

DOI: 10.5846/stxb201808141740

李晓婷, 刘佳, 姜莎莎, 贾宝全. 北京城区医院绿地林木树冠覆盖与城市森林结构分析. 生态学报, 2019, 39(22): - .

Li X T, Liu J, Jiang S S, Jia B Q. Analysis of the urban tree canopy and community structure of hospitals in urban areas of Beijing. Acta Ecologica Sinica, 2019, 39(22): - .

北京城区医院绿地林木树冠覆盖与城市森林结构分析

李晓婷^{1,2,3}, 刘佳^{1,2,3}, 姜莎莎^{1,2,3}, 贾宝全^{1,2,3,*}

1 中国林业科学研究院林业研究所, 北京 100091

2 国家林业和草原局林木培育重点实验室, 北京 100091

3 国家林业和草原局城市森林研究中心, 北京 100091

摘要:城市森林对人体健康的促进作用已经得到广泛的证实, 医院是城市人流最聚集, 生态健康需求最迫切的地区之一, 急需加强对医院城市森林现状以及建设潜力的研究工作。本论文利用 2013 年 7—9 月份 0.5m 分辨率的 World View 2 遥感影像以及基于面向对象解译平台 eCognition 软件解译得到的 2013 年北京市城区树冠覆盖栅格与矢量图, 并结合实地调查, 对北京城区医院绿地林木树冠覆盖与城市森林结构进行分析。结果显示: 医院总体林木树冠覆盖率为 18.59%, 潜在树冠覆盖率为 1.55%; 无论是现实还是潜在林木树冠覆盖率, 三级医院均高于二级医院; 各环路现实树冠覆盖率表现为: 5—6 环外 1km (19.15%) > 3—4 环 (13.03%) > 2—3 环 (11.64%) > 4—5 环 (11.18%) > 2 环内 (8.16%), 潜在树冠覆盖率表现为 5—6 环外 1km (0.03%) > 4—5 环 (0.01%), 其他各环路均为 0; 六个行政区间现实树冠覆盖率表现为: 石景山区 (24.49%) > 海淀区 (21.67%) > 朝阳区 (20.11%) > 丰台区 (19.43%) > 西城区 (13.52%) > 东城区 (10.55%), 各行政区潜在林木树冠覆盖率值几乎均为 0; 本次调研共记录到植物 62 种, 分属于 33 科 54 属, 其中乔木层树种中雪松 (*Cedrus deodara*)、紫玉兰 (*Magnolia liliflora*)、银杏 (*Ginkgo biloba*) 的重要值以及应用频度较高; 灌木层树种中榆叶梅 (*Amygdalus triloba*)、石榴 (*Punica granatum*)、金银木 (*Lonicera maackii*) 等观花观果树种重要值以及应用频度较高; 医院城市森林群落的平均密度为 55 株/hm², 平均胸高断面积为 2.23m²/hm²; 平均胸径、冠幅、树高分别为 17.69cm、4.65m、6.60m, 树种规格整体较小。

关键词: 医院; 城市森林; 林木树冠覆盖; 森林康养; 北京

Analysis of the urban tree canopy and community structure of hospitals in urban areas of Beijing

LI Xiaoting^{1,2,3}, LIU Jia^{1,2,3}, JIANG Shasha^{1,2,3}, JIA Baoquan^{1,2,3,*}

1. Research Institute of Forestry, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China

2. Key Laboratory of Tree Breeding and Cultivation, State Forestry and Grassland Administration, Beijing 100091, China

3. Research Centre of Urban Forestry, State Forestry and Grassland Administration, Beijing 100091, China

Abstract: The promotion effect of urban forests on human health has been widely confirmed. The hospital is one of the areas with a congregation large number of people who have the most urgent need for ecological health. It is important to strengthen the research on the current situation and construction potential of urban forest in hospitals. This paper analysed the Urban Tree Canopy and urban forest structure of hospitals in urban areas of Beijing. Analysis was based on World View 2 remote sensing images with a resolution of 0.5 m from July to September 2013, and the tree canopy cover grid and vector map of Beijing urban areas in 2013 obtained from the object-oriented interpretation platform eCognition software and combined with field investigations. The results showed that the Existing Urban Tree Canopy (EUTC) of the hospital was 18.59%, and

基金项目: 林业公益性行业科研专项经费项目 (201404301)

收稿日期: 2018-08-14; 网络出版日期: 2019-00-00

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: jiabaoquan2006@163.com

Possible Urban Tree Canopy (PUTC) was 1.55%. Both EUTC and PUTC values were higher in tertiary hospitals than second-class hospitals. The EUTC of each ring road was 1 km out from the 5th—6th Ring Roads (19.15%) > 3rd—4th Ring Roads (13.03%) > 2nd—3rd Ring Roads (11.64%) > 4th—5th Ring Roads (11.18%) > Within the 2nd Ring Road (8.16%). The PUTC was 1 km out from the 5th—6th Ring Roads (0.03%) > 4th—5th Ring Roads (0.01%) and all the other rings were 0. The EUTC of six administrative regions was Shijingshan District (24.49%) > Haidian District (21.67%) > Chaoyang District (20.11%) > Fengtai District (19.43%) > Xicheng District (13.52%) > Dongcheng District (10.55%). The PUTC of all administrative districts were almost 0. There were 62 species of plants recorded in this study, which belong to 33 families and 54 genera. Among them, the most important species based on Important value and Frequencies for trees were *Cedrus deodara*, *Magnolia liliiflora*, *Ginkgo biloba* and for shrubs were *Amygdalus triloba*, *Punica granatum*, *Lonicera maackii*. The average density of urban forests in the hospital was 55 plants per hectare, and 2.23 m²/hm². The average diameter at breast height (DBH), crown width and tree height were 17.69 cm, 4.65 m, and 6.60 m, respectively. The overall size of the tree species is small.

