

应对能源和气候的挑战

两个国家的故事

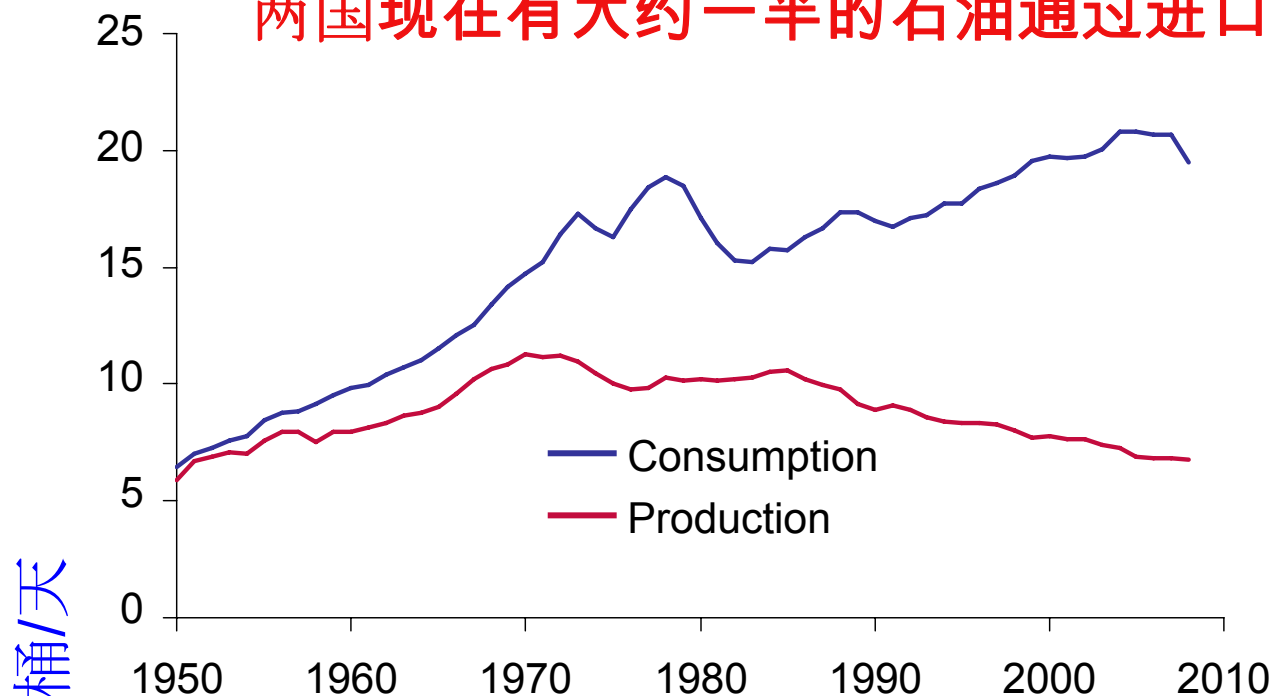
清华大学

2009年7月15号

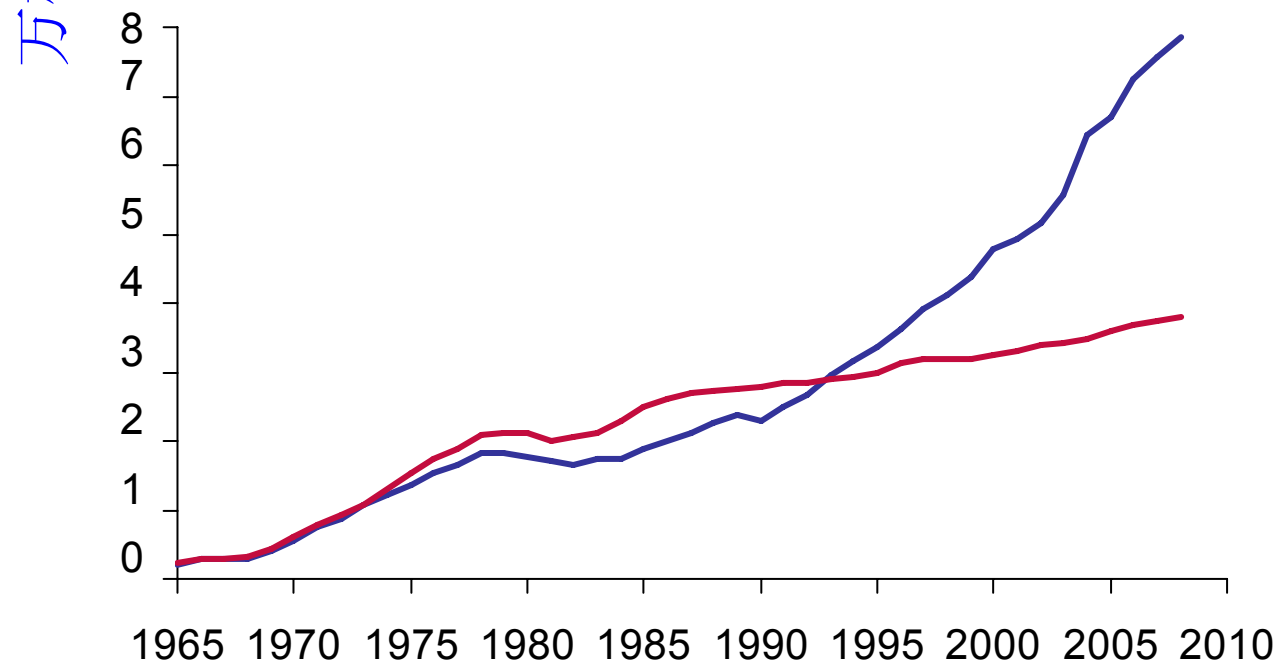
能源挑战

- (1)关于获得能源资源的竞争和焦虑越来越多。
- (2) 我们的长期经济繁荣与能源的可持续利用息息相关。
- (3) 不利的气候变化为两个国家带来风险。

两国现在有大半的石油通过进口



美国在1940年代成为净石油进口国

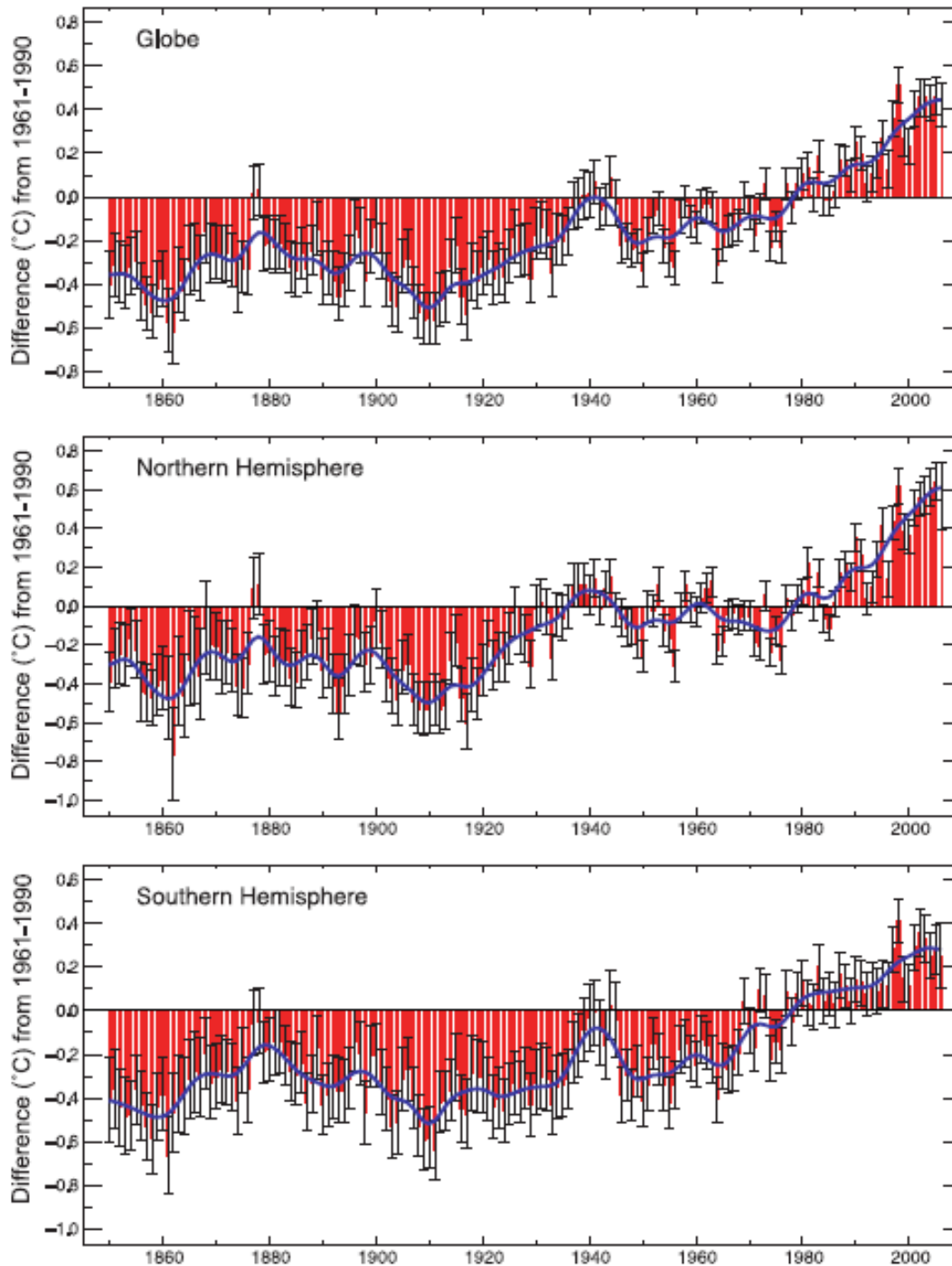


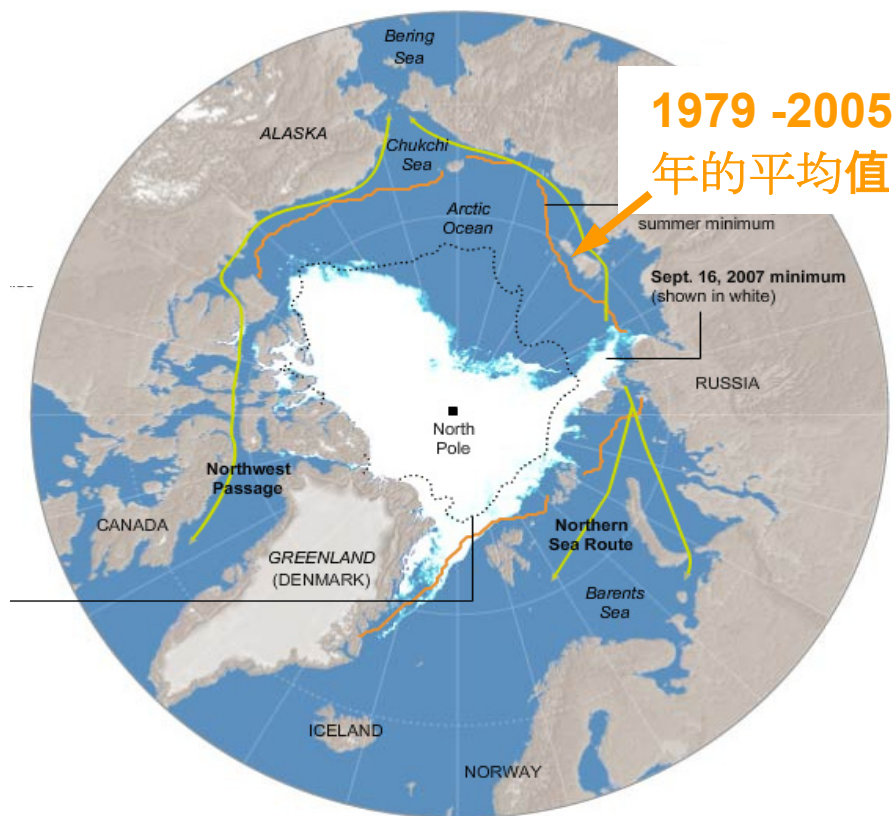
中国在1990年代成为净石油进口国

温室气体浓度

1850 – 2006

政府间气候变化专门
委员会 (IPCC) 第四
次气候评估 (2007)

