



KE XUE SHAO NIAN CONG SHU

科学少年丛书



生命 密码

汪忠 等著

南京师范大学出版社
NANJING NORMAL UNIVERSITY PRESS





KE XUE SHAO NIAN CONG SHU

科学少年丛书

生命 密码



作者

汪忠 高勍 李伟 李健 王吉文



南京师范大学出版社
NANJING NORMAL UNIVERSITY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

生命密码/汪忠等著. —南京:南京师范大学出版社,
2010.5

(科学少年丛书)

ISBN 978-7-5651-0130-4/Q·13

I. ①生… II. ①汪… III. ①生命科学—少年
读物 IV. ①Q1—0

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 078924 号

书 名	生命密码
作 者	汪 忠等
插 图	周晓熠
责任编辑	王书贞
出版发行	南京师范大学出版社
地 址	江苏省南京市宁海路 122 号(邮编:210097)
电 话	(025)83598077(传真) 83598412(营销部) 83598297(邮购部)
网 址	http://press.njnu.edu.cn
电子信箱	nspzbb@163.com
印 刷	兴化印刷有限责任公司
开 本	787×960 1/16
印 张	6.5
字 数	103 千
版 次	2011 年 3 月第 1 版 2011 年 3 月第 1 次印刷
书 号	ISBN 978-7-5651-0130-4/Q·13
定 价	16.00 元

出 版 人 闻玉银

南京师大版图书若有印装问题请与销售商调换

版权所有 侵犯必究

目 录

引子	1	13 神舟飞船和生物育种	49
01 狮虎兽和虎狮兽	3	14 生物质能源	55
02 分子马达	6	15 生物传感器	59
03 DNA 双螺旋结构	8	16 生命密码的解读	62
04 基因芯片	13	17 衰老的原因	66
05 基因兴奋剂	18	18 端粒酶	72
06 基因治疗	21	19 绿色荧光蛋白	74
07 克隆技术	26	20 荧光原位杂交	78
08 亲子鉴定	30	21 RNA 干扰	81
09 胚胎工程	33	22 基因敲除	83
10 细胞工程	37	23 基因工程	86
11 器官移植	43	24 蛋白质工程	90
12 生物导弹	46	25 生物柴油	93

引子

美丽的江滨市有一座闻名遐迩的百年老校江滨师大附中，这座学校自建校至今在各个领域为社会培养了一大批优秀人才，其中两院院士就有几十个。正是因为有着如此的光辉传统，江滨师大附中延聘教师的标准非常严格。海燕是一位刚毕业的名牌大学的生物专业硕士研究生，在刚刚过去的夏天，经过层层异常激烈的竞争，她终于被江滨师大附中录取。这不，她怀着对教育的热爱和憧憬，今天第一次上班。

上午刚刚上了一节课，海燕就被这里聪明活跃的学生所吸引，他们在课堂上思维灵敏，反应迅速，往往能够提出一些出人意料但又比较有深度的问题。这既让海燕觉得兴奋又让她感到非常有压力，毕竟谁都不愿意在课堂上被学生弄得张口结舌，因此她每次备课都要查阅大量的资料以做好精心充分的准备。还好，今天的这堂课没有出现问题，海燕长出了一口气，自己的第一次亮相总算顺利。刚回到办公室坐下，教研组的组长李老师就笑眯眯地凑上来问：“海燕，今天第一天上课感觉怎么样？”“哦，还可以，都能应付过来，呵呵！要不断地学习。”海燕笑了笑。

“在你来之前，我考虑了一件事情，觉得让你们年轻人去做比较好。”李老师继续



说道。

“什么事？”海燕有点诧异。

“是这样的，我们学校的学生在业余时间组织了很多社团，比如什么诗社之类的，但是到目前为止还没有一个和生物学相关的社团，”李老师喝了口水，接着说道，“所以我想让你带领一帮学生成立一个生物学的社团，怎么样？”

“好呀，这样一来可以丰富学生的课余生活，二来可以培养学生学习生物的兴趣，我非常乐意做这样的事情。”海燕兴奋地说道。

“好，就这么定了，主要以高一和高二的学生为主，人数嘛，没有什么限制，多多益善。”

