



基于无人机的草地植物物种多样性监测方法与应用

孙义 宜树华

草种创新与草地农业生态系统全国重点实验室
兰州大学草地农业科技学院

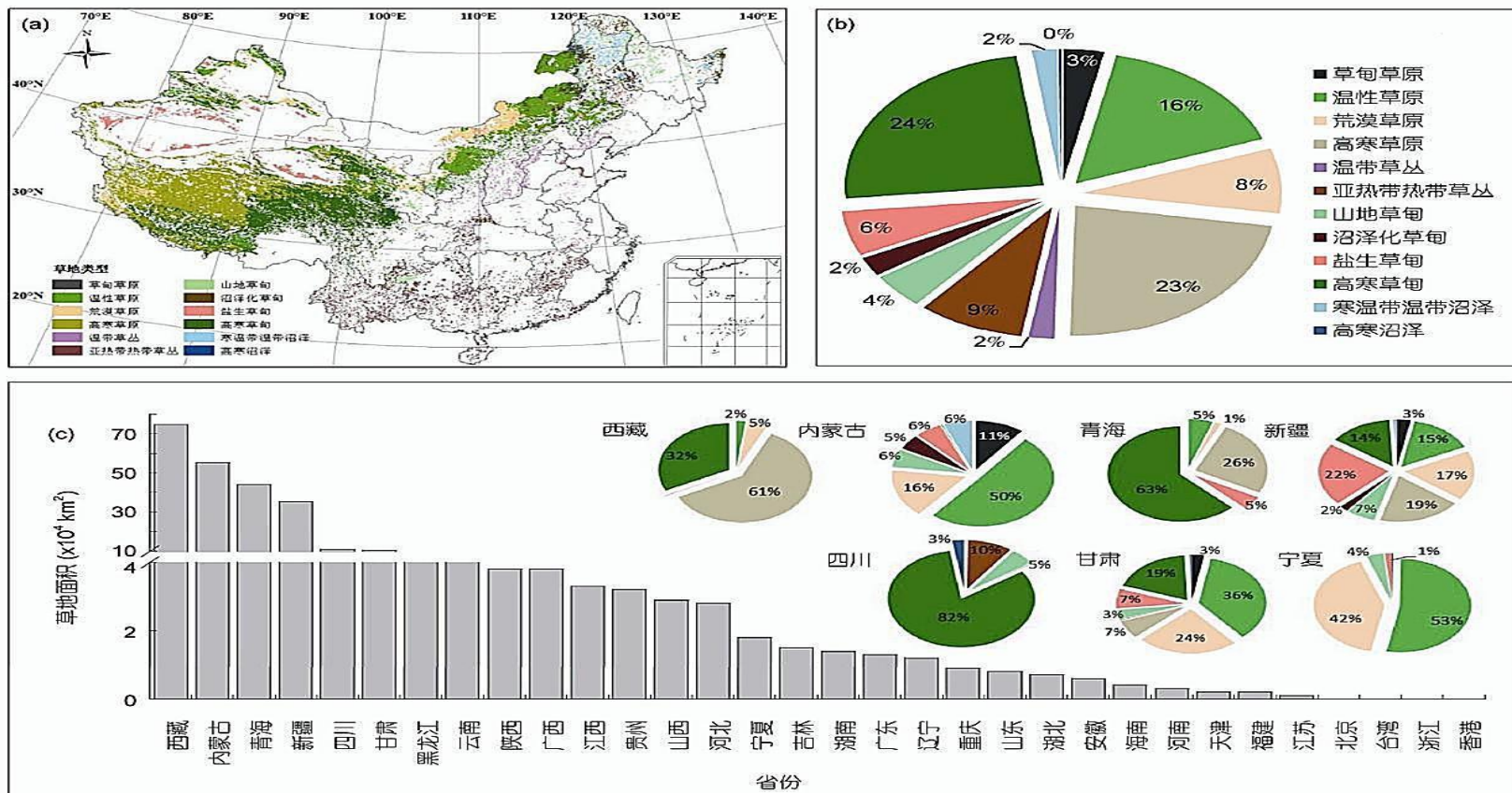
提 纲

- 研究背景
- 研究方法
- 典型应用
- 工作计划

提 纲

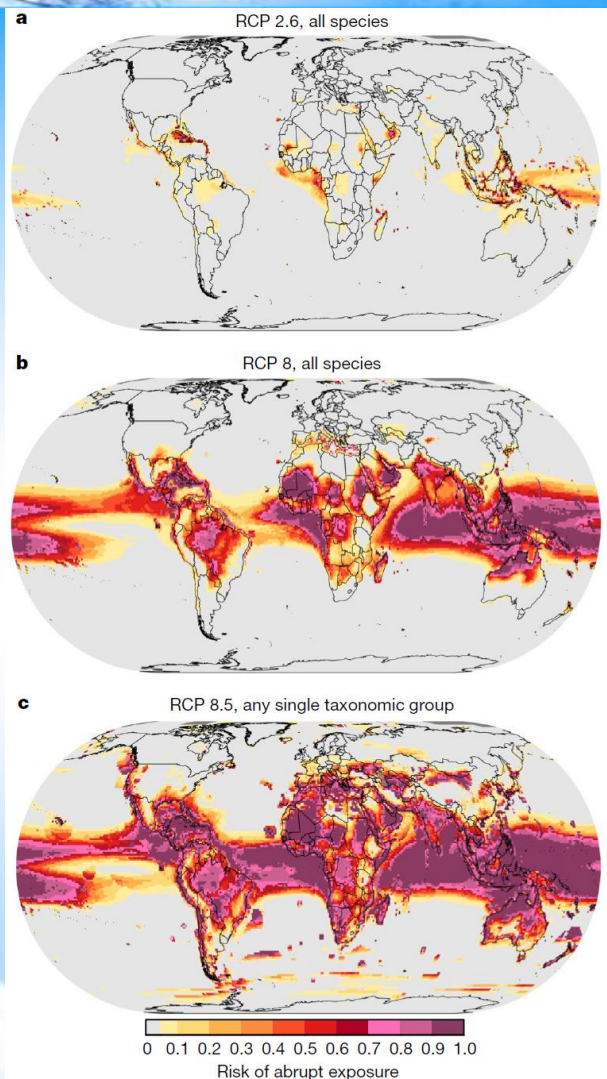
- 研究背景
- 研究方法
- 典型应用
- 工作计划

研究背景

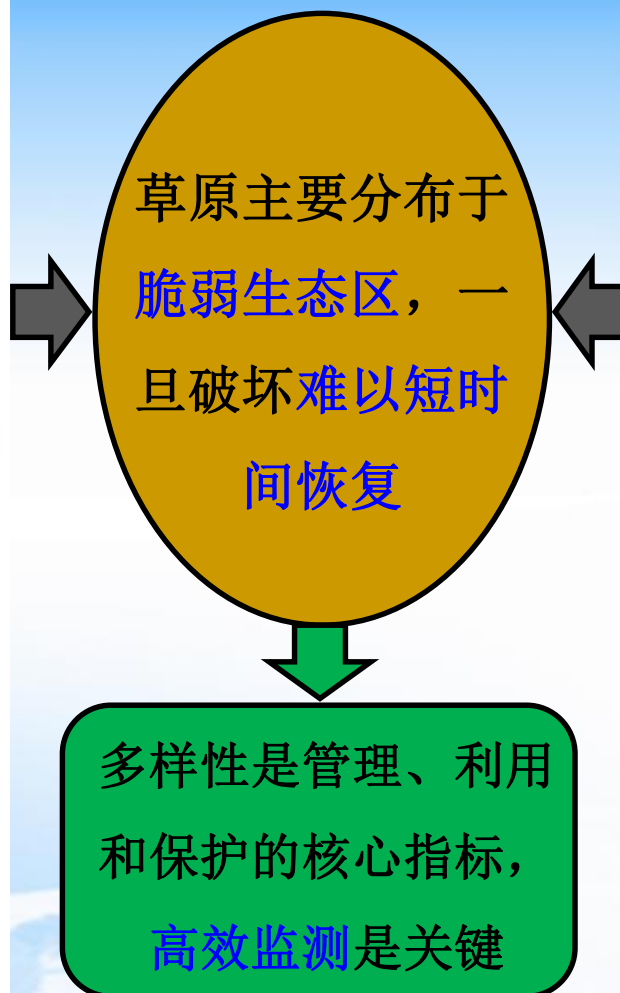


- 草地生态系统占地球表面积的15%，占陆地面积的40%，我国1/3
- 生物多样性在系统稳定性和可持续发展等方面作用重大
- 生态学研究的内容

研究背景



全球变化 Trisos *et al.* (2020, Nature)