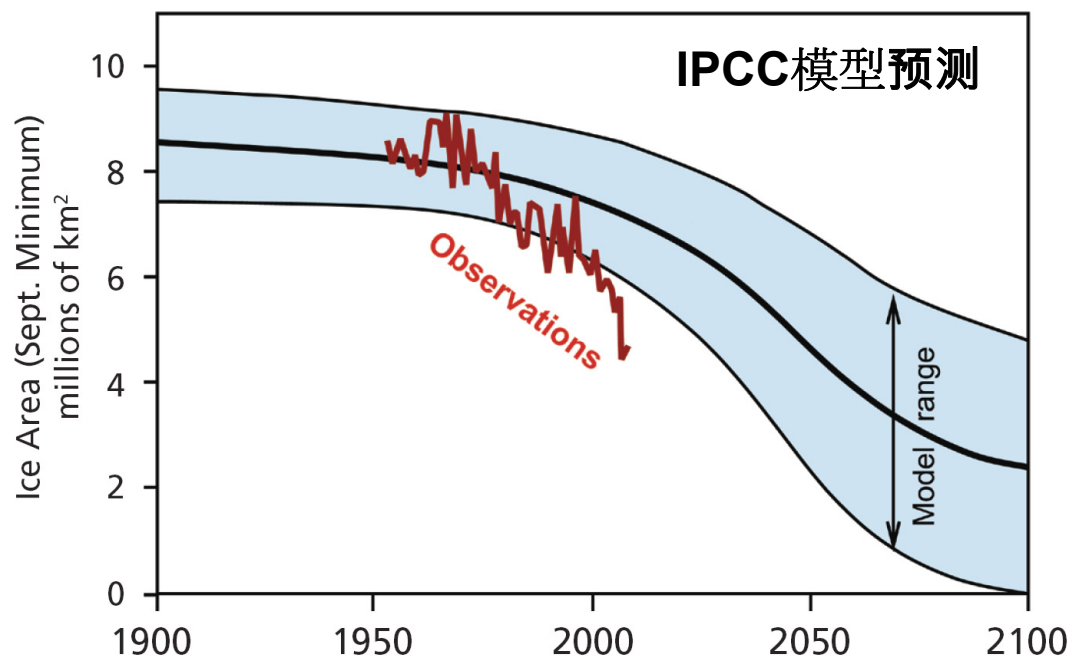




1979 -2005
年的平均值

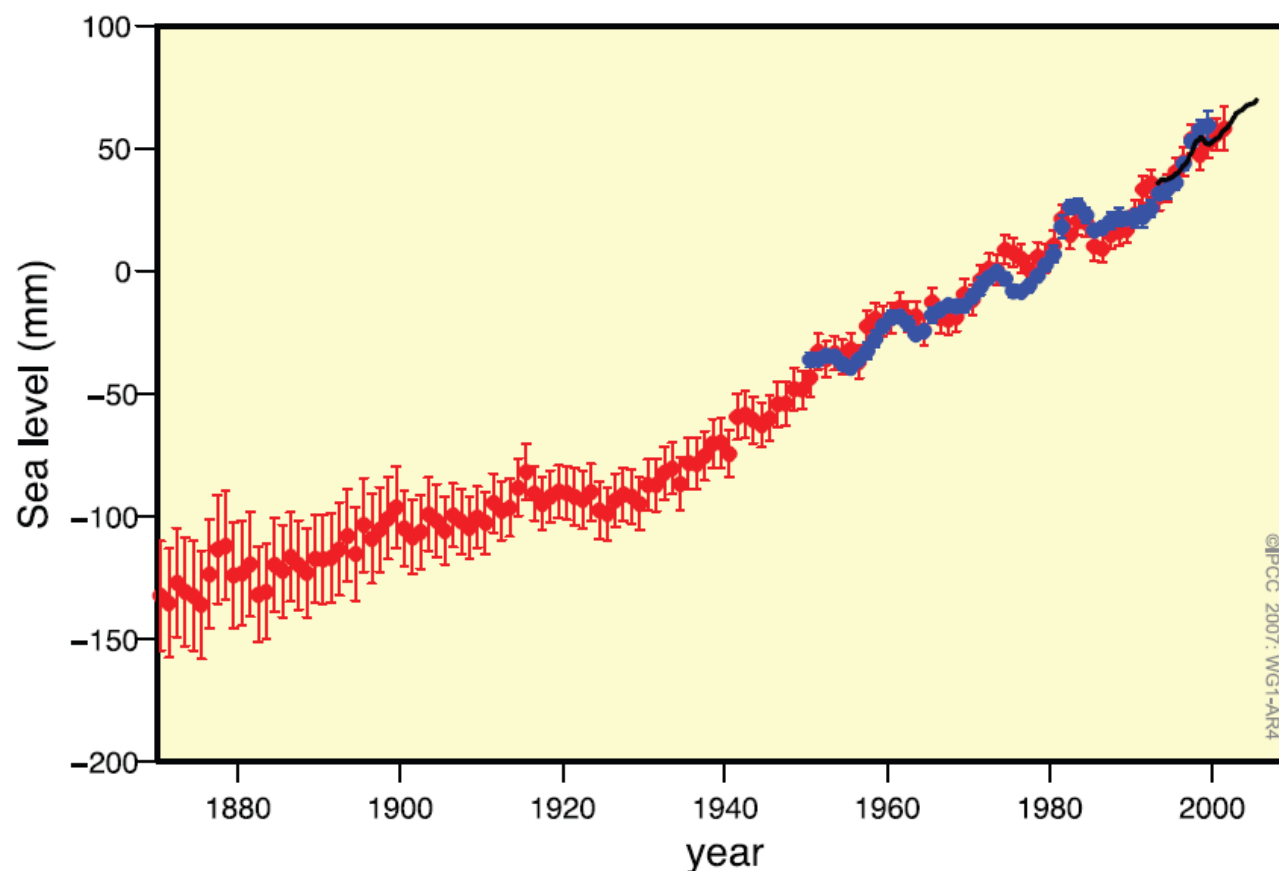
极地冰盖的融化速度大大超过预计

Shrinking Summer Arctic Sea Ice Area



来源：2007年的Stroeve等，由Dirk Notz Hamburg更新

全球海平面：2007年IPCC技术综述

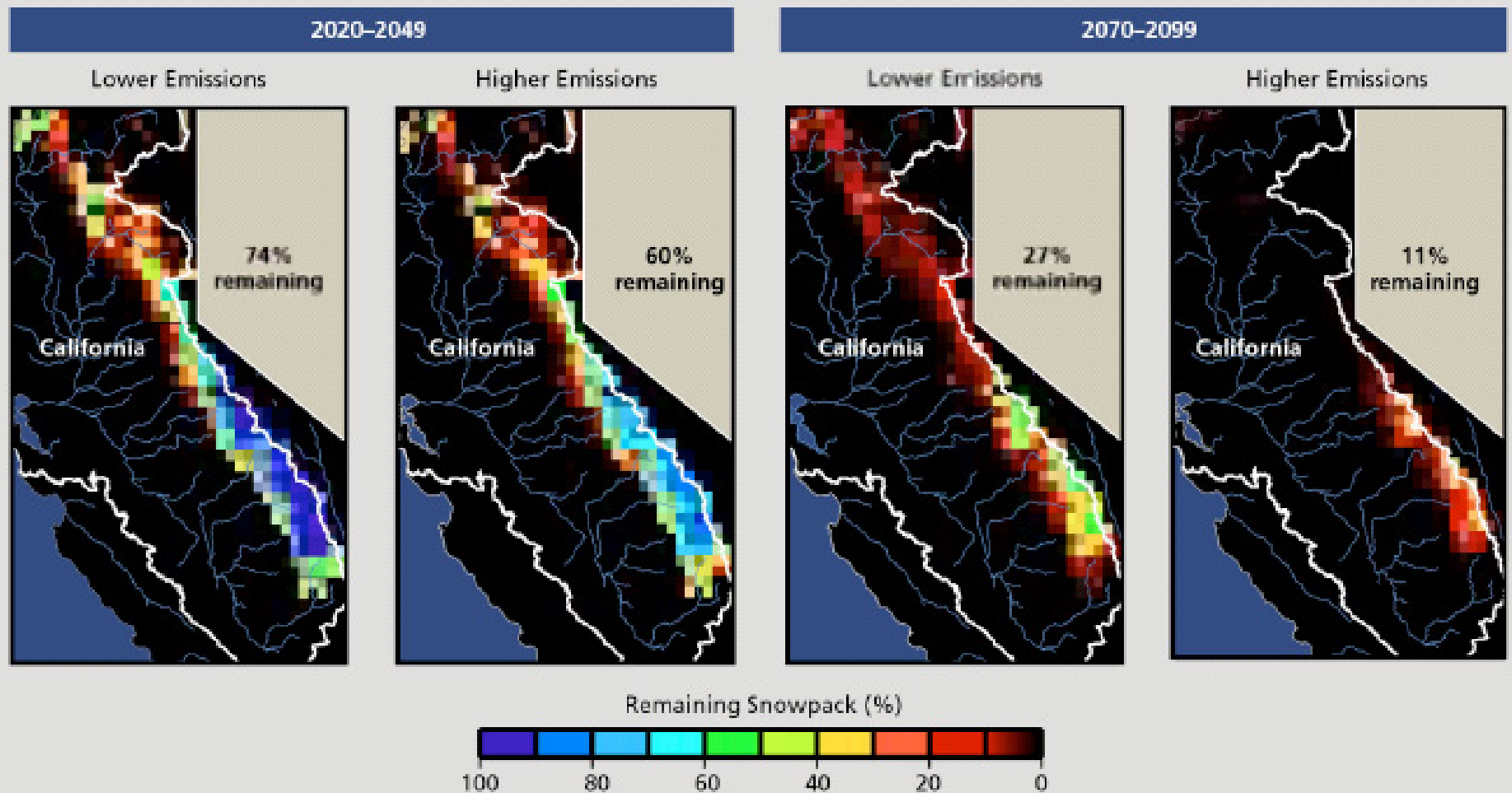


过去2000年: 0.0 - .02 毫米/年

1870 - 1890: 0.6 毫米/年

1990 - 2008: 3.0 毫米/年
(包括最近的卫星数据)

预测塞拉利昂的积雪及其对水的影响



中国的冰川正在迅速消退



在过去50年里，中国西北地区的冰川已经缩小了21 %，并正在以每年10-15米的速度消退。

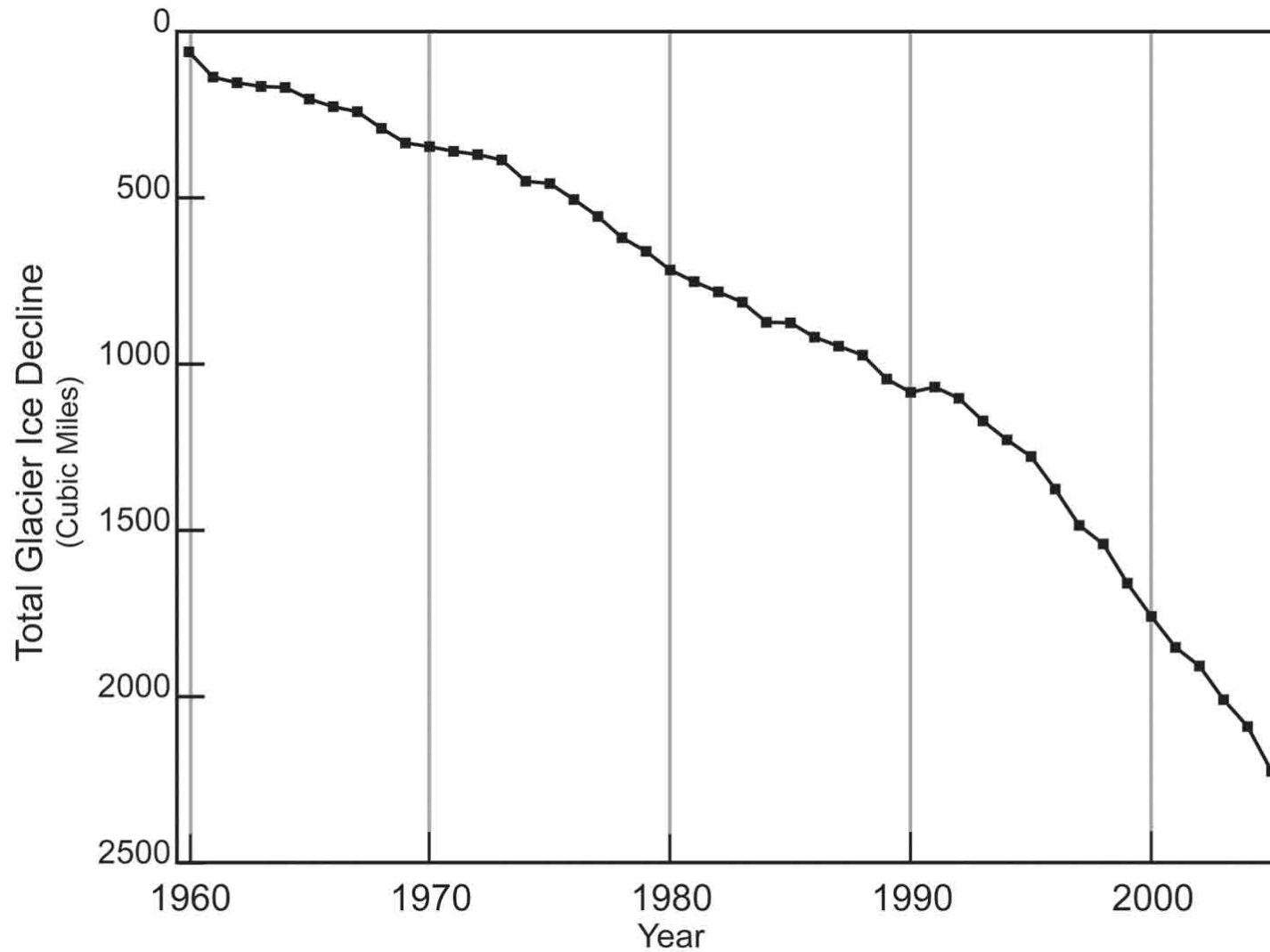
到2050年中国西部冰川预计将减少27 %。

亚洲大部分的淡水由冰川融化的雪水提供

根戈德里冰川 (Gangotri Glacier) ,中国附近的喜马拉雅山脉

累积的冰川冰融化

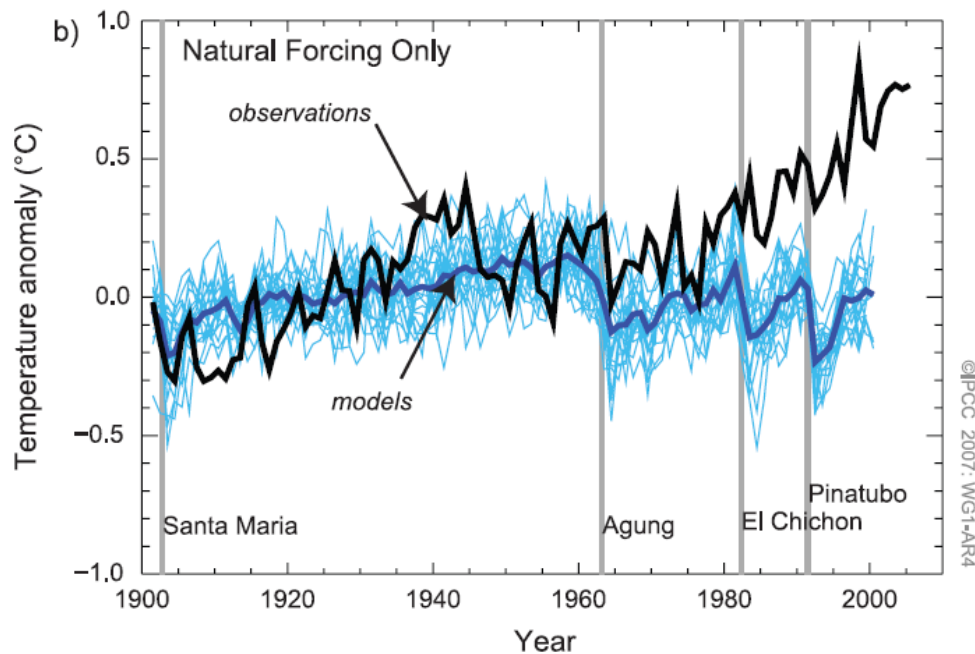
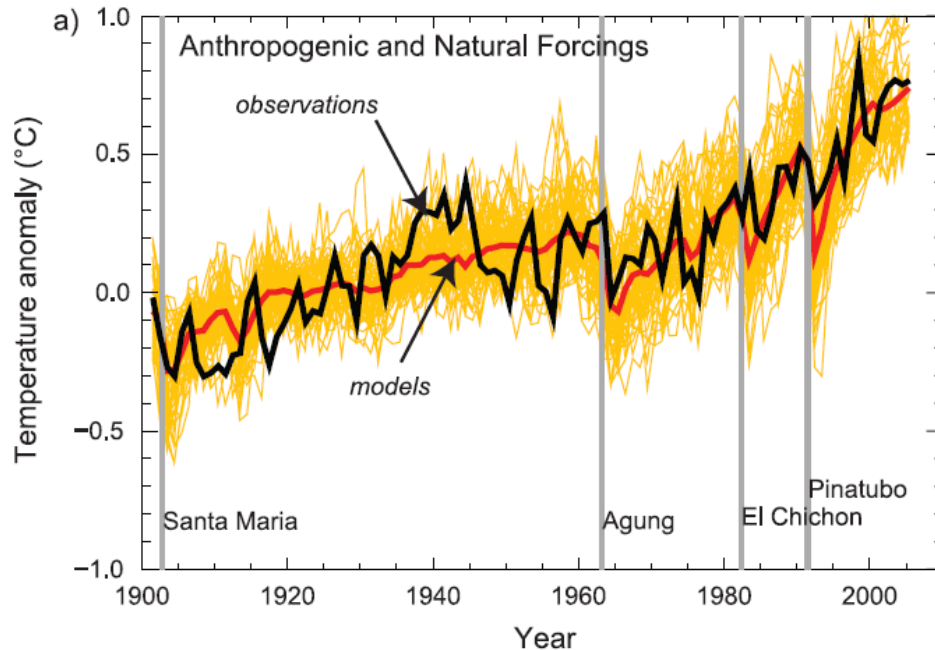
45年来，我们已经失去了逾9000立方公里的冰



Meier *et al.*²⁷

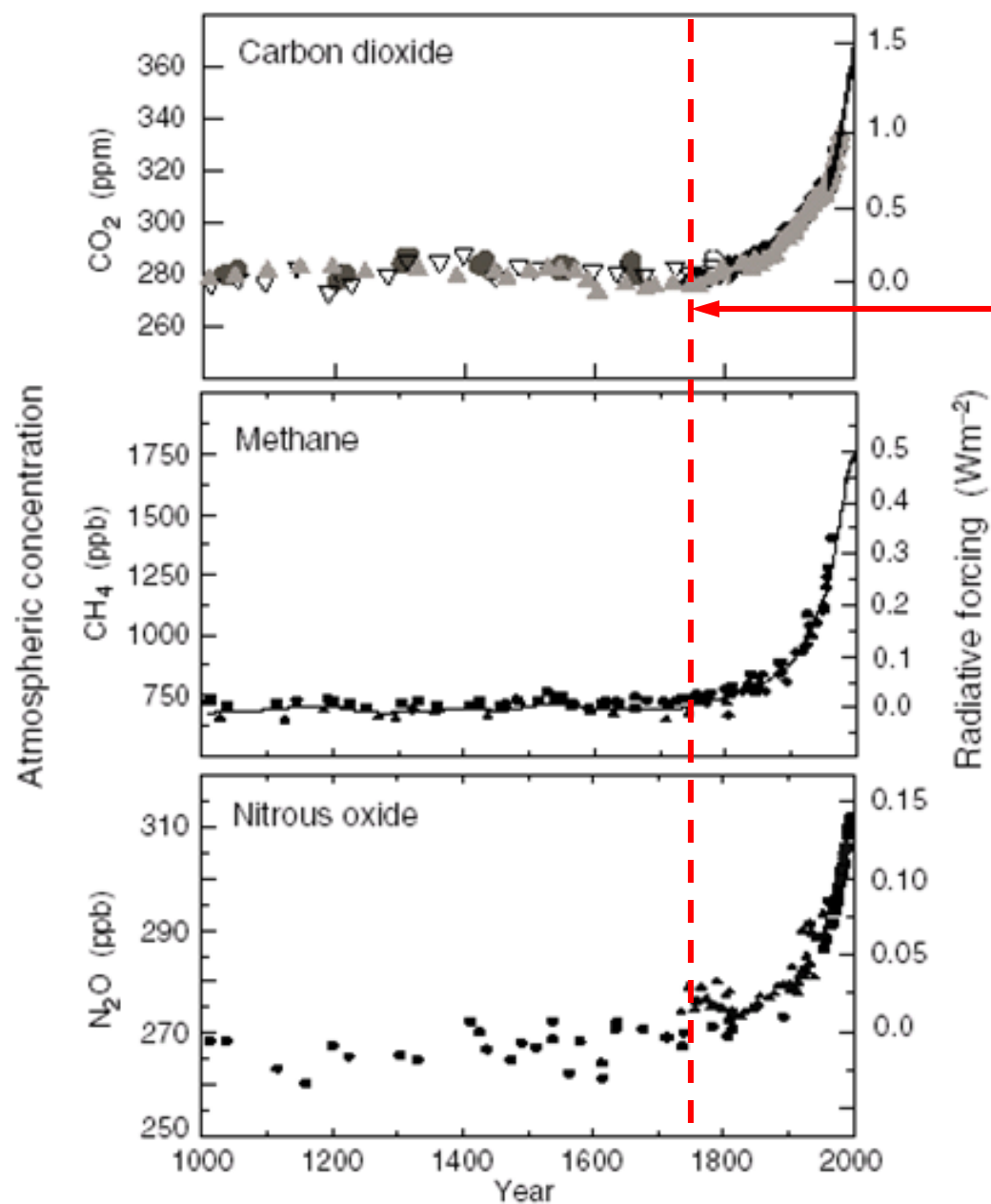
2007年IPCC技术综述

自然变化与人类温室气体参与的大气模型 (红色) 及观察 (黑色)



只有自然变化参与的大气模型 (红色) 和观察 (黑色)

