

生 态 学 名 著 译 丛

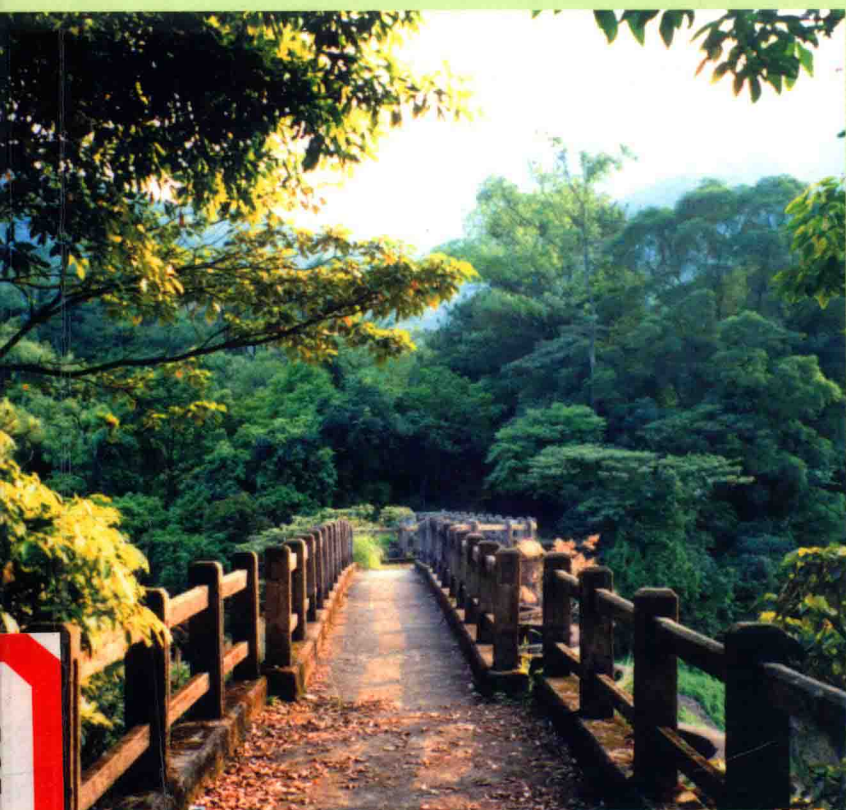
Ecology: A Bridge Between Science and Society

生态学

——科学与社会之间的桥梁

Eugene P. Odum 著

何文珊 译 陆健健 校



高等教育出版社

生 态 学 名 著 译

Ecology: A Bridge Between Science and Society

生态学

——科学与社会之间的桥梁

Eugene P. Odum 著

何文珊 译 陆健健 校



高等教育出版社·北京

图字: 01 - 2017 - 3513 号

Ecology: A Bridge Between Science and Society by Eugene P. Odum

Copyright © 1997 by Sinauer Associates, Inc.

All Rights Reserved.

This Simplified Chinese Translation Edition is published by Higher Education Press Limited Company with permission by Mary Wood Odum.

本中文简体翻译版经 Mary Wood Odum 许可由高等教育出版社有限公司出版。

图书在版编目(CIP)数据

生态学: 科学与社会之间的桥梁/(美) 尤金·P·
奥德姆(Eugene P. Odum) 著; 何文珊译; 陆健健校
-- 北京: 高等教育出版社, 2017. 7

(生态学名著译丛)

书名原文: Ecology: A Bridge Between Science and Society

ISBN 978 - 7 - 04 - 047952 - 2

I. ①生… II. ①尤… ②何… ③陆… III. ①生态学
- 研究 IV. ①Q14

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 150537 号

策划编辑 柳丽丽	责任编辑 柳丽丽	封面设计 张楠	版式设计 范晓红
责任校对 刘丽娴	责任印制 刘思涵		

出版发行 高等教育出版社
社址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
印刷 北京宏信印刷厂
开本 787mm × 1092mm 1/16
印张 17.25
字数 330 千字
购书热线 010 - 58581118
咨询电话 400 - 810 - 0598

网 址	http://www.hep.edu.cn http://www.hep.com.cn
网上订购	http://www.hepmall.com.cn http://www.hepmall.com http://www.hepmall.cn
版 次	2017 年 7 月第 1 版
印 次	2017 年 7 月第 1 次印刷
定 价	59.00 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 请到所购图书销售部门联系调换
版权所有 侵权必究
物料号 47952 - 00

