



Climate Change Impacts and Adaptation Research

气候变化影响、脆弱性及适应对策研究：方法与实例

殷永元 Yongyuan Yin

清华大学地球系统科学中心，地球系统科学前沿课
2013-12-9，北京，中国



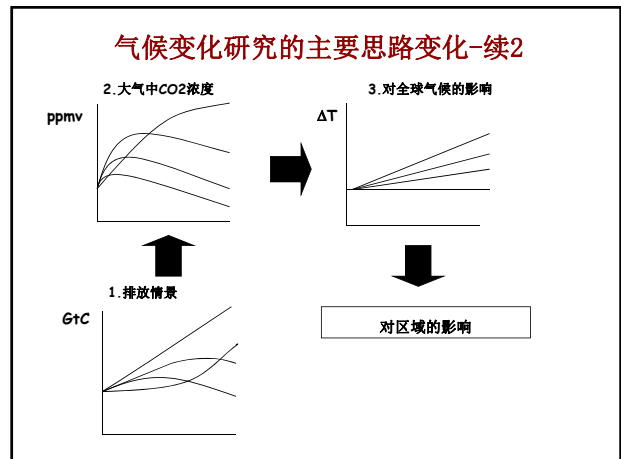
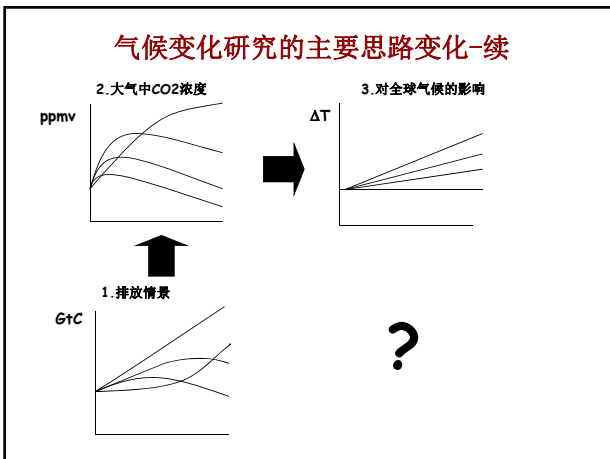
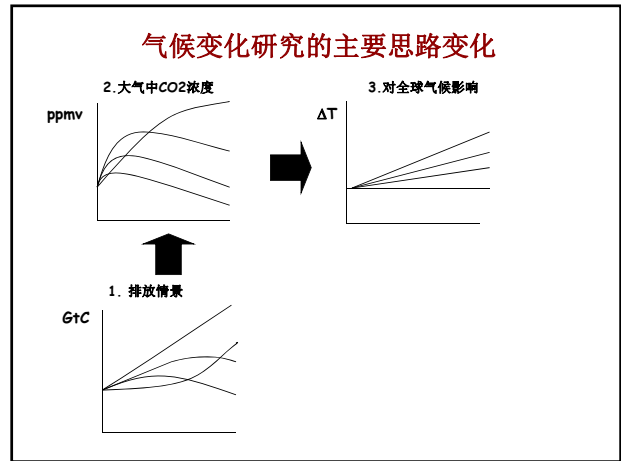
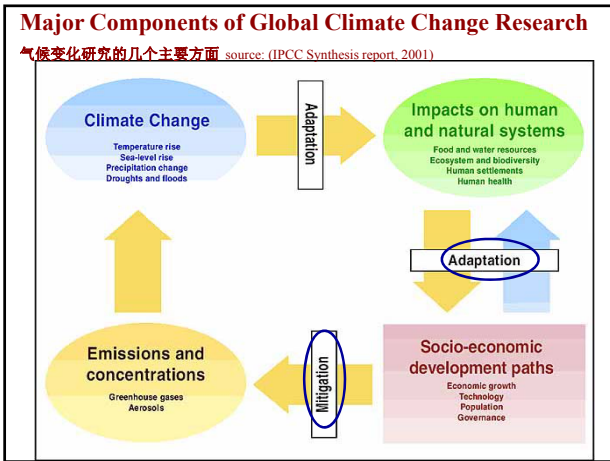
❖背景：气候变化科学、影响、脆弱性、风险、及适应对策评估

