

C-ROADS:气候快速概览和决策支持模拟器

初稿：2008年12月8号

Tom Fiddaman¹, John Sterman², Andrew P. Jones³, Elizabeth R. Sawin³, Lori S. Siegel³

¹ 泛塔纳系统

² 美国麻省理工学院斯隆管理学院系统动力学组

³ 可持续发展研究所

动机

越来越多的证据表明，包括那些接受过大量的科学，技术，工程或数学等高等教育的成年人，并没有充分地了解空气中碳和热积累的基本变迁发展，因而不能很好的估计具体的政策决定对气候产生的可能影响（Sterman & Booth Sweeney, 2007; Sterman, 2008）。此外，负责制定有关气候变化政策的人-气候专业人士，企业和政府领导人以及公民-缺少能有效地将国家或国家集团所做的承诺（例如，那些包含在联合国气候变化框架公约（UNFCCC）进程中的），整合成一个未来全球温室气体总体期望水平，以便于预估在不同的政策情景下，未来可能会出现的气候影响。

目的和用途

我们所创造的气候概述和决策支持模拟器（C-ROADS），是一个用透明的，方便的，实时的，囊括了更复杂模型观点的决策支持工具来消除这种在理解上的差距。该模拟器可帮助决策者更好地了解地球系统对CO₂（由矿物燃料使用和土地利用而产生的）及其它温室气体排放量变化的反应。C-ROADS已经被商业，民间和政府的决策者用于战略规划会议以及互动的政策模拟。一个可以更广泛使用的网络版本正在发展中。

C-ROADS提供了一个在一致基础上进行分析和比较的政策选择，立足于被广泛接受的科学观念。通过视觉传达和数值预测总合众多国家的承诺对温室气体排放削减的影响，模型使用户能够看到和理解为了稳定CO₂水平而摆在“桌面上的政策”和“需要采取的行动”之间的差距。通过这种方式，C-ROADS为决策者提供了一个方法来确定他们是否正朝着他们的目标迈进，并能够发现-如果他们有所偏离-在什么时间尺度上的进一步措施会帮助他们满足这些目标。

模拟器

C-ROADS是运用系统动力学方法构建的，这是一种建立模拟模型的方法，它可以帮助

人们更好地了解复杂的情况，以及这些情况如何随时间推移。仿真结构的基础是生物地球物理和综合评估文学，并使用了一个简单的类似于“Socolow and Lam”的二氧化碳循环。模拟器慎重地为用户排除了能源经济互动以提高速度，灵活性和透明度。

该模型依赖于历史化石燃料（FF）的CO₂排放量，土地利用造成的CO₂排放量，以及截至2004年的人口数据和截至2003年的经济数据。常规情景中二氧化碳排放量的预估是按IPCC SRES情景与世界能源展望中的区域增长分配进行校准的。人口预测是根据联合国预估的2300年的世界人口。

模型的核心气候部分是来自Tom Fiddaman先生1997年在麻省理工学院的博士论文。该模型的结构主要来自于Goudrian和Ketner、Oeschger和Siegenthaler。海平面上升部分是基于Rahmsdorf。在目前版本的模拟器中，碳循环带来的温度回馈不被包括在内。

模型用户决定未来世纪里温室气体（化石燃料排放的CO₂，土地使用产生的CO₂，甲烷，氧化亚氮和植树造林的减排）在指定区域的净排放路径。然后该模型可以计算由这些排放量造成的大气层中CO₂的浓度，全球平均表面温度，以及由此造成的海平面上升。

区域集团的等级和组成是灵活的。输入可以被划分成3个，7个，或14个不同的国家区域。输出可被展示为这些国家和集团的总合。其他排放因素，例如人均排放量，能源密集度和累计排放量也可以被显示出来。

