

气候变化的另面观

——谨慎看待 CO₂ 和全球变暖*

汪建君

(国家海洋局第三海洋研究所 厦门 361005)

摘要 以 IPCC 为主流观点认为,由于人类活动产生的以 CO₂ 为代表的温室气体导致了全球气温升高。但国际学术界对 IPCC 的理论和数据一直存在诸多质疑。本研究综述了当前对 IPCC 主流观点的主要质疑,希望可以辩证地看待气候变化,谨慎考虑 CO₂ 在气候变化中的作用,从而对将来气候变化做出更加全面的评估,采取更正确的应对政策。

关键词 气候变化,全球变暖,CO₂,温室效应,质疑

DOI:10.3969/j.issn.1000-3045.2010.04.010

1 引言

哥本哈根会议之后,气候变化再度成为全球关注的焦点。以 IPCC 为主流观点认为,由于人类活动产生的以 CO₂ 为代表的温室气体致使全球气温升高,并导致气候异常事件频发。以人类为温室气体排放核心的气候变化问题成为国际社会、科技界和公众关注的焦点,气候变化已不再是一个简单的科学问题,而成为重要的国际政治议题^[1,2]。

温室气体可吸收地球表面、大气本身相同气体和云所发射出的长波红外辐射,将热量捕获于地面—对流层系统之内,这被称为“自然温室效应”。通常认为,大气中最主要的温室气体是 CO₂。由于人类大规模地使用化石燃料排放大量的 CO₂,大气中 CO₂ 浓度从工业革命前的 292ppm 升至现在的 386ppm,超过南极冰芯几十万年来 CO₂

记录的最高值 280ppm^[3]。由人类活动产生的 CO₂ 等温室气体导致了近年来温度持续上升,是全球变暖观点的重要基础。如果大气中 CO₂ 的浓度从工业革命前的 280ppm 升至 450—550ppm 后,全球平均气温可能上升 2℃—3℃,将导致海平面上升、海洋酸化、物种灭绝、极端天气事件频发、全球粮食短缺、水资源供应不足、地区冲突增加等。世界各主要国家必须立即采取行动,降低碳排放,减缓全球变暖^[3]。

但工业革命前的 CO₂ 的浓度是否从未超过 292ppm? 冰芯所提供的 CO₂ 记录可信吗? 由人类活动产生的 CO₂ 是百年来地球温度不断上升的主要原因吗? 近百年来升温是否高于过去千年的温度? 海平面上升是否和气候冷暖相关? 冰川融化对海平面的贡献到底是多少?

实际上,学术界对 CO₂ 等温室气体引起的全球变暖及全球变暖引发的严重后果质

* 修改稿收到日期:2010年7月8日

疑不断。

Zbigniew Jaworowski 早在 1992 年就开始质疑冰芯里 CO₂ 的数据^[4], 此后他陆续多次指出 IPCC 的数据和理论缺乏支持^[5-7]; 由 S. Fred Singer 发起组织的 The Nongovernmental International Panel on Climate Change (NIPCC) 于 2008 年发表了对 IPCC 报告的第一次评议^[8], 2009 年 NIPCC 再次综合了来自 14 个国家 35 位研究者对 IPCC 报告的评议, 认为人类活动不是造成气候变化的原因^[9]; 2007 年 BBC 拍摄了 “The Great Global Warming Swindle”, 多位反对全球变暖的科学家从各自学科探讨了气候变化的诱因, 指出人类活动不是气候变暖的主要因素; 此外还有很多科学家和组织通过各种方式表达了与 IPCC 不同的观点。在我国也有一些科学家怀疑气候变化的真正原因, 如丁仲礼等人曾质疑 CO₂ 对温度的敏感性以及温度对地球生态系统的影响^[10], 施雅风提出应谨慎地对气候变化进行判断^[11]。本文将对 CO₂ 引起全球变暖的主要质疑观点进行综述, 希望能够引起国际社会对全球变化更为全面的思考。

2 关于工业革命前 CO₂ 的浓度

IPCC 认为, 在工业革命前的几十年内 CO₂ 浓度未超过 292ppm, 其结论主要是基于南北极冰芯气泡恢复的 CO₂ 浓度和

Callendar 在 1938—1958 年之间的研究结果。Callendar 对 19 世纪和 20 世纪的部分 CO₂ 数据进行了评估, 认为 19 世纪 CO₂ 浓度为 292ppm, 1956 年 CO₂ 浓度为 325ppm, 同时 1880—1935 年由于化石燃烧全球温度上升了 0.33℃^[12]; 但 Fonselius 等人的分析指出, 19 世纪 CO₂ 的浓度范围为 250—550ppm, 平均浓度为 335ppm; Slocum 指出, Callendar 的研究倾向性地选择在 19 世纪中平均值低于 292ppm 的数据以及 20 世纪中高于 317ppm 的数值 (图 1)^[4, 13]; Beck 对 1812—1960 年间全球 90 000 个 CO₂ 测量数据进行采样地点、分析方法、数据可靠性的细致分析后, 绘制了 1812—1960 年北半球 CO₂ 变化的曲线 (图 1), 认为在 1825 年、1857 年和 1940 年 CO₂ 的浓度已经相当高, 在 1825 年和 1940 年里 CO₂ 的浓度都高于 400ppm^[14]。Beck 的数据显示, 在 1927—1944 年的 27 年间, 大气 CO₂ 浓度从 312ppm 升至 415ppm, 而在 1957—2007 年的 50 年间, 大气 CO₂ 浓度从 315ppm 升至 385ppm, 所以当下的 CO₂ 升幅并非史无前例^[14, 15]。

