



太空生存

SURVIVAL IN SPACE

刘红 编著
徐江华 徐雷 绘图



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS

北京市科学技术委员会
科普专项资助



太空生存

SURVIVAL IN SPACE

刘 红 编著
徐江华 徐 雷 绘图



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

太空生存 / 刘红编著. -- 北京 : 北京航空航天大学出版社, 2018.2

ISBN 978-7-5124-2616-0

I. ①太… II. ①刘… III. ①空间探索 - 青少年读物

IV. ①V11-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第003844号

版权所有, 侵权必究。

太空生存

刘 红 编著

徐江华 徐 雷 绘图

责任编辑: 陈守平

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路37号(邮编100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话: (010)82317024 传真: (010)82328026

读者信箱: goodtextbook@126.com 邮购电话: (010)82316936

艺堂印刷(天津)有限公司印装 各地书店经销

*

开本: 710×1000 1/16 印张: 7.25 字数: 100千字

2018年3月第1版 2018年3月第1次印刷

ISBN 978-7-5124-2616-0 定价: 49.00元

若本书有倒页、脱页、缺页等印装质量问题, 请与本社发行部联系调换。

联系电话: 010-82317024

序

“地球是人类的摇篮，但是人类不能永远生活在摇篮里。”冲出地球，探索茫茫太空，寻找新的家园，这是人类亘古不变的梦想，更是无数航天人孜孜以求的目标。

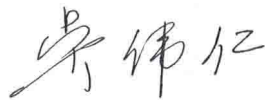
随着航天技术的发展，人类已经成功实现了登月的壮举，并对月球、火星、小行星展开了一轮又一轮的探测。毋庸置疑，人类对许多星球探测的最终目标是建立基地，开发利用星球上的资源，并实现在地球外星球上的长期生存，为人类开辟更为广阔的生存空间。然而瑰丽的梦想代替不了严酷的现实。即使离地球最近的月球，与地球最相似的火星，也不具备人类生存必需的天然条件。跨出地球，首先必须解决人类在地球外的长期生存问题，而生物再生生命保障系统就是人类实现在星球基地长期自治生存的关键技术。

生物再生生命保障系统技术复杂，难题众多。俄罗斯、美国及一些国际组织早在20世纪六七十年代就先后投入大量人力、物力开展研究，建立了“人-植物”两生物链环人工生态系统，正在向包含动物和微生物的三生物链环和四生物链环系统发展。我国虽然起步较晚，但在刘红教授团队的不懈努力下，发展了生物再生生命保障系统理论，突破了一系列具有自主知识产权的关键技术，并将其集成在地基实验系统“月宫一号”中，先后开展了“月宫105”和“月宫365”密闭实验，演示验证了所建立的理论和技术的可行性，实现了闭合度和生物多样性更高的“人-植物-动物-微生物”四生物链环人工闭合生态系统的长期稳定循环。这无疑是具有重要理论和实践意义的一大步。

科技创新、科学普及是实现创新发展的两翼。没有全民科学素质普遍提高，就难以建立起宏大的高素质创新大军。刘红教授及其团队在致力于科学研究的同时，也一直热心于传播普及生命保障系统的相关知识。本书以生动有趣的故事将最新取得的深奥的太空探测生命保障理论和技术成果中的知识“串”起来，故事简单有趣，语言通俗易懂，有助于激发青少年对航天科学技术的兴趣，普及航天生命保障知识，同时启发人们深入思考自己在实现地球可持续发展和人类在地球上长期生存中的责任和义务。

