



中国农业科学院农业资源与农业区划研究所

Institute of Agricultural Resources and Regional Planning, CAAS

# 氮肥利用率对有机肥响应的区域差异 及影响因素

任科宇 段英华 徐明岗 张旭博

2019 年植物营养与肥料学会学术年会

汇报时间：2019年08月08日

# 报告内容

一、研究背景

二、研究目标

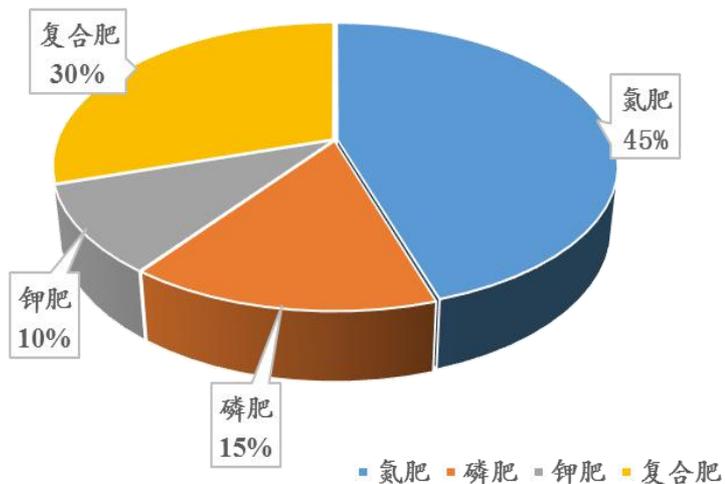
三、研究方法

四、主要结果

五、结论

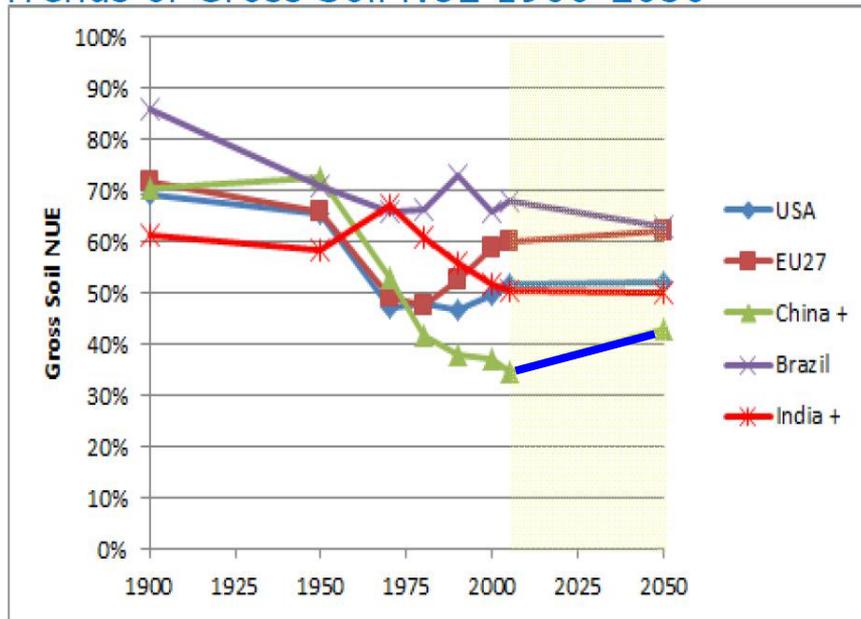
# 一、研究背景

1978-2016年各种肥料平均占比



数据来源于：2017年中国统计年鉴

Trends of Gross Soil NUE 1900-2050



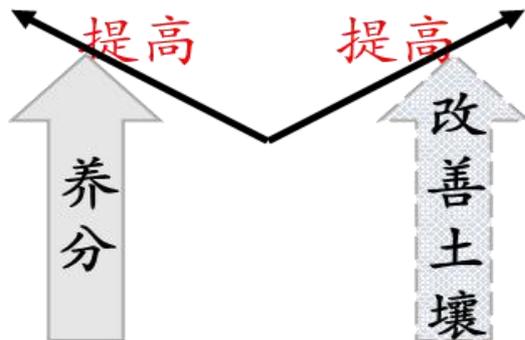
Source Bouwman et al., PNAS 2011 (IAASTD - baseline)

氮肥在作物**产量**和**品质**  
形成中起着关键作用

Nitrogen use efficiency  
Serious environmental  
problem



产量 NUE



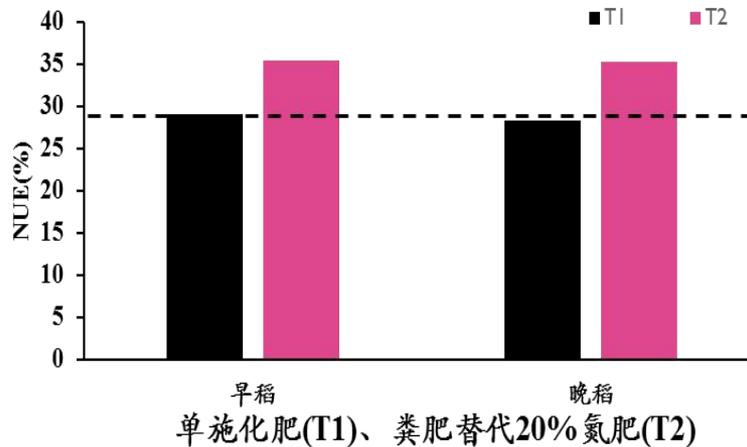
**等氮，配施有机肥**

(徐明岗等, 2008; Zhang et al., 2009)

气候条件    土壤因素    作物类型    施氮量    ...

