

基因

前传

从孟德尔到双螺旋

从古典遗传学到尖端生物科技
23 段故事再现基因密码探索之路

一本书读懂诞生 35 位诺贝尔奖得主的神奇领域

陈文盛 著



基因 前传

从孟德尔到双螺旋

陈文盛 著

图书在版编目(CIP)数据

基因前传：从孟德尔到双螺旋 / 陈文盛著. -- 北京：北京时代华文书局，2018.9
ISBN 978-7-5699-2570-8

I. ①基… II. ①陈… III. ①遗传学—普及读物IV. ①Q3-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第211971号
北京市版权著作权合同登记号 字：01-2018-1968

中文简体版通过成都天鸢文化传播有限公司代理，经远流出版事业股份有限公司授权大陆独家出版发行，非经书面同意，不得以任何形式，任意重制转载。本著作限于大陆地区发行。

基因前传：从孟德尔到双螺旋

JYIN QIAN ZHUAN CONG MENGDEER DAO SHUANG LUOXUAN

著 者 | 陈文盛

出 版 人 | 王训海

策划编辑 | 胡俊生

责任编辑 | 周 磊 余荣才

装帧设计 | 程 慧 赵芝英

责任印制 | 刘 银

出版发行 | 北京时代华文书局 <http://www.bjsdsj.com.cn>

北京市东城区安定门外大街138号皇城国际大厦A座8楼

邮编：100011 电话：010-64267955 64267677

印 刷 | 北京凯德印刷有限责任公司 010-87743828

(如发现印装质量问题，请与印刷厂联系调换)

开 本 | 710mm×1000mm 1/16 印 张 | 19 字 数 | 260千字

版 次 | 2019年2月第1版 印 次 | 2019年2月第1次印刷

书 号 | ISBN 978-7-5699-2570-8

定 价 | 68.00元

版权所有，侵权必究

推荐序一

为什么要再探孟德尔之梦？

周成功（阳明大学生命科学系退休教授）

每一个重要科学理论形成的背后，都有一个长期摸索碰撞的过程。只有通过回顾这段历史，了解科学探索活动的始末，我们才比较容易掌握这段科学知识内在发展的脉络，科学知识才不会沦落成为一堆无趣、冰冷的教条，而是充满人性味的思维结晶。因此从科学史入手，永远是一般人接近科学的最佳途径，同时也是科学教育中最有效的入门方式。很可惜在中文的世界里，大部分有关科学史的书籍都出自翻译，而教科书中对科学史的叙述多半是片断，或语焉不详。因此，学生在这样的学习过程中，对科学态度或研究精神的陌生与疏离也就不足为奇了。

虽然每个人都认同科学史在科学教育中的重要性，但愿意花费心力、投身在这个领域中的学者并不多见。阳明大学陈文盛教授这本《基因前传：从孟德尔到双螺旋》，毫无疑问为科学史的中文写作提供了一个新的方向。我相信它未来对从高中到大学这个阶段的生物学教育，会有深刻而长远的影响。

《基因前传：从孟德尔到双螺旋》从达尔文发表《物种起源》（1859年）谈起。大家都知道，达尔文的进化论是现代生物学的基础，而他在《物种起源》中很清楚地提出了生物个体变异与自然选择的关系。但生物个体的变异是怎样忠实地从上一代遗传到下一代的呢？这是进化论成立的关键，而达尔文对

遗传学的认知是错误的！少了正确的遗传理论，进化论是跛足而残缺的。这时候孟德尔的出现就有了特别的意义。

孟德尔从豌豆杂交的实验结果中发现生物遗传的规律（1865年），弥补了达尔文的缺憾，开启了探究遗传基因的新纪元。随后基因从一个抽象的遗传概念，逐步落实到DNA的物质基础上，最后一直到阐明了DNA的遗传密码怎么决定蛋白质氨基酸的排序（1967年）为止。本书完整回顾了这一百年从古典遗传理论到分子遗传学的发展历史。

