



An Ocean of Air

A Natural History of
the Atmosphere

72

新知
文库

大气

万物的起源

[英]加布里埃尔·沃克 著

蔡承志 译

Simplified Chinese Copyright © 2017 by SDX Joint Publishing Company.
All Rights Reserved.

本作品简体中文版权由生活·读书·新知三联书店所有。
未经许可，不得翻印。

图书在版编目 (CIP) 数据

大气：万物的起源 / (美) 沃克著；蔡承志译. —北京：生活·读书·新知三联书店，2017.1
(新知文库)
ISBN 978-7-108-05671-9

I. ①大… II. ①沃… ②蔡… III. ①大气—普及读物 IV. ① P42-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 064056 号

责任编辑 徐国强

装帧设计 陆智昌 刘洋

责任校对 龚黔兰

责任印制 徐方

出版发行 生活·读书·新知 三联书店

(北京市东城区美术馆东街 22 号 100010)

网 址 www.sdxjpc.com

经 销 新华书店

图 字 01-2016-8476

印 刷 北京铭传印刷有限公司

版 次 2017 年 1 月北京第 1 版

2017 年 1 月北京第 1 次印刷

开 本 635 毫米 × 965 毫米 1/16 印张 18.5

字 数 218 千字

印 数 0,001—8,000 册

定 价 35.00 元

(印装查询：01064002715；邮购查询：01084010542)

新知文库

出版说明

在今天三联书店的前身——生活书店、读书出版社和新知书店的出版史上，介绍新知识和新观念的图书曾占有很大比重。熟悉三联的读者也都会记得，20世纪80年代后期，我们曾以“新知文库”的名义，出版过一批译介西方现代人文社会科学知识的图书。今年是生活·读书·新知三联书店恢复独立建制20周年，我们再次推出“新知文库”，正是为了接续这一传统。

近半个世纪以来，无论在自然科学方面，还是在人文社会科学方面，知识都在以前所未有的速度更新。涉及自然环境、社会文化等领域的新发现、新探索和新成果层出不穷，并以同样前所未有的深度和广度影响人类的社会和生活。了解这种知识成果的内容，思考其与我们生活的关系，固然是明了社会变迁趋势的必需，但更为重要的，乃是通过知识演进的背景和过程，领悟和体会隐藏其中的理性精神和科学规律。

“新知文库”拟选编一些介绍人文社会科学和自然科学新知识及其如何被发现和传播的图书，陆续出版。希望读者能在愉悦的阅读中获取新知，开阔视野，启迪思维，激发好奇心和想象力。

生活·读书·新知 三联书店

2006年3月

我装点整片大地。
我是微风，孕育万物披上绿意。
我让繁花盛开，成熟结实。
我凭神灵引领灌注最纯净的溪流。
我是雨，来自露水。
让青草含笑享有生命喜乐。

——宾根的希尔德嘉 (Hildegard of Bingen),
12世纪女修道院院长

前言

1960年8月16日上午7点

约瑟夫·基廷格 (Joseph Kittinger) 高悬在美国新墨西哥州上方30多公里的空中。11分钟过去了，他在吊舱里面蓄势待发。那是个开放式吊舱，挂在一颗庞大氦气球底下缓慢旋转。尽管太阳早就升起，周围大气依旧黝黑犹如午夜。遥望下方，地球的弯曲表面朝远方延伸，构成一道弧形地平线，映衬着漆黑的太空，绽现了一圈蓝色的光晕。

这道光圈就是大气，地球拥有的最宝贵的礼物。地球的湛蓝色泽不是得自海洋，而是染自天空。凡是见过那道细腻光晕的宇航员，返航之后都会告诉我们：他们不敢相信，它让地球显得多么娇弱，却又无比美丽。

回到地表，没有了那种超然的视角，大家往往等闲看待我们的大气层。然而，空气是宇宙间最奇妙的物质之一。单凭这道黯淡蓝线，就让地球从荒凉岩块转变为充满生命的世界。而且在地表和要命的太空环境之间，也唯有这道屏障能保护脆弱的地球生灵。

