

进化新器官，我只服寒武纪

□ 冯伟民



地球生命自距今38亿年前诞生以来，历经30多亿年的漫长演化，直至5.41亿年寒武纪之初的崭新时代，迎来了生命演化史上最激动人心的时刻——寒武纪生命大爆发。毫无疑问，它是生命演化中物种形成最迅猛、高级分类阶元诞生最频繁、功能形态悬殊度最显著、生物结构造型可塑性最强的特大型生物大爆发事件。

1984年，我国学者在云南发现了澄江动物群，震惊了世界，被国际媒体赞誉为“20世纪最惊人的科学发现之一”，很多关于寒武纪生命大爆发和现代生物多样性起源的奥秘就

保存在这些珍贵的化石中。

澄江动物群是展示寒武纪生命大爆发的重要窗口，充分显示了远古海洋动物群的多样性，现生动物门类的祖先在不到2000万年的时间内都涌现了出来。在这里不仅发现了大量的海绵动物、腕足动物、软体动物、刺胞动物、栉水母动物、曳鳃动物、环节动物、星虫动物、环节动物、毛颚动物、铠甲动物、有爪动物和节肢动物等原口动物化石，也有棘皮动物、头索动物、尾索动物和脊椎动物这些后口动物化石。另外，还有很多鲜为人知的难以归入已知动物门类的化石。

地震对于人类也并非完全是坏事。正是由于富蕴地震断裂带的长期活动，才沿断裂带形成了一系列宽阔的断陷盆地和湖泊洼地。譬如可托海、可可苏海，这里水草丰美、土地肥沃，成了哈萨克人聚居繁衍的乐园。

近距离感受新疆富蕴断裂带

□ 金雷



1931年8月11日05时18分47秒，在新疆青河县、富蕴县发生了8级大地震，北京鹫峰台和上海徐家汇台作为当时中国为数不多的地震台，记录下了这次地震的震波图。

包括南非开普敦、澳大利亚悉尼、加拿大渥太华、英国牛津在内的全球数百家地震台都记录到了这次地震，远离震区12000千米的南美洲圣安胡地震台，也记录到长达两个半小时的震波。其感范围达

数千千米以外，西至苏联谢米巴拉金斯克，东至兰州，震动十分强烈，地表破坏现象极壮观，地表破坏集中分布于富蕴县可可托海至青河二台之间的狭长地带，形成了一条规模宏大的地震断裂带。

时至今日，走进该地区，当年那雷霆万钧、山崩地裂的场景还是如在眼前，令人触目惊心。好在当时这一地带人烟稀少，牧民又住在毡房里，造成人员伤亡并不大。但是受这次地震的影响，直径达数

百公里范围内的城镇均遭受不同程度的破坏。地震造成地崩裂，树木折断，山草枯萎，三四年草木才复生。可可托海剧烈震荡约5分钟，盆地下陷，河流改道，地表涌黑水。西山坡产生阶状断裂，长3—7千米，深1米，像水渠一样。吐尔洪地裂缝5—6米，有人落下丧生。富蕴崩落岩石直径一般为1—2米，最大一块坠石长12米，宽5—7米，高4.5米。

由于地处气候干旱的内陆偏远地区，地表流水侵蚀和人类活动影响都很微弱，因此大地震在地表形成的断裂、断陷遗迹保存十分完好，正因为富蕴地震遗迹保留十分清晰完整，具有很高的科研与参观价值，它一直吸引着国内外众多学者来此考察，成为业内知名度颇高的地震地质研究的胜地，堪称世界上最好的地震断裂带现场博物馆。它对研究地震断层、区域构造环境、应力场、动力源及地震所造成的地形、地貌、植被、水文变化有着重要的科学意义。