海燕做事向来雷厉风行，仅用两天时间就将这个生物学的社团成立了。社团共有20个学生，定于每周五下午放学后进行社团活动，每次由老师和学生共同制定活动主题。

负责社团日常事务的是一个高二的学生，名叫雨轩，高挑的身材，一对大大的眼睛，她，说起话来浑身上下透出一种不失顽皮的严谨，她本身在班上就是班长，加上对生物学的特别兴趣，主动请缨来社团担当此任。

这天中午，雨轩来到办公室，问道：“海燕老师，这个周五我们社团就要开展活动了，你看我们的第一次活动主题是什么？”

海燕想了想，说道：“这是我们社团的第一次活动，我想带领大家走出校园看一看。”

“走出校园？”

“是的，我准备带着大家到白山动物园去认识动物。”

“啊？动物园谁没去过？这样行吗？”

“我们这次完全是从分类学的角度去认识动物，和你们平时不一样的。”海燕满怀信心地说道。

“好的，我去组织！”雨轩回答道。

01 狮虎兽和虎狮兽

周五很快到了，下午刚放学，海燕便带着社团里的这帮孩子兴高采烈地向白山动物园出发了。一路上，海燕完全不像平时上课时的样子，而是和这些孩子没大没小地闹着，让你觉得她和这帮高中生没有什么区别。

一下车，他们便跟着海燕参观起动物园了。别看他们刚才在车上个个没有正型，这时候倒没有一个不认真的，有的拿起笔记本抄抄记记，有的拿起照相机从不同的角度拍起来，而海燕凭借着良好的专业基础和充分的准备，每到一处就耐心细致地给大家讲解着有关各种动物的知识。

这时候，他们来到一处，“咦，这是什么动物？狮子不像狮子，老虎不像老虎的。”三班的团支部书记戴明艳问道。

“哦！大家来看看，这里有着非常珍贵的动物——狮虎兽。”海燕说道。

“狮虎兽是怎么回事？”李津疑惑道。这个李津成绩很“强悍”，平均每门课都能考到98分。

“母虎与雄狮交配生产下的后代叫狮虎兽。”

“那雄虎与母狮交配，生产下的后代岂不叫虎狮兽啦？”不知谁插了一句。

“是的，让你说对了。”海燕点头称赞道。

“所以这两种动物既有狮子的特征也有老虎的特征。”

“这不是正常的产物吧？是不是只有在动物园这样的条件下才会产生这样的动物？”戴明艳有些

狮虎兽是狮子和老虎的杂交后代。这种杂交的大型猫科动物，其珍贵程度，并不亚于大熊猫。据有关资料统计，目前世界上存在的狮虎杂交后代仅有20只左右。



狮虎兽

不解。

“不是的,在自然条件下也会产生这样的动物。”

“啊?不会吧?”

“对呀,狮子是群居动物,每个狮群可以老少三代一起生活,分工明确,狮群中的狩猎工作基本由雌狮完成,雄狮则是保卫狮群的勇士。而老虎是独居动物,一旦将多只老虎放在一起生活,它们就会因抢夺领地和食物等资源而相互撕咬。那么狮子和老虎又怎么可能交配产生后代呢?”雨轩好像对此蛮了解的。

“是的,在自然条件下,狮子与老虎‘相恋’,然后交配并怀孕产生后代的几率极低。即使在人工饲养的环境下,虎、狮受孕的几率也仅为1%~2%,而成活率仅有五十万分之一。”海燕说道。

“那狮虎兽或者虎狮兽是不是一个新的物种呢?”李津问道。

“那你想一想自然界中形成新物种的条件是什么?”海燕适时地启发道。

“物种必须满足三个条件:一是在自然界有一定的分布区,二是有一定的种群数量,三是能自然交配有繁殖能力的后代。”李津答道。

“很好!”海燕满意地点头,“狮虎兽与虎狮兽被人们称为世界‘怪兽’或‘奇兽’,它们的头和鬃毛像狮子,身体像老虎,有类似虎皮的褐色斑。它们的眼睛、鼻子、耳朵、脸型、脚爪和尾巴等都具有狮、虎共有的血统特征。虽然狮虎兽与虎狮兽在外形上看与现存的任何一种动物都不一样,更像是一类全新的物种,但是无论是狮虎兽还是虎狮兽都不能生育,所以它们不能说是新物种。”



