

最新科技的普及性解读

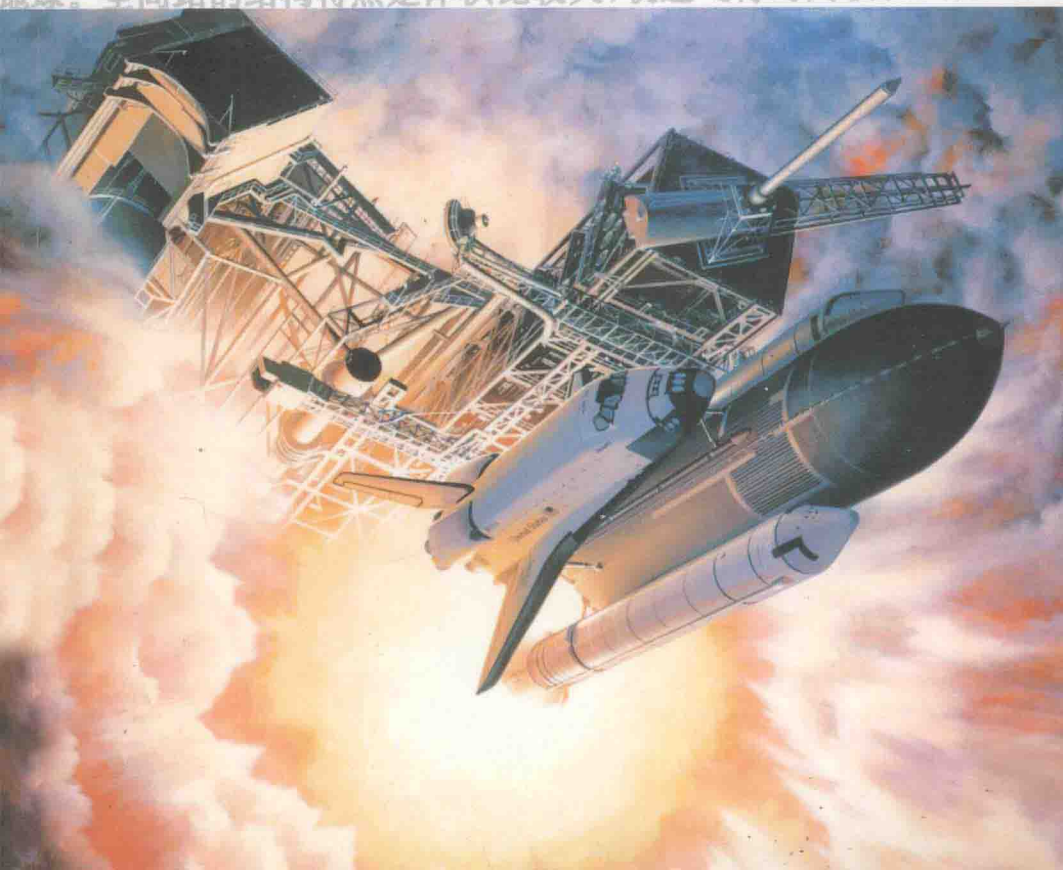
最新科学报告

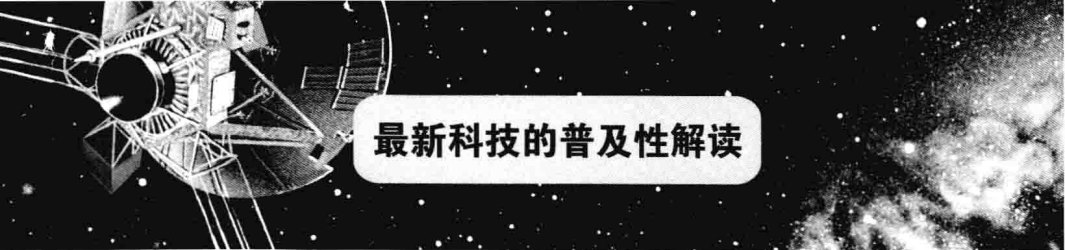
第二版

策划 苏言 李容
主编 喻纬

3. 空间站 空间站(space station) 长期运行在地球轨道上、具有试验条件、可供多名航天员长期工作和生活、并可进行各种科学实验的大型载人航天器。小型的空间站可一次发射完成,较大的可分批发射组件,在太空装成整体。空间站中有人能够生活的设施,可以数年或数十年内不再返回地球。空间站的结构特点是体积比较大,轨道飞行时间较长,有多种功能。

