

# 生物通讯

BIOLOGY  
LETTERS

院采编部旗下刊物

2018年11月刊

深度解读:

诺贝尔化学奖为何给了生物学

生物趣闻:

“人无完人”:你的身体有超过一半都不是你的

论文纵览:

澄江动物群及人祖寻根

影视速递:

《河狸白毛历险记》

# Contents

# 目录

2018年  
11月刊

山东师范大学生命科学学院  
院采编部下属刊物  
《生物通讯》

本期责任编辑：

吴雪 秦然然 赵文潇

生物通讯编辑组：

吴雪 赵文潇 戴炜 刘文睿

田雯 王治平 李欣 刘泽宇 王业浩

编辑顾问：马汶菲



《生物通讯》旨在为同学们提供国际前沿学术知识、学院领先学术研究、趣味生物知识等，提高同学们对生命科学的认识、兴趣及追求，同时为同学们的学习生活创造稳定、积极向上的学术氛围。



一

## 深度解读

诺贝尔化学奖  
为何给了生物学

二

## 生物趣闻

“人无完人”：你的身体  
有超过一半都不是你的

三

## 论文纵览

澄江动物群及人祖寻根

四

## 影视速递

《河狸白毛历险记》



## 2018年诺贝尔化学奖 为何给了生物学？

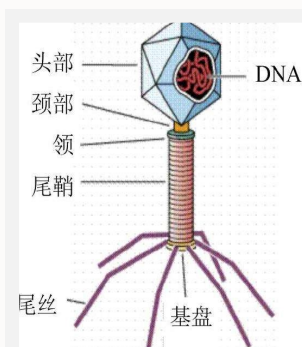
今年诺贝尔化学奖的另一半奖金授予美国科学家乔治·史密斯以及英国科学家格雷戈里·温特爵士。在1985年，乔治·史密斯开发出一种精妙的，被称作噬菌体展示的技术，这项技术可以让一种可以感染细菌的病毒，即噬菌体来帮助产生新的蛋白质。格雷戈里·温特将这项技术应用于抗体的定向进化。

### 利用噬菌体进行研究

科学研究常常是一条无法进行预测的道路，20世纪80年代初，乔治·史密斯就开始使用噬菌体感染细菌，目的是希望感染的细菌能够克隆基因，当时的DNA技术还很“年轻”，而人类机体的基因组就好比是一个新大陆一样，研究人员知道，人类基因组包含着能产生人体蛋白质所需的所有基因，但识别编码特定蛋白质的基因似乎就像大海捞针一样困难。

然而，研究人员能够利用新型的遗传工具将基因插入到细菌基因组中，从而就能够让细菌制造出大量蛋白质以供研究，整个过程被称为基因克隆，而研究者乔治·史密斯的想法就是，寻找基因的研究人员应该巧妙的使用噬菌体来完成研究。

### 噬菌体—连接蛋白和未知基因的桥梁



噬菌体本质上很简单，其是由被蛋白质包裹的小片段遗传物质组成，当其繁殖时常常会将遗传物质注入到细菌中来劫持细菌的新陈代谢，随后细菌就会产生新的噬菌体遗传物质和蛋白质，随后就会形成新的噬菌体。

乔治·史密斯认为，研究人员应该利用噬菌体的简单结构来寻找编码已知蛋白质的未知基因，此时研究人员已经建立了大型的分子文库，其中包含了大量未知的基因片段，乔治·史密斯表示，这些未知的基因片段能够与噬菌体胶囊中编码蛋白的基因结合在一起，当产生新的噬菌体时，来自未知基因特殊蛋白质最终就会作为胶囊蛋白的一部分出现在噬菌体表面（见图2）。

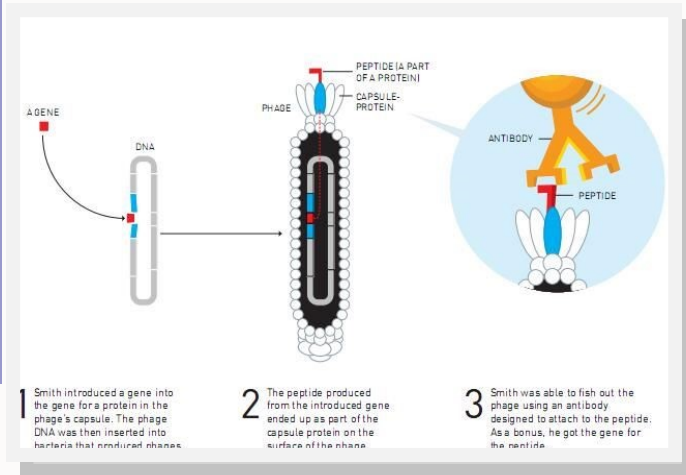


图2：噬菌体展示技术原理图

## 抗体能够摸索出正确的蛋白质

而这将会导致表面携带不同蛋白质的噬菌体混合在一起，随后研究者乔治·史密斯就假设研究人员能够使用抗体来发现携带多种已知蛋白质的噬菌体，而抗体的功能类似于目标导弹，其能够有效识别并且以非常精确的方式结合到单一蛋白质上，如果研究人员在混合噬菌体中捕捉到了某些东西，而且他们知道这种抗体能够吸附到了一种已知的蛋白质上，那么作为一种副产物，研究人员就能够得到这种蛋白质的未知基因。