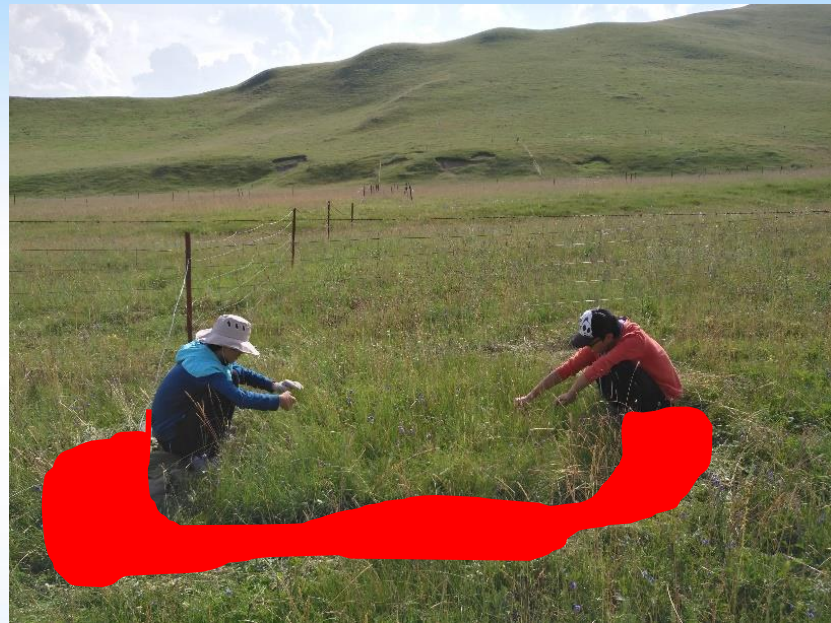
人为影响（过牧等）

研究背景

- 传统的草地植物群落结构调查



玛曲，7月； $0.5 \times 0.5\text{m}^2$ ，3小时



固定样方，周边破坏严重

研究背景

- 传统的草地植物群落结构调查



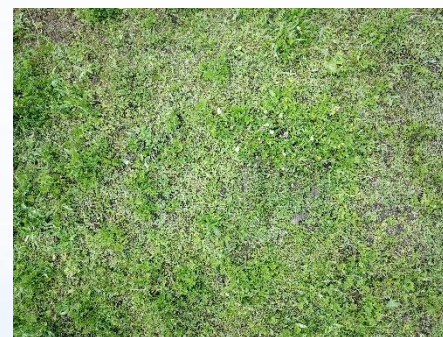
效率低
成本高
频率低
破坏性
受限多

...



研究背景

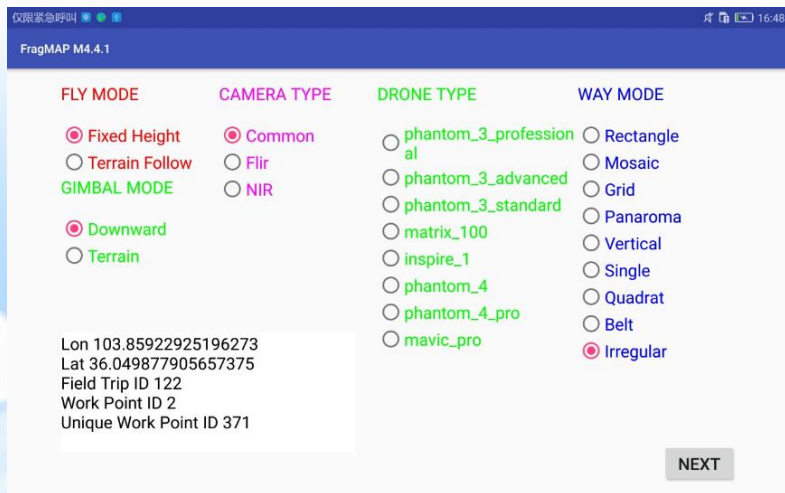
- 生态学研究通常要求**长期、重复**监测来明确动态和机制
- 不同**气候区**、不同**植被类型**、不同**人为干扰强度**等大尺度研究亟待开展
- 我国**草地群落结构普查**尚未完整开展，**高效、长期、定点、标准化**的监测方法为关键
- 无人机在各领域广泛应用，具备高时空分辨率，有草地植物物种多样性监测潜力



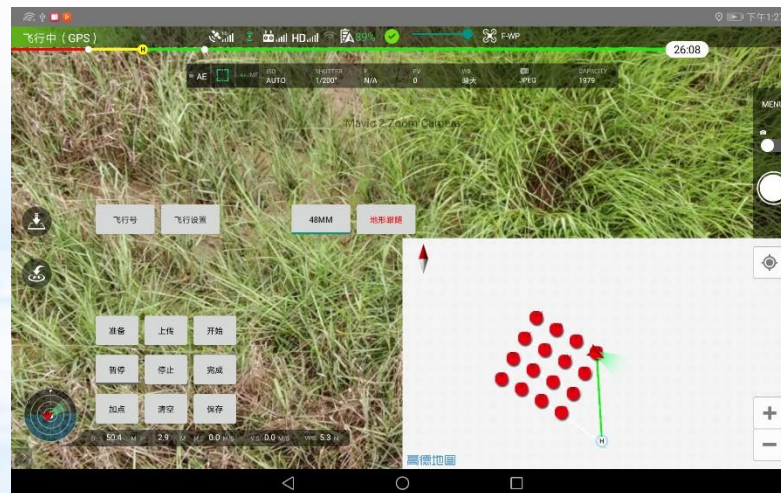
提 纲

- 研究背景
- 研究方法
- 典型应用
- 工作计划

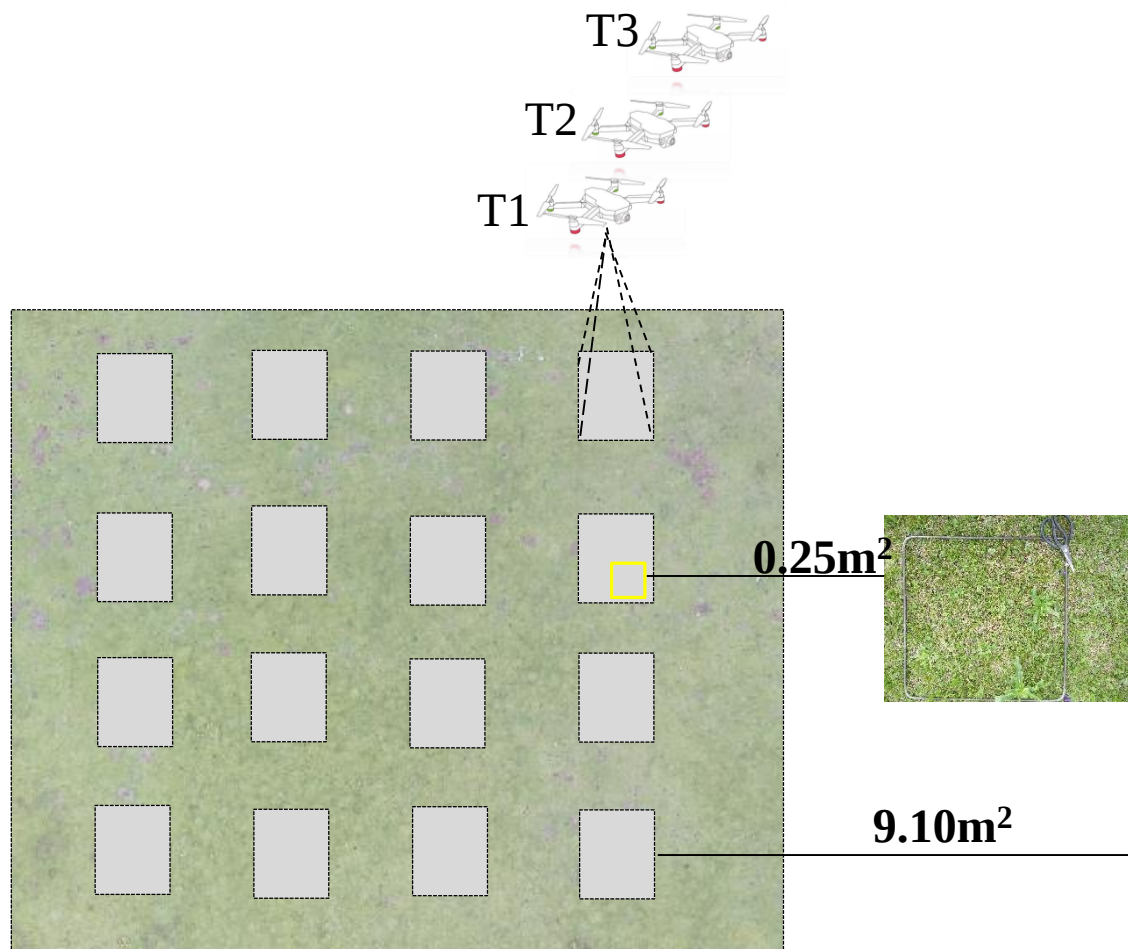
研究方法



2015年 大疆创新开发者大赛第3名
(300支中国队伍, 200支北美队伍)



