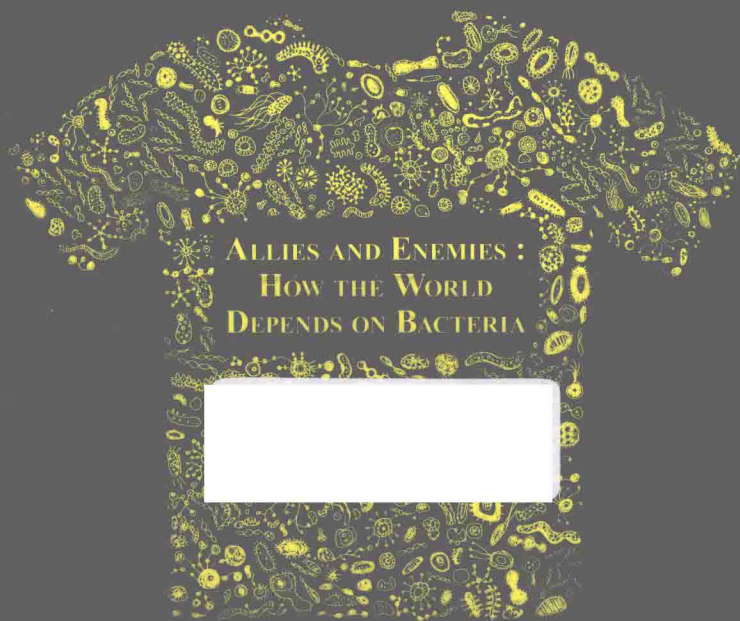


微观世界的博弈

细菌、文化与人类



[美] 安妮·马克苏拉克 / 著 王洁 / 译



中国工信出版集团

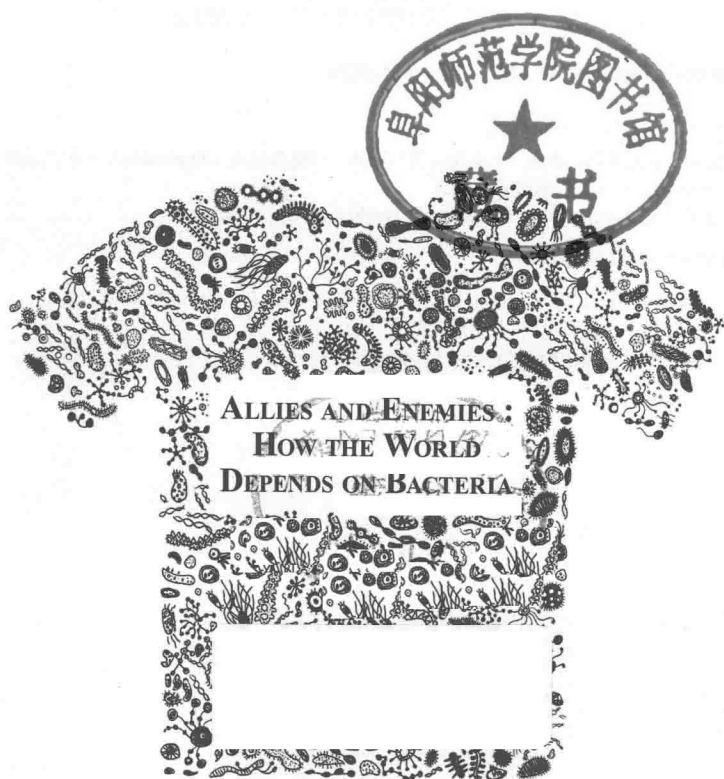


电子工业出版社

电子工业出版社 (ELECTRONICS INDUSTRY PRESS)
http://www.eip.cn

微观世界的博弈

细菌、文化与人类



[美] 安妮·马克苏拉克 / 著 王洁 / 译

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

Authorized translation from the English language edition, entitled ALLIES AND ENEMIES: HOW THE WORLD DEPENDS ON BACTERIA, 1E, 9780137015467 by MACZULAK, ANNE, published by Pearson Education, Inc, publishing as FT Press, Copyright © 2011 Pearson Education, Inc.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any information storage retrieval system, without permission from Pearson Education, Inc.