大自然的力量虽不可抗拒，但我们要尽量认知它。以减少它对人类的伤害。这里的一段断裂带称得上是世界地震断裂景观“最伟大的奇迹”，堪称是一道神奇的“魔鬼绝壁”。

地球上大多数地震的发生，都与断层的活动有关，引发富蕴大地震的，就是被称为二台断裂的活动断层带。有意思的是，对富蕴地震

盲眼等，呈现了与早古生代的生物多样性相符合的趋势。

在已发现的澄江动物群中，90%以上具有眼睛的动物都为节肢动物，它们是寒武纪海洋中最为多样和丰富的优势类群，种类约占整个动物群的40%以上，大多都是主动猎食者。

澄江动物群的成功，固然有环境的因素，但在很大程度上也是由于出现了一批新型的动物器官。这些创新性的动物器官，如眼睛、外骨骼、口器、附肢、鳃腔、脊索乃至头等，与视觉系统、摄食系统、消化系统、神经系统、运动系统等一系列动物功能系统相关联。使得澄江动物群能够适应新环境，拓展新天地，展现丰富多彩的生态场景。因此，寒武纪生命大爆发是动物器官大创造的时代，以澄江动物群为代表的一系列重要器官的出现，意义重大，影响十分深远，一直延续至今。

眼睛的起源与演化一直是学界为之着迷的科学问题。澄江动物群的研究表明，动物眼睛最早可以追溯到5.2亿年前。

眼睛是动物重要的感觉器官，是动物进化史上一个重要创新，它对于动物捕食、运动和感知都有非凡意义。在澄江动物群中，已经发现了保存较好的各类后生动物的眼睛和视觉形式，包括了眼点、复眼、透镜眼与

例如，灰姑娘虫拥有已知最早

的复眼。在高倍显微镜下，灰姑娘虫的复眼居然由两千多个小眼组成，并具有相对大的小眼组成的敏锐带，说明其精细的神经结构也已演化到惊人的阶段。揭示了寒武纪早期的节肢动物已经拥有高度发达的视力。它像螃蟹那样，眼睛可以收缩，也就是说在睡觉时，眼睛能够自动收缩进头甲里。而在需要用眼睛时，像是有个操作杆作支撑的眼睛就可以大幅度转动。现代螃蟹的小眼只有1000个左右，灰姑娘虫或许比现代的虾和螃蟹的视力要好得多。

类似灰姑娘虫的眼睛结构特征也

发现于寄生虫、抚仙湖虫等。尤其在澳大利亚袋鼠岛发现了保存精美的寄生虫化石，其复眼是迄今所发现最大的，直径达3厘米，包含16000个单眼。或许正是这么多复眼的存在，方让寄生虫在捕食的过程中能够非常清晰地看清周围环境，并牢牢盯住猎物。

（作者系中国科学院南京地质古生物研究所研究员，中国科普作家协会副理事长）



中国科学院·科学大院
科普时报
从此爱上科学

动物的眼睛是“突然”出现的

三叶虫是最早出现复眼的动物之一。大多数三叶虫长有全膜眼，全膜眼的眼体很小且互相靠近，最多可达1.5万个，并且全部被一层透明的巩膜所覆盖。少数三叶虫如镜眼虫具裂膜眼而不同于全膜眼，只有200~700个小眼体。长有全膜眼的三叶虫，其幼年期的眼睛很像裂膜眼，所以人们推想裂膜眼可能是由全膜眼幼态持续发展而来。

寒武纪的三叶虫眼睛四周往往存在眼缝合线，个体死亡或蜕皮时眼睛往往脱落，所以不易在化石中找到。寒武纪以后，三叶虫身上的眼缝合线消失，眼睛直接镶嵌在头部上，因此能找到眼睛的化石渐渐增多。

另外，在一些节肢动物，如抚仙湖虫，尖峰虫等的眼睛表面，能观察到有许多相对分离的小体，而且透镜体近端比

透镜体远端小体排列的更加紧密。而在叶足动物罗哩娜虫头部前段发现一对明显的呈黑色的眼点。还在昆明鱼的头部发现了两个明显的椭圆形黑点，呈现单透镜结构，不仅在透镜体中心有一个小的碗状体，而且有一个波状侧面，暗示其眼睛结构更复杂，透镜折射能力可能有别于其他的视觉类型。总之，在已知最早的后生动物中，视觉系统已然呈现多样性，但与现代后裔相比，又具有相对原始的特征。

