

# 世界各国 CO<sub>2</sub> 排放历史和现状

任国玉 徐影 罗勇

(国家气候中心气候变化室, 北京 100081)

**摘要** 根据美国橡树岭国家实验室 CO<sub>2</sub> 信息分析中心资料,对代表性国家的 CO<sub>2</sub> 排放总量和人均排放量的历史演化过程进行分析,对这些国家的 CO<sub>2</sub> 历史累积排放总量和人均历史累积排放量进行了计算和比较。文中提出了温室气体人均历史累积排放概念,这个概念兼顾了公正和公平性及其历史与现实责任,在未来的全球气候变化历史责任分担研究中应该受到进一步重视。

**关键词** 气候变化 CO<sub>2</sub> 排放 责任分担 温室气体 人均历史累积排放量

## 引言

履行“联合国气候变化框架公约”<sup>[1]</sup>和“京都议定书”<sup>[2]</sup>,要求对世界各国的 CO<sub>2</sub> 等温室气体排放的历史和现状做出准确计算和公正评价,以便在减缓全球气候变化的行动中分清各自的历史与现实责任。国际气候变化问题谈判和履约活动也要求在比较、分析的基础上,得出多数缔约国接受的公正、合理、简捷的度量 CO<sub>2</sub> 等温室气体排放量的指标体系。

在过去的几年里,笔者对各种度量 CO<sub>2</sub> 等温室气体排放的指标进行了比较,着重对温室气体人均排放量概念及其意义进行了阐述,近两年又对“巴西案文”及其修订内容进行分析与评估。但是,在过去的工作中,主要强调了现在的温室气体排放总量及其人均排放量等衍生概念,而对于同世界各国温室气体排放历史责任有关指标的开发和重视还不够。

“巴西案文”引入了“温室气体有效排放”概念,把各国的温室气体排放同它们对全球平均气温变化的贡献份额联系起来,因而注意到了各自的历史排放责任,较好地体现了公正和科学原则<sup>[3,4]</sup>。但是,“巴西案文”的“温室气体有效排放”概念过于迂回,用以计算这一指标的模式又过于简化,本身还需要进一步改进和完善<sup>[5]</sup>。

笔者根据初步建立起来的世界温室气体排放数据库,对代表性国家的 CO<sub>2</sub> 排放总量和人均排放量的历史演化过程进行分析。数据来源于美国橡树岭国家实验室 CO<sub>2</sub> 信息分析中心<sup>[6]</sup>。在此基础上,对各国 CO<sub>2</sub> 历史累积排放总量进行了计算,提出了新的人均历史累积排放概念,并给出了代表性国家的人均 CO<sub>2</sub> 历史累积排放量。

## 1 各国 CO<sub>2</sub> 排放总量的历史演化

1995 年,全球由于化石燃料使用和生产水泥总共排放的 CO<sub>2</sub> 为 70 亿吨碳,其中美国最多,为 14 亿吨碳,占全球总量的 20%;中国约为 8.5 亿吨碳,占世界全部排放量的 12%。由于人类排放的 CO<sub>2</sub> 在大气中存留的时间可以达到 100 多年,当前大气中温室气体浓度的增加是历史上工业化国家长期过度排放的结果,仅用现在的排放量不足以反映各国对当代和未来全球气候变暖的可能贡献,因而掩盖了主要工业化国家在全球气候变化问题上的历史责任。

图 1 给出代表性国家 1800~1998 年 CO<sub>2</sub> 排放量的变化情况。尽管中国现在的排放量仅次于美国,但这只是近几年的事情。我国的 CO<sub>2</sub> 排放量主要是从 20 世纪 50 年代初开始增加的,以前则一直非常低,这和美国从 20 世纪初就已经很高的情况截然不同。

