

基于日照分析的行道树选择研究——以山东省日照市为例

尹德淑¹, 徐晓艳^{1,2*}, 高飞龙¹, 王兴梅^{1,2}, 李璇^{1,2}

(1. 日照市园林环卫集团, 山东日照 276800; 2. 日照市园林绿化科学研究院, 山东日照 276800)

摘要 为研究北方地区行道树的选择配置问题, 以日照市为例, 实地调查行道树种类、树高、冠幅、胸径及道路宽度、道路两侧建筑高度等内容。借鉴建筑行业的日照分析方法, 利用 SketchUp 软件, 对行道树受日照时间的影响进行了比较分析。同时研究了各种变量组合情况下不同方向行道树的日照时间。结果表明: 东西方向道路, 路北侧行道树受日照时间比路南侧长。南北方向道路, 路东、路西两侧行道树受日照时间差异不大。道路宽度和树高一定时, 行道树受日照时间随着道路两侧建筑高度的增大而减少; 道路宽度和两侧建筑高度一定时, 行道树受日照时间随着树高的增大而增加; 树高和道路两侧建筑高度一定时, 随着道路宽度的增大, 行道树受日照时间有一定程度的增加。同时, 结合调查结果探讨了日照市的行道树选择配置问题, 并提出了意见建议。

关键词 道路宽度; 建筑物高度; 行道树树高; 日照分析

中图分类号 S731.8 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2022)13-0110-07

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2022.13.029

开放科学(资源服务)标识码(OSID): 

Research on Avenue Trees Selection Based on Sunlight Analysis—Taking Rizhao City in Shandong Province as an Example
YIN De-shu¹, XU Xiao-yan^{1,2}, GAO Fei-long¹ et al (1. Rizhao Gardens & Environmental Sanitation Group, Rizhao, Shandong 276800; 2. Rizhao Institute of Landscape Architecture, Rizhao, Shandong 276800)

Abstract Taking Rizhao City as an example to study the selection and allocation of avenue trees in the northern region, field investigation was conducted on avenue tree species, tree height, crown width, diameter at breast height, road width and building height, etc. Referring the sunlight analysis method of construction industry, compared and analyzed the sunlight duration of avenue trees by SketchUp software. The sunlight time of avenue trees in different directions under various variable combinations was also studied. The results showed the avenue trees on the north side receive longer sunlight than the south side of the east-west road. There was no significant difference in sunlight time on east and west side of avenue trees in the north-south road. At a certain road width and tree height, the sunlight time of avenue trees decreased with the increasing of building height. When the road width and avenue trees height were constant, the sunlight time of avenue trees increased with the trees height. And at a certain tree height and building height, the sunlight time of the avenue trees increased to a certain extent with the increase of road width. At the same time, the selection and configuration of avenue trees in Rizhao City were discussed, and some suggestions were given.

Key words Road width; Building height; Avenue trees height; Sunlight analysis

城市道路作为城市的基本骨架, 在空间上构建城市网络, 不仅承担着交通功能, 还承担社会功能、生态功能, 是城市面貌变化和城市精神追求的体现^[1]。道路景观是城市景观的重要组成部分, 是人们对城市的首要整体印象。行道树作为道路绿化的主体, 是道路两侧建筑与道路之间的过渡, 其独有的质感及丰富的色彩很好地柔和了钢筋混凝土建筑的刚硬与生冷, 还能让人愉悦身心、放松心情。目前对于行道树的研究多集中于交通安全、环境响应、微气候、应用及调查等方面^[2-8], 对道路走向、道路宽度、两侧建筑高度对行道树选择的影响研究较少。该研究选取日照市中心城区 10 条典型性道路进行实地调查, 通过 SketchUp 软件建立模型对道路行道树进行日照分析, 探讨行道树走向、道路宽度、建筑高度之间的关系, 为北方城市科学合理选择行道树提供借鉴。

1 行道树调查

1.1 调查地概况 日照市为山东省地级市, 地处我国大陆沿海中部、山东半岛东南部, 属于温带季风气候, 四季分明。年均气温 12.7℃, 年均湿度 72%, 无霜期 223 d, 年均日照时数 2 533 h, 年均降水量 874 mm。

1.2 行道树调查 采用实地调查法, 选取日照市中心城区有

代表性的 10 条道路的代表性样段作为调查对象, 调查内容包括道路宽度、行道树种类、高度、胸径、冠幅及两侧建筑高度等(表 1)。使用胸径尺测量行道树胸径, 用卷尺测量道路宽度、行道树冠幅, 目测估测行道树高度及建筑物高度(每层 3 m)。

2 日照模拟与分析

2.1 日照分析原理 日照分析采用太阳高度角 h_s 和太阳方位角 A_s 2 个主要参数^[9]。根据日照原理, 太阳高度角 h_s 公式为

$$\sin h_s = \sin \Phi \cdot \sin \delta + \cos \Phi \cdot \cos \delta \cdot \cos \Omega$$

式中, Φ 为所在地区的地理纬度; δ 为太阳赤纬角; Ω 为太阳时角。

太阳方位角 A_s 的计算公式为

$$\cos A_s = (\sin h_s \cdot \sin \Phi - \sin \delta) / \cos h_s \cdot \cos \Phi$$

太阳时角 Ω 与当地时间(即真太阳时)的关系为

$$\Omega = 15 \times (t - 12)$$

式中, t 为当地时间(真太阳时), 以 24 h 计算; Ω 为太阳时角。太阳时角是时间的表达式, 用角度测量来表示, 上午为负值, 下午为正值。在我国采用北京时间, 真太阳时 $t = \text{北京时间} + \text{时差}$, 时差 $= (120^\circ - \text{当地经度}) / 15^\circ$ 。

2.2 模拟分析 根据调查数据, 结合百度地图, 在 SketchUp 软件中建立样段模型, 利用日照大师插件对模型进行日照计算, 设置参数位置为山东省日照市(119.52°E, 35.42°N), 选择大寒日为日照标准日。日照扫描角 15°, 采样点间距 2 m,

