

继续生存

10万年

人类能否做到？

Surviving 1000 Centuries: Can We Do It?

罗格·博奈 / 著
罗德维克·沃尔彻
吴季等 / 译



科学出版社

继续生存 10万年 人类能否做到？

罗格·博奈 罗德维克·沃尔彻 / 著

吴季等 / 译

科学出版社

北 京

图字：01-2012-0467 号

Surviving 1000 Centuries: Can We Do It?

by R.-M. Bonnet and Lodewyk Woltjer

Copyright © 2008, Praxis

Praxis is a part of Springer Science+Business Media

All Rights Reserved

图书在版编目(CIP)数据

继续生存 10 万年：人类能否做到？ / (瑞士) 博奈 (Bonnet, R. M.) 等著；
吴季等译. —北京：科学出版社，2012. 2

ISBN 978-7-03-033398-8

I. ①继… II. ①博… ②吴… III. ①可持续发展-研究 IV. ①X22

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 009656 号

责任编辑：胡升华 付 艳 马云川 / 责任校对：林青梅

责任印制：赵德静 / 封面设计：铭轩堂

编辑部电话：010-64035853

E-mail: houjunlin@mail.sciencep.com

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码：100717

http://www.sciencep.com

中国科学院印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2012 年 2 月第 一 版 开本：135 (720×1000)

2012 年 2 月第一次印刷 印张：27 1/2 插页：2

字数：468 000

定价：99.00 元

(如有印装质量问题，我社负责调换)



该书作者之一罗格·博奈曾任欧洲空间局科学项目部主任，我和他的相识是在我代表中国出任国际空间研究委员会（COSPAR）执委会委员期间，博奈先生是国际空间研究委员会执委会的主席，我们在交往中成了好朋友。在他的推动下，中国在开展第一个空间科学卫星计划——地球空间双星探测计划的过程中，与欧洲空间局开展了紧密的合作，获得了大量科学探测成果。也正是因此，博奈先生于2010年获得了中华人民共和国国际科技合作奖和中华人民共和国友谊奖。

2010年博奈先生送给我一本他新出版的著作《Surviving 1000 Centuries: Can We Do It?》（亦即该中译本的英文原著）。我看到书名以后就产生了浓厚的兴趣。实际上我们都在思考人类的未来，100年以后是什么样子？1000年以后是什么样子？当然，天文学家通常都谈论几十亿年，因为我们赖以生存的太阳正处在中年期，还有几十亿年就会变成红巨星，然后塌缩变成白矮星。到那时，地球自然就不存在了。航天技术专家可能会讨论星际航行，他们认为人类总有一天可以飞出太阳系，移民其他星系的类地行星。但是，光的极限速度的限制，使得这些技术设想都成为天方夜谭。即使制造出可以以十分之一光速运行的航天器，飞到距离我们最近的恒星单程也要几十年，往返则要上百年的时间。可见，设想未来是一件多么不可预测的事情！

然而，当我阅读了罗格·博奈和罗德维克·沃尔彻两位作者撰写的这本书以后，被他们非常务实的科学作风所感染。他们考虑的时间段是 1000 个世纪，也就是 10 万年。这是因为人类从猿变为现代智人后，大约也经历了 10 万年。换句话说，人类文明发展的历史大约已有前 10 万年。再从后 10 万年的尺度来考虑人类文明向前发展会遇到的挑战，是一个合理的分析方式。10 万年基本上是在现有人类的物理基础上可以考虑的最长的时间了。目前，我们正处在前 10 万年和后 10 万年的中间点上。

中国目前正在经历高速现代化的过程，俗话说“人无远虑，必有近忧”，如果说 10 万年是远虑，那么基于世界过去 200 年工业化的历史来谋划中国未来 200 年的复兴则是近忧。把解决近忧的问题放在一个 10 万年发展的尺度内进行思考，是很有益处的。在这方面，作者的分析是基于科学数据的，因此很具有说服力。他们的观点是积极的，但同时他们也看到了大量的危机，并且明确地指出了这些危机的严重性。不过，他们同时给出了解决这些危机的答案和建议。这也是我非常推荐本书的重要原因。

尽管我们现在还需要高速发展，但是从现在开始就思考如何走高速发展之后的道路是非常必要的。读这本书，可以让我们国家正在全力推动高速发展的人们，在发展的同时，思考高速发展以后的事情。其好处在于可以使我们少走弯路，甚至不走弯路，用大家现在常说的话就是科学发展。本书应该是一本论述科学发展的、充满科学依据的上佳背景读物。

