

关于我国农业中发挥化肥作用的 几点思考

朱兆良 尹斌 颜晓元

2013年9月，北京

基本情况

- 必须力争高产更高产
- 化肥发挥了重大作用，也出现了环境问题
- **当务之急：**提高化肥利用率和增产效果，降低损失和对环境的影响
- 地区间产量和施肥量相差很大
- 高产地区粮食增产和环保的压力都已很大
- 分散经营和高强度利用，农技推广难度大

对策/任务：

- 研发高产高效环保、简便易行的化肥施用技术；探索符合国情的推广工作的技术路线
- 从全国和区域层面，研究和促进区域平衡增产/均衡增产问题

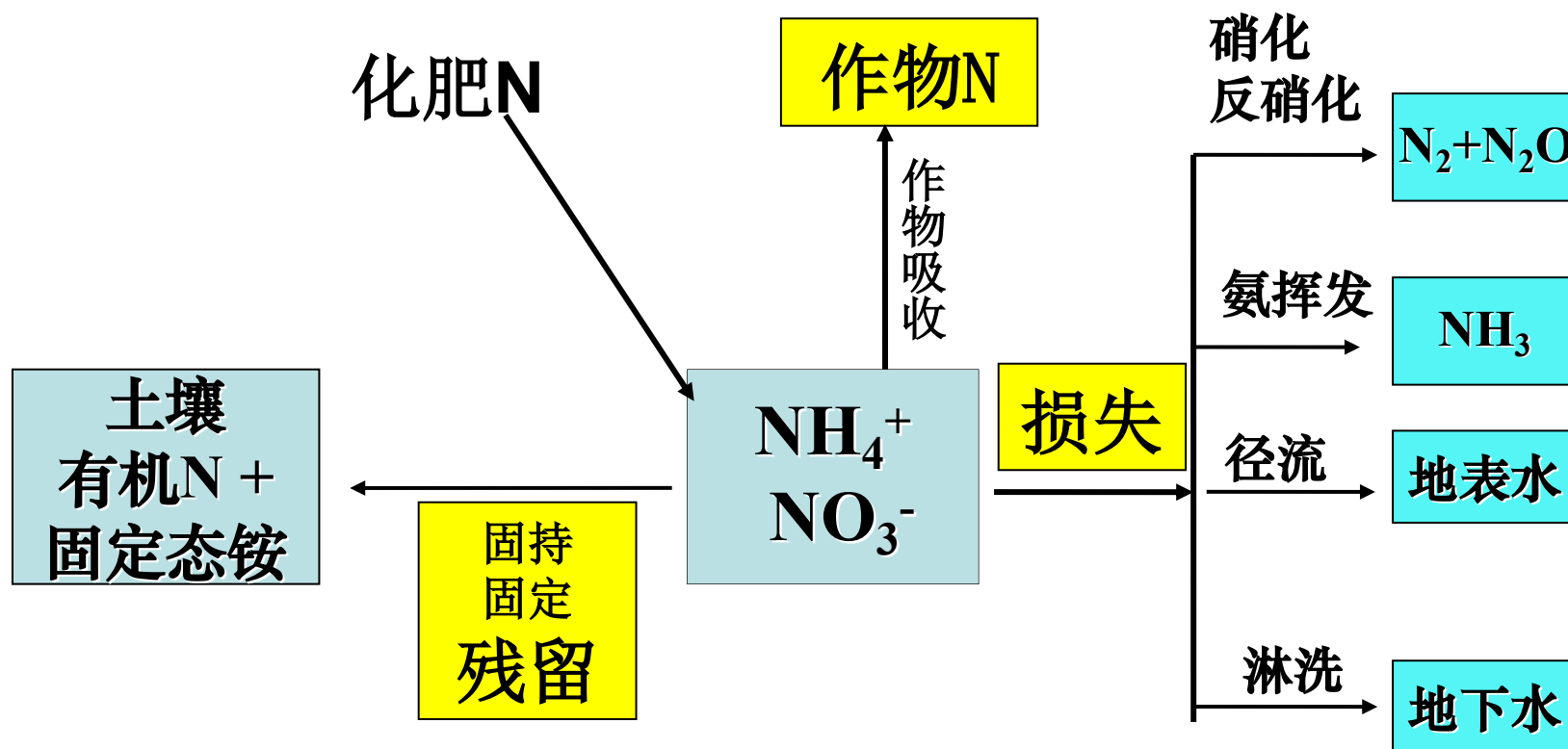
下面以氮肥为主进行讨论

一、研发高产高效环保、简便易行的化肥施用技术

1、在施肥技术方面，已经进行了长期大量的研究，提出了合理施肥原则以及许多实用技术和方法

