

第三章

温室气体零排放

人类对于温室气体的认识，可以最早追溯到 19 世纪初，著名科学家傅立叶^①在晚年研究中曾涉猎了类似于“温室效应”热传导研究^②，被认为是人类认识气候变化问题上的先驱。19 世纪 60 年代，爱尔兰科学家约翰·廷德尔^③发现了水蒸气与二氧化碳温室效益原理^④。然而对于温室气体真正进行深入研究，并且引起了国际社会普遍重视，还是从 20 世纪下半叶逐步展开的。国际社会开始对于温室气体导致气候变化给予重视，并在科学家帮助下，将控制温室气体聚焦于减少二氧化碳排

① Jean Baptiste Fourier 1768—1830。

② [瑞典] 克里斯蒂安·阿扎：《气候变化解决方案》，2-3 页，北京，社会科学文献出版社，2012。

③ John Tyndall 1820-1893。

④ [瑞典] 克里斯蒂安·阿扎：《气候变化解决方案》，3-6 页，北京，社会科学文献出版社，2012。

放（也包括一些微量气体排放，如氟氯烃等），逐步有了国际社会应对气候变化的实质性行动，即以减少碳排放为中心议题的国际合作与努力。

一、 国际社会都做了些什么

20 世纪 40 年代末，第二次世界大战的硝烟终于散去，亚洲、非洲和欧洲已经是满目疮痍，焦土连片。无论是还没有从胜利喜悦中清醒过来的战胜国民众，还是尚未从失败沮丧中解脱出来的战败国国民，都一致投入医治战争创伤的洪流中。世界工业化的车轮又重新转动，至 70 年代，战争的疮疤基本得以医治，但不顾一切发展的工业化所引起的污染却越趋严重。污染的现实使国际社会终于认识到了合作的重要性。得益气候专家和民间非政府环保组织推动，冲破“冷战”藩篱，国际社会应对气候变暖合作从此有了良好开端。

1. 人类环境会议

1972 年 6 月，联合国在瑞典斯德哥尔摩召开了 113 个国家参加的人类环境会议。这是人类历史上第一次在全世界范围内研究保护人类环境问题。会议在气候专家推动下，提出了“只有一个地球”的口号，形成并公布了《联合国人类环境宣言》（*Declaration of United Nations Conference on Human Environment*）。该《宣言》就有关人类环境问题达成了 7 点意见和 26 项共识。概括起来包括人类的环境权利和保护环境的义务；保护和合理利用各种自然资源，防治污染；促进经济和社会

发展，使发展同保护环境协调一致；筹集资金帮助发展中国家；发展科学技术和教育；销毁核武器和大规模毁灭性武器；加强国家对环境的管理；加强国际环境保护合作等。

这次会议的意义不仅在于世界多数国家就环境问题达成了共识，还在于这是人类历史上首次就环境问题召开专门的会议。标志着人类不仅意识到了环境污染的严重性，开始了保护环境，与污染作斗争进程。《联合国人类环境宣言》是一个人类由放任环境污染到有意识的保护环境的转折点。

2. 世界气候大会

1979 年 2 月，第一届世界气候大会在瑞士日内瓦召开，来自世界 50 多个国家的 400 余位代表参加了会议。这次会议的重要成果：就全球变暖问题达成广泛共识，推动建立政府间气候变化委员会，从此打开了气候问题国际合作通道。

3. 政府间气候变化委员会

1988 年 12 月，联合国大会通过决议，决定世界气象组织（WMO）和联合国环境规划署（UNEP）建立政府间气候变化委员会（Intergovernmental Panel Climate Change IPCC）。IPCC 是政府间机构，向所有的 WMO 和 UNEP 成员开放。IPCC 成立后，先后于 1990 年、1995 年、2001 年及 2007 年发布了 4 次正式的“气候变化评估报告”。IPCC 对于推动《联合国气候变化框架公约》《京都议定书》起了巨大作用。