江苏教育出版社





最新科技的普及性解读

最新科学报告

第二版

策 划 苏 言 李 容
主 编 喻 纬

● 江苏教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

最新科学报告/喻纬主编. — 2 版. — 南京:江苏教育出版社,2005.2

ISBN 7-5343-4926-5

I. 最... II. 喻... III. 科技成果-汇编-世界-2002~
2003 IV. G321

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 008835 号

书 名	最新科学报告
主 编	喻 纬
责任编辑	喻 纬
出版发行	江苏教育出版社
地 址	南京市马家街 31 号(邮编 210009)
网 址	http://www.1088.com.cn
集团地址	江苏出版集团(南京中央路 165 号 210009)
集团网址	凤凰出版传媒网 http://www.ppm.cn
经 销	江苏省新华发行集团有限公司
照 排	南京理工出版信息技术有限公司
印 刷	江苏淮阴新华印刷厂
厂 址	淮安市淮海北路 44 号 电话 0517-3941427
开 本	880×1240 毫米 1/32
印 张	10
插 页	16
字 数	360 000
版 次	2005 年 3 月第 2 版 2005 年 3 月第 1 次印刷
印 数	1-4 100 册
书 号	ISBN 7-5343-4926-5/G·4621
定 价	19.00 元
邮购电话	025-85400774,8008289797
批发电话	025-83260747,83260767
盗版举报	025-83204538

苏教版图书若有印装错误可向承印厂调换
欢迎邮购,提供盗版线索者给予重奖

喻 纬(江苏教育出版社)

敬告读者

此时捧在各位读者手中的是《最新科学报告》第2版。它的第1版出版于2002年12月。

《最新科学报告》第1版在出版不久就引起专家的重视和读者的欢迎。2003年,它先后荣获第三届江苏省优秀科普图书一等奖,第五届全国优秀科普图书二等奖(见《中国新闻出版报》2003年9月11日第2版),第六届国家图书奖初评入选(见《中国新闻出版报》2003年9月12日第3版)。书店也乐于销售:在北京西单图书大厦,它被放在“科普园地”专柜中最醒目的位置;浙江省的一家市级书店销售了2200册……台湾的一家出版社——未来书城股份有限公司从第1版的30讲中选取了10讲,于2004年5月出版了中文繁体字版的《最新科技:你不能不知道的科学大件事》。

第2版的选材,依据下列评选:《科技日报》主办评选的2002年和2003年“世界十大科技新闻”;中国科学院和中国工程院的568位院士投票评选的“2002年世界十大科技进展新闻”和582位院士投票评选的“2003年世界十大科技进展新闻”(这项评选是由中国科学院院士工作局、中国工程院学部工作局和科学时报社共同主办的);2002年和2003年的诺贝尔科学奖——物理学奖、化学奖和生理学或医学奖。本书共24讲,前18讲介绍上述前两项评选涉及的内容,后6讲介绍诺贝尔科学奖。

我们非常感谢国内两项年度性世界十大科技新闻评选的主办者和评选者。时间一年一年地过去,每年涌现出的世界性科技成果,真是多得令人目不暇接,其中哪些成果是最为重大的,是最能代表科技发展趋势的,一般人很难正确把握。有了这两项评选,我们才可能将目光锁定在最重大、最具代表性的十几项成果上(多年的评选结果表明,每年都会有若干项科技成果被两项评选同时选中,因此每年被这两项评选选中的科技成果总共不到20项,而只有十几项)。

许多热心读者希望《最新科学报告》能够每两年出一本,成为“普及性解读世界最新科技成果的双年鉴和一本通”。将本书的第2版与第

1 版相比较,仅从选材的依据来看,你就不难知道,第 2 版不是第 1 版经由小幅度修订而成的,它是一本全新的书。从目录上看,你会发现,在第 2 版的 24 讲中,有 6 讲的标题与第 1 版中的相同,它们主要涉及人类基因组科学、干细胞研究、太阳中微子研究和纳米科学技术。这些领域的成果连续多年都在国内上述两项评选榜上有名,当第 2 版在作后续性介绍时,对有关的基础知识仍然得从头讲起,所以将第 1 版中的有关经典内容移入第 2 版,读者便无须到第 1 版中去查找了。当然,第 2 版中的这 6 讲都是经过作者认真修订与增补的。

国家科技部部长徐冠华在谈及当代科技发展趋势时,指出了 6 个方面的特点:科学技术加速发展,呈现知识爆炸的现象;科学技术更新的速度加快,科技成果商品化周期大大缩短;各学科、各技术领域相互渗透、交叉和融合;科学技术与人文、社会科学的结合;研究与开发的国际化趋势明显加快;科学技术,特别是高技术成为经济和社会发展的主导力量。