1985年，乔治·史密斯就证明了这种方法是可行的，随后他制造出了一种能在表面携带肽类蛋白的噬菌体，利用这种抗体，研究者就能从许多混合的噬菌体液体中提取出其所构建的噬菌体。

## 抗体能够阻断多种疾病的进程

人类机体的淋巴系统中含有多种细胞，而这些细胞能够制造出成百上千种不同种类的抗体，利用一种成熟的系统，所有这些细胞都能被进行检测以便没有任何一种抗体会吸附到机体多种类型的分子上。然而这种巨大的变化确保了总有一种抗体能够吸附感染宿主机体的病毒或细菌，当抗体吸附到异

物表面时其就会向机体攻击性的免疫细胞发送信号，告知这些免疫细胞应该杀灭入侵者。

由于抗体具有高度选择性，而且能够吸附在成千上万个分子中的一个分子表面，因此长期以来研究人员一直希望设计出能够阻断机体多种疾病进程的抗体。最初，为了获得这些治疗性抗体，研究人员给小鼠注射不同的药物靶点，比如来自癌细胞的蛋白质等；然而，20世纪80年代，科学家们越来越清楚的意识到这种方法局限性，其中有些物质对小鼠具有毒性，而其它物质则不会诱发小鼠机体产生抗体，此外，研究者还发现，机体获得性的抗体常常会被患者的免疫系统识别为外来抗体，并对这些抗体发动攻击，这就常常会导致小鼠机体中的抗体被破坏，而对于患者而言就会出现副作用的风险。

## 将抗体置于噬菌体表面

抗体是一种Y形分子，研究者格雷戈里·温特将抗体的遗传信息与编码噬菌体胶囊蛋白的基因相连接，20世纪90年代，他通过研究证明了这种抗体的结合位点最终会出现在噬菌体表面，而其设计的抗体能够吸附名为pHox的分子，当Winter利用pHox作为分子鱼钩时，他成功地从400万个噬菌体混合物中挑选出了携带抗体的噬菌体。

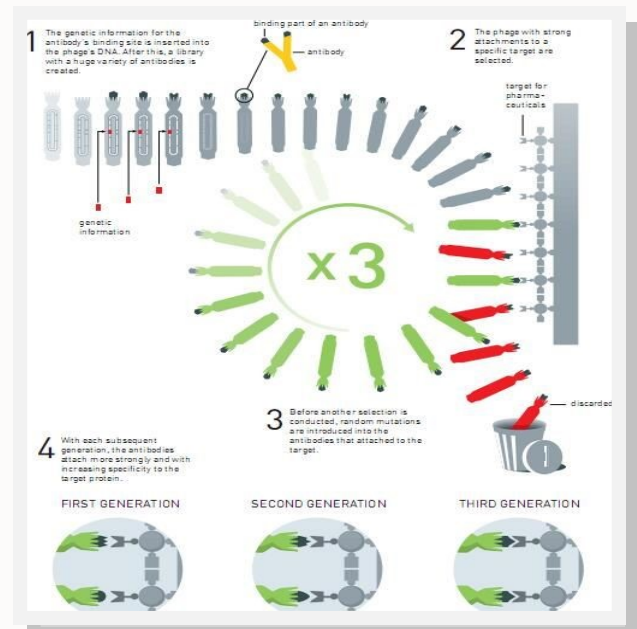


图3：利用噬菌体展示技术进行的抗体定向进化的原理图

研究者格雷戈里·温特表示，他可以在抗体的定向进化中利用噬菌体展示技术，随后他构建了能够携带数十亿种抗体分子的噬菌体文库，在该文库中，研究者就能够筛选出吸附不同靶点蛋白的抗体；随后研究者随机改变了第一代抗体并创建了一

