



广西壮族自治区 广西植物研究所
中国科学院
Guangxi Institute of Botany, The Chinese Academy of Sciences

广西弄岗国家级自然保护区

第七届 海峡两岸森林动态样区研讨会 浙江·温州

弄岗喀斯特季节性雨林蚬木种群空间分布格局

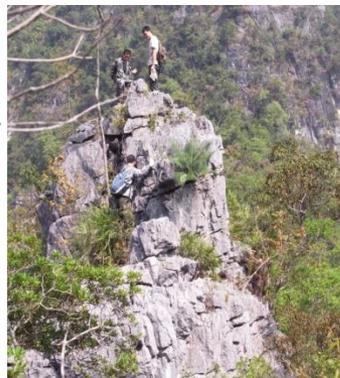
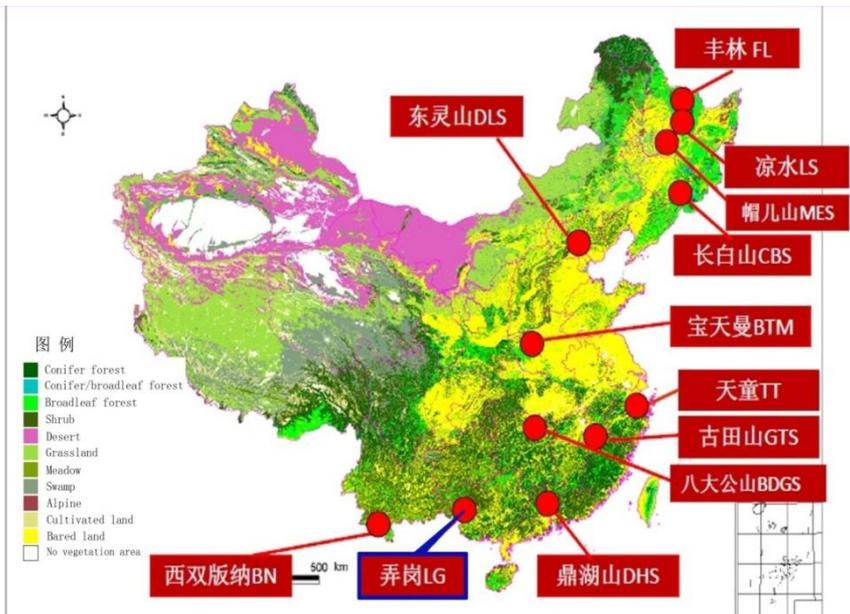
王 斌

wangbinzjcc@qq.com

广西植物研究所

2013年10月21日

一、研究背景



弄岗北热带喀斯特季节性雨林
($22^{\circ}43' N$, $106^{\circ}95' E$)

