

气候变化条件下的 粮食安全与灌溉发展研究进展

高占义

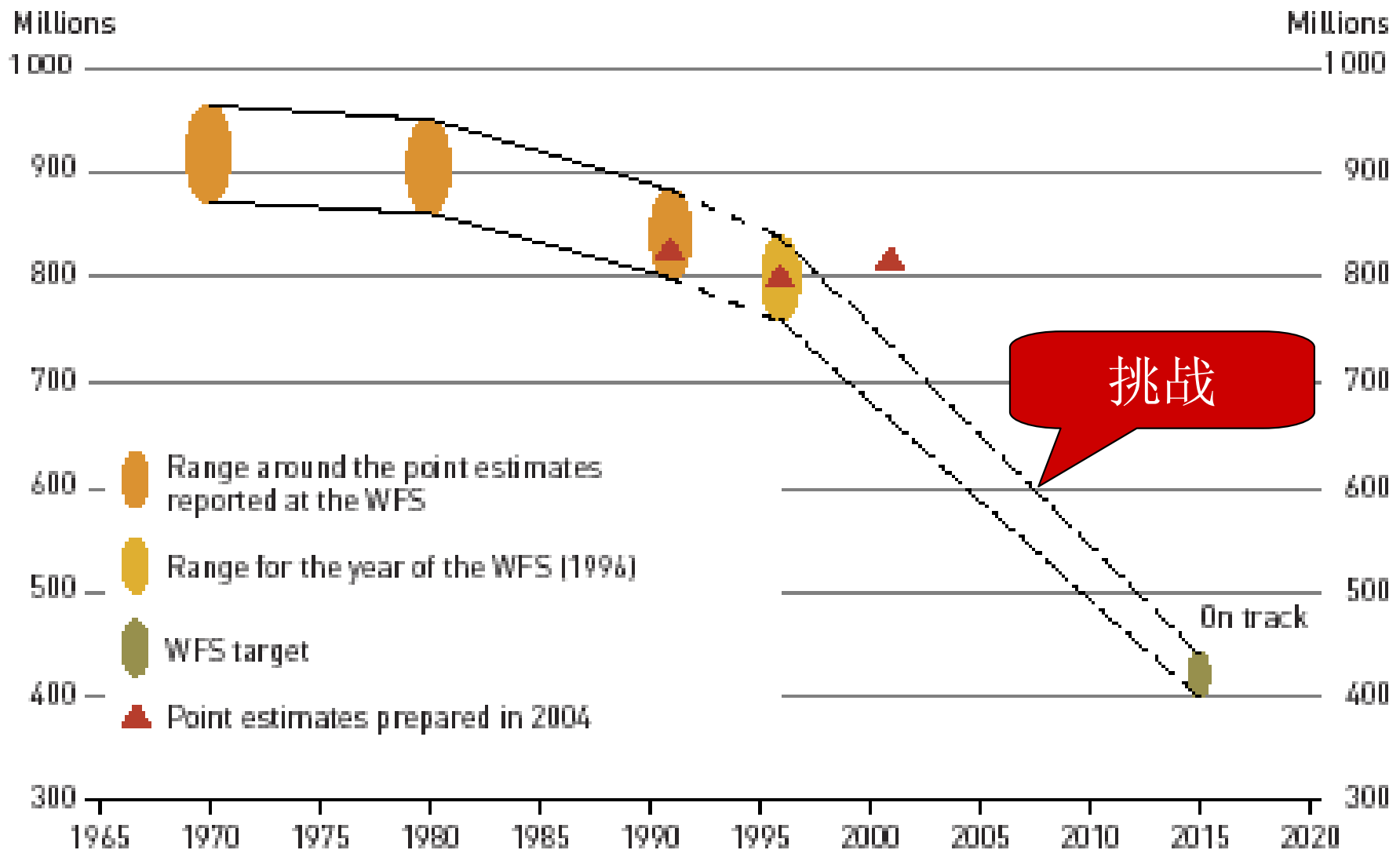
2011年4月26日

近年来常听到的词汇

1. 粮食安全 Food security
2. 生物质能 Bio Fuel
3. 气候变化 Climate change
4. 水资源短缺 Water shortage
5. 节水灌溉 water saving irrigation

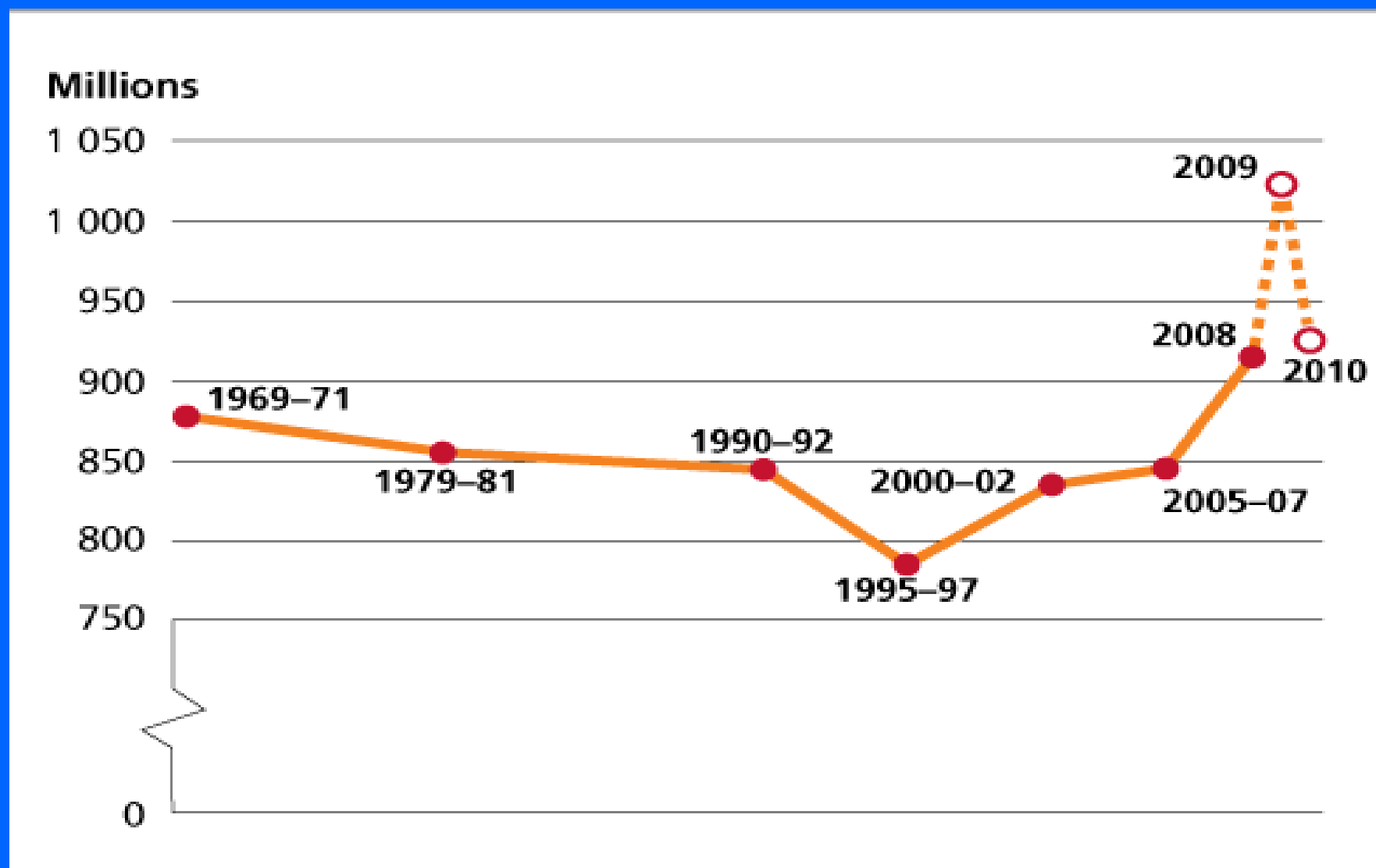
千年发展目标

Number of undernourished in the developing world: observed and projected ranges compared with the World Food Summit target



Source: FAO

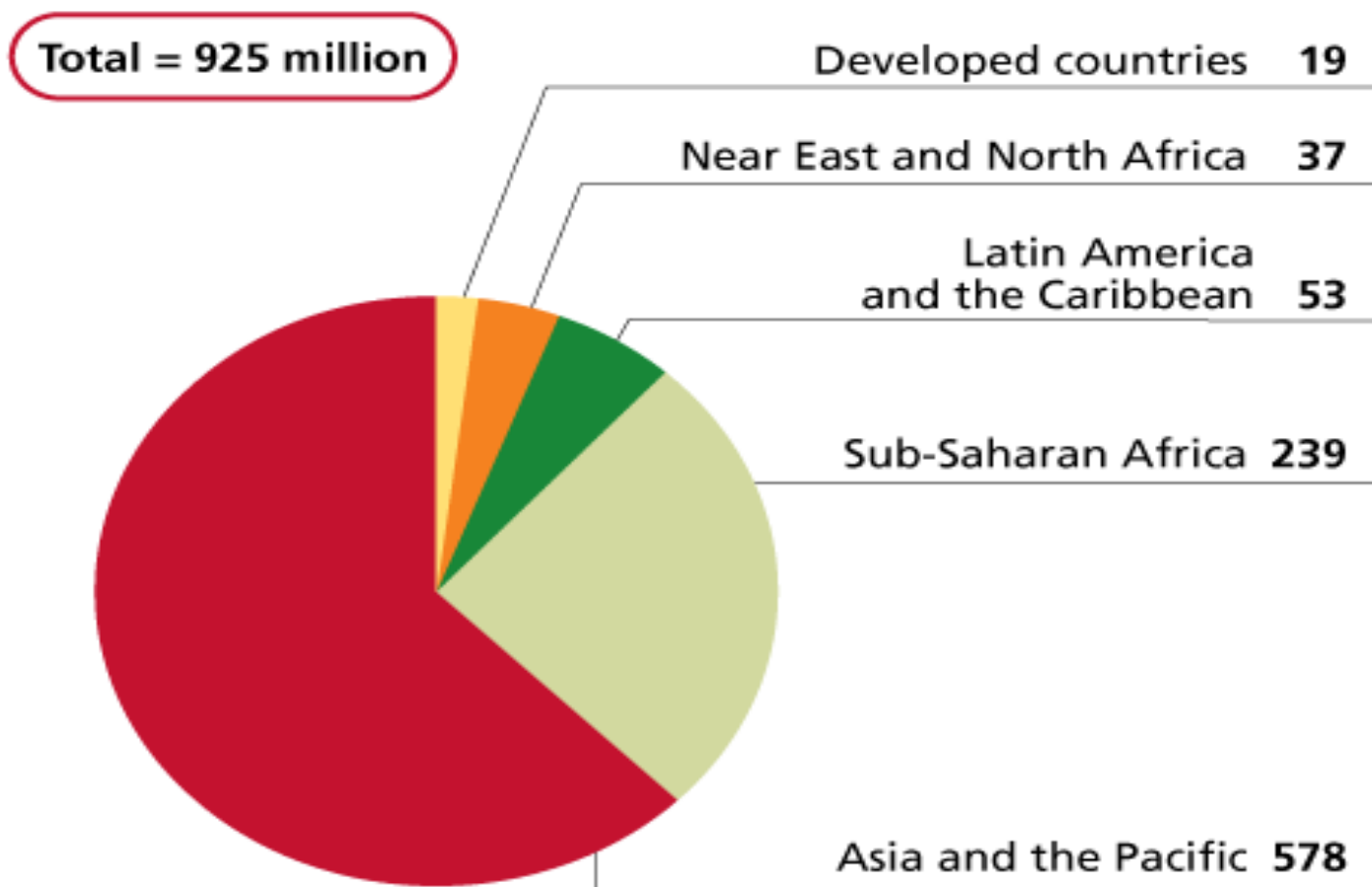
世界饥饿人口变化趋势



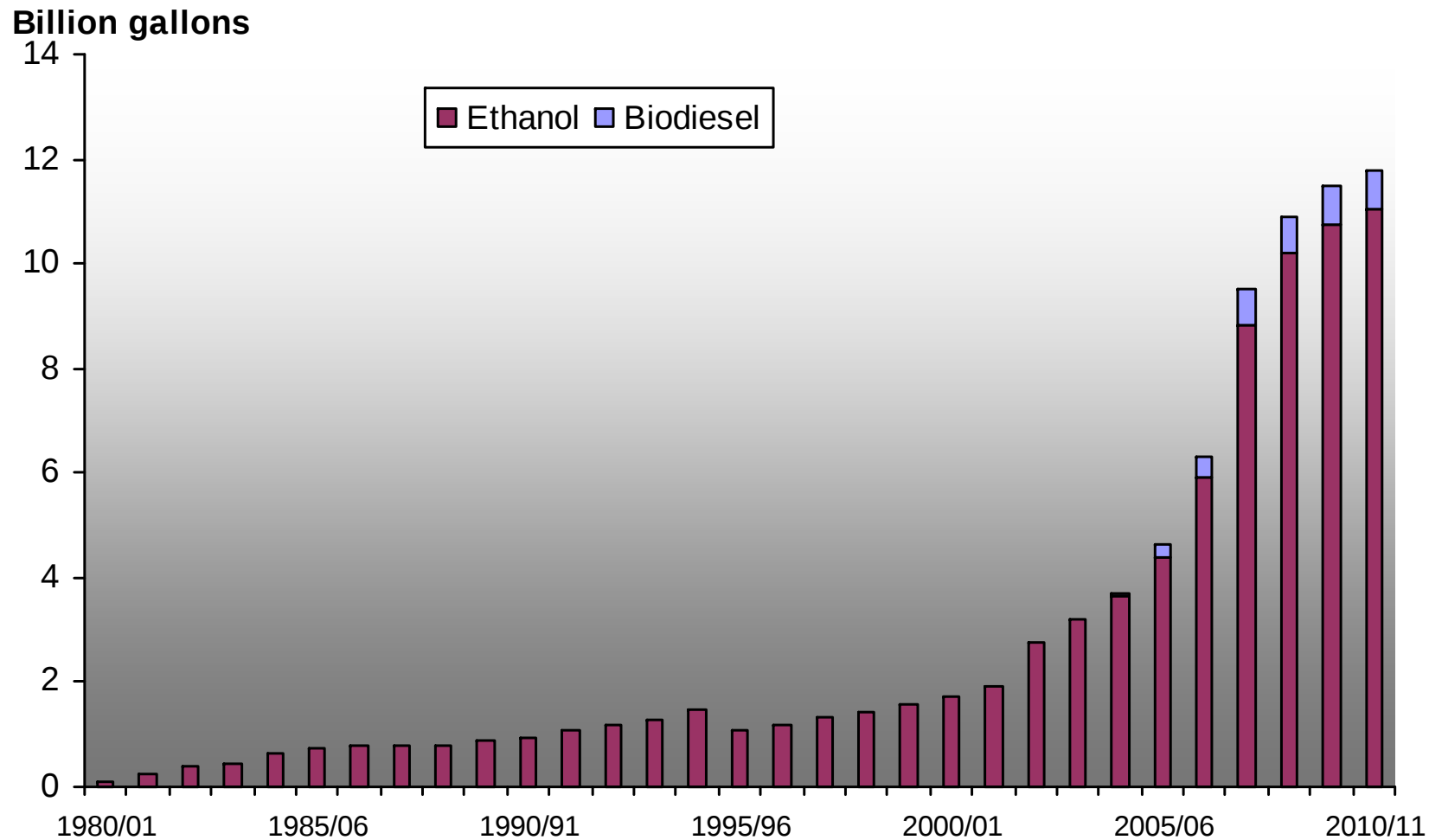
Note: Figures for 2009 and 2010 are estimated by FAO with input from the United States Department of Agriculture, Economic Research Service. Full details of the methodology are provided in the technical background notes (available at www.fao.org/publication/sofi/en/).

Source: FAO.