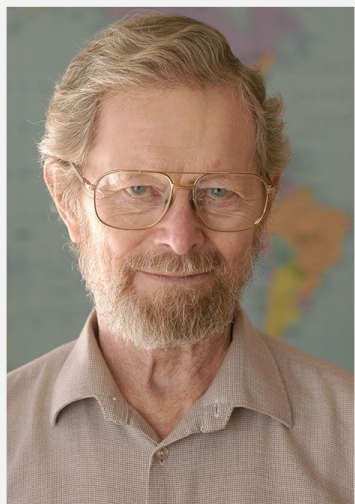
种新的抗体文库，结果发现该文库中的抗体对目标具有更强的吸附能力，比如，1994年研究者就利用该方法开发了一种抗体，这种抗体能以较高的特异性吸附到癌细胞上。

## 世界首个基于人类抗体的药物

随后研究者格雷戈里·温特及其同事基于抗体的噬菌体展示技术创建了一家公司，20世纪90年代，研究者开发出了一种完全基于人类抗体的药物—阿达木单抗（adalimumab），这种抗体能够中和名为TNF- $\alpha$ 的蛋白质，TNF- $\alpha$ 则能够驱动许多自身免疫性疾病患者机体中炎症的发生；2002年，这种药物获批用来治疗风湿性关节炎，同时还能治疗多种类型的银屑病和炎症肠病。

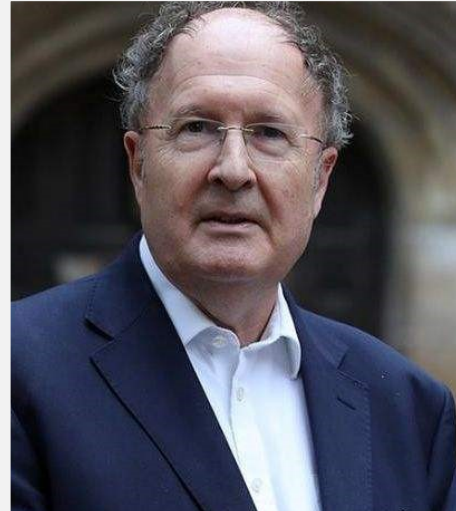
阿达木单抗的成功刺激了制药行业不断的发展，如今噬菌体展示技术已经被用于生产多种癌症抗体等，其中一种抗体能够释放机体的杀伤细胞以便能有效攻击肿瘤，这样肿瘤的生长就会被减缓，甚至在某些情况下一些转移性的癌症患者也能被治愈，这或许就是癌症治疗领域的历史性突破了；另外一种获批的抗体则能够中和诱发炭疽的细菌毒素，其它抗体能够减缓诸如红斑狼疮等自身免疫性疾病的进展。

## 获奖者简介：



乔治·史密斯出生于1941年，他是美国一位化学家，在密苏里大学哥伦比亚分校担任教授。他的主要贡献是研制一种叫做噬菌体展示的实验室技术，使用噬菌体（感染细菌和病毒）与蛋白质连接在一起，研究蛋白质-蛋白质、蛋白质-肽、蛋白质-DNA交互作用，从而提供编码它们的基因信息。在这项技术中，

一种编码蛋白质的基因被插入到带外壳蛋白的噬菌体中，导致噬菌体“展示”其外部的蛋白质，同时“展示”包含蛋白质内部的基因，从而证实基因型和表现型之间的联系。这些展示的噬菌体可以与其它蛋白质、多肽或者DNA序列进行筛选，从而检测展示的蛋白质和其它分子之间的相互作用。通过这种方式，大量蛋白质数据库可以在一个叫做“体外选择”的过程中进行筛选和放大，这类似于自然选择过程。



格雷戈里·温特爵士出生于1951年4月14日，是英国一位生物化学家，他是治疗单克隆抗体的先驱者。他研制一种噬菌体展示技术，可用于抗体治疗。2012年10月2日，他被任命为英国剑桥大学三一学院院长，曾担任剑桥大学分子生物学实验室、医学研究委员会的副主任。同时，也是剑桥大学蛋白质和核酸化学领域领军人物。

温特研制的噬菌体展示技术应用于抗体定向进化，其目的是制造新药物，实现抗体治疗。基于这项技术制造的第一种药物是“阿达木单抗”，用于治疗类风湿性关节炎，牛皮癣以及炎症性肠道疾病。

## 【参考文献】

- [1] Harding, A. (2006) Profile Sir Greg Winter—humaniser of antibodies. *Lancet*, 368, S50
- [2] Nightingale, K. (2013) Greg Winter: Pioneering antibody drugs.
- [3] Ward E S, Güssow D, Griffiths A D, et al. Binding activities of a repertoire of single immunoglobulin variable domains secreted from *Escherichia coli*. [J]. *Nature*, 1989, 341(6242):544-546.
- [4] 《科普中国》