提高氮肥利用率、减少损失率的原则

- 1) 避免土壤中矿质氮的过量积累
- 2) 利用作物根系对矿质氮的竞争吸收作用
- 3) 针对具体条件下的主要损失途径

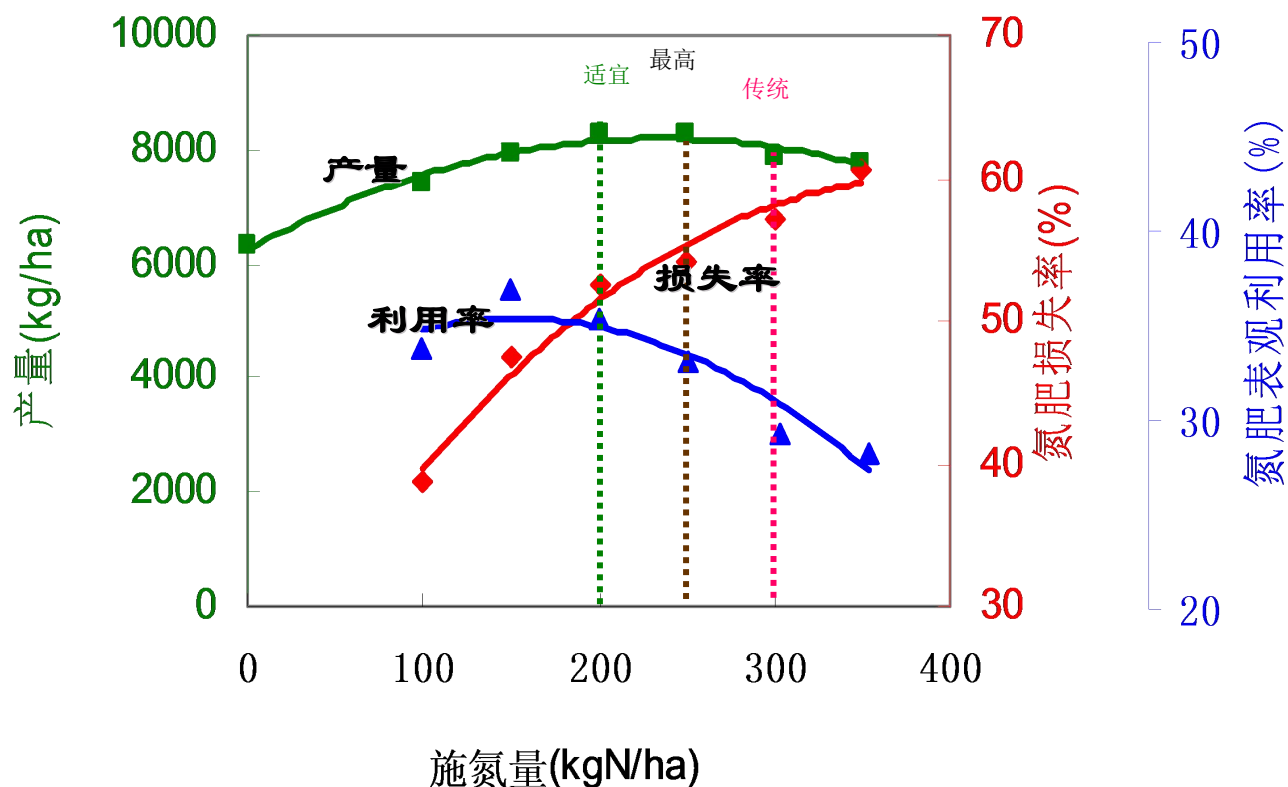


主要的施肥技术和方法是：

- 1、适宜施氮量
- 2、深施
- 3、重点施于生长旺盛时期（前氮后移）
- 4、平衡施肥
- 5、水肥结合
- 8、硝化抑制剂、脲酶抑制剂、水面抑氨膜等

- 高产地区/田块，过量施用氮肥的现象相当普遍，确定适宜施氮量是达到高产高效环保的关键

施氮量与产量、氮肥利用率和损失率的关系



(2003—2006年25个试验的平均产量)

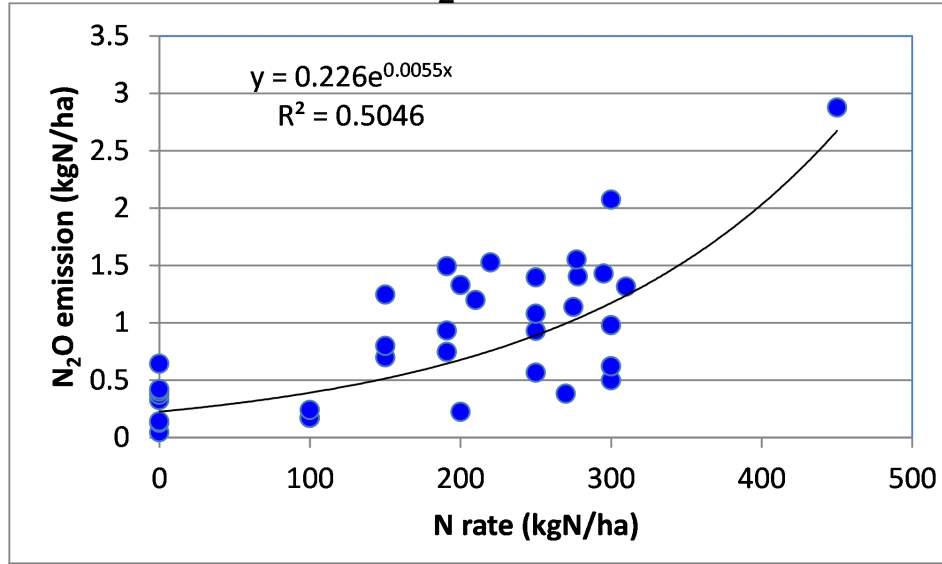
◆ 随着施氮量的增加，产量呈抛物线增高，氮肥的利用率和增产效果递减，损失率则递增

