

doi:10.3969/j.issn.1673-9833.2017.01.001

森林康养基地规划设计研究

谭益民^{1,2}, 张志强²

(1. 国家林业局森林旅游工程技术研究中心, 湖南 长沙 410004;
2. 湖南工业大学 建筑与城乡规划学院, 湖南 株洲 412007)

摘要: 从森林康养基地规划设计的角度, 阐述了疗法因子与康养基地之间的关系, 以及森林疗法因子的研究现状, 重点总结了国内外在康养基地选址、步道设计、康复设施规划和规划设计评价上的最新研究进展。研究表明, 相对于国外而言, 目前我国森林康养基地的建设处于起步阶段, 尚未形成完善的理论体系。因此, 今后我国森林康养基地的规划设计研究应重点关注森林康养基地规划设计体系的构建、注重乡土益健植物对人体身心健康的影响及其在规划设计中的应用, 且应加强康养基地规划设计评价体系和康养基地规划设计方法的研究。

关键词: 森林疗法因子; 森林康养基地; 规划设计

中图分类号: F592.1

文献标志码: A

文章编号: 1673-9833(2017)01-0001-08

Study on the Planning and Design of Forest Therapy Base

TAN Yimin^{1,2}, ZHANG Zhiqiang²

(1. Engineering Technology Research Center for Tourism of National Tourism Administration, Changsha 410004, China;
2. School of Architecture and Urban Planning, Hunan University of Technology, Zhuzhou Hunan 412007, China)

Abstract: From the perspective of planning and design of forest therapy base, this paper expounds the relationship between therapy factors and therapy base, as well as the current state of the research on forest therapy factors, followed by an underlying summary of the latest research progress made home and abroad in site selection, trail patterns, rehabilitation facilities and the evaluation of overall planning and design. Studies suggest that, compared with some advanced foreign countries in the world, the construction of forest therapy base in China is still in its infancy, with a sound theoretical system to be formed. Therefore the focus of future research should be on the establishment of the planning and design system, the favorable influence of native plants on public health and its application in planning and design, with more emphasis laid on the evaluation system and methods of planning and design in forest therapy base.

Keywords: forest therapy factor; therapy base; planning and design

1 研究背景

森林康养、森林医学和森林旅游是当下旅游学界、预防医学界及风景园林学界关注和研究的热门方

向, 而森林环境中疗法因子是发展森林康养和森林旅游的本底条件, 也是森林医学研究的关键。国内有学者提出森林环境健康因子的概念, 并将其分为气象要素、生物要素、大气的物理特征和景观要素 4 类,

收稿日期: 2016-12-29

作者简介: 谭益民 (1962-), 男, 湖南湘潭人, 湖南工业大学教授, 博士生导师, 主要从事生态学及生态旅游资源开发与利用方面的研究, E-mail: csfutanyimin@126.com

通信作者: 张志强 (1991-), 男, 湖南怀化人, 湖南工业大学硕士生, 主要研究方向为景观规划与生态设计, E-mail: 1191572516@qq.com

这为森林疗法因子的分类提供了重要的参考依据^[1]。吴章文教授首次提出了森林生态环境资源的概念,他认为森林环境中的空气、地表水环境、太阳照度、植物精气、空气负离子、空气微生物、土壤等均属于森林生态环境资源,这些因素对人体有健康保健作用^[2]。除森林生态环境因素外,日本森林综合研究所的恒次佑子等通过生理学测试阐明森林环境可通过视觉、嗅觉、听觉、触觉及味觉这5种森林环境感官因素对人体生理产生影响^[3-4]。综上可知,森林疗法因子就是森林环境中包括森林环境感官因素在内的、对人体身心健康有益的环境因子的总称。森林疗法因子对人体的康养作用主要体现在:产生负氧离子、释放植物精气(芬多精)、净化空气、降低噪声、具有适宜的小气候、拥有富氧环境、刺激人的五感体验等方面。国内外对于森林疗法因子的研究起步较早,始于19世纪30年代,俄国胚胎研究员B. P. Tokin博士发现从植物材料释放的挥发性物质可杀死某些原生动物和细菌,并将这些物质命名为“植物杀菌素”(芬多精)^[5-8]。其后,德国和日本分别提出了利用自然环境的气候疗法和森林疗法,我国科学家也对多种植物的植物精油进行了化学成分测定^[9-10]。

森林康养基地的规划设计对于发挥疗法因子的作用有着重要意义。2016年,我国在全国范围内进行森林康养基地试点,本文首位作者参与了全国康养基地相关标准的制定,认为森林康养基地是以森林生态系统和优越的森林生态环境资源为依托,利用地方特色提供运动疗法、饮食疗法、水疗法、芳香疗法以及文化启智、自主训练、心理辅导等多种形式的森林康养保健项目,以促进到访者强身健体、修身养性为目的,满足不同人群物质和精神需求的特定区域。

本课题组人员通过对相关资料的搜集和文献研究发现,相对于森林疗法因子的本体研究,从森林康养基地的规划设计角度对疗法因子的应用研究相对较少,且未形成完善的理论系统。因此,本研究拟通过对目前国内外森林疗法因子及其在森林康养基地规划设计中应用的理论和实践成果进行介绍和概括总结,以期对深入研究该领域相关问题有所启示。

