

在生态学研究领域，“自然”有着另一个概念：生态系统。而研究生态系统中的相互关系和规律是认识自然、顺应自然、保护自然的重中之重。

为什么要尊重自然、顺应自然、保护自然

□ 刘世荣

森林涵养水源离不开土壤

森林被称为“绿色水库”。那么，森林为什么可以涵养水源？又是如何涵养水源的呢？

近期，荣获2019年度四川省科技进步一等奖的“岷江上游森林植被恢复与生态功能提升关键技术与应用”项目取得重要研究进展，并对此作了解答。

森林调节水的作用受林冠层截持—林内灌草层截持—林地枯枝落叶层和苔藓层拦蓄—森林土壤层蓄蓄所构成的一个综合复杂过程影响，90%以上取决于森林长期演替形成的复杂土壤结构。

岷江上游地处青藏高原东南缘，是成都平原乃至长江上游的重要水源地和生态屏障。为阐释森林对水源涵养的调控机制，中国林科院以国家重大战略需求为目标，积极承担“973”国家重点基础研究计划等系列重大攻关项目，历经20多年扎根岷江，集中联合攻关，并梳理总结了长期积累的观测数据，在森林植被水文调节机制、退化森林恢复，以及水源涵养功能提升关键技术方面取得了创新性成果。

研究发现，岷江冷杉是岷江上游的主要建群树种，其树体生物量大、叶面积指数高、蒸腾作用小等特性，

使得岷江冷杉对水的含蓄作用效果突出。

尤其是岷江冷杉的原始林对水源的涵养作用更为显著。主要原因在于岷江冷杉原始林长期自然演替形成了发达的海绵状苔藓层和枯枝落叶层以及具有非毛管孔隙度大、密度高、渗透性强的土壤团粒结构，有利于非重力水的垂直渗透。

数据显示，岷江冷杉原始林苔藓层和枯枝落叶层的蓄水量，每公顷分别高达126.36吨和223.85吨，分别是人工云杉林、次生阔叶林和灌丛的3.41（2.59）、8.26（29.82）、5.55（4.60）倍。

这在一定程度上证实了黄秉维院士在《确切地估计森林的作用》一文中提出的森林会降低土壤表面径流这一观点。但径流减少的水并不是完全用于森林自身的蒸散发，而是通过森林土壤蓄存起来了。

不同的森林类型涵养水源的作用大小不一，不同的树种对水分的利用规律也大同小异，森林土壤让森林成为真正的“绿色水库”。

岷江样板诠释山水林田湖一体化 受海拔、地势、光热等因素影响，岷江上游的植被覆盖类型呈现出高山草甸、亚高山暗针叶林、中下部

常绿阔叶林并种植用材林，以及林下经济作物、平原发展农田经济的区域社会—经济—自然复合系统。在流域水分循环过程的长期观测研究中，研发团队意外得到一个重要发现，水在不同植被类型中的循环利用而串起这个系统，恰好诠释了山水林田湖草一体化的自然生态系统理念。

海拔3800米以上的高山草甸对降水具有低蒸散、高渗透的作用，但从草甸土壤中渗透出来形成的径流顺势流入亚高山区域的云杉针叶林，给该区域的森林土壤提供了水源补给。更重要的是，亚高山暗针叶林自身的蒸散发90%又以雨雾水的形式回降到了高山草甸，滋润了草甸植被的稳定生长。

与此同时，从亚高山森林中缓缓流出的水形成的径流可以为山下的林下经济、平原的农田灌溉、畜禽养殖提供源源不断的水源供给，为人类清洁饮水和从事各类生产活动提供了保障。这一现象不仅很好诠释了山水林田湖草是一个生命共同体的生态文明理念，更为人类认识自然、研究自然提供了现实案例。

为科学诠释山水林田湖草系统化治理理念，团队首次运用稳定同位素示踪技术，首次发现了岷江冷杉是该

区节水、调水和蓄水功能最佳的树种，且岷江冷杉原始林比其他不同演替阶段的次生林和人工林具有更高的水源涵养功能。这一研究结果为岷江流域森林水源涵养功能的正确认识提供了科学依据。

