

保护全球植物遗产：极小种群野生植物（PSESP）保护计划

彼得·克莱恩 (Peter Crane)是全球有名的植物学家，致力于植物生命体多样性的研究，关注植物的起源、化石历史、现状和保护与利用，对植物的研究和保护有目共睹。近期，为了庆祝并纪念 COP15（第十五届全球生物多样性公约缔约方会议）即将于 2021 年在中国昆明召开，国际期刊 *Plant Diversity*（植物多样性）组织的“保护生物多样性就是保护我们的未来”专辑上，**他对中国极小种群野生植物**

(PSESP) 实施的保护计划给予了高度评价。全文翻译如下：

(Peter Crane 院士简历：1992-1999 年，担任芝加哥菲尔德博物馆馆长，负责该馆的所有科学项目。在此期间，他创立了环境与保护项目办公室和文化理解与改变中心，即环境文化保护部的前身 (ECCo)。1999-2006 年，担任世界上最大和最有影响力植物园—英国皇家邱园的主任。在任期间，邱园的科学、保护和公众教育项目成规模增加。1998 年，他被推选为英国科学院皇家学会主任。同时，他也是美国艺术与科学院院士、美国国家科学院外籍院士、瑞典皇家科学院外籍院士、德国科学院院士。2004 年，因园艺和保护方面的成就获得爵士勋章。目前，Peter Crane 在全球作物多样性信托委员会、密苏里植物园、芝加哥植物园、德州大学约翰逊夫人野花中心和盖洛德与多萝西·唐纳利基金会担任要职)

大多数物种是很珍稀的，这是一个生态学的基本常识，这种“稀有”不仅是对其数量的描述，也是对其分布范围的衡量。在全球的角度看，很少有物种是真正广泛分布的，大多数物种或多或少分布于局限的地理空间。世界上的植物有数十万个，数量极度稀少、分布区狭窄破碎的物种占据了其中很大一部分。一份最近同时也是目前最详尽的评估显示，根据植物标本馆记录、生态调查和其他来源获得的 2 亿个观察信息表明，在超过 40 万种陆地植物中，约 36% 是“非常稀有”的(Enquist et al. 2019)。

在这一长串非常稀少的植物中，很多物种仅靠残存的一小部分个体坚持着。因此，快速变化的地球环境使这些物种面临极大的灭绝风险。一场灾害就可能毁灭一个种群，而这个种群可能是该物种仅存的种群。发生此类事件的风险不仅来源于人类活动直接造成的栖息地破坏或退化，也可能由于人类活动而间接造成影响，比如森林火灾、外来病原体的传播，当然也少不了气候变化。那些具有极小种群的物种需要紧急行动对其开展保护。**中国的极小种群野生植物（PSESP）保护计划主要针对的目标是能长远**

地保护这些身处险境的植物,这个计划率先由中国云南省于 2005 年启动和实施的(Ma et al. 2013; Sun, 2013; Sun 2016; Sun et al. 2019a, b; Yang et al. 2020)。

保护生物学是一个经常陷入两难的学科。我们应付诸多少努力去影响政策制定,而不是仅采取地方性的保护行动? 栖息地保护和物种保护之间应如何权衡? 如何选择就地保护和迁地保护? 答案当然是所有这些方法都是必要的,它们都有不同的优点和局限,使用某一种策略并不代表着否定了另一种的重要性。PSESP 保护计划展示了如何整合以上途径,同时确保可以将高质量的研究与实际的保护行动相融合。保护生物学研究往往强于理论而弱于实践,很多保护行动并未能科学地实施。PSESP 保护计划一方面进行科学研究,一方面落实保护行动,打破了理论和实践的壁垒,产生了很多保护成功的案例。