我相信，读者可以从这本有趣的科普书中汲取准确而有益的知识养分，更期望能以此为发轫点，投身于人类探测太空、开发太空的伟大事业中去！

中国探月工程总设计师
中国工程院院士



2018年2月26日



航航（男，中学生，15岁）



蓓蓓（女，中学生，15岁）



教授（女，50岁）



飞飞（空间站的机器人）



月月（月球基地机器人）



小火星（火星基地机器人）



第①章 未来的课堂 / 1

60年后，学生们还去学校上学吗？未来的课堂是什么样子的？老师如何教？学生如何学？

第②章 空间站之旅 / 21

在空间站里生活是什么样的感觉？如何喝水？又如何上厕所？空间站的氧气、水和食物都是怎么获得的？空间站里怎么种植植物？

第③章 月球探秘 / 35

飞往月球的途中会遇见什么？月球是如何形成的？想了解人类的探月历史吗？人类在月球上又如何生存？在月球上踢足球是什么感觉？

第④章 火星遨游 / 73

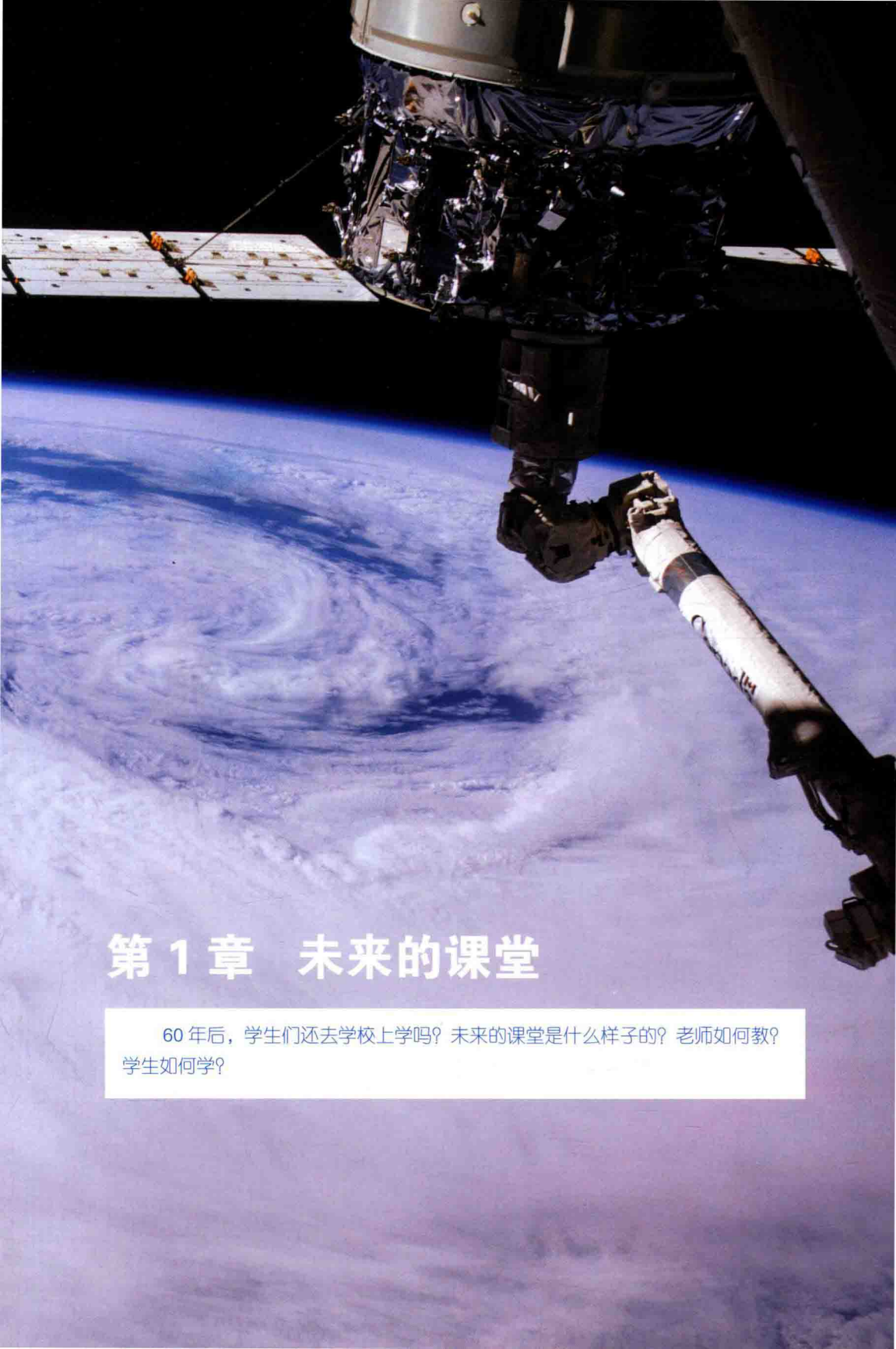
火星探测的意义是什么？火星上的环境是怎样的？人们在火星上如何生存？人们长期在封闭孤立的环境中有什么样的生理和心理问题？如何解决？

第⑤章 航天梦 / 103

结束太空之旅后，小朋友们都有些什么感想呢？他们的梦想又是什么？来看看他们写给祖国的信吧！

后记 / 107





第 1 章 未来的课堂

60 年后，学生们还去学校上学吗？未来的课堂是什么样子的？老师如何教？
学生如何学？



自动驾驶模式，目的地是我的学校，
我再睡会儿。



“醒一醒，蓓蓓，快醒一醒……姐姐已经上学去了，你再不起就要迟到了！”厨房传来妈妈的呼喊。

“急什么呀……才几点啊，让我再睡一会……”