饥饿人口分布

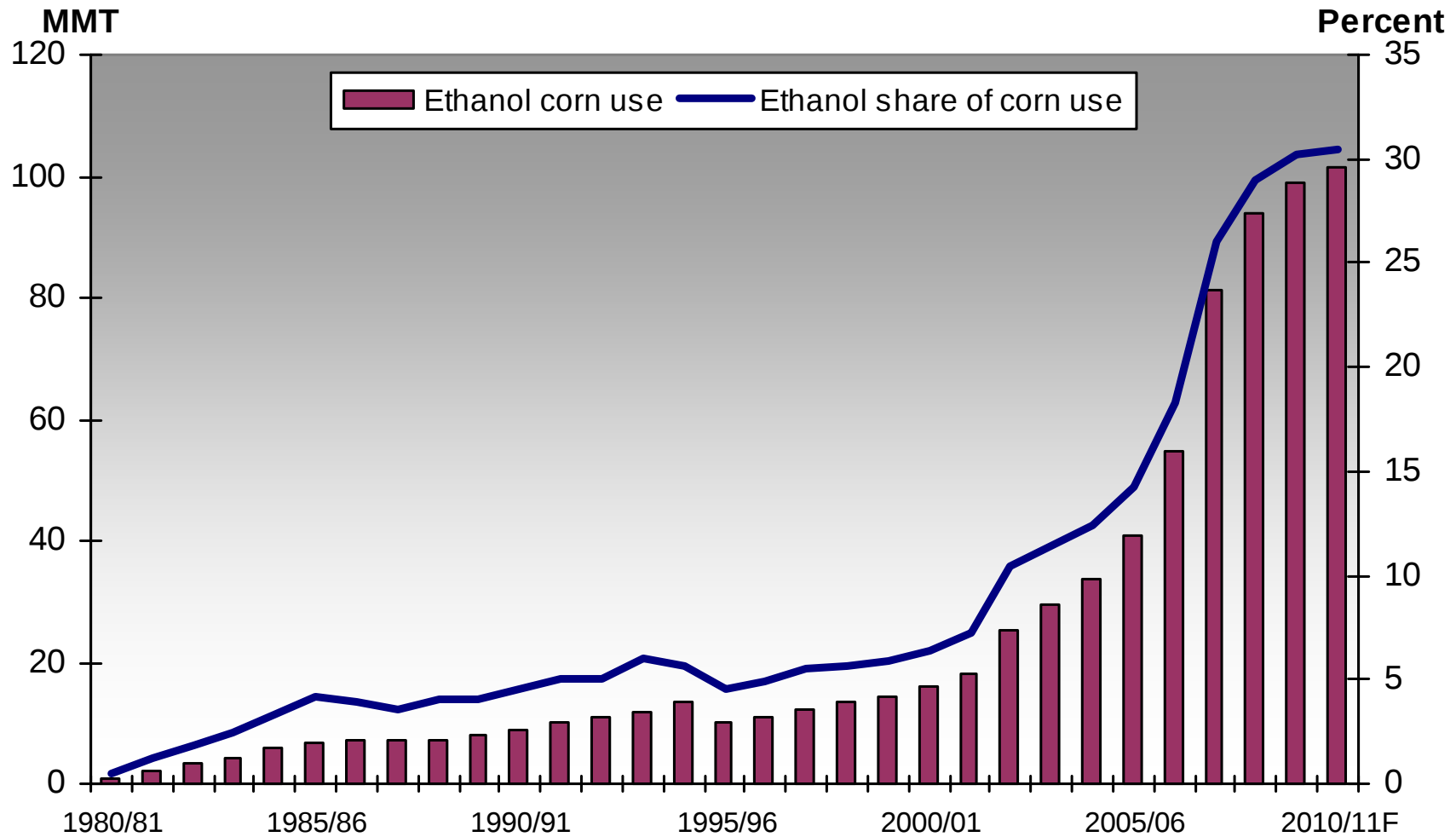


美国生物质能生产情况



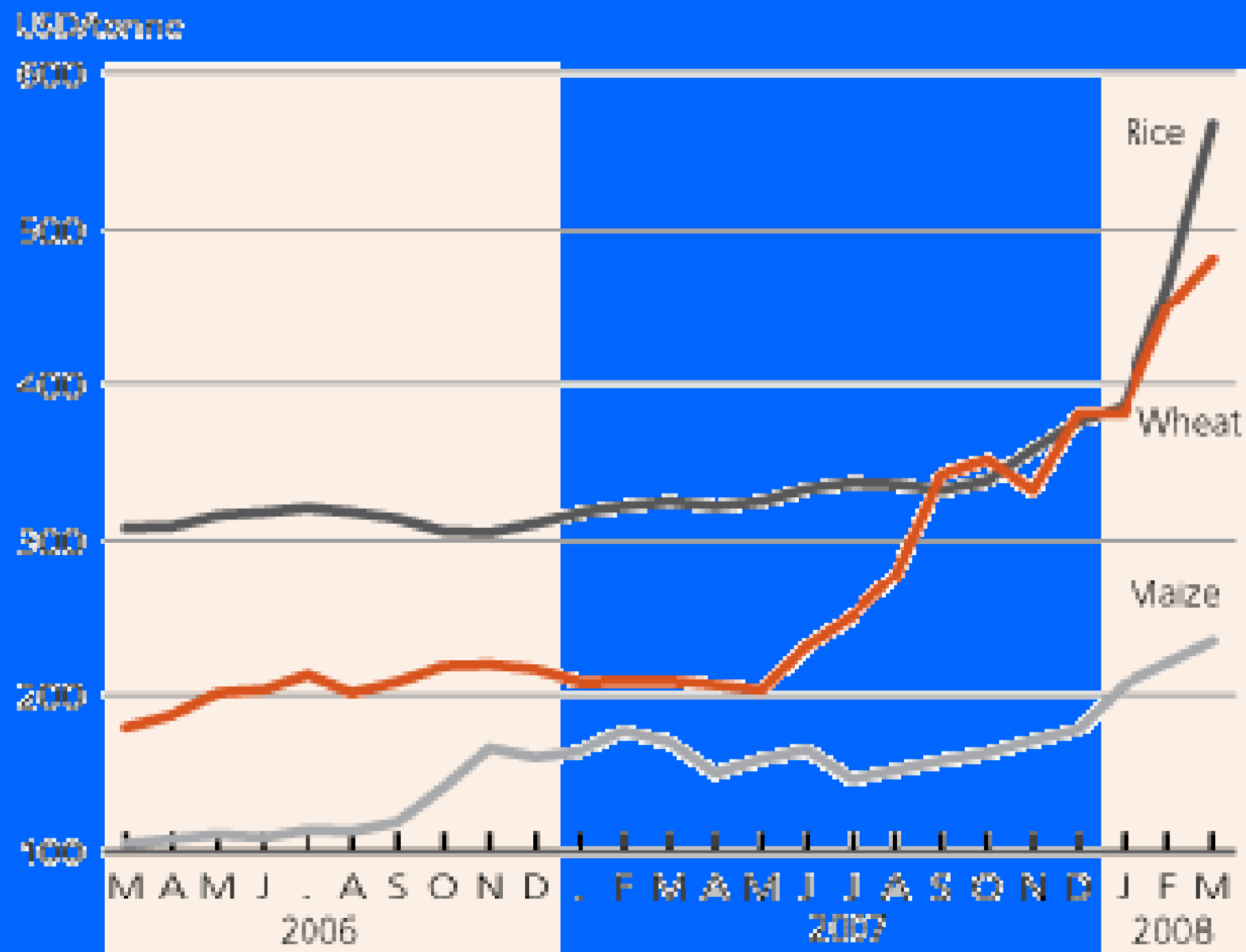
Note: 2006/07 through 2010/11 are projected based on the February 9, 2007, *World Agricultural Supply and Demand Estimates*, the March 2, 2007, *Grains and Oilseeds Outlook 2007*, and the February 2007 *USDA Agricultural Projections to 2016*.

美国玉米用于生产乙醇情况

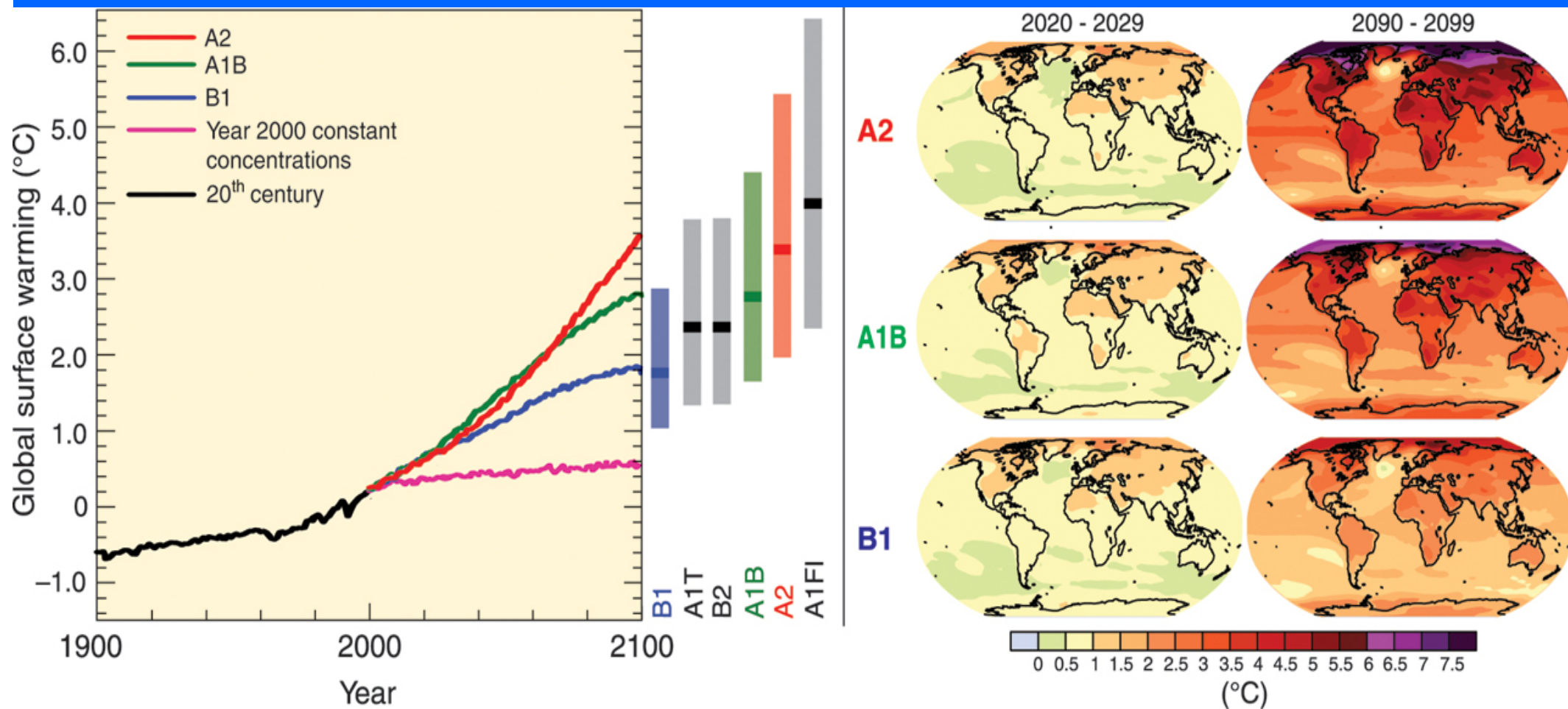


Note: 2006/07 through 2010/11 are projected based on the February 9, 2007, *World Agricultural Supply and Demand Estimates*, the March 2, 2007, *Grains and Oilseeds Outlook 2007*, and the February 2007 *USDA Agricultural Projections to 2016*.

世界粮食价格: 来源: FAO



全球气温变化趋势

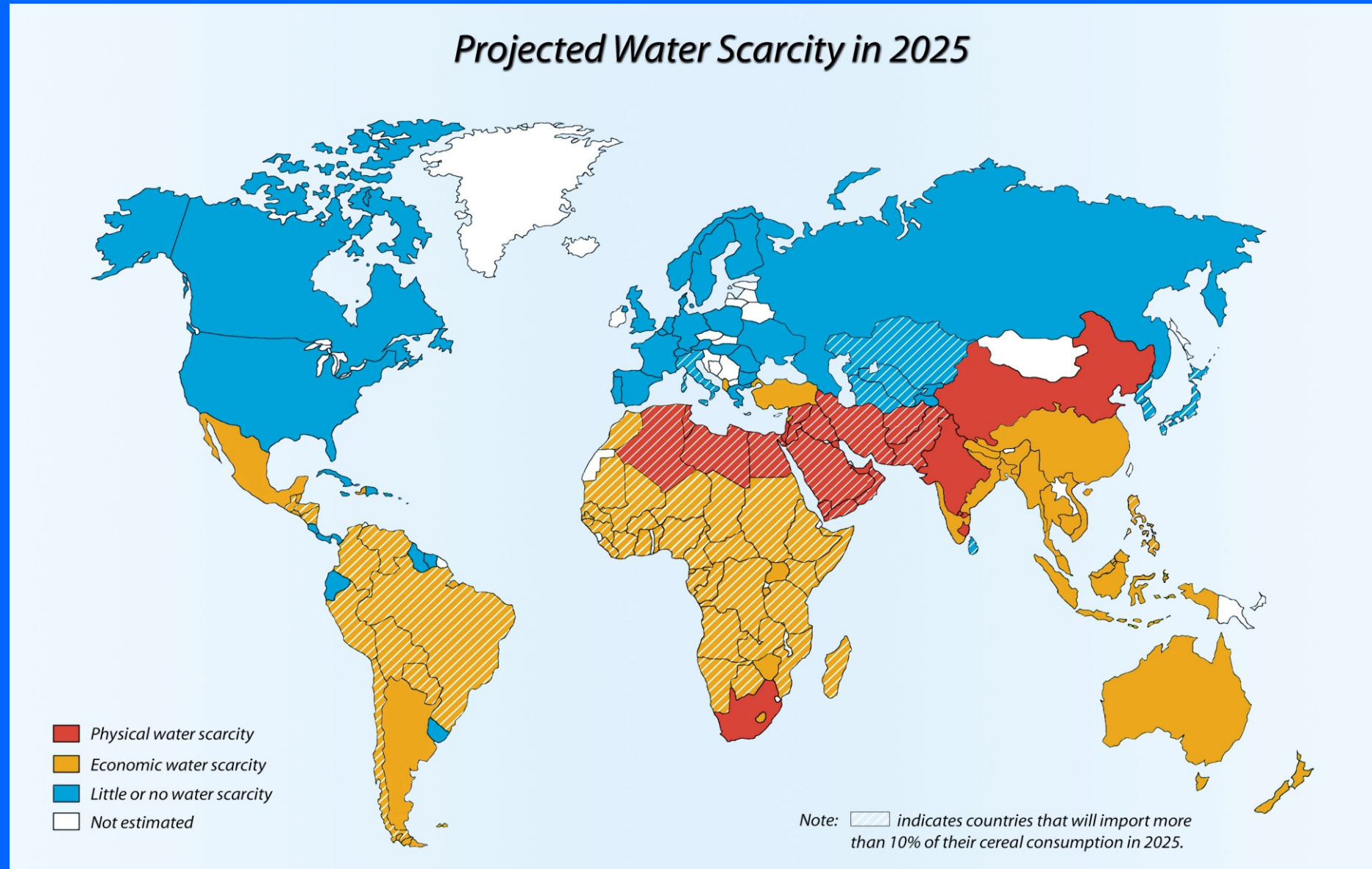


气候变化对农业生产的影响

- 1、随着气候变暖、水文循环的加强，洪水及干旱的水文极端事件发生频次将递增。
- 2、气温升高 1°C ，农业灌溉用水量增加5-10%。



2025年世界水资源短缺发展形势 (IWMI, IFPRI...)