在 2004 年 12 月的一次报告中,中国科学院院长路甬祥对世界科技发展的现状和趋势作了精辟的分析。我们可以从 5 个方面了解当今世界科技发展的现状:信息科技仍然发挥主导作用,在向深亚微米、大规模集成、网格化、智能化方向发展;生命科学和生物技术正酝酿一系列重大突破,生命科学、物质科学、信息科学与复杂系统科学融合发展;物质科学焕发新的生机(微观物理学致力于四种基本相互作用统一理论;宇宙学深入探讨宇宙起源和演化;新的量子现象不断发现;材料分子尺度的设计和组装已经成为可能);超级结构材料、纳米材料和隐身材料等新材料继续成为人类文明的基石;资源环境科学技术发展迅速,环境技术已成为许多国家优先发展的重点高技术领域。我们还可以从 5 个方面把握当今世界科技发展的趋势:科技创新、成果转化和产业化速度不断加快,原始科学创新、关键技术创新和系统集成作用日益突出;科技突破呈现出群体突破的态势;学科交叉融合加快,新兴学科不断涌现;科技与经济、社会、教育、文化的关系日益紧密;国际科技交流与合作日益广泛。

我们在这里摘引徐冠华部长和路甬祥院长的报告要点,就是为了帮助读者更好地通过阅读本书欣赏世界科技发展的全景。

在本书的组织编写工作刚刚启动的时候,恰逢 2002 年诺贝尔生理学或医学奖得主约翰·苏尔斯顿博士来华访问。在上海复旦大学优美

的校园里,苏尔斯顿博士欣然为本书题词。题词言简意赅、意味隽永,足以引发我们的深思。

“对每件事情只有亲历实践和用心思考才能真正理解和掌握它”,这句话讲得何等好啊!本书10位作者的撰稿过程就是对这句话的生动验证。一位作者曾十分动情地谈起他写稿的过程。他说,介绍一项科技成果的科普稿件,要写得能让中学生也看得懂,最好这方面的基础知识有一本大学教材可供参考,因为教材的编写总是循序渐进的,沿着大学教材的知识线索追本溯源,便容易摸清中学文化程度读者的知识起点,再自这个起点从头开始讲,就容易把科普文章写得通俗易懂了。可是本书介绍的是世界最新科技成果,并不是每一个最新研究领域的基础知识都可以在一本相应的大学教材里找到的,因为这样的大学教材有的根本还没有问世呢。为了撰写本书中一篇几千字的文章,他翻译美国《科学》和英国《自然》杂志上的最新文章就达数万字之多,这些快报性质的文章也没有现成的段落可以借用。只有在充分调动过去的知识积累(包括他本人多年的科研积累)和大量阅读最新科技文献之后,经过反复深入的思考,科普文章的选材和写作思路才逐步明晰起来。他撰写一篇科普文章所耗费的精力和时间,是他驾轻就熟地写一篇科研论文的几倍甚至十几倍。介绍世界最新科技成果,只有深入之后才能浅出,这句话说得容易,真正做到是非得下苦功夫不可的。

在本书第1版的《敬告读者》中,我指出存在着大众对涉及世界最新科技成果的名词术语“耳熟不能详”的现象,并谈到了本书作者在帮助读者变“耳熟不能详”为“耳熟能详”方面所做的努力。在那篇《敬告读者》中,我还建议广大读者,特别是青少年读者,面对科普和科技书刊,要知难而进,不要知难而退,“不要轻易丢弃阅读科普的兴趣,更不要轻易丢弃学习科学技术的兴趣和志趣。否则,你的终身发展将不得不要受到许多限制,你也不得不放弃许多机会。”在最近读了几份调查报告之后,我更加确信,我们的努力是有意意义有价值的。

2004年12月3日,中国出版科学研究所公布了第三次全国国民阅读与购买倾向抽样调查结果。2003年,在接受调查的识字城乡居民中,每月读一本书的人为51.7%,其中农村的阅读率为45.3%。我国国民中有读书习惯者仅占5%。我国国民阅读率在1998~2003年的5年中持续走低,呈总体下降的趋势。我国61.6%的识字国民家庭中有藏书,其中藏书在50本以内的占37.2%,藏书在50~100本的占14.3%。这也就是说,近四成识字的家庭无藏书。据调查结果分析,1998~2003年的5年来我国国民读书的功利实用性目的走强,知识性

目的减弱,追求消遣和娱乐性表现越来越明显。

2005年1月10日的上海《文汇报》公布了在上海市进行的一项“高中生课外阅读现状”的小型问卷调查结果。当前高中学生的课外阅读比例失调,总体层次不高,呈现出“二多二少”的特点,即时尚类多,名著类少;教辅类多,文学类少。对高中生课外阅读持“无所谓”和“反对”态度的,分别占教师(不含语文教师)的47%和20%,语文教师的22%和5%,家长的49%和20%。

看了这两项调查结果,你是不是会发出“读书的人少,为求知读书的人更少,为热爱科技而读书的人更是少而又少”的感叹呢?

