



雪灾对密度制约维持森林群 落生物多样性的影响

The effect of a rare and extreme ice storm
on density dependence in forest species
coexistence

王云泉

中国科学院植物研究所
生物多样性与生物安全研究组

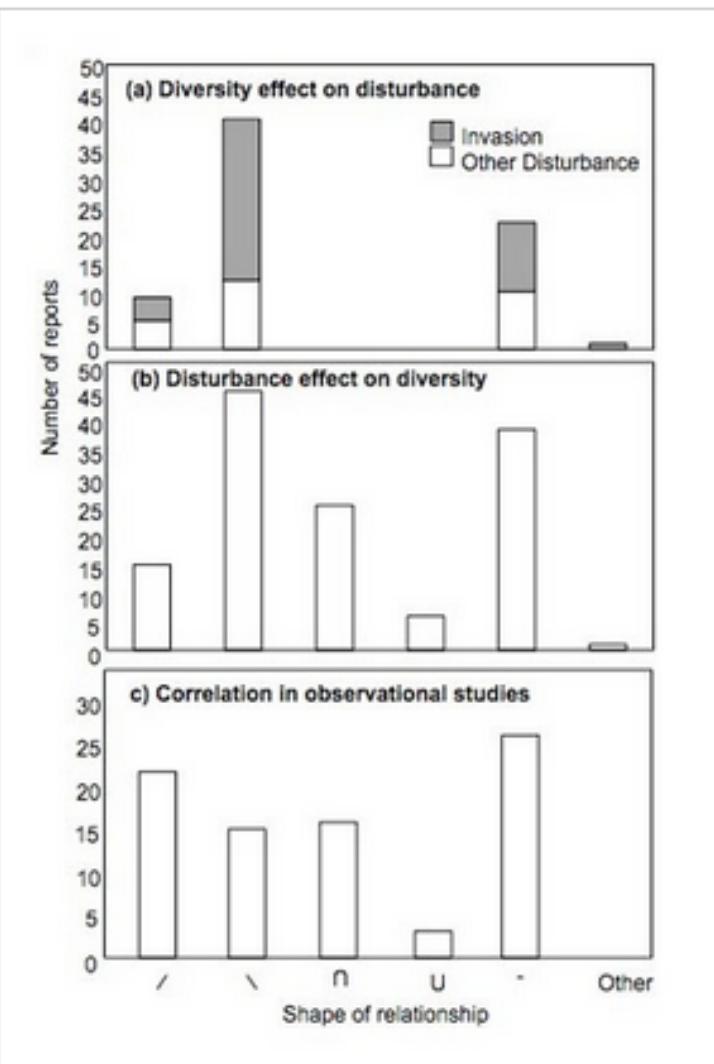
报告提纲



- ✓ 1. 研究背景
- ✓ 2. 科学问题
- ✓ 3. 材料方法
- ✓ 4. 研究结果
- ✓ 5. 主要结论



研究背景



干扰和生物多样性的关系：结论不一致([Mackay & Currie 2001](#), [Randall Hughes et al., 2007](#), [Hughes, 2012](#))

