

## 不同生境对1年生东北黑榆和家榆生长质量的影响

韩梅梅, 谭延肖, 谢婕, 齐洪鑫, 张超, 张书良\* (德州市农业科学研究院, 山东德州 253015)

**摘要** 通过研究1年生东北黑榆和家榆盆栽苗在哈尔滨不同道路生境下的生长质量, 探究东北黑榆和家榆在城市道路生境中的应用情况。结果表明, 东北黑榆除分枝数外的生长指标受到不同道路生境的影响, 家榆各项生长指标对不同道路生境表现出适应性; 东北黑榆和家榆的综合生长比均随着交通污染程度的增加而增大, 说明东北黑榆和家榆均能适应城市道路生境, 并能表现出较好的生长质量。

**关键词** 东北黑榆; 家榆; 道路生境; 生长质量; 综合评价

中图分类号 S792.19 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2021)15-0114-03

doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2021.15.029

开放科学(资源服务)标识码(OSID): 

### Effects of Different Habitats on the Growth Quality of 1-year *Ulmus davidana* var. *mandshurica* and *Ulmus pumila* L.

HAN Mei-mei, TAN Yan-xiao, XIE Jie et al (Dezhou Academy of Agricultural Sciences, Dezhou, Shandong 253015)

**Abstract** By studying the growth quality of 1-year-old *Ulmus davidana* var. *mandshurica* and *Ulmus pumila* L. potted seedlings in different road habitats in Harbin, explored the application of *Ulmus davidana* var. *mandshurica* and *Ulmus pumila* L. in urban road habitats. The results showed that the growth indexes of *Ulmus davidana* var. *mandshurica* except the number of branches were affected by different road habitats, the growth indexes of *Ulmus pumila* L. showed adaptability to different road habitats; the comprehensive growth ratios of *Ulmus davidana* var. *mandshurica* and *Ulmus pumila* L. increased with the increase of traffic pollution, indicating that *Ulmus davidana* var. *mandshurica* and *Ulmus pumila* L. could both adapt to urban road habitats and could exhibit good growth quality.

**Key words** *Ulmus davidana* var. *mandshurica*; *Ulmus pumila* L.; Road habitat; Growth quality; Comprehensive evaluation

东北黑榆(*Ulmus davidana* var. *mandshurica*)和家榆(*Ulmus pumila* L.)属榆科榆属,前者分布于黑龙江尚志帽儿山并应用于黑龙江森林植物园,后者是哈尔滨的市树,作为优势种广泛应用于哈尔滨城市各类园林绿地<sup>[1-2]</sup>。目前国内外学者大多采用模拟熏气法观测某种植物对1种或2种以上污染物的抗性响应<sup>[3-8]</sup>,其试验结果是否与其在真实复杂环境下研究结果一致,还需要进一步研究。该研究利用现有的交通污染道路生境,观测不同道路生境下东北黑榆和家榆的生长质量,进一步确定东北黑榆和家榆是否能应用于城市道路生境。

## 1 材料与与方法

**1.1 试验地概况** 实地调研在哈尔滨城区选择3种代表性道路生境(选择依据:距离主干路的远近和主干路车流量的多少)。生境①位于黑龙江省森林植物园珍稀濒危植物园(126°38'39.76" E, 45°42'11.30" N),直射光6 h;生境②位于东北林业大学林场花卉研究所(126°37'17.06" E, 45°42'59.11" N),全光;生境③位于东北林业大学锦绣楼北侧(126°37'52.82" E, 45°43'23.08" N),直射光8 h。根据距离主干路的远近和主干路车流量的多少(表1、图1),综合分析得出3种不同道路生境交通污染程度由轻到重依次为生境①、生境②、生境③。

**1.2 试验材料** 5月18—20日分别在黑龙江省森林植物园、东北林业大学采集东北黑榆和家榆的种子,并于5月30日在东北林业大学花卉研究所温室进行播种育苗。7月3日进行盆栽分苗(其中花盆内径为13 cm,土层厚度为10 cm),培育栽培过程使用消毒土壤(蛭石:泥炭土=1:3)。14 d适