工业革命前 CO₂ 浓度低于 290ppm 的另一个重要依据是南极冰芯气泡中 CO₂ 的浓度 (图 2)。多个南极冰芯的记录表明, 几十万年来大气中 CO₂ 的浓度和冰芯里的古温度记录保持了极好的一致性, 以 11 万年

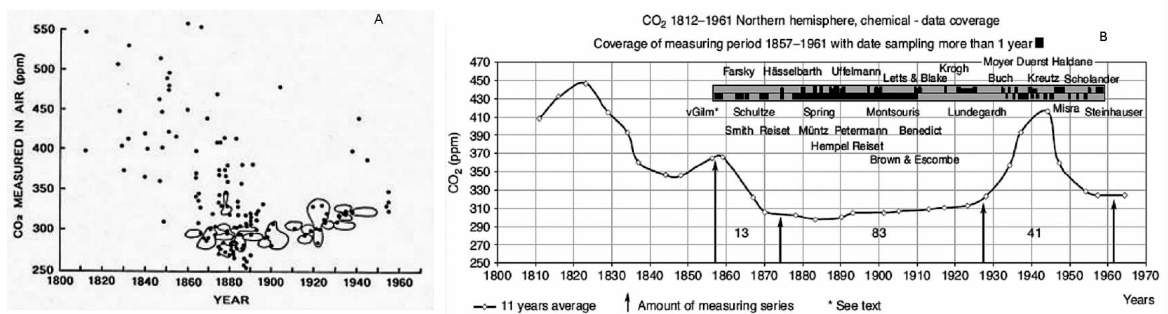


图 1 工业革命前 CO₂ 的浓度

A Callendar 选取了 19 世纪较低的测量值 (圈内为 Callendar 采用的测量值)^[4, 16]; B Beck 利用可靠的 CO₂ 测量值恢复的 1812—1960 年 CO₂ 北半球浓度曲线^[14]



中国科学院

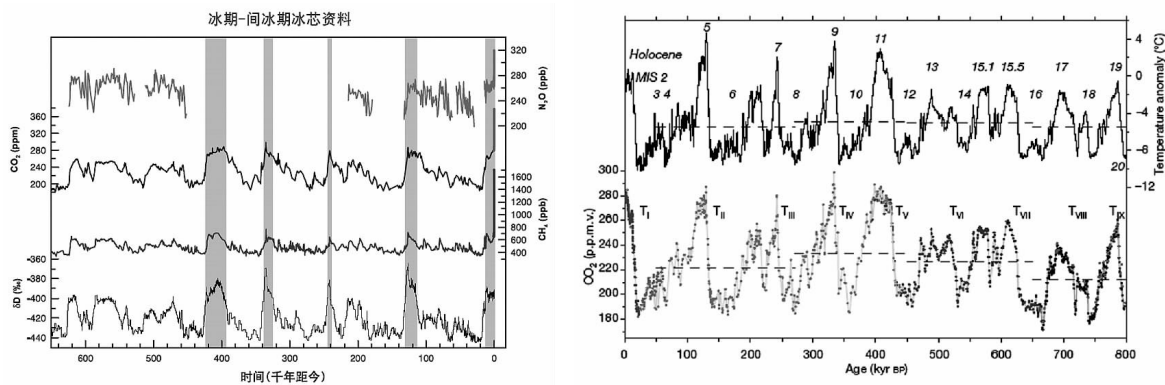


图2 左图 IPCC WG12007 年报告中所引用的过去 65 万年来的温室气体浓度^[18],右图南极 Dome C 冰芯气泡中 CO₂ 浓度和温度的曲线,CO₂ 利用干法提取分析得到,在 180ppm 和 280ppm 之间波动,温度利用 H 的同位素 D 得到,在 -8 至 4°C 波动^[17]