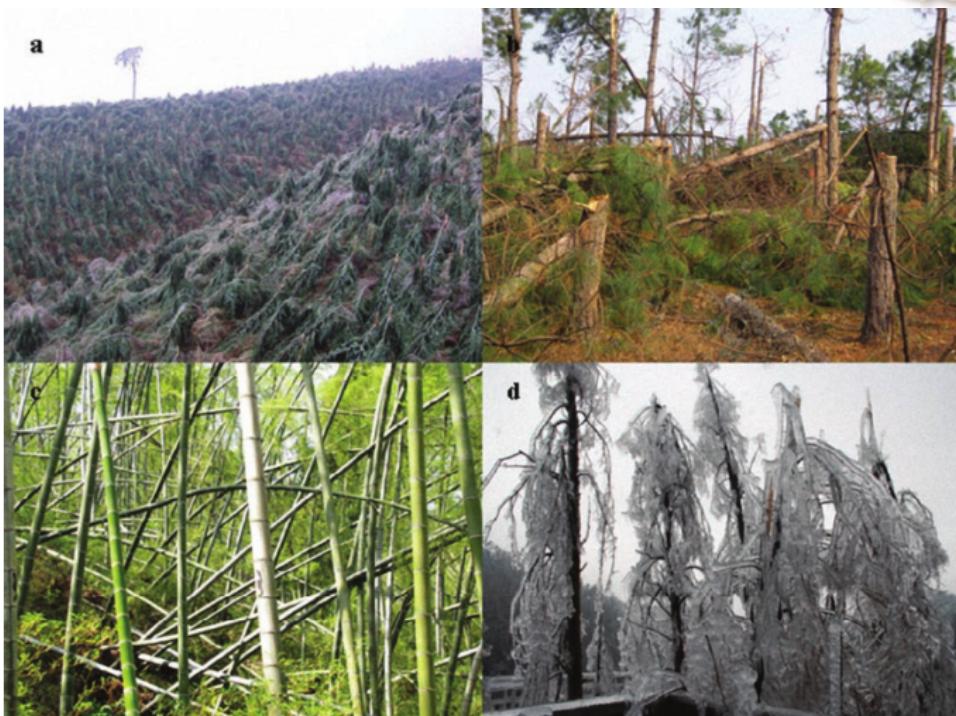
干扰通过哪些生态学过程来影响生物多样性？

Figure 2: Summary of published relationships between disturbance and diversity

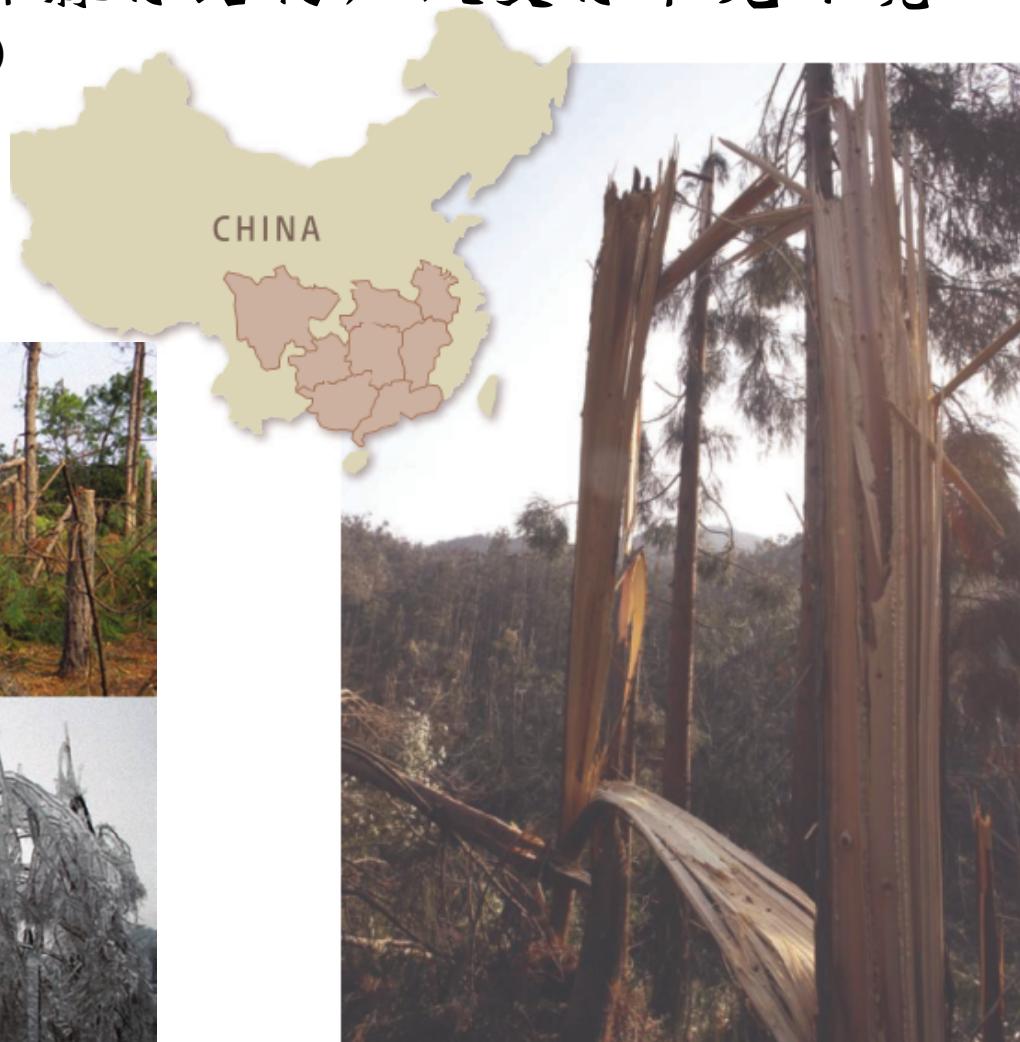
(Hughes, A, 2012)

研究背景

干扰(如雪灾等)显著破坏森林结构, 改变林下光环境
(Steven *et al.*, 1991, Rhoads *et al.*, 2002)



(Zhou *et al.*, 2011)



(Stone, 2008)

研究背景

干扰(如雪灾等)显著破坏森林结构, 改变林下光环境
(Steven *et al.*, 1991, Rhoads *et al.*, 2002)



(陈建华 摄)

08年雪灾后的古田山



(陈磊 摄)

(曼兴兴 等, 2011)

研究背景

密度制约和生境过滤是群落构建的关键生态学过程

(Harms *et al.*, 2000, Lambers *et al.*, 2002, Comita *et al.*, 2014, Lamanna *et al.*, 2017)

雪灾改变群落构建的关键生态学过程(如:密度制约和

生境过滤)从而影响群落的生态系统功能(Gutschick and

BassirRad, 2003, Jentsch *et al.*, 2011)