（作者系中国林业科学研究院院长、森林生态学首席专家）



岷江上游森林与水的自然景观。

刘世荣 摄

不要轻易试图“改变自然”

天然林保护工程实施20多年以来，岷江上游地区的森林覆盖率由1997年的38%上升到2017年的43%；森林水源涵养能力预期可以由21.88亿吨提升到26.52亿吨；衡量旱涝灾害发生的重要指标洪枯比在岷江杂谷流域的监测数据由1982年的11.5下降到2006年的7.1，紫坪铺的洪枯比由1983年的10.3下降到了2016年的4.95。这足以说明长江上游天然林保护工程的实施，为岷江上游的水源生态安全作出了巨大贡献。

看到成效的同时也要注意有人为干扰对森林的影响。比如，1998年的特大洪水给人类过度采伐森林上了一堂自然警示课，大规模集中连片种植的人工纯林背后潜藏的外来物种入侵、病虫害暴发、生态系统健康问题越来越凸显，气候变化导致的全球变暖、降水格局变化和极端气候事件等，也正加速影响着森林的更新和生态系统功能。

当前，随着气候变暖、冰川消退和降雪减少，岷江流域面临基流补给减少的威胁，这将可能引发岷江流域的水生态安全问题。

研究指出，在岷江上游地区的天然林保护工程建设中，应首先保护好现存天然林植被，包括原始暗针叶林、天然灌丛、草地和高山草甸等；植被建设要以天然更新和自然生态恢复或人工促进天然更新为主，不应一味强调大规模营造人工造林，特别是人工针叶纯林。大面积的人工植被覆盖会增加区域生态用水从而降低流域产水量，减少下游可利用的水资源。

对于岷江上游的天然林保护修复工作，可在前期大面积栽植人工林的基础上，通过开林窗、带状疏伐等模拟自然干扰的方式，逐渐恢复以岷江云杉为建群种的原始林，以更好发挥森林涵养水源的服务功能，保障水资源和生态安全。这是自然委托我们科学向人类传达的“自然语言”。

岁月，就像是一条孜孜不倦的小河，在清澈且湍急的河流中，带去了很多记忆，也带来了诸多希望。这里，有个我和金鱼的故事，缓缓浮出了水面……

回首望，却不曾想，当初寻来的那几尾龙睛蝶尾，历经寒暑，在我简陋的环境中，已生活两年有余。虽无多少亮点令人惊叹，却也还算健康。透过渐已泛绿的水色，望着这几条摇头摆尾的小鱼，我努力地挖掘着自己对于龙睛蝶尾那份最初本真的欣喜之情，依稀地找寻到了被岁月之河所带走的记忆片段。

刚开始饲养金鱼时，我最喜欢的是龙睛蝶尾，干净而优雅。上世纪90年代初，我随长辈们潜居在北京百万庄片区，在老式的苏式建筑的窗台上，养着一缸金鱼，颇有韵味，同时也颇具年代感。在位于市区难得静谧的百万庄小区内，能观赏到缸内金鱼甩着长尾薄纱般婀娜多姿地游动，心灵深处也感到宁静。许是佳鱼难伺，这几尾令人心动的金鱼，不几日便相继断魂而去。带着失望的心情，我跟随姥爷到位于车公庄大街上的老官园花鸟鱼虫市场。彼时的北京，树上的枯叶开始随着初冬的寒风，打着转，纷纷落下，匆匆掠过街道。我们到达市场已是傍晚，姥爷和我摸进了老官园巷内摊位，寻着曾令人心动的金鱼。当走出幽深的胡同时，虽寒风四起，心却格外的温暖。眼睛始终无法离开袋子内几尾一指长的蝶尾金鱼。