国家科技攻关项目 96-911-03-07 和 2001BA611B-01 资助

来稿日期:2001 年 7 月 30 日;定稿日期:2002 年 3 月 6 日

作者简介:任国玉,男,1958 年出生,博士,研究员,主要从事气候变化和古气候学研究

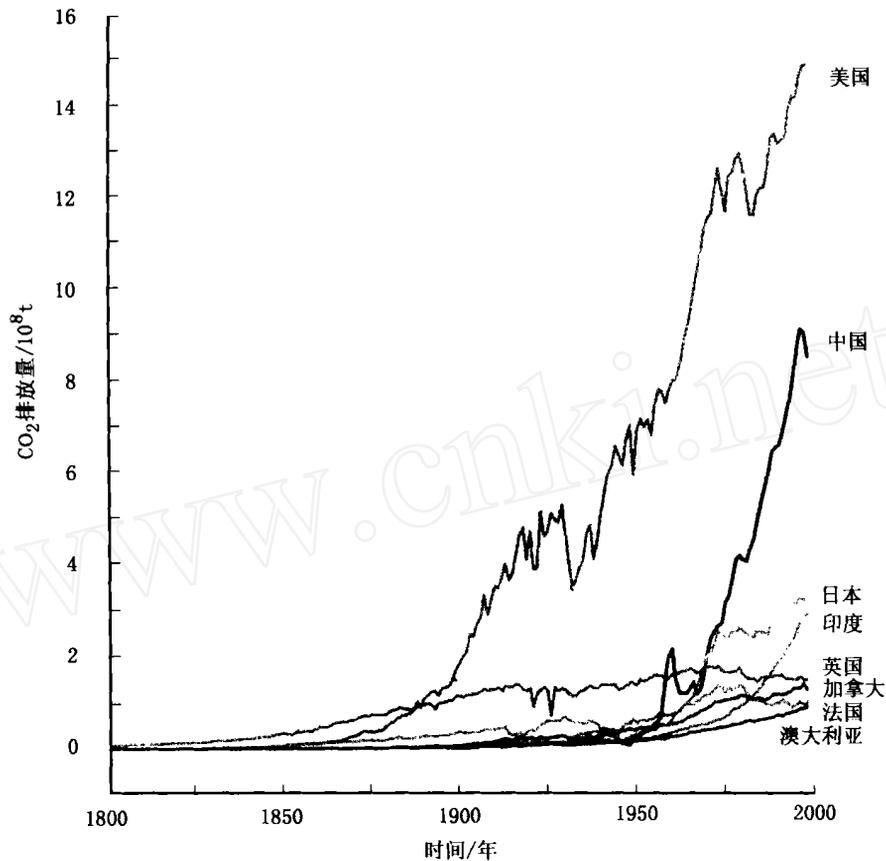


图1 1800~1998年部分国家CO<sub>2</sub>排放量的变化

(1) 中国CO<sub>2</sub>排放在1950年以前很低,每年不到5000万吨碳;而美国在20世纪初即已达到2亿吨碳以上,1950年超过8亿吨碳,是中国排放量的16倍;前苏联排放量(图1中未示)的增长始于20世纪30年代,到1950年达到2亿吨碳。CO<sub>2</sub>排放量达到2亿吨碳,美国是在1900年,前苏联在1950年,中国在1970年,印度在1990年。中国排放量达到2亿吨碳的时间分别比美国和前苏联晚70年和20年;排放量达到6亿吨碳的时间,美国是在1940年,前苏联在1968年,中国在1985年,中国分别比美国、前苏联晚45年和17年。

(2) 近30年来中国的CO<sub>2</sub>排放量增长很快,1995年已达8.5亿吨碳,比1954年增长了16倍;苏联解体后,独联体各国的排放量显著下降,俄罗斯1995年的排放量(图1中未示)只有5亿吨碳左右,远低于我国的排放量。目前中国的排放量仅次于美国,在世界上占第二位。中国的CO<sub>2</sub>排放量将会赶上美国,印度则正在赶上目前的第四排放大国日本(1995年日本排放量为3亿吨碳)和第三排放大国俄罗斯。