◆ 确定适宜施氮量的依据。达到高产高效和环保的目的

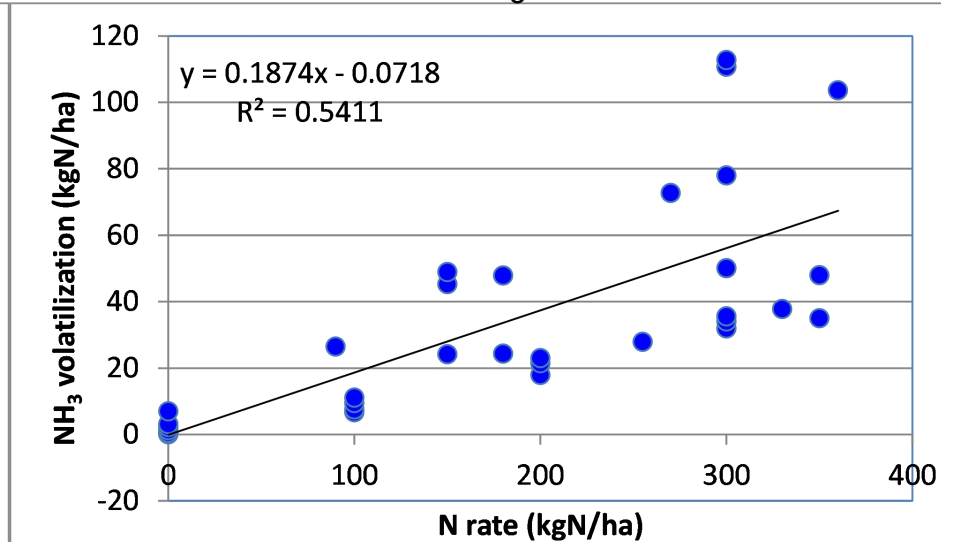
不同途径的氮素损失与施氮量的关系

– 环境评价的依据（太湖地区水稻田上的研究成果）

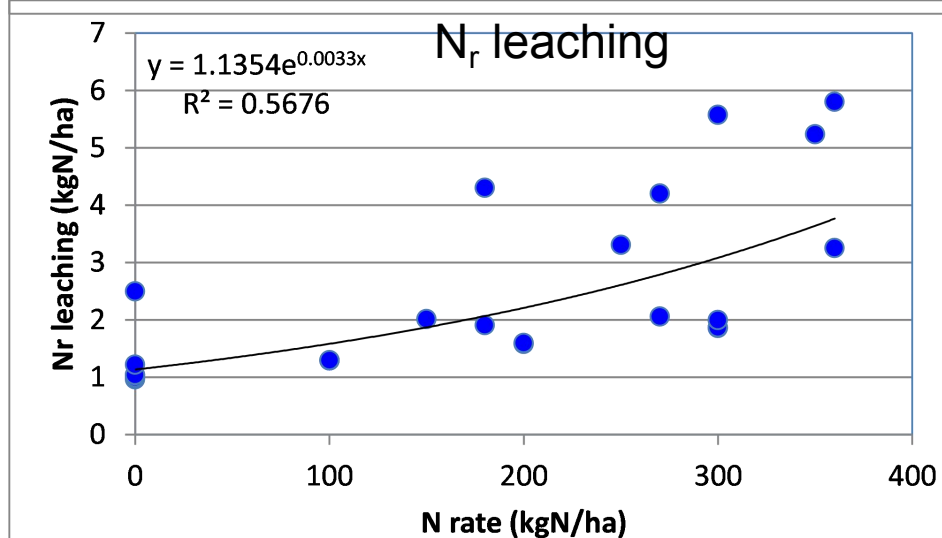
N₂O emission



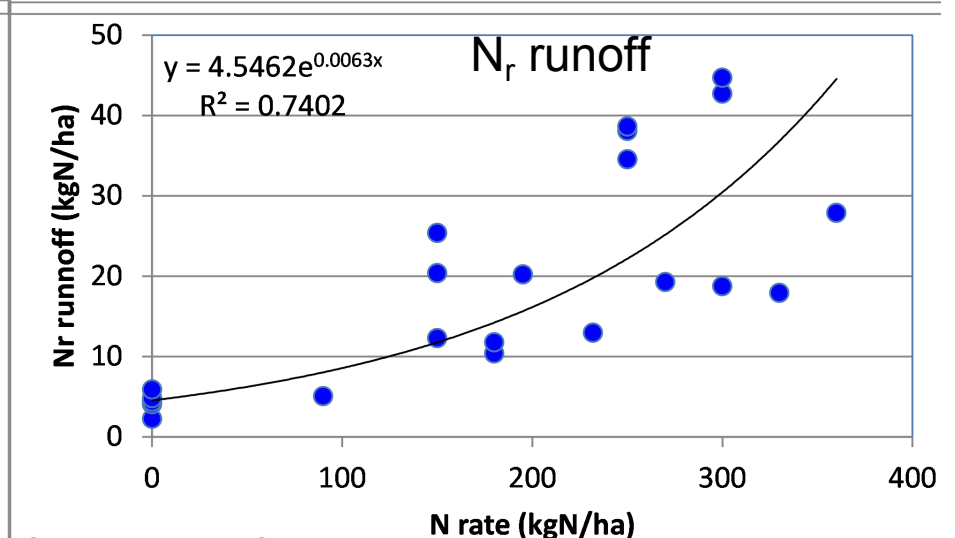
NH₃ volatilization



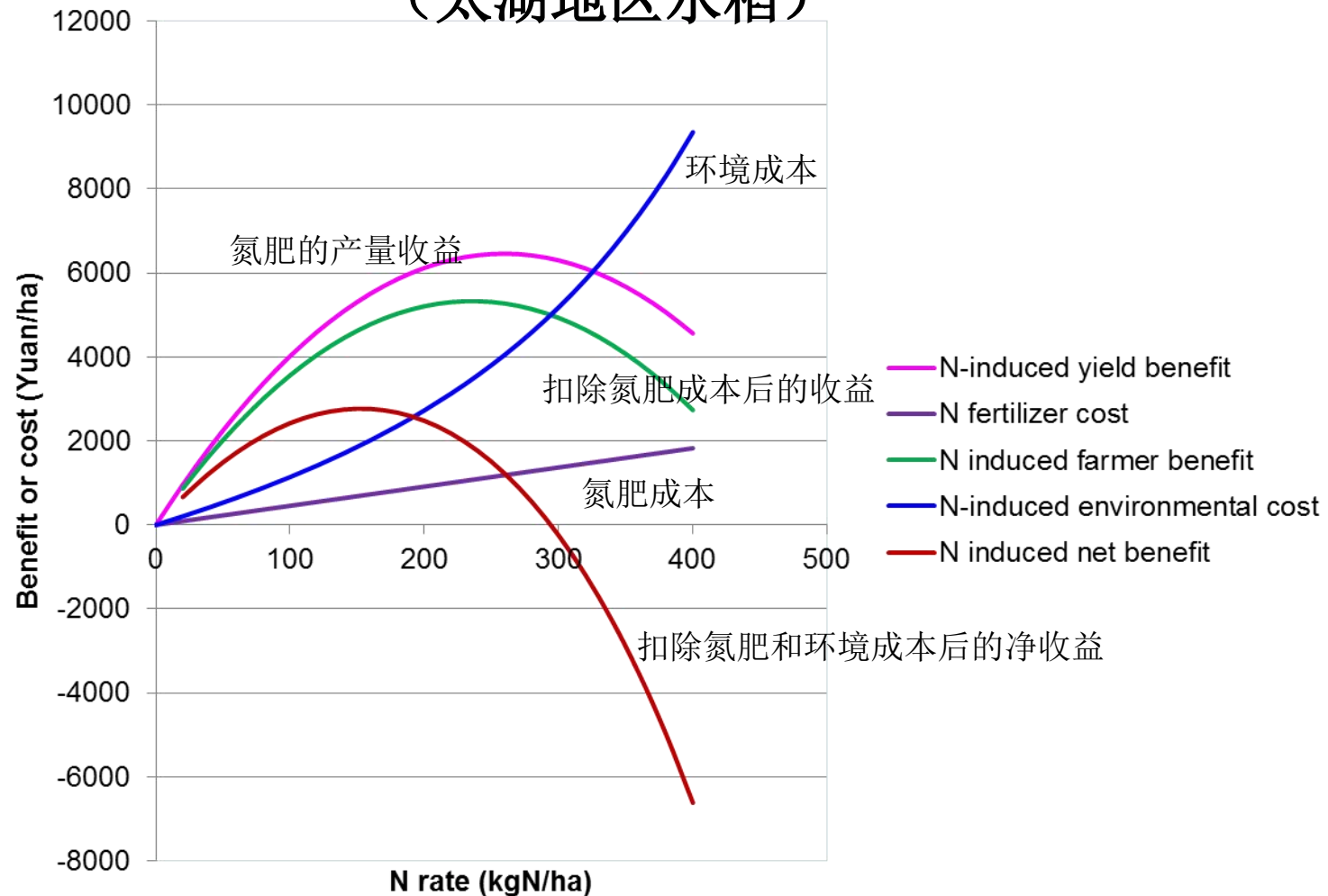
N_r leaching



N_r runoff



氮肥适宜施用量：需要根据产量、肥料成本和 环境成本，综合权衡和确定 (太湖地区水稻)



二、探索符合国情的推广工作的技术路线

我国大田生产中农技推广工作有其特殊的难点

以分散经营为主、田块小而多、复种指数高茬口紧、农业劳动力减少，推广技术力量不足

对策：

- 从田块尺度拓展/上升到区域（片区）尺度，分区域（片区）养分管理/分区精准施肥
- 在国内外已有技术的基础上，探索建立符合我国国情、易于推广应用的推荐配方施肥理念和技术路线