基廷格却越出了大气保护圈。到了太空边际，大气十分稀薄，只要压力服失灵，不消几分钟他就会死亡。首先他的口水会冒泡，接着他的双眼爆出、腹胃肿胀，最后血液也要开始沸腾。尽管他是美国空军的试飞员，经历过种种凶险，然而这样危险的处境却也是有生以来第一遭。

他独自待在吊舱里面，对这种险境了然于胸。他有种奇妙的感受，那里的近真空似乎触摸得到，仿佛有层毒气团团包裹。黑暗的景象令人心惊，他遥望下方云层大幕，却看不穿障壁也完全瞧不见家乡，这更令他不安。他用无线电和地面管制站进行通信联络。他说：“我上方的天空很不友善，人类永远不可能征服太空。或许可以到那里居住，但想要征服却是永无指望。”

他拖着脚步走向舱门，身负70公斤重的保命装备、仪器和摄影机，他把靴子略微伸出边缘，在那里站了一会儿。他双脚下方十几厘米处有块标志，上书“世界上最高的阶梯”。他从严密封合的头盔里吸了一口纯氧，说道：“求主保佑我。”接着便纵身跃下。

刚开始基廷格并不觉得自己向下坠落，他见得到脚下远方的暴风雨涡旋，却看不出云层逐渐接近。由于周围的空气十分稀薄，他听不到声音，感受不到风吹，也毫无其他线索足以显示：他正在人类有史以来最凶险的环境中向下急坠。他在空中摊开四肢，心中涌现几可算是祥和的感受。他飘浮在一片虚无的海上。

尽管那里的环境危险，却仍在保护着他。太空中的无压力情况并非唯一风险，那里还有大半来自太阳的密集辐射，它们不断轰击着。太阳每天都为地球带来光和热，让我们能够生活在这里，但它也同时释放出彩虹频谱致命的那一端——X射线和紫外线。

感谢我们的天空介入干预，这种辐射始终不会抵达地表。基廷格上方约80公里处，少数空气原子稀疏散布，它们发挥警戒哨的功

能，负责拦截、吸收那批致命的X射线。那批原子在这个过程中被撕扯击碎，加热到1000摄氏度。它们构成电离层，那层稀薄大气的主导力量是电。那里有巨大的蓝火从雷雨云的顶部向上喷发，从地表却见不到这种上下颠倒的雷霆闪电。来自太空的陨石在这里灰飞烟灭，化为道道灿烂光芒，变成我们口中所说的流星。陨石带来的金属在大气中层层泼洒，从而使电流得以在地球上空四处飞蹿。无线电广播便由此处带电表面反射，朝四面八方弹往全球各处。

再往上看，基廷格上方的空气还要面对更猛烈的攻势，那种打击力量被称为太阳风。来自太阳的带电粒子喷流以极高速度朝地球射来，速度超过每小时160万公里，还趁势劫掠我们的大气，把气层向地球后方推涌，构成一道尾迹，让地球看来就像颗庞大的彗星。

不过在此之前，太阳风必须先通过我们强固无双的精锐防线：地球磁场。磁场拉动罗盘针指向北方，除了这项用途，我们在地表很少注意到它。但其实地球的弯拱磁场影响远播，及于我们头顶几万公里高空，磁场迫使太阳风向四方绕道，就像水流受迫绕过船头；基廷格上方远处，道道磁性防护拱弧会导开太阳风，使地球不致造成伤害。磁场防护十分周密，只有少数粒子会漏网渗入两极空域并与大气对撞，带来舞动的极光，照耀着南北两极。

尽管如此，我们的防护大气几乎全都位于地表上方几公里范围内，而基廷格进行那次划时代的高空纵跃之时，大气也大半位于他的下方。坠落几秒钟后，他踢腿扭身面朝上方，这时就可以见到他那颗白色饱胀的浑圆气球，以极端高速朝暗空直射而去。基廷格知道，这只是个错觉。气球仍然在他跃出的位置缓缓飘浮。其实是他自己以接近声速的速度，由高空向下坠落。

