



百家讲坛

LECTURE ROOM

系列丛书

中央电视台 CCTV 10

生命的奥秘

中央电视台《百家讲坛》栏目组 编

C
G

A
T



中国人民大学出版社

Q78-53

1

2006

生命的奥秘

中央电视台《百家讲坛》栏目组 编

C
G
A
T



中国人民大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

生命的奥秘/中央电视台《百家讲坛》栏目组编

北京: 中国人民大学出版社, 2006

(《百家讲坛》系列丛书)

ISBN 7-300-07682-3

I. 生…

II. 中…

III. 基因-遗传工程-文集

IV. Q78-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 120444 号

《百家讲坛》系列丛书

生命的奥秘

中央电视台《百家讲坛》栏目组 编

出版发行	中国人民大学出版社		
社 址	北京中关村大街 31 号	邮政编码	100080
电 话	010-62511242 (总编室)		010-62511398 (质管部)
	010-82501766 (邮购部)		010-62514148 (门市部)
	010-62515195 (发行公司)		010-62515275 (盗版举报)
网 址	http://www.crup.com.cn		
	http://www.ttrnet.com (人大教研网)		
经 销	新华书店		
印 刷	三河市新世纪印务有限公司		
规 格	170 mm×228 mm 16 开本	版 次	2006 年 10 月第 1 版
印 张	13 插页 2	印 次	2006 年 10 月第 1 次印刷
字 数	151 000	定 价	19.00 元

版权所有 侵权必究 印装差错 负责调换



总 序

2001年7月9日，午间时分，当普通大学的学生们收拾好书包走出课堂的时候，一所特殊的、开放的“大学”悄然开学了。

说其特殊是指——

“海内外名家名师主讲，涵盖科学人文社会内容”是它的办学方针；

“聚集知识精英，共享教育资源，传播现代文化，弘扬科学与人文精神”是它的办学理念；

“学理性与实用性并存，权威性与前卫性并重，追求学术创新，鼓励思想个性，强调雅俗共赏，重视传播互动”是它的追求；

“建构时代常识，享受智慧人生”是它的办学目标。

论其开放是说——

免试免考；

不限年龄、身份；

“热爱知识”是入学的唯一要求。

这是哪所“大学”？

《百家讲坛》。

《百家讲坛》在哪儿？

中国中央电视台第十频道。

高度发达的电视技术给了人类一条捷径，让我们能与知识产生如此密切的接触！

杨振宁、李政道、丁肇中、周汝昌、叶嘉莹、白春礼、厉

以宁、冯骥才、龙应台……一个个响亮的名字在光与影搭建的讲台上传递着人类的精神。这精神是文明繁衍的动力，是人类生存的根基。

让知识可感，让思想可触，让全球的好学之士在光与影的圣殿上与我们感同身受——拥有知识确实是一种幸福。

在一千多个日出日落之后，《百家讲坛》最大的收获是七百多盘沉甸甸的磁带。七百个四十五分钟对于电视节目来说应该算一段不短的时长，特别是当这段时长记录了人类思想精髓的时候。

怎样将人类的这些思想精髓发扬光大呢？

我们想到了出版，这是一种既可供收藏又便于研读的方式。

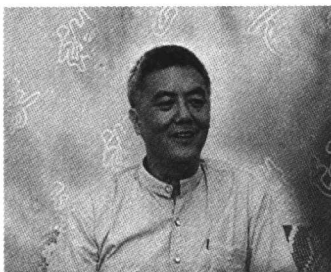
承蒙中国人民大学出版社的鼎力支持，我们精选了五百堂课的内容制成了光盘，分系列结集出版；同时出版近三十本相关的图书，以满足热爱知识的人们不同的求知需求。中国人民大学出版社将此“大动作”称为2004年的“壮举”，对于他们的辛苦付出理应深表谢意。

观众和读者朋友，让我们在知识的传承中握手吧！

丛书编委会

- 生命科学基础与前沿 赵国屏 /1
- DNA 双螺旋结构的发现 周光召 /18
- DNA 的限制与修饰 周秀芬 /35
- 人类基因组计划 陈竺 /51
- 白血病的基因疗法 陈赛娟 /66
- 基因组医学与生物技术产业 巴德年 /79
- 基因工程与人类健康 卢大儒 /94
- 基因与你我他 王渝生 /111
- 温度与生命 刘静 /125
- 人体零件制造 王远亮 /142
- 浅谈触觉 韩凯 /158
- 大脑的奥秘 沈政 /171
- 认识试管婴儿 刘加恩 /185

