

Climate Change 2013: The Physical Science Basis

Working Group I contribution to the IPCC Fifth Assessment Report

城市适应气候变化 国际研讨会

气候变化科学与城镇化发展

秦大河

中国气象局

中国科学院冰冻圈科学国家重点实验室

© Yann Arthus-Bertrand / Altitude

2014年9月5日

北京

IPCC AR5 Working Group I
Climate Change 2013: The Physical Science Basis

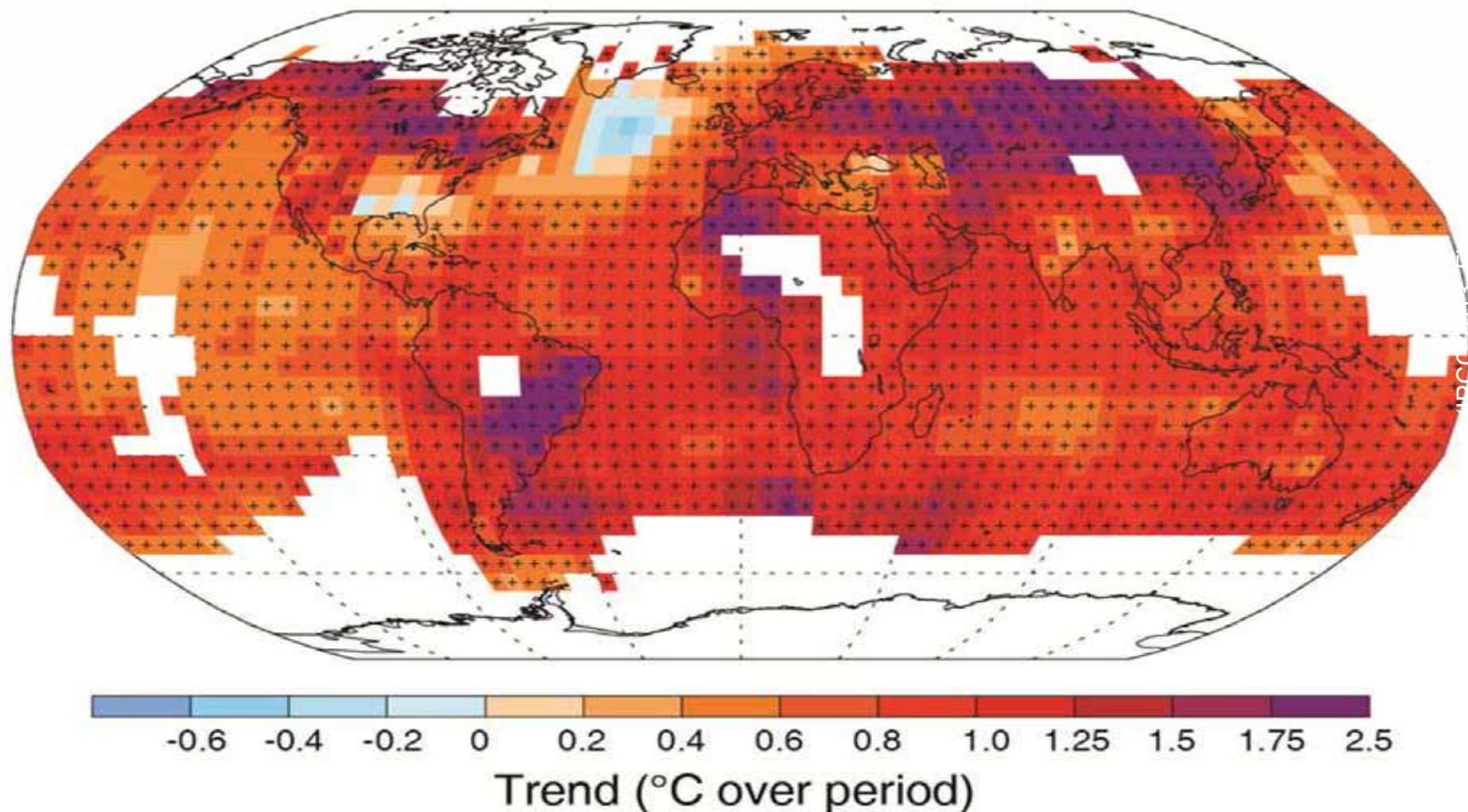
ipcc
INTERGOVERNMENTAL PANEL ON climate change



Disclaimer:

The views expressed in this document are those of the author, and do not necessarily reflect the views and policies of the Asian Development Bank (ADB), its Board of Directors, or the governments they represent. ADB does not guarantee the accuracy of the data included in this document, and accept no responsibility for any consequence of their use. By making any designation or reference to a particular territory or geographical area, or by using the term "country" in this document, ADB does not intend to make any judgments as to the legal or other status of any territory or area.

近百年来地球气候系统正经历着一次以变暖为主要特征的显著变化



气候系统的变暖毋庸置疑

1860 - 2005: 0.75°C (WG1 AR4)

1906 - 2005: 0.74°C (WG1 AR4)

1901 - 2012: 0.89°C [0.69 °C - 1.08 °C] (WG1 AR5)

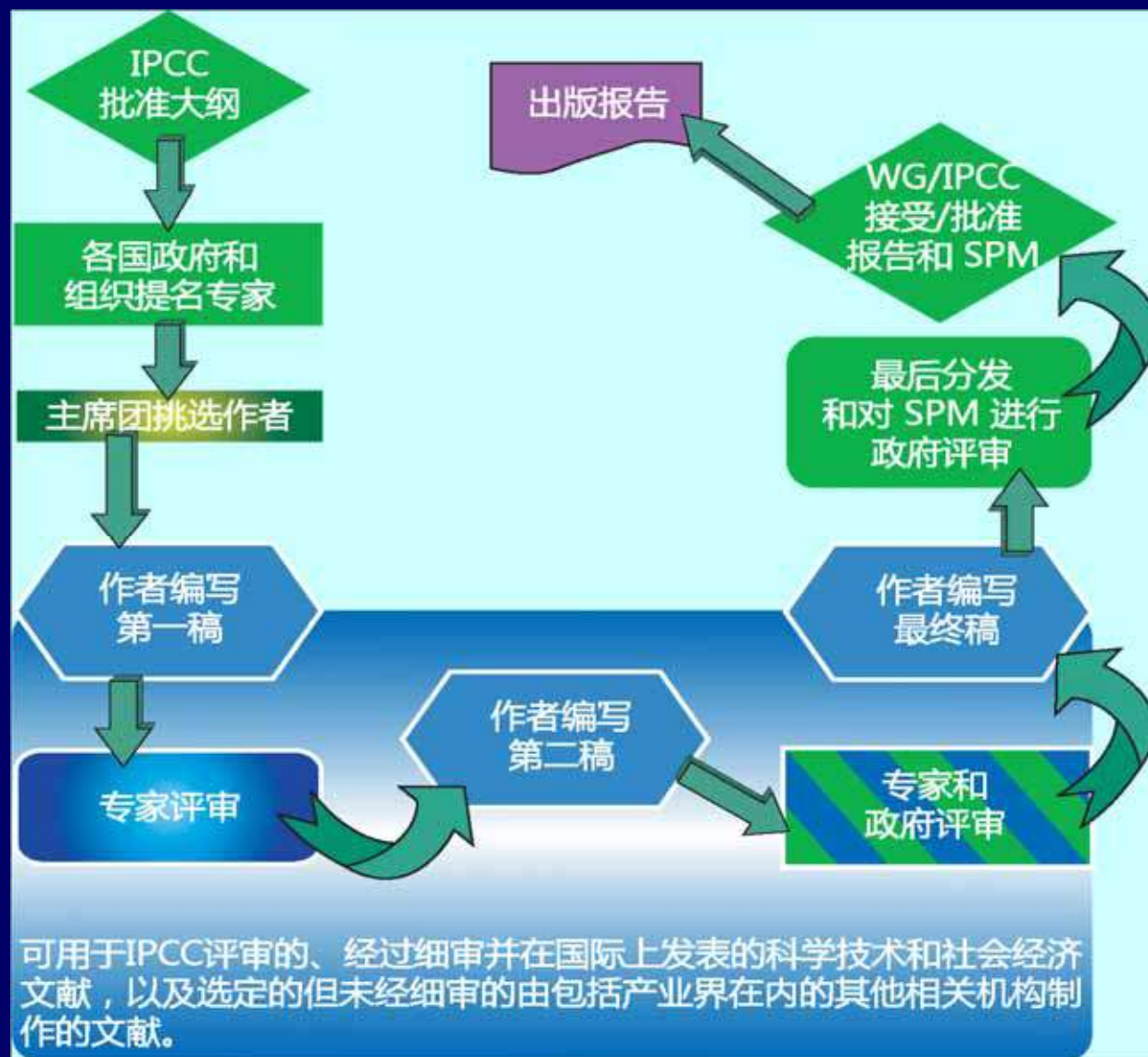
气候变化科学： (IPCC)

- 1 科学基础
- 2 影响、适应、脆弱性
- 3 减缓气候变化
- 4 清单



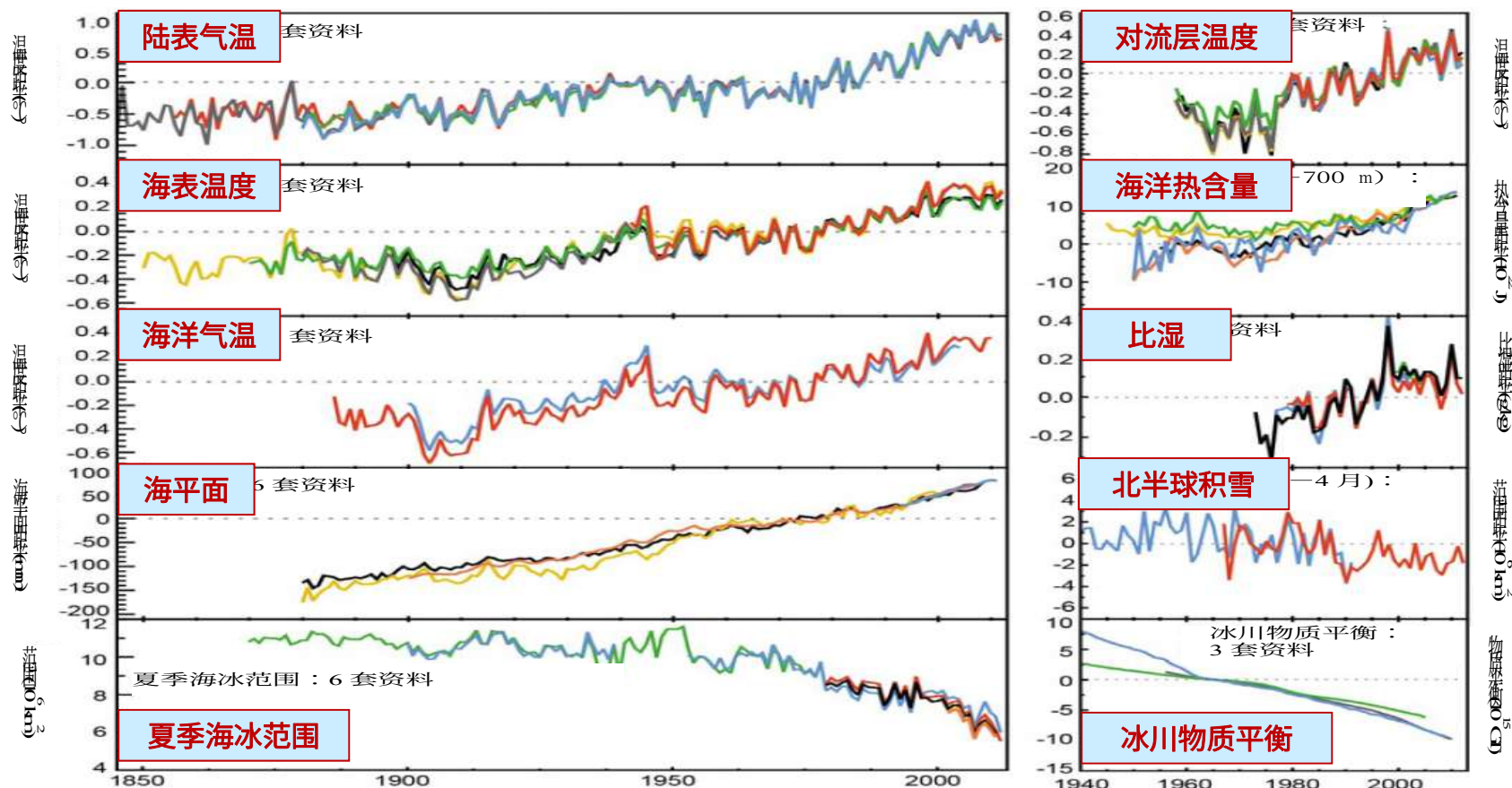
IPCC评估报告编写与评审流程

- 评估报告由全球遴选科学家组成的团队义务编写；
- 需要执行11个程序，其间包括两轮严格的专家和政府评审；
- 决策者摘要由工作组会逐句审议通过，以确保报告结论更全面、客观地反映认识科学水平。