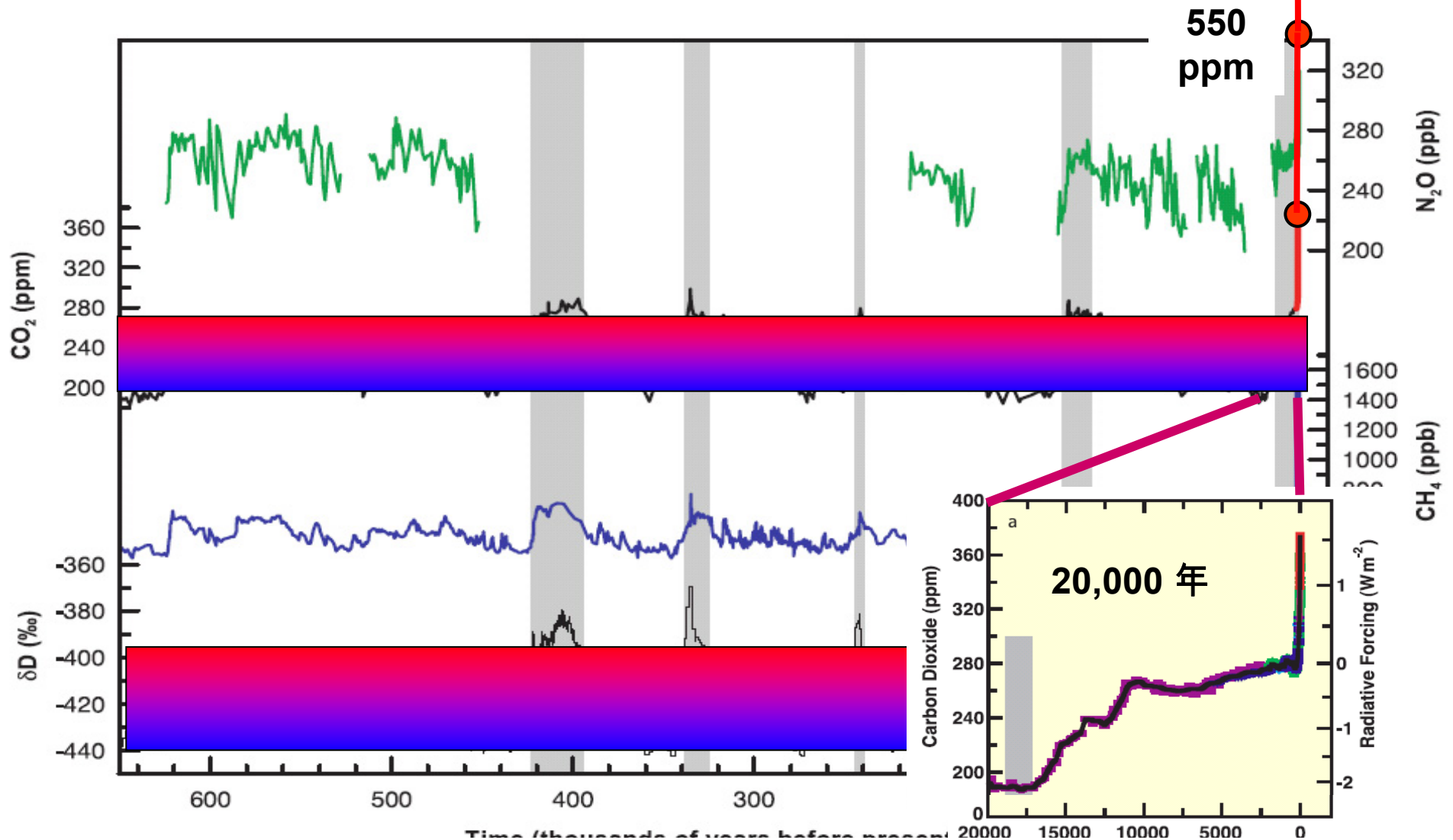
这种变化是由温室气体排放所造成的



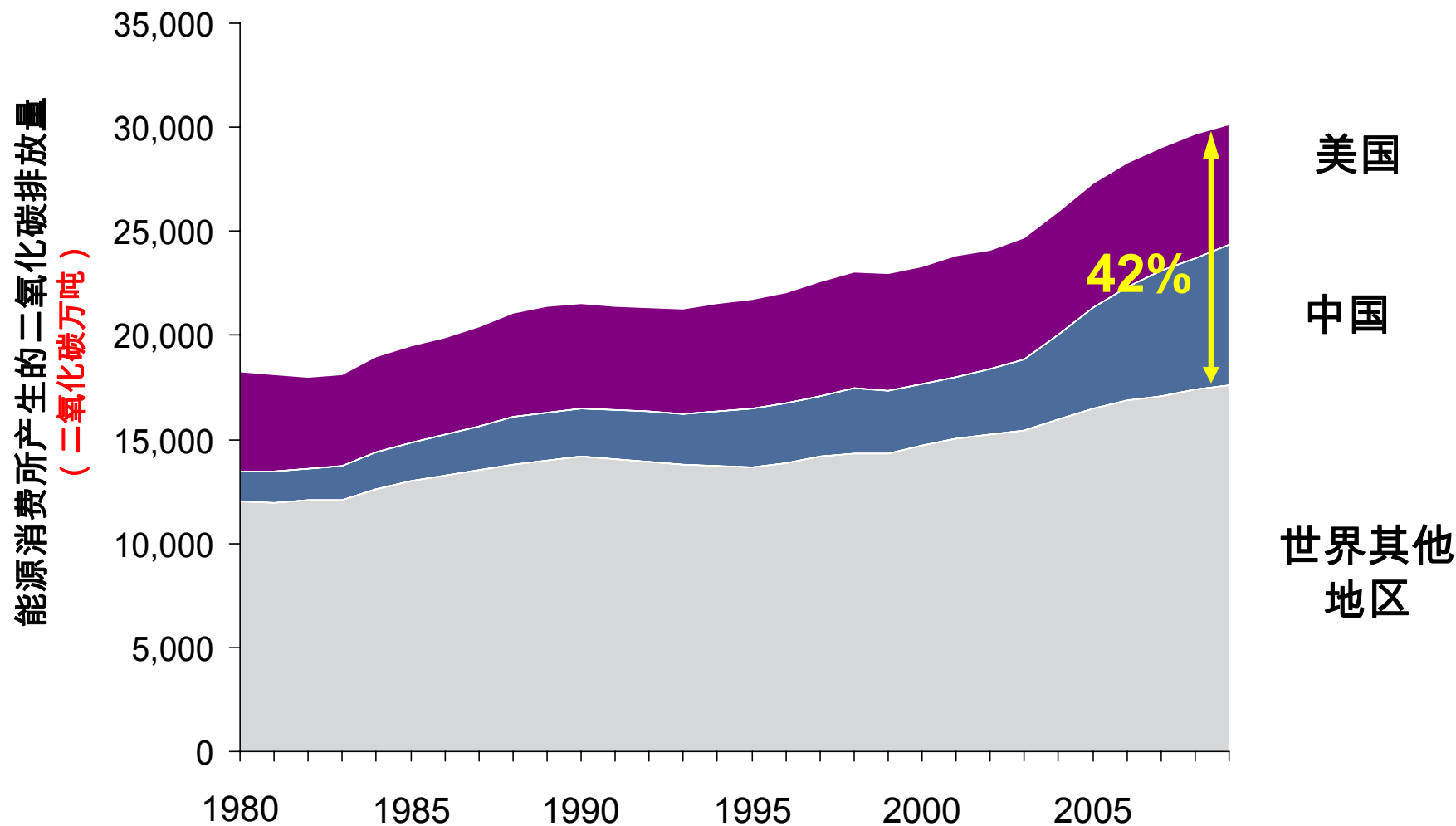
1750年，工业革命开始

二氧化碳、甲烷、氧化亚氮的冰核心数据和 逾600,000年的温度 (δD)

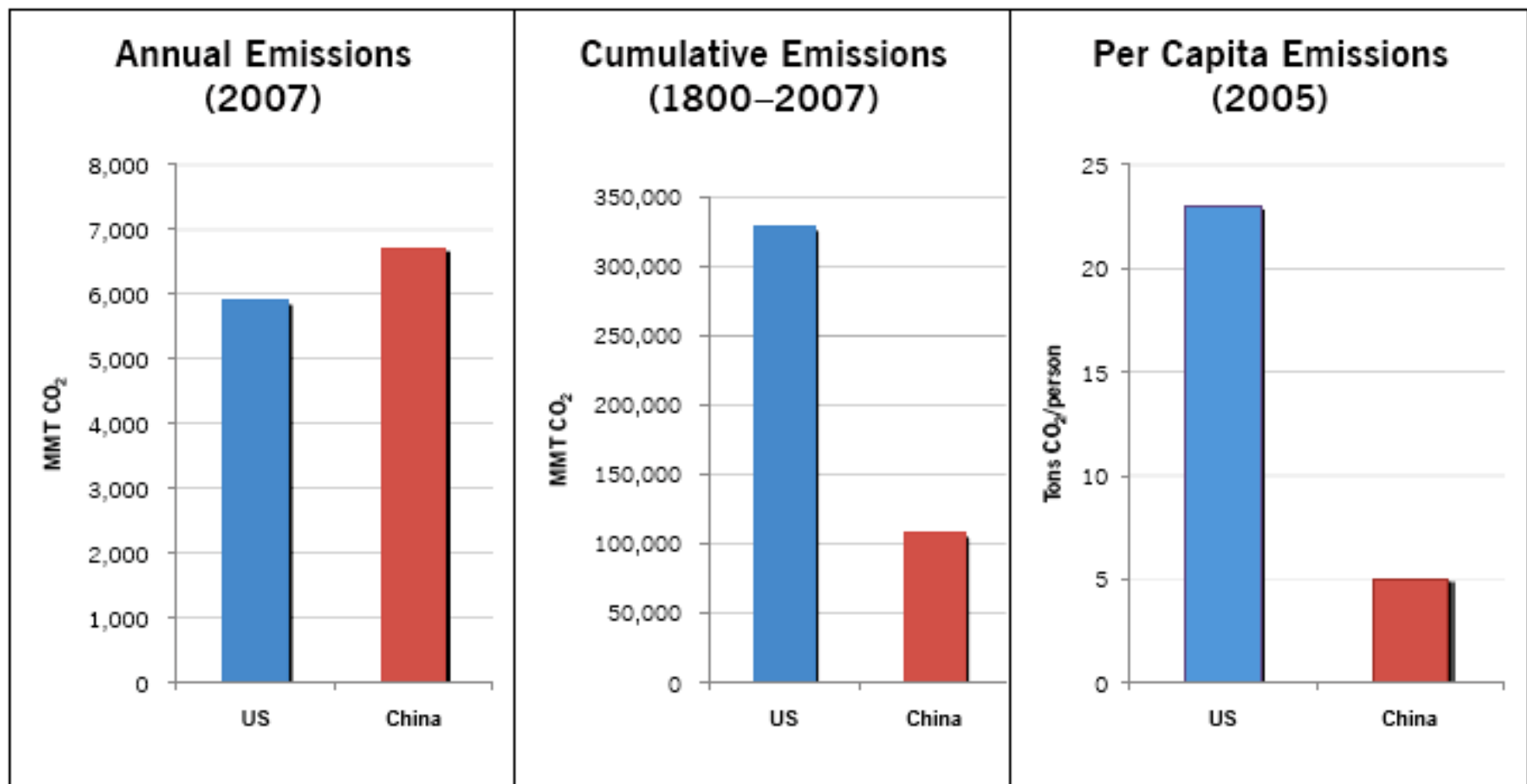
B.A.U.
goes off
the slide



美国和中国二氧化碳排放量： 占世界总量的42%



从三个角度，比较美国和中国与能源相关的排放量



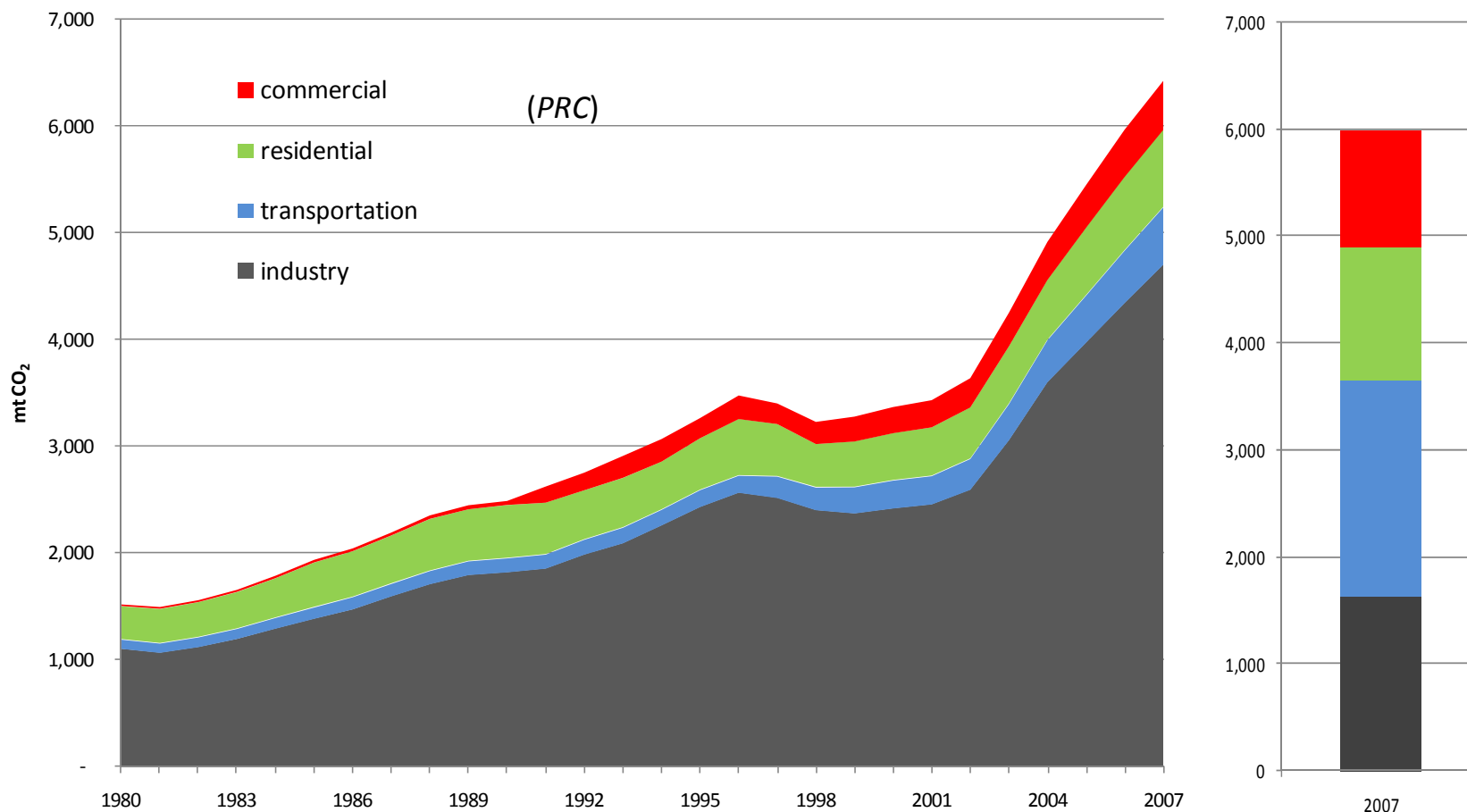
资料来源：亚洲协会，2008。共同的挑战，合作应对：美中能源与气候变化合作路线图。

http://www.asiasociety.org/taskforces/climateroadmap/US_China_Roadmap_on_Climate_Change.pdf

²⁵ Data sources: "CO₂ Emissions From Fossil Fuels," Oak Ridge National Laboratory, Carbon Dioxide Information Analysis Center (CDIAC), 2007; The Netherlands Environmental Assessment Agency (MNP), 2007; Statistical Review of World Energy, BP; IEA, 2007; World Bank database (population data), 2007; CDIAC-ORNL, MNP, BP, USGS (cement), IEA, World Bank.

中国和美国的能源使用

工业也占中国与能源相关的二氧化碳排放量的大多数 (美国)

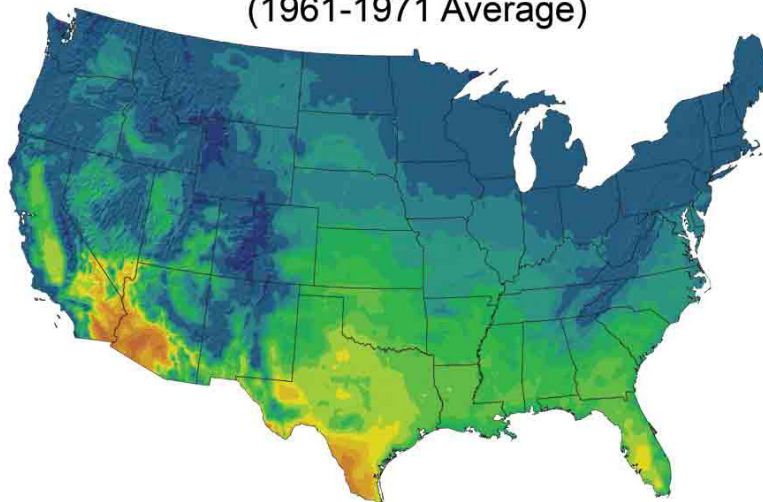


来源：2008年环境影响评估，温室气体排放报告，网址：<http://www.eia.doe.gov/oiaf/1605/ggrpt/carbon.html>；中国的排放量按照1996年修订的IPCC缺省碳排放因素来计算；只包括商业燃料，不包括生物能源。

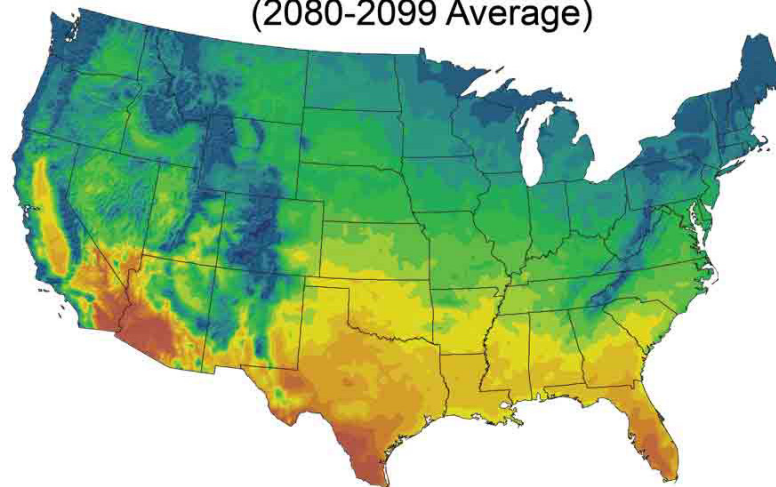
如果世界遵循“一切照旧”的道路，气候模型预测将会发生什么？

高于华氏90度的天数

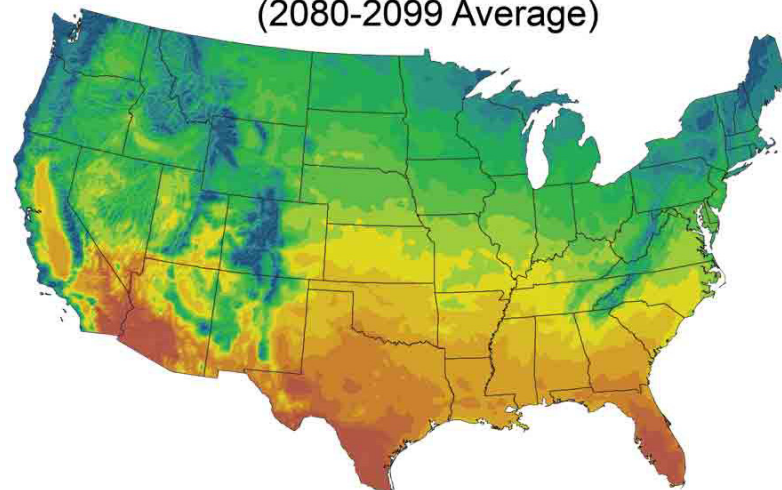
Recent Past
(1961-1971 Average)