SHENGTAIXUE
KEXUE YU SHEHUI ZHIJIAN DE QIAOLIANG

内容简介

地球的一个重要功能就是生命支持系统——不仅支持了丰富的生物多样性，更是人类唯一的维生系统。我们要充分了解这个系统，才能保护和维持这个系统本身的质量，更有可能在将来的某一天建立起自我维持的宇宙维生系统，以供开拓其他行星，建立太空基地。为此，我们还应掌握由自然环境提供的维生方面的非市场化（因无市场价格而无偿提供的）物质和服务，了解它们是如何与经济、社会、文化及大多数其他人类活动相互作用的。从广泛的意义上说，生态学这门科学为理解以上这些问题提供了背景知识。本书各章以一种通俗易懂的方式来介绍地球的重要过程。前面三章以非专业性语言概述了“地球飞船”上的生命现象。其后五章提供专业性的详细内容和实例。跋总结了我们从生态学中学到的有助于我们理解和处理人类所面临困境的知识。



谨以此书献给我的爱妻 Martha Ann 和我们的小儿子——William Eugene，他也是一位生态学家。

前 言

自从本书首版发行七年以来，源于生物学的生态学已逐渐发展成为一门独立性越来越强的学科，它整合了生物、自然环境及人类社会方面的研究，并与“生态学（ecology）”一词的希腊语词根“oikos”（家务研究）词义一致，即我们生活的全部环境内容。我认为，生态学已成熟地发展成为我们人类生活总环境的一门基础科学。如今，越来越多的高等院校正在建立或扩充关于生态和环境的研究所、研究中心和学院，综合研究世界范围内有关生物、物理以及人类的各个方面。从中学到大学的各个教育层次都设置了环境课程。

特别有意义的是，边缘学科领域研究的兴起，伴随产生了新的学会、期刊、论文集、书籍以及新的职业。比如：经济生态学、生态工程（恢复生态学）、野生生物管理生态学（保护生态学）、生态分类学（生物多样性）、化学生态学（生态毒理学）、生态地理学（景观生态学）、生态水文学（湿地生态学）、生态农业（农业生态学）以及生态哲学（环境伦理学）。如果你目前正在考虑致力于某个环境领域的研究，我建议你从事上述这些边缘学科中的一个学科，因为这些领域才是实际问题存在的地方。由于生态学是一门综合性的科学，所以，生态学有巨大的潜力，成为联系科学与社会的桥梁——这是本书这一版新的副标题所强调的一个概念。而本书首版与第二版的副标题“我们濒危的生命支持系统”这一概念，仍是贯穿本书的一个重要主题。

英国学者斯诺（C. P. Snow）于 1959 年编著了《两种文化》（*The Two Cultures*），该书被广泛引用。作者在书中对学术界在自然科学与人文科学之间缺乏交流的现象表示关注。该书在 1963 年出了第二版，作者提出，为弥合这个看起来正在不断扩大的交流差距，注定会出现“第三种文化”。我斗胆提出，将本书中所提到的生态学视为“第三种文化”，这不仅是因为生态学连接了自然科学和社会科学，而且从更广泛的意义上讲，生态学是联系科学与社会的桥梁。

在本次新版中，我尤其关注于更新那些直接或间接与当前环境问题有关的生态学原理。每章末尾所列的推荐读物是我从 1990—1995 年期间出版的大量环境学文献中尽量筛选出来的，它们是当今生态学新概念和新方法的最好总结。

如首版前言中所述，本书不仅可以作为初学者的一本入门教材，还可以作为一本关于现代生态学原理的公民手册，因为这些现代生态学原理与当今地球家园所受到的威胁有关。此外，我也了解到，人文科学、社会科学、工程学、

农业、林业、公众健康、法律、政治及经济学专家们正在更加深入地参与环境问题，他们亟须了解生态学的主要原理，以拓宽他们的专业知识。

总之，本书可作为一本人类生态学手册，因为本书的重点是全面地讨论与人类事务相关的重要生态学原理。因此，本版尤其适合作为非理科生以及理科生的环境通识读物和课外读物。我强调的是环境问题的起因和长期解决方案，而不是我们经常对环境问题所进行的“快速治疗”。尤其应该强调的是自然生态系统、农业生态系统与城市生态系统之间的能量关系，以及把注意力从生产力系统的产出转移到对输入的有效管理，旨在减少污染。