将就地保护和迁地保护结合运用是 PSESP 保护计划的一个特点。依托于昆明植物研究所的中国西南野生生物种质资源库,迁地保护得以有力扩展,成为 PSESP 保护计划的重要组成部分(Cai 2015)。当然,迁地保护只能作为就地保护的补充而不能替代其作用。PSESP 计划的最高目标是确保目标物种在其原生生境中得到保护,并作为其完整生态系统的一部分持续发挥生态功能。人类对这些物种与其他生物,如微生物、昆虫、鸟类、哺乳动物的相互关系还不了解。因此,采取一切措施来确保极小种群野生植物在野外的生存是至关重要的。

有效的就地保护是无法仅在实验室开展的,它需要的不只是遗传信息和模型推演,它需要对物种野生生境和生态现状的基本知识。因此野外工作是 PSESP 计划的重要部分。详实的野外研究是了解野外植物物种状况的先决条件,例如植物的结实率和自然更新情况。野外调查还可以评估种群结构的基本特征,为实施种群恢复提供保护遗传学信息,以及为迁地保护设计采样策略。

进行就地保护的同时,收集活体材料迁地保护于避难所(通常是植物园),可使其免于灭绝,同时可以开展科学研究、公共宣传和教育活动,在多个层次对其展开利用。了解种质资源(如储存种子)的长期保存是否可行,或者是否需要其他替代保护方案也至关重要。对种子生物学的研究还促进了萌发和繁殖技术的发展,这是成功地开展回归引种和种群恢复所需的关键知识。人工栽培这些濒危植物对开发其有潜在价值的性状也很重要。比如说,蒜头果, PSESP 保护计划的重点物种之一,它的种子含油量大,尤其富含神经酸,这是一种可能具有重要医学价值的化合物(Xu et al. 2013)。

作为一个演化生物学家和植物古生物学家，一个对我、相信也对所有人都重要的事是：**PSESP 保护计划包括了一些中国西南地区分布的，有确凿古植物学证据证明存活了数百万年的孑遗植物**(e.g., Crane 2013; Dong et al. 2020)，而且它们所隶属的植物群落也似乎具有深远的地质根源(Linnemann et al. 2018)。PSESP 保护计划所关注的另一些物种则是近期形成的，它们有可能从未迁移到亚洲之外，也可能一直狭域分布。虽然如此，从各个角度来看，此类物种仍然很重要。但是，那些曾在数百万年前广泛分布于北半球数，而如今只生长在中国的植物，则更是属于全人类重要的自然瑰宝。在这种情况下，PSESP 计划对这些物种的关注尤为重要。**通过保护这些远在人类主导这个星球之前就生存在地球上的植物物种，PSESP 保护计划巩固了中国作为地球守护者的形象和地位。**思考这些古老物种，应唤起我们对大自然的谦卑，同时反思人类对自然造成的影响(Crane 2013)。

中国有许多植物曾经分布广泛且数量众多。化石证据揭示：**在东亚 595 个特有属中，有 54 个是从东亚之外迁入的，几乎均为木本植物**(Manchester et al. 2009)。这反映了木本植物在化石化保存中有优势，如果东亚特有草本物种的古植物学信息如同木本植物一样保存下来，那这个数字只能更高。54 个属中很多都是单种属或寡种属，反映了其演化独特性。这些古老的物种中有四分之一是裸子植物，如穗花杉属、银杉属、三尖杉属、柳杉属、杉木属、水松属、银杏属、水杉属、金钱松属、金松属、台湾杉属，其余为被子植物，有连香树属、滇桐属、青钱柳属、珙桐属、双盾木属、金钱槭属、杜仲属、栎树属、泡桐属、化香树属、大血藤属、瘦椒树属、水青树属、茶菱属和昆栏树属。这些属中有些很常见，比如杉木属，即使是在人为活动影响较大的生境中也有分布，完全不需要担心其安危。另一些，如银杏和水杉，在其原生境虽已非常濒危，但人工栽培广泛，比如作为城市中的行道树，因此其灭绝的风险被降低了。