我和本书全体作者绝不会因得知这两项调查的结果而变得消沉悲观。“国民阅读率呈总体下降的趋势”这一严酷的现实,只会激发起我们坚持科普创作与出版的斗志。在与广大读者的几十年接触中,我们亲眼看到,在我国老中青少各种人群中,都拥有科普和科技读物的热心读者。科学的魅力是科学与生俱来的,它只会随着科技的发展而愈发浓郁、强烈和诱人,而绝不会衰减和消逝。更深更广地挖掘出蕴含在科学之中的魅力,让它的芳香成为更多的普通读者的享受,是作者们不懈的追求。写到这里,我不禁想到本书作者之一、南京大学天文系教授彭秋和的一席话。他是我国为数不多的、从事太阳中微子研究的专家。一次,他在谈了他本人青少年时期的艰苦求学经历之后,深情地说:“如果有那么一两个中学生在看了我的文章后,立下了从事太阳中微子研究的志向,那我就心满意足了。”多么殷切的希望,又是多么执著的追求啊!

在本书付印前夕,我们又欣喜地读到路甬祥院长关于科学教育的一次谈话(见2005年3月4日《科学时报》)。现谨将谈话中关于“我国下一阶段科学教育的主要任务”的阐述抄录如下,敬献给本书的广大读者:

“在强调素质教育的同时,强调开发人的智力,培养和提升人的创造力、学习的能力、独立思考的能力、与人合作的能力、实践的能力。如果没有自学能力,没有实践的能力,将来到社会上仍然很难适应。课程设置上,不能否定学科教育,但应加上科学史和技术史的教育,科学与社会、科学与人文、科学与艺术的融合,从而让人们对科学技术以及科学技术与社会文明进步的关系有全面的了解和把握。

“此外,不能把大学教育当作学习的终点,应作为新的基础与起点,不断学习,建立学习型社会。”

目 录

第 1 讲	生命的天书	张 猛(1)
第 2 讲	解码生命:人类基因组计划及其深远 影响	张 猛(14)
第 3 讲	小鼠身上的大文章	张 猛(31)
第 4 讲	干细胞:人类健康的新希望	孙可一(43)
第 5 讲	SARS:21 世纪人类生命面临的第一场 挑战	孙可一(61)
第 6 讲	小干扰 RNA 的大作用	郭金虎(74)
第 7 讲	人类的起源与演化	刘 武(86)
第 8 讲	探测宇宙早期的信息	萧耐园(100)
第 9 讲	挑战火星的“勇气”和“机遇”	卞毓麟(113)
第 10 讲	反物质世界的丰碑	黄艳华 江向东(128)
第 11 讲	中微子家族及其在宇宙天体中的重要 作用	彭秋和(140)
第 12 讲	“太阳中微子失踪案”和中微子振荡 ...	彭秋和(162)
第 13 讲	实验发现多夸克态新粒子	江向东 黄艳华(189)
第 14 讲	实验发现引力的量子效应	江向东 黄艳华(197)
第 15 讲	铷原子气的新物态	黄艳华 江向东(203)
第 16 讲	科学家发现暗能量存在的直接证据	江向东 黄艳华(210)
第 17 讲	热核聚变研究取得新突破	黄艳华 江向东(219)
第 18 讲	纳米科学技术	林鸿溢(228)

第 19 讲	2002 年诺贝尔物理学奖:“透视”天体的高能现象	萧耐园(240)
第 20 讲	2002 年诺贝尔化学奖:生物大分子真面目的质谱观测	林鸿溢(253)
第 21 讲	2002 年诺贝尔生理学或医学奖:细胞凋亡的故事	郭金虎(265)
第 22 讲	2003 年诺贝尔物理学奖:畅通无阻的流动	江向东(281)
第 23 讲	2003 年诺贝尔化学奖:水通道与离子通道	张 猛(290)
第 24 讲	2003 年诺贝尔生理学或医学奖:核磁共振成像技术窥视生命奥秘	林鸿溢(301)

张 猛(北京华大生态经济作物基因研究开发有限责任公司)

第1讲 生命的天书

为你导游 科技的发展已经使人类进入了宇宙太空,人类的足迹已经留在了月球。人们也释放了蕴藏在原子核内的巨大能量。但是人们对绚烂多姿的生物世界,甚至对人类自身还所知甚少。人为什么是人?人为什么与其他生物不同?为什么每个人都与别人的相貌不同?人为什么会生病……从古到今,人们都在探寻这些问题的答案。

