

紫椴在自然和城市环境中生长状况比较研究

王洪峰, 穆立蔷*, 王洪成, 王志新, 李伟星

(东北林业大学 林学院, 黑龙江 哈尔滨 150040)

摘 要:以东北林业大学帽儿山实验林场生长的野生紫椴和哈尔滨城市生境中生长的紫椴(*Tilia amurensis*)为研究对象,分别测量树高、胸径和枝下高。利用 SPSS17.0 统计软件进行分析,结果表明,通过不同环境下的紫椴胸径与树高的关系可以看出,市区环境下生长的紫椴高生长与野生的紫椴高生长曲线相似。引种第 1 年,市区紫椴高生长略弱于野生紫椴,而后逐渐适应城市生境。市区生长的紫椴与野生紫椴枝下高的生长规律在第 3 年以后基本一致。紫椴可以大规模地作为绿化树种引入城市,适应周期为 3 a。

关键词:紫椴; 自然环境; 城市环境; 生长; 比较

中图分类号:S792.360.2

文献标志码:A

文章编号:1001-7461(2012)05-0101-05

Comparison of the Growth of *Tilia amurensis* in Natural and Urban Environments

WANG Hong-feng, MU Li-qiang*, WANG Hong-cheng, WANG Zhi-xin, LI Wei-xing

(Northeast Forestry University, Haerbin, Heilongjiang 150040, China)

Abstract: The height, DHP and clear length of *Tilia amurensis* both in urban and natural environments were measured. The data obtained were analyzed by SPSS 17.0. It was found that *T. amurensis* grew well after it was transplanted in urban areas. In the first year of transplanting, it exhibited lower growth potential than in natural environment. But the growth tendency of the trees growing in natural environment and urban areas was similar in the third year. It was concluded that *T. amurensis* could be transplanted in urban areas in large scale, which could adapt the new environment after 3 years of transplanting.

Key words: *Tilia amurensis*; natural environment; urban environment; growth; comparison

城市是人类生存活动的重要区域,构建科学合理的城市森林是营造和谐城市环境的有效途径^[1-3]。要想把森林引入城市,将城市建立在森林中,首要的问题就是适地适树地将乡土树种引入城市,并且使其在城市生境中很好地适应生长。紫椴(*Tilia amurensis*)是椴树科(Tiliaceae)、椴树属落叶阔叶乔木。按中国植被区划,紫椴种群分布区域属温带针阔混交林区域及地带^[4-5]。在 40°15'~50°20'N、126°00'~135°30'E,呈新月式地形^[6],其种群是东北植被区阔叶红松混交林群落的主要伴生种群及人工天然复合群落的优良混交组分^[7]。紫椴是国家Ⅱ级保护植物^[8],也是东北地区主要造林树种和重要工业用材树种及著名蜜源

植物之一,它不仅树形高大优美,是春秋季节典型的色叶树种,而且抗性强,病虫害少。其种群主要分布在郊区和林区内,它在城市森林中有部分应用^[9],但十分少见。尽管紫椴作为东北地区的乡土树种,但是要大规模地应用在城市森林中仍然需要栽培驯化,这在其他树种中有不少先例^[10]。城市特殊的环境对树木的生长构成多方面的胁迫,盲目引入和利用野生树种承担较大的经济和生态风险。本试验通过研究紫椴对城市生境的适应能力并对其生长状况做出评价。为大量安全向城市中引入紫椴,扩大紫椴应用范围提供理论支持。为安全、高效、大规模向城市引入毗邻地区的野生树种,提高城市物种多样性、景观多样性

收稿日期:2011-12-19 修回日期:2012-02-28

基金项目:黑龙江省青年科学基金项目(QC2010013)。

作者简介:王洪峰,男,工程师,在读博士,研究方向:植物生态与植物分类。

* 通讯作者:穆立蔷,女,教授,主要研究方向:树木学。E-mail:mlq0417@163.com

提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

分别在帽儿山实验基地和哈尔滨市东北林业大学校区试验林场内选取紫椴(*T. amurensis*)苗木来源相同的野生紫椴和移栽到市区环境的紫椴,分别设置 5 块固定测量样地,每样地随机选取野生和移栽紫椴 50 株进行测量。