应期过后,7月中旬分别挑选规格统一的东北黑榆、家榆150株,分成3组各50株东北黑榆、50株家榆,放置于选择的3种试验道路生境。整个试验过程进行相同的浇水管理,不进行施肥(避免施肥补偿道路污染胁迫)。经过60 d之后,记录东北黑榆和家榆的生长质量。

表1 不同生境距离主干道路的距离

生境 Habitat	哈平路 Haping Road	征义路 Zhengyi Road	延兴路 Yanxing Road	和兴路 Hexing Road
①	645	—	—	—
②	—	208	16	—
③	—	—	2	2

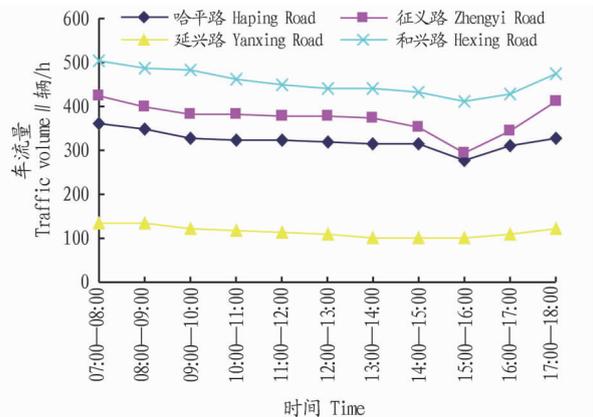


图1 不同时段道路单车道车流量统计

Fig. 1 Different periods of road lane traffic flow statistics

**1.3 数据处理** 园林植物在整个生长过程中,其重量会不可逆的增加,因此采用生长积量法定量测定东北黑榆和家榆的株高(cm)、冠幅(cm)、侧枝数(枝)、叶片数(片)4个生长指标<sup>[9-10]</sup>。7月14日、9月14日分别记录每株东北黑榆和家

**作者简介** 韩梅梅(1989—),女,山东临邑人,农艺师,硕士,从事园林植物与观赏园艺研究。\*通信作者,高级农艺师,从事食用菌研究。

**收稿日期** 2020-12-27

榆的株高、冠幅、侧枝数和叶片数,并统计东北黑榆和家榆的单株株高、冠幅、侧枝数和叶片数的净增长量。

9月15日记录3种不同道路生境下东北黑榆和家榆感病虫害的株数和叶片数。感病虫害植株百分率=感染病虫害的株数/50×100%;每株感染病虫害的叶片数=感染病虫害的叶片总数/感染病虫害的株数。

增长比值= $H_x/H_1$ (其中 $H_x$ 代表生境②、生境③下东北黑榆和家榆的某生长指标增长量, $H_1$ 代表生境①下东北黑榆和家榆的某生长指标增长量)

采用 SPSS 19.0 和 Microsoft Excel 2003 软件进行数据处理分析。

## 2 结果与分析

**2.1 不同生境对株高增长量的影响** 由表 2 可知,与生长在生境①下的东北黑榆相比,生境②、生境③下的东北黑榆单株株高增长量分别是生境①下的 0.65、0.68,生境②、生境③下的东北黑榆单株株高净增长量显著小于生境①下的东北黑榆;生境②与生境③下的东北黑榆的单株株高净增长量差异不显著。与生长在生境①下的家榆相比,生境②、生境③下的家榆单株株高增长量分别是生境①下的 0.74、1.08;生境①、生境②、生境③下的家榆的单株株高增长量之间具有极显著性差异。综合分析得知,随着道路车流量的增多、距离主干路越近,东北黑榆单株株高增长量显著受到胁迫,而家榆单株株高增长量受胁迫的影响较小。

表 2 不同生境下家榆和东北黑榆株高增长量

Table 2 Plant height growth of *Ulmus davidana* var. *mandshurica* and *Ulmus pumila* L. in different habitats cm/株

生境 Habitat	东北黑榆 <i>Ulmus davidana</i> var. <i>mandshurica</i>	家榆 <i>Ulmus pumila</i> L.
①	13.88±0.18 Aa	19.46±0.15 Aa
②	8.96±0.65 Ab	14.30±0.27 Bb
③	9.46±0.15 Ab	20.95±0.12 Cc