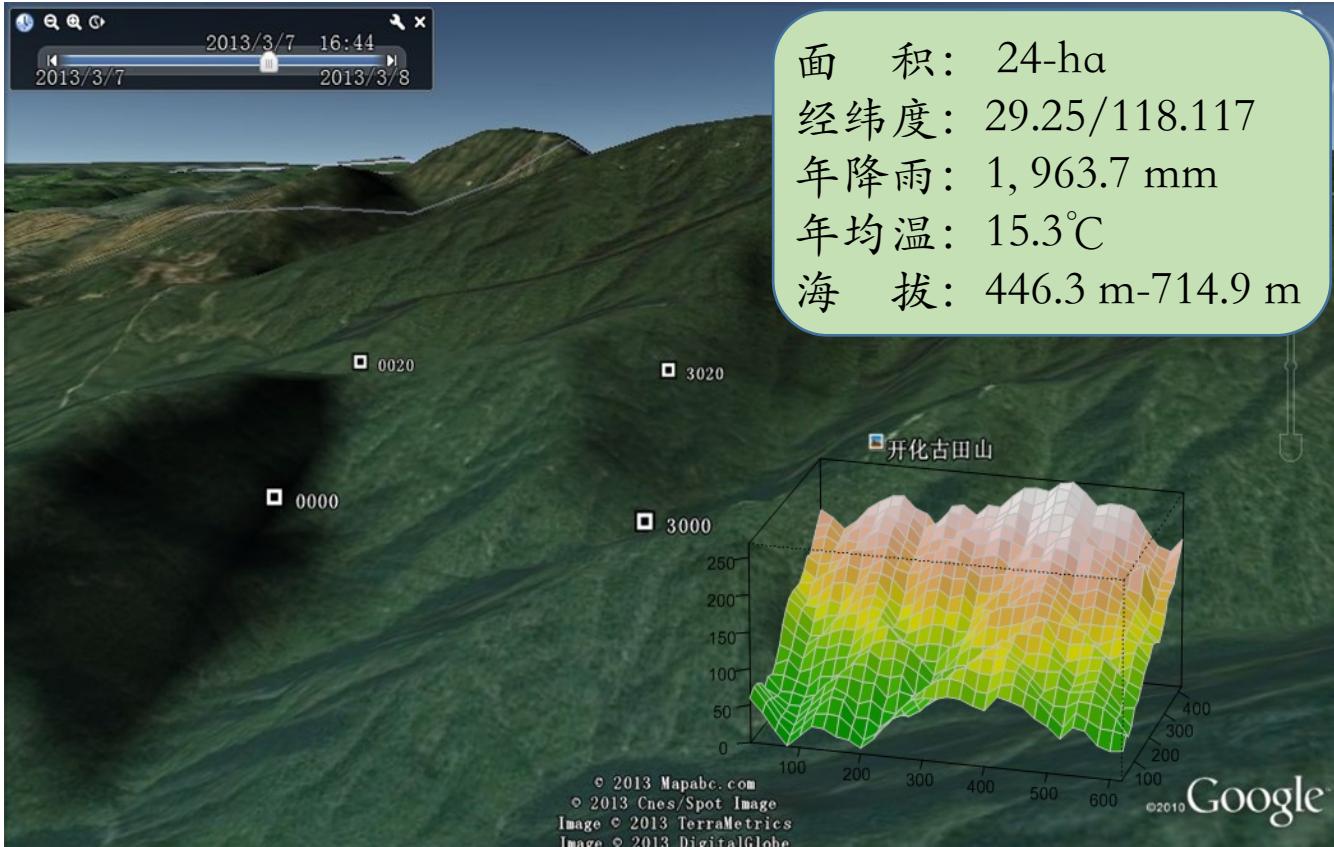
但是，目前多研究干扰后的短期影响(Thibault&Brown, 2008)，

缺乏：1) 干扰前的监测； 2) 较长时问尺度的评估

科学问题

-
- I. 雪灾前后幼苗群落的物种组成和多样性如何变化?
 - II. 雪灾前后密度制约和生境过滤的相对重要性如何变化?
 - III. 按耐阴能力及多度划分的群组对雪灾的响应是否一致?

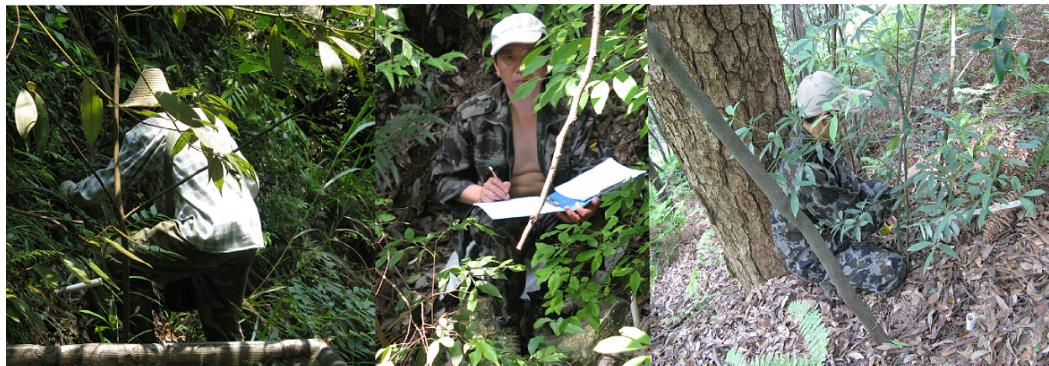
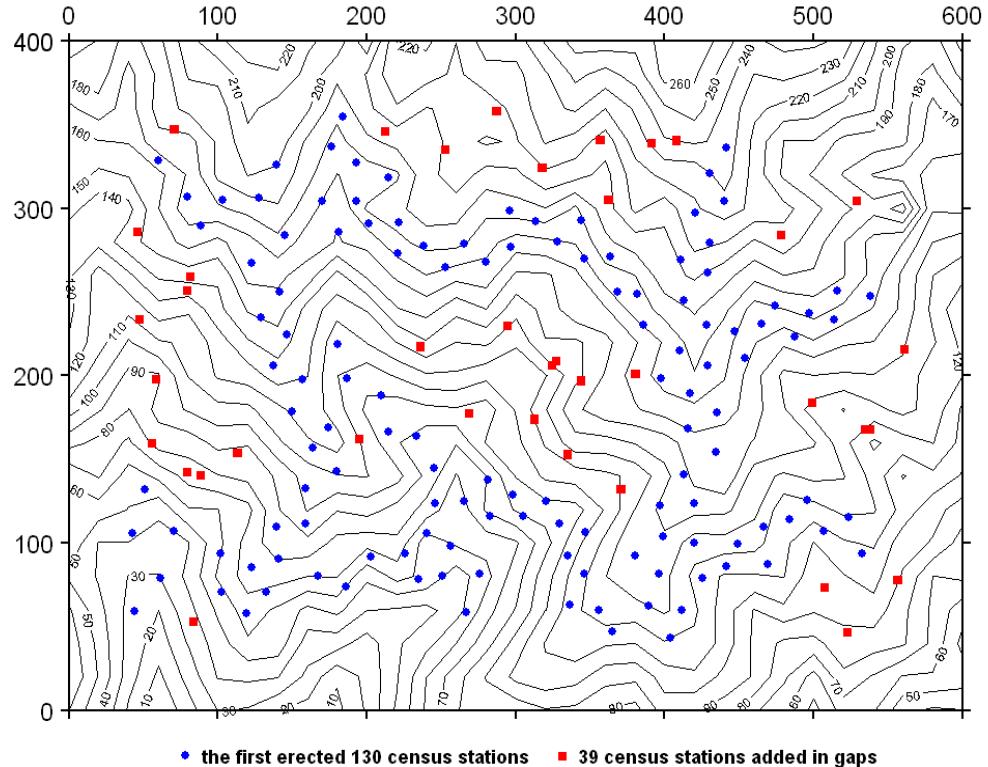
材料方法