Projected End-of-Century under
Lower Emissions Scenario⁹¹
(2080-2099 Average)



Projected End-of-Century under
Higher Emissions Scenario⁹¹
(2080-2099 Average)



芝加哥:

高于华氏90度的天数从约
10天增至75 -90 days

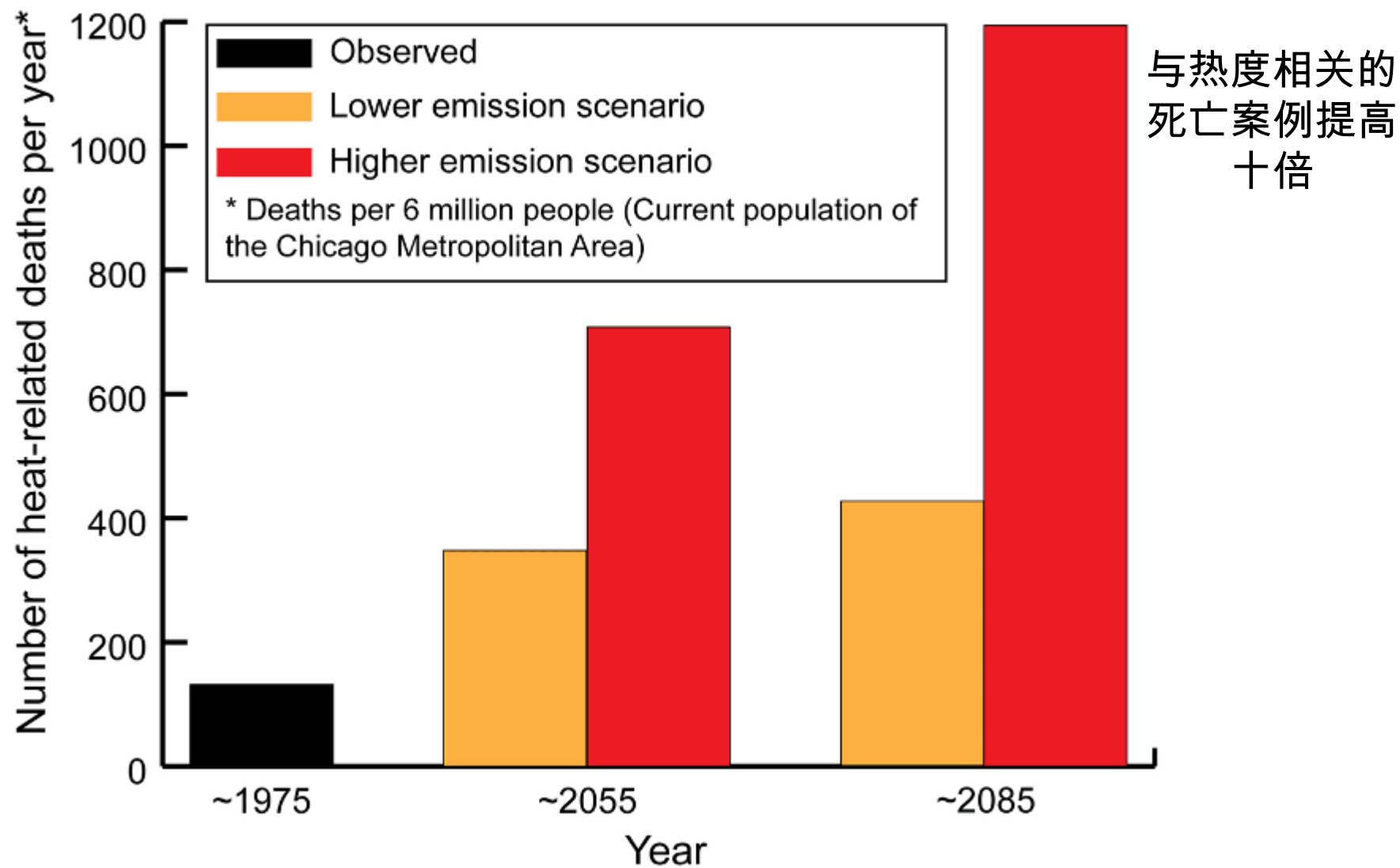
圣路易斯:

从约45天增至约120天
(全年的1/3)

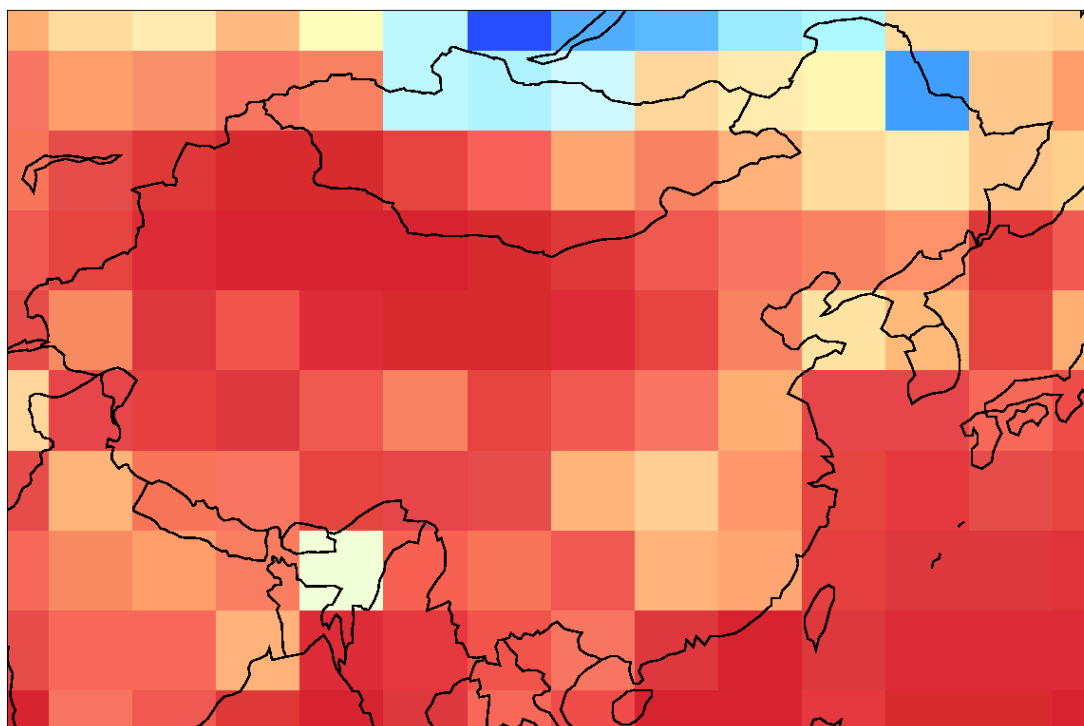
Number of Days per Year



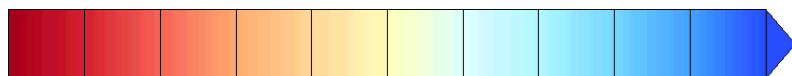
芝加哥与热度相关的新增死亡案例预测



极端热浪天气将成为中国的普遍现象



目前每隔20年发生的极端热浪天气，将会在中国的大部分地区每隔一年出现一次



0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

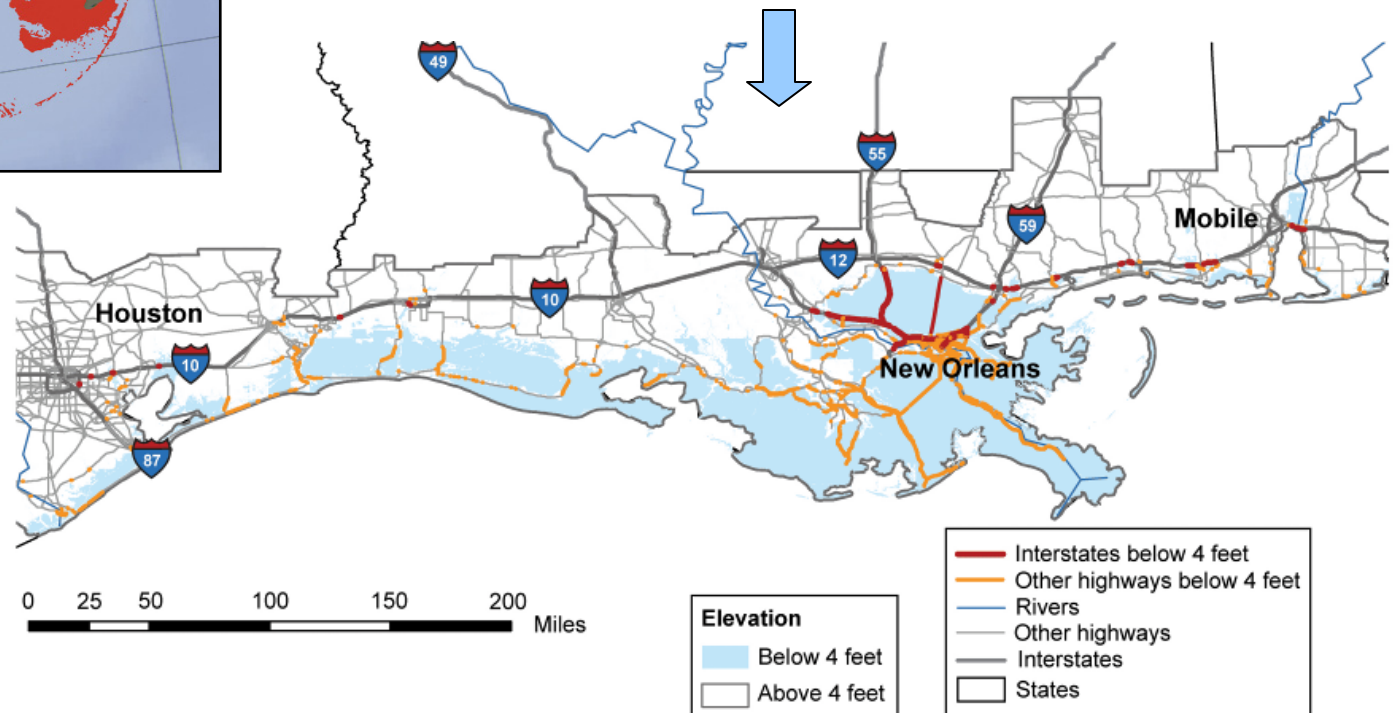
在一切照旧的情形下，截至2100，极端热浪天气的间隔年数

海平面上升将使美国沿海地区面临危险

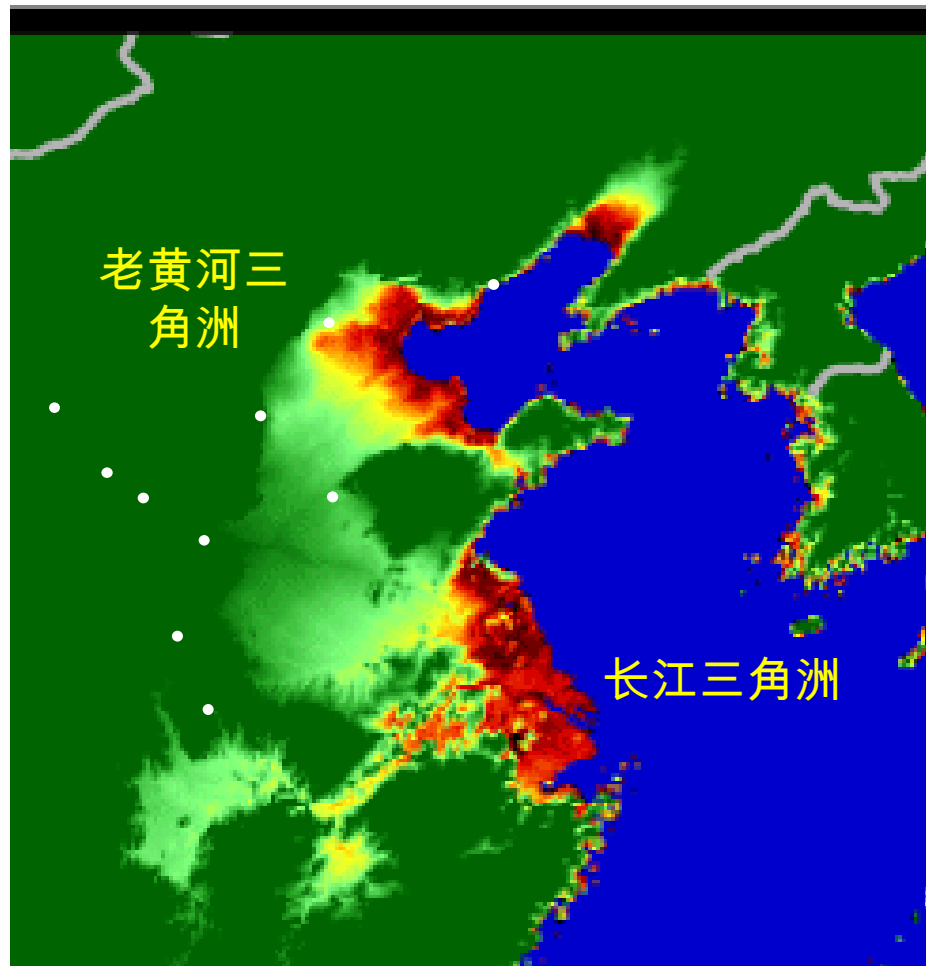


← 预计本世纪，如果海平面上升1米，红色地区将会在水平面以下

蓝色的区域将在4英尺以下

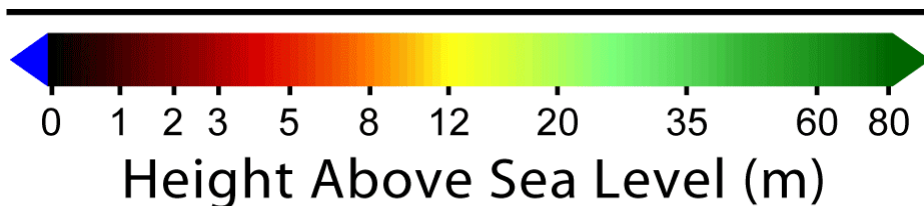


海平面上升给中国带来风险

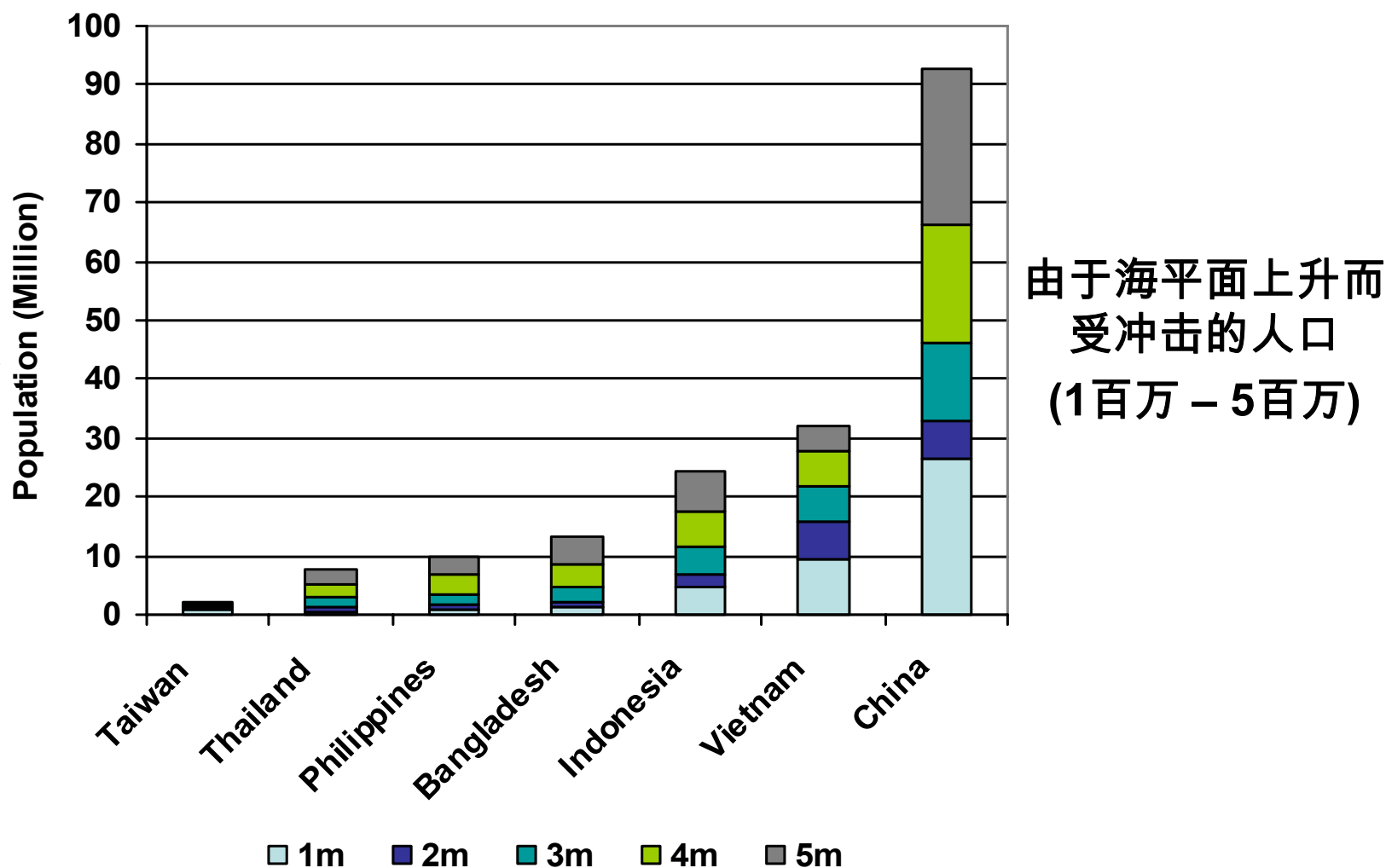


IPCC: “在中国，海平面上升30厘米，将淹没81,348平方公里的沿海低地”