## “人无完人”：你的身体有超过一半不是你的！

你的身体有超过一半并不属于你。人类细胞只占人体总细胞数量的43%，其余都是由微生物细胞组成。了解我们身体中这隐秘的另一半——我们的微生物群——可以帮助我们更好地认识从过敏到帕金森氏症等多种疾病。

人类的微生物群又称为“正常菌群”，是某些微生物与宿主在长期演化过程中形成共生关系，对人体无害的微生物。这一领域甚至提出了这样一个问题：

“人类”的含义是什么？对该领域的研究也将带来更多的创新疗法。

“它们对你的健康而言是必不可少的，”德国马克斯普朗克研究所微生物群科学部主管鲁斯·莱（Ruth Ley）教授说，“你的身体不仅仅是你的。”无论你把自已洗得多干净，在你的身体几乎每个角落和缝隙中，仍然生长着数不清的微生物。

人类微生物群包括细菌、真菌、古菌和病毒，具体而言，人类微生物群系是指这些驻留微生物的集体基因组。这些微生物生命最集中的地方是在人体的肠道。在缺氧的肠道环境中，微生物生态系统十分复杂，菌群生物量也极为庞大。

来自加州大学圣迭戈分校的劳伯·奈特（Rob Knight）教授说：“与其说你是人类，不如说你更多是微生物。”

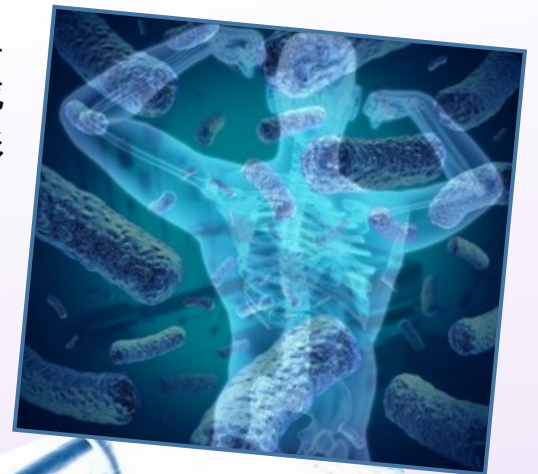
最初科学家认为，人体中人类细胞的数量远远多于微生物，比例大约是十比一。后来这一比例精确到了更加接近的一

比一，而目前更准确的估计是，人的身体中大约只有43%是人类细胞。在基因层面上，人类甚至要被甩得更远。人类基因组由20000个基因组成，但如果把人体内所有微生物的基因数目加起来，将会达到200万到2000万之间。

“我们不只有一个基因组，微生物群系基本上就是我们的第二个基因组，它们增强了我们自己的活力，”美国加州理工学院的微生物学家Sarkis Mazmanian教授说，“在我看来，是什么让我们成为了人类，就是我们自己的DNA和我们肠道内微生物DNA的结合。”

千万不要天真地认为如此多的微生物物质不会与我们发生相互作用，或者以为它们不会对我们的身体产生影响。科学正在迅速揭示微生物群系在消化系统中发挥的重要作用，它们还对免疫系统调节、疾病防御和重要维生素的生成有重要影响。

奈特



教授表示，科学家正在探索这些微小生物如何以我们直到最近才能想象的方式彻底改变我们的健康。这是一种思考微生物世界的新方式。迄今为止，我们大多数时候与微生物之间的关系都是在不断地斗争。



微生物生命最集中的地方是在人体的肠道。在缺氧的肠道环境中，微生物生态系统十分复杂，菌群生物量也极为庞大。

### 微生物战场

抗生素和疫苗一直都是对抗天花、结核杆菌或耐甲氧西林金黄色葡萄球菌（MRSA）的武器。它们都是好东西，从诞生至今已经拯救了无数人的生命。不过，一些研究者担心，我们对“坏家伙”的攻击已经对那些“好细菌”造成了无法估量的损害。

“过去50年来，我们在消除传染病方面做得非常出色，”鲁斯·莱教授说，“但我们已经看到自身免疫疾病和过敏症出现了惊人而可怕的增长。”在对抗病原体获得成功的同时，我们看到了微生物群系的改变，而这反过来又导致了一系列我们不得不面对的疾病。

微生物群系还与包括炎症性肠病、帕金森氏症、癌症甚至抑郁症和自闭症等疾病联系在一起。另一个相关例子是肥胖症。家族史和生活方式显然起着一定的作用，但肠道微生物的作用有多少呢？这正是可能会令人困惑的地方。

汉堡和巧克力的饮食会影响你的肥胖风险，以及在你消化道里生长的微生物类型。那么，你怎么知道这是由不好的菌群组合所导致的肥胖？是因为它们代谢食物的方式吗？奈特教授对此进行了实验。他选择的实验对象是在极其清洁的环境中出生的小鼠，它们出生后完全没有遇到过微生物。