注:同列不同小写字母表示差异显著( $P<0.05$ ),不同大写字母表示差异极显著( $P<0.01$ )

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant differences ( $P<0.05$ ), different capitals in the same column indicated extremely significant differences ( $P<0.01$ )

**2.2 不同生境对冠幅增长量的影响** 由表 3 可知,生境②、生境③下东北黑榆单株冠幅增长量分别是生境①下的 0.60、0.70,显著低于生境①,而生境②和生境③下的东北黑榆单株冠幅增长量之间差异不显著。与生境①下的家榆相比,生境②、生境③下家榆单株冠幅增长量分别是生境①下的 0.44、1.06,3种生境下家榆的单株冠幅增长量之间存在极显著性差异。就单株冠幅增长量而言,东北黑榆在距离主干路越远、车流量越小的生境下长势较好,家榆对距离主干路越近、车流量的生境表现出一定的适应性。

**2.3 不同生境对侧枝数增长量的影响** 由表 4 可知,生境②、生境③下东北黑榆单株侧枝数增长量是生境①下的 0.62、0.88,且生境①与生境②下东北黑榆单株侧枝数增长量之间存在显著性差异,而生境③下东北黑榆单株侧枝数增长量与生境①、生境②差异不显著。与生境①下的家榆单株

侧枝数增长量相比,生境②下的是其 0.85,生境③为 1.05,且生境②下家榆单株侧枝数增长量与生境①、生境③之间差异显著,生境③与生境①下差异不显著。东北黑榆侧枝数受不同道路生境的影响不大,家榆侧枝数对交通污染严重的生境表现出一定的适应性。

表 3 不同生境下家榆和东北黑榆冠幅增长量

Table 3 Crown growth rate of *Ulmus davidana* var. *mandshurica* and *Ulmus pumila* L. in different habitats cm/株

生境 Habitat	东北黑榆 <i>Ulmus davidana</i> var. <i>mandshurica</i>	家榆 <i>Ulmus pumila</i> L.
①	4.61±0.23 Aa	5.97±0.01 Bb
②	2.77±0.06 Ab	2.61±0.02 Cc
③	3.24±0.15 Ab	6.30±0.06 Aa

注:同列不同小写字母表示差异显著( $P<0.05$ ),不同大写字母表示差异极显著( $P<0.01$ )

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant differences ( $P<0.05$ ), different capitals in the same column indicated extremely significant differences ( $P<0.01$ )

表 4 不同生境下家榆和东北黑榆侧枝数增长量

Table 4 Side branch growth of *Ulmus davidana* var. *mandshurica* and *Ulmus pumila* L. in different habitats 枝/株

生境 Habitat	东北黑榆 <i>Ulmus davidana</i> var. <i>mandshurica</i>	家榆 <i>Ulmus pumila</i> L.
①	0.74±0.03 Aa	6.26±0.17 Aa
②	0.46±0.06 Ab	5.30±0.17 Bb
③	0.65±0.08 Ab	6.58±0.15 Aa

注:同列不同小写字母表示差异显著( $P<0.05$ ),不同大写字母表示差异极显著( $P<0.01$ )

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant differences ( $P<0.05$ ), different capitals in the same column indicated extremely significant differences ( $P<0.01$ )

**2.4 不同生境对叶数增长量的影响** 由表 5 可知,与生境①下东北黑榆单株叶数增长量相比,生境②、生境③分别是其 0.75、0.85,生境②与生境①之间差异极显著,生境③和生境①下东北黑榆单株叶数增长量之间存在显著性差异。生境②下家榆单株叶数增长量是生境①的 0.75,生境③下家榆单株叶数增长量是生境①的 1.18,生境③下的家榆单株叶数增长量与生境①、生境②之间存在极显著性差异。表明不同道路生境对东北黑榆叶片生长产生显著抑制影响,而家榆叶片生长在交通污染比较严重的生境下表现出一定的适应性。

表 5 不同生境下家榆和东北黑榆叶数增长量

Table 5 Increase in leaf number of *Ulmus davidana* var. *mandshurica* and *Ulmus pumila* L. in different habitats 片/株