4. 《联合国气候变化框架公约》

1992 年 6 月，在巴西里约召开的联合国发展与环境首脑大会上，166 个国家政府签署了《联合国气候变化框架公约》（*United Nations Framework Convention on Climate Change UNFCCC* 或 *FCCC*）。1994 年 3 月 21 日，该公约生效。该公约旨在全面控制温室气体排放，是国际社会应对全球气候变化问题上进行国际合作的一个基本框架。目前已有 190 多个国家批准了该公约。从 1995 年 3 月到 2014 年 2 月，UNFCCC 共召开过 20 轮缔约方会议，缔约方做出了许多解决气候变化问题的承诺，例如，碳减排承诺等。

5. 《京都议定书》

1997 年 12 月在日本京都召开的《联合国气候变化框架公约》第 3 次缔约国会议上，通过了《联合国气候变化框架公约京都议定书》，简称《京都议定书》。《京都议定书》规定了发达国家温室气体减排目标。虽然美国拒绝批准《京都议定书》，但在 2005 年 2 月 6 日，《京都议定书》正式生效。2012 年在卡塔尔举行的第 18 次缔约国会议上，通过了《京都议定书》第二承诺期修正案，对相关发达国家设定了 2013—2020 年温室气体量化减排指标。欧盟、澳大利亚宣布加入，日本、加拿大没有加入。之后美国对于《京都议定书》的态度有所松动，例如，2007 年美国最高法院认为“美国环保署必须控制二氧化碳排放，或者对不控制二氧化碳作出解释”；奥巴马政府给予加州政府控制温室气体的特权，

以及逐步回归国际社会参与温室气体减排磋商^①。

2014年12月14日，在秘鲁利马召开的《联合国气候变化框架公约》第20次缔约方会议和《京都议定书》第10次缔约方会议结束。会议虽然没有就新一轮减排达成共识，但就2015年12月在法国巴黎召开的196个国家参加的世界环境会议达成一致。鉴于2014年11月中美两国在北京APEC会议上共同发布的《中美气候变化联合声明》，美方宣布在2025年实现2005年基础上减排26%~28%的目标，而中方宣布2030年碳排放达到峰值，非化石能源占一次能源消费比重20%左右。这可以看作世界上两个最大的发达国家与发展中国家的碳排放国在温室气体减排方向迈出的合作步伐。

6. 《巴黎协定》

2015年11月30日至12月11日，《联合国气候变化框架公约》第21次缔约方会议和《京都议定书》第11次缔约方会议在法国巴黎召开。184个国家递交了应对气候变化“国家自主创新”文件，这些国家涵盖了全球碳排放量的97.9%。150多个国家元首和政府首脑参加了会议开幕式，全球近2000个非政府组织参加了大会。会议通过了《巴黎协定》。《巴黎协定》共29条，涵盖了目标、减缓、适应、资金、技术、全球盘点等。主要内容包括加强应对全球气候变化威胁，把全球温度控制在较工业化前高2摄氏度范围，并向1.5摄氏度努力。全球尽快实现

^① [瑞典] 克里斯蒂安·阿扎：《气候变解决方案》，112-113页，北京，社会科学文献出版社，2012年。

温室气体排放达峰，并在 21 世纪下半叶温室气体净零排放。协议规定各国以“自主贡献”方式参与，发达国家带头减排，并在资金、技术、能力方面帮助发展中国家减排。

2016 年 4 月 22 日，178 个国家齐聚联合国，签署了《巴黎协定》。2016 年 9 月 3 日，在杭州举行的 G20 峰会上，中美两国元首向联合国秘书长潘基文交存两国批准《巴黎协定》的文件。2016 年 10 月 5 日，联合国秘书长潘基文基于占温室气体排放 55% 以上的国家交存批准、接受、核准加入《巴黎协定》文书，宣布《巴黎协定》在 2016 年 11 月 4 日生效。国际社会终于松了一口气。