生命科学基础与前沿



主讲人 赵国屏

博士，研究员，博士生导师，中国科学院上海生命科学研究院副院长，基因资源与基因组工程研究室主任。

1982年毕业于上海复旦大学生物系微生物学专业。1983年赴美国印第安纳州普渡大学生物化学系学习。1990年获博士学位，1992年完成博士后研究工作回国。

1997年2月调任中国科学院上海生物工程研究中心主任。

我觉得生命科学是非常前沿的科学，人说 21 世纪是生命科学的世纪，就说明它的前沿性。但是这个前沿性又是跟基础分不开的。生命科学的基础扎根在过去的 100 多年。过去的这个世纪是生命科学发展非常非常重要的世纪，它是扎根在这个基础里面的。我们现在做的很多工作，都离不开这个基础。所以我觉得还是应该把它结合起来讲。

在讲这个问题开始的时候，我想说一点科学研究的基本问题。现在整个世界正在走向知识化的时代，知识经济出现的时代有非常重要的两个问题。

第一个问题就是怎么来认识科学思维和科学实践的问题。人类在世界上，一个人活在世上一辈子，总是要追求，去认识这个世界什么是真理。这个认识真理的过程，是从实践到认识，再实践再认识，一直到无穷，这么一个对绝对真理无穷逼近的过程。但不等于说，现在得到的真理，就是绝对真理。

怎么来认识相对真理呢？这里面有两个思维问题是很需要解决的。一个就是所谓的形式逻辑。平时，在思考问题的时候，从我们在中小学里面受的教育，比如几何课，老师到底教你学什么东西。如果你学了几何以后，只知道算一个面积，算一个体积，实际上是没有学到几何的关键问题。因为算面积算体积，可能在小学算术里面就学了。我记得我在念中学的时候，几何老师是扬州人，第一堂课他就在黑板上列了好几条，就是为什么要学几何课，最后一条我到现在还记着，叫逻辑思维。也就是说逻辑思维是学几何里面非常重要的东西。现在回想起来，我从他那里学到的东西，绝对不是说怎么去计算，可能这些东西有的我已经忘掉了，但是我只要去看一下书，我就会算。但逻辑思维这一条，现在做

遗传，做很多工作的时候，你都离不开这个基础的思维。逻辑思维在哲学上，就是形式逻辑的问题，它全是靠推理这样推出来的。

但是只凭逻辑思维还达不到更高的境界。要发现前人所不知道的东西光靠逻辑思维是不够的。要依靠什么逻辑呢？就是所谓的辩证逻辑。就是跳出原来思维的那一套推理的方法，上一个层次去发现一些人家所不知道的东西，这就是所谓辩证逻辑的思维。这种思维的过程是非常困难的，怎么知道我想的东西是正确的还是不正确的呢？所以，科学家最后得到了共同的辩证逻辑的基础。怎么判断事情是对的或者是错的，是真理或者不是真理，就是在实践的基础上提出假说，然后用科学的实验去证明这个假说，这样就认为它是真的。

所以科学院，带研究生、做工作，开始的时候也是这么回事，你总是要在实践的基础上去提出一些假说，然后根据这些假说去设计一些能够对照的、能够 control 的实验，然后通过你的实验去证明这个假说是对的，或者这个假说其中有不对的，要再修改，再提出假说，再做实验。对前面那些实验的结果的认识是非常重要的。

第二个是现在科研工作里面经常遇到的问题，而且是现在做科学研究的市場炒作、到做产品的时候也经常出现的问题，这就是科学研究和技术发明成果的评价和利用问题。这个问题困扰了我们国家很多年。

我觉得现在大概在这四个层次上面去认识这个问题，总体来说，希望有客观公正有效的评价和利用。

第一个，基础研究的成果主要是通过论文来进行评价的。

第二个，应用型的东西要有专利。为什么要有专利？专利并不是为了到科学院来报奖，也不是为了到科

技部去报奖。专利是一种 publication，也是一种公开，只是说它是在保护知识产权前提下的公开，所以，专利必须既创新又实用。

第三个，技术的 know-how，也就是所谓的技术诀窍，这个东西是不能申请专利的。为什么有的东西不能申请专利呢？大家想想看，可口可乐的配方是不能申请专利的。因为可口可乐配方里面，我敢猜它肯定有咖啡因多少多少，它如果说是 1%，你加了 1.1%，我想也不会有太大的差别，加 0.9% 也不会有太大的差别，但是你只要一改 1.1 或者 0.9，可能就破了它的专利了，所以可口可乐配方是不申请专利的，它永远是保密的东西。当然现在可口可乐也不用保密了，就是你拿着可口可乐配方去配出一个东西来，只要不叫可口可乐你就卖不掉。它现在是靠无形资产在那儿赚钱。但是确实有一批东西是不能申请专利的，这些东西就叫诀窍。可是诀窍你怎么去评价它呢？我自己想来想去，只有从转让到产品这个过程里面能去体现它。就是有人买你这个诀窍，然后去把它变成一个产品，或者变成什么东西，这个时候它才是有价值的。也就是马克思说的，只有到了市场上才能够承认的东西。