如果你对本书只是进行一般性阅读（而不是作为教材），那么我建议你从绪论和前三章开始，然后再阅读跋，跋这一部分主要涉及有关应用的讨论。如果你要进一步地深入了解，可研读本书的中间章节，获得更多的技术信息、生态学概念、具体的生态实例以及关于生态学前沿工作的讨论。此外，我想提醒你注意那些分散在各章节中的评述专栏，我在撰写这些很有挑战性的段落时也获得了极大的乐趣！

尤金·奥德姆

(Eugene P. ODUM)

1996 年 12 月

目 录

绪论 阿波罗 13 号的太空之行	1
1. 倒计时	1
2. 氧气箱的爆炸	4
3. 宇宙飞船与地球生命支持系统的对照	5
第一章 支持生命的环境	7
1. 生物圈 2 号实验	12
2. 维持城市-工业区	14
3. 纽约湾	15
4. 伊利诺伊河	17
5. 点源与非点源污染	19
推荐读物	21
第二章 组织层次	23
1. 生态等级	24
2. 混沌产生有序	24
3. 时间和尺度的重要性	25
4. 生态-经济学的创立及其他边缘学科	25
5. 涌现性原理	26
6. 新生态学	27
7. 害虫和外来种	28
8. 等级理论的应用	29
9. 关于模型	29
推荐读物	32
第三章 生态系统	34
1. 生态系统模型	34
2. 陆地生态系统和水生生态系统	37
3. 异养生态系统	39
4. 非生物成分	40
5. 梯度和群落交错区	42
6. 生物群落: 栖息地和生态位	43
7. 生物群落: 物种结构	44
8. “杂草”问题	45

9. 景观生态学和人文范畴	47
10. 多样化不只给生命提供色彩	49
11. 景观多样性	51
12. 生态系统类型	52
13. 盖亚假说	53
14. 生态等级的控制	55
15. 无生命的土地	57
推荐读物	58
第四章 能量学	62
1. 能量单位	62
2. 能量定律	63
3. 太阳辐射	65
4. 对臭氧层的威胁	66
5. 地表层的辐射环境	67
6. 穿过生物圈的能流	67
7. 能量聚集度: 能集	69
8. 初级生产力	70
9. 源-汇能量学	71
10. 光合作用的种类	71
11. 世界初级生产力的分布	73
12. 人类的食物	73
13. 饲养动物的食物	77
14. 海洋食品	78
15. 燃料和纤维的生产	78
16. 食物网的能量分配	80
17. 个体的能量分配	84
18. 基于能量的生态系统分类	85
19. 能源展望	87
20. 净能概念	88
21. 能量和货币	89
推荐读物	92
第五章 物质循环和生存的物理条件	95
1. 水循环	95
2. 奥加拉拉 (Ogallala) 含水层面临的困境	96
3. 盐化作用	98
4. 生物地球化学循环	98

5. 循环的两种基本类型	99
6. 氮循环	99
7. 磷循环	101
8. 硫循环	102
9. 错位的资源	103
10. 臭氧, 一种“化学杂草”	106
11. 全球碳循环	106
12. 不易平衡的全球冷暖	107
13. 其他大气气体	108
14. 贫养土地的营养循环	108
15. 再循环途径	109
16. 纸的再循环	110
17. 限制因子概念	112
18. 因子补偿作用	113
19. 生物钟	114
20. 作为生态因子的火	115
21. 土壤资源	116
22. 土壤发育	118
23. 主要的土壤类型	118
24. 土壤位移: 自然与人类的促进作用	119
25. 可持续耕作	121
26. 有毒废物: 工业社会的祸根	123
27. 原料减量和成本内在化	125
28. 辅助-胁迫模型	126
推荐读物	127
第六章 种群和群落生态学	132
1. 种群增长模型	132
2. r -选择和 K -选择	137
3. 修正的环境容纳量	138
4. 能量使用的最优化	140
5. 狩猎蜘蛛和结网蜘蛛	140
6. 空间利用	141
7. 遗传多样性	142
8. 复合种群动态	142
9. 人口增长	143
10. 两物种间的相互作用	146