7. 近半个世纪的成果

尽管围绕《京都议定书》的减排义务，发达国家与发展中国家有较大分歧，导致了国际社会在多次环保会议上的合作不能尽如人意。但这些分歧所建立的基础，即对于温室气体减排的共识并未动摇。不少国家在实实在在地履行着自己的承诺，或者是在自主地实施着自己的环保战略。

当 2001 年美国退出《京都议定书》后，欧盟各国力挺并促使《京都议定书》生效，并在之后的减排谈判中积极推动。1996 年欧盟确立了地球温度不能高于工业化之前 2 摄氏度的目标，并确定了 2020 年温室气体排放在 1990 年基础上减少 20% 的目标。1990—2006 年，欧盟二氧化碳排量上升了 3%，而美国同期上升比例是 18%^①。在欧盟国家中，瑞典、德国、英国做得最好，为国际社会治理碳排放树立了典范，也提

^① [瑞典] 克里斯蒂安·阿扎：《气候变化解决方案》，109 页，北京，社会科学文献出版社，2012。

供了经验。以瑞典为例，由于广泛使用水力发电、核能发电，瑞典当前的发电是真正的“零碳排放”发电。瑞典还通过开发生物能源、节能等措施，有望在 2050 年减少 75% 的碳排放^①。

从 1972 年 6 月《联合国人类环境宣言》的诞生到 2016 年《巴黎协定》的生效，总结国际社会走过的近半个世纪的历程，可以看出几乎是全部国际社会成员都在应对气候变化问题上达成了共识。这是宝贵的也是非常难得的，充分印证了在应对气候变化问题上人类利益的一致性。在这些年的历程中，国际社会走出了冷战的阴影，冲破意识形态的壁垒，标志着国际社会更加成熟。应对气候的政策也变得更加柔性和注重实效。建立在自愿和互助基础上的《巴黎协定》应该是国际社会应对气候变化的最佳方案，也是人类社会温室气体减排的路线图。

二、“赔了夫人又折兵”

这里有一个来自中国古典小说《三国演义》的故事，在公元 210 年前后，汉朝分化为魏、蜀、吴三个小国，吴王孙权听信了大将周瑜的计策，以将其妹许配给蜀王刘备为诱饵，企图在刘备赴吴国迎亲时将其囚禁或者杀害。刘备的谋臣诸葛亮识破了周瑜的计谋，采取大力宣传的对策，使孙刘联姻在吴国家喻户晓，吴国的百姓早就厌恶了战争，为之欢呼雀跃；诸葛亮还积极争取到了孙权岳父、母亲的支持，迫使孙权不得

^① [瑞典] 克里斯蒂安·阿扎：《气候变解决方案》，47-49 页，北京，社会科学文献出版社，2012。

不假戏真做，将妹妹嫁给刘备。之后蜀国的军队又多次打败了吴军，故历史上将周瑜的计策称为“赔了夫人又折兵”。之后这一典故被广为应用，用来比喻那些得不偿失的行为。当前的化石能源的使用，与该故事有惊人的相似之处。

人们通常把煤炭、石油和天然气称为化石能源，是从这些物质用作燃料角度认识的。其实这些物质并不仅仅可作能源，还可作为更重要，更有价值的有机化工原料使用。现代社会中，所有的有机化学产品，包括塑料产品、化纤产品，医疗产品、药品、农药，化肥、化妆品、日用品，无不来源于作为有机化工基础原料的石油、天然气和煤炭。生产这些有机化学产品所产生的附加值，要十倍甚至百倍高于用于燃料的附加值。用化石能源作动力，不但将高附加值为灰烬，还产生了巨大的污染。下面我们来认识一下这些化石能源有多金贵吧。

