

生态大讲堂发言稿

当代中国的土地利用变化：

时空特征、驱动机制与宏观生态效应

刘纪远

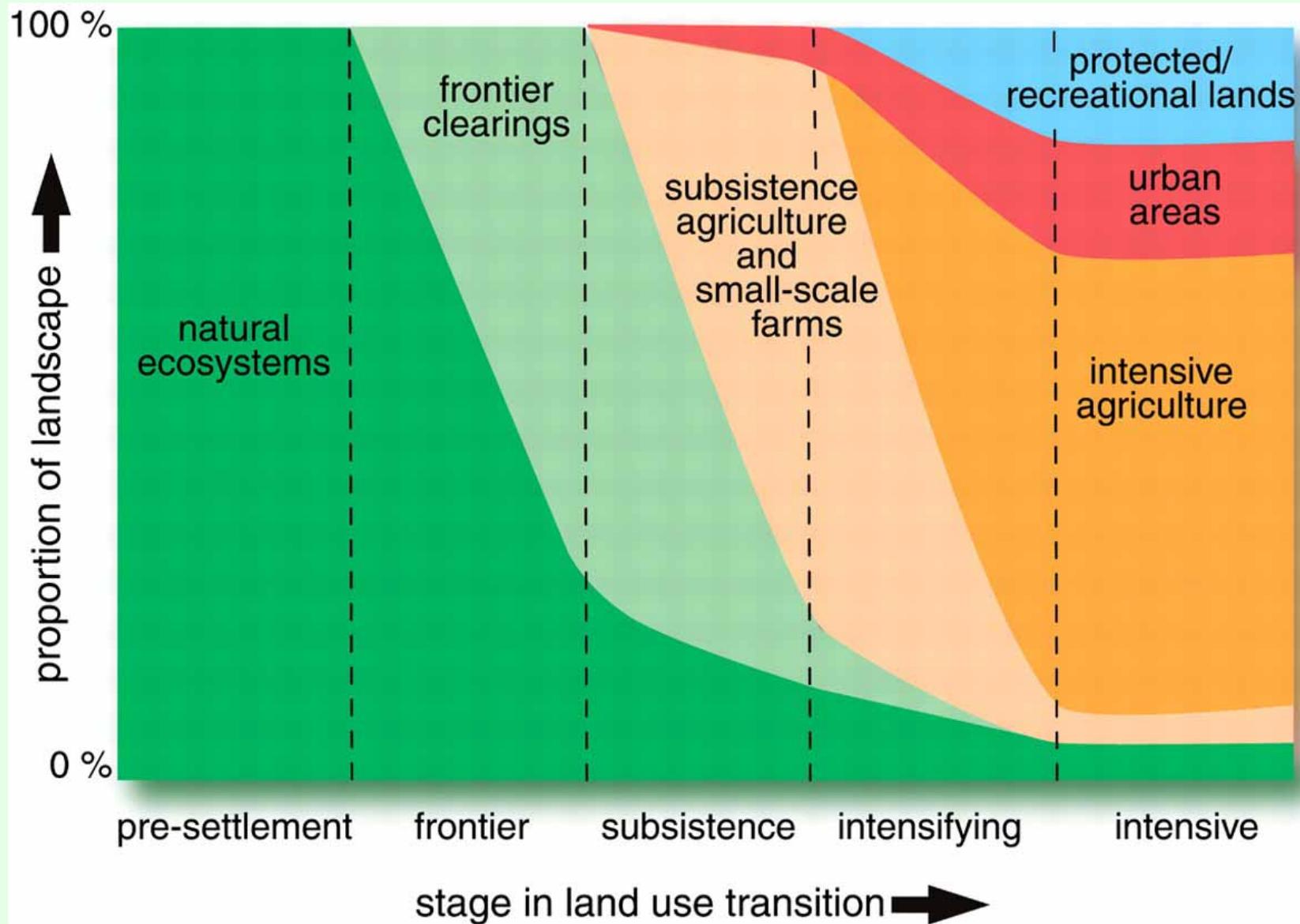
中国科学院地理科学与资源研究所

2006年3月

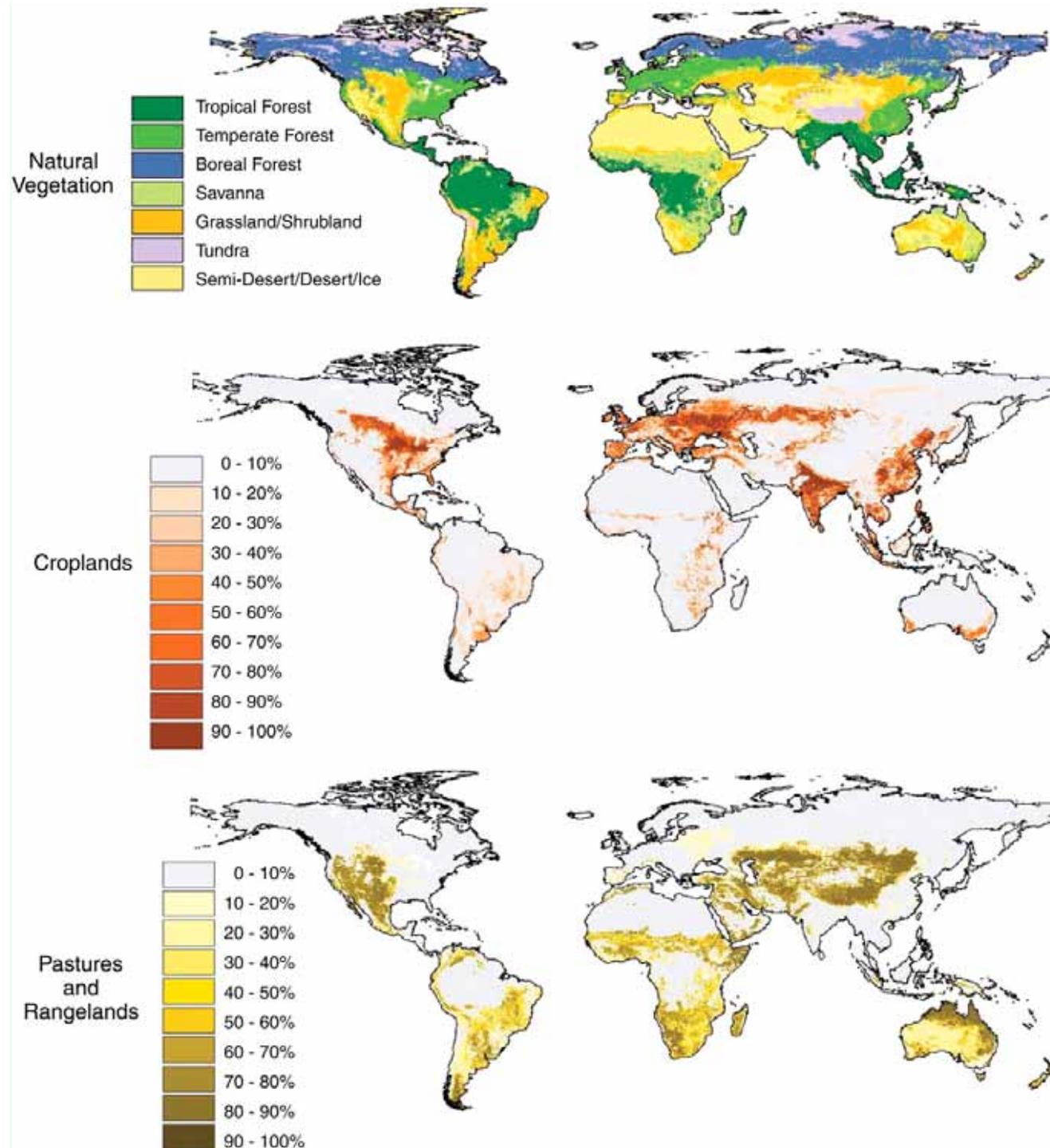
- 1. 土地利用变化的科学问题与方法论前沿**
2. 中国当前的土地利用变化特征
3. 土地利用变化的人文驱动力
4. 土地利用变化的宏观生态效应
5. 讨论

土地利用变化研究的科学意义

- ❖ 人类的土地利用是影响陆地系统演化的核心人文要素；
- ❖ 现代生产力水平的提高导致土地利用的急剧变化，从而影响陆地生态系统不可逆的退化，构成全球环境变化的重要人文要素；
- ❖ 局部和区域土地利用的调整，对于生态系统的功能恢复可以产生积极的作用
- ❖ 作为人类空间行为约束的重要内容，土地利用的有序调控是可持续发展战略的重要着力点



**Global Consequences of Land Use, Foley et al., 2005
 SCIENCE, 309 :570-574, 22 JULY , 2005**



这些图阐释了全球1990年代“潜在植被”和无人人类土地利用的最可能存在的植被（上）及

农业土地覆被范围（农田和草原牧场，中和下）



IGBP Report 53 / IHDP Report 19

Global Land Project



Science Plan and Implementation Strategy

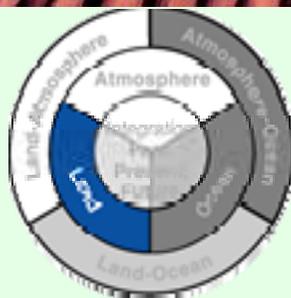
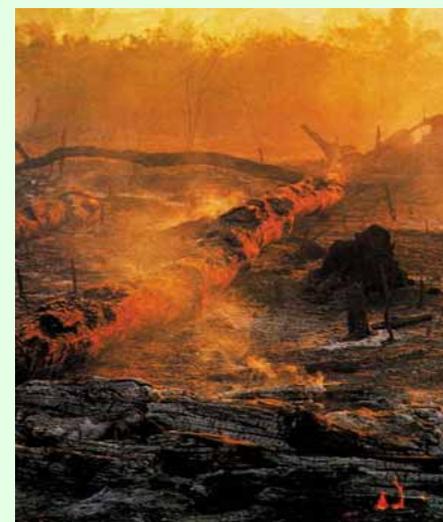
GLOBAL
I G B P
CHANGE



土地系统主要科学问题



- 土地系统变化的现象和原因
- 土地系统变化导致的生态系统服务和地球系统功能变化结果
- 支持土地系统可持续利用的综合集成分析与建模



GLOBAL
I G B P
CHANGE

地球的变化主要源于人类对生态系统和景观的改变，它们影响了生物圈维持生命的能力。

土地利用的多样化和高强度化及技术的先进化使得生物地球化学循环、水文过程和景观动力学发生了显著变化。

土地利用和土地管理的变化影响了生态系统的状态、性质和功能，反之，它们又影响生态系统服务的供应及人类的生存。

GLP Science Plan, IGBP报告No. 53/ IHDP报告No. 19

需要加速理解：人类活动如何影响陆地生物圈的自然过程，更加需要评估这些变化产生的后果。

因此，GLP的目标是：

量测、模拟和理解人类-环境耦合系统。

GLP Science Plan, IGBP报告No. 53/ IHDP报告No. 19

直接在生态系统水平考虑问题，我们能够更好地理解包括生物物理变化对人类造成的影响在内的人类—环境耦合系统的变化及人类活动和社会结构的协同作用。因此，GLP关注包括从局地到区域尺度陆地和淡水系统在内的人类、生物和自然资源的相互关系。这种方法为研究世界不同区域耦合系统的脆弱性和持续性提供了整体框架。

GLP Science Plan, IGBP报告No. 53/ IHDP报告No. 19

主题一：土地系统动力学

问题1.1 全球化和人口变化如何影响区域和局地土地利用决策及其实施？

问题1.2 土地管理决策及实施的变化如何影响陆地和淡水生态系统的生物地球化学效应、生物多样性、生物物理性质及干扰？

问题1.3 全球在大气、生物地球化学和生物物理维的变化如何影响生态系统结构和功能？

GLP Science Plan, IGBP报告No. 53/ IHDP报告No. 19

主题二：土地系统变化的后果

问题2.1 生态系统变化带给耦合地球系统的临界反馈是什么？

问题2.2 生态系统结构和功能的变化如何影响生态系统服务的传递？

问题2.3 生态系统服务如何与人类生存建立联系？

问题2.4 在不同尺度和不同变化范围，人类如何对生态系统供给做出响应？

GLP Science Plan, IGBP报告No. 53/ IHDP报告No. 19

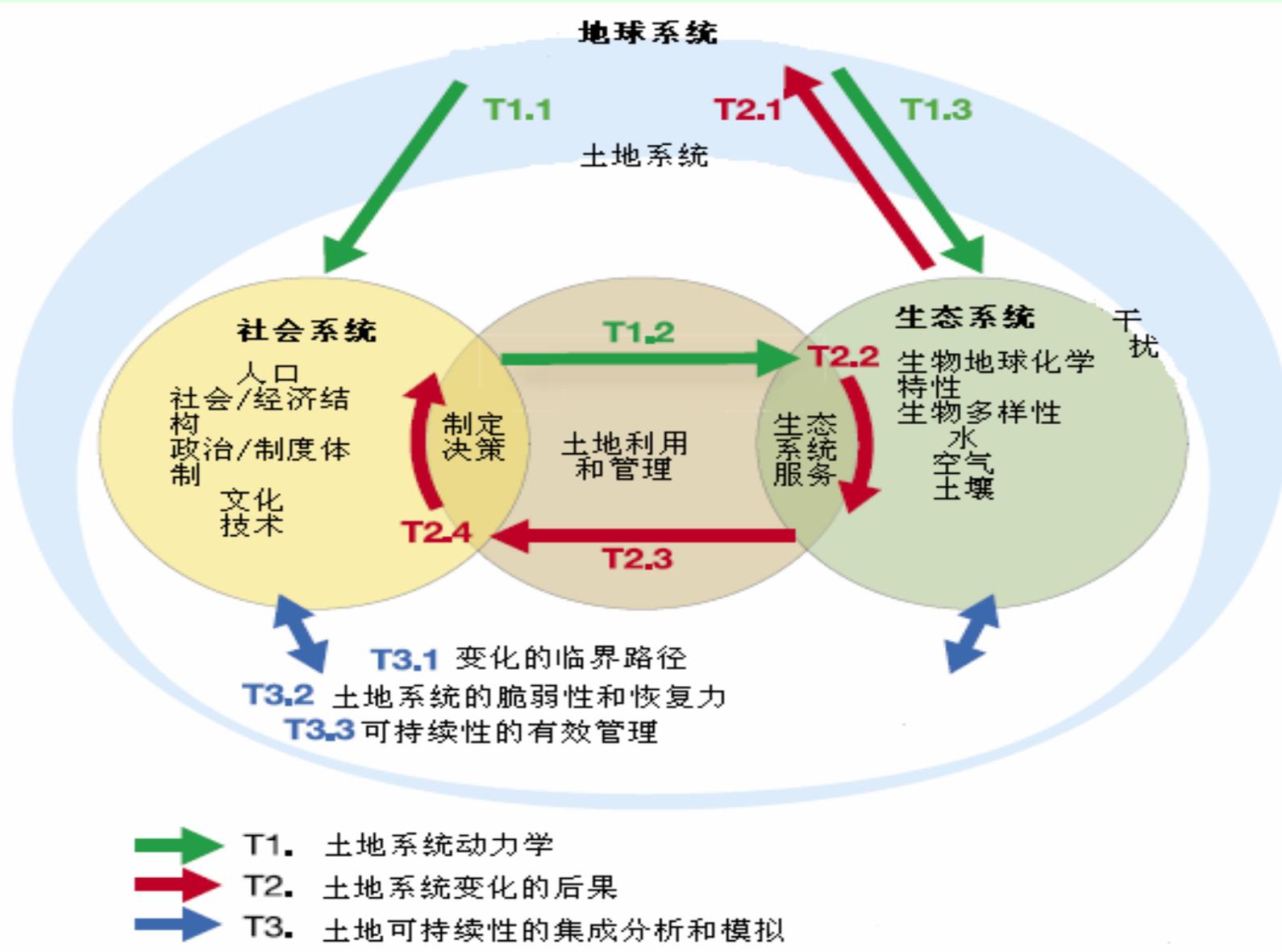
主题三：土地可持续性的集成分析和模拟

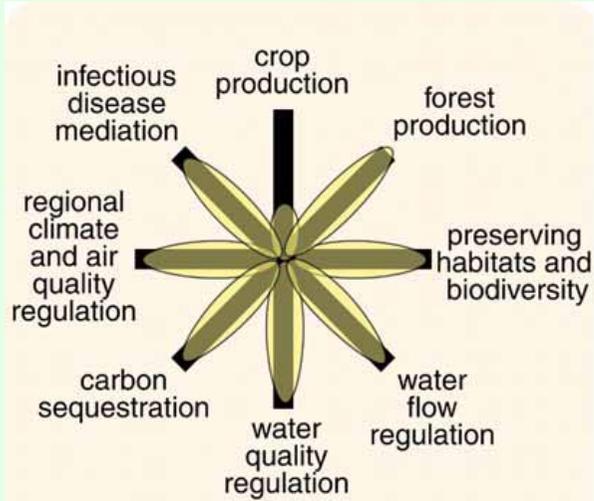
问题3.1 土地系统变化的临界路径是什么？

问题3.2 土地系统对灾害和干扰的脆弱性与恢复力如何对人类-环境相互作用的变化做出不同响应？

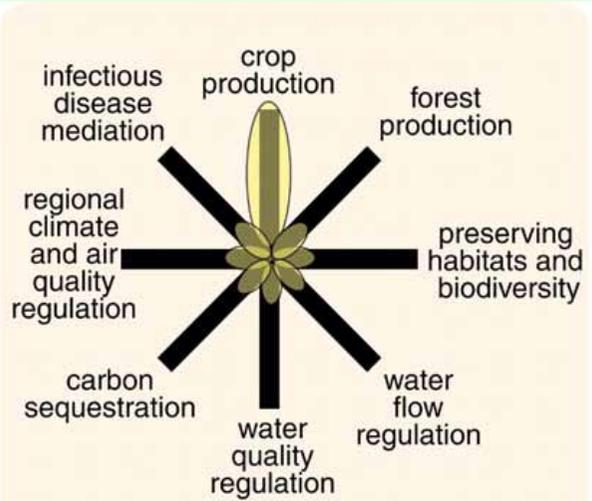
问题3.3 哪些制度能够加强土地系统可持续性决策的制定和管理？

GLP Science Plan, IGBP报告No. 53/ IHDP报告No. 19

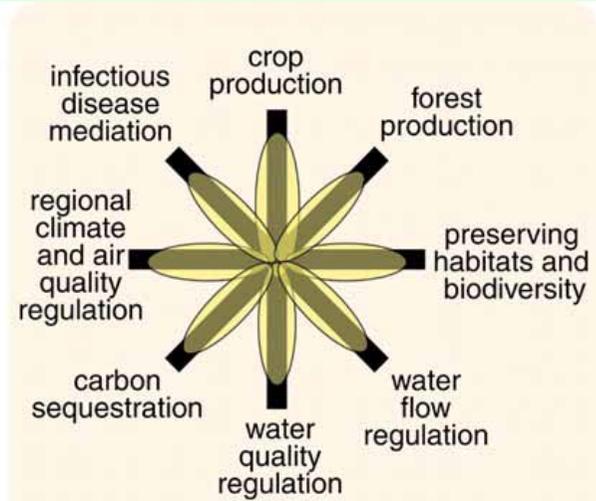




natural ecosystem



intensive cropland



cropland with restored ecosystem services

土地利用和生态系统服务交换/平衡对比的概念框架。不同土地利用主导下的多种生态系统服务的供应能通过这些简单的流程图来解释，其中沿着每个轴上可体现每个生态系统服务的状况

Global Consequences of Land Use, Foley et al., 2005
SCIENCE, 309 :570-574, 22 JULY, 2005

土地利用变化研究的地球信息科学方法

- ❖ **RS、GIS、GPS技术及系统的迅速发展**与相互融合，地球信息科学的形成与发展
- ❖ **IGBP-DIS**的提出与逐步实现
- ❖ **NASA**通过**EOS**计划、**MTPE** (Mission to Planet Earth) 计划等逐步形成综合的地球观测体系
- ❖ 全球陆地系统观测计划**GEOS**, **IGOL**, **GTOS** 等

陆地系统的研究方法

研究尺度

观测方法

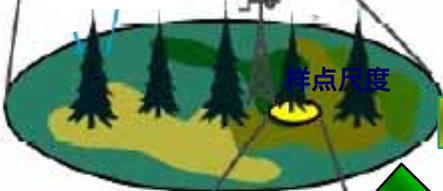
研究方法

研究方向

区域
尺度



景观
尺度



样点
尺度



遥感和高空
观测

网络与样带
观测和试验

定位观测与
控制试验

多手段和多时空
尺度的数据集成

模型-数据-GIS
融合与过程模拟

功能和过程机
理分析

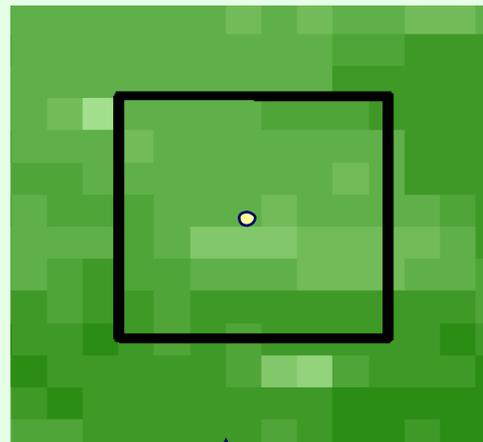
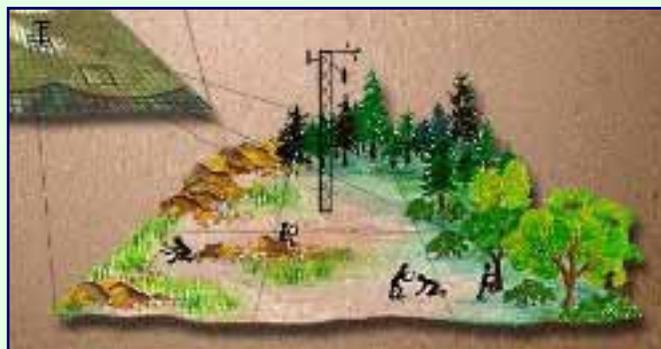
观测试验信
息技术

能量物质循
环机理

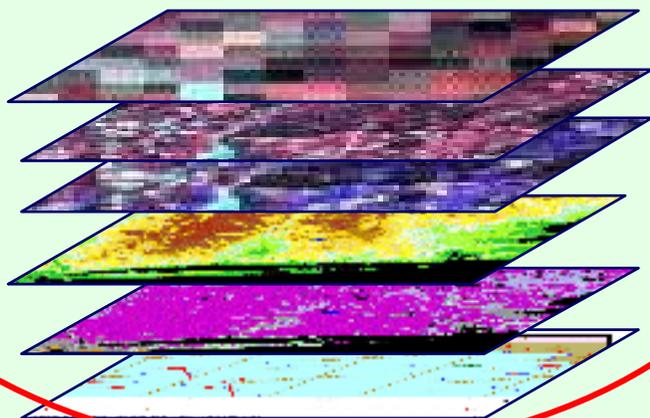
格局过程集
成模拟

管理与可持
续发展

遥感的作用：从点到面的尺度扩展

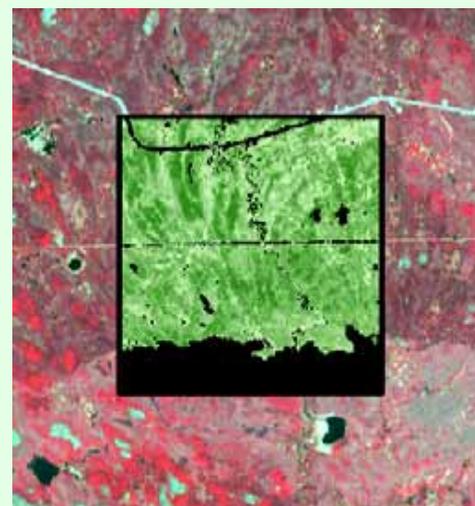


Create high res. products
by coupling high res. imagery
with field and tower data



Aggregate

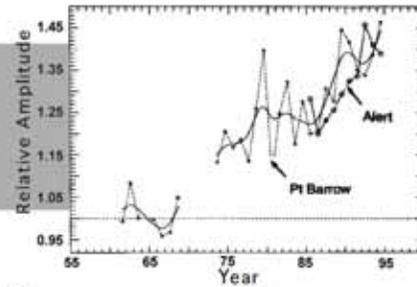
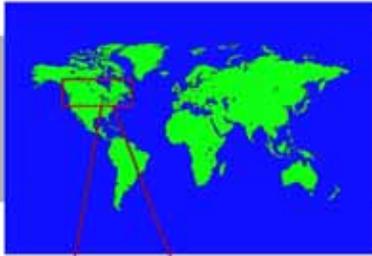
↑ Correlate



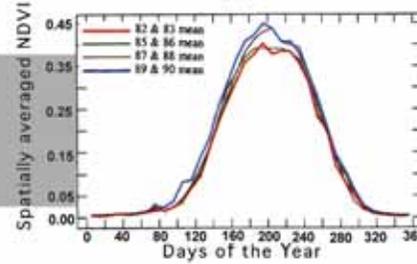
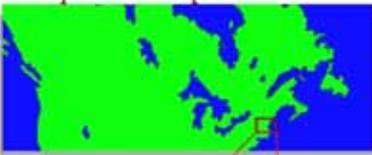
Some graphics courtesy of BigFoot project, layout courtesy of Shunlin Liang

Measuring the Carbon Metabolism of the Biosphere

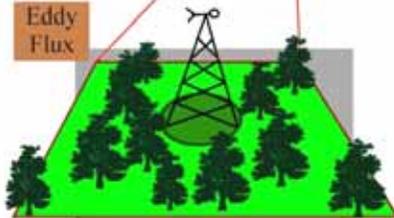
Flask Data



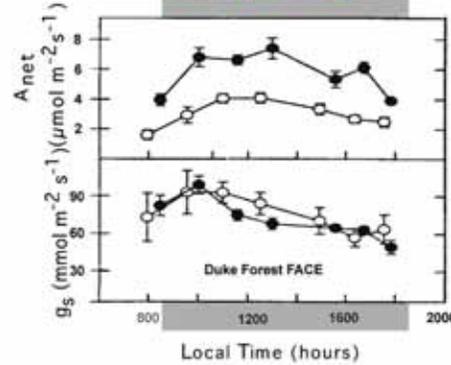
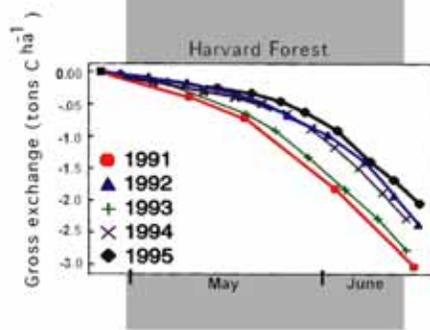
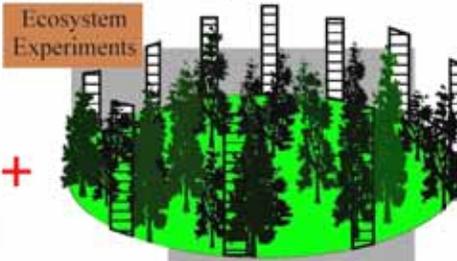
Satellite Data



Eddy Flux



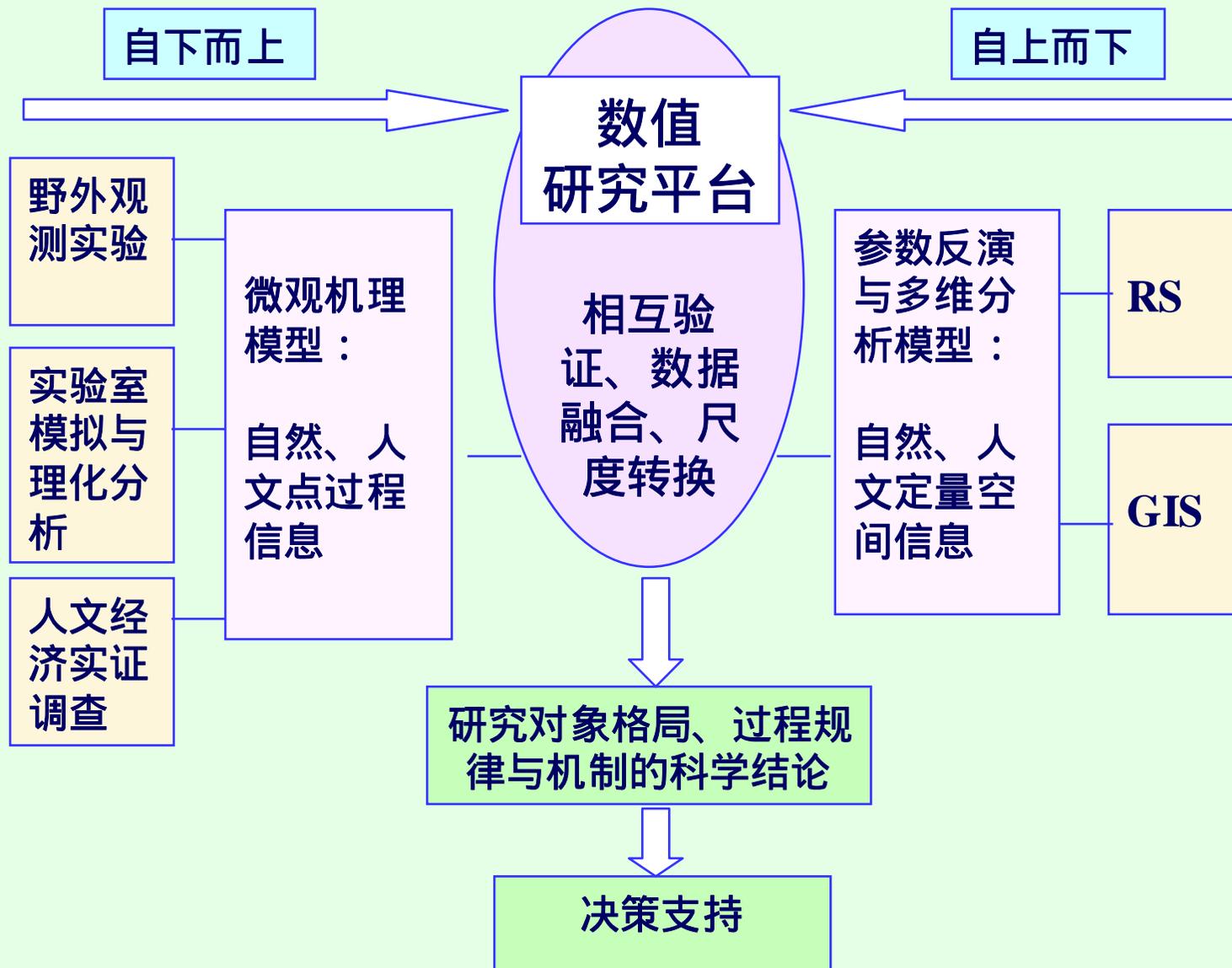
Ecosystem Experiments



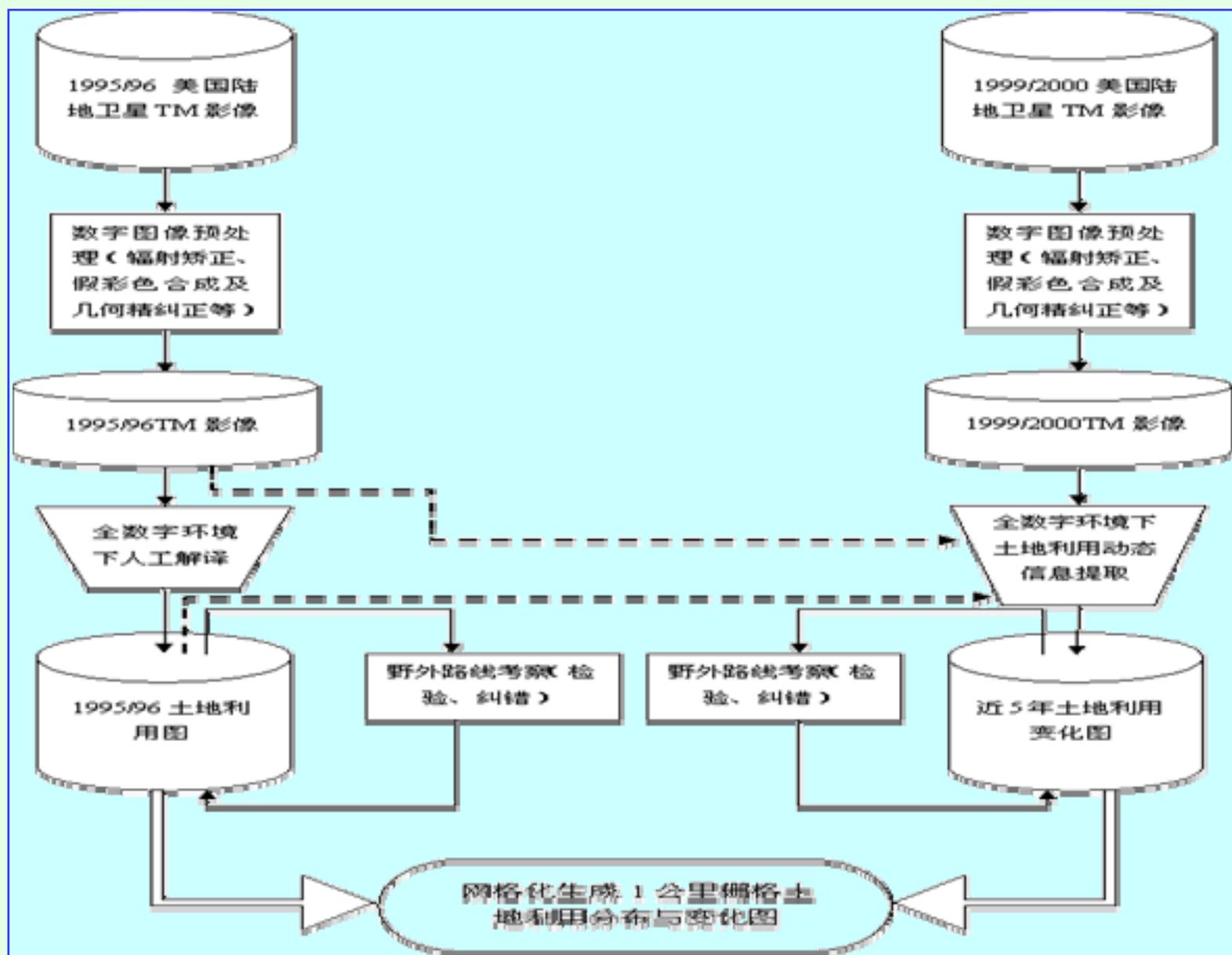
Integration by Modeling

多尺度数据融合模型

基于地球空间信息技术的陆地表层系统科学 方法论框架



中国现代LUCC的遥感研究方法



土地利用变化的度量

土地利用变化变化速率的区域差异可以用土地利用动态模型来加以表述（刘纪远，1999），即

$$S = \left\{ \sum_{ij}^n (\Delta S_{i-j} / S_i) \right\} \times (1/t) \times W_i \times 100\%$$

式中 S_i ---监测开始时间第*i*类土地利用类型总面积

S_{i-j} ---由监测开始至监测结束时段内第*i*类土地利用类型转换为其它类土地利用类型面积总和

t ---时间段（ a ） n 的意义

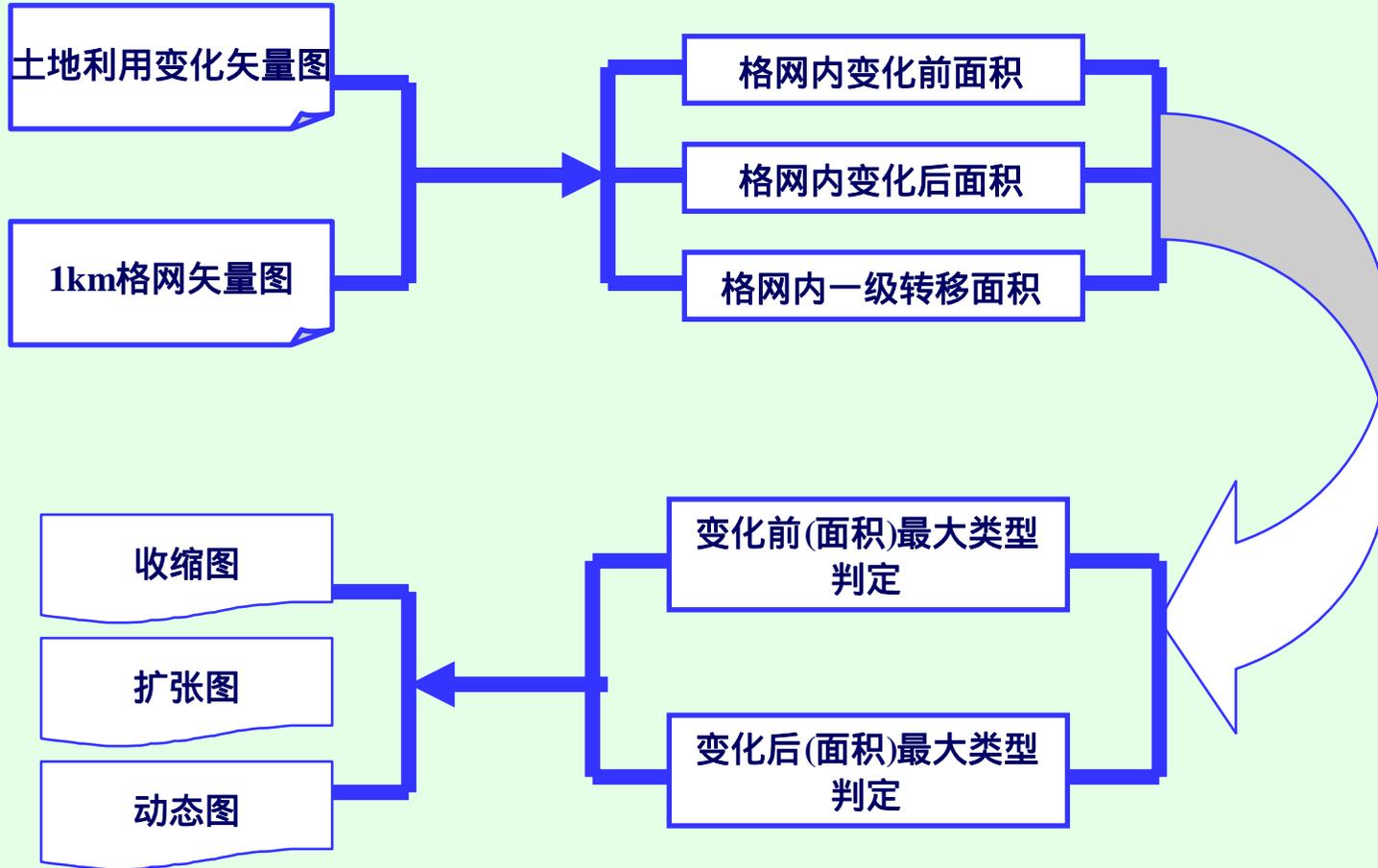
S ---与 t 时段对应的研究样区土地利用变化速率

本模型同样可以用于单一土地利用类型变化速率的度量。

土地利用遥感信息融合模型

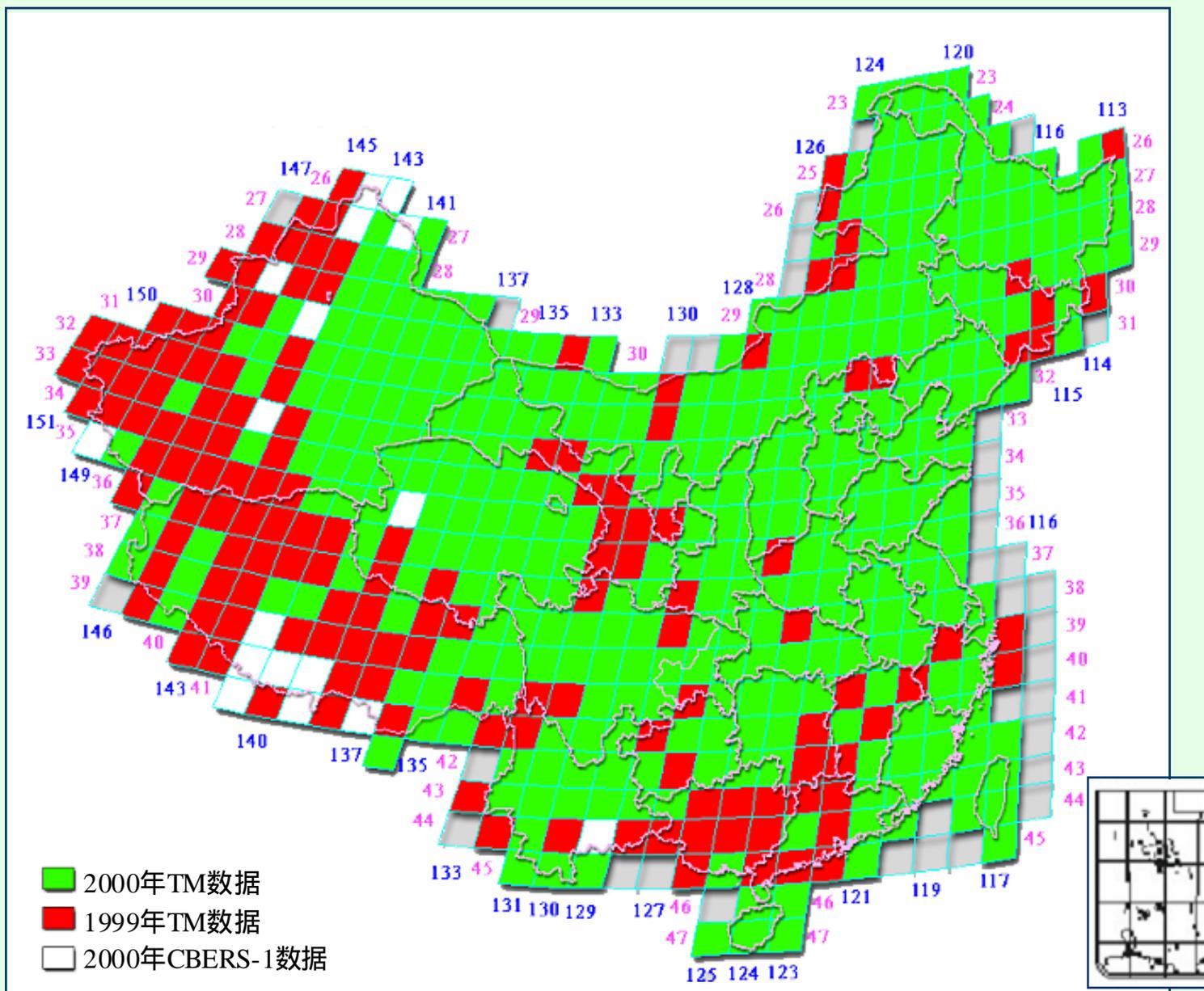
为了便于及时处理各种土地利用信息和各种空间尺度的数据，并对其进行综合，在分析相关研究成果的基础上，提出了基于格网的遥感信息融合模型的理论框架，解决了遥感在土地利用与土地覆被变化的研究中的数据集成与数据融合的难题，并推动了多源遥感信息在土地利用与土地覆被变化研究中的应用。