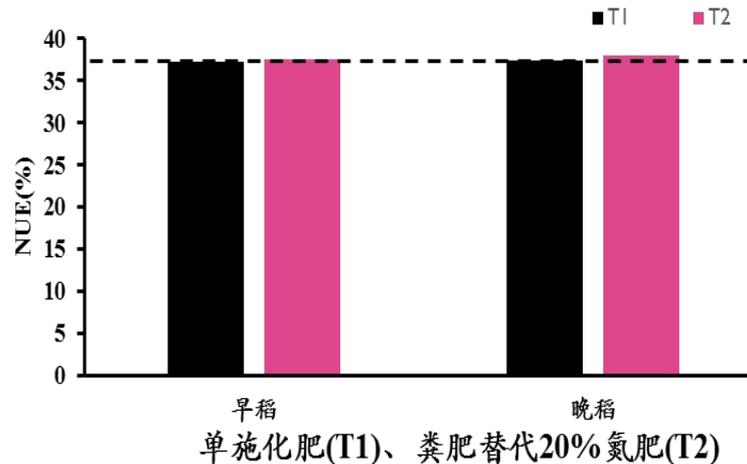
(巨晓棠, 张福锁, 2003; 巨晓棠, 谷保静, 2014)

湖南有机无机肥配施对水稻氮肥利用率的影响



(谭力彰等, 2018)

浙江有机肥化肥配施对水稻氮肥利用率的影响



(周江明等, 2012)