研究方法



- 大范围、无损取样
- 实现快速、重复、定点监测



研究方法



统一标准航拍



高分辨率航拍照片



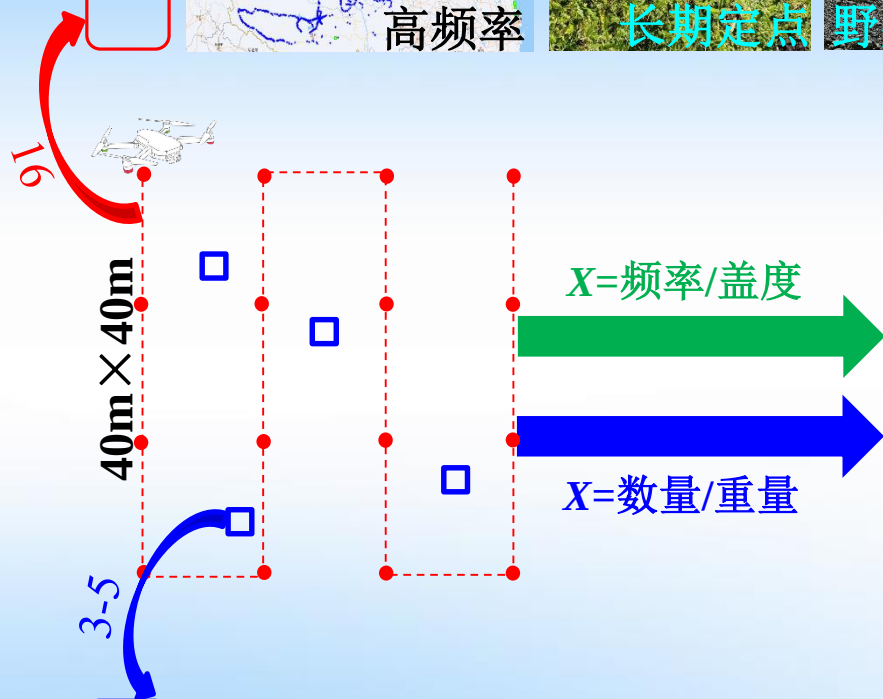
信息/样本提取

	A	B	C	F	G	H	I
1		科	种	303-3	303-4	303-5	303-6
2	1		垂穗披碱草	1	1		
3	2		波伐早熟禾				
4	3		禾草	1	1	1	
5	4		高羊茅				
6	5	禾本科	针茅				
7	6		禾叶蒿草	1			
8	7		藏苔草	1	1	1	1
9	8	莎草科	矮薹草				
10	9		小花草玉梅				
11	10		钝裂银莲花	1	1	1	
12	11		条叶银莲花	1		1	
13	12		矮金莲花				
14	13		丝叶毛茛				
15	14		翠雀		1		
16	15		丝叶毛茛				
17	16	毛茛科	高山唐松草				
18	17		棘豆				
19	18		高山豆	1			
20	19		黄芪				
21	20	豆科	披针叶黄华			1	1
22	21		四川马先蒿				
23	22		甘肃(凸额)				
24	23		中国马先蒿				
25	24		小米草				

频度统计/测算

研究方法

Belt方法



丰富度
香农指数
辛普森指数
...
 $X=f(x)$

数据提取
由室外转入室内

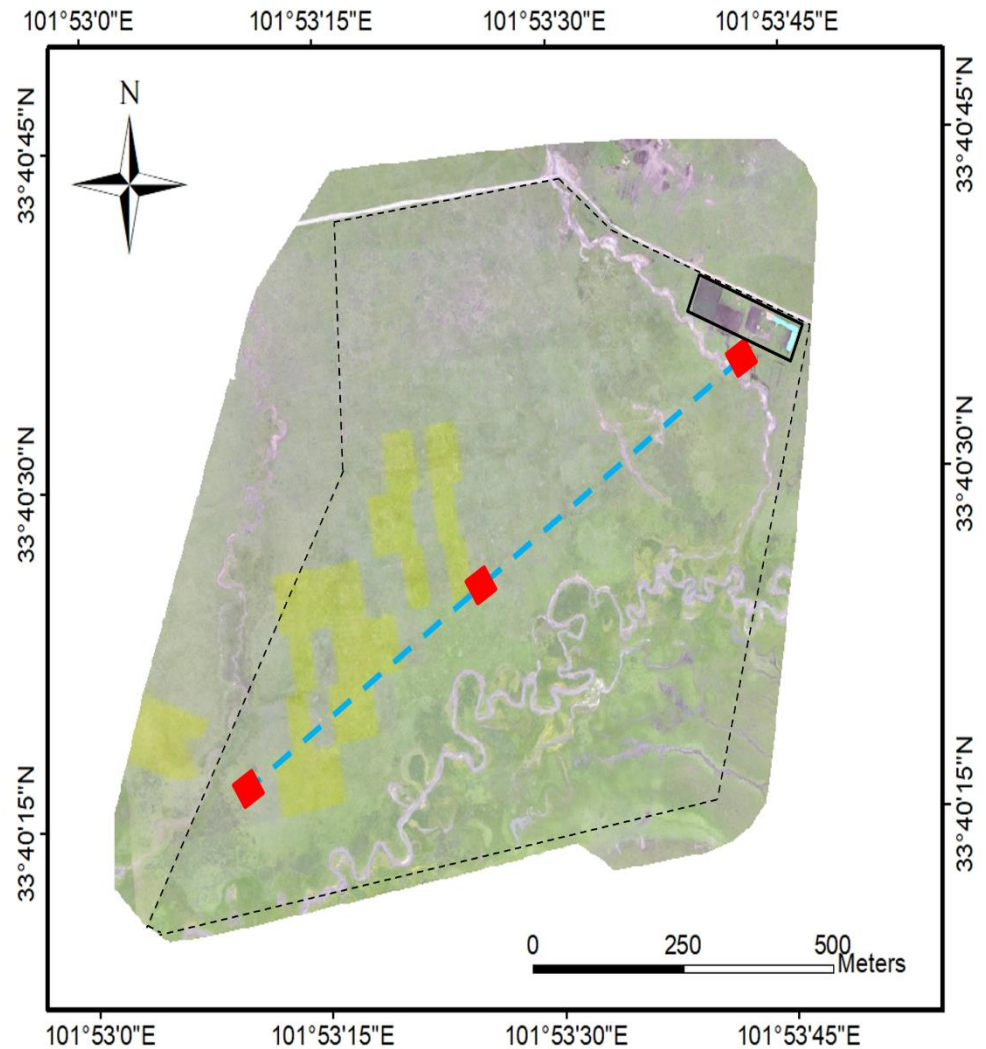
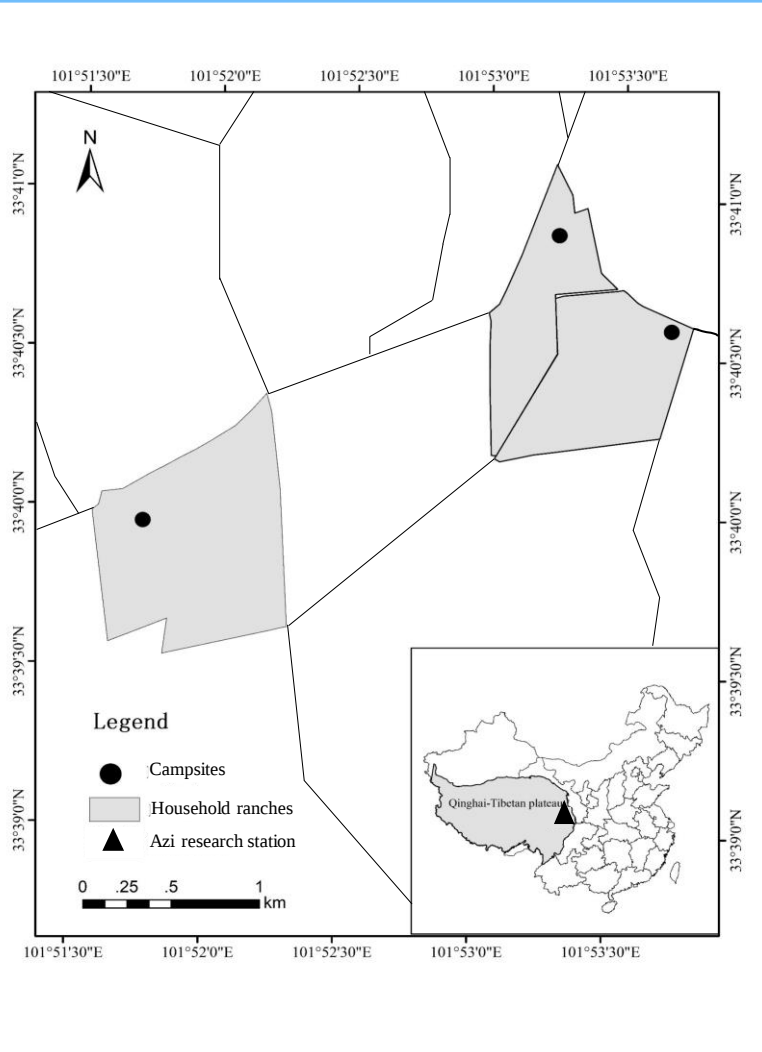
传统方法



