与成就存在显著相关，智商对成功的解释力为 36% 左右（ $r=0.6$ ）；但是，最成功的人群的智商通常并不比成就最低的人群高很多（5 分的区别）<sup>[19]</sup>。

那么，除了智商还有其他什么因素影响个人成就水平呢？研究者通过大量的数据分析，指出有三个个性因素是解释成就水平的重要原因，分别是：目标设立和努力追求该目标的持续性、对能力的自信和较强大的个性。综合而言，学者提出坚毅能力（grit）才是儿童健康和成功发展的关键因素。坚毅能力<sup>[19]</sup>被定义为“追求长远目标的耐心与激情。”‘坚毅能力’指奋发努力地面对挑战，在许多年的时间里不管遭遇失败、

逆境还是发展的瓶颈期都保持对目标的兴趣和努力。对于坚毅的人来说，取得成就的道路是一场马拉松，而她（他）们的优势在于始终充满活力。当失望或无聊的情绪来袭时，坚毅者会选择坚持而其他人会选择改变路线或放弃。”

绿色景观对人的心理状态、个性、态度都有显著的影响<sup>[20][21]</sup>。那么，它对坚毅力的形成是否也具有显著的影响？研究发现：一方面，经常接触自然或绿色景观对儿童的心智有全方位的益处，其中有一些指向构成坚毅力的性格要素。绿色景观的多少与儿童的自律性<sup>[22]</sup>和专注力<sup>[23]</sup>存在正相关性。住宅周围绿色景观的数量与儿童的忧虑感呈现负相关的关系，和儿童的自我价值判断呈现正相关的关系<sup>[24]</sup>。此外，在一项因果性研究中发现，在绿色公园的步行较在人工化的城市环境的步行更有益于减少注意力缺乏和多动症（ADHD）的症状<sup>[25]</sup>。和人工游乐场相比，充满多样植被和地形的自然景观更能促进儿童运动能力的发展<sup>[26]</sup>，激发对未知事物的兴趣感和好奇心<sup>[27]</sup>，以及解决困难问题的意愿和能力<sup>[28]</sup>。

另一方面，绿色景观的缺乏是都市少年儿童沉溺于虚拟电子世界和室内空间活动、导致各种精神和生理健康问题的元凶之一<sup>[29]</sup>，这也在一定程度上导致了坚毅力的丧失。和生活在绿色环境里的儿童相比，生活在缺乏绿色的环境中的儿童大约少 50% 的活动量<sup>[30]</sup>（图 6），而静态的生活方式会导致儿童心智能力发展的滞后，包括低自尊感、多动、注意力不集中等<sup>[31]</sup>。沉溺电子屏幕会导致少年儿童较低的自尊感、更强的孤独感、更强的抑郁情绪以及更低的情绪稳定性<sup>[32]</sup>。

综上所述，笔者认为绿色景观很可能对坚毅力的发展有重要的促进作用，由于目前本领域尚缺乏足够数量和系统的科学证据，特别是长期跟踪研究证据，故无法马上给出一个确凿的答案。但是，希望本文能

够提供一些关于这个问题的研究线索，为未来的工作抛砖引玉。

#### 5 挖掘绿色景观对精神的深层次影响

绿色景观究竟是如何影响精神健康的？目前的研究基本上是以西方环境心理学研究范式和成果为基础的。其中最主要的结论可分为两点：其一是绿色景观对主动性注意力的恢复（Directed Attention Restoration Theory）<sup>[33]</sup>；其二是绿色景观对精神压力的减少或舒缓（Stress Reduction Theory）<sup>[34]</sup>。此外，有学者亦从其他方向论证精神健康的益处，包括对综合情绪<sup>[35]</sup>、安全感<sup>[15]</sup>、挫败感<sup>[36]</sup>、自律性<sup>[22]</sup>、侵略性<sup>[37]</sup>等的影响。但是，这些研究似乎仍停留在一个较为浅层次的、强调调用的层面。这些问题固然重要，但似乎不能够完整地阐述绿色景观对人类精神的影响，特别是那些更深层次、与直接和世俗的功用不甚相关的影响。幸运的是，这一缺憾也开始被少量的研究者所认识，得到缓慢但始终向前的开拓<sup>[41][38]</sup>。在本段，笔者着重阐述两个方面的问题：首先，何为深层次的绿色景观对精神的影响？其次，为什么这些问题是重要的？