CHINESE SIMPLIFIED language edition published by PEARSON EDUCATION ASIA LTD., and PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY Copyright © 2015

本书中文简体版专有出版权由PEARSON EDUCATION ASIA LTD. 授予电子工业出版社。未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权贸易合同登记号 图字: 01-2014-8529

图书在版编目(CIP)数据

微观世界的博弈: 细菌、文化与人类 / (美) 马克苏拉克 (Marczulak, A.) 著; 王洁译. -- 北京: 电子工业出版社, 2015.7

书名原文: Allies and enemies: how the world depends on bacteria

ISBN 978-7-121-25159-7

I. ①微… II. ①马… ②王… III. ①细菌—普及读物 IV. ①Q939.1-49

中国版本图书馆CIP数据核字 (2014) 第295579号

感谢王山杉博士对本书中文版内容的详细审校。

策划统筹: 余 恒 赵 静

策划编辑: 孟 杨

责任编辑: 杨 鸽

营销编辑: 邱 烨 刘 玥

印 刷: 北京嘉恒彩色印刷有限责任公司

装 订: 北京嘉恒彩色印刷有限责任公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编: 100036

开 本: 889×1194 1/32 印张: 7.125 字数: 228千字

版 次: 2015年7月第1版

印 次: 2015年9月第2次印刷

定 价: 38.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

致谢

1978年，我成为了一名微生物学家，在伯克·德霍里蒂（Burk A. Dehority）的实验室研究牛、羊、马身上的厌氧菌。从那时起，我遇到了一些在厌氧菌、环境和水生微生物学领域里备受尊重的研究者，也有幸与他们中的一些人一起工作。这些研究者忘掉的微生物学知识，比我学过的还要多。无论是名望颇高的学者，还是初出茅庐的学生，我们彼此之间一致深信，细菌依然是一个未知的广阔世界。在此，我衷心感谢我在俄亥俄州立大学和肯塔基大学的所有微生物学教授。

这本书能够顺利出版，得益于众人的帮助与鼓励。我要特别感谢邦妮·德克拉克（Bonnie DeClark）、戴纳·约翰逊（Dana Johnson）、普利西拉·罗亚尔（Priscilla Royal）、谢尔登·西格尔（Sheldon Siegel）、梅格·斯蒂瓦特（Meg Stiefvater）和华莱士（Wallace），感谢他们审读本书内容并给予修正。我还要衷心感谢丹尼斯·孔克尔（Dennis Kunkel）和理查德·丹尼尔森（Richard Danielson），他们总是在我最需要的时候，给予我支持与帮助。同样，我也要感谢阿曼达·莫兰（Amanda Moran）和柯克·詹森（Kirk Jenson），他们给予我非常有价值的指导，感谢朱迪·罗兹（Jodie Rhodes）孜孜不倦的鼓励。

作者简介

安妮·马克苏拉克（Anne Maczulak）生于美国新泽西州的华
强市（Watchung, New Jersey），梦想是成为一名作家或者微生物
学家。她在俄亥俄州立大学完成本科和硕士阶段的学习，研究
方向是动物营养学。之后，她在肯塔基大学获得营养学和微生物
学博士学位，并在纽约州立卫生署（New York State Department of
Health）进行博士后研究。她也是旧金山金门大学的MBA。

安妮的微生物学家之旅，始于对人类和动物消化道里的细菌
和原生动物的研究。她也是一个微生物学家小组的一员，这些微
生物家受过亨盖特培养厌氧微生物方法的训练（厌氧微生物若曝
露在氧气下，就不能存活）。在工业界，安妮就职于一家世界500
强公司的微生物学实验室，开发除头屑的洗发水、除臭剂、净水
器、管道疏通剂、化粪池清洁剂和消毒剂——全部产品都和微生
物相关。她还参与加州-旧金山大学皮肤病小组的研究，测试伤口
愈合疗法、抗菌肥皂，还有脚部真菌的治疗。

安妮读研究生的时候，选课表里填了文学课程，当时其他学生和一些教授似乎对此有些困惑。安妮也同样吃惊的是，她了解到，有那么多同行觉得有对于人文的追求很蠢很蠢。1992年，她收拾行李，带着十多年来“错上加错”（growing bugs）的履历，驱车来到东海岸的加州，开始新的职业，就是把微生物学当作日常工作的同时，也当一名作家。是的，同时成为作家和科学家并不是不可能的。

无数个辛劳的夜晚，安妮与微生物实验室里的神奇的新设备共同度过，她持续进行了许多实验室项目，意在扬善除恶——利用有益菌，消灭致命菌。十年之后，安妮开始了崭新的职业生涯，担任独立的咨询顾问，成功地把写作和生物科学融合在一起。从那时候起，安妮已经出版了十本有关微生物学和环境科学的书，尽管还没开始写悬疑小说。她致力于让高科技主题通俗易懂。从她那独特的视角出发，安妮激发了读者们对微生物的兴趣，甚至让他们喜欢上了微生物。