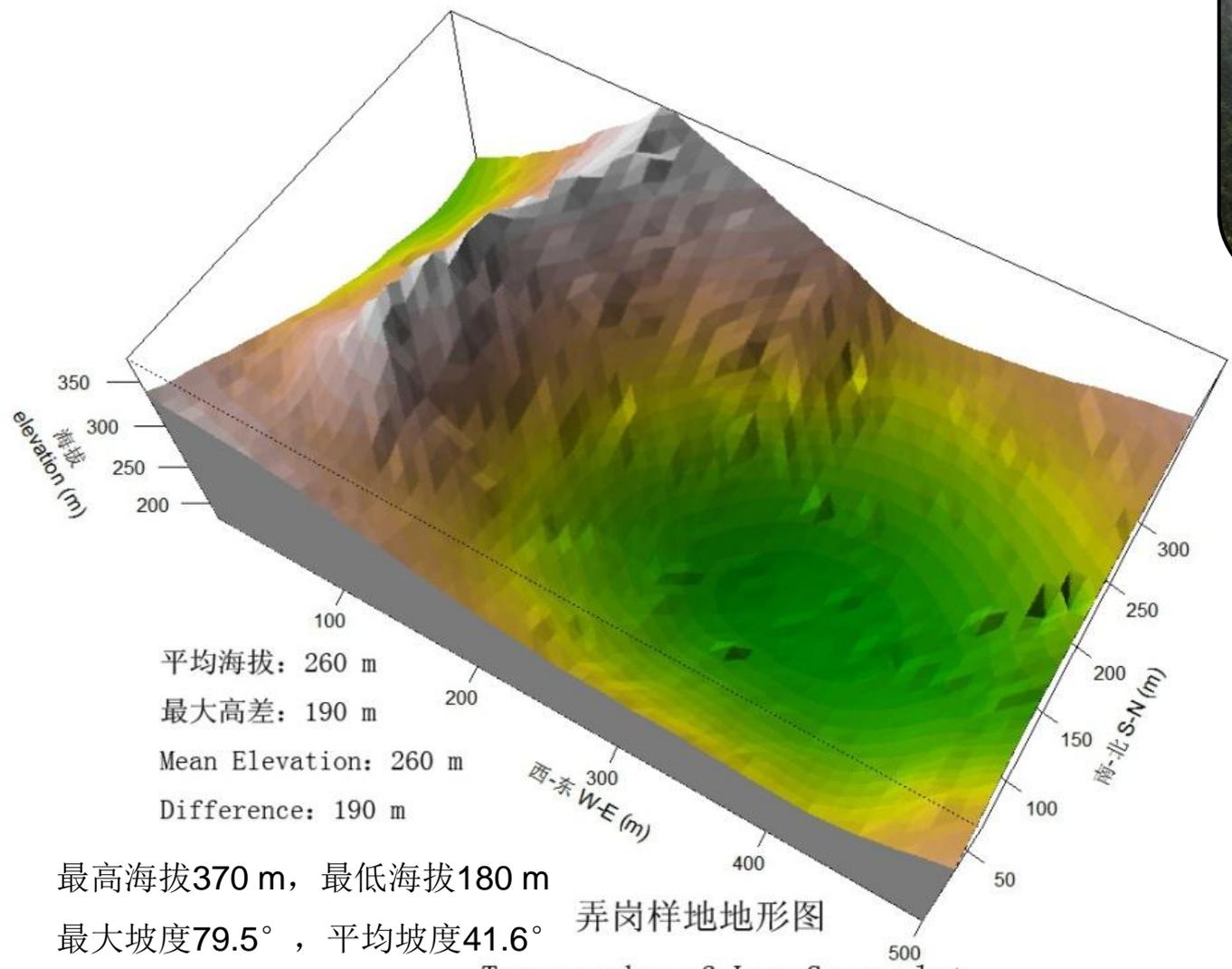


二、研究目的

- ▶ 蚬木 (*Excentrodendron tonkinense*) 是北热带喀斯特季节性雨林建群种，喀斯特特有种，国家二级保护植物。
- 问题：蚬木种群空间分布格局有什么特点？造成这种格局的原因是什么？生境异质性与扩散限制是形成蚬木分布格局的原因吗？



三、研究方法---弄岗15公顷森林样地



平均海拔: 260 m
最大高差: 190 m
Mean Elevation: 260 m
Difference: 190 m

最高海拔370 m, 最低海拔180 m

最大坡度79.5°, 平均坡度41.6°

弄岗样地地形图
Topography of LongGang plot

三、研究方法

空间点格局 双关联函数 $g(r)$ (the pair-correlation function)

零模型：均质泊松过程 (homogenous Poisson process)

广义可加回归模型 (generalized additive models, **GAM**)

空间自相关回归模型 (spatial autoregressive model, **SAR**)

双关联函数 $g(r)$ +异质泊松过程 (inhomogeneous Poisson process)
+ 异质托马斯过程 (inhomogeneous Thomas process)

R-3.0软件 (<http://www.r-project.org/>)

空间点格局: spatast包

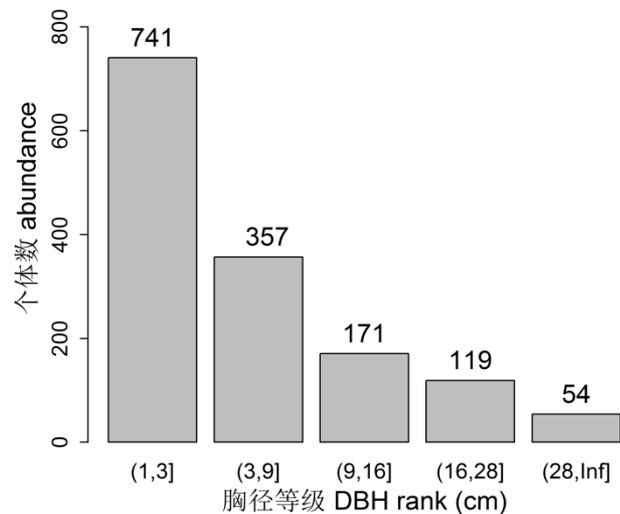
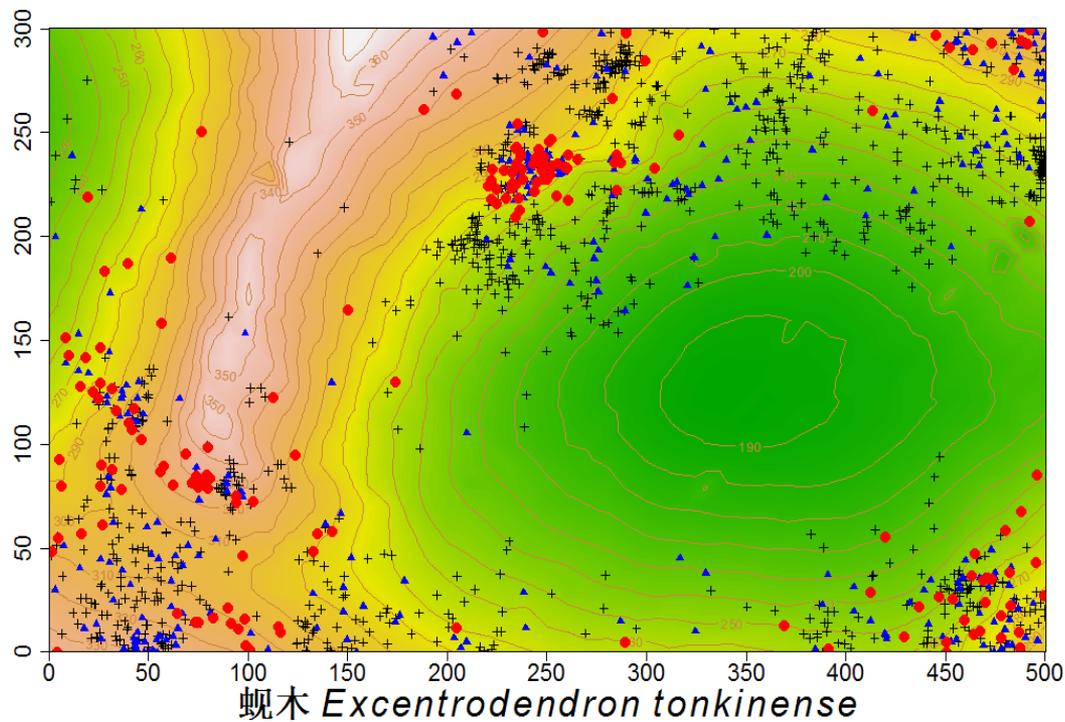
PCA分析: vegan包