2 康养基地中的疗法因子

2.1 森林疗法因子环境与康养基地

康养基地的建设应建立在疗法因子的改善之上,依据疗法因子条件的不同和分布,进行不同康养项目的规划设计。德国根据健康保健地不同的疗法因子组成,把全国范围内的康养基地分为5种类型:矿物性治疗浴场、荒野性治疗浴场、海水治疗浴场、

克奈普疗法地和健康气候疗法地^[3,11]。且在康养基地疗法因子的质量维护上也有严格规定:基地必需有基于长年对疗法因子质量分析制定的鉴定书,同时基地环境对人身心理健康影响相关的疗效也是康养基地的重要审查标准,如果康养因子条件不能达到要求,就会取消基地资格。瑞典森林和景观研究博士苏斯·索拉·科拉松提出,森林疗法因子环境是康养基地的背景,也是康养治疗过程中的催化剂,并指出疗法因子环境和基地实现疗法目标的关系(如图1所示,图1和2均根据*Journal of Therapeutic Horticulture*, 2010, P35-51中*Development of the Nature-Based Therapy Concept for Patients with Stress-Related Illness at the Danish Healing Forest Garden Nacardia*改绘)。

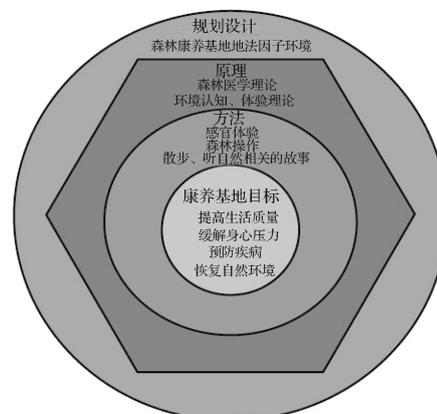


图1 疗法因子环境与康养基地关系图

Fig. 1 The relationship between therapy factor environment and therapy base

如图1所示,康养基地的疗法因子环境位于最外环,代表其作为基地规划设计本底条件的作用;第二环为6边形,表示人对疗法因子环境的认知、体验和治理原理;第三环代表进行康养治疗的方法,包括感官体验、园艺操作、散步及听和自然有关的故事等;第四环作为基于森林医学原理及环境认知、体验理论和森林疗法方法对疗法因子环境的运用和改善而达到的康养基地的康养治疗目标,是森林康养的终极追求^[12]。国内对于结合森林康养因子环境来开展森林浴场基地的建设研究较早,但偏重于对以森林浴场旅游资源开发、森林浴对人体生理的影响、森林浴场营建等方面的实证案例研究^[11, 13-15]。目前还缺乏系统性地对森林疗法因子环境和康养基地之间的关联进行探讨,这也是后续研究需重点关注的方向。

2.2 康养基地的主要疗法因子

2.2.1 森林环境中的空气负氧离子

空气中的负氧离子被称为“空气维生素”,具降尘、灭菌功能,且可调节人体的身体机能。德国科学家早在1889年发现了空气中负氧离子的存在,我国对空

气负氧离子的研究始于20世纪70年代。国内外对空气负氧离子的研究主要集中在5个方面:1)空气负氧离子的产生机理;2)空气负氧离子水平的定量评价;3)空气负氧离子的时空分布规律;4)空气负氧离子对人体的保健作用;5)空气负氧离子的开发利用。已有研究表明,森林环境中的空气负氧离子主要产生于太阳的紫外线,瀑布溪流溅起的水花、雨水分解,树木的树冠、枝叶尖端放电及绿色植物的光合作用形成的光电效应促使空气电解等^[6]。在空气负氧离子水平的定量分析上,采用多种评价指数进行评价,吴楚才等学者首次制定出森林游憩区空气负氧离子分级评价标准(standard grades of forestry aeroion, SGFA)^[17-18]。空气负氧离子在自然状态下的分布规律受多种因素影响,可分为空间分布规律和时间分布规律两种。在空间分布上,空气负氧离子受不同植被类型、地理位置、气象因子、纬度以及海拔、水体等的影响;在时间分布上,对同一地点不同时间段和不同季节,空气负氧离子也呈现出一定的差异^[12, 19-21]。空气负氧离子的保健作用已得到临床医学、体育教育及保健领域的研究证实,具体有:调节神经系统功能;加强新陈代谢;促进人体内形成维生素及贮存维生素;加速肝、肾、脑等组织的氧化过程,并提高其功能;使气管壁松弛,改善呼吸系统功能;改善循环系统功能,起保健医疗作用^[3, 22-23]。对于空气负氧离子的开发利用已成为当下森林康养旅游研究的重点。德国、芬兰、日本和韩国利用空气负氧离子进行的康养基地建设开发相对较早,我国近几年才引进森林康养的概念,各种标准和规范也在制定当中,利用森林公园、国有林场、城市森林发展的“森林浴”基地、森林康养基地也在快速增长^[23]。

