

氮添加对若尔盖高寒泥炭湿地土壤有机碳稳定性及微生物变化的影响

研究生：张艺；导师：王春梅 副教授



研究背景

若尔盖高寒泥炭湿地是我国碳密度最大的陆地碳库，也是我国面积最大的高原泥炭沼泽的集中分布区，目前此地区的年氮沉降量为 $5.5 \text{ kg hm}^{-2} \text{ a}^{-1}$ 。而我国目前已成为全球第三大氮沉降区，大气氮沉降量仍在逐年增加。

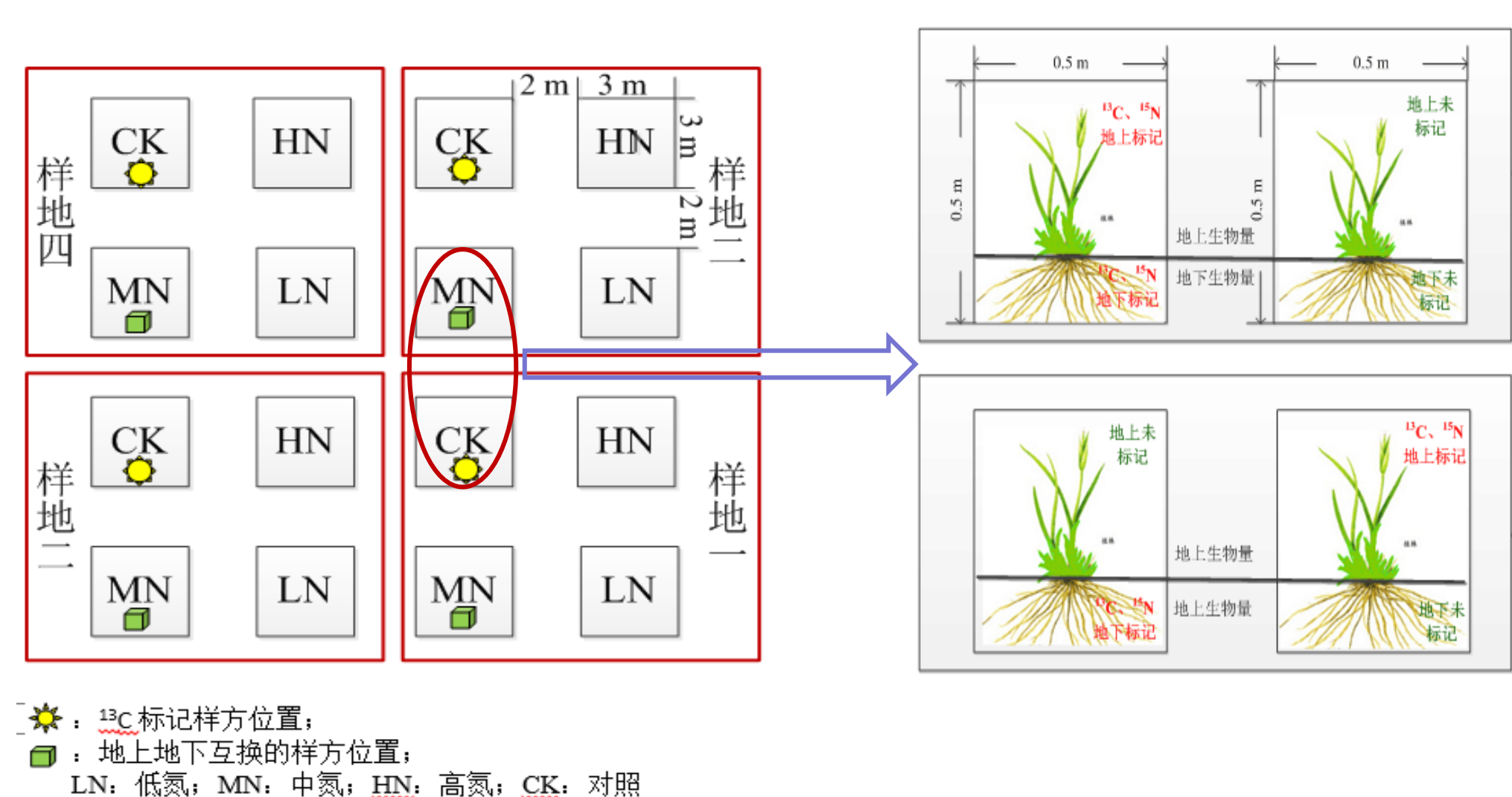
研究内容

基于研究背景，展开如下研究，探讨氮添加对高寒泥炭湿地土壤有机碳稳定性的影响及微生物变化。

- 不同水平氮添加对土壤碳输入的影响 → 全称重、原位尼龙网袋法
- 不同水平氮添加对土壤碳、氮迁移转化的影响 → 同位素标记法
- 不同水平氮添加对土壤微生物结构和功能的影响 → PCR-高通量测序平台
- 不同水平氮添加对土壤碳输出的影响 → 静态箱-气相色谱法