海平面的上升将增加
洪灾、风暴潮和海岸
侵蚀

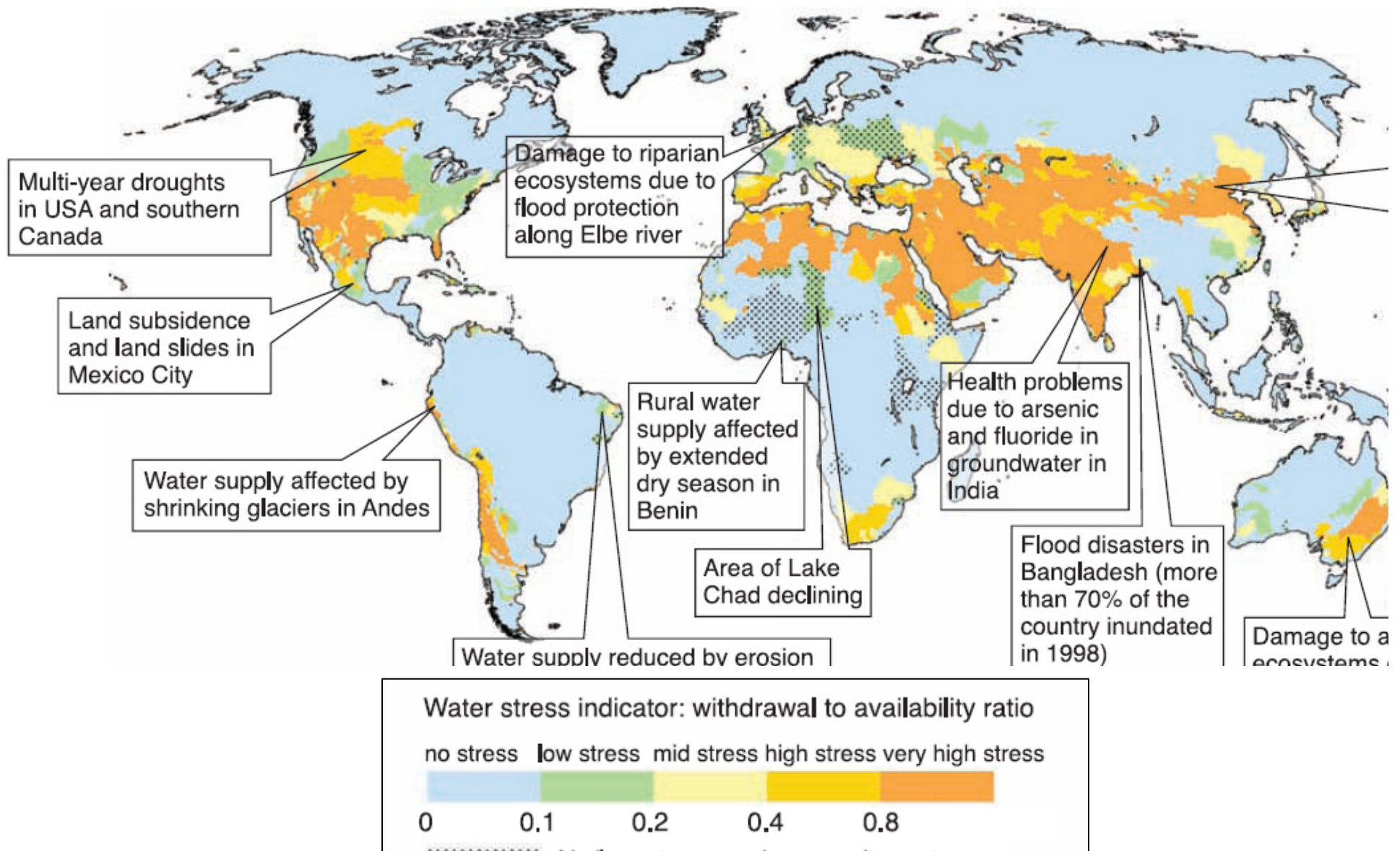


中国由于沿海城市人口密集，特别容易受到海平面上升的威胁



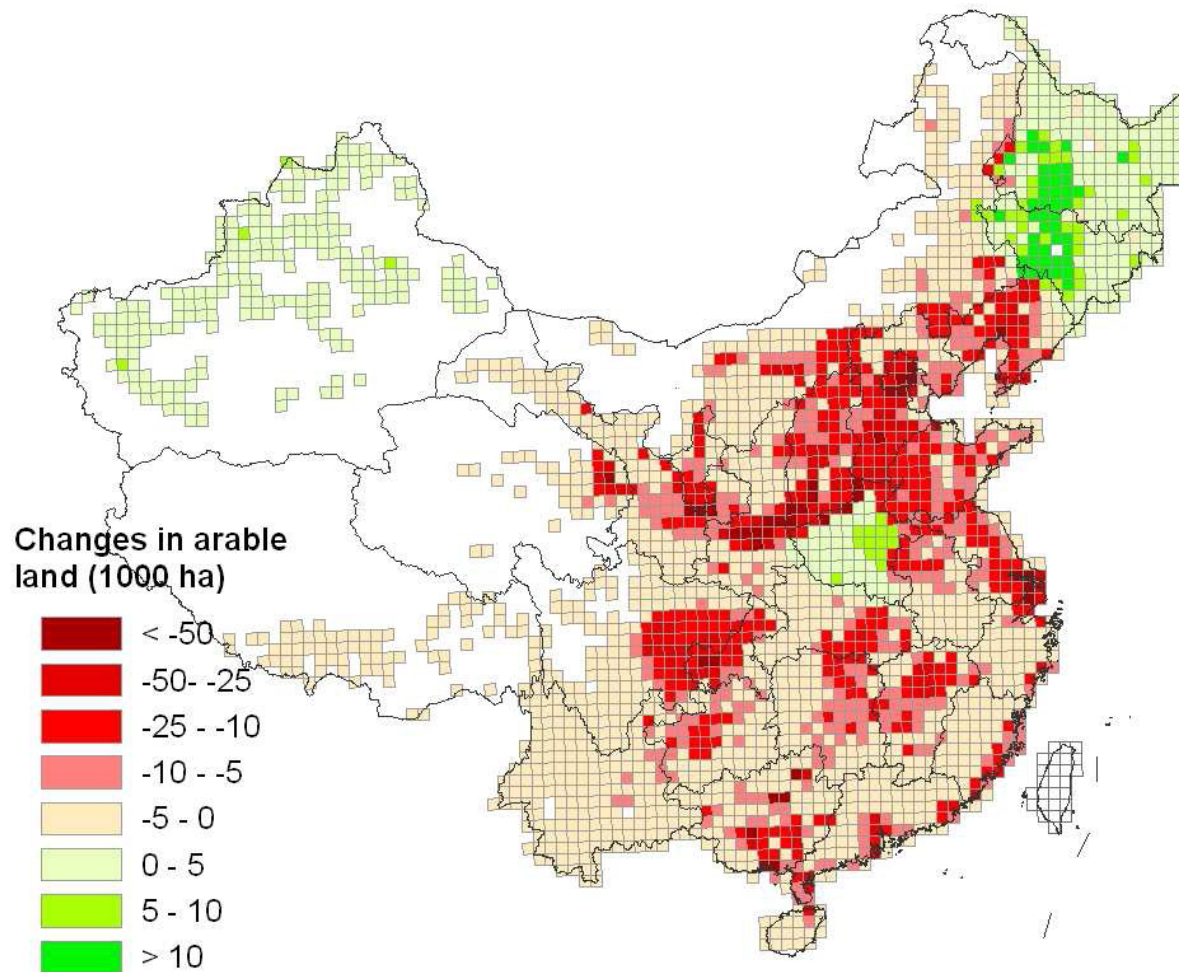
资料来源：IPCC第四次评估报告第二工作组；07/08联合国人类发展报告；洛伊研究所的“加热地球”；世界银行的“海平面上升对发展中国家的影响：一项比较分析”

预测世界上用水紧张地区



高排放(A2)情景下在2050年耕地面积的变化

A2 2050s



到2030年，中国作物产量可能减少5 -10%。

到2050年-2100年，稻米，玉米，小麦产量可能下降37 %

来源：“气候变化对中国农业的影响 -第二阶段”；由英国政府与中国科学技术部共同资助; 2008年10月;和中国《气候变化国家评估报告》

冻土开始融化



来源：Zimov 等, 2006。《Science》杂志，312:1612-1613

科学已经明确表明，我们正在改变我们这个星球的命运。

我们今天正在做的事情的后果将要到至少一百年后才能被完全了解。

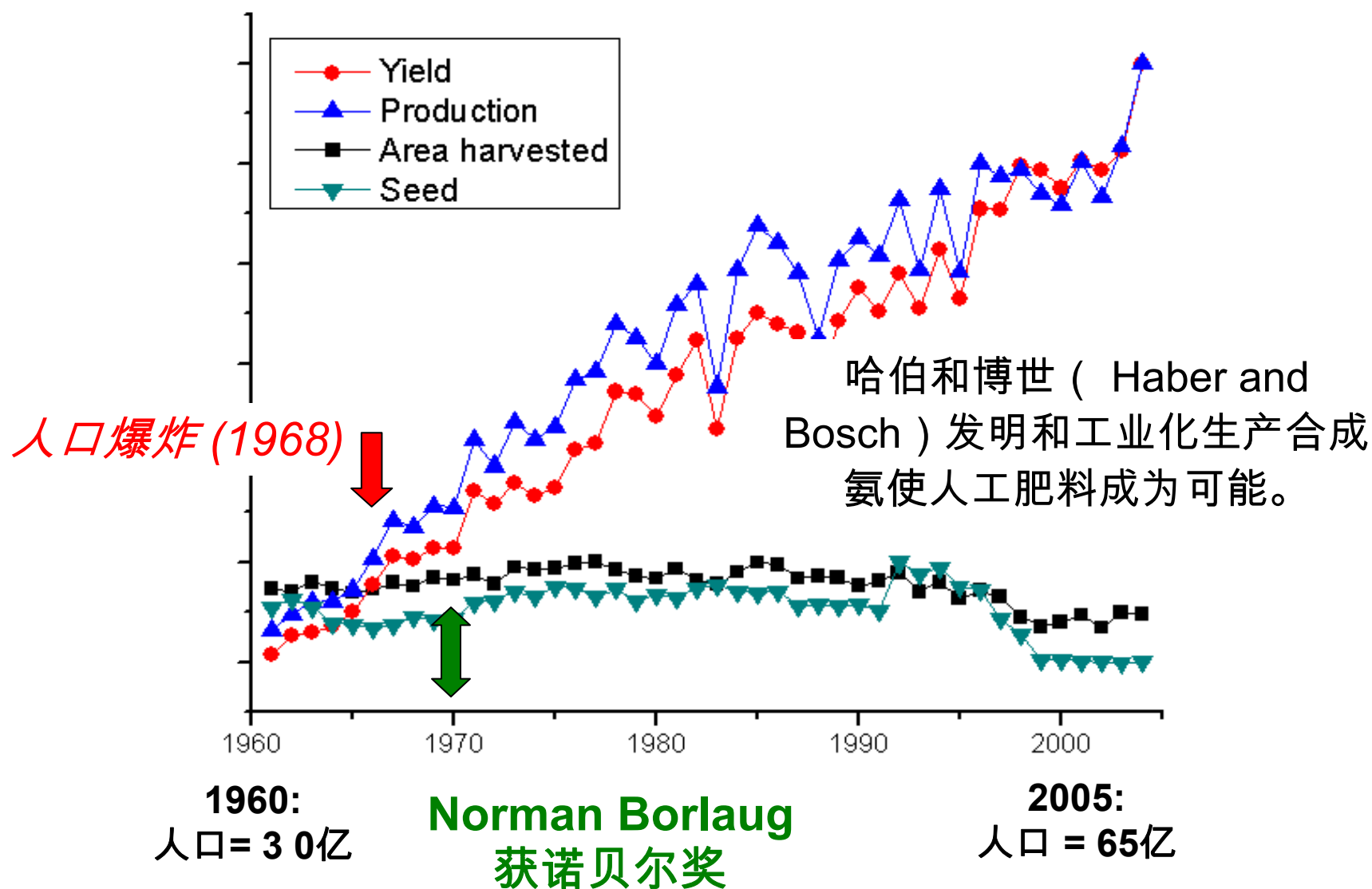
什么将是我们留给子孙后代的遗产？

拒绝（面对真相）将无法改变我们的命运。

我们（想传递）的不是对未来深感悲观的信息，而是与乐观和机会有关的信息。

科学和技术在过去已经给过我们解决方案。
有了合适的政府政策，它们今后将帮助我们。

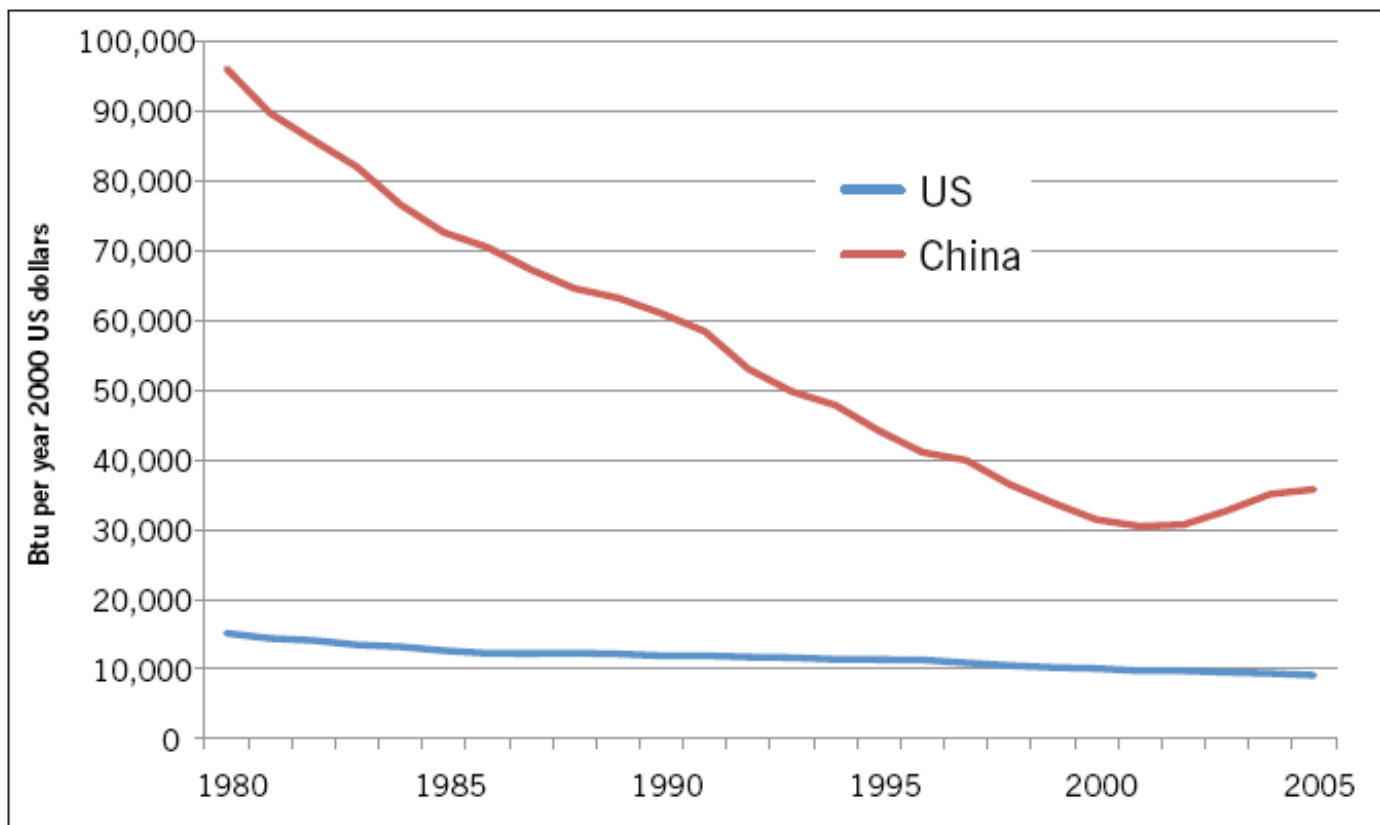
世界粮食生产 (1961 - 2004)



来源：联合国粮农组织(FAO)

与美国相比中国的能源强度

比较是基于目前的汇率做出的，
因此不能反映物理上的能源强度



来源：美国亚洲协会，2008。《共同的挑战，携手应对：能源及气候变化问题中美合作路线图》

http://www.asiasociety.org/taskforces/climateroadmap/US_China_Roadmap_on_Climate_Change.pdf

2005年，中国设立了一项能源 强度削减目标

- 2005年11月：温家宝总理在共产党全会上指出：“从2006年到2010年，单位GDP的能源消耗降低20%”
- 2006年3月：全国人民代表大会重申了表述
- 中国的第十一个五年计划 (2006-2010): 概述了 2006年-2010年单位GDP能耗降低20%的目标
- 根据国内生产总值的增长率- 2010年能源
- 5年可节省约700 百万吨煤当量(19.5 千兆英热单位)

主要能源效率政策和项目

Energy Policies	Date Effective
Fuel Consumption Limits For Passenger Cars	2004
Medium and Long-Term Plan for Energy Conservation	2005
Renewable Energy Law	2005
Government Procurement Program	2005
National Energy Efficient Design Standard for Public Buildings	2005
Eleventh Five-Year Plan	2006
The State Council Decision on Strengthening Energy Conservation	2006
Revised Consumption Tax for Larger, Energy-Inefficient Vehicles	2006
Reduced Export Tax Rebates for Many Low-Value-Added But High Energy-Consuming Products	2006
Top-1000 Energy-Consuming Enterprise Program	2006
"Green Purchasing" Program	2006
Revision of Energy Conservation Law	2007
Allocation of Funding on Energy Efficiency and Pollution Abatement	2007
China Energy Technology Policy Outline 2006	2007
Government Procurement Program	2007
National Phase III Vehicle Emission Standards	2007
Interim Administrative Method for Incentive Funds for Heating and Metering and Energy Efficiency Retrofit for Existing Residential Buildings in China's Northern Heating Area	2007
Law on Corporate Income Tax (preferential tax treatment for investment in energy-saving and environmentally-friendly projects and equipment)	2008
Allocation of Funding on Energy Efficiency and Pollution Abatement	2008
Appliance Standards and Labeling	Various Years

