图解
基因工程入门

[日] 太田次郎 著



需要全本请访问 www.ertongbook.com

图解

基因工程入门

〔日〕太田次郎 著

吴政安 译

科学出版社

1987

内 容 简 介

本书用图解和简洁的文字通俗地介绍基因工程的基本知识。内容丰富，选材精练，生动地将基因工程学的由来、现状和展望等显现在读者面前。全书共分八章，包括基因的本质、探索细胞、基因的活动、基因的语言、基因操作、基因重组、基因工程的应用、细胞融合与生物技术学等内容。

本书可供生物学、农业、医药部门的科技人员、管理干部，以及广大中小学教师和中学生阅读。

太 田 次 郎
（绘とき）
遺伝子工学入門
オーム社，1983

图 解
基因工程入门
〔日〕太田次郎 著
吴政安 译
责任编辑 刘 安
科学普及出版社出版
北京朝阳门内大街137号
中国科学院印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
*
1987年8月第一版 开本：787×1092 1/32
1987年8月第一次印刷 印张：4 5/8
印数：0001—4,000 字数：89,000
统一书号：13031·3626
本社书号：5323·13—18
定价：0.90元

前　言

二十世纪八十年代被称为应用生命科学的时代。在这一领域中，新技术层出不穷，连报纸的头版也常有它的席位。其中，赫赫有名的是人工操纵基因的技术——基因工程。自古以来神秘叵测的遗传机理已逐渐得到阐明，六十年代中期，人们已经能够在分子水平上解释遗传现象。20年后的八十年代，已跨入在一定的程度上能够控制生物遗传的新纪元。

基因工程业已步入实用阶段。虽说比当初的预测有姗姗来迟之感，但利用这种技术创制的产品行销市面已经指日可待。虽有不少问题尚待解决，但在本世纪末以基因工程为中心的应用生命科学，无疑将占领一个巨大的产业部门。

谈论基因工程的出版物已有相当的数量，然而，它们大都过于深奥，对于非生物专业的读者或初学 者似乎更难懂一些。

因此，《电子学》杂志编辑部委托我撰写关于“基因工程入门”的连载文章。该编辑部要求文章尽可能通俗易懂，所以，作者力求简明扼要地回顾遗传学从它的起步至今天所走过的道路。在连载中，有幸得到薄井道朗先生妙趣横生的插图，遂使拙作大添光彩。

在连载结束之后，承蒙读者和编辑厚爱，提出了在原稿的基础上归纳为一本小册子的要求，故不顾才疏识浅写成此书。在执笔过程中，对连载原稿进行了全面修改。然而，本

书几乎完全保留了深受广大读者欢迎的插图，并新增补了许多插图。这些引人入胜的插图，似乎弥补了拙作的不足，使读者大有易读易解之感。

有鉴于此，本书仅限于介绍基因工程和生物技术的梗概，对技术上的一些细节和一些事项，只好割爱。为了便于想深入涉足这一领域的读者，下面介绍一些参考书。在编写本书的过程中，作者也参考了这些书籍。

