





我包罗万象

I CONTAIN MULTITUDES

THE MICROBES WITHIN US AND A GRANDER VIEW OF LIFE

微生物视野下的生命图景全纪录

ED YONG [英] 埃德·扬 —— 著 郑李 —— 译



北京联合出版公司
Beijing United Publishing Co., Ltd.

图书在版编目 (CIP) 数据

我包罗万象 / (英) 埃德·扬著 ; 郑李译. — 北京:
北京联合出版公司, 2019.4

书名原文: I Contain Multitudes

ISBN 978-7-5596-2921-0

I. ①我… II. ①埃… ②郑… III. ①微生物—普及
读物 IV. ①Q939-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2019)第036791号

I Contain Multitudes

Copyright©2016 by Ed Yong

All rights reserved including the rights of reproduction in whole or in part in any form.

Translation copyright © 2019 by Gingko (Beijing) Book Co., Ltd

本书中文简体版权归属于银杏树下 (北京) 图书有限责任公司

我包罗万象

著 者: [英] 埃德·扬

译 者: 郑 李

选题策划: 后浪出版公司

出版统筹: 吴兴元

特约编辑: 费艳夏

责任编辑: 宋延涛

营销推广: ONEBOOK

装帧制造: 墨白空间·曾艺豪

北京联合出版公司出版

(北京市西城区德外大街 83 号楼 9 层 100088)

北京盛通印刷股份有限公司印刷 新华书店经销

字数 316 千字 655 毫米 × 1000 毫米 1/16 22 印张 插页 16

2019 年 7 月第 1 版 2019 年 7 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5596-2921-0

定价: 88.00 元

后浪出版咨询(北京)有限责任公司 常年法律顾问: 北京大成律师事务所 周天晖 copyright@hinabook.com
未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书部分或全部内容

版权所有, 侵权必究

本书若有印装质量问题, 请与本公司图书销售中心联系调换。电话: 010-64010019

目 录

序 言 动物园之旅	1
1 生命的岛屿	5
2 显微镜之眼	23
3 身体修筑师	43
4 条款与条件	69
5 疾病与健康	93
6 漫长华尔兹	129
7 互助保成功	149
8 E大调快板	171
9 微生物菜单	189
10 明日的世界	225
注 释	239
致 谢	277
图片来源	281
参考文献	283
译 后 记	339
出版后记	343

序 言

动物园之旅

巴巴(Baba)看起来一点儿也不害怕。它不怕把它团团围住的兴奋小孩，而是十分镇定地接受着加州夏日烈阳的炙烤。它也不在意有人拿棉签擦拭它的脸、身体和爪子。这种漫不经心的态度很说得通，因为它就生活在既安全又轻松的环境中。这个小家伙生活在圣迭戈动物园，此时正缠在管理员的腰上。巴巴是一只肚皮雪白的穿山甲，披着一身难以刺透的铠甲。这种惹人喜爱的动物形似食蚁兽和松果的结合体，约莫一只小猫那么大。它漆黑的眼中透着一丝忧郁，脸颊边缘的一圈毛好似山羊胡，粉色的脸颊下方是一截尖尖的、没有牙齿的口鼻——十分适合吸食蚂蚁和白蚁。它的前肢矮壮，爪子又长又弯，可以牢牢地钳住树干、探进昆虫的巢穴；长长的尾巴可以吊在树枝上，也可以圈在好脾气的管理员的腰上。

但它最具特色的是覆满头、身、四肢和尾巴的鳞片。这些浅橙色的鳞片层层叠叠，形成了一件防御力极高的外套。构成这些鳞片的材料和你的指甲一样，都是角蛋白。的确，它们看起来、摸起来都有点儿像指甲，只不过更大、更光亮，像被狠狠地啃过。每片鳞片都很灵活，但又紧密地与皮肤相连。当我顺着它的背摸下去时，鳞片会随着手的走势先陷下去再弹上来；如果逆着摸，我的手很可能被划伤，因为许多鳞片的边缘都非常锋利。巴巴只有肚子、脸和爪子未被鳞片覆盖，所以它大可选择蜷成一团，简简单单地就把柔嫩的部位保护起来。它的英文名 Pangolin 也与这项能力有关，该词来源于马来语中的 *pengguling*，意为“可以卷起来的东西”。