为周期,最高值为 280ppm^[17]。当前 CO₂ 的浓度远高于过去几十万年来大气 CO₂ 浓度。

将冰芯气泡中 CO₂ 浓度和现代大气 CO₂ 浓度直接进行比较,是建立在冰芯需精确保存了历史时期的各种大气成分,这些成分未与外界发生任何交换的假设上。冰芯是固相、液相和气相三相共存的复杂体系,冰遇热融化,受力易碎。自从冰芯研究开始,就有研究者在评估冰芯作为 CO₂ 记录介质的可靠性。从当初的新降雪到形成冰芯,到冰芯的采集和保存,到最后的分析,这期间,冰芯中气泡承受不同的压力、温度,其成分是否和原来保持了一致?有没有足够的证据支持冰芯中 CO₂ 的分析结果可以和当前大气中的 CO₂ 浓度进行直接对比? Zbigniew Jaworowski 于 1992 年综述了各种研究和数据,指出在冰芯采集、保存和分析过程中有 20 多种物理和化学过程可改变冰芯中气泡的成分^[4]。

Jaworowski 指出,CO₂ 在水中的溶解度是 N₂ 的 73 倍,O₂ 的 26 倍,冰芯中的液态水的存在使得其中的 CO₂ 浓度低于实际大气中的浓度;大部分的冰芯采集于南北极低温地区,年均温度低于 0°C,但采样温度高于 100°C,整个采样过程中前后的温差达 100°C;冰雪中各种主要离子、酸类组分以及

放射性同位素在 -21°C—-1°C 时会重新分配。冰芯的半径会随着时间和温度而变化:冰芯刚从冰盖中取出时,由于地表压力小于深层压力,其半径会稍大,随后在保存过程中会因升华而减少。曾有报道,冰芯在 -20°C 下保存 16 年后体积可减少 30%;冰芯采集时,由于打钻过程中仪器施加的压力、震动、能量,深层冰芯取出后所受压力剧烈减小,冰芯内部会产生冰裂缝(图 3),裂缝最多可达冰芯体积的 10%,显然冰芯中的气泡和外

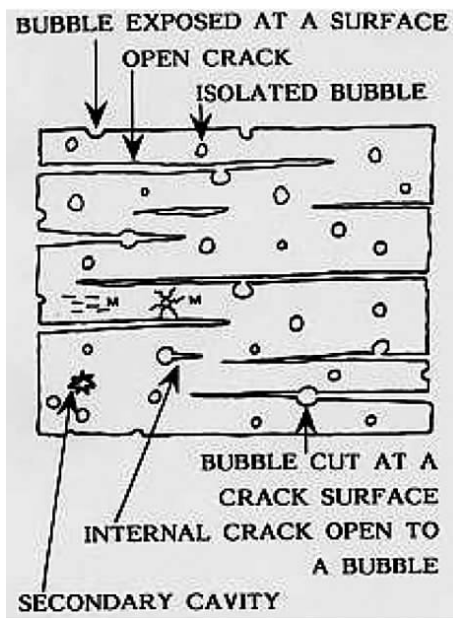


图3 一段冰芯及冰裂缝示意图,可以看到不少气泡已被冰裂缝打开^[4,19]

界气体通过冰裂缝发生了交换^[4,7]。采样过程中因仪器本身的金属构成(Cu、Zn)和钻探液的复杂组成(钻探液由航空油“TS-1”和其他一些三氯乙烯、四氯乙烯等调节密度和抗冻的有机溶剂构成)会给冰芯带来重金属和有机物污染;钻探液的有机成分可能会溶解更多的 CO₂,而钻探液本身含有的有机物在气象色谱分析时,会被当作甲烷检测。冰芯气泡中的氧同位素、氩同位素也与冰芯或者外界大气发生了交换;Loosli 指出,所有的冰雪的 ³⁹Ar,都被现代大气污染。Loosli 利用 ⁸⁵Kr(仅由核反应器和爆炸产生)估算出,保存了 8—13 年的冰芯中混入了 36%的现代大气^[4]。

Jaworowski 列举了 1956 年以来南极和格陵兰冰芯气泡中 CO₂ 浓度的数据,这些冰芯的年代为几百年到 16 万年前,CO₂ 浓度在 155—7 400ppm 之间波动;但在 1985 年后,公开的冰芯 CO₂ 的浓度数据倾向性变小,大于 300ppm 的数据极少出现,而这些数据大部分都是采用干法提取得到的^[4]。以 Neftel 对 Byrd 冰芯的研究为例,1982 年 *Nature* 报道,在 400 米深处 CO₂ 浓度超过 400ppm,但在 1988 年的 *Nature* 文章中则未报道这一高值^[4]。冰芯气泡中 CO₂ 的分析方法分为干法提取和湿法提取,干法提取和湿法提取 15 分钟所得 CO₂ 浓度相差不多,湿法提取 7 个小时所得的 CO₂ 浓度是提取 15 分钟的 1.5—4.5 倍,湿法提取所得到的浓度大约比真实浓度低一半^[4]。

1992 年之后,有冰芯学家和大气学家对冰雪及其气泡所提供的 CO₂、各种离子和同位素数据质量进行进一步的研究^[20-22]。Severinghaus 等人指出,由于表层冰雪(表面下 5—15m)的温度梯度,各种气体(包括惰性气体)及其同位素在其中也显示出梯度分布,则重的气体向更冷的温度区富集^[22]。在

