



经国本、解民生、尚科学

第十届水资源高效利用与节水技术交流会

水与粮食生产

吴普特

西北农林科技大学

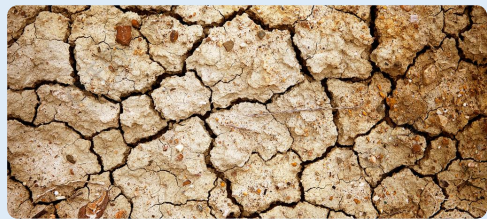
二零二六年六月二十七日

汇报提纲

- 一 全球粮食生产面临的挑战
- 二 我国粮食生产面临的挑战
- 三 我国粮食生产及用水特征
- 四 应对粮食用水挑战新路径

一、全球粮食生产面临的挑战

农业系统涵盖从田间生产、加工运输到市场消费的全部环节——是维系人类生存与发展的根基，深刻影响着全球数十亿人的**营养健康**、亿万小农的**生计福祉**以及地球生态系统的**可持续发展**。然而，这一系统正面临多重严峻挑战：



土地退化

土壤肥力下降，耕地质量恶化，严重威胁农业生产潜力



水资源短缺

农业用水日益紧张，灌溉系统面临巨大压力，制约生产效率



地缘冲突

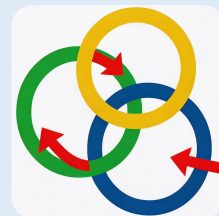
地缘冲突直接摧毁农田、破坏供应链并将粮食武器化



气候变化

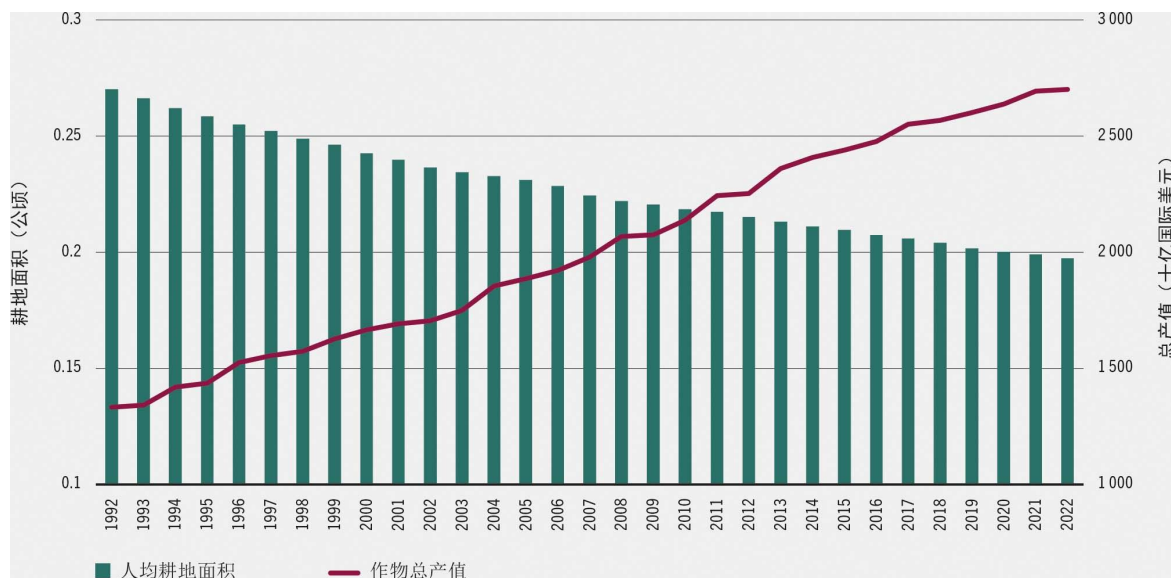
极端天气频发，自然灾害增多，导致农业生产极不稳定

联合国粮农组织在2025年9月最新报告指出：当前全球农业系统已深陷由**粮食安全**、**生态环境**与**社会公平**相互交织的“三重危机”之中，这已成为人类面临的最紧迫的全球性治理课题之一，亟待系统性变革。



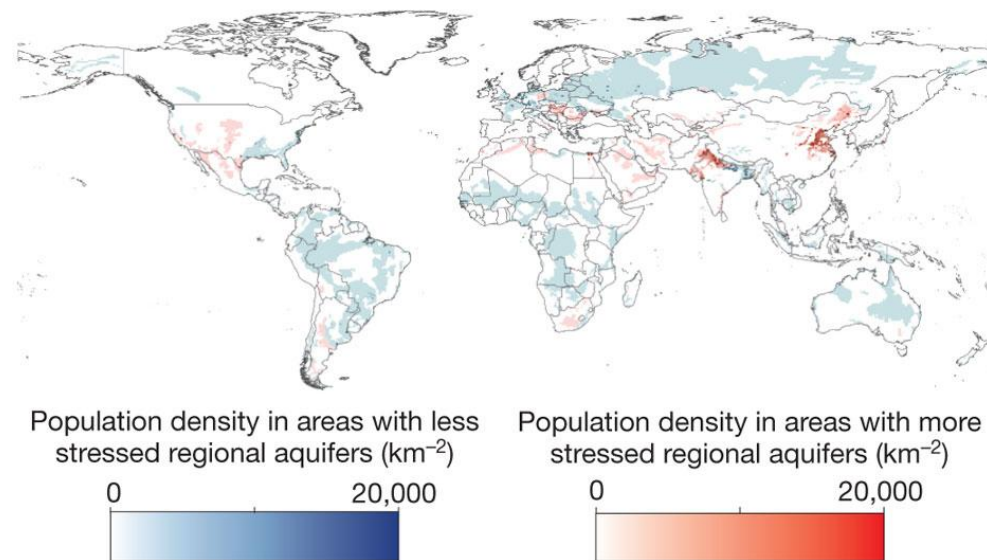
1、资源与环境压力

全球耕地资源已逼近可开发极限，人均面积持续下降，与此同时土壤退化、地下水超采以及化肥农药的过度依赖，不仅严重破坏了农业生态系统的健康，也直接削弱了粮食生产的长远潜力。



1992–2022年间全球人均耕地面积和作物总产值趋势

数据来自FAO

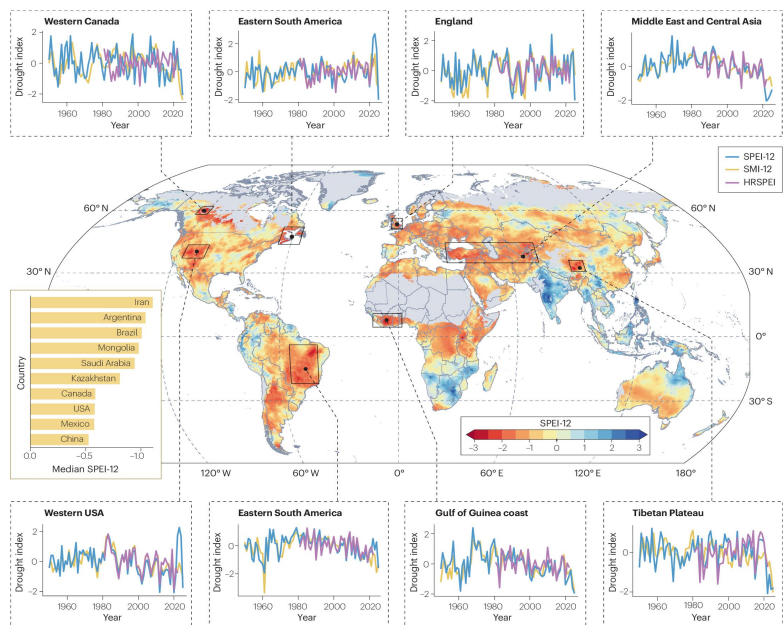


地下水压力可能影响约17亿人，限制农业产量的提升潜力

GLEESON, T., WADA, Y., BIERKENS, M. ET AL. WATER BALANCE OF GLOBAL AQUIFERS REVEALED BY GROUNDWATER FOOTPRINT. NATURE 488, 197–200 (2012).

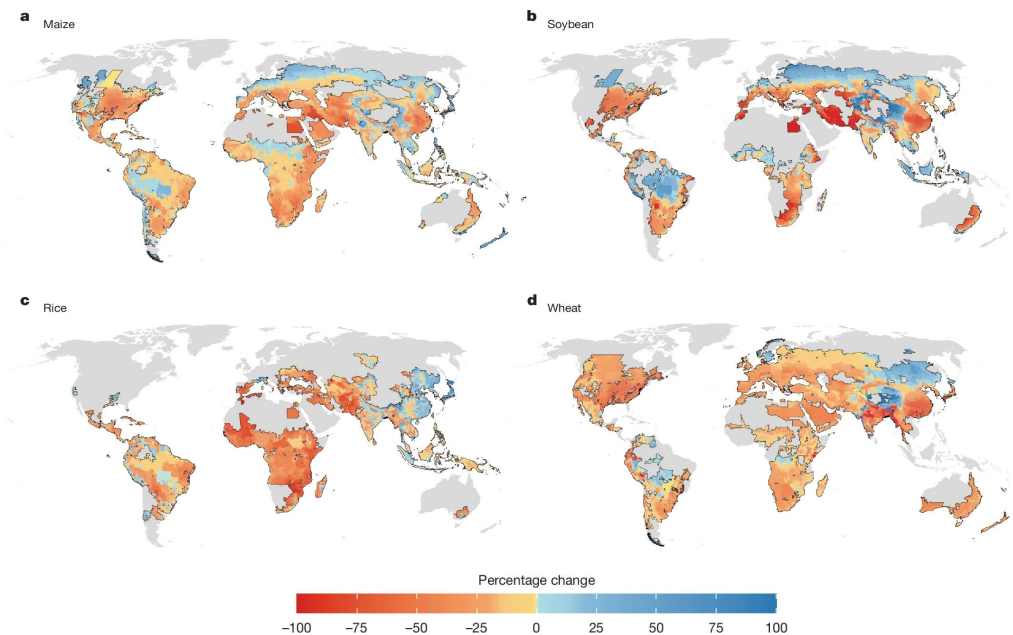
2、气候变化冲击

极端天气事件（如干旱、洪水、热浪）愈发频繁和强烈，加上气温上升与降水模式改变，正在打乱传统农时、降低作物单产并加剧病虫害暴发风险，使全球粮食生产面临前所未有的**不确定性和系统性威胁**。



2025 年全球干旱状况及破纪录热点的演变

MIAO, C., ZHANG, Q., LI, X. ET AL. GLOBAL DROUGHT EXTREMES IN 2025. NAT REV EARTH ENVIRON 7, 277–279 (2026).

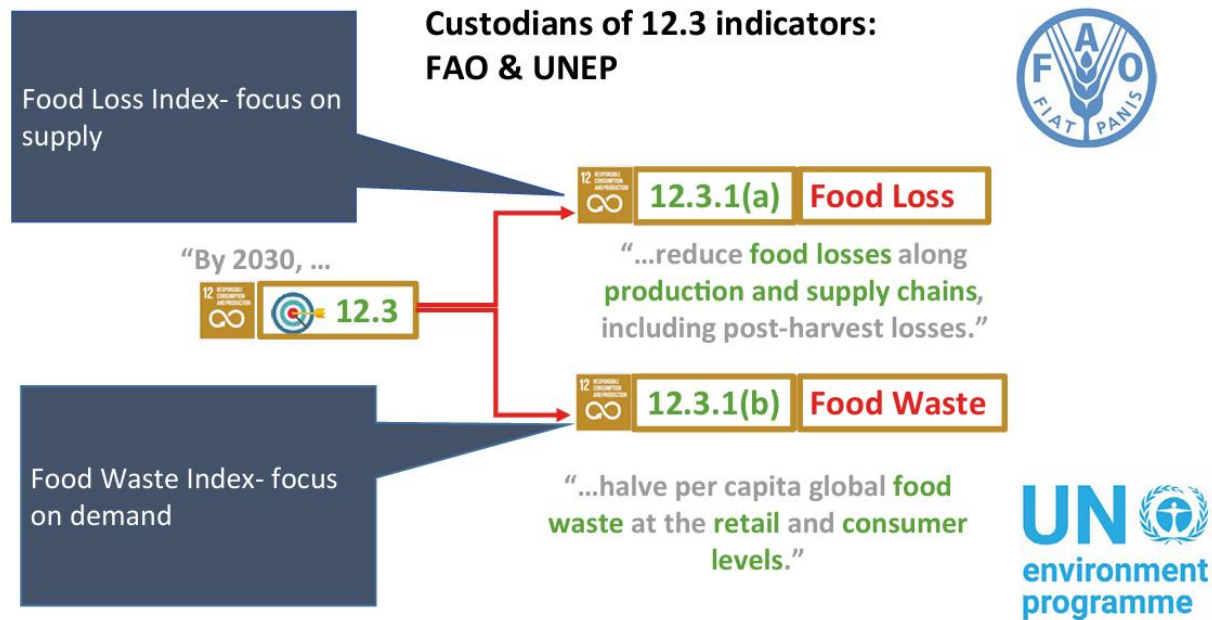
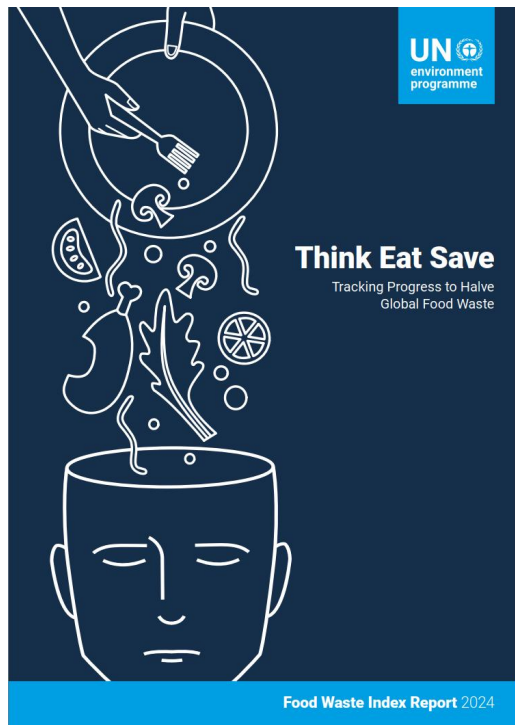
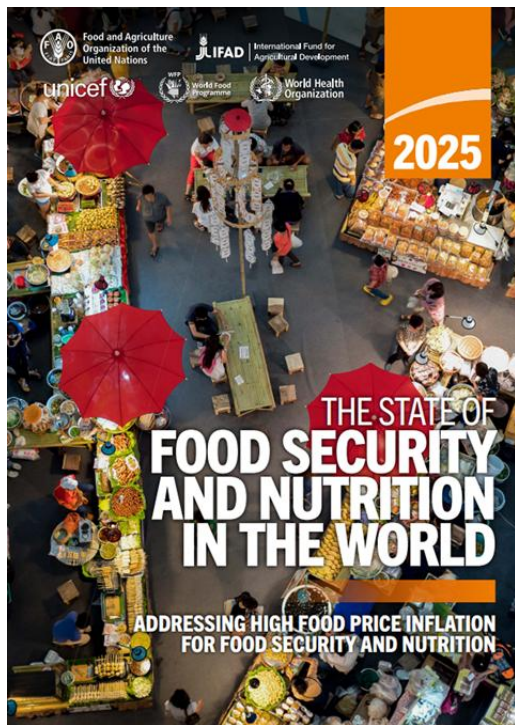


气候变化导致的本世纪末作物产量预测变化

HULTGREN, A., CARLETON, T., DELGADO, M. ET AL. IMPACTS OF CLIMATE CHANGE ON GLOBAL AGRICULTURE ACCOUNTING FOR ADAPTATION. NATURE 642, 644–652 (2025).

3、区域分配不均

2025年全球谷物总产量约为29.6亿吨，但因**经济差距、农业生产水平不平衡、贸易壁垒和地缘冲突**，**粮食分配极不均衡**——目前全球饥饿人口规模在**6.38至7.20**亿之间，但部分粮食却被浪费或转为非食品用途（如生物燃料）。



追踪 SDG 12.3 的进展：粮食损失指数与粮食浪费指数

4、地缘冲突与市场波动

地缘冲突直接摧毁农田、破坏供应链并将粮食武器化，国际粮价受能源价格、生物燃料政策和投机资本影响剧烈震荡，贸易保护主义抬头，加剧了全球粮食体系的脆弱性，使脆弱人群更容易陷入饥饿。



中东冲突

农田被毁（直接破坏粮食生产能力）



霍尔木兹海峡航道受阻

命脉被卡（掐断粮食与化肥运输关键通道）



俄乌冲突

粮仓失守（两国作为全球粮仓的地位被摧毁）

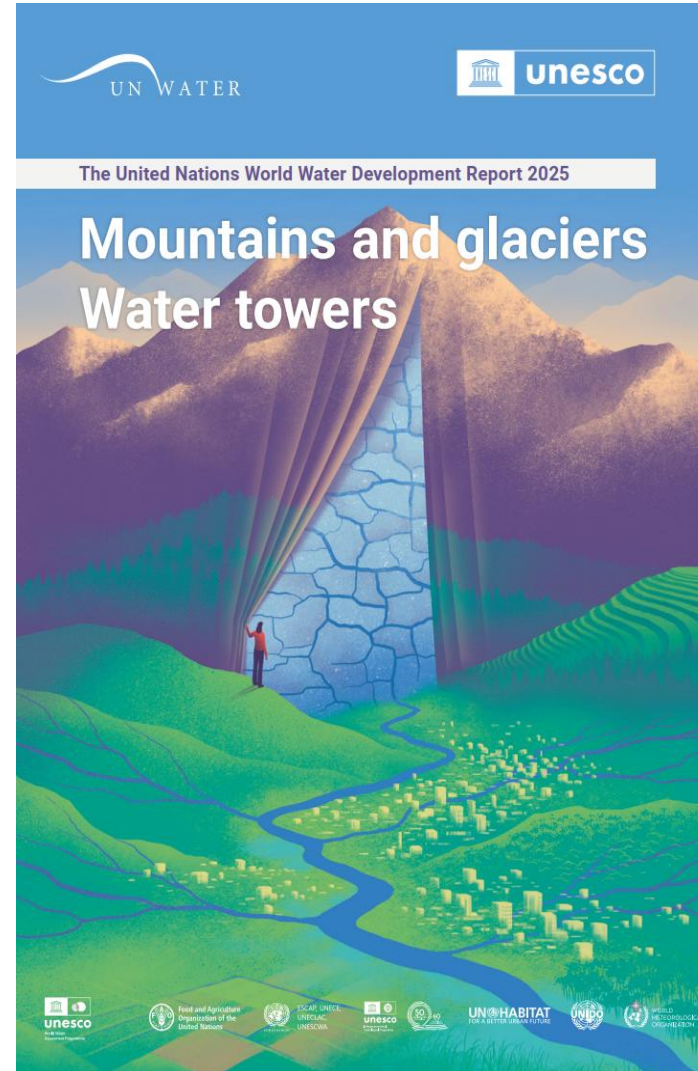
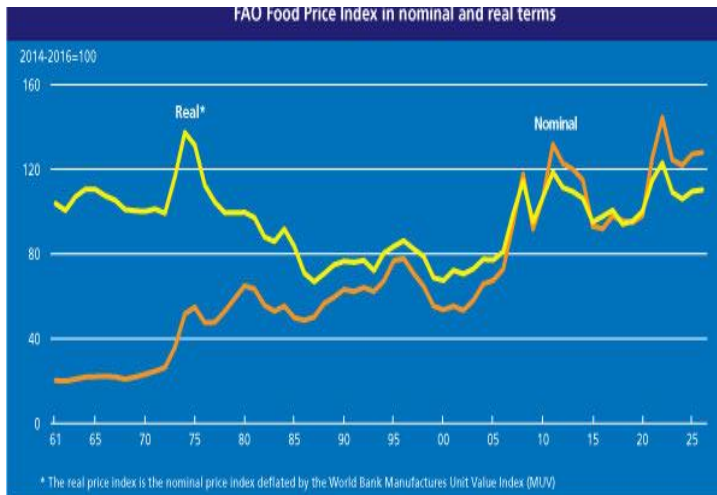
5、水-粮矛盾加剧



WFP 2026 Global Outlook

Hunger and hope: Innovative solutions to address food insecurity

November 2025



2026年全球粮食系统面临二战以来**最严峻的危机**。全球严重粮食不安全人口已升至3.18亿（较2019年翻倍），约36亿人生活在缺水地区（世界水发展报告，2020），预计全年谷物减产1.2亿吨（降幅约5%）。