Key Words: hospital; urban forest; Urban Tree Canopy; forest therapy; Beijing

城市森林可以通过提供良好的生态环境服务功能,改善居民生存的城市生态环境和物质供给,促进人体健康;还可以通过对人体生理、心理特征和活动的影 响,进而调节居民健康状况。以居民健康为导向的城市森林建设能够满足居民日益增长的对生态健康的需求,同时也是增进民生福祉、协调城市人居关系的重要手段^[1]。医院是城市人流最聚集,生态健康需求最迫切的地区之一,国外有关绿地与人体健康关系方面的研究有很多——孕妇长期暴露在较高绿量的环境中可以降低早产的风险^[2];绿地的增加可以有效的降低心脏病、高血压、糖尿病以及心脑血管病等的患病率^[3-5];合理的医院绿地设置可以改善临床效果,缩短病人的住院时间^[6];绿地,尤其是绿地中的森林群落可以有效降低心源性猝死等等^[7],大部分结论均表明绿地对人体健康有极显著的促进作用,因此,建设好医院城市森林不仅可以改善医院生态环境,还可以发挥医院附属绿地的辅助疗养功能。国内有关医院绿地的研究有很多,但主要集中在医院户外环境景观设计、景观评价体系的构建以及植物运用的探讨方面,且大部分研究基于的样本量较少,只能反映个体层面特征,缺乏区域代表性^[8-11]。本论文将医院中的城市森林作为研究主体,并引入林木树冠覆盖指标,对北京市六环外 1km 范围以内的二级医院以及三级医院进行全面分析,并结合城市森林结构抽样调查,对北京城区医院城市森林的现状水平进行有效评价,以期为后期北京城区医院城市森林的建设提供依据并为其 他城市医院城市森林的建设提供参考。

1 研究区概况与研究方法

1.1 研究区概况

北京(东经 115.7°—117.4°,北纬 39.4°—41.6°)地处华北大平原的北部,整体地势西北高东南低,全境由平原、山地和盆地三种地形单元组成。典型的暖温带半湿润大陆性季风气候,年均气温 12.3℃,年均降水量 400—600mm。地带性植被类型主要是温带落叶阔叶林。截止到 2016 年末,北京市共有卫生机构 10637 个,卫生技术人员数 26.5 × 10⁴人,卫生总费用达 1837.85 亿元,其中政府卫生支出 445.81 亿元,社会卫生支出 1069.88 亿元,个人卫生支出 319.07 亿元。在卫生部颁布的《医院分级管理办法》中将医院按照其功能、任务不同划分为一、二、三个等级。

一级医院:病床数 ≤ 100 张,直接向一定人口的社区提供预防、医疗保健以及康复服务的基层医院、卫生院。

二级医院:100 张 < 病床数 ≤ 500 张,向多个社区提供综合医疗卫生服务和承担一定教学、科研任务的地区性医院

三级医院:病床数 > 500 张,向几个地区提供高水平专科性医疗卫生服务和执行高等教育、科研任务的地区

区性医院。

由于一级医院选址较为灵活,所处地理位置条件复杂多样,很难划为同一研究类型,而且医院面积相对有限,户外绿地面积占比更少,因此不在本次调查研究范围之内。

1.2 数据来源

本文所采用的数据源主要包括:(1)北京市六环外 1km 以内范围的 2013 年 8—9 月份经过几何精校正、正射校正和大气校正的分辨率为 0.5m 的 World View - 2 全色与多光谱融合影像;(2)基于面向对象解译平台 eCognition 解译得到的 2013 年北京城区树冠覆盖栅格与矢量图^[12],在 ArcGIS 平台下,采取全取与系统相结合的样点抽取方法,即对于斑块个数超过 1000 的土地覆盖类别,采用系统抽样方法,在每种地物类别之下,按照斑块数量的 5% 布设样点进行精度检验;对于斑块数目低于 1000 的土地覆盖类别,则将地物类别全部进行分类精度检验,通过目视解译方法对各样点进行检查,对比统计参考分类结果与影像分类结果生成混淆矩阵,计算分类精度。最终检验样点个数为 35327,检验分类结果总体精度为 96.02%,Kappa 系数为 0.9231;(3)在 Arcgis10.0 平台下,以北京市基础地理信息数据库下载的 2016 年医院分布点状图为指导,以 World View - 2 影像为基础,结合实地勘察,目视解译得到的北京市六环外 1km 以内范围的全部二级医院和三级医院的边界矢量图层,医院总数量 128 个,二级医院 73 个,三级医院 55 个。

1.3 研究方法

1.3.1 林木树冠覆盖

城市林木树冠覆盖(Urban Tree Canopy,简称 UTC)是指当从空中鸟瞰时,树木的叶片、枝条和树干所覆盖的地表区域^[13]。它是目前国际上最通用的城市森林建设与评价指标,目前一般将其分为现实林木树冠覆盖(Existing UTC,简称 EUTC)和潜在林木树冠覆盖(Possible UTC,简称 PUTC)两类。EUTC 是指现状情况下林木树冠覆盖的土地面积占区域总面积的百分比,用于衡量研究区域内林木树冠覆盖的总量信息;PUTC 指的是可以用于种植树木但目前还未实施种植的土地区域,一般指裸土地和草地,该指标能够很好的指示后期可用于生态开发和建设的空间规模。

本文参照宋宜昊^[12]对土地覆盖的分类方法,将土地覆盖划分为 6 个一级分类,13 个二级分类,从医院总体和不同级别医院间的对比进行 UTC 分析,并按照北京市环路以及行政区界线对北京城区医院林木树冠覆盖的空间分布进行统计和评价,2 环内、2—3 环、3—4 环、4—5 环、5—6 环外 1km 内分布的医院数量分别为:31 个、27 个、18 个、14 个、38 个;本次研究范围涉及的较完整的行政区共有东城区、西城区、朝阳区、石景山区、丰台区和海淀区 6 个,分布的医院数量分别为 18 个、25 个、20 个、8 个、23 个、20 个,并借助人口城市化水平指数(PU)来探究各行政区林木树冠覆盖值与城市化水平之间的关系;树冠覆盖分级的划分参照刘秀萍^[14]的确定方法:以树冠覆盖率均值作为基准,上下依次加减 0.5、1、1.5 倍标准差精准估算取“半整”所得值作为分界点为所得林木树冠覆盖值进行分级。最终医院林木树冠覆盖分级为:<3.5%(极低覆盖度),3.5%—9.0%(低覆盖度),9.0%—19.0%(中覆盖度),19.0%—24.5%(高覆盖度),>24.5%(极高覆盖度)。