研究方法

采用人工施氮的方法，研究氮添加对高寒泥炭湿地土壤有机碳稳定性的影响及微生物变化，样地不设如图所示：



结果与讨论

氮添加对土壤碳输入的影响

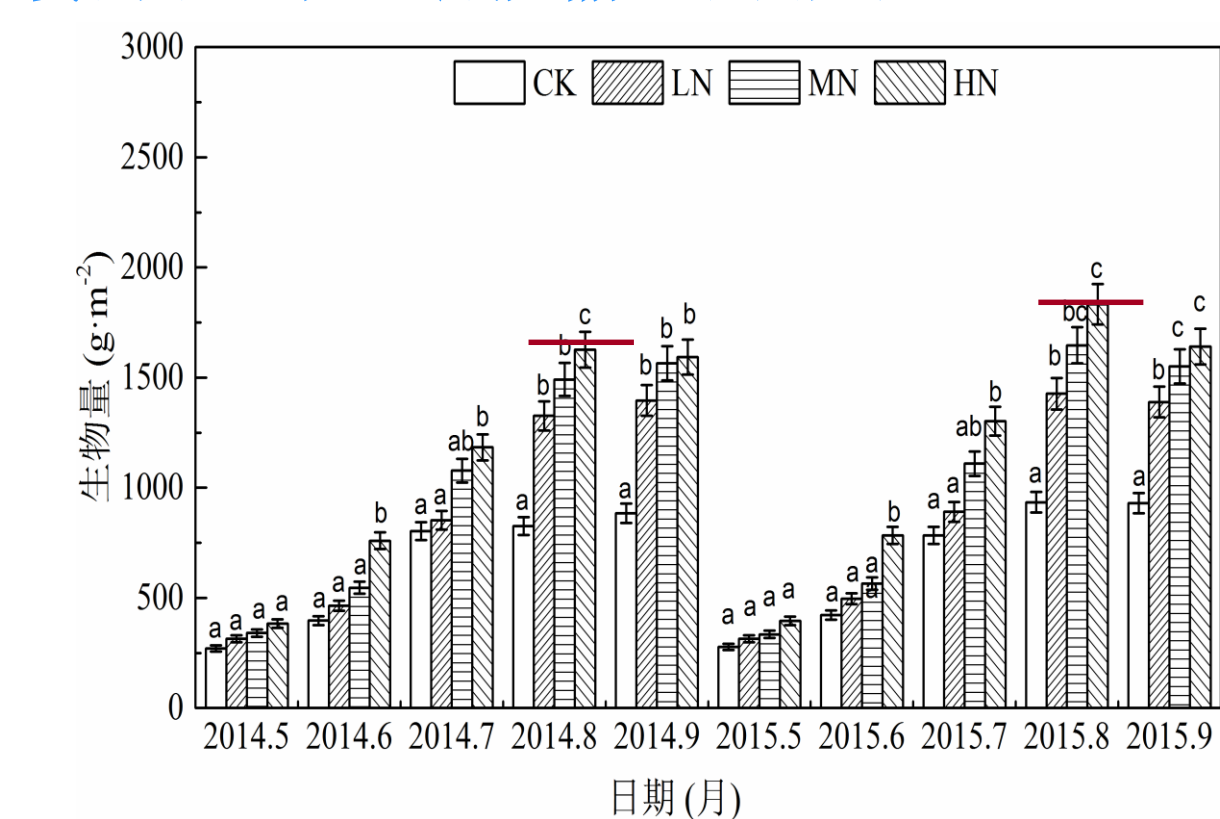


Fig.1 氮添加对地上生物量影响