更多 更长时间序列的观测证据证明： 气候系统在变暖



近130多年(1880-2012年)全球地表平均温度升高了 0.85°C
1983—2012年可能是北半球过去1400年中**最暖的30年**。

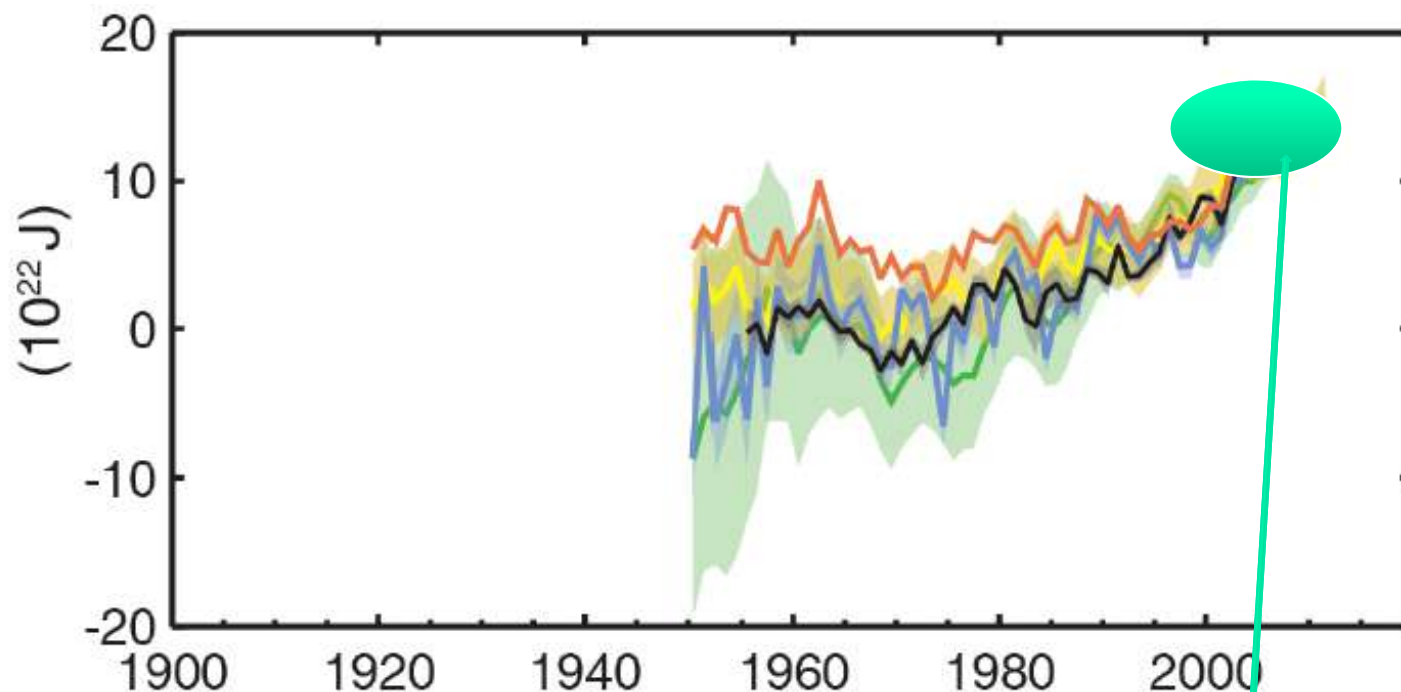
气温
降水
水圈（海洋）
冰冻圈
海平面
极端（天气气候）事件
辐射强迫（RF）
.....,

进展：冰冻圈、海洋、碳和辐射强迫

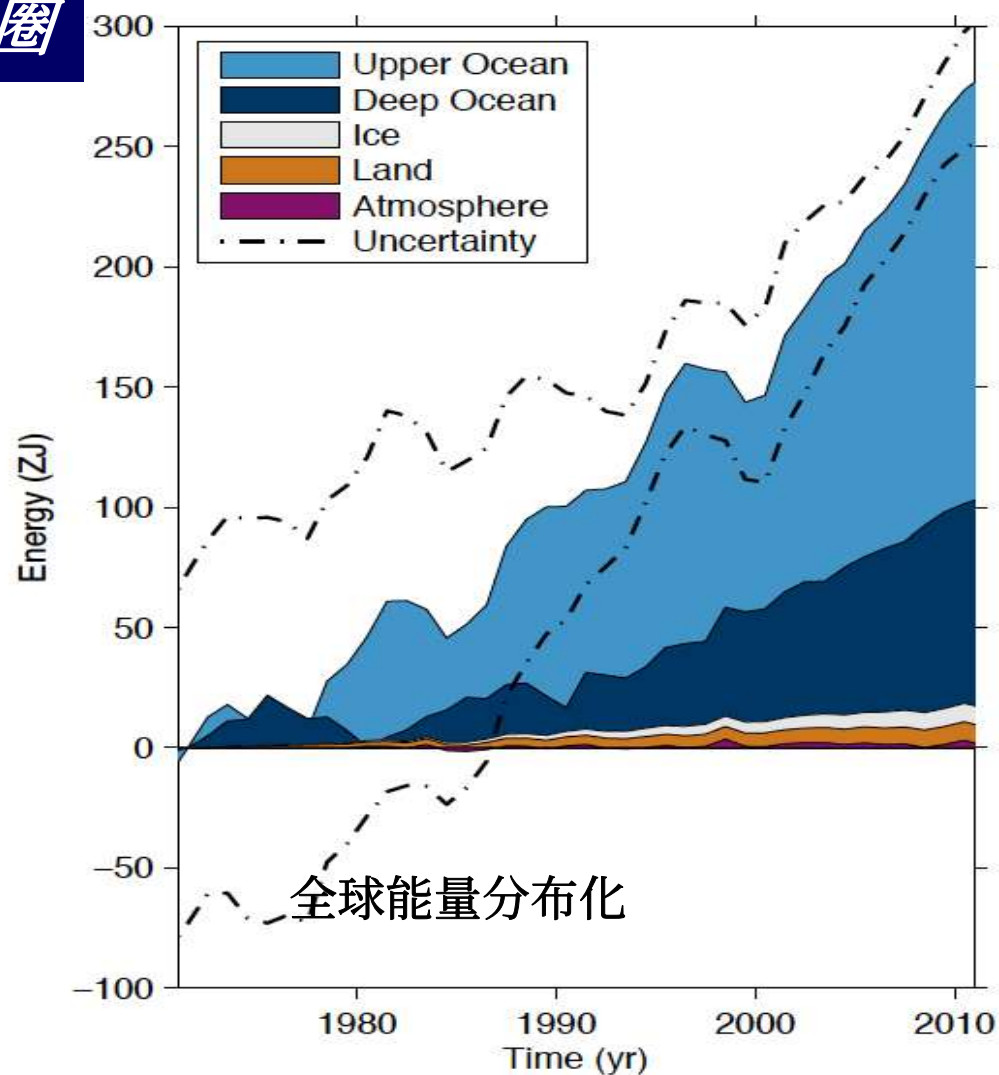


水圈

海洋热含量变化



- ◆ 1971-2010年，海洋上层热含量可能增加 17×10^{22} 焦耳；
- ◆ 与1993-2002年相比，海洋上层热含量在2003-2010年间的增速较为缓慢；
- ◆ 1970年之前的资料不确定性较大；
- ◆ 采用了五套数据，可弥补资料的缺失。

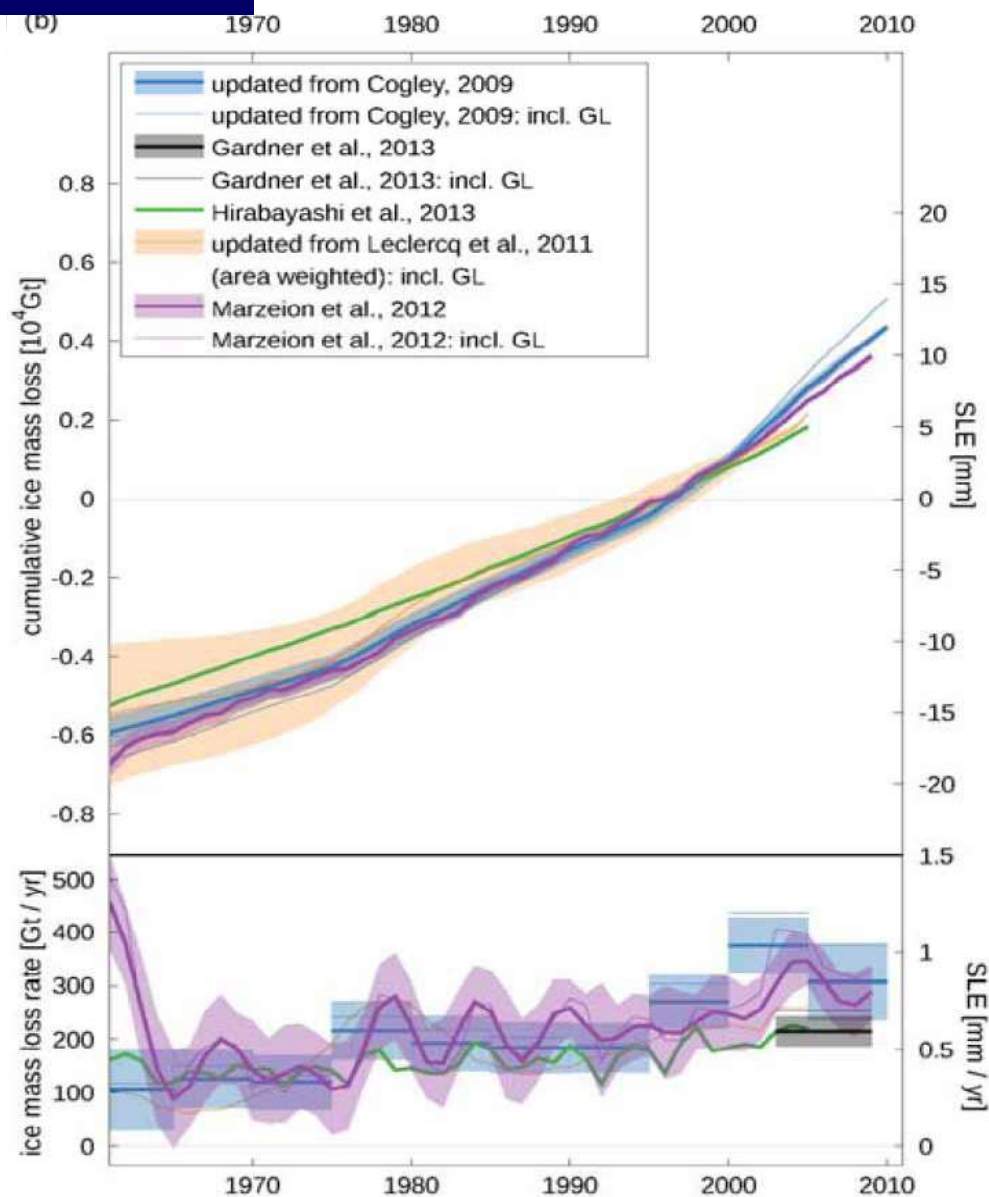


Ocean warming :