数据处理



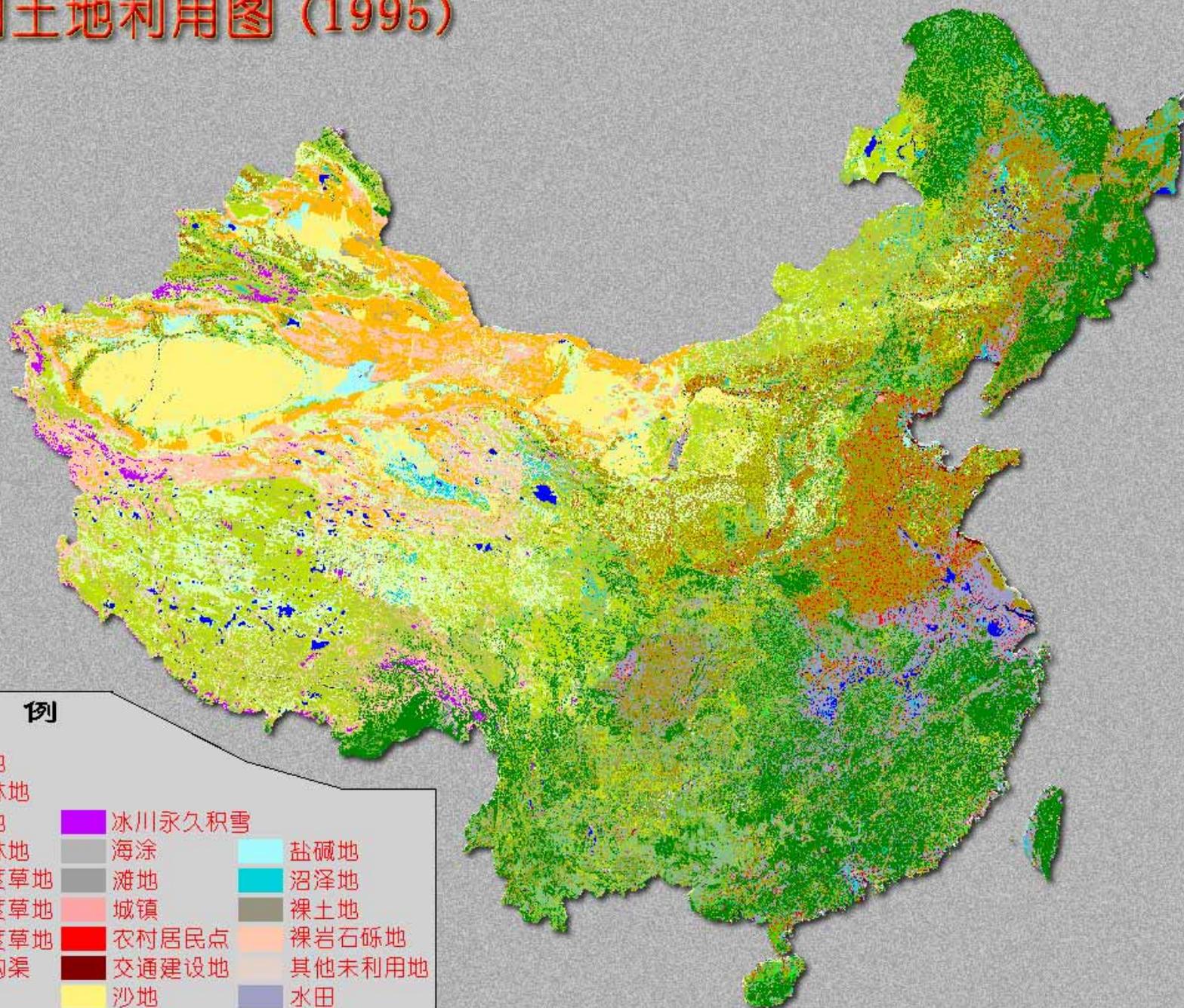
1公里栅格土地利用变化图的生成

1. 土地利用变化的科学问题与方法论前沿
2. 中国当前的土地利用变化特征
3. 土地利用变化的人文驱动力
4. 土地利用变化的宏观生态效应
5. 讨论



1999 - 2000年LUCC数据库更新的数据源

中国土地利用图 (1995)

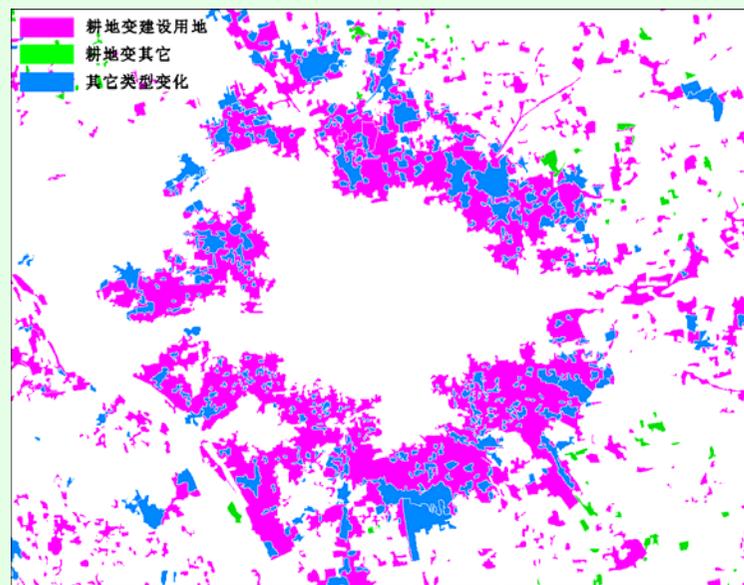


图例

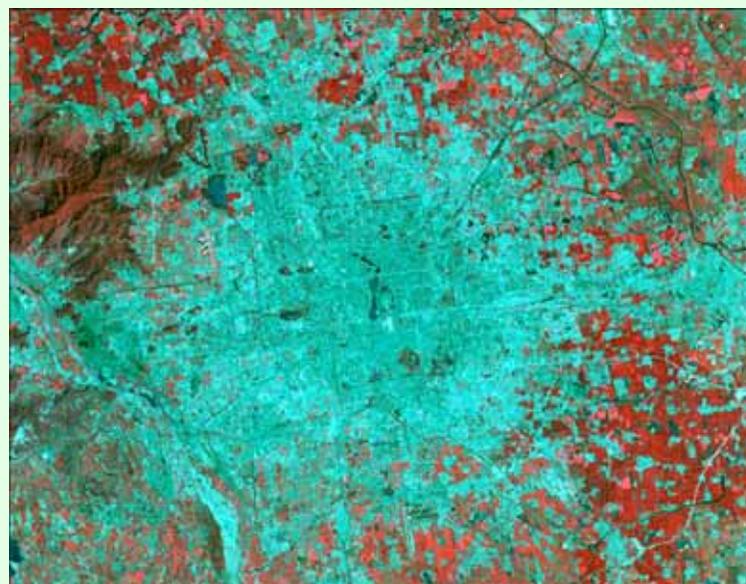
- | | | |
|-------|--------|--------|
| 有林地 | 冰川永久积雪 | 盐碱地 |
| 灌木林地 | 海涂 | 沼泽地 |
| 疏林地 | 滩地 | 裸土地 |
| 其它林地 | 城镇 | 裸岩石砾地 |
| 高盖度草地 | 农村居民点 | 其他未利用地 |
| 中盖度草地 | 交通建设地 | 水田 |
| 低盖度草地 | 沙地 | 旱地 |
| 河流沟渠 | 戈壁 | |
| 湖泊 | | |
| 水库坑塘 | | |



