

刘植义
刘一婷
朱正歌

编著

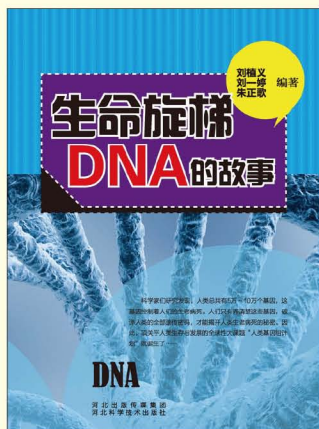
生命旋梯

DNA的故事

科学家们研究发现，人类总共有5万~10万个基因，这基因控制着人们的生老病死。人们只有弄清楚这些基因，破译人类的全部遗传密码，才能揭开人类生老病死的秘密。因此，项关乎人类生存与发展的全球性大课题“人类基因组计划”就诞生了……

DNA

河北出版传媒集团
河北科学技术出版社



亲爱的青少年朋友们，在本书中你们不但可以看到在分子水平上的神奇生命，了解现代生命科学的最新成果，而且更能从中体会到科学家们孜孜不倦的科学探索精神、严谨的科学态度和科学的思维方法，为你们将来走进生命科学的殿堂，攀登新的科学高峰奠定基础……

刘植义
刘一婷
朱正歌

编著

生命旋梯 DNA的故事

科学家们研究发现，人类总共有5万~10万个基因，这基因控制着人们的生老病死。人们只有弄清楚这些基因，破译人类的全部遗传密码，才能揭开人类生老病死的秘密。因此，项关乎人类生存与发展的全球性大课题“人类基因组计划”就诞生了……

DNA

河北出版传媒集团
河北科学技术出版社

生命旋梯 DNA 的故事 / 刘植义, 刘一婷, 朱正歌编著. --
石家庄: 河北科学技术出版社, 2012.11
(青少年科学探索之旅)
ISBN978-7-5375-5551-7

I . ①生… II . ①刘…②刘…③朱… III . ①脱氧核糖核酸 -
青年读物②脱氧核糖核酸 - 少年读物 IV . ① Q523-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 274620 号

生命旋梯 DNA 的故事

刘植义 刘一婷 朱正歌 编著

出版发行	河北出版传媒集团 河北科学技术出版社
地 址	石家庄市友谊北大街 330 号 (邮编: 050061)
印 刷	三河市航远印刷有限公司
开 本	700 × 1000 1/16
印 张	12
字 数	130 000
版 次	2013 年 1 月第 1 版
印 次	2013 年 1 月第 1 次印刷
定 价	23.80 元

如发现印、装质量问题, 影响阅读, 请与印刷厂联系调换。

厂址: 三河市城内北外环西路 电话: (0316) 3136836 邮编: 065201

目 录

生命科学的“阿波罗计划”

● 人类病魔的挑战	002
● “蘑菇云”的震撼	004
● 开启生命之门	007
● 无价之宝的“登月计划”	009
● 可贵的“1%”	012

探索基因之谜

● 引人深思的猜想	018
● “贝格尔”航行的启示	020
● 修道院里的伟大发现	023
● 在细胞里探秘	028
● 果蝇的贡献	035
● 细菌和病毒的功劳	042

● 绷带上的奇妙物质	046
------------------	-----

三 揭开基因信息的面纱

● 精巧的结构	049
● 伟大的发现	050
● 靠分子传种接代	056
● 高超的本领	059
● 扑克牌带来的启示	063
● 调节与控制	067
● 变异的奥秘	069

四 生命密码破译术

● DNA的“分子手术”	072
● “钓”基因	075
● 高速公路上诞生的“伟大灵感”	079
● 基因“搬家”	082
● 分子杂交	084
● DNA测序	086
● 奇特的分子“路标”	089
● 生物芯片的妙用	092

● 微生物的基因组测序	096
● 果蝇和老鼠的秘密	098
● 水稻基因组计划	099

五 基因工程创奇迹

● 高营养的作物宠儿	104
● 不怕病虫害的庄稼	104
● 不与杂草“同居”的神奇作物	107
● 生性泼辣的“庄稼汉”	109
● 会“发光”的奇异植物	111
● 多彩花卉的梦想	113
● 含有疫苗的蔬菜和水果	114
● “超级动物”的诞生	115
● “天然动物制药厂”	118
● 会发光的老鼠和吐彩丝的蚕	121

六 破译人体密码的“天书”