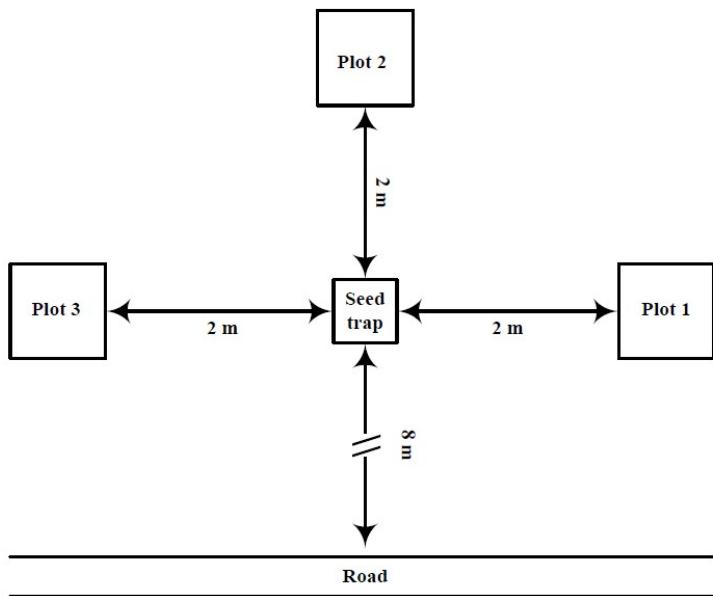
CForBio (<http://www.cfbiodiv.org/>):
17 Forest Plots 1.1 Million Trees 1,357 Species

材料方法

古田山幼苗监测网络



古田山幼苗监测样站



材料方法

✓ 幼苗：122种15,012株 (2006.5-2012.8，未鉴定161/1.07%)；

11,406株(前130个样站)

✓ (喜光、耐阴物种) / (常见种、稀有种)

✓ 大树：2005年(140,700株)和2010年(121,634株)

✓ 非生物变量：22个土壤和4个地形

✓ DNA barcode系统发育树，用PHYLOMATIC扩建([Webb and Donoghue, 2005](#))

✓ 功能性状(木质密度、种子质量、叶面积、比叶面积和最大树高)

材料方法

邻居变量(标准化):