直到20世纪初,人们重新发现孟德尔的研究成果时,对这些问题的探寻才找到了正确的轨道。1953年,DNA(英语脱氧核糖核酸 deoxyribonucleic acid 的缩写)双螺旋结构的发现标志着人类对自身的研究进入了分子水平。其后的发现使人类对自身的了解不断深入。我们终于知道人类的生老病死都与自身的基因有密切的关系。

在全面分析基因组信息的同时,2001年在生命的分子机制方面的研究也不断取得新的进展。科学家发现RNA(英语核糖核酸 ribonucleic acid 的缩写)具有可以使基因“沉默”的功能。这一成果也入选了《科技日报》主办评选的“2001年世界十大科技新闻”。

DNA、RNA、基因,今天已经成为人们既熟悉又陌生的名词。在本讲中,我们将从这些基础知识入手,帮助大家初步了解生命的奥秘。

第1节 遗传的奥秘

生命的世界是丰富多彩的,生命的现象也是绚烂多姿的。“种瓜得瓜,种豆得豆”,“龙生龙,凤生凤”……从古到今,人们观察到了形形色色的生命现象,并且一直在探寻其中的奥秘。当然,人类最关心的还是自己。人类是什么?为什么我们跟其他的生物不一样?为什么我们能繁衍后代?为什么人类的孩子总是同父亲和母亲有相似之处……这些都是遗传学研究的内容。

人们倾向于将复杂、精密的东西看成是有目的地创造出来的。一块石头放在那里,人们会认为它是天然生成的;一只钟表放在面前,自然就会让人想到这是为了特定目的而设计、制作的机器。生

物体真是太复杂、太精密了！在对生物的奥秘所知甚少的时候，人们会很自然地认为生物体都是上帝或是什么神仙创造出来的，生命现象是神灵赋予生物体的功能。至于人类的后代嘛，那一定是预先放在人们的身体中的，只不过是很小很小而已。于是，就有人想尽办法去寻找预先存在于精子中的小人。

由达尔文提出并经后人不断修改、充实的进化论指出，生物经过上亿年的进化才形成了今天的样子。所有的生物都是由无生命的物质进化而来的，我们人类也是进化树中的一个分支。尽管我们有不同于动物的语言、思维、社会行为，但我们与所有的动物，甚至与植物和微生物，都是或远或近的亲戚。

1. 遗传的基本规律

(1) 孟德尔的功绩



图 1-1 孟德尔

奥地利科学家孟德尔 (Gregor Johann Mendel, 1822~1884, 图 1-1) 是现代遗传科学的奠基人。他选用豌豆作为实验材料进行研究。豌豆作为实验材料真是太合适了。首先，豌豆的品种非常多，很容易选择到具有不同性状差异的纯种品种。其次，豌豆又是严格自花授粉植物，它的花把自己的雄蕊和雌蕊都包了起来，在自然条件下，雌蕊只能接受来自同一朵花的雄蕊的花粉。另外，豌豆种植容易，生长迅速。豌豆的这些特性为遗传研究带来许多方便。

孟德尔选择了 7 对具有相对性状差异的纯种豌豆，例如开红花的与开白花的，黄色子叶的与绿色子叶的，等等。去掉雄蕊，利用人工授粉的手段进行杂交，得到第一代后代，观察结果。再以同样的方法使第一代后代进行杂交，得到第二代后代，并观察结果。

孟德尔发现，纯种的开红花的豌豆和纯种的开白花的豌豆杂交，在第一代后代中，全开红花。在第二代后代中，开红花和开白花的植株都会出现，并且在群体中的比例为 3 : 1。他认为，生物的性状是由遗传因子控制的。遗传因子是存在于生物体内的颗粒状实体。两个相对的性状分别由两个遗传因子控制，在第一代后代中，其中的一个遗传因子所控制的性状被另一个隐蔽起来了，但遗传因子还是存在的。到了第二代后代中，两个性状又都能够表现出来，说明遗传因子是独立存在的，并分别向后代传递。这一规律被称为遗传的基因分离定律或独立遗传

定律。

当采用同样的手段去掉雄蕊进行人工授粉,使具有两对相对性状的两个品种——如光滑种皮、黄色子叶的豌豆与皱缩种皮、绿色子叶的豌豆——进行杂交时,在第二代后代中出现了新组合的性状,即黄色光滑、黄色皱缩、绿色光滑与绿色皱缩,后代中表现出上述不同性状的个体数比例为 $9:3:3:1$ 。孟德尔认为,控制两对性状的遗传因子发生了自由的组合,从而形成了新的性状组合。这就是遗传学的自由组合定律。