骡子是公驴和母马所生的
种间杂种,通常没有生育能力

“一般动物杂交产生的后代都会表现出杂交的优势,像骡子就是一个典型的例子。”雨轩说道,“那狮虎兽是不是集中了狮子和老虎的优点?”

“呵呵。”海燕说道,“目前来看,狮虎兽不但没有发挥父母的优势,反而还比较弱。”

“啊!这是怎样的一种情况呢?”大家都很好奇地问道。

“一般情况下,杂交生物都具有杂种优势。所谓‘杂种优势’,是指不同种的生物杂交后会继承双方的优秀基因,表现出更优良的品质。但是狮虎兽与虎狮兽的存活率却极低。”海燕说道,“至于原因嘛,我现在还不清楚。”



虎狮兽

“那狮虎兽或者虎狮兽不就没有什么价值了吗?”

“不是的。”海燕笑了笑,“狮虎兽与虎狮兽不仅仅是用来观赏,满足人们猎奇的心理需要的产物。它们这种物种间杂交后代是比较基因组学及基因功能研究的绝好材料。对不同的物种产生的可存活后代的基因组的研究,以及对它们父母的基因组进行研究,再把三者进行比较就会发现:哪些基因没有参与生命重组,被丢掉了,而那些丢掉的基因功能又怎么被别的基因所代替或补偿而使得生命活动可以维系;哪些基因是生命重组过程中的关键零件,没有了它们,个体就不能存活;等等。这样不仅有助于人们理解生命是如何进化的,还有助于人们理解各种基因在生命体中的角色、功能和地位,这对科学的发展意义非同凡响。”

“哦!原来是这样!”大家恍然大悟。

快乐的时间总是很短暂,天色渐晚,海燕带着收获颇丰的这帮孩子们一路唱着歌回去了。

虎狮兽存活率更低,人们称之为世界“怪兽”、“奇兽”。虎狮兽头像狮子,有像狮子一样的鬃毛,身体像老虎,有类似虎皮的褐色斑。特别是它们的眼睛、鼻子、耳朵及脸型、脚爪和尾巴等都具有狮、虎共有的血统,它们的外形更像是一类全新物种。

02 分子马达

“我就是搞不明白‘分子马达’是怎么回事。”早上上完第三节课刚回到办公室，海燕就听见办公室门外的高一学生于洋和另外一个同学讨论道。

“那你们去问问生物竞赛的主教练林老师。”海燕建议道。

于是于洋就去找林老师了。

这个林老师是学校生物竞赛的金牌主教练，在江滨市很有名气，经他点拨的学生学习成绩往往能够突飞猛进。

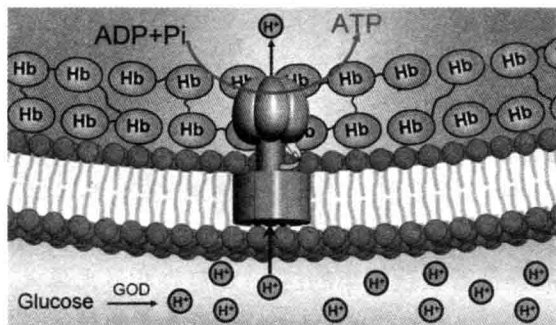
“林老师，”一进门，于洋就凑了过去，“我想参加生物竞赛的选拔，你能不能给我讲讲关于分子马达的知识？”

“呵呵。”林老师笑着说道，“好啊，但你要认真听呀！”