1. 生物邻居

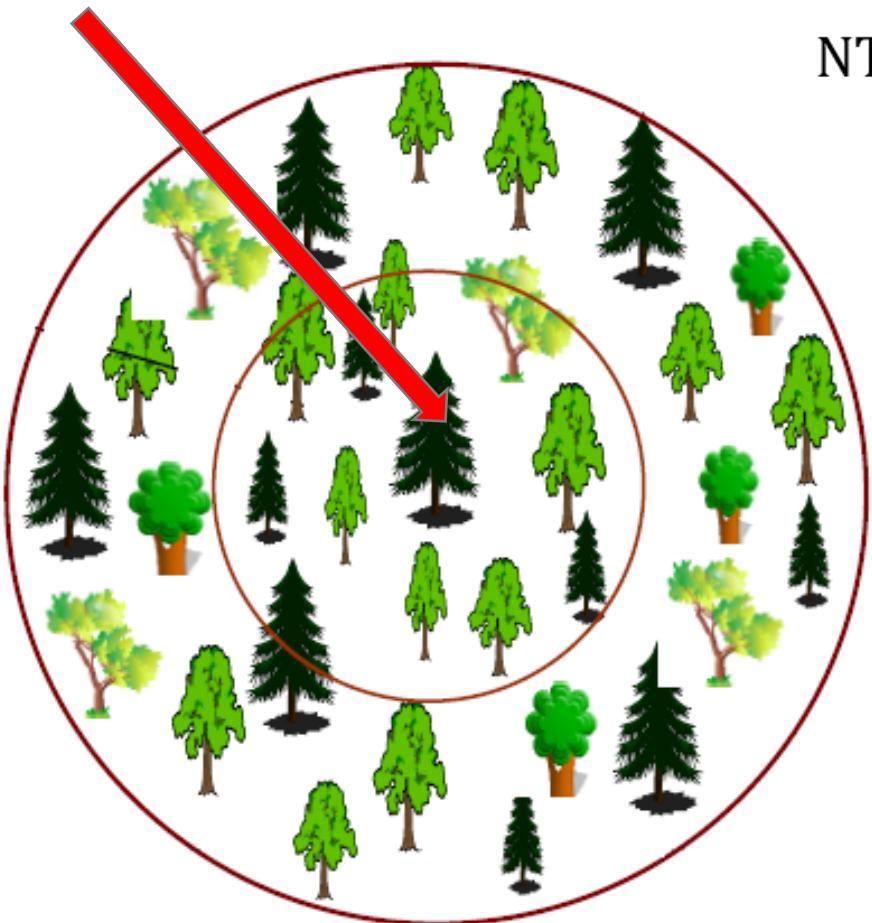
- a) 幼苗邻居: 1-m²的同种和异种邻居密度
- b) 大树邻居: 10-m半径内同种和异种邻居(胸径截面积)
- c) 谱系/性状: 幼苗和大树的最近谱系/性状多样性
(NTPd'/NTFd') 指数([Webb et al., 2006](#))

2. 非生物邻居

PCA前四个轴(22个土壤和4个地形, 69.94%)

材料方法

目标苗/树



邻居组分

$$NTPd' = \frac{MNTPd_{observe} - MNTPd_{random}}{sd(MNTPd_{random})}$$

若上式指数 >0 , 代表谱系多样性高, 与目标种的亲缘关系远, 反之亦然

$$A = \sum_i^n BA_i / D_{i+}$$

其中, A 为半径, D 为样站和非幼苗个体之间的距离, BA 为胸径截面积

材料方法

- 广义线性混合效应(GLMMs): 固定效应和随机效应
- 赤池信息准则(AIC)进行模型筛选, 确定最优模型

$$y_{ijk} \sim \text{binomial}(p_{ijk})$$

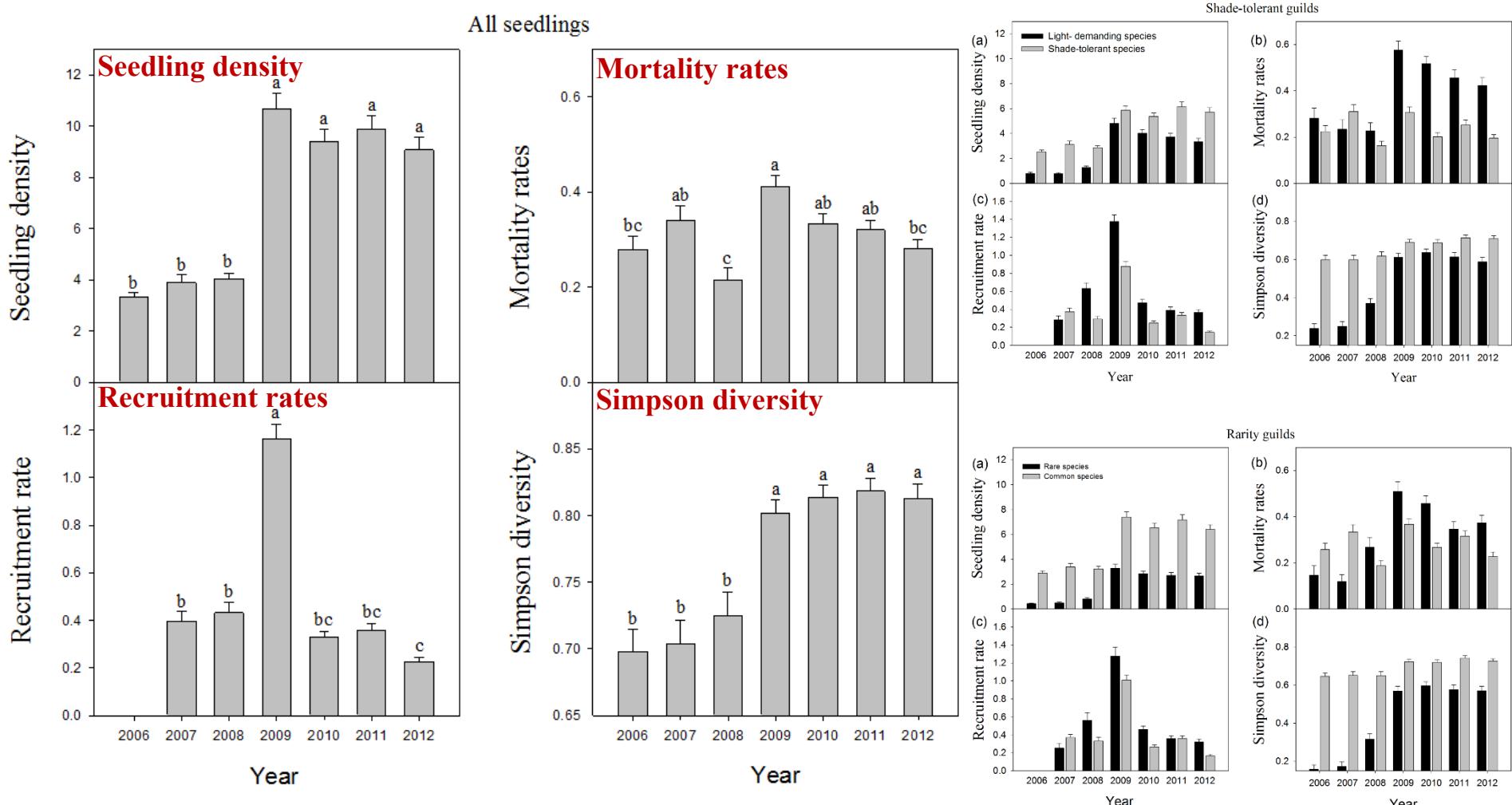
$$\pi_{ijk} = \log\left(\frac{p_{ijk}}{1-p_{ijk}}\right) = [\beta_0]_{fixed_part} + [u_{species} + u_{jk} + u_k]_{random_part}$$