与此同时，2026年5月FAO谷物价格指数同比上涨4.9%。

农业生产用水占全球淡水总取用量70%，人口增长、食物和能源消费量增加导致淡水用量大幅增加，非农产业争水形势进一步加剧，粮食生产用水面临更加严峻的挑战。



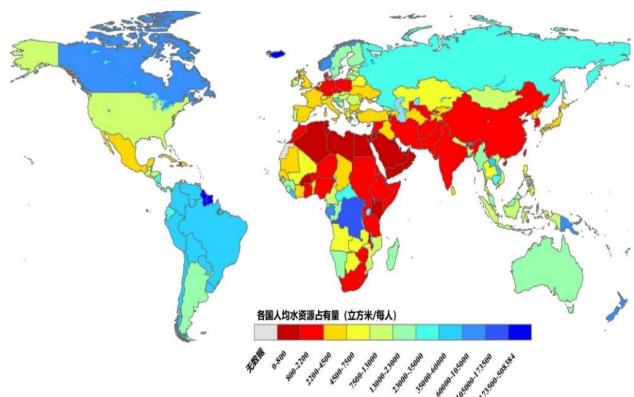
处理好水与粮食生产关系，成为保障粮食生产的基础性和战略性抓手，也是保障全球粮食安全的突破口。

二、我国粮食生产面临的挑战

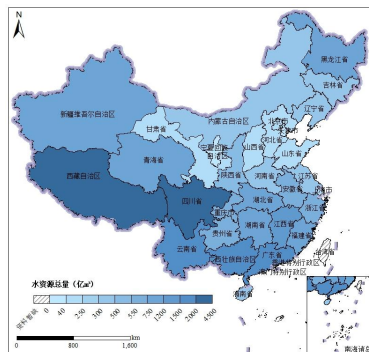
挑战1: 水资源禀赋不足

挑战2: 水土资源空间分布不均

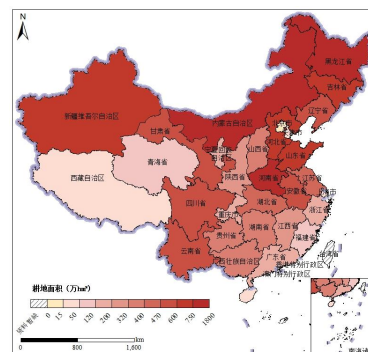
挑战3: 生产侧边际效益递减



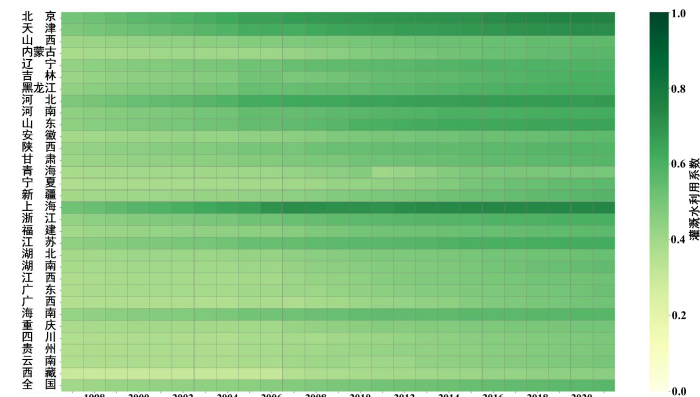
主要国家人均水资源量



水资源总量



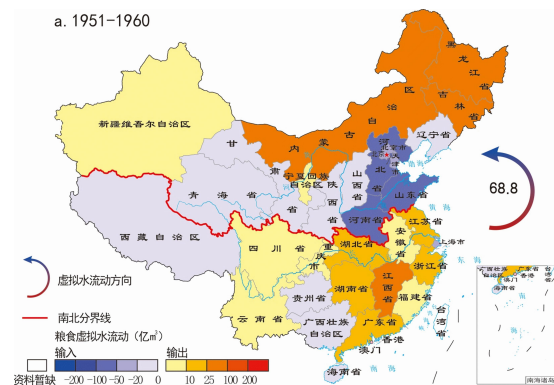
耕地面积



灌溉水利用系数变化

挑战4: 北粮南运保障了水与粮食安全, 但北方水资源可持续性下降

挑战5: 国际突发事件、新冠疫情及国际形势的影响



粮食虚拟水流动时空演变特征

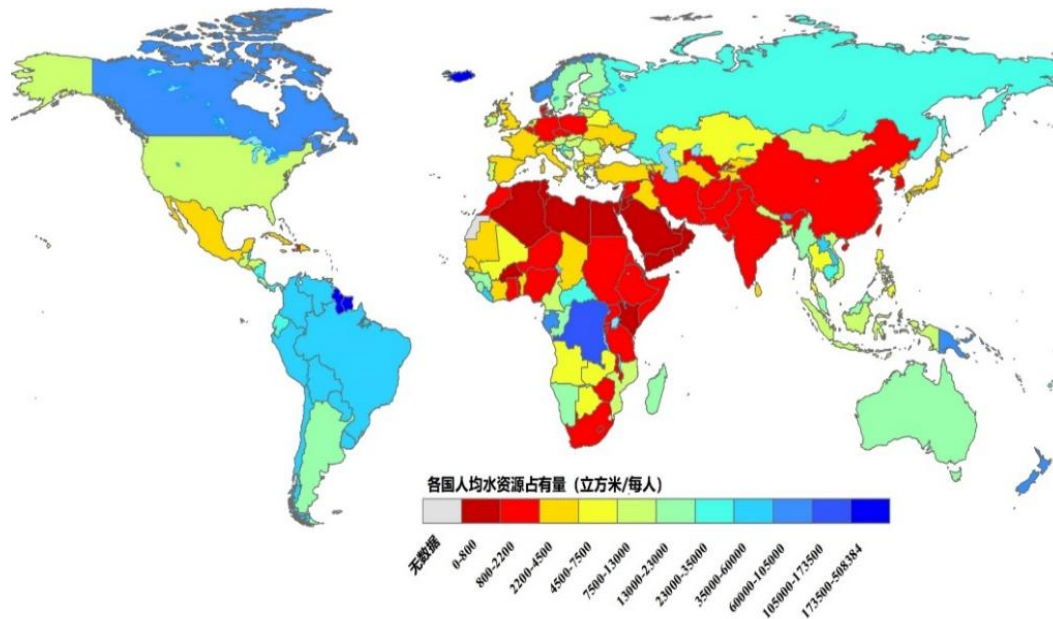
冲突加剧粮食危机 苏丹9月一揽子食品价格同比上涨237%



1、水资源禀赋不足

我国淡水资源总量为2.8万亿m³，占全球水资源的6%，仅次于巴西、俄罗斯、加拿大、美国和印度尼西亚，居世界第六位。

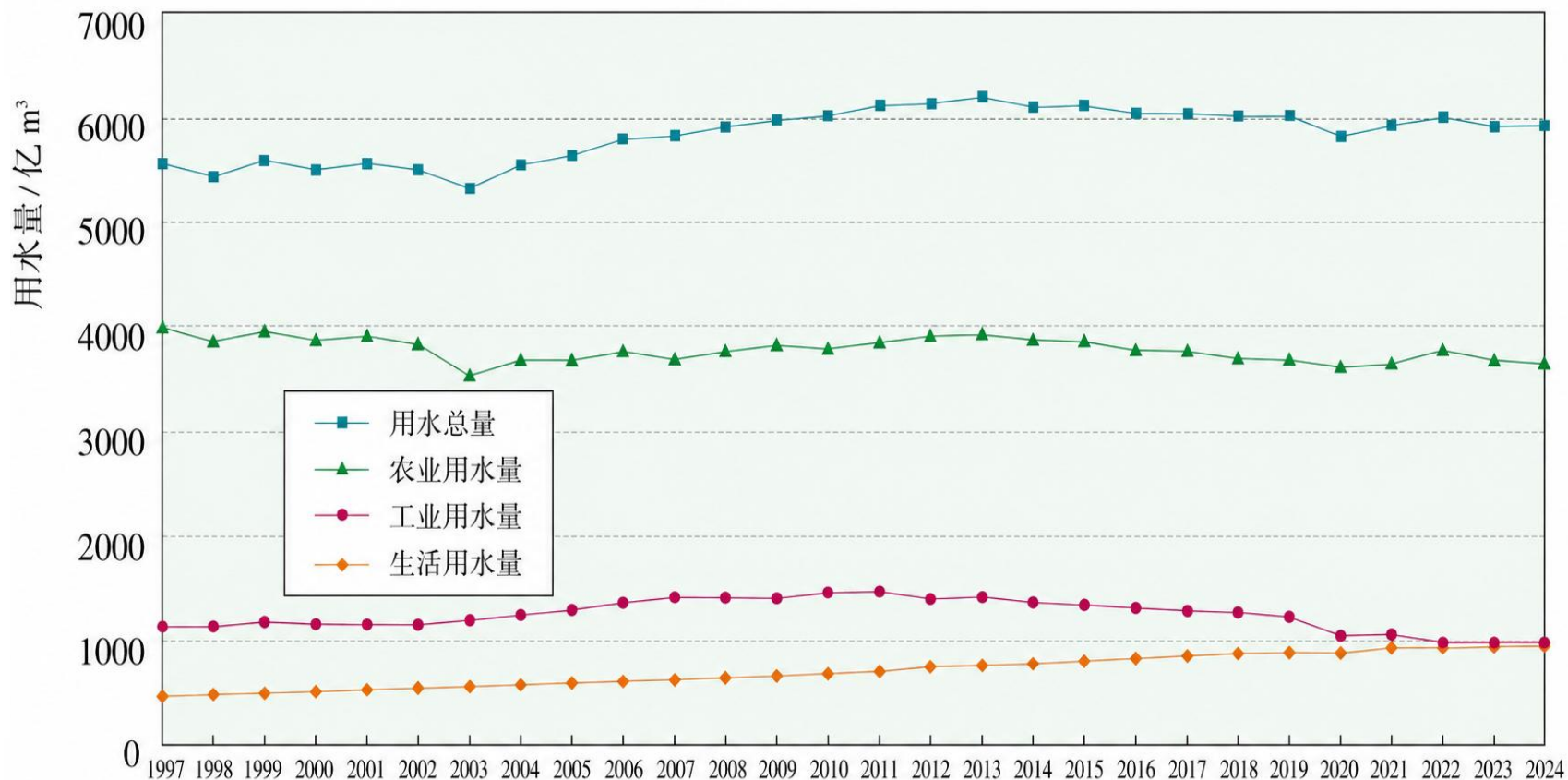
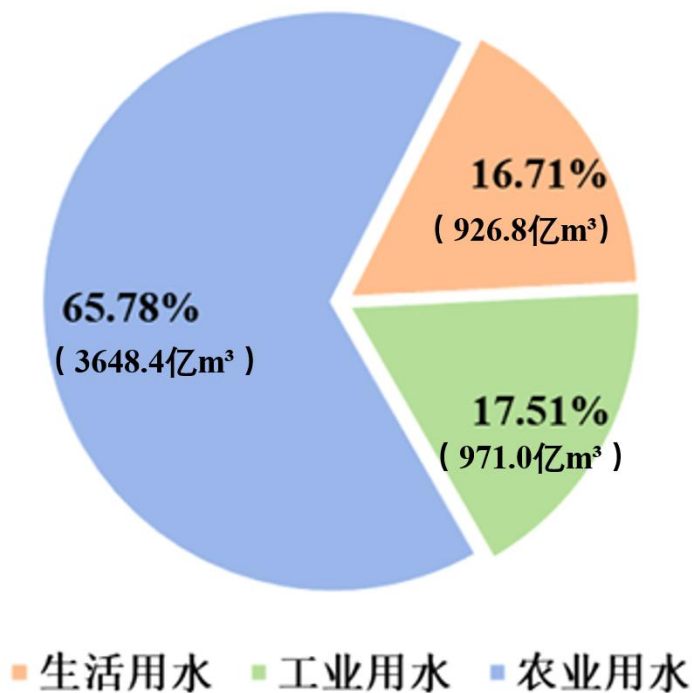
我国的人口众多，人均年占有量约为世界人均水量的1/3，排在世界第110位，属于缺水严重的国家，已经被联合国列为13个贫水国家之一。



主要国家人均水资源量 (数据来源: FAO)



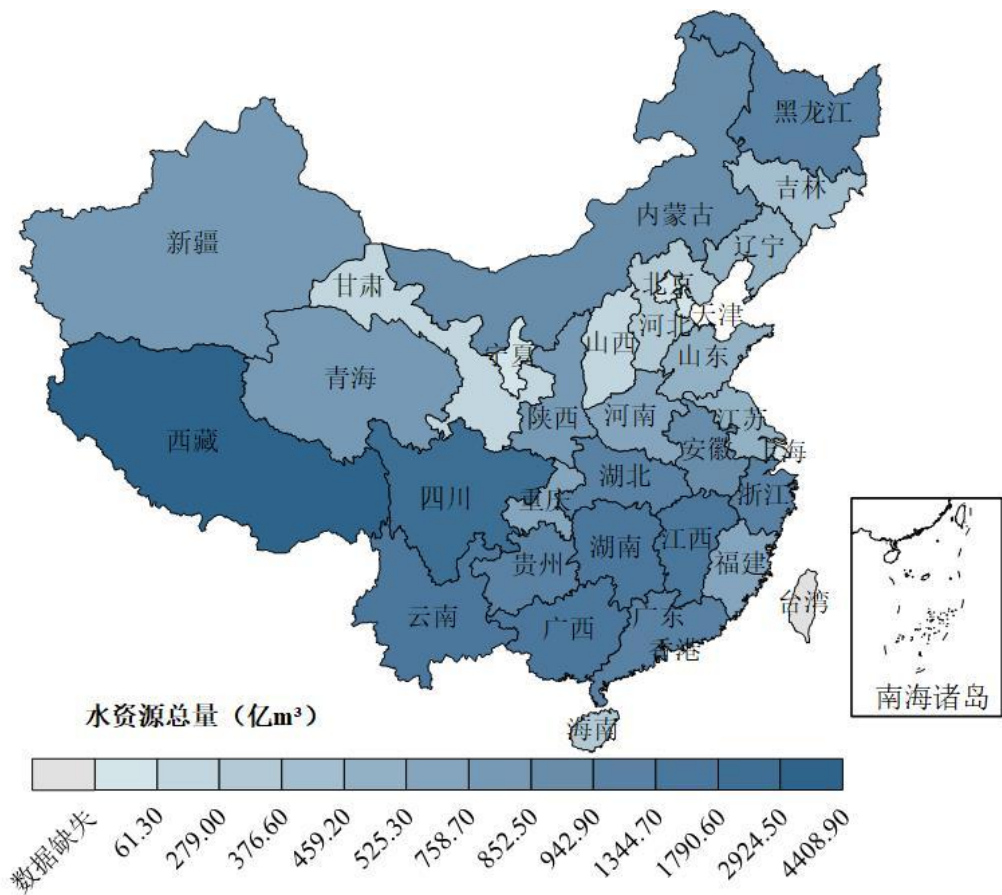
2024年，全国用水总量为5928.0亿m³，其中农业用水量达3648.4亿m³，占用水总量的65.78%。农业作为第一用水大户，其用水占比长期稳定在六成以上的高位区间。同期，全国耕地实际灌溉亩均用水量为342.0m³。



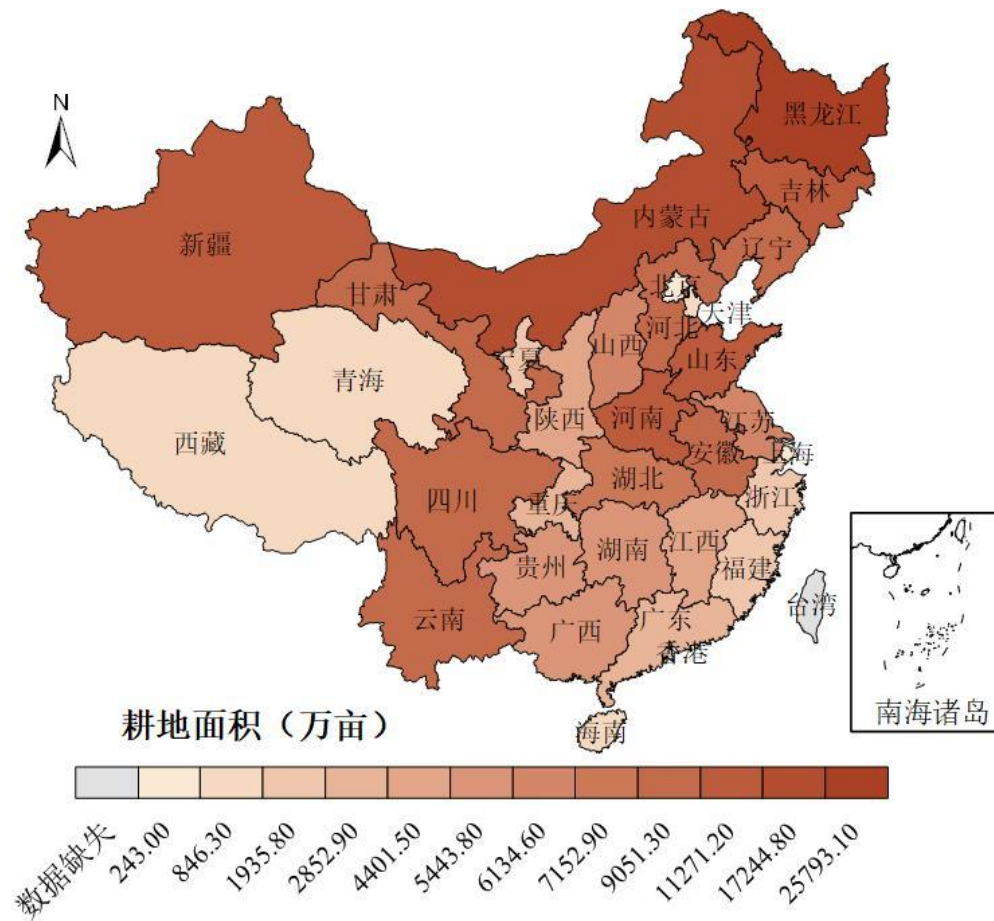
1997-2024年间中国各产业用水量时间变化

2、水土资源空间分布不均

水在南方 (约占81%)，**地在北方 (约占64%)**，水资源较丰富地区主要分布在长江、珠江、西南诸河以及黑龙江流域，耕地主要分布在东北、黄淮海、西北等区域。

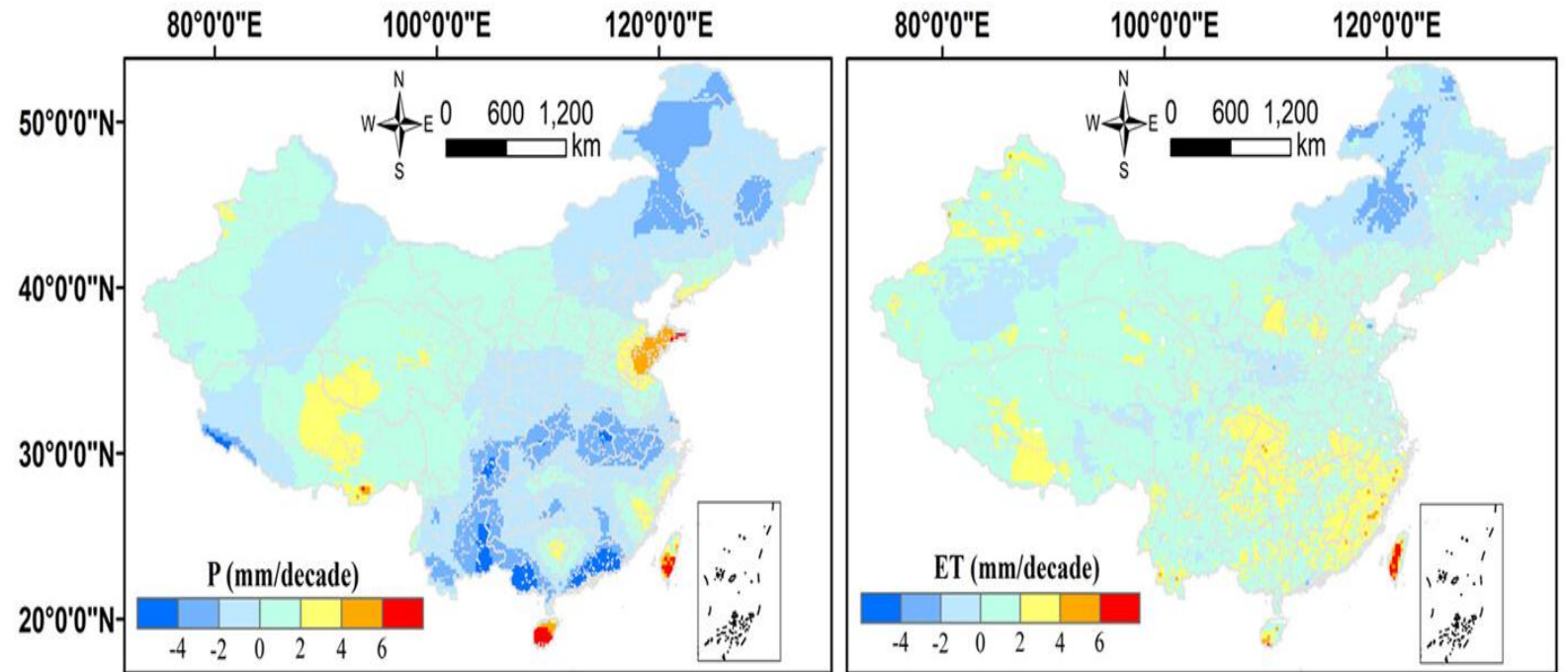


中国各省水资源总量



中国各省耕地面积

北方粮食主产区的水土资源错位、作物生长关键期的季节性缺水、河流径流的年际剧烈波动，以及气候变化带来的不确定性，导致农业用水持续挤占生态用水，使水土资源不匹配的矛盾从空间分布进一步延伸到与生态用水协同-竞争关系之中。