$$PU = U/P * 100\% \text{ 其中 } U \text{ 为城镇人口数, } P \text{ 为总人口数}$$

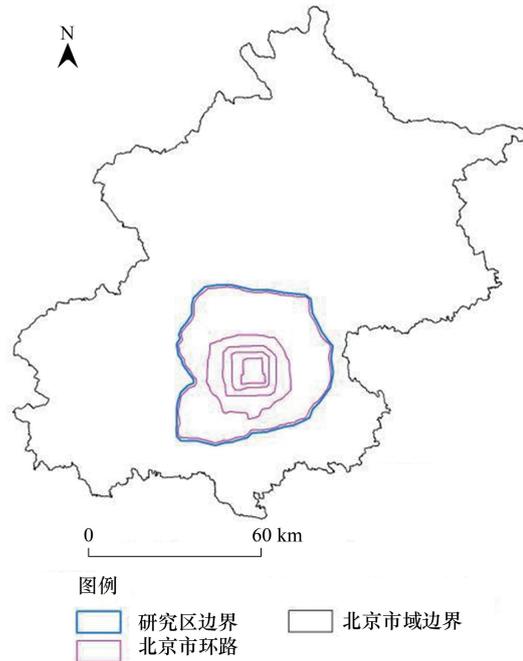


图 1 研究区概况图

Fig.1 Survey map of research area

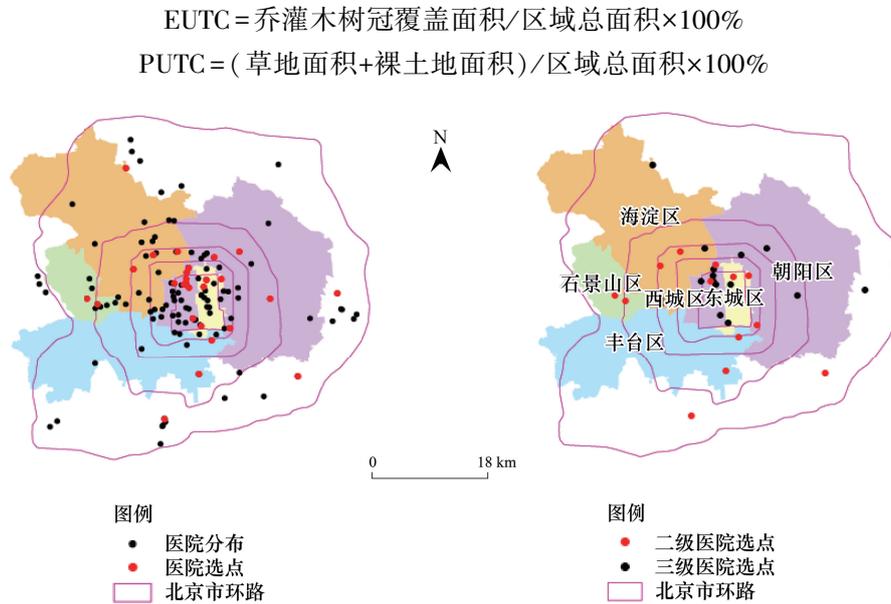


图2 北京城区全部医院与选点分布图

Fig.2 The distribution of all and Sample hospitals in Beijing urban area

1.3.2 城市森林群落结构

在 Arcgis10.0 平台下,利用空间分层随机抽样法,从 128 个医院抽样 20% 作为野外调查样本,并根据空间分布均衡的原则对随机抽样结果进行人为调整,最终样本量共计 27 个,其中二级医院 13 个,三级医院 14 个(图 2);对有一定绿化面积的医院采取标准样方调查,样方大小为 20x20m,样方数量视医院整体绿化面积而定,总体在 1—4 个之间,样方位置设置在每个医院植物配置具有代表性的绿地地点,最终采取抽样调查的医院共计 13 个,调查样方数 44 个,调查内容包括乔木层以及灌木层树种的名称、数量、胸径(地径)、树高、冠幅;对绿地面积不能满足样地调查的医院,采取全面调查,对医院内部所有乔木和灌木进行每木检尺,采取全面调查的医院共计 14 个,其中 80% 以上是二级医院。最终以调查数据为依托,分析城市森林群落组成结构(科属种组成、应用频度、重要值)与空间结构(密度、径级结构、冠幅结构、树高结构),并参照吴泽民^[15]的对胸径、树高、冠幅等级划分方法,对医院城市森林空间结构进行深入分析。

应用频度 = 树种出现的样方数 / 总样方数

重要值(%) = (相对多度 + 相对高度 + 相对显著度) / 3

① 相对多度(%) = 某个种的总株数 / 所有种的总株数 × 100%

② 相对高度(%) = 某个种个体高度之和 / 所有种个体高度之和 × 100%

③ 相对显著度(%) = 某个种的胸高断面积之和 / 所有种的胸高断面积之和 × 100%

表 1 胸径、冠幅、树高等级描述

Table 1 The list of hospital area sample selection in Beijing city

序号 Code	胸径等级/cm Diameter at breast height levels	树高等级/m Height levels	冠幅等级/m Crow levels
1	DBH < 10	H < 5	G < 2
2	10 ≤ DBH < 20	5 ≤ H < 10	2 ≤ G < 4
3	20 ≤ DBH < 30	10 ≤ H < 15	4 ≤ G < 6
4	30 ≤ DBH < 40	H ≥ 15	6 ≤ G < 8
5	40 ≤ DBH < 50		8 ≤ G < 10
6	DBH ≥ 50		G ≥ 10

2 研究结果

2.1 林木树冠覆盖

2.1.1 总体特征

北京市六环外 1km 范围内二级医院和三级医院总面积 362.11hm², 医院总体林木树冠覆盖面积 67.30 hm², 草地和裸土地面积分别为 5.56hm²、0.05hm², 医院总体 EUTC 值为 18.59%, PUTC 值为 1.55%, 将潜在树冠覆盖区域全部用于绿化能够达到的最高林木树冠覆盖率为 20.14%, 仍远低于北京城区整体树冠覆盖率 39.53% 水平^[12]。从林木树冠分级统计来看, 医院整体在极低覆盖度、低覆盖度、中覆盖度、高覆盖度和极高覆盖度五个等级的数量占比分别为 11.72%、22.66%、39.84%、10.94%、14.84% (表 2), 标准差分别为 1.1305、1.5977、3.0200、1.3516、8.4512, 大部分医院的林木树冠覆盖率处在 3.5%—19% 的水平, 且极高覆盖度等级范围内部的医院林木树冠覆盖率值变异性较大, 其他各等级内部相对比较均匀。