高纯气体和液体分析方面,富有经验的化学家 Hurd 也指出,由于气体在冰芯表面的吸附解吸附作用、Knudsen 扩散,冰芯气泡中的气体数据需谨慎对待;8 000 年前的冰芯大约埋藏于 200m 之下,其压力为 20 个大气压,420 000 年前的冰芯的深度为 3 300m,压力为 320 个大气压,巨大的压力会使得冰芯气泡气体的浓度变化小于实际大气的浓度变化^[21]。各种研究表明,冰芯并不是十分理想的古气候介质,对于冰芯气泡所提供的数据在定年、分析方法、误差、保存、污染等多方面受到的质疑使得我们应更为谨慎地对待冰芯数据。冰芯的研究亟需更好的采样、分析方法,以及更为科学的数据解读。

实际上,对于全球 CO₂ 浓度本底观测站 Mauna Loa 提供的 CO₂ 浓度的数据,也有研究者质疑,尽管 Mauna Loa 离人类活动区域较远,但其所处夏威夷岛上的 Mauna Loa 火山是地球上最大最为活跃的火山之一,并不是理想的 CO₂ 监测地点^[15]。并且 Mauna Loa 利用 CO₂ 的红外吸收来测定 CO₂ 浓度,有研究者质疑 CH₄、CO 和水蒸气等其他有红外吸收能力的温室气体都可能对检测结果有影响,而使得结果偏大^[15]。

不管是 19 世纪实测的 CO₂ 数据,还是冰芯里 CO₂ 浓度都不能有力地说明工业革命前 CO₂ 浓度低于 290ppm,且现在大气的 CO₂ 浓度为地球史上前所未有的高值。确认当前 CO₂ 是地球史上的最高值,人类活动是影响全球气候变暖的关键,这一观点仍有待证实。

3 关于 CO₂ 温室效应的悖论

CO₂ 的重要性之一在于其可以吸收一定波段的红外辐射,从而导致地球温度上升,这是温室气体最为重要的特性。温室气体的红外辐射效应和温室气体的浓度基本



中国科学院

上是正比关系。但 H_2O 实际上才是空气中最重要温室气体, H_2O 的红外吸收波段是 CO_2 的 3 倍, 空气中水的含量是 CO_2 的 33 倍左右, 其温室效应是 CO_2 的 100 倍^[15]。空气中水的含量一天可以变化 2 倍, 而 CO_2 每年增加 2ppm, 20 年引起 1°C 左右的增温。如果将温室效应理论同样用于 H_2O , 水的含量以一天在 1%—3% 之间波动计算, 那么水的温室效应每天可以造成 $50\ 000^\circ\text{C}$ 的变化 (<http://www.nov55.com/wat.html>)。沙漠是水蒸汽温室效应的实例说明, 由于沙漠上空水蒸汽含量极低, 不能有效保留白天的热量, 昼夜温差巨大^[15]。

其次, CO_2 导致全球变暖的假说认为, 冰期和间冰期 CO_2 浓度与温度的变化保持了相当好的一致性, 如图 2 所示: 以南极 Dome C 冰芯为例, CO_2 在几十万年的冰期和间冰期中最低和最高浓度分别为 180ppm 和 280ppm, 全球温度在 -8°C — 4°C 之间变化, CO_2 增加 100ppm 导致地球增温 12°C , 1985 年后发表的南极其他冰芯的温度和 CO_2 数据基本与此比例一致; 但从 1900—2006 年, CO_2 从 290ppm 增加到 380ppm, 增加了 90ppm, 却只引起了 0.5°C 内的温度变化, 而 IPCC 的预测是从工业革命前的 280ppm 升至 450—550ppm 后, 全球平均气温上升 2°C — 3°C , 与过去几十万年的变化不符^[17, 23]。

由人类造成的碳排放每年最新的估计是 8.6Gt, 人类每年增加 1% 左右的碳排放。大气含碳总量为 780Gt, 表层海洋含碳总量为 1 000Gt, 植被土壤等含碳为 2 000Gt, 地壳和深海含碳 38 000 Gt。海洋和大气每年交换 90Gt 碳, 植被和大气每年交换 100Gt 碳, 海洋生物和海洋之间交换 50Gt 碳, 表层海洋和深海及地壳交换碳 40Gt。海气每年交换的碳即相当于人类活动产生的 CO_2 的

10 倍左右^[23]。

海洋是一个巨大的碳库, 但 CO_2 在水中的溶解度随温度的上升而下降, 海水温度每升高 1°C , 溶解度约下降 4%, 当海水温度从 15°C 升至 20°C 时, 水的 CO_2 溶解度下降 20% 左右, 当海水温度持续上升时, 海洋释放 CO_2 , 成为 CO_2 的一个巨大来源, 而 IPCC 并未将此计算在内^[8, 15]。客观地说, 碳循环作为地球化学循环的重要组成, 研究的重要性无需赘述, 碳循环可能对气候系统响应, 并可能起一定的平衡作用, 但很难说它是气候变化的主要驱动力。碳循环尤其是 CO_2 有多少是由于人类活动造成, 又能对整体气候趋势造成何种影响, 仍需进一步的数据支持和更为严谨的讨论。