❖气候变化影响、脆弱性和适应对策研究的历史进程和方法

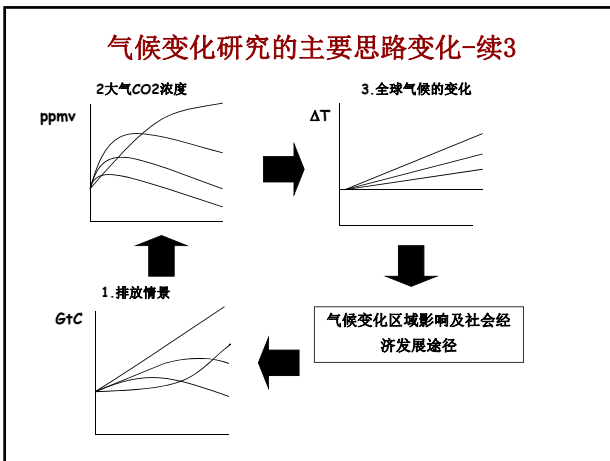
❖国际气候变化项目案例介绍

❖气候变化适应对策研究面临的挑战及未来研究方向建议

Content

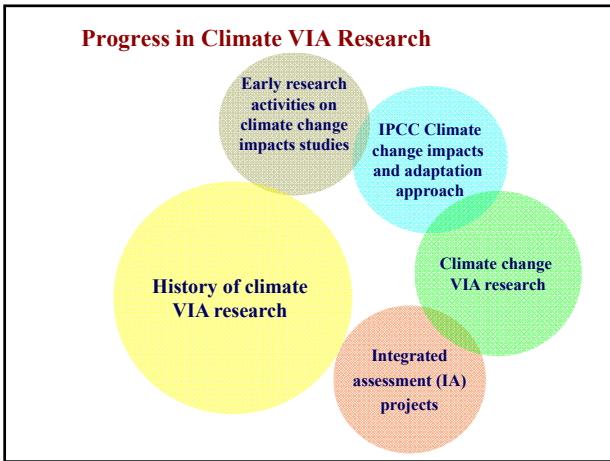
气候变化研究的主要思路变化-续3



气候变化研究进展

- 经过国际社会多年的努力，到1990年代中期，全球气候变化研究集中在气候科学研究，并取得明显进展（GCM, RCM）；
- 1990年代中期起，气候变化对策研究主要集中在减排对策，其评估方法的研究和应用为UNFCCC Kyoto Protocol提供决策依据；
- 认识到气候变化影响评估工作的重要性，更多的国家开始气候变化影响评估项目实施；
- 考虑到减排措施不足以完全防止气候影响，从本世纪初起，许多国家启动研究项目进行气候脆弱性及适应能力的研究，同时对适应对策、措施及战略在地方、区域及部门层面进行评估研究；
- 中国在这一阶段启动了很多大项目。

Progress in Climate VIA Research



常规气候变化影响评价途径

IPCC 技术指导方法包括七个主要分析步骤：

- 定义问题；
- 选择评价方法；
- 测试方法/开展灵敏度分析；
- 选择和应用气候变化情景；
- 评价对生物、自然和社会经济系统的影响；
- 评价自发适应；以及
- 评价适应规划策略。

Methods for Climate Change Impact Assessment

自然和生态系统研究

- 土地分类法
- 生态模拟：
 - CERES 小麦/玉米模型；EPIC；TAMW；森林-BGC模型
 - 这些模型包含植物生长和发展的重要生理学过程的参数化、蒸散发作用以及光合作用转换成经济收益的分配等作成部分。

社会影响评价方法

- 社会情景分析；调查和统计；Delphi；建模

经济影响评价方法

- 成本效益分析；投入-产出分析

土壤侵蚀—生产率关系模拟模型（EPIC）

- 土壤侵蚀生产率影响计算器（Erosion Productivity Impact Calculator, EPIC）模型，是气候变化影响评估研究人员比较熟悉的模拟工具。这一模型本来是土壤科学家设计并用来预测土壤侵蚀对作物生产率影响的生态模拟模型（Williams et al., 1983）。
- EPIC模型主要模拟土壤侵蚀对作物生长影响的物理过程，其中包括区域天气模拟、水文、土壤参数、作物生长、侵蚀与沉积、养分循环等方面。
- 另外，EPIC模型也考虑经济作物管理对作物生长的影响。这一模型输入的数据为每天的测量数据，用它可以模拟上百年漫长时期的一些自然现象的演变过程。
- EPIC模型，主要由区域气候、水文、土壤侵蚀、养分循环、作物生长、土壤温度、免耕法以及农业经营管理等8个子模块组成。这些子模块或子模型互相联系并相互作用，从而使EPIC模型构成一个能连续分析的整体。



Canada

Canadian CC projects

Early work on climate change impacts assessment:

- ▶ Great Lakes and Mackenzie Basin Climate Change Impact Study (1991-96)
- ▶ The Canada Country Study (1996)
- ▶ 早期区域气候变化综合评价项目：五大湖及麦肯兹流域项目
- ▶ 加拿大全国气候变化影响评价项目

These projects adopted an orthodox approach that is climate model and scenario-driven and oriented to the longer term future. The studies were primarily motivated to improve understanding (science).

麦肯兹流域气候变化评价项目

Figure 26. Reconstructions from fire in the greatest southernmost near 50° latitude. Note: recent ground fire impact in the forest canopy.

Landslide site near Tuktoyaktuk, GSC photo

Forest fire scenario (pink equals high fire risk) & forest growth scenario in the Mackenzie Basin.
Source: Cohen (ed.) 1997.

需要进行气候变化脆弱性研究

- 气候变化影响研究中，很多专家提出需要研究生态和社会经济系统对气候异常和变化的脆弱性。
- 这种方向与常规的气候变化影响和对策评估途径不同。常规方法是以未来气候情景驱动的。
- 气候脆弱性研究及评估更趋向于以社区为基础的自下而上的途径，从现状→未来。

气候变化脆弱性

- 一个系统的气候脆弱性可以定义为这一系统在气候变异或变化情况下，其功能或不同结构可能遭受损害或破坏的趋向性。
- 任何系统对某一个或几个外部胁迫力（干扰作用）的脆弱性主要是以下这几个因素的函数：这一系统暴露于这些外部胁迫力的程度，敏感度及适应能力。

气候变化风险可以用以下简单的公式来表达：

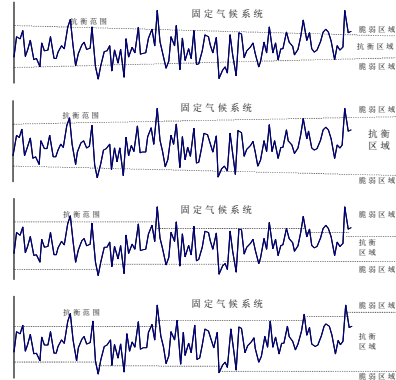
脆弱性 = F (暴露频率、敏感性、适应能力)
 气候风险 = 暴露频率 (遭受灾害的概率) × 受损程度
 受损程度 = F (灾害强度，系统敏感度，系统适应能力)

- 气候变化胁迫压力发生的频率或概率可以表现为某种特殊灾害发生的可能性（如异常气候）；
- 在大部分情况下，我们无法得到环境胁迫压力发生的概率分布函数。在遇到这样的情况时，只能使用语言代表的定性表达方法，如非常频繁、很可能、不太可能、非常不可能，来反映灾害发生的可能性。当然也可以用数字来代表以上的定性表达方法，例如我们可以用千年一遇灾害来代表非常不可能的情况。
- 从以上几个公式可以看出，一个系统如果经常遭受强烈的灾害或环境胁迫压力，其自身又缺少强有力的适应能力，那么这个系统对这些灾害必然很脆弱。