这时基廷格正翻滚穿越地球的另一道重要防护屏障：臭氧层。他的周围散布着一团无形气体云雾，所有溜过电离层的无形紫外

线，全在这里被吸收尽净。臭氧是种奇妙的东西。地表附近的闪电和火花塞偶尔都会生成臭氧，它闻起来像电线失火，还会让你气噎。然而在上空高处，臭氧却十分机敏又很容易再生。基廷格周围的臭氧分子受紫外线轰击分裂，接着便重新构组。就像摩西遇见的着火树丛，尽管烈焰不止，却永远不会烧毁。

25000米、20000米，继续往下。压力危机解除，这时就算压力服出现破洞，基廷格的血液也不会沸腾蒸散到空中。不过他还要面对最后一项危机：他已经抵达这次下坠历程的最寒冷阶段，到了那里，温度已经降到零下72摄氏度左右，他的压力服加热装置也成为最重要的元件。

接着就遇上云层和气流，基于种种迹象显示基廷格终于逐渐接近老家了。12000米、10000米，继续往下。他就要下坠到珠穆朗玛峰标高以下了。这时若有喷气式飞机恰好飞经附近空域，就会看到一个身着古怪服装的人，飞蹿过窗口。他早先在吊舱见到的云层，那时遮挡视线让他见不到老家的屏障，现在便急速向他冲过来。尽管他知道云朵只是一群触摸不到的细小水滴，却依旧蜷曲身体，双腿上抬，下意识地预备承受冲击。他触及云朵那一刹那，降落伞同时开启，这时他知道，自己可以活下去了。“4分37秒自由下坠！”他对着语音记录器发话：“哇啊！”

这时基廷格已经安全下坠到大气的最底层：对流层。这里的大气，与其说是一道防护屏障，倒不如说是促成地球转变的契机，这是一层浓密的空气厚毯，还有气流和气候现象，为我们的行星带来生命，也把地球转化为可居之所。基廷格越过了极度干旱的太空，这时云朵在他的面罩上染上片片湿气。空气逐渐浓密，他可以感受到那种拉扯。这时天空已经充满生命，只是他还见不到它们。随风攀升的菌群黏附于云雾微滴，在远离家乡的地方搜寻新的侵染对象。

昆虫一路飘荡前往新的觅食场所，而种子则飘向更肥沃的土壤。

还有，谢天谢地，两架搜救直升机就在附近盘旋。随着地面迅速接近，基廷格持刀奋力切除他的重装备套件以便减轻着陆冲击，然而最后一条管子，却怎么切都切不断，他放弃了，改打开头盔护罩深吸一口新鲜空气。空气涌入他的肺部，氧气跃过细胞膜进入血液细胞，让它们转而呈现带了灿烂生机的血红色泽。（其中有些氧气则着手引发一场旷日持久、从这辈子吸入第一口空气开始便延续不断的狂躁历程。这批无赖分子，还会继续在基廷格脸上留下痕迹，拖累他的身体，持续我们通常所说的老化进程。）

最后，经过了13分40秒的飞行时间，基廷格跌跌撞撞地摔入矮树丛中，着陆地点位于新墨西哥州图拉罗萨（Tularosa）以西约43公里处。医生、地勤人员、后援队伍和媒体记者，纷纷涌出直升机，赶往他着陆的地点。他的面罩开启，对众人露出笑容。他说：“我很高兴能回来和大家重逢。”尽管沙漠景致实在称不上苍翠，但在这个曾经超越大气层的人眼中，丝兰和灌木艾却充满生机。后来他还说：“我在15分钟之前到了太空边缘，而现在就在我看来，自己身处伊甸园。”

美国空军上尉，约瑟夫·基廷格成为坠落地表生还的第一人。这项壮举无人能及，他从太空边缘出发，穿越稀薄空气，进入浓密大气并返回家园，见证了地球的若干非凡特色。太空几乎近得触摸得到。我们头顶区区30多公里以上，就是一片风险四伏的骇人环境，我们到了那里就要被冻僵、烧焦，终至沸腾丧命。然而，我们周遭的大气，却提供那么严密的防护，甚至让我们对那些凶险都懵然无知。这就是基廷格那次飞行带来的信息，也是所有探测地球大气的先驱人物留给我们的启示：我们不只是住在大气中，我们的生命都是拜它所赐。