GAM模型: mgcv包

SAR模型: spdep包



四、研究结果---蚬木散点图及径级结构

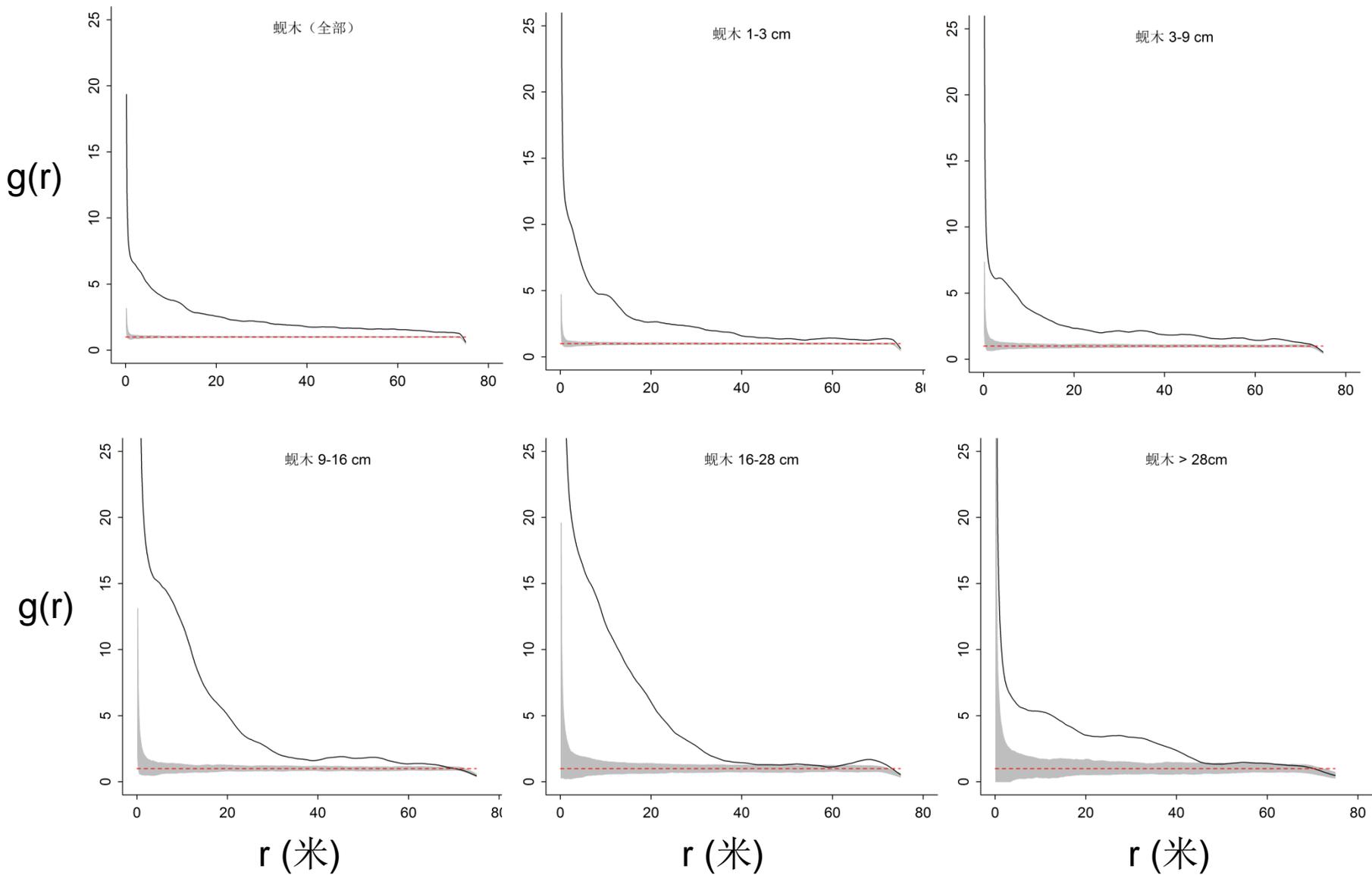


- a) : $1\text{cm} < \text{DBH} \leq 3\text{cm}$
- b) : $3\text{cm} < \text{DBH} \leq 9\text{cm}$
- c) : $9\text{cm} < \text{DBH} \leq 16\text{cm}$
- d) : $16\text{cm} < \text{DBH} \leq 28\text{cm}$
- e) : $\text{DBH} > 28\text{cm}$