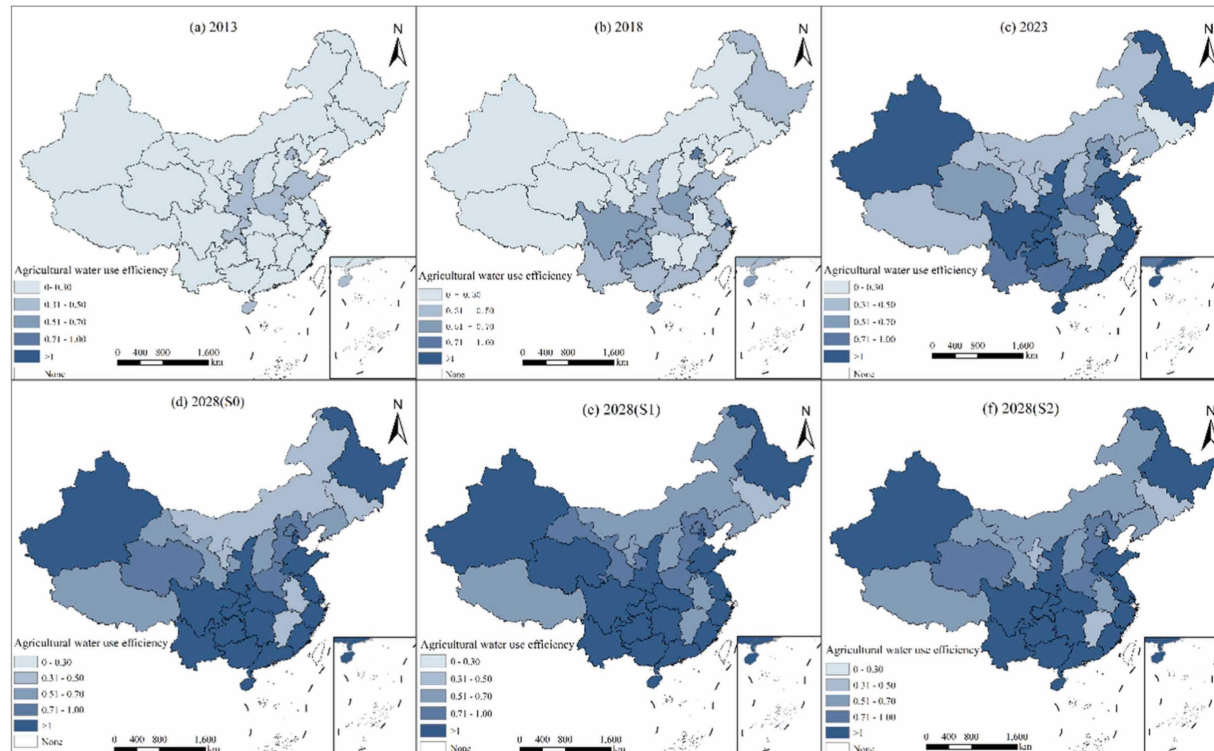


邵阳, 杨忍, 安悦. 中国粮食生产空间演变及其影响因素[J]. 农业工程学报, 2025, 41(15): 265-277.

LIU, K., BO, Y., LI, X., WANG, S., & ZHOU, G. (2024). UNCOVERING CURRENT AND FUTURE VARIATIONS OF IRRIGATION WATER USE ACROSS CHINA USING MACHINE LEARNING. EARTH'S FUTURE, 12, E2023EF003562.

3、生产侧用水效率提升边际效益递减

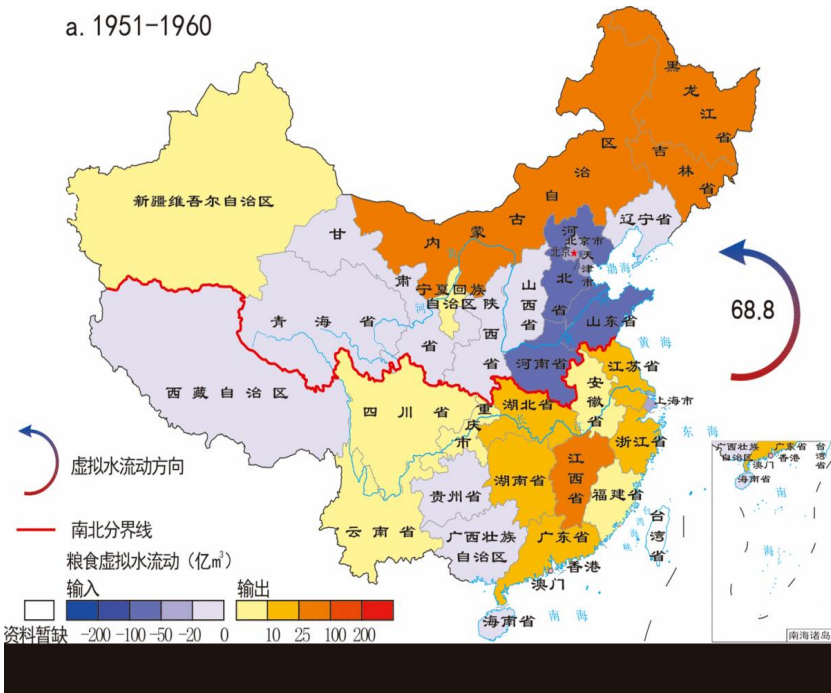
1997-2024年间灌溉水利用系数由0.406增至0.580，但增幅逐渐减小，1997-2000年增幅为19.46%，2019-2024年增幅仅为3.76%，表明未来生产侧提高灌溉水利用系数的**边际效益逐渐减小**，需要新的路径以提升用水效率。



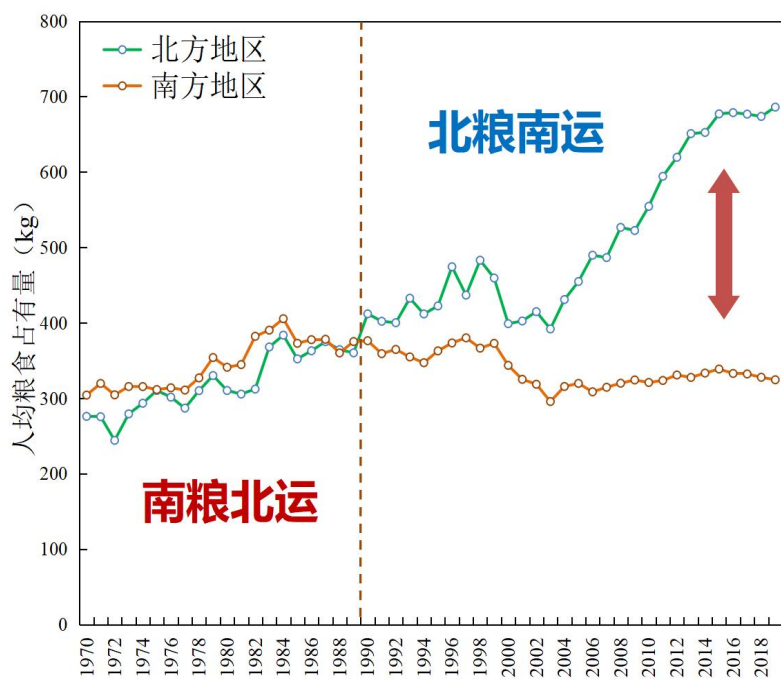
区域间灌溉水利用系数差异明显，主要受到地理自然条件与灌区的管理水平、技术条件、土壤状况等因子的影响。

4、北粮南运保障了水与粮食安全，但北方水资源可持续性下降

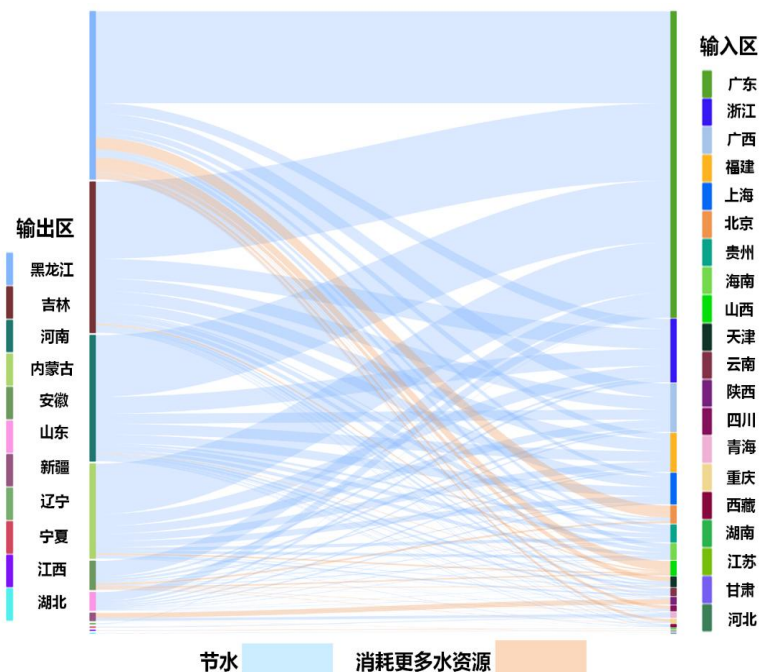
自1990年粮食流动格局由“南粮北运”转变为“北粮南运”以来，其规模持续扩大，造成北方水资源压力增加超过20%，灰水足迹上升约10%，**水资源压力与水环境负荷同步攀升。**



粮食虚拟水流动时空演变特征

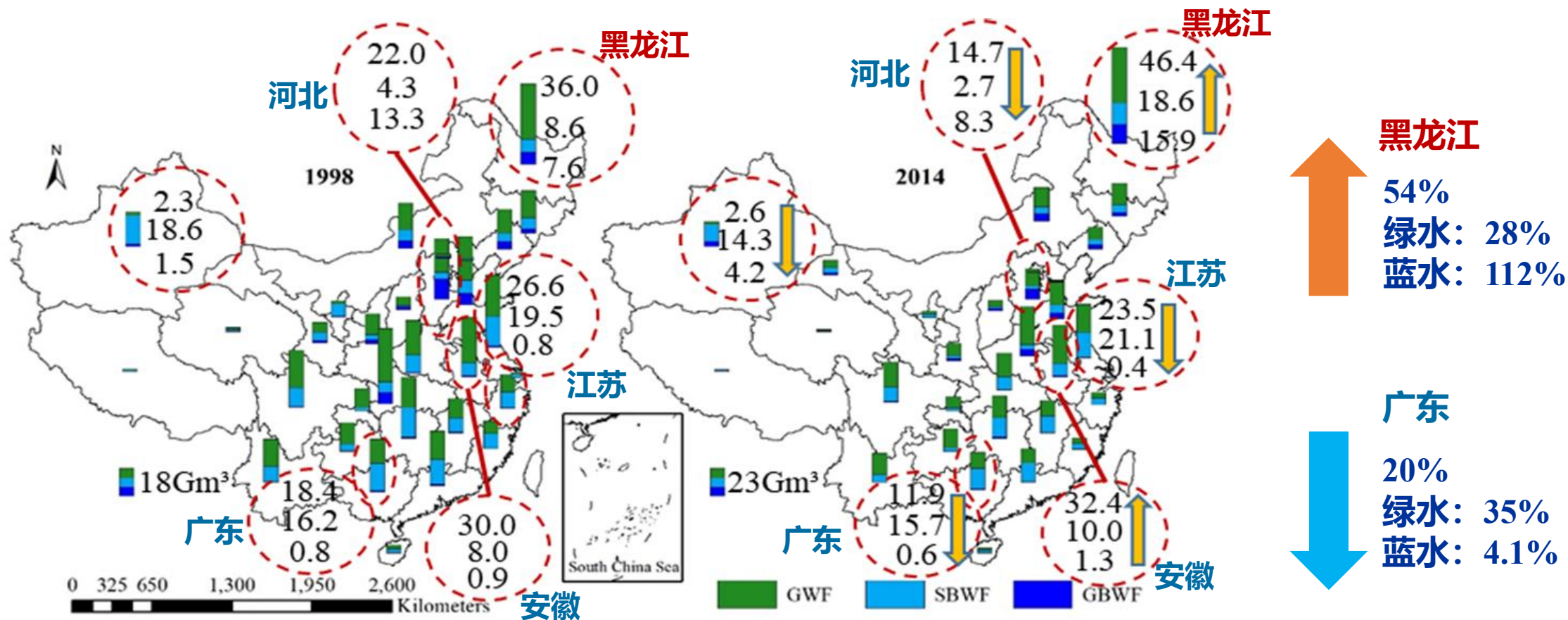


南北方人均粮食产量差异



节水效益

北粮南运构成了水资源压力的空间转移：面临水资源硬约束的调出地（如黑龙江）因大量外调粮食，透支地表水与地下水；而水资源丰富、经济发达的调入地（如广东）则借助外部供给释放农业用水、缓解自身水资源压力。



北粮南运对于区域有效降水、地表水和地下水利用的影响

5、国际突发事件、新冠疫情及国际形势的影响

2024、2025年我国粮食进口量1.6亿t和1.4亿t，约占全国总需求量17%-19%。

大豆进口逐年增加，2020年后已超过1亿t，若进口粮食在国内生产经测算：需耗用水资源约为1604亿m³（蓝、绿水为610亿m³、994亿m³），并占用4.34亿亩耕地资源。

全球拉响警报，多国禁止粮食出口准备

新浪财经
发布时间：04-03 00:00 | 新浪财经官方账号

来源：cmb-china

文章来源：聚富财经综合自每日经济新闻、国际在线

常言道，民以食为天，充足的粮食储备，会让老百姓的生活更有保障。在平常的生活中，大家对于粮食问题没有太多感受，而在特殊时期，大家才会意识到“有粮吃，心不慌”是一种值得骄傲的底气。



微信号：cmb-china



凤凰网财经 财经 > 财经资讯 > 正文

疫情下多国限制粮食出口，对中国粮食安全影响几何？

2020年04月06日 07:29:09

来源：澎湃新闻

12人参与 7评论

近日，受新冠肺炎疫情影响，部分国家陆续发布粮食出口禁令。联合国粮农组织也警告称，疫情致使劳动力短缺和供应链中断，或将影响一些国家和地区粮食安全。

这引发了公众对粮食安全的担忧，我国粮食够不够吃、要不要囤积等成为热门话题。4月4日，国务院联防联控机制就做好疫情期间粮食供给和保障工作情况举行发布会，农业农村部和国家粮食和物资储备局相关负责人解答了相关问题。

ENVIRONMENTAL RESEARCH
LETTERS

LETTER

Hydrological and ecological consequences of the Kakhovka dam collapse

Saeed Mhanna^{1*}, Bridget R Scanlon², Ashraf Rateb³, Landon J S Halloran¹, Mario Bianco³, Francois Zwahlen¹ and Philip Brunner¹

¹ Centre d'Hydrogéologie et Géothermie, University of Neuchâtel, rue Emile-Argand 11, 2000 Neuchâtel, Switzerland

² Bureau of Economic Geology, Jackson School of Geosciences, The University of Texas at Austin, Austin, TX 78758, United States of America

³ HR Wallingford, Wallingford, England, United Kingdom

* Author to whom any correspondence should be addressed.

E-mail: saeed.mhanna@unine.ch

Keywords: Kakhovka dam, Ukraine, armed conflict, ecohydrology, causal analysis

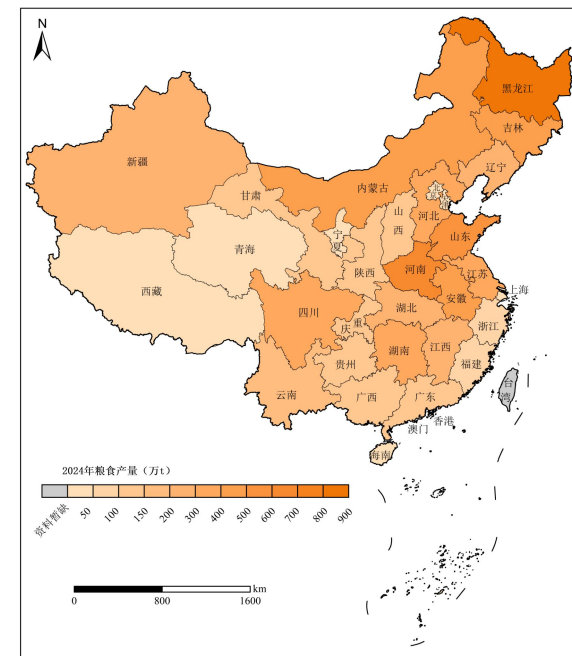
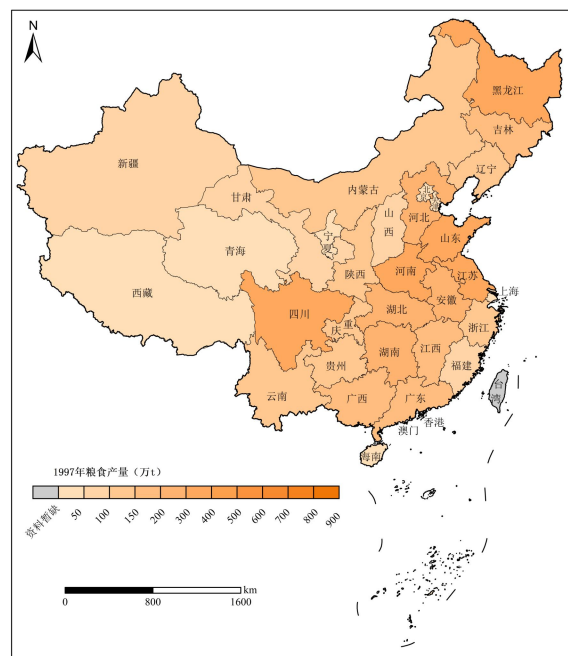
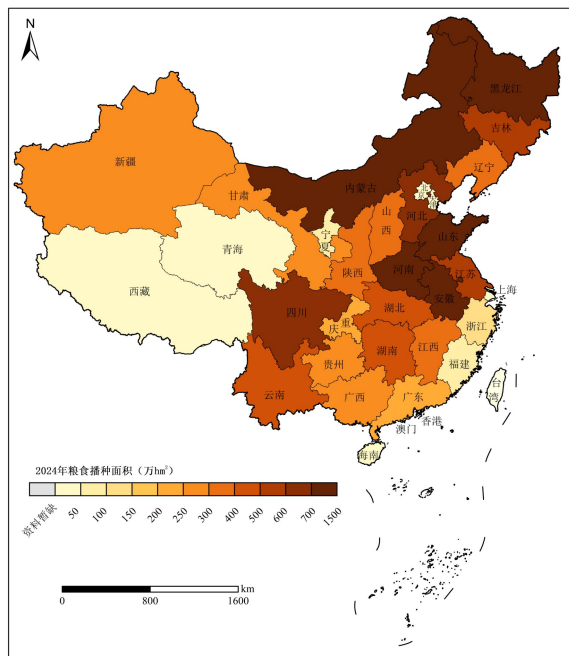
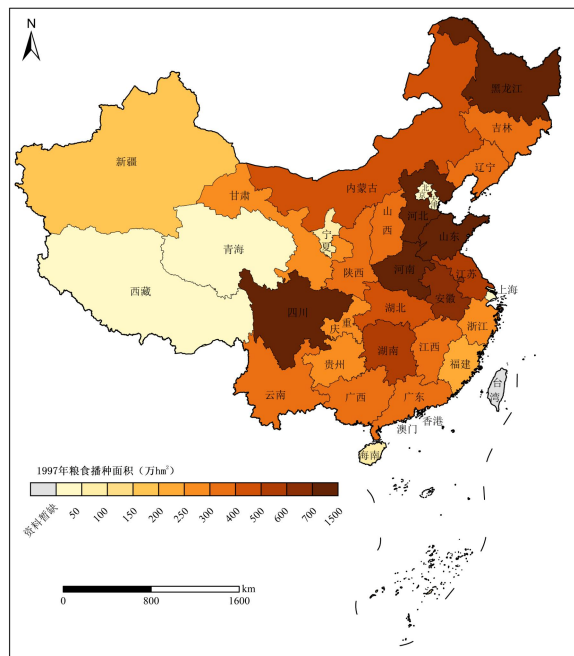
Supplementary material for this article is available online