Contents | 目 录

001 | 绪言

009 | 第一章
为什么这个世界需要细菌？

细菌生存的诀窍 / 12

细菌群落 / 16

显微镜下 / 20

生命的尺寸 / 26

人体上的细菌 / 32

细菌的起源 / 37

同一个星球 / 41

043 | **第二章**
历史上的细菌

古代人 / 46

细菌病原体的后遗症 / 48

瘟疫 / 52

微生物学家力挽狂澜 / 57

细菌学上默默无闻的英雄 / 62

在前线 / 72

077 | **第三章**
“人类大败细菌！”：短暂的胜利

什么是抗生素？ / 78

发明药物就像是制作香肠 / 83

突变体之战 / 89

细菌共享DNA / 95

条件致病菌 / 96

101 | **第四章**
大众文化里的细菌

细菌和艺术 / 102

表演艺术中的细菌 / 103

友与敌 / 109

细菌毁灭了艺术吗? / 113

123 | 第五章 单个细胞撑起整个产业

大肠杆菌 / 129

克隆的力量 / 132

链式反应 / 137

细菌逛大街 / 140

炭疽 / 146

为什么我们会一直需要细菌? / 147

149 | 第六章 看不见的微观世界

多功能性引发多样性 / 153

蓝细菌 / 158

细菌蛋白工厂 / 163

如何构建生态系统? / 167

反馈和生态环境维护 / 171

宏观生物学 / 175

179 | **第七章**
气候、细菌和一桶石油

石油的故事 / 182

细菌的力量 / 184

奶牛和蟑螂有何相似之处? / 186

微型发电厂 / 190

废弃物问题 / 192

火星上的细菌 / 197

塑造行星 / 200

203 | **尾声**
微生物学家如何培养细菌

连续稀释 / 204

细菌计数 / 206

对数 / 208

厌氧微生物学 / 209

无菌操作 / 210

213 | **附录**
学习资源

网络资源 / 213

图书资源 / 214

经典著作 / 215

在17世纪中叶，300年来的淋巴腺鼠疫让欧洲的人口减少了十分之一。这个致命的病，也就是黑死病，仅在1347到1352年间，就杀死了当时欧洲三分之一的人口。每次黑死病流行的间隙，欧洲城市都会再次繁荣起来，并重建其商业帝国。在阿姆斯特丹，英国人取代了荷兰人的海洋优势，不过荷兰人依旧保持其作为欧洲金融中心和贸易航线枢纽的地位。在尼德兰港口上，成吨的玻璃、纺织品还有香料进进出出。

在阿姆斯特丹经过学徒训练，布匹商人安东尼·范·列文虎克（Antoni van Leeuwenhoek）回到出生地代尔夫特（Delft）开始自己的生意，在不断增长的经济环境中进行投资。他需要评定纺织品质量的好方法，以便和已有的布匹商竞争。列文虎克用不同厚度的玻璃镜片进行试验，以此来放大单根丝线。早在75年前，制造眼镜的扎卡莱雅斯·詹森（Zacharias Janssen）和他的父亲汉

斯（Hans），已把多个镜片排列在一起，以增强放大率，于是就发明了第一架复合型的显微镜。列文虎克主要使用单镜片，但是它们构造精密，这让他观察到前人所未见的微生物世界。

列文虎克继续摆弄新显微镜部件，这种灵巧新发明问世的消息也传开了。他研究自然界各种各样的事物，更多是出于兴趣，而非科学。列文虎克利用一架200倍的显微镜，观察雨水、融化的雪，还有牙斑里动来动去的细小东西。他对于球状微生物和杆状微生物的描述如此细致，以至于3个世纪后的科学家读到他的笔记，也能认出那些微生物。列文虎克把这些微小的生物称为“微生物”（animalcules），并介绍了对微生物世界开展的首次研究。“微生物”就是后来人们知道的细菌，创立微生物学这门科学，列文虎克功不可没。

细菌是自给自足的生命体，是地球上独立存活的最小生物。细菌群居生活，好处明显；不过，它们也能独立生活，这就是所谓的浮游细胞。细菌作为一个群体，并不是因为受到限制而结合在一起，原生动物在有水之地聚集，藻类聚在有阳光的地方，而真菌是在土壤里。