气候变化适应能力

- 系统的适应能力是确定每个系统抗衡力范围的关键因素。
- 风险临界度是抗衡区间的边界，在边界以内系统是相对稳定的，而在边界以外，系统在遭受胁迫压力时将有可能受到很大的危害。
- 系统脆弱性评估可以从两方面着手：1) 不同空间系统的脆弱性，如社区、城市、地区或国家；2) 部门系统的脆弱性，例如研究农业、林业、或生态部门系统的脆弱性。

图示在固定气候条件下系统脆弱性和抗衡范围与气候变异情况的关系 (资料来源: Jones等, 2002)



气候变化脆弱性、适应能力简单举例

- 通过一个简单的例子可以很清楚地展示敏感度、适应能力和暴露度之间的区别。中国西北地区是一个比较贫穷的区域，比富裕的沿海地区更容易遭受旱灾影响造成重大损失（敏感度）。
- 另外，那些最贫穷的农民常常分布在最易受到旱灾侵袭的地方（暴露度）。
- 而那些富裕的沿海地区由于拥有浓厚的财政力量，具有很强的能力手段来对付干旱或减小由于旱灾造成的损失（适应能力）。
- 当然，受灾的程度还受制于环境灾害的强度、尺度、和滞留时间长短等因素（胁迫压力或灾害的属性）。

气候变化适应规划研究的主要步骤

Key Steps in Climate Change Adaptation Planning

1. 评估未来部门或地区的气候变化风险; assess sector or regional climate change risks in the future
2. 建立部门或地区适应对策措施清单; develop sector or regional adaptation option and planning table
3. 对各种适应对策进行评估, 挑选有效和满意的对策; review adaptation options and select the most-effective and satisfied measures
4. 把气候变化适应对策与部门或地区可持续发展战略方案结合; mainstream adaptation plan into the sector or regional sustainable development strategy
5. 实施气候变化适应方案政策; implement climate change adaptation plan and measures
6. 检测与评估适应对策措施实施的效果。Monitor and evaluation the impacts of adaptation plan

GEF Funded AS25 Project: Adaptation and Vulnerability

气候变化对中国西部地区影响的脆弱性及适应对策综合评价-GEF资助项目

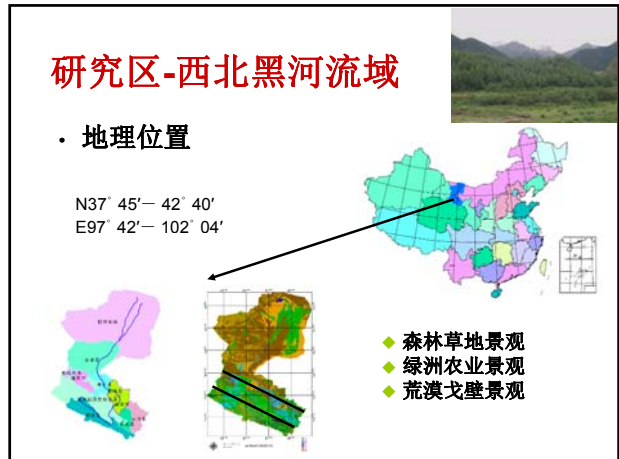
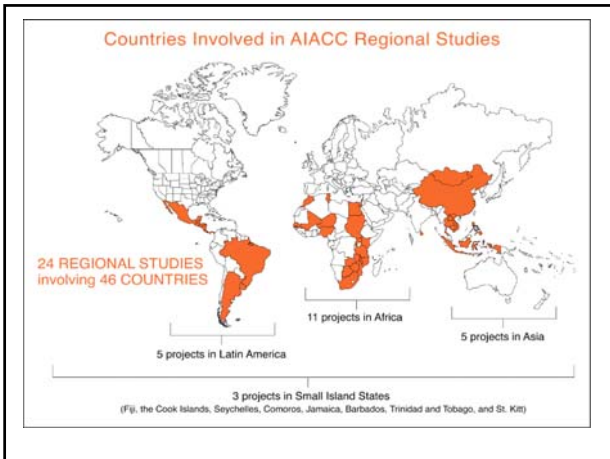


Integrated Assessments of Climate Vulnerabilities and Local Sustainability in the Heihe River Basin of Northwest China



气候变化影响和适应评价AIACC国际项目

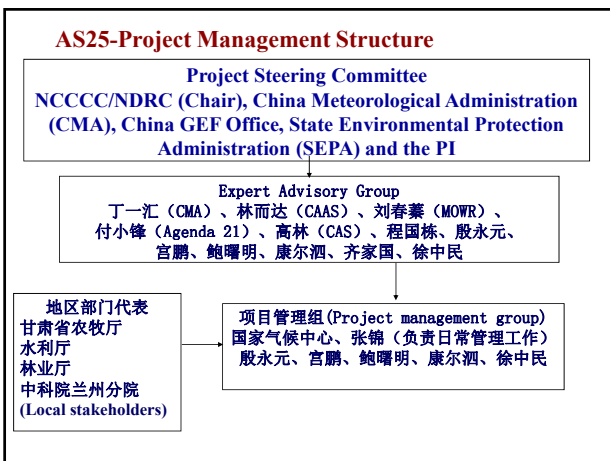
- 由全球环境基金(GEF)提供经费、由联合国环境规划署和第三世界科学院(TWAS)负责建立的气候变化影响和适应评价AIACC (Assessment of Impacts and Adaptation to Climate Change) 国际项目以期提高气候变化影响及适应对策评价方面的研究, 特别希望提高发展中国家在这方面的研究能力和决策水平。
- AS25 project is part of the Assessments of Impacts of and Adaptation to Climate Change (AIACC) project funded by the Global Environmental Facility (GEF) and implemented by UNEP.