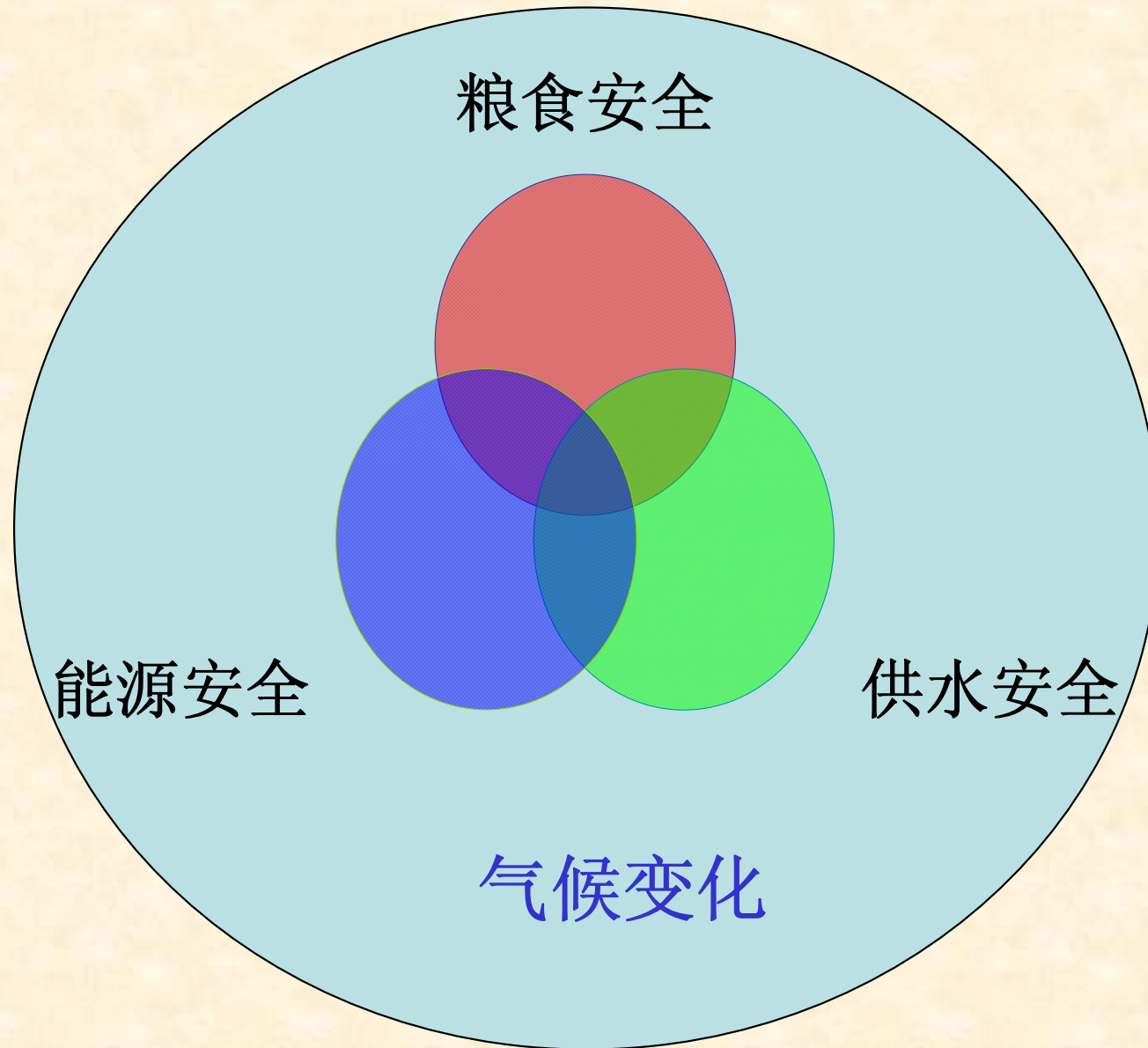


ICID·CIID

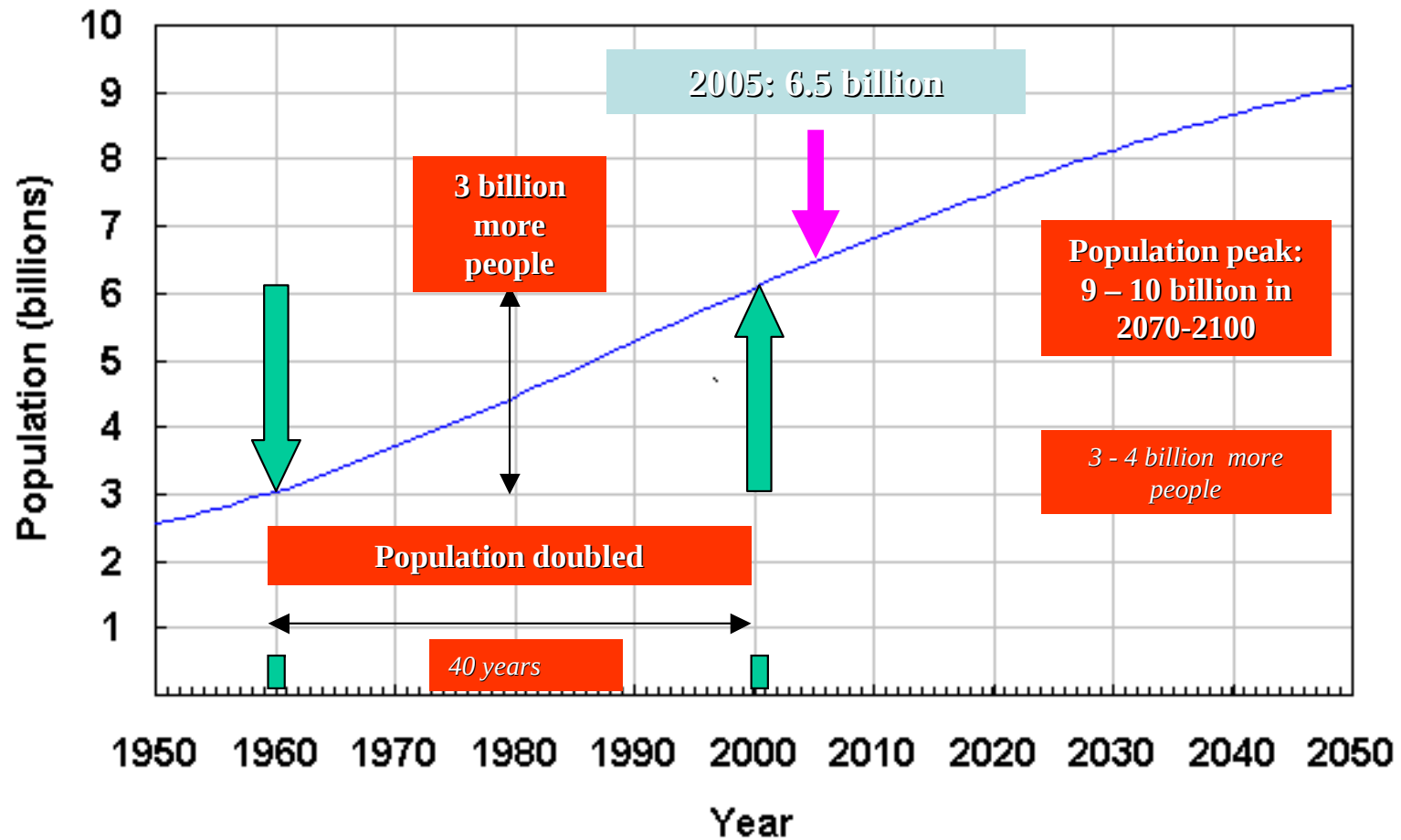
可获取的水的情况

到 **2025**年, 将有**18**亿人生活在绝对缺水的国家, 全世界有三分之二的人口将生活在有缺水压力的条件下

气候变化条件下相互关联的安全

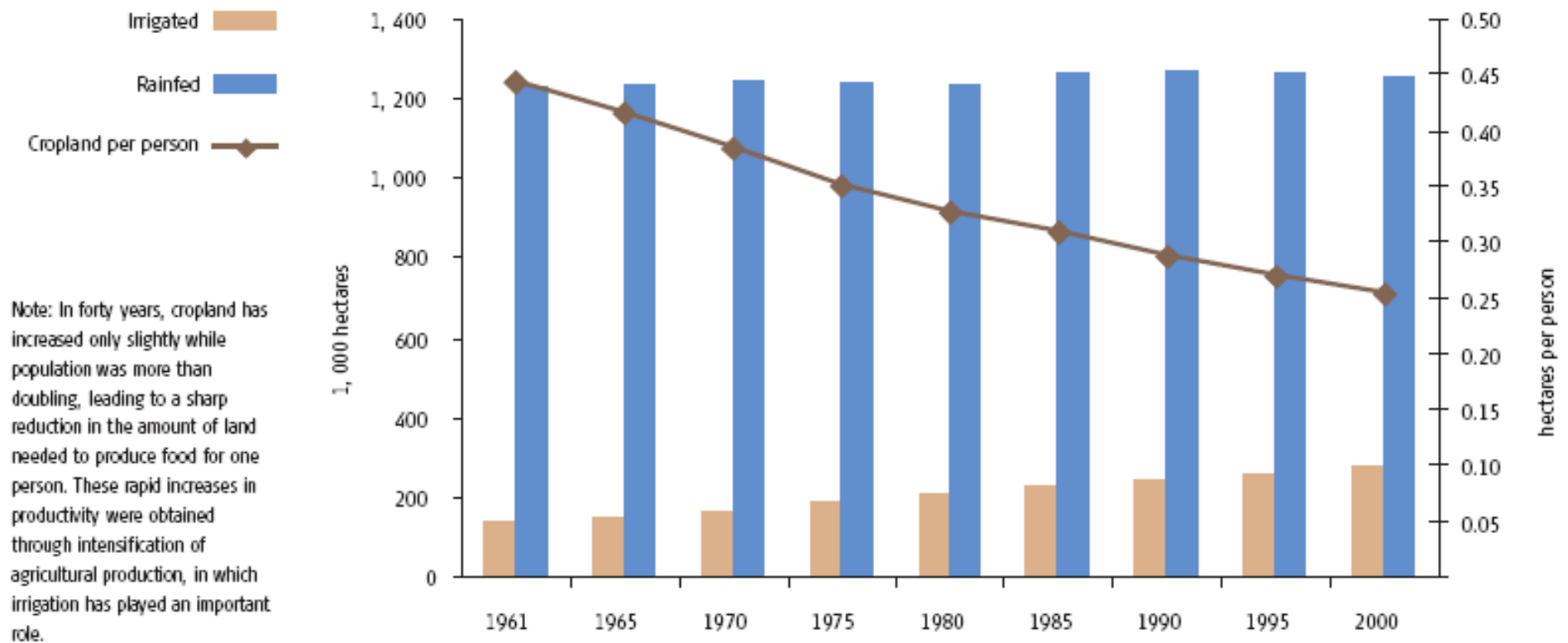


World Population: 1950-2050

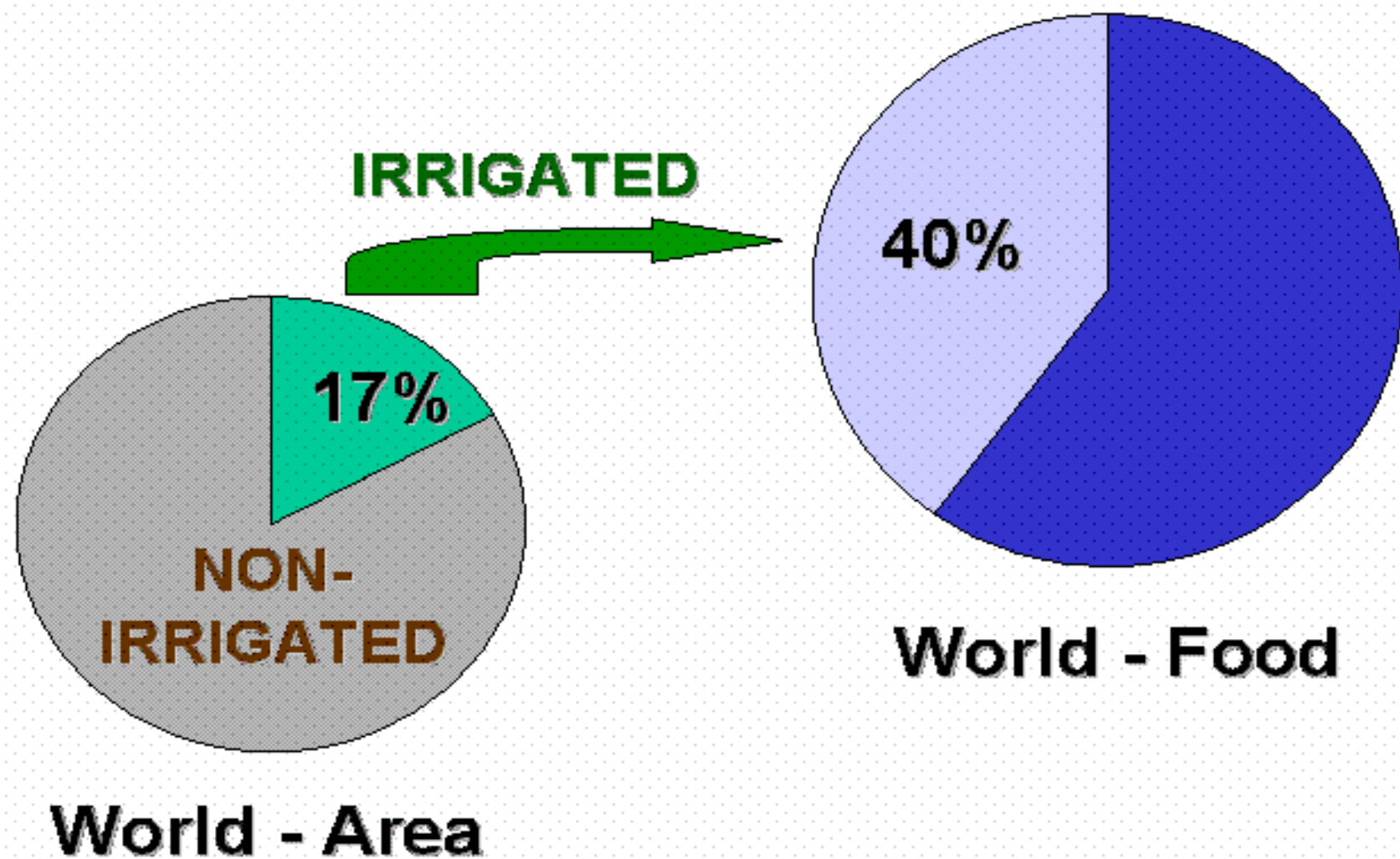


Source: U.S. Census Bureau, International Data Base 5-10-00.

人均耕地在快速减少



Source: FAOSTAT, 2005.



WORLD FOOD PRODUCTION

Ref: Postel

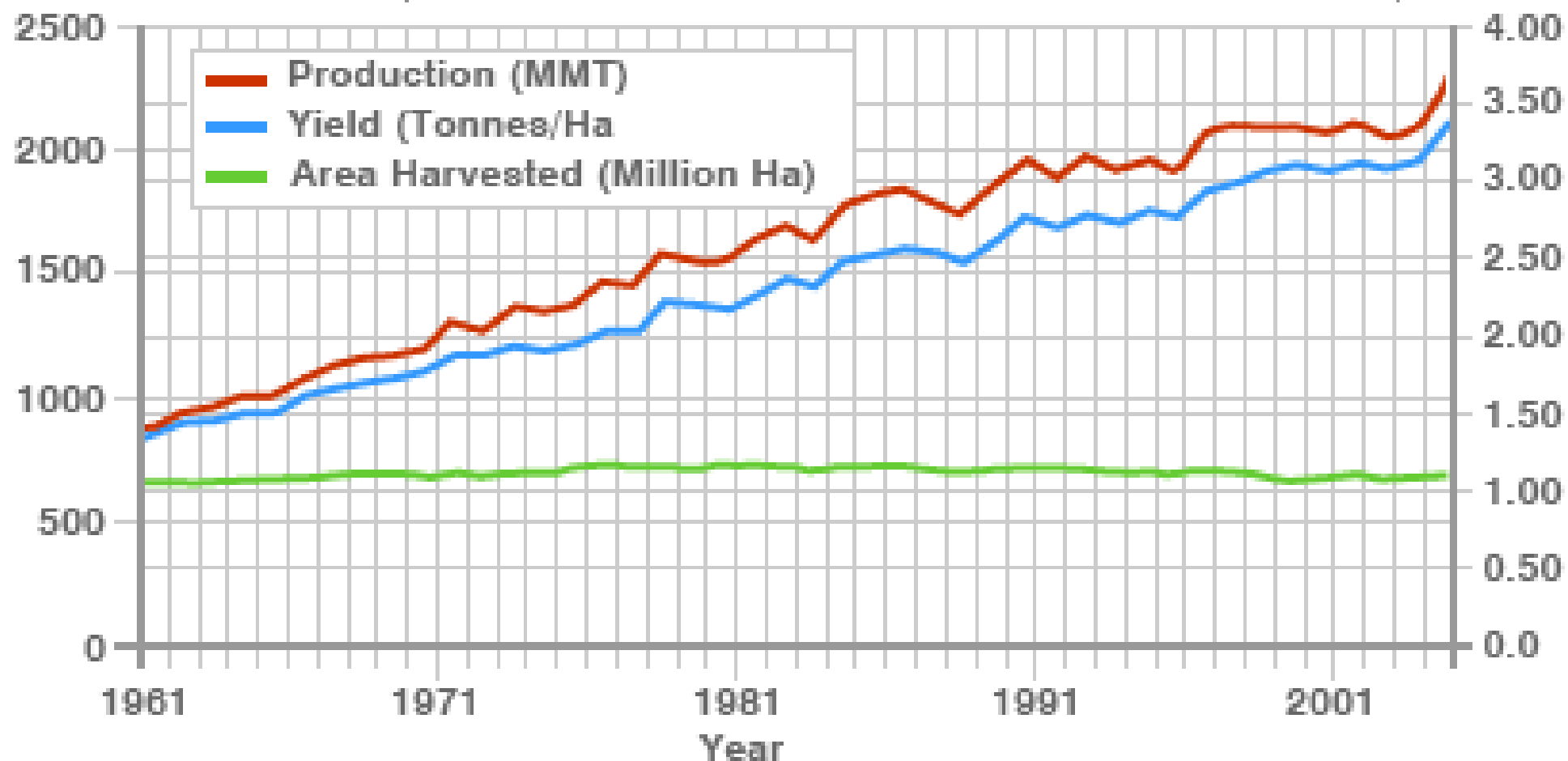
全世界有15亿公顷（225亿亩）耕地

世界粮食总产及单产

WORLD CEREALS PRODUCTION AND YIELDS

Million metric tonnes / million hectares

Tonnes / hectare



SOURCE: UN Food and Agriculture Organization

2004年世界灌溉面积分区情况



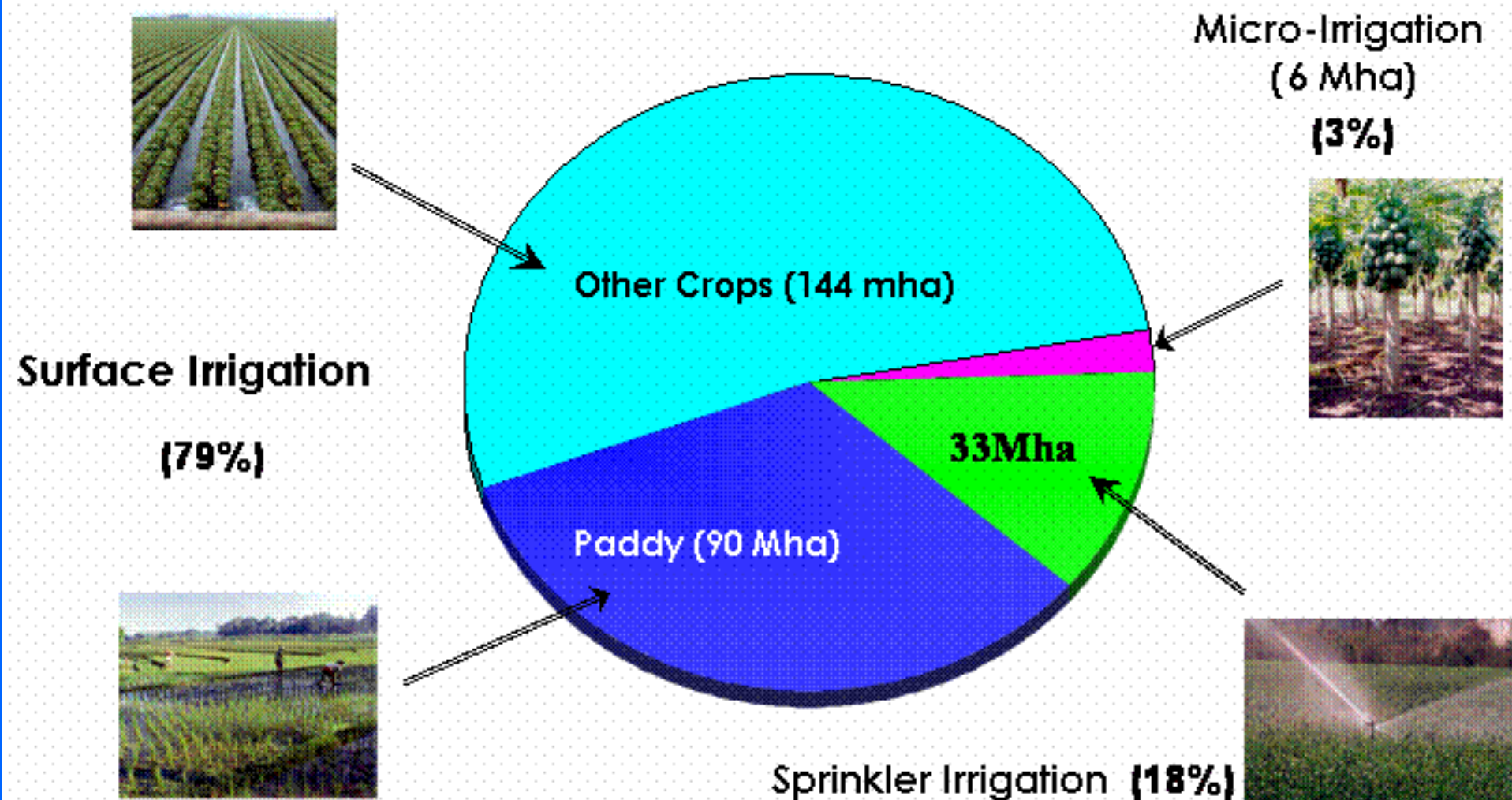
区域	灌溉面积 (百万公顷)	占世界百分比 * (%)	灌溉面积占耕地面积比例 (%)
亚洲 +	193.9	70	33
北美和中美洲	31.4	11	12
欧洲	25.2	9	8
非洲 +	12.9	5	6
南美洲 +	10.5	4	8
大洋洲	2.8	1	5
全世界	276.7	100	18