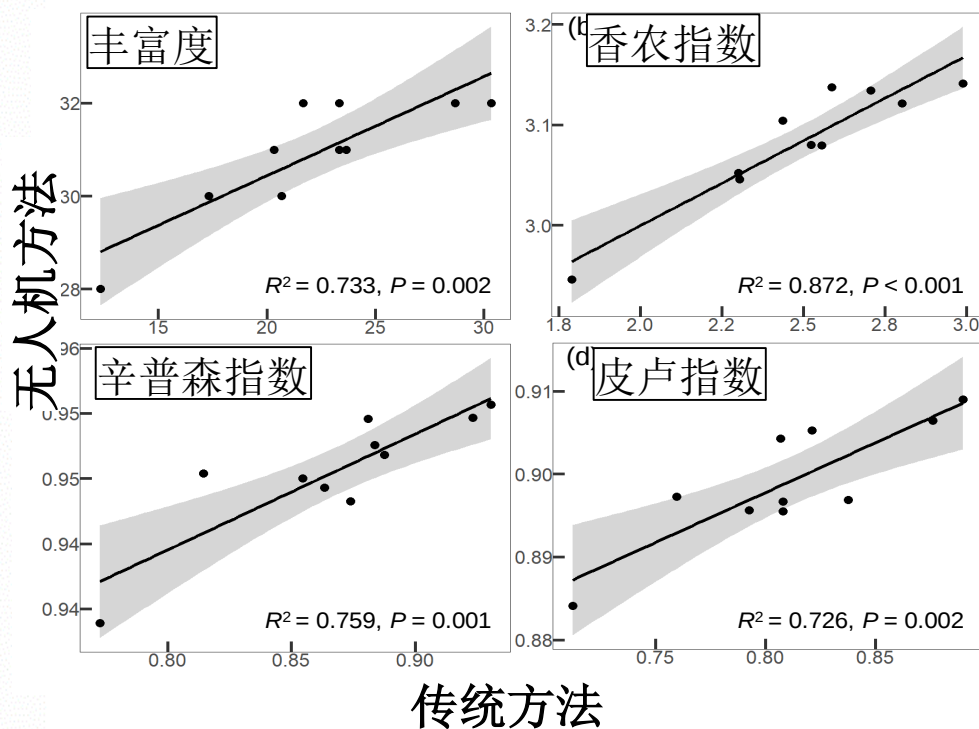
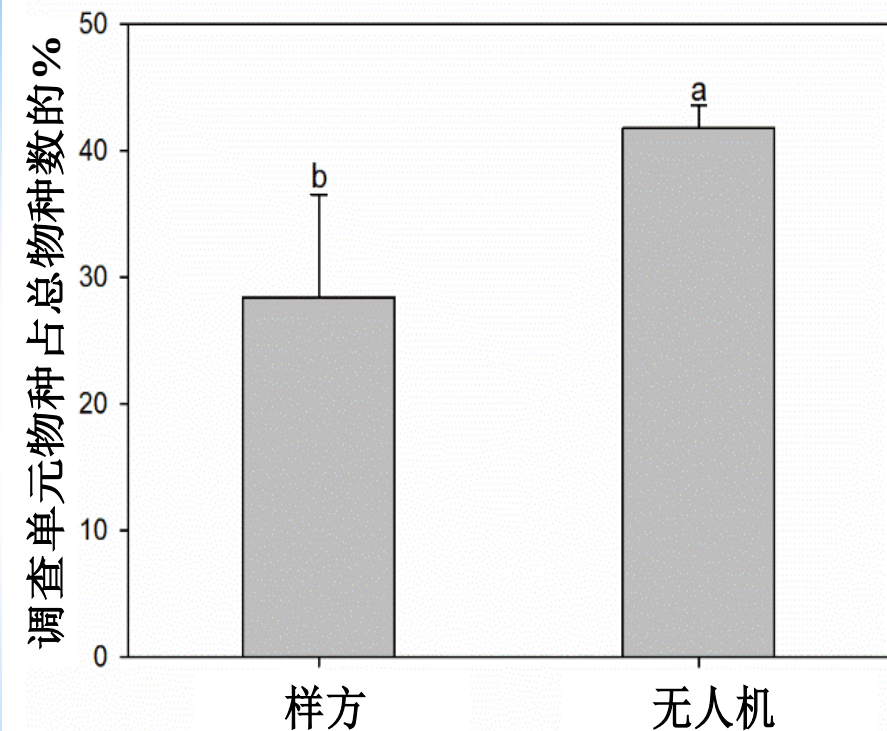
提 纲

