

# 极小种群野生植物的概念及其对我国 野生植物保护的影响

杨文忠<sup>1\*</sup> 向振勇<sup>1</sup> 张珊珊<sup>1</sup> 康洪梅<sup>1</sup> 史富强<sup>2</sup>

1 (云南省林业科学院珍稀濒危森林植物保护和繁育国家林业局重点实验室, 昆明 650201)

2 (普洱市林业科学研究所, 云南普洱 665000)

**摘要:** 近年来我国提出极小种群野生植物(plant species with extremely small populations, PSESP)的概念并启动实施了全国极小种群野生植物拯救保护工程规划, 然而PSESP概念自提出后就不断受到质疑, 认为不确切的概念及其引领的保护工程难以取得显著成效。为了更好地理解PSESP概念和相应的保护对策, 本文在回顾我国野生植物保护进程的基础上, 通过梳理珍稀濒危植物、重点保护植物和极小种群植物等概念, 提出从物种选列标准和极小种群临界值等角度理解PSESP概念的途径; 并通过比较各个时期采取的保护策略措施, 指出基于种群管理的PSESP保护能体现物种以种群形式得以维持和延续的本质, 但急需完善传统的资源调查、就地保护、迁地保护方法, 探索种群调查分析、迁地保护和种群恢复重建等新方法。最后认为PSESP概念的提出及其拯救保护工程的实施在我国野生植物保护领域具有里程碑意义, 能促进保护实践和科学研究的相互融合, 实现二者共同发展。

**关键词:** 珍稀濒危植物, 重点保护植物, 极小种群植物, 保护对策, 基于种群管理的物种保护

## Plant species with extremely small populations (PSESP) and their significance in China's national plant conservation strategy

Wenzhong Yang<sup>1\*</sup>, Zhenyong Xiang<sup>1</sup>, Shanshan Zhang<sup>1</sup>, Hongmei Kang<sup>1</sup>, Fuqiang Shi<sup>2</sup>

1 Key Laboratory of Rare and Endangered Forest Plants of State Forestry Administration, Yunnan Academy of Forestry, Kunming 650201

2 Pu'er Forestry Research Institute, Pu'er, Yunnan 665000

**Abstract:** The National Implementation Plan for Rescuing and Conserving China's Plant Species with Extremely Small Populations (PSESP) was formulated when the concept of PSESP was presented in recent years. However, the concept of PSESP has been controversial since its introduction and criticized as an inaccurate theory with little value to plant species conservation programs. To better understand the theory behind PSESP and relevant conservation strategies, we reviewed the history of plant conservation in China and summarized how conservation strategies regarding rare and endangered species, key protected species and PSESP were initiated. PSESP can be understood through the perspectives on species selection criteria, thresholds of the extremely small populations and connections to previous protected species lists. Conservation strategies and actions were compared across time scales. From this review, we suggest that population-based PSESP conservation exemplifies the essence of species protection, i.e., species are maintained through populations. To conserve PSESP, traditional methods such as plant inventory, *in situ* conservation and *ex situ* conservation need to be improved. New methods such as population demography, near *situ* or quasi *in situ* conservation and population restoration and reestablishment should be developed. Finally, we conclude that the theory of PSESP with its relevant conservation programs represents a milestone in China's plant conservation, because it will enhance the interplay between conservation practice and scientific research.

收稿日期: 2014-08-29; 接受日期: 2015-02-11

基金项目: 国家自然科学基金(31460119)、国家林业局珍稀濒危物种野外救护与繁育项目(2013YB1002, 2014YB1004)、云南省极小种群物种拯救保护项目(2013YB1005)和云南省自然科学基金项目(2013FD075)

\* 通讯作者 Author for correspondence. E-mail: wzyang2004@126.com

**Key words:** rare and endangered plant species, key protected plant species, plant species with extremely small populations (PSESP), conservation strategy, population-based species conservation

极小种群野生植物(plant species with extremely small populations, PSESP)是为遏制生境退化和片段化加剧趋势、防止野生植物物种灭绝而提出的新概念。随着PSESP概念逐步被接受和认可,国家和各省区选定了亟待加强保护的PSESP物种,制定了拯救保护规划,实施了就地保护、近地保护、迁地保护、种质保存、回归引种和能力建设等系列拯救保护行动(孙卫邦和杨文忠, 2013)。然而, PSESP的概念提出后引发了不少的争论和质疑。其中有观点认为: 极小种群野生植物就是珍稀濒危植物或者重点保护野生植物, 只是为设立新的保护工程或项目而提出的重复概念, 没有实质意义。尽管全国极小种群野生植物拯救保护工程已全面实施, 这样的质疑和争论仍在继续。