“那当然，快说快说。”于洋急切地想知道。

“你知道电动马达吧！电动马达就是指电动机，是一种通电后可以自行转动的螺旋装置，作用是将电能转换为机械能，来给物体提供动力。同理，分子马达也是一种通过能量转换提供动力的系统，不过它与电动马达的不同之处是将化学能转换为机械能。”林老师解释道。

“这是怎么一回事？”于洋有些疑惑。



H⁺ 穿过“分子马达”导致生成 ATP

“分子马达是一种生物大分子，是分布于细胞内部或细胞表面的一类蛋白，它负责细胞内的一部分物质或者整个细胞的运动。可以认为生物体内各种组织、器官乃至整个生物体的运动最终都归结为各种分子马达共同运动的结果。”

“哦，是一种蛋白质。”于洋若有所思，“那这种蛋白质是怎么工作的呢？”

“分子马达是一种蛋白质，因此

无论哪种分子马达的运动都是通过转入蛋白质构象的改变从而能进行有引导的运动,将化学键中的能量转化为动能。生物体可以直接利用的能量是 ATP,因此分子马达的运动与 ATP、ADP 之间的转换密切相关。”

“同 ATP 有关?”

“是的。”林老师说道,“美国康纳尔大学的科学家利用 ATP 酶作为分子马达,研制出了一种可以进入人体细胞的纳米机电设备——‘纳米直升机’。该设备共包括三个组件,两个金属推进器和一个附属于与金属推进器相连的金属杆的生物分子组件。这种分子马达以三磷酸腺苷酶为基础,依靠为细胞内化学反应提供能量的高能分子 ATP 为能源。其中的生物分子组件将人体的生物‘燃料’ATP 转化为机械能量。研究人员把金属镍制成的螺旋桨嫁接到三磷酸腺苷酶分子中轴上。当它们被浸于 ATP 溶液后,其中 5 个分子马达转动了起来,转速达到每分钟 8 转。据介绍,这种马达只有在显微镜下才能被观察到,其镍螺旋桨长 750 纳米,一纳米为十亿分之一米。根据拍摄到的画面,研究人员可以看到一个尘埃粒子先被旋转的螺旋桨吸入、再被甩出的情景。”

说完,林老师把 ATP 酶的结构示意图拿给于洋,“看看,这个就是 ATP 酶的结构示意图”。

“哦。”于洋接着问道,“那我们是不是只有从细胞中才能获得这种‘分子马达’?”

“不是的,分子马达从来源上分为天然的与人工合成的两种。天然的分子马达包括驱动蛋白、RNA 聚合酶、肌球蛋白等,在生物体内参与了胞质运输、DNA 复制、细胞分裂、肌肉收缩等一系列重要生命活动。人工合成的分子马达则是指人们为了某种特定的需要而人工合成的生物动能装置。”林老师最后解释道。

“原来是这样。”于洋说,“我明白了。”

腺嘌呤核苷三磷酸,又称为三磷酸腺苷(腺苷三磷酸),简称为 ATP,其中 A 表示腺苷, T 表示其数量为三个, P 表示磷酸基团,即一个腺苷上连接三个磷酸基团。

03 DNA 双螺旋结构

这天,海燕正在办公室备课,雨轩推门进来了,笑盈盈地说:
“海燕老师,你知不知道诺贝尔生理学或医学奖揭晓了?”



早在 1869 年,瑞士科学家米歇尔就发现了一种从细胞核中提取出来的白色粉末——核酸(当时取名为核素),后来人们逐渐对它有了更多的了解,于是给它起了一个更新更复杂的名字叫脱氧核糖核酸,简称 DNA。DNA 是一个很大的分子,它是经过某种复杂、神秘的方式形成的。后来科学家们通过许多科学实验证明, DNA 是遗传物质的基础。

“知道呀!有事吗?”

“我们生物课本上介绍的那些近现代重要生物学发现大多是外国人的贡献,我以后也能做出可以获诺贝尔奖的发现多好呀。”

“你有这个想法很难能可贵呀!”海燕点头称赞。

“过奖!过奖!”雨轩笑了笑,“其实像 DNA 双螺旋的发现就很经典,为什么我们就不行呢?”

“你对双螺旋的探索过程很清楚吗?”