作者简介 尹德淑(1978—), 女, 山东日照人, 工程师, 硕士, 从事园林植物配置研究。* 通信作者, 高级工程师, 从事园林植物引种驯化研究。

收稿日期 2021-08-16; **修回日期** 2021-10-25

采样时间间隔 8 min。分析结果以不同颜色显示不同日照时间范围,从低到高分别为 0~<1、1~<2、2~<3、3~<4、4~<5、5~<6、6~<7 h,颜色由红色逐渐过渡为蓝色。图 1、2 为 10 条道路日照时间顶视图。

表 1 10 条道路行道树调查结果
Table 1 Survey results of 10 roads street trees

道路走向 Road direction	序号 No.	道路名称 Road name	道路类型 Road type	道路宽度 Road width m	样段长度 Sample length m	两侧建筑 Buildings on both sides//m		行道树 Street tree					备注 Road section
						方向 Direction	高度 Height//m	树种 Tree species	树高 Tree height m	胸径 DBH cm	冠幅 Crown width m	株距 Plant spacing m	
东西方向 East west direction	1	莒州路一板两带		18	360	北侧 南侧	75 84	法桐	12.0	25.0	8.0	5	烟台路—济宁路
	2	东营路一板两带		43	520	北侧 南侧	15 105	法桐	9.0	12.0	4.0	5	烟台路—济宁路
	3	金海路一板两带		26	350	北侧 南侧	10 12	栾树	10.0	26.0	7.0	5	景阳路—兖州路
	4	海曲路三板四带		43	800	南侧 南侧	85 15	国槐	10.0	24.0	7.0	5	沙墩河西路—莘阳路
	5	济南路三板四带		61	690	北侧 南侧	21 51	法桐	11.0	28.0	8.0	5	昭阳路—景阳路
南北方向 North south direction	1	威海路一板两带		24	250	东侧 西侧	87 18	栾树	10.0	23.0	7.0	5	胶州路—泰安路
	2	枣庄路一板两带		31	550	东侧 西侧	81 84	法桐	5.5	16.5	3.5	5	济南路—五莲路
	3	北京路二板三带		110	550	东侧 西侧	30 54	栾树	4.5	15.0	4.0	5	山东路—五莲路
	4	烟台路三板四带		47	215	东侧 西侧	69 63	银杏 法桐	4.5 5.0	18.0 16.0	4.0 4.0	5 5	济南路—荣成路
	5	临沂路三板四带		60	250	东侧 西侧	54 18	旱柳	12.0	28.0	8.0	6	山东路—五莲路

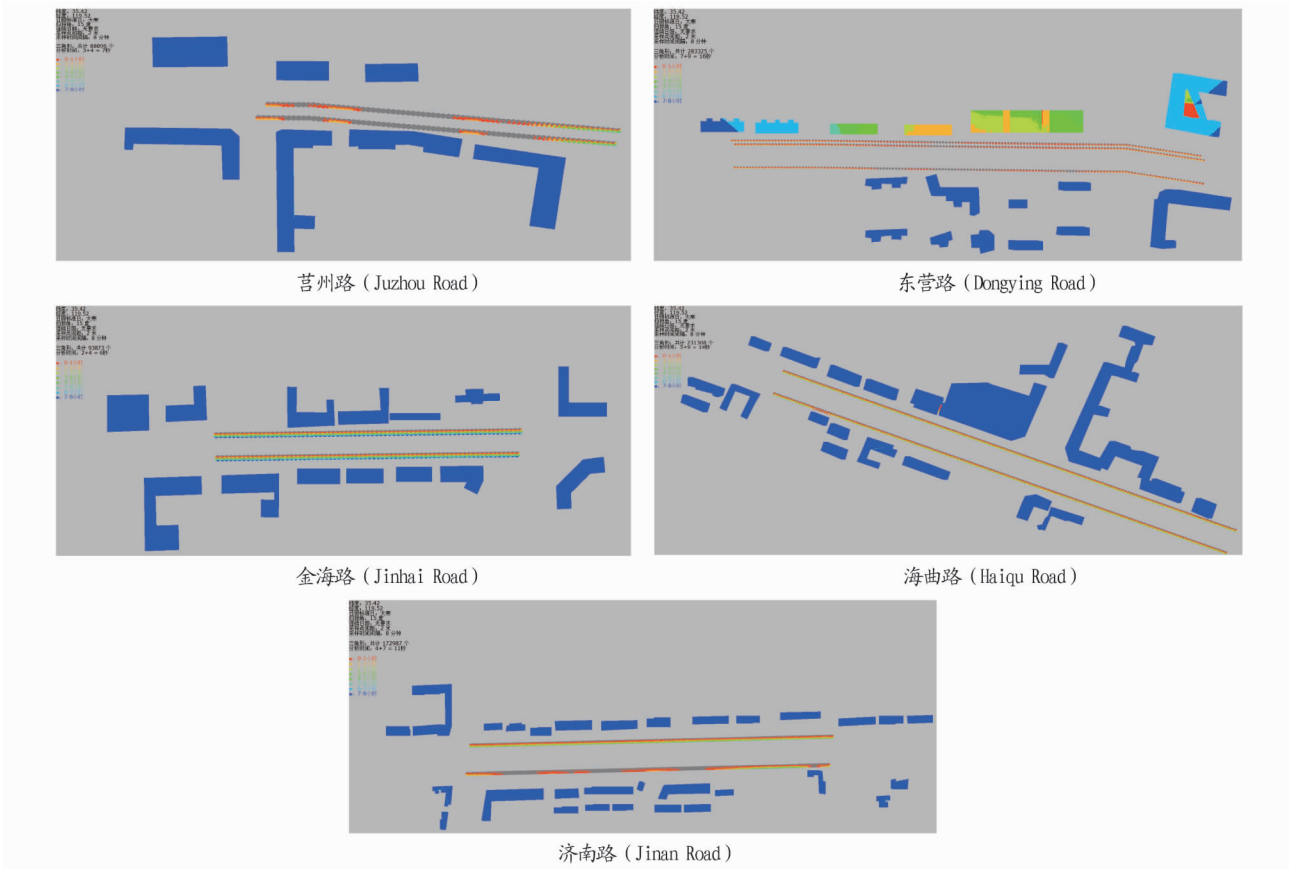


图 1 东西方向道路调查样段行道树日照时间计算结果
Fig.1 Calculation of getting sunlight time of street trees on east-west road samples