1984年10月TM影像上的北京市区



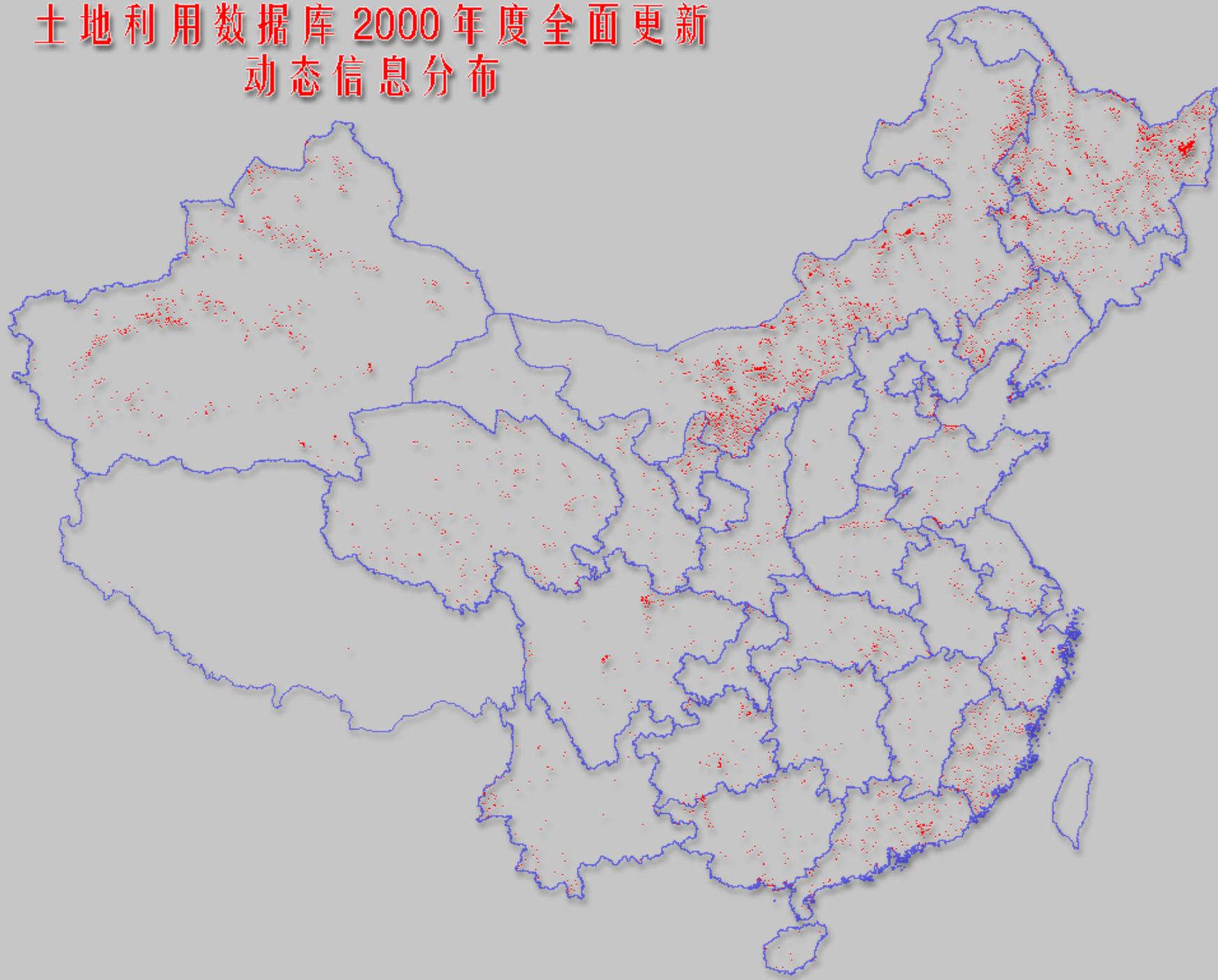
市区的扩展主要利用了原来的耕地



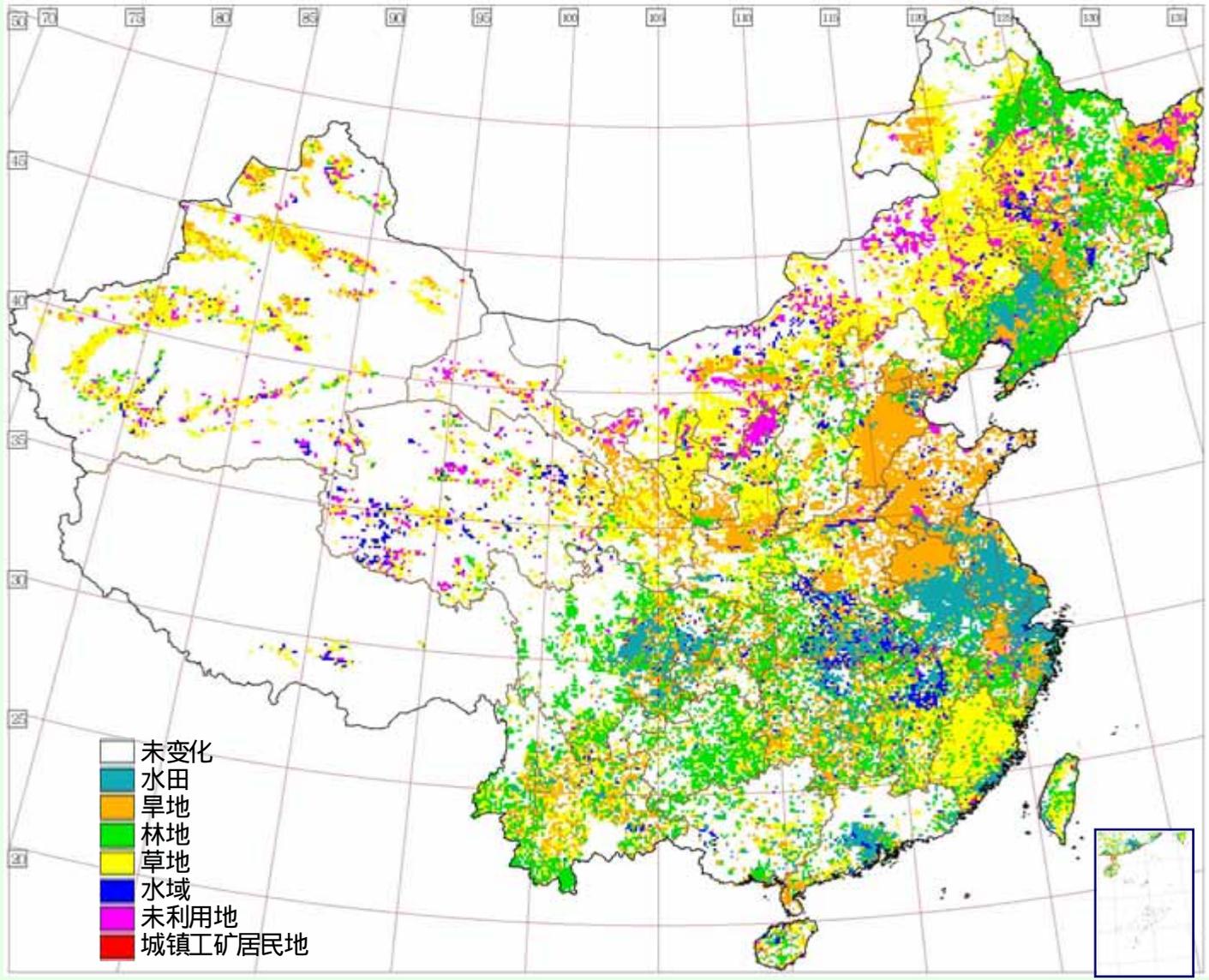
1999年8月TM影像上的北京市区已较15年前明显扩大

北京市20世纪80年代中期至90年代末期土地利用变化图表明北京市区的扩展以占用耕地为主

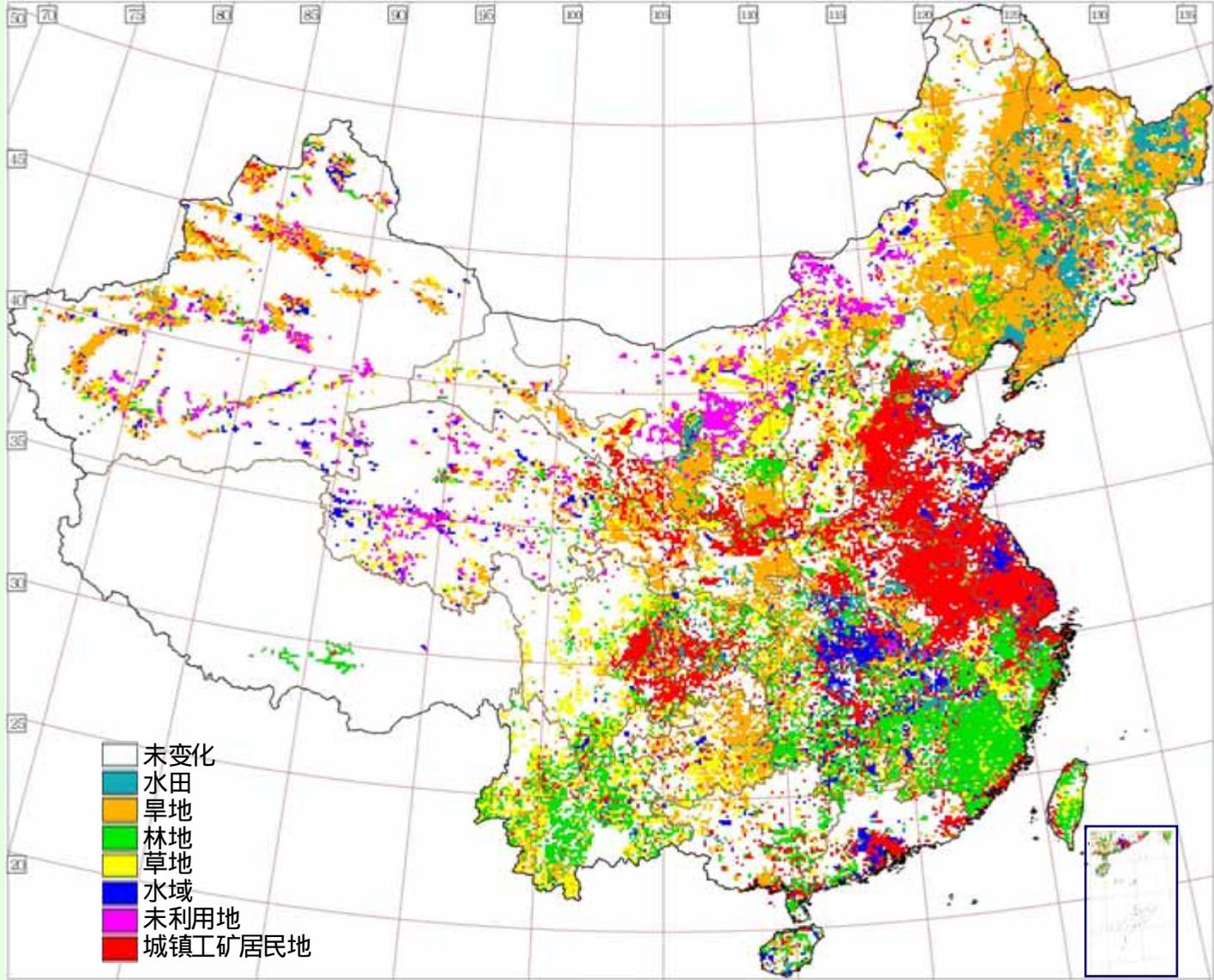
土地利用数据库 2000年度全面更新 动态信息分布



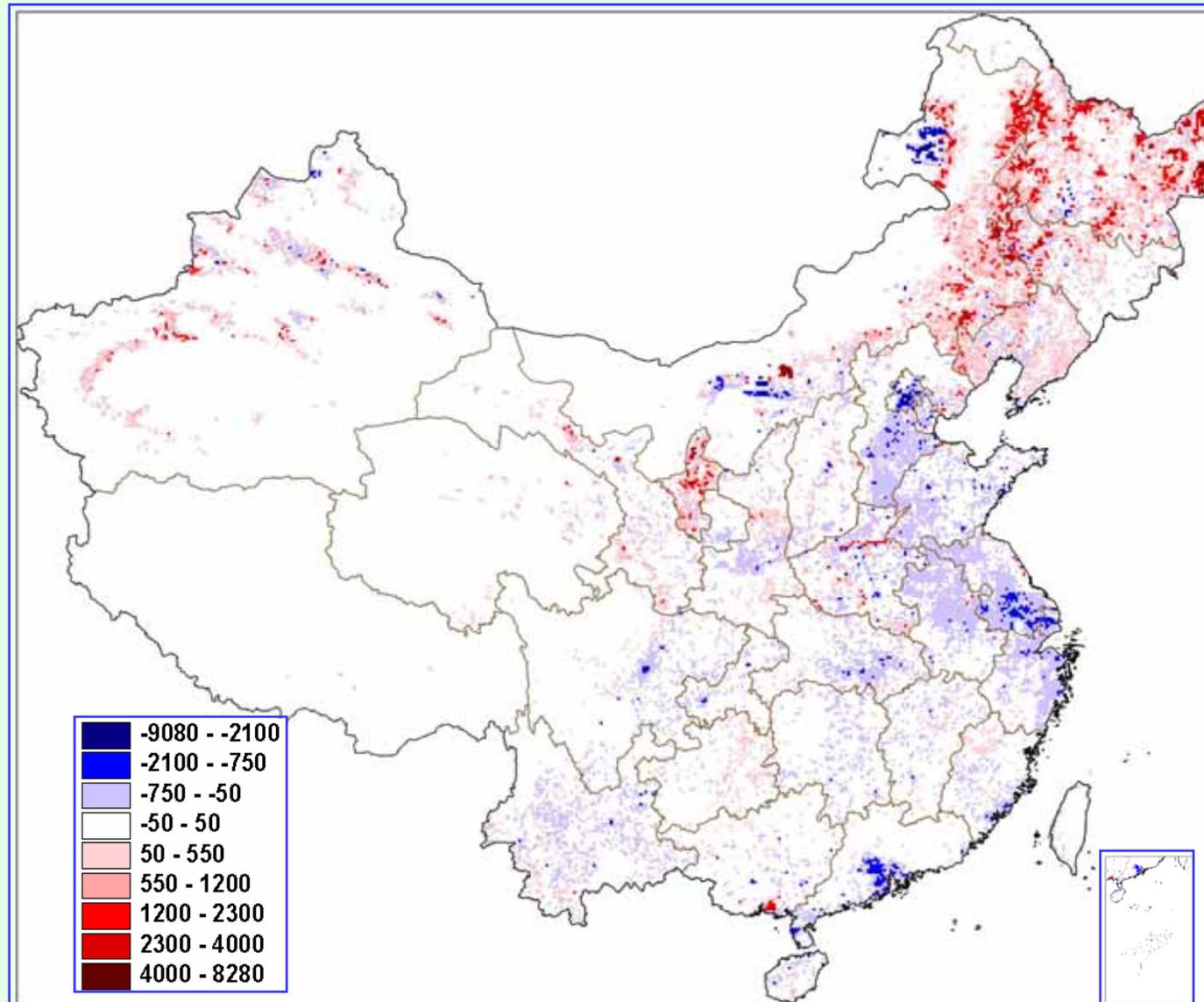
1990年代土地利用变化——变化前类型



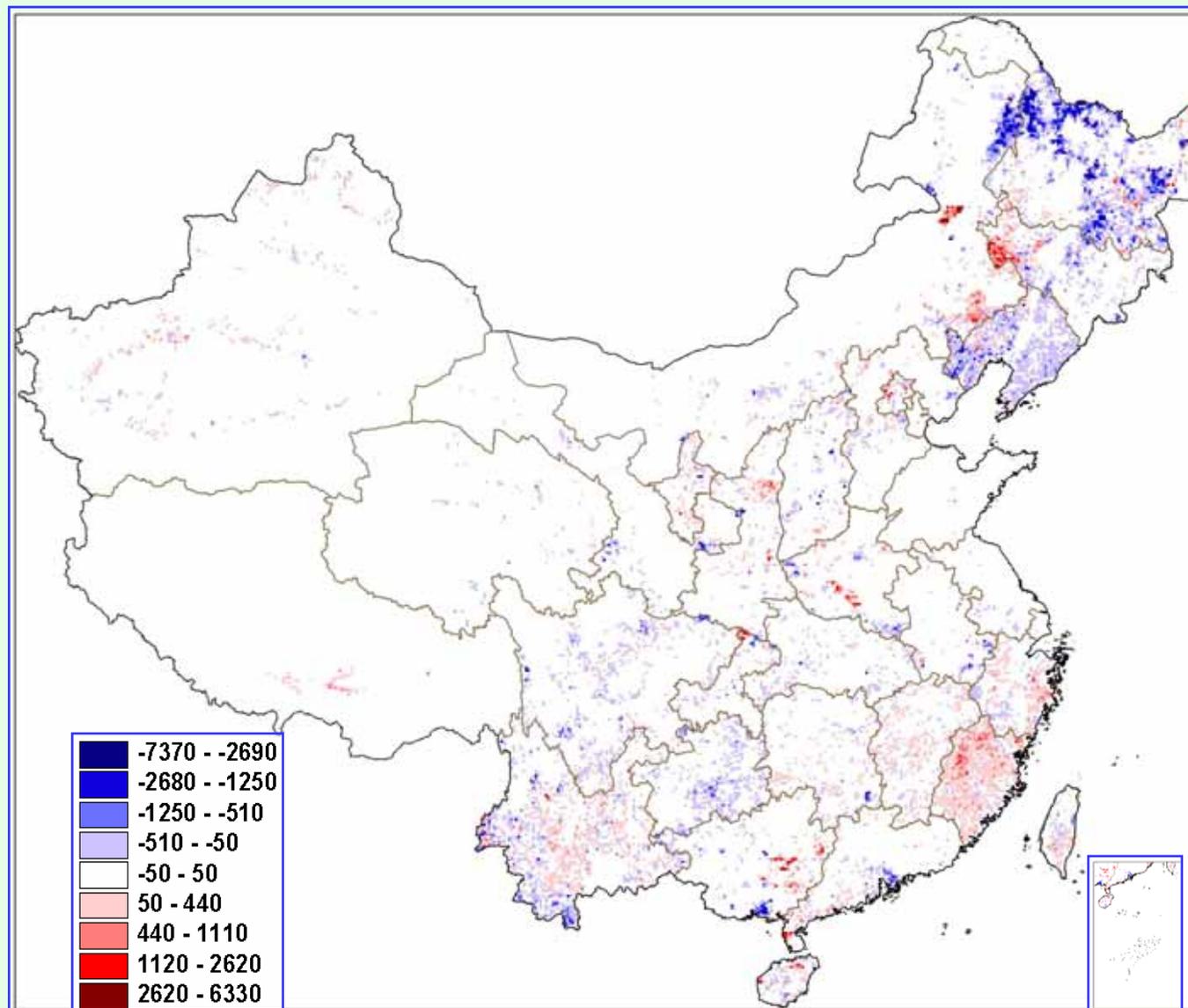
1990年代土地利用变化——变化后类型



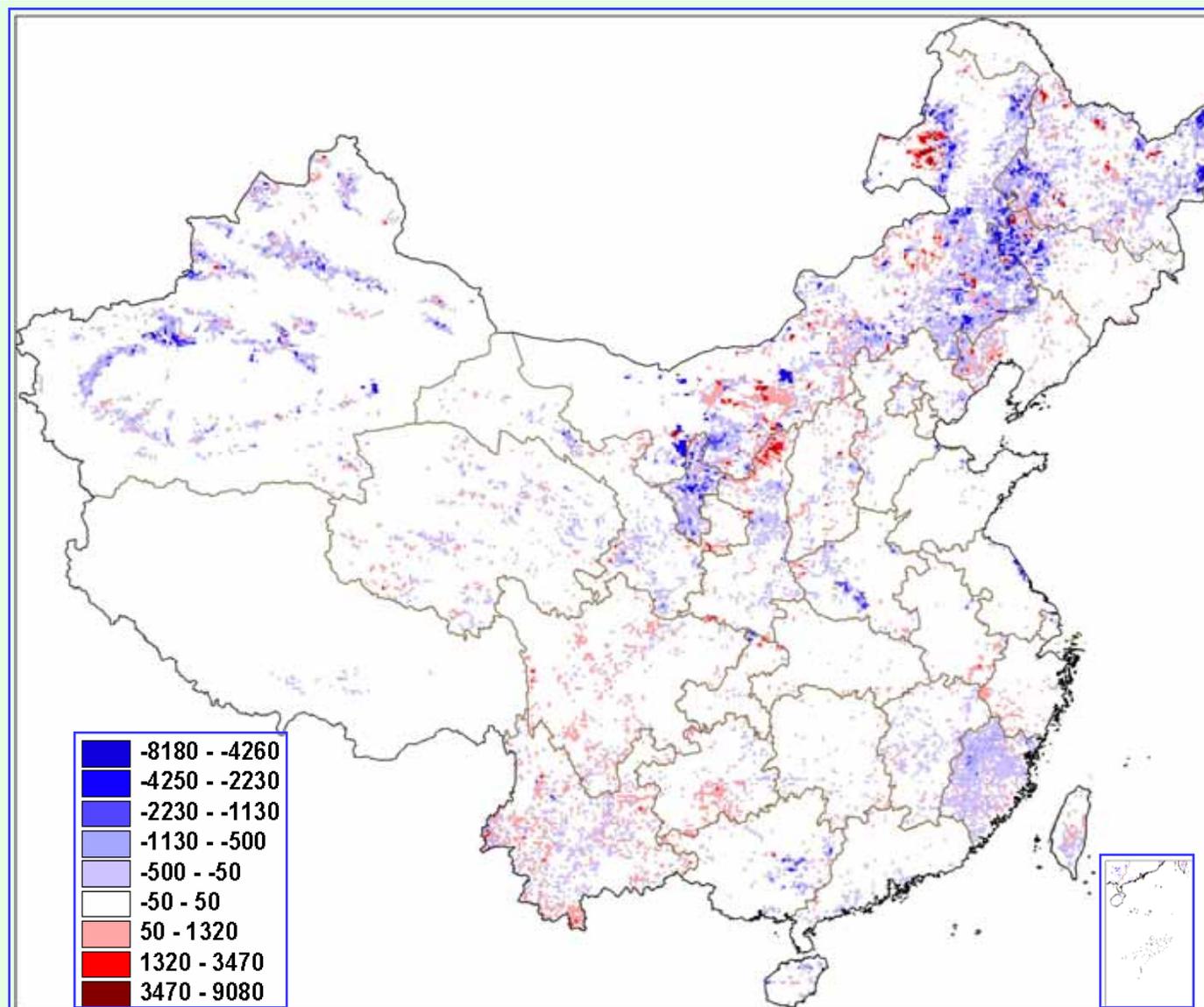
1990年代土地利用变化——耕地



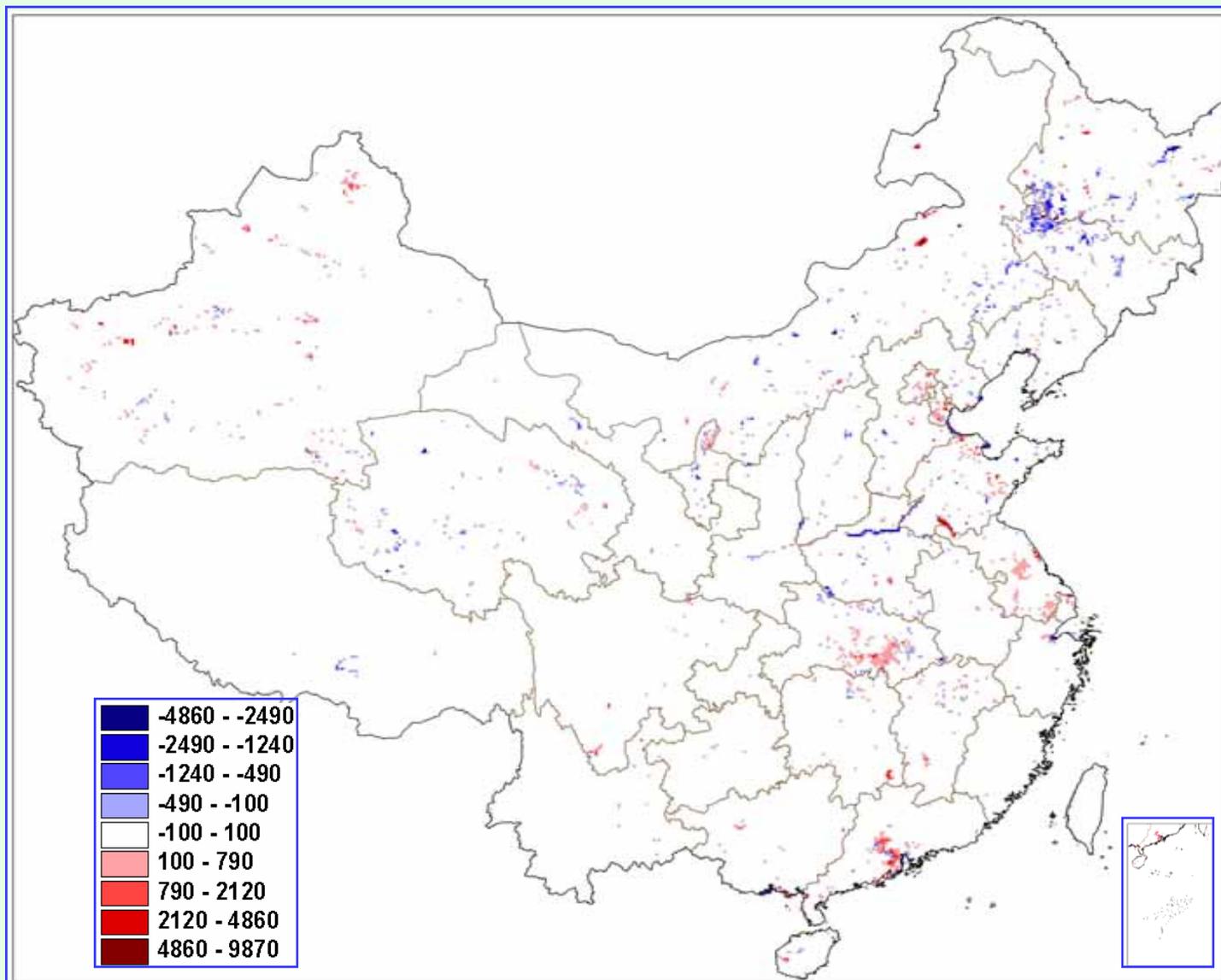
1990年代土地利用变化——林地



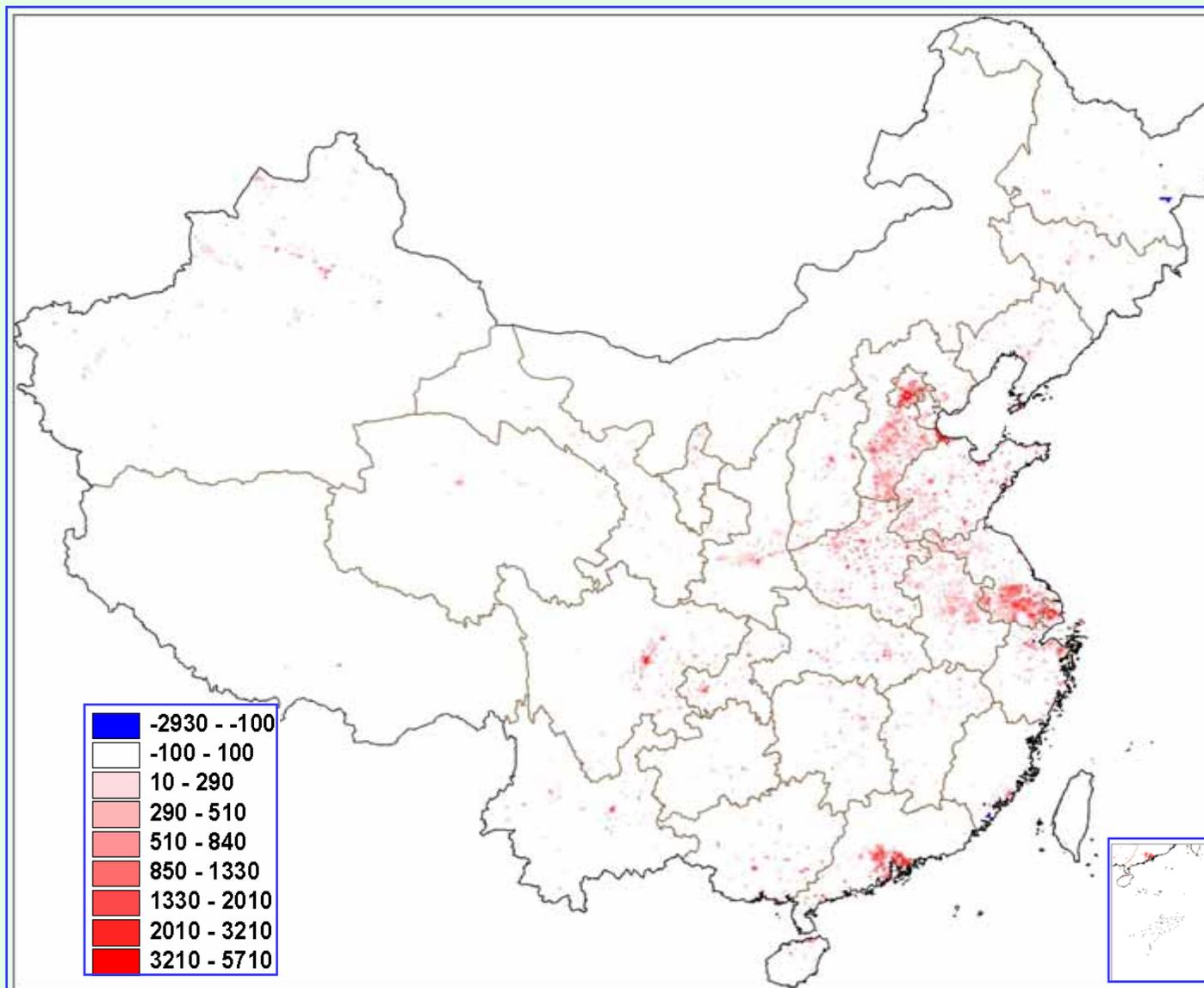
1990年代土地利用变化——草地



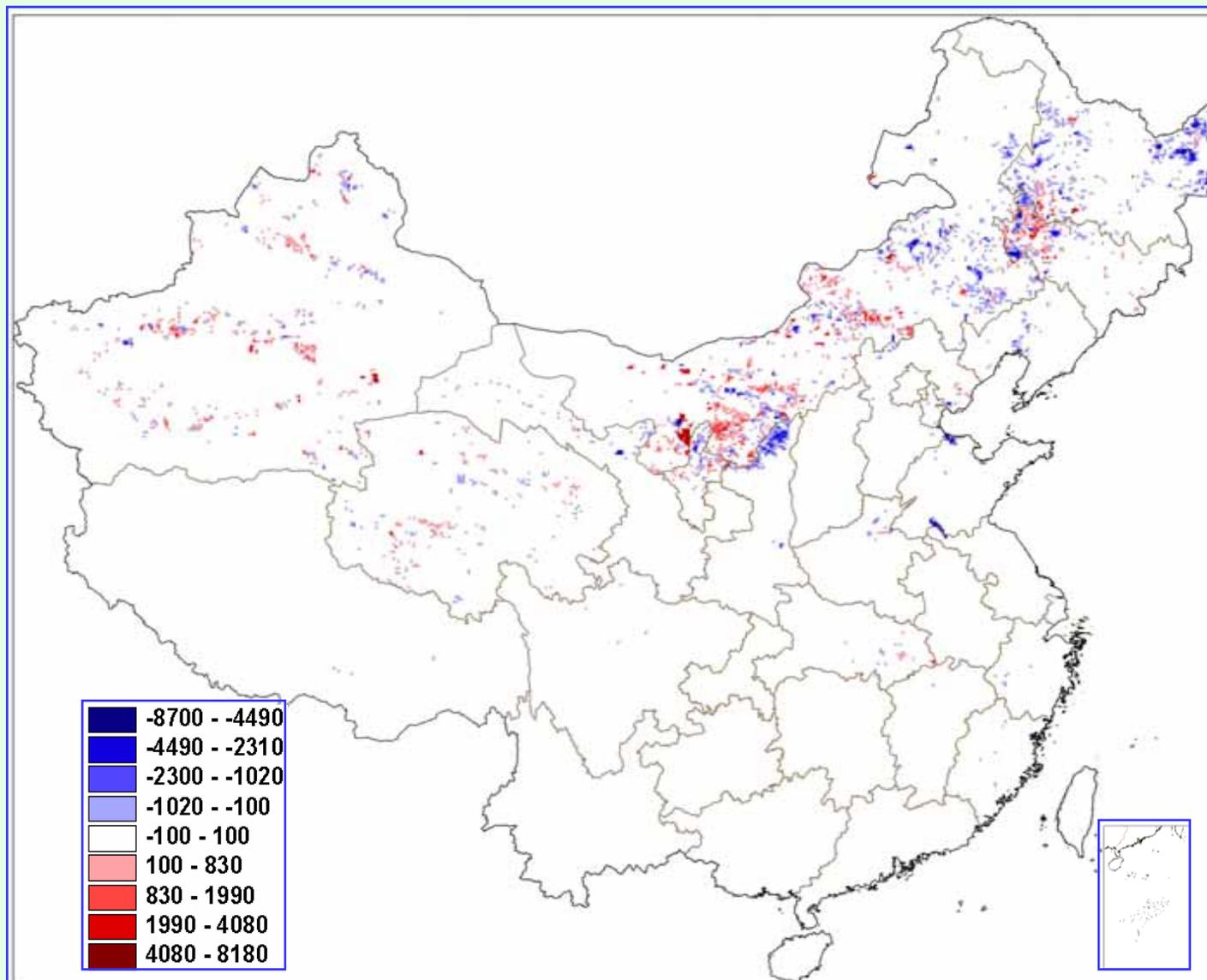
1990年代土地利用变化——水域

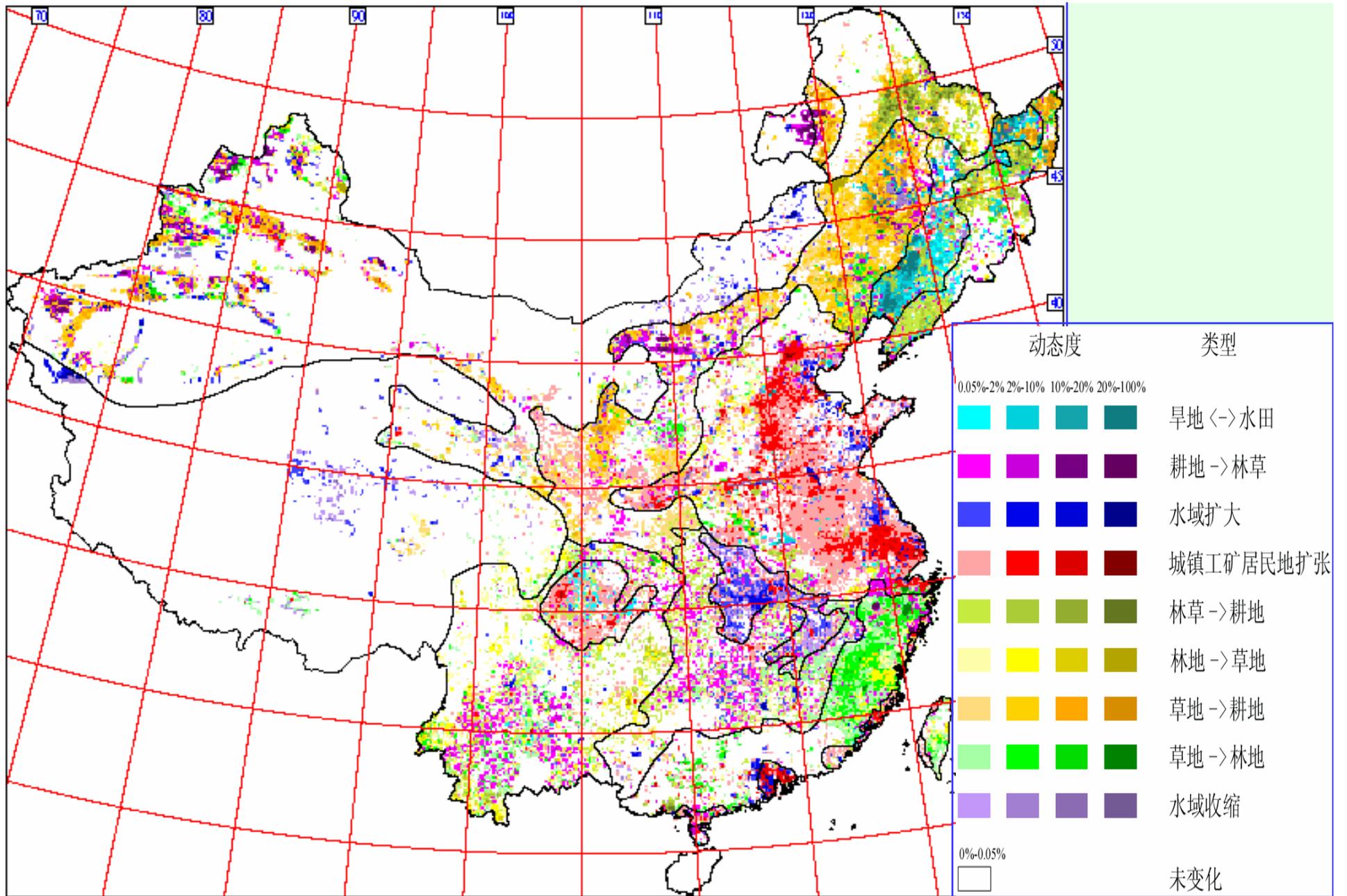


1990年代土地利用变化——城镇工矿居民地



1990年代土地利用变化——未利用地

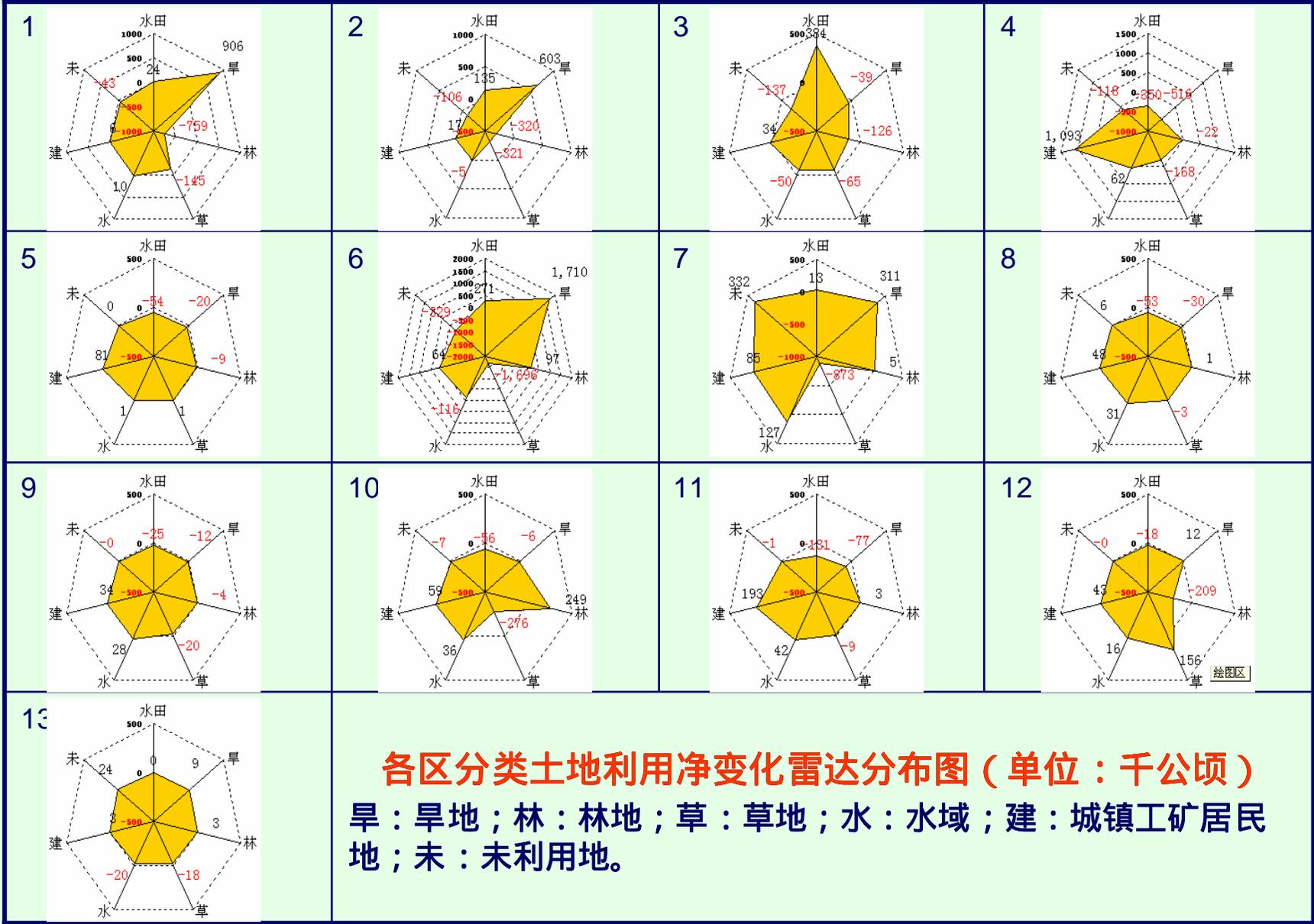




1990-2000土地利用变化类型与动态度

中国1990年代LUCC分区

- 1 东北大小兴安岭林草-耕地转换区
- 2 东北东部林草-耕地转换区
- 3 东北平原旱地-水田交错转换区
- 4 黄淮海、长江三角洲耕地-城镇转换区
- 5 四川盆地耕地-城镇转换区
- 6 华北、黄土高原农牧交错带草地-耕地转换区
- 7 西北农田开垦与撂荒交错区
- 8 华中水域变动、城镇扩张区
- 9 东南丘陵林草-耕地交错转换区
- 10 东南沿海草地-人工林交错转换区
- 11 东南沿海城镇扩张区
- 12 西南林-草及林草-耕地转换区
- 13 青藏稳定少动区



各区分类土地利用净变化雷达分布图（单位：千公顷）

旱：旱地；林：林地；草：草地；水：水域；建：城镇工矿居民地；未：未利用地。

基本结论（1、LUCC类型特征）

- 1．20世纪90年代，全国耕地总面积呈北增南减、总量增加的趋势，增量主要来自对北方草地和林地的开垦
- 2．林业用地面积呈现总体减少的趋势，减少的林地主要分布于传统林区，南方水热充沛区造林效果明显
- 3．中国城乡建设用地整体上表现为持续扩张的态势，90年代后5年总体增速减缓，西部增速加快

基本结论（2、LUCC区域特征）

1. 东部（包括黄淮海地区和东南沿海地区）及四川盆地城乡建设用地显著扩张，而占用的主要为优质耕地
2. 东北山区和内蒙古东部地区以林地和草地的开垦为显著特点；东北平原区以旱地、水田的相互转换为主
3. 华北山地、黄土高原区及秦岭山区草地开垦、退耕还林还草及撂荒并存

基本结论（ 2、LUCC区域特征，续）

4. 东南、华南丘陵区植树造林成效显著，林地面积明显扩大
5. 华中湖泊密集地区退田还湖的特征明显；华中丘陵区毁林与造林同时存在
6. 四川盆地周边山地、贵州及云南西部山区林地减少，云南中部地区以退耕还林还草和草地向林地的转换为主要特点。总体上西南地区以林地的变化为主要特征

基本结论（ 2、LUCC区域特征，续）

7. 西北干旱与绿洲农业区传统绿洲边缘部分土地被开垦为耕地，同时部分绿洲内原有耕地撂荒。
8. 青藏高原区在此期间变化较小，主要表现为水域的微弱变化。

1. 土地利用变化的科学问题与方法论前沿
2. 中国当前的土地利用变化特征
3. 土地利用变化的人文驱动力
4. 土地利用变化的宏观生态效应
5. 讨论

基本驱动力

1. 耕地

90年代前5年：社会经济的全面发展为城镇化建设奠定了一定的物质基础，相对宽松的政策环境促进了中国房地产业的发展，形成“开发区热”和“房地产热”的强劲势头，导致了耕地的大量流失。

90年代后5年：《基本农田保护条例》的颁布实施和《土地管理法》的修订与生效，对于保护耕地资源发挥了重要的作用。我国传统农区耕地面积减少的趋势得到了有效的遏制。

基本驱动力（续）

1. 耕地

北方地区气候变暖导致积温的增加，在一定程度上导致了牧草地资源的开垦。同时，随着市场经济体制的建立和完善，当地农牧民和外来投资者通过垦殖草原获益的行为迅速增温，导致耕地面积持续增加。

在东北地区，受比较利益的驱动（稻谷的亩均收益高于其它旱作作物），在引进新的耐寒稻种和其他技术保障的前提下，大面积旱地转为水田；与此同时，局部区域也因降水变率大及劳动力不足的影响，出现了将水田转为旱地的现象。

基本驱动力（续）

2. 林地

林地的动态变化是不同地区植树造林和各类林地采伐及开垦两个进程共同作用的结果。

有林地的砍伐与农耕区的扩大主要位于林区的边缘地带，如在东北林区，由于经济利益的驱动，一些山区河谷、沟谷、坡地及丘陵岗地等水热自然条件较好的地区林地被开垦为耕地；在东南丘陵农田与林地交错区、西南林区等有明显的森林砍伐现象。

基本驱动力（续）

2. 林地

造成林地面积减少的另一个原因是过量采伐和乱砍滥伐。我国森林资源的变化与发展经历了曲折的过程，在相当长的时期内，由于经营管护不当，或某些政策失误等原因，森林资源过量消耗，部分地区由于造林资金不足，造林成效不高，采伐与培育失衡，使林地减少。林业投入长期不足，税费过重。部分林区林业改革滞后，重采轻育。一些人为了个人或局部的经济利益，乱砍滥伐，造成林地减少。

基本驱动力（续）

2. 林地

部分地区的林地面积呈现出增长的趋势，这主要是由于六大林业重点工程启动，以及1998年8月至2000年1月，国家明确要求“禁止毁林开垦、毁林采种”和“有计划有步骤地退耕还林、还牧、还湖”等政策的影响，我国局部地区的过量采伐和乱砍滥伐以及毁林开垦等现象得到一定程度的遏止，东南沿海各省份大规模造林。在这期间广东省率先消灭了荒山，福建、浙江、江西等东南部沿海省份也开始了大规模的造林活动，造林效果明显。

基本驱动力（续）

3. 草地

草地面积减少是自然条件与社会经济环境共同作用的结果。由于北方积温水平的升高，使北方地区光热资源符合农作物生长的地区草地被大量开垦，导致了草地面积的持续减少。

传统的牧区，尤其是我国北部和西北部一些重要的畜产品基地，当地日益增长的人口压力以及市场对畜产品需求增长的拉动，载畜量超过载畜能力。过牧导致了草场的破坏，使得我国天然优良草场的面积锐减。

基本驱动力（续）

3. 草地

20世纪90年代后期，退耕还林还草工程对保护草地资源发挥了重要的作用。但是，这是一项持续的工程，从退耕到还林和还草乃至后期的护林与护草都需要投入较多的人力与财力。在一些地区，尤其是一些生态脆弱区，退耕后实现真正的还林与还草还需要持续的努力。

基本驱动力（续）

4. 城乡建设用地

90年代前5年，由于受改革开放政策的影响，沿海地区在外资引入、经济技术开发区、房地产热等的影响下，城镇周围的农村发展速度很快，农村居民点用地扩展较快。在城市化程度较高的华北平原、长江三角洲区和珠江三角洲，城镇面积的扩展十分明显，较高的人口密度、较好基础设施水平连同较为平坦的地势为区域城市化的继续发展奠定了基础。

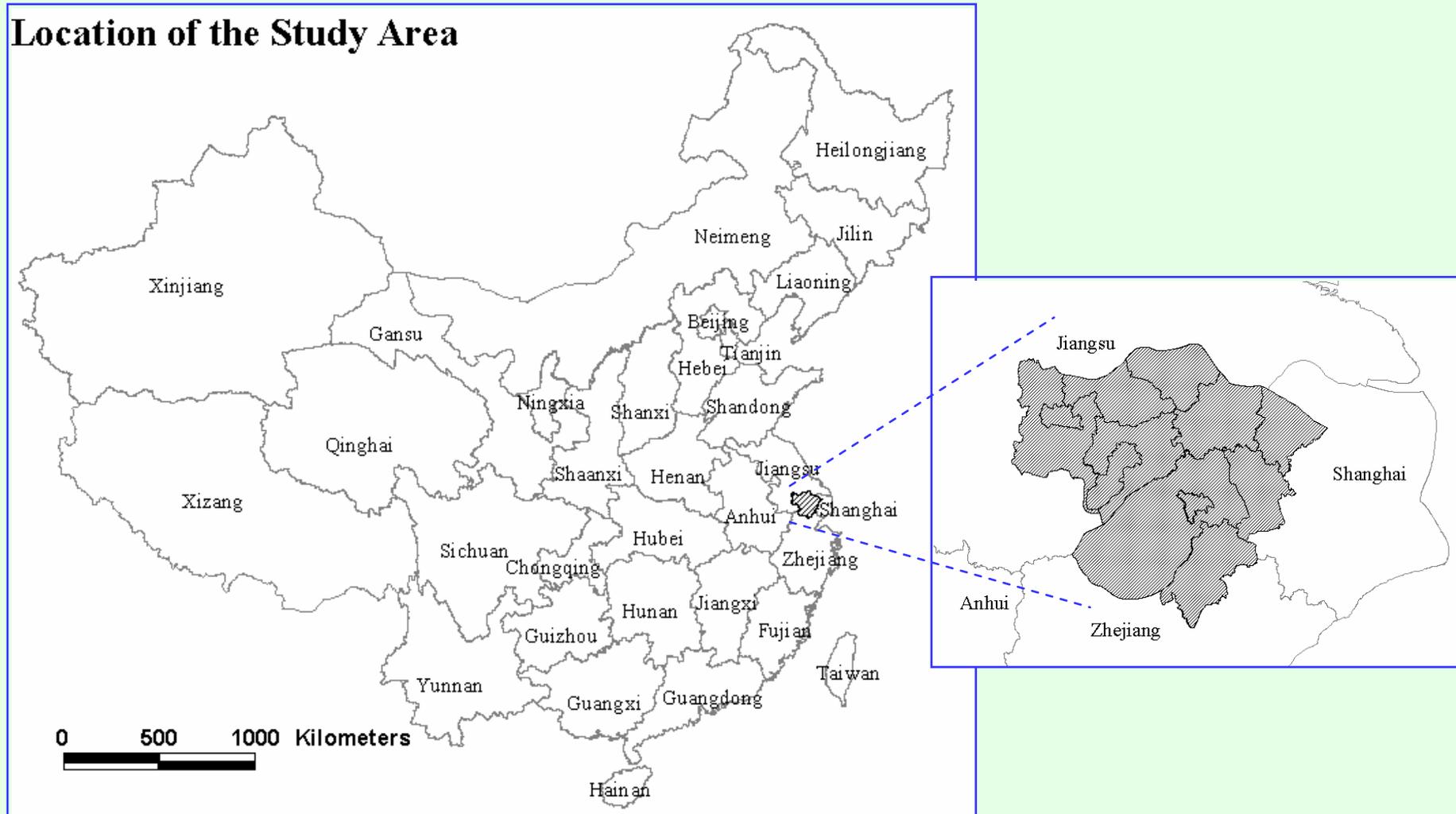
基本驱动力（续）

4．城乡建设用地

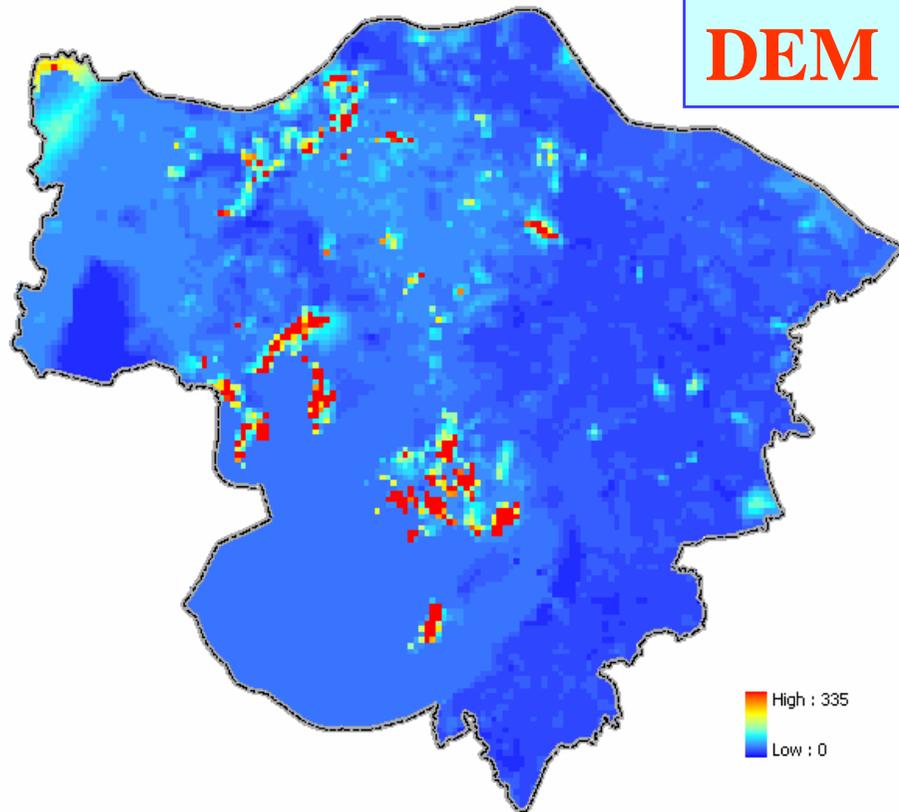
90年代后5年，在国家宏观调控政策的影响下，尤其是西部大开发战略的实施，吸纳了大量的资金、人才和技术流入西部，推动了当地的城市化进程，使得西部地区城镇扩展速度超过了东部地区。

驱动力定量分析举例：苏锡常地区

Location of the Study Area



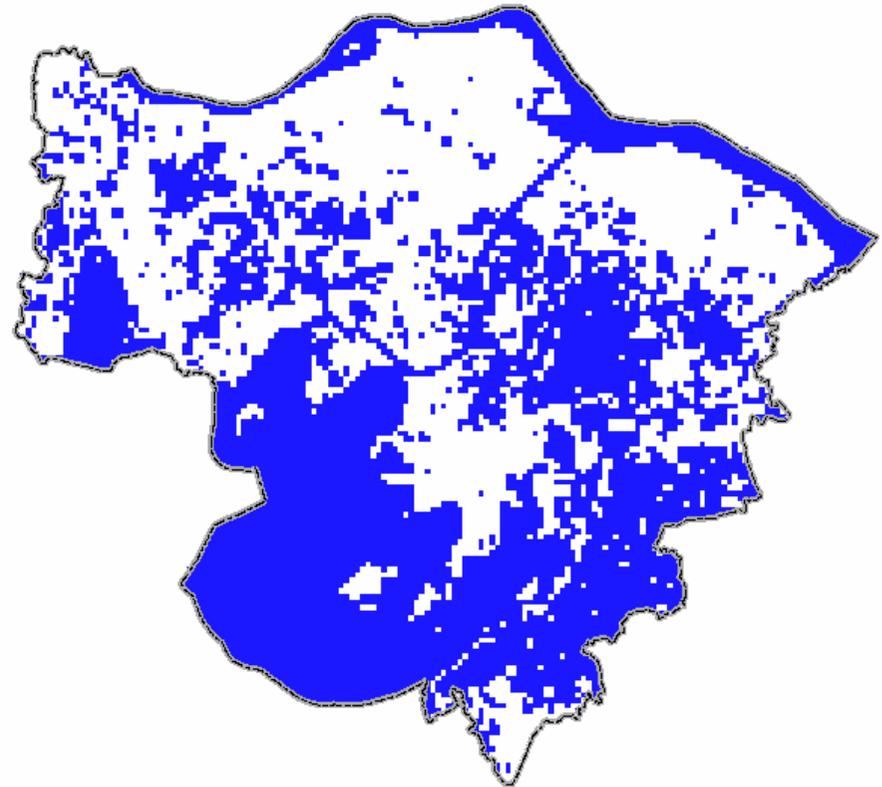
- ❖ 位于江苏省东南部长江三角洲腹心地带，是长江三角洲地区的一个重要组成部分。
- ❖ 区内地势低平、湖泊密布、河网纵横、气候温暖湿润、土地肥沃、交通发达，具有突出的区位优势、优越的自然条件和悠久的开发历史，是中国最发达的地区之一，也是改革开放以来城市化发展速度最快的地区之一。
- ❖ 目前城镇化水平已经达到45%，高于全国37%的平均水平。



平均海拔: 5 m

最大高程: 335 m

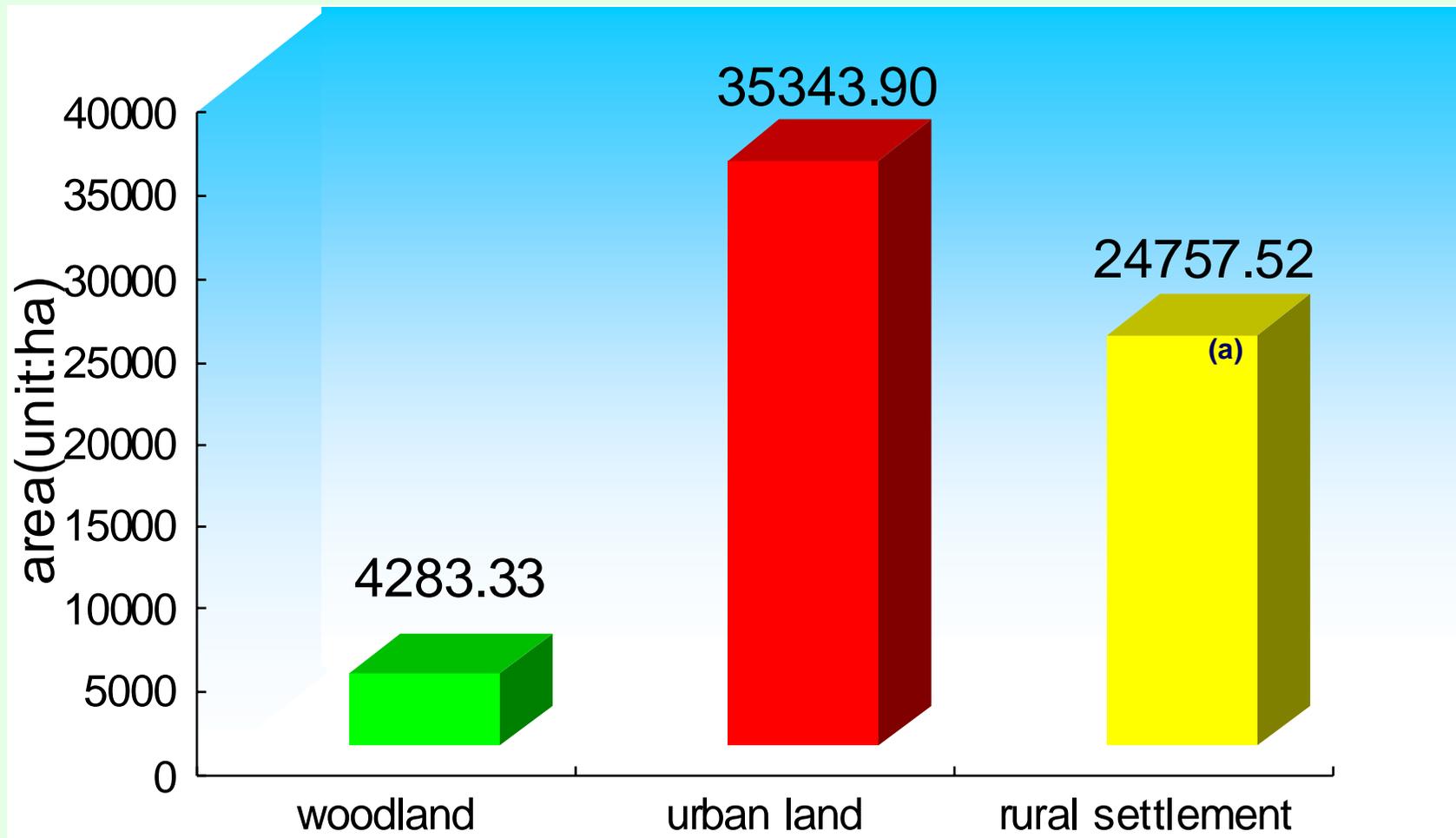
总面积: 85102.29 ha



河湖密布

土地利用变化 (1990年代前5年)

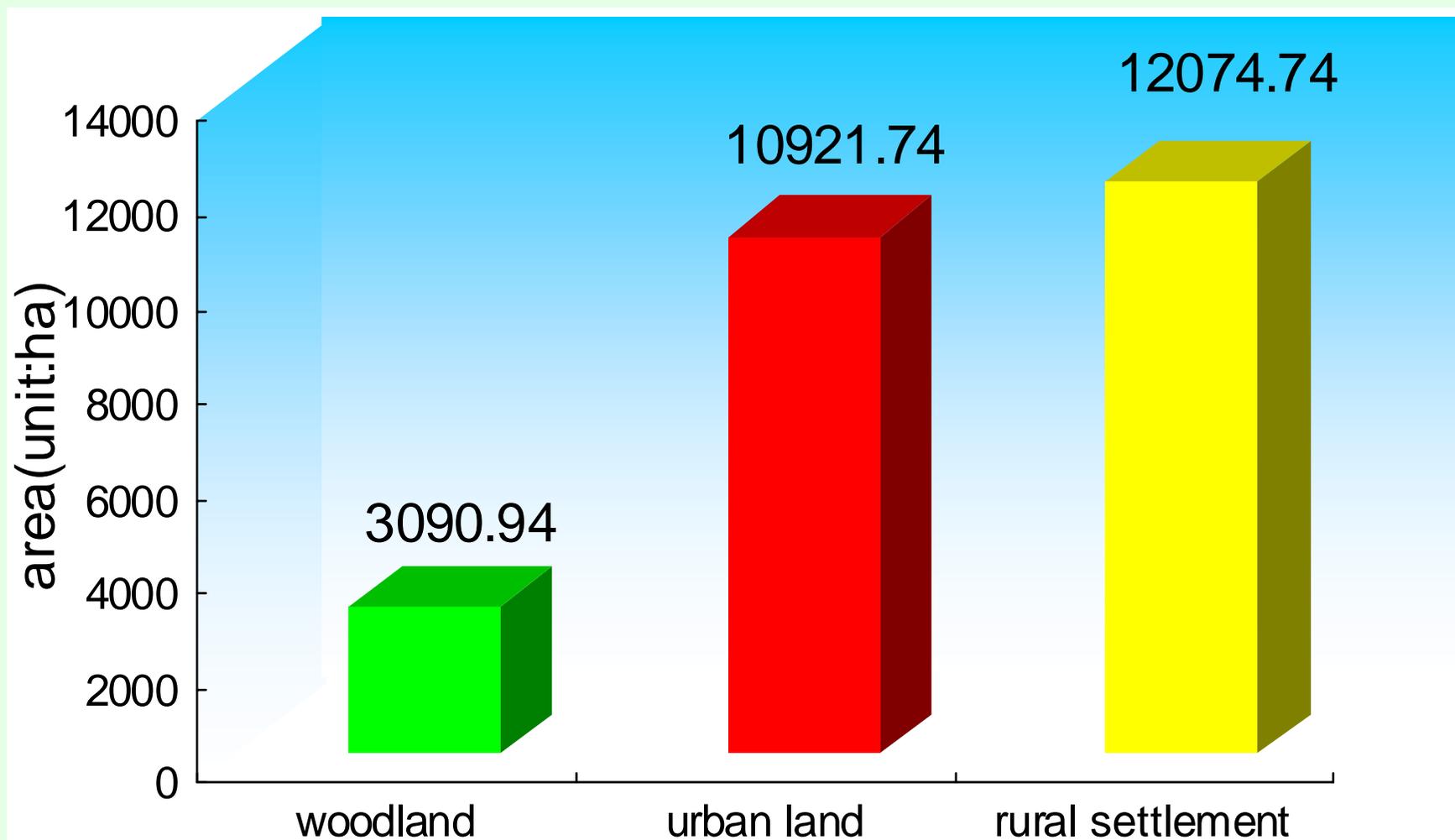
动态变化 (统计变化面积在1,000 ha以上的类型)



Early-1990s to Mid-1990s(a)

土地利用变化 (1990年代后5年)

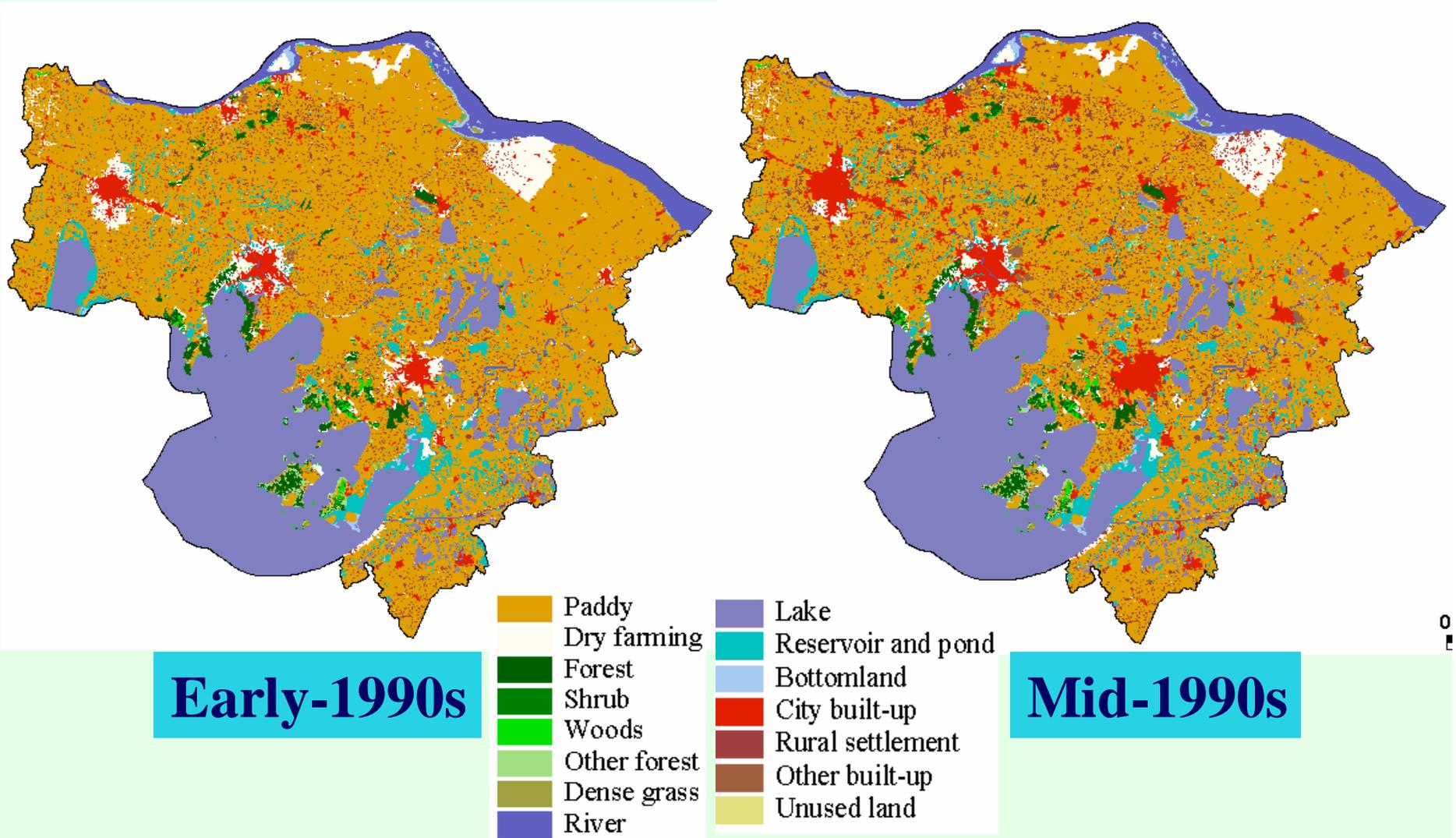
动态特征 (统计变化面积在1,000 ha以上的类型)