认识微生物的关键是认识细胞。细胞是能够存活的最小型的分子集聚。生命很难去定义。生命有开端，有逐渐的衰老，也有终点；生命的过程，包括繁殖、新陈代谢，以及对环境的响应。生物学家认为细胞是最基本的生命单位，就像原子是基本的化学单位。

微生物学包括所有小到肉眼看不见的生命体。这个世界上，霉菌的孢子、原生动物和藻类也加入细菌大家庭里来，每一种看

起来都有优于其他微生物的特性。比如说，霉菌孢子，它们是坚硬、带小刺的球，抗干旱，也抗冻，微风一吹，就能飞过好几里地。许多细菌也有类似的做法，形成厚壁的内生孢子，这能比霉菌孢子多存活几个世纪。与此同时，原生动物们也在寻找它们所需的营养，这营养通常由细菌提供。你一餐能吃下一个细菌细胞，为什么就能捕获上百种不同的营养物质呢？不过细菌的捕食术另有千秋。特定的细菌彼此协力配合，它们在自己的生活环境里徜徉，去搜寻其他可食的细菌，这样就保存了能量。归根结底，藻类显然是个一流高手，因为它们的食物自给自足，是通过吸收太阳的能量进行光合作用而产生的。但细菌于此也在奋力迎接挑战。有些细菌和藻类形影不离，生活在水面上，并且进行一样的光合作用。别的细菌则存在于较深的水底，利用透过表面水层的微弱的光线来生活。如果细菌能说话，它们可能会说：“你们能做的事，我都能做得更好！”

细菌群落无处不在，自我繁殖，毋需配偶，不依赖其他细胞存活。不像生物学里的其他形态的细胞，细菌乃是用生物学里最简单的细胞完成这些事情。病毒的情况如何呢？它们通常被描述为现存的最简单生物体。微生物学这门科学，囊括病毒，主要是因为病毒在显微镜下才能看到，也具有生物的特性。但是，病毒不具有使之成为生物的完整功能：生命周期、新陈代谢，以及与交流。病毒完全依赖活的细胞而存活。病毒颗粒，如果单独存在，哪怕是在最舒适的环境里，也会成为没有生命的尘埃，一无所能。

关于病毒的起源和细菌的关系，有很多理论。病毒可能是

从原始的核酸发展而来，核酸是指脱氧核糖核酸（DNA）和核糖核酸（RNA）。RNA携带细胞里的信息，就像是DNA携带基因。RNA破解DNA基因密码，用这些信息来装配细胞的组分。病毒的起源更有可能是RNA，因为RNA的结构比DNA的简单；DNA分子包括两条长链，而RNA只有一条链。也许古代的RNA指导了较为复杂的分子的最初构建，比如包裹在蛋白质里的核酸，也就是病毒的基本结构。（蛋白质是折叠成特定形状的长的氨基酸链。）第二种截然不同的看法是，病毒是自我复制的RNA或DNA片段，被早期的细菌驱赶出来。这些片段，通过某种方式，被蛋白质包裹，从而变成初始的病毒。微生物学家也想过这样的场景，在这个场景里，进化过程出现反转，细菌细胞退化，它们有许多细胞结构从细胞上脱落下来，只有被蛋白质包裹的核酸留了下来。众说纷纭，莫衷一是，但有一件事确定无疑：在地球上，细菌和病毒共享着很长一段历史。

真菌、原生动物、藻类、植物，以及所有的动物生命，包括人类，都属于真核生物域。构成真核生物的细胞，包含被称作细胞器的内部结构。细胞器让真核细胞整齐有序，而细菌就没这般整齐；细胞器也助于细化细胞的基本活动：合成化合物，分解化合物，与其他细胞进行交流。但管理许多基本细胞结构也需要额外的工作。细胞繁殖期间，每个细胞器一定会被分配给两个新的细胞。在有性繁殖过程中，真核生物需要另一个真核细胞来繁衍物种。细菌域的成员，还有古细菌域的细菌样微生物，它们通过二分分裂一分为二，并不存在细胞器管理的问题，细菌和古细菌都没有细胞器。（显微镜下无法区分古细菌和细菌，许多科学

家，甚至是微生物学家，把这两类微生物混为一谈。)