# 有机肥的“增效”作用？及其影响因素？

## 二、研究目标

**明确**有机肥“增效”的作用；

**阐明**影响有机肥“增效”作用的主要因素；

**最终为有机肥的合理施用，氮肥的高效利用提供理论依据。**

注：

有机肥“增效”作用：相对于单施化肥(NPK)，配施有机肥(NPKM)后对NUE的正效应作用

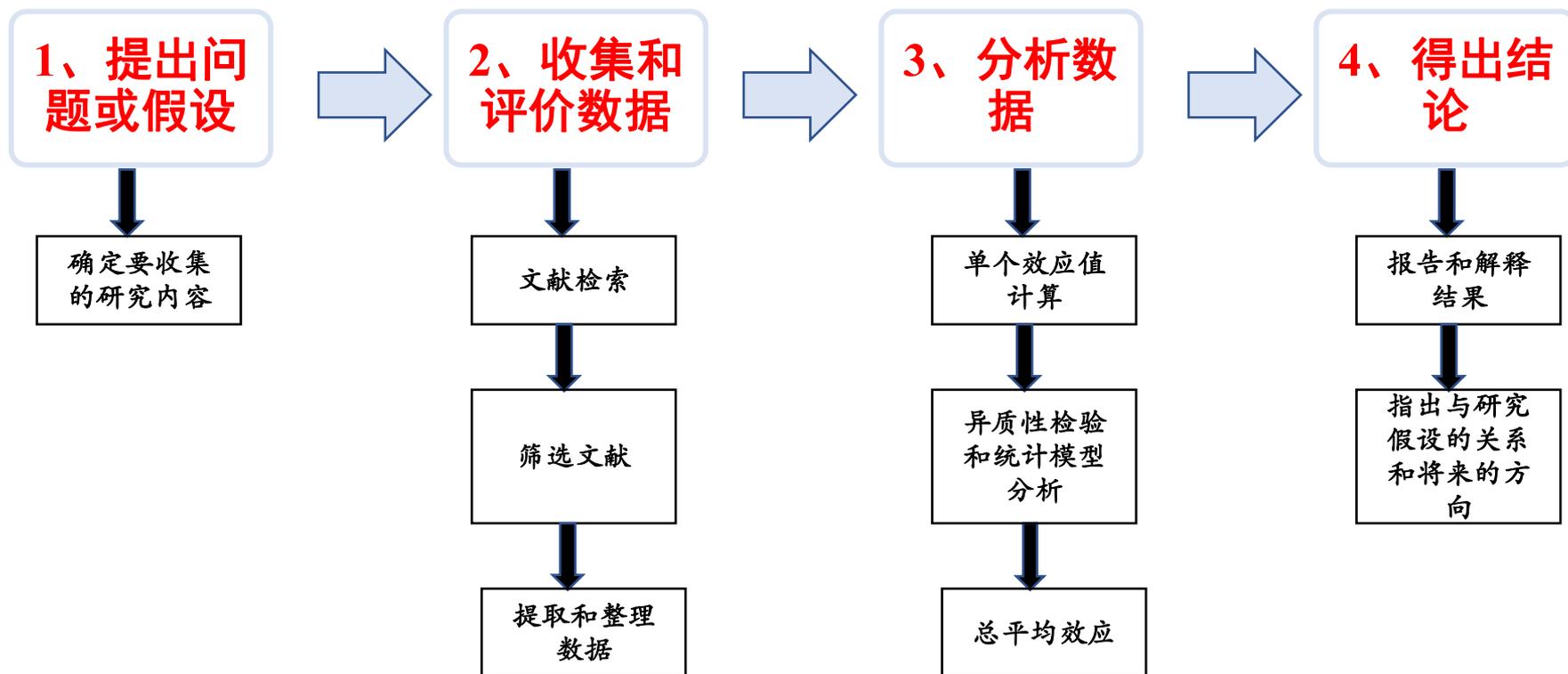