4 关于温度记录、海冰融化和海平面上升

气候变暖的质疑者也在近百年来的温度是否高于过去千年, 海冰融化、海平面上升是否由于 CO_2 上升造成等诸多问题上持有与 IPCC 不同的观点。IPCC 在 2001 年的报告中引用 Mann 等人 1998 年的研究, 认为过去 1 000 年来温度相对稳定, 近百年的温度升高, 高于过去 1 000 年的温度, 这条温度曲线被称为 “Hockey Stick” (曲棍球线), 这条曲线未记录历史时期有名的 “中世纪暖期” 和 “小冰期”, 并且该曲线在 2007 年的报告中并未继续使用^[8, 15]。McIntyre 和 McKittrick^[24] 的研究表明, 古气候记录显示, 当前的温度并未超出距今约 3 500—6 000 年前的全新世大暖期, 也未高于 900—1000 年的中世纪暖期, 公元 1300—1900 年为小冰期, 而 1900 年之后气候逐渐转暖是由于气候的自然循环还是由人类活动造成, 尚无定论^[6, 15]。

1900 年后的观测表明, 温度上升, 更确切地说, 20 世纪 20—40 年代是一个明显的

升温阶段,但这段时间化石燃料并未大量使用,说明此期间的升温和人类活动无关。此后气温开始下降,持续至 70 年代中,40—70 年代 CO₂ 浓度持续上升,全球变暖的观点无法解释^[8]。准确的说,20 世纪的升温 and 人类活动相关的只是 80 年代至今 40 年左右的时间。而 NASA GISS, HADLEY, RSS MSU, UAH AMSU 4 个数据库的数据都显示,这段时间内,自 1998 年后气温无明显上升趋势^[25]。此外还有研究者认为,1934 年是 20 世纪最暖年份,30 年代是 20 世纪最暖的 10 年^[18, 15]。受城市热岛效应影响,加利福尼亚 107 个气象站的数据显示,百万人口以上的城市升温趋势明显大于偏远郊区^[18, 26]。对于海洋表面温度的测量,早期采用船体,将温度探头深入海表几米以下测量,近年来大量使用浮标测量,测的是温度最高的海水微表面温度,深度的差异给海表温度的变化趋势带来误差^[8]。

全球变暖引起山地冰川和南北极冰川的融化,由此导致海平面上升,是全球变化中引人关注的热点问题。冰冻三尺非一日之寒,反过来,冰化三尺非一日之暖。对于山地冰川而言,决定其退缩的主要原因是太阳辐射能量,具体表现为温度和降水。体积庞大的冰川对温度会有一定的迟滞效应,山地冰川由于其高度和纬度的不同,对温度变化的迟滞时间不同,全球 169 个冰川的数据表明,冰川对温度变化的迟滞效应平均为 20 年左右,大部分的山地冰川在 1700—1825 年面积扩大,自 1825 年开始有退缩趋势,1825—1906 年间山地冰川退缩近半,远早于化石燃料大规模的使用^[23, 27]。

对于全球所关注的南北极海冰融化,由于水的密度在 1g/cm³ 左右,冰为 0.9g/cm³ 左右,海冰 90% 的体积位于海面下,所以实际上是海水在融化海冰而不是大气在融化海冰。由于海洋的热容量为大气 3 000 倍

以上,大气并不是海洋的热源,反而是海洋在扮演调节大气变化的角色,海洋的主要热源为太阳和来自地球内部的能量;美国哥伦比亚大学 Lamont-Doherty 地球观测实验室的 Charles Langmuir 提到他们在北极冰盖下 Gakkel Ridge 周边发现活火山,很可能是北极海冰融化的一个重要原因^[15]。Singer 和 Avery 则认为,在南极只有南极半岛在变暖,而其余 98% 的南极区域都在变冷^[8]。Zwally 的研究显示,1992—2002 年间格陵兰冰盖 (Ice sheet) 边缘每年减少 42Gt,但在中心区域增厚 53Gt,可使海平面降低 0.03mm;在西南极冰盖每年减少 47Gt,东南极冰盖增加 16Gt,南极区域净减 31Gt,对应海平面上升 0.08mm,3 个冰盖对海平面的贡献为 0.05mm 的上升;观测还表明,西南极冰架 (Ice shelf) 每年减少 95Gt,但东南极冰架增加 142Gt (净增 47Gt);即使不考虑冰架的增加,0.05mm 并不足以支持由卫星观测到的海平面每年上升 2.8mm 的结果。海冰消融引起的海平面上升,1 000 年使海平面上升 5cm,上升 1m 则需要两万年^[15, 28]。