该模式目前允许的测试情景对于CO₂的排放减少量是用三种方式定义的，使用者可任选其一：每年二氧化碳排放减少量的特定百分比；指定年份二氧化碳减排量达到参考年排放量的特定百分比；或指定年份二氧化碳密度降低值（国内生产总值的单位排放）达到参考年排放强度的特定百分比。用户还可以模拟一系列具体的承诺，如那些正在由各国政府进行讨论的，或由学术团体和社会团体所提议的。

重要特征

C-ROADS所强调的：

- 透明度：方程是常用的，便于审核以及以图表的形式显示出来。
- 理解：模型的行为可通过因果关系来追溯起源；我们不说“因为模式是这样说的”。
- 灵活性：该模型支持一系列复杂程度不同的用户指定情景。
- 一致性：模拟器是符合历史数据的，其结构和观点来自更大的模型和IPCC第四次评估报告。

- 无障碍：模型支持笔记本电脑上的实时用户图形界面。
- 稳健性：模型记录与排放决定相关联的气候结果中的不确定性。

仿真实验

模拟模型不能取代较大的综合评估模式或详细的总环流模式（GCM）。相反，它们的目的是从这些模型中获取重要的观点，便于迅速的政策试验使用。我们通过一套严格的测试为模型行为建立了可信度，它被记录在C-ROADS的参考指南中。模型输出已经根据大型分类模型，如MAGICC, BERN, ISAM, MiniCAM, AIM, CETA和MERGE的输出进行了测试，所得到的结果与一系列排放情景中的C-ROADS温度输出高度吻合。

团队

C-ROADS是由塔纳系统，可持续发展研究所和麻省理工学院的系统动力学组共同研发的。它是气候互动，一个多方组织为了使气候模拟有益于决策者而做的努力，的一部分，并使通过有效行动来稳定气候成为可能。

欲了解更多信息，联系Drew Jones，可持续发展研究所， apjones@sustainer.org

参考文献：

¹ Sterman J. & Booth Sweeney L. 2007. Understanding Public Complacency About Climate Change: Adults' Mental Models of Climate Change Violate Conservation of Matter. *Climatic Change*, 80, 213-238; Sterman, J., 2008. Risk Communication on Climate: Mental Models and Mass Balance. *Science*, 322, 532

¹ See the Copenhagen Climate Exercise, <http://climateinteractive.wordpress.com/2008/09/25/the-copenhagen-climate-exercise/>

¹ Sterman, J. S. Business Dynamics. 2000. Irwin McGraw Hill: Boston, MA.

¹ Socolow, R.H. and S.H. Lam. 2007. Good Enough Tools for Global Warming Policy Making Phil. Trans. R. Soc. A (2007) 365, 897–934.

¹ Carbon Dioxide Information Analysis Center (CDIAC). 2004. By nation: http://cdiac.ornl.gov/ftp/ndp030/CSV-FILES/nation.1751_2004.csv. Globally: http://cdiac.ornl.gov/ftp/ndp030/CSV-FILES/global.1751_2004.csv. Last updated 2004.

¹ Conference Board and Groningen Growth and Development Centre, Total Economy Database, January 2008

¹ International Energy Agency (IEA) 2007. World Energy Outlook (WEO).

¹ United Nations. 2004. World Population to 2300.

¹ Fiddaman, T.S. 1997. Feedback Complexity in Integrated Climate-Economy Models. Massachusetts Institute of Technology Doctoral Dissertation reporting FREE (Feedback Rich Energy-Economy) model.

¹ Goudriaan, J. and P. Ketner. 1984. A Simulation Study for the Global Carbon Cycle, including Man's Impact on the Biosphere. Climatic Change 6: 167-192.

¹ Oeschger, H., U. Siegenthaler, et al. 1975. A Box Diffusion Model to Study the Carbon Dioxide Exchange in Nature. Tellus XXVII(2): 167-192.

¹ Rahmstorf, S. 2007. Sea-Level Rise A Semi-Empirical Approach to Projecting Future Sea Level Rise. Science. 315:368-370.

¹ www.aip.org/history/sloan/gcm/intro.html