巴巴是圣迭戈动物园的形象大使，它性格温顺，训练得当，能参与各类公众活动。动物园的工作人员常常把巴巴带到福利院、儿童医院等地方，为

患病之人带去快乐，并向他们普及关于各类珍稀动物的科学知识。不过，今天巴巴的休息日，它就缠绕在管理员的腰间，仿佛世界上最奇异的腰带。此时，罗布·奈特（Rob Knight）正用棉签轻轻擦拭它的脸部边缘，边擦边说：“我很小的时候就深深地迷上了这种生物，很惊叹世界上居然有这样的东西。”

奈特高高瘦瘦的，理着短平头。他来自新西兰，是一名研究微观生命的学者，一个鉴赏不可见生物的专家。他研究细菌和其他的微观生命体（即微生物），特别着迷于存在于动物体内或体表的微生物。开展研究前，他首先得收集它们。收集蝴蝶的人会用网兜和罐子，奈特的工具则是棉签。他把棉签伸进巴巴的鼻孔，仅仅转上几秒钟，就足以让白色棉签头上沾满来自穿山甲体内的微生物，即使没有上百万之多，也至少有好几千。此时的巴巴看起来丝毫不为所动，即使往它身边扔个炸弹，它恐怕也只会不耐烦地稍微挪几下。

巴巴不仅是一只穿山甲，也是一个携带丰富微生物的聚合体：一些微生物生活在它的体内，绝大多数分布在肠道内，还有一些附着在它的脸部、肚子、爪子和鳞片表面。奈特用棉签依次擦过这些部位。他曾经不止一次地用棉签擦拭自己的身体，因为作为人类，奈特身上也寄宿着微生物群落。我也一样。这个动物园里的每只动物也一样。地球上的所有生物都一样——唯一的例外，是科学家在实验室无菌环境下极其小心地培育出来的极少数动物。

我们身上都仿佛在举办一场盛大的微生物展览，展品统称为微生物组（microbiota 或 microbiome）。¹它们生活在我们的皮肤表面、身体内部，甚至是细胞内部。其中大部分是细菌，也有一些是其他的微小生命体，例如真菌（比如酵母）和古菌——后者的身份至今保持神秘，本书的后面部分会再对其加以探讨。还有数量多到难以估量的病毒，它们会感染其他所有的微生物，偶尔也会直接感染宿主细胞。我们看不见这些微小的颗粒，但也不是没可能看到：如果我们的细胞忽然神秘消失，微生物或许会在细胞核外勾勒出淡淡发光的边缘，使我们可以探测到其存在。²

在一些情况下，消失的细胞很难被注意到。海绵是结构很简单的动物，其静态的身体从来不超过几个细胞那么厚。即使如此，它们的身上也寄宿着活跃的微生物。³有时候，通过显微镜都几乎看不到海绵的本体，因为其

上覆满了微生物。结构更简单的扁盘动物几乎就是一张由细胞铺成的薄垫，虽然它们看起来像阿米巴原虫，但也还是动物，即使简单到这种程度也依旧有微生物做伴。数以百万计的蚂蚁个体组成巨大的聚居群落，而每只蚂蚁身上又各自有一个微生物群落。北极熊漫步在北极的冰原之上，举目四周除了冰块别无其他，可实际上，它们周围仍紧紧簇拥着微生物。斑头雁带着微生物飞跃喜马拉雅山，象海豹携微生物游入深海。当尼尔·阿姆斯特朗（Neil Armstrong）和巴兹·奥尔德林（Buzz Aldrin）登上月球时，他们踏出的一小步既是人类的一大步，也是微生物的一大步。

奥逊·威尔斯（Orson Welles）^①曾经说过：“我们孤独地出生，孤独地活着，又孤独地死去。”这句话并不正确。纵使我们“孑然一身”，也绝不孤独。我们以共生（symbiosis，非常棒的专有名词）的状态与许多生命体生活在一起。一些动物在还是未受精的卵子时就被微生物占据并在其中繁衍，还有一些动物在出生的那一瞬间就有了伙伴。在我们的生命历程中，微生物从未缺席：我们吃东西时，它们也吃；我们旅行时，它们也结伴而行；我们死后，它们消化我们。对于我们每个人而言，人体都自成一个动物园——以我们的身体为界，内里附着着无数有机体，每个“我”都是一个混杂着不同物种的集体，每个“我”都是一个广袤的世界。