- 研究背景
- 研究方法
- 典型应用
- 工作计划

应用-放牧

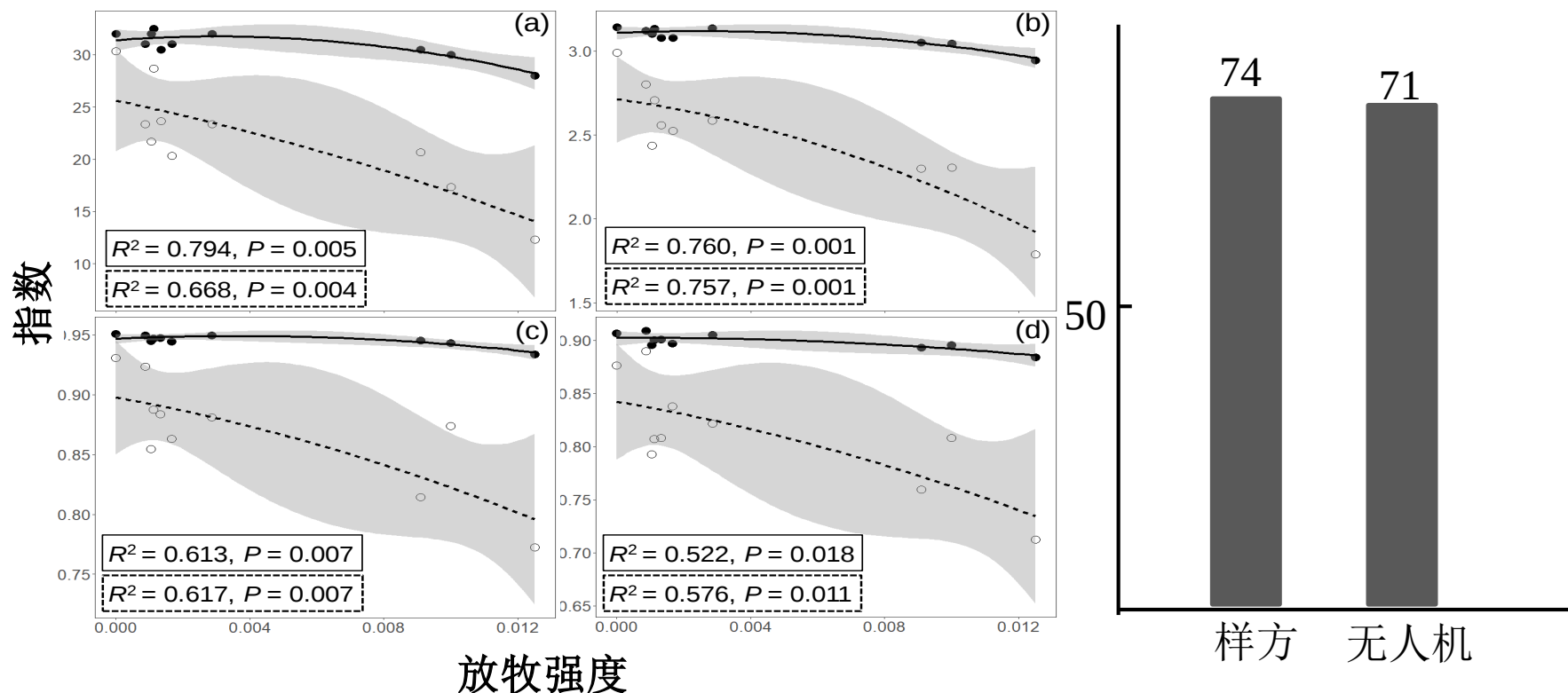


应用-放牧



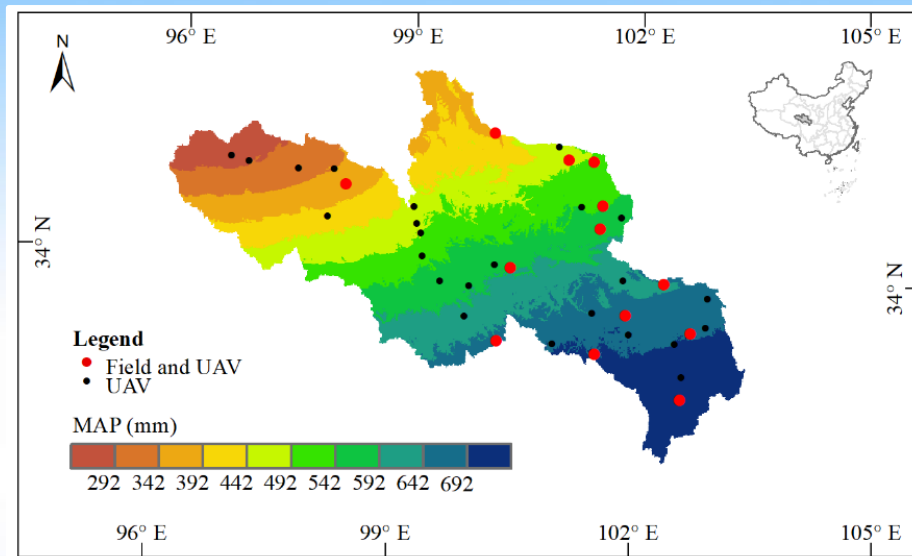
- UAV_{Belt}方法涵盖范围更大，具有更强的代表性
- 基于无人机照片获取的多样性指数与传统样方法获取的多样性指数显著线性相关

应用-放牧

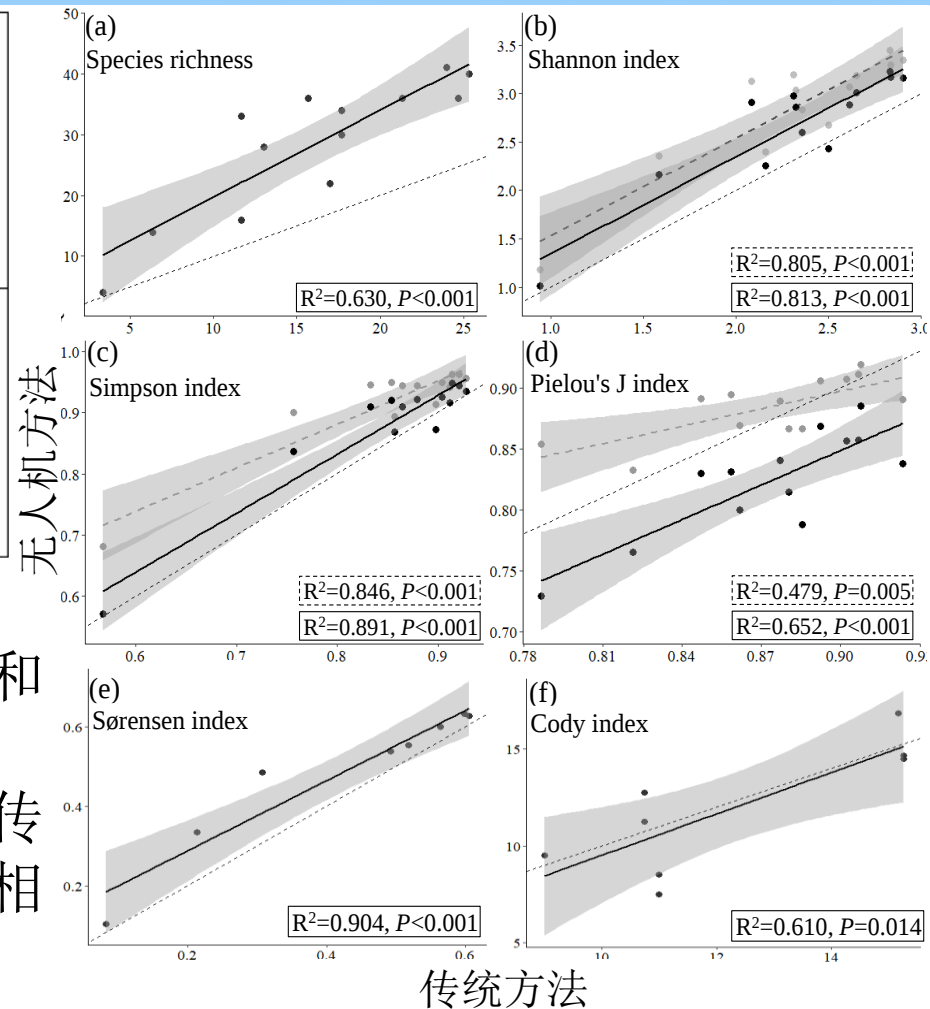


- 两种方法测定草地植物物种多样性与放牧强度关系的趋势一致，但存在随着放牧强度增加，差距增大的趋势
- 个别物种未识别 (<5%), 分辨率提升可有效克服

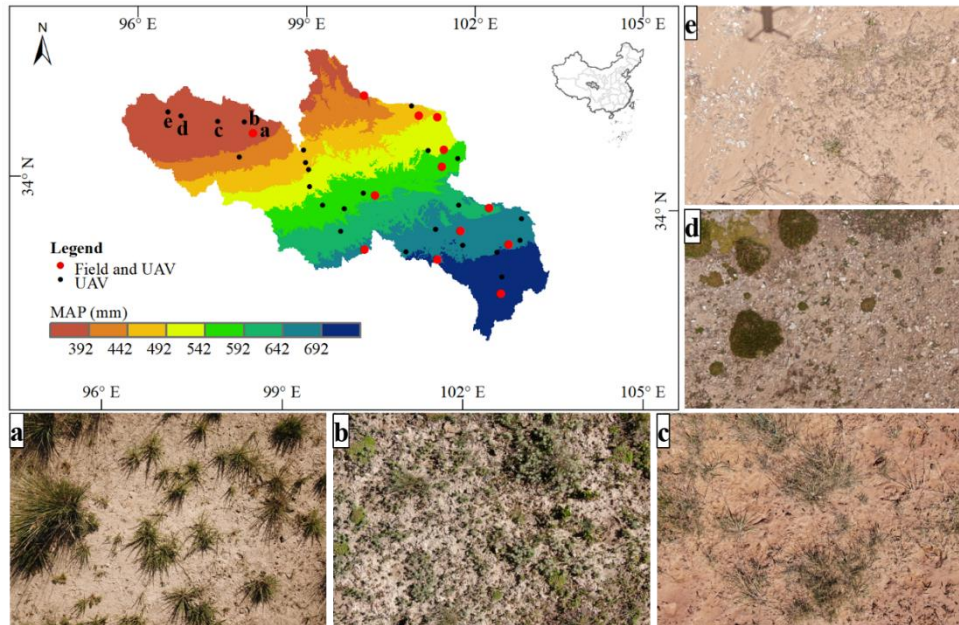
应用-降水梯度



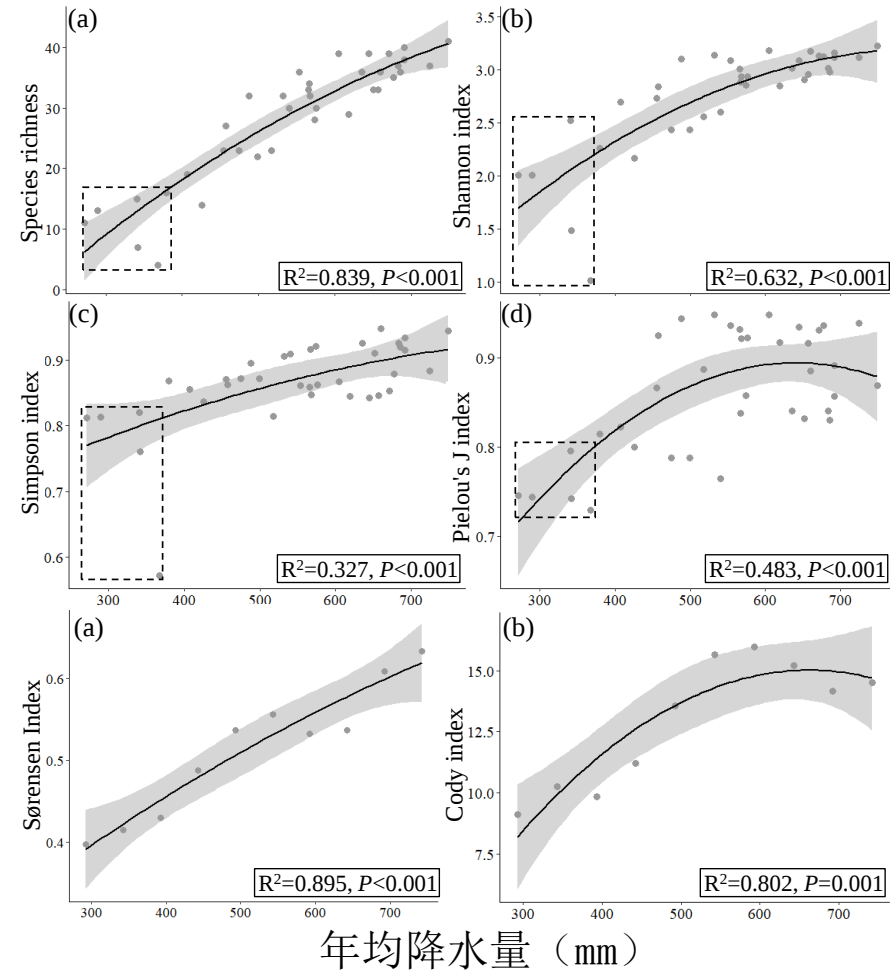
- 黄河源区建立了37个无人机航拍和地面协同调查样地（13个）
- 无人机照片获取的多样性指数与传统样方法获取的多样性指数显著相关