1.2 方法

从移栽后开始,每年测量 1 次不同环境下的紫椴的树高、胸径和枝下高,共测量 3 a。将测量的数据进行单径阶整化,并分别求出径阶所对应的平均树高和平均枝下高,比较相同胸径不同生境的紫椴生长情况,建立模型,利用 SPSS 软件拟合方程曲线,并进行检验,得出在相同胸径下不同生境的紫椴高生长情况以及枝下高情况。

为了确定哪一个模型能更好地反应胸径与树高、胸径与枝下高的关系,应用 SPSS17.0 统计软件

拟合曲线,求出决定系数 R^2 ,选择出 R^2 最大的一个方程模型,并对其进行检验,所得方程即能反应出胸径与树高、胸径与枝下高的关系。

曲线拟合模型:

二次多项式模型: $y=b_0+b_{1t}+b_{2t}^2$ (1)

对数模型: $y=b_0+b_1\ln t$ (2)

三次多项式模型: $y=b_0+b_{1t}+b_{2t}^2+b_{3t}^3$ (3)

指数模型: $y=b_{0e}^{b_1t}$ (4)

复合模型: $y=b_0b_1t^t$ (5)

生长模型: $y=e^{b_0+b_1t}$ (6)

幂指数模型: $y=b_0t^{b_1}$ (7)

逻辑模型: $y=1/(1/u+b_0b_1t)$ (8)

2 结果与分析

2.1 拟合方程的计算与检验

用 SPSS 统计得到移栽后前 3 a 的市区紫椴和野生紫椴的胸径与树高方程和胸径与枝下高最优拟合方程(表 1)。

表 1 移栽后前 3 a 紫椴植株胸径与树高、枝下高关系回归方程

Table 1 Regression equation between tree height (clear length) and diameter at breast height				
年份	变量	区域	回归方程	R^2
第 1 年	胸径与树高	市区	$Y=0.041\ 3t^3-0.914\ 2t^2+6.762\ 1t-10.024\ 0$	0.971 6
		野生	$Y=0.015\ 3t^3-0.472\ 1t^2+4.737\ 7t-8.207\ 9$	0.870 5
	胸径与枝下高	市区	$Y=0.014\ 9t^3-0.307\ 6t^2+2.035\ 8t-1.884\ 1$	0.820 8
		野生	$Y=0.019\ 0t^3-0.494\ 7t^2+4.170\ 9t-8.023\ 2$	0.735 7
第 2 年	胸径与树高	市区	$Y=0.004\ 1t^3-0.118\ 1t^2+1.297\ 8t+1.699\ 5$	0.989 3
		野生	$Y=0.007\ 5t^3-0.227\ 5t^2+2.312\ 3t-0.937\ 9$	0.976 1
	胸径与枝下高	市区	$Y=0.012\ 0t^3-0.263\ 7t^2+1.877\ 3t-1.859\ 6$	0.891 6
		野生	$Y=0.002\ 8t^3-0.102\ 9t^2+1.125\ 9t-1.284\ 1$	0.872 7
第 3 年	胸径与树高	市区	$Y=0.007\ 0t^3-0.148\ 0t^2+1.345\ 0t+2.214\ 0$	0.977 1
		野生	$Y=0.007\ 0t^3-0.088\ 0t^2+0.890\ 0t+3.901\ 0$	0.843 2
	胸径与枝下高	市区	$Y=0.006\ 0t^3-0.155\ 0t^2+1.317\ 0t-0.820\ 0$	0.833 4
		野生	$Y=0.007\ 0t^3-0.195\ 0t^2+1.801\ 0t-2.554\ 0$	0.899 0

注:Y 为树高或枝下高,t 为胸径。

对于初步估计的回归模型能否客观揭示所研究现象中诸因素之间的关系,是否符合变量之间的客观规律性,引入所影响因素是否有效,变量之间是否存在显著关系,模型能否付诸应用,应通过模型检验决定(表 2)。

从决定系数和相对误差分布情况看,不论是胸径与树高还是胸径与枝下高,3 次多项式模型的拟合精度较高。为进一步检验模型是否有系统偏差,又分别作了自检,进行残差分析。其方法是:把检验样本的径阶高实测值作为 Y(树高),把该检验样本的自变量 t(胸径)代入所拟合的曲线方程所求得