中国灌溉面积**57.8**百万公顷，占亚洲灌溉面积的**29.81%**，占世界的**20.89%**

+ 灌溉面积在增加

FAO, 2004年统计资料

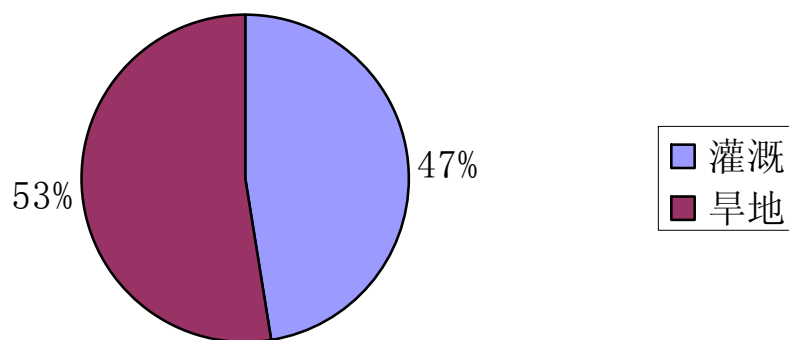
Irrigation Methods : Global Scenario



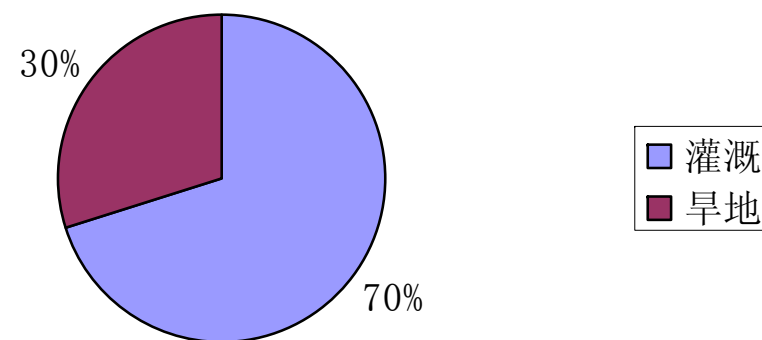
{ World Irrigated Area : 270 Million Hectares }

我国灌溉耕地对粮食生产的贡献

面积 (%)

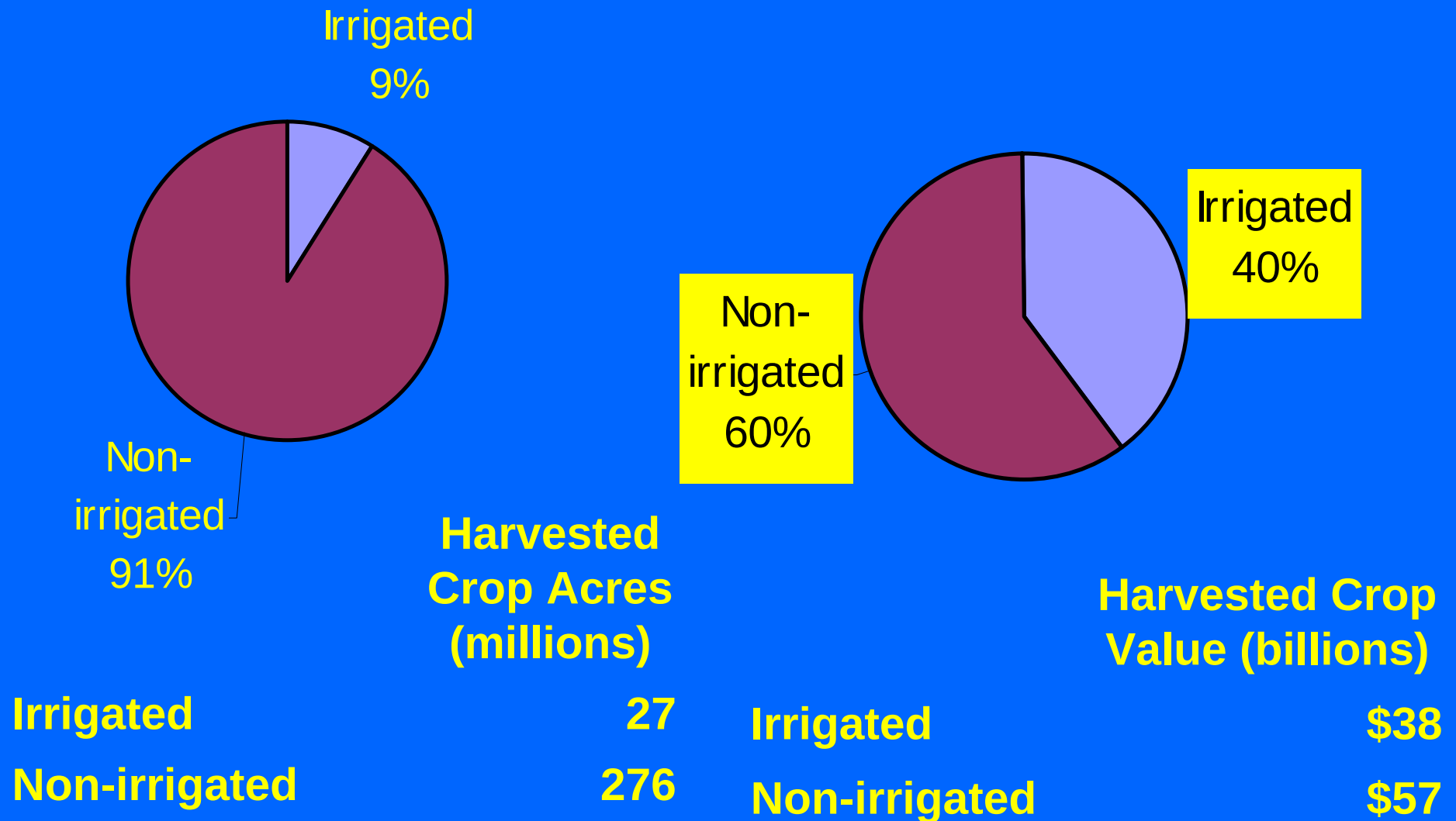


产量 (%)



美国灌溉农业所占比重

2002 Census of Agriculture

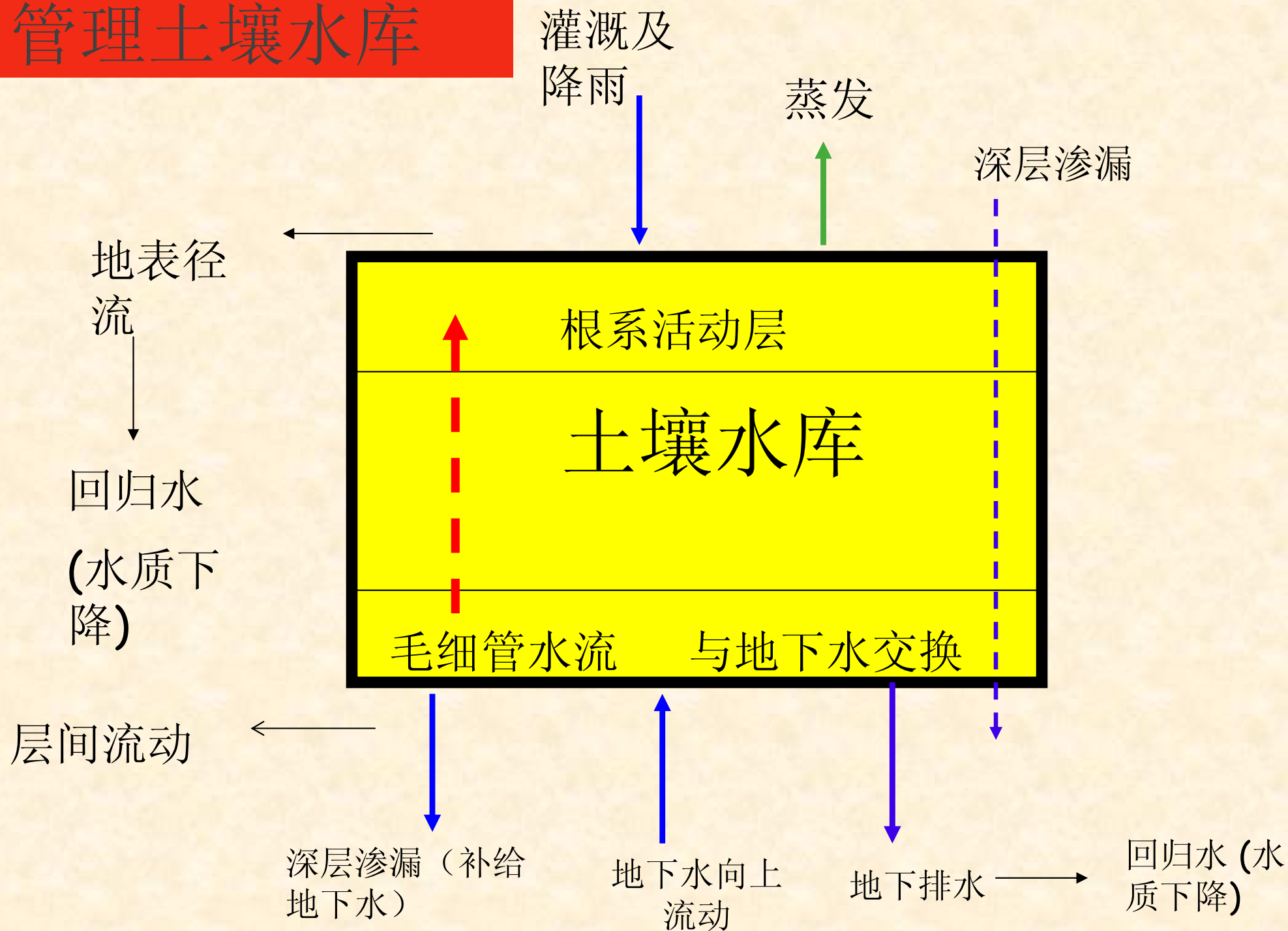


增加水源

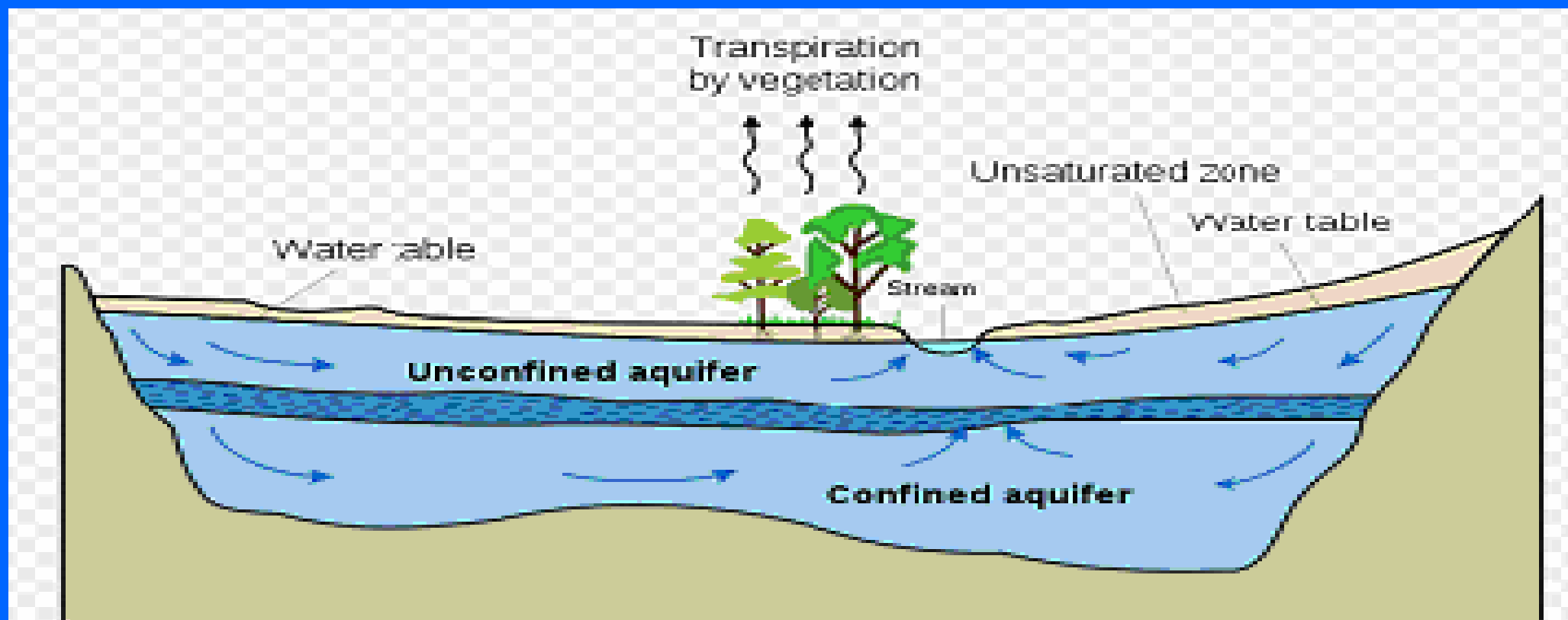
部分国家人均蓄水量

• 俄罗斯	6103 m ³
• 澳大利亚	4733 m ³
• 巴西	3145 m ³
• 美国	1964 m ³
• 土耳其	1739 m ³
• 西班牙	1410 m ³
• 墨西哥	1245 m ³
• 中国	1111 m ³
• 南非	753 m ³
• 印度	275 m ³