1865年,孟德尔发表了这一研究成果。但遗憾的是,他的成就并没有引起人们的重视。直到30多年后,人们才重新发现了他的伟大贡献。他也因此被后人称为遗传学之父。

后来,丹麦科学家约翰逊将孟德尔的遗传因子命名为“gene”,并进一步明确了基因型与表现型的概念。我国遗传学家谈家桢先生将“gene”首译为基因。基因型指的是什么是被遗传的,例如棕色眼睛的基因;而表现型指的是什么被表达了,在这个例子中是指棕色的眼睛。但即便在这个时候,基因还只是一个概念,并没有同具体的物质联系起来。

(2) 摩尔根's成就

1909年,摩尔根(Thomas Hunt Morgan, 1866~1945,图1-2)利用果蝇作为遗传学材料进行研究,验证了孟德尔的理论在动物中也是正确的。但是,摩尔根还发现了一个新的现象:果蝇的红眼和白眼是一对相对性状。白眼雄性果蝇与红眼雌性果蝇杂交,所产生的后代全部是红眼的。这说明红眼对白眼是显性性状。但是白眼雌性果蝇与红眼雄性果蝇杂交,所产生的后代中雌性果蝇全部是红眼,雄性果蝇全部是白眼。显然,白眼的性状与性别有着紧密的联系。



图1-2 摩尔根

在当时,人们已经知道染色体的存在。根据生物的细胞是否具有细胞核可以将生物分为真核生物和原核生物。在真核生物中,染色体存在于细胞核内。在原核生物中,染色体存在于细胞质中。人们还认为染色体与性别有关。摩尔根推测果蝇的白眼基因可能与控制性别的

性染色体有关,可能这个基因就是存在于性染色体上。这是人类第一次将一个特定的性状与某一特定的染色体联系起来。摩尔根由此推断基因是在染色体内或染色体上,决定杂交性状的基因是染色体的组成部分,而染色体则是细胞内可见的实体。不仅如此,摩尔根还指出,基因必定是以一定的线性次序排列在染色体上的,就像一串念珠一样。

迷你词典 染色体 在细胞分裂时,由 DNA 链致密盘绕在蛋白质上形成的棒状结构(彩图 1-1)。可分为常染色体和性染色体。常染色体与性别无关,性染色体与性别有关。不同的生物的染色体数目不同。

2. 基因是什么

发现了基因在染色体上,但基因到底是什么呢?当时,人们已经知道染色体是由蛋白质和 DNA 共同组成的。蛋白质是由 20 种氨基酸组成的,可以组成长短不同的链;而 DNA 的化学成分简单一些,也可以组成链状物质。考虑到生命那么复杂,早期人们倾向于认为蛋白质是控制性状的基因。

(1) 基因的化学本质是 DNA

1944 年,美国科学家艾弗里(O. Avery)以及他的同事发表的肺炎球菌转化实验的研究结果证明人们又一次错了。肺炎球菌有两种不同的品系:一种是 S 型细菌,具有荚膜,可以形成光滑的菌落,将它注射到小鼠体内可以导致小鼠发生肺炎;另一种是 R 型细菌,没有荚膜,只能形成粗糙的菌落,注射后不能使小鼠发病。人们还发现:单独将死去的 S 型细菌注射到小鼠体内不会使小鼠生病,但是,将死去的 S 型细菌同活着的 R 型细菌一同注射到小鼠体内,可以使小鼠发生肺炎,并且可以从小鼠体内分离出 S 型细菌。这说明死去的 S 型细菌中有些物质使 R 型细菌发生了性状的转化。但究竟是死细菌中的哪些成分在起作用呢?艾弗里和他的同事利用生物化学的方法将所有死去的 S 型细菌成分分类,分成蛋白质、DNA 以及其他物质,并分别用这些物质转化 R 型细菌。他们发现,只有 DNA 能够使 R 型细菌发生转化,其他物质(包括蛋白质)都不能。因此,他们得出结论,使肺炎球菌性状发生转化的物质是 DNA。也就是说,DNA 是遗传信息的载体。但他们的结论在当时并没有被广泛接受。

8 年以后,美国的另一些科学家研究了 T_2 噬菌体(一种可以寄生在大肠杆菌中的病毒,图 1-3)。当时的研究表明, T_2 噬菌体可分为头部和尾部,头部和尾部的外壳是蛋白质,在头部中含有 DNA。他们用放射性的 ^{35}S 标记了蛋白质外壳,用 ^{32}P 标记了 DNA,并用这种噬菌体

感染大肠杆菌。对放射性元素的检测发现,只是用 ^{32}P 标记的 DNA 被注射到大肠杆菌细胞内部,而用 ^{35}S 标记的蛋白质外壳还留在外面;只是 DNA 在大肠杆菌中起了作用,并最终繁殖出子代噬菌体。这一实验证明了 T_2 噬菌体的遗传物质也是 DNA。此后, DNA 是遗传物质的观点才被广为接受。