三、我国粮食生产及用水特征

(一) 粮食生产现状

1、粮食生产重心逐步向北方地区聚集

2024年我国粮食播种面积和产量分别达到1.19亿hm²和7.06亿t，较1997年增加5.67%和42.97%。北方地区粮食播种面积和产量占比分别从1997年的50.60%和45.55%增加至2024年的58.83%和60.14%，粮食生产重心进一步北移。

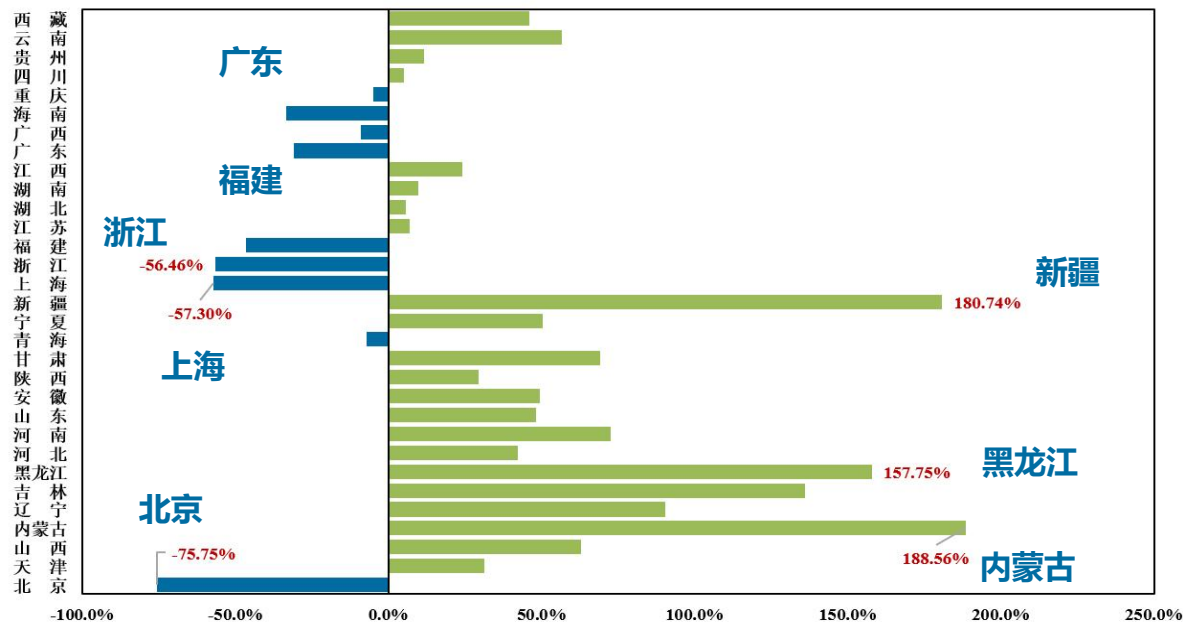


中国大陆31个省级行政区粮食播种面积空间分布

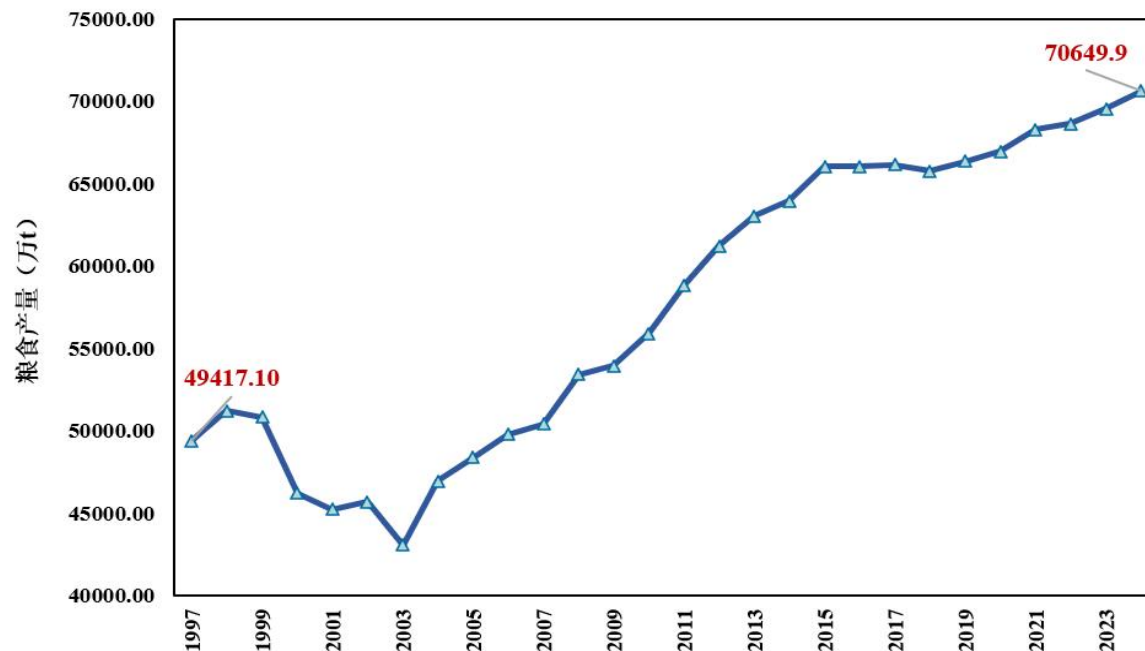
中国大陆31个省级行政区粮食产量空间分布

2、粮食增产区与其区域水资源禀赋严重错位

粮食生产规模减少地区主要集中在南方等经济发达地区，而粮食生产规模增幅前三位的省份均为干旱缺水、经济相对落后的北方地区，**粮食主要增产区与水资源禀赋空间错位进一步加剧。**



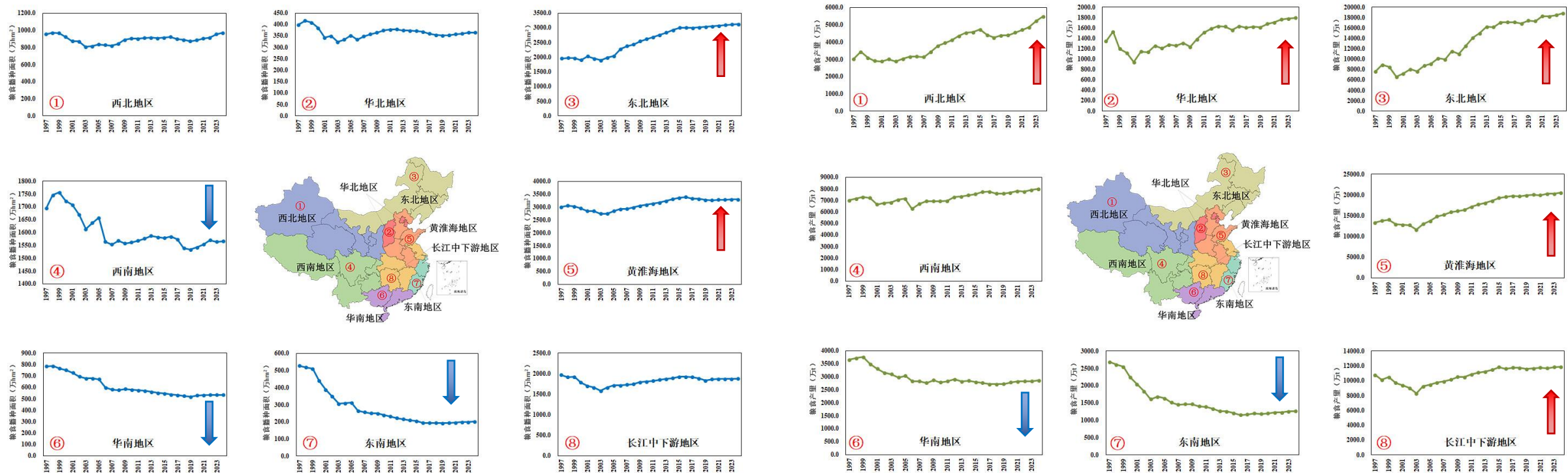
中国大陆31个省级行政区粮食产量变化率



中国大陆31个省级行政区粮食产量变化

3、东北和黄淮海地区成为保障国家粮食安全的基石

东北和黄淮海地区播种面积呈上升趋势，粮食产量超过全国一半（55.8%），而西南、华南和东南等地区下降趋势明显。

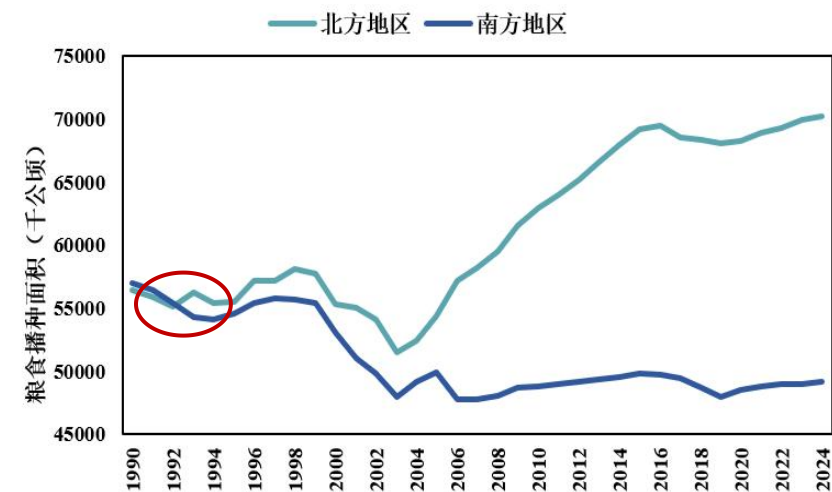


八大区域粮食播种面积变化

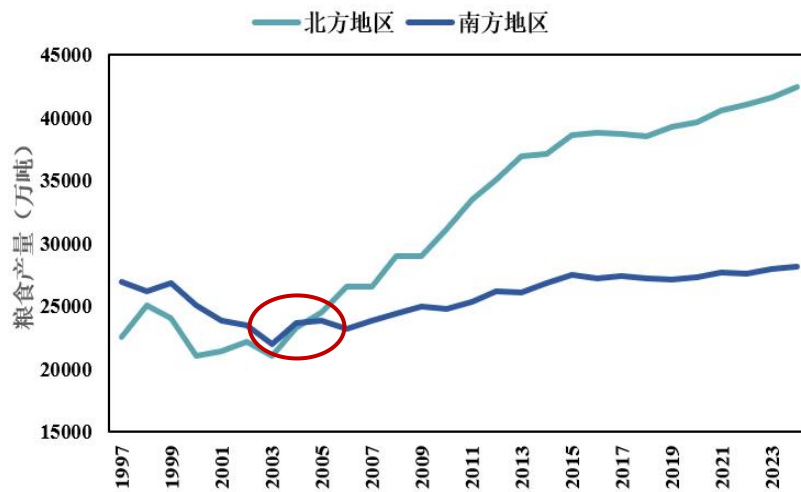
八大区域粮食产量变化

4、南北方粮食生产差距不断加大

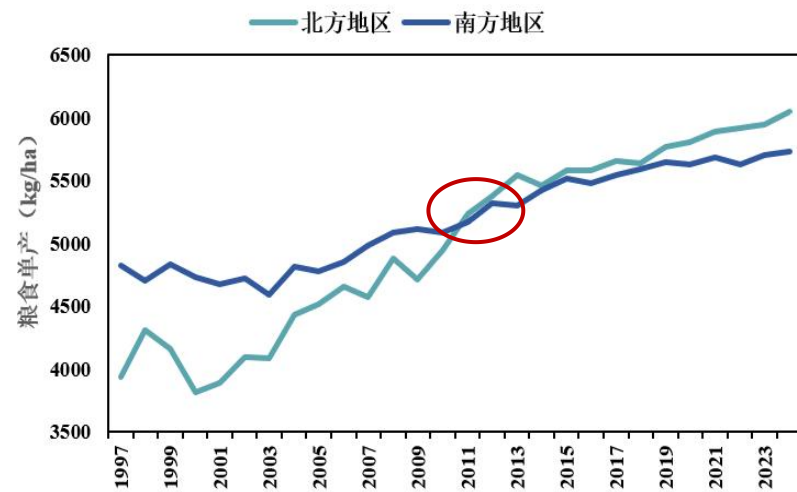
自1993年以来北方地区粮食播种面积（8.44亿亩）超过南方（8.14亿亩），粮食产量和单产分别于2005年、2011年超过南方地区，且两者之间的差距呈不断扩大趋势，加剧了“北粮南运”。



南北方粮食播种面积变化



南北方粮食产量变化



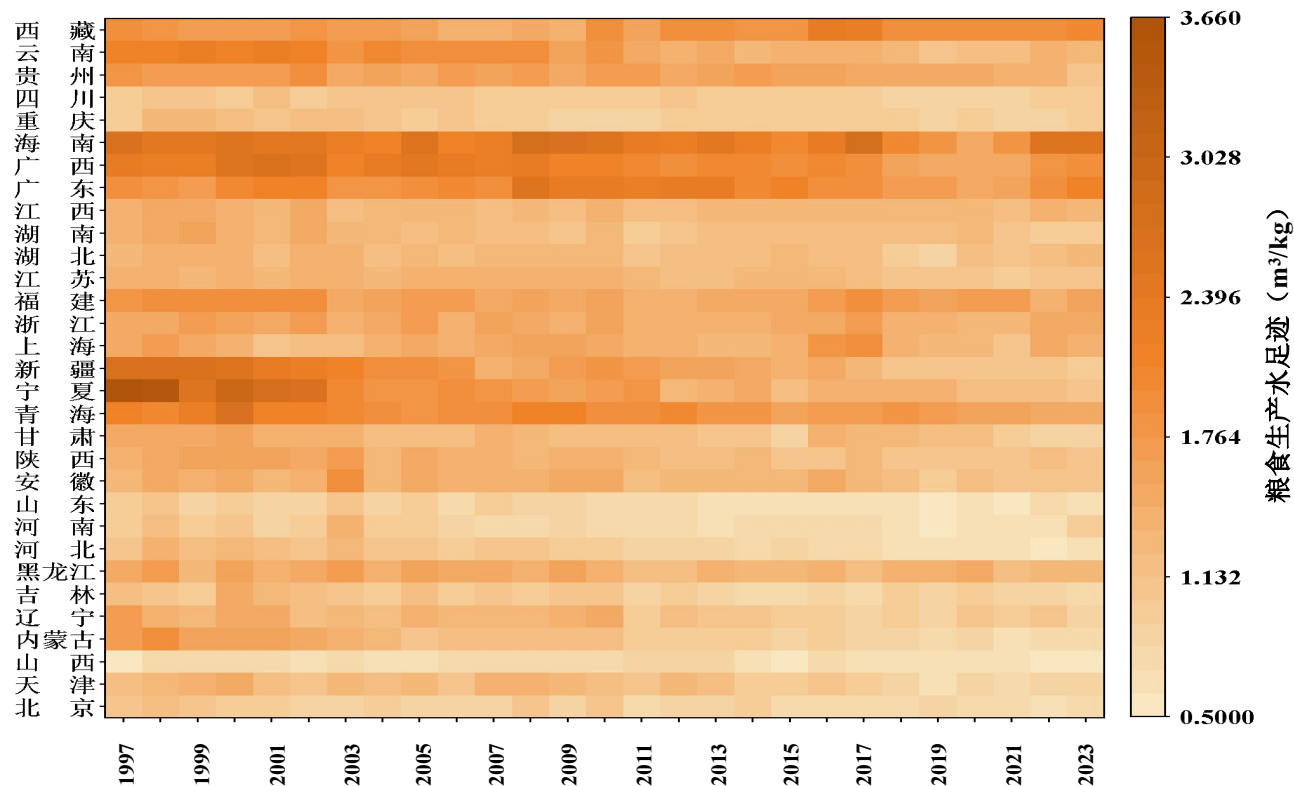
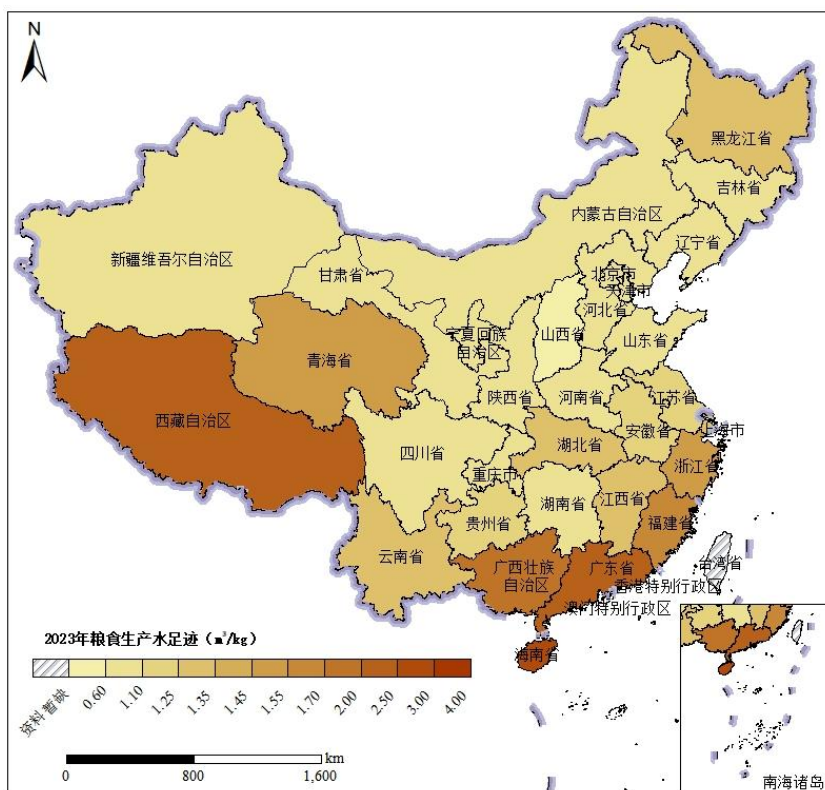
南北方粮食单产变化

- 东北和黄淮海地区粮食生产量超过了全国的一半，国家粮食安全压舱石作用进一步凸显。**
- 产能增幅与水资源禀赋空间错位，粮食增幅前三位省份均为干旱缺水地区加剧了当地水资源压力。**
- 生产重心北移、产业结构变化、经济发展不平衡等多因素驱动，使南北方粮食生产差距不断加大。**