生境 Habitat	东北黑榆 <i>Ulmus davidana</i> var. <i>mandshurica</i>	家榆 <i>Ulmus pumila</i> L.
①	11.86±0.50 Aa	46.00±2.31 Bb
②	8.94±0.22 Bb	34.70±1.73 Cc
③	10.10±0.20 Ab	54.26±2.31 Aa

注:同列不同小写字母表示差异显著( $P<0.05$ ),不同大写字母表示差异极显著( $P<0.01$ )

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant differences ( $P<0.05$ ), different capitals in the same column indicated extremely significant differences ( $P<0.01$ )

**2.5 不同生境下感病虫害情况** 由表 6、7 可知,生境①、生境②、生境③下东北黑榆感病虫害株数分别占 90%、92%、66%,单株感病虫害叶数分别是 3.18、3.28、1.65;生境①、生境②、生境③下家榆感病虫害株数分别占 96%、98%、84%,单株感病虫害叶数分别是 8.76、11.00、2.72。综合东北黑榆和家榆的感病虫害株数和单株感病虫害叶数分析得知,同一生境下东北黑榆抗病虫害性优于家榆;在不同生境下东北黑榆和家榆感病虫害性则表现出一致性,生境②下两者的病虫害最严重,在距离主干路较近、车流量较大的生境③下病虫害最轻。

表 6 不同生境下东北黑榆和家榆感病虫害株数

Table 6 Number of susceptible insects of *Ulmus davidana* var. *mandshurica* and *Ulmus pumila* L. in different habitats %

生境 Habitat	东北黑榆 <i>Ulmus davidana</i> var. <i>mandshurica</i>	家榆 <i>Ulmus pumila</i> L.
①	90	96
②	92	98
③	66	84

## 2.6 不同生境下东北黑榆和家榆生长质量综合评价 交通

表 8 东北黑榆和家榆生长指标增长比值和综合生长比值

Table 8 Growth index growth ratio and comprehensive growth ratio of *Ulmus davidana* var. *mandshurica* and *Ulmus pumila* L.

生长指标 Growth index	东北黑榆 <i>Ulmus davidana</i> var. <i>mandshurica</i>		家榆 <i>Ulmus pumila</i> L.	
	生境②/生境① Habitat ②/Habitat ①	生境③/生境① Habitat ③/Habitat ①	生境②/生境① Habitat ②/Habitat ①	生境③/生境① Habitat ③/Habitat ①
	株高 Plant height	0.65	0.68	0.74
冠幅 Crown width	0.60	0.70	0.44	1.06
侧枝数 Lateral branch number	0.62	0.88	0.85	1.05
叶数 Number of leaves	0.75	0.85	0.75	1.18
感病虫害株数 Number of susceptible plants	1.02	0.73	1.02	0.88
感病虫害叶数 Number of infected leaves	1.03	0.52	1.26	0.31
综合生长比值 Comprehensive growth ratio	0.319	0.497	0.328	0.755

## 3 结论与讨论

不同园林植物对不同的交通污染生境反映不同,且同一植物不同生长指标对不同的交通污染生境反映也不一致。园林植物在外界环境的影响下往往会表现出形态特征的差异,而其中的某些特征有可能体现园林植物对其的适应性。株高是园林植物资源清查中常用的生物量,可以反映园林植物本身的生长状况及对外界环境的适应性。园林植物主要通过林冠进行光合作用,林冠参数(侧枝数、冠幅、叶片数)会影响园林植物的光合作用。该研究表明,东北黑榆除分枝数外的生长指标一定程度上受到交通污染生境的影响,家榆各项生长指标则对交通污染生境表现出一定的适应性。园林植物的生理病害和病理病害均会对园林植物的生长造成危害。东北黑榆和家榆感病虫害株数和感病虫害叶数表明,距离主干路最近、车流量最小的道路生境下病虫害最轻,距离主干路中等、车流量中等的道路生境下病虫害最重;东北黑榆抗病虫害性优于家榆。由于株高、冠幅、侧枝数、叶数、感病虫害株数和叶数单一的生长质量指标难以准确反映东北黑榆和家榆对不同道路生境的响应,因此采用多因子综合评价方法评价东北黑榆和家榆在不同道路生境下的生长