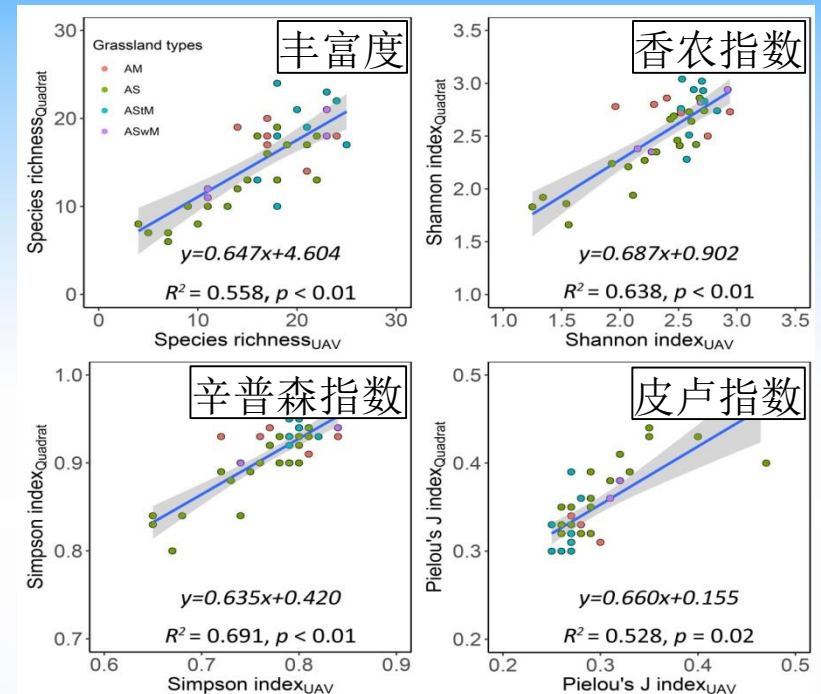
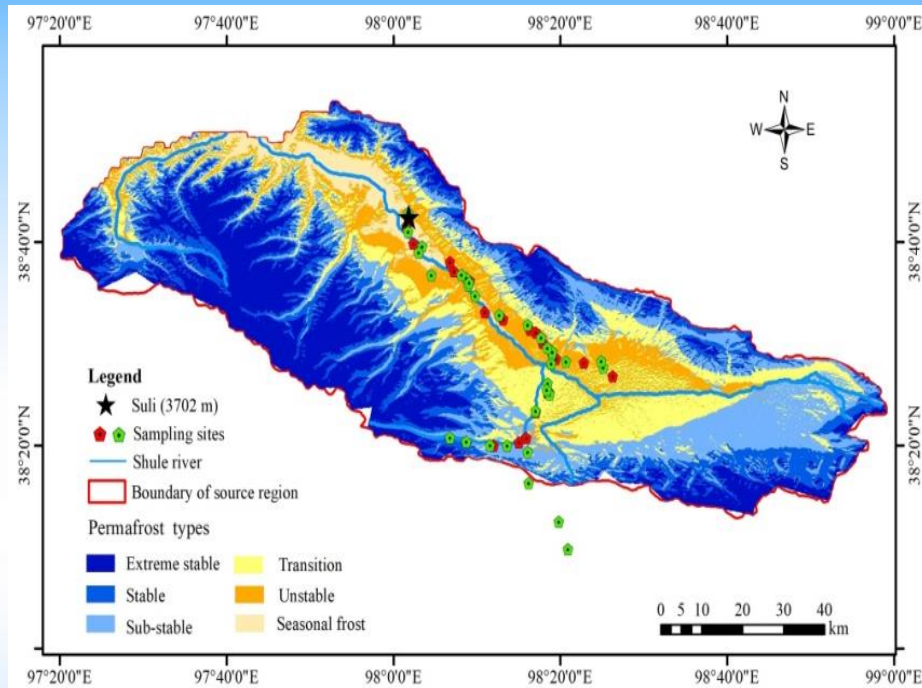
应用-降水梯度



- 降水量小，植被种类少，但异质性明显，更需要大量采样
- 本方法适宜在区域尺度开展 β 和 γ 多样性研究

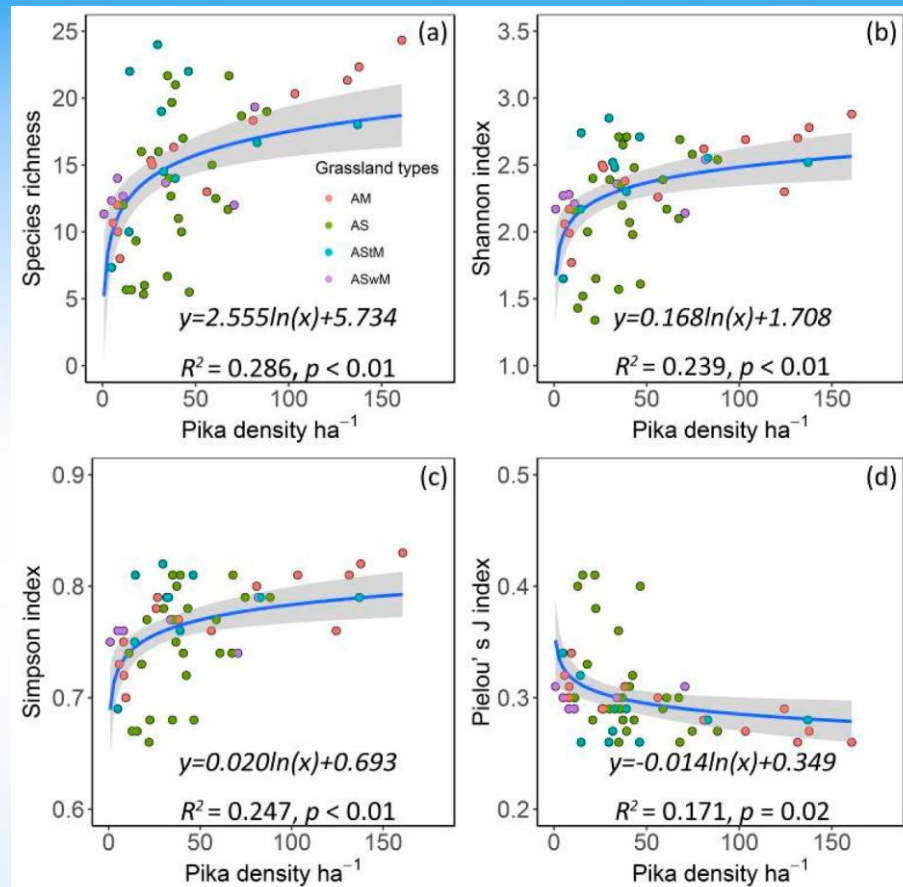
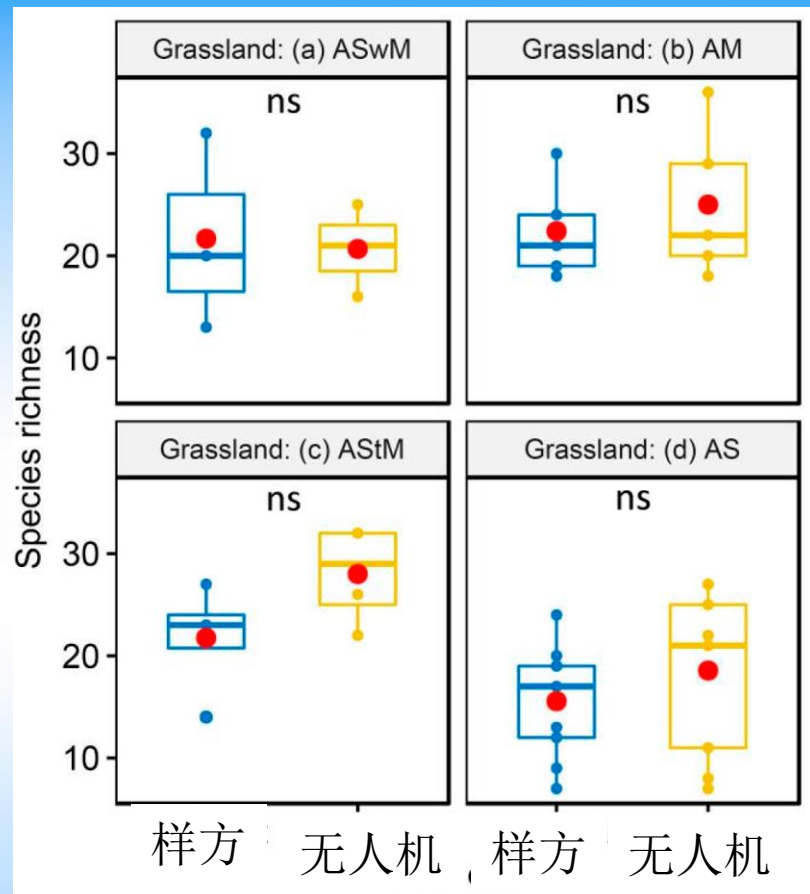