第四个是最困难的。现在在金融市场上最吃香的东西那就是概念。很多人都说我有了一个概念，我就可以有个公司，就有风险基金进来，就可以赚钱。IT 的技术开始的时候就这么开始的，就是一个概念进来。现在生物上也有很多概念，他一讲概念的时候，确实很难评价，因为它既没有实验又没有什么东西，他就说我有这个概念，或者说我有这个技术，我是不能告诉你的，我不能公开，我不能讲的。在这种时候，我觉得还是要坚持前面讲的三点，它总有一个客观评价的标准。最后即

使说你现在是概念，现在风险市场上怎么去评价它呢？就是看两条，一条有没有权威的支持，这个时候权威就出来了，所谓的权威，就是这个人他比较有科学基础，而且比较公正，能够比较公正地评价你这个有没有一定的前途。同时，就是要看你的阶段发展，他开始的时候不是很支持你，可以支持一部分钱，你下一阶段不能永远是概念，你概念走啊走，总要走不同的东西来，如果你永远是概念的话，那就不会支持你。所以他也有有一套办法来评价你和利用你。

这四条，我今天讲完了以后，你心里要比较清楚，不管你有东西要给人家，还是人家有东西要给你，你都要很清楚地体会这四点。

我今天大概讲这么几个问题，第一个讲代谢问题，第二个讲细胞问题，第三个讲遗传问题，最后两个小问题，就是生命科学和生物基础的有关问题。

新陈代谢和代谢调控，从基础研究到生物技术。因为新陈代谢是生命活动的最基本的基础。什么叫新陈代谢？“文革”中有个词叫吐故纳新，新陈代谢实际上是新旧交替的意思。它有两个方面：一个方面就是所谓的同化，也就是要合成体内的很多东西，比如氨基酸，氨基酸变成蛋白，蛋白变成肉这些。另一方面是异化，也就是分解，就是释放能量。前面是需要能量的过程，后面是释放能量的过程。只有释放出能量，才能用这个能量再去进行合成。这是生物的比较基本的东西。

我举个例子讲，如果你们看过武侠小说，看令狐冲，令狐冲的剑法为什么这么厉害？他是没有剑法的，对不对？他只看破绽，不看具体剑法。但是他这个没有剑法的剑法，是在认识很多很多剑法的基础上，去做到一个没有剑法的剑法。对新陈代谢的认识也是这样，要

在很多很多代谢的认识的基础上，去看到底它有一个什么共同的规律，到这个面上去认识了以后，我们就是武学大师了，就像令狐冲这样厉害。

在代谢上面，我讲有四个特点。第一个特点它是分步进行的，它是顺序性的，有中间代谢的网络；第二个它是高度灵活自我调控，一切有序过程的核心就是调控，而调控是需要付出代价的，是要付出能量的，这是热力学的基本道理；第三，生物的代谢一般是在温和的条件下进行的，绝大多数是通过酶的催化进行的；第四，它是在进化中不断发展不断适应，所有的生物都有几乎相同的基本的代谢过程，但它又是千差万别的从而适应各种各样的环境。

人类 100 多年研究下来，所认识的代谢的网络是非常复杂的。在这个复杂的网络下面，代谢进行了些什么事情呢？第一个重要的就是能量代谢，就是要释放能量或者获取能量，在这个时候基本规律是不可破坏的。热力学的第一定律能量转化和守恒，热力学第二定律就是要将热完全变成功而不产生其他影响不可能，就是有熵和自由能的概率。这两条基本规律都是在这里面，埋藏在那里，是永远不能变的，你不能超过它。

现在能量的来源，最基本的就是太阳能，通过植物的光合作用，把太阳能固定下来，这样才有世界上万物生长所需要的能量。现在平时用的、平时吃的，就是太阳能通过植物固定下来的，平时烧的煤，烧的油，是多少亿年以前太阳能固定下来，变成了化学的能量。

生物和非生物利用化学能，有一个最本质的区别就是氧化还原。化学上的氧化还原和生物上的氧化还原有非常大的区别。化学的氧化还原，我们举个例子，很简单，就是拿一块木头，碳水化合物，你去烧，一烧以后