# 三、研究方法

## 整合分析 (Meta-analysis)

**Meta-analysis:** 一种对同一主题下的多个独立试验(研究)进行综合的统计分析方法。

关注存在争议和局部已知而整体未知的课题, 能在更大的空间尺度上回答单个研究无法回答的问题。

步骤:

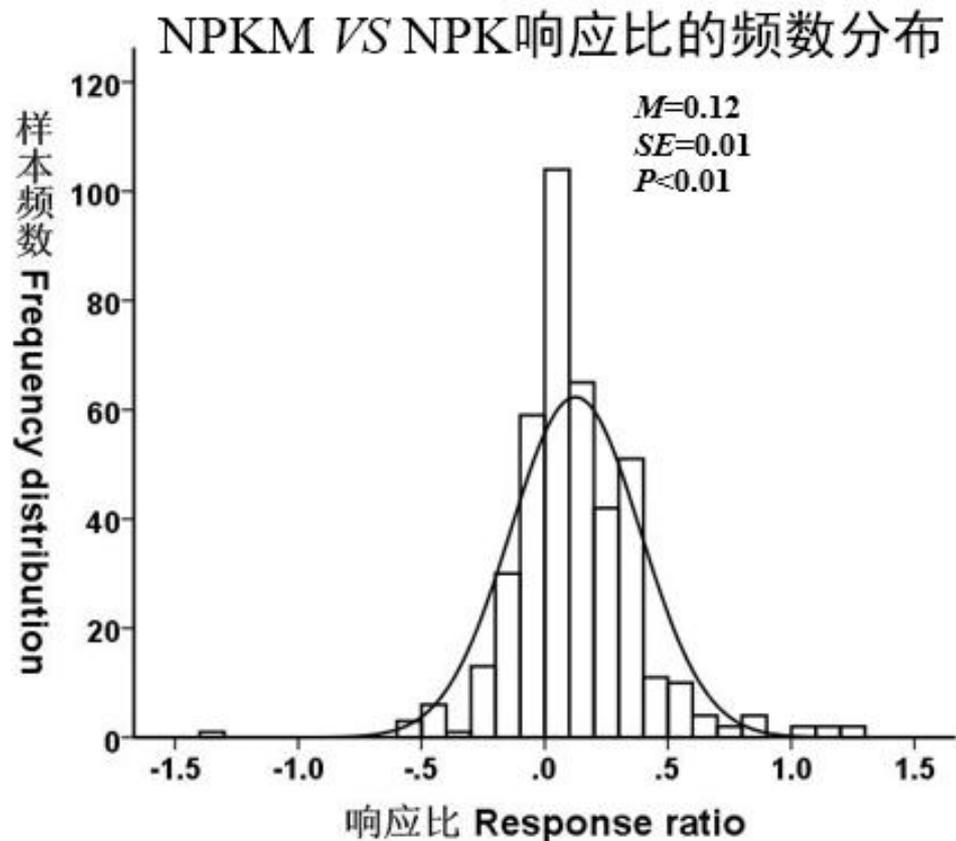
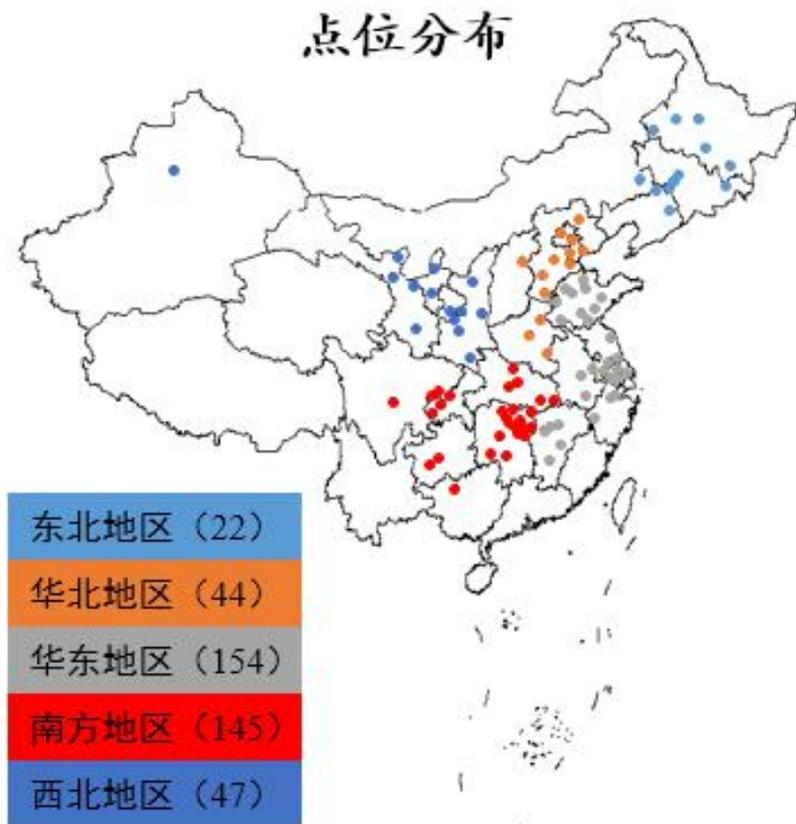