本文在梳理PSESP概念形成过程的基础上, 提出了理解PSESP的途径; 并通过比较PSESP概念形成前后我国野生植物保护管理的策略和成效, 阐释了开展PSESP保护的必要性, 指出PSESP保护应坚持种群管理的理念和方法; 最后结合国外小种群物种保护研究进展和我们前期开展PSESP拯救保护的探索实践, 分析了PSESP概念及其拯救保护工程对我国野生植物保护管理和相关学科建设产生的影响。

## 1 提出PSESP的背景和过程

### 1.1 野生植物保护进展

国际上于20世纪70年代初期开始关注濒危植物的保护。1974年国际自然保护联盟(International Union for Conservation of Nature, IUCN)成立受威胁植物委员会(Threatened Plants Committee, TPC); 1978年TPC出版了涵盖89个国家和地区250种植物的*The IUCN Plant Red Data Book*, 推动了世界各国对稀有濒危植物的关注和保护(杨清等, 2005); 2012年IUCN物种生存委员会(Species Survival Commission)制定了《IUCN物种红色名录濒危等级和标准》3.1版(第二版), 是当前世界各国广泛采用的物种濒危等级评定依据。

为确认并保护我国珍稀濒危植物, 1980年国

院环境保护委员会组织全国有关部门专家开展调查研究和讨论审议, 于1984年确定并公布了我国第一批珍稀濒危保护植物名录(国务院环境保护委员会, 1984)。该名录共列出珍稀濒危保护植物354种, 并规定了每种植物的保护级别, 其中一级保护8种, 二级保护143种, 三级保护203种。后经调整和补充, 于1987年出版了《中国珍稀濒危保护植物名录》(第一册)(国家环境保护局和中国科学院植物研究所, 1987), 涵盖389种植物, 按受威胁程度分为濒危(121种)、稀有(110种)和渐危(158种)3类(傅立国和金鉴明, 1991); 按保护级别分为一级(8种)、二级(160种)和三级(221种)。

为加强珍稀濒危植物的保护管理, 国务院于1996年发布了《中华人民共和国野生植物保护条例》, 以下简称《保护条例》, 把需要重点保护的植物分为2类: 国家重点保护野生植物和地方重点保护野生植物, 前者进一步分为一级和二级。国家林业局和农业部于1999年发布的《国家重点保护野生植物名录(第一批)》, 选列了246种8类国家重点保护野生植物。其中, 一级保护的48种3类, 二级保护的198种5类(于永福, 1999)。

### 1.2 PSESP概念的提出

按《保护条例》“定期组织国家重点保护野生植物资源调查, 建立资源档案”的要求, 国家林业局于1997–2003年首次采用统一技术规程完成了《国家重点保护野生植物名录(第一批)》林业部分191种(含变种)的资源调查。结果显示: 社会经济的快速发展给自然生态系统带来巨大压力, 加之全球气候变化的影响, 许多重点保护野生植物的栖息地不断退化和片段化, 种群数量和规模急剧下降(李玉媛等, 2005), 列入国家重点保护的野生植物有3种未在野外发现, 另有12种仅存10株以下, 9种数量在11–100株之间。野生植物保护形势十分严峻(顾云春, 2003)。

作为我国生物多样性最丰富的省份, 云南在分析国家重点保护野生植物资源信息数据及其面临压力的基础上, 于2005年向国家林业局提交了《云南省特有野生动植物极小种群保护工程项目建议

书》,首次提出极小种群物种保护的概念。国家林业局2008年编制的《全国极小种群野生植物保护实施方案》及2012年与国家发改委联合印发的《全国极小种群野生植物拯救保护工程规划》、云南省政府2010年批准实施的《云南省极小种群物种拯救保护规划纲要和紧急行动计划》和2011年启动的“云南省极小种群野生植物保护建设试点”工程,均采用了PSESP概念,PSESP是指分布地域狭窄或呈间断分布、长期受到外界因素胁迫干扰而呈现出种群退化和数量持续减少、种群及个体数量都极少,已经低于稳定存活界限的最小可存活种群而随时濒临灭绝的野生植物种类(Ren *et al.*, 2012)。全国极小种群野生植物拯救保护工程的实施标志着PSESP保护已作为“国家工程”得到推进。