这些概念可能有些晦涩，毕竟人类已经遍布全球，且踏无止境。我们几乎到过这颗蓝色星球的每个角落，还有人甚至飞离过地球。想象我们的肠道或细胞里自有天地乾坤，身体内部也有若起若伏的体貌风景，这多少有些奇怪。然而事实就是如此。地球表面有各种各样的生态系统：雨林、草原、珊瑚礁、沙漠、盐碱地，每一种系统内都分布着不同的生物种群。而每个动物身上也都分布着不同的生态系统：皮肤、嘴、肠胃、生殖器，以及任何与外界相连的器官——各处都分布着独特的微生物群。^④我们只能通过卫星俯瞰横跨大洲的生态系统，但生态学家可以使用术语和概念来帮助我们凝视自己体内的微生物群。我们可以谈论微生物的多样性，通过绘制食

^① 美国著名电影演员、导演，曾拍摄电影《公民凯恩》。——译者注

物链（网）来描述不同有机体之间的“捕食”关系。我们也能挑出某种关键的微生物——它们能和海獭或狼群一样，对整个环境造成与其数量不成比例的影响。我们可以把致病微生物（即病原体）定性为入侵物种，就像对待海蟾蜍或火蚁。我们可以把炎性肠病患者的内脏比作垂死的珊瑚礁或休耕田：一个受损的生态系统，其内部不同有机体之间的平衡都已打破。

这种相似性意味着，我们观察白蚁、海绵或老鼠时，也相当于在观察自身。它们身上的微生物或许与我们不同，但是都遵循相同的生存规律。与发光菌共生的乌贼只在夜间发光，而我们肠道内的细菌，每日也遵循类似的涨落起止节律。珊瑚礁里的微生物因为经历污染和过度捕捞而变得杀气腾腾，人类肠道中的菌群在不健康的食物或抗生素的侵袭下也会发生奔涌的腹泻。老鼠肠道中的微生物会左右它们的行为，而我们自己肠道内的伙伴也可能潜移默化地影响我们的大脑。通过微生物，我们能够发现自己与大小不同物种间的共通之处。没有一个物种独自生存着，所有生命都居于布满微生物的环境之中，持久地往来、互动。微生物也会在动物之间迁移，在人体与土地、水、空气、建筑以及周围的环境之间跋涉，它们使我们彼此相连，也使我们与世界相连。

所有的动物学都是生态学。如果不理解我们身上的微生物，以及我们与微生物之间的共生关系，我们就无法完全理解动物的生命运作。微生物如何丰富和影响了其他动物？只有探究清楚这些问题，我们才能充分认识自己与体内微生物组间的羁绊。我们需要放眼整个动物界，同时也聚焦到隐藏在每个生命体中的生态系统。我们在观察甲虫与大象、海胆与蚯蚓、父母与朋友时，看到的都是由无数细胞组成的个体：由一颗独立的大脑指导行为，通过基因组调控生命活动。但这只是一个便于理解的假想系统。事实上，我们每个人都是一支军团，从来都是“我们”，而不是“我”。忘记奥逊·威尔斯口中的“孤独”吧，请听从沃尔特·惠特曼（Walt Whitman）的诗语：“我辽阔博大，我包罗万象。”⁵

生命的岛屿

地球已经存在了45.4亿年。这个时间跨度漫长得令人难以产生直观的感受，因此，我们不妨把整个星球的历史浓缩为一年。¹此刻，就在你读到这一页的瞬间是12月31日，午夜的钟声即将敲响（很幸运，人类已于9秒前发明了火药），人类本身也才存在了不到30分钟。恐龙直到12月26日前还在统治世界，然而当天有一颗小行星撞击了地球，除了鸟类，恐龙家族全都死于一旦。12月上旬逐步演化出了被子植物与哺乳动物。植物于11月占据陆地。此时，海洋中也出现了大部分动物。植物与动物都由许多细胞组成，而10月伊始，类似的多细胞生物肯定已经存在——事实上，它们有可能在那之前就已出现，只是数量很稀少（现有的化石证据较为模糊，有待进一步研究和解读）。10月之前，地球上几乎所有的活物都只由单个细胞构成，不为肉眼所见——不过那时候谁也没有眼睛。自3月的某一刻起，生命初现，而且直到10月，它们都一直维持着单细胞的模样。