非常感谢中国科学院“中国至 2050 年空间科技发展路线图”课题组的各位研究骨干。他们在科学研究的繁忙工作中，抽出时间将此书翻译成中文，以便于国内广大读者阅读，具有重要的现实意义。同时感谢科学出版社的同志们，为此书的出版提供支持。最后我

也要向两位原著者表示敬意，特别是向我的老朋友罗格·博奈表示感谢。相信他们的科学思想一定能够在中国这片既古老又全新的土地上碰撞出创新的火花。

江锦恒

2012年1月

译者序

继续生存 10 万年：人类能否做到？当这个醒目的标题第一次跳入眼帘的时候，我们感到非常的好奇，并受到很大的震动。中国科学院从 2007 年开始组织全国的科学家讨论和研究“中国至 2050 年的科技发展路线图”，思考我国乃至全球科技发展 40~50 年以后的事情。当时大家议论纷纷，部分研究人员感到无从下手，不知如何才能比较实际地分析和判断出今后几十年的事情和发展态势。然而，罗格·博奈和罗德维克·沃尔彻两位作者竟然在考虑 1000 个世纪后，也就是 10 万年这样长的时间段的事情，并做出了深入和严肃的研究。这使得我们不得不认真拜读了他们于 2008 年出版的这本书。

本书的两位作者分别具有太阳物理和天体物理的科学背景，并都曾在欧洲担任过高层科技管理职务。一位曾任欧洲空间局空间科学部主任，另一位曾任欧洲南方天文台台长。在离开工作岗位后，作为空间和天文方面的资深科学家，他们不约而同地把深入思考人类发展的未来视为自己的责任。他们从地球的自然历史、人类的进化历史出发，深入分析了人类社会发展的现状，同时对未来做出了科学的分析和预测。他们认为，人类能否继续在这个地球上生存下去，取决于我们在 21 世纪的所作所为，其中控制人口是首当其冲的，其次是寻找替代能源和进行环境保护。如果我们把本世纪的事情解决好，那么人

类的未来就有希望了。而且最为重要的是从现在做起，而不是等到问题发生和出现危机了再去处理。他们还指出，人类社会的经济发展从10万年的尺度来看，绝不可能始终维系在目前这样的高增长率上，但是消除贫困国家和发达国家的差别非常重要。他们建议应该继续发挥好联合国的作用，使得全球居民都意识到人类就像搭载在同一条船上同舟共济的水手，除了合作大家别无选择。作者还认为人类造访、研究火星是必然的，但是移民火星目前来看仍不切实际。因为即使火星被改造成为适宜人类居住的环境，也很快就会容不下人类的进一步扩张和发展。因此，我们应该花更多的精力维护好地球这艘人类共同的航船。

中国正在经历现代化的新进程，科学发展是我们唯一的选择。在制定发展路线图的时候，我们特别需要站在全球的视角看待中国的发展。这本书对我们开阔视野、深入理解生存的环境非常重要，其中提供的观点和建议也是积极的和建设性的。

在翻译本书的过程中，中国科学院国家空间科学中心吴季研究员翻译了第1章和第12章，中国科学院国家天文台颜毅华研究员翻译了第2章，上海师范大学涂泓教授翻译了第3章，中国科学院大气物理研究所陈洪滨研究员翻译了第4章，中国科学院国家空间科学中心王赤研究员翻译了第5章和第6章，中国科学院紫金山天文台甘为群研究员翻译了第7章，中国科学院遥感应用研究所施建成研究员翻译了第8章，中国科学院国家空间科学中心胡雄研究员翻译了第10章，中国科学院国家空间科学中心孙丽琳副研究员翻译了第11章并组织了第9章的翻译工作。翻译完成后，中国科学院物理研究所的曹则贤研究员和中国科学院国家空间科学中心的李磊研究员分别进行了一次全文审稿。此外，中国科学院国家空间科学中心白青江翻译了序、前言、致谢、图目录和章节注释，并参与了全书的校对和整理工作。

由于参加本书翻译的人员均是科技人员，他们更习惯于对原著百分之百忠实的翻译方式。因此中译本在文体上比较像科技专著，而不像普及型读物。尽管写一本严肃的科学论著而不是简单的社会发展预测读物也是原作者的意图，但还是可能会对我国一般读者的阅读和兴趣产生影响。在此我们表示歉意，并设想在得到原作者的同意后，今后用更为本土化的中文重新编译全书，以方便于更加广大的读者。