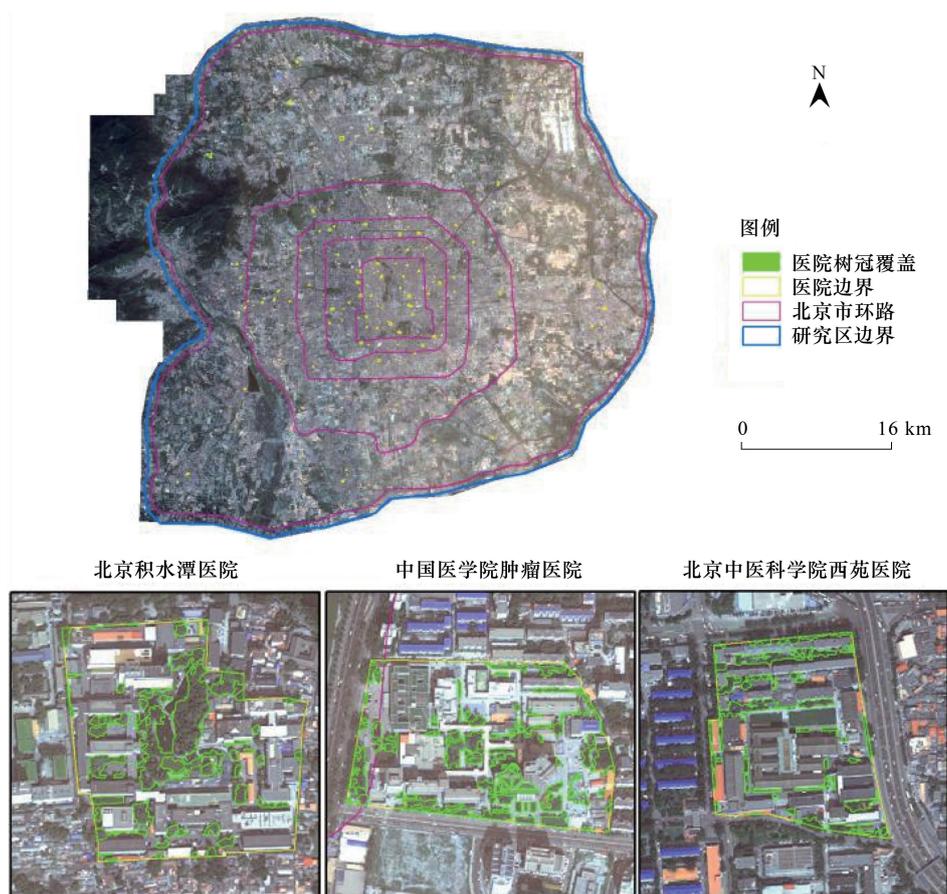


图3 医院树冠覆盖图

Fig.3 The Urban Tree Canopy of hospital in Beijing urban area

2.1.2 不同类别医院 UTC 特征

二级医院 EUTC 和 PUTC 分别为 13.45% 和 1.38%, 三级医院分别为 20.62% 和 1.62%, 三级医院的 EUTC 值和 PUTC 值均高于二级医院。二级医院和三级医院均以低覆盖度和中覆盖度为主 (表 2), 数量占比分别为 20.55% 和 39.73%、25.45% 和 40%, 三级医院在极高覆盖度等级的数量分布明显高于二级医院 (23.64%、8.22%), 在极低覆盖度的数量分布远低于二级医院 (1.82%、19.18%), 从各等级所分布医院的林木树冠覆盖标准差来看, 依然是极高覆盖度等级内部变异性较大, 其他等级相对比较均匀。

表 2 不同级别医院林木树冠覆盖等级统计

Table 2 The levels of Urban Tree Canopy in hospitals

	范围 Range of coverage	二级医院 Second-class hospitals		三级医院 Tertiary hospitals		整体情况 All hospitals	
		数量占比 Ratio of number	标准差 Standard deviation	数量占比 Ratio of number	标准差 Standard deviation	数量占比 Ratio of number	标准差 Standard deviation
		极低覆盖度 Severe low	3.5<	19.18	1.1731	1.82	0.0000
低覆盖度 Low	3.5—9.0	20.55	1.0321	25.45	1.7125	22.66	1.5977
中覆盖度 Medium	9.0—19.0	39.73	2.9486	40	3.1634	39.84	3.0200
高覆盖度 High	19.0—24.5	12.33	1.0915	9.09	1.8621	10.94	1.3516
极高覆盖度 Severe high	>24.5	8.22	5.9159	23.64	9.4328	14.84	8.4512

2.1.3 不同环路及行政区间医院 UTC 特征

各环路 EUTC 值比较结果显示(图 4):5—6 环外 1km(19.15%)>3—4 环(13.03%)>2—3 环(11.64%)>4—5 环(11.18%)>2 环内(8.16%),其中 5—6 环外 1km EUTC 值最高,在 19% 以上;2—5 环 EUTC 值均在 15% 以下,2 环内 EUTC 值最低,在 10% 以下。整体基本表现为城区外围 EUTC 值高于城区内部,其中 4—5 环 EUTC 值较低,我们推测一方面是因为 4—5 环 60% 以上的医院为二级医院,二级医院整体建设面积和林木树冠覆盖率值均低于三级医院,另一方面也可能是由于样本数量较少导致的偏差;PUTC 值变化表现为 5—6 环外 1km(0.03%)>4—5 环(0.01%),其他各环路 PUTC 值均为 0。

六个行政区间树冠覆盖率表现为:石景山区(24.49%)>海淀区(21.67%)>朝阳区(20.11%)>丰台区(19.43%)>西城区(13.52%)>东城区(10.55%);各行政区潜在林木树冠覆盖率值几乎均为 0。从各行政区 EUTC 值与城市化水平来看(图 5),基本表现为城市化水平(PU)较高的行政区,EUTC 值反而较低,石景山区除外。石景山区出现特殊情况很可能是分布的样本数量较少而导致的结果,其他各行政区样本数量均在 18—25 个之间,石景山区只有 9 个。

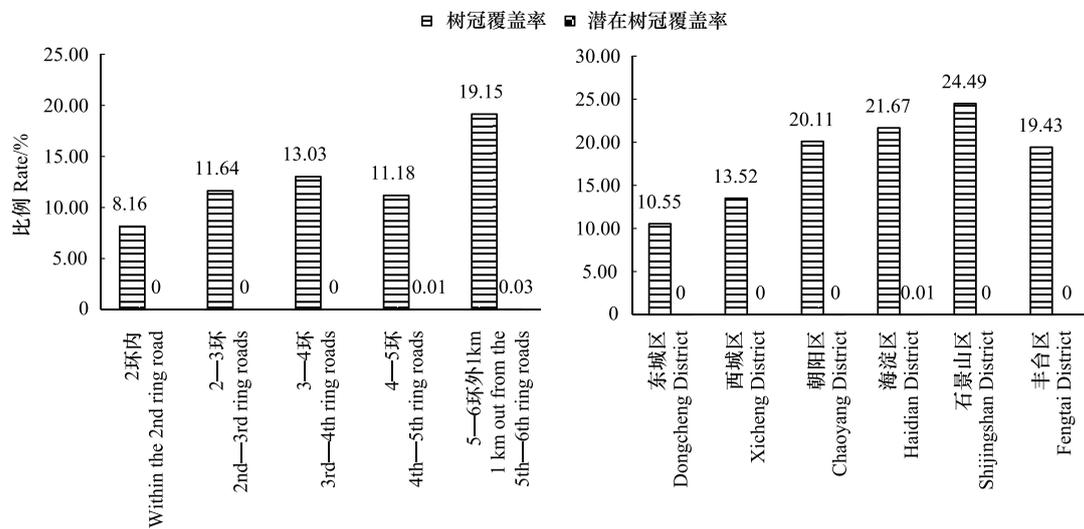


图 4 不同环路及行政区间医院树冠覆盖率与潜在树冠覆盖率

Fig.4 The Urban Tree Canopy and Possible Urban Tree Canopy of hospitals in different ring roads and regions of Beijing