- ◆ **93 %** of the increase in energy in Earth's climate system (*high confidence*)
- ◆ **3 %** go into warming the land
- ◆ **3 %** into melting of ice (glaciers, ice sheets)
- ◆ **1 %** into warming the atmosphere

1971-2010年，气候系统增加的净能量中有60%以上储存在海洋上层（0-700米），另有约33%储存在700米以下。

冰圈圈



全球冰川冰量损失平均速率（不包括冰盖外围的冰川）很可能是：

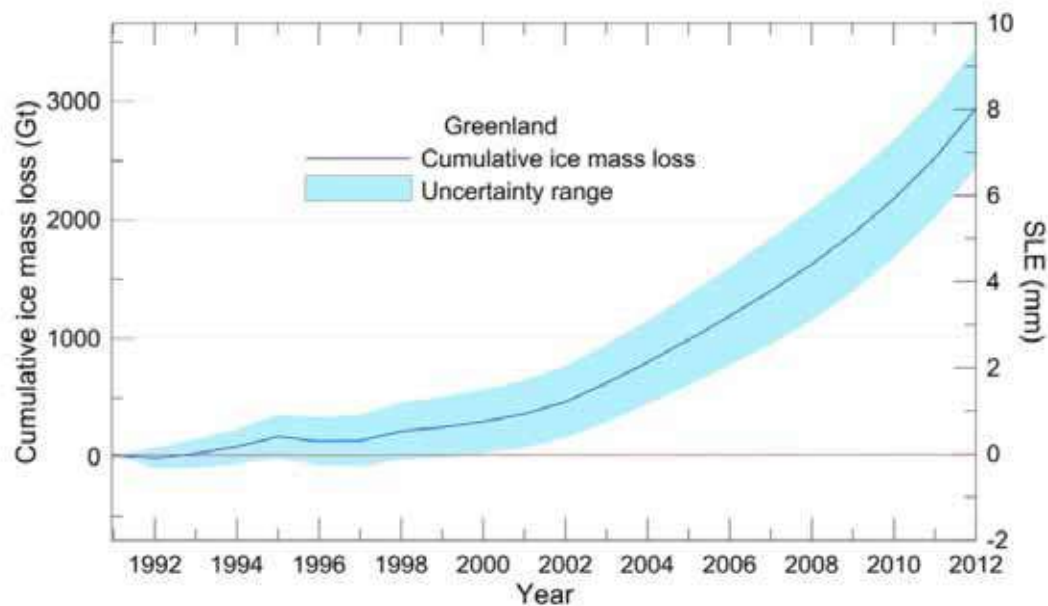
1971–2009年：

226[91-361]Gt/年

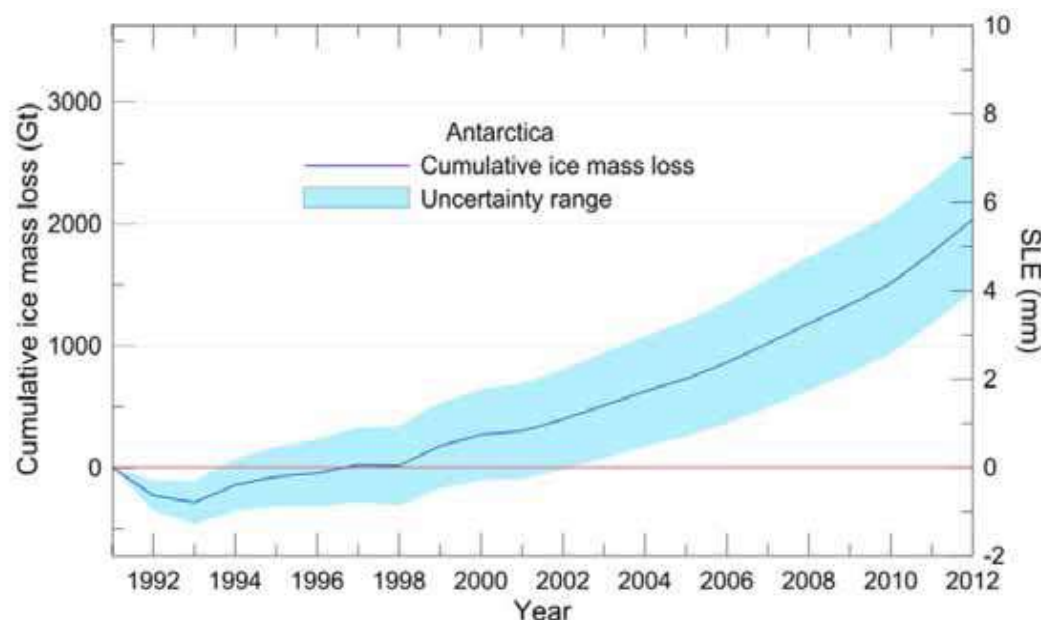
1993–2009年：

275 [140-410]Gt/年

冰圈圈



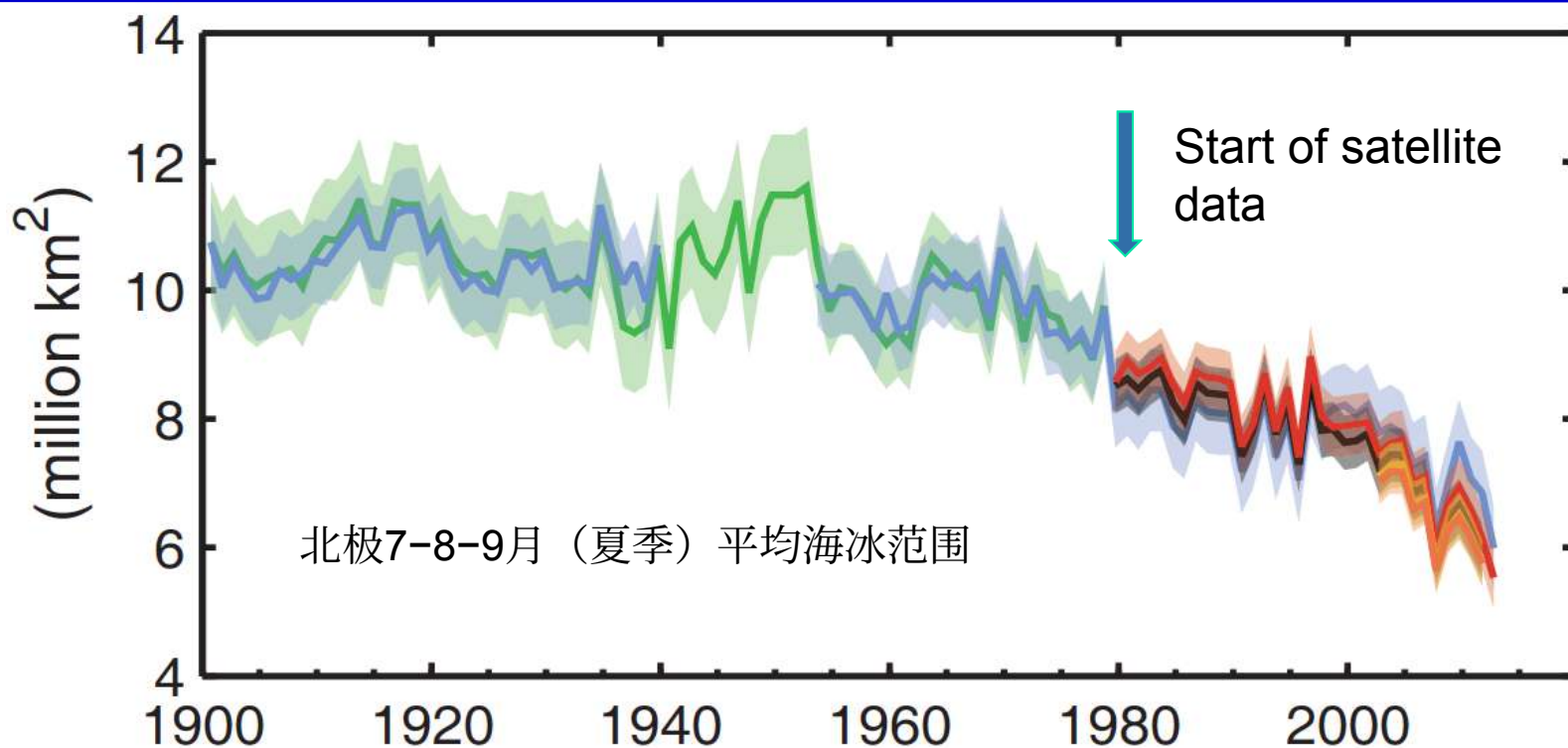
格陵兰冰盖平均冰量损失速率很可能已从1992-2001年的每年 **34** [-6 - 74] Gt 大幅度增至2002-2011年间的每年 **215** [157-274] Gt



南极冰盖的冰量损失平均速率可能从1992-2001年间的每年 **30** [-37 - 97] Gt 增至2002-2011年间的每年 **147** [72-221] Gt



1979年以来北极海冰范围显著缩小



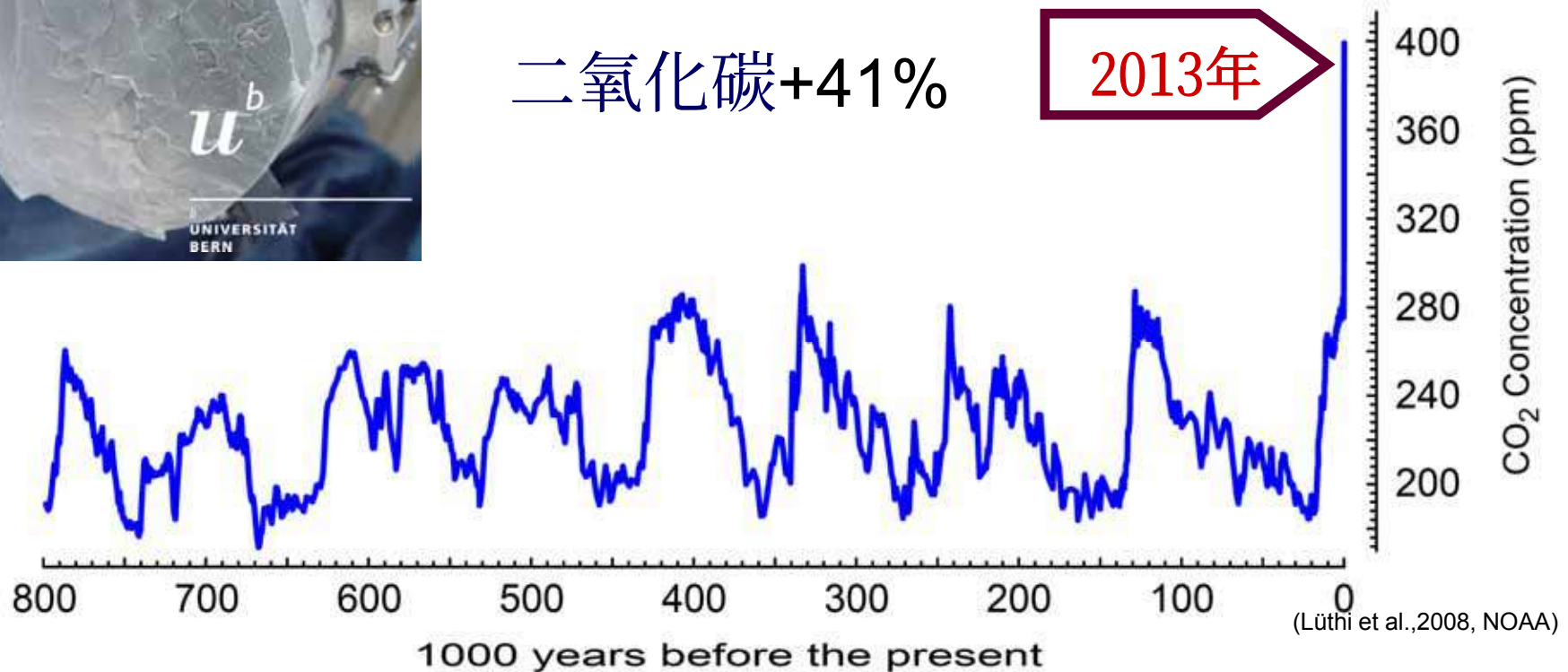
- 1979-2012年北极年均海冰范围以每十年3.5%-4.1%(0.45-0.51百万平方公里)的速率缩小；
- 夏季海冰范围（多年海冰）以每十年9.4%-13.6%（0.73-1.07百万平方公里）缩小。北极海冰每十年平均下降速度在夏季最高
- 过去的30年，北极夏季海冰范围退缩史无前例，北极海表温度至少在过去1,450年来异常偏高