● 遗传图——标记DNA分子的基因位点	124
● 物理图——确定DNA分子的“里程碑”	126
● 序列图——揭开DNA分子的内幕	129

● 转录图——书写DNA分子的生命乐章	131
● 人体基因的重大发现	134
● 无与伦比的基因诊断技术	140
● 初露曙光的基因疗法	142
● 解读人体“天书”路漫漫	146
● 蛋白质组学的崛起	153

解密生命后的喜与忧

● 基因经济崭露头角	159
● 基因时代的医学	161
● 未来的“基因农业”	162
● 神通广大的DNA指纹	165
● 转基因生物的“危险信号”	168
● 基因歧视的泛滥	173
● 基因武器的威胁	176
● 基因对伦理道德的挑战	179

一、生命科学的“阿波罗计划”

20世纪末，一项震惊全球的科技新闻在人们中间广泛传颂。这就是2000年6月26日，参与人类基因组计划的美国、英国、日本、德国、法国和中国以不同的方式向全世界宣布：

“人类基因组工作草图已经绘制成功。”这是一项巨大的科学成就。美国前总统克林顿在白宫记者招待会上说基因组的绘制，是“人类迄今制作的最重要、最奇妙的图谱”。英国首相布莱尔说：“这是20世纪首项技术胜利”，“这是一场医学革命”。中国当时的国家主席江泽民也发表讲话说：“人类基因组计划是人类科学史上的伟大科学工程。它对于人类认识自身，推动生命科学、医学和医药产业等发展，具有极其重大的意义。”一时间，世界各地新闻媒体均用大量篇幅报道这一伟大的科学事件，并告诉人们：人类将进入平均寿命120岁的生命新时代。

一个人真的能活到120岁吗？什么是人类基因组计划？它为什么具有这么大的“魔力”？首先让我们看看这一破译“天书”的宏伟工程是怎样诞生的。

● 人类病魔的挑战

自古以来，人们就有一种愿望：健康长寿，长命百岁，期盼自己有一个幸福、快乐的一生。如今，人类已迈进了21世纪的大门。回眸过去，目不暇接的新发现、新发明使人类文明不断取得新的业绩。伴随着电报、电话、电视、汽车、飞机的依次登场，人类进入了电子时代；计算机和网络的出现，把人类从工业经济社会引入到信息经济社会。今天，我们可以登上神秘的月球，漫游九天求索；可潜入万米深海，到大洋探秘；可以分裂原子、拼接基因、克隆动物；能合成人间从未有过的纳米新材料；甚至创造人类的第二个太阳——可控核聚变，也变得不是那么遥远了。

然而，在新技术焕发出眩目光辉的面前，相比而言人类对自身的认识却显得有些苍白。目前全球20%~50%的人每天忍受着各种慢性病的折磨；我国有11%的人患有高血压，4.2%的人不同程度地残疾，2.5%的人患有智力低下。据联合国卫生组织1999年公布的资料，人类遗传病已达10126种，遗传病已不是少见病了，它已对人类的健康造成严重的威胁和危害。曾肆虐一时的传染病，尽管有的已得到控制，可并没有像天花一样销声匿迹，相反在一些地方死灰复燃。而肺结核病目前又有广泛流行的趋势；流行性感冒一直肆虐人间，从第一次世界大战期间死于感冒的美国士兵身上分离到的病毒告诉我们：一不

小心，它还可能毁掉我们几百万人的性命，因为人类对这种致命性的感冒病毒仍没有天生的免疫力。现在世界上流行的新传染病越来越多，像疯牛病传染的克雅氏病、埃博拉病毒引起的“出血热”、革登热等都是无法治愈的可怕的传染病。流行世界的“现代瘟疫”艾滋病更是使人“谈虎色变”，使人类深感忧虑。癌症、心血管病已成为当今人类最凶恶的杀手，人类驱除不掉的幽灵，它们一直高居人类死亡的前列。癌症的阴影还未散去，“老年痴呆症”等老年病又让希望长寿者望而却步，70岁以上老年人的30%，80岁以上老年人的80%会得此病。这种老年病让多少快乐家庭陷于痛苦之中。现代科学研究证明，几乎所有疾病都可能从基因中找到答案，但目前苦于不能解读这些基因，科学家们只能望病兴叹。人类连自己都认识不清，又何谈去征服自然！科学家们面对这样残酷的现实，发出了源于人类心灵深处的呐喊：要充分认识生命，了解自身，保护自身，这是我们最神圣的使命。