目 录

前 言	1
上篇 和暖覆盖的毯子	
第一章 一片空气汪洋	8
初揭空气的神秘面纱 / 空气重量和真空吸力 / 再现空气的重量 / 马德堡半球的启发 / 世上第一位科学家 / 波义耳的空气探险	
第二章 空气的成分	34
发现“氧气” / 纯氧初体验 / 天之骄子 / 五分之一的普通空气 / 关键的水银灰 / 呼吸的本质 / 生命的开端 / 呼吸的必然代价 / 科学与革命 / 在劫难逃 / 丰富的空气	
第三章 二氧化碳、生命和气候	70
与世无争的科学家 / 固体中的空气 / “固定空气” / 动物和植物的秘密协约 / 大胆登山家 / 吸收红外线的怪兽 / 全球暖化效应 / 二氧化碳和气候暖化 / 基林曲线 / 全球暖化已然成形 / 金星的前车之鉴	
第四章 乘“风”飘荡	103
发现新大陆 / 狂暴西风带 / 农庄里的天才 / 风的解	

谜 / 详述费雷尔效应 / 荣耀加身 / 三胞环流模型 / 横
冲直撞的飞行员 / 惊险飞行 / 超高速喷流现形

下篇 庇佑万物的天空

- 第五章 天空破洞的故事 146
- 淡蓝色臭氧和紫外线 / 可敬又可怨的发明家 / 氯氟
烃露出马脚 / 战力悬殊的攻防战 / 惊醒世人的非常
手段 / 悬而未决的争议 / 南极天空的臭氧 / 极地女英
杰 / 全球暖化和臭氧破洞
- 第六章 电离层：天空的反射镜 180
- 第一具无线电装置 / “无线”商机 / 信号横越大西
洋 / 古怪的科学家亥维赛 / 天空的反射镜 / 船只航海
的守护神 / “泰坦尼克号”葬身海底 / 解开电离层之谜
的关键人物 / 电离层的白日与黑夜 / 抵挡X射线的功臣
- 第七章 最后的边疆 222
- 太空争霸战 / 火箭气球发射成功 / 天空具有放射
性 / 不需火药的大炮 / 筹措资金困难重重 / 无声的极
光 / 舞动极光 / 极地征途 / 太阳黑子 / 巨人陨落 / 范
艾伦带和伯克兰电流
- 尾 声 263
- 致 谢 267
- 延伸阅读 271

前 言

1960年8月16日上午7点

约瑟夫·基廷格（Joseph Kittinger）高悬在美国新墨西哥州上方30多公里的空中。11分钟过去了，他在吊舱里面蓄势待发。那是个开放式吊舱，挂在一颗庞大氦气球底下缓慢旋转。尽管太阳早就升起，周围大气依旧黝黑犹如午夜。遥望下方，地球的弯曲表面朝远方延伸，构成一道弧形地平线，映衬着漆黑的太空，绽现了一圈蓝色的光晕。

这道光圈就是大气，地球拥有的最宝贵的礼物。地球的湛蓝色泽不是得自海洋，而是染自天空。凡是见过那道细腻光晕的宇航员，返航之后都会告诉我们：他们不敢相信，它让地球显得多么娇弱，却又无比美丽。

回到地表，没有了那种超然的视角，大家往往等闲看待我们的大气层。然而，空气是宇宙间最奇妙的物质之一。单凭这道黯淡蓝线，就让地球从荒凉岩块转变为充满生命的世界。而且在地表和要命的太空环境之间，也唯有这道屏障能保护脆弱的地球生灵。

基廷格却越出了大气保护圈。到了太空边际，大气十分稀薄，只要压力服失灵，不消几分钟他就会死亡。首先他的口水会冒泡，接着他的双眼爆出、腹胃肿胀，最后血液也要开始沸腾。尽管他是美国空军的试飞员，经历过种种凶险，然而这样危险的处境却也是有生以来第一遭。