11. 竞争	147
12. 竞争性排斥和共存	148
13. 捕食者和猎物	150
14. 食草作用	152
15. 寄生物和宿主	152
16. 偏利共生、协作与互利共生	156
17. 地衣	159
18. 网络状互利共生	160
推荐读物	160
第七章 发育与进化	166
1. 例子：弃耕地的演替	166
2. 演替理论：简史	168
3. 演替的类型	169
4. 生态系统发育模型	169
5. 微宇宙模型	170
6. 自源生态系统发育的表格模型	172
7. 时间因素和异源力	175
8. 动态的海滩	176
9. 衰老演替和循环演替	177
10. 波动-稳定亚演替顶极	178
11. 生态系统发育对土地利用规划的意义	179
12. 网络复杂性理论	180
13. 演替失败时	181
14. 生物圈的进化	181
15. 蓝细菌：第一次重大突破	182
16. 进化的机制	183
17. 宏观进化与微观进化	184
18. 物种形成	185
19. 人工选择和遗传工程	186
20. 岛屿生物地理学	187
21. 协同进化	189
22. 协作和复杂性的进化：群体选择	189
推荐读物	191
第八章 世界上主要的生态系统类型	195
1. 海洋	196
2. 河口与海岸	199

3. 红树林与珊瑚礁	201
4. 溪流与江河	203
5. 湖泊与池塘	205
6. 淡水沼泽	207
7. 有林湿地	210
8. 陆地生物群落区	211
9. 荒漠	212
10. 苔原	214
11. 草原	215
12. 森林	218
13. 收获森林	222
14. 洞穴	223
15. 我们的林缘生境	223
16. 农业生态系统	224
17. 传统的与工业化的农业生态系统	226
18. 城市-工业技术-生态系统	226
推荐读物	227
跋 从年轻到成熟的过渡	234
1. 全球模型	235
2. 令人担忧的差距	237
3. 生态评价	238
4. 历史展望	238
5. 社会陷阱	239
6. 实现完全循环	240
7. 支配和管理	241
8. 经济增长与经济发展	241
9. 人文景观：确定重点	242
10. 技术发展的双重性	243
11. 修正的恢复生态学	243
12. 修正的输入管理	244
13. 人类行为和环境变化	245
14. 环境伦理学和环境美学	245
15. 二重资本理论	246
16. 人类和生物圈的宿主-寄生物模型	247
17. 伦理生存模型	248
18. 小结：长期的转变	249

推荐读物	250
索引	255
图片版权说明	259
译后记	261

绪 论

阿波罗 13 号的太空之行

1970 年 4 月 14 日这一天，如果有人在月球上的弗拉·毛罗地区观看来自地球的阿波罗 13 号宇宙飞船在月球登陆，那将是一次漫长的等待。因为计划于美国东部标准时间下午 7:00 登陆的阿波罗 13 号宇宙飞船根本就没有抵达月球，原因是正当宇宙飞船临近月球时，一次爆炸事故摧毁了它主要的生命支持系统，继而登月舱不得不临时被作为“救生舱”来使用，以便安全地运送宇航员返回地球。在后来的三天里，宇宙飞船这一令人担忧的戏剧性返航之行受到全世界的瞩目，三名宇航员要从无生命的太空安全返回充满生机的地球母亲的怀抱中。所有国家抛开了他们的纠纷与冲突，纷纷伸出了援助之手，为他们祈祷祝福。这段短暂的时间真的具有寰宇一家的意义，因为当生命支持系统受到威胁时，就只剩下生存这一个使命了。

阿波罗 13 号的故事已被拍成了电影，该电影创造了 1994 年票房收入最高纪录。这次太空之行的指挥长洛弗尔上尉（Captain James A. Lovell），出版了他的回忆录（《失去的月球：阿波罗 13 号的危险之行》，*Lost Moon: The Perilous Voyage of Apollo 13*, James Lovell 和 J. Kluger 著）。此次不幸的航空之行值得纪念和宣传，不仅因为它是体现人类英雄主义和从灾难边缘挽回生命的机智壮举的一个实例，而且还可联系到我们这个地球如今作为“宇宙飞船”所面临的困境。地球生命支持系统为我们的生活提供空气、水、食物和能源，目前正受到环境污染、管理不善和人口压力的威胁。如今我们应当开始留意正在显现的早期警告信号了，例如：最好的农业土壤受到过度侵蚀，工业区的树木濒临死亡，海洋渔业衰退，以及与环境有关的人类健康问题日益增加。

1. 倒计时

美国国家航空航天局（National Aeronautics and Space Administration, NASA）原计划由阿波罗 13 号进行一项为期 10 天的飞行任务——3 天用于发射升空，3 天用于返回地面，还有 4 天时间是环绕月球飞行。在这 4 天里，登月航空器将在月球表面软着陆，停留 33 个小时，宇航员在月球表面步行 2 次，每次 4~5 个小时，以探测月球表面、收集岩石标本（计划带回地球约 95 磅^①）