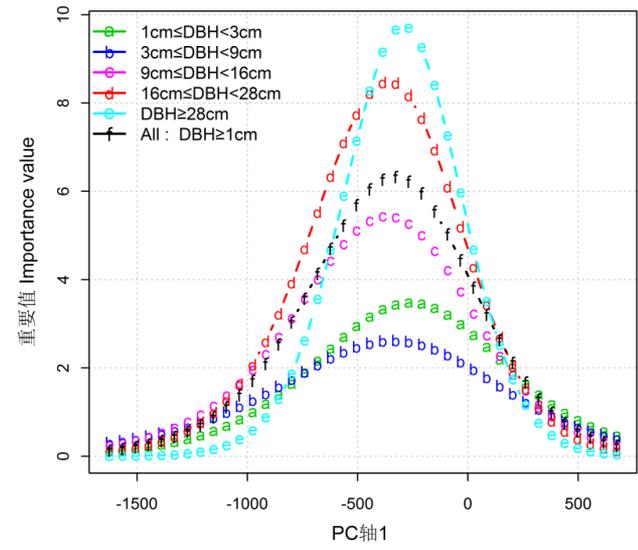
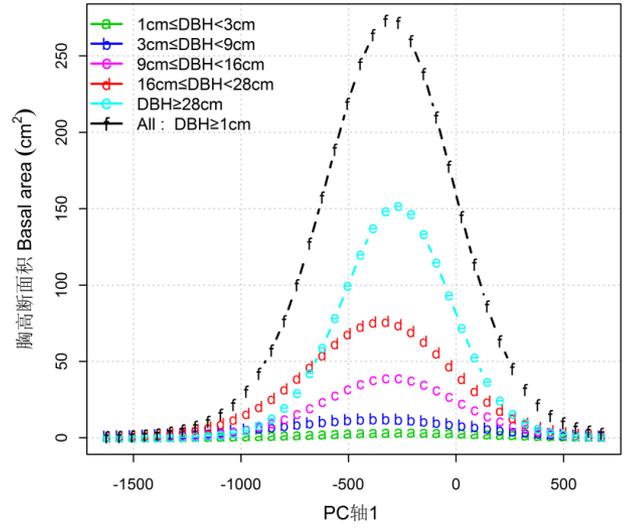
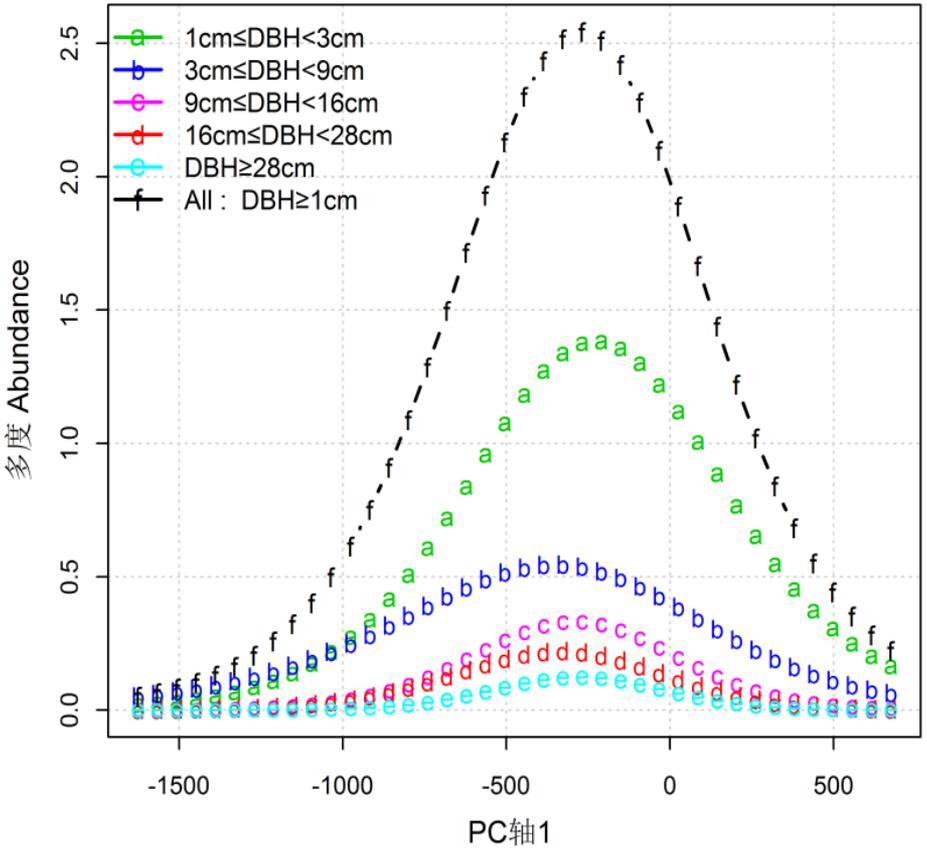
前5径级和, f) : $\text{DBH} > 1\text{cm}$