变成什么东西呢？一个是灰，一个是二氧化碳和水，就没有了。然后你得到了什么呢？你得到了光和热。所以冬天很冷的时候，像安徒生的那个卖火柴的姑娘，最后冻得没有办法，就一根一根去点火柴，也就是化学能变成了光和热，但是，这个姑娘只是一瞬间地利用这个光和热稍微暖和一下，她有一个梦想，她看到在天堂里她的奶奶在找她，但是她不能使她的生命维持下去。

这个氧化还原，在生命的过程里面，跟非生命的有什么区别呢？生命过程中间它有中间体，它是通过中间体来做氧化还原的。它是每一步上，只氧化一个基团，一步一步地去氧化它，每一步氧化的时候，它把能量取出来，去储存起来，储存为能量，或者储存为还原势，然后利用这些东西，在同化的时候，再去把它合起来，再来用它，这是生命过程里面最关键的一点。那个卖火柴的小女孩，如果手里拿的不是一包火柴，而是一块面包，她那天晚上吃下去以后，可能一部分就去产生热量，一部分还可以去做其他的工作，她说不定就能度过一段时间，她的能量就可以充分地体内进行利用。只是光和热，这点能量是不够利用的。这就是生命对于能量利用最基本的一条，这个过程始终没有超出热力学第一定律和第二定律的规律，但是它绝对是高效率的，而且是在常温下进行的，基本上在 20 几度到 30 几度这样的温度下，很温和地一步一步地进行。凡是想要认识生物代谢就要理解这一点。

除了能量代谢以外，从外界拿进来的东西，除了得到它的能量，还要得到它的物质。物质归根结底就是碳水化合物、脂类、蛋白质和核酸这些东西。这些东西在人身上，大部分情况下都是以大分子状态、多聚物状态存在的。所以人是有机体，不是无机体。无机就是很多

都是小分子。

但是这里面有一个很巧妙的东西，绝大部分这些东西，人、动物，包括植物在内，在吸收它的时候，都不能把它作为大分子来吸收它，到了体内以后，必须把它分解成小分子，然后再去吸收它。举个不适当的例子，就是这座房子，如果想利用这个房子的材料再盖一栋房子的话，不能把这个房子搬过去再造一个房子，必须把这个房子拆了，拆成砖，拆成瓦，拆成玻璃，然后到那个地方再把它盖起来，就是这个道理。

如果在这个道理上不清楚的话，现在就很容易上当。为什么呢？因为中国人早就有这个说法，吃什么补什么。如果这个人腰有病那么就吃腰子，肝有病吃肝，脑子有病就吃脑子。实际上脑子有病，吃脑子是很危险的。疯牛病最早是怎么发现的？太平洋岛屿上一个部落的人有一个习惯，就是人死了以后，要把他脑子给吃了。这就把这个病传下来，最早是这么发现的。实际上，这个东西你吃到肚子里面以后，不管是脑子也好，肝也好、腰子也好，它还是变成氨基酸后才去吸收的。再讲得不好听一点，就是现在你无论怎么吃那个核酸，核酸吃到肚子里面，还得变成四种核苷酸，而不是作为一个核酸去吸收。所以我就不懂，为什么吃核酸就能补基因。因为这个核酸你吃到肚子里，还是四个核苷酸。那四个核苷酸你每天吃得多了，不管吃肉、吃鱼、吃虾、吃蛋包括吃蔬菜，里面都有核酸，到了你肚子里都变四个核苷酸。那为什么你还专门去把核苷酸提出来吃呢？这个跟核苷酸药物又是不同的东西，核苷酸药物是把核苷酸加工了以后，变成某一个方面是特殊的。核苷酸做药用跟做营养又是不同的。

必须变成我们平时生化上讲的几个基础的东西，就是糖、脂、氨基酸、核苷酸等它才能吸收。

当然糖的代谢，现在很多人都很关心。昨天有人在问我，说你现在多重，我说我现在有 187 斤重，我当年只有大概 150 多斤重。人吃了饭，吃了淀粉以后就分解成糖了，这个糖它平时可以暂时变成糖原储存起来，你一活动它就用掉了，如果你不用，糖多了以后就变成了脂肪。人和哺乳动物，一个最大的毛病，就是脂肪它不能纯粹地回去，糖变成了脂肪，它回不去。人胖了以后要减肥，他还得吃。你说你太胖了，那你不吃，把这些脂肪都消耗完了就行了，可是这个人的脑袋瓜，每天是要用很多能量的，脑子只能用糖，它不能用脂肪，你锻炼身体时可以用脂肪的，可是你动脑筋就必须要用糖，这个糖又不能从脂肪来，所以说你哪怕是再胖，你还得吃。人要活下去，首先是脑子要活下去，所以你还得要吃，蛋白质、氨基酸可以变成糖，或者就还是得吃点糖。