判断所建曲线模型是否有系统误差,其关键看 a,b 是否遵循 $a=0,b=1$ 。利用所测 3 a 不同环境紫椴的胸径与树高、枝下高作一元线性回归分析(表 2、表 3)。

由一元线性回归结果和 F 检验结果可以看出,不同环境下的 3 a 紫椴的胸径与树高拟合模型检验结果的显著性概率除了第 3 年野生紫椴胸径与树高模型中是 0.002 以外,其他的都是 0.000,都小于 0.05,说明不论是市区紫椴还是野生紫椴,Y 与 X 都存在显著的线性关系,进一步说明拟合的 3 次多项式模型能正确表示胸径与树高之间的关系。不同环境下 3 a 紫椴的胸径与枝下高检验结果的显著性概率最大为 0.044,最小为 0.000,也都小于 0.05,也可以说明 Y 与 X 之间存在着线性关系,所拟合的

$Y=a+bX$ (9)

胸径与枝下高的3次多项式模型也可以比较好地表示二者的关系。

表2 城市环境中生长模型检验

Table 2 Model testing of growth model in urban environment						
第 1 年	胸径与树高			胸径与枝下高		
	回归方程	残差	和	回归方程	残差	和
	d_f	1	5	6	1	5
均方	11.136	0.065		0.262	0.012	
F	170.724			22.634		
Sig.	0.000			0.005		
R ²	0.972			0.819		
第 2 年	胸径与树高			胸径与枝下高		
	回归方程	残差	和	回归方程	残差	和
	d_f	1	6	6	1	7
均方	4.687	0.009		0.822	0.015	
F	55.340			56.532		
Sig.	0.000			0.000		
R ²	0.989			0.890		
第 3 年	胸径与树高			胸径与枝下高		
	回归方程	残差	和	回归方程	残差	和
	d_f	1	7	8	1	7
均方	6.674	0.025		0.335	0.046	
F	268.196			7.249		
Sig.	0.000			0.031		
R ²	0.975			0.509		

2.2 不同生境条件下紫椴的高生长比较

从高生长曲线(图1)看,第1年城市生境中生长的紫椴与野生的紫椴生长状况大体一致,胸径<6 cm的紫椴中,市区紫椴的树高略大于野生紫椴,在胸径6~10 cm左右野生紫椴的树高又略大于市区

紫椴,但在胸径10 cm以后,市区紫椴的树高开始大于野生紫椴。第2年市区紫椴与野生紫椴相比较高速增长情况基本一致,在胸径<10 cm的调查紫椴当中,市区生境中生长的紫椴树高略小于野生的紫椴,第3年市区紫椴与野生紫椴的生长状况差异开始明显增大,在胸径>10 cm以后,市区紫椴的高生长开始优于野生紫椴。

表3 野生紫椴生长模型检验

Table 3 Model testing of growth model in natural environment						
第 1 年	胸径与树高			胸径与枝下高		
	回归方程	残差	和	回归方程	残差	和
d_f	1	7	8	1	7	8
均方	9.360	0.199		1.907	0.099	
F	47.016			19.351		
$Sig.$	0.000			0.003		
R^2	0.870			0.734		
第 2 年	胸径与树高			胸径与枝下高		
	回归方程	残差	和	回归方程	残差	和
d_f	1	7	8	1	7	8
均方	3.335	0.012		0.551	0.011	
F	281.120			47.965		
$Sig.$	0.000			0.000		
R^2	0.976			0.873		
第 3 年	胸径与树高			胸径与枝下高		
	回归方程	残差	和	回归方程	残差	和
d_f	1	7	8	1	7	8
均方	1.878	0.074		0.264	0.044	
F	25.350			6.003		
$Sig.$	0.002			0.044		
R^2	0.784			0.462		