## 2 理解PSESP概念的途径

### 2.1 PSESP物种的确定

我国的珍稀濒危保护植物、国家重点保护野生植物、极小种群野生植物和IUCN的红色名录物种等概念,分别存在着濒危、重点、极小和红色等难以从字面理解其确切含义的问题,选列和评价物种的依据和标准成为理解其实质内涵的关键。IUCN物种红色名录濒危等级和标准从1991年的1.0版到2012年的3.1版(第二版)已历经8次修订,濒危等级评估标准越来越细化和量化(IUCN, 2002; IUCN, 2012);然而国内在提出PSESP概念之前,只是定性地描述保护植物的濒危或保护等级,均无量化评定指标(国家环境保护局和中国科学院植物研究所, 1987; 于永福, 1999)。

基于重点保护野生植物资源调查和相关专项调查数据,全国极小种群野生植物保护工程规划选列出120种植物。物种选列的6项指标中,不仅兼顾原有名录的定性指标,如分布区狭窄、植株稀少、胁迫干扰和经济开发价值或科研价值等,还提出了4项量化评定指标(附录1指标①②③⑤),增强了物种选列过程的客观性,减少了专家的主观判断。同时,PSESP概念中的“分布地域狭窄”、“受到外界因素胁迫干扰”和“种群及个体数量少”等在物种选列指标中都得到了具体量化体现;而概念中的“种群数量持续减少”除物种生物学特性外,通常由第③项指标中的人为干扰或破坏所致。因此,这些选列物种的共同特征能被PSESP的概念所表征。

### 2.2 极小种群的临界值

PSESP概念中“种群规模低于最小存活种群(minimum viable population, MVP)”的提法需要深入解读。MVP具有狭义和广义两种定义,狭义上指特定地域内同种生物以一定概率存活一定时间所需的最小种群规模,即种群水平的MVP(Shoemaker *et al.*, 2014);广义上则指整个物种以一定概率存活一定时间所需的最少个体数,即物种水平的MVP(Reed & McCoy, 2014)。PSESP概念中的MVP是物种水平的定义。MVP通过种群生存力分析(population viability analysis, PVA)求得(彭少麟等, 2002),最初的PVA试图给出确切的MVP值,把短期存活的有效种群规模(effective population size)定为不得低于50个个体,长期存活的不得低于500个个体,并由此建立了50/500法则(王峥峰等, 2005)。然而,设定的种群存活概率和存活时间都是可变的,存活概率可以是90%、95%和99%,存活时间可以是50年、100年和1,000年,加之物种间生物学特性的差异,不可能存在普适于所有物种的MVP值(何友均等, 2004)。也就是说,体现PSESP中“极小”含义的指标MVP值应根据不同物种的生物学特性和预设的保护目标(存活概率和时间)来确定(Frankham *et al.*, 2014; Rosenfeld, 2014)。

在PSESP概念中引入MVP具有前瞻性。尽管目前仍然存在许多争议,但国外已将PVA应用于种群恢复计划,如美国258个濒危物种恢复计划中,约1/4的计划采用或推荐了PVA方法(Zeigler *et al.*, 2013);然而国内对特定野生植物的PVA分析报道至今仅见一例<sup>①</sup>。PSESP概念中的MVP及其隐含的PVA方法虽尚未用于保护实践,但指明了MVP研究对PSESP物种选列和保护的重要性。

### 2.3 与其他保护植物的关系

PSESP与其他名录植物有着内生性联系。中国珍稀濒危保护植物名录在第一批珍稀濒危保护植物名录的基础上增加了35个种,但沿用了相同的珍稀濒危植物定义、物种选列和等级划分标准,物种选列以受威胁或濒危程度为主要依据,二者可统称为“珍稀濒危植物”。国家重点保护野生植物的物种选列和等级划分则首先考虑物种的经济、科研和文化价值,其次为濒危程度,且具有《保护条例》的

<sup>①</sup> 崔敏燕 (2011) 濒危物种水杉种群的引种和生存力分析. 华东师范大学硕士学位论文, 上海.

支持和保障,可称为“重点保护植物”。“重点保护植物”和“珍稀濒危植物”所列物种大部分相同,但不完全一致(于永福,1999)。

“极小种群植物”在开展“重点保护植物”资源调查和相关专项调查的基础上,选列了120种植物,其中包含具有法律保障的国家一级重点保护植物36种和二级重点保护植物26种,其余58种的拯救保护已作为“国家工程”得到推进(附录2)。由此看出,PSESP概念的提出既没有否定以往的珍稀濒危植物和重点保护植物,也不是为重新立项寻找依据,而是在量化评估的基础上对亟待拯救保护的野生植物进行了更加科学的界定,并为采取有效的保护措施奠定了基础。