时间转到了2004年的深秋，在长辈的同事馈赠下，我第一次有幸得到了2尾鹅头红金鱼。作为初探金鱼奥妙的一名新手，自然无法从这几尾金鱼身上品出特有的韵味。然而，鹅头红金鱼那宽厚浑圆的脊背，配上那亮泽纹银般的粗大鳞片，在阳光的照射下，闪烁着紫色光泽。特别是当一条鱼鲜红的头冠靠近另一条鱼灿灿金光的身躯时，一片红晕竟能映在对方身上！那种宛如银镜一般的美妙，着实摄魄了我的灵魂。那一刻，我被鹅头红彻底征服。想来，这就是鹅头红带给我的第一次心动吧。

岁月之河湍急奔涌，许多我曾经做过的和计划要做的事情都显得那么微不足道，任由这河水将它们淹没。唯有那两条小鱼，当岁月的激流涌向它们时，却不由得慢了下来，愈发舒缓下来。那一年笔者正备战高考，闲暇之时，望着两尾缸中悠闲游动的小鱼，一份温婉闲适的感觉，始终围绕我的心间。那一刻，忘记了学业的忙乱，忘记了生活的琐碎。有的，就是养鱼时那种淡淡的平静，朴素的平静。

再看窗外街道，从秋风卷走枯叶，冬雪带来静寂。到春雨润绿树木，夏日略显悠闲。转眼间，又是一个深秋。四季变化中，金鱼也在发生变化，头冠，高了些。身子，长了些。不变的，还是那份属于它们自己的平静和闲适。冬天，正是鱼发头的时节，便多喂些红虫。夏天，正是水温升高的时节，便加大了换水量。这些，从未间断。有人说，不同的养法就是，在鱼身上烙上不同的印记，是一种对鱼的塑造。于我来说，这更像是我和鱼之间的一种约定，在约定中，鱼收获成长，我收获欣慰。

2016年，我在美国访学期间，惊异于国内价格亲民的金鱼，在海外居然身价翻了几十倍，一条草种金鱼卖到了十几美元，而鹅头红金鱼小小一条也是售价30多美元。海外过高的身价，丝毫不影响它们作为圣诞或感恩节的热门礼物。最后得知这些金鱼皆是通过国内由海运跨洋过海来到大洋彼岸美利坚的。

泡上一壶绿茶，细呷一口，平伏了心躁。茶叶在水中缓缓舒展开来，水色和茶味愈加浓厚。而金鱼，正像是这盏绿茶一般，它的魅力，需要时间来绽放。抬眼看看缸中的两条金鱼，婀娜多姿，雍荣华贵。

对于我而言，陪伴的意义大于它们本身的价值，我愿意继续为它们付出努力，也愿做个记录，品尝着它们去年、今年和明年点滴变化所带来的收获味道。

水色已渐绿，愿你能尽情静释夜色。（作者供职于中国林业科学研究院林业研究所/海南热带野生动植物园）

为金鱼而心动

□ 彭青鹏

让野生动物姓“野”

□ 马蕴

今年全国两会，首次将“严惩非法捕杀和交易野生动物行为”写入政府工作报告，凸显了野生动物保护的重要性。

然而，对野生动物的关怀既需要鼓励，也需要科学的引导。

6月1日，堪称史上最严格的京版野生动物保护法规，《北京市野生动物保护管理条例》（以下简称《条例》）正式实施。《条例》明令禁止食用所有陆生野生动物，还规定北京全域全年禁猎，并明确禁止擅自实施放生活动。规定野生动物主管部门可以根据野生动物保护的需要，组织单位和个人开展科学放生。同时还鼓励单位和个人依法通过捐赠、资助、志愿服务、提出意见建议等方式参与野生动物保护管理活动。

此外，《条例》还支持社会公益组织依法对破坏野生动物资源及其栖息地，造成生态环境损害的行为提起公益诉讼。通过多种途径，为社会力量参与野生动物保护和管理提供法律依据。

不仅如此，此次《条例》把禁食范围从国家重点保护野生动物拓展到了本市重点保护和其他陆生野生动物，极大地扩展了法规的适用范围。并从出售、购买、运输、寄递、生产经营、消费等多环节，建立了较为完备的禁食制度体系，从供给侧和需求侧“双向发力”，从