2.2.2 森林环境中的植物精气

植物精气又称植物杀菌素、芬多精“phytoncide”。前苏联科学家B. P. Tokin博士在研究中发现,萨哈林冷杉、松树的碎叶、芥末或磨碎的大蒜被放在原生动物(如变形虫或志贺氏菌)附近时,这些原生动物和细菌会被从植物材料释放的挥发性物质杀死。他将这些物质命名为“植物杀菌素”,其主要成分为芳香性碳水化合物萜烯(terpene)^[3]。中南林业科技大学植物精气研究课题组自1997年来对全国范围内的159种植物精气成分及其相对含量进行了深入研究,结果发现其化学成分多达440余种,并且其作用远远超出了杀虫、杀菌功能,由植物挥发出来的大量有机物还具有防病、治病、强身健体的功效^[24]。

2.2.3 森林小气候环境

森林小气候是森林植被与区域气候相互作用所

形成的局部地区环境系统。森林中舒适的小气候及富氧环境的形成,是由于森林具有调节气候和固碳释氧的作用,其对开展森林康养至关重要。森林对气候的调节作用主要体现在:1)调节气温;2)调节温湿度;3)减少太阳辐射;4)涵养水源^[21]。

目前国内外对于森林小气候的研究主要集中在:

1)对森林内小气候特征进行研究。如国内学者开展了对不同林内小气候特征的研究,并且从系统区域的角度,对形成森林小气候基础的森林辐射收支和能量分配进行了实证研究^[25-27];也有国外学者对不同地形状况下的森林小气候特征展开了研究,并认为森林小气候也受到森林地形的制约^[28]。

2)森林内各气象要素的研究。国内学者偏重于从森林对包括太阳辐射及光照、空气温湿度、土壤温湿度、水气压及雨雾、二氧化碳浓度、降水、蒸发等森林小气候环境影响的研究。他们认为,不同林分和林分冠层结构对小气候的调控作用不同,如混交林对小气候的调控作用较纯林的好,复层林冠对小气候的调控作用较单层林冠的好,植被覆盖度高的林分对小气候的调控作用较覆盖度低的好,成熟期森林对小气候的调控作用较建群期森林的好^[29-31]。相较而言,国外学者对森林小气候在垂直分布上的差异研究较多,具代表性的是S. Leuzinger等对温带混交林的研究,其研究表明,林冠层温度比其上层空气温度高4.5~5.0℃,这种温度变化导致林内不同冠层深度处植物的生理过程表现出明显的差异^[32]。

3)森林内外气象因子对比研究。如刘贤德等通过在祁连山森林内外建立森林气象站,通过对各气象因子进行观测和对比分析,发现林内平均气温、土壤温度、降水量和蒸发量相对林外明显偏低,但林内湿度相对林外偏高;且林内温差和湿度变化幅度明显较林外小^[33]。也有国内学者对森林旅游地、草原、农田、沙漠人工植被的小气候特征进行了相关研究^[34-35]。日本森林综合研究所通过对森林环境及城市环境中的步道照度、湿热环境、声环境、大气压环境等的综合对比研究,发现森林步道明显具有比城市步道更高的舒适性,并认为这也是森林产生治疗作用的重要原因之一^[3, 36-37]。相对于森林小气候的特征、组成要素、分布和比较研究,目前学界还缺乏与森林小气候相关的森林康养基地空间整治规划方面的研究。

3 康养基地规划设计研究

3.1 康养基地规划选址

康养基地的规划选址应依托于森林环境中的疗法因子条件,尽量选择森林康养条件良好、交通便利、

无自然灾害的安全区域。国内学者提出,依据森林的健康保健作用,在森林公园规划中选择的森林康养基地应包括如下条件:

1) 森林条件。森林疗养地的选址,一般应在森林公园中选择成片森林(即森林面积在50~100 hm²以上),且森林覆盖率为40%~70%,林分为以针阔混交的中龄林以上的稳定林分,森林组成树种以松、桧、榉、栎、柏等为佳,并且在规划中应多补植一些具有杀菌功能的树种。

2) 地貌条件。森林康养基地应尽量包含多种地貌单元,拥有较大面积的水体及开阔坪地,坡度平缓但有一定的起伏变化。

3) 位置条件。对一个公园或风景区整体而言,康养基地不应置于中心景区或者集中娱乐区,应与上述地区虽有一定距离但又不能相距太远,同时又要尽量减少其它游客对康养区的影响。

4) 面积条件。森林康养基地应满足使用需求,每公顷森林疗养人数应控制在2人以内^[38]。

日本森林疗法协会在进行森林康养基地的评选上,选择了自然疗法条件、基础设施、交通状况等作为基地选址的重要依据。

总体而言,对于森林康养基地的选址条件主要以森林疗法因子的水平为主要依据,综合考虑林分的结构稳定性、林相、季相变化的多样性、森林郁闭度、森林气候、地形地貌、森林浴场环境容量、森林自然景观及人文景观、交通可达性等影响因子。

3.2 康养基地步道规划设计

在森林步道上散步为进行森林康养疗法的主要形式之一,已通过对城市步道和森林步道的对比实验证实其对人的生理和心理具有更好的舒适性,这些舒适性来源于森林康养因子的作用^[23]。在步道规划设计中,如何更好地运用这些疗法因子,使其功能得到充分发挥,国内外学者主要从疗法步道的选线、步道工程做法及要求等方面进行了研究^[38-40]。