Mid-1990s to late-1990s

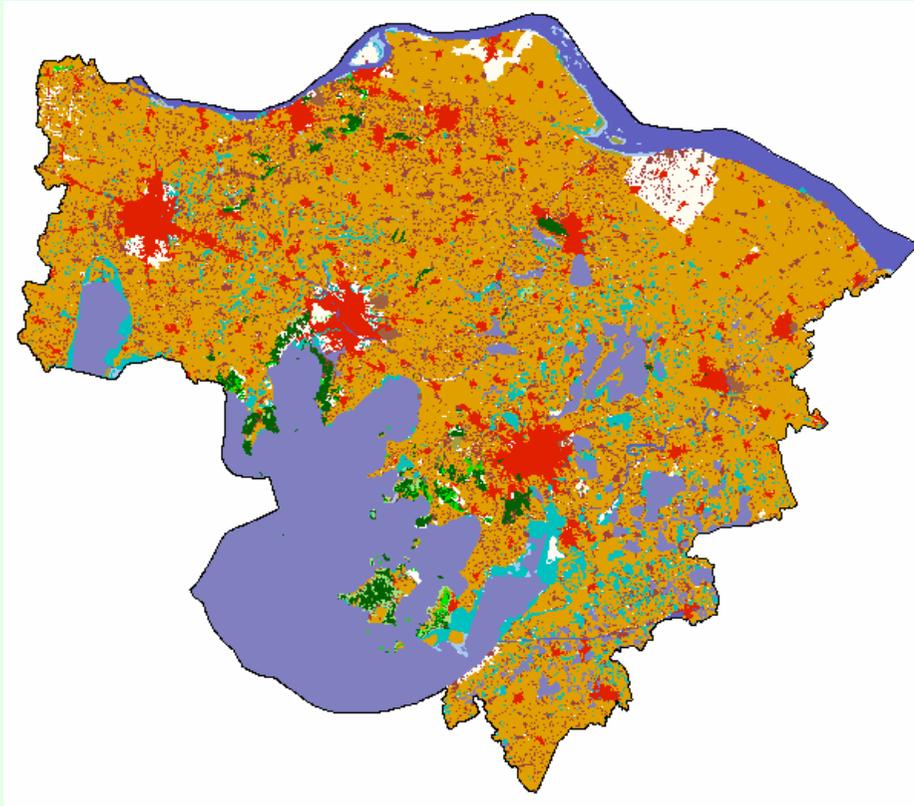
土地利用变化

空间特征

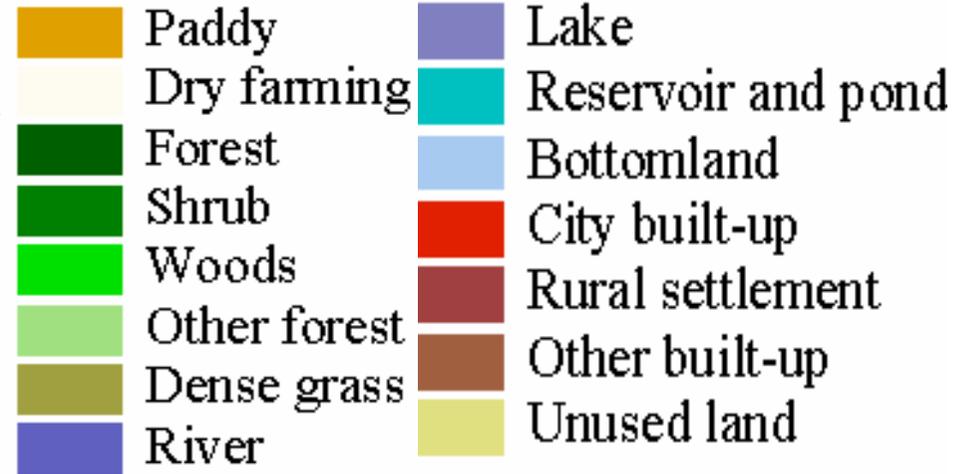


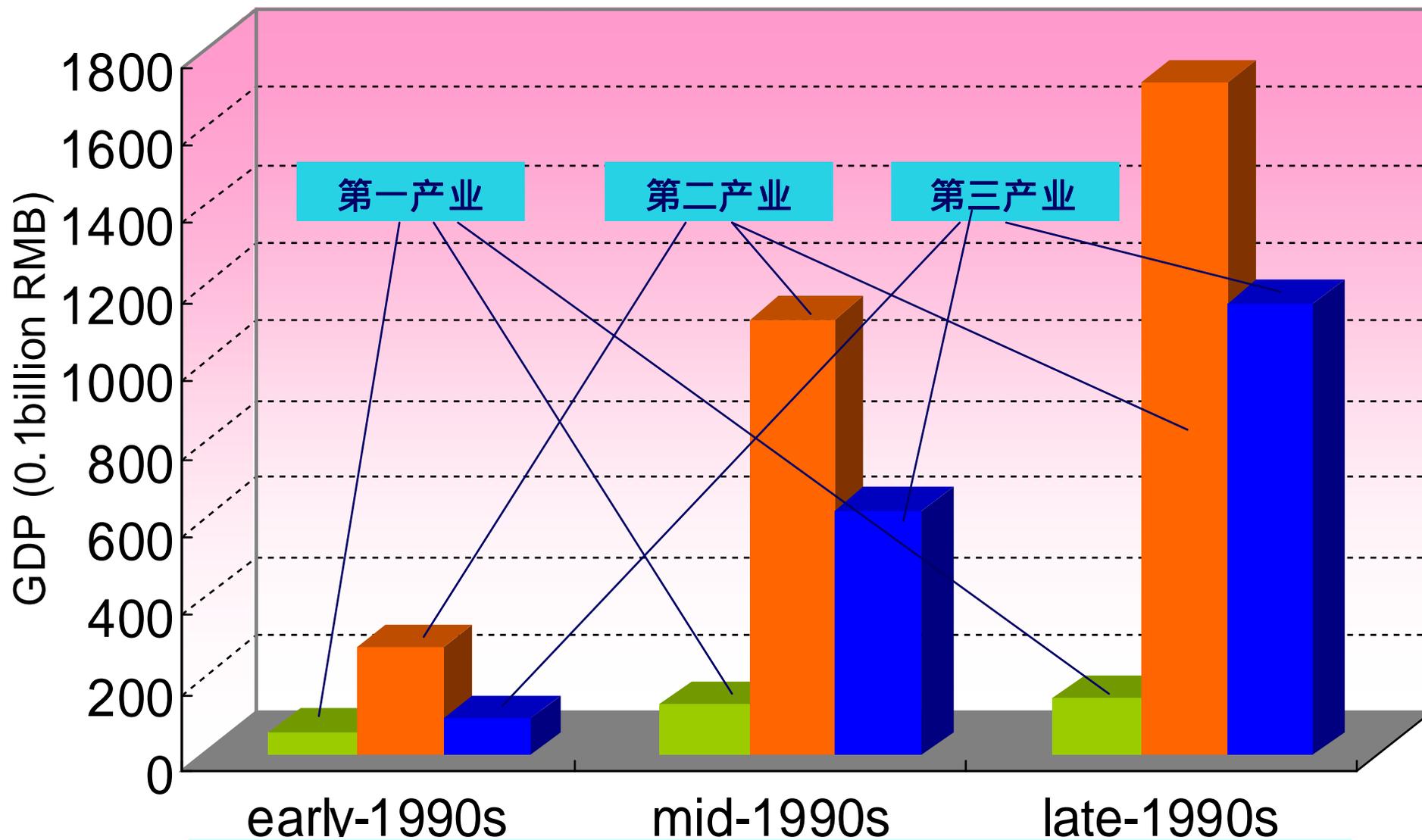
土地利用变化

空间特征



Late-1990s





苏锡常地区的经济增长

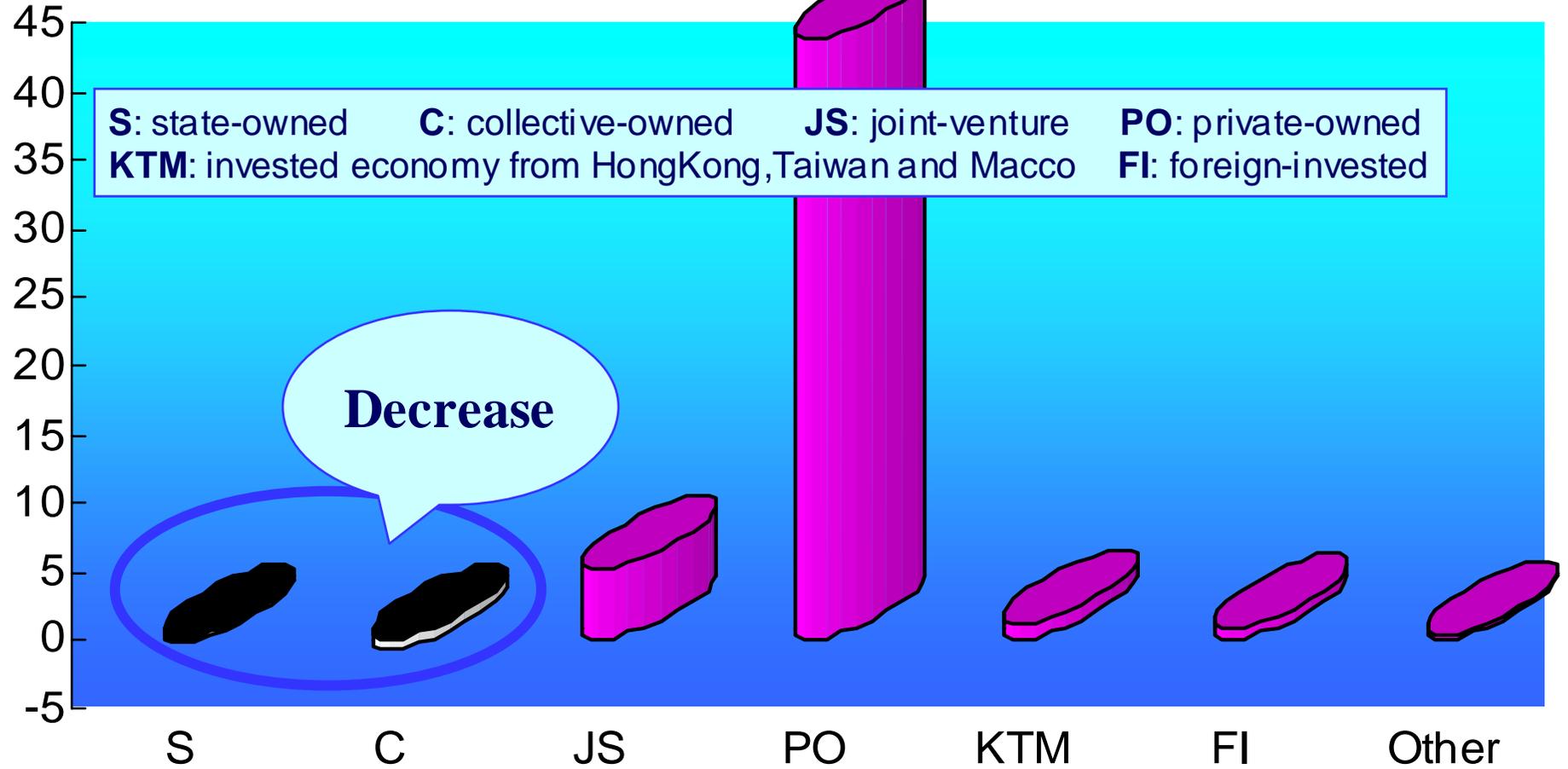


经济结构调整的效果

市场经济发展导致经济格局发生了巨大变化

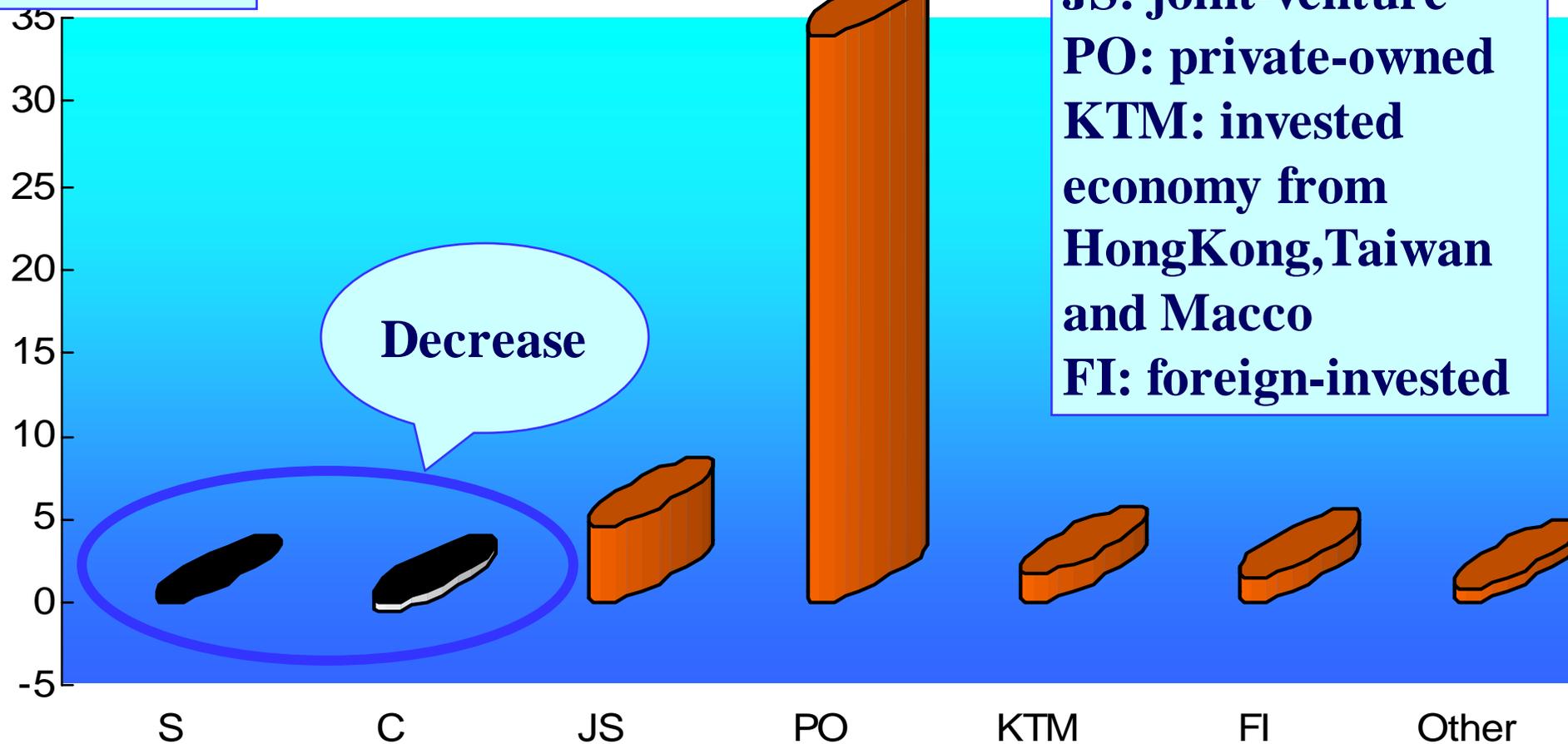
- ❖ 国有经济比重不断下降
- ❖ 私营经济获得了显著发展
- ❖ 苏州市1996-2000年私人企业数增长了34倍多
- ❖ 私营企业的就业人数增长了44倍

Unit: 10000 persons



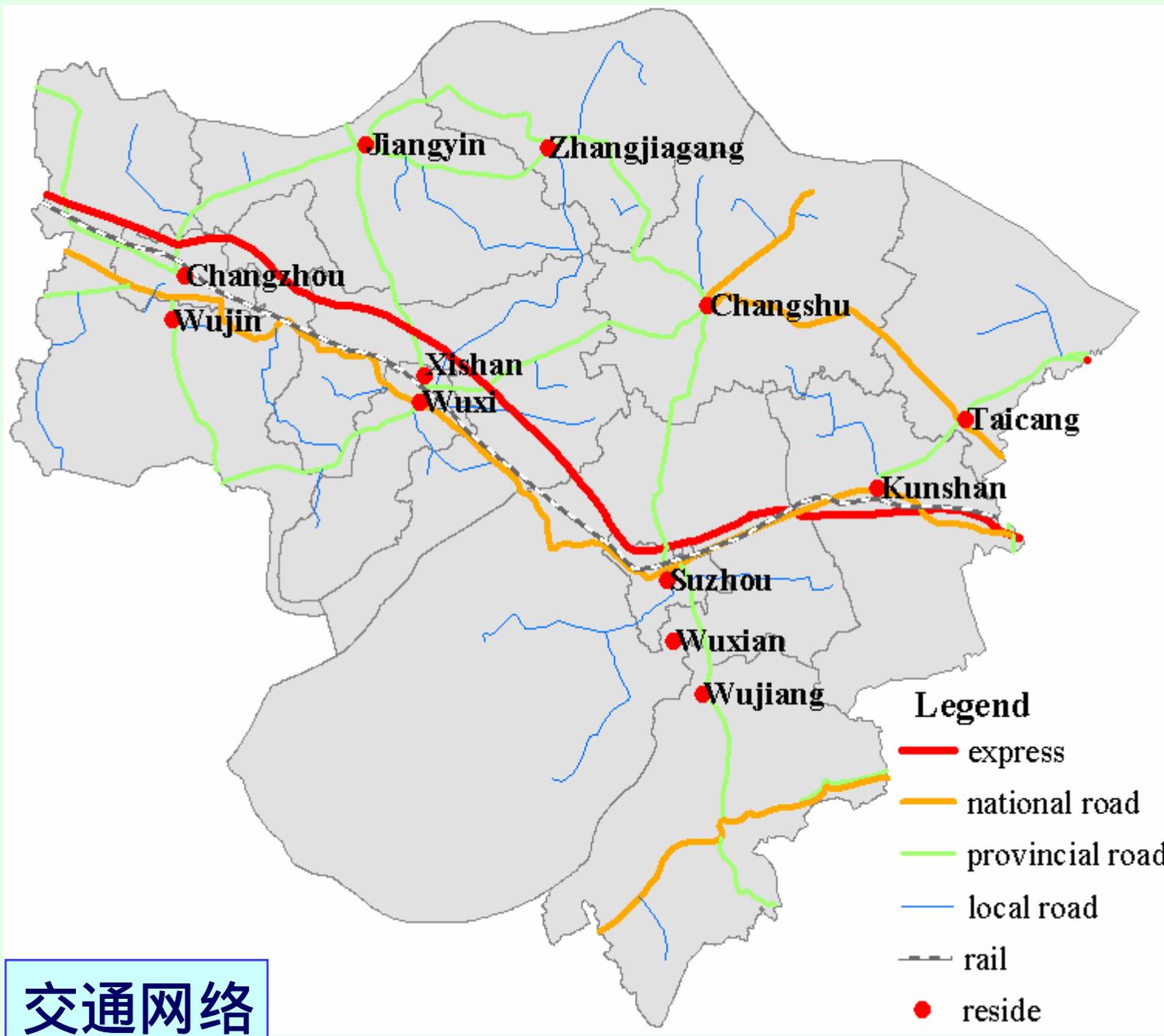
苏州市1996-2000年不同性质的企业就业人数的变化

Numbers

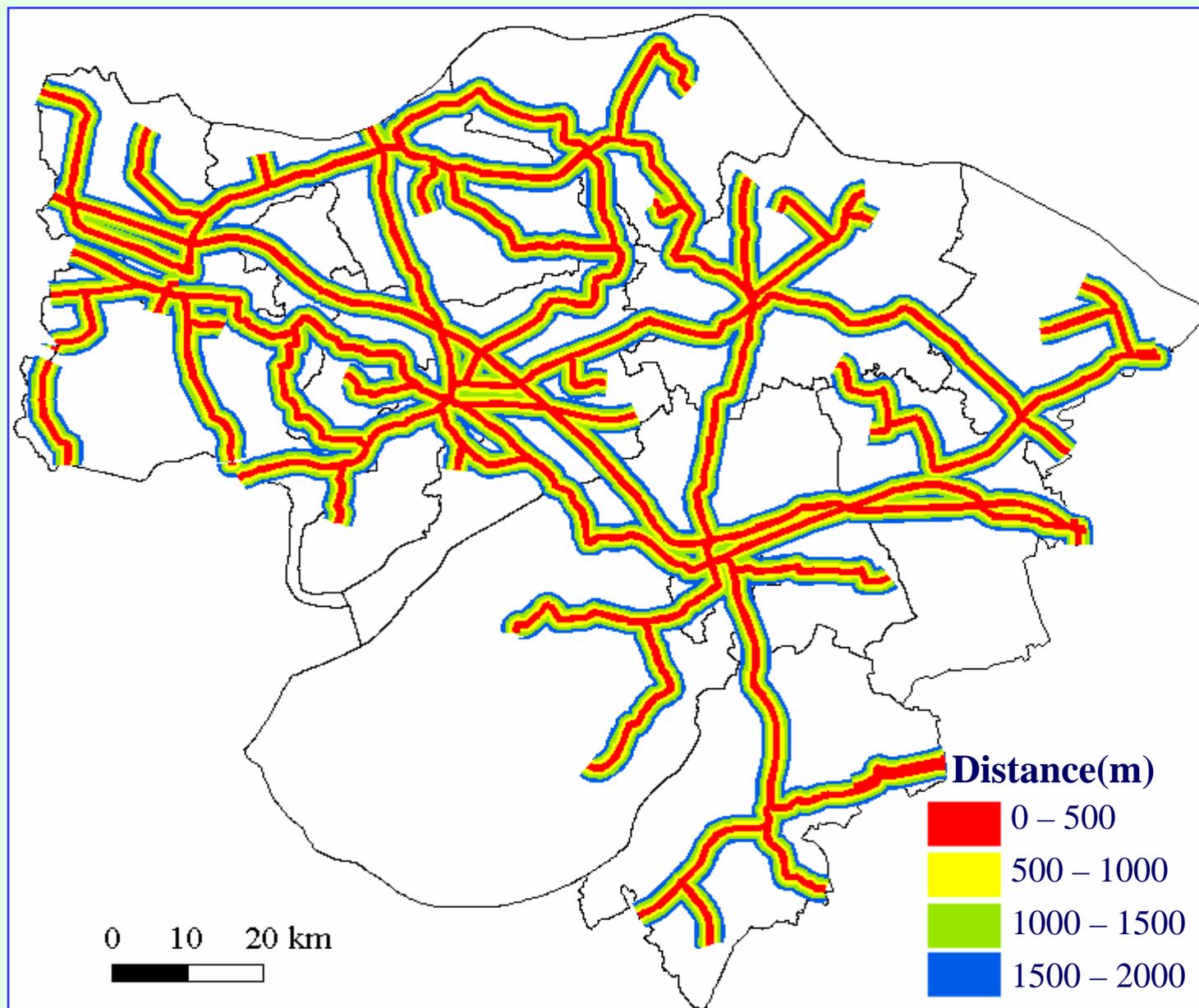


S: state-owned
C: collective-owned
JS: joint-venture
PO: private-owned
KTM: invested economy from HongKong, Taiwan and Macco
FI: foreign-invested

1996-2000年苏州市不同企业变化情况



交通网络



沿交通干线的缓冲区分析

模型设计→发现主导因子

UE-城市用地扩展;

CONV¹-农耕地向城市用地的转移;

CONV²-林地向城市用地的转移;

CONV³-草地向城市用地的转移;

CONV⁴-水域向城市用地的转移;

NPOP- 非农人口;

APOP-农业人口;

FIR-第一产业产值;

SEC-第二产业产值;

THI-第三产业产值;

INV-固定资产投资;

FI-外商投资;

SAL-工资水平

城市用地扩展的驱动因子

$$UE = \beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i \Delta X_i + \varepsilon$$

$$\text{CONV}^K = \beta_0^K + \sum_{i=1}^n \beta_i^K \Delta X_i^K + \varepsilon$$

$$\begin{aligned}
 UE = & -136.17 + 3.196*NPOP - 8.509*APOP + 2.534*FIR + 5.038*SEC + \\
 & (-0.291) \quad (3.085) \quad (-4.196) \quad (2.210) \quad (3.471) \\
 & 4.950*THI + 5.001*INV + 6.018*FI + 0.076*SAL \\
 & (3.756) \quad (4.247) \quad (5.580) \quad (0.400)
 \end{aligned}$$

t Value: FI > INV > APOP

>THI > SEC > NPOP > FIR.....

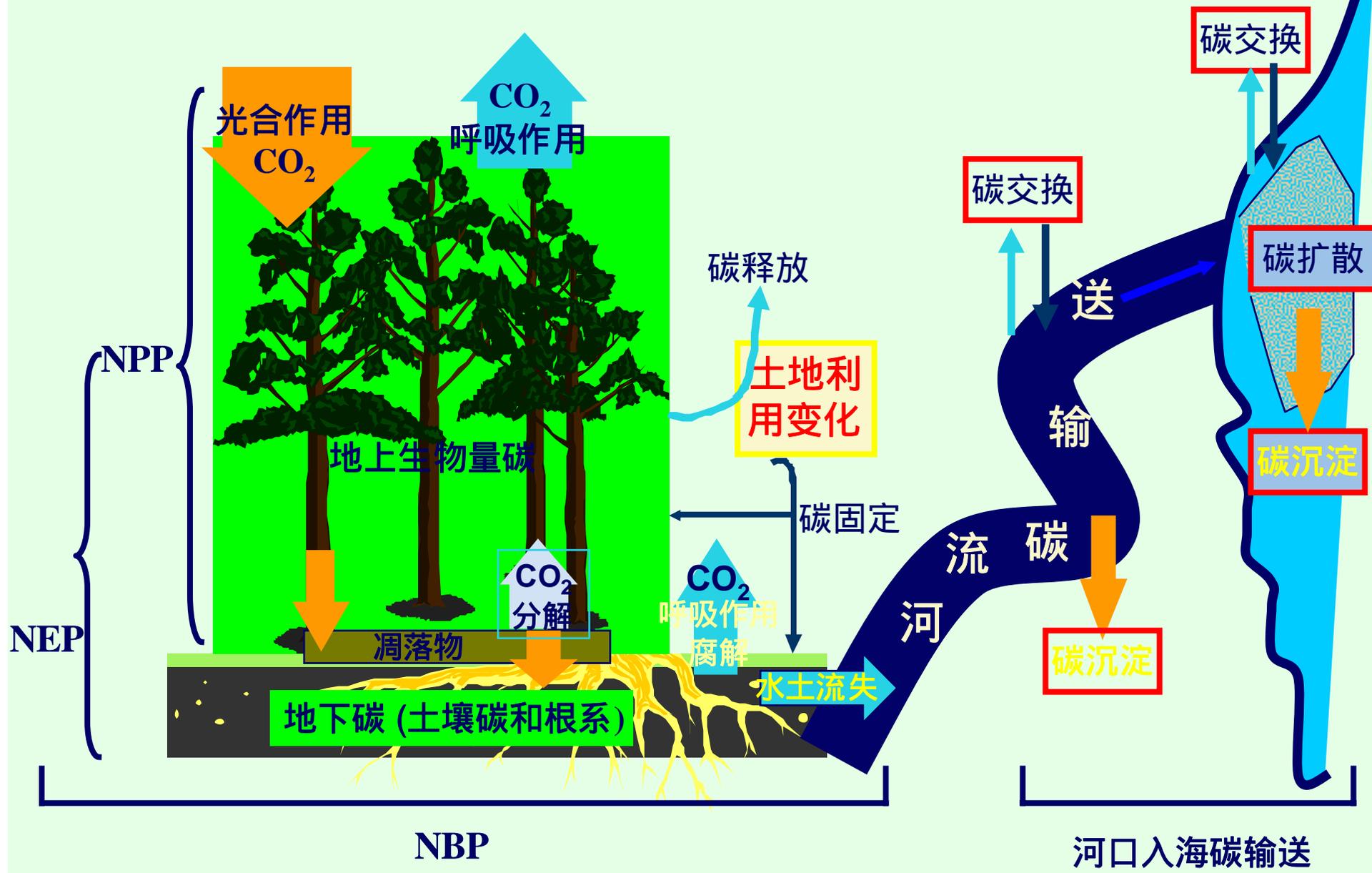
**t 值： 外商投资 > 固定资产投资 > 农业人口 >
 第三产业产值 > 第二产业产值 > 非农人口 >
 第一产业产值.....**

小结

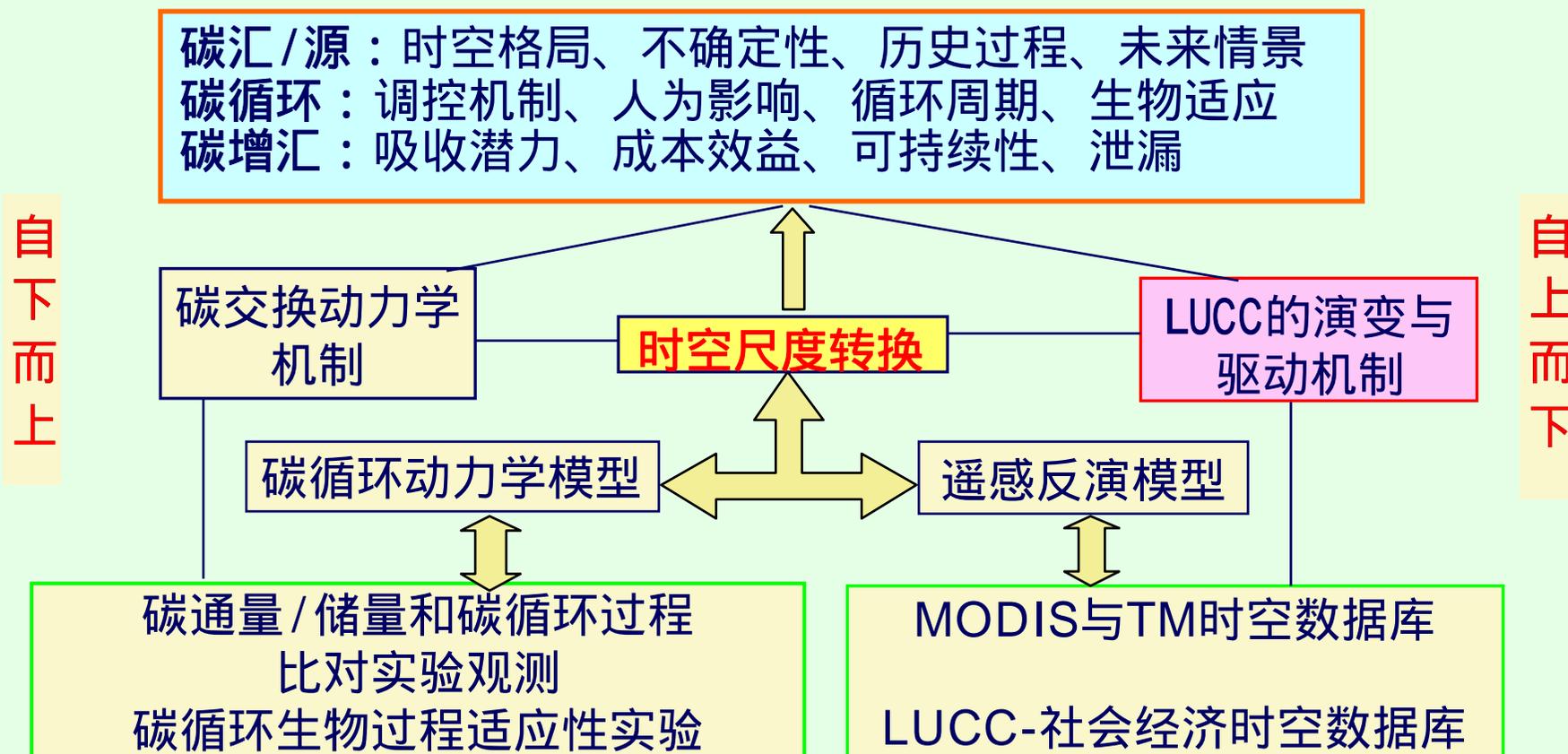
苏锡常地区20世纪80年代末期-90年代末期这10年的时间里，城镇用地扩展速度超过9.92%。扩展的城镇用地97%来自于耕地的转移。从时间尺度上看，前5年城镇用地的扩展速度大约是后5年的5倍强。通过构建城镇用地扩展与几个主要驱动因子之间的计量经济学模型，发现外资引进、固定资产投资增长、非农业人口比重的增长、产业演替等因素成为驱动城镇用地扩展的主要因素。

1. 土地利用变化的科学问题与方法论前沿
2. 中国当前的土地利用变化特征
3. 土地利用变化的人文驱动力
4. 土地利用变化的宏观生态效应
5. 讨论

宏观生态效应1：陆地生态系统碳循环



陆地碳循环研究的技术路线框架



Design of ChinaFlux station and observation

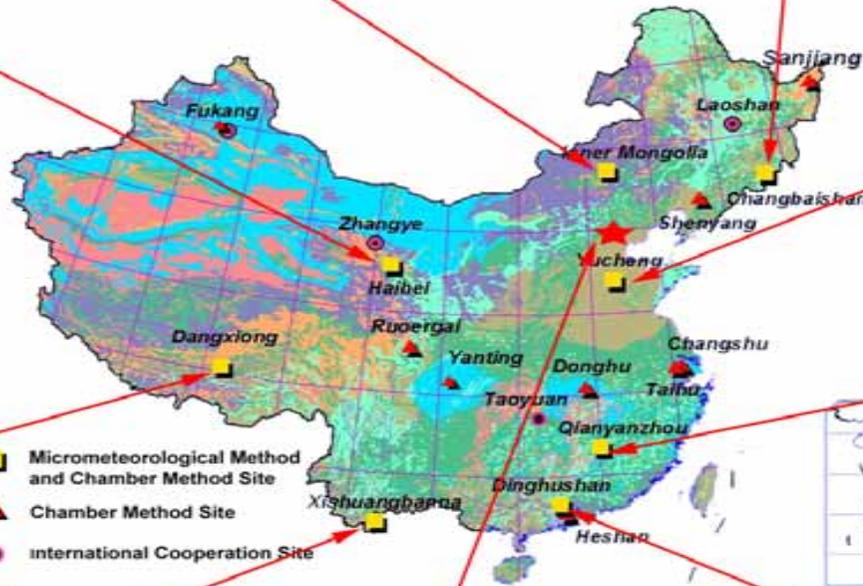
Flux Observation Site of Inner Mongolia Grassland



Flux Observation Site of Changbaishan Temperate Deciduous Broad-leaved and Coniferous Mixed Forest



Flux Observation Site of Haibei Highland Frigid Meadow



Flux Observation Site of Yucheng Warmer Temperate Dry Farming Cropland



Flux Observation Site of Dangxiong Alpine Meadow

- Micrometeorological Method and Chamber Method Site
- ▲ Chamber Method Site
- International Cooperation Site



Flux Observation Site of Qianyanzhou Man-planted Forest on Red Soil Hill Region



Flux Observation Site of Xishuangbanna Tropic Seasonal Rainforest



CERN ChinaFLUX Office



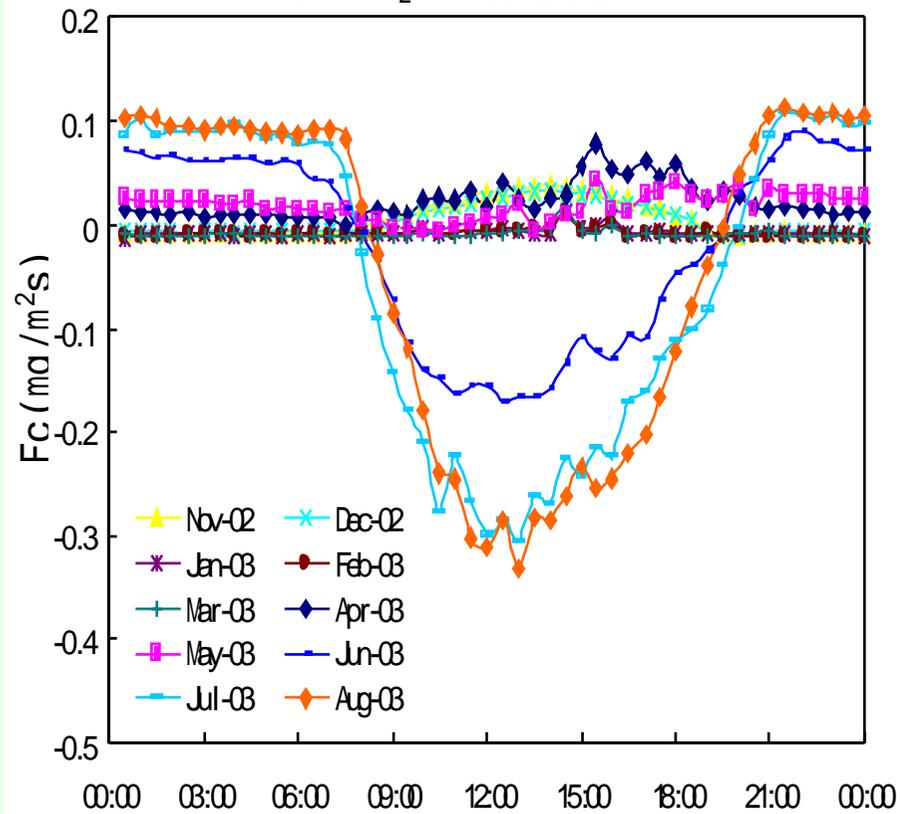
Flux Observation Site of Dinghushan Sub-tropic Typical Tropical Evergreen Broad-leaved Forest



千烟洲观测塔

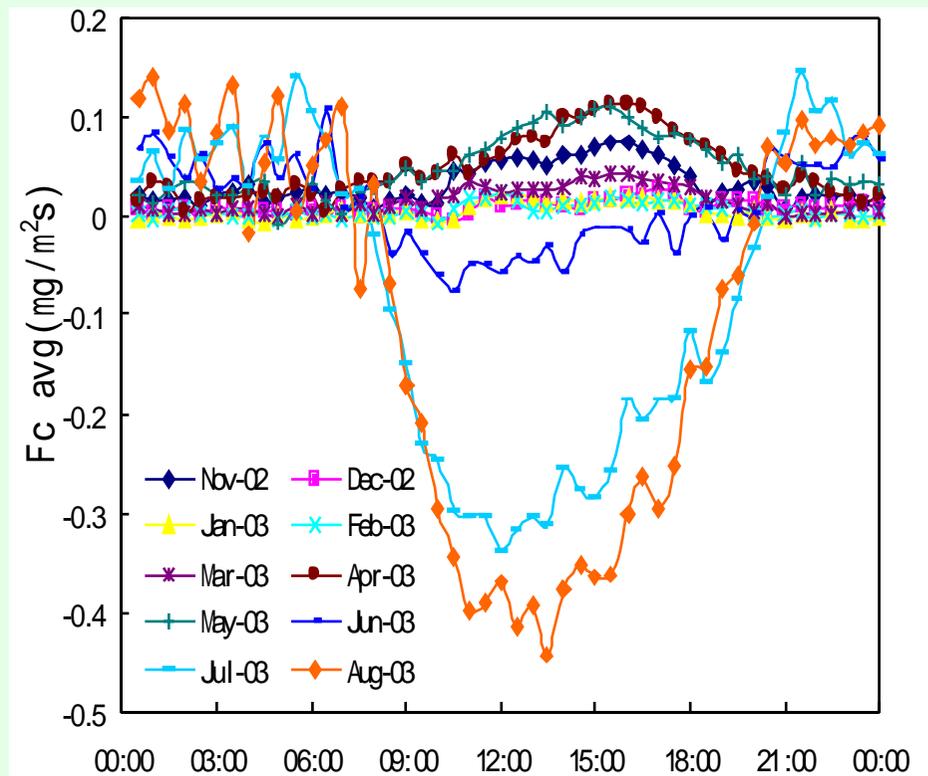


Diurnal cycles of CO₂ flux in alpine meadow

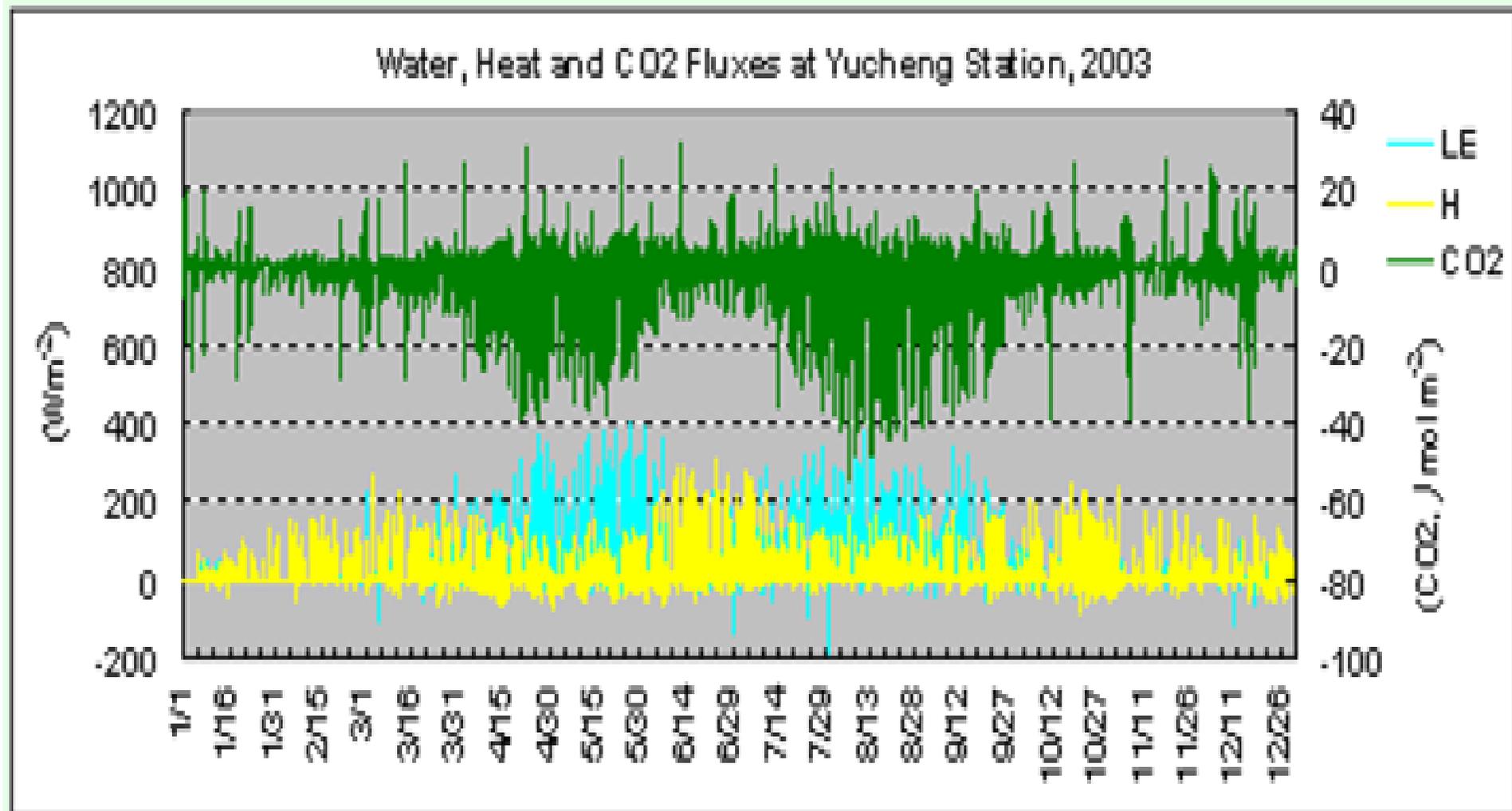


Haibei shrub meadow

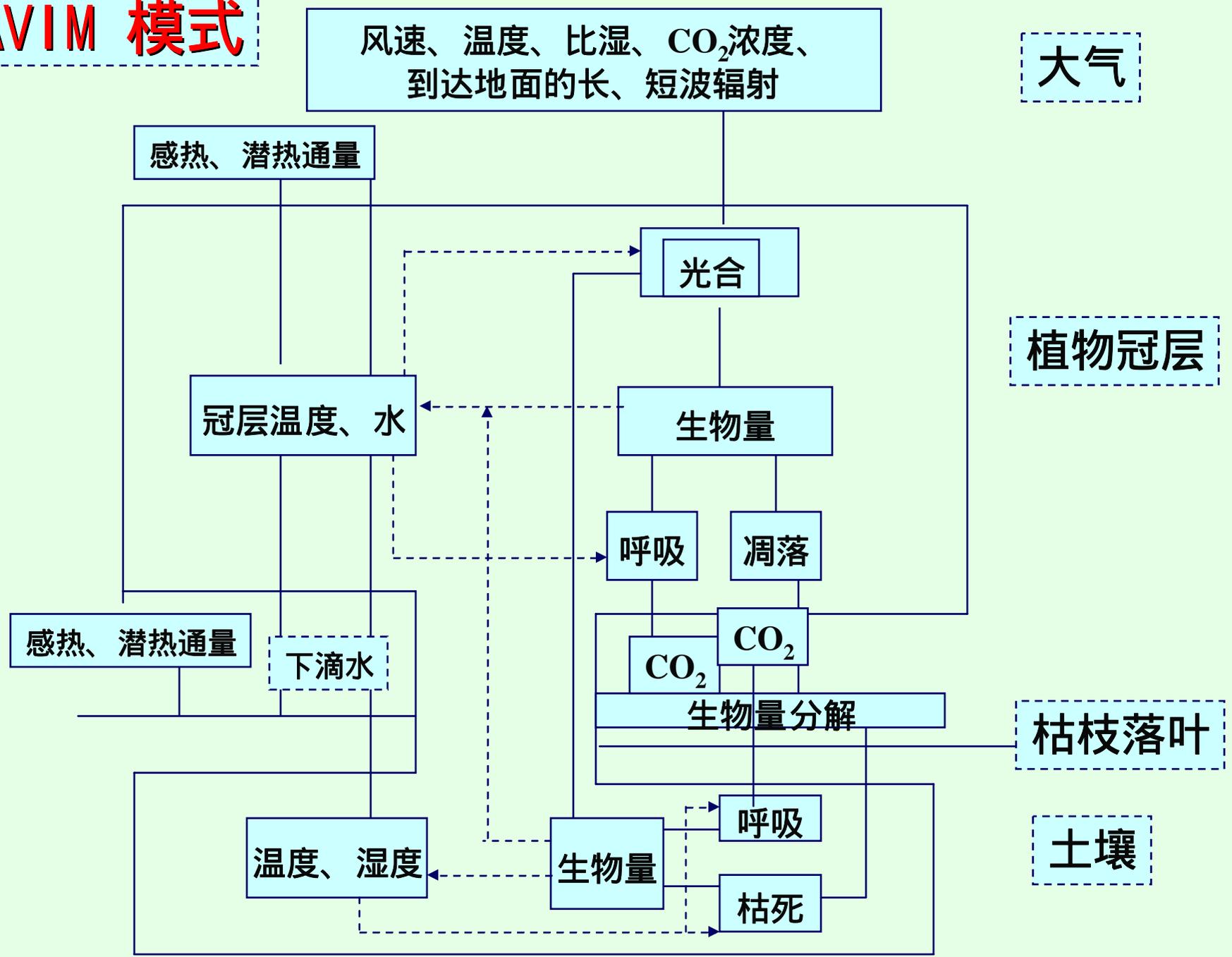
Haibei swamp meadow



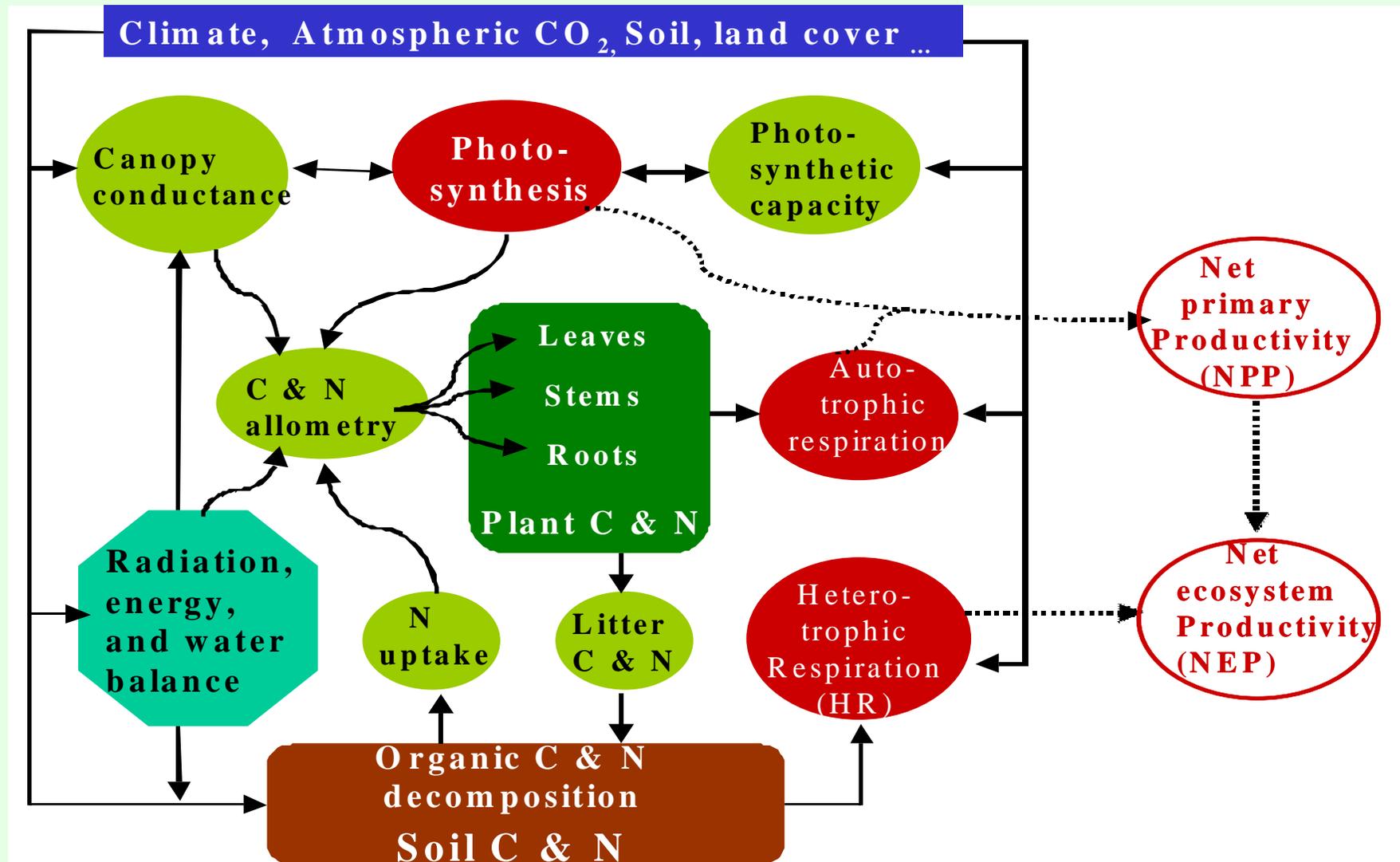
Annual cycles of CO₂ flux, land evaporation and heat in the farm land of North China