银杏和水杉作为栽培植物至少不会灭绝，但其他曾经广泛分布的“活化石”植物的未来则充满未知。它们中的部分物种因为分布狭窄、数量稀少，受到了 PSESP 保护计划的关注，例如，120 种中国 PSESP 物种名录(Sun 2013)囊括了单属种的银杉和水杉，被子植物滇桐和云南金钱槭。这些物种都有化石记录清楚地显示了它们先前在北半球的广泛分布，以及数千万年的演化历史。PSESP 计划强调了这些物种的危险处境(Sun 2013)。

银杉是中国最濒危的物种之一(Wang et al. 2012)，现在只有零星种群狭域分布于广西、重庆、贵州和湖南的深山中。银杉属曾分布于北美和欧洲，那里不仅发现了其

独特的花粉粒化石，而且保存有完好的化石球果和针叶(Manchester et al. 2009)。根据最近的评估，只有不到四千个成熟个体存活于野外，现存的种群不仅种子萌发率低、更新能力差，遗传多样性和繁殖力也都很低(Xie & Chen 1999)。银杉直到 1955 年才被发现，在迁地保护中也没有形成规模。其迁地保护和野外残存种群的就地保护和恢复正在开展中(Wang et al. 2012)。

中国水生松杉类植物水松（杉科）曾经广泛分布于珠江三角洲，但在过去 50 年数量急剧下降，现在极度濒危(Chen et al. 2016)。对北美洲和欧洲广泛而深入的化石研究显示，水松属植物在新生代广泛分布于北半球(LePage 2007; Manchester et al. 2009)。近期对分布于中国南方的水松进行的调查发现发现了 42 个野生分布点，其中 17 个只有单个个体存活，且健康状况几乎都较差(Chen et al. 2016, 2017b)。只有五个种群有超过 10 个个体。当前的评估显示只有约 350 株水松在中国存活，越南有约 120 株，老挝约 300 株（王瑞江私人通讯）。人类活动对水松湿地生境的破坏是水松最大的威胁。因此，除了努力改善其野外种群的生存状况并研究其保护遗传学外，PSESP 保护计划还通过加强水松迁地保护种质收集、繁育和种植大量树苗在城市湿地，以确保该物种的长远保护(Chen et al. 2016)。

同中国特有的银杉、水杉、化香树一样，滇桐也是在活体植物被发现之前，其化石早已被西方科学界所熟识的植物。滇桐属在化石纪录中识别特征为果实具聚合叶形成的翅，北美和欧洲都有广泛记录(Kvacek et al. 2005)。而如今，滇桐作为一种濒危的树种，只有 19 个种群（不到 250 个个体）在云南省狭域分布，邻近越南北部的地区也可能有残存的种群(Yang et al. 2016; 孙卫邦私人通讯)。仅存的种群有被耕地开荒的危险，2007 年在云南调查到的最小的种群只有六个成年大树，而最大的种群也只包含 167 棵大树(Gao et al. 2010)。其他调查也得出了大致相当的结论，即存在 6 个种群，数量从 11 到 173 不等。滇桐属的另一个发表在广西的物种桂滇桐(Hsu 1975)，可能早已因森林退化而灭绝(Kvacek et al. 2005; Tang et al. 2007)。PSESP 保护计划对滇桐开展的综合性保护包括调查残余种群的遗传结构、建立迁地保护种群、扩繁以供引种回归(Yang et al. 2016)。

槭树属有 150 个种，但与其近缘的金钱槭属仅有两个物种并相对槭树属构成了一个单系姐妹群(Fenget al. 2019)。金钱槭是一个在中国中部分布较广的物种，被中国物种红皮书评价为“近危”(Wang & Xie, 2004)。相较来看，云南金钱槭只有五个自然种群、狭域分布于滇东南只有 6 平方千米大的区域，显然已经在云南其他地区和邻省贵州局