3.2.1 步道选线

Yozo Yamada^[41]通过对日本游憩森林的调查,发现大多数游憩森林的健康步道设置不合理,步道的规划通常是为了方便快捷而采取山坡的最短路径,这对于小孩、老年人、残障人士进行森林休闲和治疗极为不利,并且会使得步道景观单一,导致康养效果较差。为了提高森林疗法步道设置的科学性,丰富人们的五感体验,达到有效地利用森林自然疗法资源进行游憩和治疗的目的,他提出依据森林环境中不同林分和区域“声景”的多样性来进行步道的选线规划。科研工作者根据在Mt. Ontake国家游憩森林公园中选取的

一块1 800 m × 1 800 m的样地进行研究,发现阔叶林、针叶林、竹林、溪流、开放区域等所发出的声学性质不同,并由此规划设计了3条环形康养步道,在步道的规划上穿越不同的林分区域,以得到多样化的听觉体验,达到了更好的治愈效果。

国内学者提出,通过对现有森林步道周边人体舒适度、空气PM2.5浓度、空气负氧离子含量、空气微生物浓度的综合研究来进行康养基地疗法步道的选线,且应考虑7个主要要点:1)采用曲线,少用直线;2)有一定的起伏变化;3)回避强风和强阳光;4)注意树林的明暗高低;5)着重发挥湖、溪、沟、河的魅力;6)坡向以阴坡、半阴坡、半阳坡为宜;7)避开自然灾害区^[38]。为了提高森林步道选线的科学性,也有国内学者在利用3S技术进行步道选线上进行了研究^[42-43],但是在步道选线中很少把森林康养因子考虑进去。

3.2.2 步道设计要求

目前国内对于康养步道的规划设计还未出台相应的设计规范,工程做法也仅限于具体的规划设计案例。作为在自然环境下的步道边坡、排水设施和铺装材料,都是设计时所需关注的要素。

为了照顾不同人群的康养体验需求,在步道设计上:坡度应控制在8%以内为宜,步道宽度最小应满足1人通行,在1.2 m以上^[44];作为康养路面的材料,可选用使人感到舒适的细木屑、落叶、碎砂石等柔性生态路面材料,步道旁的边坡也以亲近自然的生态做法为主,保持步道的排水通畅。

日本森林疗法协会要求森林康养基地的步道设计,先应有时长在15 min左右供轮椅通行的无障碍步道,再提供初次体验者的1~2 km的平坦或缓坡的康养步道,最后布局长距离和高强度的步道;同时,步道还需附属设计休息、避雨和清洁厕所等设施^[20]。

3.3 康复设施规划设计

森林康养基地除了应该具备一定数量的康养道路分布以外,还应具有一定的健身娱乐设施。国内学者认为,森林康养设施具体应包括:休息站、草坪、枝条浴及人工喷水设施、水(药)浴场、游乐娱乐场等^[38]。三谷彻以奥多摩森林疗法基地森林疗法之路的规划设计项目为例,探讨了如何利用自然原始条件,构建可供人们康复治疗的人工林设施。该项目将森林康养基地当作一个“森林大客厅”,设计了森林驿站、瞭望广场、与自然零距离接触的“自然吧台”,同时利用基地中较为平坦宽阔的空间,引入医院或健康保健类组织来此建设以区域性老年康复、预防医疗等为目的的健康保健设施^[44]。

哥本哈根大学的一个包含景观设计师、医生、心理师及自然疗法师的研究团队,在景观设计师尤瑞卡的主持下,进行了对纳卡蒂亚森林医疗花园的规划设计^[45]。在该设计中,他们将森林中的自然疗法因子环境和人的行为联系在一起,根据不同的疗法层次需求,提出了从个人私密的环境感官体验,到个人园艺操作,再到包含多个参与个体的疗法体验,最后到完全无庇护的环境体验,共4个不同的疗法层次,并根据各疗法层次对森林医疗花园使用面积的需求来进行康复设施的规划设计,且提出用于个人感官体验的空间环境和设施对于体验者需求最大且效果最好,因此其面积所占比例应更大,对于更高层次的自由疗法空间和设施所占的比例应相对来说较小,不同疗法层次对康养空间的需求关系如图2所示。

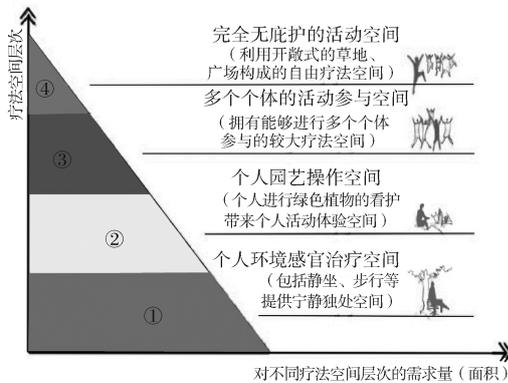


图2 不同疗法层次对康养空间的需求

Fig. 2 The demand of therapy space at different therapy levels

3.4 益健植物规划设计

疗法因子受不同林分类型和植物群落的影响,植物的选择和种植设计对于发挥疗法因子的作用有着重要作用。Robert Adrian de Jauralde Hart认为,森林治愈空间应该具有立体的植被层次,以使康养体验具有淹没在自然中的感觉,这不但有利于整个生态系统的完善,而且会使治愈效果更加明显^[46]。国内对于益健植物在康养基地中的规划设计研究主要以以下方面为主:1)益健植物的分类^[47-48];2)植物选择^[49];3)配植设计^[50];4)种植结构设计^[51]。