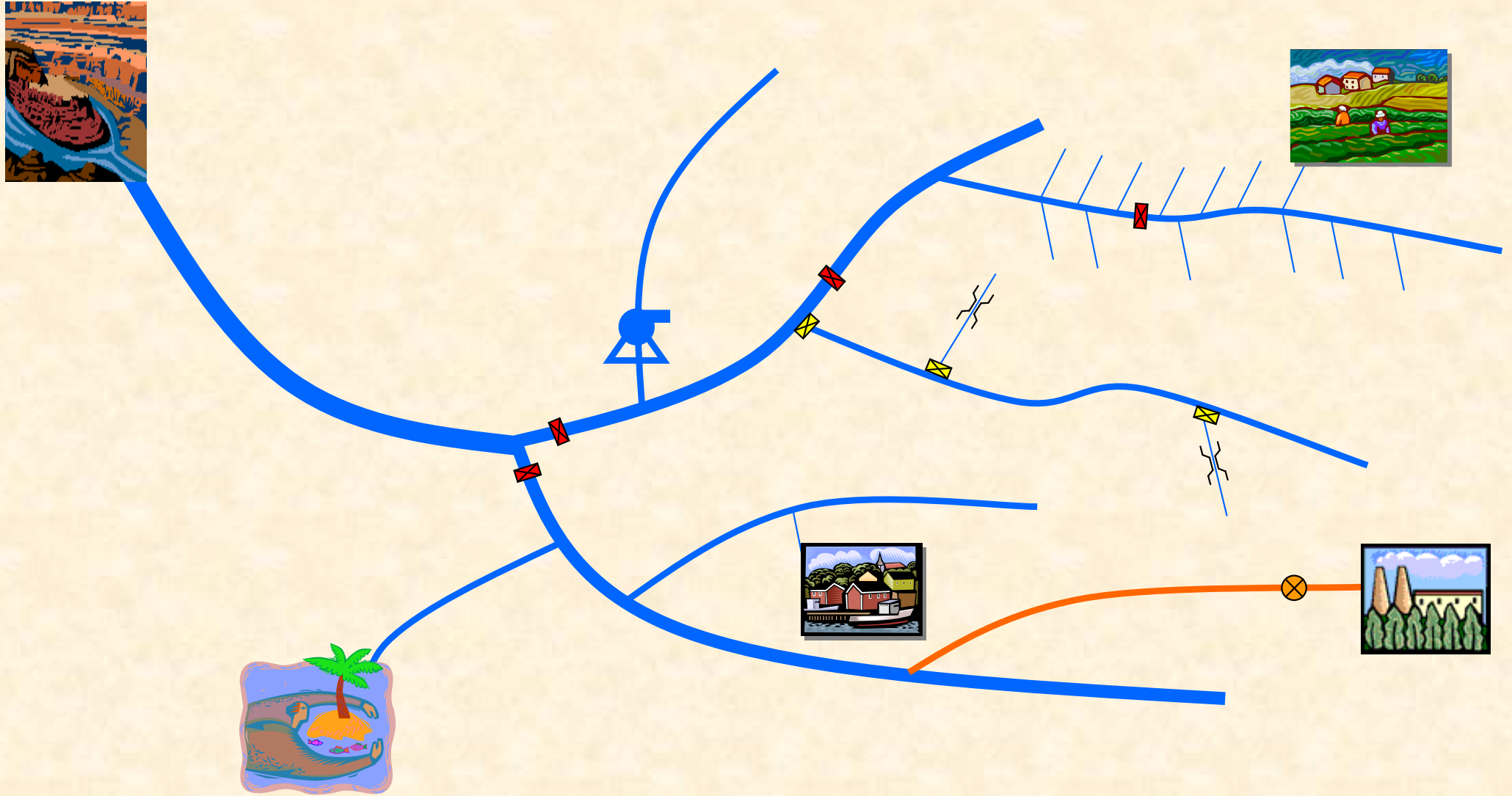
管理土壤水库



地下水库利用

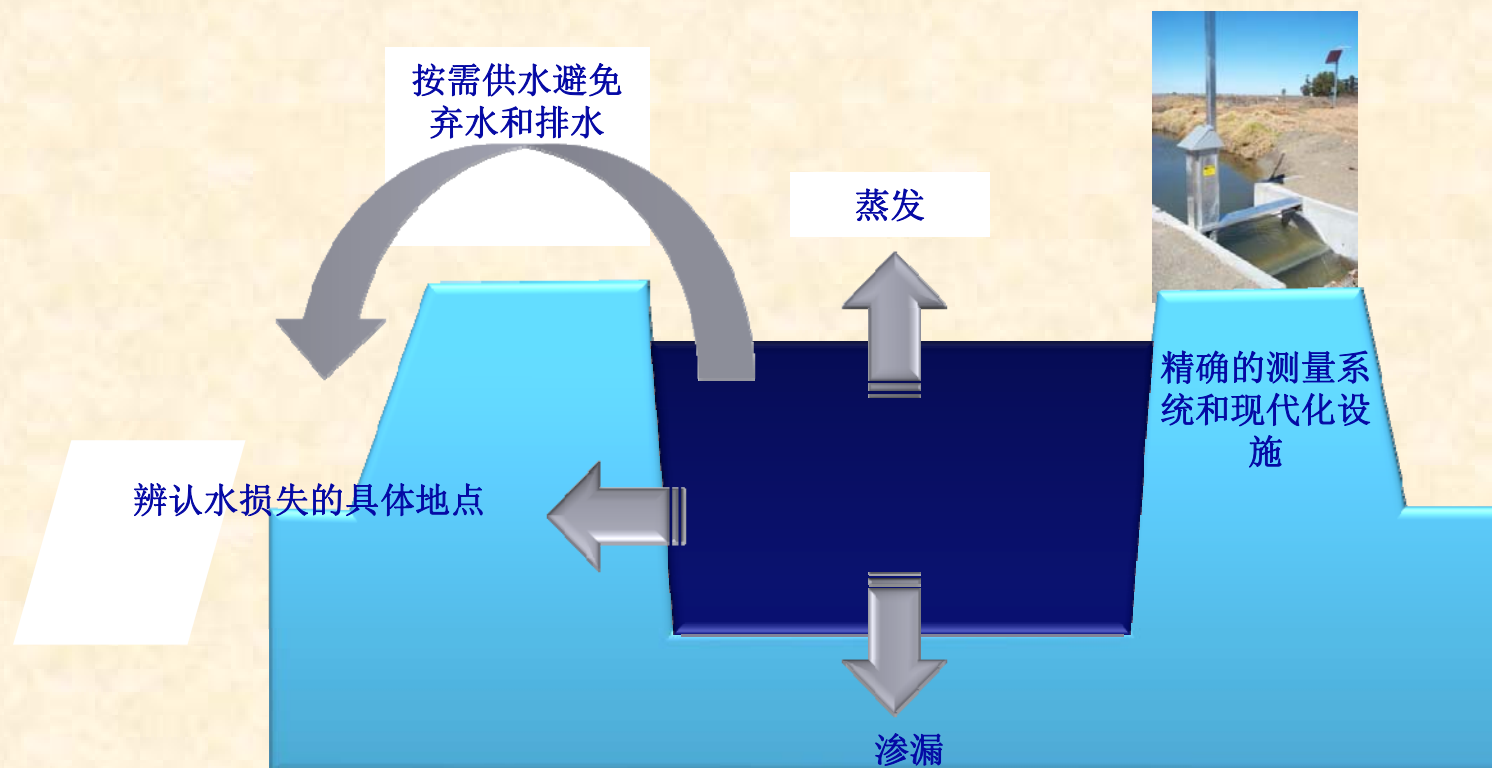


节水灌溉技术



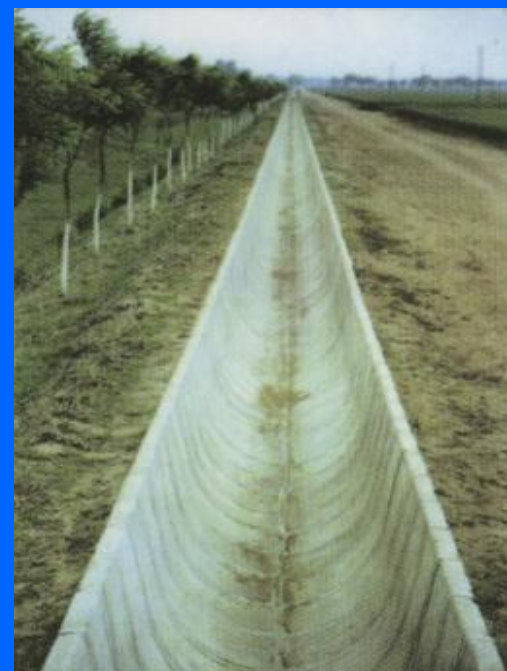
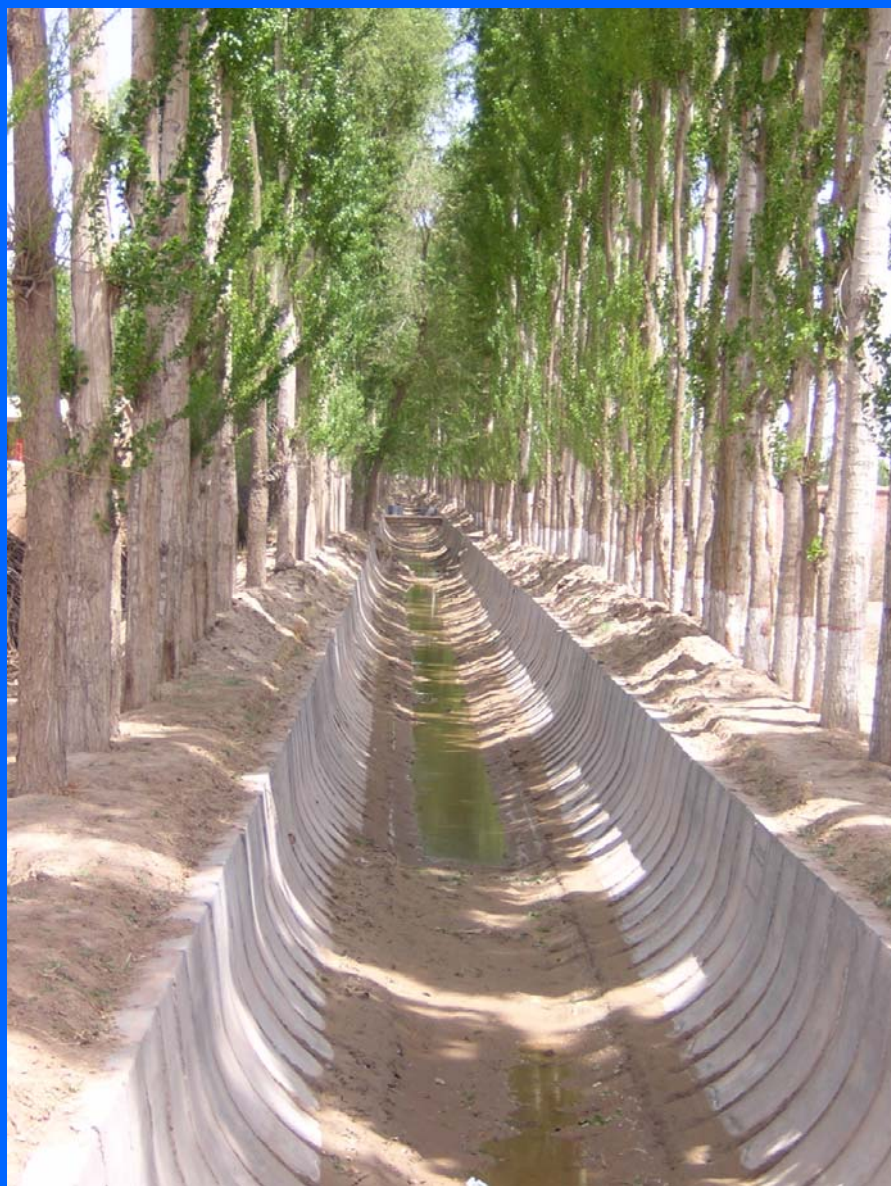
灌溉管理现代化的作用

避免水损失的解决方案



四大水损失因素	之前	之后	灌溉现代化以后
1. 蒸发	5%	5%	0%
2. 排水	15%	0%	15%
3. 溢流及, 渗漏	15%	4%	11%
4. 测量误差损失	15%	2%	13%
总计	50%	11%	节约39%

渠道衬砌或用管道供水



喷灌技术



喷灌技术（ for pre-plant and first crop irrigation）



地面滴灌技术



地下滴灌技术



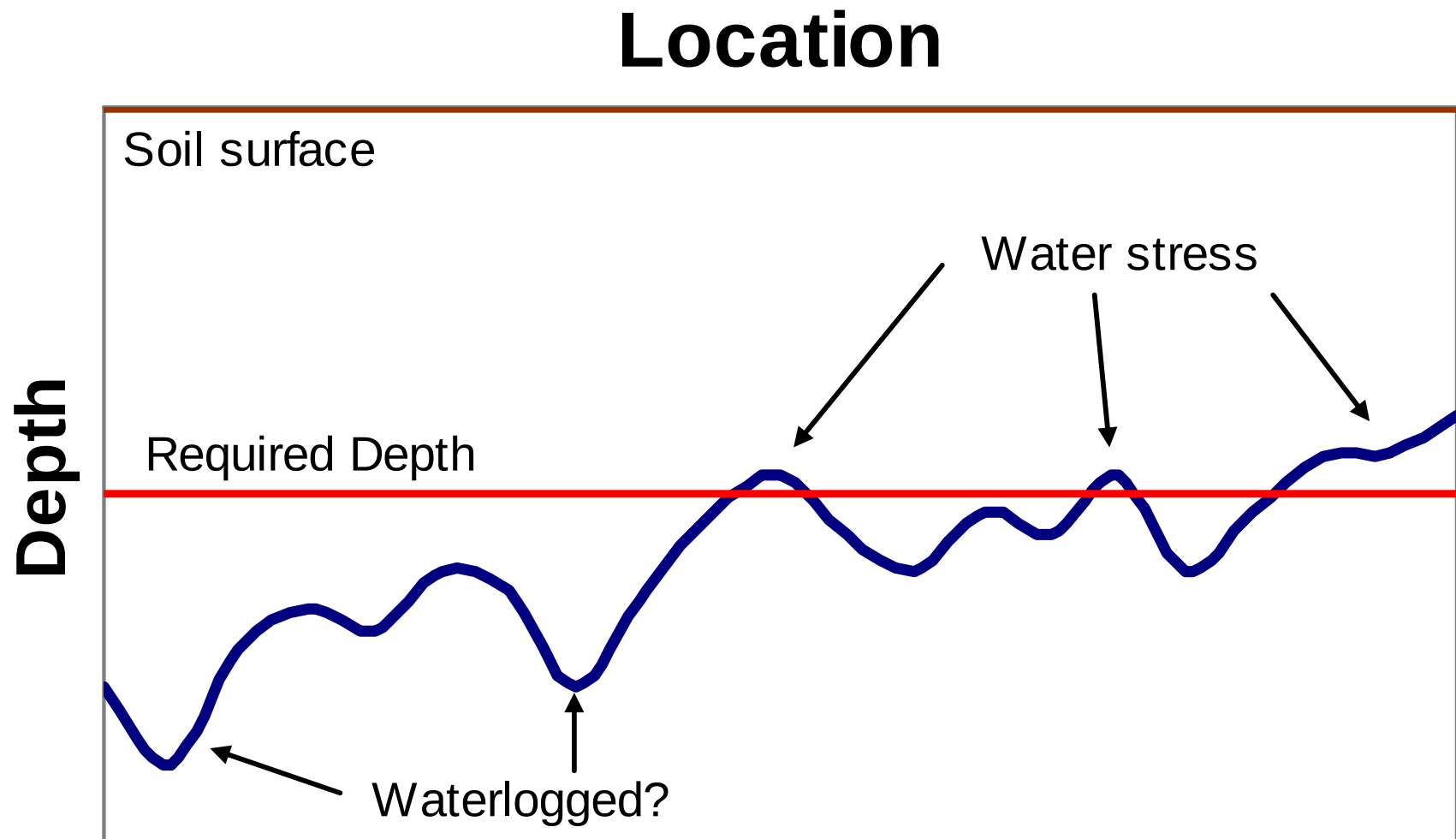
提高地面灌溉的均匀度



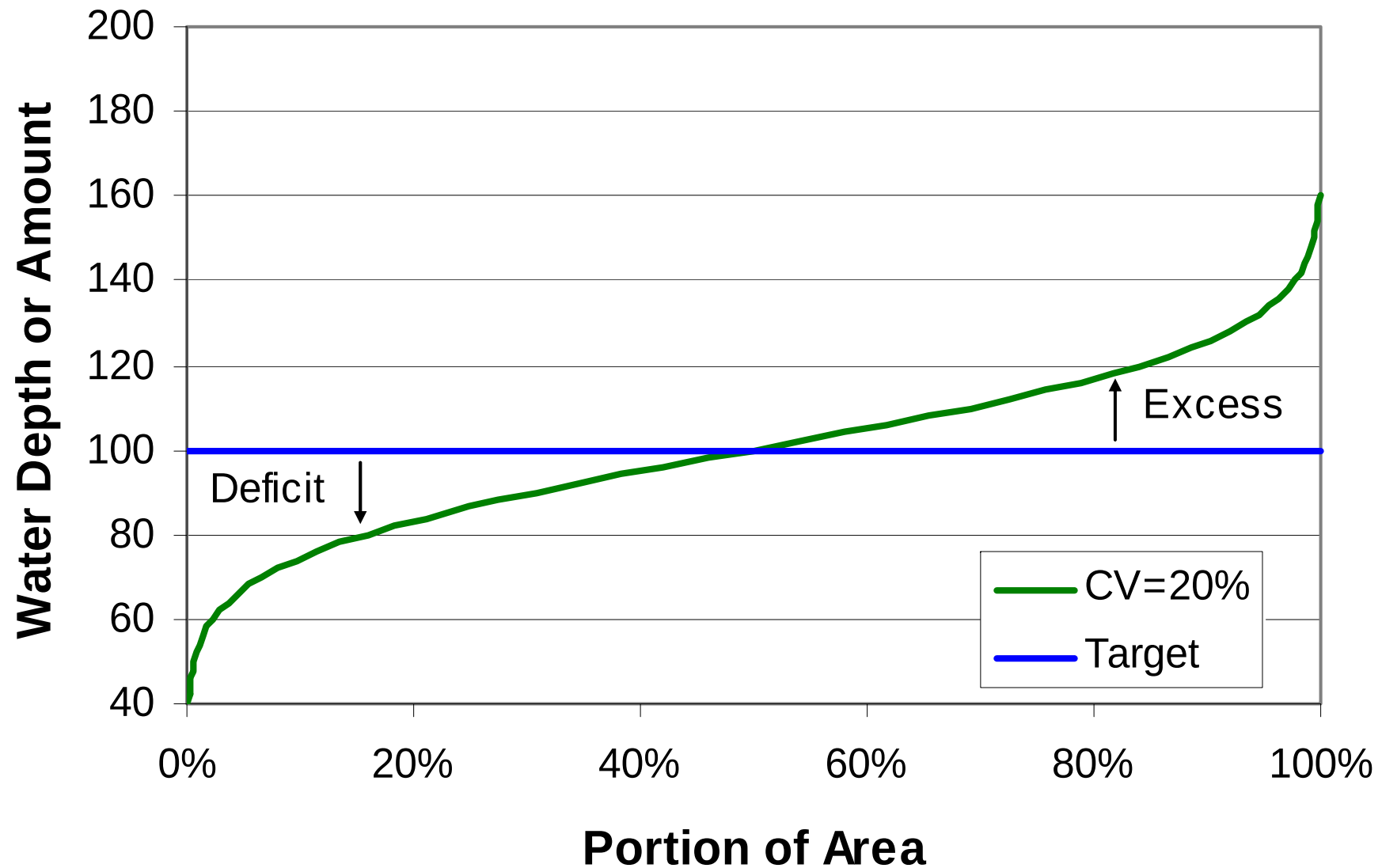
- Most non-uniformity tends to be systematic!