2.2 城市森林结构

2.2.1 组成结构

本次调研共记录到植物 60 种,分属于 33 科 54 属,其中乔木树种 41 种,灌木树种 19 种;常绿树种 12 种,落叶树种 48 种。对北京城区医院城市森林构建过程中主要应用的 20 种乔木树种和 10 种灌木树种进行统计分析,结果显示,乔木和灌木乡土树种占比均较高,分别为 85%、100%,并均以落叶阔叶型植被类型为主,针叶常绿植物运用相对较少。

乔木层树种中(表 3),雪松、紫玉兰、银杏的重要值以及应用频度均较高,是北京城区医院城市森林构建的核心树种,在徐晓霞^[16]对江苏大型综合医院户外植物应用与优化研究结果中这三个树种的重要值也相对较高,从这 3 个树种被普遍应用在医院城市森林的原因来看,雪松能够很好的适应北京的气候环境,且作为针叶常绿树种中观赏价值较高的树种深受人们的喜欢,除此之外,雪松为松柏科类植物,能够挥发植物杀菌素起到净化空气的作用,因此被广泛的应用在医院中;紫玉兰季相变化明显,树形美观,尤其是早春时节,花团锦簇,香气迷人,给人身心愉悦的感觉,有利于人体身心健康;银杏除了较高的观赏价值之外,银杏叶能散发出氢氟酸,具有净化空气,强身健体的功能^[17-18]。三者均为保健树种。

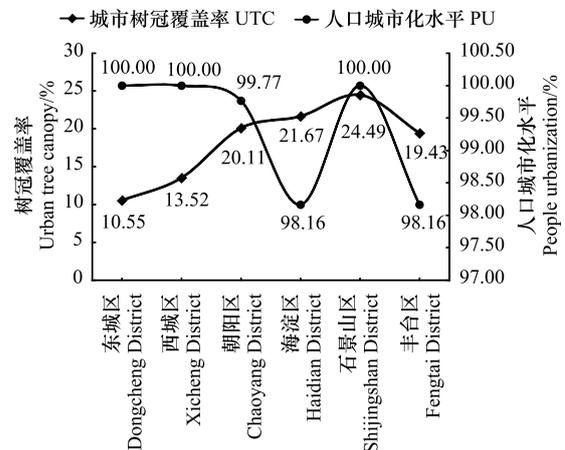


图 5 各行政区城市树冠覆盖率 (UTC) 与人口城市化水平 (PU) 值

Fig.5 Urban Tree Canopy (UTC) and People Urbanization (PU) of each administrative region

表 3 医院森林群落乔木层主要树种重要值

Table 3 The important value of main tree species in arbor layer of hospital forests community

序号 Code	树种 Species	重要值/% Important value	应用频率 Application frequency	植被类型 Vegetation type
1	雪松 <i>Cedrus deodara</i>	8.59	27.27	针叶常绿
2	紫玉兰 <i>Magnolia liliflora</i>	8.02	31.82	阔叶落叶
3	银杏 <i>Ginkgo biloba</i>	7.21	27.27	阔叶落叶
4	龙爪槐 <i>Sophora japonica var. japonica f. pendula</i>	6.66	27.27	阔叶落叶
5	毛白杨 <i>Populus tomentosa</i>	5.19	9.09	阔叶落叶
6	圆柏 <i>Sabina chinensis</i>	5.17	11.36	针叶常绿
7	国槐 <i>Sophora japonica</i>	5.14	18.18	阔叶落叶
8	油松 <i>Pinus tabulaeformis</i>	5.11	22.73	针叶常绿
9	碧桃 <i>Amygdalus persica var. persica f. duplex</i>	4.19	15.91	阔叶落叶
10	西府海棠 <i>Malus × micromalus</i>	3.94	13.64	阔叶落叶
11	紫叶李 <i>Prunus cerasifera f. atropurpurea</i>	3.92	20.45	阔叶落叶
12	悬铃木 <i>Platanus hispanica</i>	3.43	9.09	阔叶落叶
13	白玉兰 <i>Magnolia denudata</i>	3.06	11.36	阔叶落叶
14	樱花 <i>Cerasus yedoensis</i>	2.70	15.91	阔叶落叶
15	白蜡 <i>Fraxinus chinensis</i>	2.60	9.09	阔叶落叶
16	龙柏 <i>Sabina chinensis cv. Kaizuca</i>	2.44	6.82	针叶常绿
17	紫薇 <i>Lagerstroemia indica</i>	2.33	15.91	阔叶落叶
18	水杉 <i>Metasequoia glyptostroboides</i>	1.98	4.55	阔叶落叶
19	杏树 <i>Armeniaca vulgaris</i>	1.73	9.09	阔叶落叶
20	白皮松 <i>Pinus bungeana</i>	1.69	9.09	针叶常绿

灌木树种中应用频率较高的有榆叶梅、石榴、金银木、紫丁香、锦带、迎春、连翘(表4),均为色彩丰富的观花观果树种,有研究表明色彩是医院环境的重要组成部分,能起到辅助治疗的功效^[19-20]。

表4 医院森林群落灌木层主要树种重要值

Table 4 The important value of main tree species in shrub layer of hospital forests community

序号 Code	树种 Species	重要值/% Important value	应用频率 application frequency	植被类型 Vegetation type
1	榆叶梅 <i>Amygdalus triloba</i>	20.13	9.09	落叶阔叶
2	大叶黄杨 <i>Buxus megistophylla</i>	19.64	31.82	常绿阔叶
3	金银木 <i>Lonicera maackii</i>	16.41	6.82	落叶阔叶
4	石榴 <i>Punica granatum</i>	11.11	11.36	落叶阔叶
5	木槿 <i>Hibiscus syriacus</i>	9.21	6.82	落叶阔叶
6	紫丁香 <i>Syringa oblata</i>	5.89	6.82	落叶阔叶
7	锦带 <i>Weigela florida</i>	2.90	6.82	落叶阔叶
8	迎春 <i>Jasminum nudiflorum</i>	2.61	6.82	落叶阔叶
9	连翘 <i>Forsythia suspensa</i>	2.57	4.55	落叶阔叶
10	小叶黄杨 <i>Buxus sinica subsp. sinica var. parvifolia</i>	1.86	4.55	常绿阔叶