根据益健植物对人生理及心理的影响,可将其分为视觉型、听觉型、嗅觉型、触觉型和味觉型5大类^[49]。因此,在康养基地植物的选择上,应该根据基地的性质、场地的功能及不同的服务人群,选择具有不同治愈效果的植物。在益健植物的选择上,主要以观赏植物色彩、形态、花卉、果实等视觉型益健植物为主,辅以其他类型的植物,使乔、灌、草合理搭配,以形成完善的益健型植物群落。森林康养基地需要合理安排种植结构,清除场地中的有毒、

有害植物,保持0.7~0.8左右的森林郁闭度,以方便林内通风透气和适当的阳光散射。

3.5 基于疗法因子改善的康养基地规划设计评价

关于森林疗法基地规划设计评价的研究相对较少,主要集中在对康养基地规划选址、可持续发展规划及康养基地的认证评价上,普遍以基地的自然地理条件、疗法因子条件、动植物资源、历史文化资源等作为主要选址评价指标^[11,52]。在森林浴场可持续发展规划上,选择疗法资源提升指标、生态意识提升指标、创新管理实施情况3方面的评价类别^[53]。南海龙等通过对日本森林疗法基地建设的研究,总结了日本森林疗法基地的认证标准^[54],包括基地的自然环境条件和管理服务条件为主的2个一级指标;自然环境、基础设施、交通状况、管理状况等8个二级指标;五感体验、自然生态系统、疗法道路设置等26个三级指标体系,并依据每项指标的评分标准,确定了A(好)、B(中)、C(差)3个评分等级。在森林康养基地规划设计中,疗法因子的改善评价主要以体验康养基地的康复设施、步道、环境、人的生理及心理实验指标的改善及疗法因子水平的提高为主^[54-55]。

4 发展展望

目前,我国康养基地的相关研究还处于起步阶段,尚未形成系统的方法体系和理论体系。但随着森林康养产业的发展和人们对健康生活的追求,利用森林公园、城市森林、国有林场等发展起来的森林康养基地将会成为康养旅游的重要目的地。作为专类规划,以森林生态环境为基础,且以改善环境中的疗法因子、提升体验者疗法效果为主要目的的康养基地规划设计,是摆在康养基地建设者面前的一个重要课题,未来相关领域的研究应重点关注以下几个方面:

1) 森林康养基地规划设计体系的构建。康养基地的规划设计作为一个整体系统,应从康养基地类型、康养因子的提升、管理服务设施、步道系统等角度出发,构建一个科学完善的规划设计标准体系。

2) 应注重乡土益健植物对人体身心健康的影响及其在规划设计中的应用。我国的地域差异性变化较大,不同地域其植被类型也有所不同,在康养基地益健植物的选用上,应提高乡土性益健植物的比重,同时应加强不同地区主要益健植物对人体身心健康方面的研究,以确认更多的、合适的益健植物种类。

3) 康养基地规划设计评价体系的研究。基于疗法因子改善的康养基地规划设计评价,是康养基地规划布局、疗法项目规划及疗法步道设计等的重要依

据, 其对于康养基地质量的提升发挥着重要作用。

4) 康养基地规划设计方法研究。应注重从生理及心理的角度研究康养基地疗法空间, 以发挥 GIS 及相关规划设计方法在基地规划设计中的应用。

参考文献:

- [1] 李萍. 森林环境健康因子的研究综述[J]. 城市林业, 2004, 2(6): 45-49.
LI Ping. Investigation on Health Factors of Forest Eco-Environment[J]. Journal of Chinese Urban Forestry, 2004, 2(6): 45-49.
- [2] 吴章文. 森林旅游资源特征和分类[J]. 中南林学院学报, 2003, 23(2): 39-42.
WU Zhangwen. Characteristics and Classification of Forest Tourism Resources[J]. Journal of Central South Forestry University, 2003, 23(2): 39-42.
- [3] 李卿. 森林医学[M]. 北京: 科学出版社, 2013: 7-10.
LI Qing. Forest Medical[M]. Beijing: Science Press, 2013: 7-10.
- [4] MIYAZAKI Y, MORIKAWA T, YAMAMOTO N, et al. 21 Effect of Wooden Odoriferous Substances on Humans[J]. Journal of Physiological Anthropology, 1999, 18(5): 189.
- [5] 郟光发, 房城, 王成, 等. 森林保健生理与心理研究进展[J]. 世界林业研究, 2011, 24(3): 37-41.
QIE Guangfa, FANG Cheng, WANG Cheng, et al. Review on Forest Physiological and Psychological Healthcare[J]. World Forestry Research, 2011, 24(3): 37-41.
- [6] PEÑUELAS J, LLUSIÀ J. BVOCs: Plant Defense Against Climate Warning?[J]. Trends in Plant Science, 2003, 8(3): 105-109.
- [7] 郭阿君, 岳桦. 观赏植物挥发物的研究[J]. 北方园艺, 2003(6): 36-37.
GUO Ajun, YUE Hua. The Volatiles Research of Ornamental Plant[J]. Northern Horticulture, 2003(6): 36-37.
- [8] 孙启祥, 彭镇华, 张齐生. 自然状态下杉木木材挥发物成分及其对人体身心健康的影响[J]. 安徽农业大学学报, 2004, 31(2): 158-163.
SUN Qixiang, PENG Zhenhua, ZHANG Qisheng. Volatiles of Wood of Chinese Fir in Nature and Its Effect on Human Health[J]. Journal of Anhui Agricultural University, 2004, 31(2): 158-163.
- [9] 吴章文, 吴楚材, 陈奕洪, 等. 8种柏科植物的精气成分及其生理功效分析[J]. 中南林业科技大学学报, 2010, 30(10): 1-9.
WU Zhangwen, WU Chucai, CHEN Yihong, et al. Components of Phytoncicide in 8 Cupressaceae Plants and Theirs Physiological Efficacy Analysis[J]. Journal of Central South University of Forestry & Technology, 2010, 30(10): 1-9.
- [10] 吴楚材, 吴章文, 罗江滨. 植物精气研究[M]. 北京: 中国林业出版社, 2006: 1-5.
WU Chucai, WU Zhangwen, LUO Jiangbin. The Research of Phytoncicide[M]. Beijing: China Forestry Publishing House, 2006: 1-5.
- [11] 林增学, 郑群明. 日本森林浴基地开发特色探析[J]. 社会科学家, 2013(6): 87-90.
LIN Zengxue, ZHENG Qunming. The Development Characteristic Analysis of Japanese Forest Base[J]. Social Scientist, 2013(6): 87-90.
- [12] NAKANA H, ASAMI O, YAMADA Y, et al. Effect of Negative Air Ions on Computer Operation, Anxiety and Salivary Chromogranin A-Like Immunoreactivity[J]. International Journal of Psychophysiology, 2002, 46(1): 85-89.
- [13] 肖光明, 吴楚材. 我国森林浴的旅游开发利用研究[J]. 北京第二外国语学院学报, 2008, 30(3): 70-74.
XIAO Guangming, WU Chucai. A Study on the Green Shower's Tourism Exploiting[J]. Journal of Beijing International Studies University, 2008, 30(3): 70-74.
- [14] 李向明. 森林浴及森林浴场的开发[J]. 江西林业科技, 2004(1): 25-26, 24.
LI Xiangming. Forest Bath and Development of Bathing Forests[J]. South China Forestry Science, 2004(1): 25-26, 24.
- [15] 粟娟, 谢德兴, 廖少波, 等. 珠海市板樟山森林公园休闲保健型森林营建的研究[J]. 林业科学研究, 2001, 14(5): 496-502.
SU Juan, XIE Dexing, LIAO Shaobo, et al. A Preliminary Study on the Establishment of Forests for Recreation and Health Cares at Banzhangshan Forest Park of Zhuhai City[J]. Forest Research, 2001, 14(5): 496-502.
- [16] 杨建松, 杨绘, 李绍飞, 等. 不同植物群落空气负离子水平研究[J]. 贵州气象, 2006, 30(3): 23-27.
YANG Jiansong, YANG Hui, LI Shaofei, et al. The Air Negative Ions Level Research on Different Plant Community[J]. Journal of Guizhou Meteorology, 2006, 30(3): 23-27.
- [17] 石强, 舒惠芳, 钟林生, 等. 森林游憩区空气负离子评价研究[J]. 林业科学, 2004, 40(1): 36-40.
SHI Qiang, SHU Hui Fang, ZHONG Linsheng, et al. Research on Evaluation of the Aeroanion in Forestry Recreational Areas[J]. Scientia Silvae Sinicae, 2004, 40(1): 36-40.
- [18] BLACKWOOD L G. The Application of Standard Normal Logarithm Transformation in Statistics[J]. Environmental Monitoring and Assessment, 1995, 35(1): 55-75.