污染环境对园林植物的生长影响比较复杂,任何一种生长指标都难以准确地评价园林植物受胁迫程度,因此采用综合生长比值进行评价<sup>[11-13]</sup>,分别对株高、冠幅、侧枝数、叶数增长比值赋以 0.20 的权重,感病虫害株数和感病虫害叶数赋以 0.10 的权重。计算公式:综合增长比值=0.20×(株高增值比值+冠幅增长比值+侧枝数增长比值+叶数增长比值)-0.10×(感病虫害株数比值+感病虫害叶数比值)。由表 8 可知,生境③下的东北黑榆和家榆综合生长比值均大于生境②下两者的综合生长比值,说明在距离主干路越近、车流量越大的生境下,东北黑榆和家榆均能正常生长。

表 7 不同生境下东北黑榆和家榆感病虫害叶数

Table 7 Number of leaves affected by diseases and insect pests of *Ulmus davidana* var. *mandshurica* and *Ulmus pumila* L. in different habitats 片/株

生境 Habitat	东北黑榆 <i>Ulmus davidana</i> var. <i>mandshurica</i>	家榆 <i>Ulmus pumila</i> L.
①	3.18	8.76
②	3.28	11.00
③	1.65	2.72

质量。该研究中,东北黑榆和家榆的综合生长比值均随着交通污染程度的增加而呈现一定的增长,说明东北黑榆和家榆均能适应一定程度的交通污染生境,并能表现出较好的生长质量。

## 参考文献

- [1] 陈有民. 园林树木学[M]. 北京:中国林业出版社,2009:322-323.
- [2] 韩梅梅. 哈尔滨城区家榆和东北黑榆应用分布及生理适应性研究[D]. 哈尔滨:东北林业大学,2015.
- [3] 圣倩倩,祝遵凌,王丽萍,等. NO<sub>2</sub> 胁迫对园林植物生长影响的研究进展[J]. 西部林业科学,2017,46(5):142-149.
- [4] 刘世忠,薛克娜,孔国辉,等. 大气污染对 35 种园林植物生长的影响[J]. 热带亚热带植物学报,2003,11(4):329-335.
- [5] 韩梅梅,岳梓. 黑榆在哈尔滨 3 种不同生境下的适应性研究[J]. 西北林学院学报,2014,29(6):56-59.
- [6] 刘继朝,张燕平,邹树增. 土壤石油污染对植物种子萌发和幼苗生长的影响[J]. 水土保持通报,2009,29(3):123-126.
- [7] 杭夏子,翁殊斐,袁焱. 华南 5 种园林灌木叶性状特征及其对环境响应的研究[J]. 西北林学院学报,2014,29(2):243-247.
- [8] 张玲玲,李彦慧,冯晨静,等. 4 种园林苗木对汽车尾气适应性能力的研究[J]. 河北农业大学学报,2006,29(5):47-51.
- [9] 张银龙,陆亚芳,王亚超. 大气污染梯度下树木附生苔藓植物生理生化指标的变化[J]. 南京林业大学学报(自然科学版),2006,30(5):5-9.
- [10] 李博. 6 种花灌木对汽车尾气胁迫的生理反应及抗性研究[D]. 哈尔滨:东北林业大学,2012.

表7 云南省自然保护地内功能分区

Table 7 The functional division inside the natural protected areas of Yunnan

序号 No.	自然保护地 Natural protected areas	功能分区 Sectorization
1	国家公园(普达措国家公园)	严格保护区、生态保育区、游憩展示区、传统利用区
2	自然保护区	核心区、缓冲区、试验区
3	森林公园	核心景观区、一般游憩区、管理服务区、生态保育区、协调控制区等
4	地质公园	地质遗迹景观区、自然生态区、人文景观区、综合(游客)服务区、居民点保留区、科普教育区、公园管理区
5	湿地公园	湿地保育区、恢复重建区、宣教展示区、合理利用区、管理服务区
6	风景名胜区分区	特级保护区、一般保护区
7	水利风景区	—
8	沙漠(石漠)公园	—
9	水产种质资源保护区	核心区、缓冲区、试验区
10	矿山公园	文化展示及游客接待中心、古矿冶遗迹展示区、铜运古道游览区、近现代矿业遗迹观光体验区、红土地自然景观游览区