y_{ijk} 表示幼苗在一段时间后的存活状态(0/1), i, j, k 分别表示幼苗编号, 样方编号和样站编号。 p_{ijk} 为幼苗存活概率。

注: GLMMs用R中“lme4”软件包中“glmer()”函数拟合

研究结果

幼苗群落物种组成和多样性



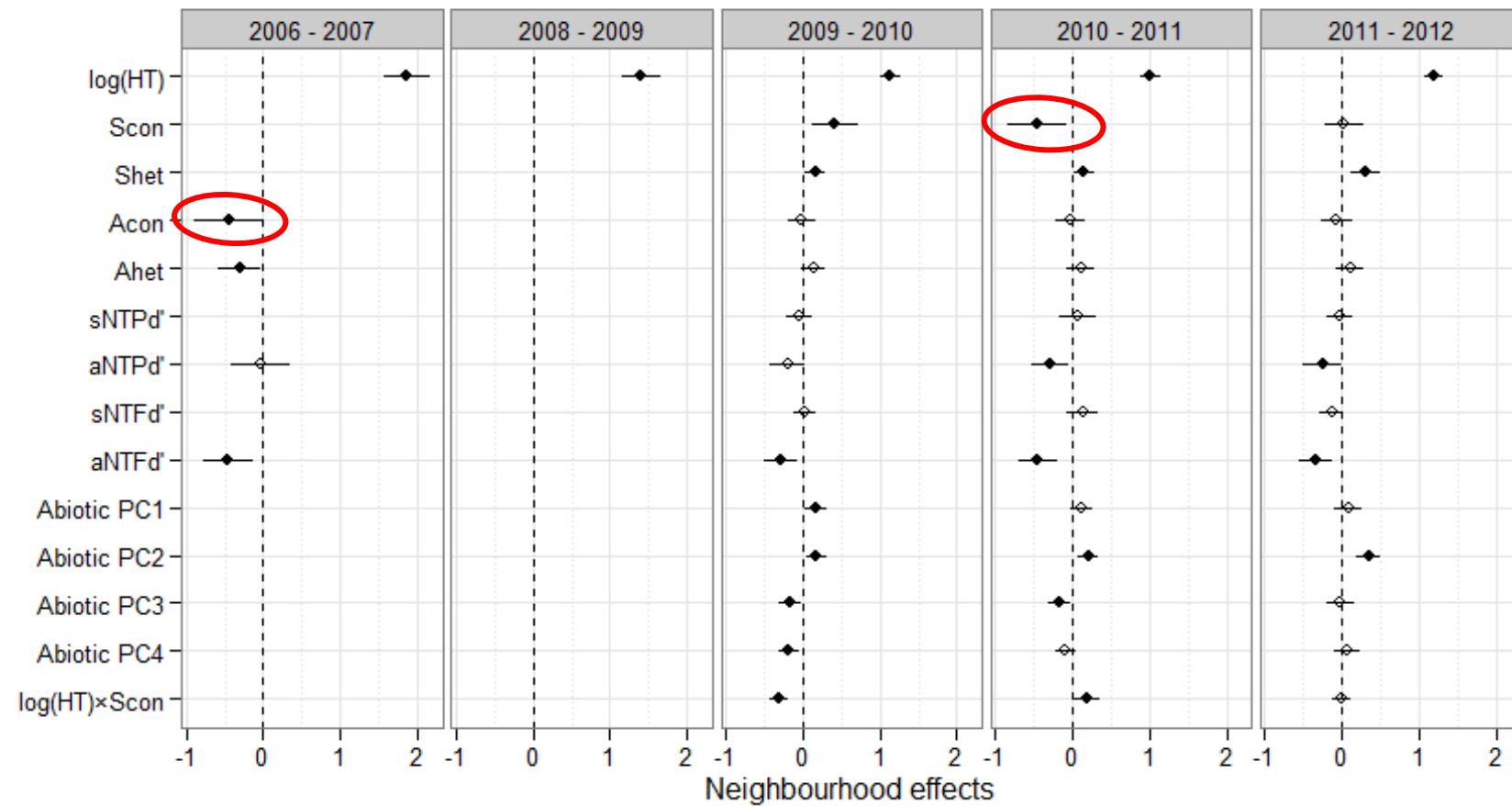
研究结果

模型筛选

Models	AIC				
	Pre-ice storm		Post-ice storm		
	2006-2007	2008-2009	2009-2010	2010-2011	2011-2012
Community level					
Null	725.34	1101.09	4110.63	3579.85	3519.75
	Seedling neighbors	724.28	1103.86	4057.77	3567.19
Biotic	Larger neighbors	718.45	1106.18	4093.83	3568.62
	All neighbors	721.82	1108.63	4050.95	3559.21
Abiotic		727.49	1107.56	4097.1	3572.57
<u>Abiotic+Biotic</u>		723.75	1110.4	4039.65	3546.23
					3487.88