大气中温室气体浓度在增加

二氧化碳+41%

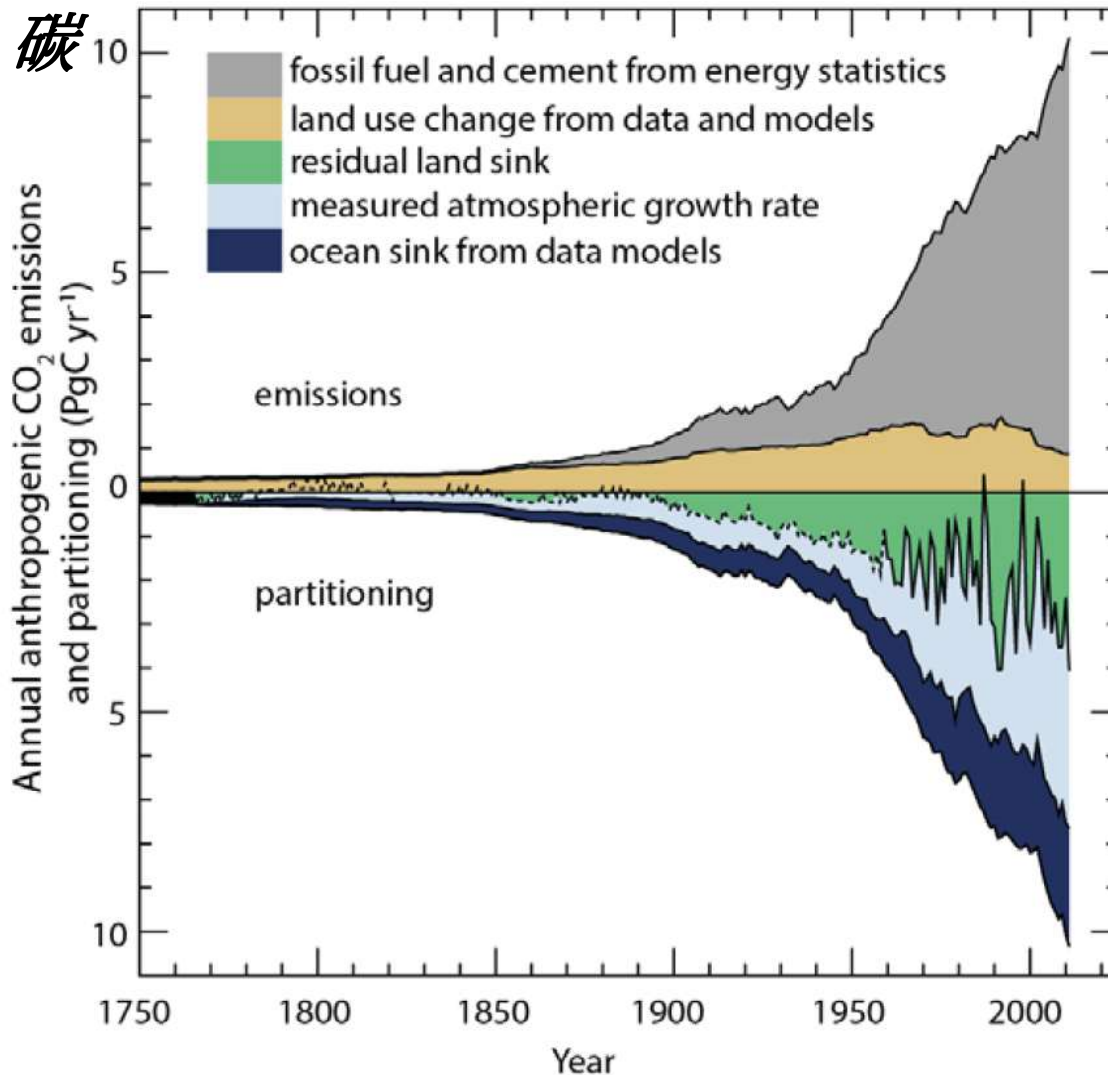
2013年



2012年，全球二氧化碳、甲烷和氧化亚氮年均浓度分别达到393ppm、1819ppb和325ppb，分别比工业革命(1750年)前增加了41%、160%和20%，达到历史的最高值。

碳和其它地球生物化学循环

- ◆ CO_2 、 CH_4 和 N_2O 在大气圈内的浓度至少已上升到过去80万年以来前所未有的水平(EDA冰芯记录)；
- ◆ 自工业化以来， CO_2 浓度已增加了40%，这首先是由于化石燃料的排放，其次是由于净土地利用变化的排放（GAW实测）；
- ◆ 海洋吸收了大约30%的人为 CO_2 排放，这导致了海洋酸化。自1750年以来，海表水的pH值已下降0.1，相当于氢离子浓度增加了26%。



2002-2011年期间

- 化石燃料燃烧和水泥生产造成的CO₂年均排放量为**每年8.3GtC**。2011年为**9.5GtC**，比1990年水平高54%
- 土地利用变化产生的CO₂年净排放量为每年**0.9GtC**

1750 -2011年期间

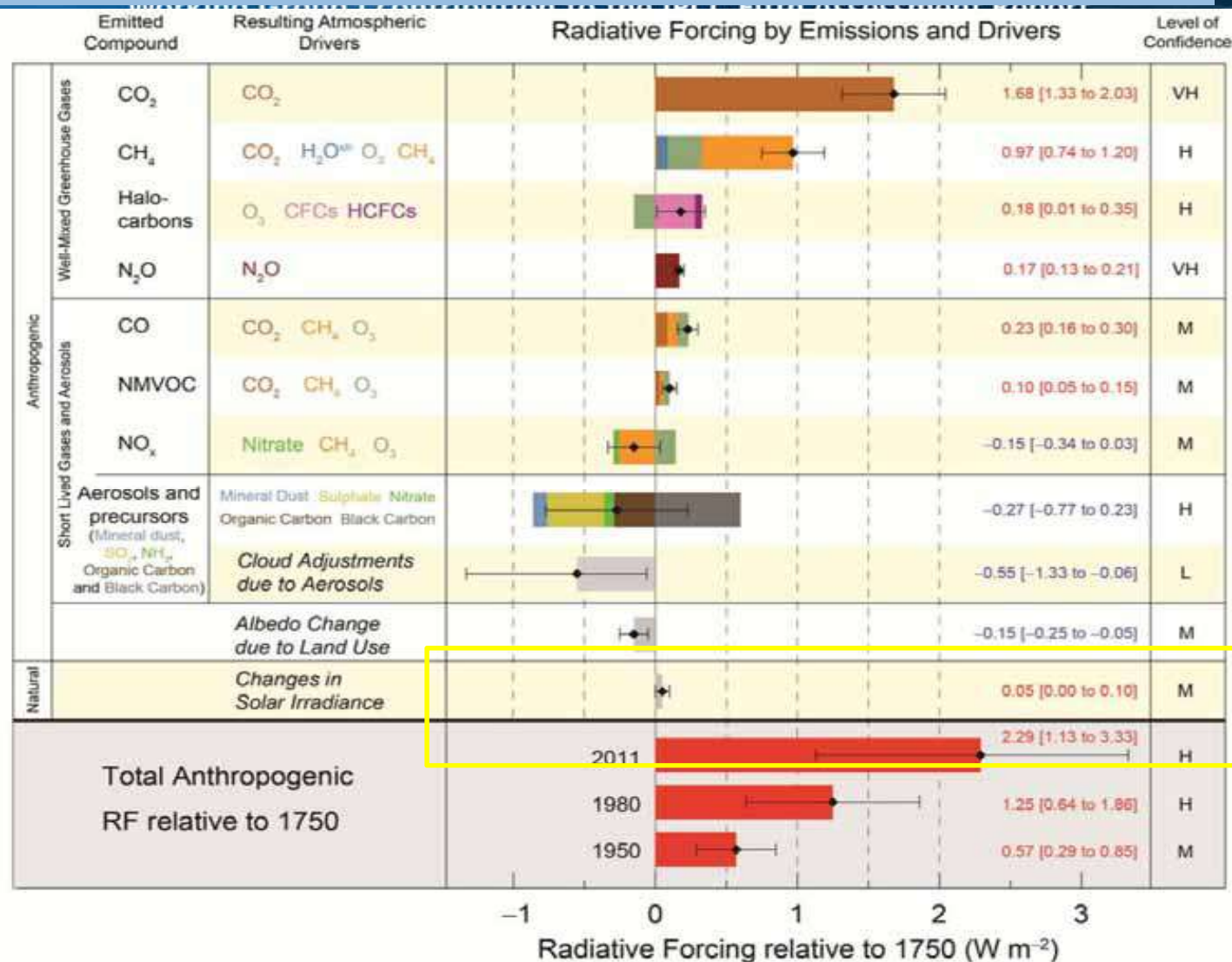
- 化石燃料燃烧和水泥生产释放到大气中的CO₂排放量为**375GtC**
- 因毁林和其它土地利用变化估计已释放了**180GtC**