山口彦之著：《基因工程与生物技术》，启学出版。

池田康之助著：《基因操作技术入门》，工业调查会。

饭野徹雄著：《新的基因概念》，中公自然选书，中央公论。

如果本书能够成为对基因工程有兴趣的读者的入门书，作者将感到欣慰。另外，也希望本书能成为一般读者理解新技术的一个线索。

最后，在出版本书之际，谨向曾经帮助过我的オーム（欧姆）社出版部的各位表示谢意。

太田次郎

1983年11月

需要全本请访问 www.ertongbook.com

目　录

第一章　基因的本质…… 1

第一节　遗传学的发展…… 1

符号遗传学时代…… 1

细胞遗传学时代（染色体与基因）…… 3

第二节　基因与核酸…… 6

核酸的发现…… 7

基因的本质…… 7

DNA和RNA …… 11

第二章　探索细胞…… 15

第一节　细胞图的变迁…… 15

好奇心与显微镜…… 15

探索细胞的活动…… 17

第二节　新的细胞图…… 19

电子显微镜的时代…… 19

观察活细胞…… 22

把细胞敲开来研究…… 23

在物质上做上标记…… 26

细胞是一个生产工厂…… 27

第三章　基因的活动…… 29

第一节　基因和酶…… 29

红色链孢霉的登台…… 29

突变与酶…… 32

遗传病的病因…… 33

第二节　蛋白质的合成……35
从 DNA 到蛋白质（转录与转译）……36
“造物主”的妙手……41
第三节　基因活动的调节……43
大肠杆菌基因的调节……44
酶合成的调节……46
真核生物基因的特征……47
分化革命……49
第四章　基因的语言……51
第一节　遗传信息……51
四个字母的秘密……51
变64为20……54
第二节　密码的解读……55
突变的利用……55
尼伦伯格（M。W。Nirenberg）的水平思维……57
印度出生的生物化学家……59
第三节　合成密码……62
利用辞典……62
第五章　基因的操作……65
第一节　基因的“剪刀”……65
“剪刀”的发现……65
带粘性末端的切割方式……68
第二节　基因的“浆糊”……69
“浆糊”的特征……69
第三节　基因的“搬运工”……71
大肠杆菌的性别……71

质粒…… 72
噬菌体…… 75
载体与限制酶…… 77
第六章　基因的重组…… 78
第一节　DNA的重组…… 78
第一个实验…… 78
携带爪蟾基因的大肠杆菌…… 81
第二节　基因的克隆…… 83
DNA 的克隆化…… 85
霰弹枪式实验…… 87
第三节　五花八门的 DNA 重组系统…… 89
枯草杆菌…… 89
酵母菌…… 92
第七章　基因工程的应用…… 93
第一节　基因工程的潜力…… 93
攻克癌症…… 93
激素的大量生产…… 97
遗传病的治疗…… 99
在农作物方面的应用……102
基因文库……104
第二节　基因工程在应用方面的现状与存在的问题106
冒险企业（venture business）……106
涉及专利的一些问题……109
基因工程的困境……111
第三节　有关安全的规定……112
阿西洛马会议……112

N-IH 的指导准则……113
限制的缓和……115
生产的许可问题……117
第八章　细胞融合与生物技术……119
第一节　细胞融合……119
仙台病毒……119
薯茄……121
杂交瘤……123
第二节　生物反应器……125
可反复使用的节能型……125
生物膜是关键吗？……127
第三节　生物技术的现状和未来……127
生物量（biomass）……128
分解塑料的细菌……131
索引……135

第一章　基因的本质

第一节　遗传学的发展

“儿女为什么象父母？”这个问题自古以来就是一代代人所无法解开的疑问之一。虽然有不少人笼统地比较过子代与亲代二者之间的异同，但是，只有孟德尔（G. J. Mendel）第一个把眼睛盯在一种形状或性状上，并定量地分析了其传递方式。当时是奥地利某教堂牧师的孟德尔，用豌豆进行了杂交实验，并于1865年发表了他不朽的实验结果。然而，由于他的发现远远超越了当时人们的接受能力，因而被当时的学者们所忽视。

直到1900年，狄夫瑞斯（H. De Vries），柯伦斯（C. E. Correns）和切尔迈克（E. Tschermak）三位学者分别独立地进行研究，发现了与孟德尔用豌豆做实验所获得的同样的遗传规律。孟德尔法则被重新发现的这一年，被视为现代遗传学诞生之年。在此后至今的八十余年间，遗传学有了飞跃的发展。如果说在自然科学的领域中，还没有象遗传学那样在如此短暂时间内急速发展起来的学科，那也并非言过其实。

倘若追溯遗传学的这段历史，恐怕就得写出一本巨著。因此，本书只打算把焦点集中于涉及遗传本质的基因，简略地谈谈基因的研究所走过的道路。

符号遗传学时代

孟德尔没有使用“基因”而使用了“因子”这一术语。所谓“基因”（Gene）一词系1909年由丹麦遗传学家约翰森（W. L. Johansen）所提议使用的。然而，无论叫因子还是叫基因，其涵义都没有什么不同，下面统称基因。

孟德尔用A和a，B和b等符号来表示基因，并说明子代的性状如何取决于这些符号的组合。这一做法是享有盛名的。孟德尔所断定的法则就是：两个基因决定一种性状，这两个基因之间一般存在显隐性关系；两个基因中的任何一个都可传递给子代；就一个性状而言，子代从双亲各接受一个基因。双亲的性状在子一代和子二代分别按3：1和9：3：3：1的比例分离，这一机理可以使用A和a，B和b这些符号的组合而得到圆满的解释（图1.1）。