我们要特别感谢作者之一罗格·博奈教授。他在本书的翻译过程中多次来京，帮助译者解读其中的疑点，对翻译工作提供了大力的支持。我们还要感谢科学出版社付艳编辑，在她的努力下，本书中文版才得以在如此短的时间内出版。科学出版社的领导也对本书的出版给予了很大的支持。在此一并表示感谢。

吴季

2011年12月12日

这本书着实令人着迷，于我而言更是个惊喜。两位知名的物理学家把本书的内容限定在 10 万年的时间尺度上，但对天体物理学家来说，描述诸如恒星、星系和宇宙常常使用的可是数百万年甚至数十亿年的时间尺度。作为科学管理者，两位作者负责过的科研项目之跨度仅为 10 年左右，而本书中他们要思索的却是地球在 10 万年时间尺度上的未来。10 万年与项目期相比委实很长，而与天体本身的特征时间相较则显得很短。这本书涵盖了这个时间尺度上所有的重要问题，包括天体威胁、自然灾害、气候变化、能量和能源等，并且对其一一作了细致的分析。

我结识两位作者差不多有 50 年之久。第一次见到罗德维克·沃尔彻是在 1959 年，那时我们在新泽西州爱因斯坦路普林斯顿高等研究所是邻居；而第一次见到罗格·博奈则是在 1962 年，那年我们在撒哈拉沙漠一起发射了研究高层大气的探空火箭。两位作者都对增进人类对天体的认识作出过重要的贡献，且他们还都是欧洲研究机构（European Research Organizations）、欧洲南方天文台（European Southern Observatory）和欧洲空间研究组织（European Space Organizations）极具影响力的管理者。

近几十年来，已有几次预测地球未来的尝试，但是这些努力，如

继续生存**10万年**：人类能否做到？

罗马俱乐部的《增长的局限》，只关心 10 年或 20 年时间尺度上的事情；或是描绘气候变化时才会涉及 50~100 年的范围。而该书所作的分析显示，为了使人类在遥远的未来继续生存下去而做些规划非常重要。本书传达的重要讯息是：必须严格限制全球人口的增长，并为未来 10 万年做好能源规划。

该书为人们展现了一个乐观的前景，而不是人们时常提起的悲观论调。问题并不都在于遥远的将来，而是重在自现在开始到遥远将来之间的过渡阶段。作者已清楚地告知我们止住全球变暖对于生存的重要性。如果世界人口不超过 110 亿，那么只要能提供充足的可再生能源和聚变能，至少在以后 10 万年的时间里人类还是有可能享受到适度舒适的生活的。虽然聚变能是否合适以及是否会被接受还没有定论，但至少这是两位天体物理学家的希望。通过详细地分析聚变能，该书认为未来对聚变能的研发应予以加强而不是减弱。

我希望那些肩负全球各国政治责任的人能阅读本书。因为这些人中的大多数觉得自己只对下次选举前的这段时期负有责任，因此谁来启动两位作者所呼吁的倡议依然是个未知数。

赖马尔·吕斯特

马克斯-普朗克学会气象学研究所，汉堡



前言^①

读者们可能会奇怪，我们竟然决定写一本关于太阳系中唯一不用望远镜观测的行星的书。笔者在 20 世纪下半叶均负责过欧洲最重要的天文和空间科学计划。之前我们着眼于对整个宇宙的探索，而如今为何决定将目光转向人类居住的这个由岩石、水和大气构成的小星球呢？

自笔者出生以来，地球上的人口已经增加了两倍多。与此同时，科学也在以前所未有的速度迅猛发展：抗生素被发明；原子弹和氢弹研发成功；物质的结构几乎已完全被破解；1957 年 Sputnik 1 号卫星的发射则标志着人类探索宇宙空间的梦想已成为现实；地球上最大的望远镜改变了我们对宇宙及其演化的认识；信息技术给人类的生活方式带来了翻天覆地的变化。在此期间，光污染迫使我们到地球上最高、最为偏僻的山上安装望远镜以继续观测。在过去 60 年中，大量的无线电通信和电视信号使得天空的射频电磁波强度增加了 4 个数量级，以至于我们正在考虑在月球背面安装射电望远镜，以利用月球来阻挡来自现代文明的强烈射频波。