# 数据收集

文献来源	截止到2018年Web of science、中国知网、万方等文献库
关键词	小麦、玉米、水稻 (wheat、maize、rice)、施氮量(nitrogen application rate)、有机无机配施(Organic and inorganic fertilizer)、施肥措施(fertilization practices)、吸氮量(N uptake)、氮肥利用率(NUE)、产量(yield)
文献筛选条件	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ 有试验前土壤基础理化性质</li><li>➤ <b>试验包括施用PK、NPK和NPKM处理（等N投入）</b></li><li>➤ 有试验后作物的籽粒产量和氮肥利用率</li><li>➤ 平均值、标准偏差(或标准错误)和选择变量的重复数可直接或通过计算获得</li></ul>

**文献110篇，数据412组**

# 数据分布及检验



数据上符合Meta分析的要求

# 数据处理及分析

区域划分：七大地理区划

东北、华北、华东、西北和南方地区

土壤养分含量划分：参考全国第二次土壤普查时土壤养分等级划分标准



气候因子划分：参考已发表文献及中国温度带、干湿区的划分来进行分组

例如：年均降雨量，统分为三组： $\leq 600\text{mm}$ 、 $600-1200\text{mm}$ 、 $>1200\text{mm}$

## 分析方法

统计分析、差异性检验

有机肥的区域“增效”差异

Meta分析

各因素条件下有机肥的“增效”作用

随机森林模型

各区域影响“增效”作用的主控因素

## 四、主要结果

---

◆ 结果1： 有机肥的“增效”作用

◆ 结果2： 影响有机肥“增效”作用的主要因素

# 结果1：我国各个地区有机肥“增效”作用

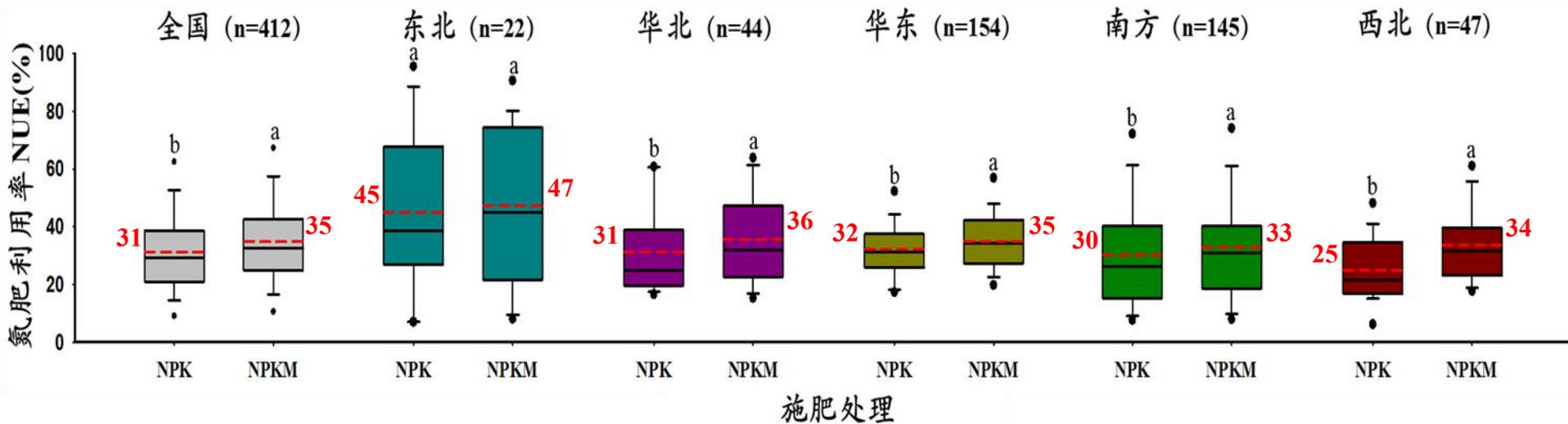


图1、NPK和NPKM下我国不同区域的氮肥利用率

- 全国总体来看，施用有机肥后作物的氮肥利用率显著提高**4%**。
- 我国华北、华东、南方和西北地区，施用有机肥后氮肥利用率分别显著提高了**5%**、**3%**、**3%**和**9%**。
- 我国东北地区的氮肥利用率相对较高，NPK和NPKM处理下分别达到**45%**和**47%**，但两者间**无显著差异**。