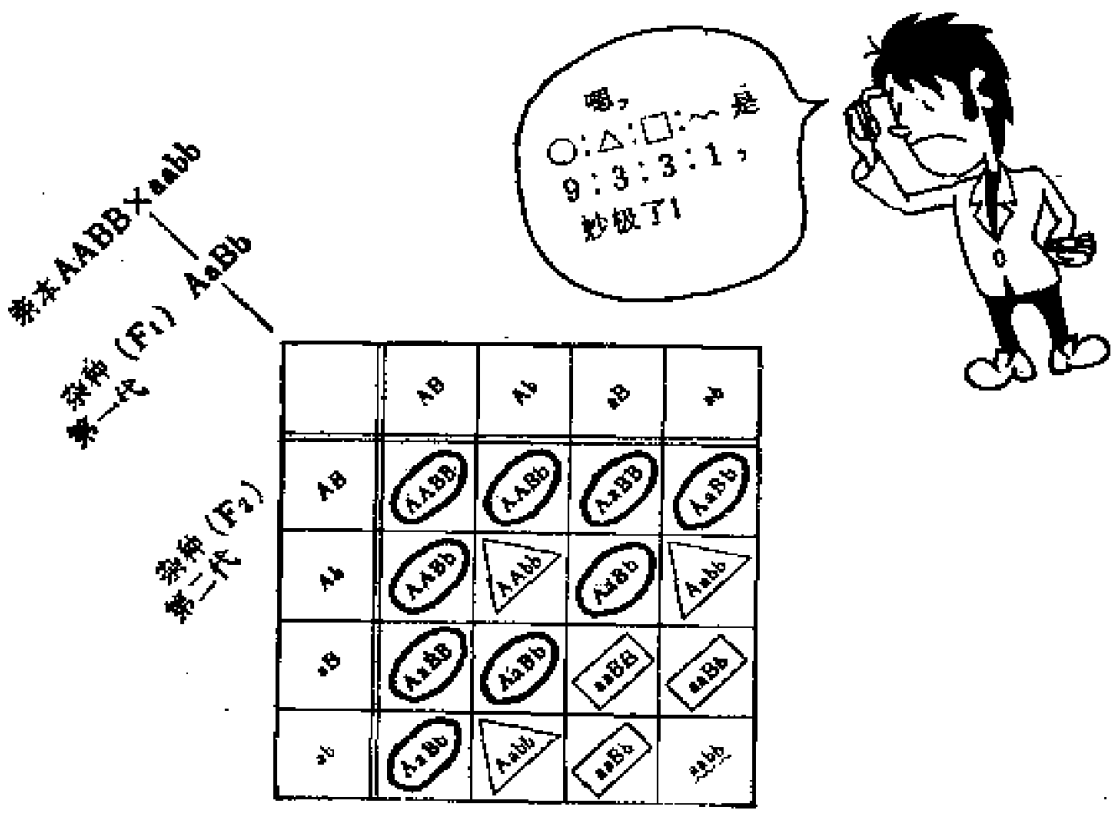


图1.1 符号遗传学的时代

需要全本请访问 www.ertongbook.com

运用符号的组合来说明性状分离的比例，这种方法既简便又明了，也合乎逻辑。假定不是一对基因而是多对基因决定一种性状，而且假定各基因彼此之间存在互补作用或相反地存在相互抑制的作用，即使是子代的分离比再复杂些，也是能圆满解释的。在高中课本中也设有若干此类例题，因此受到那些善长物理学和数学的学生们的欢迎。要知道这些学生过去一直把生物学当作一门死记硬背的课程而敬而远之的。

用符号表示基因的做法，无疑是孟德尔法则赖以产生的有效手段。至今，人们仍在用不同的“基因符号”来表示各种基因，由此可见它仍被广泛应用。但是，如果随便假定一些符号，仅仅解释一下性状的分离比例就罢休，那就会陷入形式逻辑之中。不用说，没有实际内容的假定，对自然科学是没有多大意义的。因而，在重新发现孟德尔法则后不久，遗传学就摆脱了仅仅用符号的组合来进行阐述的倾向，而朝着新的方向迈进。

细胞遗传学时代（染色体与基因）

1902年，美国细胞遗传学家萨顿（W. S. Sutton）注意到基因由亲代传递到子代的情形同染色体由亲代传递到子代的情形十分相似后，发表了“基因存在于细胞的染色体上”的设想。所谓染色体，就是细胞分裂增殖时出现于细胞核中的棒状结构，其数量和形态依物种而定。譬如，人类的染色体，无论男女均为46条。

在身体的细胞（即体细胞）分裂增殖时，每条染色体纵向一分为二，每个新的细胞分别接受半数的染色体。因此，

分裂前后的染色体数目不变。在形成精子和卵子等生殖细胞时，进行特殊的细胞分裂，染色体数目减半。因此，人的精子和卵子各有23条染色体。当卵子受精而形成新个体的细胞时，由于两个生殖细胞的核发生融合，染色体数目回复到和体细胞一样（在人，又变成了46条）。