蚬木种群胸径等级结构
(总个体数: 1442株)

四、研究结果——不同径级空间点格局（均质泊松模型）



四、研究结果 --- 蚬木分布与PCA环境轴的GAM回归

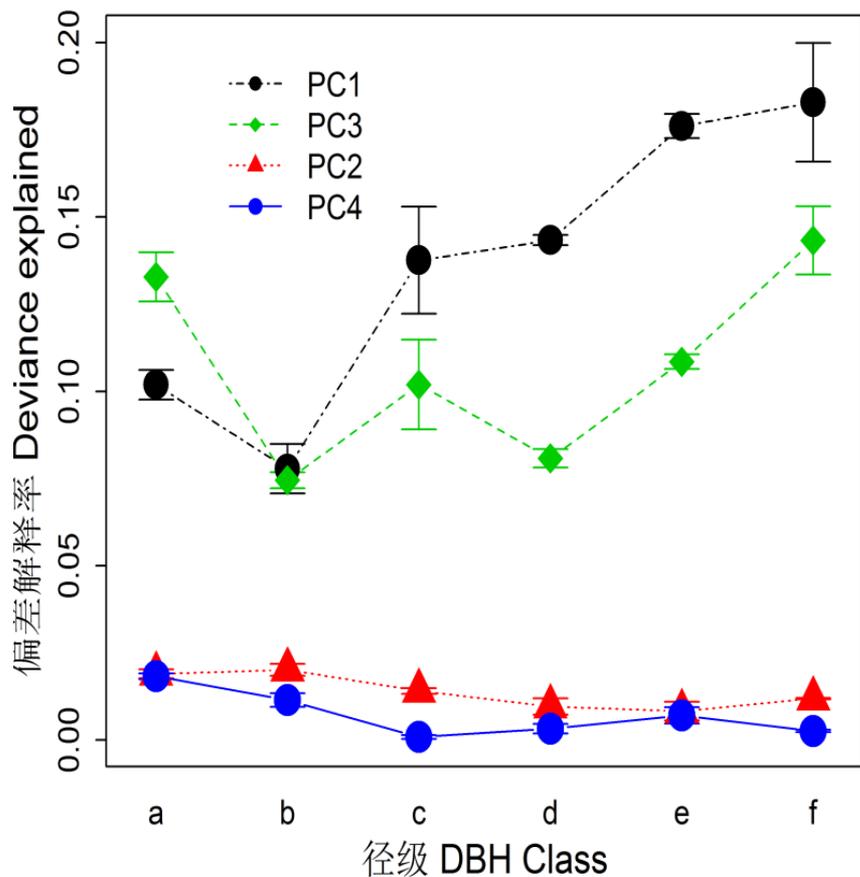


以10m × 10m样方为单位

回归曲线：单峰分布、径级间有差异



四、研究结果---GAM模型的偏差解释度



	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
meanelev	-8.77e-02	-3.20e-03	1.47e-02	1.97e-05	3.86e-04
meanelev2	-4.75e+01	8.23e-01	3.90e+00	1.65e-03	-1.05e-02
meanelev3	-1.97e+04	3.49e-01	-9.33e-03	-7.38e-06	2.43e-05
convex	-9.83e-04	4.13e-04	-4.91e-04	1.63e-03	2.58e-04
convex2	-5.09e-03	-3.77e-03	-2.18e-03	-3.12e-02	7.90e-04
convex3	-2.87e-02	9.74e-02	-1.10e-02	7.92e-01	-5.26e-03
slope	-1.12e-02	-1.70e-02	3.91e-03	3.79e-04	7.33e-03
slope2	-9.29e-01	-1.52e+00	1.47e-01	1.52e-02	2.77e-01
slope3	-6.26e+01	-1.09e+02	3.15e-02	4.84e-04	-3.77e-03
asp.cos	7.87e-05	-6.73e-05	2.99e-05	7.23e-05	-1.36e-04
asp.sin	-1.63e-04	7.78e-05	3.04e-05	4.71e-05	7.99e-05