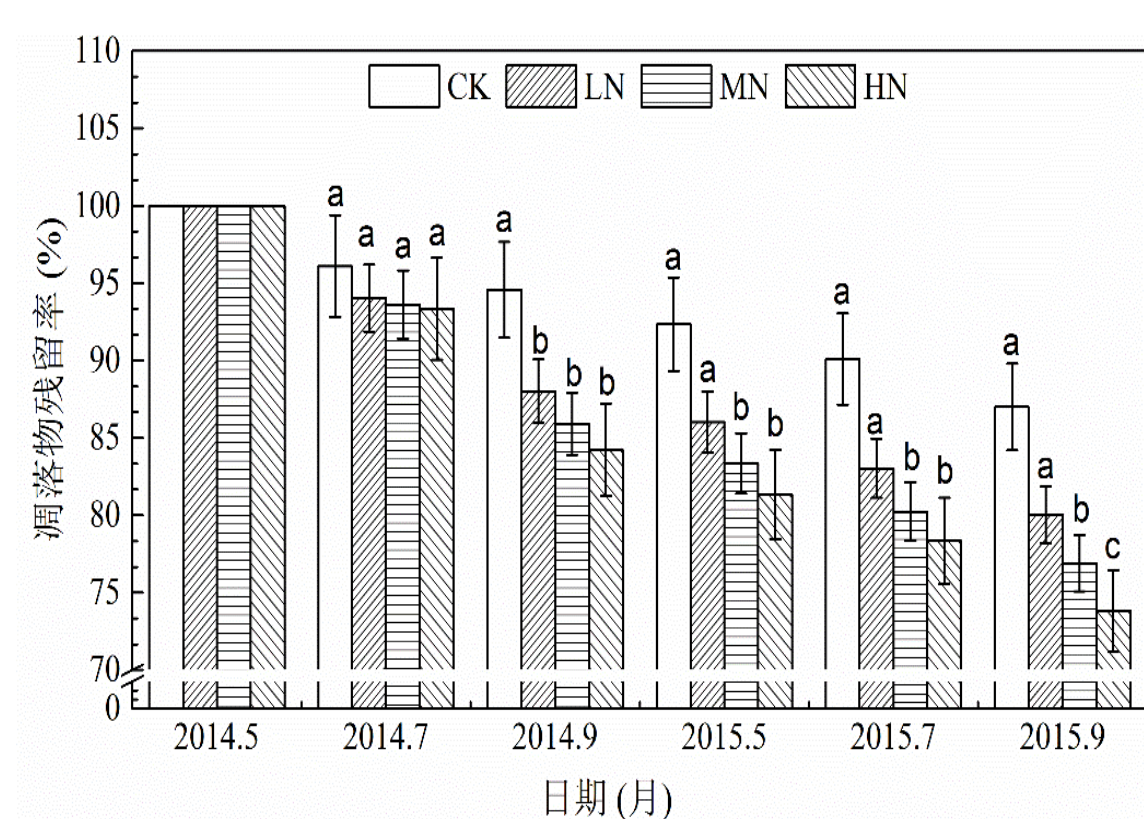


Fig.2 氮添加对凋落物残存率的影响

地上生物量随施氮量的增加而显著增加，地上生物量最大值在8月份；凋落物残存率：CK>LN>MN>HN，氮添加下的凋落物分解率显著对照115.96%（HN）、90.64%（MN）和66.60%（LN）。