根源上遏制滥食野生动物的行为。

保护野生动物，从根本上就是要保护它们赖以生存的栖息地，让野生动物有完整的栖息空间“生儿育女”、迁徙洄游，保证种群繁衍。

为此，《条例》首次明确了野生动物栖息地的保护责任。相关部门除了编制北京市野生动物重要栖息地名录之外，每5年还要组织一次野生动物及其栖息地状况普查。

据了解，北京市现有自然保护区、风景名胜区等5类自然保护区79处，总面积约36.7万公顷，约占北京国土面积的22%。初步形成了布局均匀、层次结构合理的自然保护网络体系，使全市90%以上国家和地方重点保护植物及栖息地



得到有效保护。

近年来，随着首都市民对野生动物的越发喜爱，有些人希望能与野生动物“亲密接触”，一些摄影爱好者在拍摄时还会故意惊扰野生鸟。其实，对野生动物最好的疼爱就是“不打扰”，要体现栖息地“世外桃源”的属性，减少人类活动对野生动物的影响，让野生动物姓“野”。

《条例》明确规定，要为野生动物建立生态岛或者保护区，制止追逐、惊扰、随意投食、引诱拍摄、制造高分贝噪声、闪烁射灯等干扰野生动物生态繁衍的行为，哪怕是芦苇收割、植被修剪等生产活动，也要避免影响野生动物的栖息环境。



何建勇 摄

另外，种植食源植物，建立生态岛或者保护区，配置巢箱、鸟食台、饮水槽等多种方式，也是为野生动物生息繁衍营造适宜的环境。

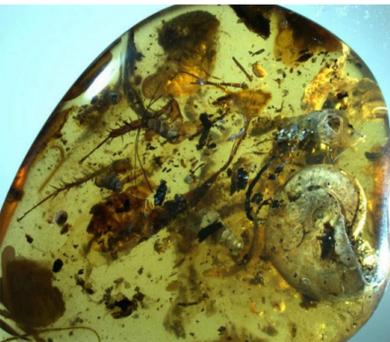
实际上，新一轮百万亩造林绿化建设中，北京市园林绿化部门始终将生物多样性保护理念贯穿园林绿化规划、建设和管理全过程，统筹实施山水林田湖草系统治理，充分考虑食物链构建、生态廊道建设和野生动物及其栖息地保护相关要求，科学配置植物种类，增加食源、蜜源植物数量，因地制宜设置封育保护区，通过大尺度的绿化建设，让大片森林湿地绿地有机连接，为野生动物栖息创造了更加适宜的条件。

琥珀化石的神奇作用

□ 冯伟民



保存恐龙尾巴的琥珀化石。



保存异常丰富化石类群的琥珀化石。

琥珀常常含有保存很好的陆地生物，例如花、微生物、昆虫甚至蜥蜴和鸟类，为我们了解未来陆地生态系统的变化提供重要参考。由于产生条件和保存环境的限制，琥珀一般很少保存水生生物，海洋生物更是凤毛麟角，而水生生物化石常常能提供关键的生态环境信息。

琥珀化石极具研究和观赏价值，属于稀有化石，它常常保留一般化石所不具有的生物学、生态学、分类学、埋藏学、古地理学和年代地质学等特性，因而在古生物学研究中独具特色和作用。近年来，由于琥珀化石发现了一系列以往未曾发现的重要生物类型，如恐龙、鸟和虾等，甚至在一枚琥珀中发现了丰富的化石类群，不仅有陆生生物，而且有水生生物，因而一再轰动世界，其科学意义备受科学界的关注。

揭示恐龙羽毛立体形态。2016年，中

加英美等国的古生物学家发现了有史以来第一件琥珀中的恐龙标本，被科学家命名为伊娃标本。伊娃标本保存了非常精致的羽毛形态学细节，包括其尾部上羽毛与羽囊的排列方式，微米级的羽衣特征。最重要的是，这些羽毛都具有纤细的羽干，长有交替的羽枝和连续且均匀的羽小枝，这些特征为羽枝融合形成羽轴时，已具有羽小枝这一羽毛发育模型提供了依据。