^① 磅为英美制质量单位，1 磅=0.453 592 37kg。——译者注

岩石) 以及设置仪器。如果计划能够成功执行, 这将是首次使用机械钻头从月球岩石表面钻孔取岩心标本, 也是首次将彩色图像从月球上发送回地球。此次计划在月球上的弗拉·毛罗地区登陆, 毛罗是 15 世纪的一个隐士的名字, 他也是地理学家与地图绘制员。该地区是一片低凹起伏的山麓状地带, 表面有大量陨石坑。这里的岩石被认为是月球上年代最久远的岩石, 或许可追溯到无生命星球的形成之时。

不识庐山真面目, 只缘身在此山中

我们常常忽略生存环境的某些方面, 因为我们对各种即时问题的偏见掩盖了对生存环境整体的认识。然后, 某些危机或大事件使人们突然醒悟过来, 并且急忙纠正这些疏忽。最好的例子就是在 1968—1970 年间, 当宇航员迈入太空, 从遥远的太空带回地球的首张照片时, 突然爆发世界性环境意识运动。这是历史上第一次让我们能真正地走出地球这个框架, 从而看到了整个地球。因此, 在 1970 年设立了一年一度的地球日, 美国及其他国家颁布了许多环境保护法。公众意识迫使政府和企业重视陆地和水体资源的开发与改造方案可能产生对环境的影响(环境影响评估期)。然后到了 20 世纪 80 年代, 由于涉及人类关系问题, 诸如犯罪、冷战、政府预算、社会福利等, 环境问题被推入政治背景。如今我们已跨入 21 世纪^①, 环境问题再一次被提到议事日程上来。借用医学术语, 让我们期望这次的重点是预防, 而不是治疗。

1970 年 4 月 11 日, 阿波罗 13 号开始了第五次登月之行, 在佛罗里达州的卡纳维拉尔角(Cape Canaveral) 宇航发射中心发射升空。而在 1969 年的春天, 当尼尔·阿姆斯特朗(Neil Armstrong) 走出阿波罗 11 号登月舱成为在月球表面行走的第一人时, 他已做了历史性的声明: “这是我个人的一小步, 却是全人类的一大步。” 1969 年秋天, 阿波罗 12 号在月球上第二次登陆成功。在此次月球登陆中, 从月球拍摄的地球照片向我们展示了我们生活的地球是多么独一无二且美丽绝伦, 同时从太空中看它又是那么脆弱和孤单(图 0-1)。

如图 0-2 所示, 阿波罗 13 号宇宙飞船由三个舱组成: ① 服务舱, 包括巨大的火箭推进器、燃料室和其他提供能源、氧气和水的生命支持设备; ② 指挥舱, 代号为奥德赛(Odyssey), 是宇航员的起居室; ③ 登月舱, 代号为水瓶座(Aquarius), 此舱能与指挥舱分离, 宇航员能到月球表面做短暂停留后返回指挥舱。

一个天气晴朗的早晨, 阿波罗 13 号从佛罗里达州起飞升空后, 三名宇航

① 本书原著出版时间为 1997 年。——译者注



图 0-1 从月球上看到的地球。地球是个多水的行星，具有广袤的海洋和陆地，约 20% 的陆地面积是沙漠，由于人类管理不善，许多沙漠正在蔓延扩张（照片由 NASA 提供）。