Tab.1 凋落物残存率指数拟合方程影响				
处理	衰减方程	调整系数	R	分解95%凋落物所需时间
对照	$Y = X e^{-0.089x}$	0.080	0.926	6
低氮	$Y = X e^{-0.151x}$	0.151	0.880	6
中氮	$Y = X e^{-0.182x}$	0.182	0.859	6
高氮	$Y = X e^{-0.206x}$	0.206	0.842	6

氮添加抑制氮素与木质素生成难分解物质或抑制木质素酶活性，促进凋落物分解。

氮添加对土壤碳库的影响

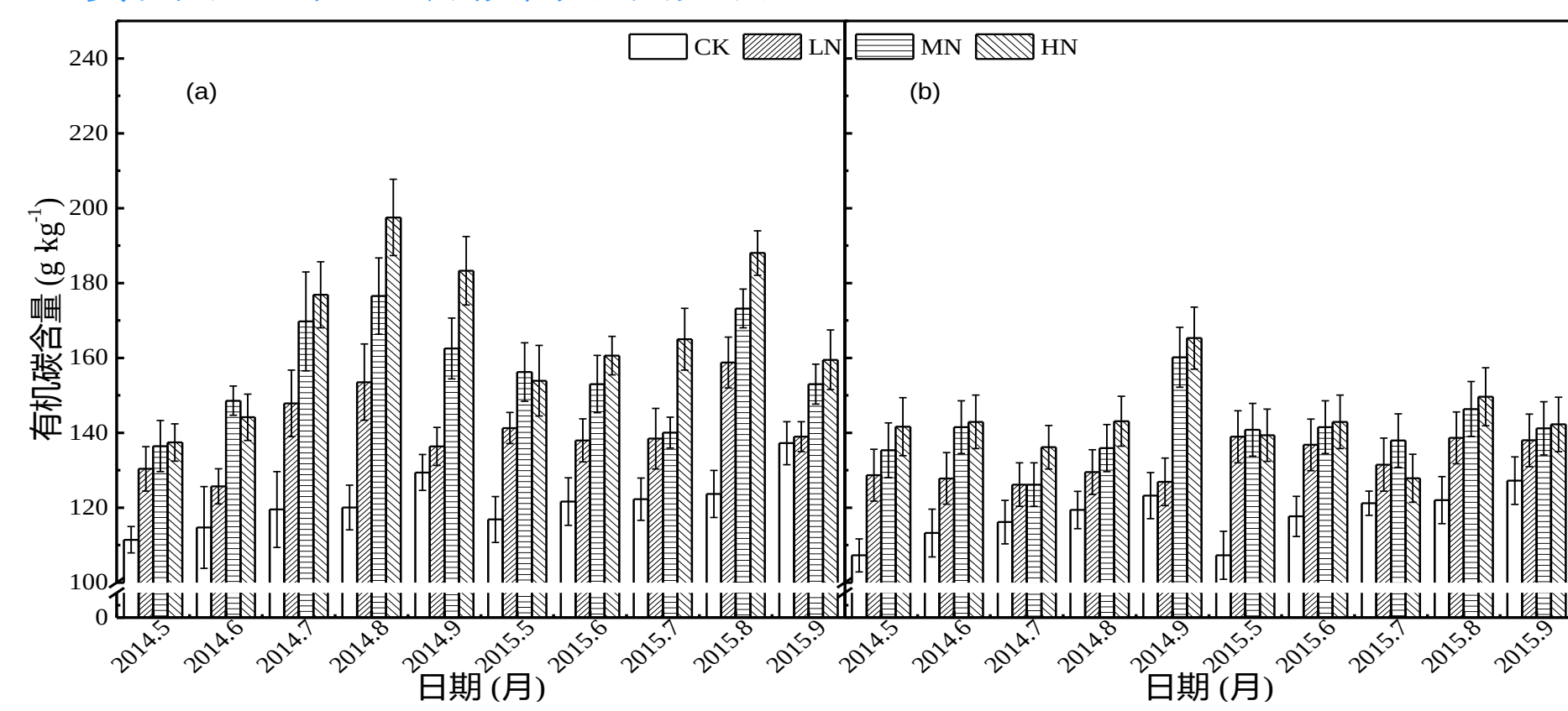