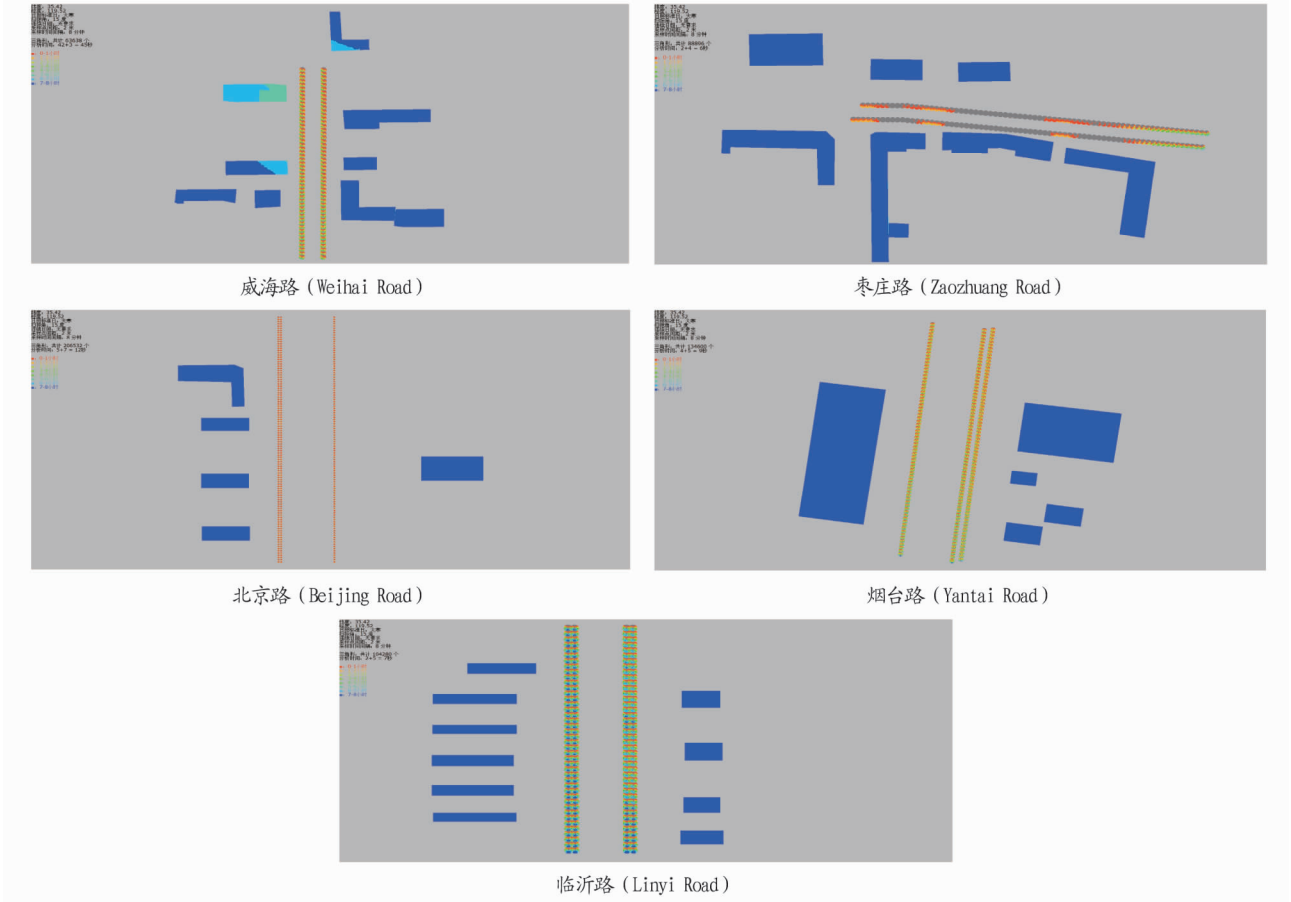


图2 南北方向道路调查样段行道树日照时间计算结果

Fig.2 Calculation of getting sunlight time of street trees on south-north road samples

2.2.1 东西方向道路行道树日照时间统计。对图 1 行道树日照时间进行计算,通过统计可以看出(表 2),东西方向不同道路行道树最大受日照时间和最小受日照时间有明显不同,可以推断,东西方向道路行道树受道路宽度、两侧建筑高度、树高等因素的影响。整体上,路北侧行道树最大受日照时间和最小受日照时间普遍比南侧长。

表 2 东西方向道路行道树日照时数统计

Table 2 The statistics of getting sunlight time of street trees on east-west roads

道路名称 Road name	树种 Tree species	树高 Tree height m	道路宽度 Road width m	方向 Direction	行道树最大受 日照时间 Maximum sunshine hours of street trees//h	行道树最小 受日照时间 Minimum sunshine hours of street trees//h	主要建筑高度 Height of main buildings	
							方向 Direction	高度 Height m
莒州路 Juzhou Road	法桐	12.0	18	南侧	6~7	0	南侧	84
				北侧	6~7	0	北侧	75
东营路 Dongying Road	法桐	9.0	43	南侧	3~4	0	南侧	105
				北侧	4~5	0~1	北侧	15
金海路 Jinhai Road	栎树	10.0	26	南侧	7~8	7~8	南侧	12
				北侧	7~8	7~8	北侧	10
海曲路 Haiqu Road	国槐	10.0	43	南侧	3~4	1~2	南侧	15
				北侧	4~5	3~4	北侧	85
济南路 Jinan Road	法桐	11.0	61	南侧	5~6	0	南侧	51
				北侧	6~7	4~5	北侧	21