AVIM 模式



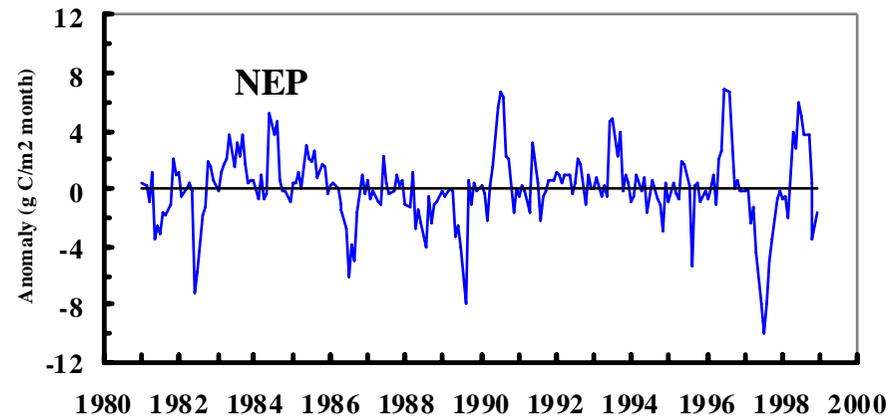
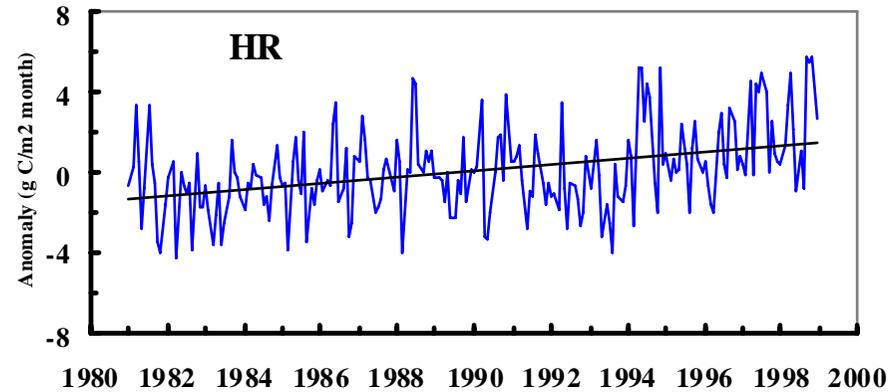
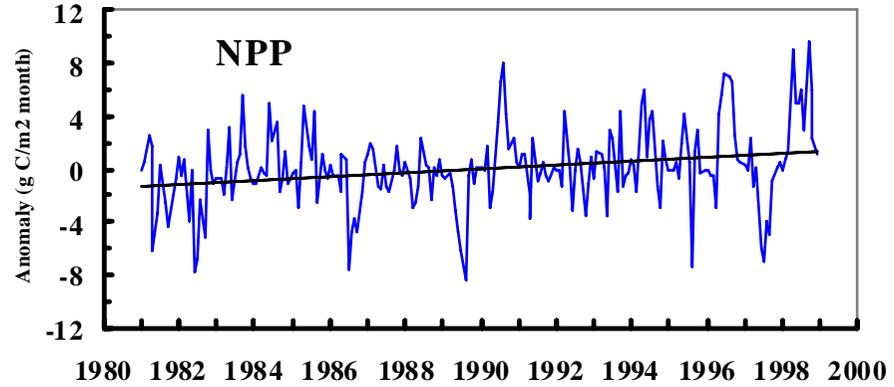
Model(CEVSA) (carbon exchanges in the vegetation-soil-atmosphere systems) (Cao & Woodward 1998)



陆地生态系统碳循环 动力学模型研究

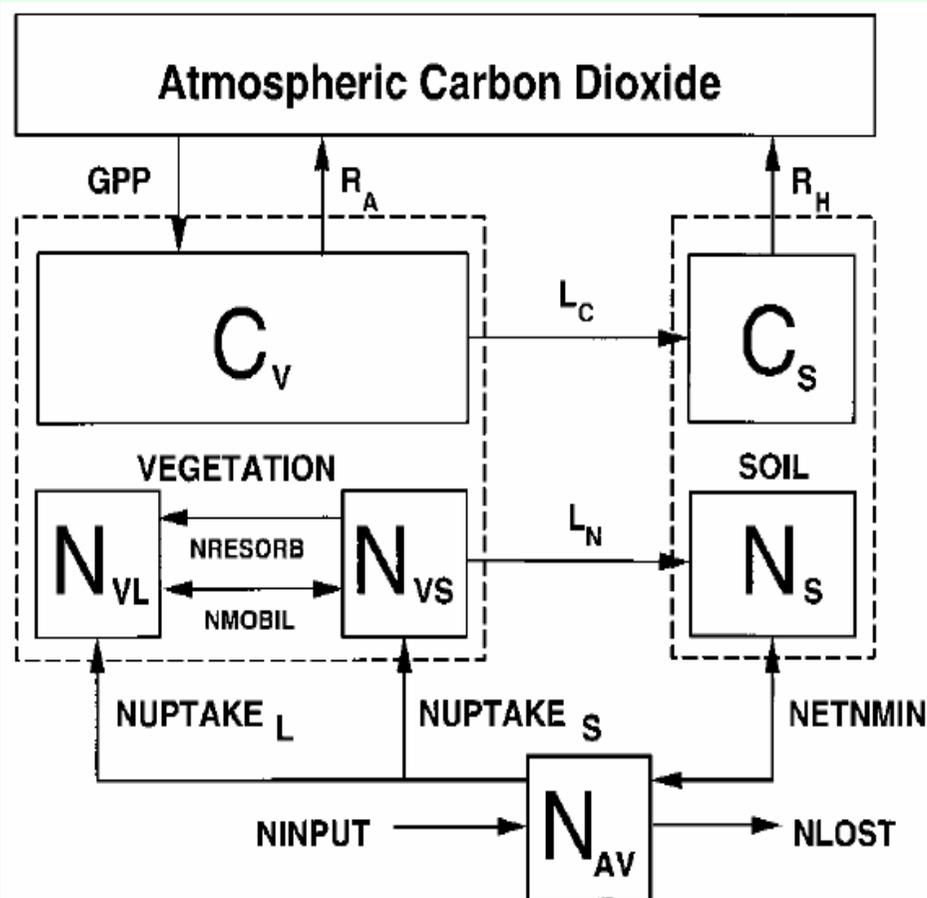
大气-陆地界面
综合集成模型
开发和
研究
(AVIM)

CEVSA模型结
果：全国
NPP、土壤碳
释放(HR)和
NEP对气候和
大气 CO₂浓度
变化的动态
响应。

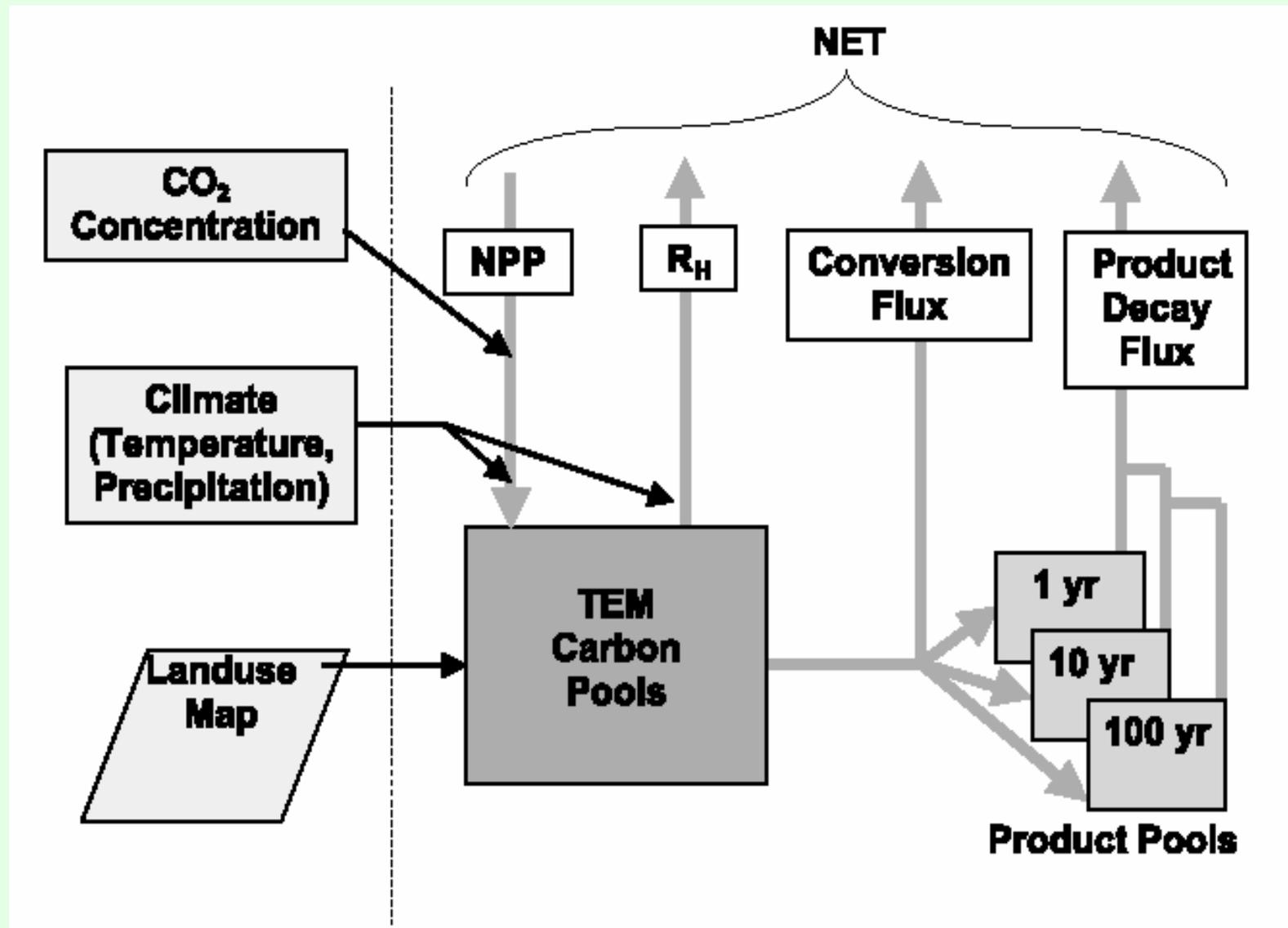


Model(TEM)

The terrestrial ecosystem model (Tian et al., 1999)

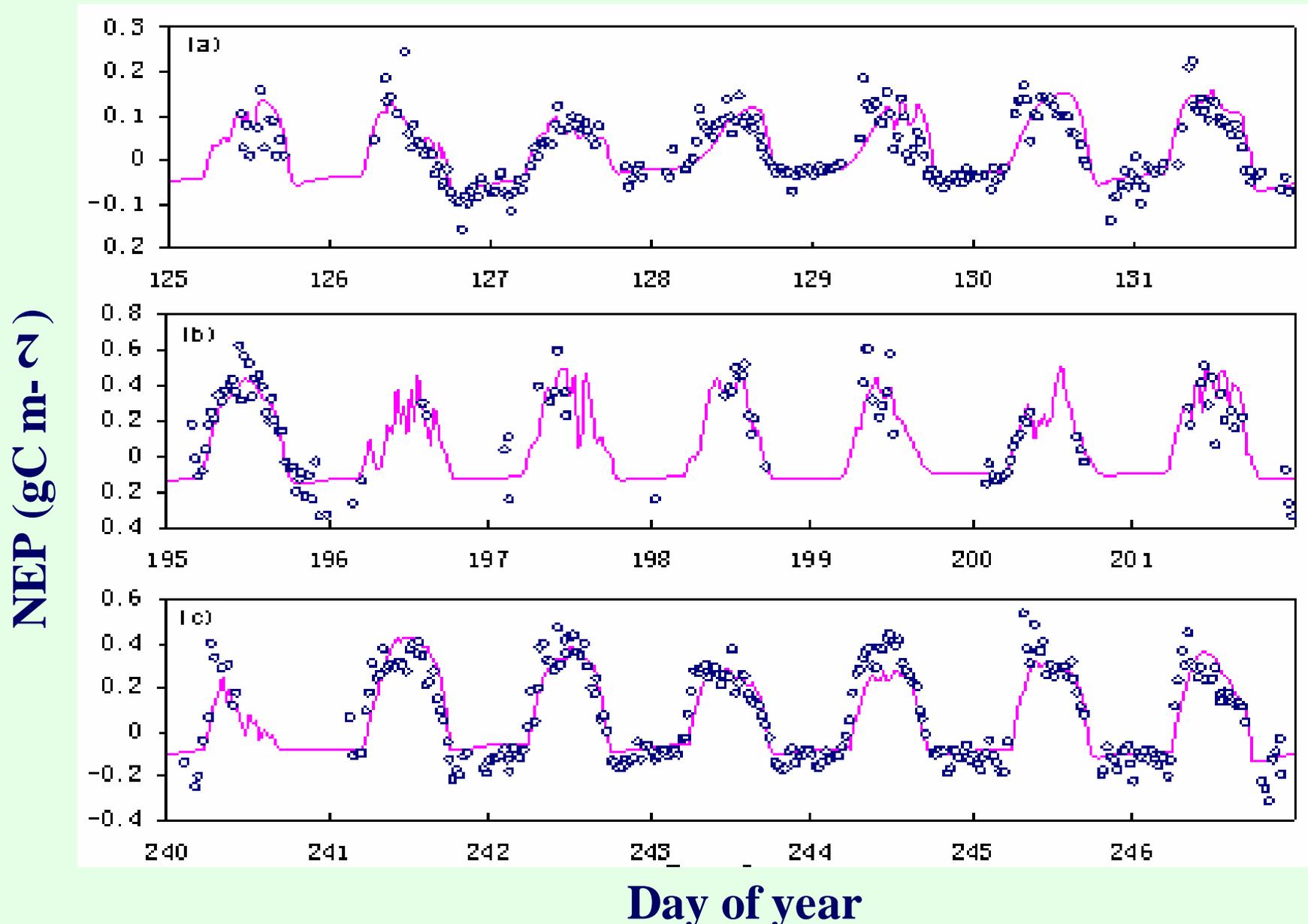


The state variables are: carbon in vegetation (C_V); structural nitrogen in vegetation (N_{VS}); labile nitrogen in vegetation (N_{VL}); organic carbon in soils and detritus (C_S); organic nitrogen in soils and detritus (N_S); and available soil inorganic nitrogen (N_{AV}). Arrows show carbon and nitrogen fluxes: GPP , gross primary productivity; R_A , autotrophic respiration; R_H , heterotrophic respiration; L_C , litterfall carbon; L_N , litterfall nitrogen; $NUPTAKE_S$, N uptake into the structural N pool of the vegetation; $NUPTAKE_L$, N uptake into the labile N pool of the vegetation; $NRESORB$, N resorption from dying tissue into the labile N pool of the vegetation; $NMOBIL$, N mobilized between the structural and labile N pools of the vegetation; $NETNMIN$, net N mineralization of soil organic N; $NINPUT$, N inputs from the outside of the ecosystem; and $NLOST$, N loss from the ecosystem.



Overview of the simulation by the Terrestrial Ecosystem Models (TEM) to assess the concurrent effects of increasing atmospheric CO₂, climate variability, and land use change during 1980-2000 (Tian et al., 2003)

CO₂ flux of the Changbai Mountains



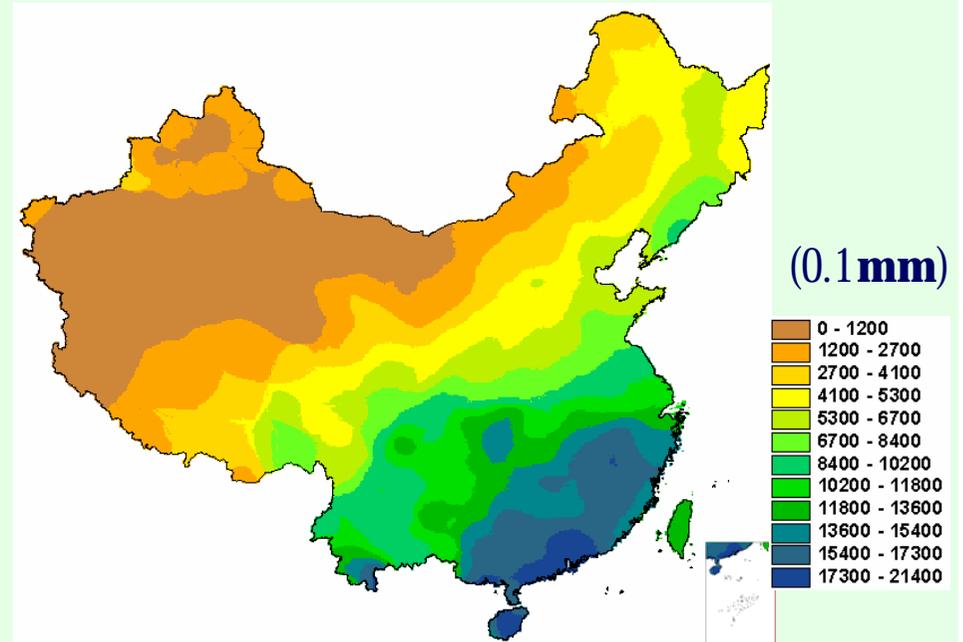
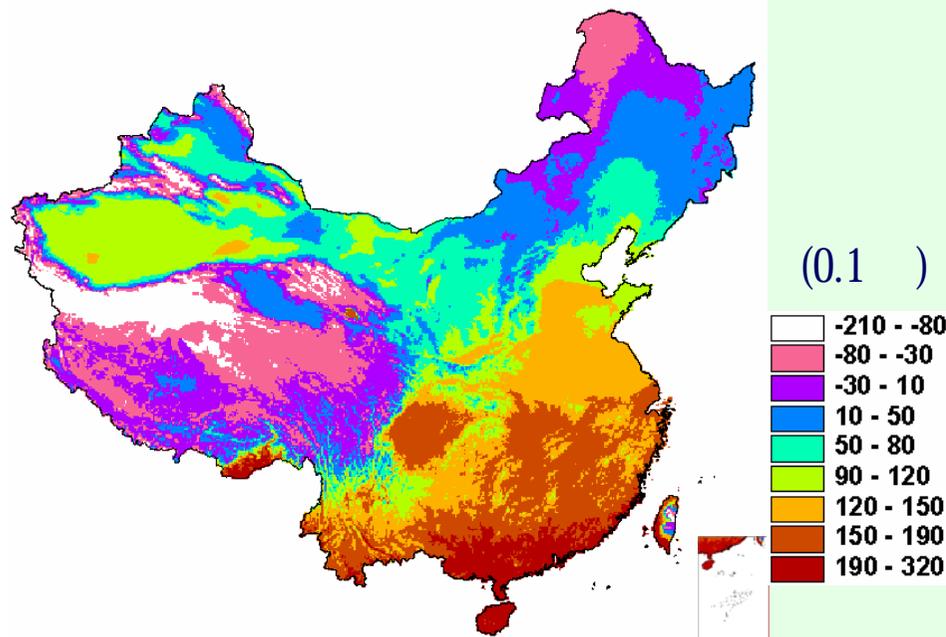
气候波动变量输入



The meteorological observation stations for spatially extrapolation

Annual mean temperature

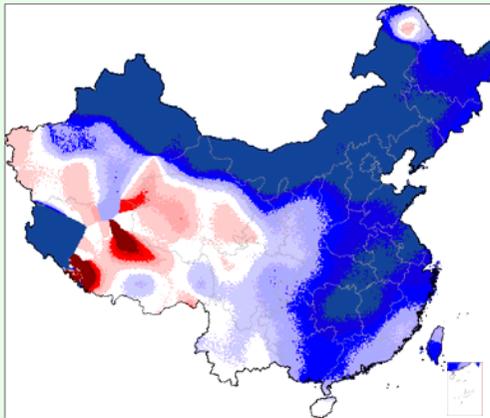
Annual mean precipitation



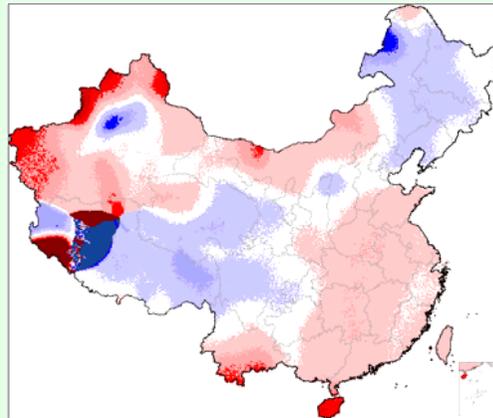
气温变量

- Annual mean temperature increase 0.026 annually , which higher than global average in the same period. And 1990s is the warmest period.

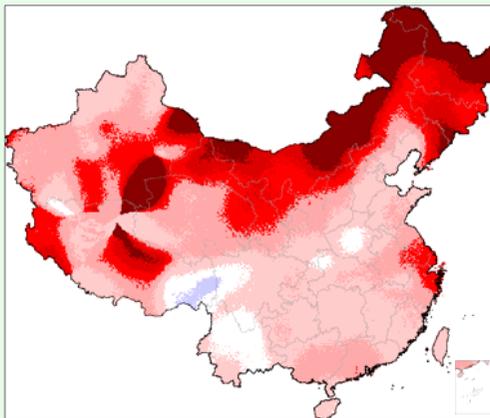
Trends in 1960s



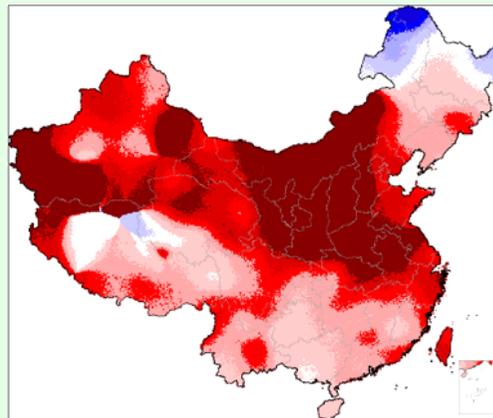
Trends in 1970s



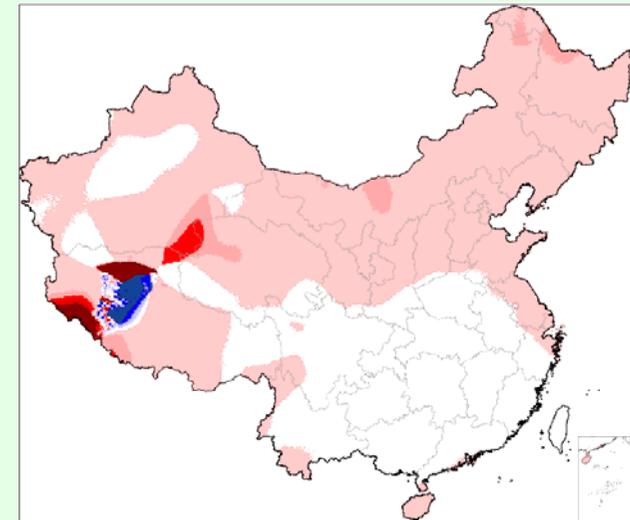
Trends in 1980s



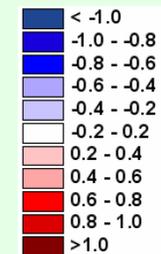
Trends in 1990s



Trends in 1960-2000



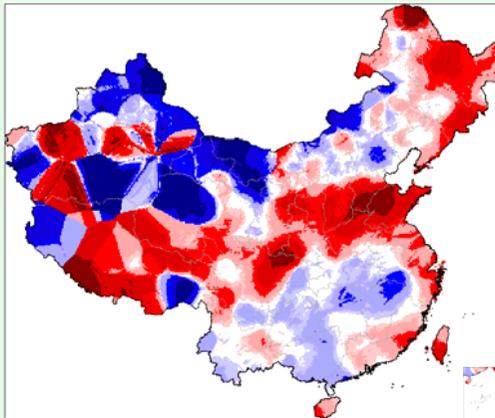
Trend (/10 yr)



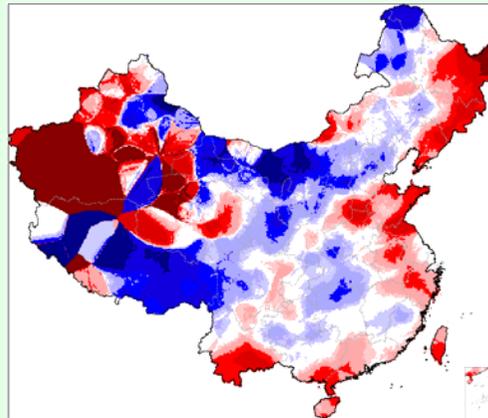
降水变量

- Precipitation increase 1.14 mm annually during last 40 years. But its dynamics is complicated and its spatial pattern is not consistent in large scale.

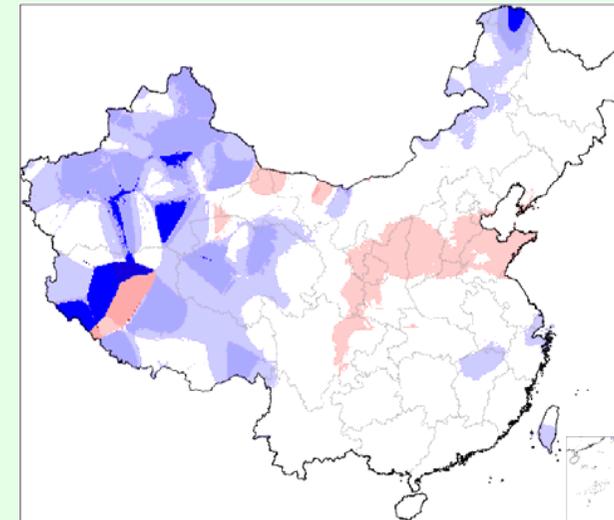
Trends in 1960s



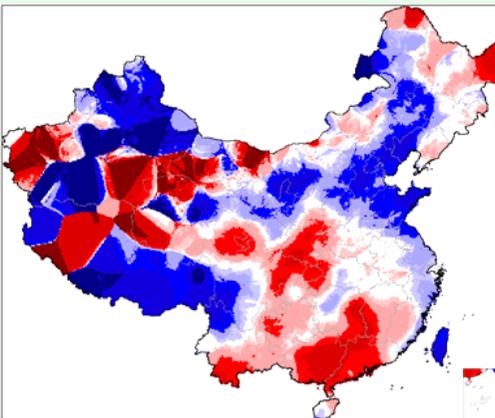
Trends in 1970s



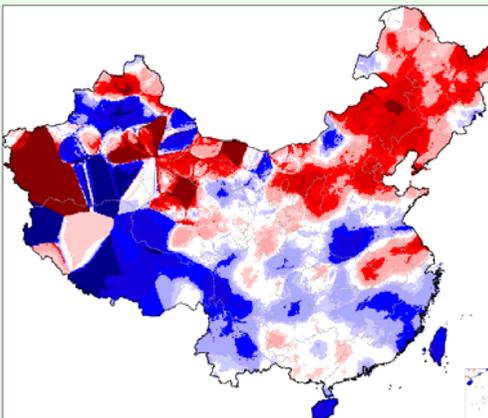
Trends in 1960-2000



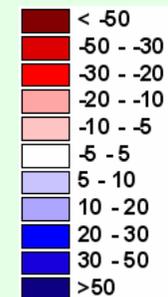
Trends in 1980s



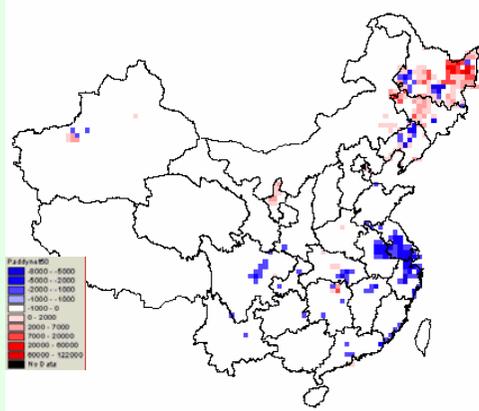
Trends in 1990s



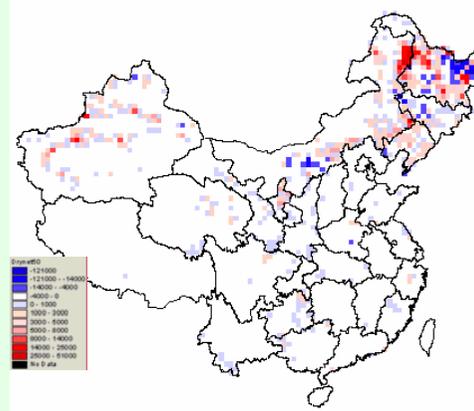
Trend (mm/10 yr)