“知道一点,但不是很详细。要不然你跟我说说吧?”

“嗯!反正现在也没什么事,就跟你说说吧!”

“好的,洗耳恭听。”

“20世纪50年代初,人们已普遍承认DNA是最重要的遗传物质,遗传信息就存储在DNA分子多核苷酸链上的4种碱基的特定序列上,进一步阐明其结构和功能已成为迫切的任务。这时,有三组科学家在进行DNA结构的研究,他们分别是:美国加州理工学院的鲍林,英国剑桥大学国王学院的富兰克林与威尔金斯,剑桥大学卡文迪什实验室的沃森与克里克。这是一场实力与智慧的科学竞赛。”

“鲍林是何许人也?”

“鲍林是美国著名化学家,1931年就将量子力学用于化学领域,阐明了化学键的本质,这使他后来获得了1954年诺贝尔化学奖。1950年,他首先阐明并发现了氨基酸链的 α 螺旋状结构。此后,鲍林又投入了DNA结构的研究。他是最早认定DNA分子具有与氨基酸链类似的螺旋结构的科学家,但他错误地认为DNA分子是由三股螺旋组成的,这使他误入歧途。”

“哦!是这样。”雨轩说道,“我听说有一个很出名的女化学家做出了卓越的贡献,她叫什么来着?”

“是的,她就是富兰克林。英国剑桥大学国王学院1946年就设立了DNA结构研究室,富兰克林与威尔金斯拥有充足的经费和先进的技术设备,他们与成功地建立DNA双螺旋结构模型只有咫尺之遥,但却未能跨出最后也是最关键的一步。这一方面是因为他们认为探索DNA结构的唯一途径是使用晶体学和数学计算的方法,拒绝采用建立结构模型的方法;另一方面是由于人际关系等方面的因素。”

“人际关系?”

“呵呵,是的!有点不可思议吧?”海燕接着说道,“在英国剑桥大学国王学院的实验室中,富兰克林虽然是唯一适合运用X射线衍射技术研究DNA结构的科学家,但她发现自己是处于一种对女科学家充满敌意的环境中,很难与同行们进行讨论与交流,并且她与后来派来做她上司的威尔金斯关系不融洽。富兰克林对DNA的研究工作取得了重要进展,却被有关方面要求停止这方面的进一步研究。1951年她离开了国王学院,到伦



富兰克林

1953年4月26日,由四位科学家共同撰写的一篇仅仅只有900字的重要文章发表在《自然》杂志上。文章的第一句是这样说的:“关于脱氧核糖核酸(DNA)的结构,我们想提出一个建议。”他们就用这样谦虚的方式向世界宣布了他们已经揭开了生命的最大秘密之一。

1962年，沃森、克里克及威尔金斯由于成功地建立了DNA双螺旋结构模型而共同获得了诺贝尔奖金。而英国著名女科学家富兰克林却没有得到这样的荣誉。然而人们在1953年4月25日的《自然》杂志上却找到了富兰克林的一篇对DNA双螺旋模型热情洋溢的支持性文章。她高尚的科学道德受到后人的赞扬。

敦大学伯克贝克学院从事病毒结构的研究。虽然威尔金斯还邀请她继续参与DNA的研究，但这些因素还是对他们二人的工作产生了不利的影响。在很长一段时期，富兰克林的工作没有得到应有的承认。”

“是不是因为这些因素影响了富兰克林，才让克里克和沃森赶上了？”

“可能有点这方面的原因，但也不全是。”海燕说道，“一直到1951年9月，富兰克林与威尔金斯在DNA结构的研究上已经非常接近胜利的终点了。就在这时，出现了两个年轻的竞争者，那就是你说的克里克和沃森。”

“能说说他们俩吗？”

“那当然！克里克在大学学的是物理专业，毕业后攻读物理学研究生。第二次世界大战爆发后，他中断学业参军。战后，他受薛定谔的《生命是什么》一书的影响，转而学习生物学，1949年进入剑桥大学卡文迪什实验室师从英国著名分子生物学家佩鲁茨攻读研究生。”