(二) 粮食生产水足迹

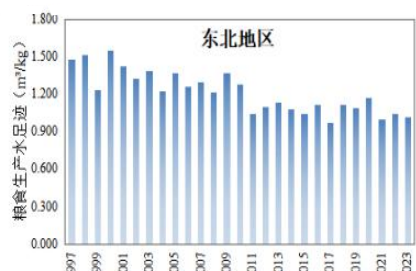
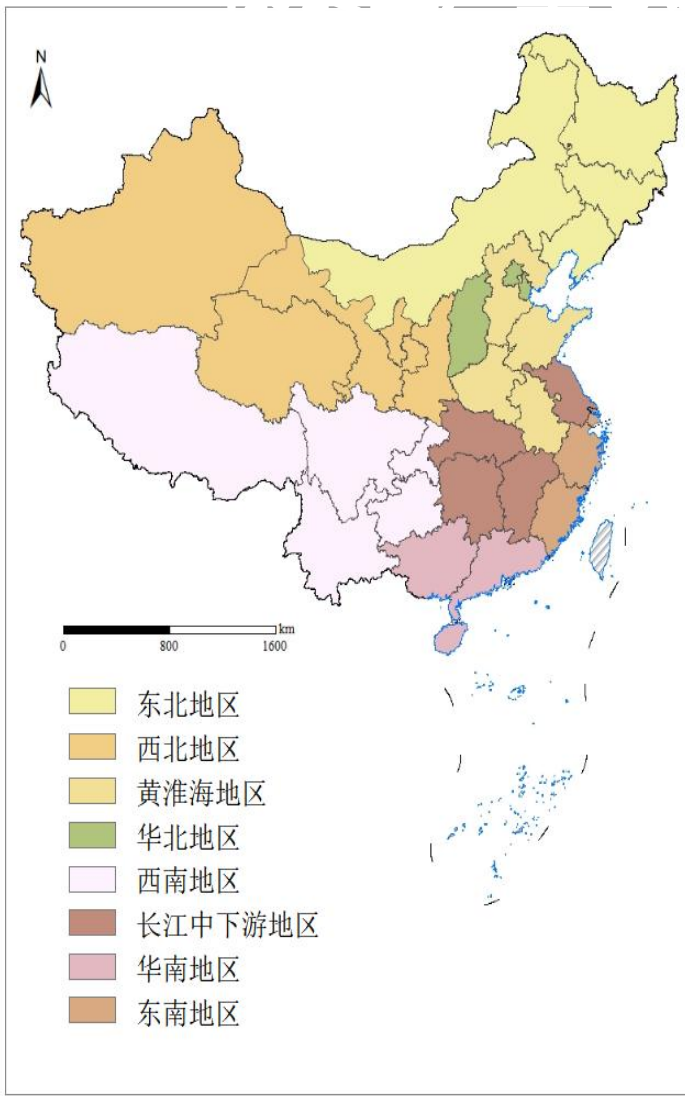
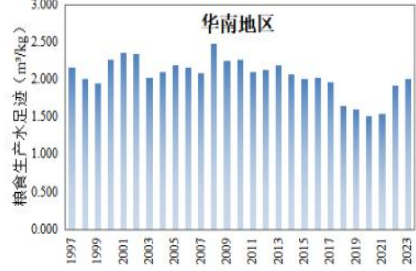
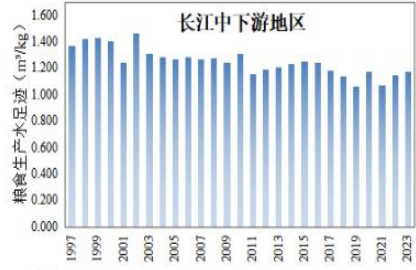
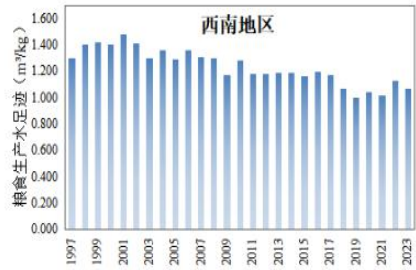
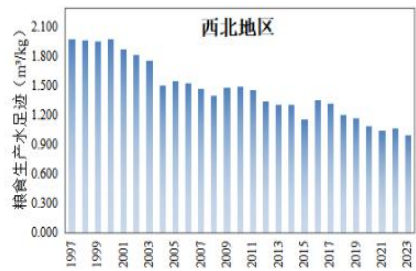
1、粮食生产水足迹总体呈下降趋势，但空间异质性较大

1997-2023年间粮食生产水足迹全国均值由 $1.40\text{m}^3/\text{kg}$ 降至 $1.04\text{m}^3/\text{kg}$ ；受区域作物种类、气候、农业用水水平等因素影响，**粮食生产水足迹空间异质性较大。**



中国大陆31个省级行政区粮食生产水足迹空间分布及时间变化

注：粮食生产水足迹是指生产单位质量的粮食（通常为1kg）所需消耗的水资源量，单位为 m^3/kg 。



1997-2023年，全国多数区域粮食生产水足迹呈下降趋势，但降幅存在显著区域差异。

总体而言，各区域用水效率普遍提升，但区域间降幅分化，部分南方及沿海地区节水效率提升较为缓慢。

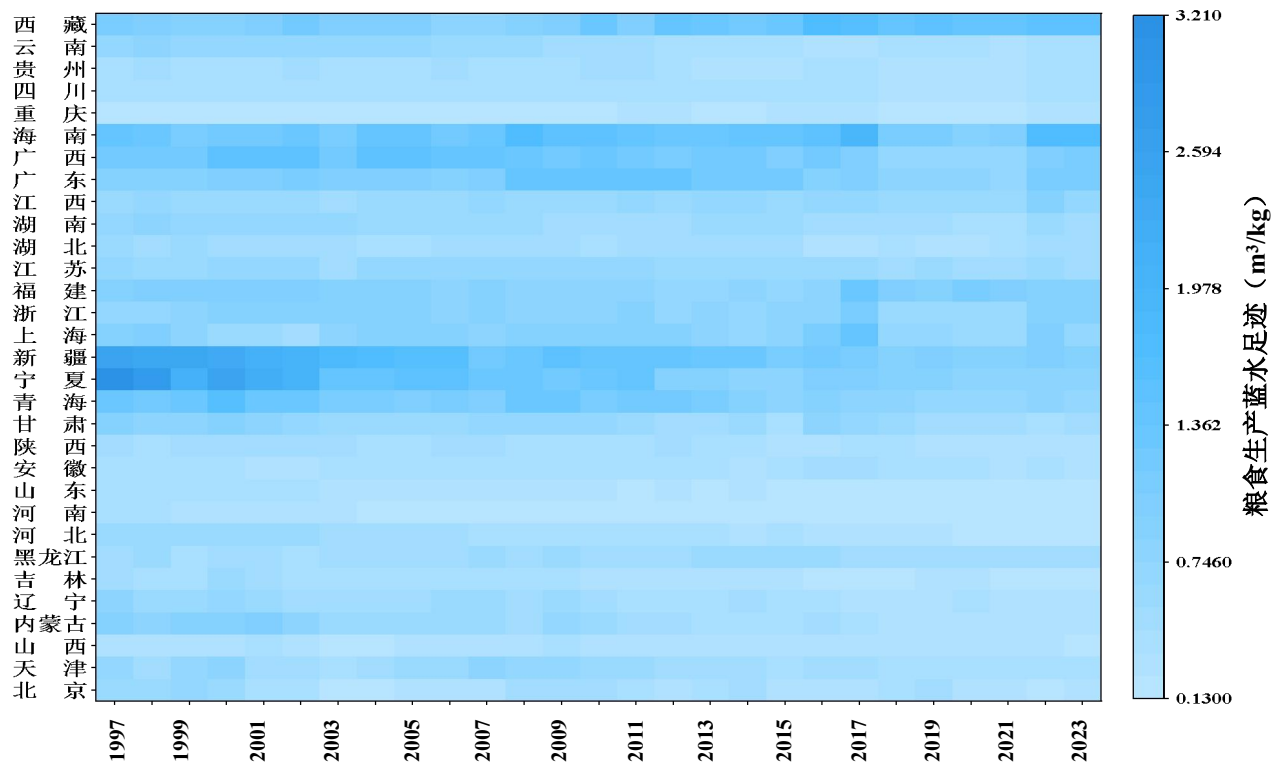
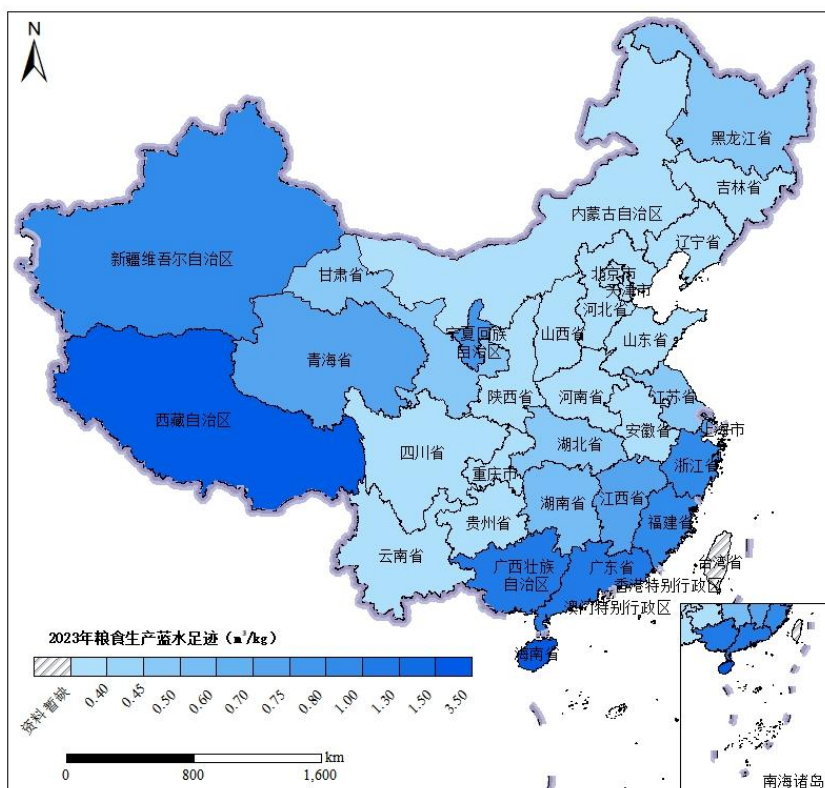
1997-2023年间区域粮食生产水足迹

注：粮食生产水足迹是指生产单位质量的粮食（通常为1kg）所需消耗的水资源量，单位为m³/kg。

2、蓝水足迹空间差异明显，北方旱区和水稻种植区蓝水占比较高

1997-2023年全国粮食生产蓝水足迹（粮食生产过程中消耗的地表水和地下水）

由0.63m³/kg降至0.40m³/kg，西北等蒸发强烈区、华南等水稻种植区蓝水足迹较高。

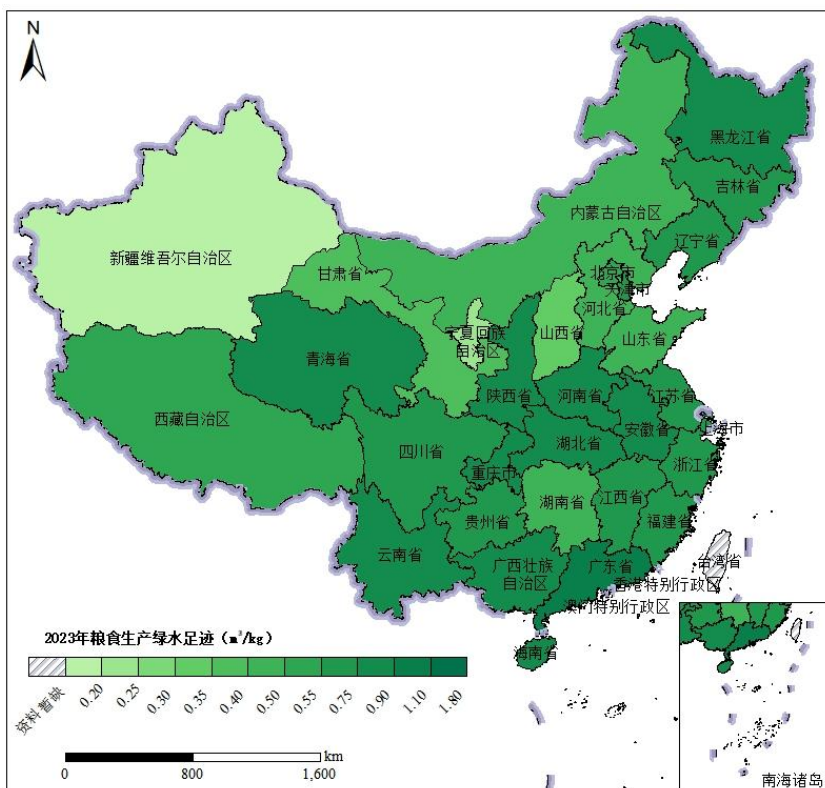


中国大陆31个省级行政区粮食生产蓝水足迹空间分布及时间变化

注：粮食生产蓝水足迹是指生产单位质量的粮食（通常为1kg）所需消耗的地表水和地下水，单位为m³/kg。

3、粮食生产绿水足迹与降水分布相一致

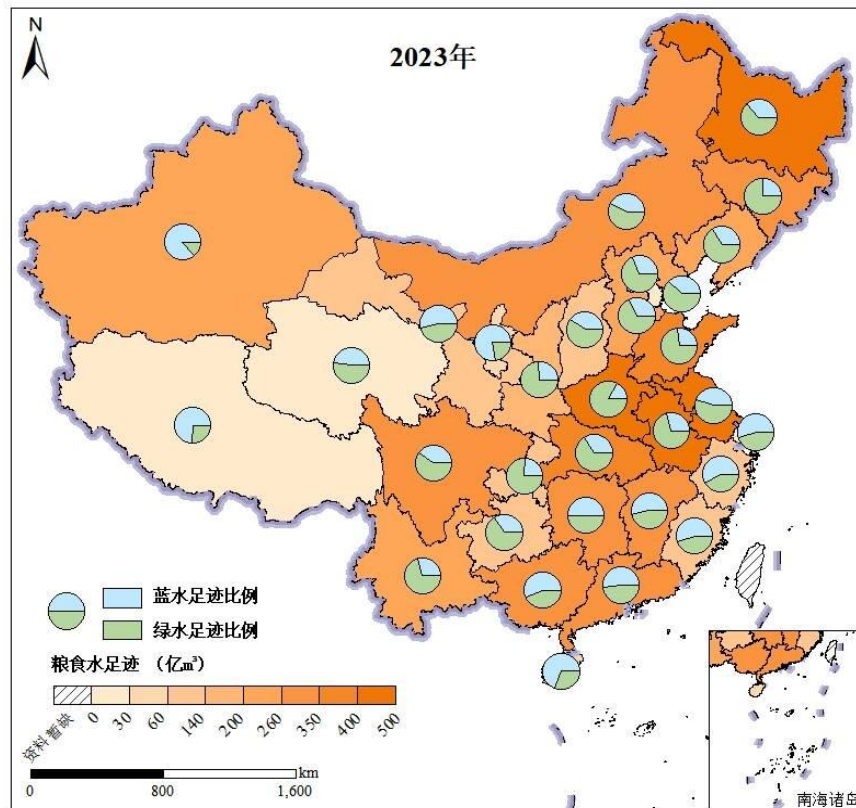
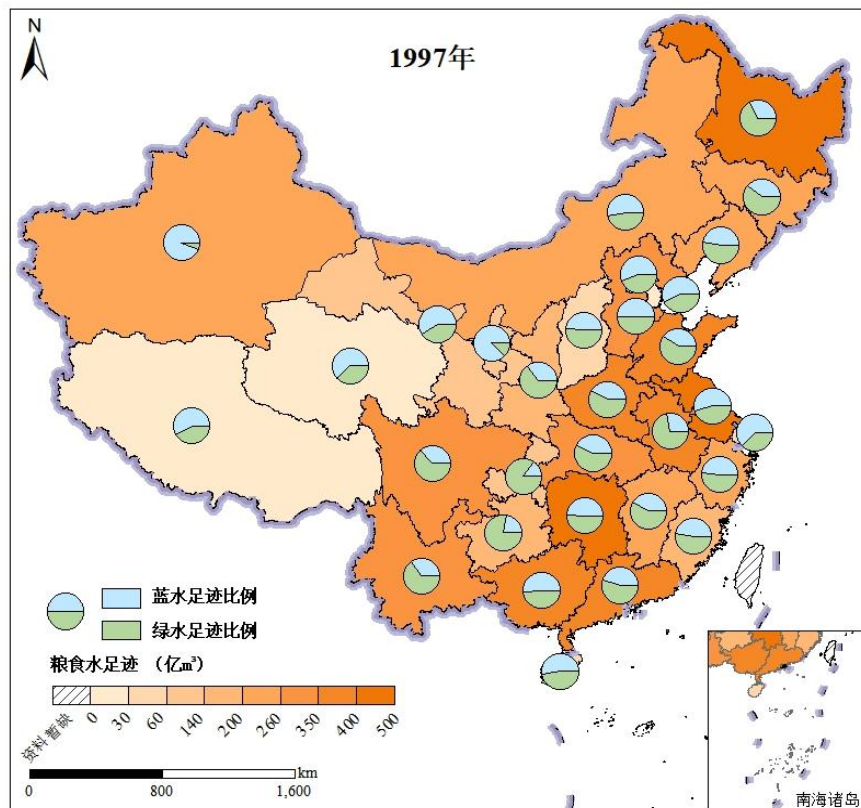
1997-2023年间粮食生产绿水足迹呈波动下降趋势，全国均值由0.77m³/kg降至0.64m³/kg；受不同区域降水、作物种类等因素影响，绿水足迹呈南高北低分布格局。



中国大陆31个省级行政区粮食生产绿水足迹空间分布及时间变化

注：粮食生产绿水足迹是指生产单位质量的粮食（通常为1kg）所需消耗的有效降水，单位为m³/kg。

4、随着粮食生产规模扩大，粮食总水足迹呈增加趋势



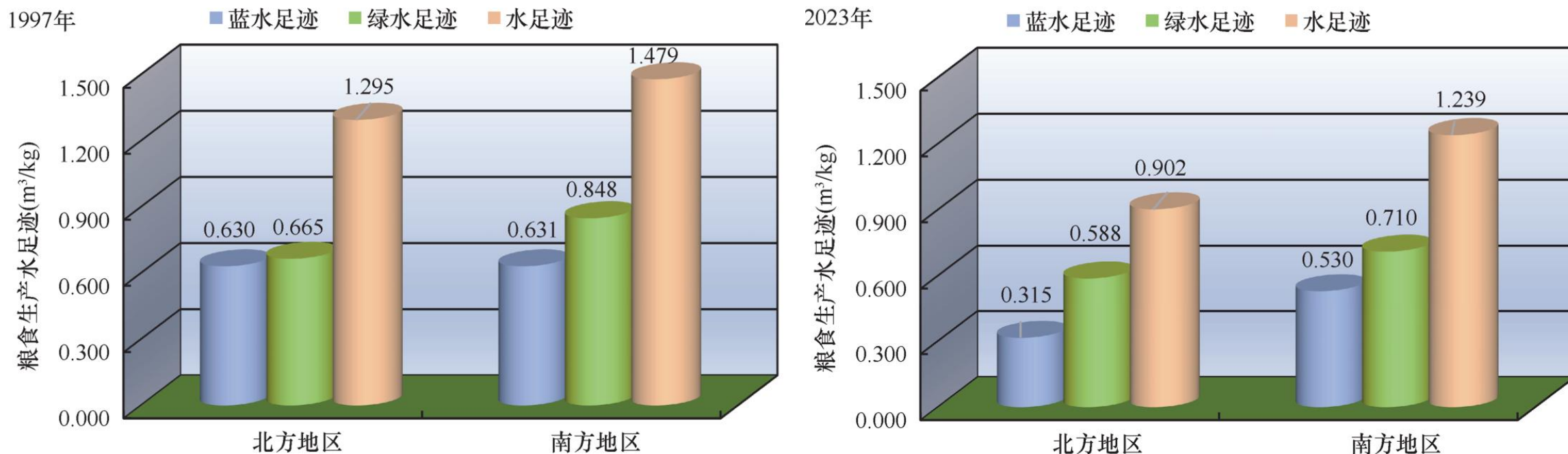
2023年全国粮食总水足迹（蓝水足迹与绿水足迹之和）为7216亿m³，较1997年的6895亿m³增加321亿m³，增幅为4.66%。

中国大陆31个省级行政区粮食总水足迹及蓝、绿水足迹比例

注：粮食总水足迹是指生产粮食所需的总用水量，为蓝水足迹与绿水足迹之和，单位为亿m³。

5、粮食生产水足迹南北分化加剧

全国粮食生产水足迹总体下降，用水效率显著提升，其中**蓝水降幅大于绿水**，反映出灌溉技术进步对提高水资源利用效率发挥了重要作用；但**南北差距持续扩大，区域用水效率分化加剧**。