根据科学家们的研究，人类总共有5万到10万个基因，正常情况下，这些基因控制着一个人的生老病死。人们都希望太太平平度过一生，但实际上在人的一生中，无法避免地要接触这样那样的有害物质，这些有害物质能够引起所谓的基因突变，



艾滋病真的就这么可怕吗

这样在临床上就表现为各种各样的疾病，如果这种突变了基因传给下一代，就变成了遗传病。科学家们还发现，即使一般的传统性疾病也与基因突变有关。我们都有这样的经验，在相同的环境中流感病毒大爆发时，有的人会被传染得流行感冒，另外一些人则不会得感冒。易于被感染的人，就存在与正常人不同的易感基因。一个人是否长寿，也和基因有极大的关系，法国科学家就发现了人的长寿基因。他们研究了3万名长寿者，发现不少的研究对象体内有两种基因能帮助他们对抗致命的老年疾病，特别是心脏病和老年性痴呆症。带有这两种特定基因的人，长寿的机会比普通人高两倍。

既然我们知道决定人类生老病死的是基因，现在摆在我们面前的任务就是要弄清楚人类这5万到10万个基因的结构、位置以及它们都有一些什么样的突变形式，哪些疾病与哪些基因相关等等。于是科学家们便开始酝酿设计一项人类生命科学的“登月计划”——人类基因组计划。

● “蘑菇云”的震撼

在第二次世界大战快结束的时候，美国在日本的广岛和长崎两市各投掷了一颗原子弹。原子弹是一种杀伤力非常强的炸弹，它利用具有放射性的铀和钚等物质的原子核分裂所产生的原子能进行杀伤和破坏。原子弹爆炸时能产生巨大的冲击波和光辐射的“蘑菇云”，对人类的危害极大。这次原子弹对广岛和长崎两市的轰炸，瞬间使两座美丽的城市变成了一片火海，

尸体遍布，成为非常恐怖、残酷的死城。这次轰炸不仅造成了数十万平民的死亡，而且使大量幸存者也遭到了大剂量的核辐射。这些幸存者并不幸福，他们在以后的年代里，不少人得了白血病和癌症，相继离开了人世；也有些人在他们的后代中生出许多畸形胎儿或残疾儿，给家庭带来了悲惨的命运。原子弹爆炸的成功，虽然对日本帝国主义侵略者是一个沉重的打击，也是美国曼哈顿计划（制造原子弹的计划）的成就，但同时造成了数十万平民的死亡，实在是人类历史上的一场悲剧。由于核武器对人类的严重威胁，目前世界各国都坚决反对研制与使用核武器，以确保人类的和平与安全。

自第二次世界大战结束以后，为了研究辐射对人类的影响，美国国会责成原子能委员会，也就是现在的美国能源部的前身，开始了长达数十年的核辐射对人类基因突变作用的研究。

现在我们已经知道，人类的遗传物质是DNA（脱氧核糖核酸），它是由许多核苷酸组成的生物大分子。DNA是细胞核里染色体的主要成分，基因是染色体上有遗传功能的DNA片段。在核辐射的作用下，DNA的结构会受到破坏，因而造成基因的突变，因此核爆炸的幸存者往往出现病变，引发癌症或其他疾病。如果这些突变的基因传递给后代，代代相传不断延续，就会成为遗传病。然而，以上这些突变现象，美国能源部在日本进行多年的研究中却很少检测到。实际上，当时就没有能够检测到12000名核辐射受害者所生儿童的基因突变。根据估计，在当时的原子弹爆炸的平均辐射剂量下，受害者的基因突变率会增加30%左右。要检测出这样的突变率需要分析这些



希望和平的人们谁也不愿再次看到这样的悲剧

受害者2000亿个碱基对的DNA序列，他们的后代也需要分析500亿个碱基对的DNA序列。按照当时的DNA分析技术是根本做不到的。难怪明明受害者已经表现出突变性状，却检测不出DNA结构的变化情况。

根据以上情况，

1984年12月13日至19

日，在美国犹他州首府附近的滑雪胜地阿尔塔召开了一个小型学术会议。与会者交流了自己在DNA结构分析方面的研究进展，并对在DNA水平上检测可遗传变异的方法和途径进行了讨论。当会议结束时，与会者达成了一个共识：解决这个问题的最好办法是对受害者及其后代的全基因组序列进行测定。所谓基因组是指人类遗传物质基因的总和，它是由大约30亿个碱基对组成的，它们分布在细胞核内23对染色体上，全基因组序列测定实际上就是对这些受害人的DNA进行核苷酸排列顺序的分析。要解决这个问题，首先必须做出正常人类基因组的DNA全序列分析，然后以此为标准（或叫参考文本），再分析受害人及其后代基因组成DNA序列的差异情况，从而找出基因突变的原因。究竟该如何做，与会者们并没有深入地讨论，也不可能马上得出结论。但是这个测定人类全基因组序列的思想，却