(3) 若按目前的增长趋势,预计中国的CO<sub>2</sub>排放量有可能在2030年至2045年之间超过美国,成为世界第一排放大国;印度可能在1998年至2010年之间分别超过日本和俄罗斯,成为世界第三排放大国。当然,影响未来排放的因素很复杂,根据目前趋势外推只能作为参考。事实上,从1996年开始,中国的CO<sub>2</sub>排放量已经出现下降或稳定迹象,也说明根据过去趋势外推未来的排放量有时是靠不住的。

(4) 在发达国家中,美国、日本、加拿大和澳大利亚等国CO<sub>2</sub>排放量呈显著增加趋势;而欧盟各主要国家,包括英国、法国、德国(未示)和意大利(未示)等国,从20世纪70年代中期以来CO<sub>2</sub>排放量呈下降趋势或平稳状态。英国的排放量在20世纪初就已达到1亿吨碳以上,现在仍只有1.5亿吨碳,并继续呈微弱下降趋势;法国70年代末以来的下降尤其明显,目前已不到1亿吨碳。

## 2 各国CO<sub>2</sub>人均排放量的演化

各国人口有多有少,用CO<sub>2</sub>排放总量指标去测

度其温室气体排放量无法体现公平与公正原则。人均 CO<sub>2</sub> 排放量指标满足了这一要求,同时具有可比性,正在被越来越多的人接受和使用。

表 1 1995 年部分国家 CO<sub>2</sub> 排放总量和人均排放量

国别	排放总量 /10 <sup>3</sup> t	人均排放量 /t
毛里求斯	407	0.4
科威特	13297	7.9
中国	871311	0.7
俄罗斯	496182	3.3
英国	147964	2.5
美国	1407257	5.3

在 1995 年,如果不计中东石油生产与输出国,美国的人均 CO<sub>2</sub> 排放量是最高的,达到每人 5.3 吨碳(表 1);而作为发展中国家的中国人均排放量还很低,每人只有 0.7 吨碳,仅及美国的七分之一;印度(图 2)和毛里求斯的人均排放量更少,只有美国人均排放量的十三分之一到十六分之一。这表明,

即使在目前,一个美国人每年对全球气候变暖的贡献比一个印度人要高 15 倍。

图 2 给出了 1950~1998 年部分国家人均 CO<sub>2</sub> 排放量的时间演化情况,它显示出社下几个特点:

(1) 尽管近 20 年来中国和印度等发展中国家人均排放量出现增长,但始终远远低于所有发达国家。发达国家早在 20 世纪 50 年代初人均排放量就已全部超过 1 吨碳/人,而直到今天中国和印度等发展中国家人均排放量也不到 1 吨碳/人。

(2) 按照现在的增长率外推,中国到 2015 年前后人均 CO<sub>2</sub> 排放量为 1.2 吨碳/人,到 2035 年前后也只有 1.7 吨碳/人。即使不采取减缓措施,需要再经过 270 年,中国人均 CO<sub>2</sub> 排放量才能达到现在美国的水平。

(3) 发达国家的人均排放量可大致分为三种类型,即以美国为代表的高排放值+波动增长型、以澳大利亚为代表的快速稳定增长型(还有加拿大、新西兰、日本等)和以英、法两国为代表的低排放值+平稳下降型(大部分欧盟国家)。美国在近 50 年里人均 CO<sub>2</sub> 排放量始终是最高的,而澳大利亚则是近 50