首先，绿色景观可以具有或亲密（intimated）的、或神圣（sacred）的、或富有挑战性（challenging）的、或崇高（sublime）的等等深层次的特性。当人身临其境或观看自然，其体验到的绿色景观使她（他）产生深刻的或共鸣、或自省、或信赖、或忘我、或豪迈、或奉献等等多样、多重的感受。这种感受复杂而深刻，跨越国界和文化，是人类的共性。这些感受无疑与直接注意力恢复、压力舒缓等主流的强调调用的归纳不同，也可能具有更高的价值。在东方，刘勰在《文心雕龙·神思》中说“登山则情满于山，观海则意溢于海。”在西方，卢梭说过“在花朵衰败的地方，人类无法生

活。”这些跨越东西方的体验似乎在向我们启示自然或绿色景观对人精神健康的深层次影响。这些精神影响也是跨越山林、郊野和都市的文明形态的。在远离都市文明的红河流域，哈尼族将后山的树林视为神木，需要时刻诚心供奉和敬仰，从而让族民产生心理上的安全感和幸福感。在充满人工建筑和过量信息的都市里，疲惫、独居的年轻人在书桌摆放一株鲜绿的植物，将其视为自己的伙伴，其对心理的影响应当已经不限于注意力和压力的层面。虽然对于这些精神影响的研究暂时还没有系统化、科学化，并建立严谨可靠的度量方式，但在未来应该是探索的方向，也是将对设计产生重要影响的研究方向。

那么，为什么这些问题是重要的？我们发现研究和设计之间常常欠缺理解和联系。研究者坚持既定的学术理论和范式，一步步探求科学证据，而设计者则有着利用情感、想象和经验来从事设计的悠久传统。虽然近年来设计界在大力提倡循证设计，但不可否认传统的影响仍然是巨大的。同时，设计师没有范式和理论的束缚，可以自由地进行探索，虽然常被诟病思维缺乏逻辑性，但却可以在探索的道路上轻装上阵，深入到更深刻的（也许是更模糊或神秘）的层面。在许多设计师心目中，注意力恢复和压力舒缓之类的健康效应似乎已经是每日在实践的常识，因而对这类研究的发现缺乏兴趣（这种观念固然是不完全正确的）。而许多设计师在探讨的或孜孜追求的是实现场所或景观对人精神世界深层次的、摆脱时空局限的影响。总之，研究者和设计者思维方式和目标的差异常常会让彼此产生误解，犹如两位一起修筑巴比伦塔的工匠，虽并肩作战，却说着不同的语言，无法充分沟通。因此，作为研究者来说，探索绿色景观的深层次精神影响，为实现成果的设计转换做一些主动的努力，无疑是紧迫亦重要的事情。

## 6 结语

综上所述，笔者认为对于城市绿色景观的健康效应的研究已经取得阶段性的成果，但目前的发现仍较为笼统，导致规划设计师对研究发现缺乏兴趣。研究发现的设计转化不是研究者单方面的问题，转化的成功需要双方主动沟通，去寻找潜在的契合点。同时需要注意的是，设计实践也是研究的灵感来源和实验室，二者的影响是相互的。希望本文提出的一些观点能给研究者和规划设计实践者一些帮助和启示，推动该领域的工作继续发展。

（致谢：感谢香港大学建筑系助理研究员陈洁琳和苏珊珊的帮助，感谢香港大学建筑学院院长克里斯·韦伯斯特（Chris Webster）教授对本工作的支持）（图片来源：图片均由作者提供。图1来自参考文献[9]，图2来自参考文献[2]，图3来自参考文献[13]，图4来自参考文献[16]，图5、图6由作者拍摄）

## 参考文献：

[1] Sullivan W C, Frumkin H, Jackson R J, et al. Gaia meets Asclepius: Creating healthy places[J]. *Landscape and Urban Planning*, 2014, 127: 182-184.