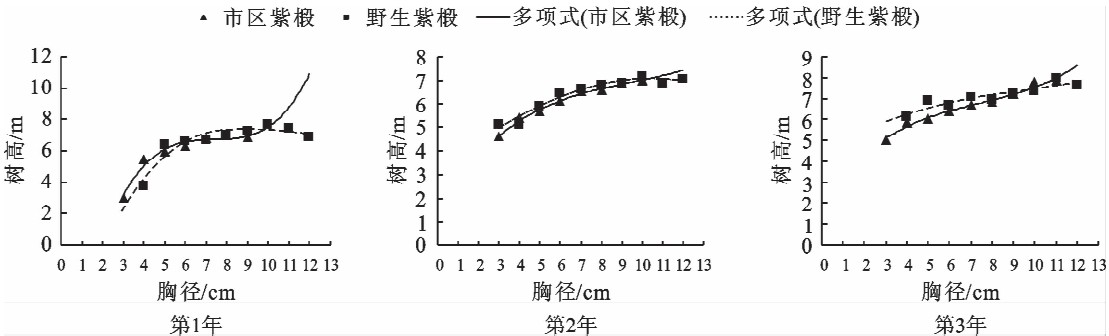


图1 紫椴高生长曲线
Fig.1 Growth curve of tree height

从图2看出,移栽第1年,胸径<4 cm时,市区紫椴枝下高明显高于野生紫椴,在胸径4~11 cm之间的树种,又表现出野生紫椴枝下高明显大于市区紫椴,在11 cm以后,市区紫椴的枝下高开始逐渐高于野生紫椴。第2年不同环境下生长的紫椴枝下高之间的差异开始逐渐缩小,而且在胸径<11 cm时,市区紫椴与野生紫椴枝下高相近,第3年市区紫椴与野生紫椴枝下高相似性更高。

3 结论与讨论

树木的生长受各种不同因素的影响^[11],野生环境和城市生境的生态因子差别多样,不同因子之间又有很复杂的相互作用,这使得常用的生态因子分析^[12]、生态模型模拟^[13-14]等手段都无法对野生树种在城市生境中的表现做出准确预测,最好的方法就是直接比较不同环境下树木生长指标^[15]。树木的生长差异可以表现在众多方面,在这些生长指标中,

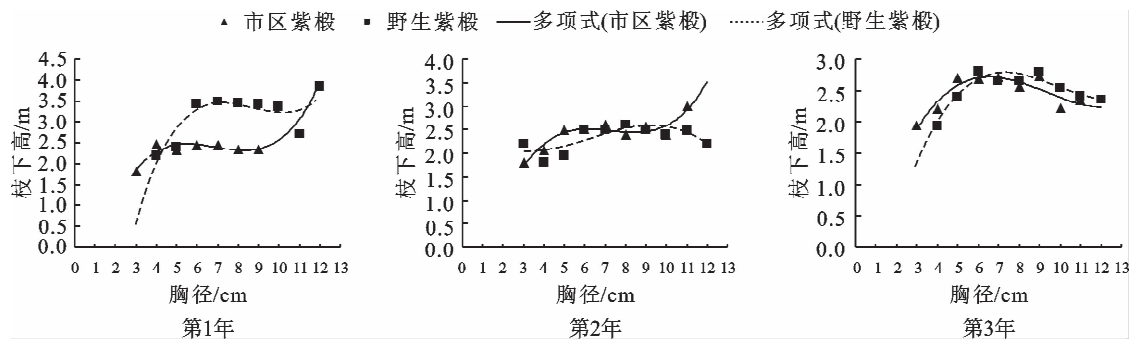


图 2 紫椴枝下高曲线

Fig. 2 Growth curve of clear length

胸径^[16]、树高^[17]和枝下高^[18]是比较稳定的,较少受短期因素影响,也是可以反应树木生长的代表性指标,应用这 3 个指标对树木生长的研究可以得到比较可靠的结论。

由 3 a 不同环境下的紫椴生长情况可以看出,市区紫椴高生长情况基本和野生紫椴高生长规律基本相同,并且随着引入市区时间的增加其高生长情况与野生越来越接近,两者高生长规律基本一致。而且随着引入后紫椴的年龄的增加,市区紫椴的高生长开始优于野生紫椴,从市区紫椴与野生紫椴枝下高看,在引入的第 1 年里,市区紫椴与野生紫椴枝下高情况差异较大,第 2 年开始逐渐变小,到第 3 年开始,市区枝下高生长情况就基本与野生紫椴枝下高生长情况相一致。

野生紫椴引入市区后,刚开始生长情况差异比较大,随着年龄的增加,紫椴开始渐渐的适应城市环境,而且在 3 a 的周期后就可以基本适应城市环境,生长良好,紫椴可以大规模地引入市区作为现代城市林业的主要树种之一。

参考文献:

[1] 安磊. 城市生境中紫椴生态服务功能及其价值评估[D]. 哈尔滨:东北林业大学, 2008.