第二个问题就是代谢调控的研究。代谢调控这已经研究了很多年了。这是非常非常有序的过程。大家知道，世界上一个有序的过程，就一定要有调控。如果没有调控，特别是负反馈的调控的话，不可能有序，一定要进行调控。对代谢的调控，跟现在生物技术的发展是非常非常有关系的。目前对代谢调控的研究，同当年最早的时候，比如巴斯德做研究的时候有什么不一样呢？我们现在做代谢调控的研究有两个很重要的结合，一个就是体内和体外的结合，体内实验和体外实验的结合，一个是对代谢、对生化、对遗传也就是对基因的认识，是结合起来的，就是把代谢的本质和基因的功能结合起来。在研究代谢调控的时候，现在已经走到了全面的、

从各个层次的深度上去看一个代谢调控。从当年的那种一个基因一个途径或者一步途径这样去做，发展到现在全面地去看这个过程，这是生命科学从基础走到前沿，是一个很大的变化。知道了这些知识以后就可以去应用。现在就逐步逐步地从基因工程走向代谢工程，从生物转化走向生物组合合成。在应用的时候，当年只知道一个基因的变化，往往就克隆一个基因，把它放到一个菌里面，去表达去改变它的途径。现在因为知道了很多问题了，所以往往就不是改变一个基因，而是改变一个途径，就是多基因地去操作。

在这个过程中间，必须要有新的技术，比如现在突变的问题。你要改变一个基因，现在是比较容易的，可是你要改变很多基因的话，光从 DNA 的操作上就问题很大，因为现在操作的 DNA，不是本来很小的一段，而是很大的一段，原来的很多技术就不行了。所以现在要有所突破。

下面我讲一下细胞生物学的问题。

细胞生物学现在的核心，目前最热点的问题，是干细胞的问题。这里面有技术问题，也有道德和法律的问题。我觉得还是很有趣的。

第一我想说一说，细胞是生命结构的基础。刚才我说了很多这种词，也许有人就听不懂了，就是所谓的原核、真核这些问题。所以前面要稍微说一说这个东西。细胞是生命的基础，我前面讲了很多分子的事情，代谢里面都是分子，但是这些分子的反应都不是放在一个玻璃杯里进行的，是在试管里面进行的。试管里面可以进行一部分反应。但是要这样长期地去进行新陈代谢，这么始终地维持下去，把它能够长下去，这是不可能的。只有在细胞里才能进行。所以细胞是把分子综合起来，

成为一个有生命的最基本的单位。

这里面有没有一样东西是处于它边界上的呢？有，就是病毒。病毒就是在有生和无生之间的一个边界上的东西。只有细胞才是独立的生命单位。当它是单独地存在于体外的時候，也就是放在试管里面的时候，它一点生命力都没有。它也可以维持很长的时间，有些病毒可以维持很长时间。

当年有一个很有趣的故事，是说最早做病毒的时候，人家做了很多噬菌体，就是这个病毒它不是感染人的，它是感染细菌的，所以叫噬菌体，它也是一种病毒。有一个美国科学家，他做这个很有名。另外一个科学家，向他要一点病毒，要一点噬菌体来做实验。这位科学家就写了一封回信，找了很多理由，实际上就是不愿意给他。这个人拿到这封回信以后就笑了，他很高兴，他把这封信放在肉汤培养基里面泡一泡，然后再把细菌放进去，他马上就得到好多好多噬菌体。这个科学家整天在做噬菌体，他手上沾满了这些噬菌体，他写信的时候就粘到信上，那个信只要泡一泡噬菌体就出来了。它在这个信纸上是可以活很长时间的，没问题。

当然现在艾滋病毒，存活就没有这么长时间，不然人家就紧张死了，艾滋病毒还是很容易死的。像这种噬菌体是很耐活的，但是当它在体外的時候，在这个信纸上的時候，它是没有生命的，它一点不表现出任何新陈代谢。可是它一旦跟细菌接触以后，它就把壳留在外面，这是一个糖衣炮弹，把炮弹打进去，把糖衣留在外面，它把它的核酸跑到菌的里面，核酸进去以后，就控制了这個菌的代谢过程，这个菌就很难再很好地去复制它自己，而是用这个菌的机器，来复制病毒的核酸和它所需要的蛋白。所以过了一两个小时以后，这里面就充