总体来看,应用频度和重要值较高的乔灌木树种一方面是医院绿化进化长期树种选择的结果,另一方面也反映出我国医院城市森林构建过程中开始注重对医院户外环境辅助疗养功能的开发,园艺疗法、康复景观构建等理念在我国医院城市森林构建过程中有所渗透。

2.2.2 空间结构

(1) 密度

医院城市森林密度的大小直接影响到城市森林的发展和功能的发挥。密度可以用每公顷株数(株/hm²)和每公顷胸高断面积(m²/hm²)两项指标来表示。调查结果显示北京城区医院城市森林的平均密度为55株/hm²,平均胸高断面积为2.23m²/hm²。

(2) 水平径级结构、冠幅结构、垂直树高结构

如图6a,北京市医院城市森林树木的平均胸径、平均冠幅、平均树高分别为17.69cm、4.65m、6.60m,三级医院的平均胸径(19.07cm)、平均冠幅(4.73m)、平均树高(7.17m)均高于二级医院(15.74cm、4.52m、5.73m),三级医院树种规格相比较较大。

医院整体树木在各胸径等级数量分布比例依次为23.11%、49.06%、17.22%、5.19%、3.54%、1.89%,其中中小胸径等级树木数量较多,DBH≤20cm径级树木数量占比72.17%;大径级树木数量较少,DBH>50cm径级树木数量占比1.89%,组成树种主要有毛白杨和垂柳。另外,二级医院和三级医院树木均在10≤DBH<20等级数量分布最多,分别占比51.79%、47.27%,其中三级医院大径级树种相对较多,DBH>50cm径级树木数量占比3.13%,二级医院为0。二级医院和三级医院树木数量分布均表现出随着胸径等级的增大先升高后降低的变化趋势(图6b)。

医院城市森林树木整体小冠幅等级(G<2m)的数量占比最少(图6c),只有2.36%,中等冠幅(2m≤G<4m)等级的树木数量最多,为44.10%。冠幅大于10m的树木数量占比只有2.59%,组成树种主要有雪松、悬铃木、国槐、毛白杨、白蜡、垂柳。二级医院和三级医院均在2—4m冠幅等级树木数量分布最多,分别达到52.38%、38.67%,大冠幅树种(G>10m)数量占比表现为三级医院(3.13%)>二级医院(1.79%)。各等级医院树木数量分布呈现出在G<2m冠幅等级较少,在2m≤G<4m冠幅等级骤然增加,之后又随着冠幅等级的增大逐渐降低的变化趋势,医院城市森林树木在各胸径和冠幅等级数量分布的变化趋势表明其在水平方向上还有较大的发展潜力^[21]。

医院整体5m以下的中小树高等级的树木占比最多(图6d),达42.69%,10m以下的树木数量占比为

80.66%。高于 15m 的树种只有 3.54%,组成树种主要有毛白杨、圆柏、雪松、水杉、油松、悬铃木。二级医院与三级医院均在 H<5m 树高等级数量分布最多,分别为 52.38%、42.69%,之后均表现出随着立木层次的升高,树木数量分布逐渐减少的变化趋势。

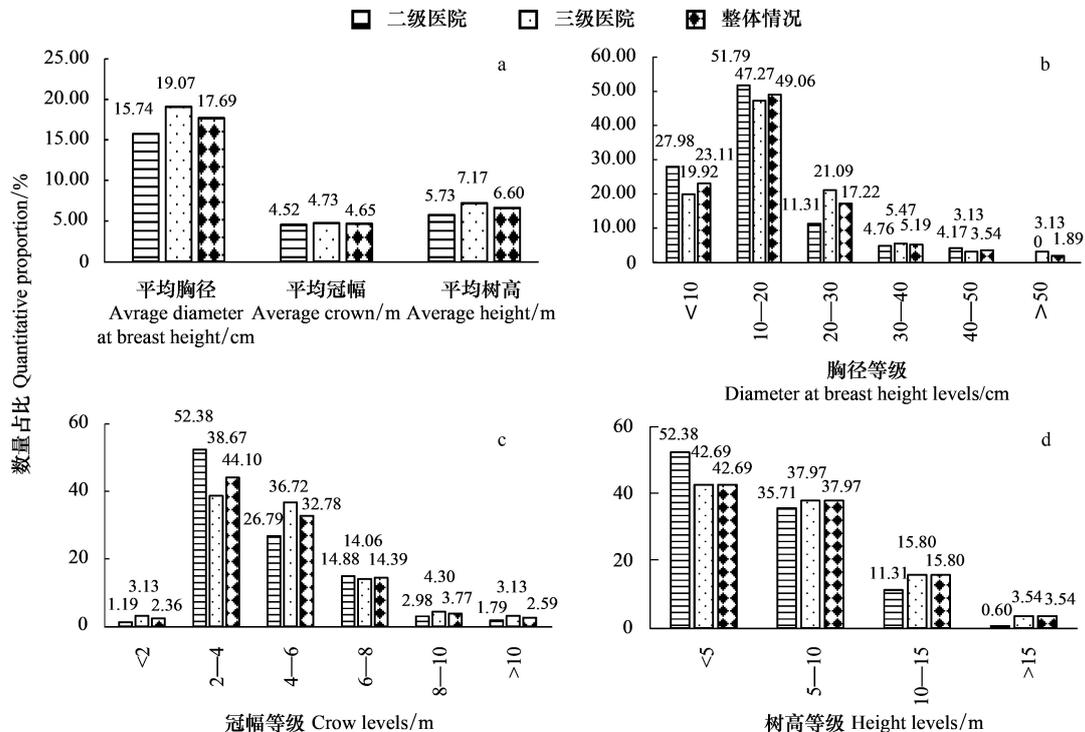


图 6 北京城区医院森林群落结构特征(a 均值;b 胸径;c 冠幅;d 树高)

Fig.6 Characteristics of forest community structure of Beijing urban hospital (a Mean value;b Diameter at breast height;c The crown;d Tree height)