萨顿发觉，生殖细胞的染色体数目减少，它只有体细胞染色体数目的一半，也就是说基因在体细胞中是成对的，形成生殖细胞时只包含其中之一。基因的行为和染色体十分一致。

美国的摩尔根（T. H. Morgan）用实验证明了萨顿的设想。摩尔根等人自1910年至二十年代，利用果蝇（英语为fruit fly，意为果实之蝇，总是聚集在成熟并开始腐烂的果实或正在发酵的物质周围）进行了遗传实验。

果蝇作为遗传的研究材料，具备许多优点。首先，每一世代的时间较短。如果是豌豆，自亲本交配至检查子代的性状，大约需要一年的时间，而果蝇则只需两周就进行世代交替。如果拿人打比方，这意味着果蝇只需大约2年就可以制作世代数相当于人类从源赖朝将军*时代至今的家谱图（图1.2）。

此外，果蝇很容易在小瓶中饲养，一只雌蝇可产几十个卵，因此，欲求子代性状的分离比，鉴于子代数量较多，从概率上讲可信度高。再者，具遗传性状变异的个体（突变体）较多，并且可以人为制造突变体。通过将突变体与正常个体交配，再观察子代中性状的分离比，可根据此结果确定

* 源赖朝系日本镰仓幕府时代一位著名的将军（1182—1204）。——译注

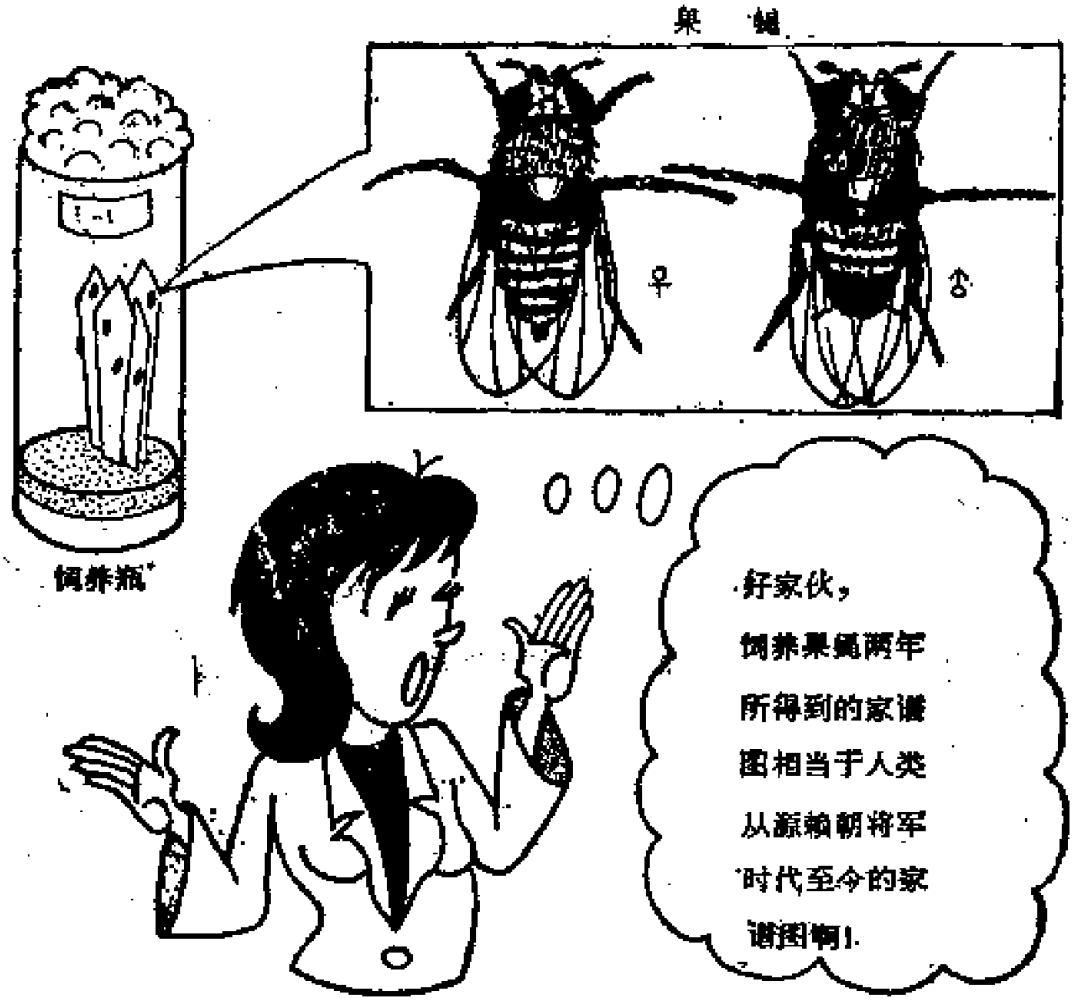


图 1.2

基因在各自的染色体上是如何排列的。

为了确定基因在染色体上的位置，必须根据分离比进行计算。这种方法作为遗传学的基础是十分重要的，但对于下面将叙述的论点没有多大关系，故从略。总之，如此绘制的基因的排列图称为染色体图，它的绘制方法是摩尔根想出来的。