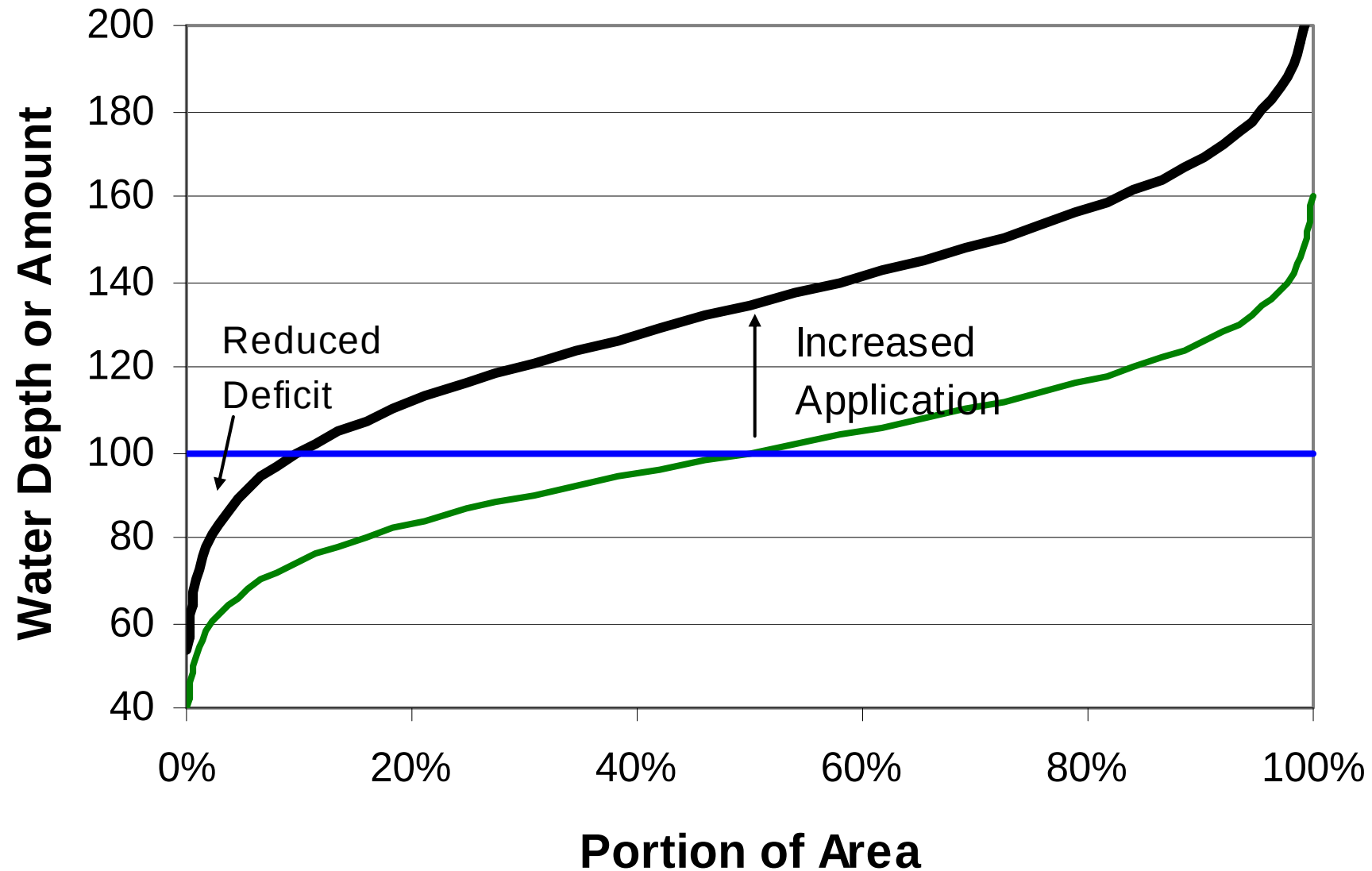
所有灌溉系统都存在灌水不均匀的情况，
灌水不均匀既影响产量也影响灌溉效率



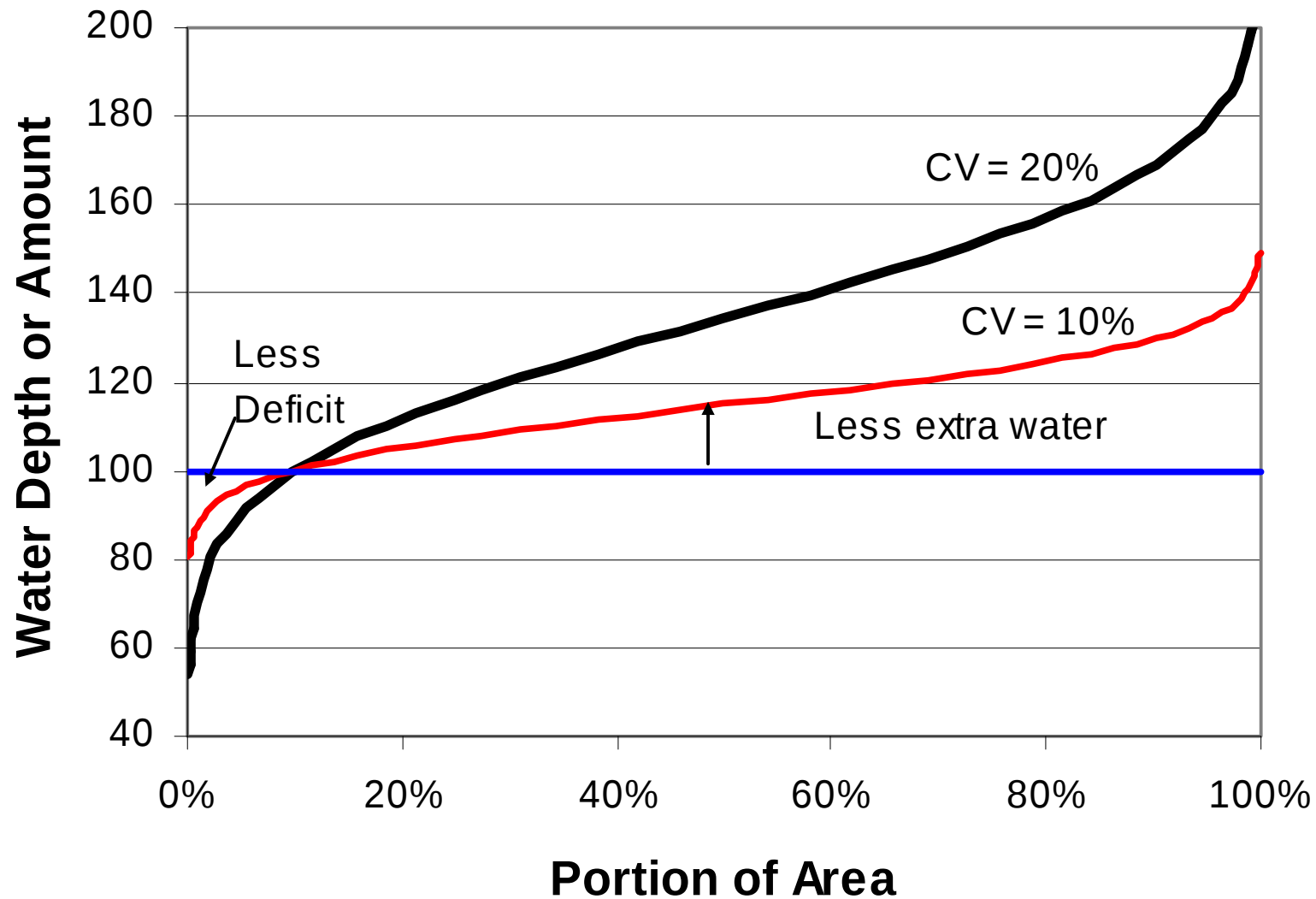
灌水均匀度影响水量消耗和水量损失



灌溉人员灌溉更多的水以便减少由灌水不均匀引起的局部缺水, 但多用的水效益会下降



提高灌水均匀度可减少用水量和局部缺水的情况



地面灌溉用激光控制平地



提高灌水均匀度不但可以节水
还可以提高品质和产值





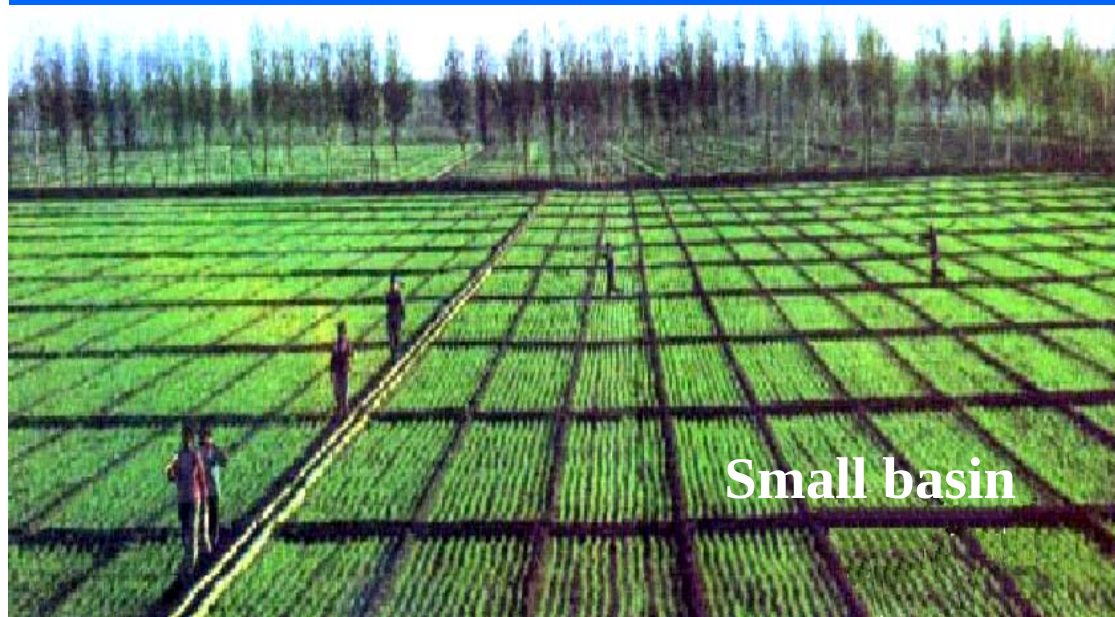
Adjusting run length



田间平地缩块

节水效果（相对于**1.5亩**畦田规格）

年 度	畦 田 面 积		
	1.0亩	0.5亩	0.33亩
2007年	22.56%	26.14%	40.18 %
2008年	24.01%	36.77%	54.46 %
2009年	11.33%	29.70%	
平 均	19.3%	30.87%	47.32%

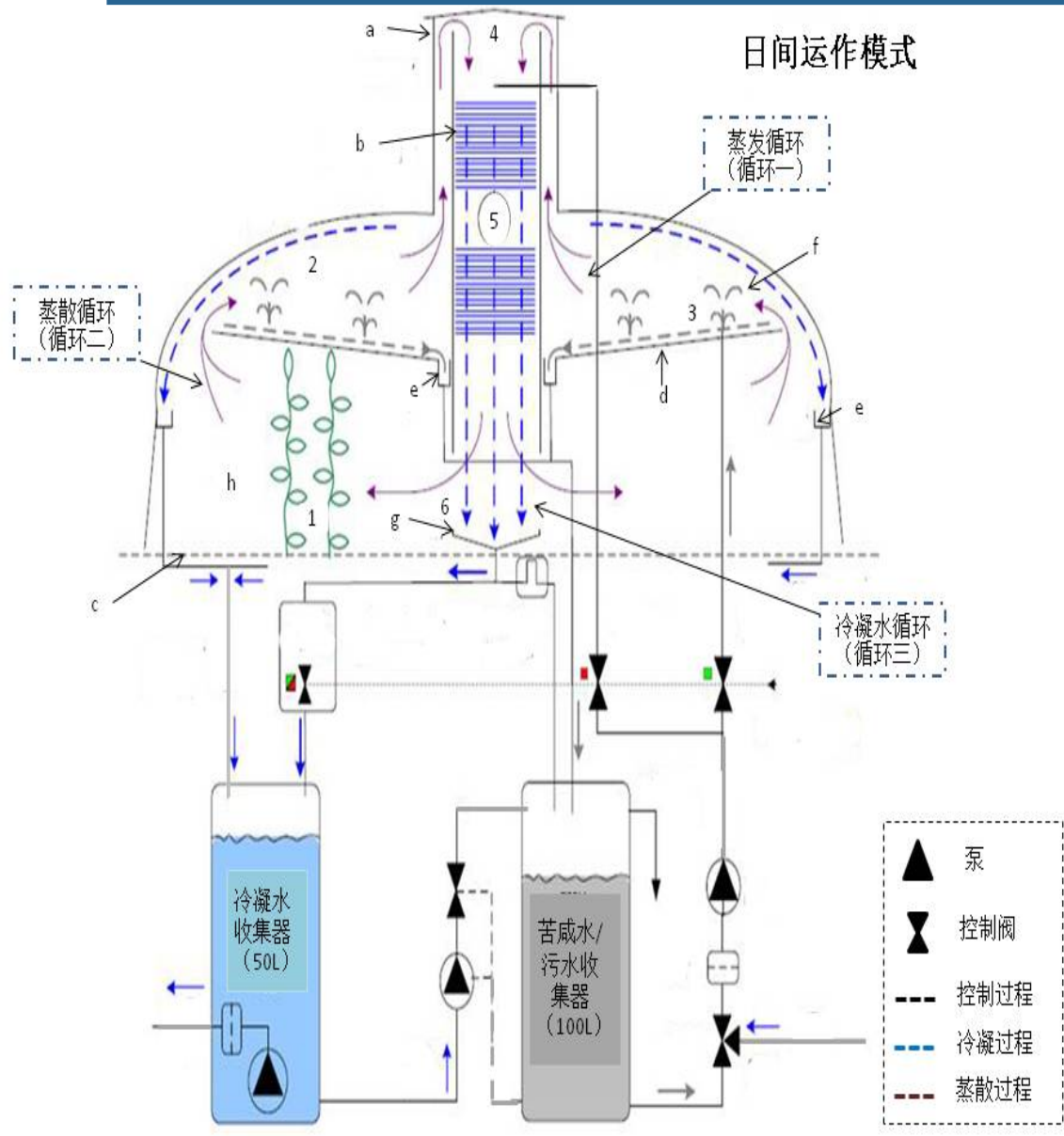


封闭式温室概况



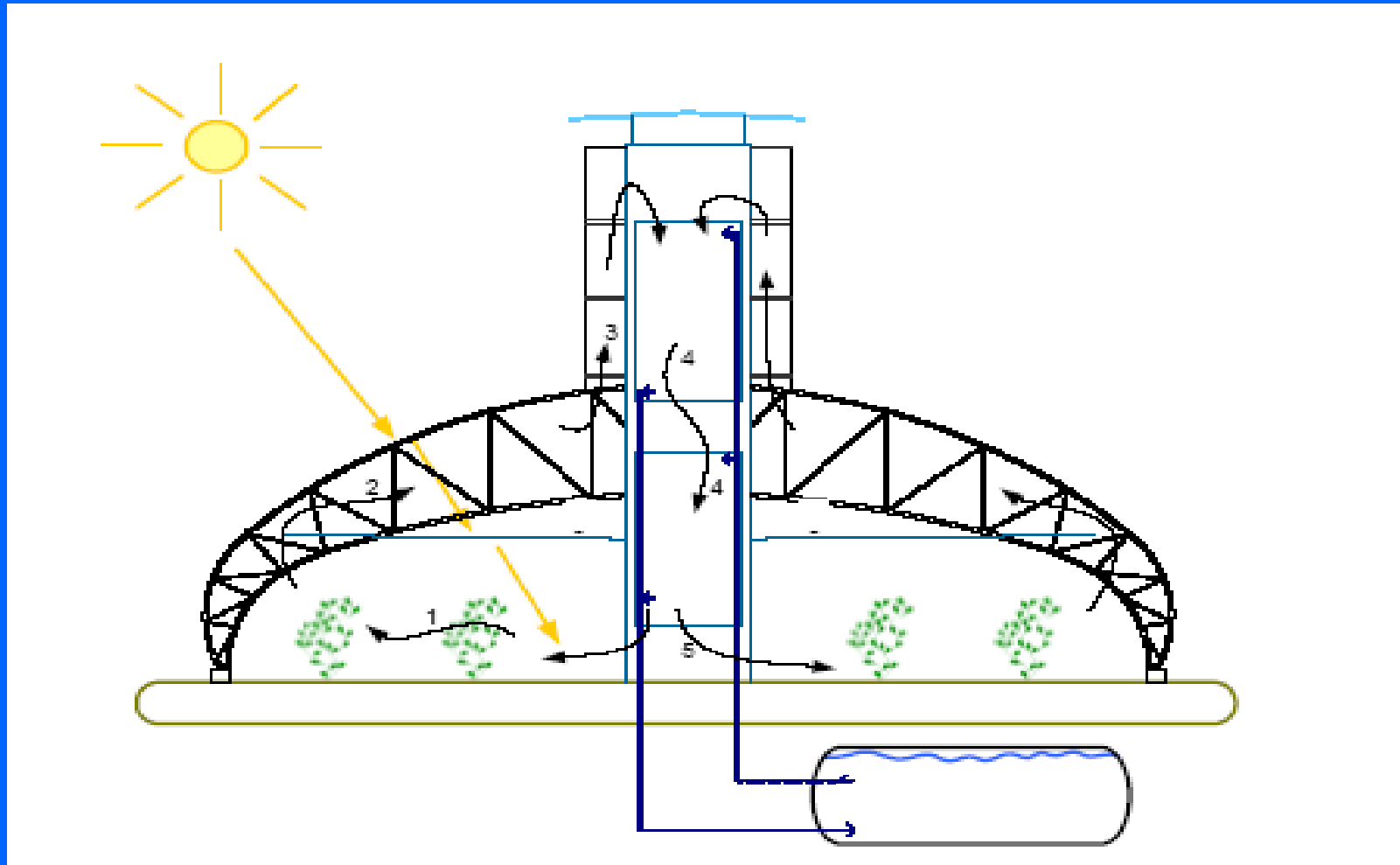
- ❖ 封闭式温室由德国柏林科技大学与荷兰瓦赫宁根大学共同设计完成；
- ❖ 位于西班牙南部的阿尔梅利亚省埃尔埃希多市的卡雅玛尔基金会科学研究院，属半干旱区，占地 **200 m²**；
- ❖ 由镀锌铁框架与聚乙烯塑料顶棚组成，土壤深**20-30cm**，每平方米土壤表面约有**5**千克有机物；
- ❖ 温室中装有二氧化碳自动补给器；
- ❖ 温室主要特点：节水节能、水质净化等。