部灭绝(Zhang, 2000; Su et al., 2006)。金钱槭属独特的翅果出现在北美洲西部始新世的化石记录中，目前欧洲还未发现类似化石(McClain & Manchester 2001; Manchester et al. 2009)。PSESP 保护计划已经在昆明植物园迁地保护了云南金钱槭（并在 2018 年开花结果），并对野外种群开展了回归引种和种群恢复(Sun et al., 2019b)。

本质上讲，银杉、滇桐、云南金钱槭和水松这类只有稀少的个体生活在狭小的地域范围的植物，对自然灾害和人为干扰产生的剧烈变化非常敏感。这些植物需要我们的帮助，它们的处境尖锐的预示了其他生境被人类活动严重破坏的中国特有植物，也难逃受威胁的命运。生物热点地区是根据受威胁物种、尤其是特有物种分布情况而划分的(Myers et al. 2000)，它将中国中南部和印缅地区别列为应被优先保护的区域。最近的一项对全球植物物种分布的总结也显示了中国西南地区和临近的区域是全球 12 个珍稀植物集中分布的地点(Enquist et al. 2019)。

世界其他热点地区的珍稀植物是近期迁移来、还是近期起源或地质遗留物种还尚待确定，但确凿的证据显示了中国中部和南方有数量相当可观的特有木本植物，比如银杉、滇桐、云南金钱槭和水松，它们是曾经分布非常广泛的物种或其分类单元的幸存者。长期稳定的气候和局部复杂的生境可减少其灭绝的风险，对其生存至关重要。关键的问题是在全球气候加速变化下，这些地区将面临怎样的命运？据估计，这些地区将经历迅速而显著的变化，幅度将大于末次盛冰期到当前气候的变化，从而进一步加剧了物种保护工作的紧迫性(Enquist et al. 2019)。

人类活动逐渐频繁，尤其是土地利用的变化，使这些物种生存状况充满不确定性，不利于物种的长期存活。人类活动的增强所产生的生境还会促进杂草的扩张。初步估计，在世界各地，植物群落“在各地都被单一物种所主导”，而且“失去了它们独特的，狭域特有的物种” (Newbold et al. 2018)。在全球生物多样性严峻的同质化中，生物多样性的丧失最明显、且最一致地表现为稀有物种的消失。

基于以上背景，全球植物保护一定要通过像 PSESP 保护计划这种工程来保障珍稀植物的长期生存。目标首先应该尽可能保证这些物种在野外的生存，保存其所在的生物群落并使其能持续的提供生态功能，与此同时也应该开展迁地保护作为保险措施。确保像银杉、滇桐、云南金钱槭和水松这样的植物可以长期稳定的生存下去，我们也有机会去欣赏它们，研究它们，或许还可以利用它们。除了这些，我们所做的是正确且符合道德的事。这些植物具有重要的内在价值。它们的演化历史横跨数百万年，反观我们人类这个物种的地质历史，与之比较只是眨眼之间。这些植物在北半球有着漫

长的古生物学历史，从某种意义上说，它们是地球给予中国的礼物。通过确保它们的长期生存，中国通过 PSESP 保护计划和类似的努力，正为地球做出同样的、有效的和有意义的回赠。

致谢：感谢孙卫邦的鼓励，促使我完成这篇短评，感谢 Robert Spicer 为文章初稿提出建议。同时感谢 Tad Dilhoff, Steven Manchester 和孙卫邦为本文提供的图片。

参考文献：

Cai, J. 2015. Seed conservation of China's flora through the germplasm bank of wild species.

BGjournal, 12:22–24.