此外 NIPCC 还指出,任何原因的变暖,不管是人类活动还是自然因素都会导致冰川融化,而冰川融化并不能说明人类活动是诱因;尽管 IPCC 宣称,当前变暖是由人类活动导致,但一直并未明确给出如何对变暖的自然因素和人类活动因素进行区分^[8]。

Singer 在 NIPCC 的决策者摘要中综述了对 IPCC 关于海平面上升观点的质疑^[8]: IPCC 报告中表明,海平面上升主要来自于冰川融化和海水热膨胀,但显然热膨胀仅限于表层海水,底层海水由于长年低温不受影响;84 个潮汐观测站数据显示,1900 年来,无论气候是变暖还是变冷 (包括 40—70 年代的降温时期),海平面稳定持续上升了近 18cm;变暖的海洋蒸发增多,导致极地雨雪增多,由此判断海平面上升可能与温度无



中国科学院

关;IPCC1992、1995、2001和2007年发布的4次报告中,评估海平面上升的最高值逐次下降,分别为每百年367、124、77、59cm^[8]。有卫星数据表明,近20年来海平面上升速度加快;但也有研究者认为,上个世纪下半叶海平面上升速度减缓,海平面巨大的时空差异限制了对海平面的讨论;更有研究者认为,海平面上升主要受板块上升或沉降影响,全球性的海平面评估没有实际意义^[8,29]。由于对全球变化引起的海平面和冰川融化存在巨大争议,IPCC的结论需要更为坚实的数据和理论支持。

5 太阳是地球气候变化的最主要驱动力

即使CO₂的浓度比地史时期大气浓度记录高,且CO₂可拦截一定的红外辐射,戈尔将其比作覆盖在地球表面的毯子,但这只是个毯子,并不是电热毯,自身不发生热量,它拦截的是太阳辐射,如果太阳活动减弱,太阳辐射降低,地球气候系统进入冰期,CO₂能否挽回气候变化?1999年Fischer等人、2003年Caillon等人先后在*Science*上发表研究指出,精确的冰芯记录表明,CO₂和温度的变化有时间迟滞,CO₂比温度的变化晚大约600±400年或者800±200年,地史时期气候系统温度下降后的几百年内,CO₂仍持续升高,研究者由此认为CO₂和气候的关系尚不明确^[30,31];也就是说,在地史时期CO₂浓度的升高并未阻挡气候的变冷,由此CO₂更可能是气候系统的一个响应,而并非驱动力。

把气候系统简化成一个物理系统,气温的上升,或者说气候的变暖应有持续的外界能量支持。太阳是地史时期地球气候变化的最为主要的驱动力,这是地球科学最为经典的理论之一,已被大量的研究证实。太阳活动的周期以11年为基本周期,由此衍生出11×2ⁿ的各种气候变化周期;从10年尺度

到百年尺度、到千年尺度、到万年尺度,在各个时间尺度上,由于太阳活动的强弱和日地距离的远近,地球气候系统亦跟随着发生周期性的变化^[6,32]。在地史时期,各种时间尺度的暖期和冰期交替循环,几十年、几百年、上万年甚至上万年尺度的升温都有可能随着太阳活动的强弱或者地球轨道的改变而被冰期打断。

虽然国际上全球变暖是主流观点,但仍有科学家通过对太阳活动的强度或者对地史时期气候周期的推算认为,地球很可能会进入冰期^[6,33,34]。刚结束的第23个太阳活动周开始于1995年8月,在2001年达到最大值。NASA认为,这个周期会在2006年左右结束,然而一直到2008年,太阳表面仍保持平静,标志着第24周开始的太阳黑子迟迟不肯出现,科学家不能确定新周期是否已经开始。2008年8月大约是自1913年来第一个没有太阳黑子的月份,同时太阳磁场强度也在降低^[6]。有科学家将本次的太阳沉寂与1645—1715年的“蒙德极小期”相比,当时太阳表面几乎也没有黑子活动。太阳活动的停顿导致太阳输出能量减少,对于地球影响巨大,当时的地球进入“小冰期”,气候寒冷,农作物严重减产,很多地方发生饥荒。在有人类活动以来的历史中,各种记录表明,暖期适合人类社会和自然生态系统的发展,而冰期对人类社会和自然生态系统的发展造成灾难性的影响^[8,32]。以距今约4400年的冷事件为例,全球气候从全新世大暖期向小冰期过度,在全球范围内,各地发生了大旱、洪涝、大的沙尘暴等事件,几乎造成了中国、埃及、印度、南北美洲、两河流域以及欧洲等全球性的文明消失或没落^[35,36]。

通过对冰芯和沉积物的研究,甚至历史文献都有记录表明,历史时期几十年内甚至几年内,气候会发生急剧变化^[35,37,38]。当气候系统从一个稳态向另一个稳态过度的时候,