2.2.2 南北方向道路行道树日照时间统计。对图 2 行道树日照时间进行计算,通过统计可以看出(表 3),南北方向不同道路上行道树最大受日照时间和最小受日照时间也有差异,这说明南北方向道路行道树也受道路宽度、两侧建筑高度、树高等因素的影响。路东侧与路西侧行道树最大受日照时间和最小受日照时间基本没有差异,这可能是由于太阳高度角一定时,东西两侧行道树都同时受到日照或同时得不到日照。

表 3 南北方向道路行道树日照时间统计

Table 3 The statistics of getting sunlight time of street trees on north-south roads

道路名称 Road name	树种 Tree species	树高 Tree height m	道路宽度 Road width m	方向 Direction	行道树最大 受日照时间 Maximum sunshine hours of street trees//h	行道树最小 受日照时间 Minimum sunshine hours of street trees//h	主要建筑高度 Height of main buildings	
							方向 Direction	高度 Height//m
威海路 Weihai Road	栎树	10.0	24	东侧	7~8	4~5	东侧	87
				西侧	7~8	4~5	西侧	18
枣庄路 Zaozhuang Road	法桐	5.5	31	东侧	2~3	0~1	东侧	81
				西侧	2~3	0~1	西侧	84
北京路 Beijing Road	栎树	9.0	110	东侧	4~5	2~3	东侧	30
				西侧	4~5	2~3	西侧	54
烟台路 Yantai Road	银杏	4.5	47	东侧	7~8	4~5	东侧	69
				西侧	7~8	4~5		
临沂路 Linyi Road	法桐	5.0	60	东侧	7~8	4~5	西侧	63
				西侧	—	—		
				东侧	7~8	6~7	东侧	54
				西侧	7~8	7~8	西侧	18

3 不同因素对行道树的日照影响分析

为分析道路宽度、建筑高度、树高 3 个因素对行道树的日照影响,将行道树树高设为 3 个等级(10、15、25 m),道路宽度设为 3 个等级(20、30、50 m),两侧建筑高度设为 3 个等级(10、25、40 层,每层以 3 m 计算),在 SketchUp 软件中建立模型,研究分析各种组合情况下行道树受日照情况。

3.1 东西方向道路行道树受日照时间的影响 设树高 10 m 为不变因素(日照市区行道树 10 m 高的情况较多),改变道路宽度和两侧建筑高度,具体分析模型见图 3。设建筑高度 10 层为不变因素(市区建筑小高层居多),改变道路宽度和

树高,具体分析模型见图 4。设道路宽度 30 m 为不变因素(道路两车道或四车道居多),改变两侧建筑高度和树高,具体分析模型图 5。

由图 3~5 可判断,东西方向道路上,路北侧行道树受日照时间明显长于南侧行道树,且道路两端的行道路受日照时间明显高于中间部分。从图 3 可知,树高为 10 m 时,道路宽度由 20 m 增加到 50 m 时,建筑高度为 10~40 层的北侧行道树受日照时间逐渐增加,南侧行道树受日照时间变化不明显;道路宽度为 20~30 m 时,随着建筑高度的增加,两侧行道树受日照时间变化不明显,当道路宽度为 50 m 时,树高为 10 m