请允许我再强调一遍：所有我们熟悉的可见的生命体，所有当我们提起“自然”一词时会联想到的种种迹象，在生命的历史中都是后来者，都是终曲的一部分。而在地球生命的大半段演化进程中，微生物都是唯一的存在形式。从这份虚拟日历的3月到10月，它们都是地球上绝对的主角。

可也就是在这段时间内，它们为地球带来了不可逆转的变化。细菌肥沃了土壤，分解了污染物，驱动了地球表面的碳、氮、硫、磷循环，把这些元素转换成了可以为动植物利用的化合物，再分解有机体，把这些元素送回各路循环。它们通过光合作用利用太阳能，成为地球上第一批能自己

制造食物的有机体。它们把氧气作为代谢废气排出体外，彻底且永久地改变了地球的大气组成。多亏了它们，我们才能生活在一个富含氧气的世界中。直到今天，我们呼吸的氧气至少有一半都贡献自海洋中能进行光合作用的细菌；此外，它们还能固着同等数量的二氧化碳。²有人认为，我们正处在所谓的人类世（Anthropocene），即一个新的地质时期，因人类活动对地球造成的巨大影响而得名。你也可以用相同的逻辑声明，我们现在依然身处微生物世（Microbiocene）：该时期始自生命曙光乍现之时，将一直持续到生命消逝为止。

微生物的确无处不在。你能在最深的海沟，甚至岩层下寻得它们的踪迹。无论是在热液喷涌的海底热泉，还是在沸腾的地热温泉，抑或是在南极洲的冰层之中，它们都顽强地生存着。即使在云端也能寻见它们的踪影，因为微生物可以充当雨雪形成的凝结核。它们的数量是一个天文数字。实际上，“天文数字”都不足以给它们计数：可以说，你肠道里的微生物，甚至多过银河系中的天体。³

在这个世界上，动物起源于微生物，为微生物所覆盖，经微生物而改变。古生物学家安德鲁·诺尔（Andrew Knoll）曾经说过：“动物就像整个演化蛋糕上的糖霜，细菌才是糖霜下的蛋糕本体。”⁴它们从来都是生态系统的一部分，我们自身的演化也在它们之间进行，而且可以说，我们就演化自它们。所有动物都属于真核生物，这其中包括所有的植物、真菌和藻类。不论物种间差距多大，所有真核生物的细胞都拥有相同的基本结构，也正是这种结构把它们与其他类别的生物区分开来。这种细胞内的所有DNA都包裹在一个细胞核内，这也是“真核”之名的由来。细胞内部的“骨架”为细胞提供支撑，同时把分子运往各处。细胞内部还含有形如大豆的线粒体，为细胞提供能量。

所有真核生物都共享这些特征，我们可以追溯到20亿年前的一位共同祖先。在那之前，地球上的生命分属两大阵营（也称“域”）：一类是众所周知的细菌，另一类是不为人熟知的古菌（喜欢生活在不适宜的极端环境中）。这两类生命体都只由一个细胞构成，没有真核生物那么复杂。它们没有内

部结构、没有细胞核，也没有提供能量的线粒体（其中的原因很快会揭晓）。从外表看，二者十分相像，这也是为什么科学家最初认为古菌也是细菌。但是外表具有欺骗性，从生物化学的角度分析，细菌和古菌之间的差异就好似比较PC和Mac操作系统。

从地球上最初出现生命后的25亿年内，细菌和古菌的演化路径完全不同。可是在某个决定命运的时刻，一个细菌不知为何忽然被另一个古菌吞并，失去了自由身，永久地困在了后者的内部。许多科学家认为这就是真核生物的起源。这是我们的创世故事：两个伟大的生命域走到了一起，在有史以来最伟大的共生事件中，创造出了第三个生命域。古菌提供了真核细胞的基本架构，细菌则最终转变成了线粒体。⁵