“区域控制与田块微调”相结合的技术路线

已进行的探索

1、“区域总量控制与田块微调相结合”的推荐施肥方法

2、土壤养分分区管理和分区平衡施肥技术：

将“区域控制与田块微调相结合”的理念与国际上精准农业技术相结合，研究和发展适合我国国情的土壤养分分区管理和分区平衡施肥技术

3、“大配方，小调整”的推荐配方施肥的理念和方法

- **规模化生产有利于技术推广：**

种植大户采用先进技术的积极性高；
技术指导和推广的工作效率高

- **土壤肥料工作与栽培工作相配合**

研发符合高产高效环保要求的肥料和施肥技术，加快其在生产中的应用

三、高产地区进一步提高产量的可能途径

- 高产地区/田块：
产量和施肥量都很高，过量施肥现象普遍，化肥的利用率低、损失率高、增产效果低，环境负面影响大。高产、高效、环保的共赢问题大
- 如何进一步提高产量？需要探讨。

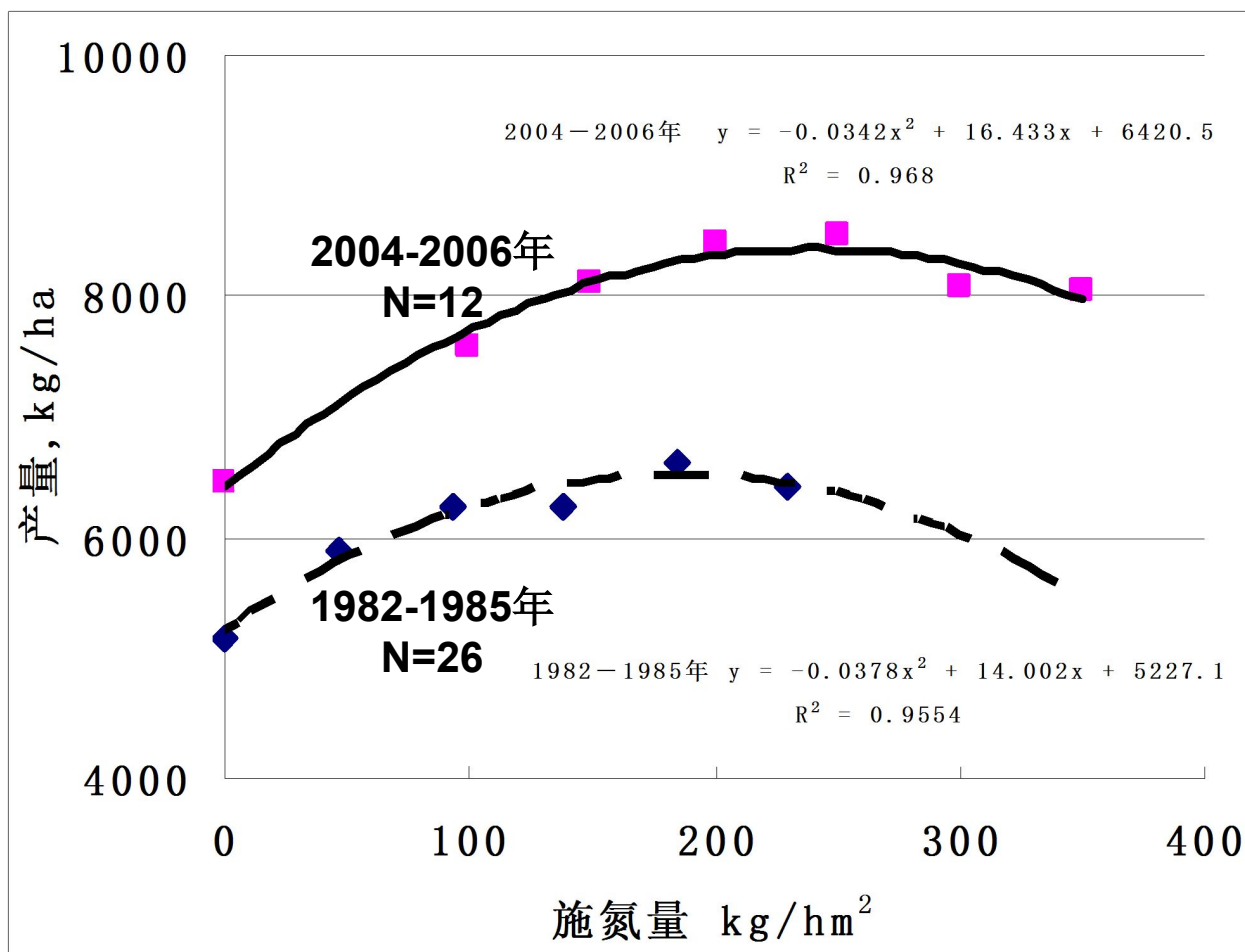
历史的对比：

太湖地区水稻产量～施氮量

反应曲线的历史比较

- 数据来源：1982—85年和2003—06年，在该区进行的两次“水稻产量～氮肥施用量关系”的多点田间小区试验，
 - ① 1982-1985年在太湖地区26块田（包括常熟市和苏浙沪的部分县市）
 - ② 2004-2006年在常熟市12块田

1、产量~施氮量反应曲线 - 上移、转折点右移



1. 对应于一定生产条件，有一个特征性的产量-施氮量反应曲线
2. 与1982 -85年相比，2004 -06年的曲线明显上移，转折点右移
3. 无氮区产量的提高是其重要基础
--- 提高基础地力的重要性