气候变化对中国西部地区影响的脆弱性及适应对策综合评价 (AS25项目) 是AIACC的一个分项目

• 本项目主要合作单位包括:

- 国内: 中国气象局国家气候中心; 南京大学国际地球系统科学研究所; 中国科学院寒区旱区环境与工程研究所。
- 国际: 加拿大环境部AIRD-不列颠哥伦比亚大学可持续发展研究所, 美国伯克利加州大学, 美国密西根大学, 美国密西根州立大学。



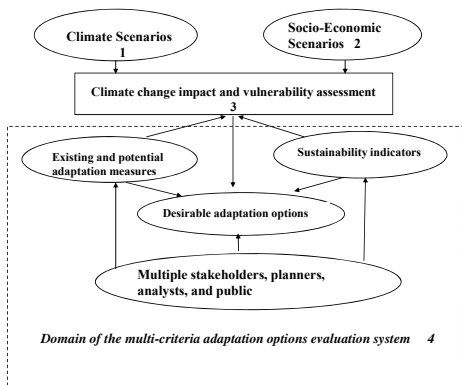
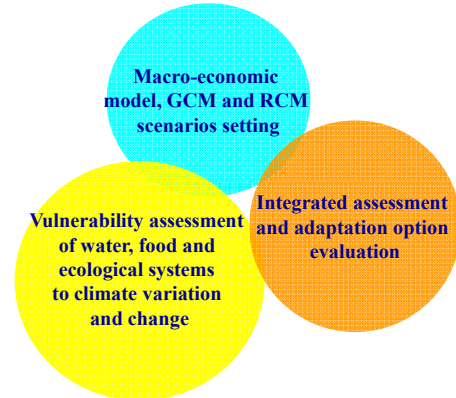
研究中国西部气候变化脆弱性及适应性的必要:

- 中国西北地区主要分布在干旱和半干旱气候区, 生态条件脆弱, 受许多不利因素的制约, 长期以来一直困扰于气候变异的影响, 并将继续经受这些不利影响所导致的诸如粮食和水资源短缺、健康恶化等方面的严重问题。
- 更为严重的是, 这些地区对气候变化影响的适应能力远远低于东部沿海发达地区。
- 在气候变暖情景条件下, 干旱会变的更为频繁和严重, 水资源短缺的矛盾将更加突出。在气候变化的影响下, 土地退化和供水不足限制了农业的增产以及威胁到该地区粮食的供应。
- 中国西部需要建立和应用综合评估方法对西部地区气候变化影响、脆弱性、适应对策、及可持续发展进行系统研究。然而, 由于该地区缺乏必要的知识储备和科研能力, 因而阻碍了对综合评估方法的实施和推广。

这一研究项目探索的主要问题：

- 测定现存的资源生态系统脆弱性包括目前系统抗衡气候变异和其它社会经济变化的适应能力；
- 发展综合评价研究框架增强资源生态系统的适应能力以便有效地应对气候及社会经济变化的压力；
- 研究框架将综合气候情景建立、敏感性分析、脆弱性指标设立、脆弱性及适应能力评估、以及适应对策的评价。

Major Activities of the AS25 Project



Flow-chart of the AS25 project IA research structure

研究地区气候变异现状特征及未来气候变化情景

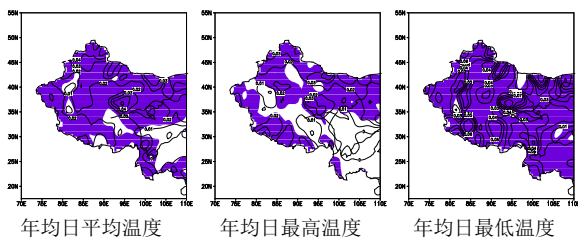
完成的主要工作

- 气候变化情景部分的研究工作主要由丁一汇院士领导的国家气候中心研究小组完成，包括以下几个方面：
- 中国西北地区近50年气候变化特征
- 中国西部地区未来气候变化情景分析
- 应用区域气候模式(RegCM_NCC)得到的西北地区气候变化情景

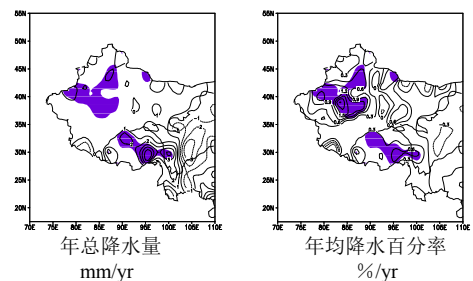
过去50年中国西部气候变化分析

- 王遵娅 丁一汇

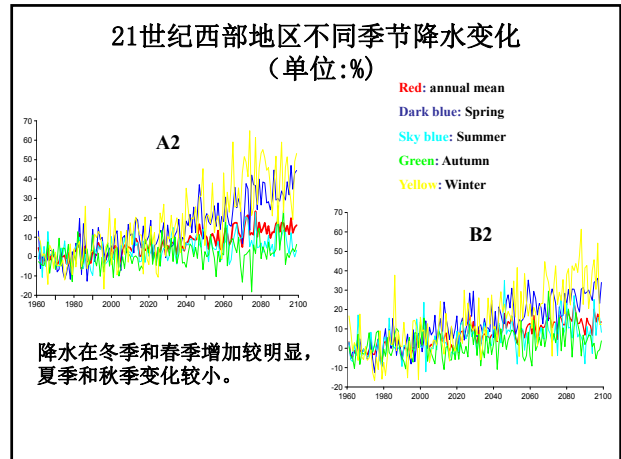
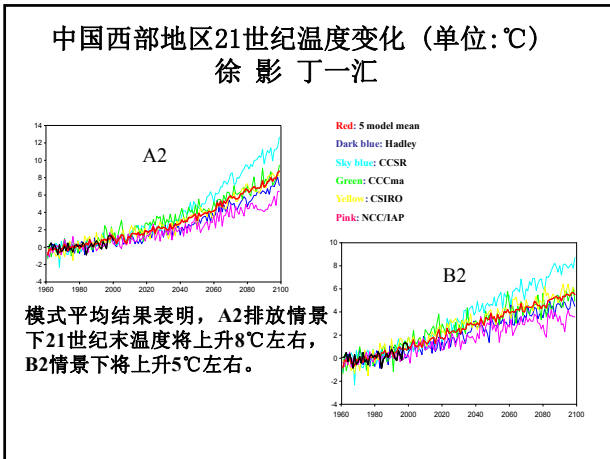
- 温度的变化趋势 (°C/yr)