- [19] TOM G, POOLE M F, GALLA J, et al. The Influence of Negative Air Ions on Human Performance and Mood[J]. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 1981, 23(5): 633.
- [20] 吴际友, 程政红, 龙应忠, 等. 园林树种林分中空气负离子水平的变化[J]. *南京林业大学学报(自然科学版)*, 2003, 27(4): 78-80.
WU Jiyou, CHENG Zhenghong, LONG Yingzhong, et al. The Variation of Aero-Anion Concentration on Landscape Forest[J]. *Journal of Nanjing Forestry University(Natural Sciences Edition)*, 2003, 27(4): 78-80.
- [21] 王继梅, 冀志江, 隋同波, 等. 空气负离子与温湿度的关系[J]. *环境科学研究*, 2004, 17(2): 68-70.
WANG Jimei, JI Zhijiang, SUI Tongbo, et al. Influence of Temperature and Humidity on Negative Ion Concentration[J]. *Research of Environmental Sciences*, 2004, 17(2): 68-70.
- [22] 小林昭雄. 癒し空間づくりへの森からのメッセージ[J]. *日衛誌*, 2007, 62(2): 275-276.
KOBAYASHI Akio. The Information of Healing Space in Forest[J]. *Japanese Journal of Hygiene*, 2007, 62(2): 275-276.
- [23] 李 卿. 森林浴の効果[J]. *日本抗加齢医学会杂志*, 2009, 5(3): 50-55.
LI Qing. The Effect of Forest Bath[J]. *Japanese Journal of Anti Aging Medicine*, 2009, 5(3): 50-55.
- [24] 吴楚材, 郑群明. 植物精气研究[J]. *中国城市林业*, 2005, 3(4): 61-63.
WU Chucai, ZHENG Qunming. The Research of Phytoncider[J]. *Journal of Chinese Urban Forestry*, 2005, 3(4): 61-63.
- [25] 杨柳青, 梁及芝, 邓凤笙, 等. 南方丘陵区马尾松次生植被小气候效应研究[J]. *湖南林业科技*, 2002, 29(2): 11-13.
YANG Liuqing, LIANG Jizhi, DENG Fengsheng, et al. Study on the Mini-Climate of Pinus Massoniana Secondary Vegetation on Hills in the South of China[J]. *Journal of Hunan Forestry Science and Tehnology*, 2002, 29(2): 11-13.
- [26] 贺庆棠. 中国森林气象学[M]. 北京: 中国林业出版社, 2001: 212-241.
HE Qingtang. *China's Forest Meteorology*[M]. Beijing: China Forestry Publishing House, 2001: 212-241.
- [27] 谭正洪, 于贵瑞, 周国逸, 等. 亚洲东部森林的小气候特征: 1. 辐射和能量的平衡[J]. *植物生态学报*, 2015, 39(6): 541-553.
TAN Zhenghong, YU Guirui, ZHOU Guoyi, et al. Microclimate of Forests Across East Asia Biomes: 1. Radiation and Energy Balance[J]. *Chinese Journal of Plant Ecology*, 2015, 39(6): 541-553.
- [28] CHEN J Q, SAUNDERS S C, CROW T R, et al. Microclimate in Forest Ecosystem and Landscape Ecology[J]. *Bio Science*, 1999, 49(4): 288-297.
- [29] 陈宏志, 胡庭兴, 龚 伟, 等. 我国森林小气候的研究现状[J]. *四川林业科技*, 2007, 28(2): 29-32.
CHEN Hongzhi, HU Tingxing, GONG Wei, et al. An Advance in Research on Forest Microclimate in China[J]. *Journal of Sichuan Forestry Science and Technology*, 2007, 28(2): 29-32.
- [30] 常 杰, 潘晓东, 葛 滢, 等. 青冈常绿阔叶林内的小气候特征[J]. *生态学报*, 1999, 19(1): 68-75.
CHANG Jie, PAN Xiaodong, GE Ying, et al. Features of the Micro-Climate in the Evergreen Broad-Leaved Forest Dominated by Quercus Glauca[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 1999, 19(1): 68-75.
- [31] 李海涛, 陈灵芝. 暖温带山地森林的小气候研究[J]. *植物生态学报*, 1999, 23(2): 139-147.
LI Haitao, CHEN Lingzhi. Study on the Microclimate in the Mountain Forest in the Warm Temperate Zone[J]. *Acta Phytocologica Sinica*, 1999, 23(2): 139-147.
- [32] LEUZINGER S, KÖRNER C. Tree Species Diversity Affects Canopy Leaf Temperatures in a Mature Temperate Forest[J]. *Agricultural and Forest Meteorology*, 2007, 146(1/2): 29-37.
- [33] 刘贤德, 牛 贇, 敬文茂, 等. 祁连山森林内外主要气象因子对比研究[J]. *干旱区地理*, 2009, 32(1): 32-36.
LIU Xiande, NIU Yun, JING Wenmao, et al. Comparison of Principal Meteorology Factors Inside & Outside Forest in Qilian Mountains[J]. *Arid Land Geography*, 2009, 32(1): 32-36.
- [34] 范兴海, 黄寿波. 我国农林系统小气候研究概述[J]. *林业科学研究*, 2000, 13(2): 197-202.
FAN Xinghai, HUANG Shoubo. The Investigation on Microclimatology of Agroforestry System in China[J]. *Forest Research*, 2000, 13(2): 197-202.
- [35] 谭益民, 吴章文. 森林旅游地秋季度假环境的研究[J]. *中南林业科技大学学报*, 2009, 29(3): 85-89.
TAN Yimin, WU Zhangwen. Leisure Environment of Urban and Rural Forest Parks in Autumn[J]. *Journal of Central South University of Forestry & Technology*, 2009, 29(3): 85-89.
- [36] FUJISAWA M, TAKAYAMA N, KAGAWA T, et al. Study on the Comfort of Light Environments in Forest Bathing[J]. *Chubu Forestry Research*, 2006, 54: 137-140.
- [37] ISHIKAWA M. Moderation of the Microclimate of the Forest[J]. *Association of Soil and Water Conservation of Japan*, 1985, 34(2): 5-13.
- [38] 但新球. 森林公园的疗养保健功能及在规划中的应用[J]. *中南林业调查规划*, 1994(1): 54-57.