在与会者的脑海里埋下了种子，他们开始积极推动人类基因组计划的设想。因此，阿尔塔会议成为连接曼哈顿计划与人类基因组计划的自然纽带，从而为人类基因组计划的诞生奠定了基础，阿尔塔会议也因此在此后20世纪生物科学研究史上拥有了自己的地位。

● 开启生命之门

1986年3月7日，著名的美国《科学》杂志上发表了一篇具有历史意义的文章“癌症研究的转折点——人类基因组的全序列分析”，这篇文章的作者是美国生物学家、诺贝尔奖金获得者杜伯克。杜伯克教授高屋建瓴地提出了继曼哈顿计划、阿波罗计划（人类登月计划）之后第三大科学计划：人类基因组计划（简称HGP）。他在这篇文章中首先论述了癌症研究的进展，指出癌症研究最重要的成果是使我们认识到，癌症及其他疾病的发生都直接或间接地与基因有关，现在不应再“东一榔头，西一棒槌”地按喜好去研究各自感兴趣的基因了，这样做只会事倍功半。我们应集中力量去解读整个人类基因组序列，描绘出人类自己的设计蓝图，这才是正确的道路。最后他写道：“这一计划的意义，可以与征服宇宙的计划媲美，我们也应该以征服宇宙的气魄来进行这一计划。”“这样的工作是任何一个实验室也难以承担的，它应该成为国际性的项目，人类的DNA序列是人类真谛，这个世界上发生的一切事情，都与这一序列息息相关。”

这篇文章使世界各国的科学家眼睛一亮，茅塞顿开，它为生命科学及人类自身的研究指明了一条新的宽广大道。各个国家的科学家纷纷发表议论，争先恐后地登上这个国际性的舞台，表示愿意携起手来，齐心协力，共同演奏一曲最伟大的生命交响乐。

最早登上舞台的是美国。从1984年开始，经过较长时间的争论，甚至激烈的辩论，于1988年终于在美国能源部和美国国家卫生研究院率先成立了“人类基因组研究中心”，同时请冷泉港研究所的所长，也就是发现DNA双螺旋结构的沃森教授担任第一任中心主任。1990年美国国会批准了定名为“人类基因组计划”的研究方案，并于同年10月1日正式启动。这一计划的



人类基因组计划将世界范围的科学家联系在一起

目标是从1990年开始，用15年的时间，投入30亿美元来测定人类基因组所有的DNA序列。鉴于人类基因组的研究是一个全球性的课题，需要国际间的合作，不久成立了一个机构——人类基因组（HGO）。有许多国家如法国、英国、意大利、德国、丹麦、日本、中国等相继宣布开展基因组的研究，设

法筹集资金，组织科学力量，积极参加这一国际性研究组织，开始了“人体阿波罗计划”之旅。

人们把人类基因组计划与“阿波罗登月计划”相比，称为“人体阿波罗计划”。这是为什么呢？“阿波罗登月计划”的实施，耗资240亿美元，动员了3120所大学和2万家企业的力量，400万人参与，历时8年，终于把人类送上了月球，这是人类历史上的壮举，是人类走出地球去征服太空的史无前例的飞跃，曾在世界引起极大的轰动。将人类基因组计划与之相比，足以说明这一计划的规模之宏大，技术之复杂，时间之长久和对人类影响之深远。人们普遍认为，人类基因组计划对人类自身的影响，将远远超过当年针对月球的登月计划，它的影响将更深远。

● 无价之宝的“登月计划”

人类基因组计划是一项史无前例的浩大工程。人类基因组由23条染色体组成，共含 3×10^9 个碱基对，要把这30亿个碱基对一个一个地识别鉴定出来，并且首尾相接，其长度相当于地球到太阳往返600多次。按照20世纪90年代中期的测序速度，每人每天大约可进行4000个碱基对的DNA测序，假如由1000个人每年工作365天，需要6年时间才能完成全部碱基对的测序。那么，知道了30亿个碱基对序列是否就大功告成了呢？这还差得远呢！还要将30亿个碱基对序列中包含的所有基因进行鉴定和定位，并绘制出人类基因组的图谱。有人比喻，如果把人类基