### 3 对我国野生植物保护的影响

#### 3.1 突出野生植物保护的重点

优先保护种类不明确是导致野生植物保护难以取得成效的重要原因之一(Ma *et al.*, 2013)。我国需要保护的野生植物种类多,如珍稀濒危植物有389种,重点保护植物有246种8类(第一批)和1,900种(第一、二批),再加上各地的省级保护植物,如云南省有214种省级重点保护植物(周彬, 2010),保护名录很长,导致保护部门只能在面上对所有的珍稀濒危植物和重点保护植物进行宏观管理,难以深入开展具体的保护行动。因此需按一定规则确定出亟待保护的优先对象,实施针对物种的保护行动。PSESP保护工程不仅明确了我国当前开展野生植物保护的120种优先物种(Yang & Yang, 2014),还根据保护对象提出保护小区建设、近地保护、种质保存和野外回归等保护措施(附录2),以推动我国野生植物保护由面及点、逐步落实的进程。

#### 3.2 体现物种保护的本质

PSESP概念提出之前,我国的珍稀濒危植物和重点保护植物被认为是具有(潜在)开发利用价值的野生资源,主要采用传统的资源管理方式进行保护:一是通过法律法规和行政手段降低野生植物资源的压力,二是通过引种驯化和人工栽培在植物园备份种质资源,三是通过宣传教育呼吁社会公众参与植物资源保护(吴小巧等, 2004),四是通过建立种子基因库开展离体保存的方式备份种质资源(附录2)。这些保护措施并未考虑物种存续的基本形式——“种群”的问题。

PSESP概念及其拯救保护工程引入了种群管理的理念和方法,强调物种保护的实质是对种群数量、规模、结构和动态等的调节与管理。这种基于种群管理的野生植物保护突出了植物种群生态学原理和方法在保护实践中的应用,倡导通过改善种群结构、调节种群动态和恢复重建种群等方法,实现种群稳定发展和物种长期保存的保护管理目标。因此,PSESP保护体现了物种以种群形式得以维持和延续的本质。

#### 3.3 改进野生植物保护对策

##### 3.3.1 从资源调查到种群分析

掌握PSESP生存现状是开展保护行动的基础,但传统的森林资源调查方法获得的分布面积、蓄积等数据与种群的概念无关。目前的国家重点保护野生植物资源调查方法增设了幼树数量和幼苗数量2个调查指标,但仍无法满足分析种群特征和动态的需要。因此,急需运用植物种群生态学原理和方法,开发PSESP种群调查和分析技术,获得种群数量、种群规模、种群结构、种群动态、生境变化和关键生态因子等信息,为采取有效的保护措施提供依据(周云等, 2012)。

##### 3.3.2 天然种群的就地保护

分布于保护地内外的PSESP天然种群都需要开展就地保护。保护地内PSESP的就地保护对保护地管理机构提出了更高要求,即在明确保护地内PSESP种类及资源数量并保证其免受破坏的基础上,建立种群档案,监测种群动态,并提出种群保护的行动方案。保护地外PSESP的就地保护,过去通过修建各式围栏、水泥挡墙、铁丝网和警示碑等对少数植株进行的围栏式(或文物式)保护措施,由于不符合种群管理要求而被否定,取而代之的是依据保护对象生物学特性和种群动态特征规划建设物种保护小区(杨文忠等, 2014)。保护小区与传统的自然保护区不同,具有面积小、土地权属多样和管理方式灵活等特点,应避免将保护小区建成“微型自然保护区”或“小保护区”,并在保护小区面积确定、不同权属土地管理和保护工程建设等方面进行探索和完善(郭辉军, 2012),以适应PSESP就地保护的需要。

##### 3.3.3 PSESP的近(似)地保护

近地保护是专门针对PSESP提出的新概念和新方法。国内提出的近地保护(*near situ conservation*)

指在目标物种原生地邻近区域的植物园、树木园、林场和“四旁”等地开展定植栽培、管护监测和效果评价的保护方式<sup>①</sup>; 或指在气候相似、生境相似和群落相似的自然或半自然地段培植管护目标物种的保护方式(许再富和郭辉军, 2014); 国外提出的“拟就地保护或似地保护(*quasi in situ conservation*)”指在迁地保护时选择与原生境相似的自然或半自然地段建立人工种群, 并采集以种子为主的繁殖材料进行回归引种的过程(Volis & Blecher, 2010)。比较国内外近地保护的概念, 其核心是要在保存目标物种遗传多样性的同时保持其环境适应能力。目前, 近地保护方法已成为我国PSESP六大拯救保护措施之一(许再富和郭辉军, 2014), 但随着理论探索和保护实践的深入, 其概念和方法仍在不断发展, 且有望为PSESP保护提供更加科学有效的技术支持。