蚬木多度、胸高断面积、重要值等与PCA轴进行GAM回归分析。

随径级增大可被环境的解释率增大。

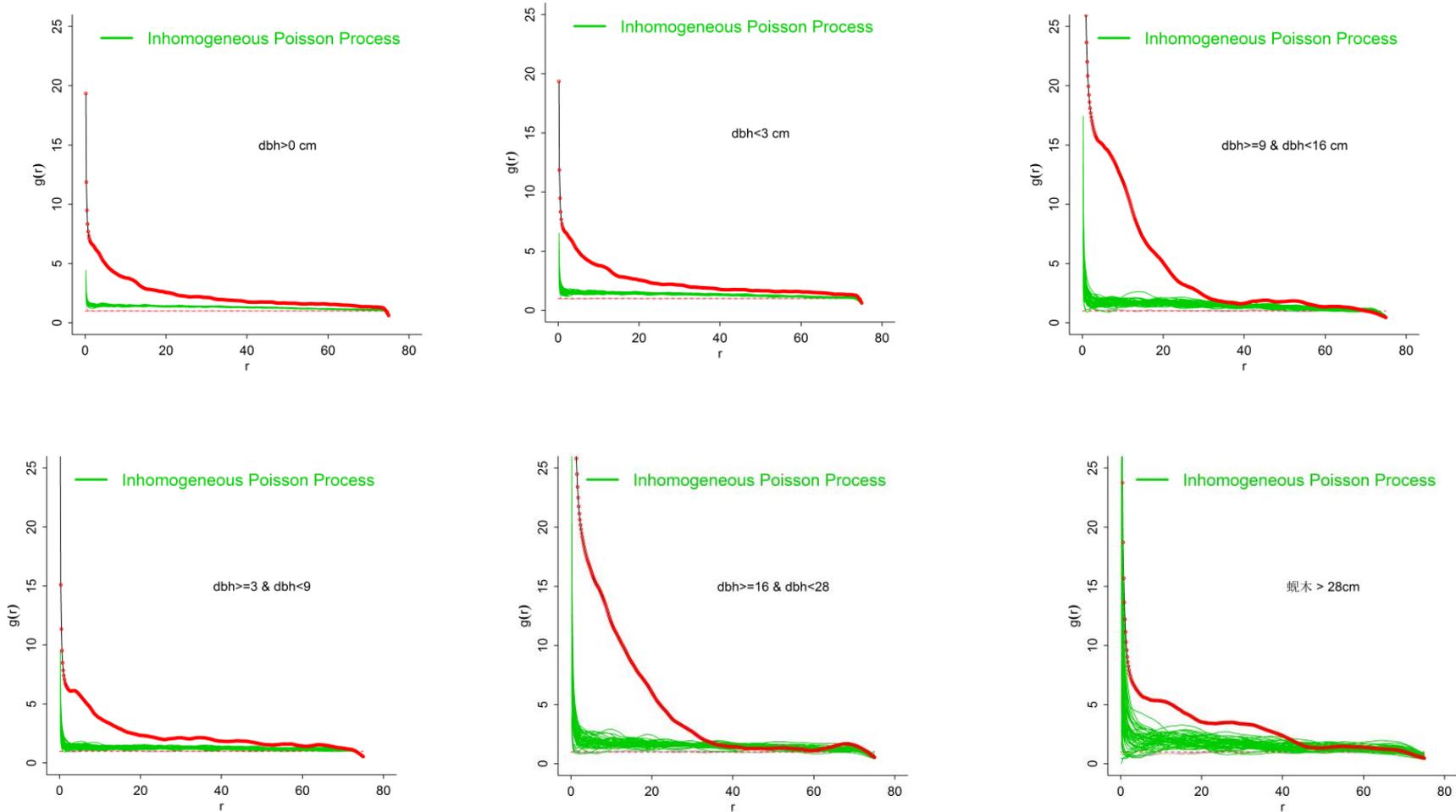
四、研究结果 --- 自回归SAR模型参数估计

不同径级蚬木种群多度与地形因子SAR模型的参数

	Total(全部)	A(1-3cm)	B(3-9cm)	C(9-16cm)	D(16-28cm)	E(>28cm)
(Intercept)	96.097	1.672	6.539	14.248	28.527	45.473
asp.cos	——	——	——	——	——	——
asp.sin	——	——	——	——	——	——
convex 1	945.282	——	53.953	212.27	557.479	——
conve 2	770.913	——	——	——	——	613.227
convex 3	-693.094	——	——	——	——	——
meanelev 1	1694.727	49.465	157.19	371.661	560.145	——
meanelev 2	-1754.149	-35.759	-98.38	-333.069	-420.505	-914.084
meanelev 3	-2132.011	——	-59.468	-258.497	-636.037	-1132.986
slope 1	——	-25.495	-74.876	——	——	——
slope 2	——	-9.065	-55.91	——	——	——
slope 3	——	——	——	——	——	——
lambda (自相关系数)	0.459	0.17	0.304	0.319	0.092	0.253