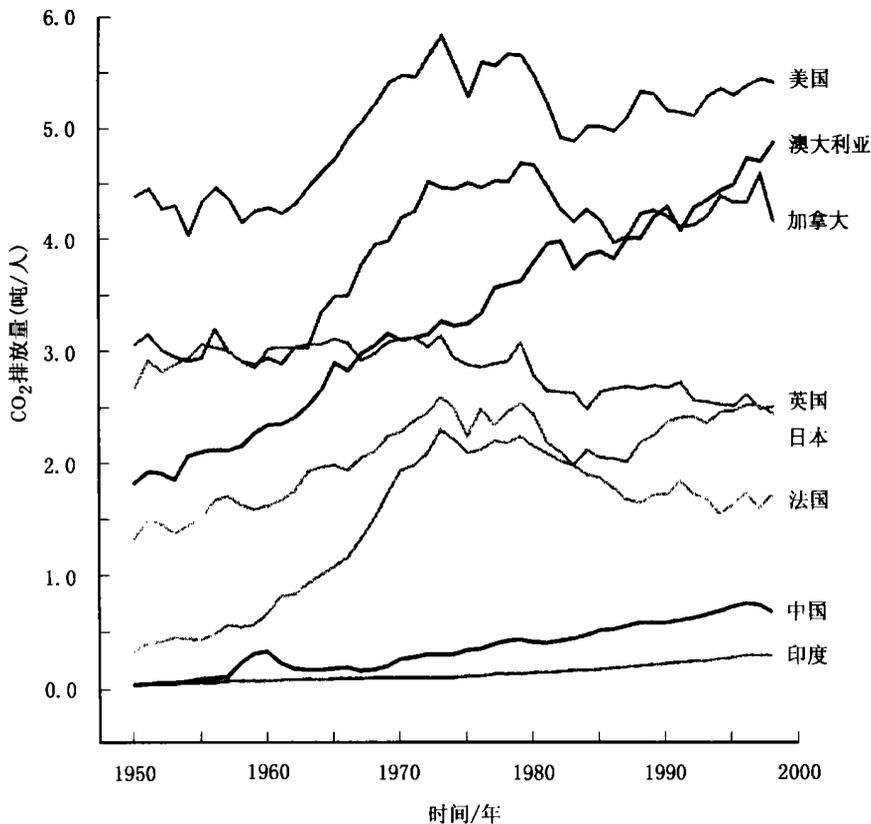


图 2 1950~1998 年部分国家人均 CO<sub>2</sub> 排放量时间演化

年内人均排放量增长最快的。

由此可见,在国际气候变化谈判中集结起来的所谓“伞型国家”,包括美国、加拿大、澳大利亚、新西兰和日本等,其联合的基础不是总排放量的相近,也不是人均排放量的相似,而是总排放量和人均排放量的增长趋势一致。美国与“伞型国家”中的其他成员仍有矛盾;另一方面,欧盟各主要国家不论是在总排放量和人均排放量上,还是在它们的时间演化趋势上,均同美国存在着巨大差别。这可能是欧盟各国在气候变化问题上同美国存在尖锐矛盾的主要原因。

此外,前苏联人均 CO<sub>2</sub> 排放量在 1980 年以前呈快速线性增长,到 1990 年稳定下来,之后独联体和东欧各国人均排放量普遍出现下降趋势。

