

doi:10.7522/j.issn.1000-0240.2013.0119

Ren Jiawen. Updating assessment results of global cryospheric change from SPM of IPCC WGI Fifth Assessment Report[J]. Journal of Glaciology and Geocryology, 2013, 35(5): 1065–1067. [任贾文. 全球冰冻圈现状和未来变化的最新评估: IPCC WGI AR5 SPM 发布[J]. 冰川冻土, 2013, 35(5): 1065–1067.]

# 全球冰冻圈现状和未来变化的最新评估: IPCC WGI AR5 SPM 发布

## Updating Assessment Results of Global Cryospheric Change from SPM of IPCC WGI Fifth Assessment Report

任贾文

(中国科学院 寒区旱区环境与工程研究所 冰冻圈科学国家重点实验室, 甘肃 兰州 730000)

### 0 引言

政府间气候变化专门委员会(IPCC)评估报告被认为是最具权威的气候系统变化研究结果的综合,其中第一工作组为科学基础,第二工作组为影响和脆弱性,第三工作组为适应对策,第一工作组评估报告要早于其他工作组半年以上。

2013年9月23–26日,IPCC第一工作组第12次大会在斯德哥尔摩举行,第一工作组第五次评估报告决策者摘要(IPCC WGI AR5 SPM)<sup>[1]</sup>接受各国政府代表团审议,27日正式发布,标志着该工作组第五次报告的完成。报告全文及技术摘要将由牛津大学出版社于2014年年初出版。本文试图以冰冻圈相关的结果为重点,简要介绍IPCC WGI AR5 SPM<sup>[1]</sup>的一些重要结论。

### 1 气候系统变化的结论要点

#### 1.1 气候变化的观测事实

全球气候系统的变暖是毋庸置疑的。自1950年代以来,许多已经观测到的气候系统变化在年代纪到千年尺度上都是前所未有的。大气和海洋在变暖,雪冰的质量在损失,海平面在上升,温室气体浓度在增加。就地表温度而言,自1850年以来,每后一个30 a都比前一个30 a温度要高。短尺度记

录表现的年际或年代纪趋势并不能反映长期趋势,例如,1998–2012年间的升温速率小于1950年以来的变率。这和IPCC第一工作组第四次评估报告<sup>[2]</sup>(AR4,2007年发布)的结论几乎一致,只是具体数值略有差异。例如,AR4给出1906–2005年温度变率为0.74℃,AR5给出1880–2012年变化为0.85℃。

#### 1.2 气候变化的驱动因素

总辐射强迫为正值,导致气候系统对能量的吸收。1750年以来大气中CO<sub>2</sub>浓度的增加是对总辐射强迫的最大贡献。2011年相对于1750年的人为辐射强迫值为2.29 W·m<sup>-2</sup>,而1970年以来的增加比以前更快。对2011年人为辐射强迫的估计值要比AR4对2005年的估计值高出43%。其原因来自两个方面:一是大多数温室气体浓度的持续增加;二是在改进的估算中气溶胶冷却效应比以前估算的要低。

#### 1.3 认识气候系统及其近期的变化

对近期气候系统变化的认知是基于对观测、反馈过程的研究和模式模拟的综合。与AR4相比,观测资料更为详尽、时间序列更长,气候模式得到进一步改进,从而能够辨析出在更多气候系统组分中检测到的变化中人为因素的影响。自AR4以来,人为因素对气候系统变暖影响的证据有所增强,极

收稿日期:2013-10-10;修订日期:2013-10-16

基金项目:国家自然科学基金项目(41121001);国家重大科学研究计划项目(2013CBA01801)资助

作者简介:任贾文(1955–),男,甘肃华亭人,研究员,1983年在中国科学院兰州冰川冻土研究所获硕士学位,现主要从事冰川与气候变化研究,为IPCC第四次评估报告第一工作组章主笔之一和综合报告主要作者,第五次评估报告第一工作组主要作者。

E-mail: jwren@lzb.ac.cn

为可能(extremely likely)人为因素影响是 20 世纪中期以来观测到的气候系统变暖的主导因素。

#### 1.4 未来气候变化

AR5 应用了世界气候研究计划(WCRP)第五阶段全球耦合模式对比计划(CMIP5)框架下的模式,并基于一系列温室气体典型浓度路径(RCP),对未来气候进行预估。RCP 是与 AR4 假定的排放情景不同的一套新型情景。定性地说,温室气体继续排放将会导致进一步变暖和使气候系统所有组分进一步变化,限制气候变化需要大幅度和持续性地减少温室气体排放。