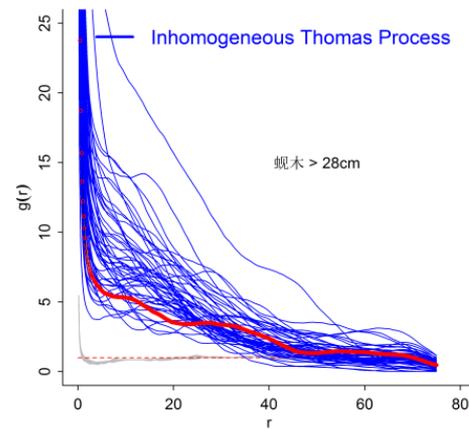
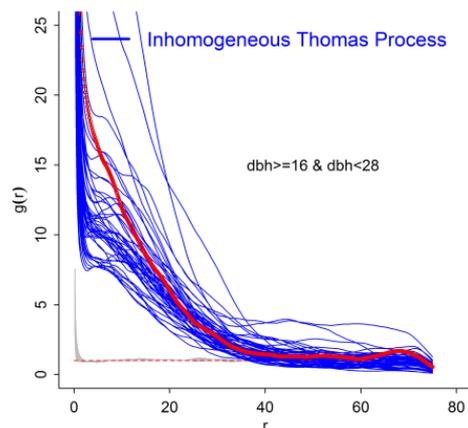
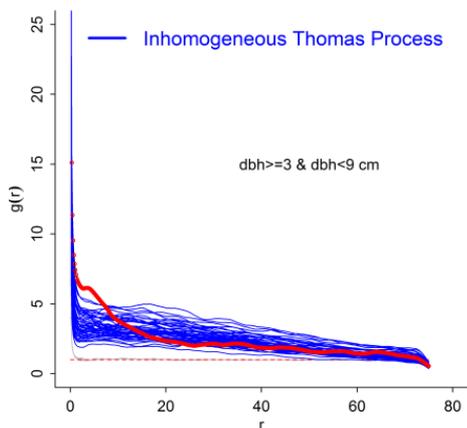
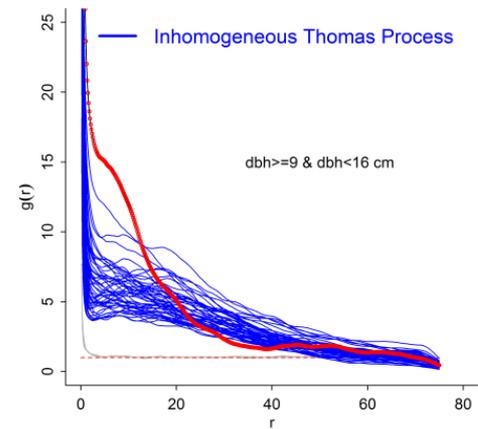
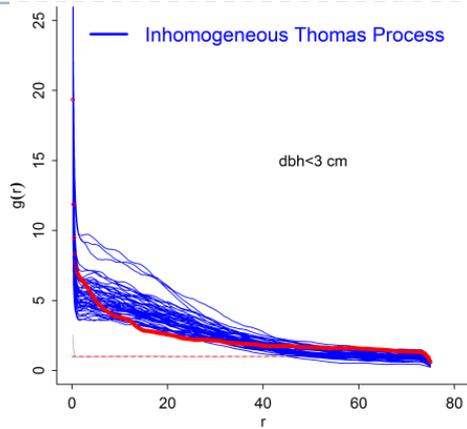
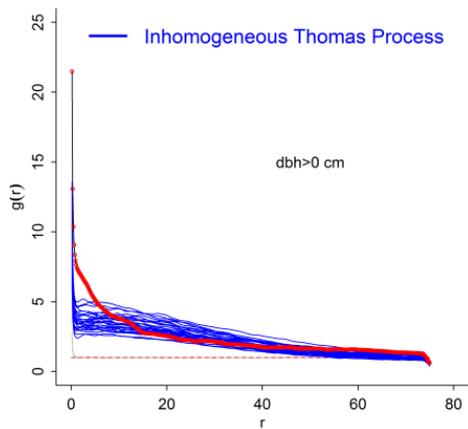
—— 表示 SAR模型参数未通过检验 ($p < 0.1$)