- 降水的变化趋势



大致以102.5° E为界，以西的大部分地区降水增加。从绝对量看，南部地区的变化非常显著。然而从相对量看，北部地区的变化更为显著，尤其是新疆地区。



未来气候变化模拟预测

李巧萍, 丁一汇, 刘一鸣, 徐影

30KM分辨率 (2001-2049年)
区域: 兰洲

60KM分辨率 (2001-2025年)
区域: 东亚

(模拟的初始边界场来自NCC/IAP T63海气耦合模式结果)

气候变化影响及适应性评价

主要研究工作:

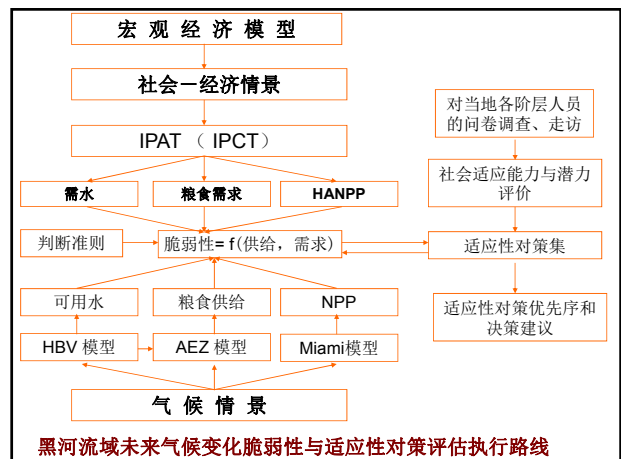
- 1) 黑河流域资源系统气候脆弱性评价 (殷永元、Nicholas Clinton、罗斌和宋连春)
- 2) 黑河流域水资源系统气候脆弱性及适应能力评价 (张济世、徐中民和龙爱华)
- 3) 黑河流域生态系统气候脆弱性及适应能力评价 (孙兰东、徐中民和龙爱华)
- 4) 黑河流域农业气候脆弱性及适应能力评价 (徐进祥、徐中民和龙爱华)
- 5) 黑河流域气候与土地退化研究 (惠扶民、宫鹏、殷永元和齐家国)

项目研究的系统分解

在黑河流域生态经济系统中, 经济发展是基础, 生态环境是保证, 水资源是生态和经济协调发展的纽带, 没有水就没有农业和生态。

因此, 在项目执行过程将流域脆弱性与适应性研究分解为三个子系统分别研究: 水资源系统、农业经济系统和生态系统。各子系统关注的关键问题:

- 水资源子系统: 未来气候变化下的水资源供需平衡;
- 农业子系统: 未来气候变化下的粮食供需平衡;
- 生态子系统: 人类初级生产力占用 (HANPP), 生态系统中还有多少可供人类系统以外的生物?



Potential climate and other variables and water resource vulnerability indicators

Climate and Other Factors
 气候及非气候因素:
 Rainfall variability 降水变率
 Maximum temperature 最高温度
 Minimum temperature 最低温度
 Cropping area 种植面积
 Population growth 人口增长
 Economic growth 经济增长
 Technology 技术
 Consumption 消费量
 Urban expansion 城市扩展
 Resource management 资源管理
 Government policies 政府政策

Water Resource Vulnerability Indicators:
 水资源气候脆弱性指标:
 Water scarcity (withdrawal ratio) 水资源短缺
 Drought hazards 旱灾
 Palmer drought severity index (PDSI) 帕默干旱严重指数(PDSI)
 Water use conflicts 用水冲突
 Groundwater stress 地下水水位下降



Current water withdrawal ratio in the Heihe River region (1991-2000)—AS25 Project

黑河流域目前平均年水消耗量与水可供量的比值(1991-2000)

Year	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Water Availability (10 ⁹ m ³)	35.90	34.33	35.46	35.57	34.04	34.64	34.63	34.33	34.70	34.84
Total water withdrawal (10 ⁹ m ³)	29.02	27.38	35.40	28.81	29.55	35.76	28.01	41.35	35.45	32.33
Water withdrawal ratio 水消耗比例	81%	80%	100%	81%	87%	103%	81%	120%	102%	93%

气候变化下黑河流域各县区2001~2040年水资源供需平衡/缺水(亿m³)

	肃州	金塔	嘉峪关	山丹	民乐	肃南	甘州	临泽	高台
2000年	-0.2025	-0.065	-0.364	-0.1156	-0.0841	0	-0.8	-0.62	-0.77
2010年	-0.673	-0.4051	-0.2302	-0.2685	-0.6063	-0.0084	-2.3868	-1.9896	-1.0968
2020年	-1.2591	-0.7585	-0.1759	-0.0944	-0.239	0.0384	-1.322	-1.3315	-0.6099
2030年	-1.0134	-0.6157	-0.0474	0.0933	0.1512	0.0885	-0.0056	-0.5189	-0.0122
2040年	-0.1889	-0.1181	0.1644	0.1934	0.3931	0.1188	0.7987	-0.2594	0.2933
平均缺水	-0.6674	-0.3925	-0.1306	-0.0384	-0.0770	0.0475	-0.7431	-0.9439	-0.4391

黑河流域生态系统现状脆弱性评价

2000年脆弱度



2000年流域中的额济纳旗和临泽的敏感度最高，而肃南和民乐的敏感度相对较低。适应能力与敏感度的排列相反，肃南的适应能力最高，而额济纳旗的最低。对于黑河流域的生态系统来说，这反映出敏感度和适应能力是呈负相关的，即越敏感的地区适应能力越低。