有趣的是，动物的眼睛似乎是在寒武纪大爆发中“突然”出现的，这是为什么呢？科学家推测，在寒武纪的海洋中，生物多样性的剧增，使动物们感受到了强烈的生存竞争和捕食压力。为了生存，他们搞起了“军备竞赛”，各类器官不断进化，眼睛这种敏锐的感觉器官也就应运而生了。



11月初，一个叫达巴奴里猩猩新物种被科学家在印度尼西亚苏门答腊岛上发现。

12月15日晚，一场由中科院动物研究所动物学博士、国家动物博物馆科普策划张劲硕主持的“聊聊人类新亲戚博士有话说”在北京自然博物馆如期举行。本期话题还邀请了3位科普达人：中科院动物研究所研究员、国家林业局野生动物保护专家黄乘明博士；北京市政协常委、北京南海子麋鹿苑博物馆副馆长郭耕和北京动物园曾饲养黑猩猩等灵长类动物的科普达人杨毅。

“虽然我们人类常会将自己与动物区别开来，但在动物分类学中，人类其实并不孤单。”张劲硕博士做了开场白。

“要知道，自从1929年倭黑猩猩被定为独立物种以来，灵长类再也没有增加新的成员。因此，这次发现新物种算得上是本世纪最令人激动的一大发现。”以研究珍稀灵长类行为生态学和保护生物学的黄乘明博士补充介绍说。

什么是灵长类人科？郭耕馆长给听众做了如下解释：“人科，作为人类近亲的灵长类生物，包括西部大猩猩、东部大猩猩、黑猩猩、倭黑猩猩以及婆罗洲猩猩、苏门答腊猩猩，加上这次新的物种达巴奴里猩猩，再加上人类，灵长类人科就增加到了8种。”

发现达巴奴里猩猩缘自一次偶然。

把自己比喻为动物园铲屎官的杨毅分享了一个发现的细节：2013年11月，在印度尼西亚苏门答腊岛上做研究的生物学家马修·诺瓦克听说有一只红毛猩猩走出丛林，入侵了附近的果园。等他和兽医赶到时，这只猩猩已经被村民打得遍体鳞伤，脸上和手上到处都是刀痕。虽然诺瓦克和他的同事竭尽全力，8天后，这只猩猩还是死去了。

就是这只死去了的红毛猩猩让科学家激动万分。由此一个新的物种走进了人们的视野。

猩猩一身红毛，在18、19世纪，隔海相望的婆罗洲猩猩和苏门答腊猩猩长期被视为猩猩的两个亚种，直到2004年，经过分类学研究，才因遗传差异比较大被学界普遍接受为两个独立物种。但诺瓦克用了多年时间去证明红毛猩猩其实还有第三种，也就是让科学家激动万分的达巴奴里猩猩。论文发表在了11月初的《现代生物学》杂志上，这项研究由三十多位科学家，从形态学、行为学和基因组学等多方面进行了详细和系统完成，因此具有极高的可信度。

达巴奴里猩猩生活在苏门答腊岛北部的多峇湖以南，苏门答腊猩猩生活在多峇湖以北，两者栖息地之间的直线距离仅有大约100公里。婆罗洲猩猩生活在千里之外的婆罗洲，和前两种间隔着大海和群山。

然而，让科学家困惑的是，“虽然达巴奴里猩猩和苏门答腊猩猩分布于苏门答腊岛上，但是达巴奴里猩猩却隔着大海的婆罗洲猩猩却亲缘关系较近，反而与同在一岛的苏门答腊猩猩却亲缘关系较远。”张劲硕博士逐一为听众解开谜团。

据张劲硕博士介绍，想要确立一个新种是一个非常复杂的过程，分类学家们动用了行为、形态、分子生物学等方面的工具，利用了37个个体的全基因组。发现达巴奴里这一群猩猩的颅骨、牙齿、下颌和其他猩猩有显著区别，约一万一两万年前从其他猩猩中分离出来。他们的毛发更卷，胡子更长，基因也有显著差异，因此认为应该是独立物种。