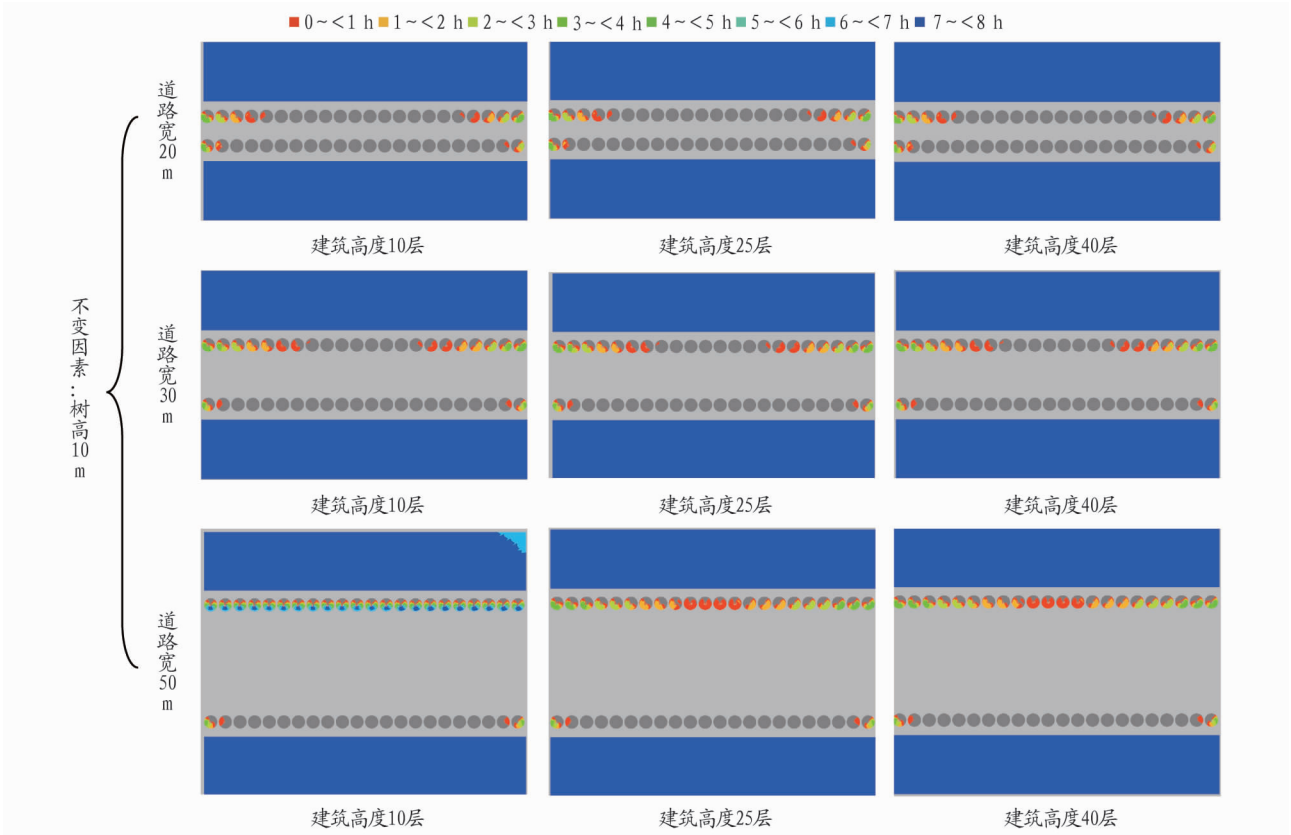


图 3 树高一定下道路宽度及建筑高度不同时行道树受日照时间分析

Fig. 3 Getting sunlight time of street trees with different road widths and different building height at a certain tree height

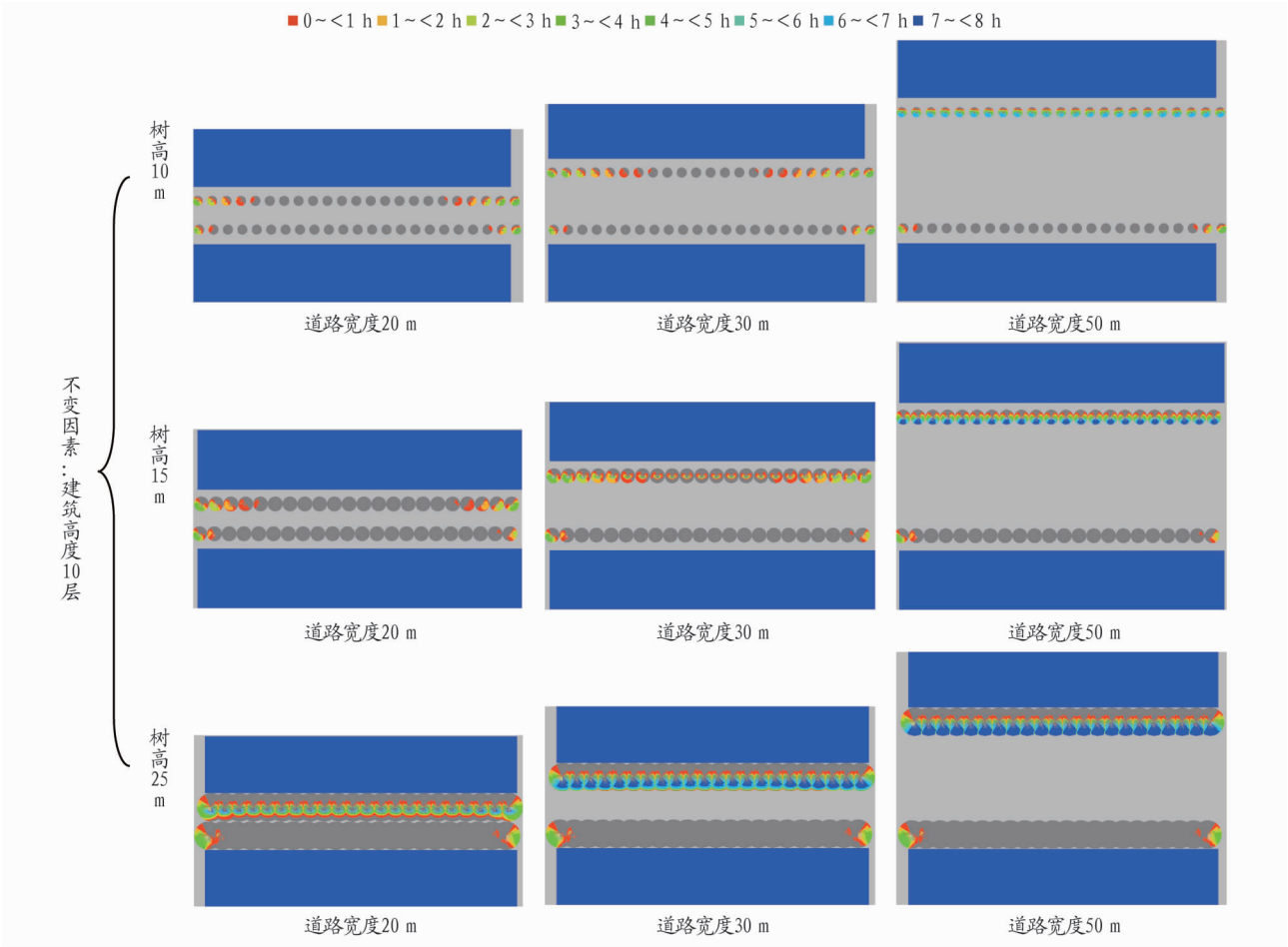


图 4 建筑高度一定下树高及道路宽度不同时行道树受日照分析

Fig. 4 Getting sunlight time of street trees with different tree height and road widths at a certain building height

