

难以逆转并不意味着不可阻挡

Filed under: [Climate Science](#) — david @ 9:50 AM

翻译：韩立（Translated by [Han Li](#)）

臭氧洞领域的杰出人物、诺贝尔奖获得者、IPCC 第一工作组联合主席苏珊·所罗门（Susan Solomon）在《美国国家科学院学报》（Proceedings of the National Academy of Sciences）上刚发表了一篇名为“[Irreversible climate change because of carbon dioxide emissions](#)”的论文。关于这篇论文，我们在 realclimate 已经接到了很多新闻工作者打来的电话，其中一些人甚至向我们说世界末日到了。Dennis Avery 和 Fred Singer 几年前使用不可阻挡（[Unstoppable](#)）一词作为辩论的标题引起了一场辩论，这场辩论认为所观察到的全球变暖是自然现象，所以，人类不需要做任何事来改变这种状态。因此，就其想要表达的修辞关系来说，“不可阻挡”（Unstoppable）等于看到大厦正在烧为平地，却听天由命的任其燃烧，怀疑一切救火的努力（Burn Baby Burn）。但是不要把难以逆转（Irreversible）和不可阻挡（Unstoppable）弄混淆了。一个词的意思是无法倒退，而另一个词的意思是不能慢下来。这是两个很不相同的词。还不至于令人绝望！

所罗门（Solomon）等指出，连续不停地向空气中排放二氧化碳对气候的影响将会持续几千年，她们把这种作用界定为“永远”，也就是“难以逆转”（“Irreversible”）。来自化石燃料的新二氧化碳进入碳循环后，空气中二氧化碳浓度会一直高于其在自然界的本来浓度，这早已不是真正的科学新闻了。空气中二氧化碳的浓度在化石燃料时代结束时会出现一个尖峰，随着人类进行碳中和（猜想一下！），二氧化碳浓度开始下降，刚开始会下降很快，但随后的几个世纪，其浓度会一直保持“长尾巴”状态，一直持续几十万年。

Walker 和 Kasting 在 1992 年提出的碳循环模型首次预测了这种“长尾巴”。我很久以前发表在 Realclimate 上的一篇名为“[How long will global warming last?](#)”的文章也是关于这种“长尾巴”。这篇来自 Climatic Change 的[综述论文](#)在文献中提到的碳循环模型，也显示出了这种“长尾巴”。我们中的一些人把这些“长尾巴”合在一起（电脑合成）做了一个长尾巴模型互相比较项目（Long Tail Model Intercomparison Project, [LTMIP](#)），就像 PMIP 和 OCMIP 一样（LTMIP 的初步结果很快就会发表在 Annual Reviews of Earth and Planetary Sciences 杂志上）。就这一话题，我还写了[一本书](#)。

化石燃料中有效的含碳分子在碳循环的快速阶段散布到其他碳库中——在海洋中溶解，被具有光合作用的陆地植物吸收。含碳分子的传播类似于把水倒入湖泊的一处，它很快就会散

布到湖泊的其余部分，而不是保持你开始倒入的样子，并且所有地方的湖泊面都会升高一点点。进行一个不太恰当的类推，在这种碳循环中，空气中二氧化碳的浓度也会随着其他碳库中二氧化碳的浓度而升高。

最终，释放的二氧化碳在空气中传播的部分很大程度上由海洋的化学缓冲作用所决定，以完美混合的海洋为基础，你可以通过简单的计算就能得到相当正确的答案，而不必考虑所有复杂的因素，例如温度差异、循环状态、和生物因素。海洋决定了释放的二氧化碳在空气中传播的部分，这部分二氧化碳散布到碳循环的其他快速阶段后，其浓度大约占总量的 10-30%。在“尾巴”阶段促进二氧化碳浓度下降的唯一长期途径将会主动从空气中消除二氧化碳，我个人认为这最终是必然的。但这时海洋的缓冲作用将对我们不利，它会释放二氧化碳而抵消我们的努力。

作为“长尾巴”一个的后果，空气中更多的二氧化碳对气候的影响将最终变得难以逆转。那么问题是二氧化碳对气候的影响是什么？很明显，这就是气候变暖，海平面升高。海平面升高是全球变暖中“长尾巴”的深远影响，因为在漫长的地质时期，这一反应的后果是全球平均气温每变化 1 摄氏度，海平面变化 10 米，这大约是 IPCC 所预测的 2100 年变化程度的 100 倍（全球平均气温每变化 1 摄氏度，海平面变化 0.2 米）。“长尾巴”的第三个永久影响是降水。在她们预测的二氧化碳升高的反应中，一般的情形是气候模式并不总是与区域性降水的变化很好的保持一致。显而易见，正如 Solomon 等在她们论文的图 3 中所描述的那样，这随着 AR4 气候模式而变化。同样，也有一幅干旱影响与一些地区（如美国西南部）的气候变暖相一致的图片，在过去的几十年以及中世纪都是如此。特别提一下的是，全球变暖引起干旱的预测正在成为人们关注的焦点。

也许，我们那些打来电话者说出的绝望起源于这篇论文观察到的数据，即使今天二氧化碳的排放停止，全球气温仍会升高。但是，必须牢记，迄今为止的气候变化—不管是观察到的还是我们自身引起的一与预测到本世纪末仍然“一切照旧”所引起的气候变化比起来只是九牛一毛。我们需要担心的是二氧化碳仍在释放。气候变化就像钟表的棘轮，会被我们不断释放的二氧化碳所绷紧。一旦我们转动曲柄，就很难再使它恢复气候的本来面目。但我们仍可以决定停止转动曲柄，而且越早越好。

参考文献

Walker JCG, Kasting JF. 1992. Effects of fuel and forest conservation on future levels of atmospheric carbon dioxide. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol. (Glob. Planet. Change Sect.)* 97:151-89