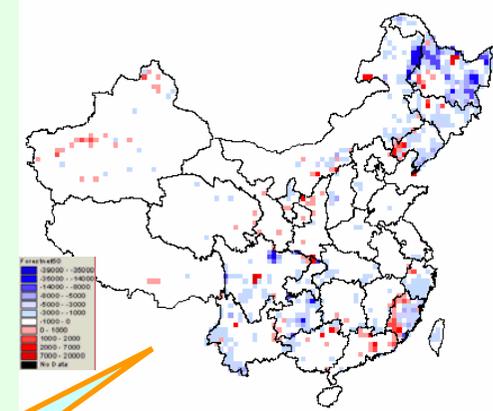
土地利用变量输入



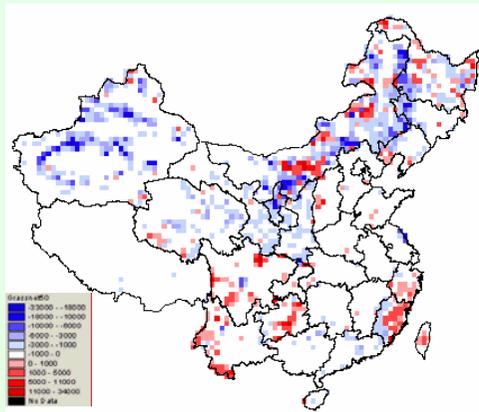
水田



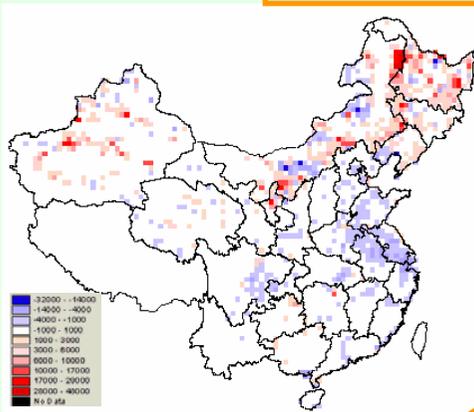
旱作耕地



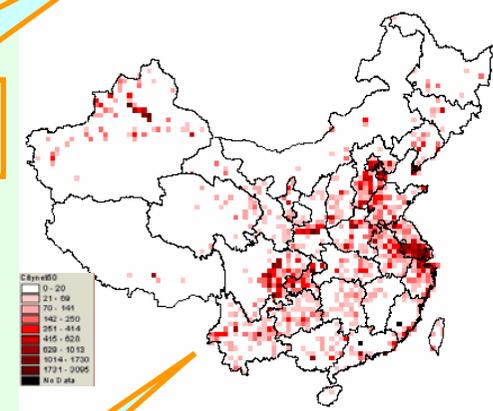
有林地



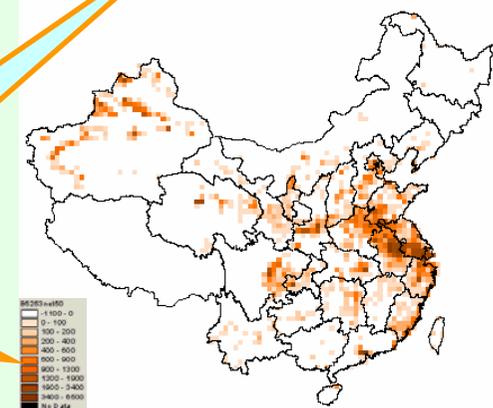
牧草地



未利用地



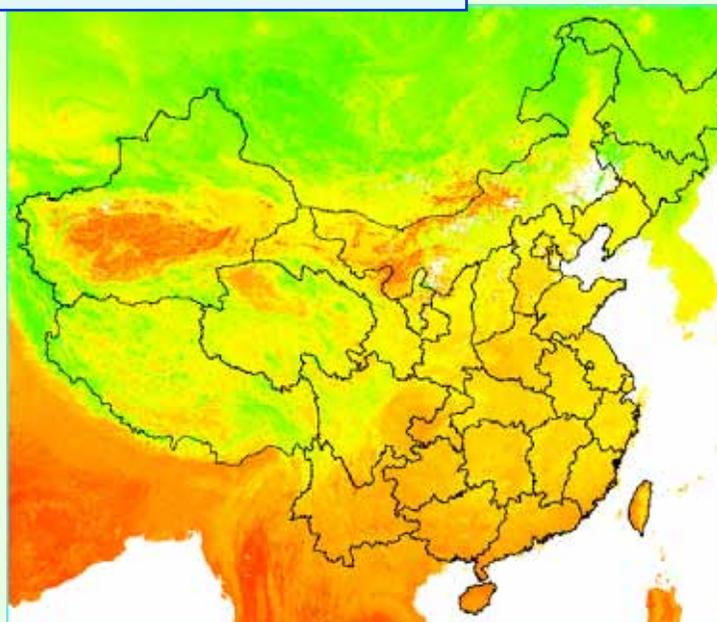
城镇用地



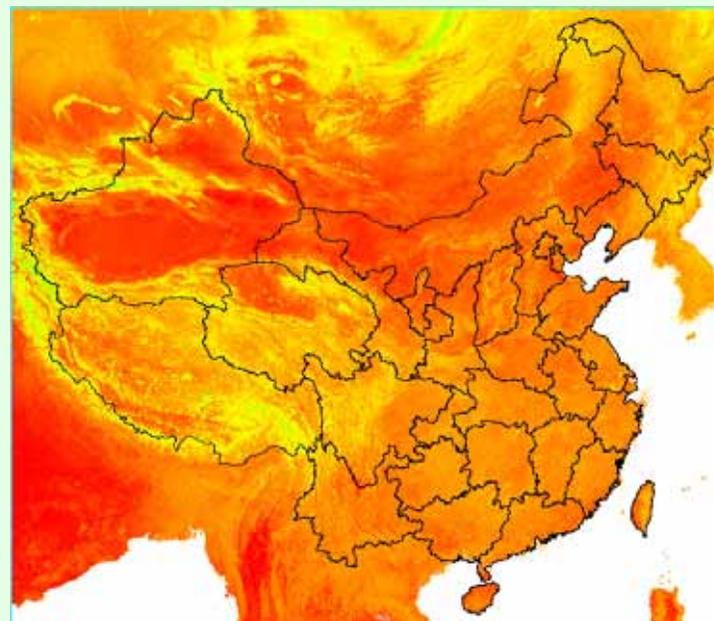
农村居民点与其他建设用地

遥感变量输入

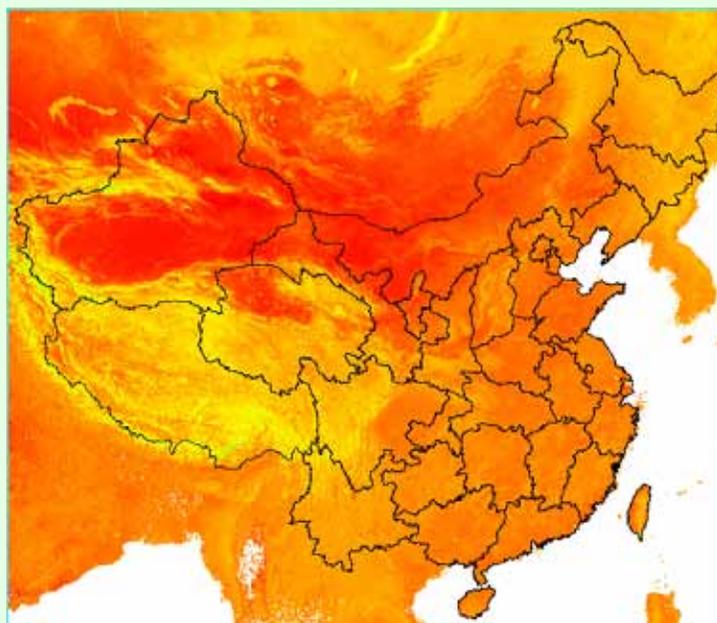
Land Surface Temperature



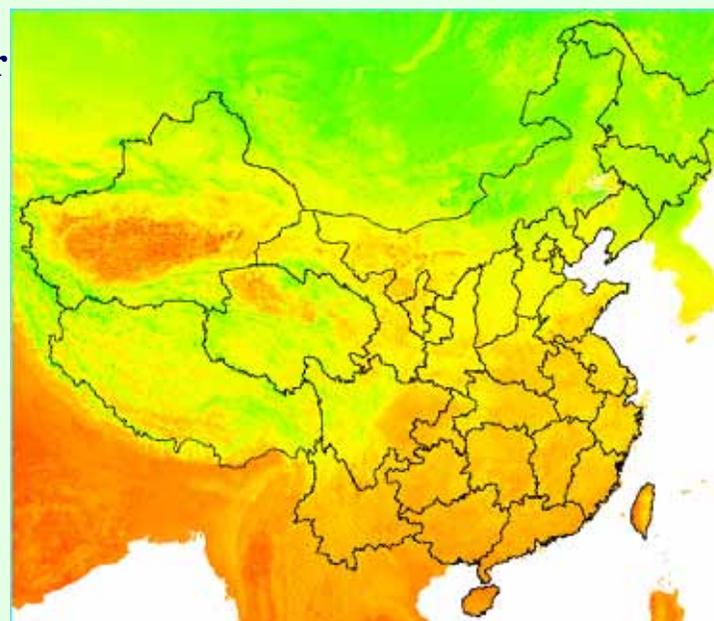
First quarter



Second quarter



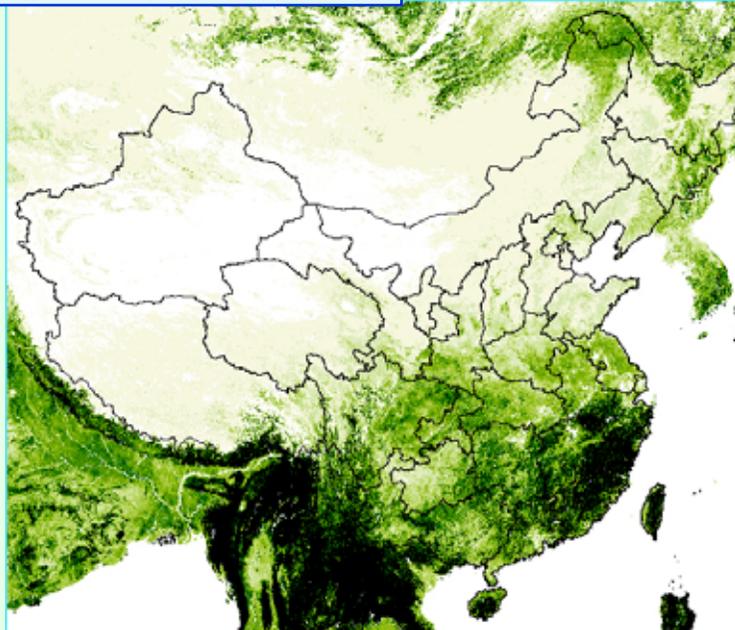
Third quarter



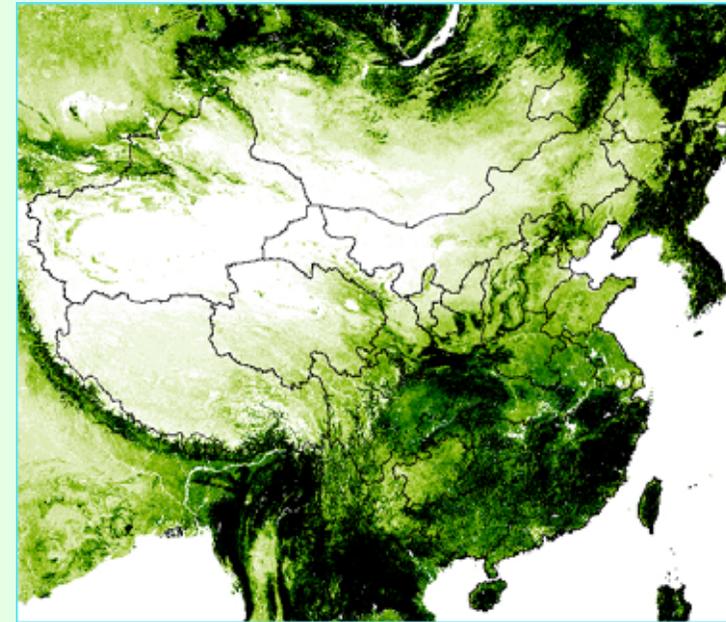
Fourth quarter

遥感变量输入

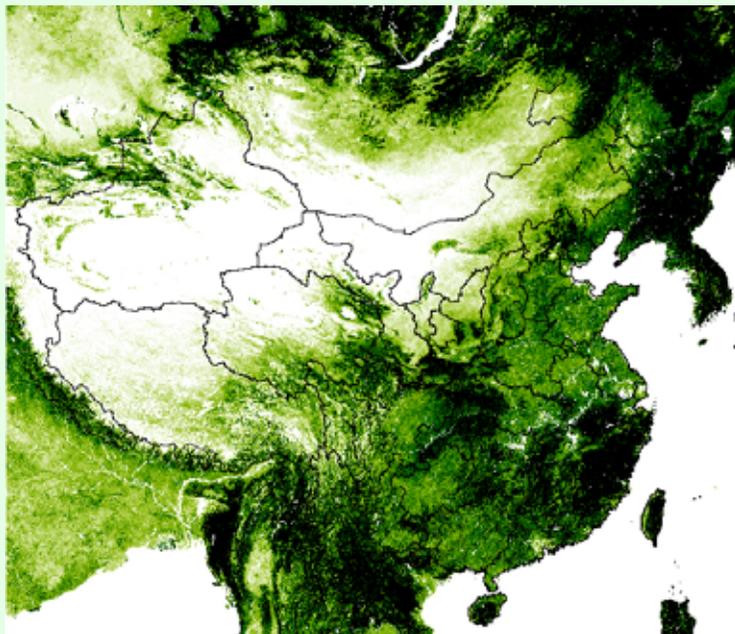
Leaf Area Index Annual Change in 2002



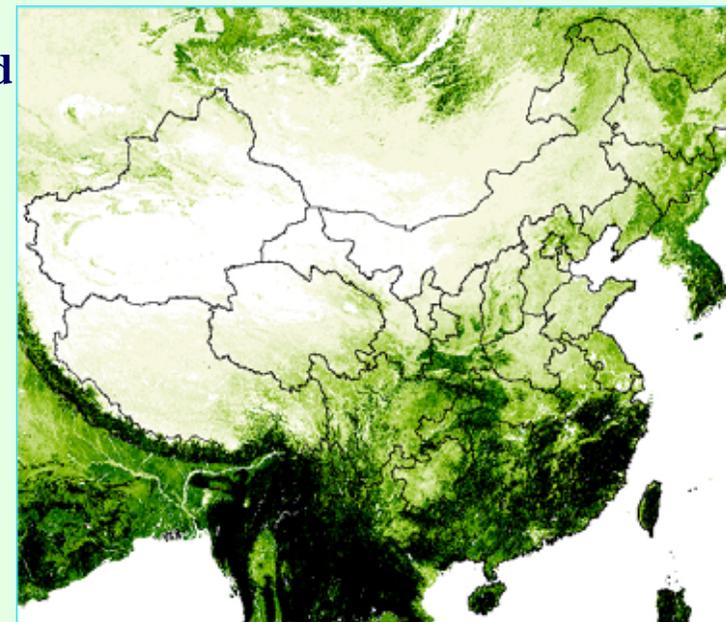
First



Second

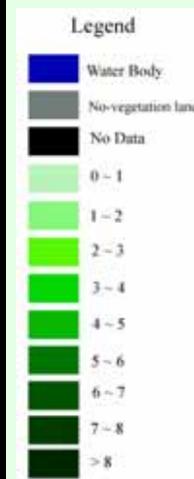
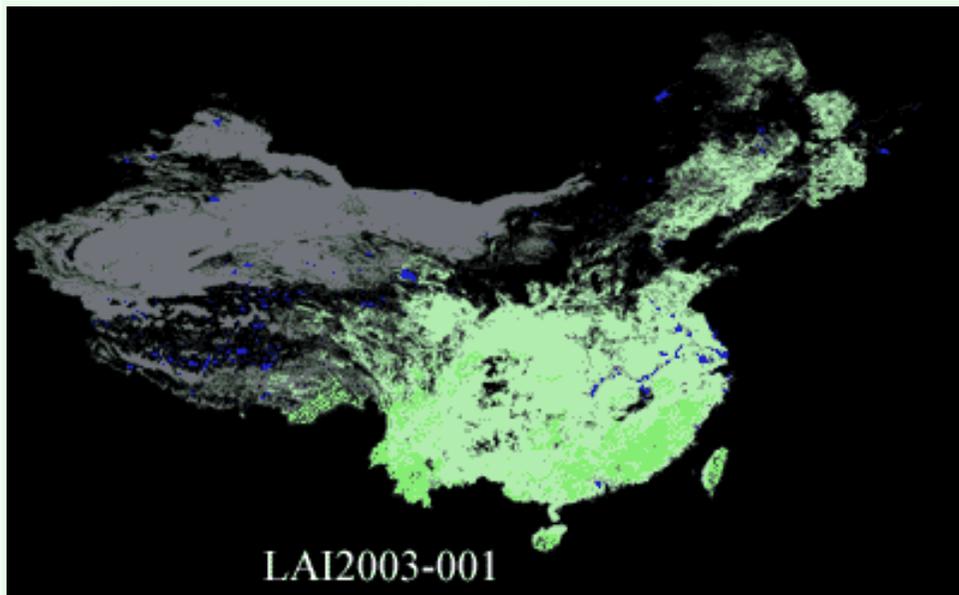
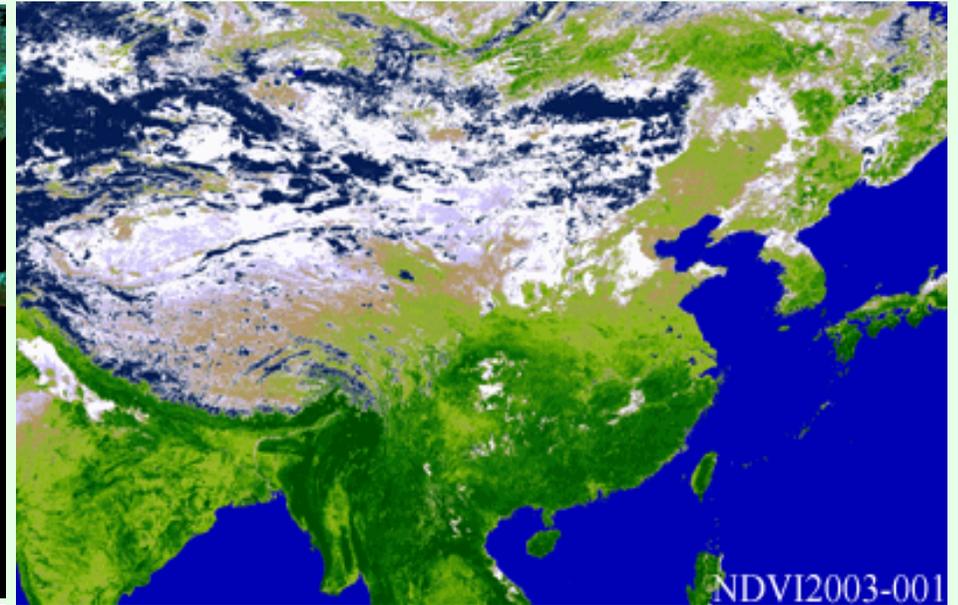
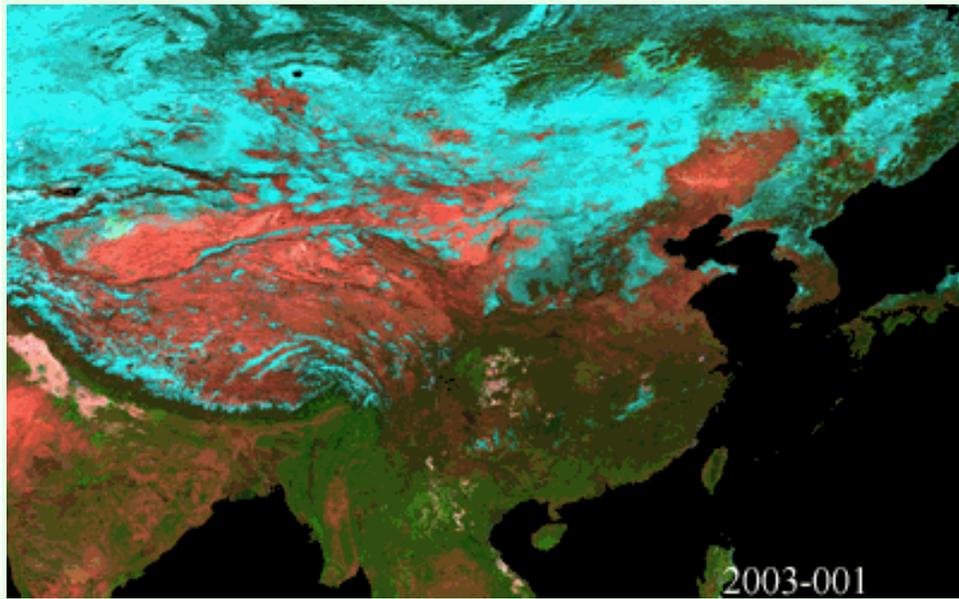


Third



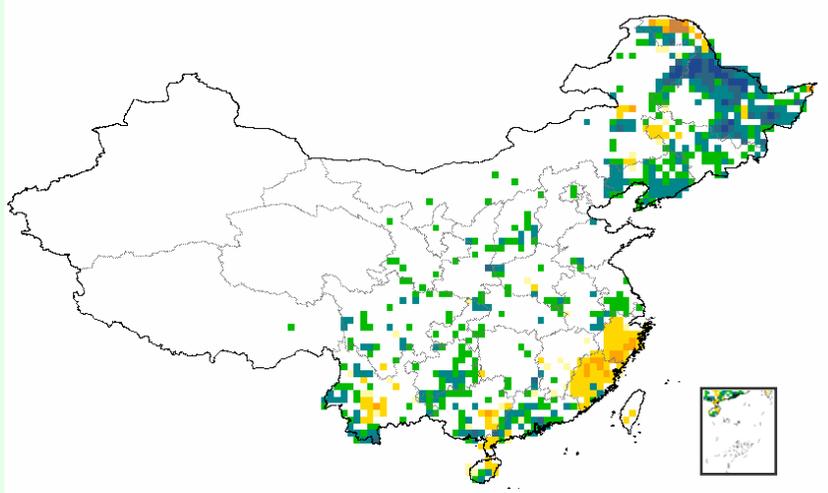
Fourth

遥感变量输入

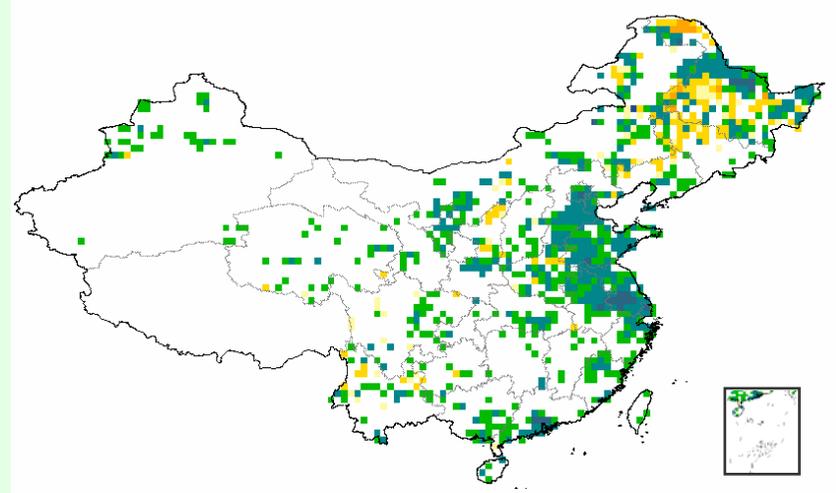


Interannual change of false color composite images, LAI and NDVI

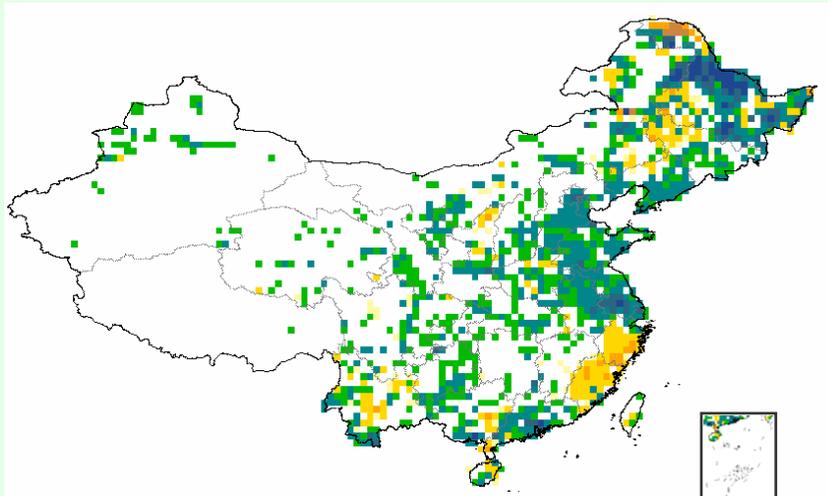
VegC



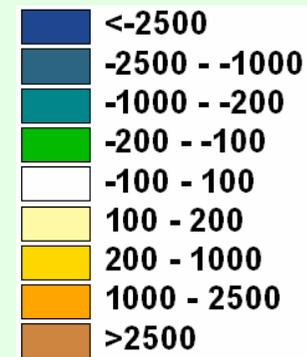
SoilorgC



TotalC



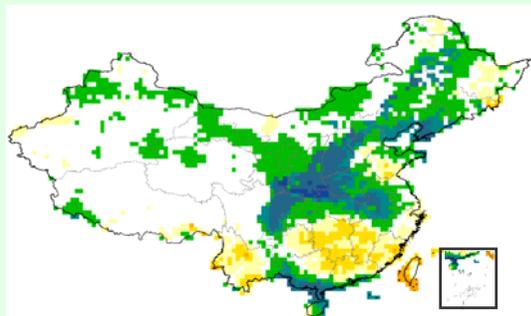
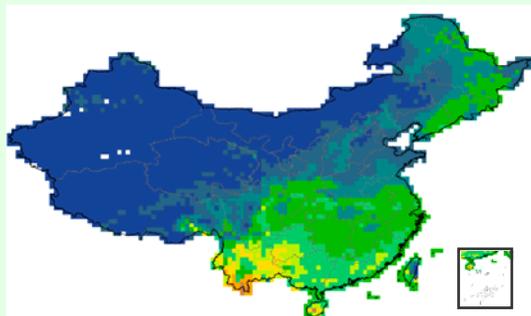
10°gC/cell



Carbon storage change due to land-use change by TEM

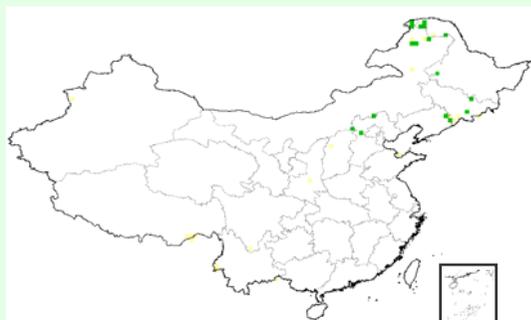
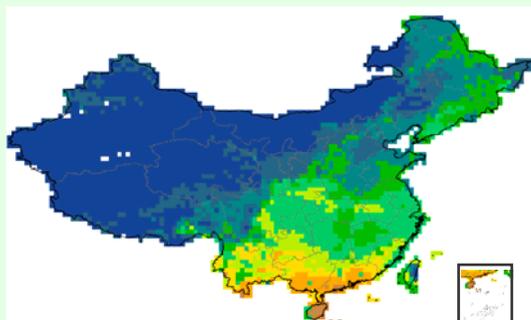
1990s

Change during 1980s-1990s



Climate

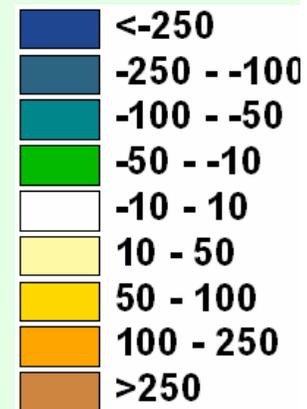
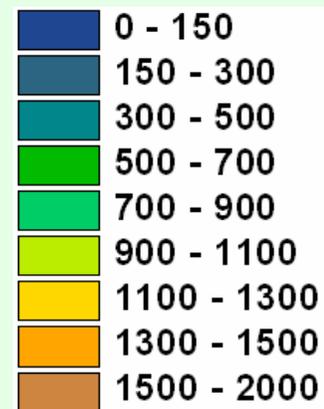
NPP



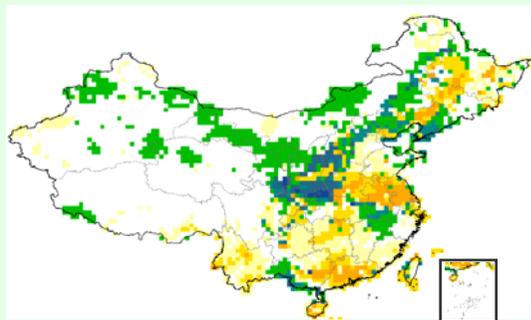
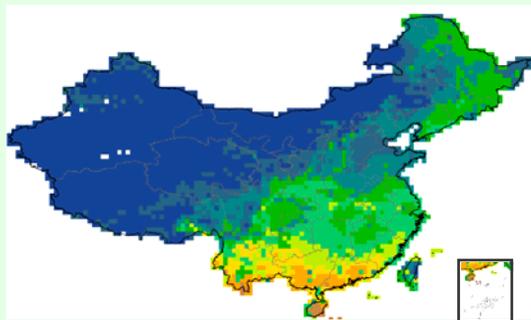
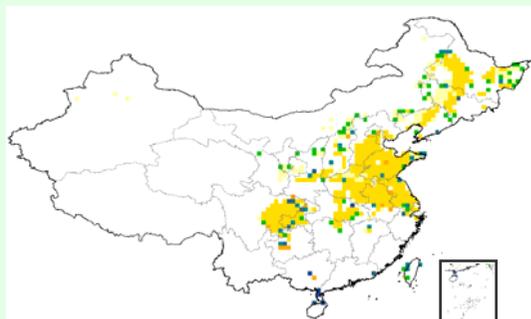
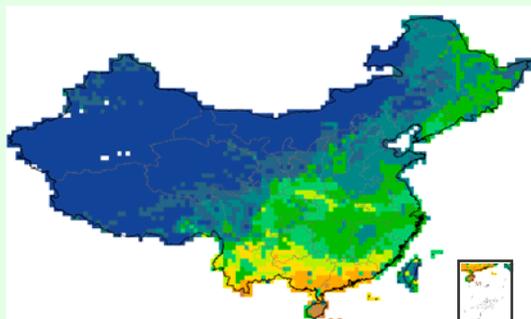
CO₂

NPP
(gC/m²/yr)

NPP change
(gC/m²/yr)

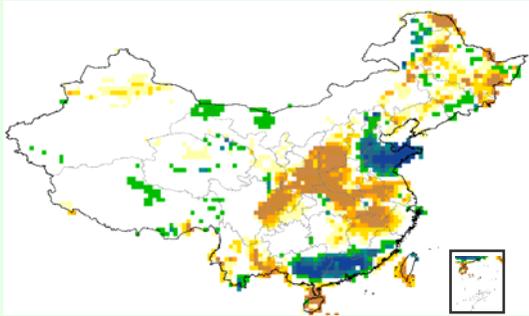


LUCC

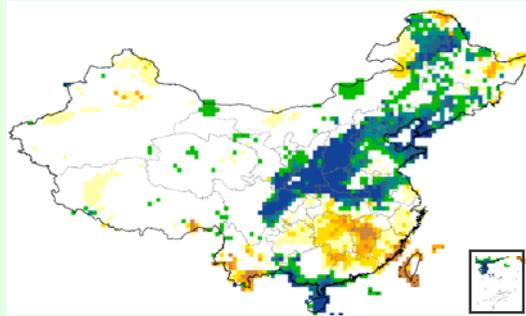


Climate+CO₂+LUCC

1980-1990



1990-2000

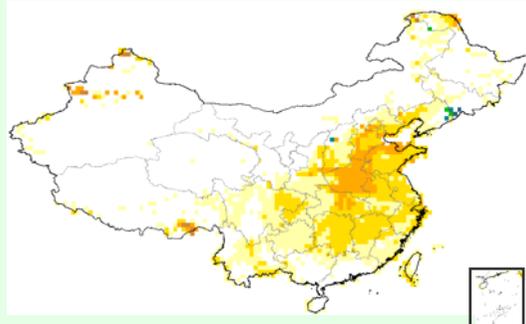
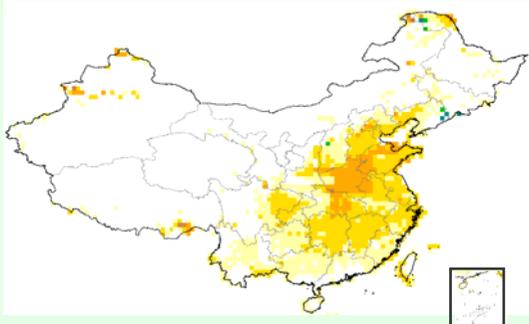


Climate

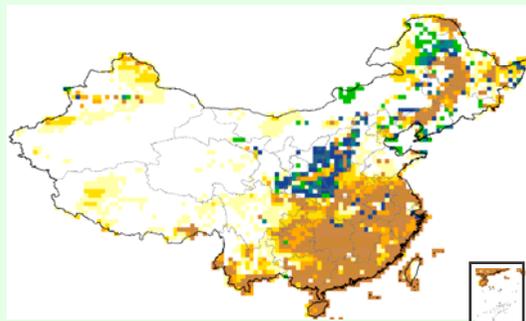
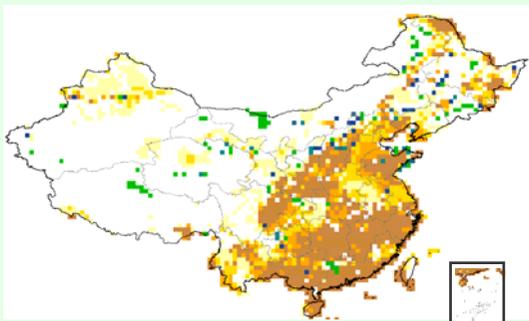
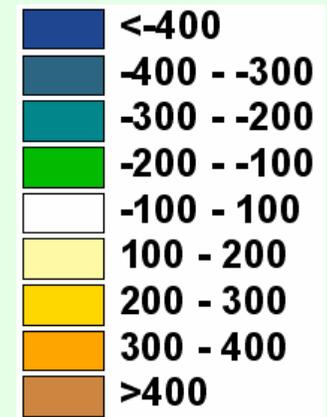
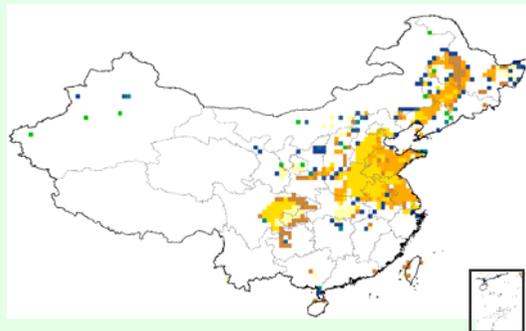
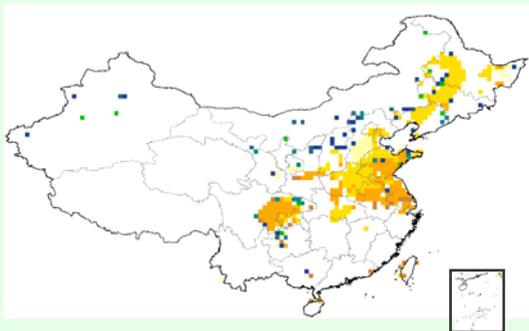
Carbon Storage

Units : $\text{gC}/\text{m}^2/10 \text{ yr}$

CO₂

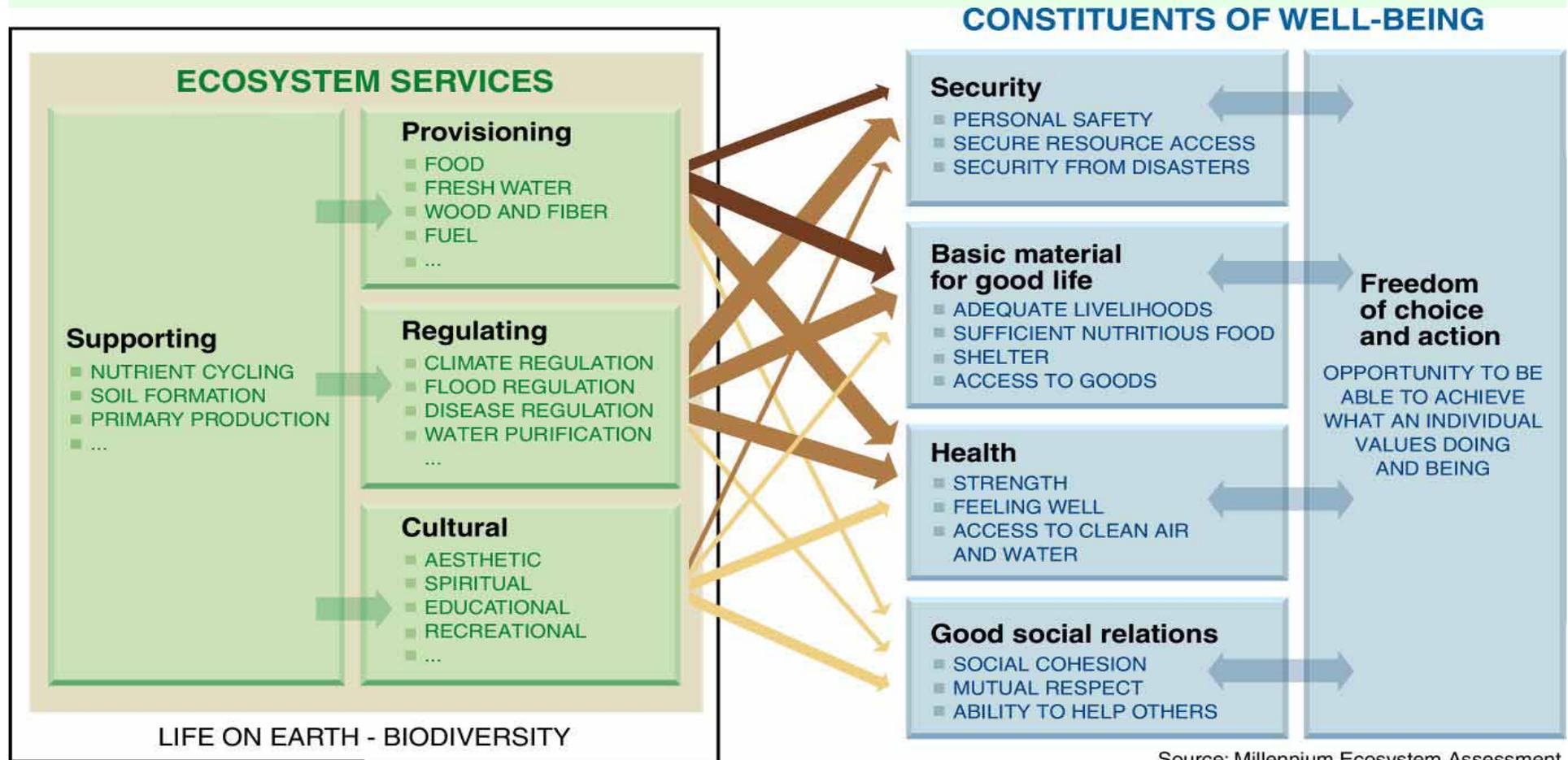


LUCC



Climate+CO₂+LUCC

宏观生态效应2：生态系统变化



Source: Millennium Ecosystem Assessment

ARROW'S COLOR
Potential for mediation by socioeconomic factors

- Low
- Medium
- High

ARROW'S WIDTH
Intensity of linkages between ecosystem services and human well-being

- Weak
- Medium
- Strong

全球尺度

局域尺度

可以采取的策略和干预

人类福利和减少贫困

- 健康与疾病
- 环境安全
- 文化安全
- 经济安全
- 公平

基本(间接)驱动

- 人口数量变化
- 经济变化
- 社会和政治变化
- 技术变化
- 生活方式和行为变化

生态系统及其服务功能
(地球上的生物)

- 支持 (生物多样性以及生态系统过程)
- 供应 (食物、水、纤维、能源及其它生物产品)
- 文化 (文化、审美)

直接驱动

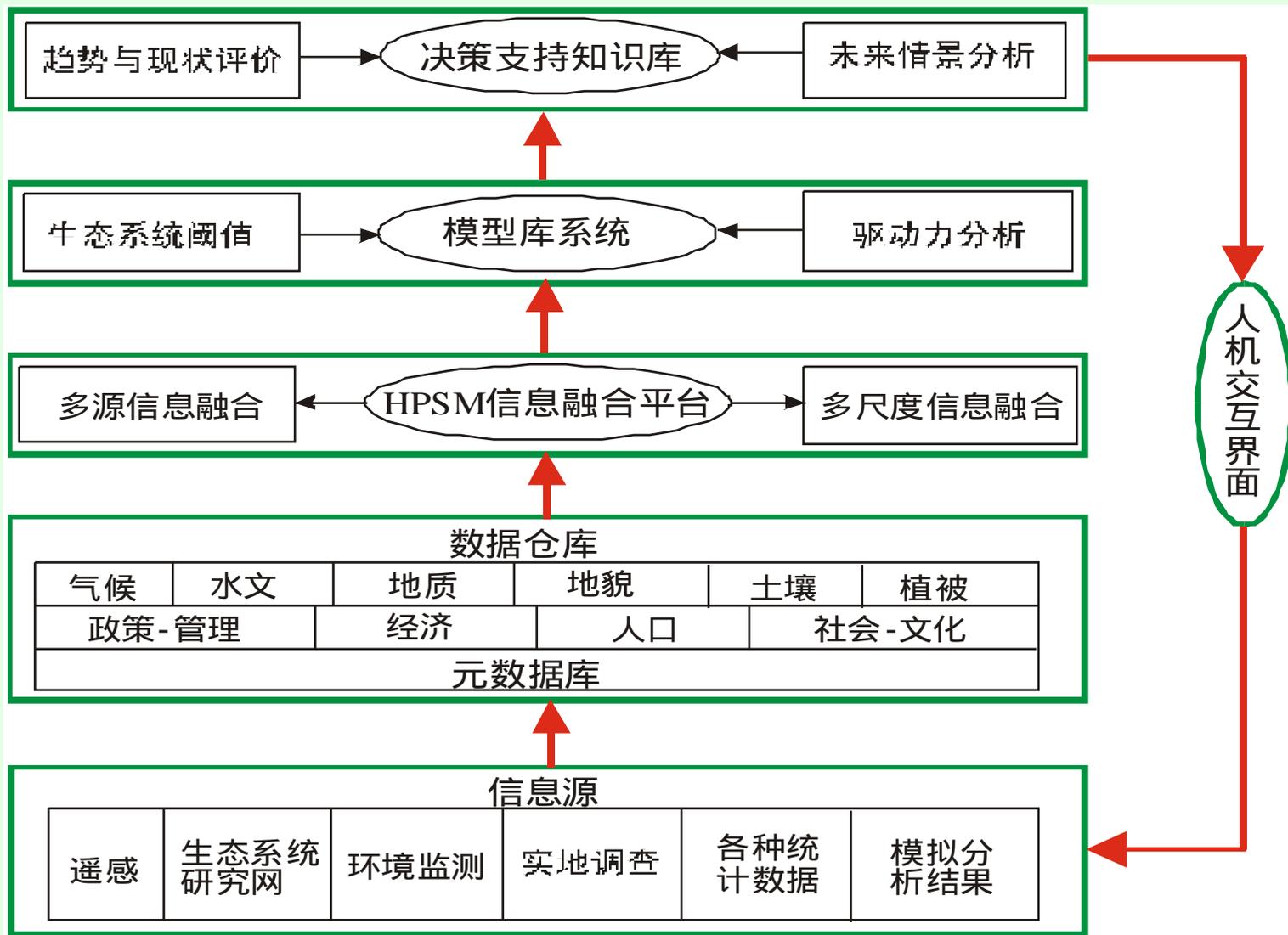
- 气候变化
- 土地、水利用和覆盖变化
- 输入因素 (例如灌溉、施肥等)
- 污染
- 收获
- 营养流失
- 物种介入

MA的概念框架

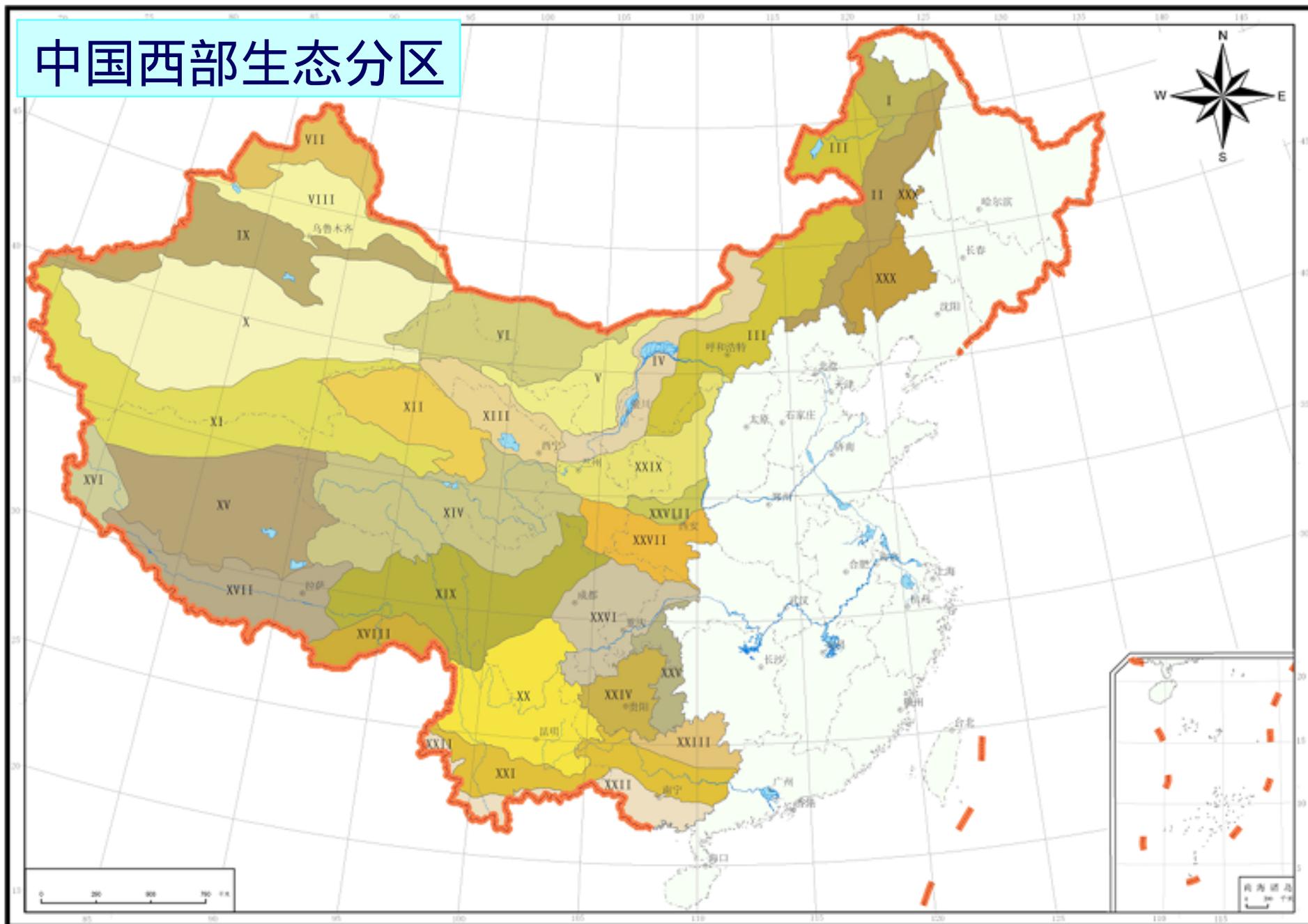
研究区概况



西部生态系统综合评估系统



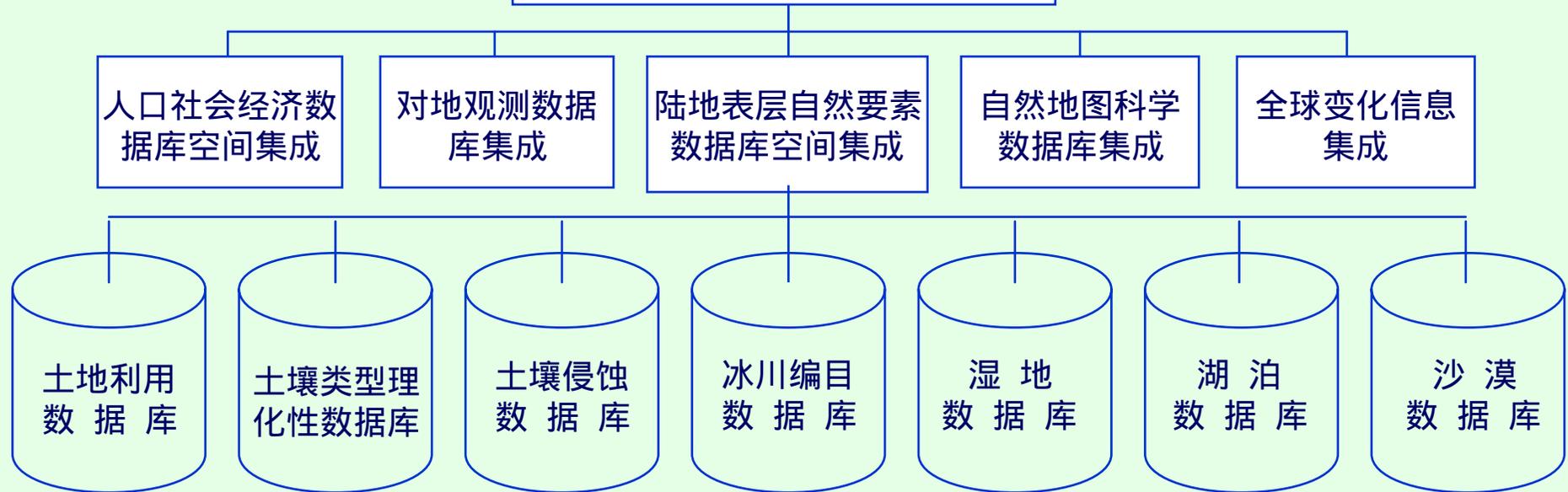
中国西部生态分区



中国西部生态系统综合评估的数据库集成

- ❖ 为了满足西部生态系统综合评估项目的数据需求，项目组在充分集成既有数据积累的基础上，构建了资源环境时空信息平台。
- ❖ 资源环境数据平台通过网络向不同子课题组用户提供相关数据的元数据以及数据的网络申请以及向特定用户提供数据服务。