### 3 部分国家 CO<sub>2</sub> 历史累积排放量

尽管 CO<sub>2</sub> 排放总量的历史演化反映了各国对当代全球气候变化所应负有的责任,但还不很清晰

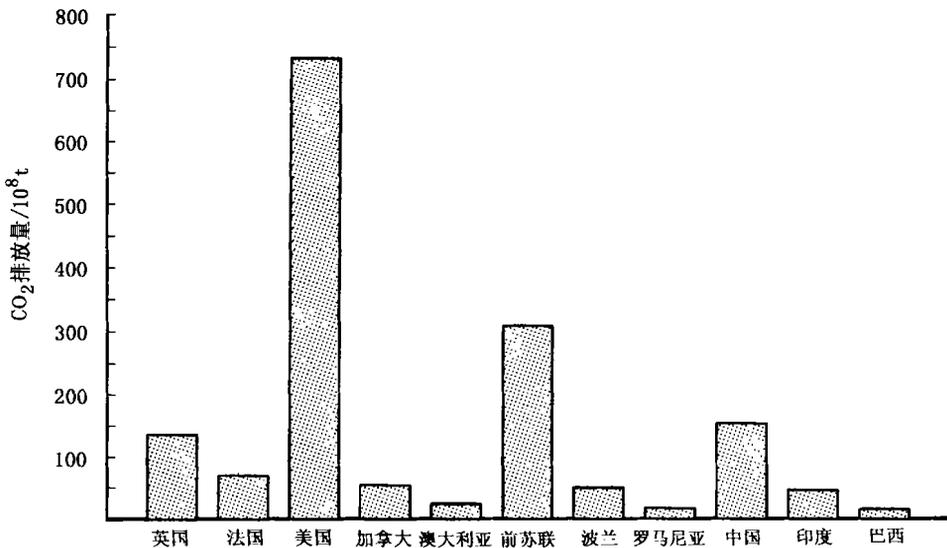


图 3 11 个国家 1900~1995 年 CO<sub>2</sub> 历史累积排放量

领土面积大国,同美、俄以外的其他国家比较,人口要多得多。如果强调国家作为一个整体在全球气候变化事务中的责任,用历史累积排放量指标去衡量有其合理性,即大国应该在减缓气候变化行动中发挥更大的作用;但如果在公正和公平基础上区分一个国家内的人民所应承担的环境责任,使用历史累积排放量测度指标显然是不恰当的。

明确。采用 CO<sub>2</sub> 历史累积排放量,可以更直接地表达各国所应负有的相对责任大小。当然,基准年的选择很关键。它应该兼顾到 CO<sub>2</sub> 排放量资料的可获得性、温室气体在大气中的生命期与表征气候变化特征的仪器记录时间长度的近似等几个方面。由于大部分国家 CO<sub>2</sub> 排放数据可以追溯到 1900 年前后,CO<sub>2</sub> 在大气中的生命期大约为 100 多年,同时可靠的全球平均气温记录长度也为 100 多年,因此我们选择 1900 年作为计算的基准年。

图 3 给出 11 个国家从 1900~1995 年的 CO<sub>2</sub> 历史累积排放量。历史累积排放量美国仍然最高,达 730 亿吨碳,超过处于第二位的前苏联(到 1990 年约 320 亿吨碳)1 倍多。中国历史累积排放量为 150 亿吨碳,约为美国的五分之一,略高于英国的 135 亿吨碳。但如果计算的基准年向前推,则英国的历史累积排放量将显著增加。印度的历史累积排放量只有 50 亿吨碳,相当于美国的十五分之一。

在这 11 个国家中,3 个发展中国家都是人口和

### 4 部分国家 CO<sub>2</sub> 人均历史累积排放量

在减缓气候变化过程中,正确区分各国人民所应负有的环境责任和应承担的减排义务是一个关键的问题。环境责任决定了减排义务,因而合理区分各国人民的环境责任是关键的关键。由于气候系统对人类活动响应的滞后性和长期性,区分现代人的

责任必须考虑历史上的环境债务;另一方面,划分责任应遵循公正和公平的基本原则,而体现公正和公平的惟一尺度是人均概念。责任和义务有联系也有区别。考虑到温室气体减排的效率,发展中国家也有义务从事减缓气候变化的工作,但这不是责任所规定的,而是在自愿基础上的“善举”。

环境责任既要考虑历史上欠下的环境债务,又要考虑公正和公平原则,所以测度各国分担减缓份额的指标需要涵盖“累积排放”和“人均”两个概念,我们把它定义为 CO<sub>2</sub> 或温室气体人均历史累积排放量。由于 20 世纪初期的中老年人已经作古,他们欠下的环境债务无法自己偿还,因此用以平均的人口不应是计算整个累积排放量时期的全部人口,而应该是还活着的现代人口。我们把衡量现代人口的基准年定为 1990 年。用 1990 年的人口数去除历史累积排放量,就得到了各国 CO<sub>2</sub> 人均历史累积排放量。

中国有句老话,叫“父债子还”。这句话古今中外具有普适意义。人们接受这一规则,是基于每个人都有继承祖辈遗产的权利和义务的社会学原理,而不管这种遗产是财富还是债务。人们有享受父辈留传下来财富的权利,但同时也有偿还父辈所欠债务的义务。20 世纪初期生活在发达国家中的人们,靠过度向地球索取资源,污染全球大气环境,创造了社会财富,但也遗留下环境债务。他们的后代享用