“我们能够证实，如果你将瘦子和胖子的粪便移入小鼠体内，你可以获得变瘦或变胖的小鼠，这取决于它们获得的是谁的微生物菌群，”奈特说道。用瘦子的细菌覆盖胖子的细菌也能帮助小鼠减掉体重。这实在是不可思议，但现在的问题是，这种



方法能否在人类身上适用?这正是该领域的一大希望所在,微生物或许能成为一种新的药物形式。事实上,现在已经有了这样的尝试。

汉堡和巧克力的饮食会影响你的肥胖风险,以及在你消化道里生长的微生物类型。

### 信息的金矿

维康桑格尔研究所的特雷弗·劳利(Trevor Lawley)正在尝试培养出健康人和患病者的整个微生物群。“在患病状态下可能会缺少微生物,我们的理念是重新引入这些微生物。”他说道。

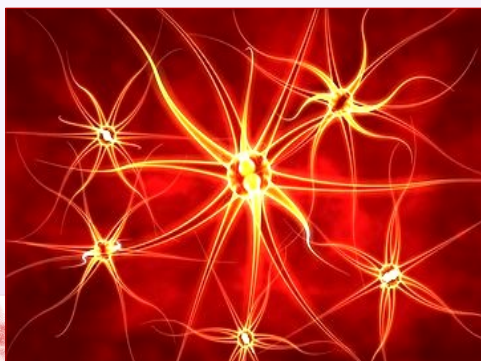
劳利博士称,有越来越多的证据表明,修复某人的微生物群“实际上可以缓解”疾病,比如溃疡性结肠炎。他还补充道:“我认为对于我们研究的许多疾病,都可以被定义为微生物混合的作用,可能是10种或15种微生物进入了患者体内。”

微生物药物还处于早期阶段,但一些研究者认为,监控我们体内微生物群的动态将很快成为日常措施,能够为我们提供大量有关健康的重要信息。“想想一小勺

你的粪便所蕴含的微生物DNA数据,就要比成吨DVD所能存储的数据还多,简直不可思议。”奈特教授说道。

想象一下,当你每一次按下抽水马桶时,你就冲走了大量的宝贵信息。“我们的部分愿景是,在不远的将来,只要你按下冲洗键,它就会进行一些即时的数据读取,然后告诉你情况是向好的还是坏的方向发展,”奈特教授补充道,“我想这将是真正的变革。”

微生物以惊人的速度“生儿育女”。例如大肠杆菌在合适的生长条件下,12.5-20分钟便可繁殖一代,每小时可分裂3次,由1个变成8个。每昼夜可繁殖72代,由1个细菌变成4722366500万亿个(重约4722吨);经48小时后,则可产生 $2.2 \times 10^{43}$ 个后代,如此多的细菌的重量约等于4000个地球之重。当然,由于种种条件的限制,这种疯狂的繁殖是不可能实现的。细菌数量的翻番只能维持几个小时,不可能无限制地繁殖。因而在培养液中繁殖细菌,它们的数量一般仅能达到每毫升1-10亿个,最多达到100亿。尽管如此,它的繁殖速度仍比高等生物高出千万倍。





# 澄江动物群及人祖寻根

文/舒德干

作者系中国科学院院士、西北大学早期生命科学研究所所长，编者曾有幸听过山东省动物学会莅临本校时舒德干院士的报告，深感其朴实生动，希望大家深入了解舒院士的研究领域及成果，因而分享此文。本文根据作者在中国国际矿物宝石博览会化石高峰论坛上的演讲录音整理，有删节。

达尔文进化论思想大概有两个最主要的核心论题，一个是自然选择，第二个就是世界上所有的生物都有共同祖先，长期的演化结果就形成了“生命之树”，所以生命之树思想应该是达尔文的核心思想。后来的生物学家、古生物学家、化石研究专家勾勒出了“生命之树”的初步轮廓。在这里面有许许多多的创新事件，其中最重要的、和人类演化相关的有三个：一是原核生命的出现，指无细胞核膜的细菌之类变成有细胞核膜的生物；二是动物界形成寒武大爆发时期；三是一支脊椎动物最早的祖先，有头有脊椎，经过5亿多年的发展形成了人类。