Fig.3 氮添加对土壤有机碳的影响

不同水平：高氮>中氮>低氮>对照
不同土层：无显著差异

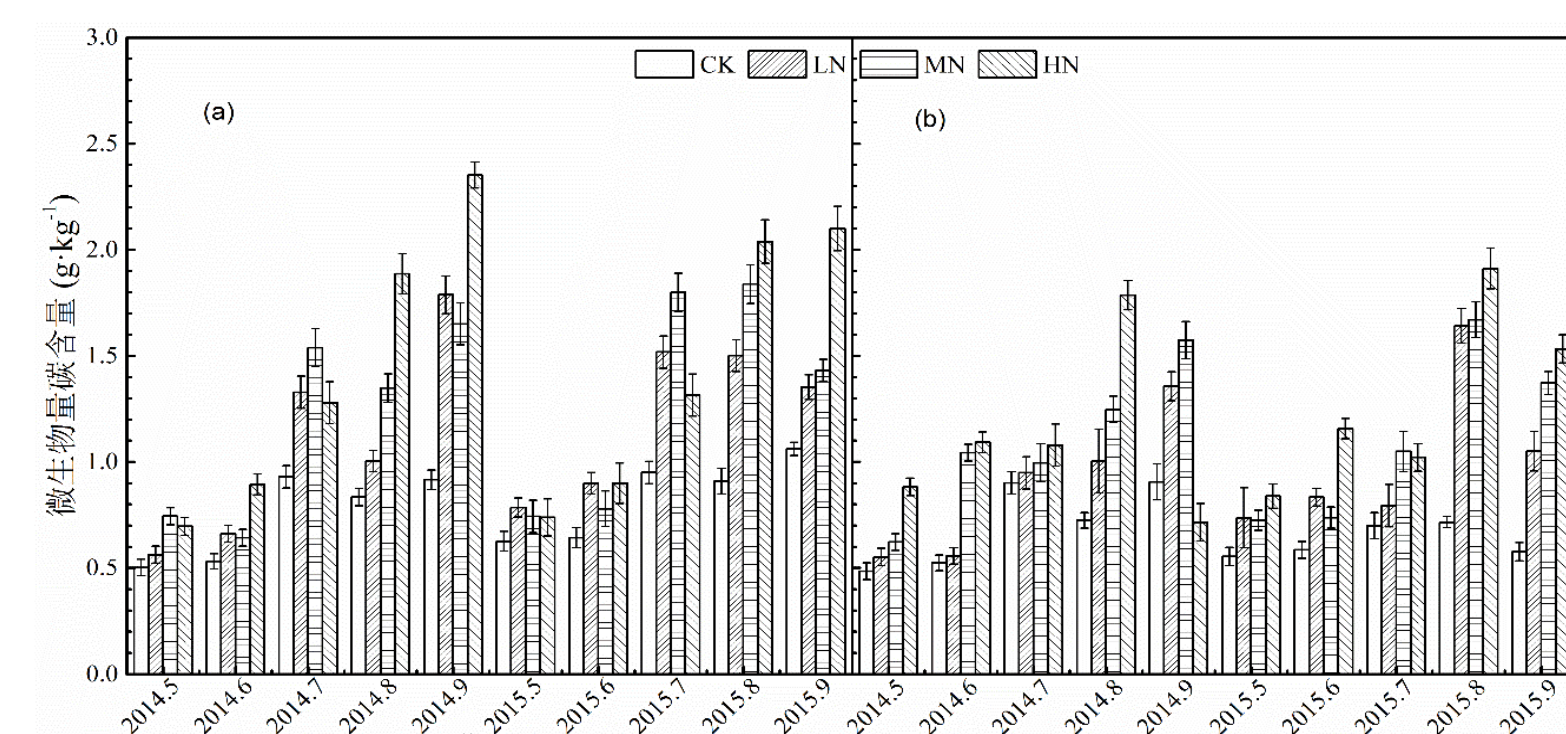


Fig.4 氮添加对微生物量碳的影响

夏季低，秋季高；
不同土层：无显著差异；
不同水平：高氮>中氮>低氮>对照

氮添加对土壤碳氮迁移动态的影响

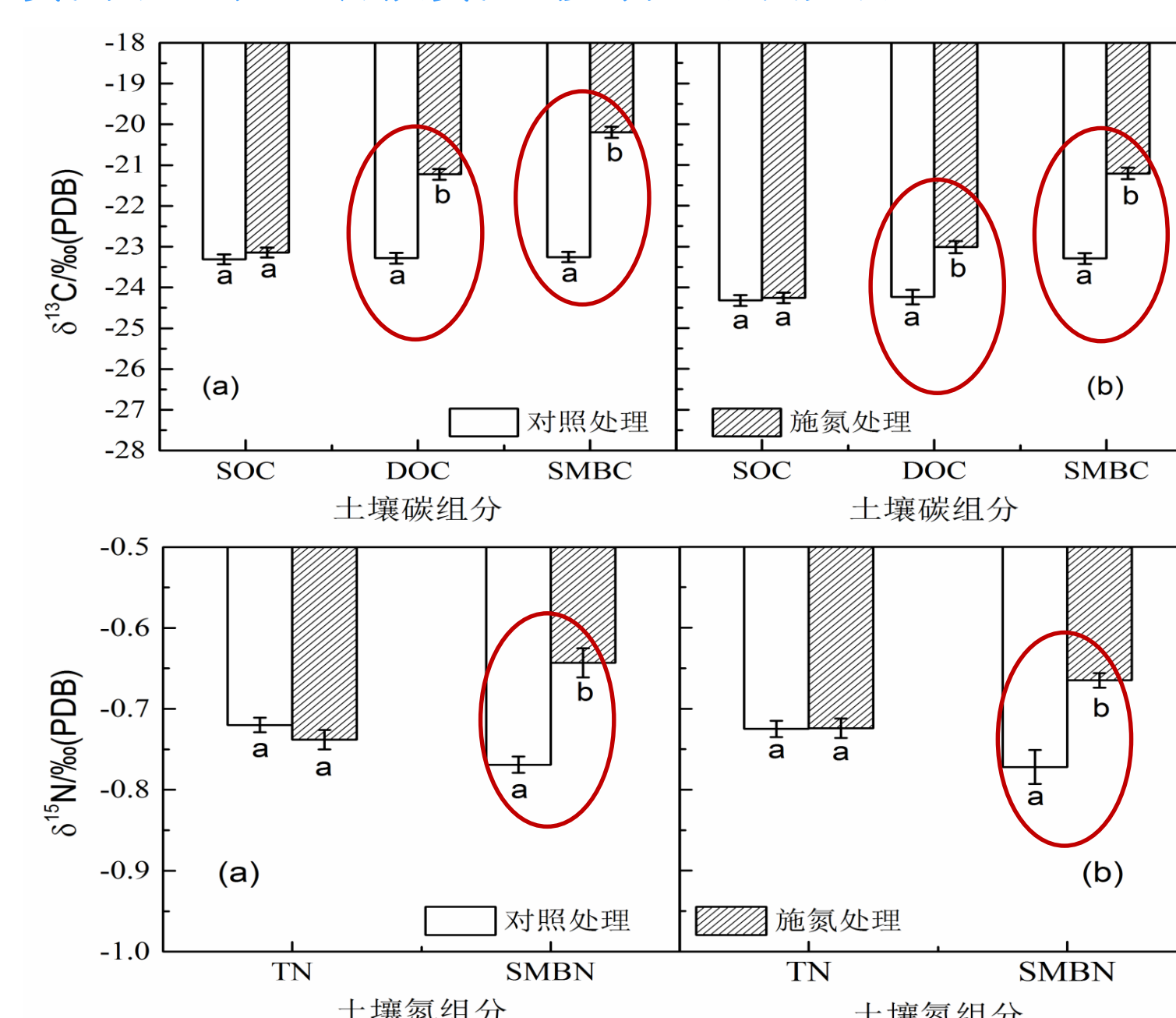


Fig.5 氮添加对土壤碳、氮组分中¹³C和¹⁵N分布的影响

氮处理下， $\delta^{13}\text{C}$ ：SMBC>DOC>SOC