AR5 预估的趋势与 AR4 的相似,但各种情景结果的离散度要比 AR4 低。其原因在于 RCP 是用浓度路径来分类,影响大气 CO<sub>2</sub> 浓度的碳循环不确定性在以浓度驱动的 CMIP5 模拟中未被考虑。就温度而言,相对于 1986—2005 年,2016—2035 年的变化范围为 0.3~0.7 °C,2081—2100 年的变化范围为 0.3~4.8 °C。

## 2 观测到的冰冻圈变化

冰冻圈变化的总趋势和第四次评估报告(AR4)相一致,即冰冻圈各要素都处于冰量持续损失状态。而且,自 AR4(2007 年发布)以后,监测技术得到改进,观测资料的时间序列延长,关于冰冻圈各要素的变化细节更为明确。关于冰冻圈主要组分的结论为以下 5 个方面。

### 2.1 冰川

IPCC 第五次评估报告将冰川分为冰盖(南极冰盖和格陵兰冰盖)和山地冰川(简称冰川,实际上还包括冰帽)两类。具有很高信度(very high confidence)的是,近几十年,全球冰川总体处于持续退缩状态(无论是长度、面积还是体积),21 世纪以来的退缩更为显著。但由于区域气候差异、局地地形因素等,冰川退缩的幅度具有区域差异,甚至个别冰川保持稳定或微弱前进(主要是喀喇昆仑山的有些冰川)。依据冰川变化的内在机理,具有较高信度(high confidence)的是,未来即使气温不再升高,冰川退缩仍将继续。与 AR4 相比,各区域变化趋势的确定和量化都有明显提高。

### 2.2 冰盖

具有很高信度的是格陵兰冰盖过去 20 a 间处于物质负平衡状态,信度较高的是冰量损失较大的区域较 AR4 进一步扩大,夏季融化区域也在增加。南极冰盖过去 20 a 也处于冰量净损失状态(较高信

度),物质平衡显著为负的区域主要为南极半岛和阿蒙森海对应的扇形区(很高信度)。在 AR4 中,南极冰盖物质平衡比较含糊,认为有可能处于微弱负平衡,但信度较低。

### 2.3 海冰

北极海冰范围(海冰范围与海冰密集度的乘积为海冰面积)很可能(very likely)自 1979 年以来一直处于持续减少(每 10 a 减少 3.5%~4.1%),而且隔年海冰范围减少更为显著(每 10 a 减少 9.4%~13.6%)。而且每个季节海冰范围都在减少,其中夏季减少量最大,海冰厚度也在减小(较高信度)。很可能南极海冰范围在 1979—2012 年间每 10 a 以 1.2%~1.8%的速率在增加,但存在显著的区域差异性,有些区域可能在增加,有些区域可能在减少。与 AR4 相比,北极海冰减少的速率有所增大(AR4 给出北极海冰范围和隔年海冰范围减少速率每 10 a 分别为 2.4%和 7.4%),更为不同的是,AR4 认为南极海冰范围变化趋势不确定。

### 2.4 积雪

自 20 世纪中期以来,北半球积雪面积处于减小趋势(很高信度)。自 1967 年以来减小趋势较明显,积雪面积 3 月和 4 月减小速率为 0.8%~2.4%,6 月为 8.8%~14.6%,而且没有哪一个月有统计意义上的增加。南半球资料贫乏。AR4 认为,北半球积雪在 1966—2005 年期间总体上呈减少趋势,但并不是每个月份和所有区域都在减少。

### 2.5 冻土

大部分区域多年冻土温度自 1980 年代初以来有所上升(较高信度),例如,观测表明阿拉斯加北部多年冻土温度在 1980 年代初至 2000 年代中升高达 3 °C,俄罗斯欧洲北部 1971—2010 年间升高达 2 °C。而且俄罗斯欧洲北部多年冻土厚度和面积在 1975—2005 年间有明显减小(中等信度)。这些结论与 AR4 没有差异。