2、反应曲线的特征 - 趋优

反应方程 ($y = a + bx + cx^2$) 中的系数

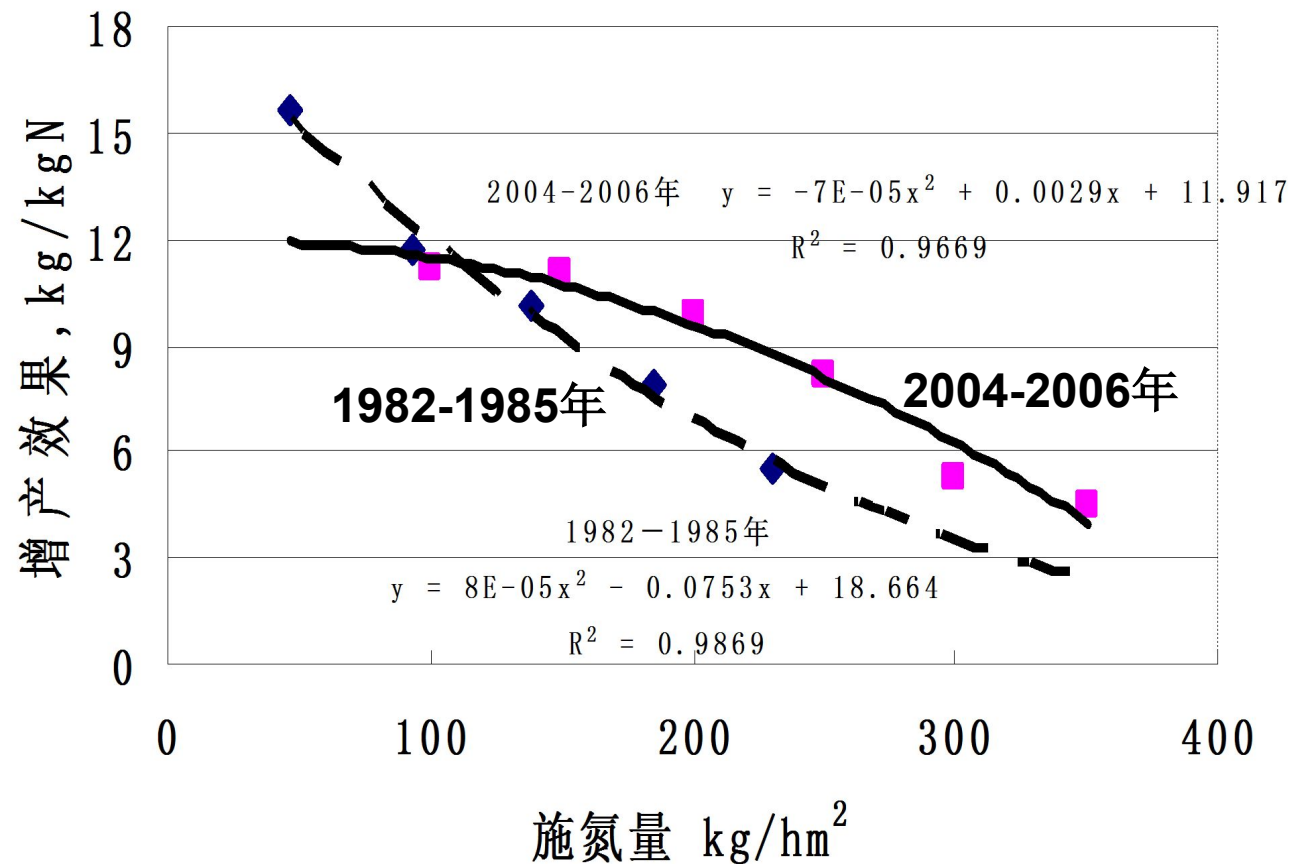
	b	c
2004-06年	+16.4	- 0.0342
1982-85年	+14.0	- 0.0378

与1982—1985年相比，当前的试验中

- ① 曲线斜率（单位施氮量的增产量 $\Delta Y / \Delta N$ ） b值增大
- ② c 值的绝对值降低，即随施氮量的增加， $\Delta Y / \Delta N$ 下降较少
- ③ 即在高氮时，当前氮肥的增产效果比20年前的大

氮肥的增产效果增大

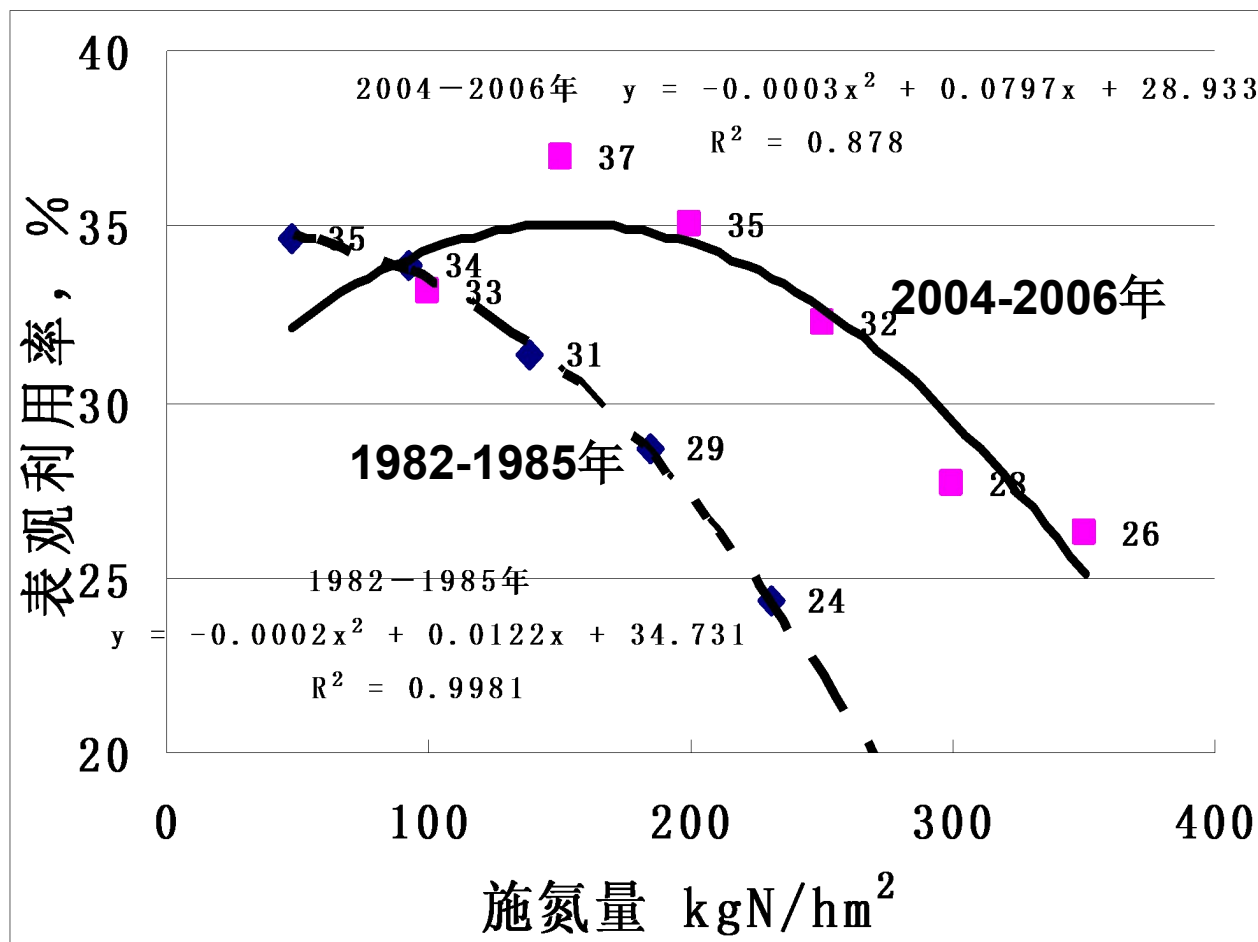
(每kg尿素N增产的稻谷kg, $\Delta Y/\Delta N$)



在高施氮量
($>150 \text{ kgN/ha}$)
时, 当前的增产
效果大于1980年
代

表明当前栽培
品种的增产潜力
高、对氮肥的反
应大

3、氮肥（尿素）表观利用率增高



当前的利用率高
于20年前，随施氮
量的增加，这一差
异趋于增大

4、最高可得产量提高、增产潜力增大

年代	基础产量	最高可得产量	增产量(增产潜力)
1982-1985 (A)	5227	6524	1297
2004-2006 (B)	6421	8395	1974
增量 (B - A)	1194	<u>1871</u>	<u>677</u>