## “寒武”大爆发的新假说

5.4亿年前，动物界突然演化加速，跑步向前，形成了整个动物界，后来被大家称之为“寒武”大爆发。“寒武”大爆发不是一夜之间完成的，经历了约4000-5000万年。达尔文对此事很难理解。由于当时的化石知识比较少，他认为生命是慢慢演化，很难想象生命在非常短的时间里形成了整个动物世界。在达尔文的“非爆发”假说中，他认为根本不可能大爆发。但是，时隔100年之后，美国的古生物学家Gould基于化石的资料，提出在不长的时间里面，大概几千万年左右，一幕式地产生了动物界，后来所有生物门类都站在一条起跑线上，一致出现了。后来，英国皇家学会会员将达尔文的思想 and Gould的思想进行了一定的融合，他觉得既不是完全的渐变，也不是单纯地一幕式，有可能是两幕式。在“寒武”大爆发之前是隐身的、看不见的、微小的、柔软的，那样的生物大部分是未知。“寒武”大爆发之后，有一些个体大的就显现了，他提出了两幕式。他们各自都有自己的道理，但不完善，没有真正解释出动物在整个演示过程中的渐变性，快速演变过程中的综合更没有看到过程的阶段性。所以，还需要后人进一步做贡献——中间的核心问题是“寒武”的几次大爆发，跟整

个动物界的形成有什么具体的对应关系。

这样我们就要回头看看整个动物界的基本结构。按照分子生物学、化石生物学及古生物学的各种认知，大家认为动物界由低等到高等有30多个门类可以划为三个亚界。三个亚界怎么形成？需要我们关注化石窗口，应该是在早寒武世和中寒武世末期发现的，在全球40个大化石库中做了探索工作，其中最著名的是澄江动物群。如果将这四个动物群勾勒在地质图上，就会发现它们是先后展示的。现在的古生物学家需要



回答的，就是在先后出现的四个动物群中，它们包含了动物界什么样的信息，有哪些成份。

在前寒武世的末期，动物亚界四五个门类开始出现了，后来还产生了文德（谐音）动物群。在寒武世的初期，科学家证明大多数的远古动物在这个时候已经出现了。那么，最后一个后口动物亚界包括的几个门类什么时候出现的？大家把目光放在了云南澄江动物群上。1995年之后，西北大学早期生命科

学研究所非常幸运，有一系列的发现主要集中在后口动物亚界上，有一系列的文章被接受，发现后口动物亚界的“5+1”类群。这样，动物树框架在澄江动物群就出现了。于是，我们就提出了继达尔文、Gould之后的寒武大爆发的新假说，认为在这三个动物群中已经逐步完成了整个动物亚界三个亚界的构成，三个寒武大爆发形成了动物的三个亚界。

## 澄江动物群的重要发现

一是在澄江动物群发现了文德生物。大家没想到还可以跨过寒武世界限遗传到澄江动物群，这是一个非常重要的成果。以前很多人认为寒武世之前和寒武纪初期之间是没有关系的，但这个演化证明它们之间是有联系的，这是基础动物亚界。发现了奇虾出现于早寒武世的早期，这个动物物种由基底到底层都出现了，说明完整的生物系统在寒武世早期就已经出现了。

当然，在澄江动物群最重要的贡献，我前面也说到，是长期没有见过的动物亚界中的所有门类都快速地逐渐出现了。例如低等脊索动物，跟现在的文昌鱼非常相似，没有头，但已经有不对称的脊节和脊索。这类动物被科学家认为跟脊椎动物非常接近，在寒武世也有它的踪影，叫长江海鞘。我认为古虫动物门开展了新陈代谢的革命，水从前面大口进入的时候，把食物和氧气都带入进去了，然后筛选之后排泄出来，加速了新陈代谢革命。当然，这是国际上最有名的脊椎动物的出现，最早产生了头，产生了脑，产生了脊椎骨，这就是人类之所以能够站起来，人类之所以聪明，始点可能就在这几条鱼上。所以，古生物化石和现在是相对应的。

## 澄江动物群时代的人类远祖

达尔文最关注的除了五种起源的基本思想以外，他还关注人类是如何起源的，如何由来的。所以，达尔文很期盼古生物学家能够找到人类祖先。5.2-5.3亿年前，最早出现头脑脊椎的昆明鱼目化石。这个化石很特别，可以看到最原始的脊椎骨，最早的头类非常小，但头的基本构造都有了，脑的外延、眼睛非常大了。有人说寒武世大爆发非常重要的因素是眼睛的出现，在这里也是一个证明。我们看到世界低等和高等的脊椎动物，以及在历史中发掘出来各种各样的脊椎动物，我们在第一鱼上面找到了这样一个根。在这个根之前，还有没有更原始的东西？找到这个根，前面还有没有种子？也是值得探索的问题。在谱系图上可以看到，有更早出现的过程，有脊索出现的过程，还有产生腮裂的过程。我认为更重大的创新型贡献是出现腮裂的古虫动物门。以西大动物为代表，食物和氧气进入之后，通过腮裂排泄。腮裂从胚类动物可以找到很好的证据，我们在母亲肚子里面四个星期会有很清晰的腮裂构造，后面就没有了，原来腮裂中的肌肉、骨骼、神经、血管就改造成现在其他相应的血管、肌肉、神经。那么，我们要记住古虫动物门创造了腮裂，引发了新陈代谢的革命，是非常值得纪念的事情。再就是昆明鱼目代表，它当时很弱小，不到一寸长，但它的后代将称雄世界。