当然,生命世界是多样的,后续的一些研究表明,并非所有的遗传物质都是 DNA。某些动物病毒和植物病毒的遗传物质是 RNA,例如艾滋病病毒的遗传物质就是 RNA。但我们所知道的大多数生物的遗传物质都是 DNA,因此说 DNA 是主要的遗传物质。

遗传信息由 DNA 分子携带,在 DNA 分子上一段一段地排列起来,每一段都包含一种与生命活动有关的特殊的指令,即一种信息。这种信息编码在 DNA 的碱基的排列顺序之中。基因在分子水平上就是由脱氧核糖核酸形成的线状分子。可以说,基因就是包含遗传信息的一段 DNA 分子。

(2) DNA 的结构

既然 DNA 是遗传物质,它能够将遗传信息世代传递下去,这一定与 DNA 的结构有密切的关系。

通过研究,人们发现了组成 DNA 的基本单位是核苷酸。美国科学家莱文尼首先弄清了核苷酸的结构。1 分子的核苷酸是由 1 分子的磷酸、1 分子的脱氧核糖以及 4 种碱基中的 1 种组成的。4 种碱基分别是腺嘌呤、鸟嘌呤、胞嘧啶和胸腺嘧啶,分别用 A、G、C、T 来表示。核苷酸的差别就是碱基的差别。他还指出, DNA 是由大量核苷酸通过酯键连接成的。但是,他提出的 DNA 结构是错误的,他认为核酸大分子是由 4 种核苷酸按照相同的分子比例连接成的四聚体不断重复形成的,例如 AGTC、AGTC、AGTC。这就是所谓的“四核苷酸假说”。

后来,美国科学家恰葛夫仔细分析了核酸水解的产物,并进行了精确的碱基测定,发现不同来源的 DNA 中 4 种碱基的比例可以有很大的不同。更重要的是,恰葛夫发现各种不同来源的 DNA 中腺嘌呤(A)的分子数总是与胸腺嘧啶(T)的相同,鸟嘌呤(G)的分子数总是与胞嘧啶(C)的相同。也就是说, A 与 T、G 与 C 的分子数目的比值都是 1。



图 1-3 正在侵染细菌的噬菌体(电子显微镜照片),下为细菌,上为噬菌体



图 1-4 富兰克林

虽然他不能解释这是为什么,但他的工作推翻了“四核苷酸假说”。

从 1950 年开始,英国生物物理学家维尔金斯(M. Willkins)以及他的助手富兰克林(Rosalind Franklin,图1-4)女士开始利用 X 射线晶体衍射技术来研究 DNA 的结构。富兰克林拍摄了 DNA 的 X 射线衍射照片。1951 年,富兰克林拍摄的一些 DNA 的 X 射线衍射照片表明 DNA 是由两条逆行走向的链组成的(彩图 1-2),但是她没有能够给出很好的解释,错过了作出重大发现的机遇。

在这个时候,英国的克里克(F. Crick)与美国的沃森(J. D. Watson)正试图建立

正确的 DNA 模型。1952 年春,克里克的同事、数学家格里菲思进行了计算,表明在 4 个碱基中,腺嘌呤与胸腺嘧啶连接,而鸟嘌呤与胞嘧啶连接。当他们了解到恰葛夫的关于核苷酸之间的比例时,他们意识到实际上那就是因为双环结构的 A 总是和单环结构的 T 配对,而双环结构的 G 总是和单环结构的 C 配对。这在空间上是合理的。当他们看到了富兰克林的一些图片后,又强烈地认识到这些 X 射线照片意味着 DNA 的结构是双螺旋的,它的两股核苷酸链是具有方向和顺序的,并且两条链的走向是相反的。终于,在 1953 年,他们制作出了 DNA 双螺旋结构模型——DNA 分子是由两条走向相反的核苷酸链组成的,两条链盘旋呈螺旋状,每条链上的脱氧核糖和磷酸交替排列组成骨架,排在外侧,碱基排列在内侧,两条链间的碱基按照 A 与 T 配对、G 与 C 配对的规律,通过氢键连接成碱基对(图 1-5、彩图 1-3)。这一模型被证明是正确的。DNA 双螺旋结构模型的发现,标志着生命科学的研究



图 1-5 沃森(左)和克里克(右)

进入了分子生物学的水平,具有划时代的意义。

从上述模型可以看出,虽然组成 DNA 的核苷酸只有 4 种,但是每个位置上都有 4 种可能。当 DNA 链上核苷酸数目增加时,其排列的可能顺序也是以 4 的指数倍增长。DNA 链越长,包含的信息就越多。虽然氢键的作用力比较弱,但是当成千上万的氢键共同起作用时,两条链形成的双螺旋结构是相对稳定的。当然,也正是由于氢键的作用力较弱,在一定的条件下两条链又是可以分开的。将 DNA 的水溶液加热,当温度足以破坏碱基间的氢键时,DNA 的两条链就可以分开,变成线状的、单股的链。使双螺旋 DNA 的双链分开的过程,叫做变性或溶解。令人惊奇的是,当温度缓慢降低之后,碱基间又可以形成氢键,这些线状的单股 DNA 链可以重新找到与其配对的单链,构成完整的双螺旋 DNA。这一过程叫复性。