## 6 结语

云南省集边疆、民族、多山、贫困为一体,自然资源条件优越,物种类型丰富,是我国西南地区的生态安全屏障。当前,云南省已建立的自然保护地对全省自然生态、珍稀物种实现了较好的保护。根据新的指导意见,基于自然保护地建设的现状和取得的成效,发现还存在一些问题和不足,对云南省今后高质量、标准化建设自然保护地具有借鉴意义。云南省通过部门改革,已经把自然保护地多个类型纳入林草部门管理,对于自然保护地体系统一管理意义重大,在自然保护地法制、机构、人员建设和资金投入方面有待加强,继续加大对具有重要生态价值未纳入保护地的区域覆盖面,优化整合自然保护地交叉重叠问题,在自然保护地得到保护的同时,能够满足地方发展需求,协调人地矛盾,最终实现可持续发展。

## 参考文献

- [1] 云南省人民政府. 云南省人民政府关于印发云南省主体功能区规划的通知;云政发[2014]1号[A/OL]. (2014-01-06) [2020-07-10]. [http://www.yn.gov.cn/zwgk/gsgg/201405/t20140514\\_179630.html](http://www.yn.gov.cn/zwgk/gsgg/201405/t20140514_179630.html).
- [2] 杨一光. 云南省综合自然区划[M]. 北京:高等教育出版社,1990:18-19.
- [3] 伍光和王乃昂,胡双熙,等. 自然地理学[M]. 北京:高等教育出版社,2007:463-464.
- [4] 杨兰英. 云南省自然旅游资源的开发与保护[J]. 林业调查规划,2002,27(4):30-33.
- [5] 国务院. 国务院关于印发全国主体功能区规划的通知;国发[2010]46号[A/OL]. (2010-12-21) [2020-07-10]. [http://www.gov.cn/zwgk/2011-06/08/content\\_1879180.htm](http://www.gov.cn/zwgk/2011-06/08/content_1879180.htm).
- [6] 刘思慧,刘季科,罗明灿,等. 云南国家级自然保护区存在问题研究[J]. 林业经济问题,2003,23(3):147-152.