研究结果

密度制约和生境过滤的相对重要性

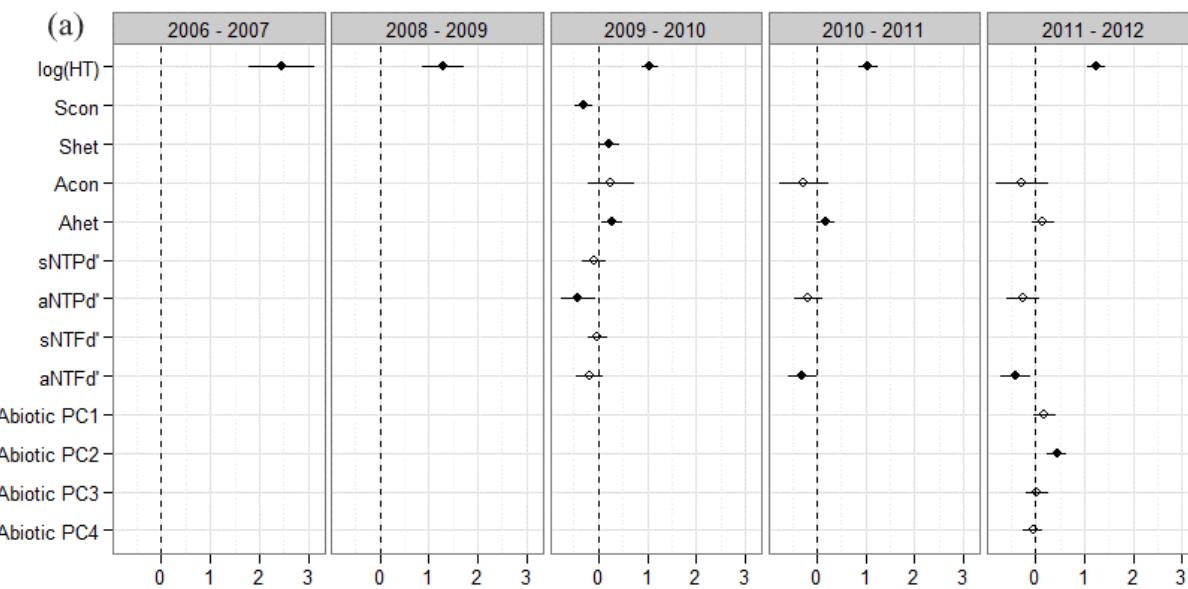


1. 最优模型：生物因子(雪灾前) VS 生物+非生物因子(雪灾后)
2. NDD, 大树驱动(雪灾前) VS 幼苗驱动(雪灾后)
3. 大树邻居(雪灾前) VS 幼苗邻居(雪灾后)
4. 近缘种易共存(雪灾前) VS 近缘种易共存(雪灾恢复两年后)