Enquist, B. J., Feng, X., Boyle, B., Maitner, B., Newman, E. A., Jørgensen, P. M., Roehrdanz, P. R., Thiers, B. M., Burger, J. R., Corlett, R. T., Couvreur, T. L.P., Dauby, G., Donoghue, J. C., Foden, W., Lovett, J. C., Marquet, P. A., Merow, C., Midgley, G., Morueta-Holme, N., Neves, D. M., Oliveira-Filho, A. T., Kraft, N. J. B., Park, D. S., Peet, R. K., Pillet, M., Serra-Diaz, J. M., Sandel, B., Schildhauer, M., Símová, I., Violle, C., Wieringa, J. J., Wisser, S. K., Hannah, L., Svenning, J.C., McGill, B. J. 2019. The commonness of rarity: global and future distribution of rarity across land plants. *Sci. Adv.* 5: eaaz0414.

Chen, C., Lu, R. S., Zhu, S. S., Tamaki, I., Qiu, Y. X. 2017a. Population structure and historical demography of *Dipteronia dyeriana* (Sapindaceae), an extremely narrow palaeo endemic plant from China: implications for conservation in a biodiversity hot spot. *Heredity* 119: 95–106.

Chen, Y. Q., Zhu, S. S., Wang, G. T., Wen, X. Y., Huang, X. X., Zhou, L. X., Wang, R. J. 2017b. Phylogenetic diversity analysis of the community of extremely small populations of *Glyptostrobus pensilis*. *Plant Science Journal*, 5: 667–678.

Chen, Y. Q., Wang, R. J., Zhu, S. S., Jiang, A. L., Zhou, L. X. 2016. Population status and conservation strategy of the rare and endangered plant *Glyptostrobus pensilis* in Guangzhou. *Tropical Geography* 36(6): 944-951.

Crane, P. R. 2013. *Ginkgo: the tree that time forgot*. Yale University Press, New Haven.

Dong, C., Shi, G., Herrera, F., Wang, Y., Herendeen, P. S., Crane, P. R. 2020. Middle-Late Jurassic fossils from northeast China reveal morphological stasis in the catkin yew. *National Science Review*. In press.

- Feng, Y., Comes, H. P., Zhou, X. P., Qiu, Y. X. 2019. Phylogenomics recovers monophyly and early Tertiary diversification of *Dipteronia* (Sapindaceae). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 130: 9–17.
- Gao, Z. C., Zhang, C. Q., Milne, R. I. 2010. Size-class structure and variation in seed and seedling traits in relation to population size of an endangered species *Craigia yunnanensis* (Tiliaceae). *Australian Journal of Botany* 58: 214–223.
- Hsu, H. H. 1975. Two new species of Sterculiaceae from China. *Acta Phytotax. Sin.* 13: 107–108 (in Chinese).
- Kvacek, K., Manchester, S. R., Akhmetiev, M. A. 2005. Review of the fossil history of *Craigia* (Malvaceae s.l.) in the Northern Hemisphere based on fruits and co-occurring foliage. In: Akhmetiev MA, Herman AB eds. *Modern problems of Palaeofloristics, Palaeophytogeography, and Phytostratigraphy*. Moscow: GEOS. 114–140.
- LePage, B. A. 2007. The taxonomy and biogeographic history of *Glyptostrobus* Endlicher (Cupressaceae). *Bulletin of the Peabody Museum of Natural History* 48: 359–426.
- Linnemann, U., Su, T., Kunzmann, L., Spicer, R. A., Ding, W.-N., Spicer, T. E. V., Zieger, J., Hofmann, M., Moraweck, K., Gärtner, A., Gerdes, A., Marko, L., Zhang, S.T., Li, S.-F., Tang, H., Huang, J., Mulch, A., Mosbrugger, V., Zhou, Z. K. 2018. New U-Pb dates show a Paleogene origin for the modern Asian biodiversity hot spots. *Geology* 46: 3–6.
- Ma, Y. P., Chen, G., Grumbine, R. E., Dao, Z. L., Sun, W.B., Guo, H.J. 2013. Conserving plant species with extremely small populations (PSESP) in China. *Biodivers Conserv* 22:803–809.
- Manchester, S. R., Chen, Z. D., Lu, A. M., Uemura, K. 2009. Eastern Asian endemic seed plant genera and their paleogeographic history throughout the Northern Hemisphere. *Journal of Systematics and Evolution* 47: 1–42.
- McClain, A.M., Manchester, S. R. 2001. *Dipteronia* (Sapindaceae) from the Tertiary of North America and implications for the phytogeographic history of the Aceroideae. *Am. J. Bot.* 88: 1316–1325.
- Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., da Fonseca, G. A.B., Kent, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*: 403,853–858.
- Newbold, T., Hudson, L. N., Contu, S., Hill, S. L. L., Beck, J., Liu, Y., Meyer, C., Phillips, H. R. P., Scharlemann, J. P. W., Purvis, A. 2018. Widespread winners and narrow-ranged losers: Land use