本书的另一个特色就是仔细重现了这个阶段所有重要实验（不论成功或失败）的缘起、实验设计与实验结果对后来发展的影响。现在大多数学生，甚至包括许多老师在内，对于许多古典的遗传学实验都早已忘怀。但我认为这些实验其实是训练学生批判性思考最好的教材：在粗陋的工具与局部知识的限制下，如何针对重大的科学问题设计实验、解读实验的结果，以及碰到实验挫折又该怎么去克服，等等。只有了解在这种摸索、探究的过程中，科学家怎么提问、怎么相互诘难，我们才能看出不同科学家行事的风格、做学问的品位和它们所碰撞出的智慧火花。另外作者不时也会将这些实验发生的时代背景一并提出，更可以加深我们对这些重大科学事件的历史感。

当然本书也有一些让一般读者不容易亲近的障碍，特别是许多专有名词与实验的生物系统，会使得所描述的实验过程不容易完全了解。换言之，这是一本需要下一点功夫阅读才能领会其妙处的书。所以我会特别推荐本书给任何喜爱遗传学的人，尤其是那些正处于高中到大学阶段的同学们。同时，我也期待未来会有更多类似的作品出现。

推荐序二

见证分子遗传学的荣光

徐明达（阳明大学生化与分子生物研究所荣誉退休教授）

分子遗传学是20世纪科学发展过程中取得的最大的成就之一，这个发展使得看起来千变万化的生命现象，有了一个一以贯之的基本理论，让我们对生命的奥秘有更深一层的了解，而且对医药、农牧、环境科技产生革命性的影响，甚至因为对基因体序列的分析，而发展出新的科技与信息产业。

这个伟大的成就起源于孟德尔的仔细观察与分析，并提出了革命性的看法，后来再经过很多科学家的努力和奋斗，最后才得到这个宝贵的知识。这一段曲折、复杂又有趣的过程，是人类文明发展史中很重要的一个章节。享受现代舒适且丰富生活的人们应该去了解这一段历史。在本书中，陈文盛教授用他的生花妙笔将这一段重要的历史娓娓道来，不但把专业知识用浅易的文字描述出来，更把科学家在奋斗中的人性历程——意外、失败、转折、兴奋——展现出来，让读者了解科学知识并不只是从教科书里得到简化的叙述，而是有了深厚的感性层面，这一点对于科学教育非常重要。

我个人的学术生涯刚好和这段历史重叠。我有幸参与这个历程，因此读这本书时有特别深的感触。很多的发现在当时都令人非常兴奋，也是让我持续在这个领域研究的原因。陈教授也是参与这方面研究的杰出学者。我们要感谢陈教授特别花时间，把这一段重要的科学史呈现给大家。

推荐序三

从求知、求真到人性

黄达夫（和信治癌中心医院院长）

《基因前传：从孟德尔到双螺旋》的内容不但生动有趣，且具深远的教育内涵。我认为所有华文世界的知识分子都应该了解遗传学，且以此书作为入门引荐，进入21世纪生命科学的世界。

这本书最引人入胜之处，是陈文盛教授以自身从事生物遗传学研究的科学家身份，深入浅出，娓娓道出遗传学历史的演变、错误的不断修正的历程，并且在其中穿插一连串有趣的生命故事。书中不少人事趣话和理论被证实的过程，勾起我对数十年学术研究生涯的回忆，触动我对于那一段时光的深深的怀念。

我自己在20世纪60年代末期到70年代中期，也在研究人类核酸的修复机制。人类有些疾病和核酸的正确或不正确的修复有关，在那个期间，核酸肿瘤学在生命科学的研究中所占的地位越来越重要，终于在21世纪的今天，变成医学发展最重要的领域。从这一点来预卜将来科学和医学的新发现，将不只是能够更进一步地了解人类疾病的成因，还能够找出更多有效且伤害性较少的治疗方法。所以，生活在21世纪的普通大众也要了解什么是遗传学、什么是DNA、什么是先天具有的毛病，以及哪些疾病是因为我们自己的生活习惯合并先天性

问题而引发的，只有这样，才能够预防疾病的发生。

对DNA、遗传学和细胞繁殖有兴趣的读者，会发现生物学、化学、物理学的整合在遗传学上的重要性。只是对单独一种科学具有深入了解是不够的。同时，从这些科学家的故事里，我们可以看到他们努力从事研究的热情，不只是来自于自发的好奇心，还有无私地发挥自己所能、奉献他人的利他精神，也是驱动他们努力不懈追求真理的动力。