展示完整的微型古鸟。2018年，中美等国的古生物学家在一枚距今约一亿年的白垩纪琥珀中发现了一只如蜂鸟般大小、几乎完整的古鸟，这也是世界范围内发现的最完整、最古老的鸟类琥珀标本。它保留了头盖骨基部、脊柱（约5个颈椎和8个背椎），左前肢（包括了肱骨、桡骨和尺骨），骨盆区域和股骨。

再现远古生态面貌。南京古生物研究所的科研团队在2019年报道了一枚非常

特殊的缅甸琥珀化石。研究表明，这枚琥珀化石保存了异常丰富的化石类群，因为它包括了1个菊石、4个螺类、4个等足类、23个蠕虫、1个蜘蛛、1个马陆和至少12个昆虫成虫标本（蟑螂、甲虫、蠓和蜂）。尤其难得的是，研究发现这些无脊椎动物竟然是不同生态类群的化石混合群，如菊石、螺类和1个等足类属于海相生物，其他节肢动物皆属于陆栖类群。该研究为缅甸琥珀年龄提供了直接证据，并为琥珀埋藏学和白垩纪森林生态环境分析提供了新见解。

解开生物的共生关系。斯洛伐克的科学家在一块琥珀标本中发现了昆虫及其排泄物中体现早期共生作用的证据。科学家对琥珀中的蟑螂排泄物成分进行了非常细致的解析。他们发现排泄物中除了叶片、木屑、腐殖质之外，还有苏铁科植物的花粉粒，且保存完好，而正是这一植物产生的树脂将昆虫困在了里面。这进一步证明了蟑螂是苏铁科植物的重要授粉媒介。此外，研究者还在琥珀里的蟑螂粪便中发现了原生动物及细菌——前者以后者为食。这与现今在白蚁及蟑螂肠道中存在的微生物环境非常相似。由此表明，昆虫与肠道微生物间的共生关系至少可以追溯到一亿年之前。

推测板块离散历史。在印度西部新发现有大量始新世早期（5200万~5000万年前）琥珀化石，为亚洲热带阔叶林提供了最原始的证据，其中就包括100多种蜘蛛、蜜蜂、苍蝇、白蚁、蚊等昆虫化石。这表明这些种群在始新世早期或在此之前发生过辐射分化。很多坎贝的化石也出乎意外地与其他大陆的化石有联系。研究者在北欧、亚洲、澳大利亚和美洲找到了它们的近亲，但并没有与非洲或马达加

斯加有联系，这些都显示印度在向北漂移之前曾作为冈瓦纳大陆的一部分彼此相连。

更不可思议的是，加利福尼亚科技大学的专家们还从一块1.2亿年前的琥珀化石中密封的一只象鼻虫身上成功地提取出了目前最古老的脱氧核糖核酸分子，让人对大自然鬼斧神工充满好奇，对复原远古生物产生了无限遐想。

（作者单位：中国科学院南京地质古生物研究所）

进化杂谈

古老的地球“史书”

琥珀化石如同地球上一部古老的史书，是研究地质年龄、远古生态环境的珍贵标本。目前世界上盛产琥珀化石的国家主要有波罗地海沿岸国家、缅甸、我国抚顺、多米尼加和墨西哥。波罗地海沿岸的琥珀品相最好，而按照时间来长度计算，缅甸琥珀的形成时间是最长的，从约8000多万年到1亿2000多万年前。其次是中国抚顺蜜蜡，大约6000万年至8000万年前。然后是波罗地海蜜蜡，大约3000多万年前到4500多万年前。

随着琥珀化石研究越来越多，人们将发现，琥珀化石这种独特的化石保存方式，将向人们展示了越来越多的具有立体、色彩而精致的远古生物，诉说史前森林中的昆虫等群落情景，展现亿万年来生物演化的精彩过程。