就脆弱性而言，最脆弱的地区分布在流域下游的额济纳旗，其次为中游的临泽县，中游的金塔县、肃州区和高台县较脆弱；甘州区、民乐县和山丹县不太脆弱；肃南县最不脆弱。

AS25 Project: Adaptation Options Evaluation – Two Ways
 AS25项目主要应用两个途径进行适应对策评估

AHP

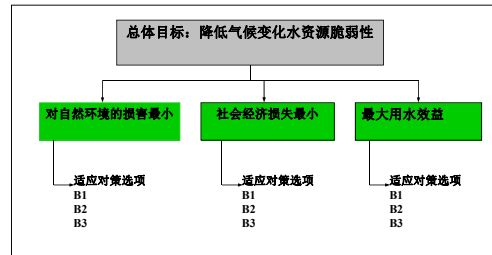
An analytic hierarchy process (AHP) method, a multi-criteria decision making (MCDM) technique, was used as to rank desirability of alternative adaptation measures 应用层次分析法(Yin 2001)

Y-T

A method designed by Yohe and Tol was adopted to rank alternative adaptation options 借鉴Yohe和Tol (2002)的研究思路



AHP适应政策评估



Household surveys and policy meetings were carried out in several sites of the region for selecting the desirable adaptation action in the region
 通过进行农户及地方水资源管理干部调查，以及举行政策会议评选最佳适应对策



Overall AHP rank and score of adaptation options in the Heihe River Basin

Water resource adaptation options 水资源适应对策选项	AHP result	Rank order 优先排序
Reform economic structure B1 建立节水型农作物生产结构	0.26	1
Form farm water user society B4 建立农场水资源使用者组织	0.18	2
Improve water allocation policies B7 改善水资源分配政策	0.14	3
Establish water permits and trade B2 开展水权交易、建立水票制度	0.13	4
Increase awareness and education B8 提高认识及加强节水教育	0.12	5
Apply water save equipment and tech B5 高新节水技术(应用先进灌溉设备和技术)	0.08	6
Implement water price system B6 水费制度改革	0.05	7
Construct water works B3 修建更多的水利工程和水库	0.04	8

黑河流域气候变化适应性对策评估

一个系统的适应能力是它调整和减缓由于环境变化可能造成的损害或充分利用可能产生的机会的本领或能力。

对某一具体适应性对策而言，其可行性取决于其针对特定区域或系统的可行性，因此在提出适宜的对策前，应首先评价其适应能力。

适应能力的决定因素(Yohe和To1, 2002)

- ①可利用的技术对策；②可利用的资源及人均分配状况；
- ③主要制度结构，决策权力分配及决策准则；④人力资本存量，包括教育和社会保障；
- ⑤社会资本存量；⑥风险分摊机制；
- ⑦决策者的信息管理的能力，即决策者是否能判断哪些信息是可靠的以及决策者自身的信誉度；
- ⑧公众对压力源的感知以及当地公众的暴露度。

黑河流域气候变化适应性对策评估

示例：水资源系统气候适应性对策评估

黑河流域水资源适应性对策的适应能力

	修建水库	开采地下水	渠道防渗	推广喷灌 滴灌	耕作保 墒	地膜覆 盖	使用抗旱 品种	种植业结构 调整	高效节水灌 溉制度
资金	2.5	2.5	3.2	2.5	3.6	3.3	3.0	3.7	3.4
制度	在未来气候变化条件下，进行产业结构调整是首选适应性措施，后面依次为推广高效节水制度、渠道防渗、地膜覆盖保墒、耕作保墒、使用抗旱新品种、推广喷灌（滴灌）等高新节水技术、因地制宜修建拦蓄调节地表径流型水库和开采地下水资源。								
人力资本									
社会资本									
风险分散									
信息管理									
公众意识	3.7	3.2	4.2	3.9	4.1	4.0	4.0	4.2	4.3
综合评价结果									
可行性因子	2.5	1.8	3.2	2.5	3.6	3.3	3.0	3.7	3.4
效率因子	0.7	0.5	0.8	0.7	0.6	0.7	0.7	0.8	0.7
适应能力	1.8	1.0	2.4	1.9	2.0	2.4	2.0	2.9	2.5

AS25: Results of Adaptation Evaluation Approach 2 第二种适应对策评估方法结果

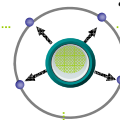
- 1 采用工程技术方法的可行性得分相对较低
The feasibility of adopting technical and engineering adaptation practices is relative low.
- 2 这些包括新的灌溉技术、建造新水库和开采地下水
These options include expanding sprinkle, trickle, pipeline irrigation, building reservoir in upstream and increasing exploitation groundwater.
- 3 调整作物种植结构等一些节水措施得分较高
water-saving practices, cropping and cultivation structure adjustments are more feasible because of relatively small capital requirements.