所有的真核生物都起源于那一次改变命运的结合。这也解释了为什么我们基因组中的许多基因继承了古菌的特征，而另一些基因则更像是细菌的，以及为什么我们所有的细胞中都含有线粒体。这些被驯服的细菌改变了一切，它们为细胞提供更多能量，让真核细胞长得更大、聚集更多的基因、变得更加复杂。这还解释了生物化学家尼克·莱恩（Nick Lane）为何会称其为“生物学中心的黑洞”。简单的细菌、古菌细胞和复杂的真核细胞之间横亘着一条巨大的鸿沟。在漫长的40亿年间，生命抓准这次结合，终于越过鸿沟，走上了更伟大的演化之路。但自那之后，不计其数的细菌和古菌继续极速演化，却没能再次创造出一个真核细胞。这怎么可能呢？从眼睛到鳞片再到由众多细胞构成的身体，所有这些结构都能在不同的生境下独立演化，可真核细胞真的只经历了那么一次“灵光乍现”。莱恩和其他的生物学家认为，古菌与细菌的那一次结合，成功概率微乎其微，所以之后一直都没能复现，至少再没有成功复现过。但正因为那一次结合，两个小小的微生物战胜了概率，催生了一切植物、动物，以及所有肉眼可见（或者说所有拥有肉眼）的生物。当然它们也促生了我，以及我写作这本书的缘由；也促生了你，使你能够读到本书。在我们的虚拟日历中，这次结合大约发生在7月中旬，而本书接下去要写的，是自那之后所发生的事。

自地球上演化出真核细胞之后，它们中的一些便开始合作、聚集，如动植物这样的多细胞生物相继诞生。从那时起，生命体的体型逐步变大，大到足够把大量细菌和微生物囊括进体内。⁶微生物多到数不清。之前学界普遍认为，如果忽略个体差异不计，每个人体内的微生物与细胞数量的比例约为10:1。但是这个在各类书籍、杂志、演讲以及几乎所有相关科学评论中广为流传的比例，却是一个不可靠的猜测，就好像是在信封背面潦草算得的结果，最终却不幸地成了一个不容打破的事实。⁷最新的估算结果显示，人体内大约有30万亿个细胞，微生物的数量大约为39万亿——二者相差不多。这个数字也不太准确，但没关系：无论怎么计算，我们都确实“包罗万象”。

如果把皮肤置于显微镜之下，我们便可以亲眼看到微生物：有的是球状的小圆珠，有的是形如香肠的棒状体，有的则像逗号形状的豆子——每个微生物的长宽都只有数百万分之一米。它们太小了，即使数量众多，加起来也不过几千克重。把几十个微生物并排放在一起，宽度还不及一根头发的直径。一颗小小的针尖，就能为数百万微生物提供广阔的舞台。

不借助显微镜的话，我们大部分人都没法直接看到这些微型的有机体。我们只会注意到它们带来的影响，尤其是负面结果。我们能感受到肠胃发炎时的绞痛，也能听到不受控制的巨大喷嚏声。我们肉眼看不到结核杆菌（*Mycobacterium tuberculosis*），但我们能看到肺结核病人咳出的血丝。鼠疫杆菌（*Yersinia pestis*）是另一种肉眼不可见的细菌，但它造成的大规模瘟疫却把血淋淋的真实直呈我们眼底。这些引发疾病的微生物（又称病原体）在人类历史上造成过太多伤害，刻下了不可磨灭的文化伤痕。许多人依然把微生物视为病菌，认为它们会给人类带来唯恐避之不及的疫病，所以必须不惜一切代价地严密防治。报纸上总是时不时地刊登耸人听闻的报道，比如我们每天使用的东西都沾满了细菌，键盘、手机、门把手上无处不有，好可怕！比马桶圈上的细菌还多！言下之意是，这些微生物污染着我们的生活，它们的存在就象征着污秽、肮脏、疾病。这种刻板印象其实非常不公平，大部分微生物并不是病原体，也不会让我们得病。世界上只有不到