四、 研究结果---异质泊松过程



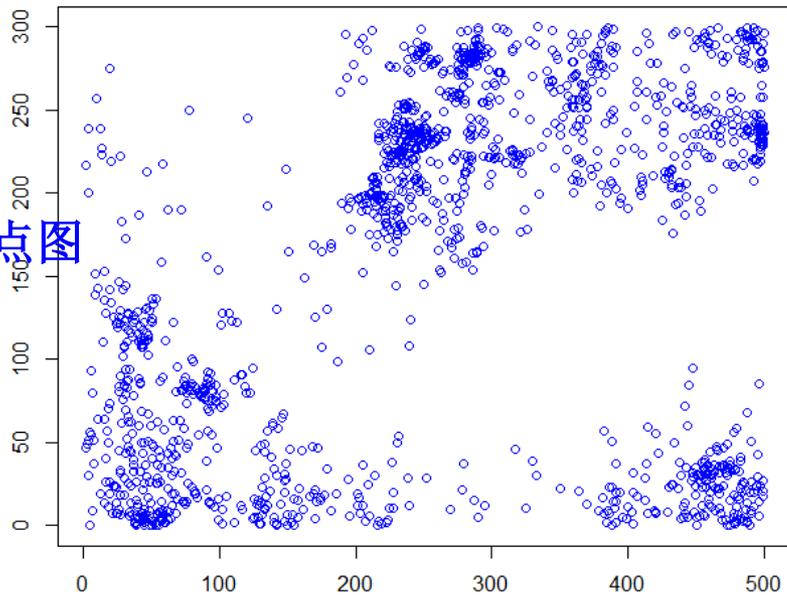
在较大距离尺度上解释度更好，对径级种群解释度更好。

四、研究结果---异质托马斯过程

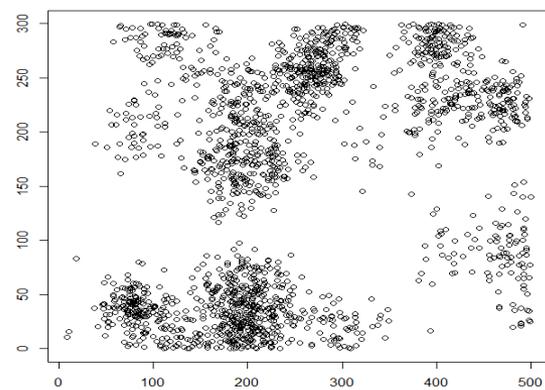
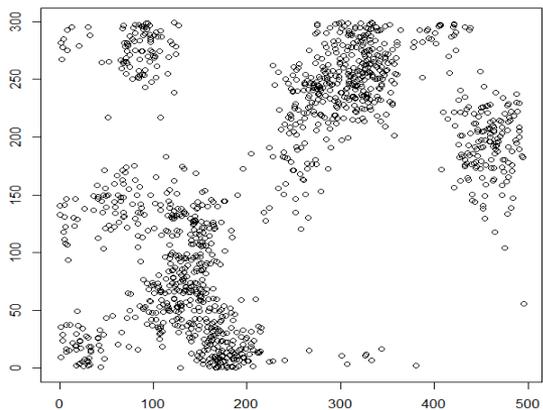
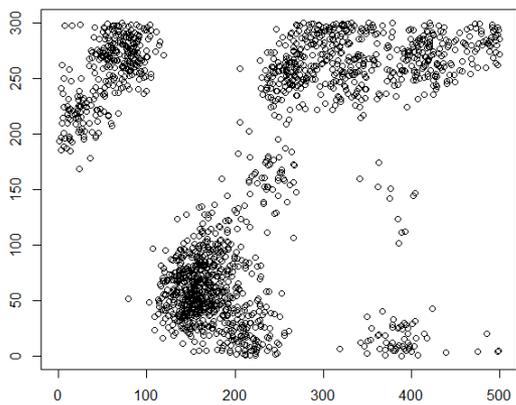
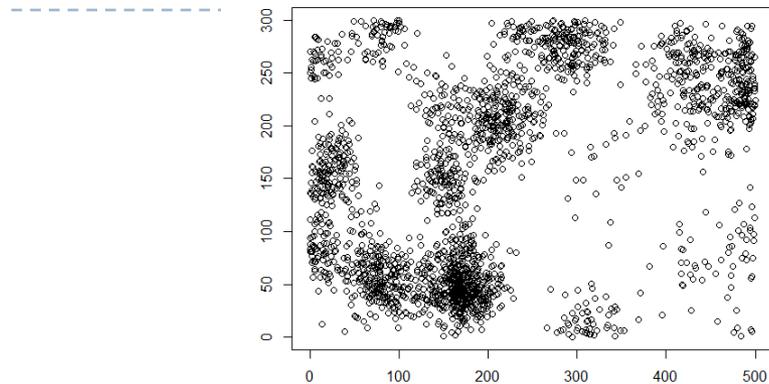


四、研究结果---实际散点图与异质托马斯过程比较

实际的散点图



异质托马斯模拟的散点图



五、讨论

- 1) 不同径级蚬木种群呈强烈聚集型分布。较小径级种群聚集的距离尺度相对较大，较大径级种群聚集的距离尺度相对较小。
- 2) 不同径级蚬木沿环境梯度呈单峰型分布；随着径级增大，最适生境范围逐渐缩小，而被环境的解释度逐渐增大。
- 3) 去除（扩散限制等）中小尺度空间自相关后，不同径级蚬木分布均受与海拔非线性相关的因子影响，另外较小径级蚬木与坡度显著相关，较大径级蚬木与凹凸度有显著相关。
- 4) 单独的生境异质性能解释中大距离尺度上的聚集格局。
- 5) 生境异质性和扩散限制联合作用，基本上能很好的解释蚬木不同径级的分布格局。不同完全的解释小径级蚬木在 $< 10\text{m}$ 距离尺度上的分布格局。

六、结论

弄岗喀斯特季节性雨林：

高度的生境异质性以及强烈的种子扩散限制在不同尺度上对不同阶段蚬木种群扩散、分布、生长的联合作用，是蚬木种群空间分布格局的重要影响因素。





谢谢大家耐心聆听！

请批评指正。