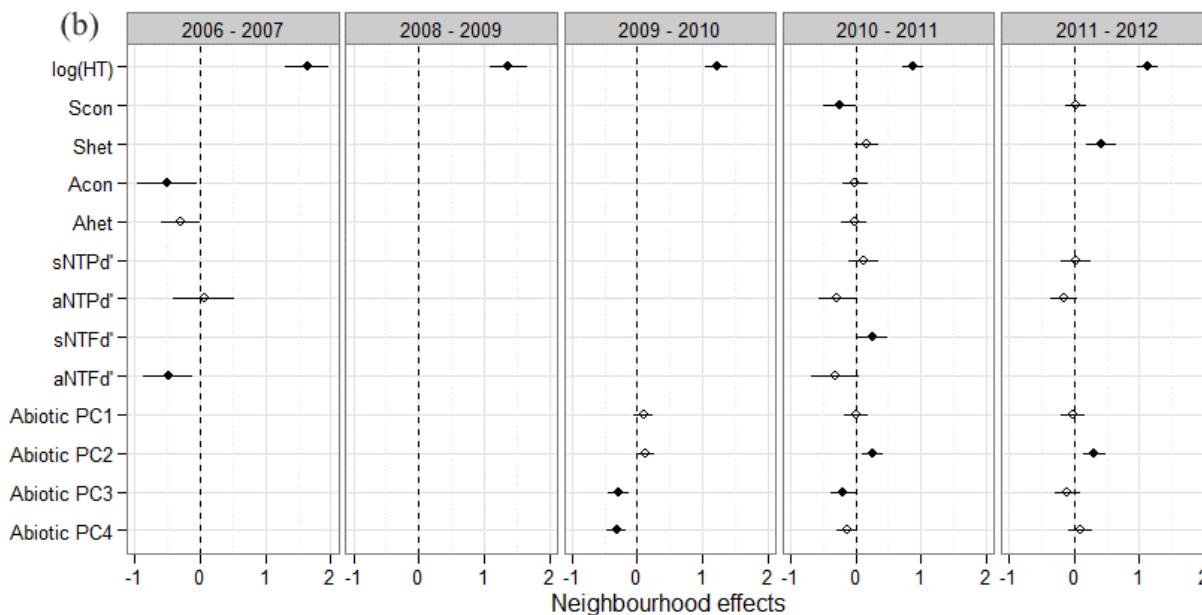
研究结果

根据耐阴能力分组

喜光物种



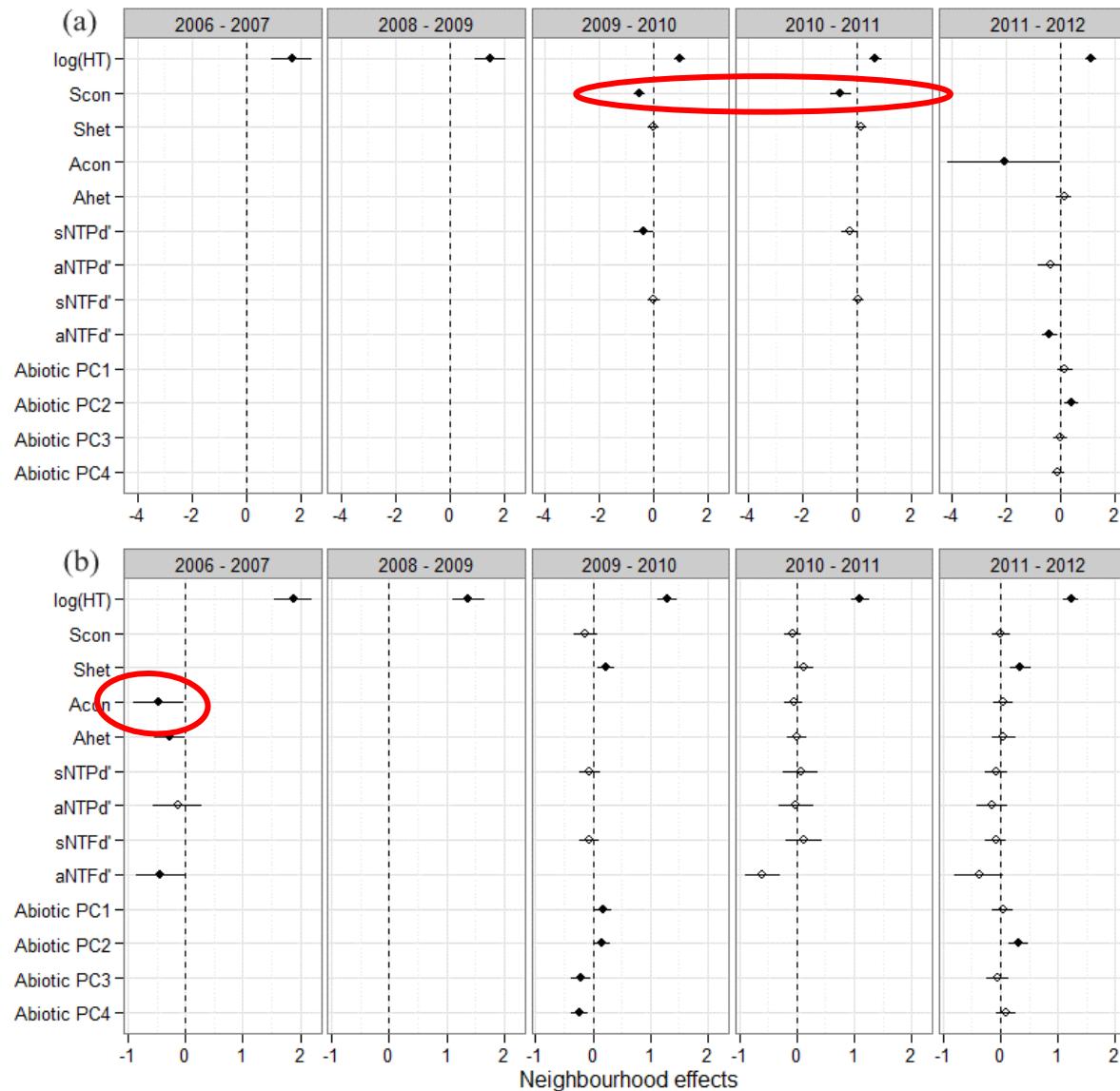
耐阴物种



研究结果

根据多度分组

稀有种



常见种

主要结论

- ✓ 雪灾干扰后，幼苗群落的幼苗密度和多样性增加，主要贡献来自喜光物种和稀有物种
- ✓ 雪灾干扰加强了非生物因子对幼苗存活的作用，显著影响了负密度制约效应对幼苗群落生物多样性的维持，并且改变了其的驱动因子
- ✓ 不同生活史的物种群组对干扰的响应不一致

谢谢
Thanks



北京師範大學
BEIJING NORMAL UNIVERSITY



UNIVERSITY OF
TORONTO
SCARBOROUGH



中国科学院植物研究所
INSTITUTE OF BOTANY, THE CHINESE ACADEMY OF SCIENCES



中国科学院植物所古田山森林生物多样性与气候变化研究站
Gutianshan Research Station of Forest Biodiversity and Climate Change, IB-CAS