极可能像钟摆一样,波动幅度增大,极端事件频发^[35]。太阳活动强度的改变会影响地球系统的热循环和水循环,甚至导致地球磁场变化,从而引发气候异常。如果太阳进入沉寂期,地球两极的冷空气势力增强,各个尺度的气候和天气系统(比如副热带高压)往赤道偏移(对北半球来说为南退);反之太阳活动剧烈,赤道暖流增强,赤道和极地温差减小,高纬环流减弱,各个气候系统往高纬偏移(对北半球来说为北进)(图4)。由此太阳活动的变化造成各种尺度气候系统的迁移,综合海洋、冰川、植被或者其他各种环境因素的不同响应和反馈,各个区域需重新适应新的气候系统,这在一定程度上,也许是导致极端事件高发的一个原因。

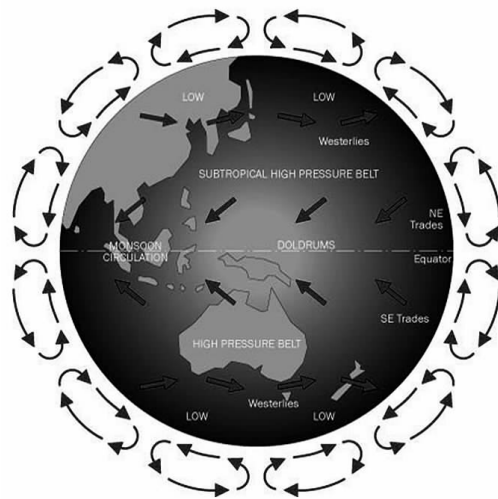


图4 全球大气环流示意图

6 结论

人类活动造成的能源枯竭和区域性环境恶化问题,是人类亟需面对和解决的问题。由于全球变暖的可能威胁,近年来全球在节能减排上达成共识,并为之做出巨大努力,但节能减排和全球气候变化是独立的问题。决定气候变化的最主要因素是太阳,地球系统的各个气候因素的耦合作用共同影响控制着地球气候系统。气候周期性的波动

是十分正常的,气温会升高,会回落。碳氮硫循环等都是重要的地球生物化学循环,它们或者会对气候变化产生及时或略为迟滞的响应,但它们是否会对地球气候系统产生影响,以及人类的能力是否能够影响整个地球气候系统,需要更为有力的证据以及更为精密合理的论证。在气候变化预测不确定的今天,我们应谨慎全面地对待全球变化的理论,做好应对各种气候变化可能的准备。

主要参考文献

- 1 丁仲礼,段晓男,葛全胜等. 国际温室气体减排方案评估及中国长期排放权讨论. 中国科学, 2009, 39(12): 1 659-1 671.
- 2 丁仲礼,段晓男,葛全胜等. 2050年大气CO₂浓度控制: 各国排放权计算. 中国科学, 2009, 39(8): 1 009-10 273.
- 3 IPCC Climate Change 2007: The Physical Science Basis. New York: Cambridge University Press, 2007, 996.
- 4 Jaworowski Z, Segalstad T V, Ono N. Do glaciers tell a true atmospheric CO₂ story? Science of the Total Environment, 1992, 114: 227-284.
- 5 Jaworowski Z. CO₂: The Greatest Scientific Scandal of Our Time. 21st Century Science and Technology, 2007, 34(11): 39-30.
- 6 Jaworowski Z. Sun Warms and Cools the Earth. NZCPR Research, 2008: 1-31.
- 7 Jaworowski Z. Ancient atmosphere-validity of ice records. Environmental Science and Pollution Research, 1994, 1(3): 161-171.
- 8 Singer S F. Nature, not human activity, rules the climate: summary for policy makers of the report of the Nongovernmental International Panel on Climate Change. Chicago: The Heartland Institute, IL, 2008.
- 9 Idso C, Singer F S. Climate Change Reconsidered: 2009 Report of the Nongovernmental Panel on