- [2] Jiang B, Chang C-Y, Sullivan W C. A dose of nature: Tree cover, stress reduction, and gender differences[J]. *Landscape and Urban Planning*, 2014, 132(0): 26-36.
- [3] Kuo M. How might contact with nature promote human health? Promising mechanisms and a possible central pathway[J]. *Frontiers in Psychology*, 2015, 6(1093):1-8.
- [4] Jiang B, Zhang T, Sullivan W C. Healthy Cities: Mechanisms and Research Questions Regarding the Impacts of Urban Green Landscapes on Public Health and Well-being[J]. *Landscape Architecture Frontiers*, 2015, 3(1): 24-35.
- [5] Barton J, Pretty J. What is the Best Dose of Nature and Green Exercise for Improving Mental Health? A Multi-Study Analysis[J]. *Environmental Science & Technology*, 2010, 44(10): 3947-3955.
- [6] Jiang B, Li D, Larsen L, et al. A Dose-Response Curve Describing the Relationship Between Urban Tree Cover Density and Self-Reported Stress Recovery[J]. *Environment and Behavior*, 2016, 48(4): 607-629.
- [7] Shanahan D F, Fuller R A, Bush R, et al. The Health Benefits of Urban Nature: How Much Do We Need?[J]. *BioScience*, 2015, 65(5): 476-485.
- [8] Jiang B. Establishing dose-response curves for the impact of urban forests on recovery from acute stress and landscape preference[D]. Illinois: University of Illinois at Urbana-Champaign, 2013.
- [9] Jiang B, Larsen L, Deal B, et al. A dose-response curve describing the relationship between tree cover density and landscape preference[J]. *Landscape and Urban Planning*, 2015, 139(0): 16-25.
- [10] Cox D T, Shanahan D F, Hudson H L, et al. Doses of Nearby Nature Simultaneously Associated with Multiple Health Benefits[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2017, 14(172): 1-13.
- [11] Cox D T C, Shanahan D F, Hudson H L, et al. Doses of Neighborhood Nature: The Benefits for Mental Health of Living with Nature[J]. *BioScience*, 2017, 67(2): 147-155.
- [12] Calabrese E J, Baldwin L A. The frequency of U-shaped dose responses in the toxicological literature[J]. *Toxicol Sci*, 2001, 62(2): 330-8.
- [13] Hardy L. Testing the Predictions of the Cusp Catastrophe Model of Anxiety and Performance[J]. *The Sport Psychologist*, 1996, 10(2): 140-156.
- [14] Jansson M, Fors H, Lindgren T, et al. Perceived personal safety in relation to urban woodland vegetation - A review[J]. *Urban Forestry and Urban Greening*, 2013, 12(2): 127-133.
- [15] Jiang B, Mak C N S, Larsen L, et al. Minimizing the gender difference in perceived safety: Comparing the effects of urban back alley interventions[J]. *Journal of Environmental Psychology*, 2017, 51: 117-131.
- [16] Jiang B, Deal B, Pan H, et al. Remotely-sensed imagery vs. eye-level photography: Evaluating associations among measurements of tree cover density[J]. *Landscape and Urban Planning*, 2017, 157: 270-281.
- [17] Li X, Zhang C, Li W, et al. Assessing street-level urban greenery using Google Street View and a modified green view index[J]. *Urban Forestry & Urban Greening*, 2015, 14(3): 675-685.
- [18] Leslie E, Sugiyama T, Ierodiaconou D, et al. Perceived and objectively measured greenness of neighbourhoods: Are they measuring the same thing?[J]. *Landscape and Urban Planning*, 2010, 95(1-2): 28-33.
- [19] Duckworth A L, Peterson C, Matthews M D, et al. Grit: Perseverance and passion for long-term goals[J]. *Journal of Personality and Social Psychology: Personality Processes and Individual Differences*, 2007, 92(6): 1087-1101.
