

从地球的历史看未来

——《最宜居的星球》评介

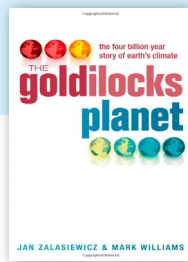
■ 刘芸芸

地球已有46亿年的历史，在这漫长的历史进程中，全球气候曾发生过激烈的变化。24亿年前，地球曾经历大冰期（或称为冰河时代），平均温度可能低至 -50°C ，那时全球被冰雪包围，称为雪球（Snowball Earth）。而历史上最暖的时期发生在5500万年前，称为古新世—始新世热力极大期（Paleocene-Eocene Thermal Maximum, PETM），那时温度可能比现在高出 12°C ，大气中的 CO_2 浓度可能达到3500ppmv（气体浓度单位，表示体积的百万分之一）。这样看来，“全球变暖”早已不是什么新鲜事了。但目前对于全球变暖的原因却并不完全清楚，只是猜测海洋底部释放出来的温室气体不断增多，可能是导致全球变暖的主要原因。气候学家们对PETM暖期的研究非常感兴趣，因为可以“以史为鉴”预估未来由于人类活动而引起的全球变暖，研究未来的气候变化有着重要的意义。

正是出于这样的考虑，牛津大学出版社于2012年出版了《最宜居的星球：40亿年的地球气候变化》（*The Goldilocks Planet: The Four Billion Year Story of Earth's Climate*）^①，这是由两位第四纪微古生物学家Jan Zalasiewicz 和Mark Williams为广大读者奉上的一本介绍地球气候发展的科普书籍。地球上所有生物物种的演化，总是与全球气候的变化有着密切的关系，他们以古生物学家特有的视角展现地球的整个气候发展史，强调现今的全球变暖与地球46亿年的气候发展相比，根本无法相提并论，因此即使如今地球正经历着显著的全球变暖时期，但仍然是最适合生命存在的星球！

书中按照历史时间的顺序，从地球上最初形成气候为起点，依次讲述了地球所经历的几个主要时期。地球的历史可以分为隐生宙及显生宙，从46亿—5.4亿年前为隐生宙，从5.4亿年前“生物大爆炸”开始为显生宙。隐生宙有两次冰河时代：分别出现在早元古代（24亿—21亿年前）及晚古生代（7.5亿—6.0亿年前）。显生宙有3次冰河时代：奥陶纪末（4.6亿年前）、石炭纪末到二叠纪初（约3亿年前）、第四纪（约260万年以来）。冰河时代全球变冷，甚至可能形成冰雪覆盖的地球，即“雪球”，则是地球上古气候中极端事件的代表。而与此对应的是热力极大期，如前文提到的PETM。此书更多地关注于近几千年来的气候变化，因为这时地球上大的地质环境，如海陆分布、海平面高度、大陆冰量，乃至大气中温室气体浓度，都相当接近于现代的情况。此书通过对地球过去气候与生物关系的讲述，让大家在深入了解古气候的同时，也认识到目前由人类活动引起的全球变暖的风险。

在离我们最为接近的第四纪，冰期—间冰期旋回成为该时代气候变化的主要特征。米兰科维奇（Milankovitch）指出“日—地关系的变化是造成冰期与间冰期交替出现的主因”。在冰期—间冰期旋回中，温度变化是不对称的。一般冰期占旋回长度的80%~90%，而间冰期只占10%~20%，近70万~80万年旋回周期为10万年。目前我们正处于间冰期，称为全新世，已持续1.15万年的话，我们很可能要面临间冰期结束的威胁。所以，20世纪70年代



Oxford Press University, 2012年出版

初人们感到形势十分严峻，甚至有人预测4000年后将开始一个新的冰期，1.14万年后将出现下一个冰期盛期。由于冰期—间冰期旋回的温度振幅在 10°C 左右，这自然是对人类生存的严重挑战。但通过近10年的研究发现，根据地球轨道要素造成的太阳辐射变化，可能未来5万年内不会进入下一个冰盛期。而目前人类活动造成的气候变暖，还可能在一定程度上推迟下一个冰期的到来。