3 讨论

3.1 林木树冠覆盖

林木树冠覆盖是衡量城市森林范围的最简单、最直观的指标^[13]。从研究结果来看,医院 EUTC 值只有 18.59%,与刘秀萍^[7]对北京城区居住区和事业单位 EUTC 的研究结果对比:居住区(27.67%)>事业单位(26.88%)>医院(18.59%),医院绿量明显不足,许多学者的相关研究^[17,22]也指出了医院绿地覆盖率不高、绿地率不足的问题。随着生活水平的提高,人们的择医标准更趋向于综合化,除了关心医院技术水平和医德医风之外也开始格外关注医院的环境质量^[23],在陈萍^[22]对北京大型综合医院调查结果中显示:17%的人认为医院最需要改善的为医院绿地环境,78%的人希望医院能有更多的绿色停留空间,显然医院户外环境建设工作应该被重新予以高度重视。但是,从 PUTC 来看,医院可进行绿化的用地较少,只有 1.55%,这就要求,除了在今后绿化过程中尽量使用生物量高且寿命长的乡土树种来提高单位绿地生态效益以外,还要考虑通过丰富绿化形式的方式来拓展医院三维绿量,屋顶绿化在近年来北京城市绿化覆盖中所占的比例逐年提高,且有研究表明医院建筑是北京市城区实施屋顶绿化的主体之一,因此更多的医院可以乘着北京大力推广屋顶绿化政策的春风,积极发展屋顶绿化来拓宽绿化空间,改善户外环境状况^[24]。除此之外,室内绿化可以营造出和谐、自然的气氛,分散病人的注意力,缓解患者焦躁不安的情绪,可选用一些耐阴观叶植物,如发财树、铁树、吊兰等来拓展室内绿化空间。

但是值得注意的是,在重视提高林木树冠覆盖的同时一定要考虑到医院环境服务对象的特殊性,比如高

烧、低烧的病人,服用不易接受阳光直射药物的病人,需要多接受阳光照射来加快疾病恢复的病人以及皮肤病患者等等,他们对阳光直射以及庇荫环境的感知较敏感且需求也更多样化^[25],因此,医院户外环境在追求高林木树冠覆盖率的同时也要尽量能够给病人提供遮阴、半遮阴以及阳光照射等多种户外空间,满足不同病人的需求。

3.2 城市森林结构

本论文研究结果显示北京医院城市森林密度偏小,绿化层次单一,国内许多学者^{[9][16]}也得出了同样的结论,并多从生态学角度进行分析,认为此种绿化形式不能够有效的利用土地和发挥较高的生态效益,但国外有研究学者指出医院适合营造疏林草地景观,并从社会学和心理学角度给出解释——疏林方便病人进入从而起到更好的保健效果,密度较高的林地环境容易让病人感到压抑,相反疏林景观更能让病人感到身心舒畅^[26],但这两类解释均以森林群落的健康性作为前提。北京市医院森林群落树木规格整体偏小,将医院树种平均胸径、树高和冠幅与刘秀萍^[14]研究的北京市城区居住区和事业单位树种平均规格比较,医院整体树木规格排在三类的最末尾,较小的城市森林密度下树种规格也不大,而且实地调研中发现许多医院树木病虫害滋生,同时也缺乏适度的修剪和灌溉,健康状况较差,这些均表明目前北京城区医院城市森林现状质量较差。究其原因,一方面从医院整体布局密度来看,中心稠密^[22],从前文医院 EUTC 随环路变化趋势分析也可以看出,城区内部生态用地与建设用地矛盾高于外围区域,再加上四环以内多为知名医院,就医患者广泛,不仅包括北京市的患者还包括外地患者,平时人车混杂,人为活动对自然空间的干扰程度过大;另一方面与我国长期以来“重造轻管”的传统思维有很大关系^[27-28],在极强人工环境中建设的城市森林如果没有适度的养护,很难达到预期的效果;此外,也可能是因为最初的绿地规划设计就欠缺对易于管理的思考,设计出的绿地景观不能够激发员工养护管理的信心^[26]。总之,健康状况较差的森林任何生态功能和社会功能的发挥都得不到保障。

3.3 医院城市森林辅助疗养功能的开发

现代医学模式要求医院的功能由单纯的医学模式转化为生物医学、心理行为、社会综合医学模式,且随着我国医疗体制改革的不断深入,要求医院的社会属性从功能机构向服务机构转变,医院不仅要提供对疾病本身的治疗,更需要提供各种有利于救治和健康的环境服务^[29],在医院户外环境建设面临新挑战的情形下,园艺疗法、康复景观、芳香疗法、花草疗法等理念层出不穷^[30],从本文以及其他学者对南北方医院主要应用树种的分析结果显示这些理念确实在医院户外环境建设过程中有所渗透,但只限于对保健树种选择倾向的影响^[31-33],关于保健群落的构建,康复绿地辅助疗养功能的发挥均未实现,很大一部分原因是园艺疗法等理念的实施不是单纯的绿地构建,在国外其有专门的从事园艺疗法项目的机构、医疗保健师或者护理员组织特定类群的病人在相应的康复景观绿地场所中开展园艺活动,达到治疗身心的效果,对园艺疗法人才有特定要求^[34-35],实施起来相对较难。相应的城市森林群落也具有极强的保健功能,森林群落所释放的空气负离子对神经系统、呼吸系统、循环系统、消化系统、五官、外科、皮肤、职业病等 7 个系统的 30 多种疾病有抑制、缓解和辅助疗效,总效率达 89%^[36],且相比园艺疗法等建设实施更容易,这就要求医院城市森林建设过程中不能只追求快速化运动式造林,要注重造林树种选择与人体健康,注重保健群落的构建,注重服务设施建设,让医院城市森林不仅能够改善生态环境,同时也能为人们提供休闲健身、康复疗养等生态产品,从而协调好医院城市森林建设与医护人员需求之间的关系。

3.4 本论文研究中的不足

在利用 eCognition 软件采用面向对象的解译方法对树冠覆盖进行解译时,由于影像分辨率问题,未能将乔木树种和灌木树种分开,此乃一大遗憾,且在潜在林木树冠覆盖部分的统计只包含了草地和裸土地,无法将树木生长过程中树冠的自然扩展潜力纳入其中,这些均为以后的重点研究方向,但本文的林木树冠覆盖统计相比传统的林木绿化率和绿地率等指标已有进一步的提升,能够更好的反映医院户外环境的质量水平,对于树冠自然生长问题只占 PUTC 中的一小部分,因此本文统计的 PUTC 值对今后医院绿化空间的拓展仍然具有较强的指导意义;此外由于资金、人力以及时间多方面的限制,本文只对北京市的 13 个二级医院以及 14 个三

级医院的城市森林结构做了系统性的调查,虽然对北京城区医院整体绿化情况有一定的代表性,但其内部整体细节上的差异还需要今后更大样本量及更深入的研究。

4 结论

(1)北京市六环外 1km 范围内医院整体 EUTC 为 18.59%,PUTC 为 0.93%,大部分医院 EUTC 处在 3.5%—19%的低覆盖度和中覆盖度水平范围内;从医院整体 UTC 水平随环路的变化趋势来看,基本表现为城区外围医院高于城区内部医院,从各行政区医院 UTC 水平来看,基本表现为城市化水平越高的行政区域林木树冠覆盖率值越低。