另外，在果蝇分泌唾液的腺体中，存在比正常染色体大150倍、且具有一定的横纹结构的唾腺染色体。鉴于比较突变体和正常个体时，往往可以观察到它们的唾腺染色体的横

纹的带型存在差异，所以，可以根据横纹带型绘制染色体图。如此绘制的染色体图与前述根据分离比绘制的染色体图相比较，其基因的排列顺序是一致的（图1.3）。

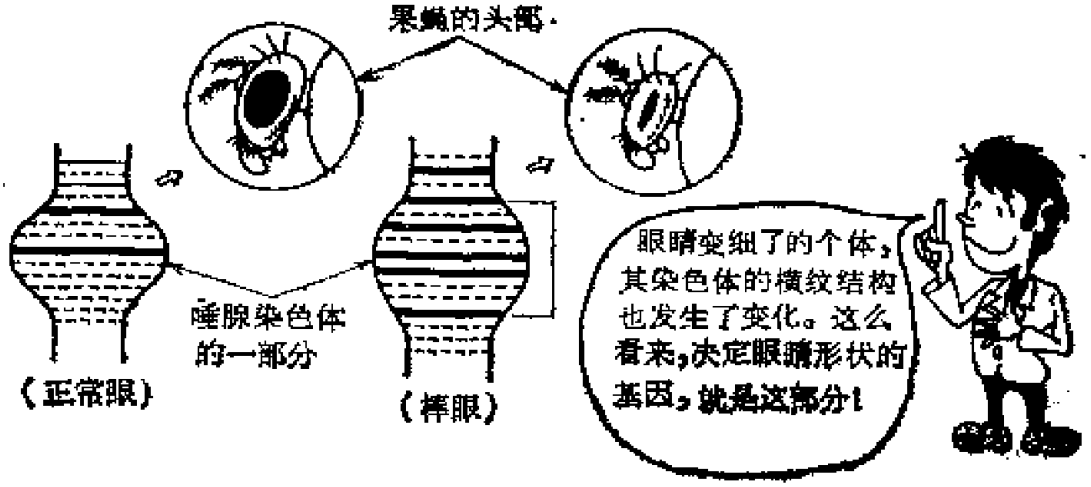


图1.3　基因和染色体

根据摩尔根等人的上述研究，在三十年代中期，证明了基因存在于染色体上的事实。这样，由于遗传学与细胞的结构——染色体相结合，因而把以染色体为中心的遗传学叫做细胞遗传学。

第二节　基因与核酸*

基因既然不是象符号那样被假定的东西，而是实际存在于染色体上的实体，可以设想，它是由某种物质所构成的。于是，研究者们把注意力集中于基因的本质是何种物质这样的问题。然而，那时有关基因的研究暂时受到了挫折，其原因主要是不十分清楚染色体的化学组成。大约花了20年的时间，研究才有了突破。事实上，现在被认为是基因本质的物

* 原文为遗传学与核酸，根据内容稍作改动。——译注

质，是很早以来就为人所熟知的东西。

核酸的发现

在孟德尔发现遗传的法则之后不久的1868年，瑞士年轻的生物化学家米歇尔（J. T. Miescher）发现了新的物质。当时正值法国和普鲁士发生战争，他以很容易得到的脓（由伤兵绷带上取得）——即白细胞为材料，提取出一种酸性物质，定名为核素（nuclein）。核素这一术语来自细胞的核（nucleus）。米歇尔研究核素多年，后来也从鱼类的精子（它具有和白细胞一样大的细胞核）提取到同样的物质。