- [20] Larsen L, Adams J, Deal B, et al. Plants in the workplace - The effects of plant density on productivity, attitudes, and perceptions[J]. *Environment and Behavior*, 1998, 30(3): 261-281.
- [21] Sullivan W C, Chang C Y. Mental Health and the Built Environment, Dannenberg A L, Frumkin H, Jackson R J, editor, *Making Healthy Places: Designing and Building for Health, Well-being, and Sustainability*[M]. Washington, DC: Island Press, 2011: 106-116.
- [22] Taylor A F, Kuo F E, Sullivan W C. Views of nature and self-discipline: Evidence from inner city children[J]. *Journal of Environmental Psychology*, 2002, 22(1-2): 49-63.
- [23] Taylor A F, Kuo F E, Sullivan W C. Coping with add - The surprising connection to green play settings[J]. *Environment and Behavior*, 2001, 33(1): 54-77.
- [24] Wells N M, Evans G W. Nearby nature - A buffer of life stress among rural children[J]. *Environment and Behavior*, 2003, 35(3): 311-330.
- [25] Kuo F E, Taylor A F. A Potential Natural Treatment for Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: Evidence From a National Study[J]. *American Journal of Public Health*, 2004, 94(9): 1580-1586.
- [26] Fjortoft I, Sauge J. The natural environment as a playground for children - Landscape description and analyses of a natural playscape[J]. *Landscape and Urban Planning*, 2000, 48(1-2): 83-97.
- [27] Gurholt K P, Sanderud J R. Curious play: children's exploration of nature[J]. *Journal of Adventure Education and Outdoor Learning*, 2016, 16(4): 318-329.
- [28] Hess L M, Bundy A C. The Association Between Playfulness and Coping in Adolescents[J]. *Physical & Occupational Therapy In Pediatrics*, 2003, 23(2): 5-17.
- [29] Louv R. *Last Child in the Woods*[M]. New York, NY, USA: Algonquin Books, 2008.
- [30] Taylor A F, Wiley A, Kuo F E, et al. Growing up in the inner city - Green spaces as places to grow[J]. *Environment and Behavior*, 1998, 30(1): 3-27.
- [31] Suchert V, Hanewinkel R, Isensee B. Sedentary behavior and indicators of mental health in school-aged children and adolescents: A systematic review[J]. *Preventive Medicine*, 2015, 76: 48-57.
- [32] Van Der Aa N, Overbeek G, Engels R C M E, et al. Daily and compulsive internet use and well-being in adolescence: a diathesis-stress model based on big five personality traits[J]. *Journal of youth and adolescence*, 2009, 38(6): 765-776.
- [33] Kaplan S. The Restorative Benefits of Nature - Toward an Integrative Framework[J]. *Journal of Environmental Psychology*, 1995, 15(3): 169-182.
- [34] Ulrich R S. Human Responses to Vegetation and Landscapes[J]. *Landscape and Urban Planning*, 1986, 13(1): 29-44.
- [35] Pretty J, Peacock J, Sellens M, et al. The mental and physical health outcomes of green exercise[J]. *International Journal of Environmental Health Research*, 2005, 15(5): 319-337.
- [36] Kweon B S, Ulrich R S, Walker V D, et al. Anger and stress - The role of landscape posters in an office setting[J]. *Environment and Behavior*, 2008, 40(3): 355-381.
- [37] Kuo F E, Sullivan W C. Aggression and violence in the inner city - Effects of environment via mental fatigue[J]. *Environment and Behavior*, 2001, 33(4): 543-571.
- [38] Meagher B R. Perceiving Sacred Space: Religious Orientation Moderates Impressions of Religious Settings[J]. *Environment and Behavior*, 2015, 48(8): 1030-1048.

作者单位：香港大学建筑学院建筑系园境建筑学部  
 作者简介：姜斌，男，香港大学建筑学院建筑系园境建筑学部 助理教授、博导，城市环境与健康虚拟现实实验室 主任  
 收稿日期：2017-07-15  
 基金项目：香港政府 GRF\_ECS 基金项目（基金号：106160001.088616.01100.367.01，项目编号 27609816）