这一比较表明，

与20年前相比，当前的施氮量大幅增加，但增产效果和利用率并未下降，反而有所增高

高产地区进一步提高产量的可能途径

- 1、提高农田基础地力
- 2、培育并采用增产潜力更高、吸氮能力更强、对氮肥反应更大的品种
- 3、改进栽培技术（包括施肥技术）和生产条件

可使产量~施氮量反应曲线上移、转折点右移，上升区段的斜率增大，表观利用率提高，从而在更高产量水平上达到高产高效与环保相协调的目的。

需要多学科共同努力

四、挖掘和发挥中低产地区（田块）的增产潜力

— 减轻高产地区的压力

- 在全国或地区内，作物产量总有相对高中低之分；划分标准是相对的，现在的产量水平比过去有了很大提高。

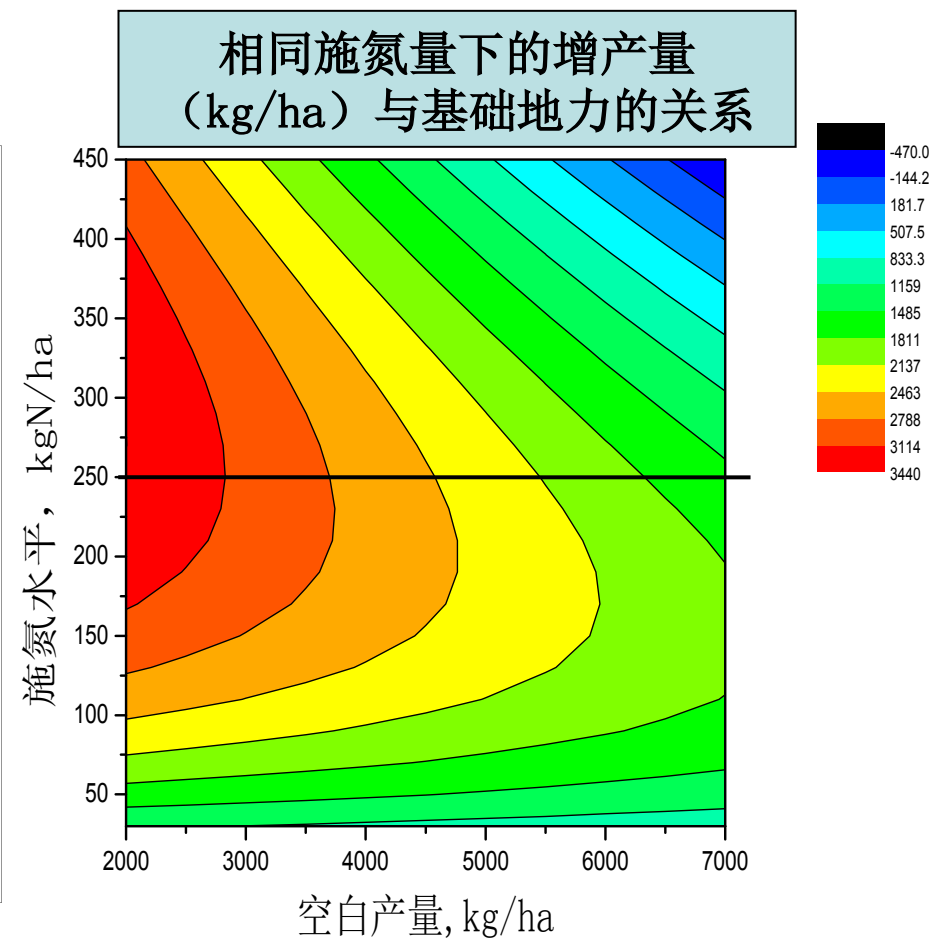
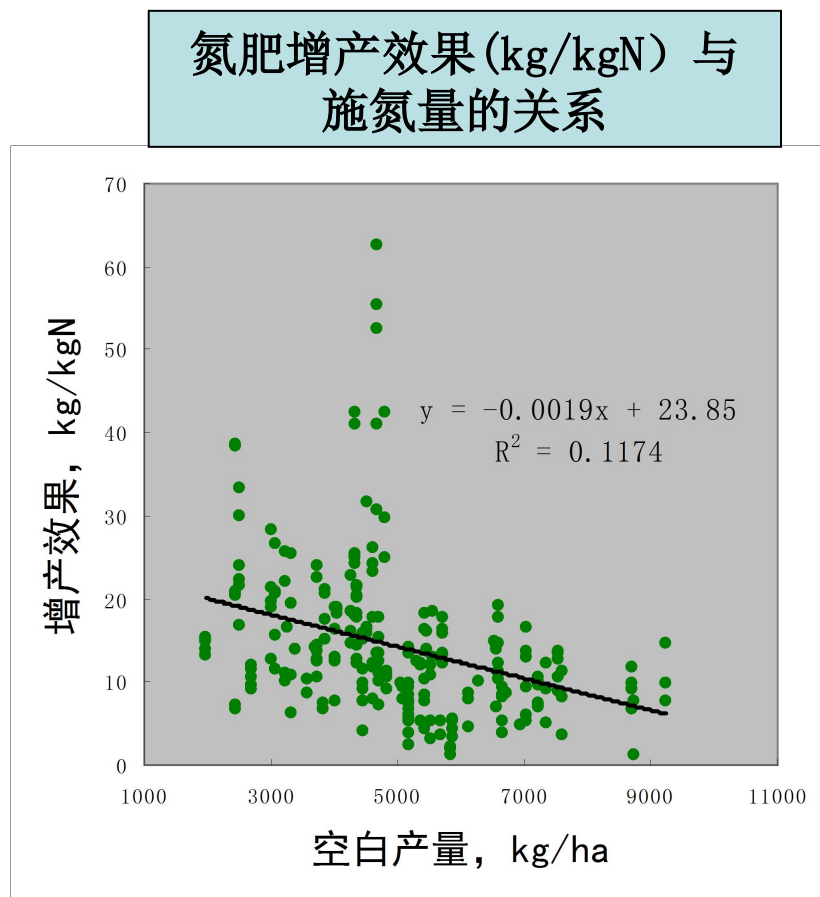
一般估计，中低产田约占我国耕地面积的2/3