100种细菌能让人类患上传染性疾病，⁸与之对比，我们肠道中的数千种微生物，绝大多数都不会带来危害。它们充其量不过是常规乘客或临时搭便车的，往好了说还会为人体带去不计其数的益处。它们不是带走生命的死神，而是助益生命的守护神。它们像隐藏的器官，与胃和眼睛一样重要，只不过它们由万亿个个体集合而成，不是一个统一的聚合体。

微生物比人体的任何一个部位或器官都全能。一个人的细胞大约携带了2万到2.5万个基因，而人体内的微生物基因数量是这个数字的500多倍。⁹基因的多样性加上极快的演化速度，使微生物成了生物化学领域的专家，能够适应任何可能出现的环境变化。它们帮助我们消化食物，并释出我们在其他地方很难得到的营养。它们能生产我们无法通过食物获取的维生素和矿物质，还能分解有毒有害的化学物质。有利于人体健康的微生物会利用数量优势挤走有害的微生物，或者分泌杀灭后者的化学物质，从而保护我们。它们产生的物质会影响我们身上的气味。它们还是我们生命中不可或缺的存在，我们把许多生命运作环节都“外包”给它们处理。它们指导我们身体的构建，通过释放分子和信号引导器官形成；训练我们的免疫系统，教会后者区分敌我；影响神经系统的发育，甚至可能影响我们的行为。它们为我们的生命做出了多种多样且影响深远的贡献，不曾漏掉任何一个角落。一旦忽略了它们，我们观察生命的视野就会像透过钥匙孔窥看一样狭窄。

本书会为你彻底打开这扇大门。人体如一个不可思议的宇宙，我们可以在其中尽情探索。我们将从人类与微生物结盟的起源，一直见识到它们通过打破直觉的方式形塑我们的身体与日常生活，以及人类保证它们正常运作、保持与它们合作的小窍门。我们会看到，人类如何因为一时的疏忽而打破了与微生物之间的和谐关系，而这又会如何破坏人体的健康。我们将探究如何通过调控微生物来修复这些问题，从而造福人类自身。我们也会读到许多科学家的故事，这些快乐、充满想象力且无比勤奋的人，把自己的生命投入研究微生物的事业之中，即使面对蔑视、解雇和失败也不轻言放弃。

除了关注人类，本书还把目光投注到整个动物界。¹⁰我们会了解到，微生物如何赐予动物非凡的能力、提供演化的机遇，甚至改变基因。比如戴

胜，它们有着锄头一样的喙和虎皮一样的羽色，其尾脂腺能分泌出一种富含细菌的油腺，涂布于蛋的表面；这其中含有可以产生抗生素的细菌，能防止有害的微生物穿透蛋壳，从而保护里面的雏鸟。切叶蚁的体表也覆有一种能够产生抗生素的微生物，可以杀死它们在地下染上的真菌。河豚浑身是刺，吸入空气会全身膨大；它们会利用一种细菌来特制体内的河豚毒素，这种毒素十分致命，试图捕食它们只有死路一条。马铃薯叶甲(*Leptinotarsa decemlineata*)是土豆田里的主要害虫，以植物为食；植物受到伤害后会分泌防御物质，而叶甲的唾液中恰好含有一种可以抵消这类物质的细菌。天竺鲷是一种体表带有斑马纹的鱼，它们携带着一种发光细菌，用以吸引猎物。蚁蛉是一种捕食性昆虫，长着可怕的颌部；它们咬到猎物后会通过唾液中的细菌分泌一种毒素，使猎物动弹不得。某些线虫会向昆虫体内注入有毒的发光细菌，杀死后者；¹¹还有些线虫会掘进植物细胞的内部，用从微生物里“偷”来的基因捣乱，给农业造成巨大的损失。