homogenizes biodiversity in local assemblages worldwide. *PLoS Biol* 16 (12):

e2006841.<https://doi.org/10.1371/journal.pbio.2006841>

Su, W. H., Zhang, G.F., Ouyang, Z. Q. 2006. Community characteristics and conservation strategies of a rare species, *Dipteronia dyeriana*. *Acta Bot Yunnan* 28: 54–58. (In Chinese).

Sun, W. B. 2013. *Conservation of Plant Species with Extremely Small Populations in Yunnan - Practice and Exploration* (in Chinese). Yunnan Science and Technology Press, Kunming, China.

Sun, W. B. 2016. Words from the Guest Editor-in-Chief. *Plant Diversity* 38: 207–208.

Sun, W. B., Ma Y. P., Blackmore, S. 2019a. How a new conservation action concept has accelerated plant conservation in China. *Trends Plant Sci.* 24: 4–6.

Sun, W. B., Yang, J., Dao, Z. L. 2019b. Study and conservation of plant species with extremely small populations (PSESP) in Yunnan Province, China (in Chinese). Science Press.

Tang, Y., Gilbert, M. G., Dorr, L. J. 2007. *Flora of China, vol. 12*. Science Press, Beijing.

Wang, S., Xie, Y. 2004. *China Species Red List*. Science Press: Beijing.

Wang, H. F., Wang Z. S, Friedman, C. R., López-Pujol, J. 2012. Conservation of the Cathay Silver Fir, *Cathaya argyrophylla*: A Chinese evergreen ‘living fossil.’ In: *Evergreens: Types, Ecology and Conservation*. Eds. Adriano D. Bezerra and Tadeu S. Ferreira. Nova Science Publishers, New York.

Xie, Z.Q., Chen, W. L. 1999. The endangering causes and preserving strategies for *Cathaya argyrophylla*, a plant endemic to China. *Acta Phytocologica Sinica*, 23, 1–7 (In Chinese).

Xu, C. Q., Liu, H., Zhou, S. S, Zhang, D. X, Zhao, W., Wang, S., Chen, F., Sun, Y.Q., Nie, S., Jia, K.H., Jiao, S. Q., Zhang, R. G, Yun, Q. Z., Guan, W., Wang, X., Gao, Q., Bennetzen, J. L., Maghuly, F., Porth, I., Van de Peer, Y., Wang, X. R., Ma, Y. P., Mao, J. F. 2019. Genome sequence of *Malania oleifera*, a tree with great value for nervonic acid production. *GigaScience*, 2019 DOI:10.1093/gigascience /giy164/5300121

Yang, J., Cai, L., Liu, D. T., Chen, G., Gratzfeld, J., Sun, W. B. 2020. China's conservation program on plant species with extremely small populations (PSESP): Progress and perspectives. *Biological Conservation* 244: 108535.

Yang, J., Gao Z. R., Sun, W. B., Zhang, C. Q. 2016. High regional genetic differentiation of an endangered relict plant *Craigia yunnanensis* and implications for its conservation. *Plant Diversity* 38: 221–226.

Zhang, H. H. 2000. *The Threatened Wild Plants in Guizhou Province*. China Forest Press: Beijing.