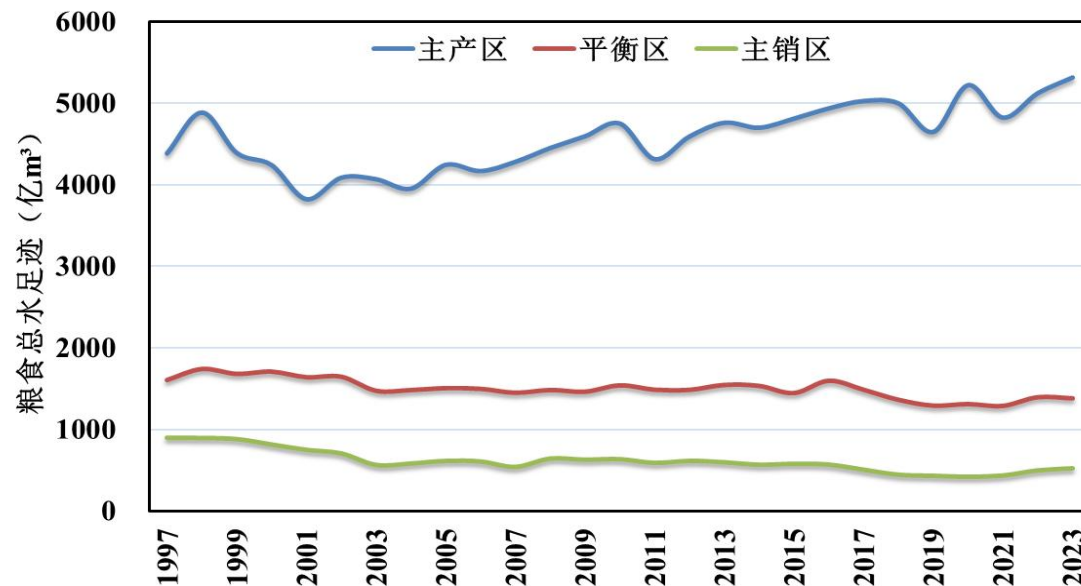
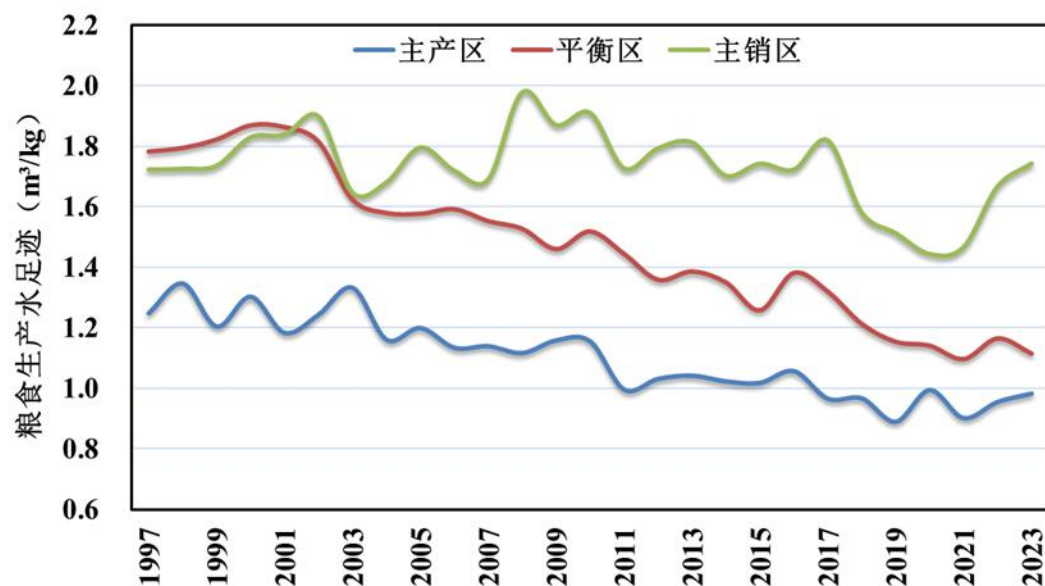


1997年和2023年南北方粮食水足迹

注：粮食总水足迹是指生产粮食所需的总用水量，为蓝水足迹与绿水足迹之和，单位为亿m³。

6、产销区粮食生产水足迹及总水足迹差异显著

主产、主销和平衡区粮食生产水足迹均呈下降趋势，其中主产区下降幅度较大，近5年均值为0.94m³/kg，说明主产区在水分利用效率方面具有比较优势；主产区随着生产规模扩大，其粮食总水足迹也呈持续上升趋势。



产销区粮食生产水足迹及总水足迹变化

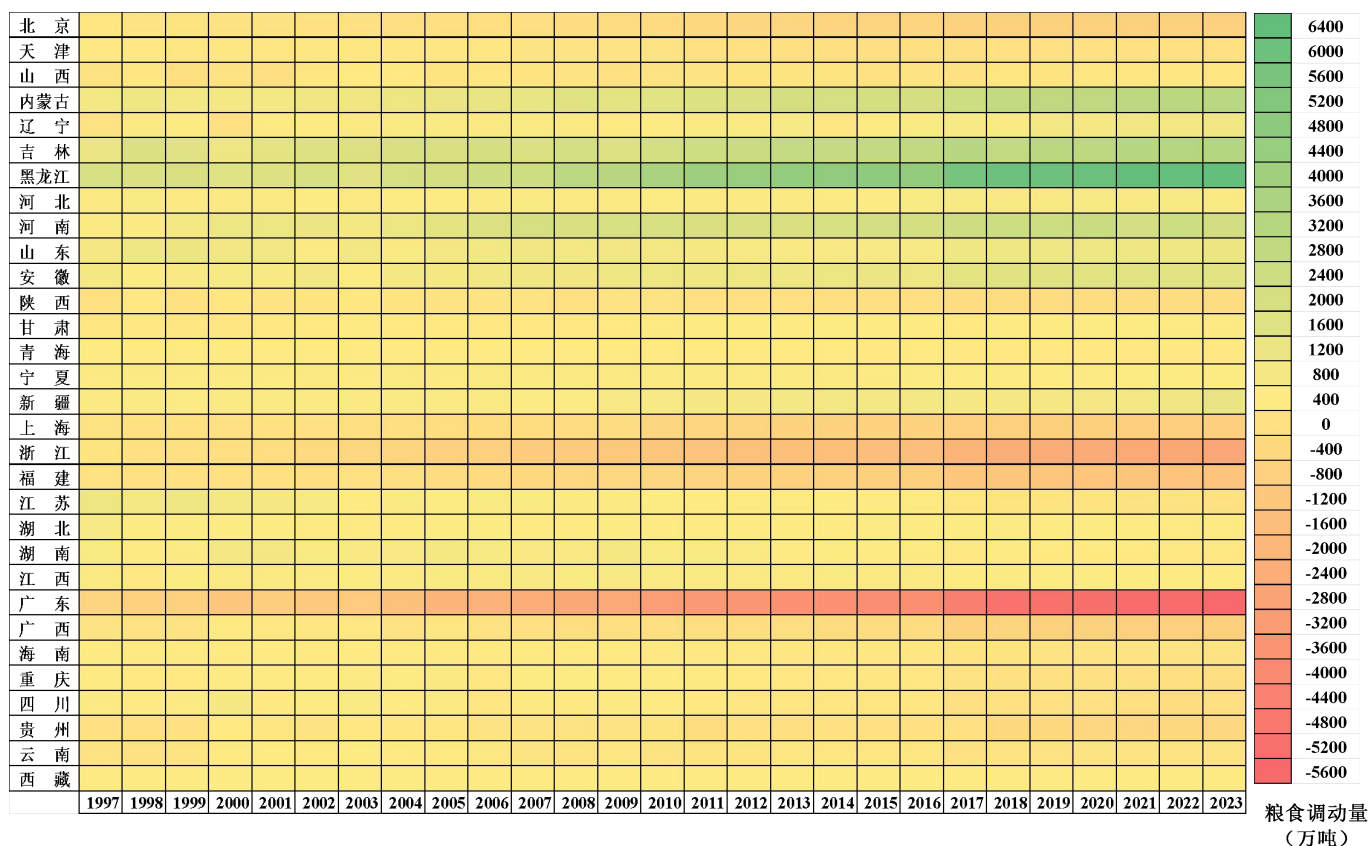
注：主产区包括黑龙江、辽宁、吉林、内蒙古、河北、江苏、安徽、江西、山东、河南、湖北、湖南和四川；平衡区包括山西、广西、重庆、贵州、云南、西藏、陕西、甘肃、青海、宁夏和新疆；主销区包括北京、天津、上海、浙江、福建、广东和海南。

- 31个省级行政区粮食生产水足迹呈现下降的趋势，但空间异质性显著，北方缺水区粮食生产水足迹下降趋势更为明显。
- 北方粮食生产规模扩大，其粮食总水足迹呈增加趋势，从蓝、绿水资源利用类型来看，干旱区和水稻种植区以利用蓝水为主。
- 主产、主销和平衡区粮食生产水足迹均呈下降趋势，主产区下降幅度较大，说明其在粮食生产过程中具有较高的水分利用效率。

(三) 区域粮食虚拟水

1、北粮南运规模持续扩大

南方粮少（2.8亿吨）人多（8.4亿人），北方粮多（4.1亿吨）人少（5.7亿人），造成了区域间的粮食供需不平衡，从而导致了粮食的区域贸易和流动。

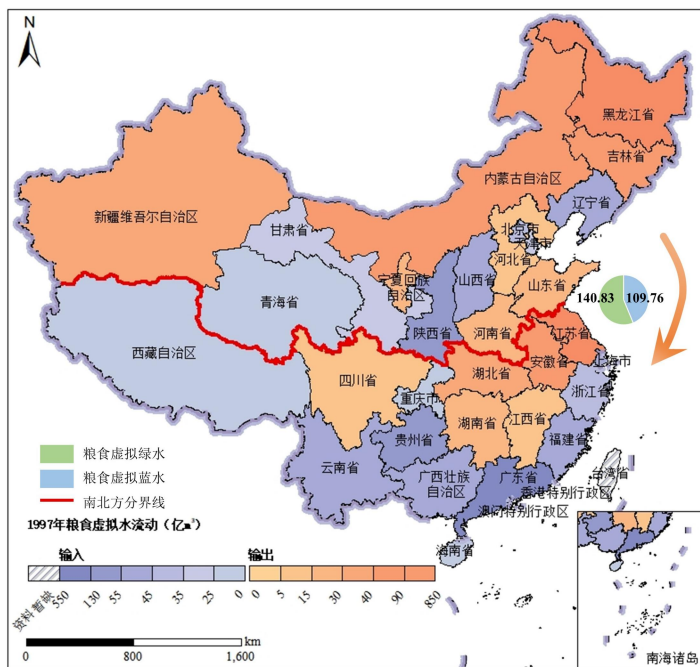


1997-2023年间粮食调运量

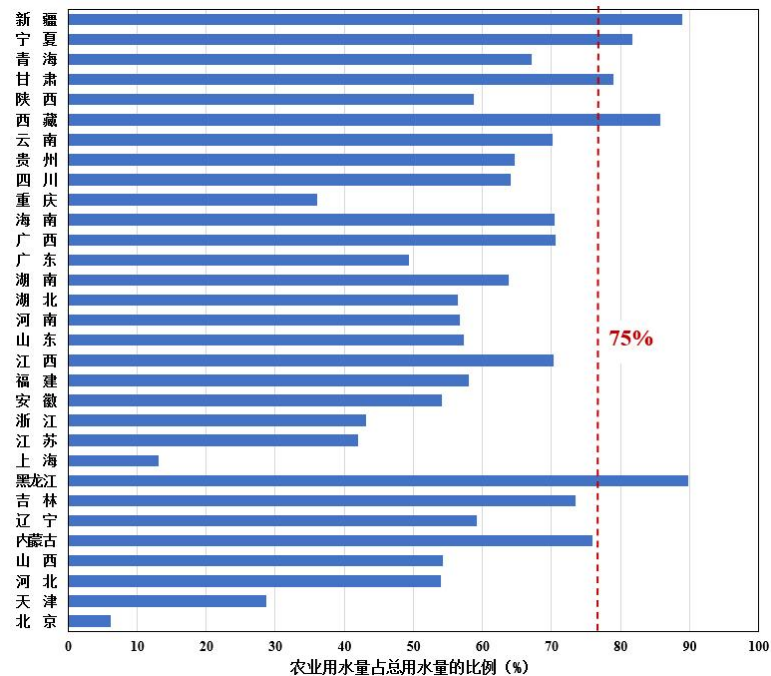
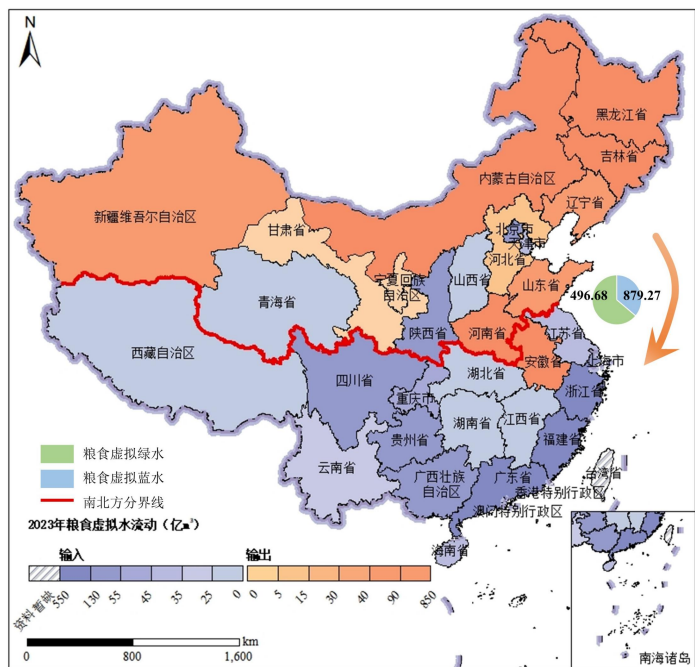
- 区域间粮食调运量基本上呈现先波动变化后持续增加的趋势。
- 粮食调运量由1997年的517.19亿kg增加至2023年的1720.26亿kg。
- 基本形成了以黑龙江、吉林、内蒙古为代表的粮食输出中心，和以广东、浙江、上海和北京为代表的粮食输入中心。

2、粮食虚拟水“北水南调” 不断扩大

在“北粮南运”规模不断扩大的驱动下，北方流向南方的粮食虚拟水量由1997年的250.59亿m³增加到2023年的1375.95亿m³，增幅达449.08%，进一步加剧了北方地区的水资源压力。



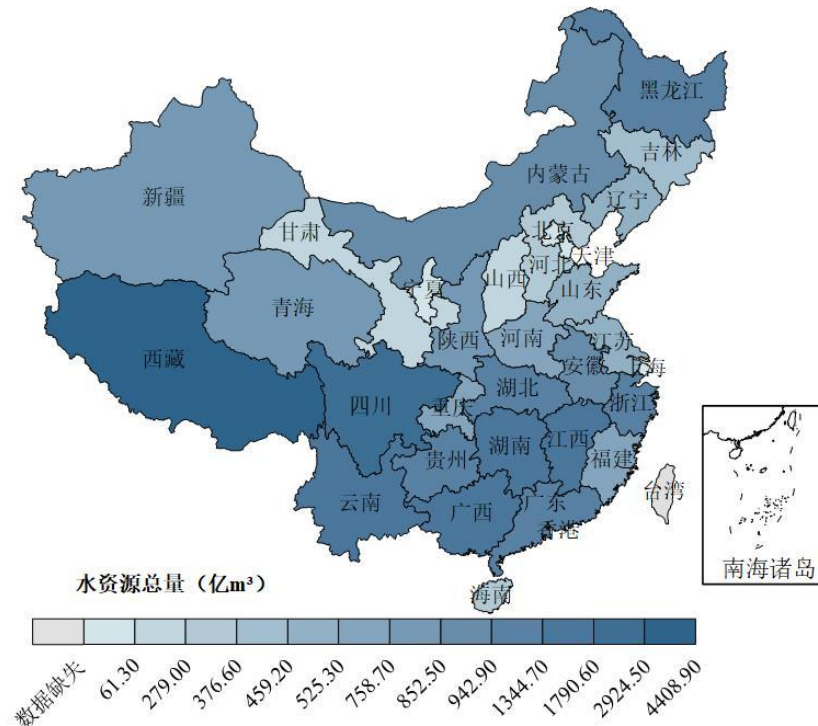
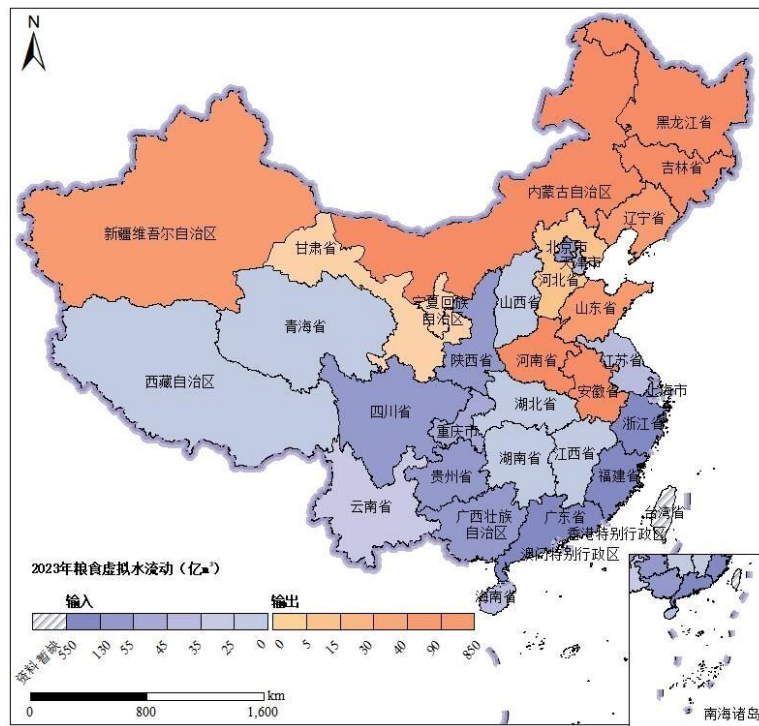
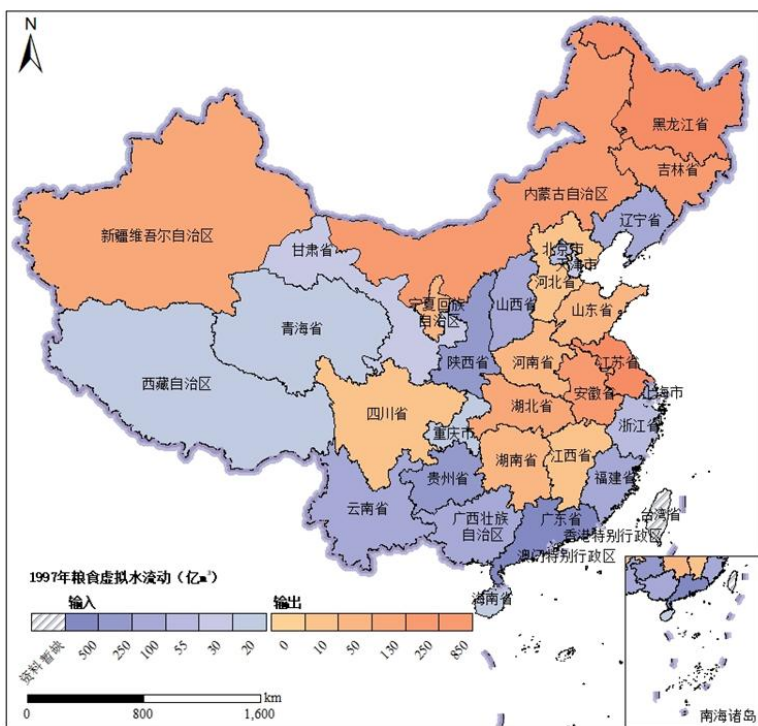
1997年和2023年南北方粮食虚拟水流动格局



农业用水量占总用水量比例

注：粮食虚拟水流动是指伴随着粮食的区域调运，内嵌在粮食中的水资源以虚拟的形态在区域之间流动的现象。

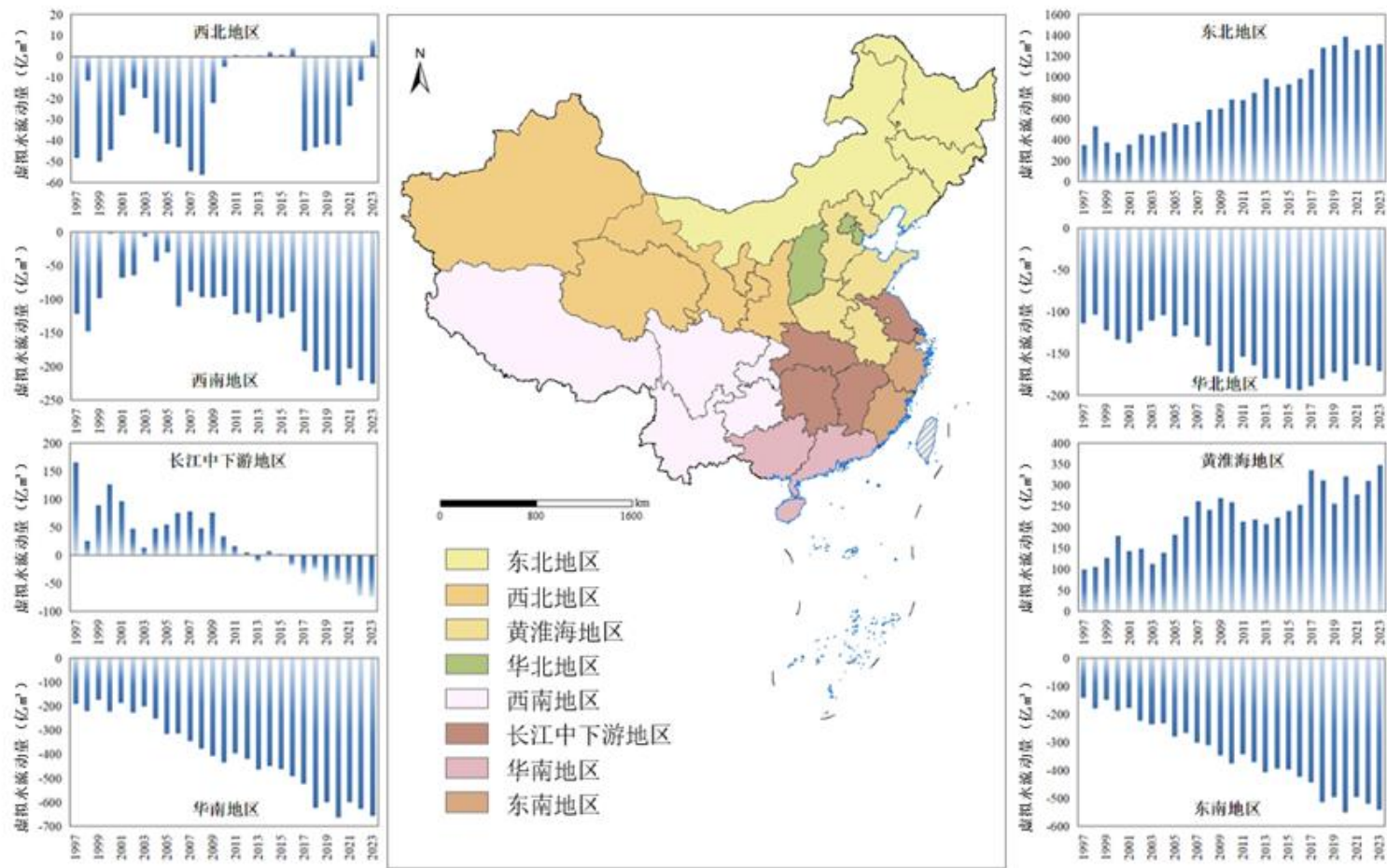
虚拟水流入区主要集中在北京、天津、华南、东南等人口聚集、经济发达地区，输出区主要分布在东北、黄淮海和西北等水资源短缺、经济相对落后的区域，**粮食虚拟水流动量与水资源禀赋错位愈加明显。**