人为CO₂排放累积量为**555GtC**，为三方分摊：

- ◆大气累积了240GtC
- ◆海洋吸收了155GtC
- ◆自然陆地生态系统累积了160GtC

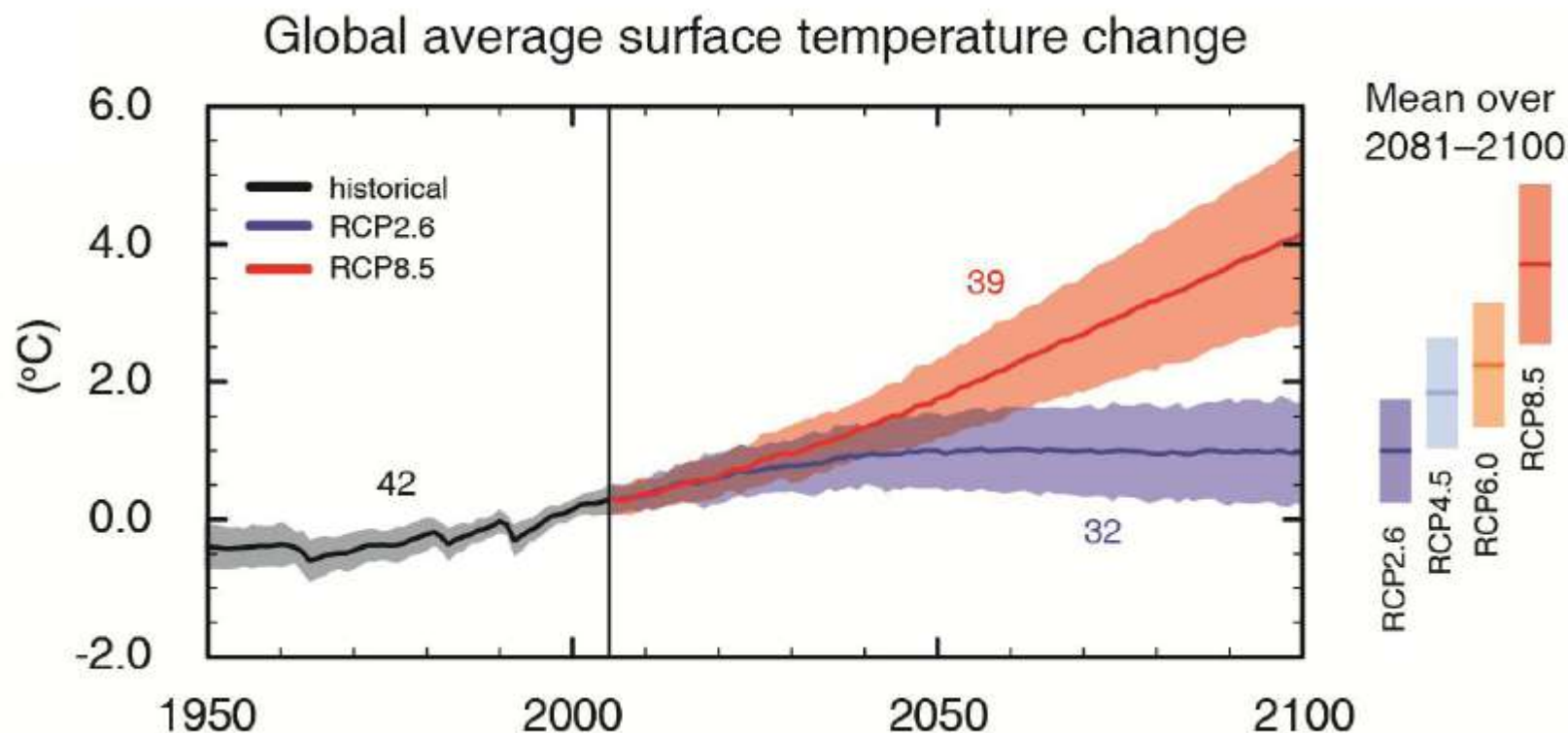
人类活动对气候的影响总体上是增暖

人类活动
长寿命温
温室气体
人类活动短寿命
温室气体和气溶
胶



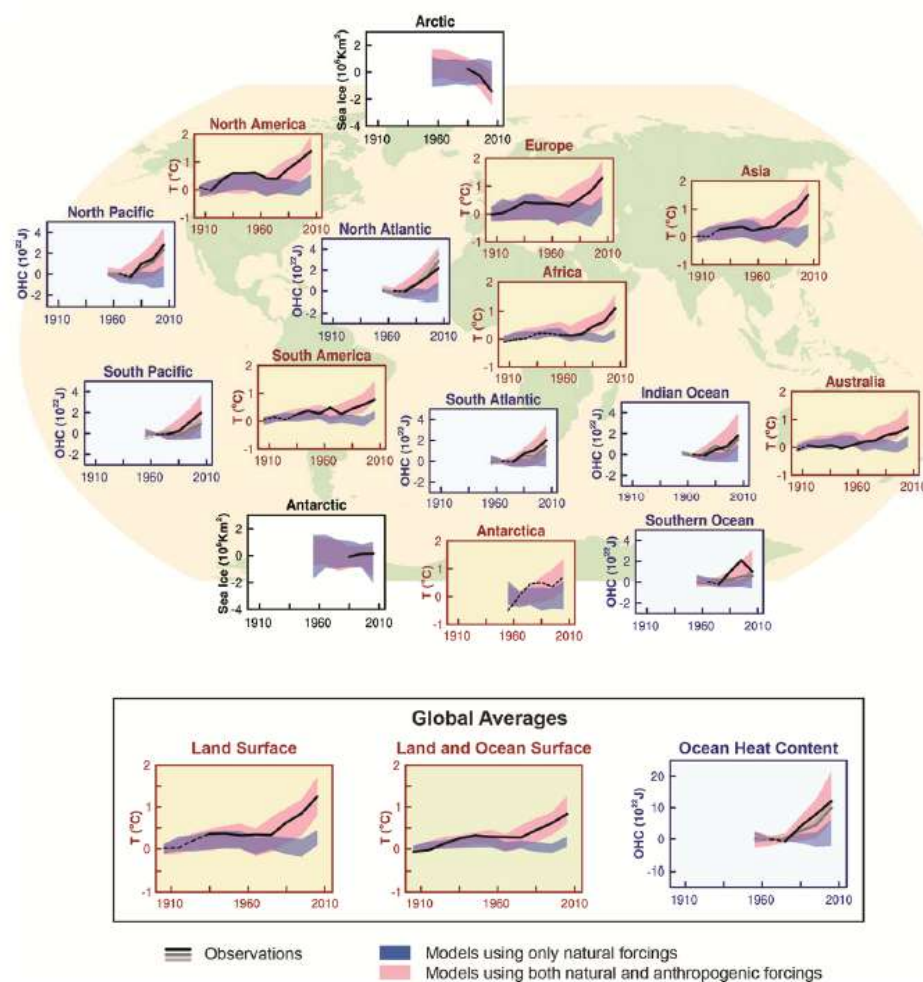
2011年总人为辐射强迫值为2.29[1.13-3.33]瓦/平方米，比AR4时的2005年值高43%，比太阳辐射强迫的0.05[0.00-0.10] 瓦/平方米高两个量级。1970年以来其增加速率快于之前的各个年代

全球地表平均温度将继续上升



相对1986–2005年，2016–2035年期间全球平均地表温度可能升高 $0.3-0.7^{\circ}\text{C}$ 。2081–2100年可能上升 $0.3-4.8^{\circ}\text{C}$