就是这样既相对稳定,又能在一定的条件下分开,在满足一定条件时又可以复原的 DNA 是生物的主要遗传物质。

(3) DNA 的复制

作为遗传物质,既然能够保证遗传信息向子代传递,那么这种物质一定是可以在细胞中复制的。

DNA 的复制与细胞周期密切相关。当细胞开始分裂前要进行 DNA 的复制,这样,当细胞分裂时才能保证每个子细胞都得到完整的遗传信息。DNA 的复制是在一系列酶的作用下完成的。其中合成新链的酶是 DNA 聚合酶,它必须以单链 DNA 为模板才能合成新链。这样,就有一些酶利用细胞提供的能量,像拉开拉链一样将 DNA 的双螺旋解开,形成两条单链。然后,DNA 聚合酶沿着每一条单链的特定方向,利用细胞中游离的核苷酸做原料,按照碱基互补配对的原则合成这条单链的互补链。在新合成的两个 DNA 分子中,都有一条链是旧的,一条链是新的,这种复制方式称为半保留复制。

第 2 节 生命的天书

1. 生命的天书

(1) 基因控制性状

实际上,孟德尔已经将基因与生物的性状联系在一起了。在 20 世纪 40 年代初,美国的遗传学家比德尔等用紫外线照射红色链孢霉的孢子,这可以使它们发生变化,产生变种。基因水平发生的变化称之为突变。他们发现了三株变化了的霉菌:突变 I 型,需要在培养基中加入精氨酸;突变 II 型,需要在培养基中加入精氨酸或瓜氨酸;突变

Ⅲ型,需要在培养基中加入精氨酸或瓜氨酸或鸟氨酸。这样它们才能够正常生长。他们这样解释观察到的现象:合成细胞所需的精氨酸的正常途径是



突变Ⅰ型失去了完成反应1的能力,突变Ⅱ型进行反应2的能力被破坏,而突变Ⅲ型则不能进行反应3。这些反应中每一步都需一种非常特殊的酶来完成(在生物体内很多酶是蛋白质)。存在3种基因分别控制着3种酶性状。紫外线照射破坏了相应的基因,就不能合成相应的酶,使反应不能进行下去。也就是说,一个基因控制一种酶的合成。

所有生物的性状都是由基因控制的。基因是遗传的结构和功能的基本单位。基因可以编码一定的功能产品。我们头发、皮肤的颜色都是由基因控制合成一些蛋白质而形成的。当然,这并不是说基因就决定了一切,这些性状能否表达还与外部环境密切相关。我们的身高、体重除了受基因控制外,还与营养条件等因素密切相关。但是可以这样说,我们的生老病死都与基因有密切的联系(尽管不是完全由基因决定的)。

(2) 蛋白质合成

① 传递遗传信息的信使

基因是通过控制蛋白质的合成来控制性状的。那么,生物体是用什么样的语言来用基因控制蛋白质的呢?我们知道,基因的基本单位是核苷酸,而蛋白质的基本单位是氨基酸。基因间的差异只是A、T、C、G的排列顺序不同,蛋白质间的差异是氨基酸的排列顺序不同。现在我们知道构成生物体内蛋白质成分的氨基酸大约有20种,这些氨基酸的排列顺序决定了蛋白质的结构。我们很自然就会想到组成蛋白质的氨基酸的排列顺序是取决于DNA的碱基排列顺序的。可以说,基因是合成蛋白质的图纸,DNA的序列中包含了蛋白质合成的信息。

在真核生物中,DNA存在于细胞核内,而蛋白质的合成则是在细胞质中进行的。有一种物质起到了信使的作用,它先记录下细胞核内的DNA的碱基顺序,然后通过细胞核上的核孔跑到细胞质中,将此信息传递给细胞质中的蛋白质合成“工厂”——核糖体,核糖体就依照这种物质提供的信息来合成蛋白质。这种起到信息传递作用的物质是信使RNA(mRNA)。mRNA的基本单位也是核苷酸,不过在mRNA中存在的糖是核糖,而不是DNA中的脱氧核糖,并且由尿嘧啶(U)代替了胸腺嘧啶(T)。另外,mRNA是单链的。在合成蛋白质前,细胞核内DNA双螺旋中的一部分会分开呈两条单链状态,然后以其中一条链为