### 澄江动物群

位于我国云南澄江帽天山附近，是保存完整的寒武纪早期古生物化石群。她生动地再现了5.3亿年前海洋生命壮丽景观和现生动物的原始特征，为研究地球早期生命起源、演化、生态等理论提供了珍贵证据。澄江生物群的研究和发现，为寒武纪生命大爆发这一非线性突发性演化提供了科学事实。



(复原图，为古生物学家伯格思琼所绘)

# —河狸—

## 《河狸白毛历险记》



该影片讲述了白毛是一只小河狸，和妈妈还有姐姐住在一起。他从未见过自己的爸爸，因为爸爸在他还没出生的时候就被狼吃掉了。一天，熊毁坏了堤坝，白毛被湍急的河水带到了很远的地方。他必须找到回家的路，还要面对很多危险。他遇到了一只同样也和家人失散的老河狸。老河狸决定保护白毛并帮助他找回家人。

### 特征描述

河狸是我国最大的啮齿动物，半水栖生活。体长74-100厘米，体重25千克左右。头小，眼小，四肢和耳短，外耳壳能起以防水灌入的作用。体毛棕黄至褐色，厚而多绒毛；后足趾间到爪有蹼，适于划水；尾宽大扁平，长约40厘米，覆盖角质鳞片，具有舵的作用。在肛腺前方有一对能分泌“河狸香”的麝腺。

河狸栖息在寒温带针叶林和针阔混交林林缘的河边，穴居生活。善游泳和潜水，主要在夜间活动。洞穴常挖在河边树根下，以鲜嫩的树皮、树枝及芦苇为食。河狸在欧亚大陆北部曾有较广的分布，因其皮毛珍贵而长期遭到无节制的捕猎，分布范围缩小，我国仅产于布尔根河一带。

河狸会被自己啃倒的树砸死吗？

众所周知，河狸（不是海獭，也不是海狸鼠，而“海狸”则是河狸的误名）是一种勤劳的小动物，它会用牙齿把树木啃断，然后用来筑坝。

有些时候它们能啃断几十厘米甚至更粗的树。那么显而易见的问题就是，当树倒下来的时候，它会不会自己被砸到？

很不幸，答案是“会”。

比如，1987年11月21日，两位挪威生态学家就目睹了一场河狸壮烈牺牲的惨剧。这是在挪威东南部（ $58^{\circ} 39'N$ ,  $7^{\circ} 58'E$ ），受害者是一只欧洲河狸（*Castor fiber*）。

它的尸体上横躺着一株直径40厘米的欧洲山杨（*Populus tremula*），正好压中了它距离尾巴末端10厘米的地方，交汇点距离树根部2米。显然这只河狸没有立即死亡，它在身体附近挖出了一段圆形隧道，但依然没能逃脱。整具尸体被冰冻住，但依然是完整的。在两人1996年的论文里，他们整理了12



起河狸被树压住的案例，8起发生在欧洲河狸上，4起发生在美洲河狸（*Castor canadensis*）上。

其中一起案例中，被发现的河狸还活着，从而成功被人解救。河狸被压住的地方五花八门，但到底是直接命中头部比较惨还是压住尾巴比较惨就见仁见智了……而这样的事故主要发生在8月-11月期间，这是河狸修坝的主要时段。虽然理论上这些河狸也可能是谋杀或者过失杀狸的受害者，但概率不大，因为根据生态学家拉尔斯·威尔森（Lars Wilsson）的观察，绝大多数河狸都是独立完成啃树任务的。