我们与微生物之间的联盟一次又一次地改变了动物的演化过程，也改变了我们周围的世界。其实要认识这种合作关系的重要性，最简单的方法就是想象没有它们的状况：那样的世界会变成什么模样？如果这个地球上所有的微生物都突然消失，好处是不会再有传染病，许多害虫也会挣扎着死去。不过仅限于此。牛、羊、羚羊、鹿等食草哺乳动物都会纷纷饿死，因为它们完全依赖于体内的微生物来分解所食植物中的坚韧纤维。非洲草原上的兽群会消失。白蚁也同样依赖于微生物提供的消化功能，所以它们也将消失。而以白蚁为食的大型动物，以及寄住在白蚁堆里的其他动物也会不复存在。食物中一旦缺少细菌来补充所需的营养物质，蚜虫、蝉，以及其他吸食植物汁液的昆虫也将灭亡。许多深海蠕虫、贝类等都依赖于细菌提供维持生命的能量，如果没有微生物，它们也会死去，黝黯深海世界中的整张食物网都会崩溃。浅海的情况不会好太多。浅海中的珊瑚必须依赖于微型藻类和极其多样的细菌才能生存；没了微生物，它们将变得尤为脆弱。曾经壮观的珊瑚礁会受到腐蚀并褪得惨白，所有仰赖于它们而存在的其他生命也将受到威胁。

奇怪的是，人类会没事。对其他动物而言，彻底灭菌意味着快速死亡，而我们人类却可以坚持几个星期、几个月，甚至好几年。我们的健康最终可能会受到影响，但除此之外，我们还要面临更严峻的问题。没了作为腐朽之王的微生物，垃圾和废弃物将迅速堆积。和其他食草哺乳动物一样，我们的牲畜也将死去，作物也会遭殃：没有微生物为植物提供氮，地球表面的植被将经历灾难性的衰灭。（由于本书专注于讨论动物，所以我先在这里向各位植物爱好者诚挚地说声抱歉。）微生物学家杰克·吉尔伯特（Jack Gilbert）和乔什·诺伊费尔德（Josh Neufeld）认真地开展过这个“如果没有微生物，地球会怎样”的思维实验，¹²他们得出如下结论：“我们预计，只需一年左右的时间，食物供应链就会彻底瘫痪，人类社会将完全崩溃。地球上的大多数物种会灭绝，而幸存下来的物种，其数量也将大大减少。”

微生物非常重要，我们之前都忽视、害怕、厌恶它们，现在却是时候重拾对它们的欣赏。如果再不重视，我们对自身生命运作的理解将变得十分贫瘠。我想在本书中展示动物王国的真实面貌，深入了解我们与微生物的伙伴关系，然后我们会发现，这个世界比以往所知的更加奇妙。过去，伟大的博物学家为我们记录下了现在广为人知的自然志，而我的目标是写作一部全新的自然志，以期在过去的基础上更深入地揭示自然的奥秘。

1854年3月，一位名叫阿尔弗雷德·拉塞尔·华莱士（Alfred Russel Wallace）的31岁英国人来到马来西亚和印度尼西亚群岛，开始了历时八年的史诗级跋涉之旅。¹³他看到毛色炽烈的红毛猩猩、在树上跳跃的袋鼠、羽色华美的天堂鸟、硕大的鸟翼蝶，还看到了獠牙直冲到鼻子上面的鹿豚，长着降落伞状脚蹼、在树与树之间滑翔的树蛙。华莱士尽全力抓捕、猎杀自己看到的奇异物种，最终收集到了数量惊人的标本，合计超过12.5万件：贝壳，植物，钉在托盘上的数以千计的昆虫，经过剥制、填充或保存在酒精里的鸟类和哺乳动物。而且，不同于许多同时代的博物学家，华莱士还精心地为所有标本贴上标签，记录下采集标本的具体地点。

这很关键。华莱士正是从这些细节中总结出了特定的规律。他注意到，

就生活在某一地方的动物而言，即使属于同一物种，其内部也存在诸多变异。他发现，一些岛屿拥有自己的特有物种。从巴厘岛向东航行仅35千米就可到达龙目岛，可是龙目岛上丝毫见不到亚洲动物的身影，目之所及都是迥然不同的大洋洲动物，就仿佛有一道无形的屏障分隔了两座岛屿（这一屏障后来被命名为“华莱士线”）。如今，华莱士被誉为生物地理学之父，而该学科研究的恰恰是物种出没的地点。但正如戴维·奎曼（David Quammen）在《渡渡鸟之歌》中写到的：“与其他善于思考的科学家一样，生物地理学家不止追问‘这是哪个物种’或者‘它们分布在哪里’，还会着重探究‘为什么会在哪里’，以及更重要的，为什么某个物种‘不在那里’。”¹⁴