进一步确认 人类活动和全球变暖之间的因果关系



1951-2010年全球平均地表温度升高的一半以上，是人为排放温室气体浓度增加和其他人为强迫造成的。此结论的信度达95%以上。

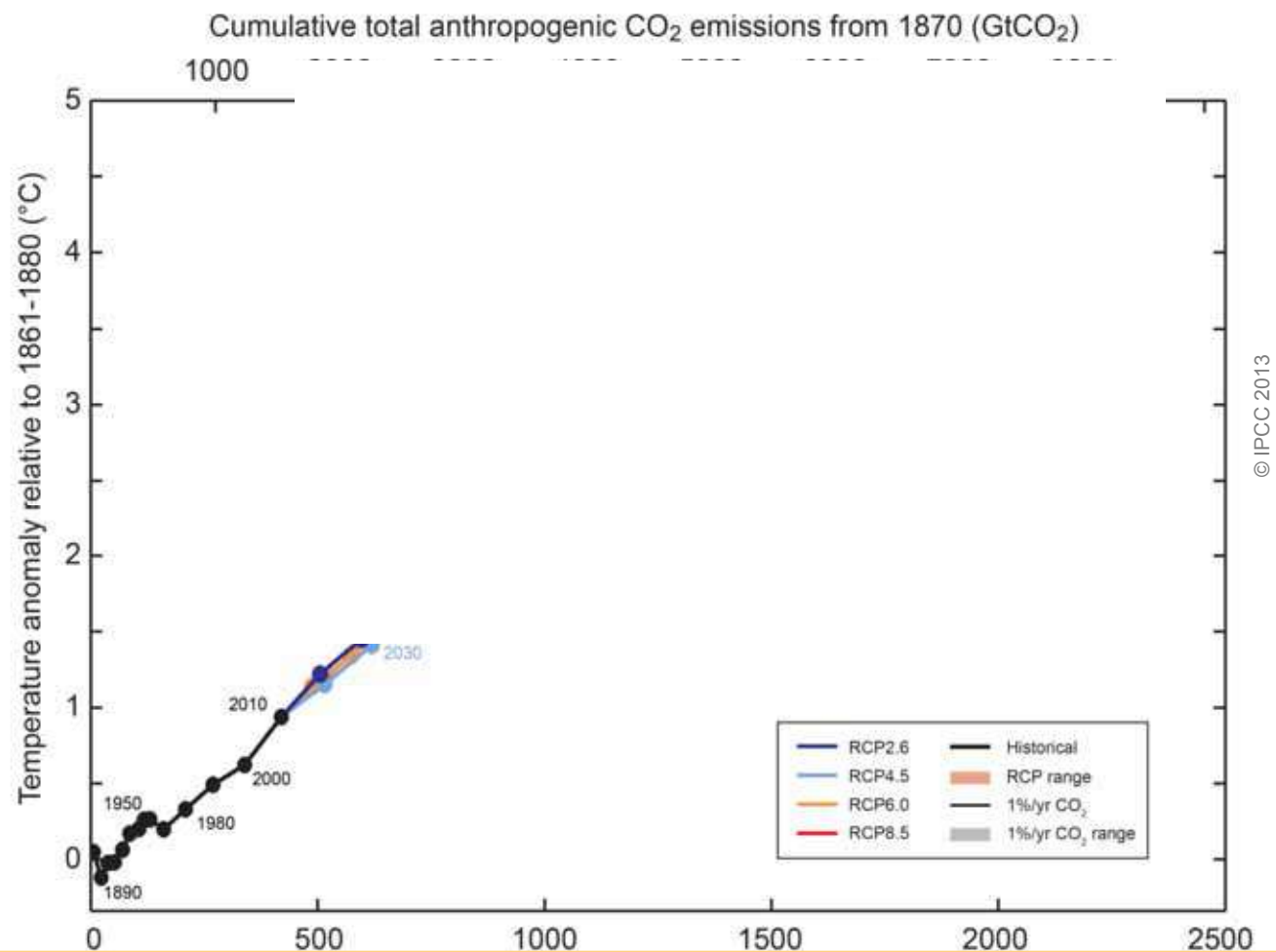


Fig. SPM.10

CO₂累计排放可估算21世纪及之后的全球地表平均温度

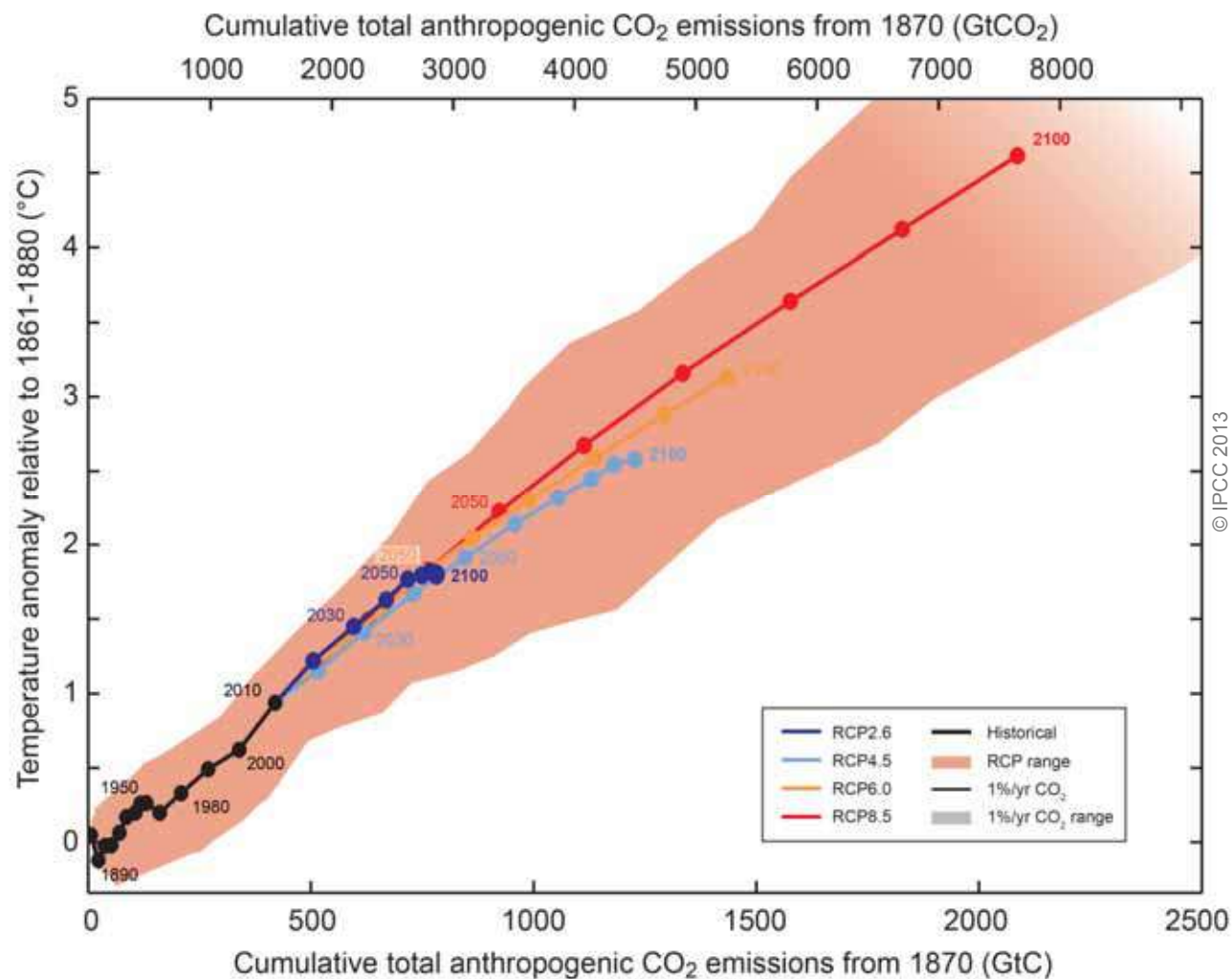


Fig. SPM.10

限制气候变化需要实质并连续减少温室气体排放量

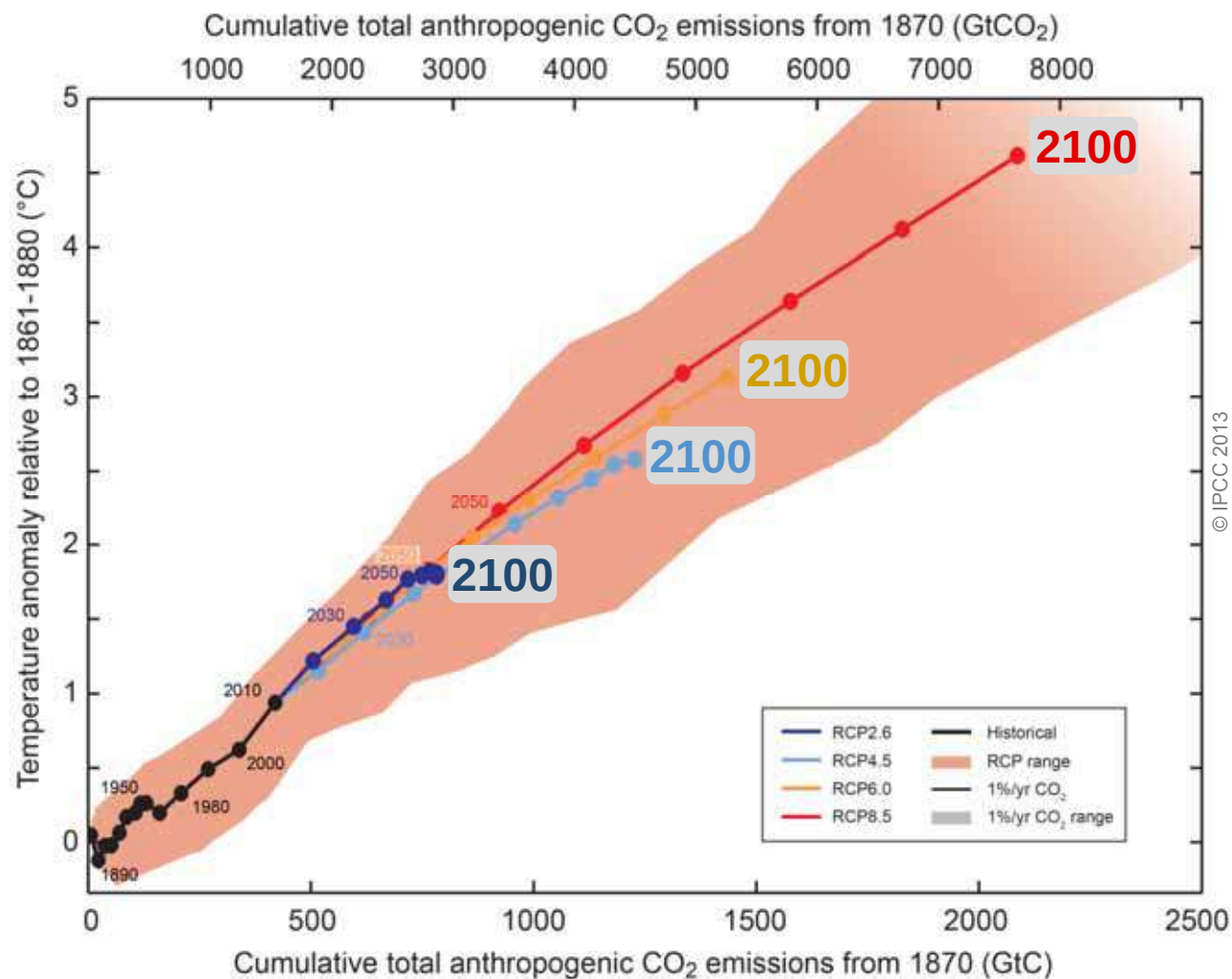
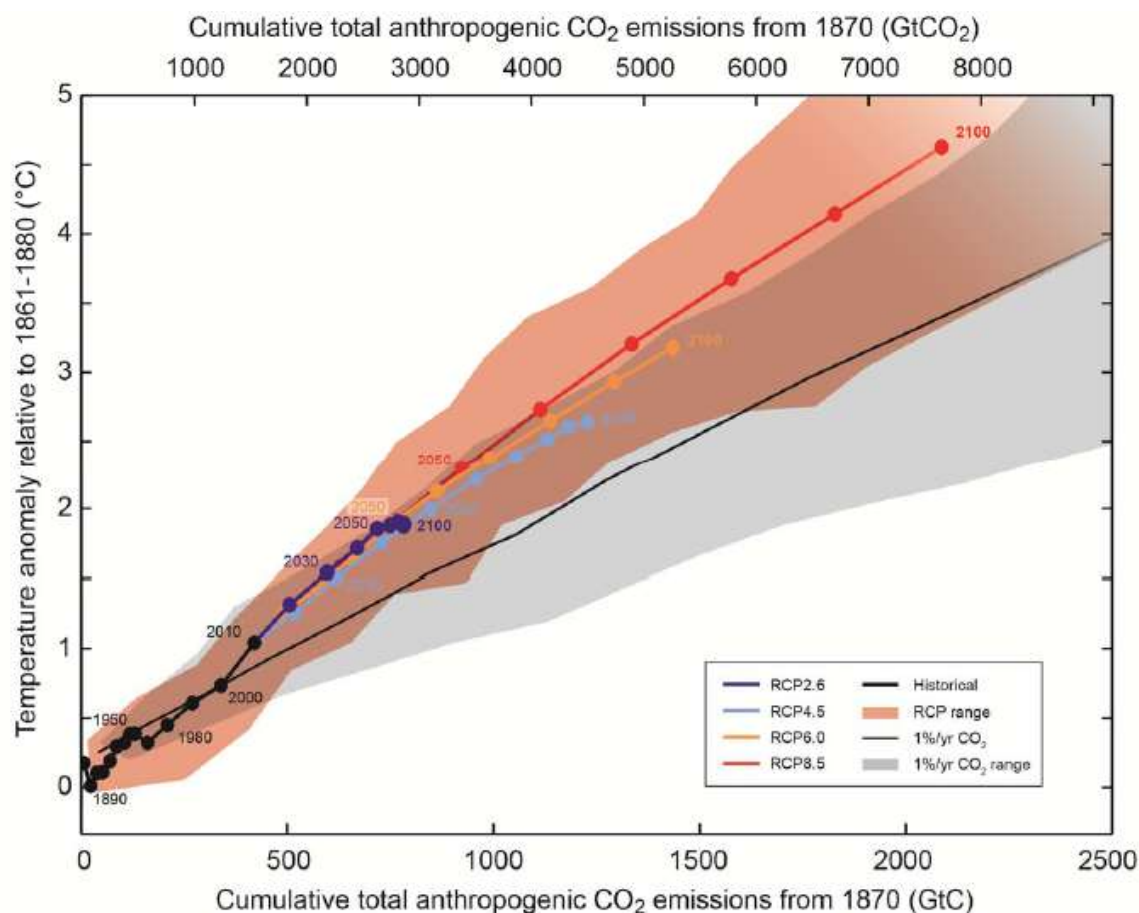


Fig. SPM.10

限制气候变化需要实质并连续减少温室气体排放量

- ◆21世纪末及之后，全球平均地表变暖主要取决于累积CO₂排放
- ◆即使停止CO₂排放，气候变化的许多方面将持续许多世纪；
- ◆CO₂累计排放将持续产生若干世纪的气候变化



如果要在可能性>33%，>50%和>66%的条件下，将人为CO₂排放单独引起的变暖限制在2°C（相对于1861至1880年）以内，则需要将所有人为CO₂累积排放量分别限制在0至约1560 GtC、0至约1210 GtC和0至约1000 GtC