中国科学院

- Climate Change (NIPCC). Chicago: The Heartland Institute, IL, 2009.
- 10 丁仲礼, 傅伯杰, 韩兴国等. 中国科学院“应对气候变化国际谈判的关键科学问题”项目群简介. 中国科学院院刊, 2009, 24(1): 8-17.
- 11 施雅风. 考虑气候变化的复杂性 应全面掌握情况 谨慎推断结果. 中国科学院院刊, 2010, 25(2): 161-162.
- 12 Callendar G S. The artificial production of carbon dioxide and its influence on climate. Quarterly J. Royal Meteorological Society, 1938, 64: 223-240.
- 13 Slocum G. Has the amount of carbon dioxide in the atmosphere changed significantly since the beginning of the twentieth century. Weather Rev., 1955, 225-231.
- 14 Beck E G. 180 years of atmospheric CO₂ gas analysis by chemical methods. Energy & Environment, 2007, 18(2): 259-282.
- 15 Kauffman J M. Climate Change Reexamined. Journal of Scientific Exploration, 2007, 21(4): 723-749.
- 16 Fonselius S, Koroleff F, Warne K E. Carbon dioxide variations in the atmosphere. Tellus, 1956, 8: 176-183.
- 17 Lü thi D, Le Floch M, Bereiter B et al. High-resolution carbon dioxide concentration record 650 000-800 000 years before present. Nature, 2008, 453(7 193): 379-382.
- 18 WG1 IPCC, Climate Change 2007: The Physical Science Basis. In Solomon S, Qin D, Manning M et al. Eds. Cambridge: Cambridge University Press, United Kingdom and New York, NY, USA, 2007, 73.
- 19 Narita H, Nakawo M. Structure of 413.5-m deep ice core obtained at Mizuho Station, Antarctica. Mem. Natl Inst. Polar Res, 1985, 39: 157-164.
- 20 Killawee J A, Fairchild I J, Tison J L et al. Segregation of solutes and gases in experimental freezing of dilute solutions: Implications for natural glacial systems. Geochimica et Cosmochimica Acta, 1998, 62(23-24): 3 637-3 655.
- 21 Hurd B. Analyses of CO₂ and other atmospheric gases. AIG News, 2006, 86: 12-13.
- 22 Severinghaus J P, Grachev A, Battle M. Thermal fractionation of air in polar firn by seasonal temperature gradients. Geochem Geophys Geosyst, 2001, 2: 2000GC000146.
- 23 Robinson A B, Robinson N E, Soon W. Environmental effects of increased atmospheric carbon dioxide. Journal of American Physicians and Surgeons, 2007, 12(3): 79-90.
- 24 McIntyre S, McKittrick R. Corrections to the Mann et. al.(1998) proxy data base and northern hemispheric average temperature series. Energy & Environment, 2003, 14(6): 751-771.
- 25 McLean J, Prejudiced authors, prejudiced findings. In Science & Public Policy Institute: 2008, 1-18.
- 26 Goodridge J. Comments on regional simulation of greenhouse warming including natural variability. Bulletin of the American Meteorological Society, 1996, 77: 3-4.
- 27 Oerlemans J. Extracting a climate signal from 169 glacier records. Science, 2005, 308(5 722): 675-677.
- 28 Zwally H J, Giovinetto M B, Li J et al. Mass changes of the Greenland and Antarctic ice sheets and shelves and contributions to sea-level rise. Journal of Glaciology, 2005, 51(175): 509-527.
- 29 Douglas B C. Sea level change in the era of the recording tide gauge. In Sea level rise: history and consequences, Douglas B C, Kearne, S, Leatherman. London: Academic Press, 2001, 37-64.
- 30 Caillon N, Severinghaus J P, Jouzel J et al. Timing of atmospheric CO₂ and Antarctic temperature

- changes across Termination III. *Science*, 2003, 299 (5 613): 1 728-1 731.
- 31 Fischer H, Wahlen M, Smith J et al. Ice core records of atmospheric CO₂ around the last three glacial terminations. *Science*, 1999, 283(5 408): 1 712-1 714.
- 32 许靖华. 太阳、气候、饥荒与民族大迁移. *中国科学*, 1998, 28(4): 366-384.
- 33 Perry C A, Hsu K J. Geophysical, archaeological and historical evidence support a solar-output model for climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2000, 97(23): 12 433-12 438.
- 34 Abdussamatov H I. On long-term variations of the total irradiance and decrease of global temperature of the Earth after a maximum of 24 cycle of activity and irradiance. *Bulletin of Crimea Observatory*, 2006, 103: 122-127.
- 35 Wang J, Sun L, Xu L et al. The impact of the abrupt climate change near 4 400 yr BP on the culture transition in Yuchisi, middle China and its global linkage. *Weather, Climate and Society*, 2010: Submitted.
- 36 Wu W, Liu T. Possible role of the Holocene Event 3 on the collapse of Neolithic Cultures around the Central Plain of China. *Quaternary International*, 2004, 117: 153-166.
- 37 Alley R B. Ice-core evidence of abrupt climate changes. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2000, 97 (4): 1 331-1 334.
- 38 葛全胜, 郑景云, 方修琦等. 过去 2 000 年中国东部冬半年温度变化. *第四纪研究*, 2002, 22(2): 166-173.



中国科学院

The Other Side of Climate Changes——A Second Opinion on CO₂ and Global Warming

Wang Jianjun

(The Third Institute of Oceanography, State Oceanic Administration 361005 Xiamen)

Abstract IPCC claimed that “most of the observed increase in global average temperatures since the mid-20th century is very likely due to the observed increase in anthropogenic greenhouse gas concentrations”. The international scientific society has questioned the so-call “anthropogenic warming” from experimental data to theoretical models. The study review the main concerns on the anthropogenic warming, and provide a second opinion for the climate changes debate. We need to be more cautious on the role of CO₂ in climate changes, and made a more comprehensive assessment on climate changes, and more correct policies on it.

Keywords climate changes, global warming, CO₂, greenhouse effect, debate

汪建君 女, 国家海洋局第三海洋研究所助理研究员, 博士。1978 年出生。研究方向: 全球变化, 环境科学。E-mail: jjun@ustc.edu