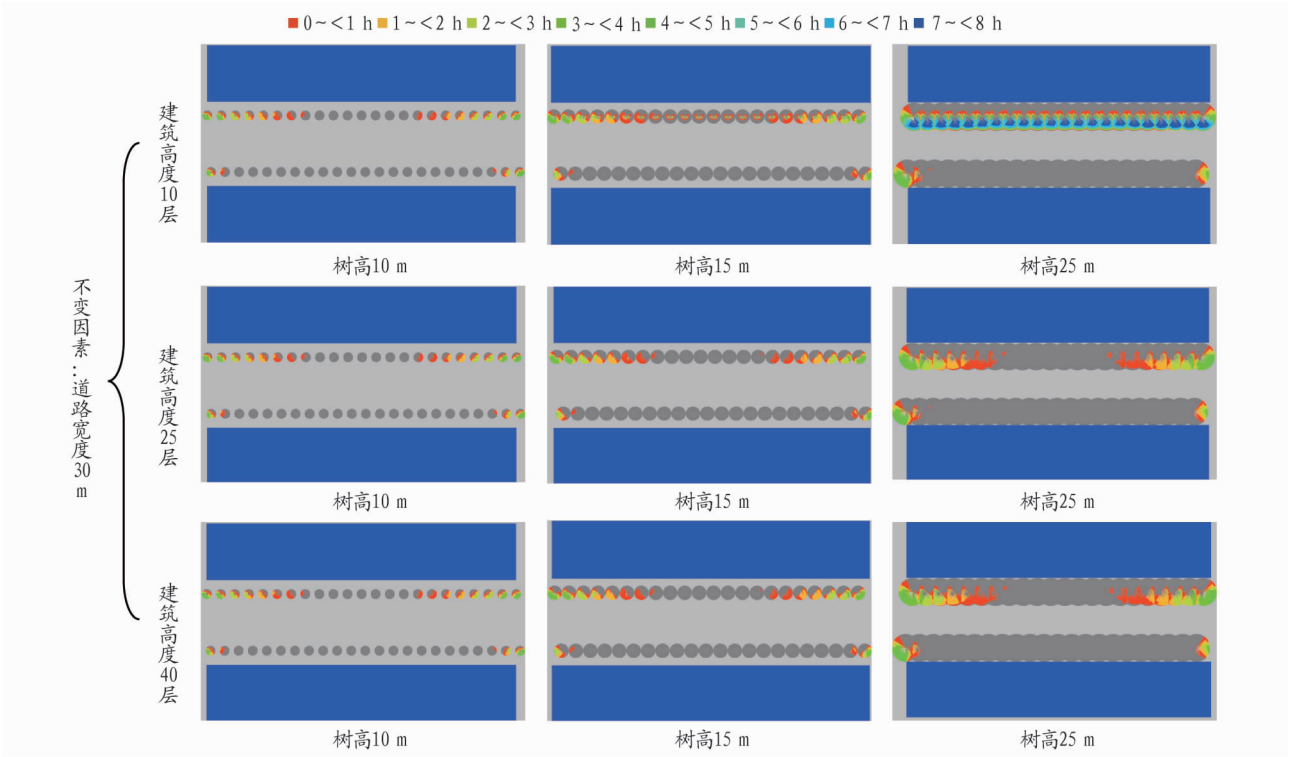


图 5 道路宽度一定下建筑高度及树高不同时行道树受日照分析

Fig. 5 Getting sunlight time of street trees with different building height and tree height at a certain road widths

的北侧行道树受日照时间随两侧建筑物高度由 10 层增加到 25 层时逐渐降低,但随着建筑物高度的继续增加,两侧受日照时间变化不明显。从图 4 可知,在建筑高度一定时(10 层),道路宽度从 20 m 增加到 50 m 的过程中,树高为 10、15、25 m 的北侧行道树受日照时间明显逐渐增加,南侧变化则较小,道路宽度不变的情况下,随着树高的增加,行道树两侧受日照时间均明显逐渐增加。从图 5 可知,道路宽度一定时(30 m),随着建筑高度从 10 层增加到 40 层,树高 10、15 m 的两侧行道树受日照时间变化不明显,而树高 25 m 的行道树北侧受日照时间出现明显减少趋势,南侧变化不明显,且建筑高度增加到 25 层以后,两侧行道树受日照时间变化均不明显。建筑高度一定的情况下,随着树高的增加,两侧行道树受日照时间均逐渐增加。

3.2 南北方向道路行道树受日照时间的影响 同样设树高 10 m 为不变因素,改变道路宽度和两侧建筑高度,具体分析模型见图 6。设建筑高度 10 层为不变因素,改变道路宽度和树高,具体分析模型见图 7。设道路宽度 30 m 为不变因素,改变两侧建筑高度和树高,具体分析模型见图 8。

由图 6~8 可看出,路东、路西两侧行道树受日照时间差异不大,且从北向南,东西两侧行道树日照时间逐渐增加。

由图 6 可知,树高为 10 m 的情况下,建筑高度一定,道路变宽时,行道树受日照时间有一定程度的增加;树高一定时,道路宽度为 20~50 m,建筑高度由 10 层增加到 25 层的过程中,东西两侧行道树受日照时间逐渐减少,建筑物由 25 层增加到 40 层过程中,东西两侧行道树受日照时间变化不明显。从图 7 可见,建筑高度不变(10 层)的情况下,道路宽度相同,随着树高的增大,东西两侧行道树受日照时间增加;树高不变时,随着道路宽度增加,行道树受日照时间增长明显。从图 8 可知,道路宽度为 30 m 的情况下,树高一定,建筑高度由 10 层增加到 20 层,东西两侧行道树受日照时间越来越少,由 25 层增加到 40 层的过程中,东西两侧行道树受日照时间变化不明显;建筑高度不变,随着树高的增大,行道树受日照时间逐渐增加。

3.3 道路日照时间分析小结 在忽略其他影响因素的条件下,通过建模分析,可以得出如下主要结论:东西方向道路,路北侧行道树受日照时间比路南侧长。南北方向道路,路东、路西两侧行道树受日照时间差异不大。道路宽度和树高一定时,行道树受日照时间随着道路两侧建筑高度的增加而减少;道路宽度和两侧建筑高度一定时,行道树受日照时间随着树高增大而增加^[10];树高和道路两侧建筑高度一定时,随着道路宽度增加,行道树受日照时间有一定程度的增加。

4 日照市行道树选择建议

目前日照市的行道树选择和配置对景观效果的考虑较多,近几年也开始综合考虑立地环境,而对道路宽度、周边建筑高度等影响行道树日照时间的因素考虑较少。该研究对行道树受日照时间的影响应该作为道路绿化树种选择的依据。具体可以从以下方面着手:

(1) 选择合适的行道树树种和体量。行道树首先要克服

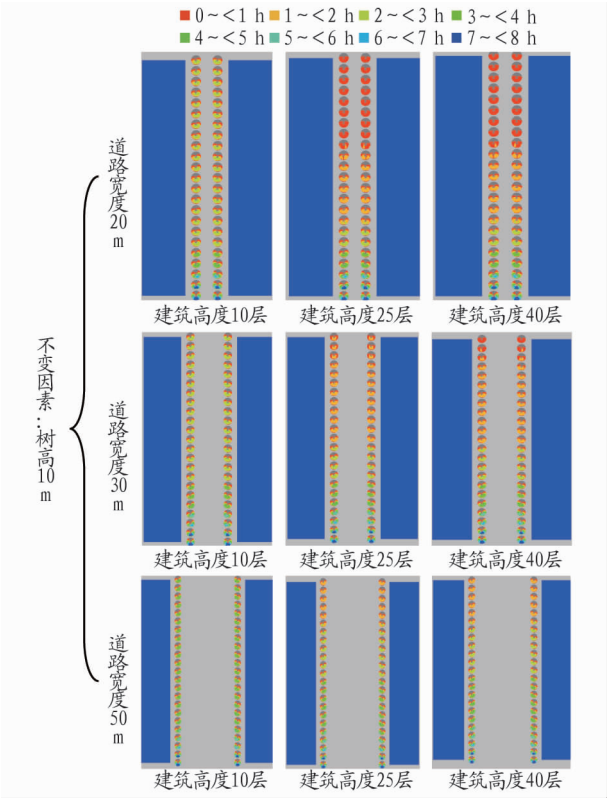


图 6 树高一定下道路宽度及建筑高度不同时行道树受日照分析
Fig.6 Getting sunlight time of street trees with different road widths and different building height at a certain tree height

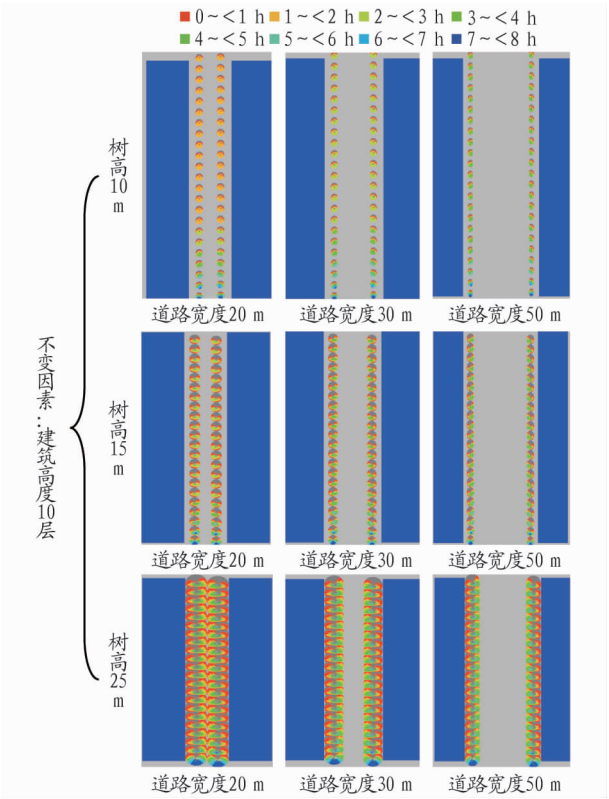


图 7 建筑高度一定下树高及建筑高度不同时行道树受日照分析
Fig.7 Getting sunlight time of street trees with different tree height and road widths at a certain building height

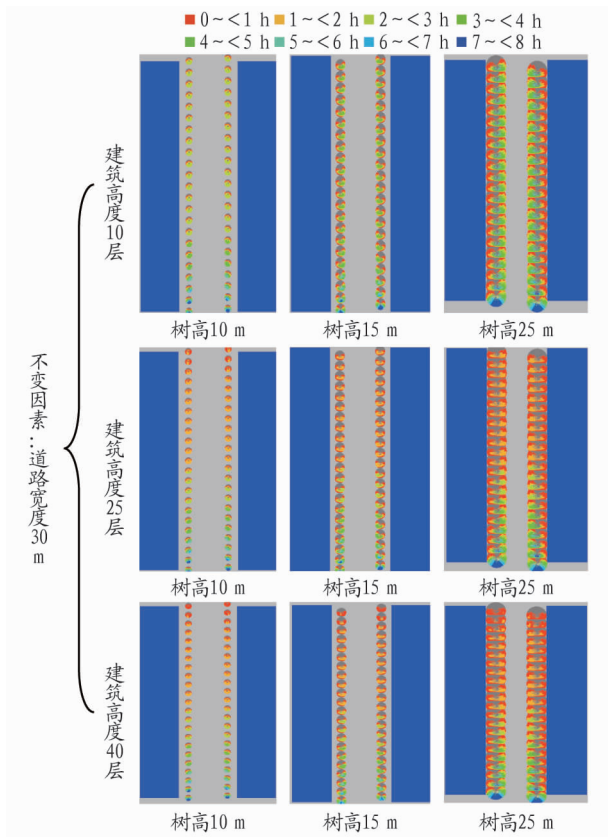


图8 道路宽度一定下建筑高度及树高不同时行道树受日照分析
Fig.8 Getting sunlight time of street trees with different building height and tree height at a certain road widths

道路上的不良条件,抗性要强,能接受足够的光照,能最大限度地发挥行道树的景观和生态效益,有利于道路景观的打造和人们的舒适感受。如苕州路等道路较窄,且住宅楼密集的条件下,其行道树可以选择体量相对较小的树种,如樱花、紫叶李、美人梅、黄栌等小乔木,不仅不遮挡低楼层住户采光,还可以避免行道树树种选择上冠大荫浓的千篇一律,形成春

花或秋色叶等特色景观。在景观性、实用性的基础上,根据道路宽度、建筑物高度选择行道树树种和体量是追求长远、可持续道路景观发展的前提。

(2)栽植前统一规划。要根据道路形式选择行道树,道路绿化是根据道路形式设计的,因此整体上呈现出线形特点。如一板两带,因为道路比较窄,只有行道树绿带、两侧绿带,无中间分车带。规划时既要考虑行道树不遮挡临近建筑,又要保证行道树正常的日照需求。两板三带、三板四带道路通常较宽,可以考虑常绿树种或2种行道树来丰富景观效果。