- 影响产量的因素多且复杂，不同地区也不同，需要有针对性地进行农田基础地力的提高工作，为发挥化肥的增产作用创造条件

1、化肥的增产效果与基础地力及施用量的关系

- 基础地力较低的农田，在改良和消除障碍因子后，具有较大的增产潜力

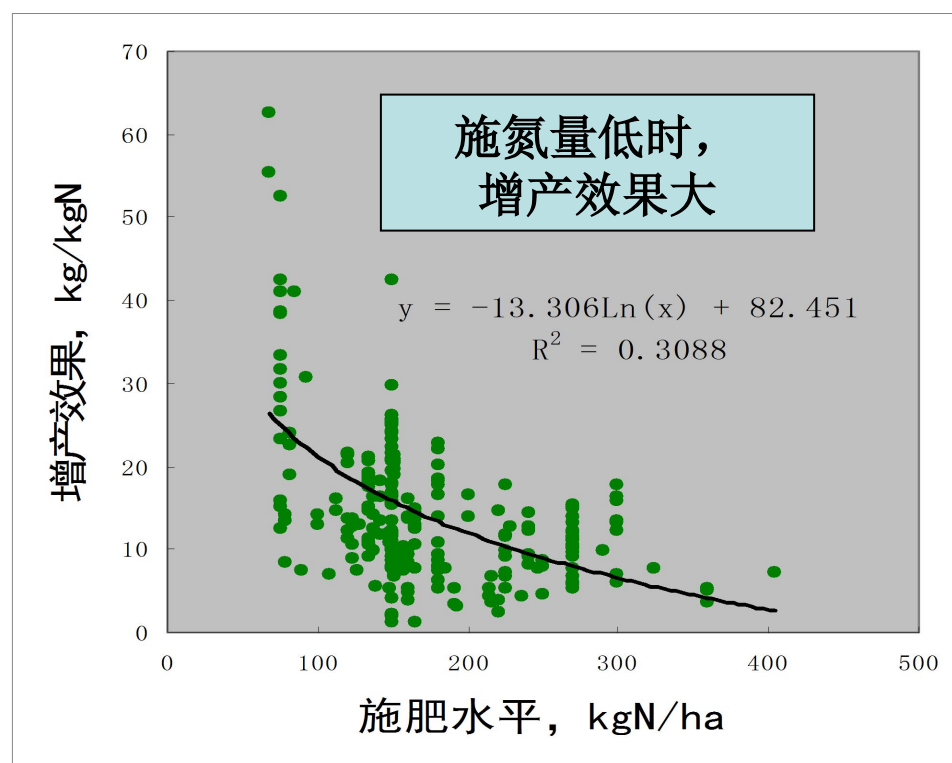
1) 基础地力低的田块上, 氮肥的增产效果(kg/kgN)较大, 相同施氮量时增产量(kg/ha)较多



水稻氮肥田间试验结果 (国内文献结果汇总, n=253)

2) 氮肥施用水平较低的地区/田块, 其增产效果 (kg/kgN) 较大

氮肥的增产效果 (kg/kgN) : 随施氮量的增加而趋于降低
(决定系数0.3088, n=253)

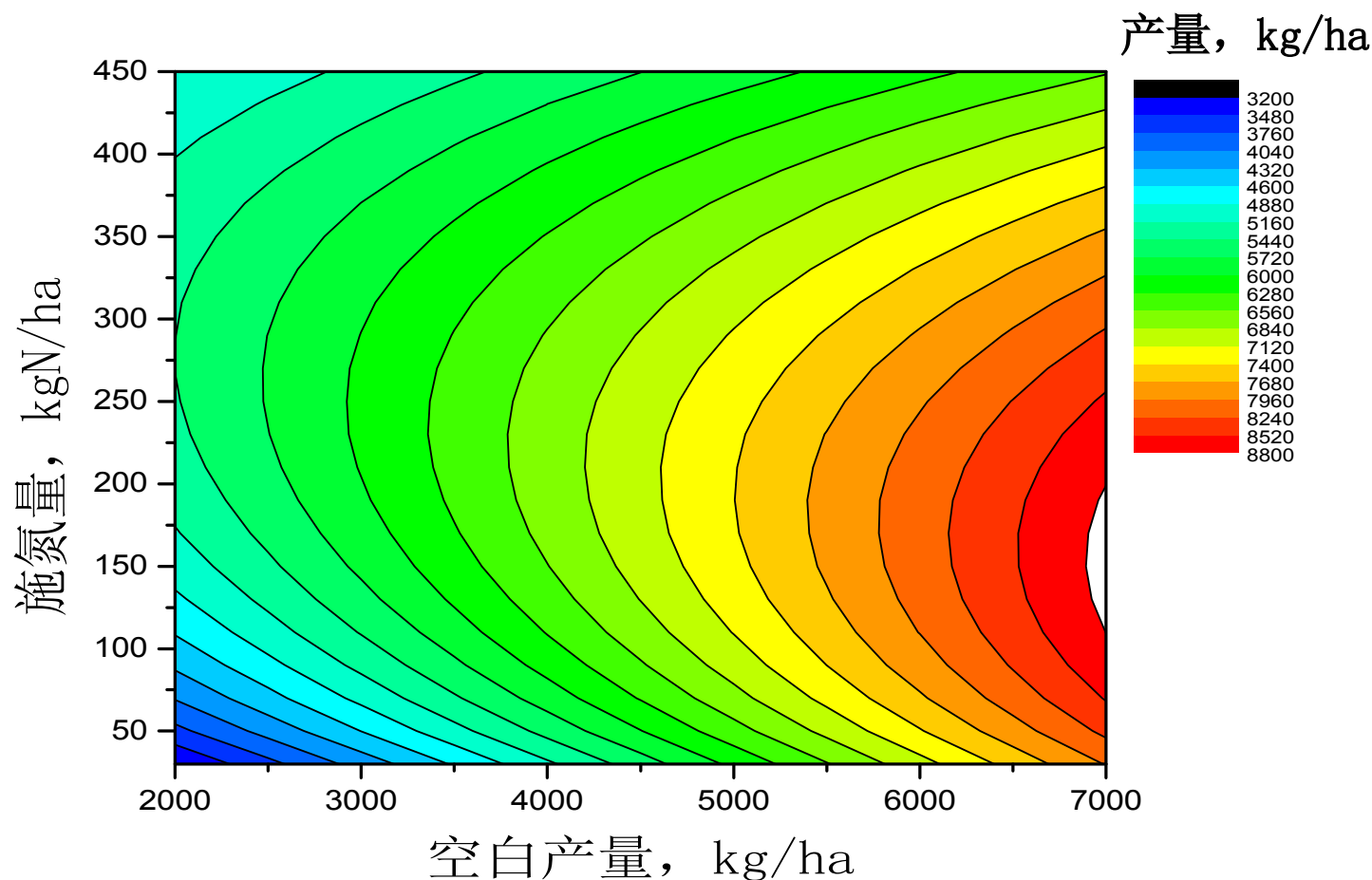


水稻氮肥田间试验结果 (国内文献结果汇总, n=253)

3) 基础地力高的田块，通过施肥可能达到高产

提高基础地力是达到高产的基础

(根据上图数据计算而得)



水稻氮肥田间试验结果 (国内文献结果汇总, **n=253**)

启示

1. **高产地区/田块：**产量和施肥量都很高，但利用率低、损失率高、增产效果低，环境负面影响大。进一步提高产量，需要创新和突破。
- 2、 **中低产地区/田块：**存在障碍因子，施肥量相对不高，效果相对较低。提高基础地力、消除障碍因子，有利于发挥化肥作用、获得高产。
- 3、 **从全国来看，**应关注区域平衡施肥、均衡增产。要着力挖掘中低产地区/田块的增产潜力，努力提高高产地区/田块的产量水平。