他独自待在吊舱里面，对这种险境了然于胸。他有种奇妙的感受，那里的近真空似乎触摸得到，仿佛有层毒气团团包裹。黑暗的景象令人心惊，他遥望下方云层大幕，却看不穿障壁也完全瞧不见家乡，这更令他不安。他用无线电和地面管制站进行通信联络。他说：“我上方的天空很不友善，人类永远不可能征服太空。或许可以到那里居住，但想要征服却是永无指望。”

他拖着脚步走向舱门，身负70公斤重的保命装备、仪器和摄影机，他把靴子略微伸出边缘，在那里站了一会儿。他双脚下方十几厘米处有块标志，上书“世界上最高的阶梯”。他从严密封合的头盔里吸了一口纯氧，说道：“求主保佑我。”接着便纵身跃下。

刚开始基廷格并不觉得自己向下坠落，他见得到脚下远方的暴风雨涡旋，却看不出云层逐渐接近。由于周围的空气十分稀薄，他听不到声音，感受不到风吹，也毫无其他线索足以显示：他正在人类有史以来最凶险的环境中向下急坠。他在空中摊开四肢，心中涌现几可算是祥和的感受。他飘浮在一片虚无的海上。

尽管那里的环境危险，却仍在保护着他。太空中的无压力情况并非唯一风险，那里还有大半来自太阳的密集辐射，它们不断轰击着。太阳每天都为地球带来光和热，让我们能够生活在这里，但它也同时释放出彩虹频谱致命的那一端——X射线和紫外线。

感谢我们的天空介入干预，这种辐射始终不会抵达地表。基廷格上方约80公里处，少数空气原子稀疏散布，它们发挥警戒哨的功

能，负责拦截、吸收那批致命的X射线。那批原子在这个过程中被撕扯击碎，加热到1000摄氏度。它们构成电离层，那层稀薄大气的主导力量是电。那里有巨大的蓝火从雷雨云的顶部向上喷发，从地表却见不到这种上下颠倒的雷霆闪电。来自太空的陨石在这里灰飞烟灭，化为道道灿烂光芒，变成我们口中所说的流星。陨石带来的金属在大气中层层泼洒，从而使电流得以在地球上空四处飞蹿。无线电广播便由此处带电表面反射，朝四面八方弹往全球各处。

再往上看，基廷格上方的空气还要面对更猛烈的攻势，那种打击力量被称为太阳风。来自太阳的带电粒子喷流以极高速度朝地球射来，速度超过每小时160万公里，还趁势劫掠我们的大气，把气层向地球后方推涌，构成一道尾迹，让地球看来就像颗庞大的彗星。

不过在此之前，太阳风必须先通过我们强固无双的精锐防线：地球磁场。磁场拉动罗盘针指向北方，除了这项用途，我们在地表很少注意到它。但其实地球的弯拱磁场影响远播，及于我们头顶几万公里高空，磁场迫使太阳风向四方绕道，就像水流受迫绕过船头；基廷格上方远处，道道磁性防护拱弧会导开太阳风，使地球不致造成伤害。磁场防护十分周密，只有少数粒子会漏网渗入两极空域并与大气对撞，带来舞动的极光，照耀着南北两极。

尽管如此，我们的防护大气几乎全都位于地表上方几公里范围内，而基廷格进行那次划时代的高空纵跃之时，大气也大半位于他的下方。坠落几秒钟后，他踢腿扭身面朝上方，这时就可以见到他那颗白色饱胀的浑圆气球，以极端高速朝暗空直射而去。基廷格知道，这只是个错觉。气球仍然在他跃出的位置缓缓飘浮。其实是他自己以接近声速的速度，由高空向下坠落。