- DAN Xinqiu. Health Care Function of Forest Park and Its Application in the Planning and Design[J]. Central South Forest Inventory and Planning, 1994(1): 54-57.
- [39] 李沁. 森林公园游步道体验设计的探讨[J]. 山西林业科技, 2006(3): 55-56.
- LI Qin. The Experience Design Discussion of Forest Park Trails[J]. Shanxi Forestry Science and Technology, 2006(3): 55-56.
- [40] 杨铁东, 王洪波, 夏旭蔚, 等. 森林公园中游步道设计探索[J]. 华东森林经理, 2004, 18(4): 46-48.
- YANG Tiedong, WANG Hongbo, XIA Xuwei, et al. The Exploration of Trail Design in Forest Park[J]. East China Forest Management, 2004, 18(4): 46-48.
- [41] YAMADA Y. Soundscape-Based Forest Planning for Recreational and Therapeutic Activities[J]. Urban Forestry & Urban Greening, 2006, 5(3): 131-139.
- [42] 张冠娉, 吴越. 基于GIS的鹅形山森林公园游步道选线系统的建立[J]. 中外建筑, 2012(5): 111-113.
- ZHANG Guanping, WU Yue. Establishment of Goose Shape Mountain Forest Park Pedestrian Lining System Based on GIS[J]. Chinese & Overseas Architecture, 2012(5): 111-113.
- [43] 杨尧兰, 米鸿燕, 李铭诺. 基于3S的森林公园游步道设计应用[J]. 安徽农业科学, 2015, 493(24): 166-169.
- YANG Yaolan, MI Hongyan, LI Mingnuo. Study on Application of Tour Line in Forest Park Based on 3S Technology[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2015, 493(24): 166-169.
- [44] 三谷徹, 高杰. 奥多摩森林疗法之路[J]. 风景园林, 2011(4): 92-96.
- MITANI Toru, GAO Jie. Forest Therapy of Fragrance Toke Trail[J]. Landscape Architecture, 2011(4): 92-96.
- [45] STIGSDOTTER U K, CORAZON S S, SIDENIUS U, et al. Forest Design for Mental Health Promotion: Using Perceived Sensory Dimensions to Elicit Restorative Responses[J]. Landscape & Urban Planning, 2017, 160: 1-15.
- [46] HART ROBERT A de J. Forest Gardening: Rediscovering Nature & Community in a Post-Industrial Age[M]. Cambridge: UIT Cambridge Ltd, 1996, 5-28.
- [47] 李伟强, 包志毅, 刘佳妮. 保健植物的类型及其在园林绿地中的应用[J]. 北方园艺, 2007(4): 146-148.
- LI Weiqiang, BAO Zhiyi, LIU Jiani. Health Care Plant Type and It's Application in Green Space[J]. Northern Horticulture, 2007(4): 146-148.
- [48] 刘志强, 屠苏莉, 黄勇. 华东地区芳香植物及其园林应用[J]. 苏州科技学院学报(工程技术版), 2004, 17(1): 60-66.
- LIU Zhiqiang, TU Suli, HUANG Yong. Research on the Aromatic Plant and Landscape Utilization in East China[J]. Journal of University of Science and Technology of Suzhou(Engineering and Technology), 2004, 17(1): 60-66.
- [49] 李树华. 园艺疗法概论[M]. 北京: 中国林业出版社, 2011: 90-134.
- LI Shuhua. Introduction to Horticultural Therapy[M]. Beijing: China Forestry Publishing House, 2011: 90-134.
- [50] 蒋春, 程宁, 黄利斌. 优良绿化保健植物选择及群落模式配置[J]. 江苏林业科技, 2015, 42(2): 26-32, 57.
- JIANG Chun, CHENG Ning, HUANG Libin. Selection of Excellent Health-Care Plant Species and Establishment of Relevant Community Patterns[J]. Journal of Jiangsu Forestry Science & Technology, 2015, 42(2): 26-32, 57.
- [51] 贾平, 王广生, 黄泽飞, 等. 观赏型保健植物在园林设计中的应用[J]. 中国农学通报, 2009, 25(12): 177-180.
- JIA Ping, WANG Guangsheng, HUANG Zefei, et al. The Application of Ornamental Healthcare Plants in the Garden Building[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2009, 25(12): 177-180.
- [52] CORAZON S, STIGSDOTTER A, JENSEN A. Development of the Nature-Based Therapy Concept for Patients with Stress-Related Illness at the Danish Healing Forest Garden Nacadia[J]. Journal of the American Society for Horticulture Science, 2010, 20(1), 35-51.
- [53] 程希平, 陈鑫峰, 叶文, 等. 日本森林体验的发展及启示[J]. 世界林业研究, 2015, 28(2): 75-80.
- CHENG Xiping, CHEN Xinfeng, YE Wen, et al. Growth of Forest Experience in Japan and Its Revelation[J]. World Forestry Research, 2015, 28(2): 75-80.
- [54] 南海龙, 王小平, 陈峻崎, 等. 日本森林疗法及启示[J]. 世界林业研究, 2013, 26(3): 74-78.
- NAN Hailong, WANG Xiaoping, CHEN Junqi, et al. Forest Therapy in Japan and Its Revelation[J]. World Forestry Research, 2013, 26(3): 74-78.
- [55] 张志强, 谭益民. 日本森林疗法基地建设研究[J]. 林业调查规划, 2016, 41(5): 106-111.
- ZHANG Zhiqiang, TAN Yimin. Japan Forest Therapy Base Construction Study[J]. Forest Inventory and Planning, 2016, 41(5): 106-111.

(责任编辑: 廖友媛)