即使先前我们并不想为地球担心，其现状也已迫使我们改变工作

^① 本书中文版出版之际，原作者特对原著前言进行了修改，增补了部分与中国有关的内容——编者注。

方式。当我们揭开金星、火星以及银河系中围绕着恒星旋转的不计其数的行星的秘密之时，我们不得不关注地球，扪心自问它是否还有能力继续承载生命并抵抗人类强加于其演化过程中的那些巨大的、远超自然变化的变化。人们经常向天文学家提出的问题之一就是：在那些新发现的遥远行星上是否有生命存在？照此逻辑，我们就会问：在地球这个我们目前唯一确定存在生命的星球上，生命还能生存多久？换句话说，人类会继续存活下去吗？还能存活多长时间？

因此，2002 年我们决定开始立足现实并关心地球。后来，我们将本书内容的时间跨度限制在 10 万年之内，在本书的开头会说明这样选择的理由。10 万年很短暂：如果将地球的年龄比作 24 小时，10 万仅仅相当于不到两秒的时间。从我们动笔撰写这本书直至该中译本出版，已过去 10 年的时间，地球一直在发生着变化。在这 10 年中，地球温度以每年 0.01°C 的速度增长，以致平均气温又增长了 0.1°C ；海平面升高了 3 厘米多；9000 万公顷的森林消失了。同时，人类平均寿命增加了 30 个月，老年人的比例也增加了，这是一个需要重组人类社会的清晰讯号。人类社会还能持续多久？难道人类社会不是注定要崩溃吗？我们必须去满足什么样的条件？为了避免人类社会崩溃的命运并继续生存 10 万年，人类必须做出什么样的选择？

在一本书中订立目标当然比较容易，而从现在开始如何行动才能达到这些目标则不那么容易了。本书尽力列出在能源、矿产资源、水、农业或土地利用等方面需要做的转变。在本书撰写期间，通过政府间气候变化专门委员会（IPCC）的工作，全球变暖问题引起了广泛关注，这在很大程度上影响了笔者的思路。全球变暖问题需要不间断的监控，并需要本就艰难的政治决策和社会决策。要实现这些转变，充分理解转变的必要性是先决条件。这些转变非常困难，甚至会很痛苦，但是如能理解其必要性，一切就会容易些。从这方面讲，精确地

阐明地球的现状有着绝对的必要性，这需要彻底的、全面的科学评估，包括一整套复杂的、地面和在轨的空间测量与观测，以及大量的建模与计算。

在未来，空间活动将是非常关键的，所有利用空间的国家都将在提高对地观测手段方面负有全球性的责任。尤其是中国，已经成功实施了其空间计划且令人印象深刻，将成为全球合作中的重要搭档。要使所有人意识到目前所面临的问题，并接受必要的改变以适应新的生活方式，教育是最为重要的途径。作为科学家，我们倡导更多的科学与教育完全在情理之中。正如孔夫子所言：“学而不思则罔，思而不学则殆。”在接下来的 10 万年中，科学和技术将主导文明的发展，提高人类分析、预测未来的能力，以及研发更有效获取继续生存所需资源的能力。

我们深信，只有当那些肩负责任的人们意识到鉴于地球资源的有限性只有尽快建立社会—经济系统时，地球才能承载得起未来的人口。在该中译本中，我们可以看到，中国为改变自身条件而采取的一系列措施与未来世界所需的行动是一致的。而在这些之中，最为令人震惊的是，中国成功遏制了其人口增长，这是创造并维持一个可生存社会的前提条件。如果不采取任何措施的话，中国人口还将会很快再增长 8 亿，随之而来的就是其对于水、农业、能源、金属和矿产需求的增长。此外，还将面对严重的环境问题。中国公众对于环境问题的认知正在逐渐提高，政府也已开始了植树造林工程。此外，中国正快速提高其能源效益，使得温室气体排放量最小化。政府需要在环境加速恶化这一现状下成功地进行环境保护。

对地球现状作出评估是科学界的责任，而针对地球现状采取行动是政治界的责任。如果科学家能够将相关信息传达给政界，将会促进这种转变，而这种转变也会容易些。对于人类而言，可将地球比作

继续生存**10万年**：人类能否做到？

一艘宇宙航船。这艘航船是太阳系中唯一一个有能力在生物多样化环境中承载几十亿人口的地方，也是我们拥有的唯一一艘“航船”。对这艘航船的可居住状态加以维护，是人类的集体责任。正如我们在书中多次提到的，全球的问题需要基于全球的管理。为了更好地实施必要的措施应对这些问题，要在危及全球未来的领域采纳新的全球管理模式。