现在看来，米歇尔的研究也过于走在时代的前头。他所发现的物质，后来称为核酸。虽然关于这种物质结构的有机化学研究有所发展，但是，此后的数十年间，人们却没有把这种物质与生物的功能结合起来。由此可见，米歇尔注意选择使用具有大核的材料——白细胞和精子这一点，可以说是惊人的卓见。

自三十年代末，逐渐出现了将核酸的化学研究和细胞功能联系起来的观点，这为四十年代至五十年代核酸研究的飞速发展奠定了基础。

基因的本质

1944年，在当时的洛克菲勒研究所（现为洛克菲勒大学）工作的艾弗里（O. T. Avery）等，发表了划时代的研究结果。艾弗里注意到早在1928年就由格里菲思（F. Griffith）等所进行的研究。格里菲思使用肺炎的病原菌——肺炎双球菌进行了有趣的实验。如果把肺炎双球菌注射到老鼠

体内，老鼠便患肺炎死亡。但是，该菌的突变体没有病原性，即使把它注入老鼠体内也不发病（后来得知，普通的病菌在其外表具有由多糖组成的荚膜，而突变体没有这种荚膜）。另外，将具有病原性的肺炎双球菌进行热处理之后再注射，小鼠也不发病。然而，奇怪的是，如果把没有病原性的突变体与经热处理灭活的肺炎双球菌一起注射，那么虽然它们各自都不具备病原性，但老鼠却得了肺炎，并从其尸体检查出具有正常荚膜的病原菌（图1.4）。艾弗里进一步发展了格里菲思的这个实验。

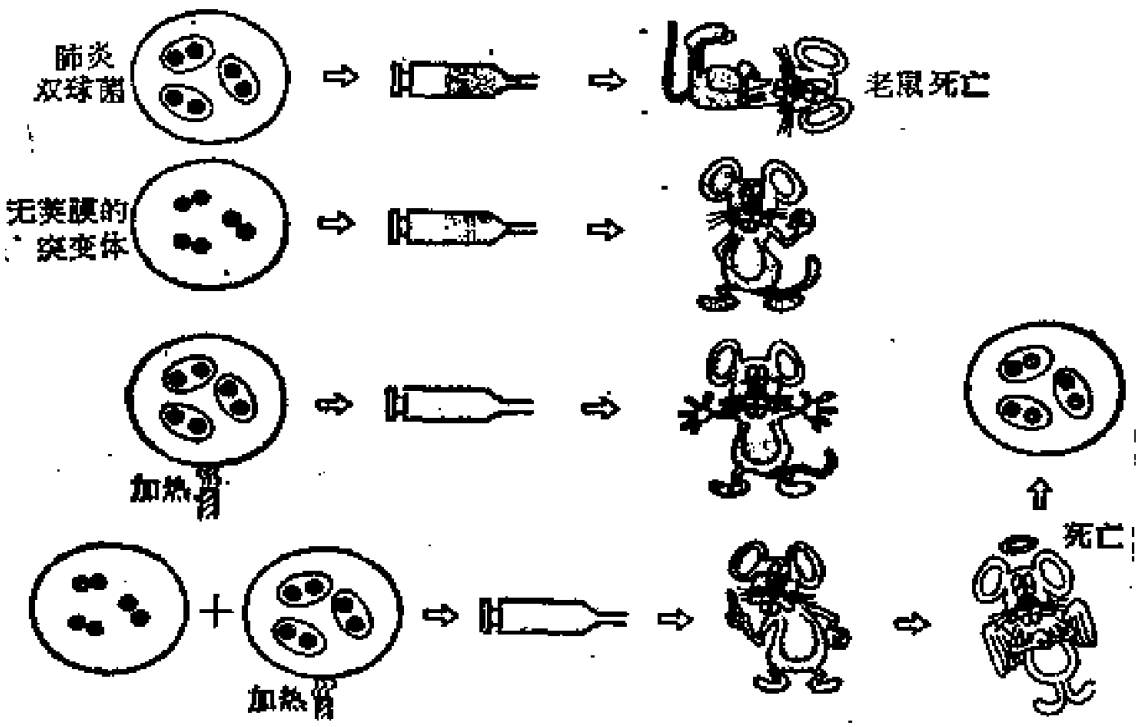


图1.4 格里菲思的实验

他们发现，即使不注射，只要在试管中把突变体与经热灭活的正常菌放在一起，就可出现正常的具有病原性的菌。于是，他们设想，在经过热处理的细菌中含有某种成分作用于

需要全本请访问 www.ertongbook.com