含糊不清的言语从这个半睡半醒的小姑娘嘴里传了出来，顺带一些莫名的口水流出。不管时代如何的进步，科技多么迅猛地发展，人类对于自身睡眠的渴望却从未停止，当然这种渴望会随着年纪的增大而逐渐消退，然而眼下，这种渴望很明显正处于一个顶峰。

她叫刘佳蓓，今年初中三年级，乱糟糟的头发在青春期懵懂女生中有些格格不入，毕竟这个年纪的少女们已经有了对美的些许认识，虽不完善，但是其在镜子前认真的态度也足以令自己在若干年后回想起来感到汗颜。在妈妈言语的不断“激励”下，她终于挣扎着从床上爬起，一看表，才发现要迟到了。在厨房匆匆吃了几口妈妈做的早饭，就背着包出门了，一步跳上了自己的小艇，按设定好的地点，切换到无人驾驶模式，这样保证自己还能再小睡一会儿。

这是 2079 年一个平凡的早上，春天惬意的阳光依旧温暖地洒向地面，这个发光体的能量给人感觉似乎永远也用不完，街上的飞艇川流不息，全在自己设定的路线上飞快行驶。

5 分钟，从城南的家疾驰到城北的目的地——“朔方大厦”。刘佳蓓的学校在这座大厦的 120 层。人类人口的不断膨胀直接影响到整个城市的规划，迫使一些小学校不得不搬到这些摩天大楼中。另一方面，教育的全面普及重新定位了学校的职能和规模，现在每个中学最多也就 100 人左右，学生充分享有自己未成年时所享有的权利，可以自由地选择学校和老师，大数据时代的演变已经不单局限在学校之间，而是整个城市，整个国家，整个地球。你可以看到全世界与你同龄的人们都在学习些什么，学校的课程也更加多样化，除了几门必修的之外，其他的课程全都按照兴趣自由选择，结果五花八门，有人喜欢分子原子的精益求精，就有人喜欢天文学宇宙的广袤无垠，有人痴迷古代历史，就有人醉心前沿科技……

航航用自制的超级润滑剂恶作剧



刘佳蓓语音停下自动驾驶程序。学校停车场碳纤维的缆绳牵引着大大小小的飞艇悬停在空中。刘佳蓓一进到教室，突然脚下一滑，仰面摔倒，有几个学生哄堂大笑，其中一个领头的男生笑得尤其夸张，不用想也知道这是王嘉航。



“怎么样，我调配的神奇药水怎么样？”这是一种透明的高分子溶液，是昨天王嘉航在化学课上自己聚合成的，花了他不少时间，倒在地上以后，原先具有防滑和自清洁功能的地板变得异常光滑。

尽管刘佳蓓的鞋也用了特殊的防滑涂层，但仍然免不了这飞来的“横祸”。好在她的衣服也是用特殊纤维做的，有很好的缓冲效果，能保证她摔到地上一点都不疼。只是作为被恶作剧捉弄的女主角，她本就脆弱的少女心又感受到了一些“伤害”。

“王嘉航，你今天又闲得无聊了，是不是？”刘佳蓓咆哮着。

“嘿，蓬蓬头，是你走路不小心，还怪我？”男孩慢悠悠地反驳道。

“这是公共场合，你信不信我揭发你随意乱扔垃圾？！”

在这个年代，垃圾有上百种的分类，乱丢垃圾是要负法律责任的。凡是超过六岁的公民都需要严格遵守垃圾分类的法律法规。

“行了……行了……你那么认真干什么？”王嘉航边说边拿出一只特殊的手套带上，通过光线透过的强弱变化，隐约可见那些透明的液体都被吸附到了这只手套上，然后连同手套一起装到了一个袋子里。

一阵舒缓的音乐响起，其旋律令人如沐春风，不自觉使大家都安静下来。这是开始上课的信号。

说是上课，其实更像是一个大的“party”，每两个学生由一名老师带领，教学的内容完全是按照自己的兴趣而开展的。当然，每天自己的搭档都会不一样。很多课程需要老师们一边讲解一边和学生们一起做实验，为了培养孩子们的团队合作精神，一般都是两个人一组搭档。

其实，远程教育早已相当发达，足不出户就可以听到世界上任何一个地方、任何一所学校的课程，国家的概念已经淡化，地域的分界也没有那么泾渭分明，在同一个地球村里的学生们接受知识的