中国大陆31个省级行政区粮食虚拟水流动空间分布及时间变化

中国大陆31个省级行政区水资源总量

3、北出南进格局分明，区域角色动态演变



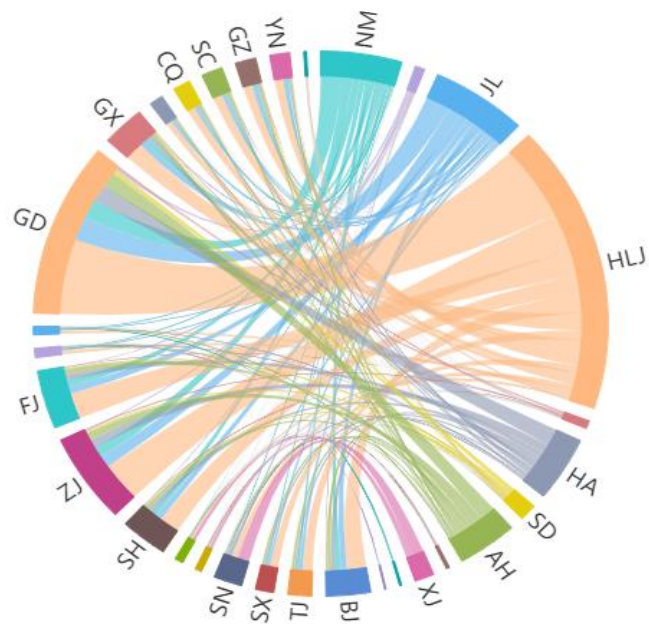
1997-2023年间区域粮食虚拟水流动

东北和黄淮海地区是我国粮食虚拟水流出地区，而**华南和东南地区**是主要的粮食虚拟水流入地区。

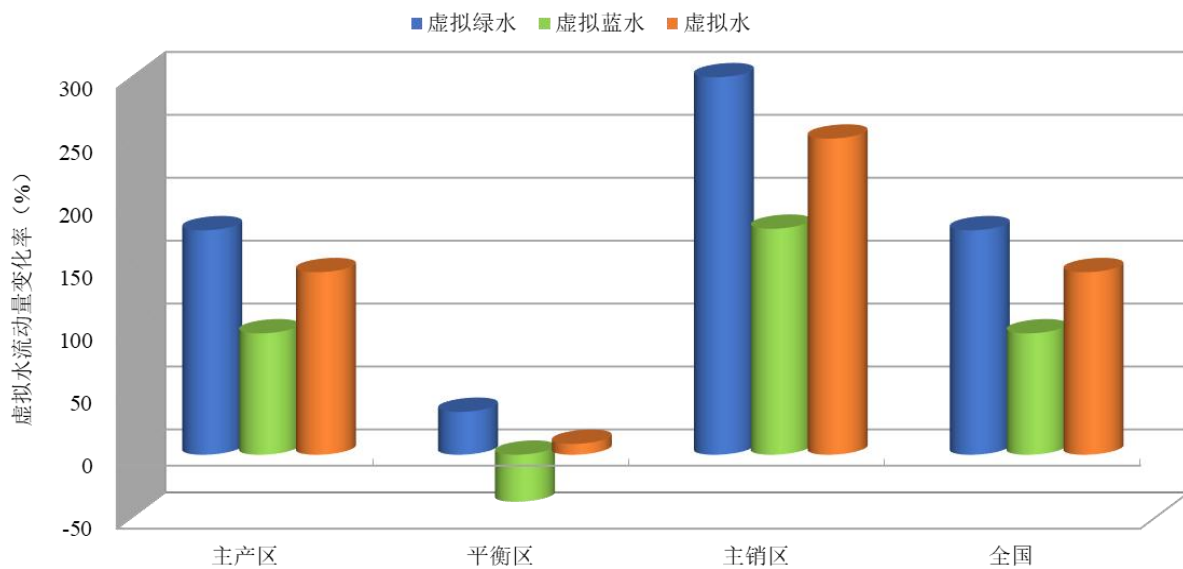
长江中下游地区在2015-2016年由流出地区转为流入地区；西北地区呈现出波动式变化，已由输入区转为输出区且潜力较大。

4、主产区成为虚拟水输出主力，主销区粮食依存度大幅增加

1997-2023年间，主产区粮食虚拟水输出量呈增加趋势，其增幅达到145.08%；同时，其虚拟水输出量占全国粮食虚拟水输出量的94.85%；2023年主销区粮食虚拟水输入量较1997年增加了251.00%，说明主销区对外部区域的粮食依存度大幅增加。



中国大陆31个省级行政区粮食虚拟水流动格局



1997-2023年间产销区粮食虚拟水流动量变化率

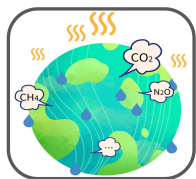
- **“北粮南运”规模不断扩大导致粮食虚拟水“北水南调”呈增加趋势，2023年较1997年增加了449%。**
- **主产区成为虚拟水输出的主要区域，占总量的94.85%，主产区在平衡区域间粮食供需错位，保障国家整体粮食安全发挥了重要作用。**
- **粮食虚拟水流动整体呈现从水资源短缺、经济欠发达的北方地区流向水资源丰富、经济发达的南方地区，加剧了北方地区的水资源。**

四、应对粮食用水挑战新路径

现状与解决问题的思路

重大战略

气候变化



水资源量约束



水土资源
匹配性差

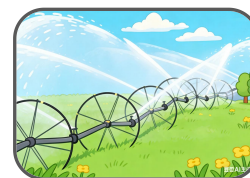


在有限水资源下保障粮食安全!

渠道衬砌



节水灌溉



灌溉制度优化



生产侧提高农业用水效率

传统途径

创新探索



生产

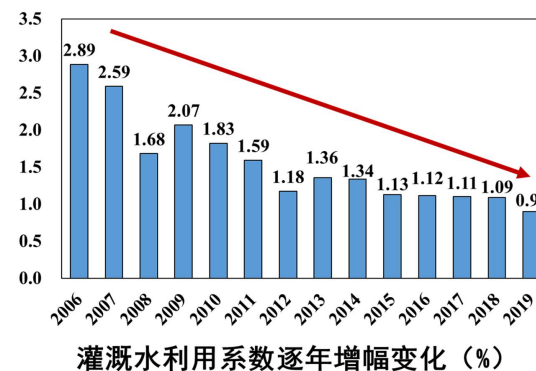
+

消费



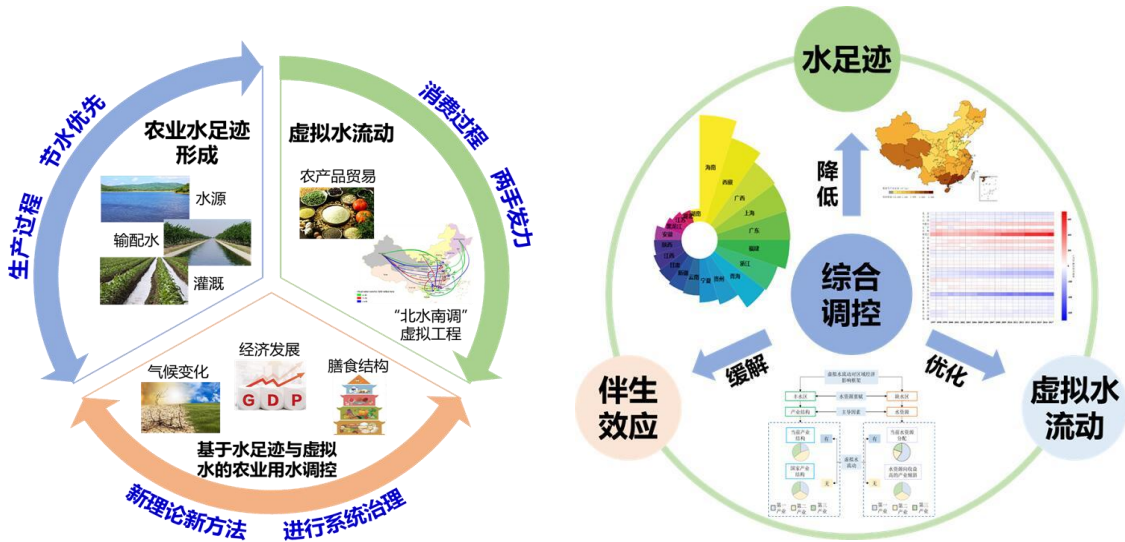
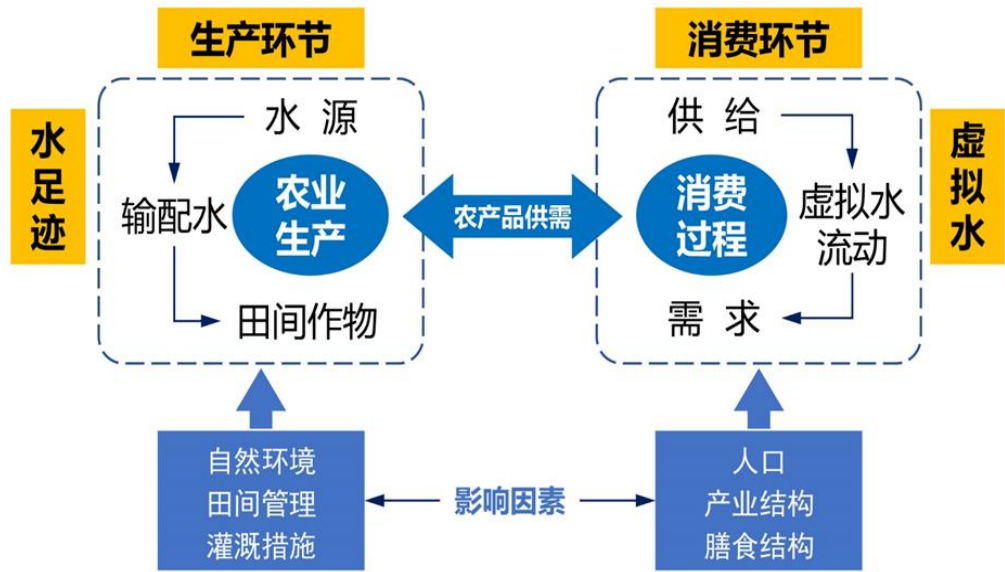
**能否通过生产和消费两方面
耦合调控实现农业节水?**

**生产侧
提升空间日益
减小**



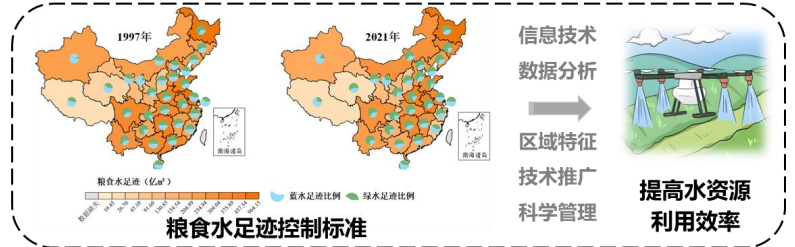
存在问题

基于四个统筹的新路径



基于“四个统筹”的农业水管理战略

蓝水与绿水统筹管理



生产侧与消费侧统筹管理



国际与国内统筹管理



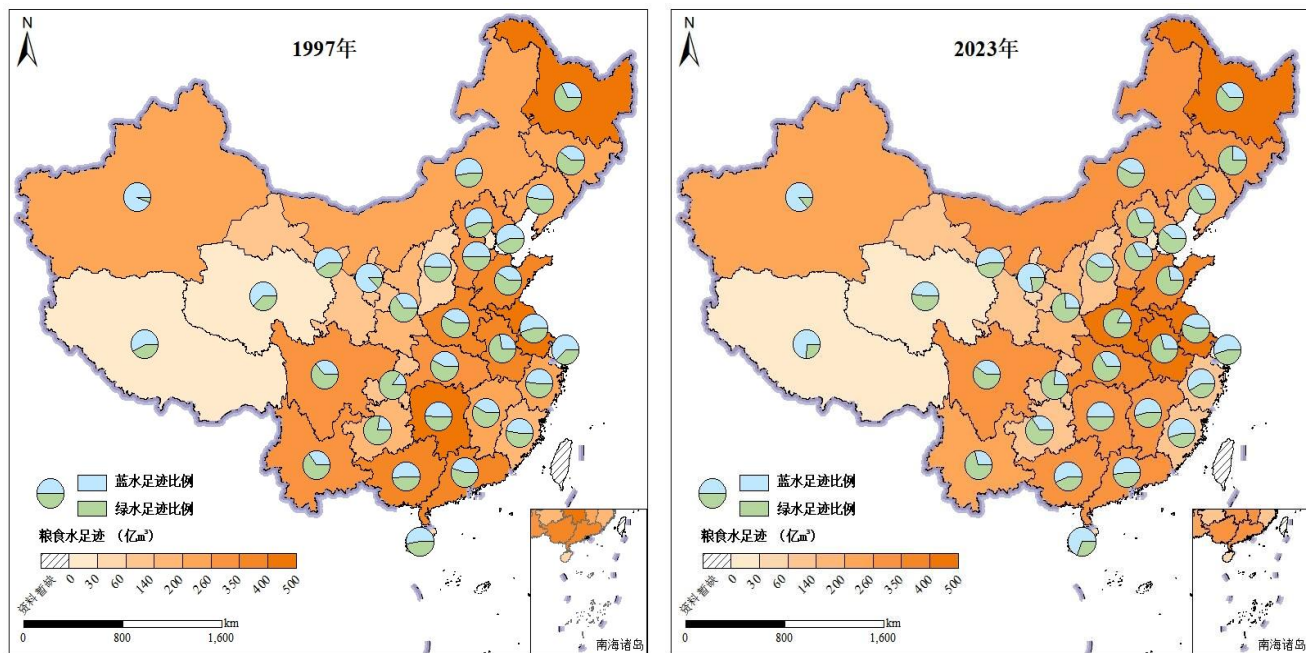
农艺、工程、生物和管理节水四个维度统筹管理



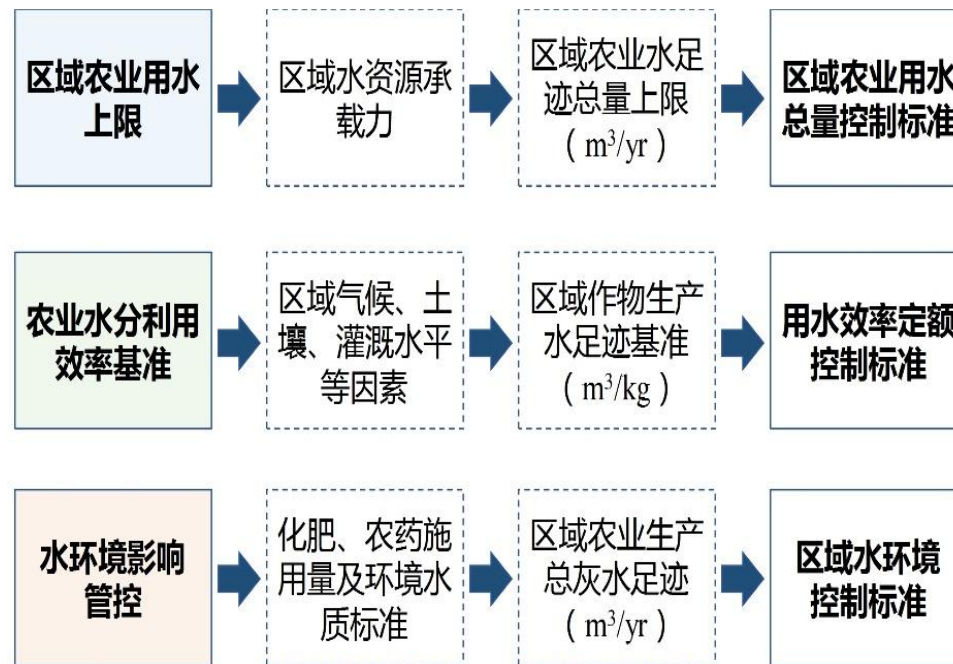
推广农业新质生产力 (Promote New Quality Productive Forces in Agriculture)

1、统筹蓝水与绿水，提高生产侧水资源利用效率

确立水足迹控制红线，实行蓝绿水协同管控：针对绿水贡献了作物生产近半水资源供给的现状，应转变单一蓝水管理思维，利用大数据等技术，因地制宜制定涵盖蓝水与绿水足迹的粮食水足迹标准，作为水资源利用的总量、效率及环境影响红线。

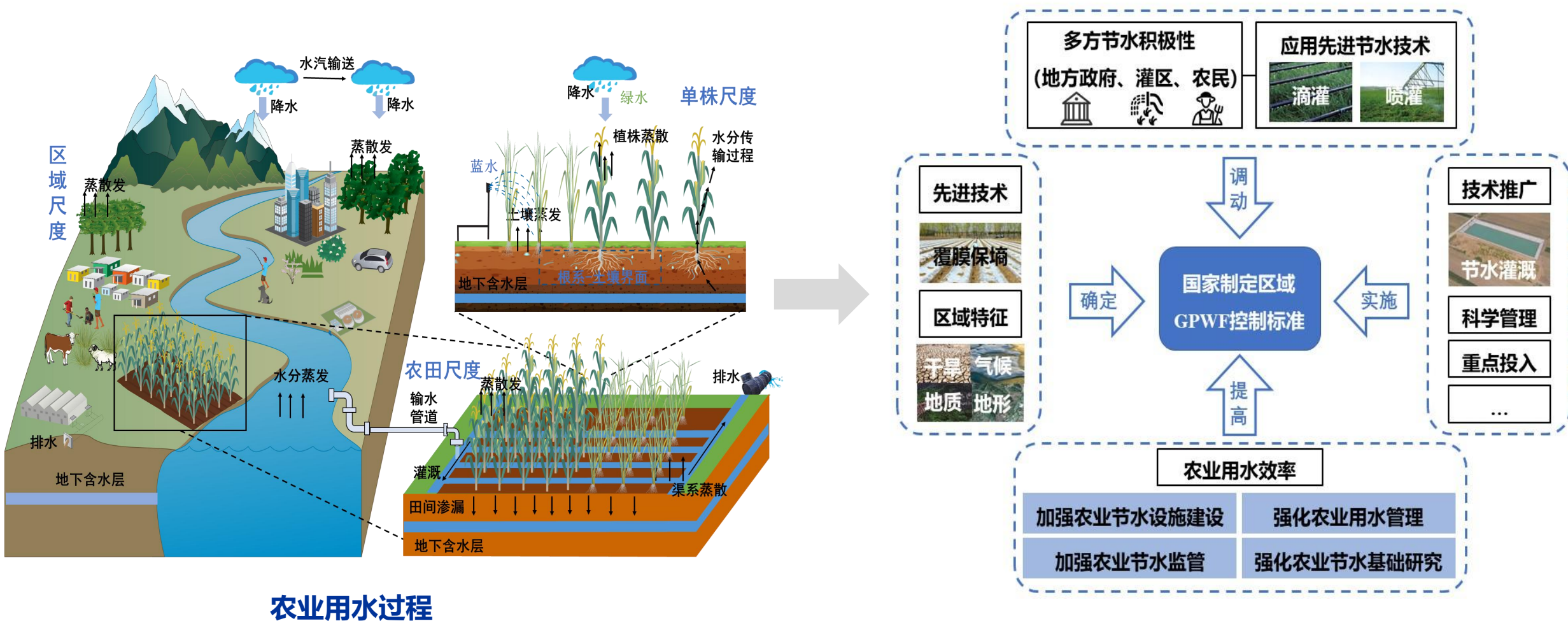


中国大陆31个省级行政区粮食总水足迹及蓝、绿水足迹比例



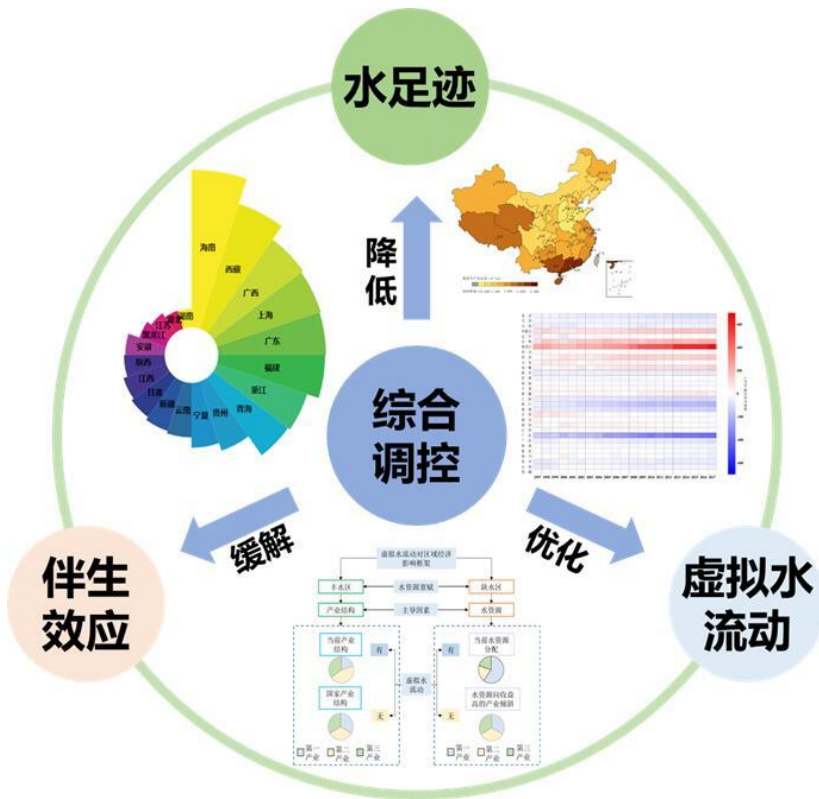
粮食水足迹控制标准

推进生产侧多元供水，双向提升利用效率：在生产端推动多元供水策略，一方面依托区域特征和先进技术提高绿水利用效率，另一方面通过技术推广、科学管理和重点投入优化蓝水利用，以统筹蓝绿水全过程管理，系统提升农业用水综合效率。