10个重点项目

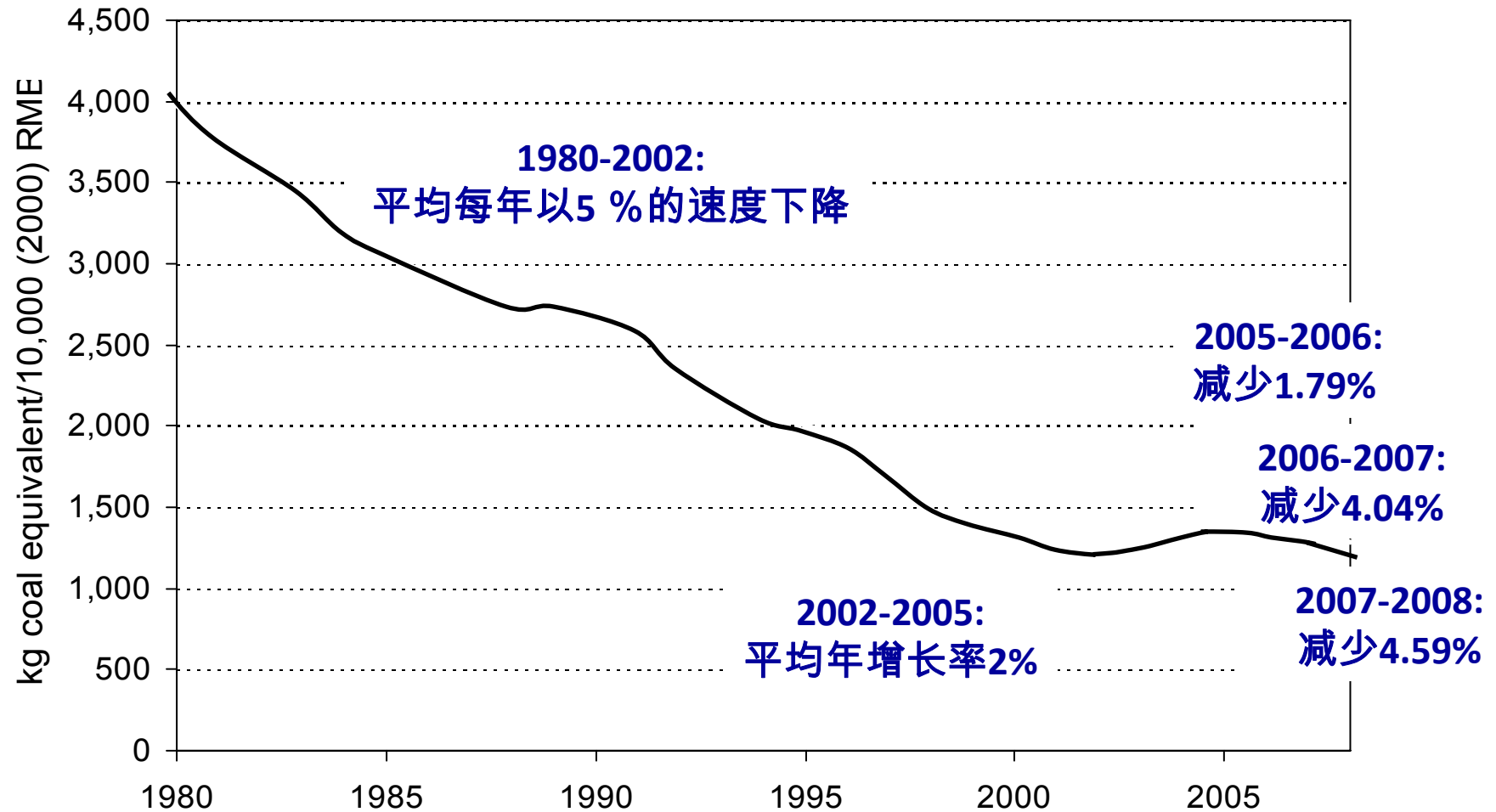
Project	Expected Annual Savings
Energy efficiency and conservation in buildings	100 Mtce (2.8 Quads)
Oil conservation and substitution	38 Mt of oil = 54.3 Mtce (1.5 Quads)
Renovation of coal-fired industrial boilers	50 Mtce (1.4 Quads)
District level combined heat and power projects	35 Mtce (1 Quad)
Energy-efficient lighting	29 TWh = 3.56 Mtce (0.1 Quads)
Motor system energy efficiency	20 TWh = 2.46 Mtce (0.07 Quads)
Waste heat and pressure utilization	1.35 Mtce (0.04 Quads)
Energy systems optimization	Not specified
Government procurement of energy efficiency products	Not specified
Monitoring and evaluation systems	Not specified
Total	>250 Mtce (6.9 Quads)

减少在工业部门能源使用

- 中国国家级政府设立了前1000家能源消耗企业计划
- 省和地方政府与约10万家较小公司签署协议
- 所有每年使用能源超过一定阈值水平的公司同意制定节能目标和行动计划



中国的能源使用：近期趋势



奥巴马总统与美国国会



对能源效率，新能源和传输进行
历史性的投资

联邦科学投入加倍



众议院通过了能源和气候变化的
立法，为碳排放量设置了上限，
到2050年将减少80 %以上的碳
排放量

“为保护我们的星球，现在是改变我们能源使用方式的时候了。我们必须一起通过结束世界对矿物燃料的依赖，通过充分利用新能源如风力和阳光的力量，以及呼吁所有国家尽自己的职责来应对气候变化。

我向你们保证，在这一全球性努力中，美国现在已准备好起带头作用。”

巴拉克·奥巴马总统
布拉格，捷克共和国
2009年4月5日



2009年是美中科学技术合作协定的30周年



邓小平

吉米·卡特

我们两国之间持续
时间最长的协议

开启了一个政府间坚
实合作的时代

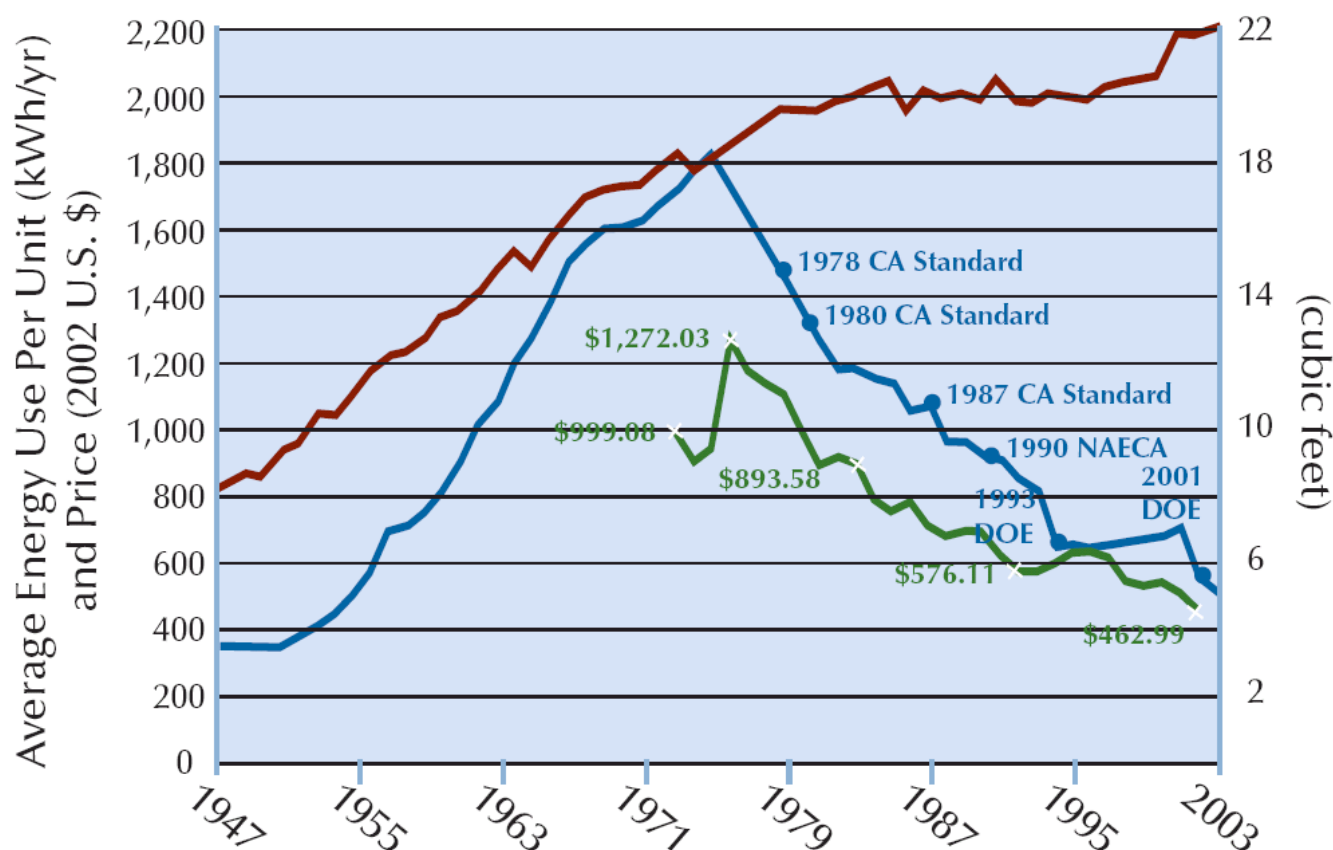
我们今天仍继
续这一传统

“科学和技术在我们与中华人民共和国关系的巨大进步中也发挥了重要作用。”

吉米·卡特总统
1979年1月25日

在今后几十年中，能源效率和节约能源将是最有效的缓解工具。

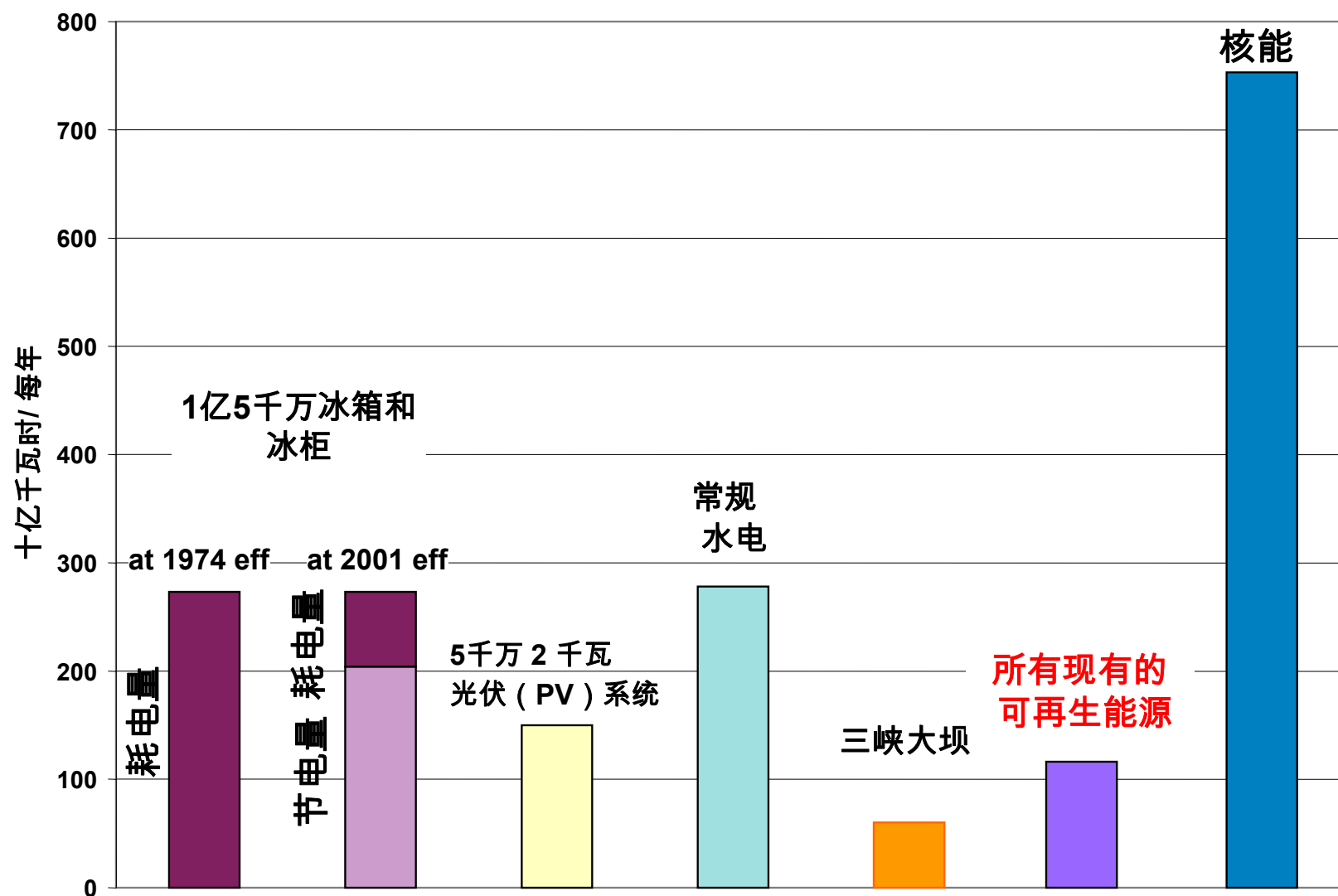
规则刺激技术：冰箱能效标准和性能。



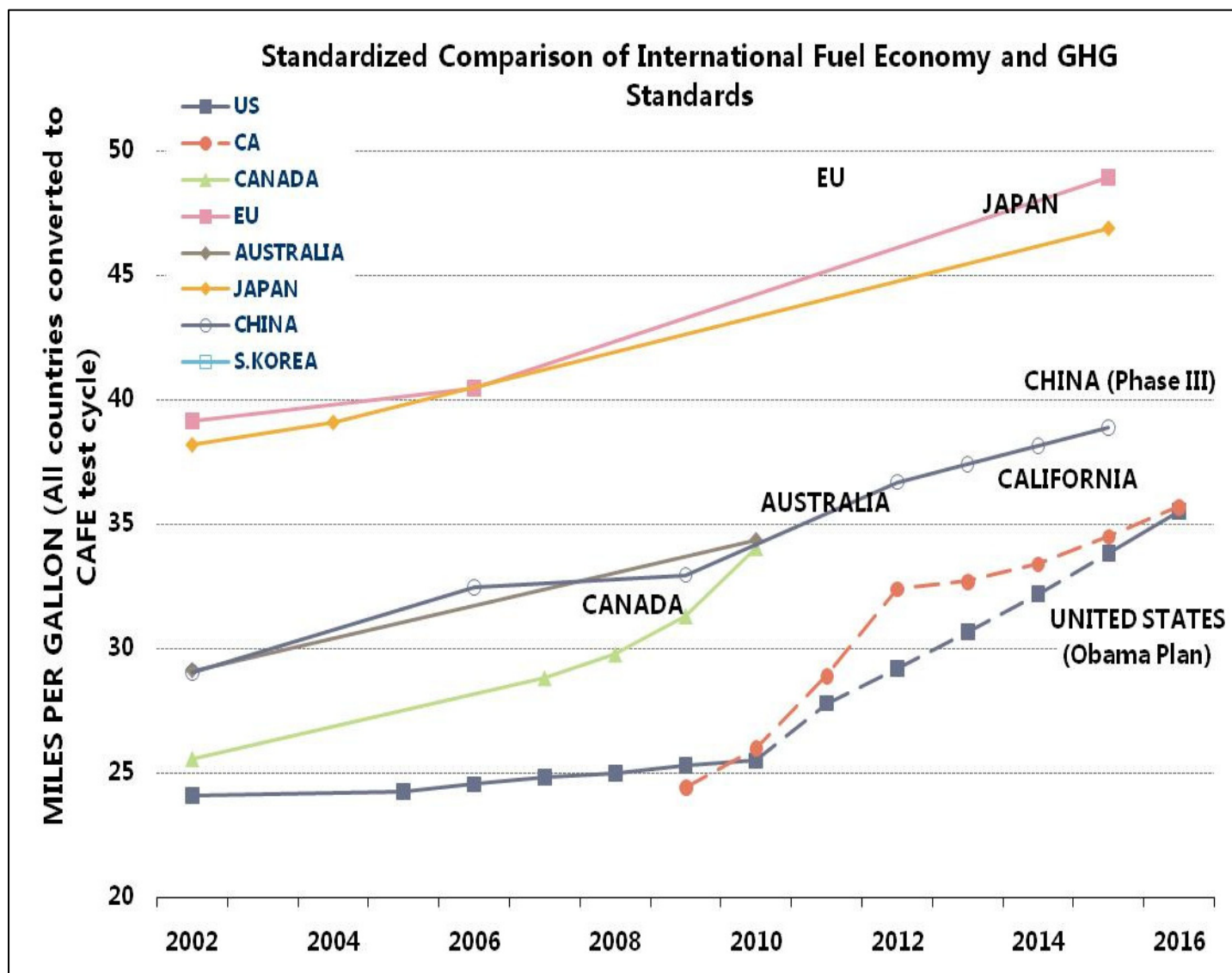
节约的能源超过美国可再生能源的总和。针对消费电子产品和电脑的规定可以节省类似的能源量。