# 结果1: 不同施氮量有机肥“增效”作用

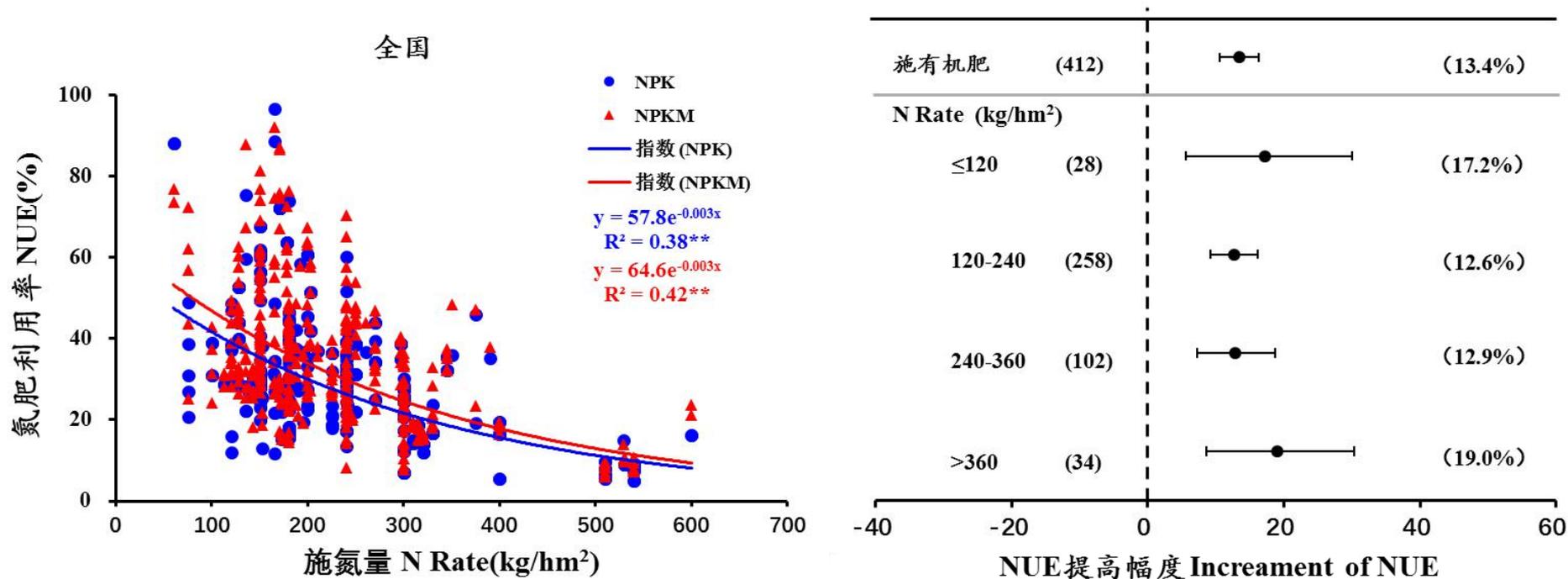
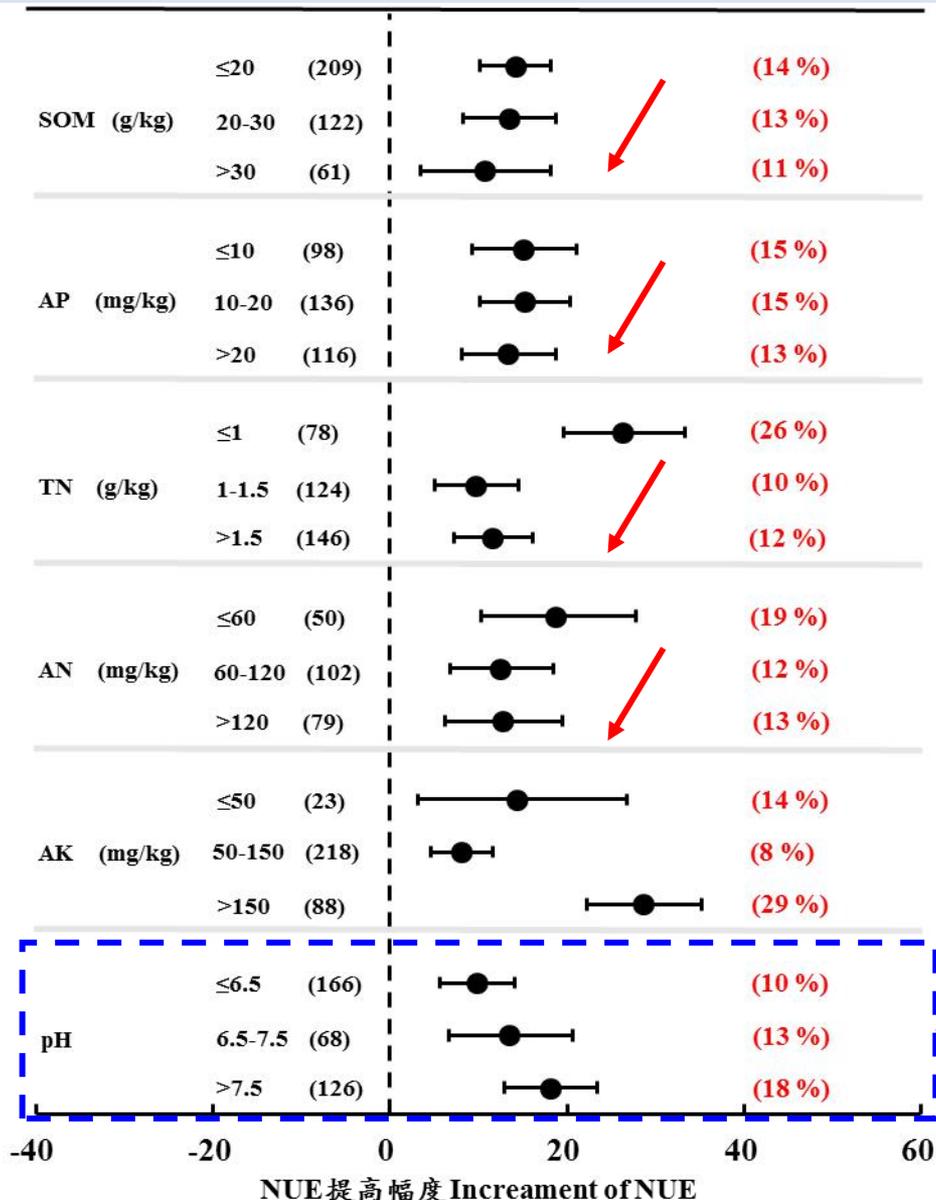