了父辈们积累下的社会财富,享受着比发展中国家同龄人幸福(奢侈)得多的生活,但也不要忘了这是靠过去 100 多年内牺牲全球资源存量和环境质量获得的,现在理应偿还他们父辈欠予世界的环境债务。不能只讲权利,不讲义务。

图 4 给出 11 个国家的 CO<sub>2</sub> 人均历史累积排放量。人均历史累积排放量指标比人均排放量指标更公平、更清楚、更简洁地表现了发达国家和发展中国家之间的差别。归纳起来,有如下几个事实值得注意:

(1) 发达国家的 CO<sub>2</sub> 人均历史累积排放量均在 100 吨碳以上,美国最高,达到 290 吨碳;英国也很高,为 240 吨碳。东欧国家和前苏联人均历史累积排放量接近发达国家水平,前苏联为 210 吨碳,波兰甚至比法国还高。

(2) 发展中国家的人均历史累积排放量都非常低。我国 CO<sub>2</sub> 人均历史累积排放量只有 15 吨碳,印度更不足 5 吨碳。许多非洲和亚洲发展中国家的人均历史累积排放量还没有现在一个美国人 1 年的排放量多。

(3) 如果把 CO<sub>2</sub> 人均历史累积排放量看作是现代人所应承担的碳债,则目前一个美国人身负 290 吨碳债,而一个印度人只负担 5 吨碳。由此可见,在减缓气候变化的行动中,谁该带头减排、谁该负主要责任是一目了然的。

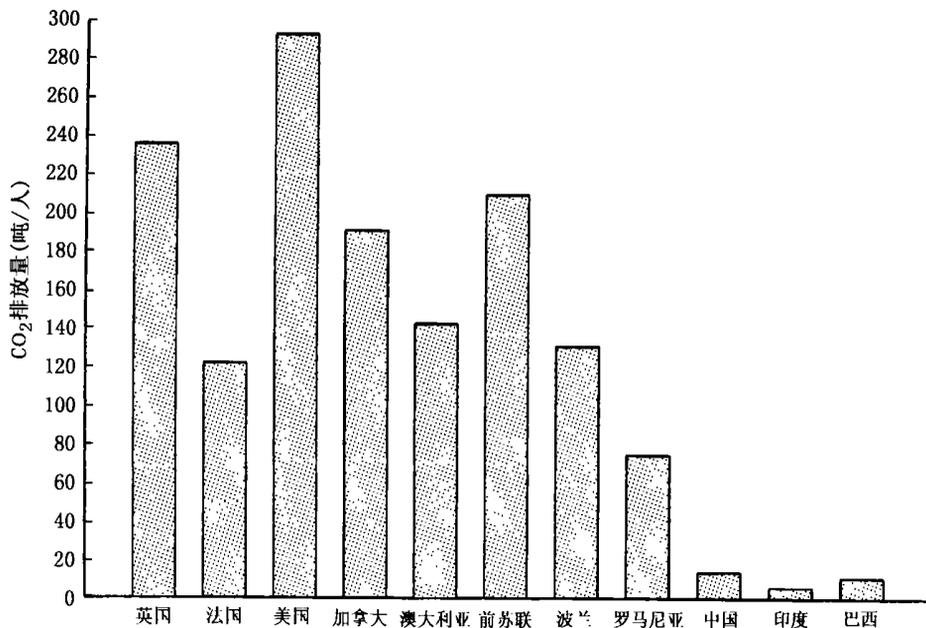


图 4 11 个国家的 CO<sub>2</sub> 人均历史累积排放量

## 5 结论

(1) 从历史的或动态的角度来观察各国的 CO<sub>2</sub> 排放, 可以使更完整地认识不同国家或国家集团的排放特点、变化趋势、历史与现实责任以及各自在全球气候变化问题上的基本立场。今后这方面的研究应该进一步加强。