遗传学从孟德尔的豌豆实验开始，经过果蝇、霉菌、噬菌体等实验，进入到对DNA结构的激烈的争议，了解到DNA的复制、对突变和适应的分辨，等等；从达尔文、孟德尔一直到沃森、克里克，再到今天基因图谱的解码（有赖美、英政府和民间的合作），处处都呈现人类以求知、求真为出发点，推动科技不断进步的风貌，终于在21世纪的今天，我们几乎每天、每月、每年都可以看到这两种精神交互作用所带来的最美好的果实。这种人性与科技进步之间互动所带给我们的成果，显示二者不可分离的关系。孟德尔在19世纪60年代，大概也没有梦想到一百五十多年后，他的研究启发了那么多有益于人类的发现。我揣测这个诠释，可能是陈文盛教授把这本书取名为《从孟德尔到双螺旋》的理由吧！

我个人特别对关于每位科学家不同性格的叙述感兴趣。这代表求真的科学精神（scientific inquiry）与人性（humanity）互动所产生的结果。虽然这些年来，科技的进展加速，似乎远远超过人道可以驾驭科技的能力，但是未来的世界是否更美好，将取决于人道与科学之间紧密地互动、影响、更正的最终结果。

自序

“为什么”比“什么”重要

1953年夏天，美国长岛冷泉港实验室的第18届“定量生物学研讨会”具有特别的历史意义。会场的聚光灯聚在DNA身上。沃森（James Watson）在大会演讲，讲他和克里克（Francis Crick）刚发现不久的DNA双螺旋模型。这是双螺旋首次公开露脸。在另一场演讲中，赫尔希（Alfred Hershey）发表了他们著名的“果汁机实验”结论。

生物学的学生们应该都读过赫尔希和他的助理蔡斯（Martha Chase）做的“果汁机实验”得出的结论。他们用T2噬菌体（感染细菌的病毒）进行实验。他们想问的是：DNA或者蛋白质是遗传物质吗？一般的教科书告诉我们：赫尔希和蔡斯用放射性的硫标示噬菌体的蛋白质，用放射性的磷标示噬菌体的DNA；他们发现T2感染大肠杆菌的时候，进入细菌的是放射性的磷（DNA），没有放射性的硫（蛋白质），所以赫尔希和蔡斯证明了基因是DNA。

事实是这样吗？显然不是。如果我们置身于1953年的这场大会，我们会听到赫尔希说：“我个人的猜测是，DNA不会被证实是遗传专一性的独特决定者。”他不确定遗传物质就是DNA。

如果我们再阅读他们九个月前发表的论文，就会看到文中如此说：“感染

的时候，大部分噬菌体的硫留在细胞表面，大部分噬菌体的磷进入细胞。”注意，文章只说“大部分”的硫留在表面，和“大部分”的磷进入细胞。可是大部分的教科书都说“硫”全部留在外头，磷“全部”进入，所以DNA是遗传物质。

这篇论文发表前八年（1944年），美国洛克菲勒研究所埃弗里（Oswald Avery）医生的实验室也提出支持DNA是遗传物质的论文。埃弗里的实验室用各种生化和物理技术，分析造成肺炎双球菌遗传改变（“转型”）的化学物质。他们在论文中下结论说：“在技术的限制内，具有活性的部分不含有侦测得到的蛋白质……大部分或许全部都是……脱氧核糖核酸（DNA）。”

埃弗里和赫尔希都是严谨的科学家，深知实验技术的限制，无法排除他们的DNA样本中完全没有蛋白质（或其他物质）的存在，所以不能肯定基因就是DNA。假如他们断然宣称基因就是DNA，他们一定饱受批评。

胡适曾经说：“有几分证据，说几分话；有七分证据，不能说八分话。”在证据不足的时候，要维持客观的存疑态度，不轻易论断。这是科学家必须具备的严谨治学精神。埃弗里等人以及赫尔希和蔡斯的研究结果支持DNA的遗传角色，没有错，但是他们都没有排除基因含有蛋白质或其他物质的可能性。这样保守的逻辑论证是绝对必要、不能妥协的。

如果我们把时间再提早九年（1935年），我们会碰到刚好相反的情况。那时同样也在洛克菲勒研究所的斯坦利（Wendell Stanley）纯化了烟草花叶病毒，并且成功地将病毒结晶起来。病毒能够结晶，显然纯度很高。他分析晶体的化学成分，发现只有蛋白质。此外，纯化的病毒依然具有感染力，所以斯坦利下结论说：“烟草花叶病毒可以看成一种自我催化的蛋白质……需要活细胞的存在以进行复制。”这项研究让那个时期的科学家更相信蛋白质是遗传物质。