这时基廷格正翻滚穿越地球的另一道重要防护屏障：臭氧层。他的周围散布着一团无形气体云雾，所有溜过电离层的无形紫外

线，全在这里被吸收尽净。臭氧是种奇妙的东西。地表附近的闪电和火花塞偶尔都会生成臭氧，它闻起来像电线失火，还会让你气噎。然而在上空高处，臭氧却十分机敏又很容易再生。基廷格周围的臭氧分子受紫外线轰击分裂，接着便重新构组。就像摩西遇见的着火树丛，尽管烈焰不止，却永远不会烧毁。

25000米、20000米，继续往下。压力危机解除，这时就算压力服出现破洞，基廷格的血液也不会沸腾蒸散到空中。不过他还要面对最后一项危机：他已经抵达这次下坠历程的最寒冷阶段，到了那里，温度已经降到零下72摄氏度左右，他的压力服加热装置也成为最重要的元件。

接着就遇上云层和气流，基于种种迹象显示基廷格终于逐渐接近老家了。12000米、10000米，继续往下。他就要下坠到珠穆朗玛峰标高以下了。这时若有喷气式飞机恰好飞经附近空域，就会看到一个身着古怪服装的人，飞蹿过窗口。他早先在吊舱见到的云层，那时遮挡视线让他见不到老家的屏障，现在便急速向他冲过来。尽管他知道云朵只是一群触摸不到的细小水滴，却依旧蜷曲身体，双腿上抬，下意识地预备承受冲击。他触及云朵那一刹那，降落伞同时开启，这时他知道，自己可以活下去了。“4分37秒自由下坠！”他对着语音记录器发话：“哇啊！”

这时基廷格已经安全下坠到大气的最底层：对流层。这里的大气，与其说是一道防护屏障，倒不如说是促成地球转变的契机，这是一层浓密的空气厚毯，还有气流和气候现象，为我们的行星带来生命，也把地球转化为可居之所。基廷格越过了极度干旱的太空，这时云朵在他的面罩上染上片片湿气。空气逐渐浓密，他可以感受到那种拉扯。这时天空已经充满生命，只是他还见不到它们。随风攀升的菌群黏附于云雾微滴，在远离家乡的地方搜寻新的侵染对象。

昆虫一路飘荡前往新的觅食场所，而种子则飘向更肥沃的土壤。

还有，谢天谢地，两架搜救直升机就在附近盘旋。随着地面迅速接近，基廷格持刀奋力切除他的重装备套件以便减轻着陆冲击，然而最后一条管子，却怎么切都切不断，他放弃了，改打开头盔护罩深吸一口新鲜空气。空气涌入他的肺部，氧气跃过细胞膜进入血液细胞，让它们转而呈现带了灿烂生机的血红色泽。（其中有些氧气则着手引发一场旷日持久、从这辈子吸入第一口空气开始便延续不断的狂躁历程。这批无赖分子，还会继续在基廷格脸上留下痕迹，拖累他的身体，持续我们通常所说的老化进程。）

最后，经过了13分40秒的飞行时间，基廷格跌跌撞撞地摔入矮树丛中，着陆地点位于新墨西哥州图拉罗萨（Tularosa）以西约43公里处。医生、地勤人员、后援队伍和媒体记者，纷纷涌出直升机，赶往他着陆的地点。他的面罩开启，对众人露出笑容。他说：“我很高兴能回来和大家重逢。”尽管沙漠景致实在称不上苍翠，但在这个曾经超越大气层的人眼中，丝兰和灌木艾却充满生机。后来他还说：“我在15分钟之前到了太空边缘，而现在就在我看来，自己身处伊甸园。”

美国空军上尉，约瑟夫·基廷格成为坠落地表生还的第一人。这项壮举无人能及，他从太空边缘出发，穿越稀薄空气，进入浓密大气并回返家园，见证了地球的若干非凡特色。太空几乎近得触摸得到。我们头顶区区30多公里以上，就是一片风险四伏的骇人环境，我们到了那里就要被冻僵、烧焦，终至沸腾丧命。然而，我们周遭的大气，却提供那么严密的防护，甚至让我们对那些凶险都懵然无知。这就是基廷格那次飞行带来的信息，也是所有探测地球大气的先驱人物留给我们的启示：我们不只是住在大气中，我们的生命都是拜它所赐。