21世纪末及以后的全球变暖主要取决于累积CO₂排放
该图给出了2°C升温目标下的全球累积排放量：

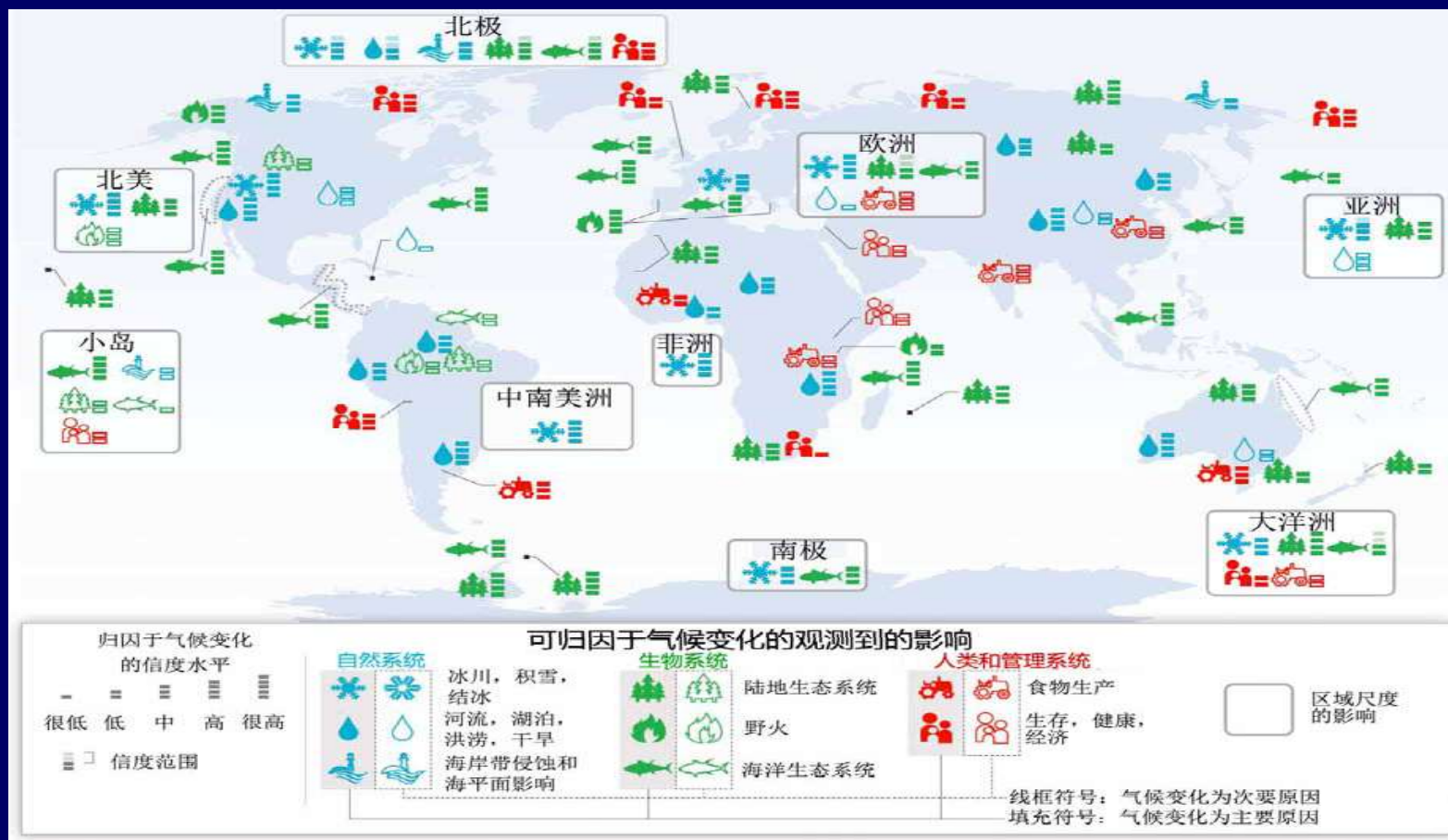
1. 如果将1861—1880年以来的人为CO₂累积排放控制在1000 GtC（约合3670 GtCO₂），人类有>66%的可能性把2100年升温幅度控制在 2°C（相对1861—1880年）以内；
2. 如果把人为CO₂累积排放限额放宽到1570 GtC（约合5760 GtCO₂），那么只有>33%的可能性实现温控目标。
3. 在高排放情景下，人类可能无法实现“升温不超过2°C”的目标。
4. 到2011年，人类已经累积排放了515 [445~585] GtC（约合1890 [1630~2150] GtCO₂），未来留给人类的碳排放空间极其有限。因此，未来要实现“升温不超过2°C”的目标，需要全世界共同努力，大幅度减少温室气体排放。

首次给出了2°C条件下的累计排放！！！！



气候变化的影响与风险

气候变化对自然生态系统和人类社会产生了广泛影响

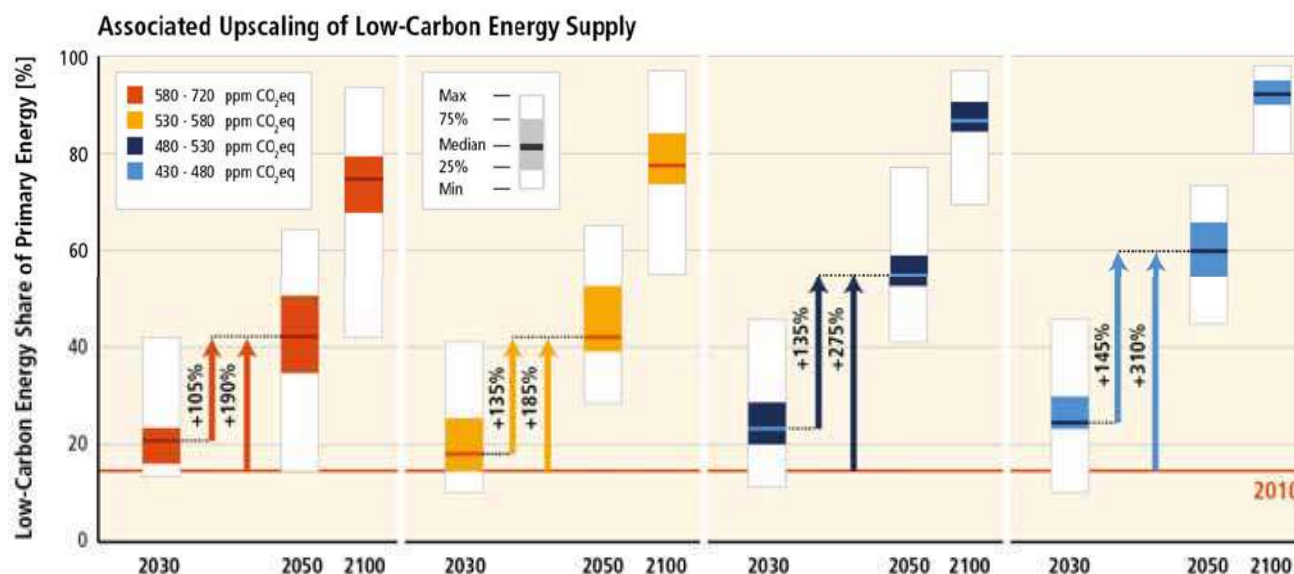


在水资源、生态系统、粮食生产和人类健康等领域都证实了气候变化的影响

2100年将温升控制在2°C有可能 (>66%)

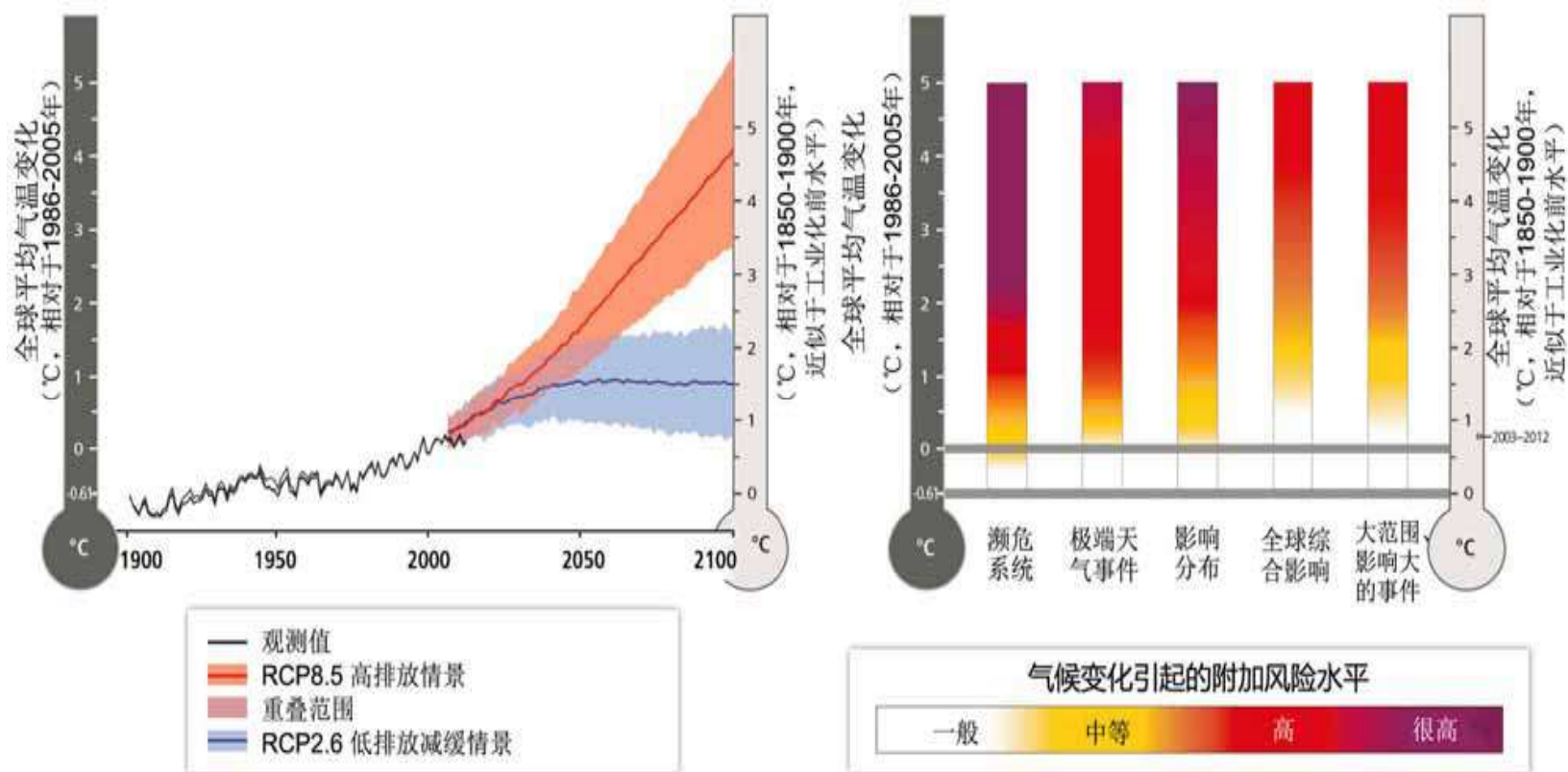
相当于本世纪末GHGs浓度控制在450ppm (430-480ppm):

1. 2030年全球排放回到2010年水平或比2010年降低40%;
2. 2050年比2010年降低40%-70% ;
3. 2100年达到零排放 ;
4. 大规模应用低碳和无碳能源技术。