现在我们知道烟草花叶病毒的遗传物质，其实是包在蛋白质中的RNA。这RNA占病毒重量的6%，但是斯坦利没有侦测到它，显然是技术上的不足。根

据不完美的技术所得到的结果下结论是很危险的。完美的技术是很稀罕的。

教科书教我们DNA（以及有些病毒的RNA）才是基因的携带者，没有错，可以背起来。但是如果我们简化历史，说埃弗里等人以及赫尔希和蔡斯证明了这件事，我们就辜负了他们坚守的科学精神。这样的科学精神正是学生亟须学习的。

这些例子凸显阅读原始论文的重要性。在原始的论文中，我们才可以接触到原始的数据、推理和结论，而不是被扭曲、过度简化或过度诠释的结论。阅读原始论文，我们才能设身处地从作者的角度思考，了解来龙去脉，而不只是背书本告诉我们的条文。

求知不能只是背书。沃森说过：“知道‘为什么’（观念）比学习‘什么’（事实）还重要。”他早在大学时代就领悟到应该尽量接触原始论文和数据，不要太依赖教科书。教科书的内容大多是根据二手或更多手的信息，做简化的陈述。简化的结果常常就是误导。难怪德尔布吕克（Max Delbrück）会说：“大部分教科书交代科学发展史的方式都百分之百的愚蠢。”

生物学应该是这个样子

1953年，我才八岁。我真正接触DNA的时候，已经25岁。

那时候我刚刚进入美国得州大学达拉斯分校（University of Texas at Dallas, UTD）的分子生物学系攻读博士学位。第一学年上了“分子遗传学”和“巨分子物理化学”两门核心课程，我才知道分子生物学是怎么一回事，DNA是怎么一回事，遗传密码是怎么一回事。

在出国前，我接触的传统生物学，像动物学、植物学、生理学、解剖学等，大都是相当表面的陈述，缺少基本层次的理论。这让原本在大学联考选择“甲组”（理工和医科）的我相当失望。接触到UTD的这些课程，才让我产生无

比的兴趣与热情。突然之间，我发现生物学应该就是这个样子：有物理、化学和数学支撑着。

当时UTD刚成立。分子生物学系第一届的学生只有六位。老师的人数却是我们的两倍。我选择的指导老师汉斯·布瑞摩尔（Hans Bremer）是从物理学家转行的生物学家。系里的老师中，他治学最严，我选他也是因为他的严格。我希望从他那里学习自律，收敛松散。当时希望当他学生的还有一位美国女孩，汉斯选择了我。我就这样踏入了分子生物学的研究领域。

汉斯成为学术上影响我最深的人。他亲自教我实验技巧、教我撰写实验记录和科学论文，还和我逐字修润讲稿并排练演讲。最特别的是他开的“论文研读”课程。他挑选重要的论文，让我们课前阅读，然后在课堂中不厌其烦地讨论，不放过任何细节，如，作者为什么要做这项研究；实验为什么用这一个技术不用那一个；数据的分析和诠释有什么漏洞；实验的结果告诉我们什么，没有告诉我们什么。这样严谨的要求和琐碎的磨炼，是我研究生涯中最重要的修炼之一。

汉斯在第二次世界大战结束后从德国移民到美国。他来达拉斯之前，先后在分子生物领导人德尔布吕克的研究所，以及斯坦特（Günther Stent，见第2章）的实验室担任博士后研究员。系里还有很多老师也来自欧洲。他们或他们从前的老师，有些会在本书中出现。

如，我们的系主任是来自英国的克鲁兹（Royston Clowes），他曾是有名的遗传学家海斯（Willim Hayes，见第4章）的学生。来自德国的蓝恩（Dimitrij Lang）曾是电子显微镜大师克兰施密特（Albrecht Kleinschmidt）的学生，他们两人发展出用电子显微镜观察DNA的技术（见第4章）。

系里还有一群辐射生物学家，其中鲁伯特（Stanley Rupert，见第10章）是DNA修复的拓荒者之一。1958年他在大肠杆菌中发现修复紫外线伤害的光

裂合酶。这种酶在可见光的照射下可以修复被紫外线破坏的DNA。20世纪70年代，土耳其学生桑贾尔（Aziz Sancar）在他指导下分离出这种酶和基因。桑贾尔因为这种酶，与其他两位DNA修复酶的研究者在2015年共同获得诺贝尔化学奖。