无论冰期或间冰期，其中都会存在千年尺度的气候振荡，后来人们根据发现者的名字，把这种振荡称为Dansgaard/Oeschger循环，简称D/O循环（或D/O振荡）。振荡中的暖期称为间冰阶，冷期称为冰阶。振荡周期为1500年，每个循环由增暖开始，大约用100年左右，然后是缓慢的降温，也是一种不对称的变化。另一个反映冰期中不稳定气候的现象是海因里希事件（Heinrich event），简称H事件。1988年Heinrich指出在北大西洋深海沉积中保存着若干陆源浮冰碎屑（ice-rafted detritus, IRD）层，这表明在末次冰期内曾发生过多次向大西洋倾泻IRD事件。后来Bond等发现H事件多发生在几个D/O振荡之后，每个振荡冰阶的气温要比上个振荡低，接连3~4个振荡，最后1个冰阶末期发生H事件，这时格陵兰温度最低。H事件之后温度迅速回升，又回到一个温度较高的间冰阶。

本书最后一章，作者提到了地球已进入一个新的地质时代——人

（下转63页）

^① 英文书名中的“Goldilocks”一词来源于著名的《金发女孩与三只熊》童话（*Goldilocks and the Three Bears*），故事中Goldilocks总是挑选最适合自己的东西。“Goldilocks”在这里比喻地球不冷不热正好适宜人类居住，因此将书名翻译为《最宜居的星球》。



“联心”是新中国最初的天气预报平台，图为联心工作人员在绘制天气图（左）和进行天气会商（右）（取自《中央气象台风雨征程60年》）

暴雨即将终止，当时大家都为他捏了一把汗。果然，8月18日，暴雨停止了，长江水位开始下降。长江没有分洪，避免了巨大的经济损失。

3 实践促进研究

陶诗言在“联心”的工作实践中建立和总结了各种天气预报方法，陆续发布了多次寒潮、台风、暴雨、霜冻、中期降水等比较准确的预报，填补了中国天气预报上的空白。陶诗言从实践中总结出适合中国天气特点的研究报告，比如《中国短期天气预报手册》，对于指导中国天气预报的发展起了相当大的作用。

陶诗言在钻研中，通过比较接受了芝加哥学派的气象理论，认为该理论较苏联气象学的平流动力理

论更为先进。中央气象台在陶诗言等人带领下，依据美国芝加哥学派理论进行预报实践。当时全国上下正处在全面学习苏联的背景下，陶诗言感觉压力不小。在涂长望的鼓励和支持下，1954年，陶诗言在中国气象学会上做了一个评判苏联平流动力理论的报告，指出其不足之处。

通过“联心”五年的天气预报实践，陶诗言积累了大量有关中国天气变化的感性知识，为其以后的研究提供了丰富素材。20世纪50年代末和60年代初，陶诗言的有关寒潮路径、北半球大气环流突变与长江流域的梅雨等一系列重要论文，很多都来自在“联心”的一些实践经验。1958年叶笃正、顾震潮和陶

诗言联合在*Tellus*上连续发了三篇论文（On the general circulation over the Eastern Asia I, II, III），阐述了东亚大气环流的特点，引起国际同行的兴趣和注意，也让中国气象产生了国际影响。陶诗言回忆起这段往事还充满自豪：“从‘联心’回来以后，我们写了3篇关于东亚大气环流的文章，在瑞典的一本杂志上发表，在国际上引起了轰动，这个研究是同西方水平比较接近的。论文阐述了东亚大气预报的特点。外国人都不知道嘛，那三篇文章建立了中国气象学家在国际上的威望。”

（作者单位：中国气象局气象干部培训学院）

（上接61页）

类世。这个名词并非新生事物，最早由1995年诺贝尔奖得主、荷兰大气化学家保罗·克鲁岑（Paul Crutzen）提出，用来反映自工业革命以来大约200年间人类经历的史无前例的变化。栖息地遭破坏、环境污染以及动植物灭绝等，人类对地球产生的影响是如此之大，它们将导致地球岩层形成明显的分界线。本书的作者之一，Jan Zalasiewicz，2008年撰文认为地球已正式进入了人类世。即便如此，

地球气候变化却并非我们所想象的如此敏感，对于由于人类活动所释放的大量温室气体，地球气候的确有所响应，但与地球过去46亿年的变化相比，目前我们所经历的气候变化根本无法与其相提并论。书中通过许多假设与讨论，说明了地球自身微妙的平衡发展，人们大可不必担心所谓的“世界末日”的到来。然而，达莫克利斯之剑是一把双刃剑，人类并不能一味地索取，肆无忌惮地享用地球提

供给我们的一切资源，否则，最终受伤害的只能是我们自己。

作者在书中总结到：地球仍然是最适宜人类生存的星球，与其他荒芜贫瘠的星球形成鲜明对比。地球既不太热，也不太冷；既不太干，也不太湿——为最宜居的星球。笔者认为有必要再加一句：目前，地球也是唯一宜居的星球。

（刘芸芸，特约撰稿人，国家气候中心）