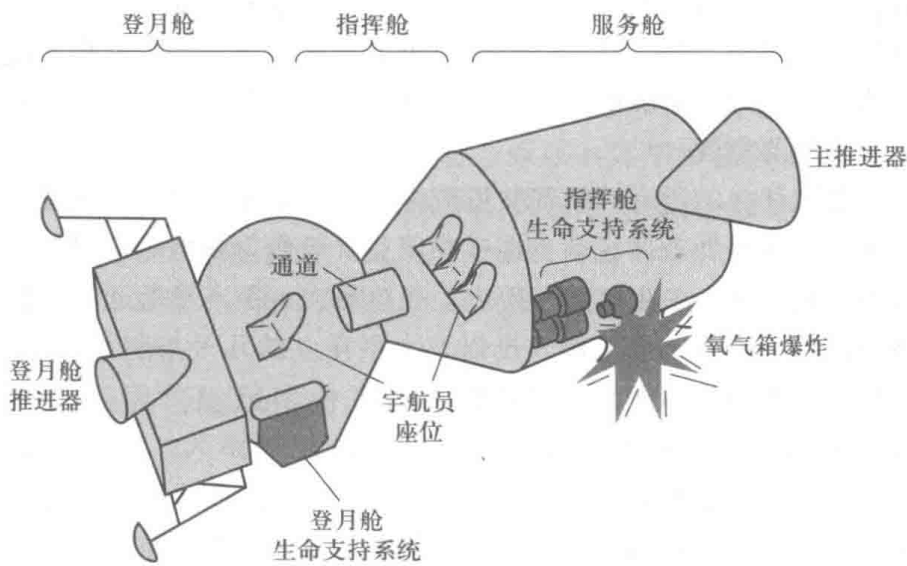


图 0-2 阿波罗 13 号结构图。氧气箱的爆炸，破坏了指令舱生命支持系统的作用，三名宇航员不得不聚集到登月舱中，而此舱中的生命支持“消耗品”仅能维持宇航员返回地球之用。

员一直待在指挥舱里。他们是：洛弗尔上尉（Captain James A. Lovell），此次飞行的指挥官；小弗莱德·海斯（Fred W. Haise, Jr.），登月舱驾驶员；小约翰·斯威格特（John L. Swigert, Jr.），指挥舱驾驶员。斯威格特是最后时刻才替补中尉指挥官肯·马丁利（T. K. Mattingly）的，因后者感染了风疹（会增

加他在航行期间发病的可能性)。

对于阿波罗 13 号的倒计时及其发射情况已经描述得很清楚了。当宇宙飞船准备脱离地球轨道时，洛弗尔上尉的首次汇报是：“再次上升到这个高度真是很棒。”（他曾乘坐阿波罗 8 号做过环绕月球的航行）。此后的两天里，航行继续保持良好状态——相当符合航行预期，以至于全世界新闻媒体对此失去了兴趣，转而关注其他新闻事件。第二天晚上，洛弗尔发回宇宙飞船的电视播送信号后在转播结束时说：“阿波罗 13 号全体人员祝大家度过一个美好的夜晚，我们已准备结束我们的检查，返回奥德赛度过一个愉快之夜。”

2. 氧气箱的爆炸

4 月 13 日晚上 10:08，正当阿波罗 13 号宇宙飞船接近月球时，突然在服务舱发生了一场爆炸，指挥舱控制面板上的报警灯不停地闪烁着。斯威格特惊声尖叫起来：“休斯敦，我们这里有麻烦了！”在休斯敦载人宇航飞行中心，指令舱宇航通讯员杰克·洛斯马（Jack Lousma）答复道：“请重复一遍。”洛弗尔上尉答道：“我们的 B 总线电压过低。”他继续叫道：“我们这里突然出现大量警告信号！”

而后，服务舱的两个氧气罐里，有一个压力骤然下跌至零，另一个的压力也开始下降。很显然，爆炸已使一个或两个氧气罐破裂。宇航员看到这种宝贵的气体正从服务舱边上泄漏出去，三个燃料室中的两个也很快停止工作了，因为燃料室发电需要氧气。

这时，登月任务的所有计划都被迫放弃了。地面控制中心的所有计算机及全体人员迅速开始策划救援行动，选择使用登月舱作为救生舱，因为那里有生命支持设备。就这样，午夜刚过，历史上规模最大、距离最遥远的救援行动开始了，地面控制中心的千余工作人员以及太平洋上的几千条舰船都加入其中，因为宇航员最终将不得不在太平洋降落。

当时还不知道指挥舱的生命支持功能可以维持多久，因为关于飞船上“可消耗品”的信息支离破碎，没有完整的资料用于估算宇航员安全返回地球所需的时间。将所有零碎的数据资料拼凑起来浪费了宝贵的时间。（这提醒我们在地球上也有一个类似的情况：我们并没有全面掌握用于支持生命的“可消耗品”的全部资料，也不知道它们是如何相互作用的，并且，我们不知道核武大爆炸发生时，我们在地球上还可以生存多久。）

洛弗尔和海斯进入水瓶座，打开了登月舱独立的电力系统和氧气系统。斯威格特留在指挥舱中，呼吸的氧气来自登月舱，是靠一根从宇航服上拆下来的管子输送过来的。他们架起一根临时的延长电缆，从登月舱中输入电力。幸运的是，可以让宇宙飞船绕过月球背面，使用登月舱火箭引擎，让航天器进入自