我刚从UTD毕业的时候，汉斯曾推荐我到加州大学伯格（Paul Berg，见《后记》）的实验室做博士后研究，但是伯格说要等到来年才有位子，我没有等。我和另一位老师到俄亥俄州医学院做博士后研究。伯格后来因为发展重组DNA技术，获得1980年的诺贝尔奖。

在俄亥俄州的时候，我曾做了一项四股DNA结构的研究。那时候我写信请教刚从英国剑桥搬到美国沙克生物研究院的克里克，他看了我的文稿后告诉我，那四股DNA的模型在五年前已经有位苏格兰的科学家发表过了。我如果想进一步研究的话，他建议我可以进英国克卢格（Aaron Klug，见第7章）的实验室。我没有听他的。克卢格1982年获得诺贝尔奖。

除了这几位，本书中提到的其他人物，我都只是在书籍和论文中接触到。最早是在UTD的时候，汉斯拿德尔布吕克1949年发表的《一位物理学家看生物学》（*A Physicist Looks at Biology*）给我们看。在这篇回顾文中，德尔布吕克陈述他和薛定谔（Erwin Schrödinger）两人以物理学家的观点来看，基因应该是化学分子；但是以分子而言，基因却太过于稳定，很诡异，似乎有违现有的物理原理。薛定谔甚至在《生命是什么？》（*What Is Life?*）书中提出，遗传学中可能隐藏着新的物理定律。这个煽动性的想法吸引了很多精英物理学家，积极投入遗传学研究。德尔布吕克等人更形成“噬菌体集团”，用大肠杆菌和噬菌体为研究题材，在细胞中的分子层次上研究基因。

汉斯还给我们另外一篇斯坦特于1968年发表的回顾文章《那就是那时候的分子生物学》（*That Was the Molecular Biology That Was*）。斯坦特把从《生命是什么？》到1953年的双螺旋这段时期称为分子生物学的“浪漫期”，因为这期

间，很多人都心怀寻找新物理定律的美梦。在接下来的“教条期”，对基因的研究开始揭开明确的分子机制和理论，一切结构和机制似乎都可以用现有的物理化学原理解释，没有提出新物理定律的必要。德尔布吕克等人的浪漫美梦，尽管带领了革命的风潮，仍旧只是一场美梦。

一个逐梦的故事

那时候的我正在实验室中打拼，只想早日毕业，所以对汉斯给我们的这些课外读物没有太在意。等到离开UTD好几年后，身处于学术生涯，回顾起来才体会到汉斯的用心。他是在熏陶我们，要放宽眼界，要见树又见林。

2005年，在我做讲座期间，台湾大学的于宏灿教授安排我去做一系列的五场演讲，题目是“分子生物学的崛起”。之后，我将内容扩充，开始在阳明大学和东海大学开一门叫作“孟德尔之梦：分子生物学开拓史”的课程，给大学部和研究所的学生选修，一直到现在。这期间，我也曾经简化科学内容的部分，加重时代背景（包括艺术与哲学的发展），在常识教育的学程中开课。

我用“孟德尔之梦”这个名称的想法，是出于孟德尔告诉修道院同僚的一句话：“我的时代将会来临。”我为了它先后阅读了四十多本参考书籍、这段历史中的重要论文，还有很多的网页数据，包括纪录像片和口述历史。我把这些教材整理起来，加上一些延伸读物及网络数据，提供给学生们阅读和参考。10年下来，我开始觉得应该把这一切撰写成书，因为虽然关于这段历史的英文著作很多，但是中文出版物很贫乏，一直到2009年才有远流出版的《创世第八天》中文版三册。《创世第八天》是历史学家贾德森的经典报告文学，讲的是分子生物学三四十年的黄金时期。我曾推荐这本书作为上课的参考书，但是发现几乎没有一个学生真正去读它。那超过一千一百页的内容，除了特别有心的，一般学生或老师都会却步。

我开始写我的书。我要从头说起，不只是谈那三四十年的黄金时期。我从孟德尔和达尔文开始写起，因为基因的概念是在那个时期开始孕育，DNA也是在那时候被发现。从孟德尔发表豌豆论文，一直到日后遗传密码的译码，基因神秘面纱被揭开，刚好历经了一百年。这本书说的就是这一百年中的基因历史。