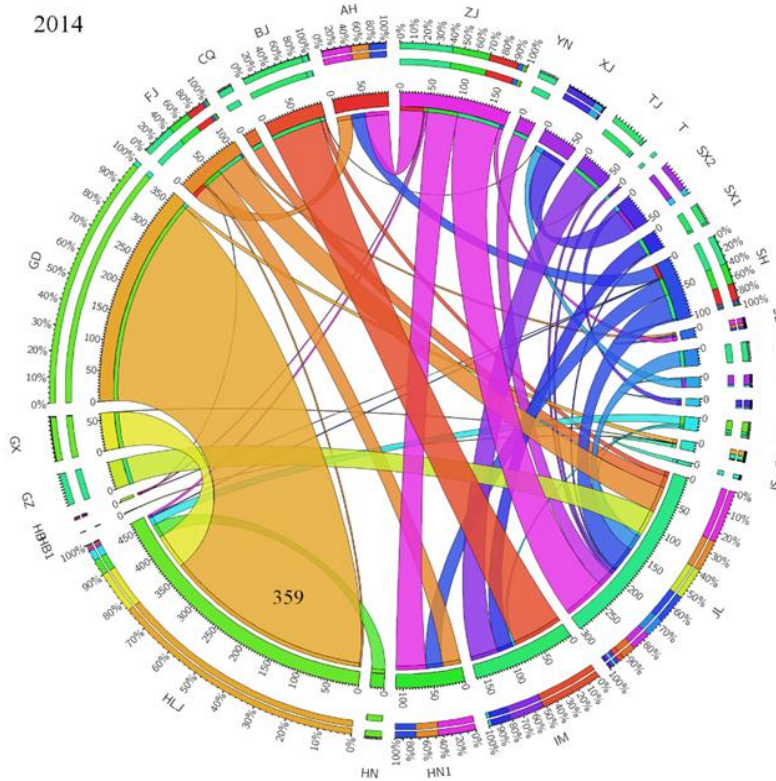


2、统筹生产与消费，构建实体水-虚拟水耦合调控适水发展模式

确立多尺度统筹管理框架，实施全口径水资源调控：针对粮食贸易虚拟水流动，打破实体水管理局限，通过灌区水足迹调控与用水补偿、流域全过程用水管理与实体水调配、国家层面虚拟水格局优化等多尺度策略，提升水资源综合管理水平。



基于水足迹和虚拟水的农业用水调控路径

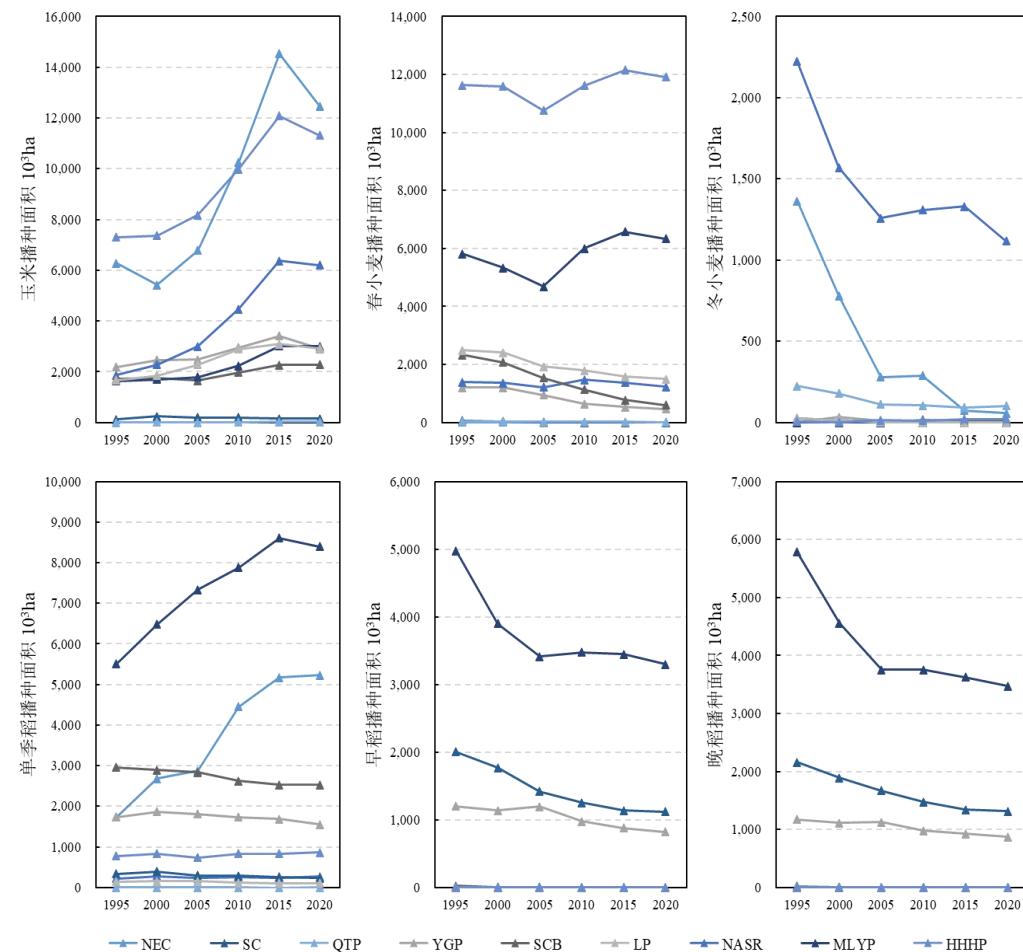
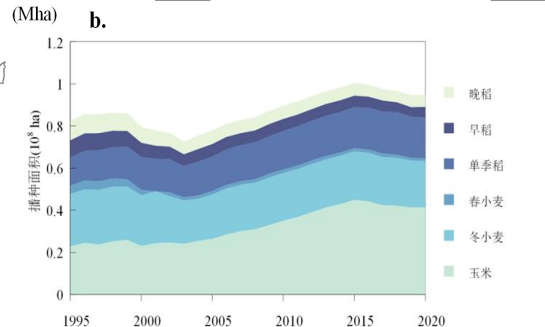
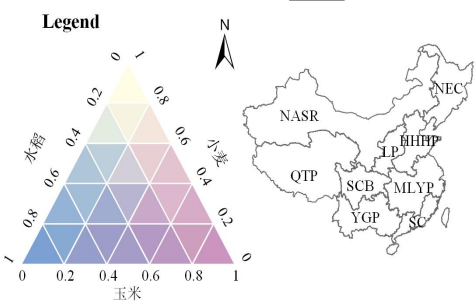
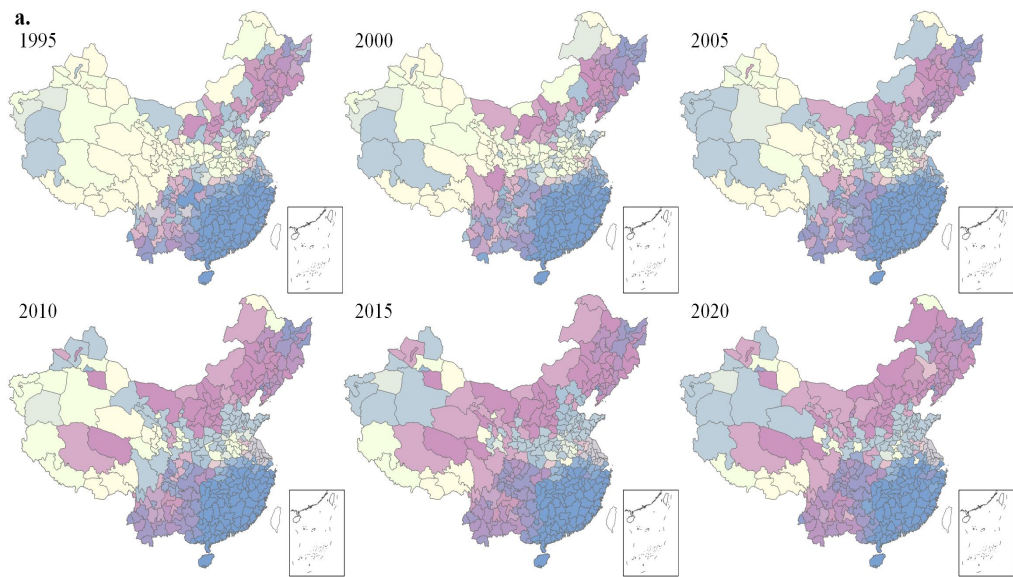


省际间粮食虚拟水流动



不同尺度全过程用水调控策略

优化种植结构发展高效可持续农业，实现适水空间布局：依据不同粮食作物水足迹区域比较优势，结合水资源禀赋和气候适宜性，调整优化区域种植结构，积极发展精准农业与循环农业，以形成适水、高效可持续的粮食生产空间布局。



中国各市粮食种植模式的时空变化

不同农业区域各类粮食作物播种面积的时序变化

3、统筹国际与国内两个市场，保障国家水安全与粮食安全

强化国内储备与应急管理，保障进口韧性：针对国际突发事件频发态势，加强粮食储备和物流体系建设，建立预警机制并灵活调整进口策略，同时结合国际形势风险评估，及时动态调整国内水资源与粮食安全政策，确保国内市场稳定供应。



拓展多元化国际合作，对外输出技术模式：积极发展多元化粮食供应渠道，与多国签订稳定合作协议，参与国际水资源和粮食安全合作组织。同时，落实中国—中亚峰会精神，推动农业节水增粮技术模式整体输出，助力发展中国家提升粮食生产能力，为全球消除饥饿贡献中国力量。



联合国粮食及
农业组织



联合国国际农业发展基金

Investing in rural people



TOGETHER A NEW DAY IS POSSIBLE



世界粮食
计划署



United Nations
Educational, Scientific and
Cultural Organization

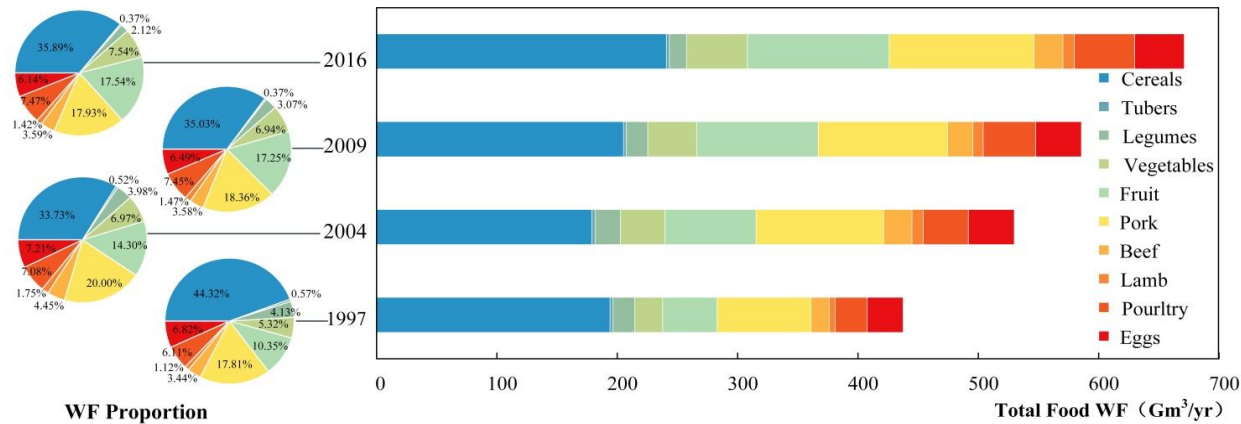


Intergovernmental
Hydrological
Programme

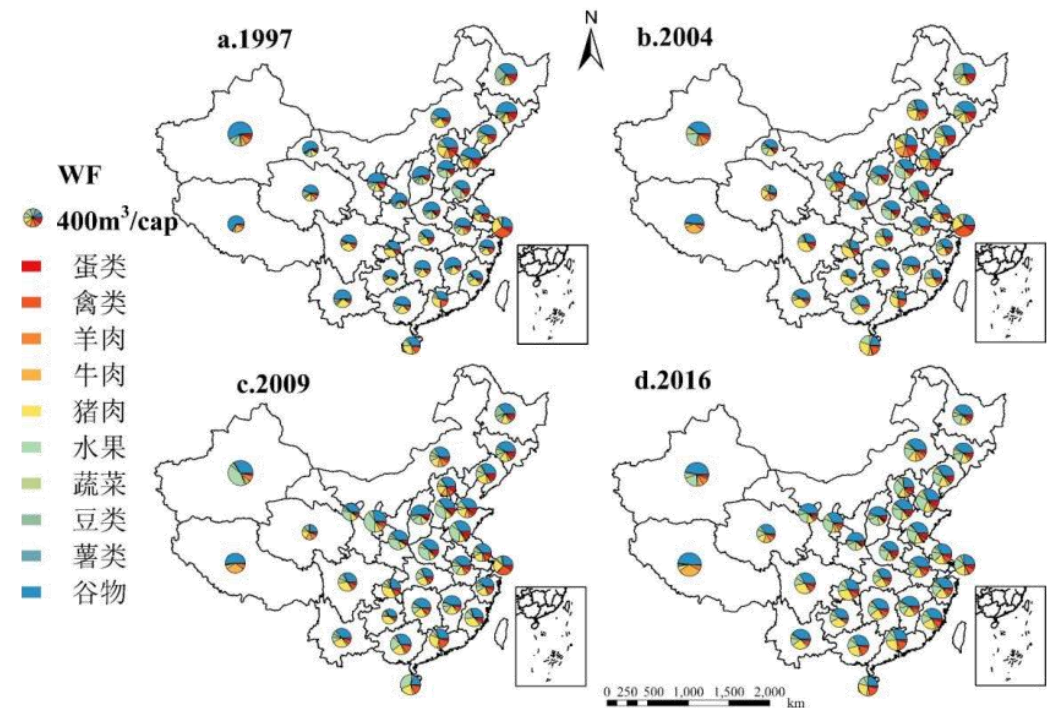


4、统筹农艺、工程、生物和管理节水，全方位全过程提高用水效率

拓展节水管理视角，覆盖生产与消费全环节：传统节水技术多集中于生产端的农艺、工程和生物措施，但消费端的人口增长与膳食结构变化同样通过农产品需求影响农业用水，将调控范围从生产延伸至消费，构建覆盖全过程的用水效率提升体系。

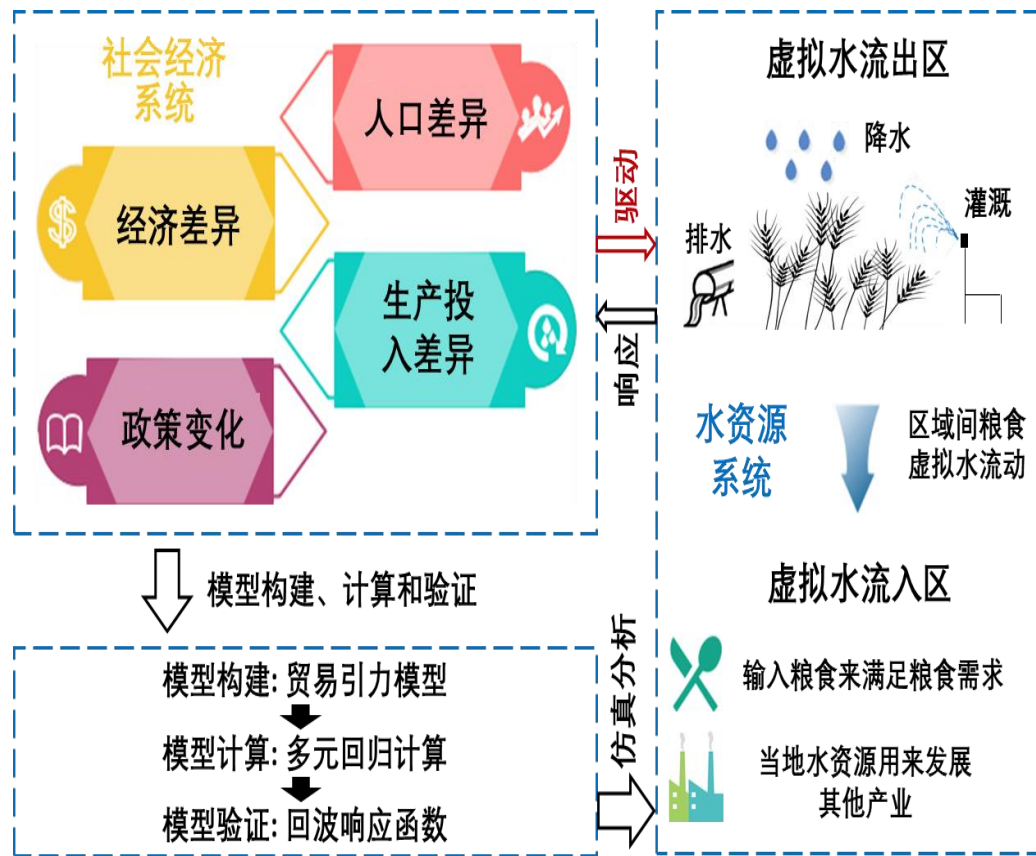


1997-2016年间中国食物消费水足迹及其占比



中国大陆31个省级行政区食物消费水足迹空间分布

多维措施协同推进，强化技术与人才保障：依靠科技进步、体制机制创新及配套法规政策，大力推广应用**综合节水技术**，加强农业节水人才培养，提高农民科技素质，推动农艺、工程、生物和管理措施多维并举，实现全方位全过程用水效率提升。



虚拟水流动驱动机制解析——多维度优化用水效率

近年来，粮食生产重心不断向北方转移，呈现出与水资源分布错位的格局，粮食虚拟水“北水南调”导致北方水资源压力增加。在水资源刚性约束的背景下，需从系统角度重塑农业用水管理模式，构建基于绿水与蓝水统筹利用、生产与消费两端统筹衔接、国际与国内市场统筹配置、农艺-工程-生物-管理节水统筹实施等“四个统筹”为核心的农业水管理新路径，实现**全要素调控和全过程节水**，保障国家水与粮食安全。



经国本、解民生、尚科学

谢谢!