— Average Real Price

美国冰箱和冰柜用电与电力来源比较

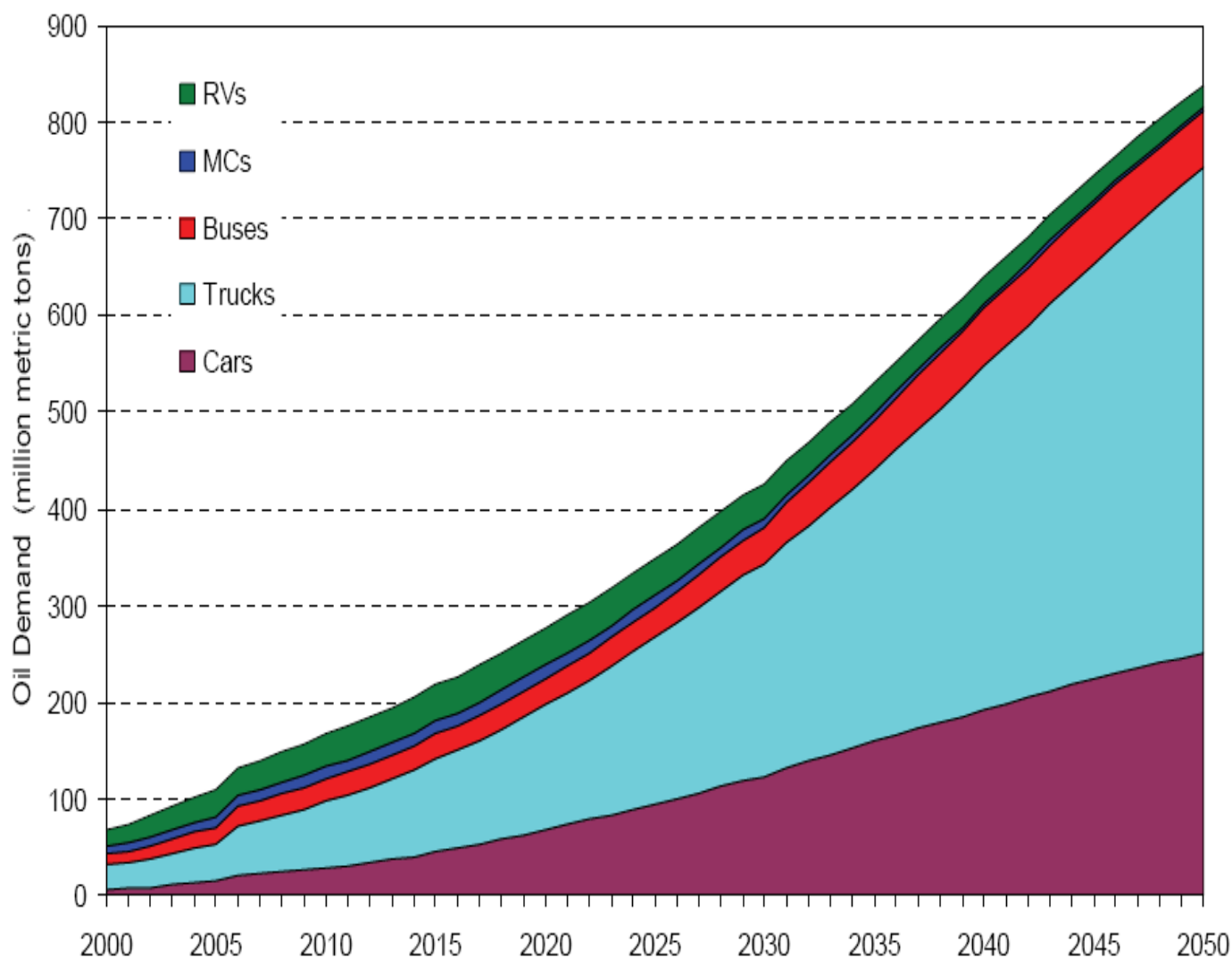


中国已采取积极的燃油经济性标准以抑制石油需求增长



来源：能源与交通创新中心

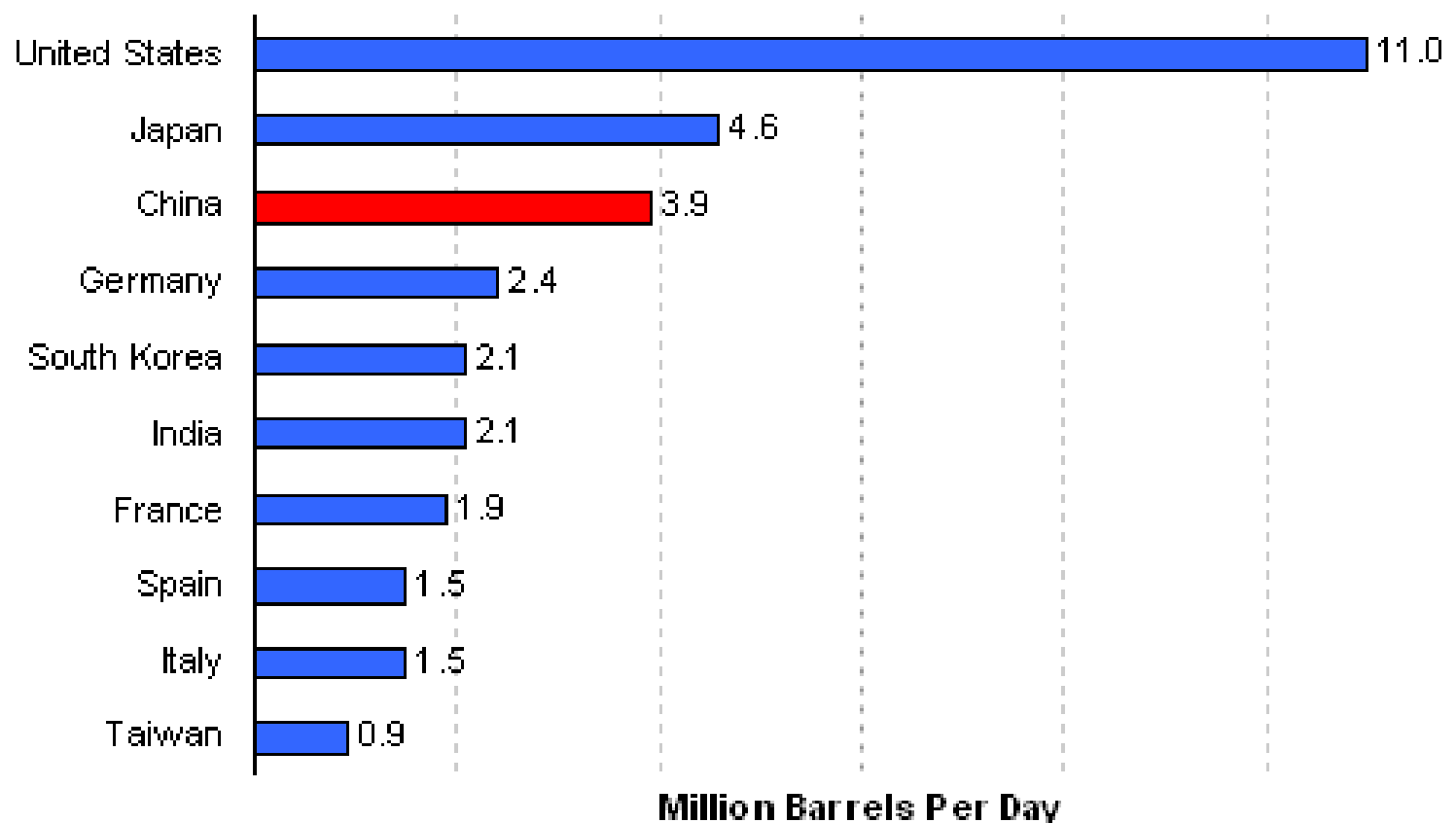
中国车辆的迅速增长预计将持续到2050年，也带来石油需求的相应增长



来源：“到2050年中国机动车增长，石油需求和二氧化碳排放量预期”，Argonne国家实验室，2006。

中国是美国和日本之后第三大石油进口国

Top Ten Net Oil Importers, 2008*



Source: EIA Short-Term Energy Outlook (July 2009)

*estimate

共同开发和拥有知识产权的国际合作

- 具有能源效率和成本效益的建筑物



德克萨斯的达
拉斯

用太阳能反射材料改造城市屋顶等同于在路面上消除汽车的二氧化碳排放量长达11年之久。

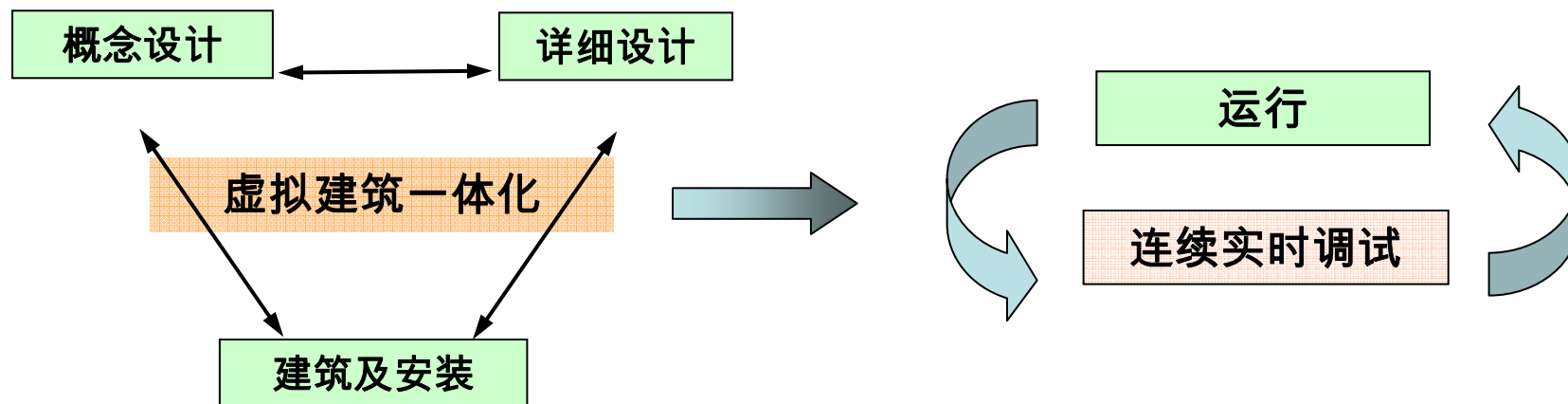
白顶建筑：

阳光能源被反射回太空，而不是在夏季使建筑和房屋升温。

希腊的圣托里尼



建筑物消耗40%的能量：一种新的设计和建造建筑物的方式



具有嵌入式能量分析功能的计算机辅助设计工具

具有传感器和实时优化控制的计算机控制运行



- 氧传感器
- 空气压力传感器
- 空气温度传感器
- 发动机温度传感器
- 节气门位置传感器
- 爆震传感器



美国有大约**3000亿平方英尺**的房地产

中国将在**未来15年**内新增约3000亿平方英尺的**房地产**



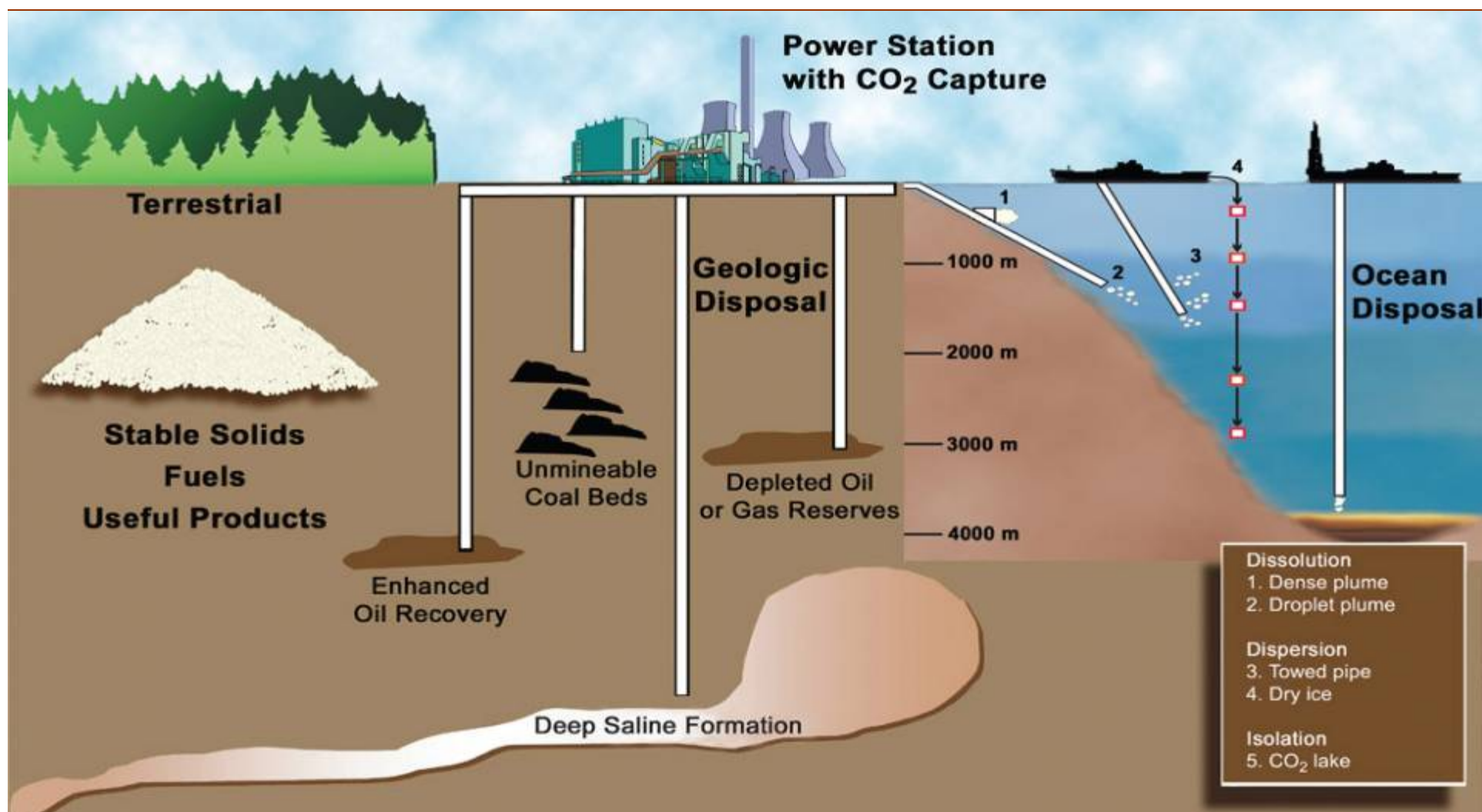
在一个典型的年份里，世界一半以上的新增建筑面积将建在中国

共同开发和拥有知识产权的国际合作

- 具有能源效率和成本效益的建筑物
- 碳捕获和封存，核能

美国、中国、俄罗斯和印度拥有世界上已探明煤炭储量的2/3。

碳捕获和储存技术的国际合作将加速CCS技术的部署。

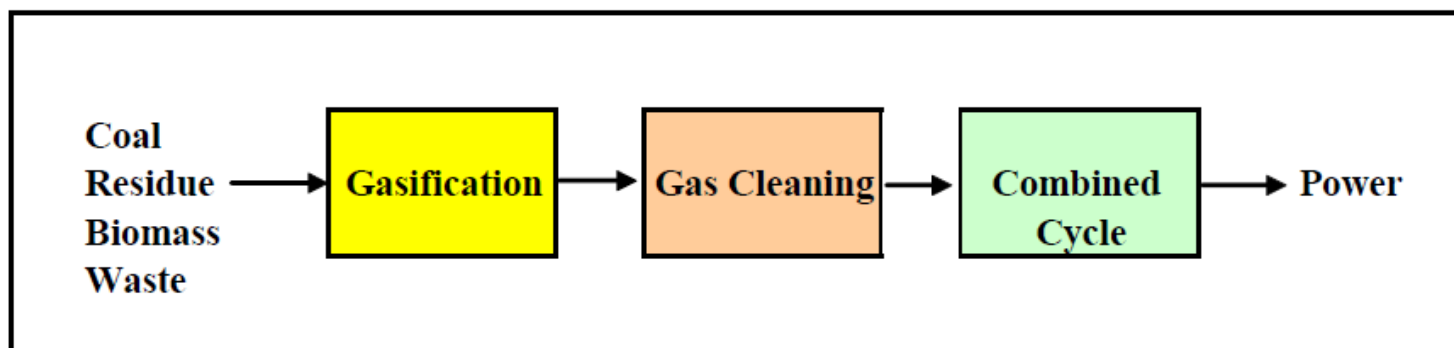


二氧化碳的捕获和封存

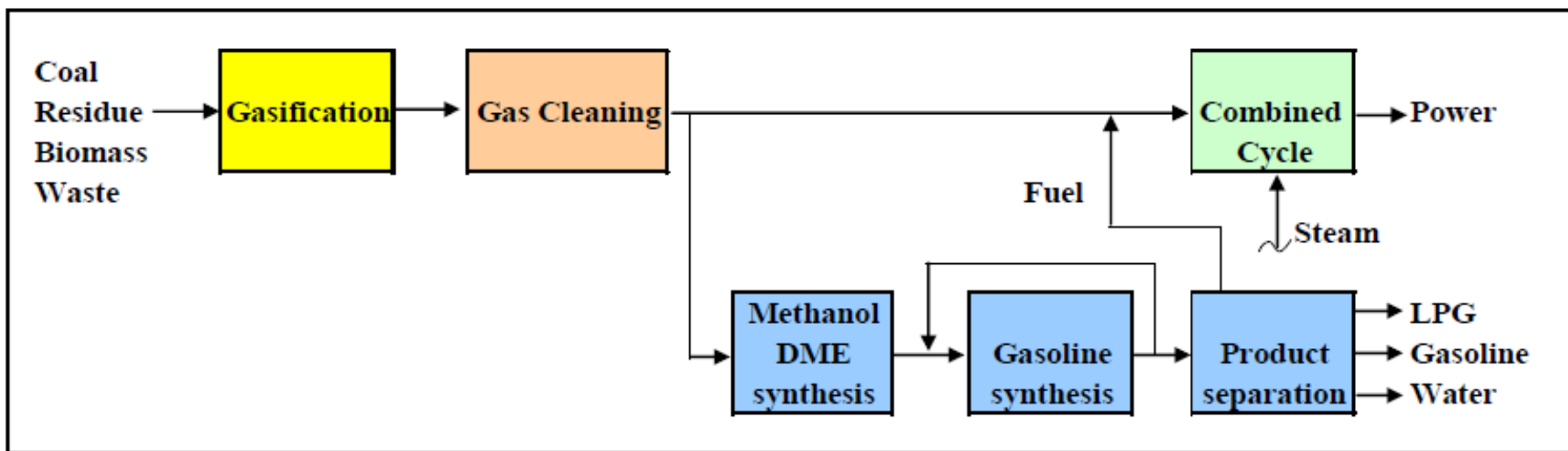
1. 同许多国家一样，美国正在推行（如IGCC和氧燃烧）燃烧前与燃烧后二氧化碳的捕获方法。
2. 我们的目标是在未来8 – 10年间开始CCS的商业部署。
3. 在CCS常规部署前，许多新的发电厂将建成。我们需要现有煤电厂的高效捕捉技术。美国能源部正在支持许多途径的研发（如膜技术、相分离、催化捕获）。