**2、有针对性地改良和培肥土壤，
消除障碍因子，加强农田基本建设，提
高农田基础地力，挖掘和发挥中低产地
区/田块的增产潜力**

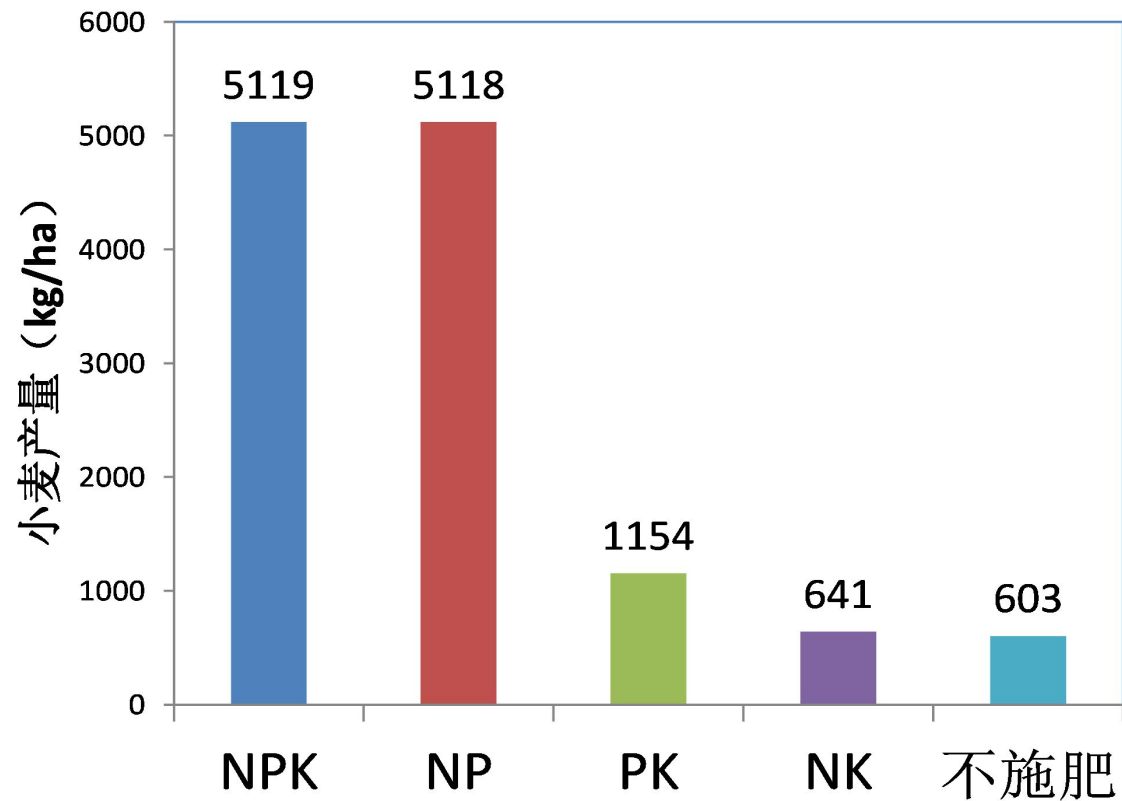
—— 已有成功的先例

华北平原：

在盐碱地改良和农田基本建设的基础上，
通过科学的水肥综合管理，已从历史上的低产地
区转变为我国重要的粮食高产区和主产区之一

其中，N、P 肥配合施用发挥了很大作用

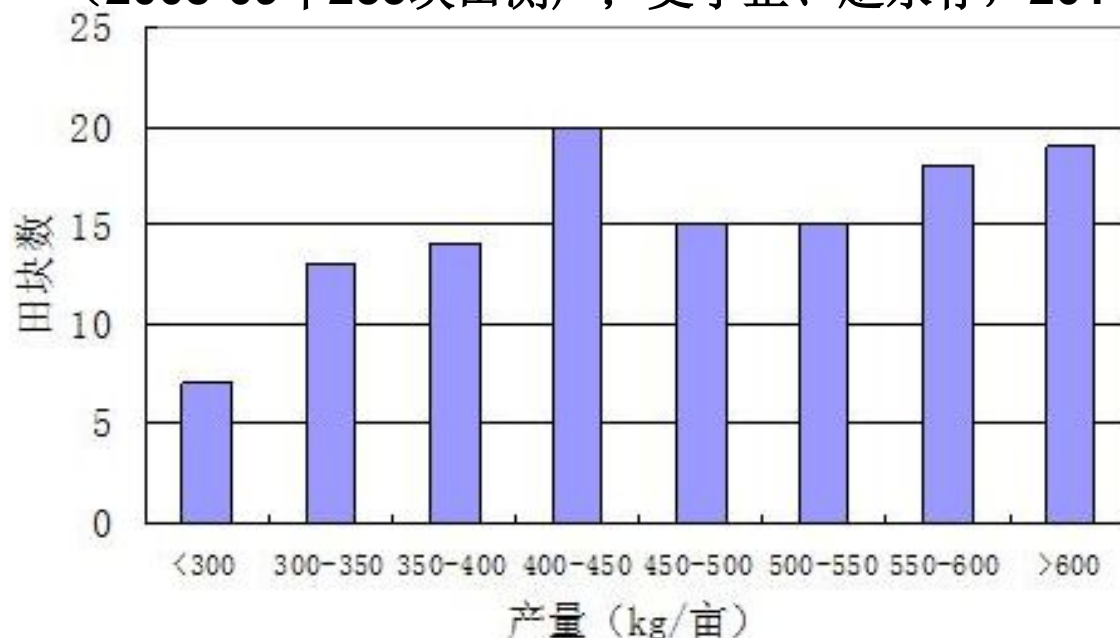
封丘长期试验前10年（1989-1998）的小麦平均产量



均衡增产仍有潜力：田块间小麦单产最大相差3倍多， 低于平均产量的田块约占一半

(2008-09年253块田测产；史学正、赵永存，2011)

封丘测产结果



平均产量 472.5kg (151.7 -649.2kg)

< 250 kg 的田块 1.7%

250-350 kg 的田块 14.0%

350-450 kg 的田块 28.9%

450-550 kg 的田块 24.8%

> 550 kg 的田块 30.6%

新问题

- 目前，该地区过量施肥（主要是氮肥）现象比较普遍，对环境的影响增大
- 在不断提高产量的过程中，需要高度关注高产、高效、环保的共赢

五、结语：

遵循“最低因子律”和“报酬递减律”的基本规律，
通过生产条件的改善、基础地力的提高和技术的进步，努力将产量-施肥量反应曲线上移、转折点右移。

- 不断改善生产条件，提高农田土壤基础地力，改进品种特性和栽培条件，研发和推广使用高效的肥料品种和施肥技术是持续增产、高产更高产、高效又环保的基础。
- 多学科合作，产学研协同是根本保障

供讨论， 供参考

谢 谢！