不同减缓情景中，到2030、2050和2100年（相对于2010年水平）相应的低碳能源规模扩大需求占一次能源的百分比%。

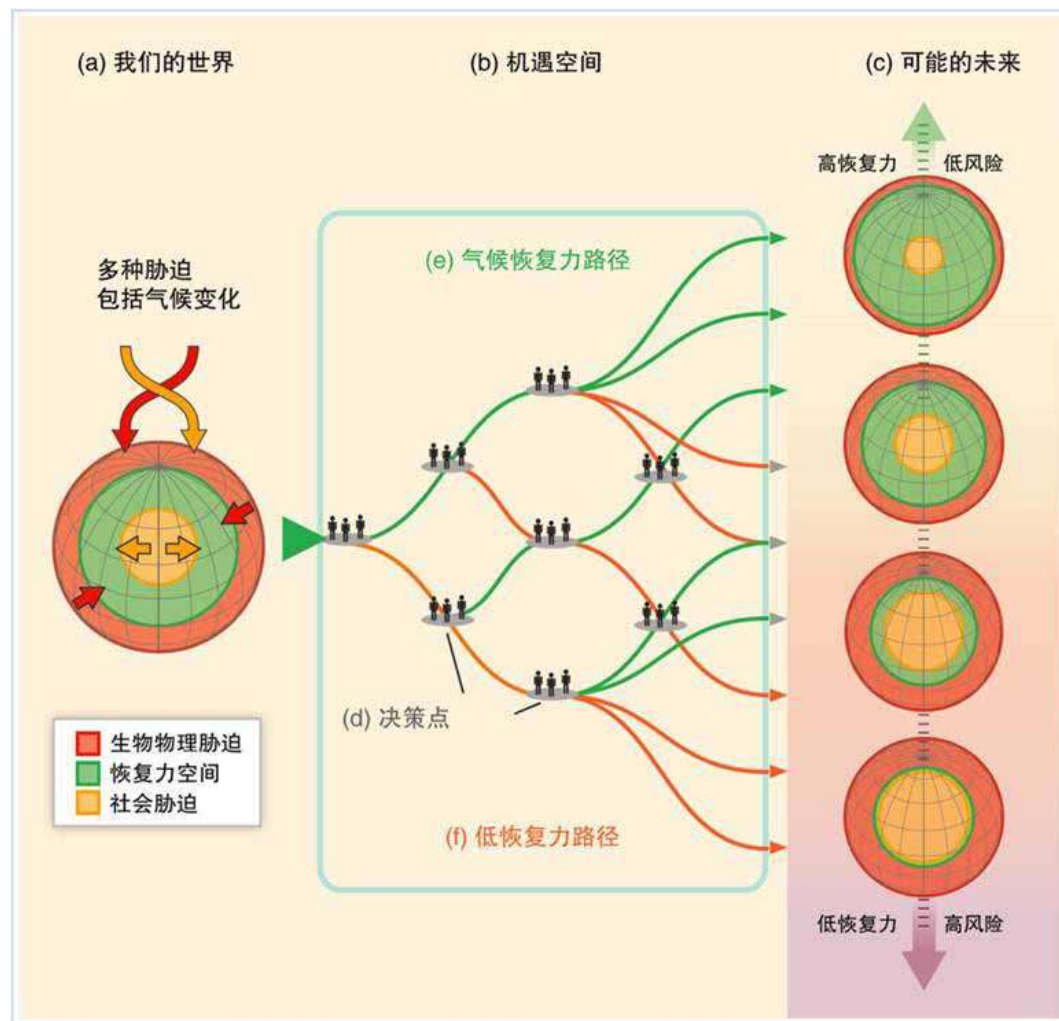
未来气候变化 可能导致更为广泛的影响和风险



相对工业化前：温升1—2 °C，全球所出的气候风险处于中等至高风险水平；温升超过4 °C，将处于高或非常高的风险水平。

适应：气候恢复力路径和转型

气候恢复能力路径是适应与减缓结合、减缓气候变化及其影响的可持续发展之路。其路径包括迭代过程，以确保有效风险管理的实施和持续。



(a) **我们的世界**：受到气候变化、气候变率、土地利用变化、生态系统退化、贫困和不平等及文化因子等多种自然因子和社会胁迫因子。

(b) **机遇空间**：不同决策点和路径可能导致不同的“可能未来”。

(c) 不同恢复力和风险水平下的**可能未来**。

(d) **决策点**：导致成功或失败的行为贯穿整个机遇空间

(e) 机遇空间内的**高气候恢复力路径**（绿色）：通过适应学习、增加科学知识、有效适应和减缓措施，以及其他降低风险的选择，使世界更具恢复能力。

(f) **低气候恢复力路径**（红色）：包括缓解不足、适应不良、学习和运用知识失败，以及其它降低恢复能力的行动，就可能的未来来说，他们是不可逆的。

图：机遇空间和气候恢复力路径

结论一： 城市气候适应行动有助于建立恢复力并促进可持续发展

Urban climate adaptation can build resilience and enable sustainable development

- ◆ **人类适应气候变化成功与否，主要取决于城市地区的行动。**城市居住着世界过半人口，集中了世界大部分财产和经济活动。城市地区集中了较高比例的承受气候变化风险的人口和经济活动。全球温室气体排放主要是城市活动引起（基于高一致性的中等信度，证据量中等）；
- ◆ **许多关键和显现出的全球气候风险主要集中在城市地区。**中低收入国家的快速城市化和城市急速扩张，伴随着社区设施的脆弱性不断增大，使之面临着极端气候的高风险（基于高一致性的中等信度，证据量中等）；
- ◆ **城市是一复杂的内部独立系统，有效多层次合作的城市管理具有推动气候变化适应的杠杆作用**（基于中等一致性的中等信度，证据量有限）。
- ◆ **城市适应行动带来的减缓共生效益，是应对气候变化和实现可持续发展的有效途经**（基于高一致性的中等信度，证据量中等）。

结论二：

全球城市面临的气候变化风险、脆弱性和影响在不断增加

Urban climate change risks, vulnerabilities, and impacts are increasing across the world

- ◆ **城市气候变化相关的风险在增加**（包括海平面上升、风暴潮、热浪、极端降水、内陆和沿海洪水、山体滑坡、干旱、水资源短缺和空气污染），**对人（健康、生活和资产）、地方和国家的经济与生态系统的负面影响更为广泛**（基于高一致性的非常高信度，证据量充足）。
- ◆ **气候变化将对基础设施**（水和能源供应、卫生、排水、交通和通讯）、**服务**（包括医疗保健和紧急服务）、**环境和生态服务建设等领域产生深远影响**（基于高一致性的中等信度，证据量中等）。

结论三：

城市适应气候变化为增长和转型发展提供了机遇

Urban climate adaptation provides opportunities for incremental and transformative development

- ◆ **城市适应能提高经济的比较优势，降低企业、家庭和社区风险**（基于高一致性的中等信度，证据量中等）；
- ◆ **以降低风险为核心的城市灾害风险管理，是应对不断增加的暴露度和脆弱性并建立适应的坚实基础**（基于高一致性的高信度，证据量中等）；
- ◆ **降低基本服务赤字和建设有恢复力的基础设施系统**（供水，卫生，废水排水，电力，交通和通讯，医疗，教育和应急响应）**可显著降低灾害的暴露度和对气候变化的脆弱性**（基于高一致性的非常高信度，证据确凿）。

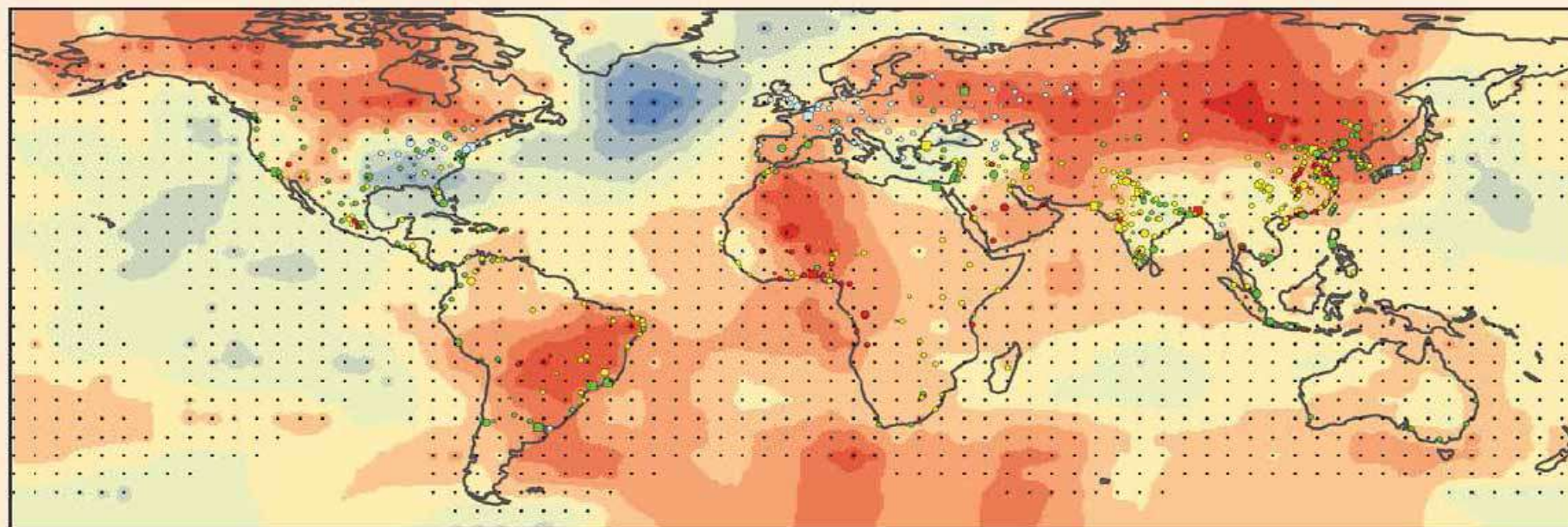
结论四： 实施有效的城市适应是可能的并可以推进

Implementing effective urban adaptation is possible and can be accelerated

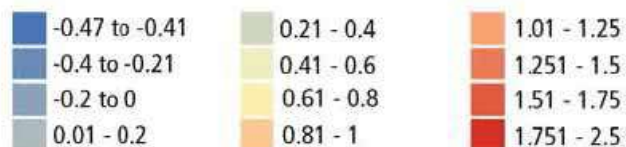
- ◆ 有良好管理、基础设施与服务的城市，可为建立气候恢复能力提供强大基础（基于高一致性的中等信度，证据量中等）；
- ◆ 提高低收入群体和脆弱社区的能力，加上群体与当地政府合作，可以成为一种有效的城市适应策略（基于高一致性的中等信度，证据量有限）；
- ◆ 在对每个城市科学评估基础上，采取有效适应行动非常必要。这包括考虑当地、当前和未来风险、适应和发展选择前提下的风险和脆弱性评估和信息及数据（基于高一致性的中等信度，证据量中等）。

(a)

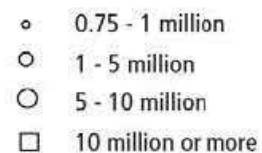
Urban Agglomerations 2010 with Observed Climate Change, Trend Period 1901-2012



Trend period 1901 - 2012 (°C over period)



City Population 2010



City population growth rate 1970-2010

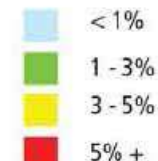


Figure 8.3a 全球气候变化（1901-2012年）下的2010年全球城市人口分布图

世界人口分布密集的大城市，很多分布在沿海地区，尤其是亚洲沿海地区

减缓：长期减排路径

- 500ppm(480-530ppm)的情景 也有超过50%的概率将温升幅度控制在2°C之内；
- 如果2100年温室气体浓度超过530ppm，实现不了2°C目标可能性大于实现的概率；
- 拖延减缓努力只能增加未来的减缓难度并使选择机会降低；2030年排放一旦超过550亿吨，几乎没有机会实现目标。
- 负排放的可行性：BECCS(生物燃料+CCS)以及其他CDR(二氧化碳移除)技术、大规模植树造林。CDR目前处在概念或研发阶段；
- 如果将减缓努力拖延到2030年预计会大大增加转型到长期低排放水平的难度，同时缩小了为维持温度变化不超过相对于工业时代前水平2 °C的备选方案范围。

结语

- 观测证据确凿：全球气候继续变暖
- ◆ 人类活动和全球变暖：因果关系 95%
- ◆ 气候变化：已对生态系统和人类社会产生不利影响
- ◆ 归因：人类排放
- ◆ 预估未来：持续变暖
- ◆ 城市（镇）化：风险加大
- ◆ 变暖：影响巨大和风险增加

不积极行动，温升 > 4度；

积极行动，有可能实现2°C温升目标

实现在本世纪末2°C温升的目标，能源供应等部门要有重大变革，并及早实施系统的、跨部门的减排战略下全球长期减排的路径。

简而言之：适应气候变化 低碳经济 低碳发展

谢谢 !