电力和化学品的多联生产可对更高的IGCC投资有所交待

IGCC电厂



IGCC 与化学合成的集成



核裂变提供无碳基本负载功率

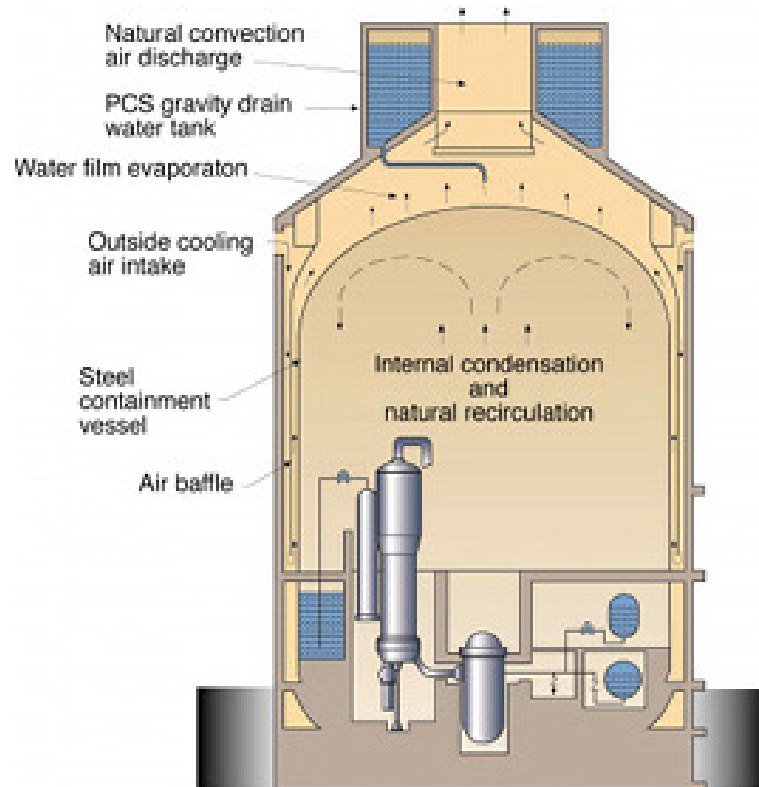


Figure 3. AP600 Passive Containment Cooling System

第三+代反应堆（例如AP 1000）：

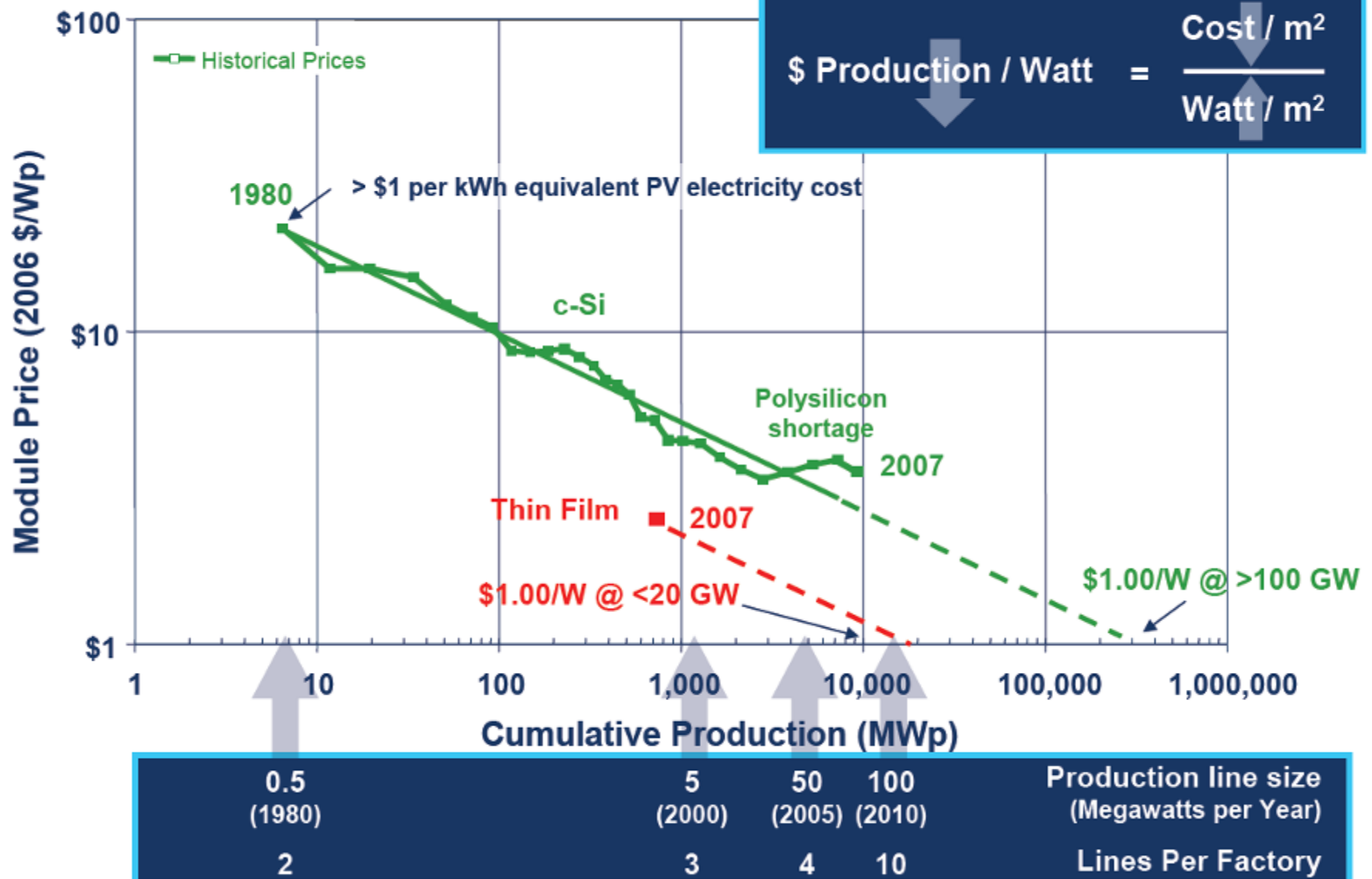
- 自然循环
- 被动安全
- 元件数量的减少意味着成本的降低

- 核废料问题是可以解决的
- 核扩散是被关注的问题，需要国际合作。

共同开发和拥有知识产权的国际合作

- 具有能源效率和成本效益的建筑物
- 碳捕获和封存，核能
- 可再生能源的突破

Solar Learning Curve: Module Cost/Watt



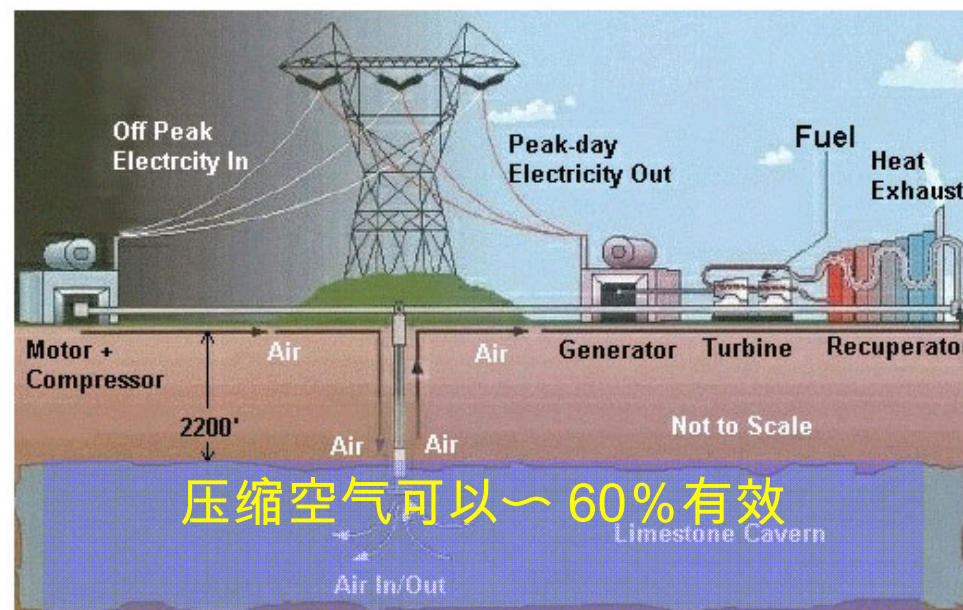
Source: Adapted from National Renewable Energy Laboratory



抽水蓄能电站70% - 85%有效

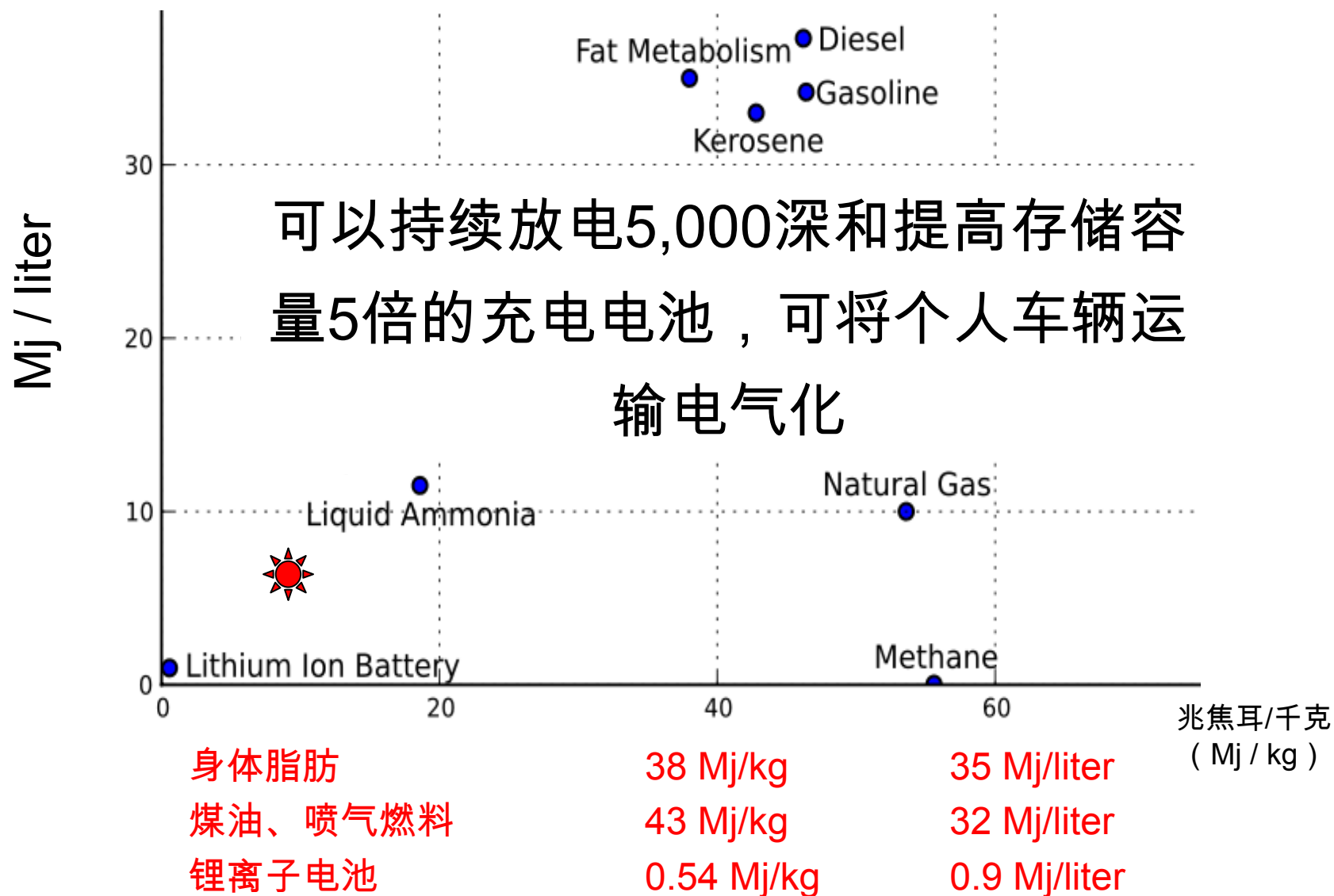
风能和太阳能成为我们电力供应来源的更大一部分，我们需要一个聪明的能源网来响应各种生产。

也将需要大规模的能源储存。



压缩空气可以~ 60%有效

化学燃料的能量密度和最佳商业电池



草芒等饲料可作为能源作物

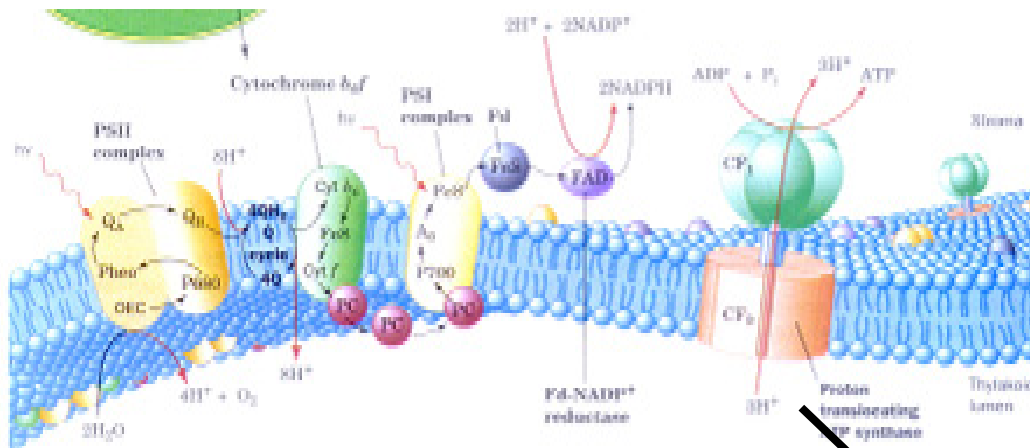
美国伊利诺伊的非受精、非灌溉试验田比玉米地每英亩多产15倍的乙醇。

5千万英亩的能源作物，加上农业和城市废物可以产生美国目前汽油消费量的1 / 2。

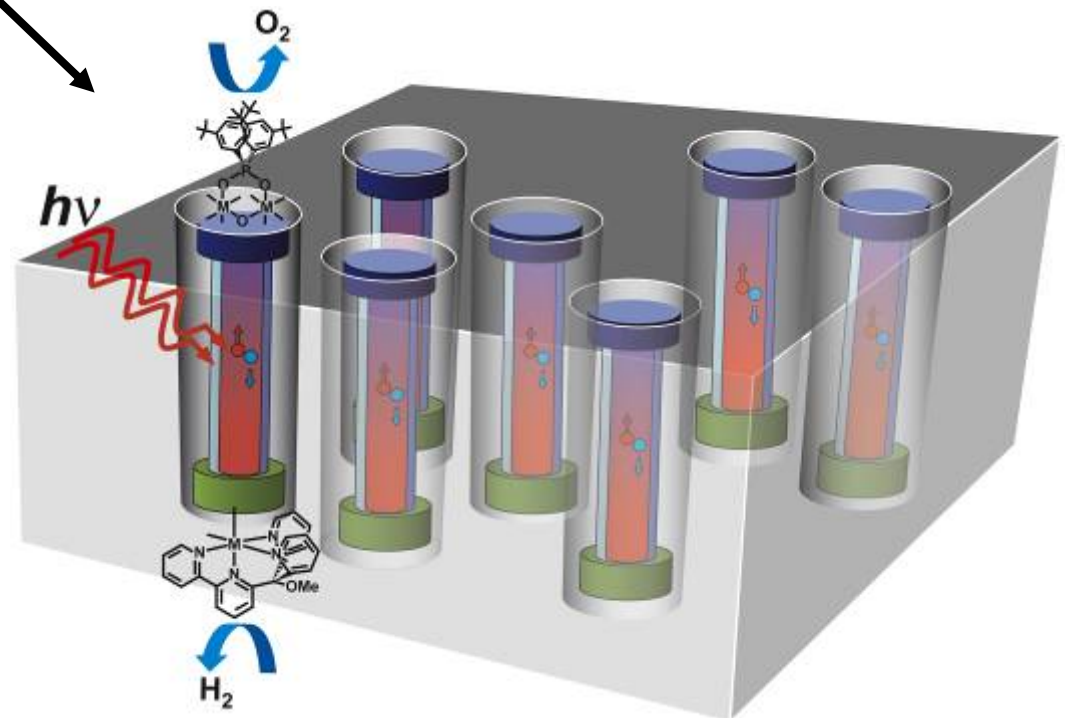
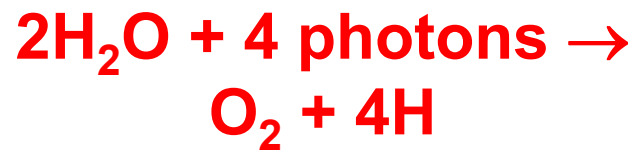
整个代谢途径引入酵母以生产汽油和柴油一样的燃料。



人工光合作用



第一个重要步骤是利用太阳光来将水“分解”成氧和氢。



从阿波罗8号上 (1968年12月24日) 看地面
上升



“我的朋友们，我们现在面临这样一个事实，明天既是今天。我们现在面临着强烈的紧迫性。在此展开生活和历史的难题时，有这样一件事就是太晚了。”

马丁路德金，1967年