## 3 冰冻圈对海平面上升的贡献

冰冻圈变化对海平面上升的贡献极为重要。AR5 给出 1993—2010 年间海平面上升速率为(3.2±0.4) mm·a<sup>-1</sup>,与 AR4 的结果(1993—2003 年间为(3.1±0.7) mm·a<sup>-1</sup>)相近。在 AR4 中,海洋热膨胀对海平面上升的贡献为(1.6±0.5) mm·a<sup>-1</sup>,冰川(0.77±0.22) mm·a<sup>-1</sup>,格陵兰冰盖(0.21±0.07) mm·a<sup>-1</sup>,南极冰盖(0.21±0.35) mm·a<sup>-1</sup>,0.3 mm·a<sup>-1</sup>来源不明。AR5 的结果

为，热膨胀的贡献为 $(1.1 \pm 0.3) \text{ mm} \cdot \text{a}^{-1}$ ，冰川为 $(0.76 \pm 0.37) \text{ mm} \cdot \text{a}^{-1}$ ，格陵兰冰盖 $(0.33 \pm 0.08) \text{ mm} \cdot \text{a}^{-1}$ ，南极冰盖 $(0.23 \pm 0.11) \text{ mm} \cdot \text{a}^{-1}$ 。由此可以看到 3 点重要信息：第一，最近几年海平面上升速率几乎没有增加（AR4 中变化范围较大也可能是部分原因）；第二，海洋热膨胀的贡献有所减小，这很可能是近几年海平面上升速率增加不明显的主要原因；第三，冰冻圈贡献上升到第一位，尤其是冰盖的贡献不仅增大，而且不确定性降低，特别是南极冰盖的误差范围由原来的 $0.35 \text{ mm} \cdot \text{a}^{-1}$ 减小到 $0.11 \text{ mm} \cdot \text{a}^{-1}$ ，如果这种趋势继续，冰盖的贡献将会超过冰川。

#### 4 对冰冻圈未来变化的预估

对冰冻圈各组分未来变化的预估其信度相对较低，这不仅是因为影响冰冻圈变化的温度、降水等的预估结果存在一定不确定性，而且冰冻圈自身的物理过程和对气候的响应机理比较复杂。例如，就冰川来说，不同性质、不同形态和不同规模的冰川其动力学过程和对气候响应的表现会有很大差异。

AR5 对冰冻圈的预估认为，未来几十年至 21 世纪末，冰川、海冰、积雪和冻土都会持续萎缩。对冰川的预估结果为：到 21 世纪末，除南极大陆外围的冰川以外，全球冰川的冰量将减少 15% ~

85%，其中，在 RCP2.6 情景下为 15% ~ 55%，RCP 8.5 情景下为 35% ~ 85%（中等信度）。北极海冰范围在 RCP2.6 情景下，到 21 世纪末的 9 月份，将会减少 43%，2 月份将会减少 8%；在 RCP8.5 情景下，9 月份将会减少 94%，2 月份将会减少 34%（中等信度）。南极海冰范围和冰量到 21 世纪末将会随全球地表温度的上升而减少（低信度）。北半球春季积雪到 21 世纪末将减少 7%（RCP2.6 情景）到 25%（RCP8.5 情景）（中等信度）。北半球高纬地区近表面（3.5 m）多年冻土面积到 21 世纪末会减少 37%（RCP2.6 情景）到 81%（RCP8.5 情景）（中等信度）。关于格陵兰冰盖和南极冰盖的预估不明朗，SPM 中没有涉及。

#### 参考文献 (References)：

- [1] IPCC. Working Group I Contribution to the IPCC Fifth Assessment Report, Climate Change 2013: The Physical Science Basis: Summary for Policymakers[R/OL]. [2013-10-28]. [http://www.climatechange2013.org/images/uploads/WGIAR5-SPM\\_Approved27Sep2013.pdf](http://www.climatechange2013.org/images/uploads/WGIAR5-SPM_Approved27Sep2013.pdf).
- [2] Shen Yongping. Key results from summary for policymakers of IPCC WGI AR4[J]. Journal of Glaciology and Geocryology, 2007, 29(1): 156. [沈永平. IPCC WGI 第四次评估报告关于全球气候变化的科学要点[J]. 冰川冻土, 2007, 29(1): 156.]