从中国的发展历史来看，持续生存 2000~3000 年是可能的，尽管这要比本书中 10 万年的目标要短，但在这世界上，这已经是独一无二的了。

罗格·博奈

罗德维克·沃尔彻

致 谢

如果没有众多人士的帮助和支持，本书将无法面世。所以，在此笔者要对他们致以谢意，感谢他们为本书作出的贡献。

罗德维克·沃尔彻要对热情好客的上普罗旺斯天文台 (Observatoire de Haute-Provence)、米拉·佛伦 (Mira Veron) 和阿切特里天体物理观测台 (Osservatorio Astrofisico di Arcetri) 致以感谢，其中特别要感谢上普罗旺斯天文台。他在这两个地方完成了此书的部分书稿。沃尔彻还希望对好客的丹尼尔 (Daniel) 和索尼娅·霍夫斯塔德 (Sonia Hofstadt) 表示谢意，书中的一些想法形成于他们在风景美丽的智利鲁潘科湖 (Lago Rupanco) 畔的别墅中。此外还要感谢克劳德·德米尔 (Claude Demierre) 在制图方面给予的帮助。

罗格·博奈要对欧洲空间局 (ESA) 的伯恩哈德·福雷克 (Bernhard Fleck)、埃纳尔·厄兰 (Einar Erland) 以及史蒂芬·布里格斯 (Stephen Briggs) 致以诚挚的谢意。此外还要对国际空间科学研究所 (International Space Science Institute, ISSI) 的人员表示真诚的感谢，他们不断地为此书提供相关材料和学术环境，这使得博奈的工作更容易和愉快，也使得此书材料更丰富。博奈要特别感谢西尔维亚·温格 (Silvia Wenger)、萨利巴·萨利巴 (Saliba Saliba)、洁丝敏·卡利塞西 (Yasmine Calisesi)、雷姆拉·史格威瑟 (Iremia Schweizer) 和布里吉特·法斯勒 (Brigitte Fassler)，还要特别感谢安德鲁·巴洛 (André Balogh)，并不仅仅因为他提供并改进了一些图片，还因为他在选择本

书编辑的过程中提出了建议。博奈还要感谢巴黎天体物理研究所 (Institut d' Astrophysique de Paris)，该所为本书的部分内容提供了资料且部分书稿在该所完成，特别要感谢图书馆负责人吉纳维夫·萨卡罗维奇 (Geneviève Sakarovitch) 对本书的贡献。

两位笔者都要感谢那些认真审阅本书各章节并鼓励我们撰写本书的人们，特别是约翰内斯·盖斯 (Johannes Geiss) 教授和勒纳特·本特森 (Lennart Bengtsson) 教授、国际空间科学研究所的奥利弗·博塔 (Oliver Botta) 博士、法国农业科学研究院 (Institut National de la Recherche Agronomique, INRA) 的爱德华·多门德斯-佩雷拉 (Eduardo Mendes-Pereira) 博士以及瑞士吉尼列尔医院 (Clinique de Genolier) 的雅克·普鲁斯特 (Jacques Proust) 博士。我们感谢所有以前的合作者、同事以及科学界人士同意我们使用他们的研究成果、未发表的文件或图表等。

我们还想对若干机构表达谢意：欧洲空间局、法国空间局 (CNES)、美国航空航天局 (NASA)、喷气推进实验室 (JPL)、戈达德航天飞行中心 (GSFC)、日本宇宙航空研究开发机构 (JAXA)、美国地质调查局 (USGS)、美国国家大气海洋局 (NOAA)、世界气象组织 (WMO)、世界卫生组织 (WHO) 以及欧洲中期天气预报中心 (ECMWF)。它们宽松的版权政策允许我们使用了内容丰富、质量上乘的插图。

厄拉·德米埃尔·沃尔彻 (Ulla Demierre Woltjer) 在我们撰写本书的过程中不断地提供支持、鼓励和协助，我们要全心全意对她表达感激之情。

最后，但也很重要，我们想要对艾利克斯·怀特 (Alex Whyte) 表示感谢，他在编辑文本方面给我们提供了非常宝贵的帮助；感谢 Praxis 出版公司的克莱夫·霍伍德 (Clive Horwood) 及其团队在出版过程中给予的专业性指导意见。