“那沃森是什么情况？”

“1951年，沃森在美国获得博士学位后，5月份在一次国际大分子结构研讨会上聆听了威尔金斯关于DNA的X射线衍射研究的报告，引发了他对这一研究的兴趣。9月，他也来到卡文迪什实验室，在英国著名分子生物学家肯德鲁的手下进行博士后研究。”海燕顿了顿，接着说道，“当时，佩鲁茨与肯德鲁正在合作运用X射线衍射技术研究血红蛋白和肌红蛋白的分子结构。

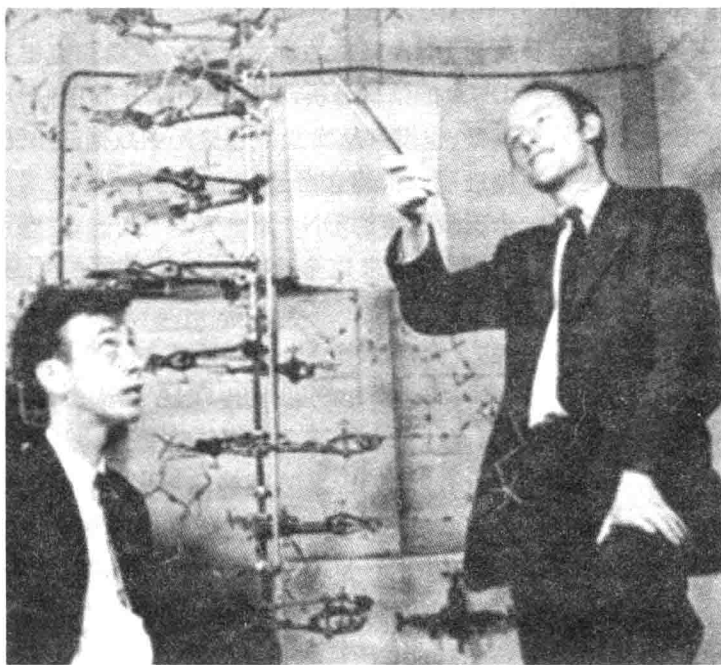
作为他们的学生和助手，克里克与沃森被安排共用一间办公室。两个年轻人都是《生命是什么》的忠实读者，又都对从分子生物学的角度研究遗传基因感兴趣，于是结成了事业上的合作伙伴。他们决定进行DNA结构的研究。”

“说到这儿，我先作个比喻。”海燕停一停说，“假如你要建造一幢房子，或一幢办公大楼，就必须准备好一个计划或一份设计图纸，上面规定了

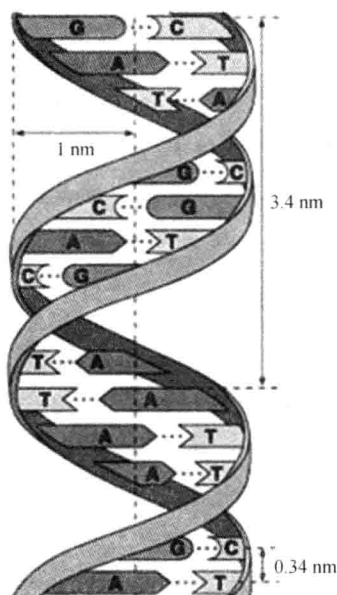


克里克和沃森

施工过程的每一个细节,但是这种计划如果要和造一个人,哪怕一只老鼠所需要的计划相比,实在是太简单了。因为要造一个人,你就得为一千亿个细胞以及包括产生新细胞新生命所必需的一切东西制订出详详细细的计划来,堆放这么多的计划图纸可得要好大一个地方啊。而所有这些复杂事情,DNA 似乎都能办到。在细胞核深处的一个小小的分子里面居然存放得下所有这些图纸。如此多样复杂的生命完全由 DNA 控制着,如果没有 DNA 的组织,就根本不会有我们所认识的这个世界。但是,这种有规律而又多种多样的新生命的产生绝不是一次成功的,而是需要每天成百上千万次不断变化才完成的。那么生命究竟是怎样产生的呢?如此之多的信息又是怎么储藏在这小小的细胞核里的呢? DNA 又是如何为整个生命传递信息的呢?它的结构又是怎样的呢?”