研究基因组演化的科学家发现，达巴奴里猩猩的遗传信息也和其他两种猩猩不一样。达巴奴里猩猩很可能在300多万年前就和其他苏门答腊猩猩分道扬镳，各过各的；而直到67万年前，海对面的婆罗洲猩猩才和达巴奴里猩猩分家。

人类没有时光机，但科学家在假设当中发现了猩猩的演化轨迹。某次地质事件让婆罗洲和苏门答腊岛连接起来。随后又经过地壳变化沧海变桑田。

对于他们的现状，张劲硕博士评述道，如果我们进行强有力的保护，帮助他们抵御偷猎者的袭击和森林的破坏，或许还可以挽救这种新红毛猩猩。

“因为灵长类物种有着极高的智商，而且集体生活，所以他们是最接近我们人类的生物，也在探索人类进化史上占有很重要的地位。”黄乘明博士表示。

郭耕馆长表示：“发现新的猩猩物种这件事，对于我们研究人类的起源是很重要的。灵长类物种跟人类有太多的相似之处，了解他们，就是保护人类自己。”

曾饲养过黑猩猩等灵长类动物的杨毅从参加工作到现在一共饲养了50多种动物，作为动物管理员，他感谢很多一路上帮助过他的朋友们，能给他平台和机会，去分享他的所见、所感。

虽然达巴奴里猩猩“到底怎么区分这个物种？”这个问题还有争议，达巴奴里猩猩可能并不完全符合生物学的严格定义，但无论对演化生物学还是保护生物学来说，他都是一个新的发现。归根到底，科学研究不会避重就轻，而永远会刨根问底；生物保护也不应是死抠字眼，而会实事求是。

“对于达巴奴里猩猩，最重要的是，我们知道他们在那里，我们探索他们的身世浮沉，我们看重他们的存在，我们尽力保护他们。”几位嘉宾的观点或许更实事求是。

京郊鸡群“蒸”上雾化桑拿

□ 科普时报记者 张克



排效果显著，符合《北京市“十三五”时期节能降耗及应对气候变化规划》要求。

“这项技术系统雾化效率达到100%，时间持久、雾化充分、雾滴均匀，消毒无死角，不堵塞、不滴漏；相比之下，传统高压雾线喷淋系统，雾化效率仅为60~70%，易形成堵塞滴漏，需经常清洗或更换喷头；温帘系统，雾化效率仅为30~35%，也易老化。二流体系统的运用，显著提高了家禽养殖过程中消毒雾化效率，提升了养殖效率，是养殖业技术创新的体现。”孙越补充道。

除此之外，二流体雾化消毒系统还有多种应用范围。种蛋熏蒸，消毒喷雾能充分包裹种蛋，达到全面表面消毒的目的，但不会潮湿种蛋表面，从而避免了种蛋局部二次污染问题；干燥季节舍内加湿除尘，北方地区，秋冬季节气温低、空气干燥，为了保持舍温，会配备相应的供热设备，这使鸡舍内温度下降，粉尘量增加，增大鸡群呼吸道疾病风险。二流体雾化消毒系统通过自动加湿，调节降尘，降低规模化鸡群疫病风险，提升生产性能，最终提高养殖效益。

蜂类可利用花朵热信号选择授粉

一项结果显示，一些花朵会散发出一种人类肉眼看不到的热信号，蜂类可根据这些信号选择授粉花朵，提高觅食效率。

布里斯托尔大学研究人员领衔的研究团队发现，除了人类能看到的色彩形态和闻到的气味等，包括雏菊在内的某些常见花朵还能散发出具有复杂特征、且与其色彩图案相呼应的热信号。

团队认为，这种热信号是花朵传递给传粉昆虫的信息，蜜蜂就能根据这些热信号来选择可获“最佳回报”的花朵来传递花粉。

据这份已刊登在美国《电子生命》期刊上的报告，为验证这些观点，团队在实验室中设计了一些人造花朵，能发出热信号但不包含相应的色彩图案。观察结果显示，大黄蜂能利用热信号区别不同花朵，并顺利找到可收获最多的花朵。

（张宏伟）