(2)医院调研过程中共记录到乔灌木植物 60 种,分属于 33 科 53 属,从其重要值和应用频率均较高的乔灌木树种来看,大部分为乡土树种以及保健树种。

(3)北京城区医院城市森林的平均密度为 55 株/hm²,平均胸高断面面积为 2.23m²/hm²,平均胸径、冠幅、树高分别为 17.69cm、4.65m、6.60m,其中小胸径(DBH≤20cm),中等冠幅(2m≤G<4m)以及树高小于 5m 的树木数量占比最高。

4.4 目前北京城区医院整体林木树冠覆盖率较低,森林群落健康状况较差,树种多样性不高,是北京城区以后应该重点加强森林建设的城市功能单元。

参考文献(References):

- [1] 张志强. 城市森林与人体健康. 经济日报, 2007-05-16(011).
- [2] Laurent O, Wu J, Li L F, Milesi C. Green spaces and pregnancy outcomes in Southern California. *Health & Place*, 2013, 24: 190-195.
- [3] Bodicoat D H, O'Donovan G, Dalton A M, Gray L J, Yates T, Edwardson C, Hill S, Webb D R, Khunti K, Davies M J, Jones A P. The association between neighbourhood greenspace and type 2 diabetes in a large cross-sectional study. *BMJ Open*, 2014, 4(12): e006076.
- [4] Gascon M, Triguero-Mas M, Martínez D, Davdand P, Rojas-Rueda D, Plasència A, Nieuwenhuijsen M J. Residential green spaces and mortality: a systematic review. *Environment International*, 2016, 86: 60-67.
- [5] Brown T, Cummins S. Intervening in health: the place of urban green space. *Landscape and Urban Planning*, 2013, 118: 59-61.
- [6] Riaz A, Younis A, Ali W, Hameed M. Well-planned green spaces improve medical outcomes, satisfaction and quality of care: a trust hospital case study. *Acta Horticulturae*, 2010, 881: 813-818.
- [7] Wu J Y, Rappazzo K M, Simpson R J Jr, Joodi G, Pursell I W, Mounsey J P, Cascio W E, Jackson L E. Exploring links between greenspace and sudden unexpected death: a spatial analysis. *Environment International*, 2018, 113: 114-121.
- [8] 杨欣露,肖威,张明娟,郝日明. 南京医院绿地园林植物调查研究. *江苏林业科技*, 2016, 43(3): 29-33.
- [9] 胡辉. 长沙市建成区综合医院户外空间植物景观研究[D]. 长沙:中南林业科技大学, 2014.
- [10] 邓勇,陈海勇,郑懿. 康复绿地规划设计分析——以华西医院永宁院区康复绿地设计为例. *四川林业科技*, 2013, 34(1): 94-101.
- [11] 王艺林. 综合医院外部空间环境景观艺术研究[D]. 西安:西安建筑科技大学, 2009.
- [12] 宋宜昊. 基于易康软件平台下的北京城区林木树冠覆盖解译与检验[D]. 北京:中国林业科学研究院, 2016.
- [13] 贾宝全,王成,邱尔发,郟光发. 城市林木树冠覆盖研究进展. *生态学报*, 2013, 33(1): 23-32.
- [14] 刘秀萍. 北京城区居住区和机关单位城市森林结构调查与树冠覆盖动态分析[D]. 北京:中国林业科学研究院, 2017.
- [15] 吴泽民,黄成林,白林波,吴文友. 合肥城市森林结构分析研究. *林业科学*, 2002, 38(4): 7-13.
- [16] 徐晓霞. 江苏大型综合医院户外空间植物应用与优化研究[D]. 南京:南京农业大学, 2009.
- [17] 缪存忠,杜宇宾,桑利群. 北京市医院植物多样性与植物景观分析. *现代园艺*, 2018, (4): 7-11.
- [18] 黄利斌,李晓储,蒋继宏,何小弟. 城市绿化中环保型与保健型树种选择. *中国城市林业*, 2006, 4(1): 47-49.
- [19] 孙晓铭,王逢珊. 医院公共空间视觉环境的设计研究. *低温建筑技术*, 2009, 31(5): 23-24.
- [20] 张星彦. 基于人的知觉环境研讨医院环境人性化设计. *福建工程学院学报*, 2008, 6(3): 247-250.
- [21] 郟光发,任启文,李伟,杨颖,王成. 北京不同类型居住区树种组成结构及其三维空间配置. *生态学杂志*, 2011, 30(9): 1886-1893.
- [22] 陈萍. 北京大型综合医院户外环境研究初探[D]. 北京:北京林业大学, 2007.
- [23] 迟振东. 基于康复性及文化性角度的综合性医院景观设计研究[D]. 雅安:四川农业大学, 2013.

- [24] 刘博杰, 王仕豪, 逯非, 王雪妍, Jensen M B, 郑善文, 刘栗, 单明芸, 赵克贤. 北京市城区 2005—2015 年屋顶绿化发展趋势、分布格局及政策推动. 生态学杂志, 2018, 37(5): 1509-1517.
- [25] Marcus C C, Barnes M. *Healing Gardens: Therapeutic Benefits and Design Recommendations*. New York: John Wiley & Sons, 1999.
- [26] Yucel G F. Hospital Outdoor Landscape Design // Murat Ozyavuz. *Advances in Landscape Architecture*. IntechOpen, 2013:381-398.
- [27] 叶智, 郟光发. 中国森林城市建设的宏观视角与战略思维. 林业经济, 2017, 39(6): 20-22.
- [28] 王成, 彭镇华, 陶康华. 中国城市森林的特点及发展思考. 生态学杂志, 2004, 23(3): 88-92.
- [29] 刘志芬. 综合医院园林环境研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2011.
- [30] 牛雯. 康复景观设计中的植物应用探索[D]. 西安: 西安建筑科技大学, 2015.
- [31] 高国庆. 医院户外空间园林植物景观研究[D]. 福州: 福建农林大学, 2008.
- [32] 龙秋萍, 和太平, 李琦, 韦肖莹. 南宁市医院园林芳香植物及其景观调查. 中国城市林业, 2016, 14(6): 29-33.
- [33] 雷亮, 郝日明. 观赏性芳香植物在南京医院休憩绿地中的应用研究. 江苏林业科技, 2016, 43(1): 36-39.
- [34] 李树华. 尽早建立具有中国特色的园艺疗法学科体系(下). 中国园林, 2000, 16(4): 32-34.
- [35] 李树华. 尽早建立具有中国特色的园艺疗法学科体系(上). 中国园林, 2000, 16(3): 17-19.
- [36] 邵海荣, 贺庆棠. 森林与空气负离子. 世界林业研究, 2000, 13(5): 19-23.