在认识到细菌的存在之前，人们就已经对细菌善加利用——制作或者保存食物、分解垃圾。尽管人类和细菌的关系可以追溯到人类历史的早期，但是研究细菌也是近200年才有的事，关于细菌的重大发现出现在过去的50年。细菌遗传学在1953年开始兴盛，那时候詹姆斯·沃森 (James Watson)、弗朗西斯·克里克 (Francis Crick) 和罗莎琳德·富兰克林 (Rosalind Franklin) 研究来自大肠杆菌 (*Escherichia coli*) 的厚厚的黏液状物质，因此确定DNA的结构。

细菌生物学要发展，首先要有显微镜技术的提高。列文虎克是个起点，其他人改良了这种设备，特别是列文虎克同时代的英国人罗伯特·胡克 (Robert Hooke)。胡克发明了一种把光聚焦在样本上的方法，使得放大的图像更容易被人研究。到19世纪，微生物占据着科学家的想象力。微生物学在19世纪50年代至20世纪初叶进入“微生物学的黄金时代”。到黄金时代结束的时候，微生物学家已经解决了许多与细菌有关的健康及工业问题。在微生物学里，声名显赫的路易·巴斯德 (Louis Pasteur) 突显了生物学家的重要性，提升了生物学家的形象与声望。电子显微镜出现于20世纪40年代，这让微生物学家能够看到单个细菌细胞的内部结构。这种技术成就，加上对DNA结构和复制的研究，开启又一个新的黄金时代，这个时代包括了细胞遗传学的发展。通过对细菌如何控制、分享基因的研究，基因学家已然超越了简单的杂交红花植物和白花植物的水准。遗传学到达了分子水平。有些电子显微镜如今能产生原子的图像，原子是构成物质的最小单位。有了

这些技术进展，科学家们揭开了细胞繁殖的细节。基因工程、生物技术和基因疗法的发展都要归功于最初显微镜下对细胞组织结构的研究。

微生物学家也透过细菌细胞来观察整个生态系统。生态学家在不毛之地发现了细菌。没人相信那种地方会有生命，而细菌不仅耐受这样的地方，它们还茁壮成长。嗜极生物给我们带来好多惊喜，以人类的标准来看，它们是生活在极端恶劣环境下的生物，几乎没有其他生物能在那种环境里存活。工业界对嗜极生物进行开发，得到一些酶，这些酶可以在极高温或者极低温的条件下发挥作用。比如说，聚合酶链式反应（PCR），就依赖来自嗜极生物的酶进行反应，反应温度是在67.78℃至93.33℃之间。PCR在数小时内把一小段DNA扩增出数百万个拷贝。通过使用来自嗜极生物的酶（所谓的限制性内切酶），微生物学家可以追踪疾病的发作，监测污染，并抓住罪犯。

细菌循环利用地球上的元素，因此为其他生物提供营养支持。细菌供养着我们，并清理我们的垃圾。它们帮助调节气候，让水达到饮用的标准。有些细菌甚至释放化合物到空气中，把水气里的微滴聚集到一起，形成云朵。不过，大多数人忽略细菌带来的益处，只看到所谓的“呕因子”（yuck factor），即讨厌的一面。“细菌真的无处不在吗？”“我身上现在有细菌在动来动去吗？”“门把手上有大肠杆菌吗？”答案是：是，是，是！对微生物学家来说，这是一件非常美妙的事。

细菌在地球表面的每一处蓬勃生长，几乎所有的细菌都拥有至少一套备用的能量生成系统，要是首选系统出麻烦，备用系统

就启动。即使某些细菌生长并不茁壮，至少它们发展出了安然度过大灾难的机制。细菌这种明显不可能被毁灭的性质，也许激起了无数人的恐惧。我们害怕传染病、耐受性强的超级细菌，还有细菌已在历史上引发过的高致死率。病原体实际上只占全部细菌的一小部分，只不过，如果要人在15秒内说出10种细菌的名字，几乎每个人说的都是病原体的名字。

在此，我要改善细菌的公众形象。细菌能够伤害人，也确实害过人，但是这几乎只发生在人们犯错，让有危险的细菌有机可乘的时候。细菌给予我们的益处远多于伤害。认识地球上多种多样、形形色色的细菌，人们可以放下恐惧，欣赏这些微生物必不可缺的贡献。不过，一瞥之下，细菌的宇宙似乎是无形的。如果了解了影响我们日常生活的细菌，我们会更容易“看到”它们，即便它们实际上依然不可见。细菌曾被称为“友善的敌人”，我认为这传递着错误的信息。细菌是我们强有力的朋友。我们永远战胜不了细菌，我们也不要想战胜细菌。与大多数非常有能力的朋友一样，我们最好尊重它们，对它们好一点，和它们保持联系。