这些故事中，我要注重科学方面的申述和推论。贾德森是历史学家，不是实验科学家。他在《创世第八天》中的科学推理方面没有达到我的期望，在课题的取舍方面也不太符合我的主观喜好。

分子生物学不是凭空产生的，它仰赖很多其他学科（例如物理、化学、数学和信息科学等）的知识和技术，特别是一些新出现的观念和科技。有趣的是有些新仪器竟然来自平日的生活用品。例如厨房用的果汁机，就一再出现在这段历史中。果汁机谁都会用。反过来，有些科技仪器（如X射线绕射晶体图学），在操作上和分析上都非常专业，就不是可以轻易解说清楚的。

最了不起的是研究者为了解决当前的课题，在没有现成技术可用的情况下，自己摸索，发明出新的技术来。例如，梅塞尔森（Matthew Meselson）和斯塔尔（Frank Stahl）为了测试DNA复制模型，使用超高速离心机发展出密度梯度离心的崭新技术。这种崭新的技术不但成就了该项研究，也成为日后相关研究技术的典范。

准备你的心灵

问题的思考、策略的选择和结果的诠释，都和科学家个人的背景很有关系，特别是他们的教育和经验。对书中关键的人物，我会做一些背景的描述，尤其和他们的发展有关的部分。达尔文和孟德尔在同一个时期做了很多（有些类似的）遗传研究，但是他们研究的风格非常不同，其中一个重要因素就是两

人的学识修养非常不同。

除了个人内在的因素，外在时空的机缘也是研究成败的重要因素。科学发现过程不像大众想象般依循一条直线，有规划、有条理地前进，而是有很多路线错综交织在时空中，充满了错误、曲折、意外和运气。你知道沃森和克里克建构了三个不同的DNA模型，才得到正确的答案吗？你知道科学家花了十四年的工夫才解完遗传密码，而前八年发表的理论 and 模型统统是错的吗？这些失败的故事，都不会出现在教科书中，但是它们都可以帮助我们对科学研究的本质和发展有正确且踏实的理解。

错误、歧途和失败都是不可避免的，尤其是当我们选择高风险的研究时。指导老师给学生的课题或者计划书规划的研究题目，通常不会是高风险的，通常有可以预期的结果。但是，当学生脱离这个课题，追求自己的梦，他就踏上陌生且高风险的发现之旅。两个最明显的例子是：沃森和克里克的DNA双螺旋结构，以及梅塞尔森和斯塔尔的DNA半保留复制模型。这两项研究既不是指导教师规划，也不是研究计划规划的。克里克和梅塞尔森当时都还是研究生，在进行别的论文题目。他们都是抽空从事这些“课外活动”，跌跌撞撞圆了他们的梦。

别忘了，当初孟德尔的遗传研究也是“课外活动”。他没有论文指导老师，也没有研究计划。他只是修道院里的一位修士，在没有任何酬报下，只有院长和同僚的鼓励（大概也帮忙吃了很多豌豆），八年中完成两万八千株豌豆的杂交实验。他为了什么？他只是为了发掘其中“应该隐藏着的大自然法则”。

这些大大小小的冒险活动在本书中占据重要的地位。我们随着这些冒险家面对挑战：随着孟德尔思考豌豆杂交实验的结果，随着沃森和克里克在来自四处的线索中抽丝剥茧，构思DNA的结构……一个谜题的解答带来另一个谜题，一个挑战接着一个挑战，编织出精彩的历史。

这不是一本轻松阅读的科普书籍。不管我们用何种方式进行，科学的学习永远不是轻松的，而是永远要花脑筋和精神的。别相信人说科学可以轻轻松松

学习，那是骗人的。真正扎实的学习，永远必须付出扎实的气力。

将本书捧在手上翻阅，随时停下来思考，慢慢咀嚼和消化。碰到太艰深或太生涩的题材，不妨放下书，冲一杯咖啡，休息一下再回来；也不妨暂时跳过，搁置起来，或者找人讨论。除非你已经是专家，否则你一定会碰到障碍，但这没有关系。如果本书说的你都懂，你就没学到什么。发觉自己不懂或不解，就是进步的第一步。

愿本书带给你收获与快乐，也帮助你充实自己的心灵。