微生物研究的开启也经历了类似的过程。人们首先为微生物编目：它们也许发现自不同的动物，也许来自同一种动物的不同部位。哪种微生物生活在哪里？为什么？为什么不生活在别处？只有了解微生物的生物地理学，我们才能更深入地了解它们的贡献和影响。华莱士通过大量的观察和采集到的标本，最终得出了左右生物学研究进程的见解：物种会变化。“每个物种出现的地理位置与年代，都与先于它存在的相似物种非常一致。”他反复地写到这一点，有时还会用斜体强调。¹⁵通过生存竞争，适者得以存活、繁殖，并把有利性状传递给后代。也就是说，它们通过自然选择而演化。这或许是科学史上最重要的顿悟之一。一切都始于对世界持续的好奇，始于探究自然的意愿，也始于一种天赋：能敏锐地捕捉到物种与地点之间存在的联系。

华莱士并不是唯一一位奔波于世界各地的自然探索者，还有很多其他的博物学家在记录和整理丰富的自然万物。查尔斯·达尔文（Charles Darwin）随小猎犬号环游世界，在历时5年的航程中，他途经阿根廷时发现了大地懒和犰狳的化石，在加拉帕戈斯群岛与巨龟、海鬣蜥以及外形各异的嘲鸫相遇。达尔文的大脑因为丰富的野外经验和收集到的多样物种而触发了灵感；他独立于华莱士开展研究，却不约而同地产生了同样的想法：演化论——一个随后与达尔文的名字永远绑定在一起的名词。托马斯·亨利·赫胥黎（Thomas Henry Huxley）因为激进地捍卫自然选择理论而享有“达尔文的斗犬”之称，他也曾远航到澳大利亚和新几内亚，在那里研究海洋无脊椎动物。植物学家

约瑟夫·胡克（Joseph Hooker）曾辗转前往南极洲，沿途采集各类植物。距离我们更近的还有E. O. 威尔逊（E. O. Wilson），这位在美拉尼西亚悉心研究蚂蚁的学者，之后以此为基础撰写了一部生物地理学教科书。

人们常以为，这些传奇科学家把注意力完全放在肉眼可见的动植物上，而无视了隐藏在背后的微生物世界。但这种指责并不完全正确。达尔文肯定采集过被大风刮到小猎犬号甲板上的微生物〔一种他称之为“滴虫”（infusoria）的生物〕，他甚至还与当时微生物界的领军学者通信。¹⁶但仅凭当时手头已有的工具，他只能深入到这种地步而已。

相比之下，今天的科学家可以采集细菌样本，分解、提取DNA，并通过基因测序对它们加以识别和分类。通过这种方式，这些科学家化身为现代的达尔文和华莱士。他们可以从不同的地点采集、识别标本，并提出最基本的问题：这是什么物种？分布在哪里？他们也可以沿用生物地理学的研究思路，只是把理论应用在了尺寸更小的微生物世界之上。轻擦动物的棉签取代了捕捉蝴蝶的网兜，解读基因的过程就仿佛翻阅野外工作指南。在动物园待上一下午，从一个笼子走到另一个笼子，就仿佛乘坐小猎犬号从一座岛屿航向另一座岛屿。

达尔文、华莱士与他们同时代的人都特别着迷于岛屿，理由很简单，如果想找到最光怪陆离、最华丽、最不可思议的动物，那么岛屿绝对是最佳选择。它们与大陆隔离，边界明确、面积有限，生物得以迅速演化。比起绵延广阔的大陆，岛屿上的生物学模式更容易明显且集中地体现各种特点。不过，“岛屿”也不单指被水域包围的一片陆地。对微生物而言，每个宿主其实都是一座岛屿，一个被虚空包围的世界。当我在圣迭戈动物园伸手抚摸巴巴的时候，我的手臂就像一条木筏，把微生物从一座人形岛屿输送给另一座穿山甲形岛屿。一个遭到霍乱侵袭的成年人，就像被外来蛇类入侵的关岛。没有人是一座孤岛？^①事实并非如此：从细菌的角度看，每个人都是一座岛屿。¹⁷

我们每个人都有自己独特的微生物组，它们会受到以下因素的形塑：遗

① 出自约翰·多恩的《没有人是一座孤岛》，余光中译。——译者注