温室结构



- a. 冷却塔：装有热交换器；
- b. 热交换器：由薄聚丙烯毛细管构成，用于冷却热空气；
- c. 排水收集装置：用于闭合水循环，土壤底层装有聚乙烯脱水板，可循环利用排水；
- d. 内顶棚：内部的顶棚将温室分成两个气候区，一个气候区适宜作物生长，另一个位于种植区上方，温度较高；在这里，苦咸水/污水可以得到处理并形成冷凝水（纯净水）；
- e. 排水槽：用于回收冷凝水与喷洒的苦咸水/污水；
- f. 喷洒装置：位于内顶棚，用于降低白天温室内的温度，增加蒸发水量；
- g. 冷凝水收集器：位于冷却塔底部，用于收集冷却处理后的冷凝水，并置于外部的冷凝水收集器中；
- h. 温室种植区：主要用于植物种植。

温室运作模式

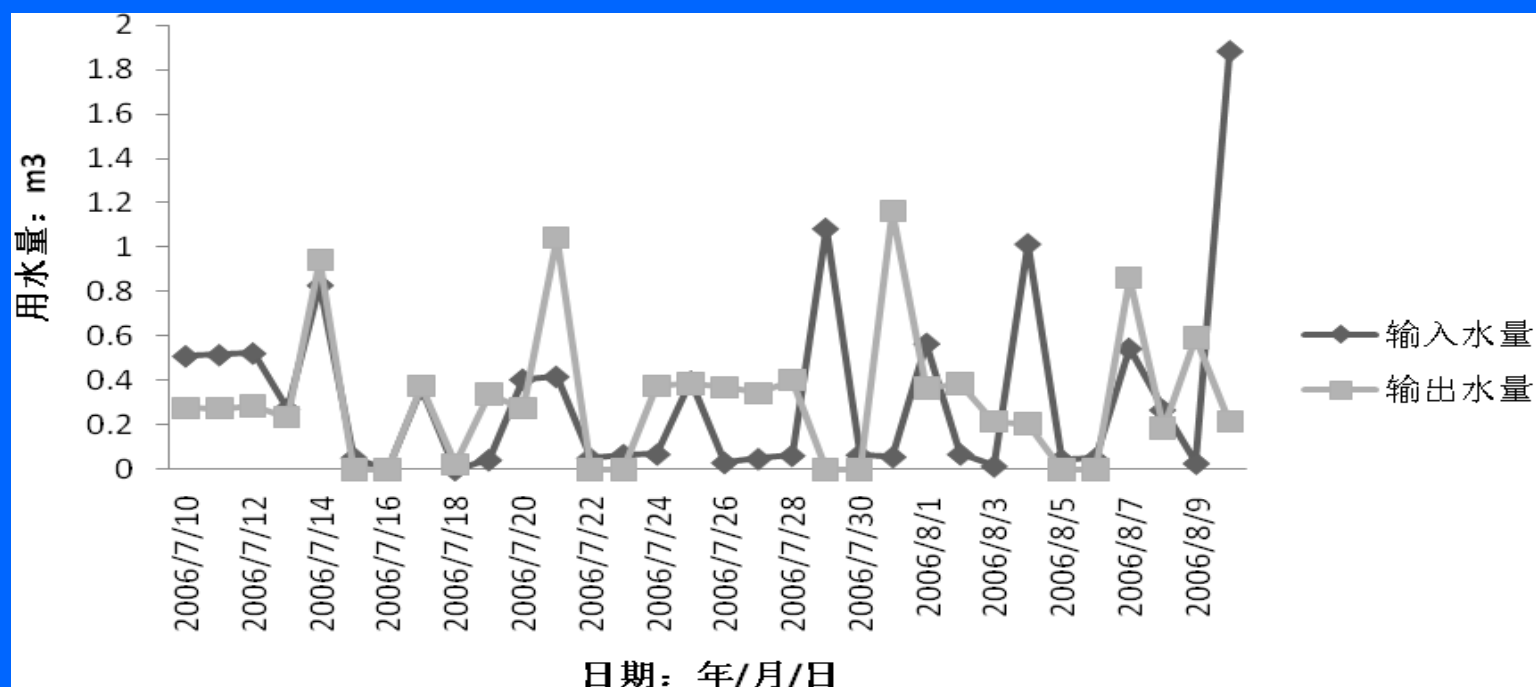


- (1) 种植区气温上升；(2) 空气受热后上升，穿过内顶棚区；(3) 喷洒的苦咸水/污水经阳光照射，蒸发水蒸气上升；(4) 热空气进入热交换器冷却；(5) 冷却的空气重新流入温室，冷却的水直接流入冷凝水收集器中，完成一次日循环⁴⁵。

内部水平衡分析

外部水平衡分析结果

- 封闭式温室有两部分外来水：灌溉用水与补充夜间喷灌的中水，而排水和冷凝水是输出水。由于封闭结构，输入水量与输出水量应该也是相同的；结果如下：



✓ 分析表明，输入水量为**10.372 m³**，输出水量为**10.128 m³**，差额为**0.244 m³**，即**244L**水。

农产量评估

表2：四季豆的产量

种植周期	品种	水份生产效率 (PW) *
2007/1/25-2007/4/30	四季豆	106kg/m ³

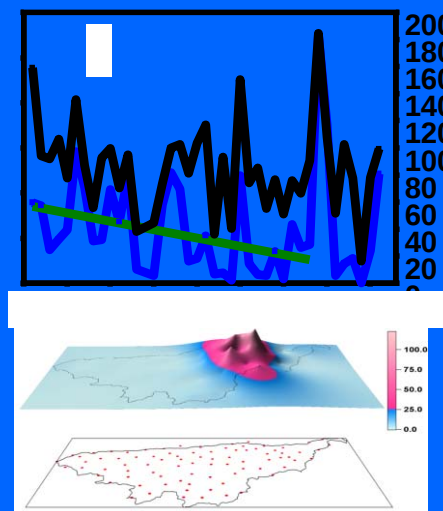
- 四季豆水分生产效率为**106kg/ m³**，是当季开放温室耕作水生产力的**4-5倍**。

应对气候变化研究

- 缓减气候变化
 - 减少农业生产温室气体排放
 - 利用农业抵消其他部门的温室气体排放
- 适应气候变化
 - 避免负面影响
 - 利用正面影响
 - 增加农业系统的弹性

全球农业温室气体研究联盟

- 该研究联盟2009年由新西兰提出
- 到2009年12月已有21个国家加入该联盟



开展的国际合作项目



水稻
协调国家: 日本



其他作物
协调国家: 美国



畜牧业
协调国家: 新西兰, 荷兰



减少农业的温室气体排放



适应和缓减气候变化



- 作物对气候变化响应评估和管理措施（耕作和氮肥管理）
 - 生长、产量
 - 品种培育
 - 作物需水和光合率
 - 温室气体排放

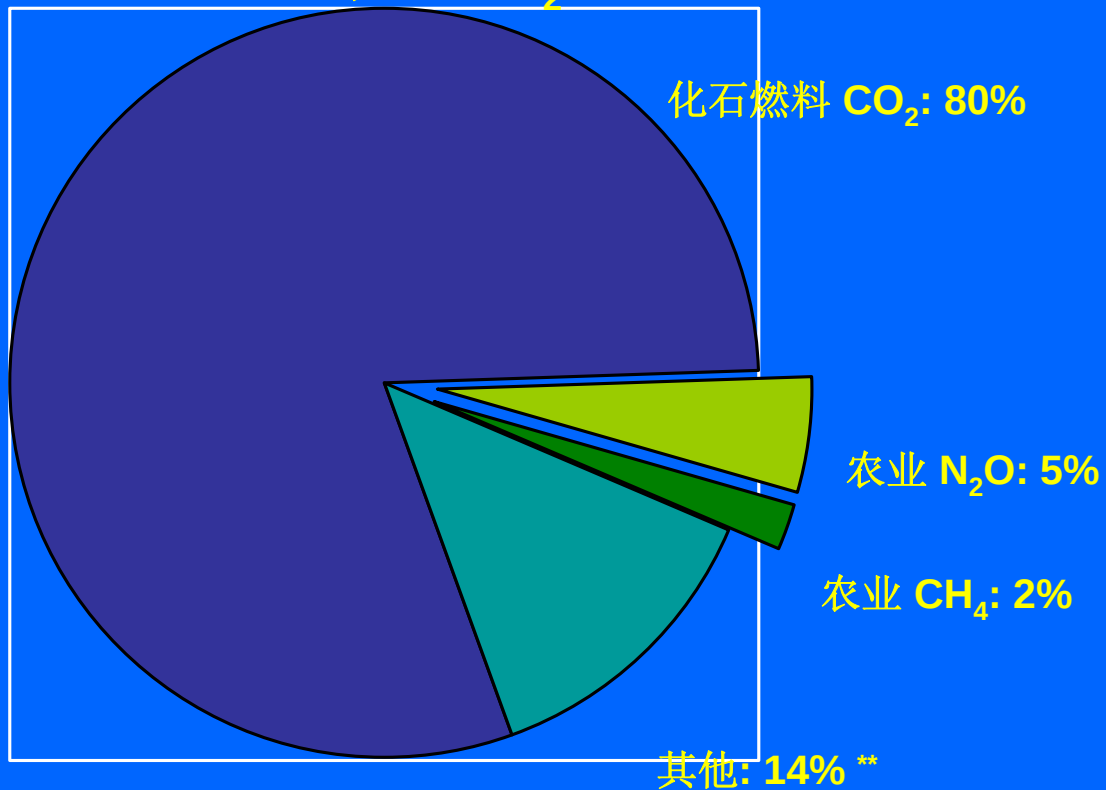


美国的情况:

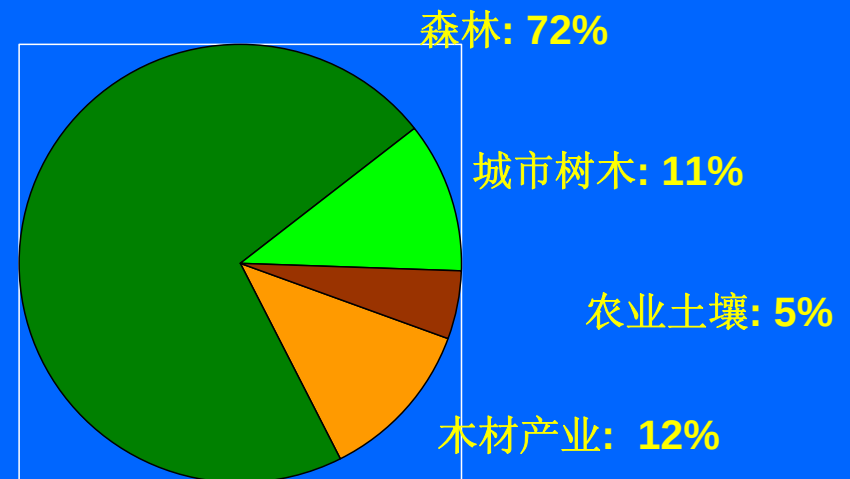
农业温室气体排放量占总排放量的 **7 %**

碳的吸收抵消了美国温室气体排放量的 **11 %**

美国温室气体排放量:
72.6亿吨 CO₂



美国碳吸收量:
8.285 亿吨 CO₂

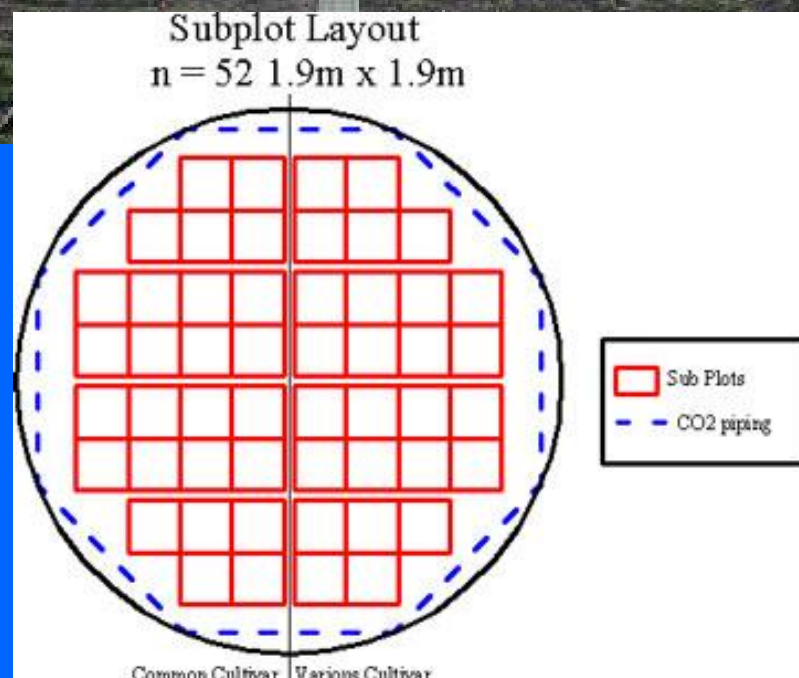
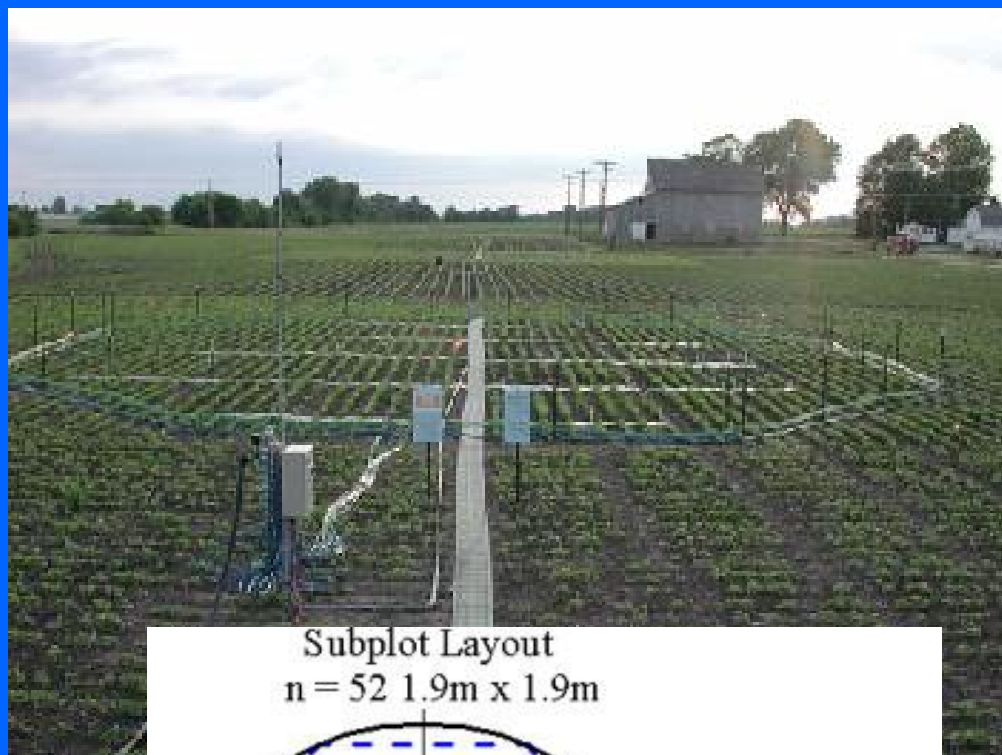