[2] 郭聪聪, 牟洪香, 康玲, 等. 河北省城市森林综合评价体系研究与建立——以保定市为例[J]. 西北林学院学报, 2010, 25(4): 191-194.

GUO C C, MU H X, KANG L, *et al.* Establishment of comprehensive assessment system for urban forests in Hebei—taking Baoding as an example[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2010, 25(4): 191-194. (in Chinese)

[3] 李佳, 张显, 冀曼, 等. 西安城区城市森林建设现状及发展建议[J]. 西北林学院学报, 2009, 24(6): 185-190.

LI J, ZHANG X, JI M, *et al.* Present situation and proposals of Xi'an urban forest construction[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2009, 24(6): 185-190. (in Chinese)

[4] 张鼎华. 城市林业[M]. 北京:中国环境科学出版社, 2002.

[5] 唐亚, 诸葛仁. 椴树属的地理分布[J]. 植物分类学报, 1996, 34(3): 254-264.

TANG Y, ZHU G R. Geographical distribution of *Tilia* Linn [J]. Acta Phytotaxonomica Sinica, 1996, 34(3): 254-264. (in Chinese)

[6] 路安民. 种子植物科属地理[M]. 北京: 科学出版社, 1999.

LU A M. The geography of spermatophytic families and genera[M]. Beijing: Science Press, 1999. (in Chinese)

[7] 傅立国. 中国高等植物[M]. 青岛: 青岛出版社, 2003.

FU L G. Higher plants of China[M]. Qingdao: Qingdao Press, 2003.

[8] 穆立蓄. 中国保护植物分类与识别[M]. 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 2004.

[9] 王洪峰, 安磊, 穆立蓄. 紫椴在不同城市生境中的生态功能比较[J]. 西北林学院学报, 2011, 26(2): 81-85.

WANG H F, AN L, MU L Q. Comparison ecological function of *Tilia amurensis* in different urban habitats[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2011, 26(2): 81-85. (in Chinese)

[10] 祁云枝, 杜勇军, 李莲梅, 等. 西安植物园陕西省稀有、濒危植物的迁地保护[J]. 西北林学院学报, 2001, 16(1): 33-36.

QI Y Z, DU Y J, LI L M, *et al.* The rare and endangered plants of Shaanxi Province for exsitu conservation in Xi'an Botanical Garden[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2001, 16(1): 33-36. (in Chinese)

[11] 王建华, 任士福. 连翘光合作用特性及其影响因子分析[J]. 西北林学院学报, 2010, 25(6): 41-45.

WANG J H, REN S F. Photosynthetic characteristics of *for-sythia suspense* and influencing factors[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2010, 25(6): 41-45. (in Chinese)

[12] 白志强, 刘华, 张新平, 等. 新疆额尔齐斯河流域杨树幼苗天然更新影响因子分析[J]. 西北林学院学报, 2011, 26(1): 98-102.

BAI Z Q, LIU H, ZHANG X P, *et al.* Analysis on influence factors of natural regeneration of young poplar seedlings in Irtysh River Basin, Xinjiang[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2011, 26(1): 98-102. (in Chinese)

[13] 钟义山, 燕爱玲, 钟云志. 模型误差几种估计方法的比较及应用[J]. 西北林学院学报, 2003, 18(4): 145-247.

ZHONG Y S, YAN A L, ZHONG Y Z. Comparisons and application of several estimation methods for model error[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2003, 18(4): 145-247. (in Chinese)

[14] 刘斌, 刘建军, 任军辉, 等. 贺兰山天然油松林单株生物量

回归模型的研究 [J]. 西北林学院学报, 2010, 25(6): 69-74.

LIU B, LIU J J, REN J H, *et al.* Individual biomass recession model of *Pinus tabulaeformis* of Helan Mountains[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2010, 25(6): 69-74. (in Chinese)

[15] 刘平, 王玉涛, 马履一. 油松人工林单木胸径生长过程模拟及检验[J]. 西北林学院学报, 2010, 25(4): 139-143.