1. 石油与碳氏家族十兄弟

石油作为燃料，主要是指用作各种发动机或发电、取暖燃料的，从石油中提取的汽油、航空汽油、煤油、柴油和重油等，其副产品还包括润滑油、凡士林、沥青以及可作化工原料的石油醚、石蜡、石油焦等。这是我们目前石油（原油）的主要用途。目前人们的交通运输工具（除了铁路）主要依靠石油产品驱动，而在现代社会中交通运输有如人体的血液循环，是社会生产与生活必不可少的。

石油作为有机化工原料，其对于人类社会的贡献会远远大于作为燃料的石油。这是因为石油所富含的小分子碳氢化合物决定的。现代化学

工业将石油化工产品分为碳一、碳二、碳三、碳四、碳五与芳烃类（碳六到碳十）。这“碳氏家族”的十兄弟，不但活力四射，还可以向“孙大圣”那样千变万化，变幻、衍生成各种各样的有机产品，满足了人类大部分的服装、日用品和生产用品。可以说，人类现代生活已经离不开有机化学产品了。

碳一是十兄弟中的老大，但体重与体积却是最小的，其分子中只含有一个碳原子，如一氧化碳、二氧化碳、甲醇、甲醛、甲烷等。以碳一为原料合成化工产品的工艺称作碳一化工。碳一化工的产业链却是最长的，人类生活中熟知的塑料、化肥、农药、有机玻璃、炸药，消毒剂等很多都是甲烷的衍生产品^①。由此可见，碳一虽然个子小，但在十兄弟中本事最大，变幻出的产品最多，因此也无愧于老大的称号。

碳二是指分子中含有两个碳原子的化合物，包括乙烷、乙烯、乙炔等^②。碳二的特点是虽然不足碳一的产品链长，但衍生面比碳一宽，因此坐上了第二把交椅。

碳三是指含有三个碳原子的脂肪烃、脂肪族卤化合物、脂肪醇、醚、环氧化合物等，都是重要的化工原料。碳三所衍生的产品包括引发剂、染料、医药、炸药、塑料、合成纤维、橡胶、涂料、乳胶、腈纶、树脂、合成甘油、表面活性剂、稳定剂、聚醚、破乳剂、消泡剂、选矿

^① 参见蔡世干、王尔菲、李锐著：《石油化工工艺学》，133-134 页，北京，中国石化出版社，2012。

^② 同上书，第七章。

剂、石油添加剂、脱水剂、香料等数十种门类成千种产品^①。

碳四、碳五是石化工业的副产品。碳四的衍生物广泛用于合成树脂、医药、香料、农药、涂料、试剂、活性剂、绝缘漆、合成橡胶、黏合剂等^②。

从碳三到碳五，随着体重的增加，活力在随之减弱，合成衍生的产品需要更多的催化剂、添加剂，但所合成的产品附加值也更高。从碳六到碳十，也被称为芳烃类。其中碳六至碳八为轻芳烃，碳九、碳十为重芳烃。

轻芳烃的衍生物也广泛应用于溶剂、泡沫塑料、人造海绵、橡胶涂料、合成纤维、炸药、药物、涂料、饲料添加剂等。

重芳烃为碳九、碳十，产品在生产高温树脂、特殊涂剂、增塑剂、固化剂等精细化工以及在国防与航天工业等尖端科技领域广泛应用。^③

如果说从碳三到碳五兄弟的体重开始偏重，到轻芳烃的碳六、碳七、碳八已经是肥胖了，但这几个兄弟是胖而不笨，就像香港电影明星洪金宝，胖但很能打。它们衍生出的产品多数也是重量级的，例如，高分子材料、合成橡胶、合成纤维、合成洗涤剂、表面活性剂、涂料等新型工业产品。相比之下，碳九、碳十兄弟已经是超度肥胖了，但这两超胖的兄弟经过科学家调教，可以生成应用于国防、航天等高科技产

① 参见蔡世干、王尔菲、李锐著：《石油化工工艺学》，第八章，北京，中国石化出版社，2012。

② 同上书，第九章。

③ 同上书，第十章。