相互作用

- 土壤肥力 (other nutrients, N, P, etc)
- 病虫害及杂草
- 臭氧
- 土壤微生物活动
- 气温
- 水

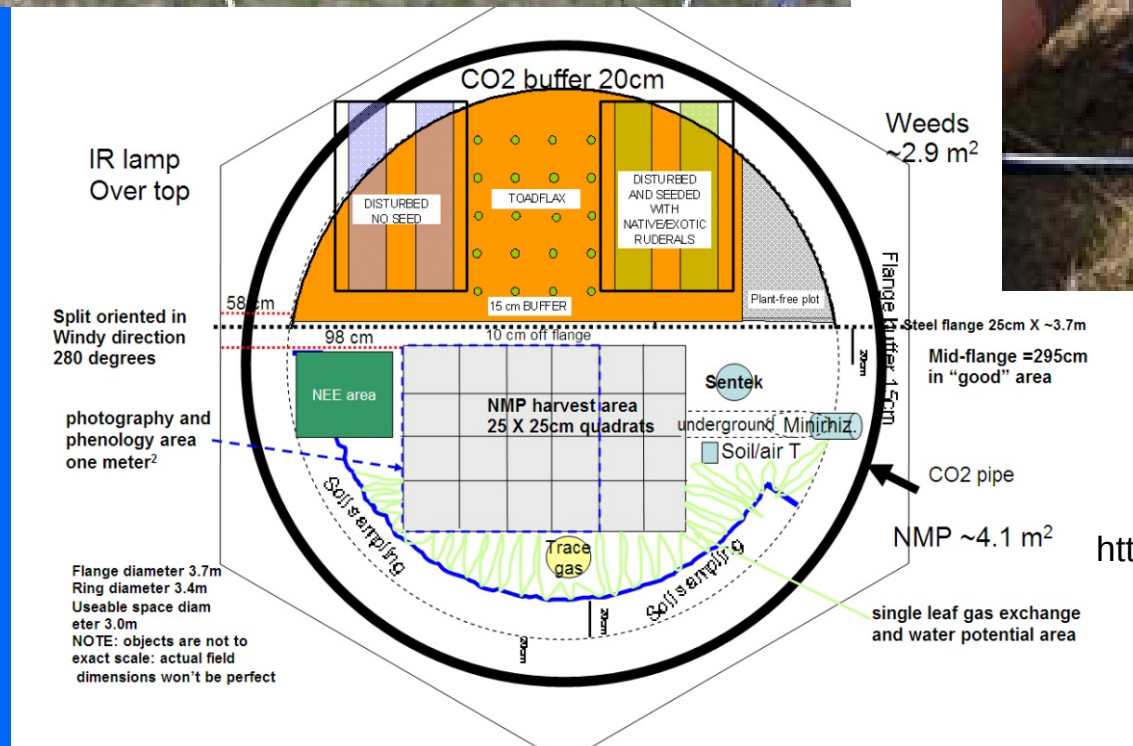


SoyFACE and CornFACE – University of Illinois and USDA-ARS



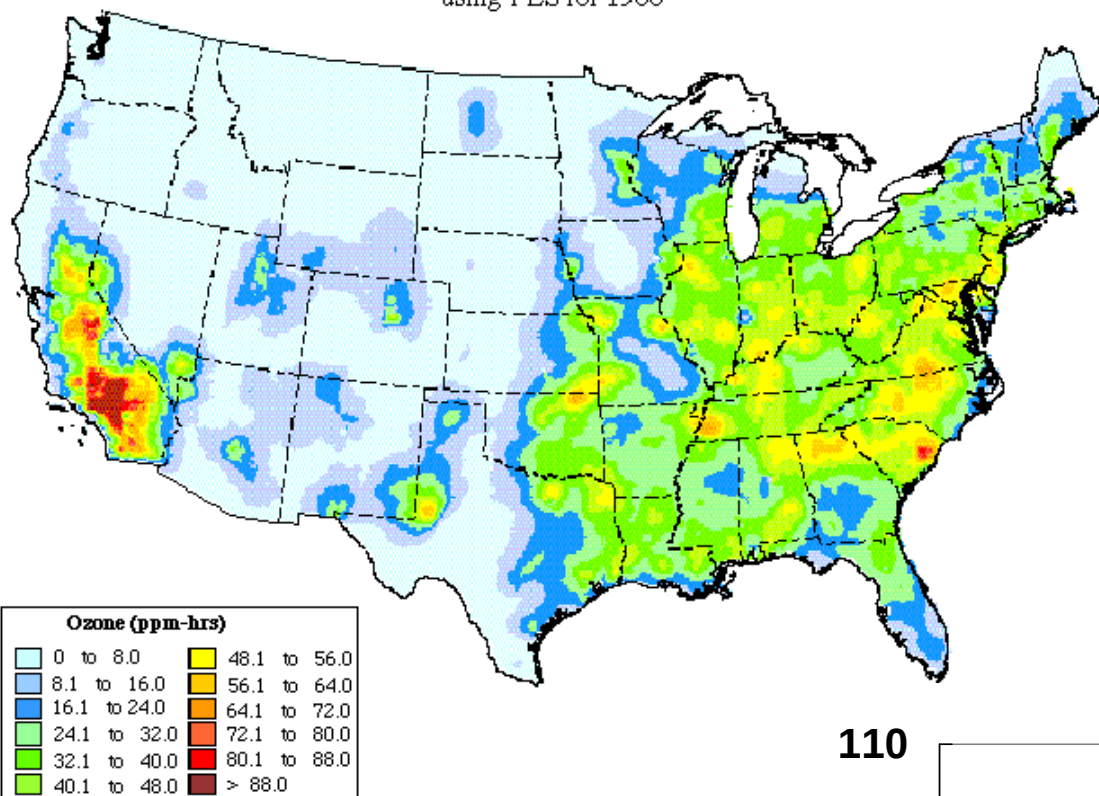
<http://soyface.illinois.edu>

Prairie Heating and CO₂ Enrichment (PHACE)

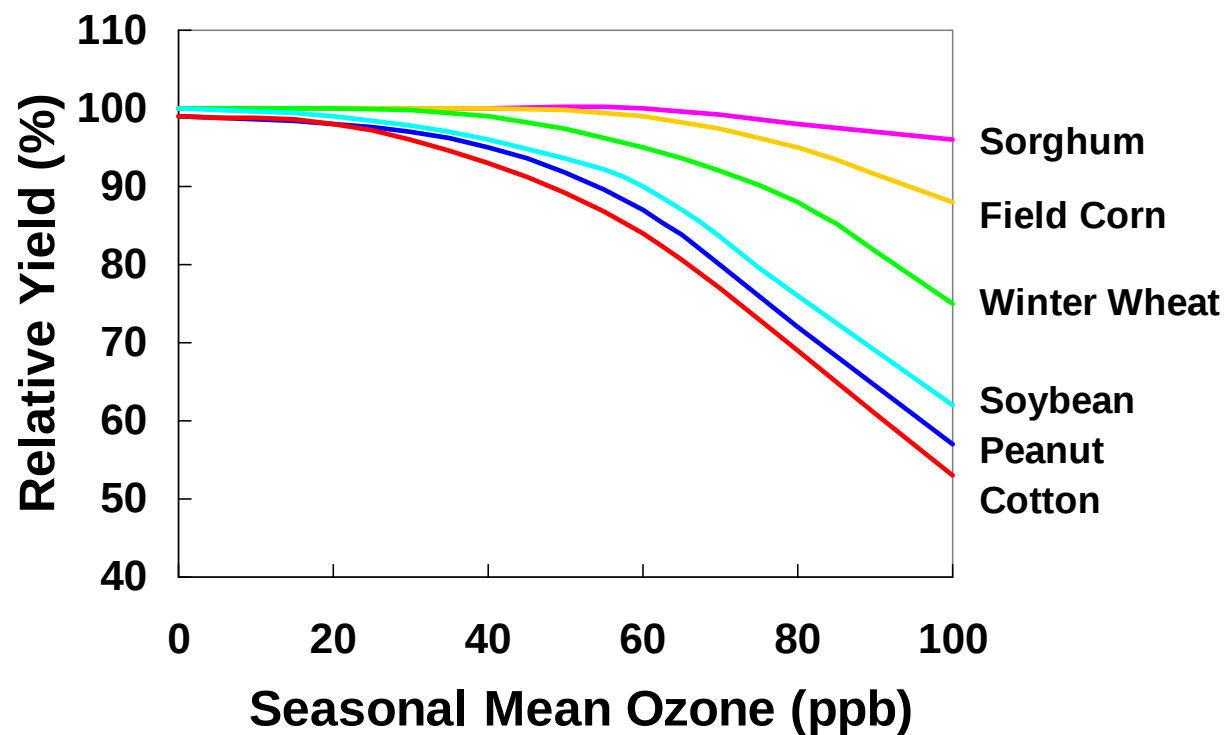


<http://www.ars.usda.gov/Research/docs.htm?docid=16754>

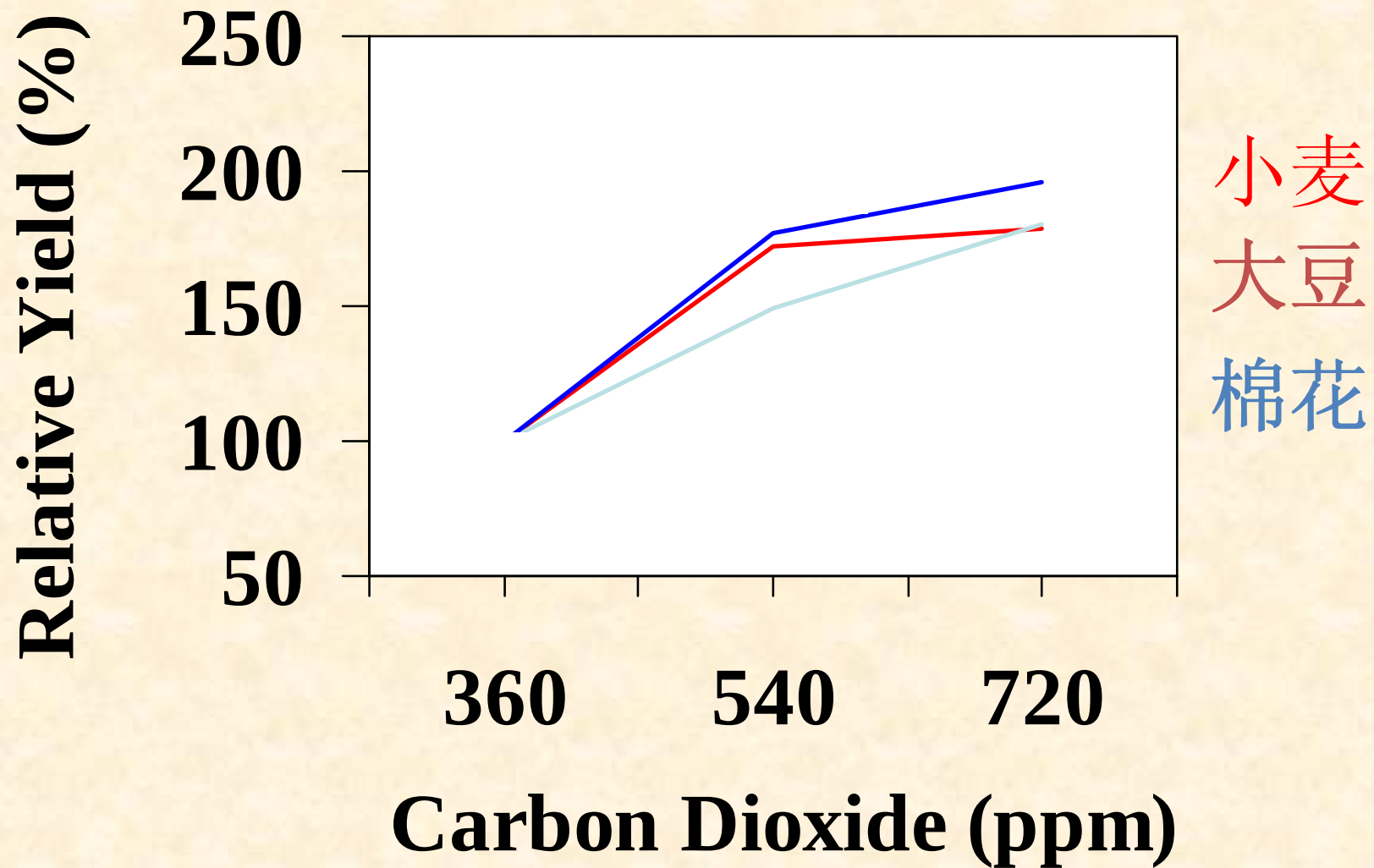
Estimated 12-hr 3-month maximum ozone exposure surface based on AIRS data points using PES for 1988



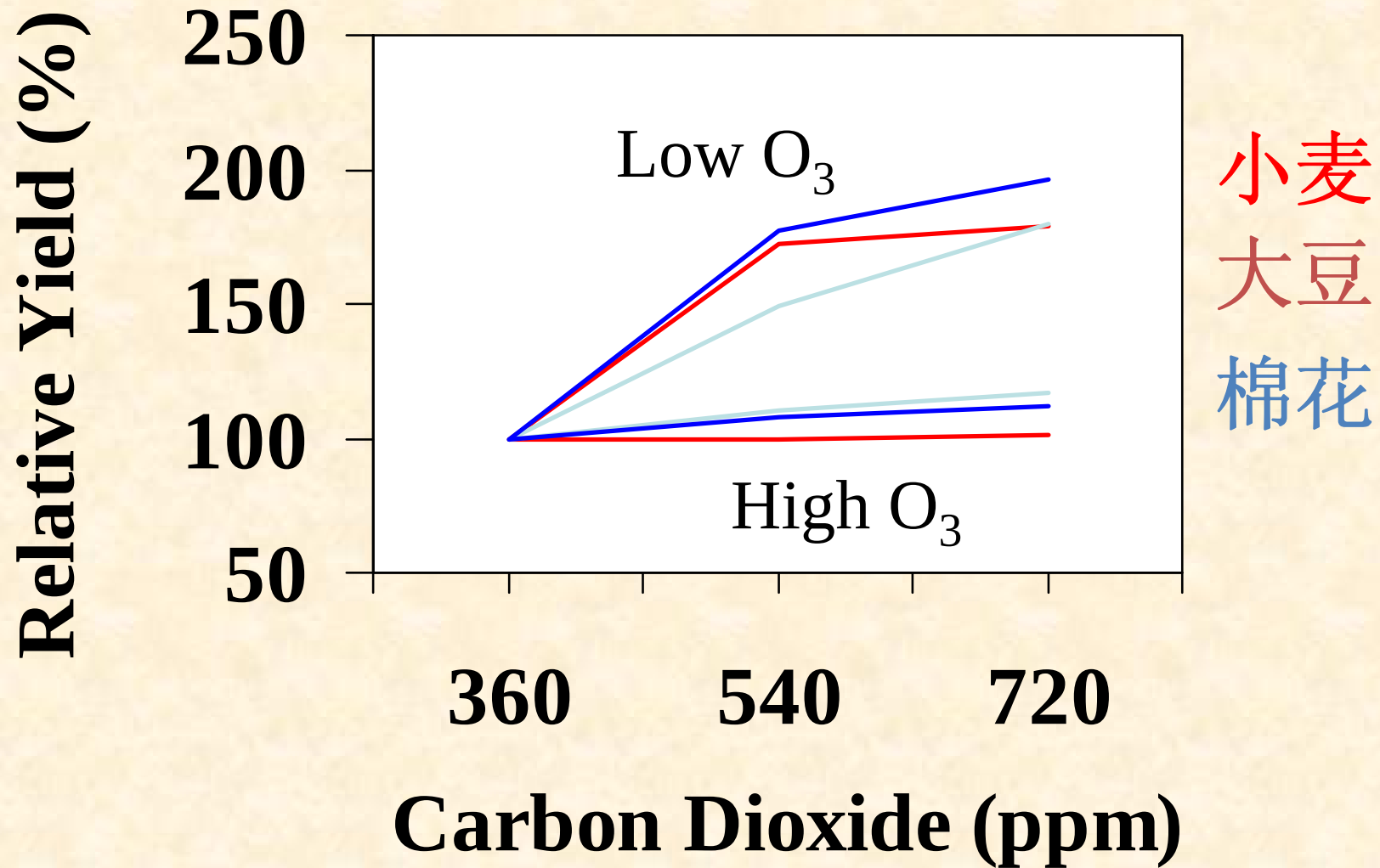
O₃ 对作物产量和质量的作用



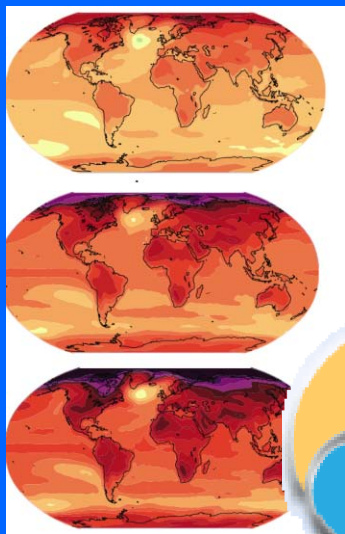
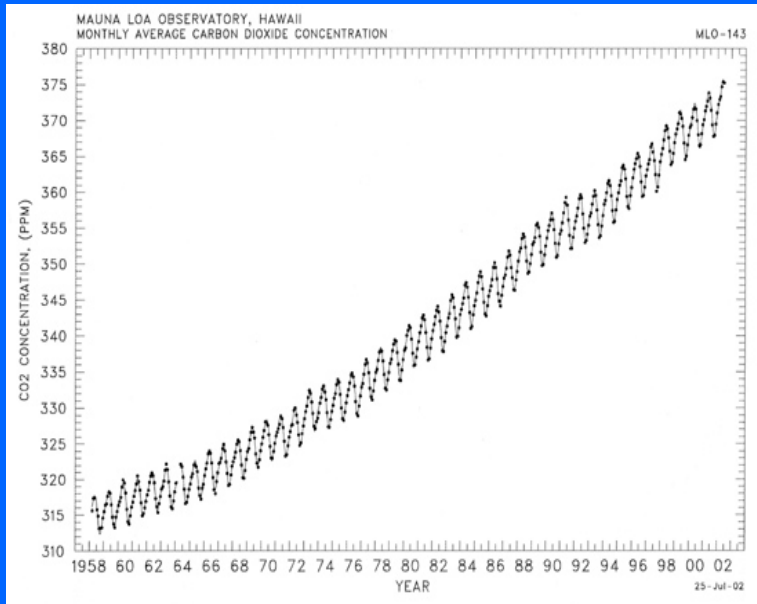
作物对 CO₂ 的反应



作为在不同臭氧浓度情况下对 CO_2 的反应



采取技术、社会和政策综合措施



Transportation and Climate Change
CLEARINGHOUSE

Majority of Respondents Believe Government Should Limit Greenhouse Gases from U.S. Businesses



谢谢！