LIU P, WANG Y T, MA L Y. Dynamic prediction and verification of individual tree DBH growth process of the *Pinus tabulaeformis* plantation[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2010, 25(4): 139-143. (in Chinese)

[16] 杜纪山, 李悦黎. 各相对高处直径与胸径之间相关关系的研究[J]. 西北林学院学报, 1989, 4(2): 25-29.

DU J S, LI Y L. A study on correlation between D. B. H and diameter of each relative height[J]. Journal of Northwest Forestry University, 1989, 4(2): 25-29. (in Chinese)

[17] 陈新美, 张会儒. 柞树林树高结构的研究[J]. 西北林学院学报, 2010, 25(4): 130-134.

CHEN X M, ZHANG H R. Tree height structure of *Quercus mongolica* stands[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2010, 25(4): 130-134. (in Chinese)

[18] 黄逢龙, 焦一杰, 梁军, 等. 杨树无性系树冠性状间的相关性与遗传差异[J]. 西北林学院学报, 2010, 25(1): 61-65.

HUANG F L, JIAO Y J, LIANG J, *et al.* Correlation and genetic difference of crown traits of poplar clones[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2010, 25(1): 61-65. (in Chinese)

《西北林学院学报》论文模板

论文题名(小二号黑体居中):要求用词恰当、简洁、新颖,一般不超过 20 个汉字)(英文小 4 号罗马体)

作者姓名(4 号仿宋体居中)(英文 5 号黑体)

作者单位,单位所在地市 邮编(6 号宋体居中)(英文 6 号斜体)

摘要(5 号楷体)(Abstract 5 号罗马体):要求摘要的内容包括研究目的、主要方法、结果和结论。着重说明创新的和新发现,客观反映论文主要内容信息,以简练的语句概括文章的精华,一般不分段,不用图表,不引用参考文献。

关键词(Key words 5 号黑体):能反映文章的中心内容,一般 3~8 个。

中图分类号(5 号黑体):

(本刊省略引言的标题)

引言的目的是提供本研究的背景,包括意义、简史和现状,由此引出本文的目的。引言的内容不要与摘要雷同,一般应与结论相互应,在引言中提出的问题,在结论中应有解答,但避免与结论雷同。

1 **标题**(一级标题,4 号仿宋)

正文内容:是文章的核心部分,是如何解决引言中提出的问题,也是作者研究成果的学术性和创造性的集中表现。(5 号宋体)

1.1 **标题**(二级标题,5 号黑体)

正文内容:要求同上。(5 号宋体)

1.1.1 **标题**(三级标题,可有可无,也可以使用一般序号,若有用 5 号楷体)

正文内容:要求同上。(5 号宋体)

参考文献(5 号黑体):参考文献只列主要的和公开发表的,未公开发表的请勿引用。文献序号按在文中出现的先后排序。本刊采用中、英文对照 2 种形式(如果引用的原文没有英文文献不必自行翻译)。

期刊:[序号]作者(3 人以上只列前 3 人,后加“等”字(下同)). 题名[J]. 期刊名(外文期刊可缩写),年份,卷(期):起止页码.

图书:[序号]作者. 书名[M]. 版次(第 1 版不标注). 出版地:出版者,出版年:起止页码.

论文集:[序号]作者. 篇名[C]//编著者. 论文集名. 出版地:出版者,出版年:起止页码.

学位论文:[序号]作者. 题名[D]. 学校名称及学位(论文). 年份:起止页码.

国际、国家标准:[序号]标准编号 标准名称[S]. 出版者,出版年.

专利:[序号]专利所有者. 专利题名[P]. 专利国别,专利号,起止页码.

电子文献(网络文献): [序号]作者. 题名[J/OL]. 出版年,卷(期):起止页码[检索日期]. <http://www.> 网页,主页.

首页地脚板式:

收稿日期(6 号黑体):2012- * *- * * **修回日期**(6 号黑体):2012- * *- * *

基金项目(6 号黑体):名称(编号)。…。(6 号宋体)

作者简介(6 号黑体):第一作者姓名,性别,学位或职称,主要研究方向。(6 号宋体)E-mail:xlxb@vip. 163. com

通讯作者(6 号黑体):姓名,性别,学位或职称,研究方向。(6 号宋体)E-mail:fansc@nwsuaf. edu. cn