图2、不同施氮量下NPK和NPKM的氮肥利用率差异

- 随着施氮量的增加，有机肥的“增效”作用有**减小**的趋势。
- 通过Meta分析，有机肥的增效作用在不同施氮量下**未达到显著差异**。

# 结果2：影响有机肥“增效”作用的土壤因素



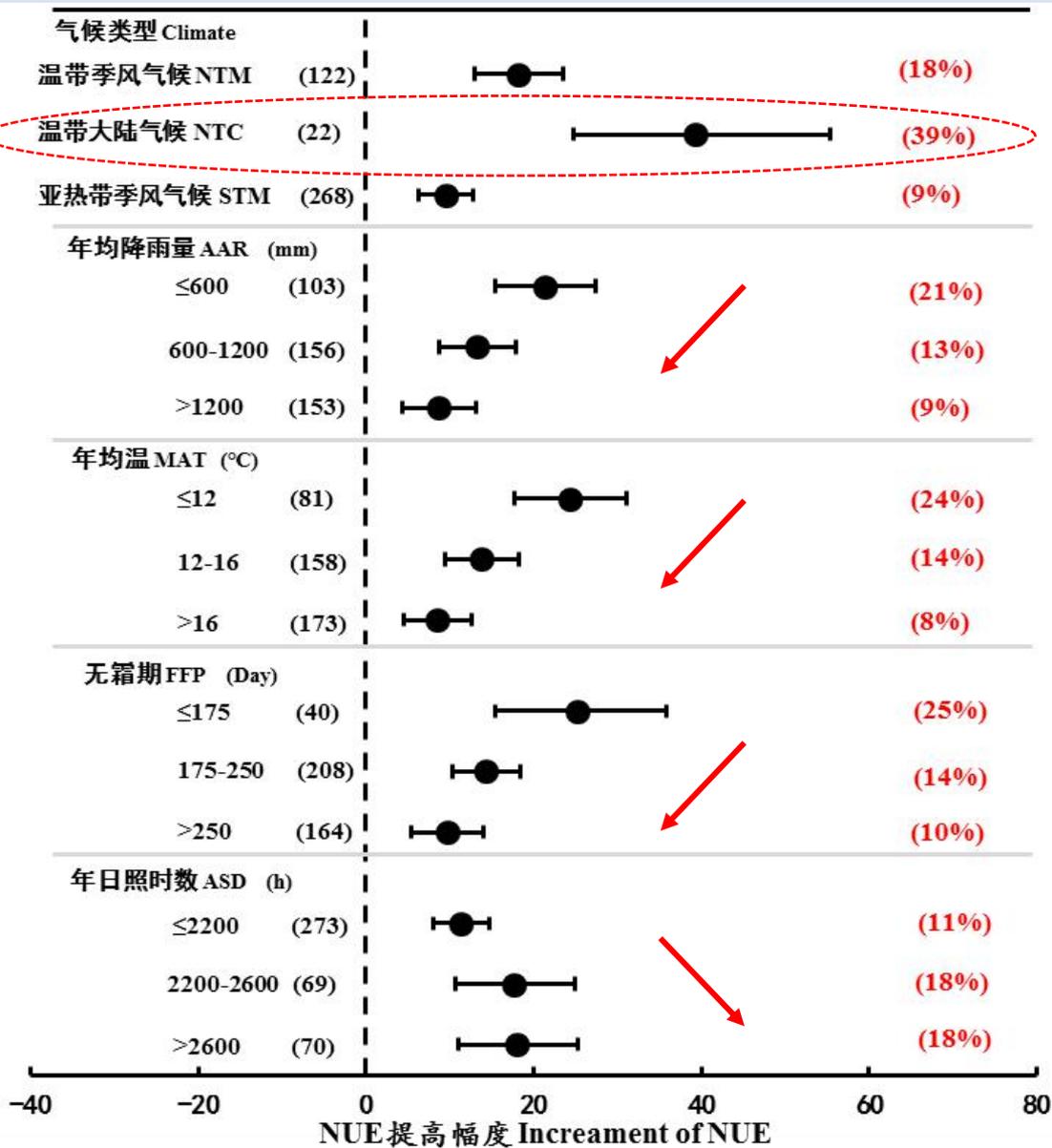
➤ 施用有机肥在不同土壤养分条件下均能显著提高作物的氮肥利用率。

➤ 在土壤养分含量较低的情况下，有机肥的“增效”作用更高。

1、试验点的土壤未达到显著酸化 (pH基本>5.5)。  
2、有机肥的“增效”作用可能与高效氮肥相似。(苑俊丽等, 2014)