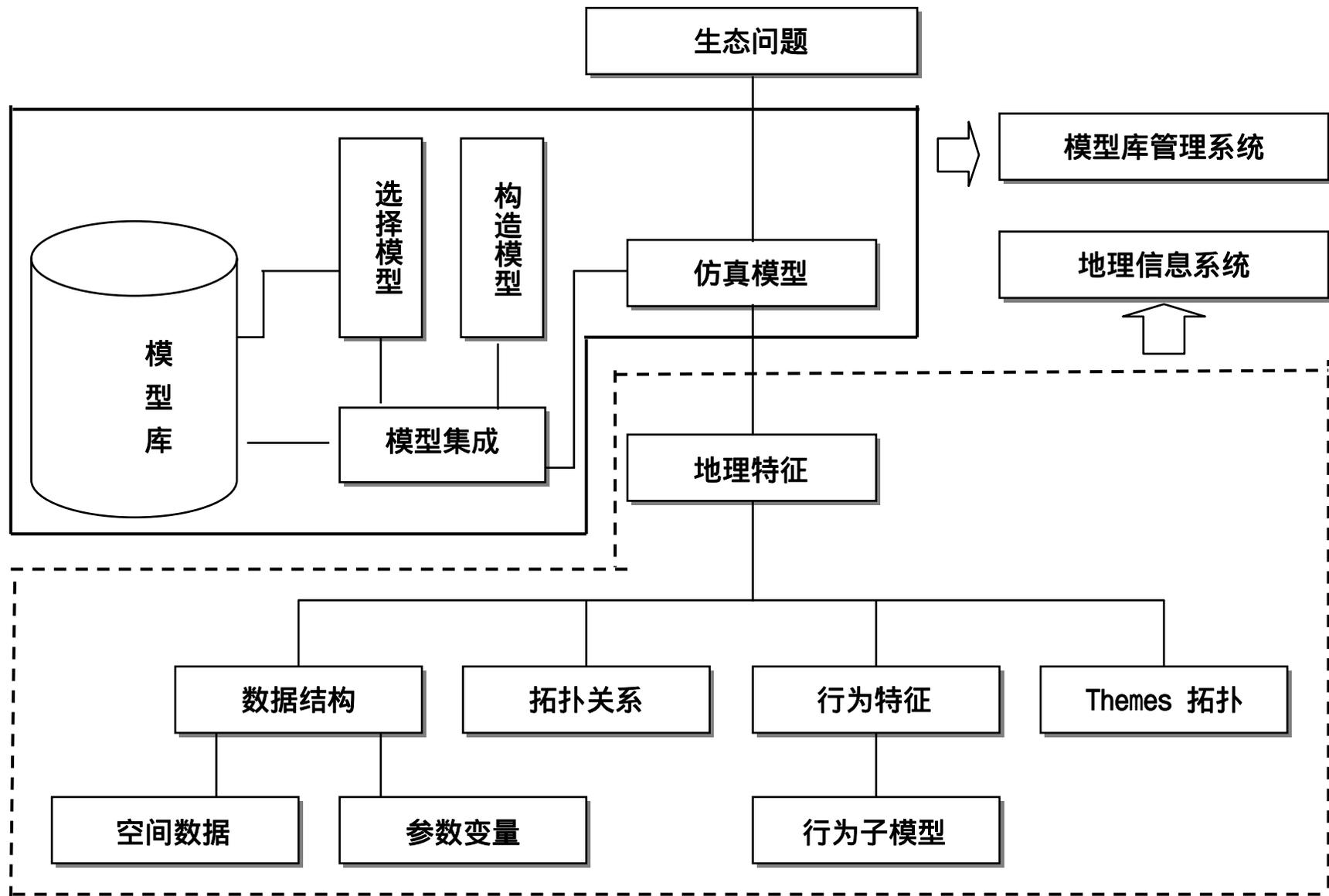
中国西部生态系统综合评估的数据库集成系统平台



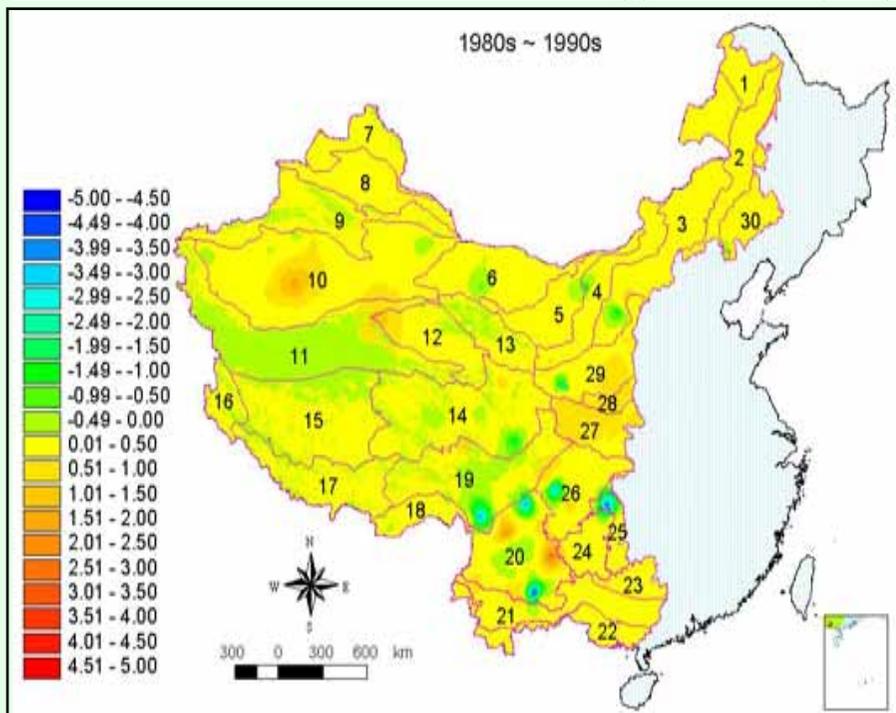
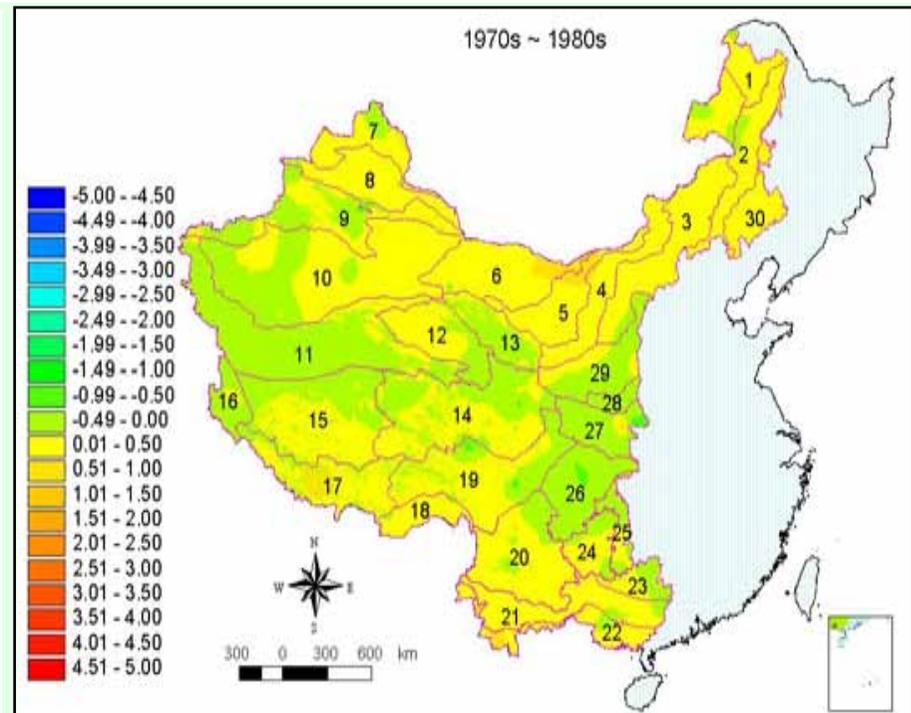
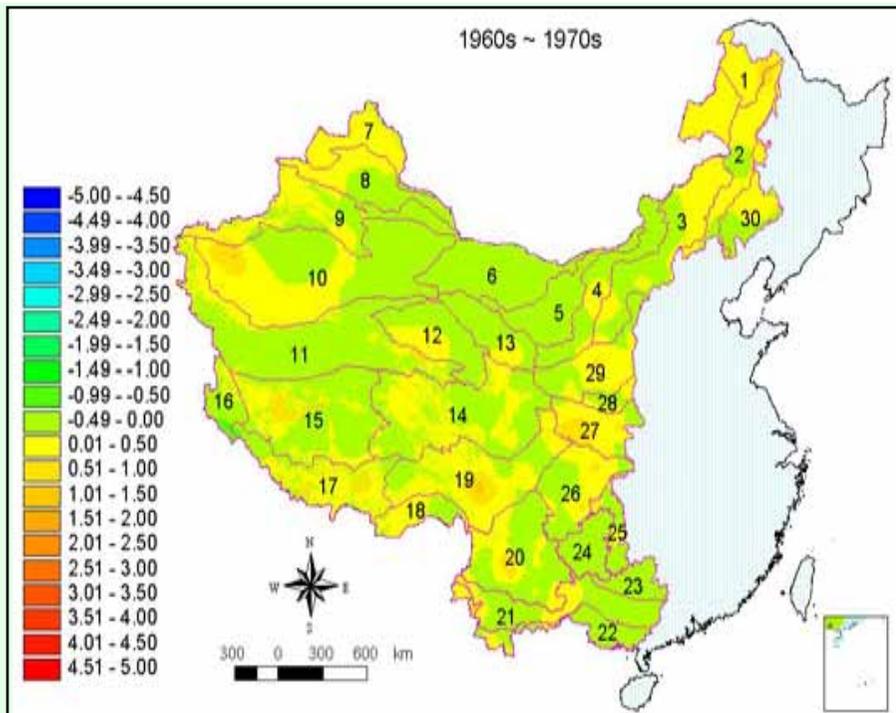
中国西部生态系统综合评估的数据库集成系统平台

专业模型构建

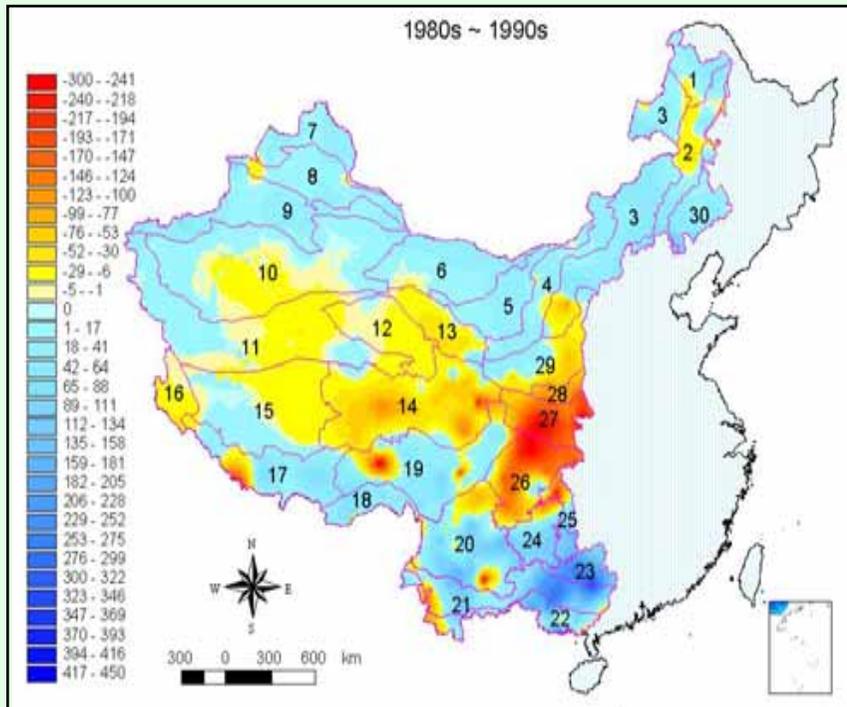
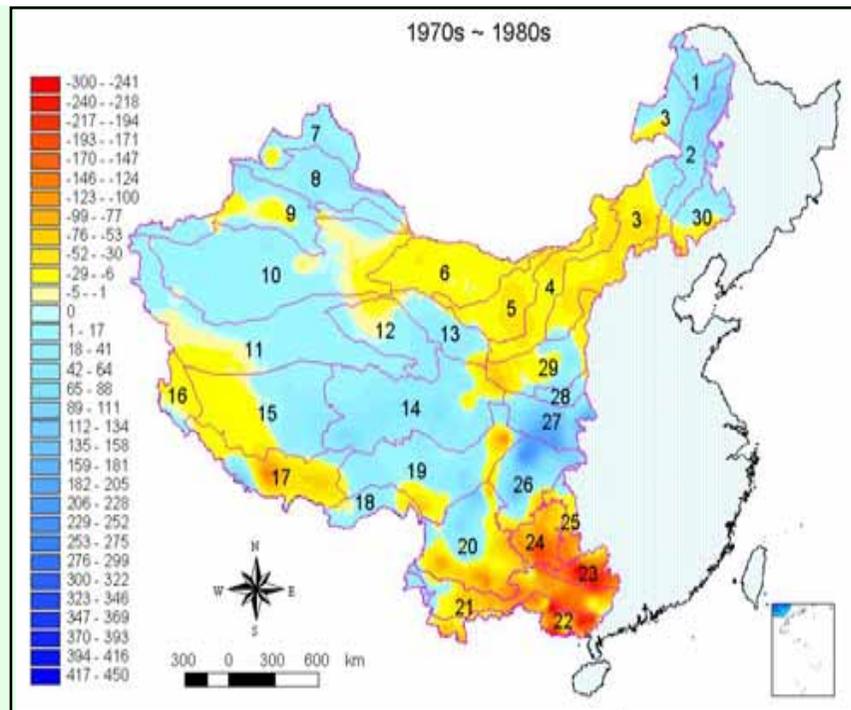
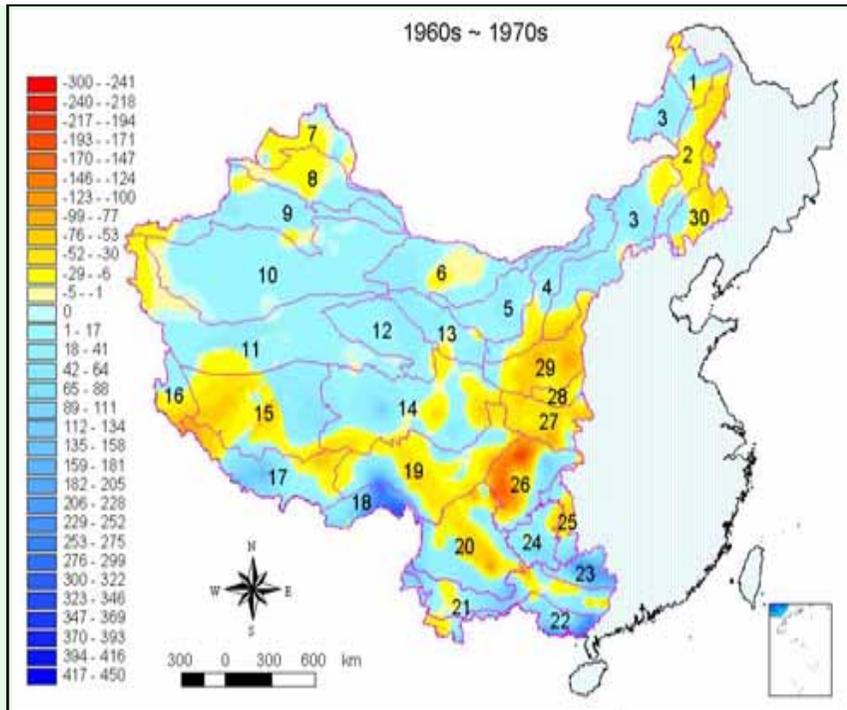
- ❖ 高精度曲面建模：解决多尺度问题的一种新方法
- ❖ 气温变化空间插值模型
- ❖ 陆地生态系统空间分布HLZ分析模型
- ❖ 多尺度生态多样性模型
- ❖ 斑块连通性模型
- ❖ CEVSA生态过程模型
- ❖ 陆地生态系统食物供给功能评估模型
- ❖ SMPD人口分布曲面模型
- ❖ 阈值模型
- ❖ 土地利用时空变化模型
- ❖



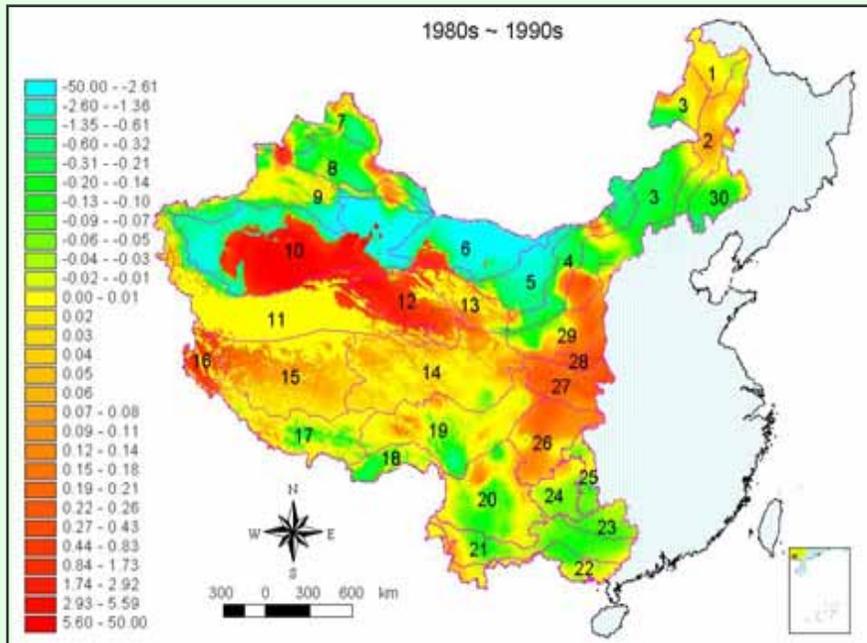
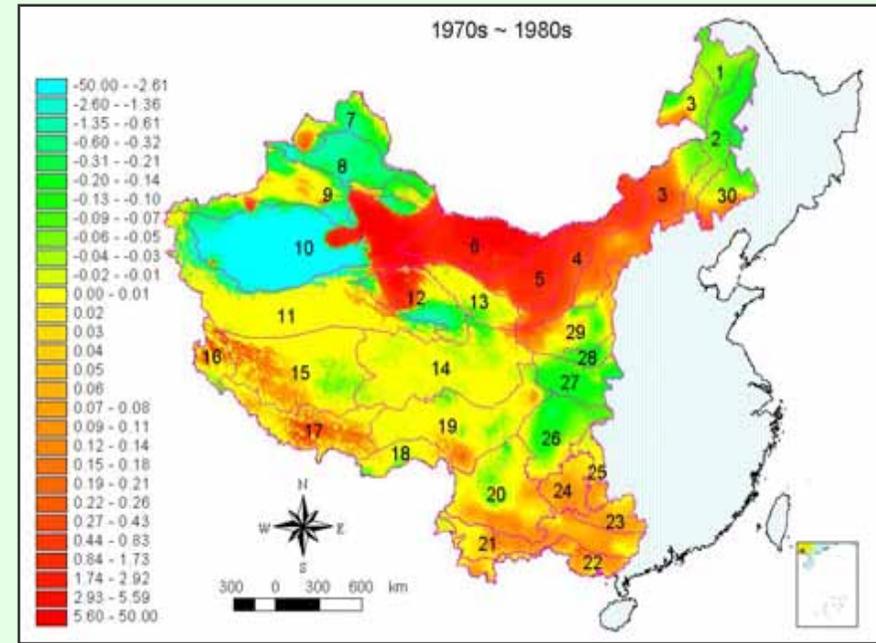
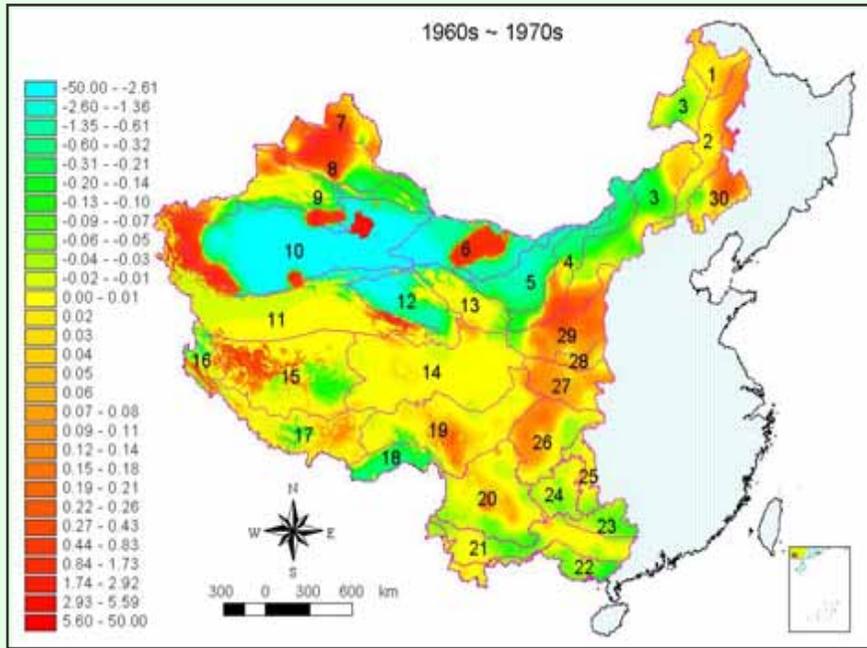
模型库系统与GIS集成



Changes of the mean decadal bio-temperature from 1960s to 1990s

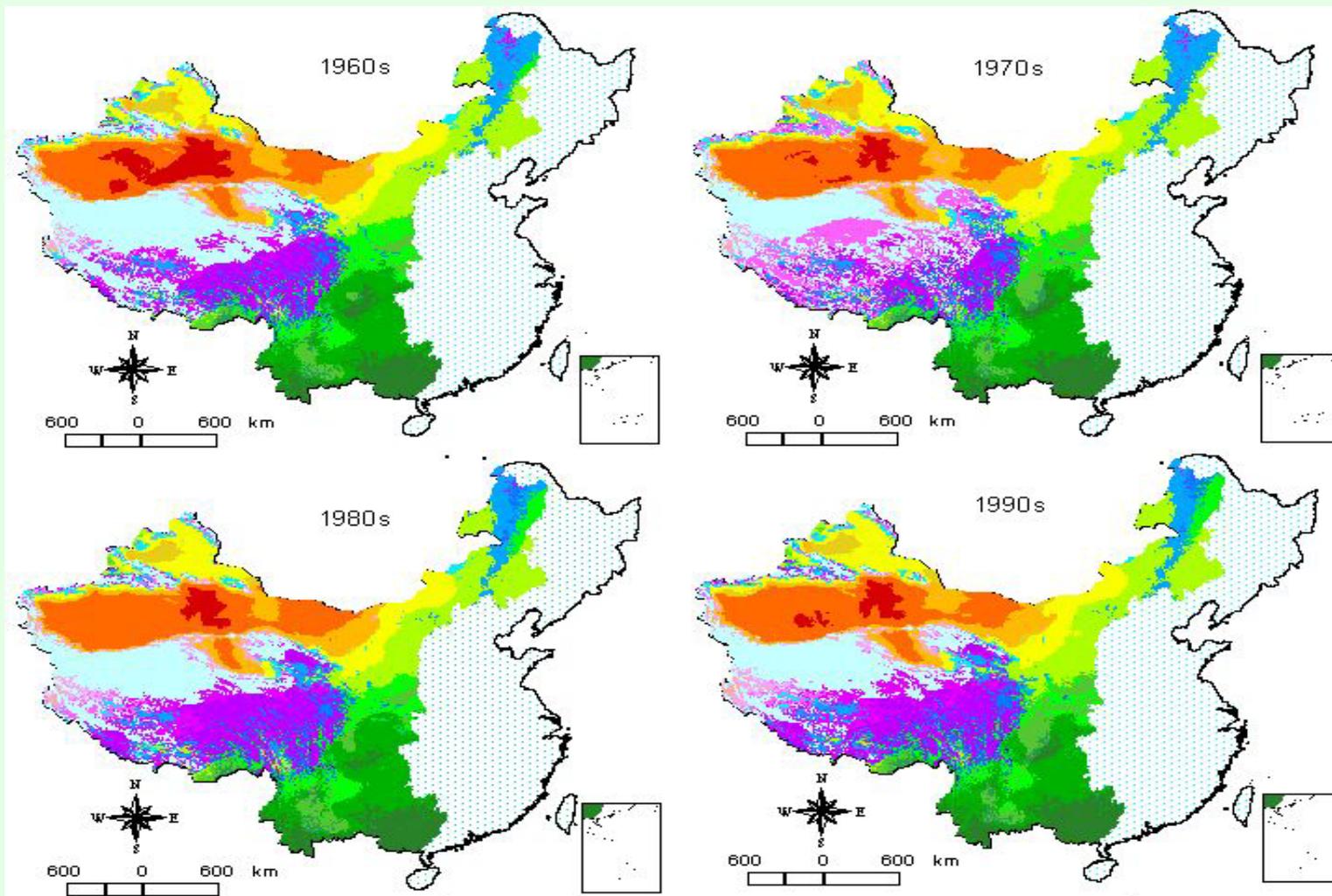


Changes of the mean annual precipitation from 1960s to 1990s



Changes of the average potential evapotranspiration from 1960s to 1990s

中国西部HLZ生态系统空间分布的变化趋势

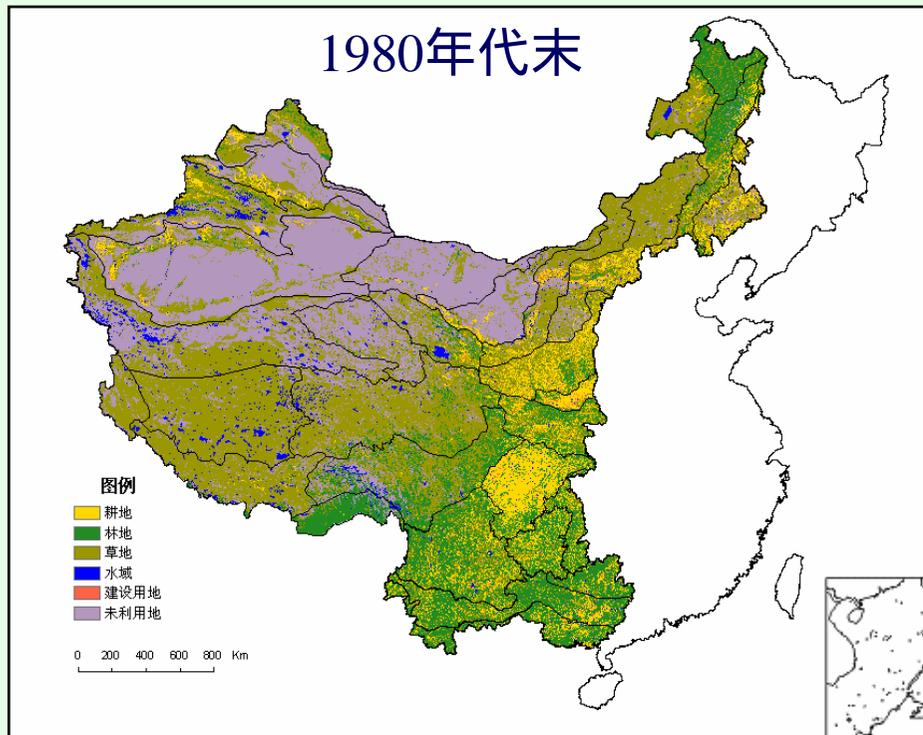


图例

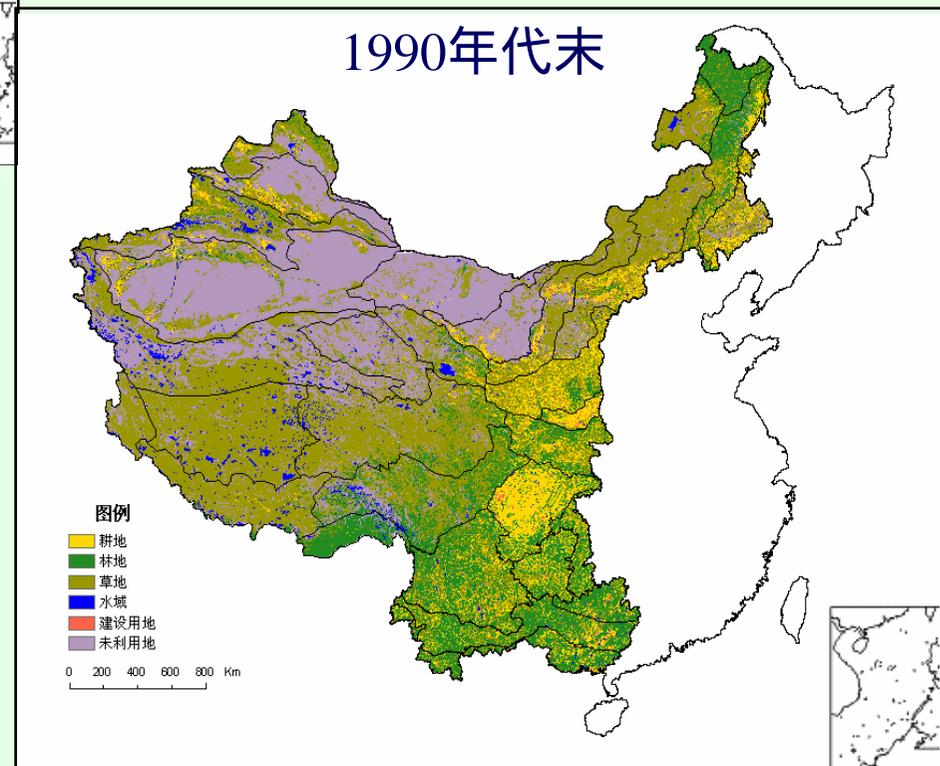
- | | | | |
|--------|---------|---------|---------|
| 冰雪 | 北方湿润森林 | 冷温带潮湿森林 | 亚热带有刺疏林 |
| 高山干苔原 | 北方潮湿森林 | 暖温带荒漠灌丛 | 亚热带干旱森林 |
| 高山湿润苔原 | 北方雨林 | 冷温带荒漠 | 亚热带潮湿森林 |
| 高山潮湿苔原 | 冷温带荒漠 | 冷温带灌丛 | 热带荒漠 |
| 北方干旱 | 冷温带灌丛 | 冷温带草原 | 热带干旱森林 |
| 北方干旱灌丛 | 冷温带草原 | 冷温带湿润森林 | 热带湿润森林 |
| | 冷温带湿润森林 | 暖温带潮湿森林 | |
| | | 暖温带荒漠灌丛 | |
| | | 暖温带有刺草原 | |
| | | 暖温带干旱森林 | |
| | | 暖温带湿润森林 | |
| | | 暖温带潮湿森林 | |

土地利用现状与 变化趋势

1980年代末

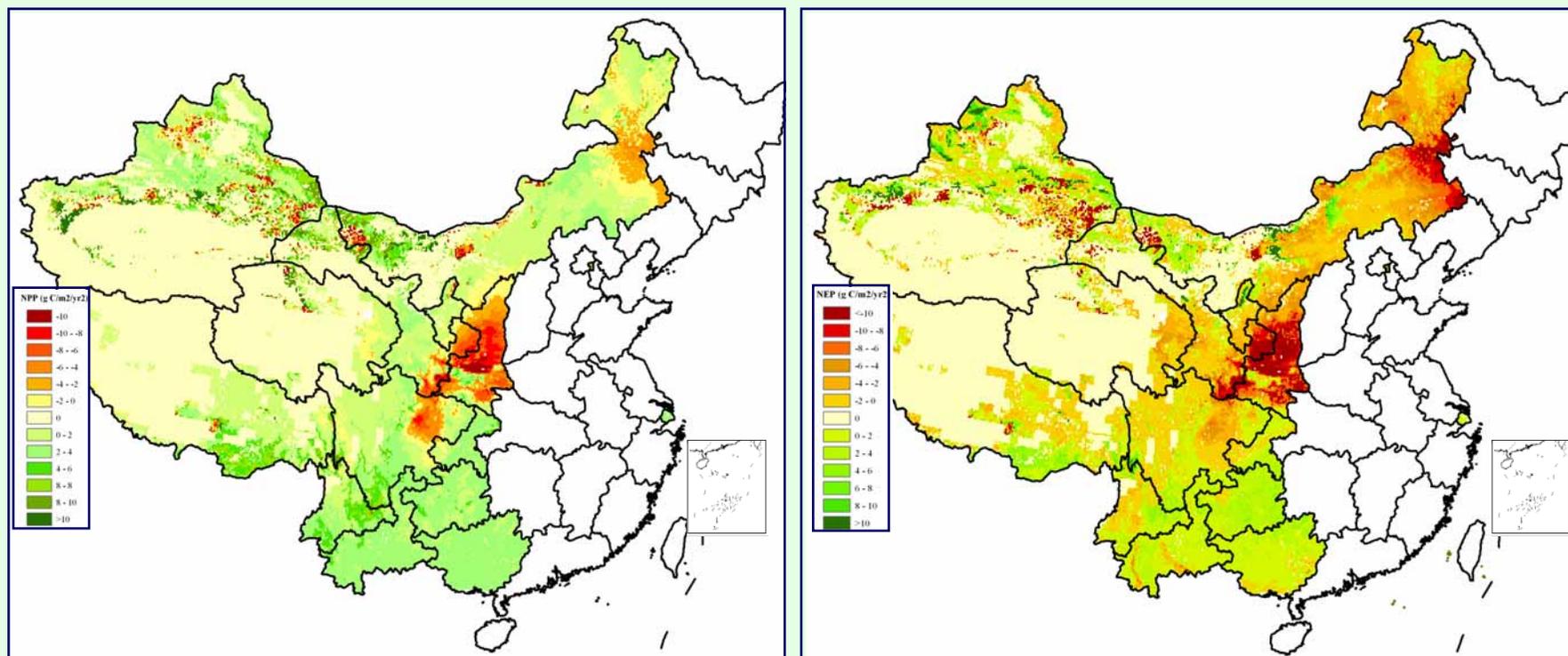


1990年代末



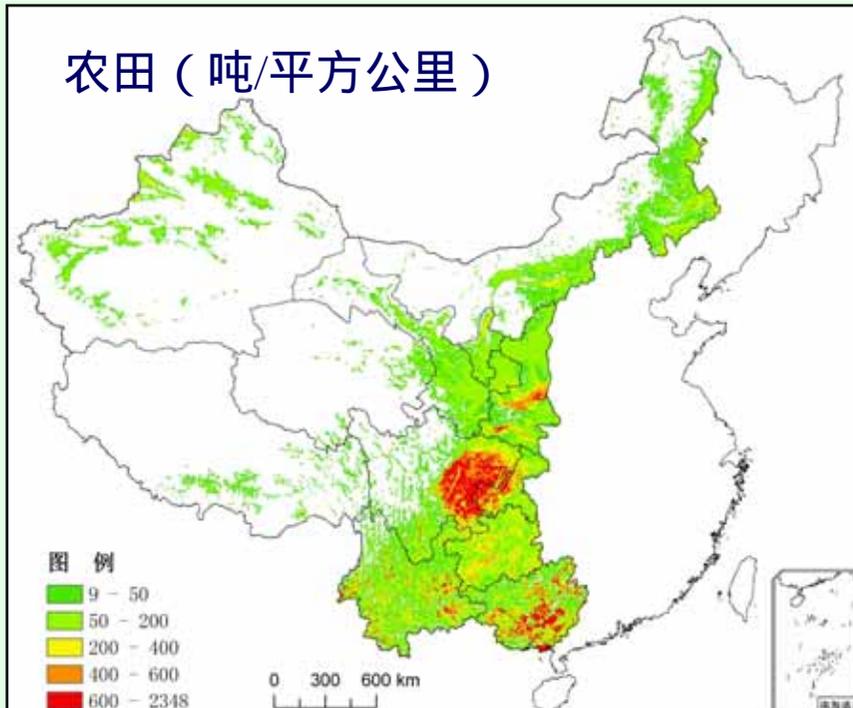
基于陆地卫星TM数据的土地利用图

西部地区陆地生态系统NPP与NEP变化趋势 (1980-2000)

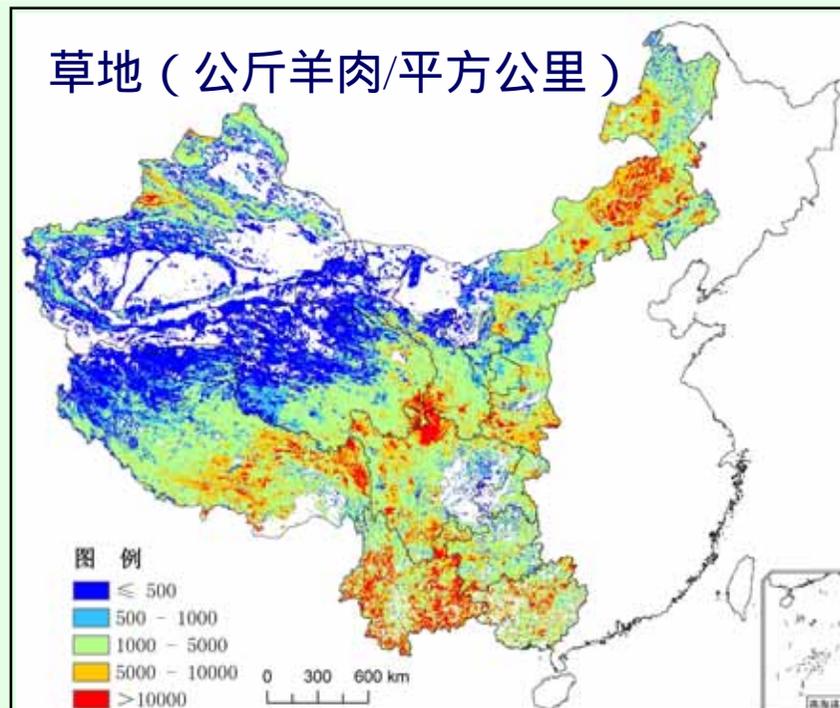


CEVSA模拟的中国西部地区NPP（左）和NEP（右）变化趋势图

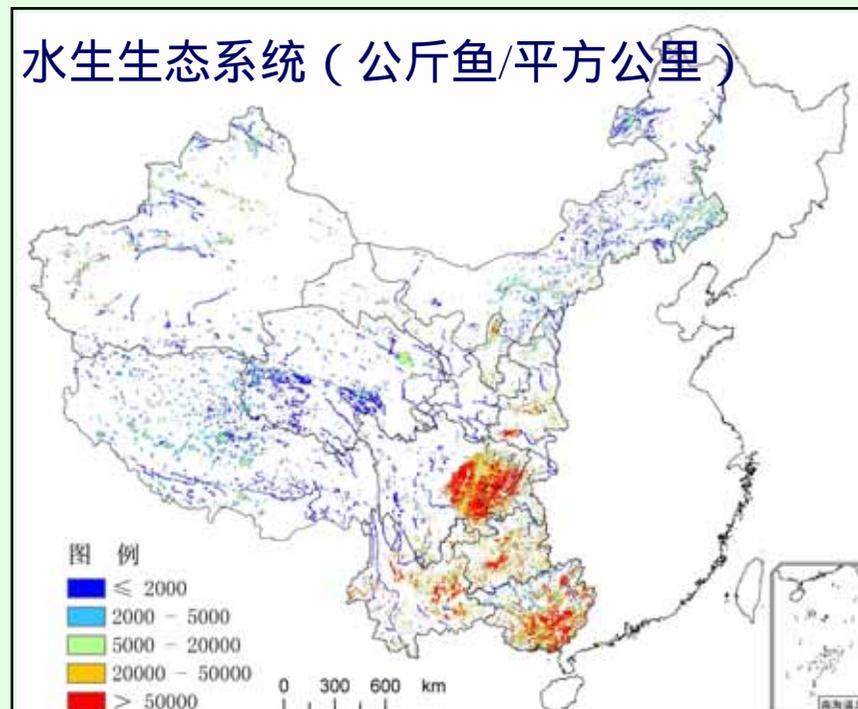
农田（吨/平方公里）



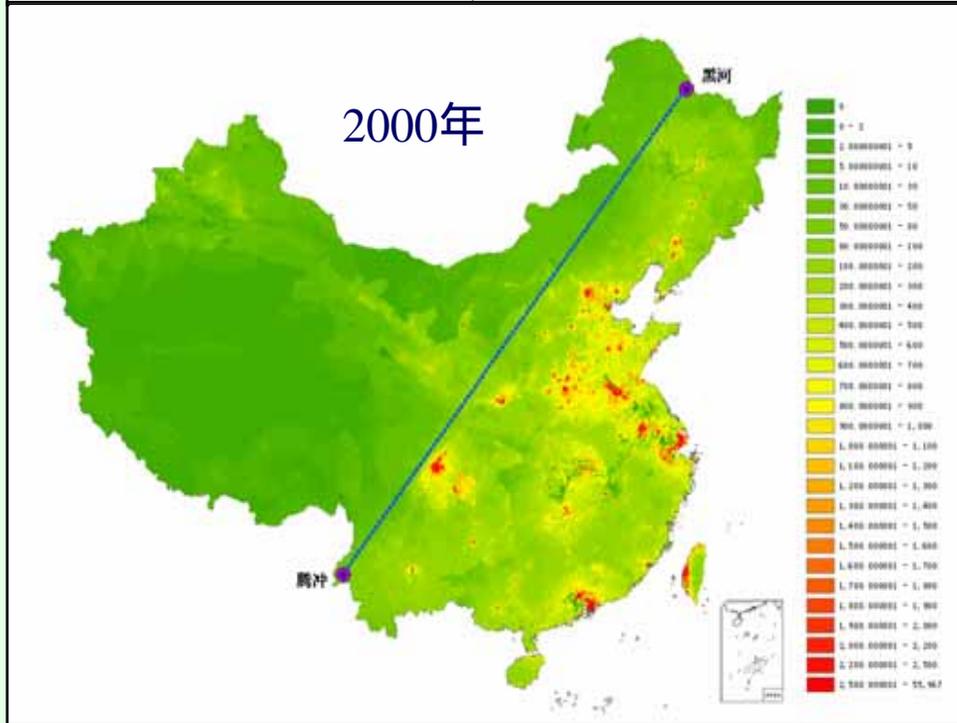
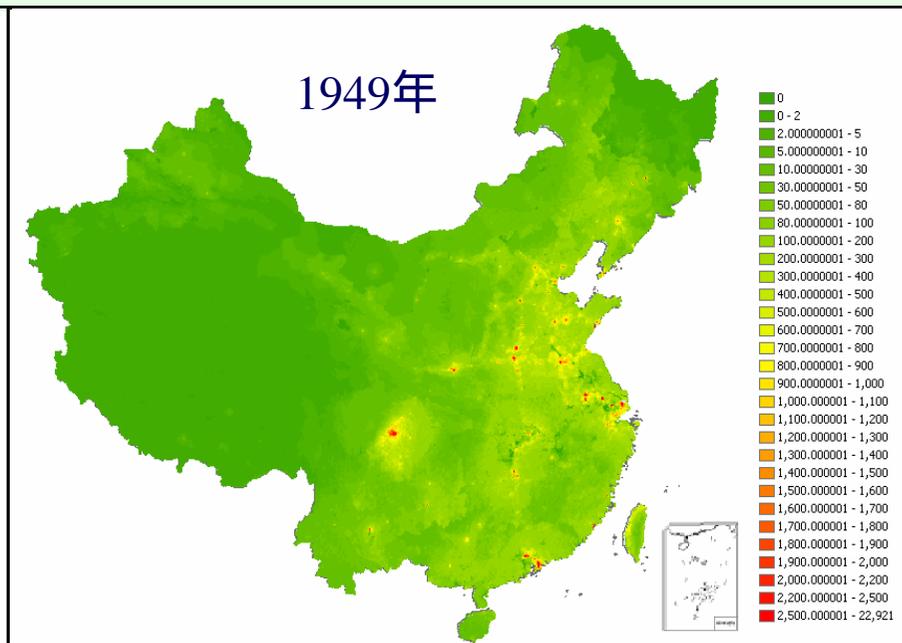
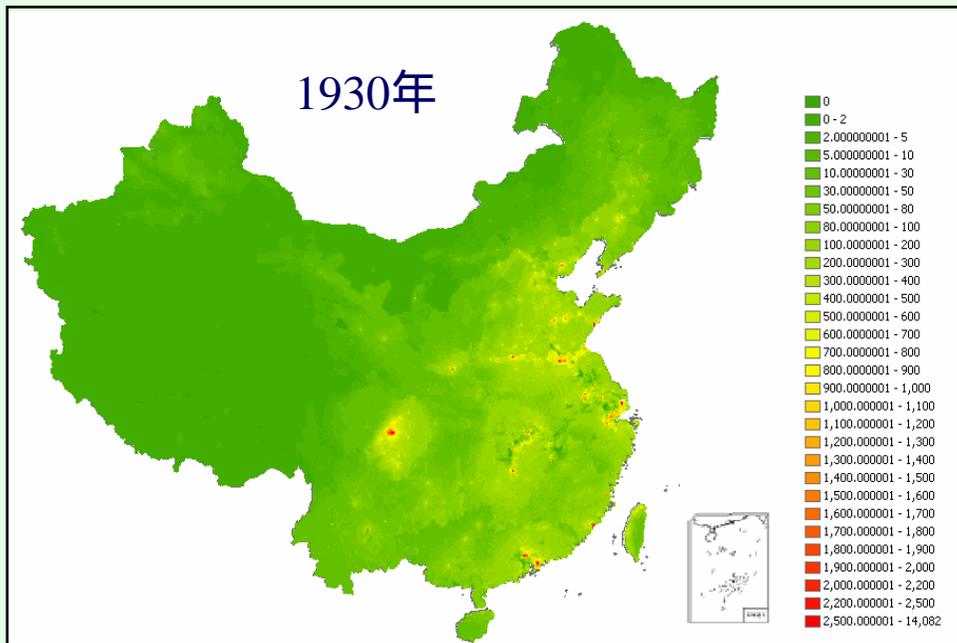
草地（公斤羊肉/平方公里）