(3)构建日照市的道路特色。日照市的道路绿化中行道树树种相似、灌木栽植种类和手法相似,缺乏识别性。在考虑道路绿化景观要求的基础上,根据立地条件、树木习性、道路宽度、建筑高度等一系列因素,通过行道树的选择,体现每条道路的特色,营造“一路一景”的效果,提高道路的“识别性”,给行人留下深刻印象。

参考文献

- [1] 田少朋. 三类速度体验下的城市道路景观设计要点研究[D]. 西安:西安建筑科技大学,2012.
- [2] 顾汤华. 城市行道树遮挡道路交通标志问题分析[J]. 中国城市林业, 2013,11(4):39-41.
- [3] 王金涛,王建兵,王盾,等. 几种行道树对惠州市城市道路微气候的影响[J]. 中南林业科技大学学报,2019,39(6):52-59.
- [4] 李寒娥,李秉滔,蓝盛芳. 行道树对城市道路交通环境的响应研究[J]. 应用与环境生物学报,2005,11(4):435-439.
- [5] 石易珉,李梦姣. 苏州市行道树树种应用调查及分析[J]. 现代园艺, 2019(6):127-128.
- [6] 姚鰻卿. 行道树类型对于成都市青羊区背街小巷微气候的影响[D]. 成都:西南交通大学,2021.
- [7] 郝宇光,王月,庄艳婷,等. 长春市主要街路行道树树种调查及应用建议[J]. 现代园艺,2022,45(4):110-113.
- [8] 蒋俊,沈东平,李卫强. 上海金山城区行道树现状调查及分析[J]. 安徽农业科学,2017,45(16):163-165.
- [9] 魏合义. 基于日照需求的景观植物选择及智能决策方法[D]. 武汉:武汉大学,2016.
- [10] 吴迪. 基于日照分析的郑州市行道树配置模式研究[D]. 郑州:河南农业大学,2018.

(上接第86页)

- [8] 徐杰,何萍,王钦,等. 夏季白洋淀沉水植物分布与水环境因子的关系[J]. 湿地科学,2013,11(4):488-494.
- [9] 王华,逢勇,刘申宝,等. 沉水植物生长影响因子研究进展[J]. 生态学报,2008,28(8):3958-3968.
- [10] 李启升,黄强,李永吉,等. 水深对沉水植物苦草(*Vallisneria spiralis*)和穗花狐尾藻(*Myriophyllum spicatum*)生长的影响[J]. 湖泊科学,2019,31(4):1045-1054.
- [11] XIAO K Y, YU D, WU Z H. Differential effects of water depth and sediment type on clonal growth of the submersed macrophyte *Vallisneria spiralis* [J]. Hydrobiologia, 2007, 589(1):265-272.
- [12] 赵文婧,贾晓楠,王繁. 浮床模式下沉水植物净化富营养化水体效果[J]. 江苏农业科学,2021,49(1):197-201.
- [13] 赵倩. 鲢鱼水质溯源响应模型及其富营养化防治对策研究[D]. 北京:中国地质大学(北京),2012.
- [14] 国家环境保护总局《水和废水监测分析方法》编委会. 水和废水监测分析方法[M]. 4版. 北京:中国环境出版社,2002:243-284.
- [15] 张觉民,何志辉. 内陆水域渔业自然资源调查手册[M]. 北京:农业出版社,1991.
- [16] 陈佳琪,赵坤,曹玥,等. 鄱阳湖浮游动物群落结构及其与环境因子的关系[J]. 生态学报,2020,40(18):6644-6658.
- [17] 闵文武,黄福江,王伟. 赤水河秋季浮游动物群落结构及其与环境因子关系[J]. 安徽农业科学,2021,49(11):75-79.
- [18] 邓道贵,杨威,孟小丽,等. 淮中游浮游甲壳动物群落结构的季节动

- 态[J]. 水生生物学报,2013,37(5):869-875.
- [19] 朱浩,刘兴国,陈晓龙,等. 鲢鱼浮游动物群落特征及水质评价[J]. 水生生物学报,2020,44(6):1313-1321.
- [20] 代亮亮,李莉杰,郭亮亮,等. 铵态氮和浮游植物对穗花狐尾藻的生理影响[J]. 生态学杂志,2019,38(9):2727-2733.
- [21] GAFNY S, GASITH A. Spatially and temporally sporadic appearance of macrophytes in the littoral zone of Lake Kinneret, Israel: Taking advantage of a window of opportunity [J]. Aquatic botany, 1999, 62(4):249-267.
- [22] 王豆豆. 白洋淀沉水植物分布特征、净水效果及重建策略[D]. 北京:北京林业大学,2019.
- [23] 刁若贤,徐兆安,吴东浩. 太湖原位围隔中水深对苦草生长的影响[J]. 水生态学杂志,2017,38(4):43-47.
- [24] 张聪. 杭州西湖湖区沉水植物群落结构优化研究[D]. 武汉:武汉理工大学,2012.
- [25] 张来甲,叶春,李春华,等. 不同生物量苦草在生命周期的不同阶段对水体水质的影响[J]. 中国环境科学,2013,33(11):2053-2061.
- [26] 徐昇,李欣,钟萍,等. 苦草根系对硝氮和氨氮的吸收[J]. 生态科学,2012,31(3):312-317.
- [27] 李泽. 若干环境因子对四种沉水植物恢复影响研究[D]. 武汉:武汉理工大学,2012.
- [28] 刘存歧,邢晓光,王军霞,等. 白洋淀轮虫群落结构特征[J]. 生态学报,2010,30(18):4948-4959.
- [29] 李佳豪,杨辰,马乐,等. 白洋淀轮虫群落结构及富营养化评价[J]. 河北大学学报(自然科学版),2020,40(5):516-526.