- [7] 省委办公厅、省政府办公厅印发《关于建立以国家公园为主体的自然保护地体系的实施意见》[EB/OL]. (2020-07-08) [2020-07-10]. <http://yn.yunnan.cn/system/2020/07/08/030777006.shtml>.
- [8] 中共云南省委 云南省人民政府. 关于建立全省国土空间规划体系并监督实施的意见[N]. 云南日报,2020-04-20(001).
- [9] 杨东,郑进短,华朝明,等. 云南省国家公园建设现状与对策研究[J]. 林业调查规划,2016,41(5):14-17,22.
- [10] 胡晓蓉. 云南省极小种群物种保护成效显著[N/OL]. 云南日报,2020-06-07 [2020-07-10]. [https://www.yndaily.com/html/2020/yaoweinyunnan\\_0607/116827.html](https://www.yndaily.com/html/2020/yaoweinyunnan_0607/116827.html).
- [11] 李海峰,周汝良. 云南省自然保护区建设和管理中存在的问题及对策分析[J]. 林业调查规划,2013,38(6):64-67.
- [12] 陈东军,钟林生. 国外国家公园教育利用研究进展与启示[J]. 生物多样性,2020,28(10):1266-1275.
- [13] NIGEL DUDLEY. IUCN 自然保护地管理分类应用指南[M]. 朱春全,欧阳志云,等译. 北京:中国林业出版社,2016.
- [14] 中国日报云南记者站. 中国大陆首座国家公园生态图书馆将落户云南[EB/OL]. (2020-08-25) [2020-08-27]. <http://yn.chinadaily.com.cn/a/202008/25/WS5f44a9cfa310084978420ef2.html>.
- [15] 傅伯杰,陈利顶,马克明,等. 景观生态学原理及应用[M]. 北京:科学出版社,2011:29-30.
- [16] 余振国. 中国自然保护地体系构成研究[J]. 中国国土资源经济,2019,32(4):10-15.
- [17] 马永欢,黄宝荣,林慧,等. 对我国自然保护地管理体系建设的思考[J]. 生态经济,2019,35(9):182-186.
- [18] 赵金发,张宏,郑进短,等. 云南省自然保护地建设发展研究[J]. 林业调查规划,2020,45(3):69-75.
- [19] 张建亮,王智,徐网谷. 以国家公园为主体的自然保护地分类方案构想[J]. 南京林业大学学报(人文社会科学版),2019,19(3):57-69.
- [20] 徐网谷,高军,夏欣,等. 中国自然保护区社区居民分布现状及其影响[J]. 生态与农村环境学报,2016,32(1):19-23.
- [21] 余莉,孙鸿雁,李云,等. 我国自然保护地规划体系架构研究[J]. 林业建设,2020(2):7-12.
- [22] 唐芳林,王梦君,孙鸿雁. 自然保护地管理体制的改革路径[J]. 林业建设,2019(2):1-5.
- [23] 黄宝荣,马永欢,黄凯,等. 推动以国家公园为主体的自然保护地体系改革的思考[J]. 中国科学院院刊,2018,33(12):1342-1351.
- [24] 马永欢,黄宝荣,林慧,等. 对我国自然保护地管理体系建设的思考[J]. 生态经济,2019,35(9):182-186.
- [25] 闵庆文,马楠. 生态保护红线与自然保护地体系的区别与联系[J]. 环境保护,2017,45(23):26-30.
- [26] 汤文豪,陈静,陈丽萍,等. 加拿大自然保护地体系现状与管理研究[J]. 国土资源情报,2020(5):12-17.
- [27] 彭杨靖,樊简,邢韶华,等. 中国大陆自然保护地概况及分类体系构想[J]. 生物多样性,2018,26(3):315-325.
- [28] 林凯旋,周敏. 国家公园为主体的自然保护地体系构建的现实困境与重构路径[J]. 规划师,2019,35(17):5-10.
- [29] 刀娜. 对云南省自然保护区建设和管理问题的探讨[J]. 林业建设,2014(5):55-61.
- [30] 王勇,余昌元,杨东,等. 云南省自然保护区保护空缺分析[J]. 林业调查规划,2018,43(4):55-58,62.
- [31] 风景名胜区条例[EB/OL]. [2020-08-20]. [http://www.gov.cn/gongbao/content/2016/content\\_5139422.htm](http://www.gov.cn/gongbao/content/2016/content_5139422.htm).
- [32] 邓武功,贾建中,束晨阳,等. 从历史中走来的风景名胜区——自然保护地体系构建下的风景名胜区定位研究[J]. 中国园林,2019,35(3):9-15.
- [33] 疏良仁,黄利,答丽娟. 论我国风景名胜区在自然保护地体系中的重要地位与基础作用[J]. 城乡规划,2020(1):119-124.
- [34] 李庆雷. 云南省国家公园发展的现实约束与战略选择[J]. 林业调查规划,2010,35(3):132-136.
- [35] 李金路. 风景名胜区是最具中国特色的自然保护地[J]. 中国园林,2019,35(3):21-24.
- [36] 张同升,孙艳芝. 自然保护地优化整合对风景名胜区的影响[J]. 中国国土资源经济,2019,32(10):8-19.

(上接第116页)

- [11] 周强英,黄泽梅,陈瑶. 铅镉复合胁迫下黄葛树和女贞的生长生理及吸收特性研究[J]. 西南林业大学学报,2019,39(6):33-40.

- [12] 吴小青,张伟. 6种典型园林绿化植物对大气中SO<sub>2</sub>的净化能力及生理生化响应[J]. 江苏农业科学,2019,47(2):127-131.

- [13] 孙华. 二氧化硫胁迫对园林植物生长和叶片含硫量的影响[J]. 山东农业大学学报(自然科学版),2015,46(2):168-172.