Brief summary of the AS25 project

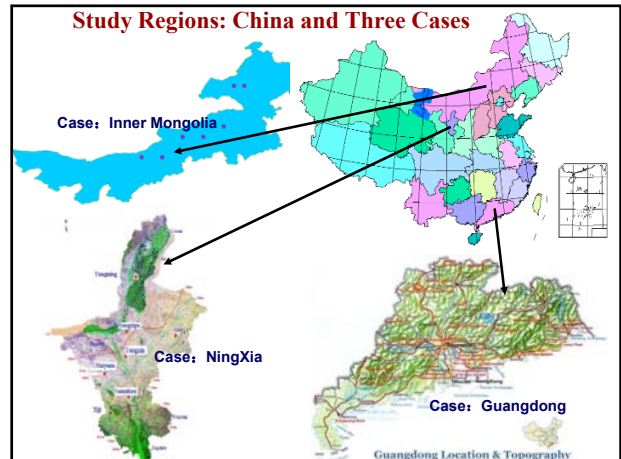
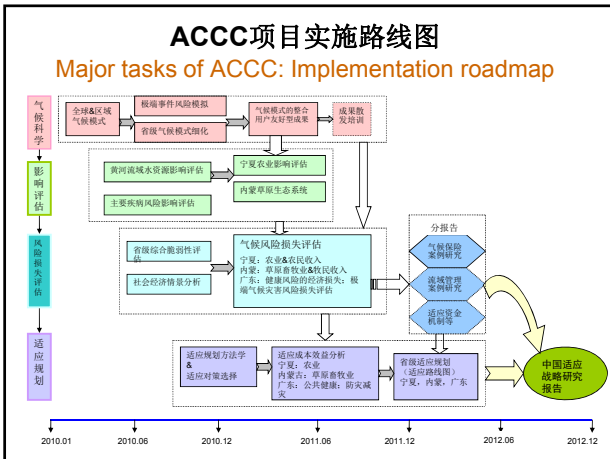
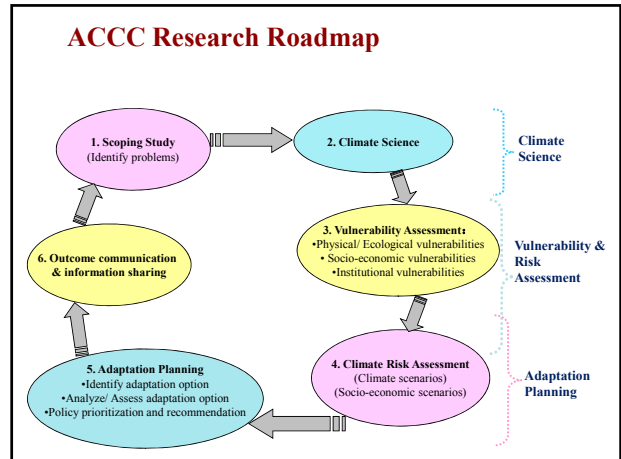
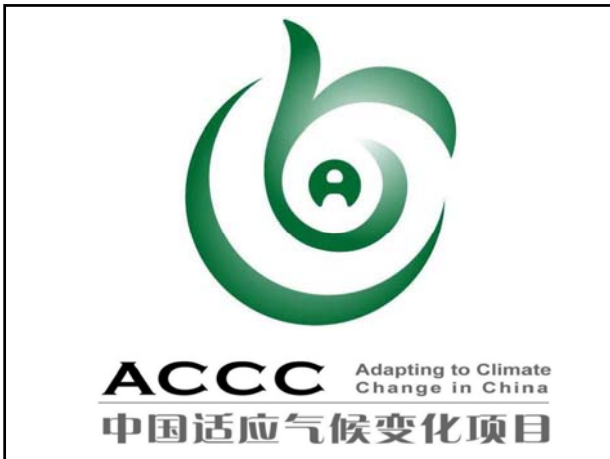
A GEF external evaluation team gave “**Outstanding**” for all the criteria to AS25 project.

An **integrated assessment approach** involving an **interdisciplinary team** (CMA, CAS, Nanjing University, and Canadian and the US scientists).



The project adopted a systems analysis approach featured with **multi-sectors and multi-stakeholders**.

Applied remote sensing, GIS, macro-economic model, computer modeling and multi-criteria decision making tools.



Climate Science activities

- CMA and the Chinese Academy of Agricultural Sciences (CAAS) cooperated with HC/UK
- RegCM4 and PRECIS driven by ECHAM5/MPI_OM and HadCM3
- Results from the CMIP3 ensemble over China provides useful background. This could form the basis of, or guide, the analysis of the GCMs from the CMIP5 ensemble
- Climate change scenario website building.

www.climatechange-data.cn

Bio-physical risk Assessments

Key steps in climate risk assessment (RA)

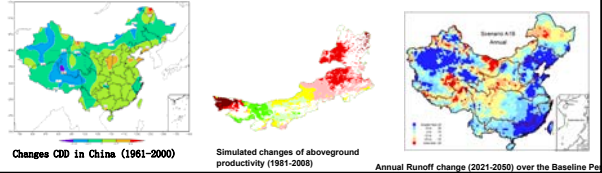
1. Identify key climate stressors for RA (e.g. droughts or floods);
2. Determine critical vulnerability indicators for RA ;
3. Calculate current and future climate vulnerabilities (data, spatial and temporal scale, methods);
4. Calculate climate risks.

Sectoral sensitivity or vulnerability to what?

Sector	Sensitivity or vulnerability to what?
Water	Rainfall variability, flood, drought
Agriculture	flood, drought, cool/hot extremes, storms
Health	Hot/wet conditions, temperature extremes, violent storms, floods, crop and water shortages
Guangdong coastal	Storm surges, wind/wave climates, pressure extremes, tidal extremes
Grassland	Drought, snow storms, insects

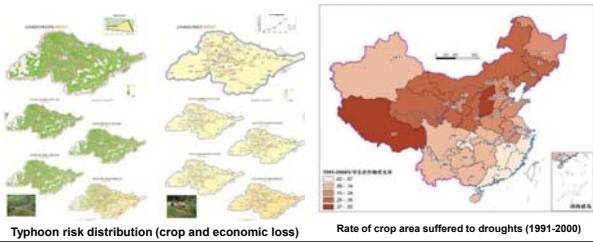
Comprehensive risk assessments, based upon vulnerability and CC impacts

- Agriculture: cropping**
- Extreme weather events;
- Vulnerability analysis – Ningxia case
- Grassland and Livestock**
- CENTURY Model Calibration;
- Simulated changes of aboveground productivity in Northern Grassland (2040, 2070, 2100);
- Grassland vulnerability assessment;
- Initial evaluation of grassland impact.
- Water Resources**
- Changes of runoffs in the next 50 years;
- Response of groundwater in Huang-Huai-Hai Plain to Climate Change.



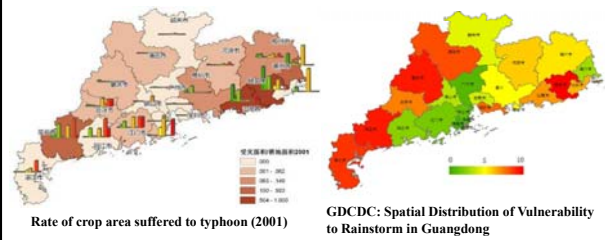
Socio-economic impacts and risk assessments

- CASS**
- Fieldwork in Ningxia and Inner Mongolia for vulnerability assessment;
- National socio-economic scenario (SES).
- NDRCC**
- Framework of disaster risk assessment in climate change;
- Climate disaster loss assessment; and
- Climate disaster risk maps.