机会都是平等的，教育更加回归到它的本真。但是家长们仍然希望自己的孩子到学校里来，这就像一个约定俗成的传统，没有人想去改变它，也不会有人去做这样的改变。

今天，刘佳蓓选听的是生物课，这是她一直喜欢的课程，接触生物这门学



科后，她发现自己就像刚出生的孩子一样，对周围的一切都充满着好奇。地球是怎么形成的？人是怎么来的？……这些人类历史中“折磨”过无数人的问题现在又在“折磨”这个小姑娘的脑袋。当然，大部分的问题随着每天的学习而慢慢地有了答案，但是又会涌现很多新的问题，“才下眉头却上心头”，不断地寻找问题的答案，这或许就是人类一直学习的原因了。

刘佳蓓兴奋地来到生物课专属的虚拟教室，一进去就发现自己今天的搭档竟然是那个家伙，那个从刚才摔倒开始她就在心里默默诅咒的——王嘉航。

“教授，我申请换搭档！”教授来自于北航大学，义务在中学承担一些课程。

教授一头雾水，但凭借自己的经验和对两个孩子“仇视”目光的判断，大概也能猜出个十之八九。

“好了，蓓蓓和航航，今天的课程十分有趣哦，我们要一起来一段冒险的旅行呢！”在学校里，教授早已知道学生的各项数据，包括个人喜好和生活习惯，课堂上教授是可以直接称呼学生的乳名的。

“好哎，可以自己开飞艇出去玩咯！”航航兴奋地说。

“就知道玩……”虽然蓓蓓内心也很想出去玩，但是刚刚那场闹剧引发的怒气还未消除，只能这样窃窃嘟囔一句。

“教授，我们去哪呢？”航航又迫不及待地问道。蓓蓓的眼里对这个问题也透着好奇的目光。

“今天呀，老师打算带你们去……月球和火星！”

“月球！”“火星！”蓓蓓和航航诧异道。

“可是我们的小飞艇飞不到吧？再说我也没有带我的太空服啊！”航航抢先说道。



◀ 月球西半球照片

这张月球的西半球照片
是美国 NASA 的“伽利
略”号于 1992 年 12 月
9 日上午 9 点 35 分拍摄
的。图片中心是东方盆地
(Orientale Basin)



2005年10月28日，哈勃望远镜拍摄的火星沙尘暴照片

宇航服早已成为了普通老百姓众多衣物中一件不起眼的衣服了，只是换了一个名字：“太空服”。



我国研制的“飞天”舱外航天服示意图

“笨蛋，肯定不是开我们的小艇去啊，那速度也太慢了！”蓓蓓说道。

“你们忘了？我们学校可是有自己的太空飞船呢。”教授缓缓地说道。

这几年，各地政府都更加重视教育，对学校硬件的投入和支持都十分巨大。人们越来越意识到在整个时间和空间的维度里，恐怕只有知识才是永恒的。

“今天我就带你们使用最小的那一个飞船来一场太空旅行。在开始漫游太空之前，我们先进入今天生物课的主题吧。今天我们学习——生命保障。”

这时候他们两个人的数字桌面上就出现了生命保障的解释：

■ **生命保障**是载人航天的一项关键技术。人类离开地球，在遥远的太空中生存，离不开空气、水和食物，生命保障就是保证人所需物质供给，并提供适宜的生活环境和工作环境的综合性科学技术。

生命保障技术的发展最直接体现在生命保障系统的进步上。

■ **太空生命保障系统**是满足人在太空生存所需的氧气、水和食物的需求，并对其产生的废物进行有效处理或处置的系统。

太空生命保障系统分为携带式和再生式两大类。

■ **携带式生命保障系统**，顾名思义是指人在太空生存所需的氧气、水和食物全部通过地面携带满足供给，同时对人所产生的废物进行收集储存，而对人呼吸产生的二氧化碳从空气中分离净化的系统。

■ **再生式生命保障系统**是指对人在太空生存所需的氧气、水和食物，在原位进行部分或者全部循环再生的系统。

■ **再生式生命保障系统**又可以分为：

- ①物理化学再生生命保障系统；
- ②生物再生生命保障系统；
- ③物理化学再生和生物再生相结合的生命保障系统。

■ **物理化学再生生命保障系统**是采用物理化学的方法对人在太空生存所需的氧气、水进行循环再生，食物全部通过地面携带满足供给的系统。

■ **生物再生生命保障系统**(Bioregenerative Life Support System, BLSS)是基于生态系统原理将生物技术与工程控制技术有机结合，构建由植物、动物、微生物组成的人工生态系统，氧气、水和食物这些人类生活所必需的物质可在系统内循环再生，并为人类提供类似于地球生物圈的生态环境，是为航天人生命活动提供物质保障的独立、完整、复杂的系统。航天人进入这个人工生态系统中，成为生态系统的消费者链环的同时发挥控制者的功能，实现在一定的密闭空间内人和其他生物之间氧气、水和食物的再生与循环利用。