施氮处理显著高于对照处理

氮处理下， $\delta^{15}\text{N}$ ：SMBN>TN

氮添加使凋落物中的碳素优先被微生物利用；施氮促使土壤中的碳素向活性碳库迁移。

氮添加对土壤微生物群落结构和功能的影响

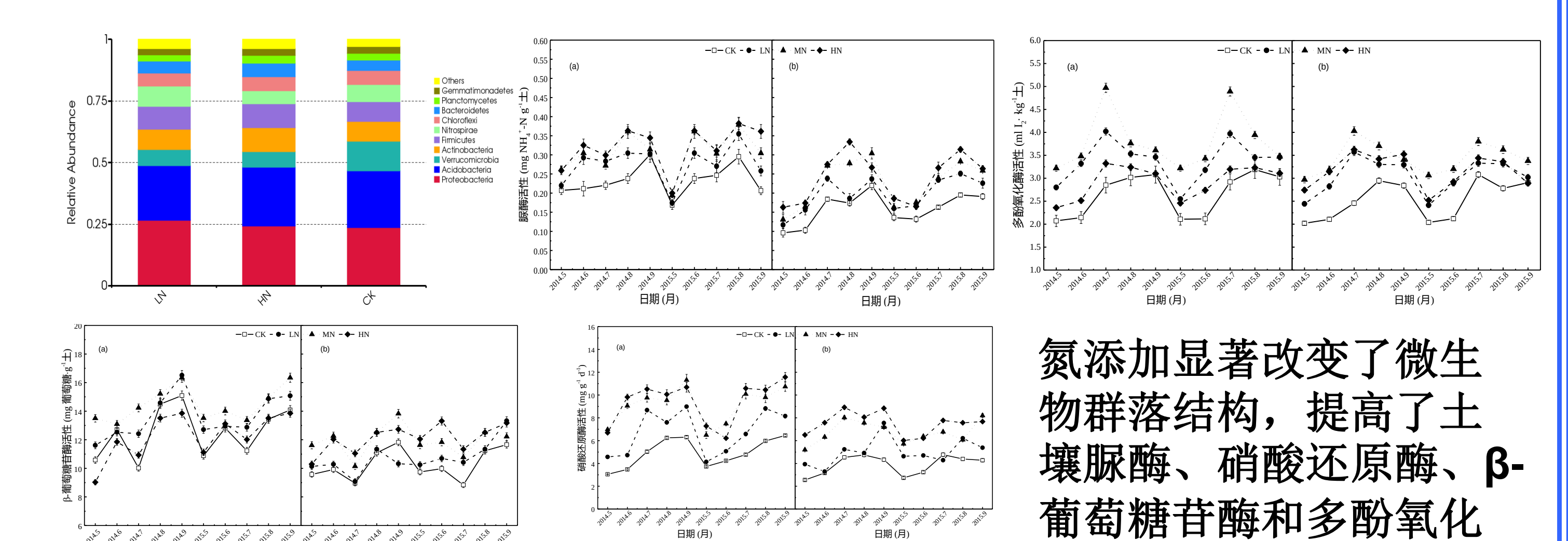


Fig.6 氮添加对土壤中微生物群落结构和酶活性的影响

氮添加显著改变了微生物群落结构，提高了土壤脲酶、硝酸还原酶、 β -葡萄糖苷酶和多酚氧化酶的活性。

氮添加对土壤碳输出（CO₂、CH₄）的影响