应用-多样性&鼠兔



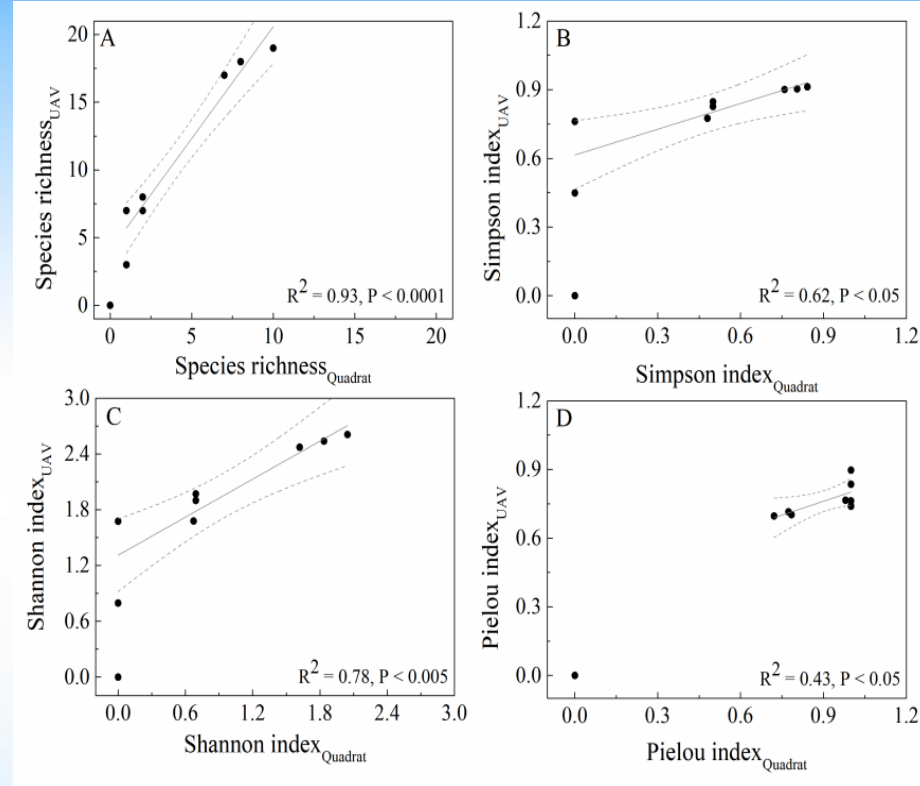
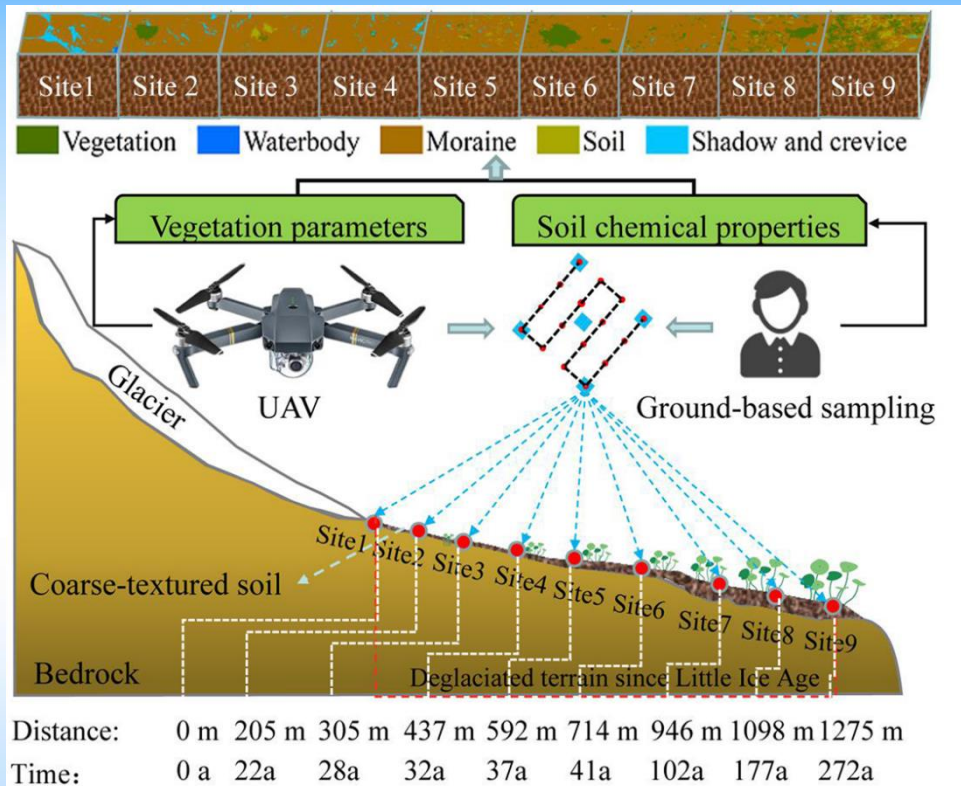
- 疏勒河源区建立了55个无人机航拍和地面协同调查样地，验证无人机航拍在调查物种多样性的可行性
- 基于无人机照片获取的多样性指数与传统样方法获取的多样性指数具有显著的相关性