Climate change vulnerability, impacts and risk assessments: GD
基于脆弱性及影响的全面风险评估 - 广东

- Current and future climate extremes impacts on crops and the economy;
 - Current economic losses (crop) to climate hazards and disaster prevention;
 - The impacts of CC on water resources;
 - Vulnerabilities to rainstorms.
- 自然影响:**
- 目前及今后的极端气候及其对生态及经济的影响;
 - 目前气候灾害造成的经济损失及防灾;
 - 气候变化对广东水资源的影响;
- 社会经济评估:**
- 完成了广东省对暴雨的脆弱性的研究
 - 广东省疾控中心 - 健康与气候: 热浪、寒潮、洪水与健康的关系个案研究; 正在开展人们对热浪/洪水造成的健康风险认知的调查, 以便制定适应政策。



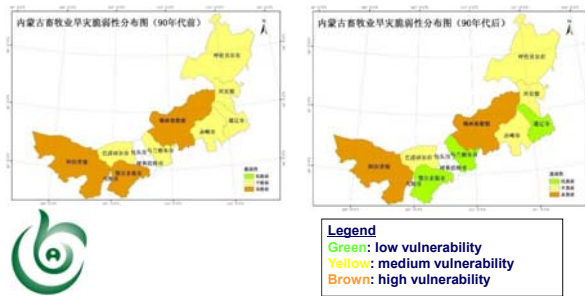
GDCC: Predicted changes in annual-hot related non-accidental mortality per 100,000 populations from the 1981-2000 base periods under three different Scenarios in Guangzhou

Emission Scenarios	Base line	2031-2050		2051-2070		2071-2090	
		Mortality predicted	Δ ^a	Mortality predicted	Δ ^a	Mortality predicted	Δ ^a
High (A2)	42.10	60.65(36.91-85.42)	18.55	72.05(44.94-100.42)	29.95	111.87(71.26-154.80)	69.77
Mid (A1B)	42.10	73.89(45.11-103.99)	31.79	85.67(53.20-119.72)	43.57	107.95(68.54-149.54)	65.85
Low (B2)	42.10	71.87(44.93-100.06)	29.77	80.57(50.92-111.70)	38.47	88.82(56.46-122.86)	46.72

Note: ^a Change in mortality rate from base periods.

Climate change vulnerability, impacts and risk assessments: IM

- Hydrological and grassland simulation for assessing the impacts of CC;
- Household surveys on climate impacts on herdsmen's livelihood;
- Vulnerability assessment of livestock vulnerability to droughts (maps below).



Climate change vulnerability, impacts and risk assessments: NX

- Agriculture: future climate change trend and risks to drought;
- Water: future impacts of CC scenarios on precipitation in NX;
- Relations between CC and desertification.

Agricultural drought risk

Identify desirable adaptation options

Inventory of climate change vulnerabilities and adaptation options for water sector

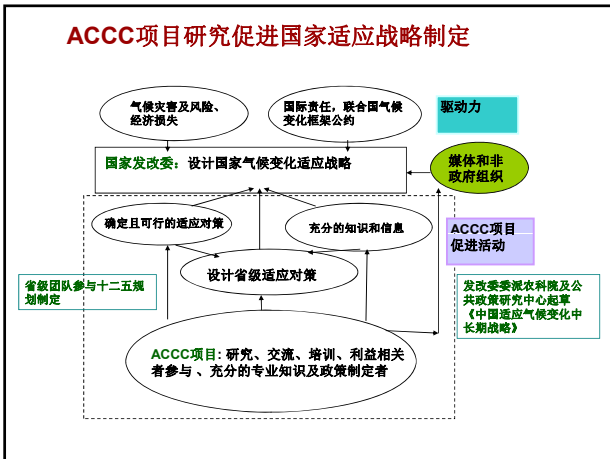
Adaptation Option	5	4	3	2	1	0	Adaptation Option
Price Adjustment			X				Water Management
Price Adjustment						X	New Technologies
Price Adjustment				X			Research & Education

RANKING:

1. Water allocation plans
2. Water use permit
3. Water saving technology
4. Water demand management

Prioritized ranking of options, indicating overall preference

AHP multi-criteria evaluation of options by stakeholders using survey



- ### 全球气候变化适应研究面临挑战
- 亟待提高并重点进行全球气候变化经济社会和政策科学研究;
 - 急需加强对全球气候变化风险评估、损失估算和适应对策分析;
 - 目前最大的科学不确定性也在这些研究领域;
 - 一个重要问题: 我们的分析研究工具、方法和途径, 包括经济学, 是否能够承担这些挑战?
 - => 气候变化适应研究和人文社会学科的全球气候变化研究议程。

- ### 气候适应对策定量评估的不确定性
- 在适应对策影响评价中, 对一些适应对策的风险、影响评价结果往往并不很确切, 存在非常大的不确定性或模糊度。
 - 例如, 一些经济影响计算是以定量表示的, 特别是成本效益分析, 但是社会影响评价结果却主要依赖于定性的估计。
 - 由于各种风险影响评价数据很不确定, 决策者在给各个适应对策评判打分时经常只能依赖于主观推测, 从而受到本人的价值观和专业背景等多种因素的影响。
 - 定性政策评估准则也经常使用。

- ### 气候变化VIA研究建议
- 对气候变化这样的动态复杂多系统交叉的问题, 我们的了解只能达到一定程度。气候变化科学研究无法解决许多不确定性。
 - **Adaptive Climate Change Adaptation** 是一个重要研究方面。对如此多的不确定性, 这种方法应该作为气候变化适应研究重点方向, 因为预测的极大挑战是我们研究工作的重要考虑。

谢谢!

Thank you for your attention!

殷永元 Dr. Yongyuan Yin
E-mail: yongyuan.yin@gmail.com