图3、不同土壤养分水平下有机肥的“增效”幅度

# 结果2：影响有机肥“增效”作用的气候因素



温带大陆气候 > 温带季风气候 > 亚热带季风气候

年均降雨量 ↓  
 年均温 ↓  
 无霜期 ↓  
 ↑ 增效幅度

↑ 年日照时数  
 ↑ 增效幅度  
 日照时数越长，有机肥持续的提供光合作用所需的养分

图4、不同气候因素下有机肥的“增效”幅度

# 结果2：影响有机肥“增效”作用的主控因素

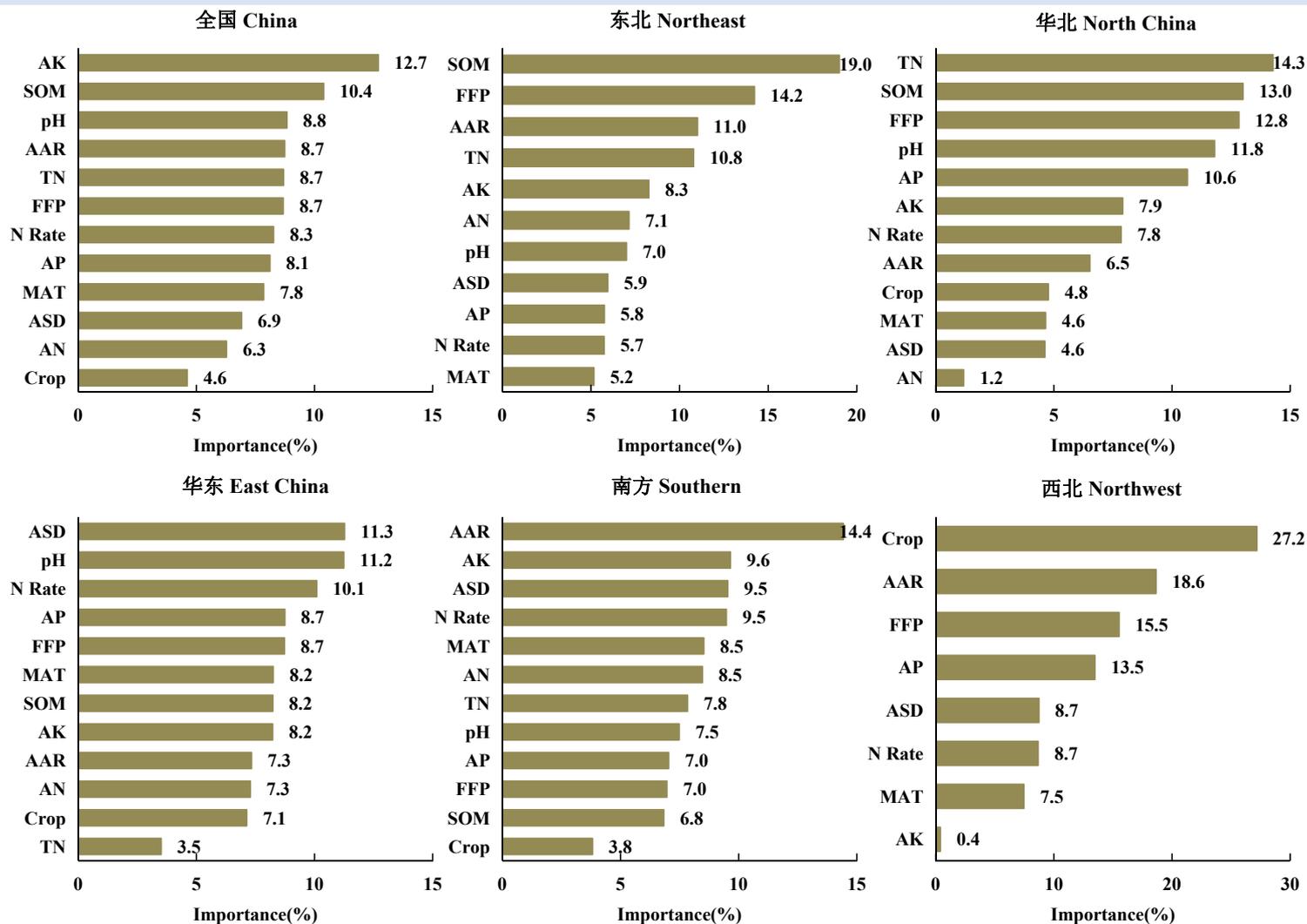
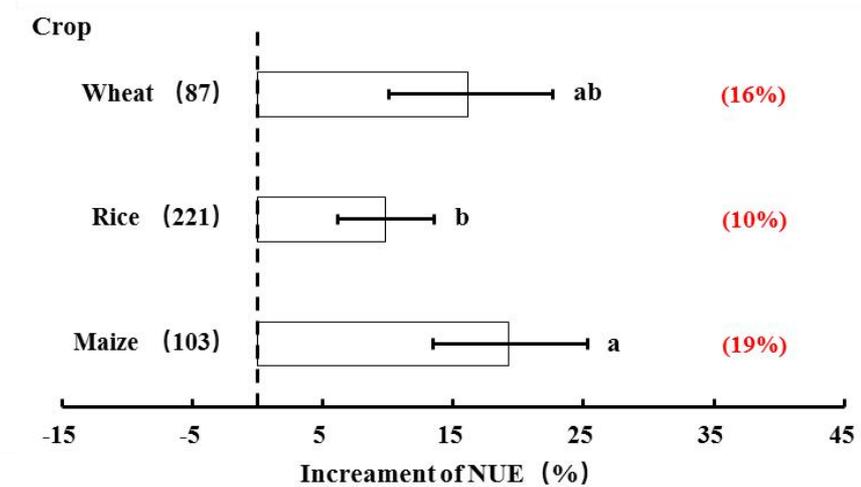
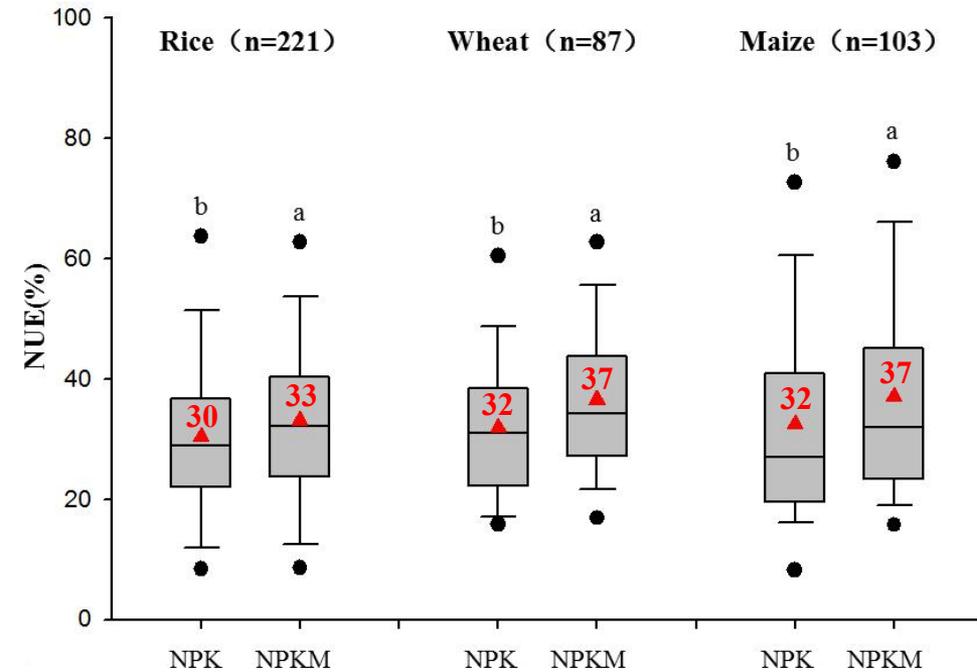


图5、各因素的贡献率

- 从全国尺度来看，**土壤因素 (55%) > 气候因素 (32.2%)**，高22.8个百分点。
- 区域上，影响有机肥“增效”作用的**主控因素各不相同**。

# 三种粮食作物对有机肥响应的差异



- 配施有机肥后，水稻、小麦和玉米的氮肥利用率分别显著提高了3%、5%和5%。
- 有机肥在玉米和小麦上的“增效”作用高于水稻。

## 五、结论

- 相比单施化肥，有机肥的施用可显著提高作物的氮肥利用率（4%）
- 有机肥的“增效”作用在区域表现为西北>华北>南方>华东>东北
- 针对土壤养分不足、低温少雨的地区配施有机肥对氮肥利用率的提升效果会更显著



Thank you



请各位专家批评指正