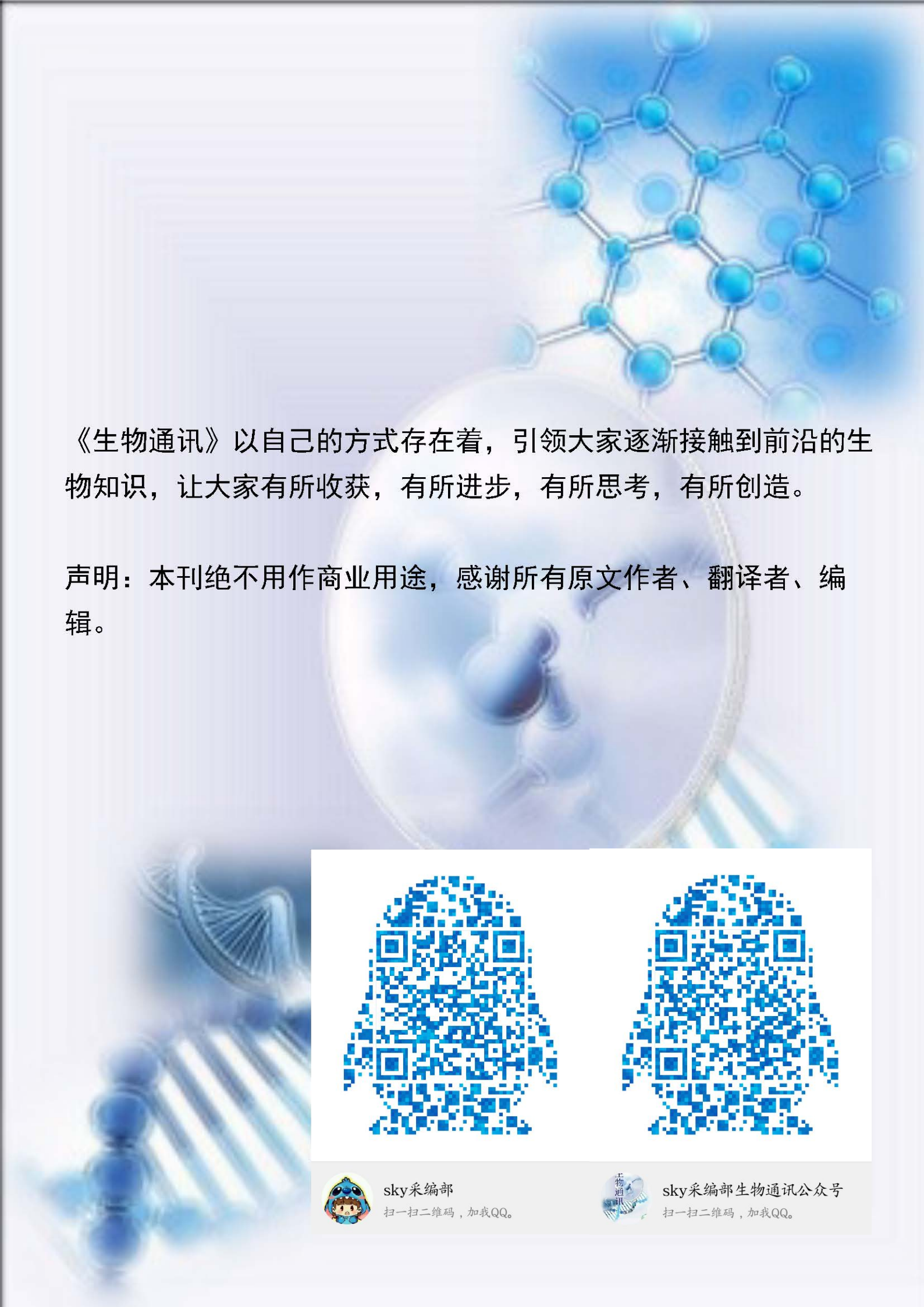
为何如此悲剧？因为河狸实际上并不能预先控制树会往哪里倒……砍出合适的断口让树向合适的方向倒下是人类伐木工的基本技能，但显然河狸不会。威尔森观察了河狸的啃树结果之后发现，树其实是会向四面八方倒的，和当时河狸所在地没有什么关系。事实上，唯一多偏一些的方向就是更容易向着河边倒，这只是因为很多树是斜着向河长的，或者靠

河的树冠更为发达。

至于河狸逃开的办法，生态学家奥维森（A. Owesen）说，就只是在树开始倒下的时候当场作出判断，然后赶紧跑开而已。显然在上述这些案例里，河狸跑得不够快或者判断错了方向。另外这些案例都是成年的河狸，所以大概不是经验不足所致。

虽然希尔（E.P. Hill）指出，倒下的树木并非美洲河狸的主要死因，但这个故事和摔死的雪羊、骨折的长臂猿、淹死的鲸、撞进灌木的鹰还有被踢碎下巴的狮子一样，都在警示着我们：常在河边走，哪有不湿鞋呀。





《生物通讯》以自己的方式存在着，引领大家逐渐接触到前沿的生物知识，让大家有所收获，有所进步，有所思考，有所创造。

声明：本刊绝不用作商业用途，感谢所有原文作者、翻译者、编辑。



sky采编部  
扫一扫二维码，加我QQ。



sky采编部生物通讯公众号  
扫一扫二维码，加我QQ。