沃森和克里克以及他们制作的 DNA 双螺旋结构模型



DNA并不只是传递信息而已，这种模型的令人惊异之处还在于它能够精确地“自我复制”。

“好像在所有研究人员中，沃森和克里克资历最浅，知识与经验最缺乏，也没有进行过相关的实验，而且DNA结构不是他们的本职研究课题，但他们却在这场科学竞赛中赢得了胜利。”雨轩很会及时总结。

“你说得很对。克里克与沃森认为，当时的X射线晶体衍射技术水平尚不足以清晰显示生物大分子较为复杂的三维图像，仅靠数学计算，难以确定大分子中所有原子的准确位置。如果设想DNA分子呈螺旋状，则不妨依据X射线衍射图上的几组数据，先构建出分子模型的大模样，再不断调整其中原子排列的细节，直到其与真实分子的衍射图十分接近为止，此时得到的应是DNA的实际立体结构。不久，克里克、沃森得知美国化学家鲍林正是依据结构化学的简单原理，通过构建分子模型的途径，发现了蛋白质多肽链的 α 螺旋结构。这更使他们确信：解决

DNA分子结构之路在于构建模型。1951年11月，沃森听了富兰克林关于DNA结构的学术报告。沃森和克里克认识到他们要从事DNA的结构分析研究，但由于并非他们分内的工作，没有研究经费，也没有从实验中直接得到数据的条件，只能利用别人的数据进行分析建立自己分子结构模型。于是他们很快就提出了一个三股螺旋的DNA结构的设想。”

“但是现在看来这个模型是错误的呀！”雨轩疑惑地看着海燕。

“是的，”海燕说道，“当他们请威尔金斯和富兰克林来讨论这个模型时，富兰克林当即指出DNA结构应是双螺旋，而且他们把DNA的含水量少算了一半。这是因为沃森在听富兰克林的报告时没有做记录，富兰克林估算出DNA分子中每个核苷酸是由8个水分子环绕着的，而沃森却用脑子记成了每一段的DNA分子含有8个水分子。于是第一个模型宣告失败。”

“那接下来他们又想到了什么呢？”

“后来的一次，沃森和克里克见到了威尔金斯和富兰克林拍摄的、非常清晰的X射线衍射照片，他们从照片中央的那些小

小的十字架样的图案上,敏锐地意识到 DNA 分子很可能是双链结构。他们立即投入模型的重建工作,以脱氧核糖和碱基间隔排列形成骨架——主链,让碱基两两相连夹于双螺旋之间。由于他们让相同的碱基两两配对,做出来的模型是扭曲的。此后,美国生物化学家查伽夫的研究成果给了沃森和克里克很大启发。查伽夫发现:在他所分析的 DNA 样本中,A 的数目总是和 T 的数目相等,C 的数目总是和 G 的数目相等。还有就是 $(A+T):(C+G)$ 的比值具有物种特异性,于是沃森和克里克吸收了美国生物化学家查伽夫的研究成果,经过深入的思考,终于建立了 DNA 的双螺旋结构模型。”

“哦,原来是这样。”雨轩说道,“看来一项重要的发现往往要建立在很多在不同学科的人之间的合作基础上。”

“是的,对你是不是有很大启发?”

“是的。”雨轩感悟道。

04 基因芯片

转眼又到了周五,前些日子的每个周五海燕总能想到让大家感兴趣的课题,要么做一些探究实验,要么就某个有争议的问题展开辩论,参加社团的同学都感到收获颇丰。这一次,海燕依然坚持扩展同学们的视野这一原则不变,她决定带着同学们去参观著名的江滨大学生物科学的实验室,让同学们和那里的教授、研究生们面对面地交流。

为了能让同学们有充分的时间参观交流,海燕为此特意将社团活动时间改到了周六。这不一大早,海燕就带着同学们来到了江滨大学