应用-多样性&鼠兔



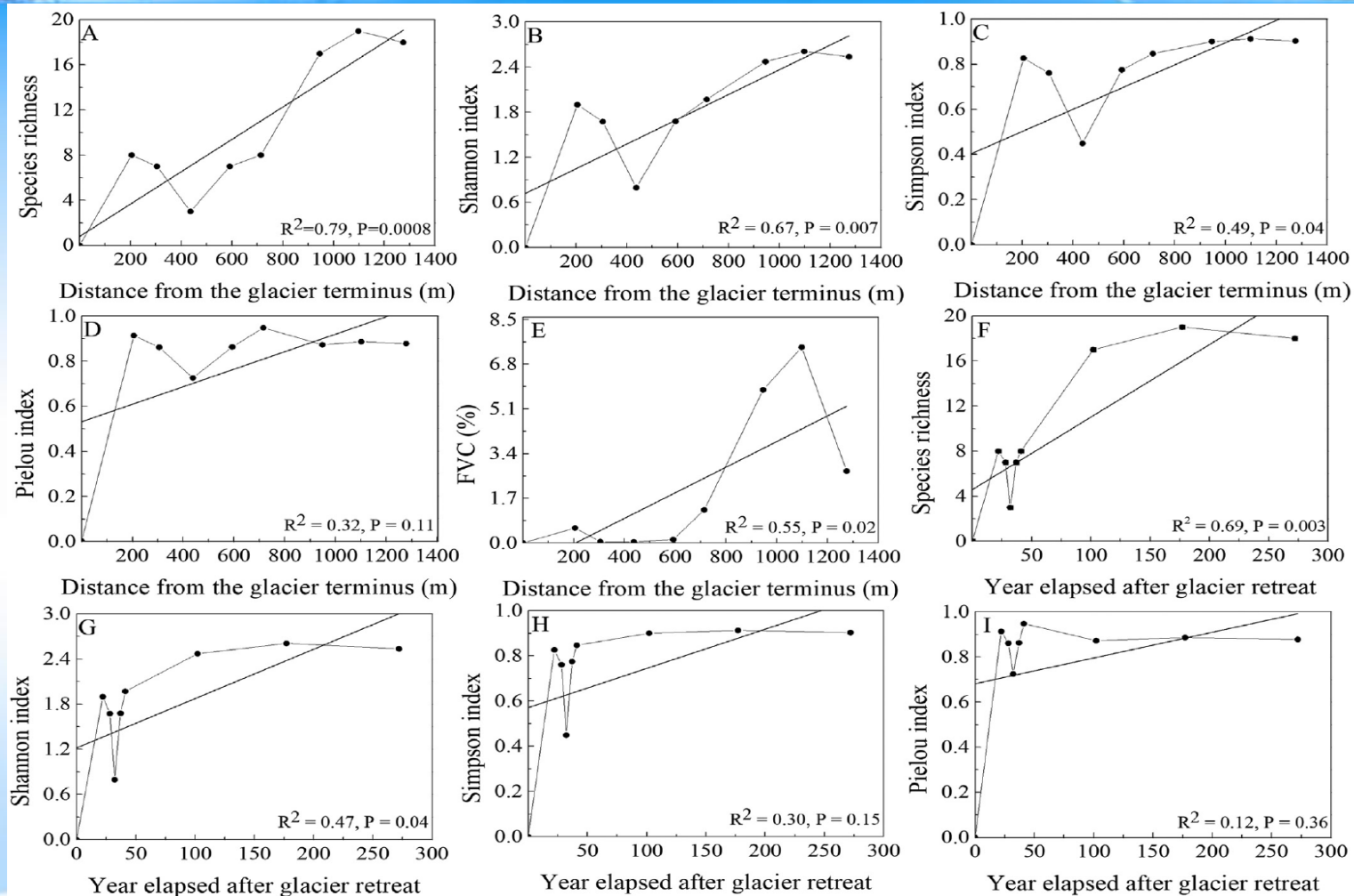
- 无人机可准确测定物种丰富度
- 揭示物种多样性与鼠兔密度的量化关系

应用-冰川前缘植被演替



- 乌鲁木齐1号冰川前缘建立了9个无人机航拍和地面协同调查样地，验证无人机航拍在植被演替调查的可行性
- 基于无人机照片获取的多样性指数与传统样方法获取的多样性指数具有显著的相关性

应用-冰川前缘植物演替

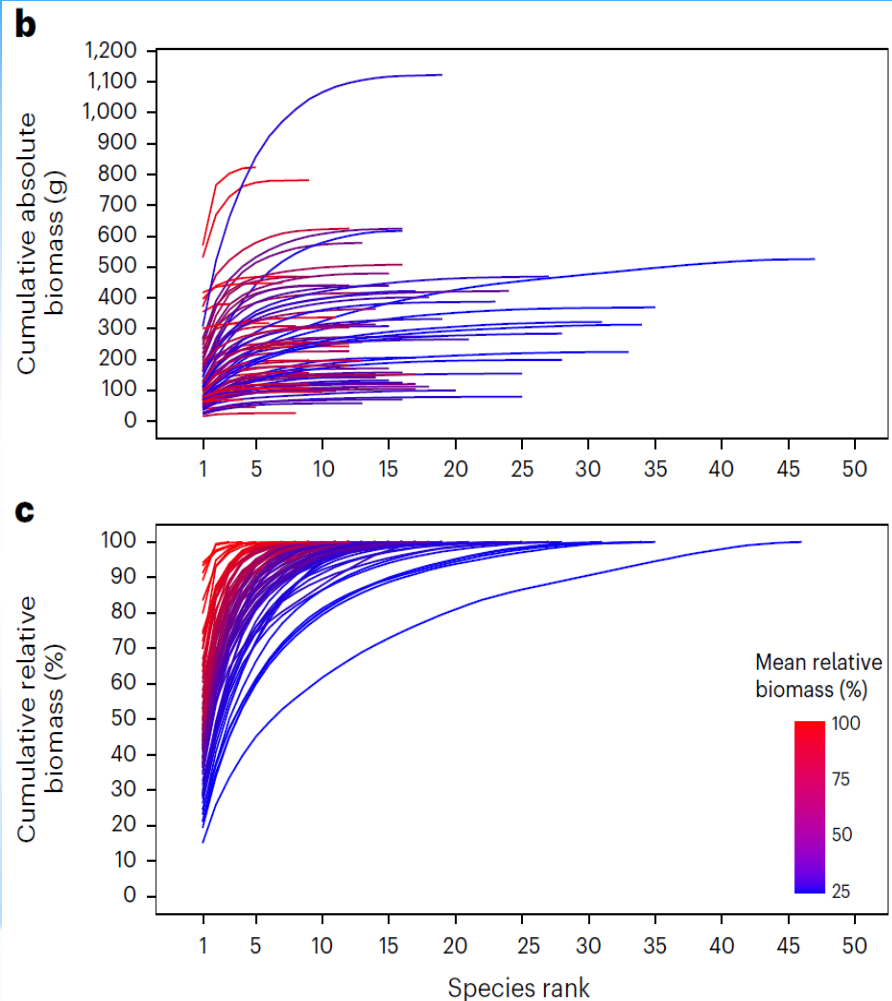


- 物种丰富度、香农指数、辛普森指数、皮洛指数随当前冰川末端距离增加和冰川退缩后时间增加而增加

提 纲

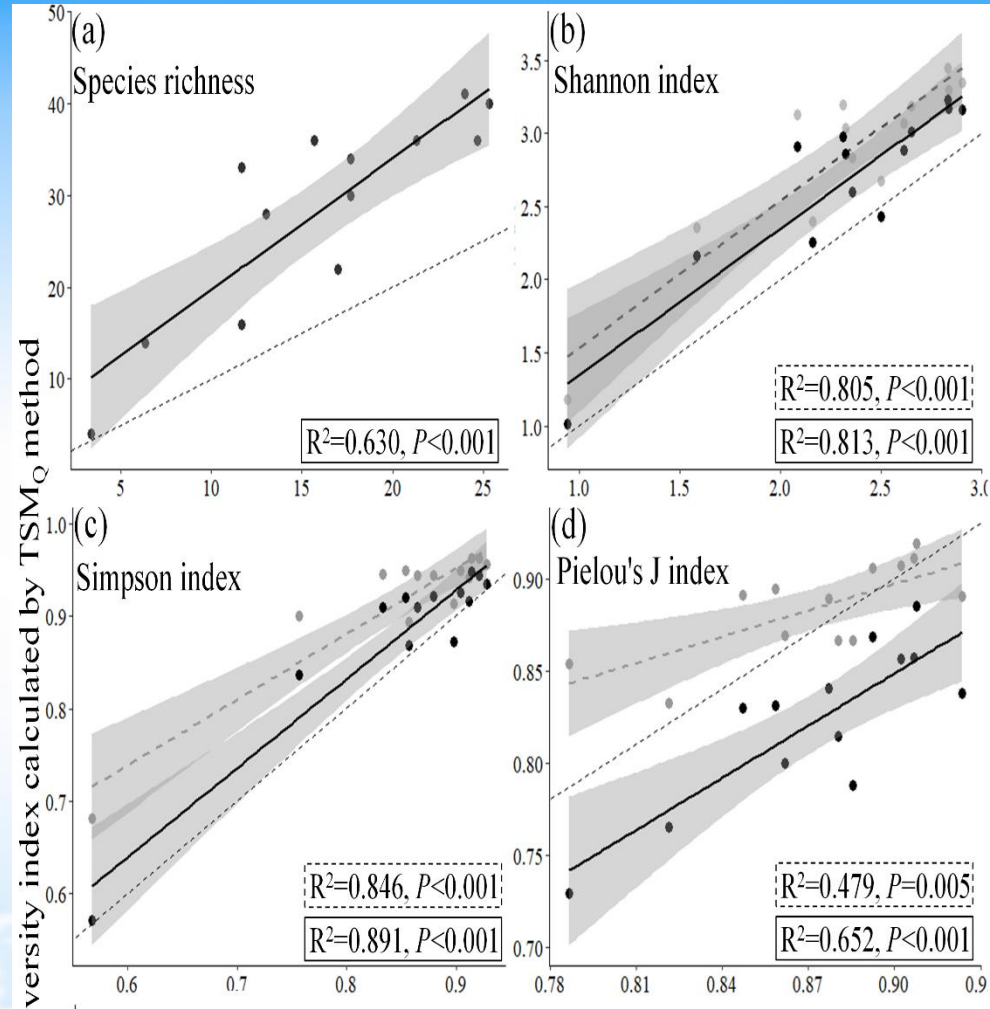
- 研究背景
- 研究方法
- 典型应用
- 工作计划

工作计划-优化测算方法



Zhang *et al.* 2025

Nature ecology & evolution



Sun *et al.*, 2022

Frontiers in Plant Science

工作计划

合作/交流





谢谢！
敬请批评指正！