(2) 不论是 CO<sub>2</sub> 总排放量还是人均排放量, 美国都远比其他发达国家高。美国的总排放量和人均排放量同“伞型国家”其他成员一样, 呈现增长趋势, 这是它们结盟的共同基础。欧盟国家自 20 世纪 70 年代以来总排放量和人均排放量都出现下降趋势, 即使不进一步控制, 将来仍将下降或呈稳定状态。在减缓气候变化的经济成本上, 欧盟显然比“伞型国家”小得多, 这是它们之间在气候谈判问题上矛盾重重的主要原因之一。

(3) 美国和“伞型国家”其他成员之间既有合作又隐存着矛盾。其矛盾源自 CO<sub>2</sub> 总排放量、人均排放量、历史累积排放量和人均历史累积排放量的差别, 特别是总排放量和历史累积排放量的明显差别。欧盟和美国之间既有冲突, 也有联合的可能。这种可能性来自于它们人均历史累积排放量上的相似性。

(4) 把“77 国集团 + 中国”同发达国家区分开的事实基础是它们之间在人均排放量和人均历史累积排放量上的巨大差距, 以及发展中国家共同的增长趋势。进一步强调人均排放量和人均历史累积排放量, 特别是人均历史累积排放量概念, 也是增进发展中国家之间凝聚力的重要策略。发展中国家之间的差异主要表现在 CO<sub>2</sub> 总排放量和历史累积排放量方面, 以及排放量增长的速率方面。

(5) 我国的 CO<sub>2</sub> 排放量及其演化特点是独特的。这种独特性可以概括为: 高而增长快的排放总量、低而增长中速的人均排放量、较高的历史累积排放量、非常低的人均历史累积排放量。我国 CO<sub>2</sub> 总排放量及其演化趋势与美国接近, 人均排放量及其变化趋势与印度、巴西等其他发展中国家相似, 历史

累积排放量与美国以外的主要发达国家近似, 而人均历史累积排放量与石油生产和输出国以外的其他发展中国家非常相似。

(6) 与特定年份排放总量比较, 人均排放量概念更好地体现了公正和公平的社会理念, 但却缺乏对全球气候变化历史责任的描述; 历史累积排放量考虑了各个国家作为一个整体的历史和现实责任, 但缺乏对各国人类自身的关注, 不具有可比性, 也有失公允。CO<sub>2</sub> 或温室气体人均历史累积排放概念兼顾了公正和公平性及其历史与现实责任, 概念本身简洁明了、具有可比性, 是度量各国或国家集团在减缓气候变化行动中责任分担份额的良好指标。

(7) 强调人均历史累积排放量概念不仅维护了公平, 可以显著地减低我国在全球气候变化问题上的历史和现实责任, 有助于推迟我国承担温室气体减排义务的时间, 而且也有助于加强发展中国家之间的凝聚力和团结; 但是, 人均历史累积排放量概念的应用也同时减少了欧盟主要国家同“伞型国家”特别是美国之间的差异, 从后果看具有促使发达国家趋向新的联合的潜在作用。

致谢: 丁一汇、王邦中、戴晓苏、陈迎、陈文颖、徐华清、陈振林、高学杰等也参加了本文的研讨, 在此一并感谢。

## 参考文献

- 1 UNFCCC. Convention on climate change. UUEP/ IUC, Geneva Executive Center, Switzerland. 1992
- 2 UNFCCC. Kyoto Protocol. (1997). <http://www.unfccc.de>
- 3 UNFCCC. Paper No. 1: Brazil. Proposed elements of a protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change, presented by Brazil in response to the Berlin Mandate. UNFCCC/ AGBM/ 1997/ MISC. 1/ Add. 3 ge. 97 - , Bonn. 1997
- 4 Filho M L G and Miguez M. Time dependent relationship between emissions of greenhouse gases and climate change. Ministry of Science and Technology. Brasilia, Brazil. 1998
- 5 Berk M M and den Elzen M GJ. The Brazilian Proposal evaluated. *Change*, 1998, 44: 19 - 23
- 6 CDIAC/ NDP - 030. Global, regional, and national CO<sub>2</sub> emission estimates from fossil fuel burning, cement production, and gas flaring: 1751 - 1996. Oak Ridge, Tennessee, U.S. 1998