水生生态系统（公斤鱼/平方公里）

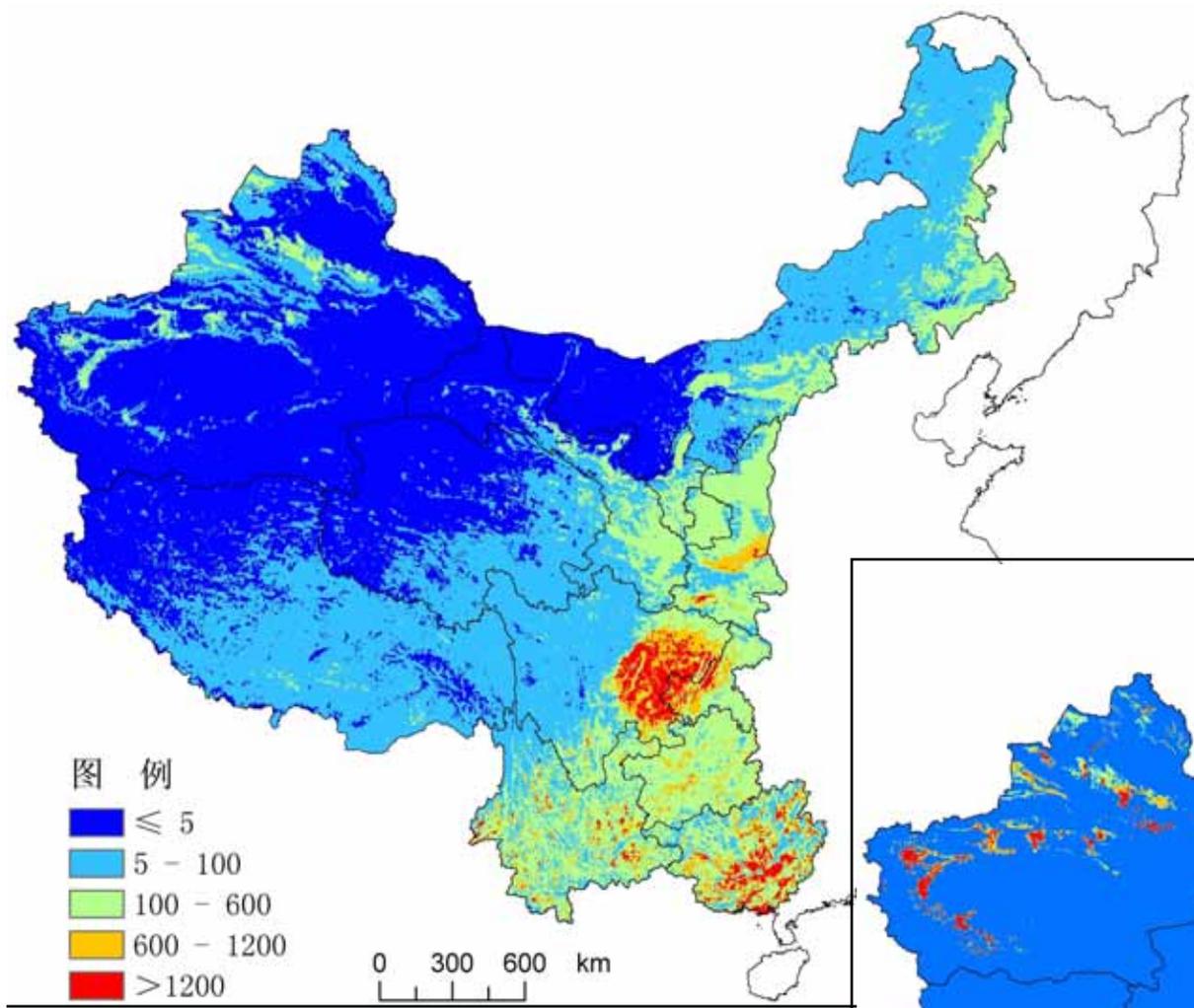


中国西部地区生态系统 食物供给功能

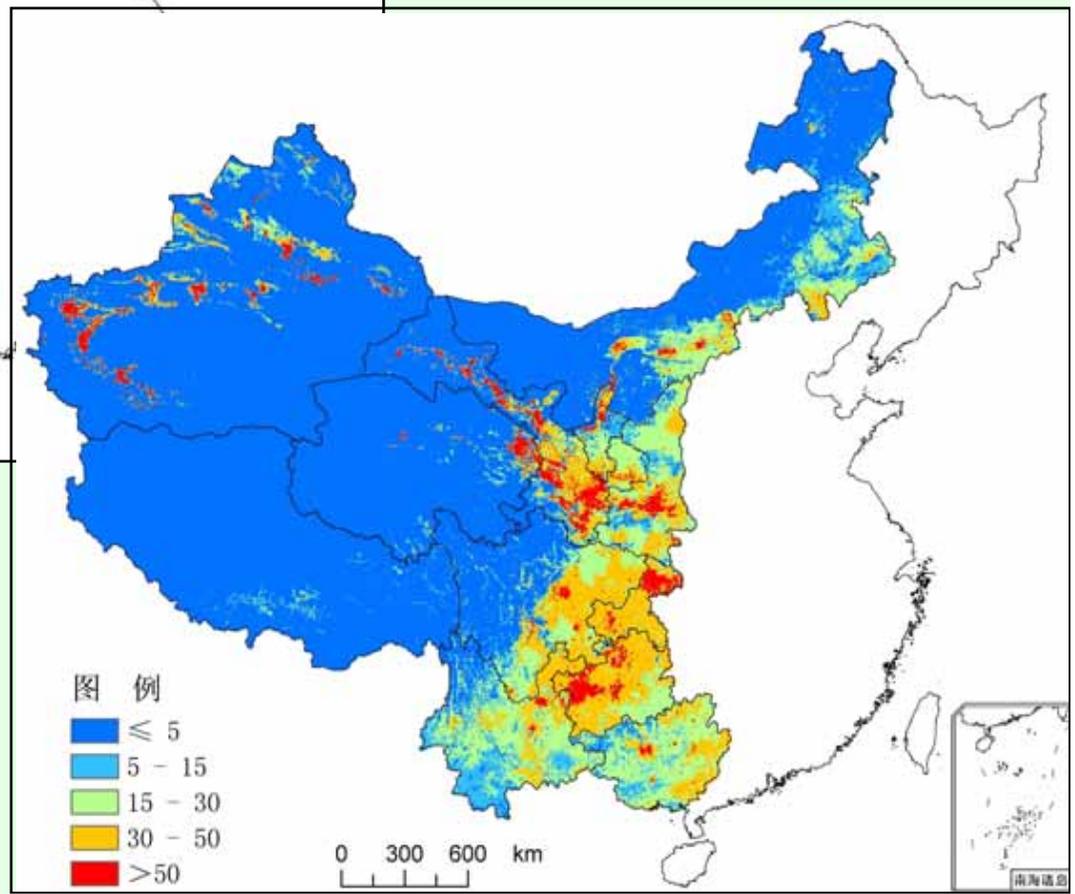


中国人口分布变化趋势
(单位:人/平方公里)

西部地区生态系统人口承载力
(人/平方公里)



西部地区生态系统人口压力
(人/平方公里)



基本状况与趋势

- ❖ 评估结果表明，由于气候变化和人类活动双重驱动力的作用，近20年来我国西部地区各类生态系统都存在不同程度的退化，永久冰雪面积持续减小，荒漠面积增加；但生态系统多样性呈增加趋势，是我国的重要碳汇。就生态系统承载力而言，大城市周边地区、甘肃、陕西、宁夏和贵州的部分地区有超载现象，但整个西部地区整体上还有少量承载潜力。

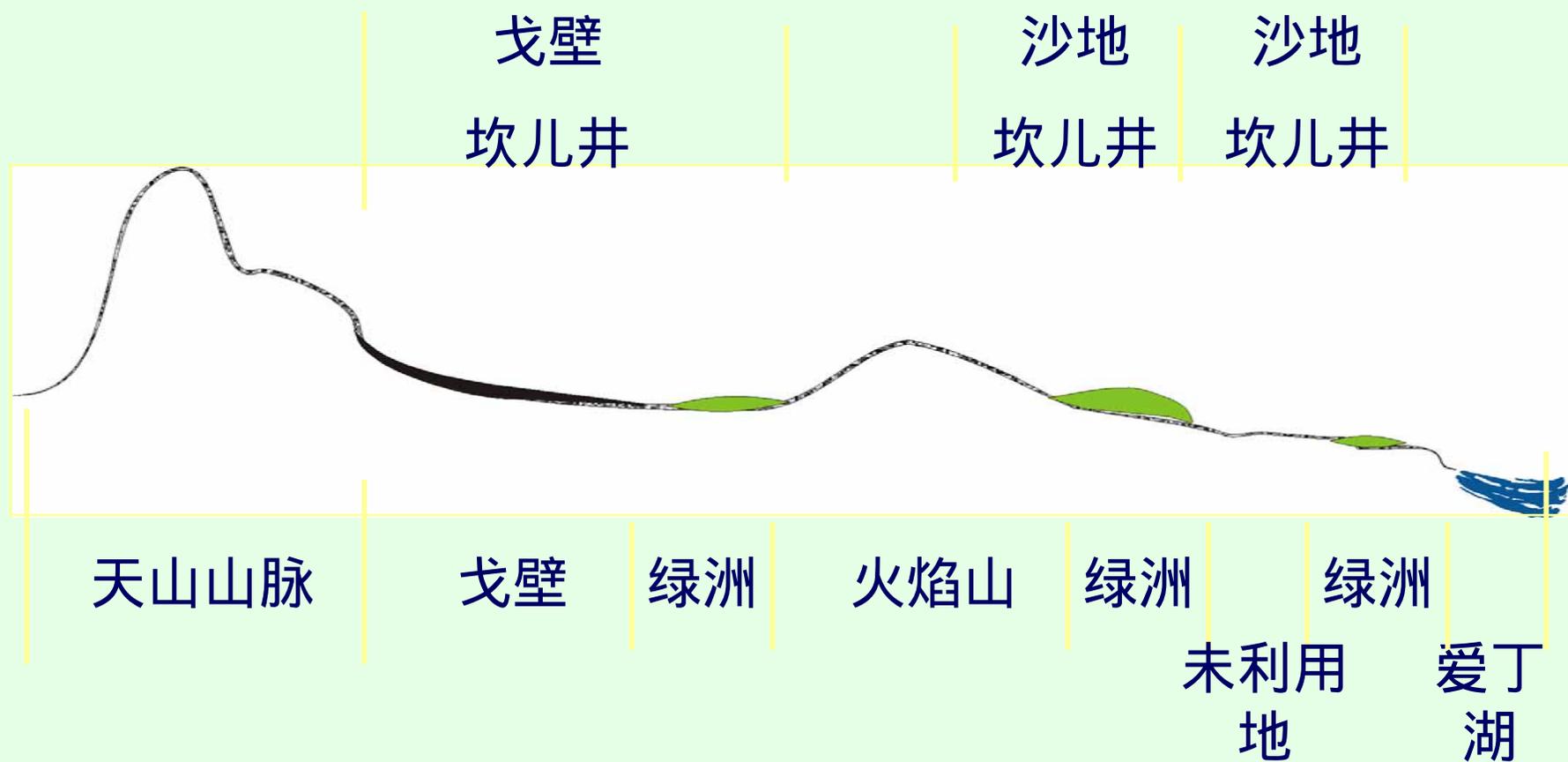
中国西部资源、环境、生态的主要矛盾

- ❖ 初级林业及畜牧业的发展与植被破坏加重的矛盾
- ❖ 工农业和生活用水量增大与水资源日趋紧张的矛盾
- ❖ 经济的快速发展与沙漠化继续蔓延的矛盾
- ❖ 农牧业发展与水土流失加剧的矛盾
- ❖ 湿地围垦与保护湿地的冲突
- ❖ 人类的强度开发活动与各种灾害频繁发生的矛盾
- ❖ 发展工业与环境污染的矛盾

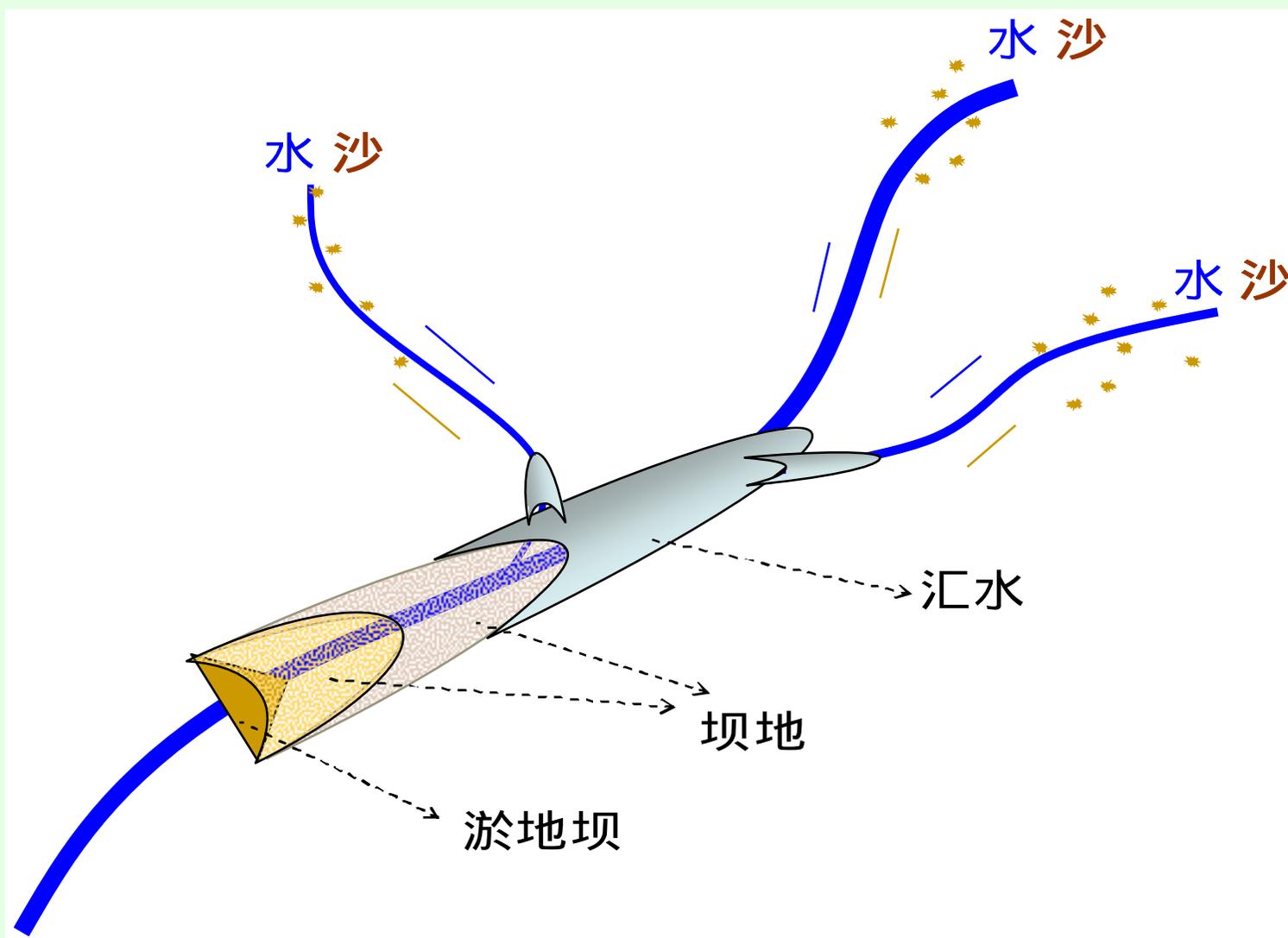
人与生态系统关系的优化模式

❖ 通过在9个典型区的深入研究和评估工作，MAWEC揭示了不同生态地带和生态系统中生态系统服务功能和人类福利的关键冲突，提炼出一些有效的人与生态系统关系的优化模式，对保障西部生态系统可持续性提供了范例。

坎儿井模式（水供给服务功能的维护）



甘肃省庆阳市淤地坝建设的生态效益和经济效益



沟道治理示意图

“千烟洲模式”

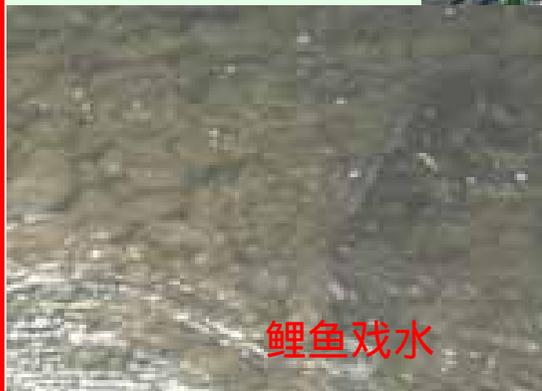
丘上林草丘间塘
河谷滩地果鱼粮
畜牧水产相成链
加工流通两兴旺



林间草地



蜜橘垂枝



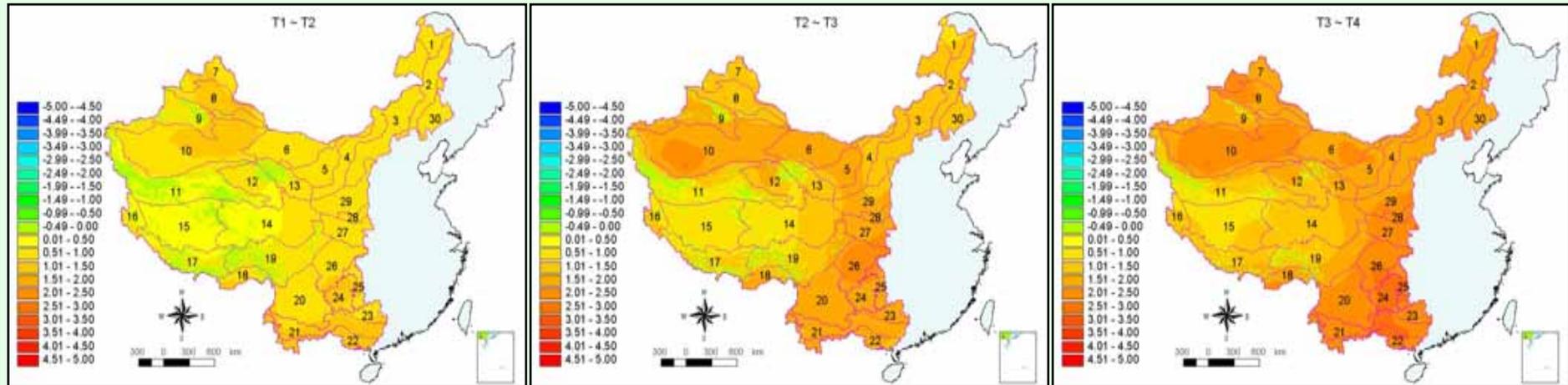
鲤鱼戏水



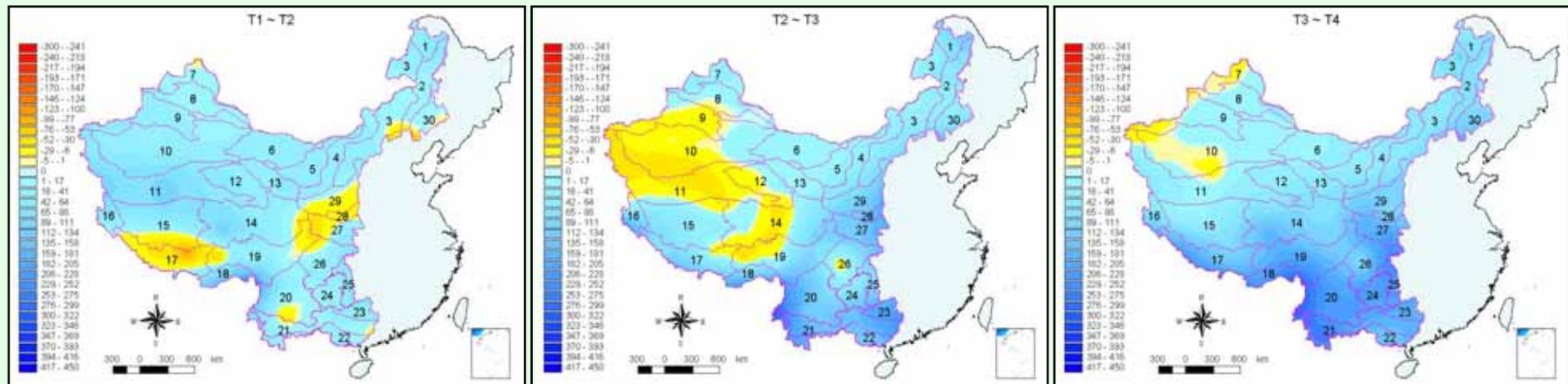
青山绿水

情景分析

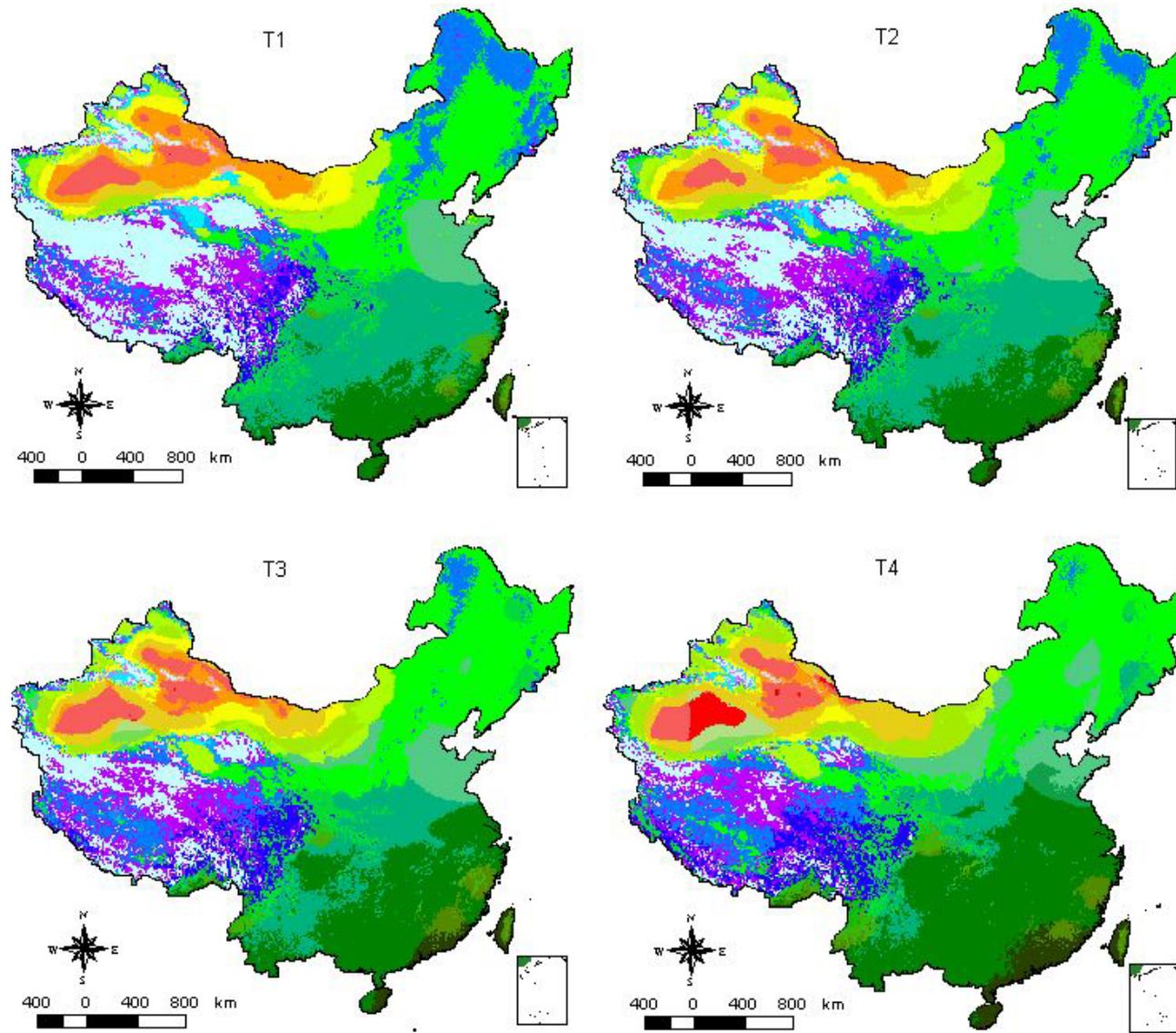
- ❖ 气候变化情景
- ❖ 陆地生态系统未来情景
- ❖ 土地覆被未来情景
- ❖ 食物供给功能情景
- ❖ 中国西部地区人口承载力情景
- ❖ 中国西部发展的未来情景



Bio-temperature change based on HadCM3 A1FI



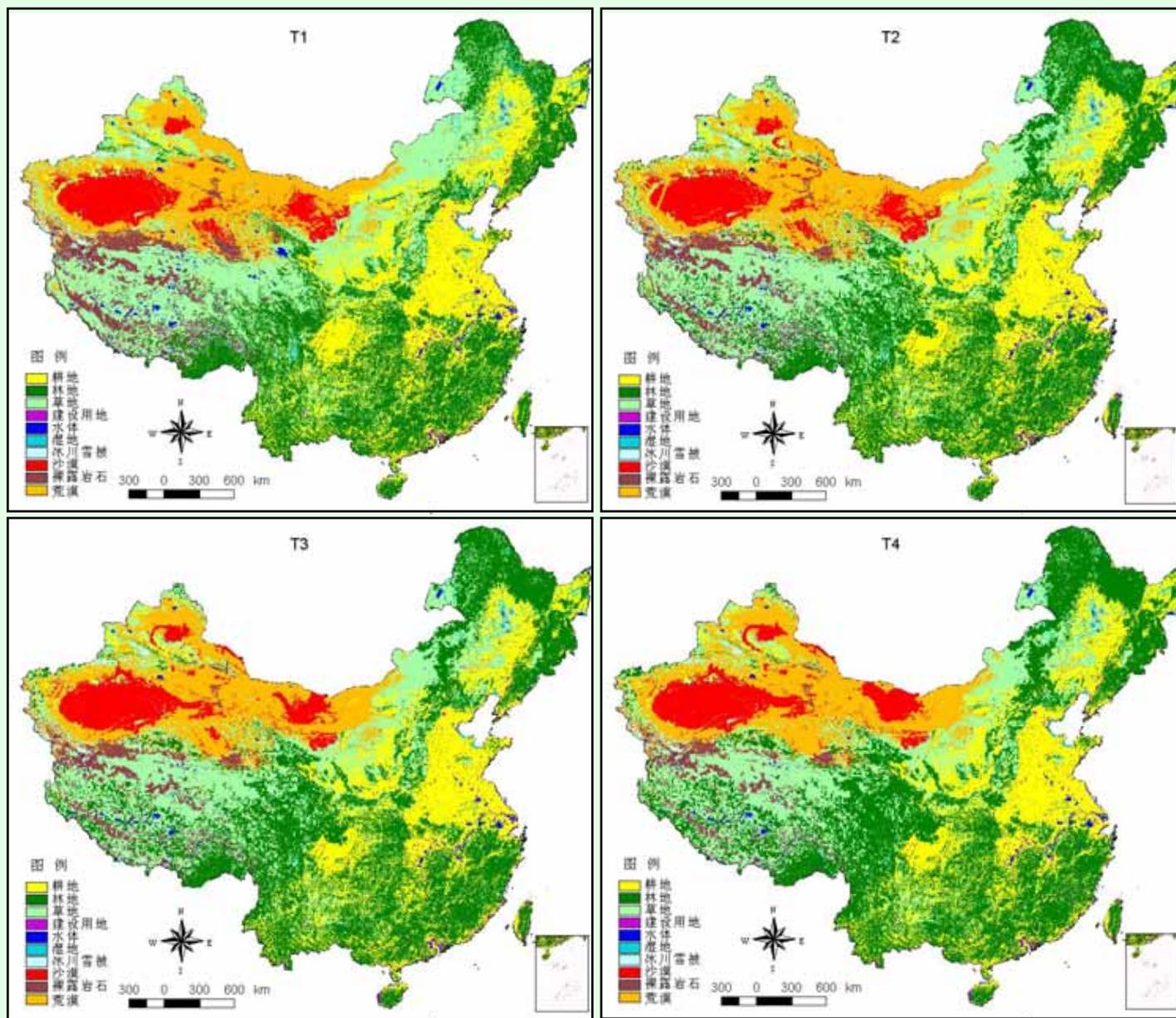
Precipitation change based on HadCM3 A1FI



图例

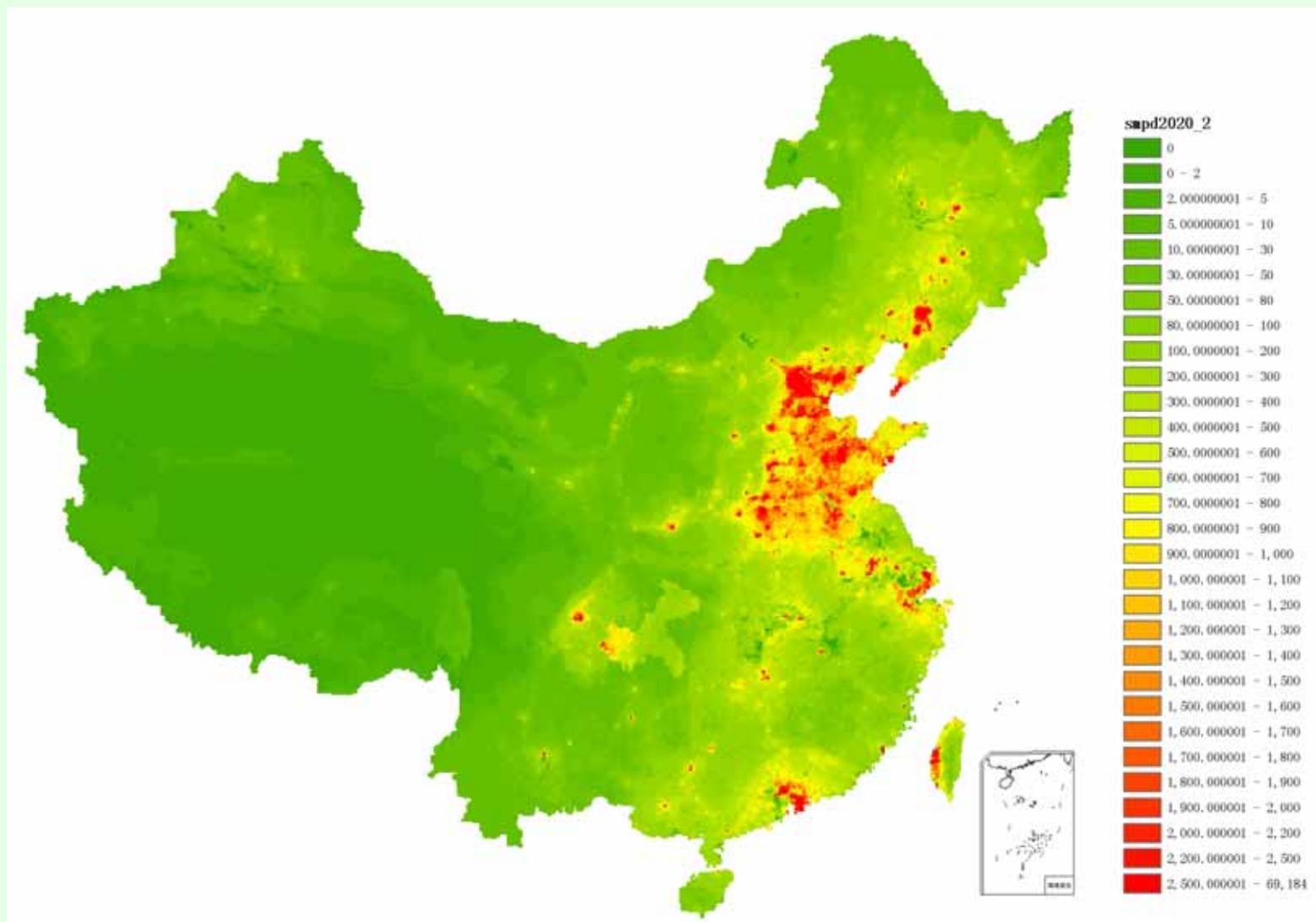
- | | | | |
|--------|---------|---------|---------|
| 冰雪 | 北方雨林 | 暖温带刺草原 | 亚热带潮湿森林 |
| 高山干苔原 | 冷温带荒漠 | 暖温带干旱森林 | 热带荒漠 |
| 高山湿润苔原 | 冷温带灌丛 | 暖温带湿润森林 | 热带很干森林 |
| 高山潮湿苔原 | 冷温带草原 | 暖温带潮湿森林 | 热带干旱森林 |
| 高山雨苔原 | 冷温带湿润森林 | 亚热带荒漠灌丛 | 热带湿润森林 |
| 北方荒漠 | 冷温带潮湿森林 | 亚热带有刺疏林 | 热带潮湿森林 |
| 北方干旱灌丛 | 冷温带雨林 | 亚热带干旱森林 | |
| 北方湿润森林 | 暖温带荒漠 | 亚热带湿润森林 | |
| 北方潮湿森林 | 暖温带荒漠灌丛 | | |

基于HadCM3A1FI
的中国HLZ陆地生
态系统空间分布
(T1、T2、T3和T4
分别代表 1961-1990
年、2010-2039年、
2040-2069年和2070-
2099年)



中国基于HadCM3B2a的土地覆被未来情景

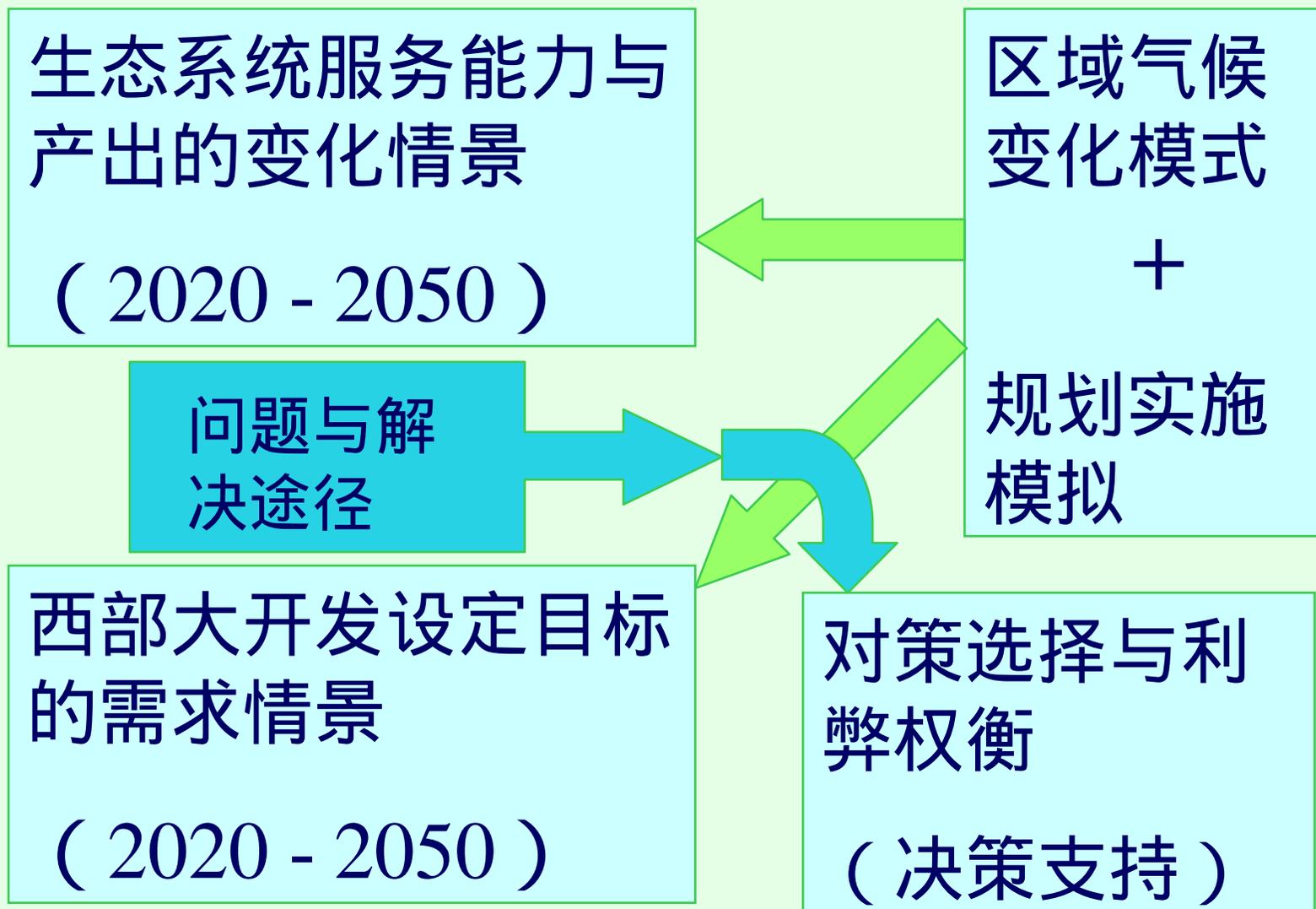
(T1、 T2、 T3和T4分别代表 1961-1990年、 2010-2039年、 2040-2069年和2070-2099年)



2020年中国人口空间分布情景II (单位：人/平方公里)

- ❖ 在未来的50至100年中，生态系统多样性和林地覆盖面积有较大增加，各类生态系统生产力提高，碳汇作用加强。
- ❖ 但是，温度升高将导致青藏高原和西北地区永久冰雪地带的持续退缩，西北地区的荒漠面积仍会低速扩展。
- ❖ 西部地区生态系统的食物供给功能整体上将处于上升态势，根据人口增长趋势分析，西部地区生态系统承载力能够保障西部地区本世纪的人口发展，但局部地区人地系统矛盾突出。
- ❖ 如果开展有效的生态系统保护与修复，那么西部生态系统将会呈现出良性发展的趋势；反之，如果人类活动强度超出生态系统自身系统平衡调控范围，那么未来西部生态系统将会维持目前的退化趋势，甚至加速退化。

MA情景预测（西部区域气候变化和规划实施的驱动）



西部MA的对策与建议

- ❖ 通过生态功能区划，有区域针对性地进行生态建设，指导人类在特定生态地带和生态系统内的行为，避免盲目无序的开发
- ❖ 将建立节水型社会作为西部发展的基本对策
- ❖ 实施以保护和恢复林草植被为核心的荒漠化防治工程
- ❖ 建立并完善一套完整并能延续的政策体系
- ❖ 在全国范围内全面推行东西部生态补偿机制

❖ 重点建设典型区的评估运行系统（如三江源自然保护区、黄土高原重点退耕还林还草区、江西省鄱阳湖流域等），使地方各级生态系统主管部门熟悉MA框架与方法，为其生态保护与恢复工作提供全面的决策支撑。

MA框架与方法的启发：

以青海省三江源生态建设工程的生态成效评估为例.....

李津成副省长带领省环保局有关同志到中科院地理科学与资源研究所调研、咨询有关生态系统综合评估的相关工作和科研进展情况



三江源自然保护区服务功能的提炼：国家目标



如何真正提高评估的针对性（功能、空间）

	生态系统功能评估排序			
	功能1	功能2	功能3	功能4
核心区	支持	调节	文化	供给
缓冲区	调节	支持	供给	文化
实验区	调节	供给	支持	文化

1. 土地利用变化的科学问题与方法论前沿
2. 中国当前的土地利用变化特征
3. 土地利用变化的人文驱动力
4. 土地利用变化的宏观生态效应
5. 讨论

讨论

- 深入了解土地利用变化的现代过程，掌握其驱动机制，对于认识人类活动对陆地系统的影响，进而科学调控人类的土地利用行为，具有十分重要的意义。
- 中国土地利用变化的现代过程已经给陆地生态系统带来了重大影响，采用地球信息科学方法可以有效揭示土地利用变化现代过程的宏观生态效应，同时定量区分陆地生态系统变化中的气候和LUCC驱动力。

展望

- 以野外台站观测试验和资源环境时空信息分析为基础的集成科学研究条件，包括资源环境时空信息平台构建、资源环境数据的获取、处理和分析的技术与共享机制，将成为土地利用变化及其宏观生态效应研究的核心技术支撑体系
- 发展地球信息科学和“自上而下”与“自下而上”集成研究方法，以不同时空尺度的土地利用格局与过程研究为重点，可以揭示自然和人类活动共同影响下陆地系统中物质与能量的空间分布格局、迁移转化规律和形成演化机理，以及系统各组成要素间的相互作用机制，建立全球变化和国家科学发展情景下人与生态系统相互适应的模式。

谢谢！