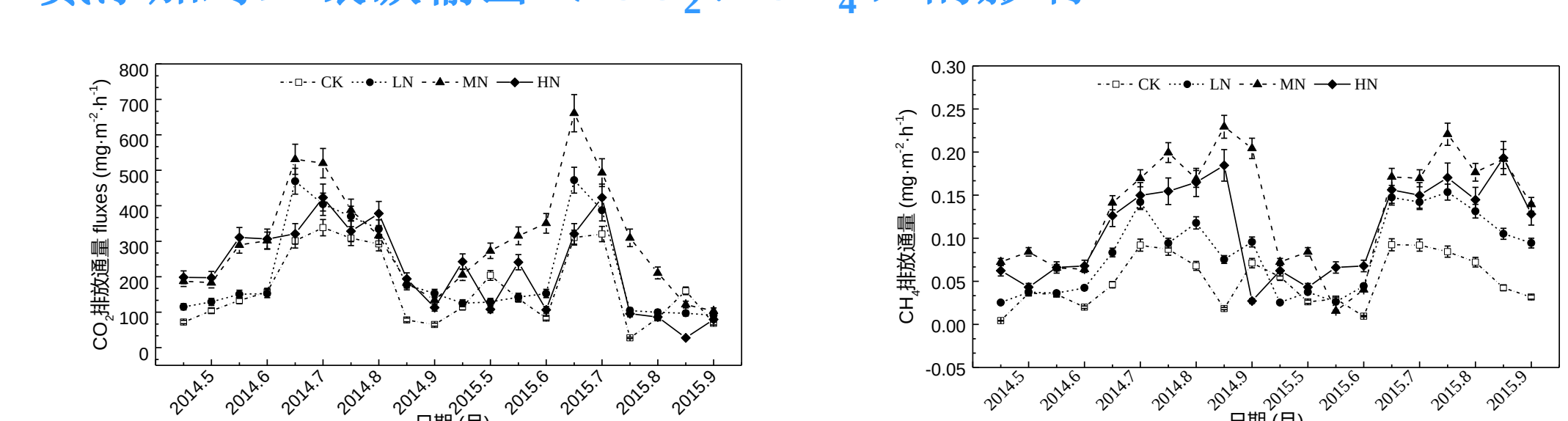


Fig.7 氮添加对土壤CO₂排放通量的影响

Fig.7 氮添加对土壤CH₄排放通量的影响

氮添加显著促进了土壤中CO₂、CH₄的排放，且呈现中氮处理>高氮处理>低氮处理>对照处理

结论

- 氮添加显著增加了地上生物量和凋落物的分解速率。
- 微生物对地上新形成的凋落物的分解速率高于地下难分解的凋落物。
- 氮添加使得CO₂、CH₄的平均排放通量在中氮处理下的促进作用尤为显著。
- 氮添加显著增加了变形菌门、酸杆菌门、放线菌门、厚壁菌门和绿弯菌门的相对丰度，显著降低了高寒草原和草甸特有菌群（疣微菌门和硝化螺菌门）的相对丰度；过高的氮添加对古生菌丰富度的促进作用减弱。
- 氮添加显著促进了土壤中脲酶、硝酸还原酶、 β -葡萄糖苷酶和多酚氧化酶活性，对过氧化氢酶活性的影响不显著。湿地土壤碳输入、碳输出与土壤酶活性之间存在显著相关性。

课题来源

国家自然科学基金：高寒泥炭湿地土壤碳稳定性对氮沉降的响应机制研究（41373069）

主要研究成果：

- 张艺，王春梅，许可，杨欣桐. 模拟氮沉降对温带森林土壤酶活性的影响[J]. 生态学报.
- 张艺，王春梅，许可，韩金锋，杨欣桐，林嘉莉. 若尔盖湿地土壤温室气体排放对模拟氮沉降增加的初期响应[J]. 北京林业大学学报.