### 3.3.4 种群恢复与重建

种群恢复重建是拯救保护PSESP物种的重要措施。PSESP物种由于种群数量少且规模小, 需要在保护现有天然种群的基础上, 积极开展种苗繁育获得繁殖材料, 并通过回归引种恢复或重建种群。种群恢复主要通过人工促进天然更新和增强型回归引种等措施, 改善种群结构, 调节种群动态, 使现存天然种群得到恢复壮大。其中的增强型回归引种指在现存天然种群内通过增加个体数量扩大种群规模或增加某一特定组群改善种群结构的方法(任海等, 2014)。种群重建主要通过目标物种的历史(原有)分布区自然生境中实施重建型回归引种来建立新的种群, 以增加种群数量和扩大现有分布范围。种群恢复重建是一项长期系统工程, 种群恢复时引入的个体或组群是否在现存种群中发挥了功效及何种功效, 重建种群能否完成繁衍更新并与生境协调发展等, 都需要长期监测和跟踪分析。开展种群恢复重建需要明确: (1)繁殖材料的遗传和环境背景及其代表性, (2)回归定植种苗的年龄和性别结构, (3)定植点原生境的保持和恢复方案, (4)长期的种群动态监测方案。

此外, 在植物物种保护中引入种群管理的理念和方法, 给植物园和树木园开展迁地保护提出了“如何在面积有限的园区内建立有效种群、实现物种保护目标”的问题和挑战。

### 3.4 促进我国相关学科的发展

以往我国的野生植物保护管理与相关科学研究联系不紧密。一方面, 我国的野生植物保护采用的是传统的资源管理方式, 主要通过政策法规、行政管理和宣传教育等手段实现保护管理目标, 对科学研究成果没有迫切需求; 另一方面, 许多科学研究以珍稀濒危或重点保护植物为对象, 但目的不是服务于研究对象的有效保护, 对野生植物保护的贡献有限。相反, 民间力量在此期间完成了水杉(*Metasequoia glyptostroboides*)、银杏(*Ginkgo biloba*)、红豆杉(*Taxus spp.*)、秃杉(*Taiwania cryptomerioides*)和喜树(*Camptotheca acuminata*)等的大面积种植, 虽然未直接参与天然种群的保护, 但降低了开发利用压力, 且在多地保存了多份种质资源。

自PSESP概念提出以来, 行政主管部门在PSESP概念的完善、物种名录的选列和工程规划的编制等方面与学界进行了紧密合作。由于与保护实践联系不紧密, 我国的相关研究相对滞后, 缺乏植物种群动态的长期监测与研究, 原创性成果少, 相关学科如保护生物学、保护遗传学、景观遗传学均从国外引入, 相应的有效种群、进化显著单元(evolutionarily significant unit)、复合种群理论(metapopulation theory)、MVP和PVA的各类模拟分析模型及相关软件等仍处于跟踪研究和消化吸收阶段(李义明等, 1997; 李义明, 2003; 田瑜等, 2011)。在PSESP保护对策措施中, 国内提出的近地保护与国外的拟就地保护还处于相互融合的阶段, 仍需进一步提升和完善; 野外回归引种取得了显著进展, 但回归种群的监测和回归效果评价还有待深入开展(任海等, 2014)。然而, 在PSESP概念和工程规划中已使用MVP、近地保护和回归引种等概念和方法的事实, 表明我国野生植物保护对科技支撑的迫切需求, 这为我国相关学科的建设和发展提供了契机, 也使理论和方法创新成为可能。

## 4 结语

PSESP概念的提出及其拯救保护工程的实施在我国野生植物保护中具有里程碑意义。一方面, 实施PSESP拯救保护标志着野生植物行政主管部门的管理策略发生了转变, 即在以法律法规、行政手段和宣传教育等为主要策略的基础上, 更加强调“基

<sup>①</sup> 郭辉军 (2011) 在“家门口”保护极小种群. 中国绿色时报, 3月10日第4版.

于种群管理的物种保护”理念, 以实现科学保护野生植物的目标; 另一方面, 要求相关的科学研究要与野生植物拯救保护工作相接轨, 植物地理学、种群生态学、生殖生物学、保护生物学和保护遗传学等相关学科的基础理论和应用技术研究应更好地服务于我国野生植物保护实践, 在实现学科发展的同时, 提升野生植物保护管理水平。

## 参考文献

- Environment Protection Commission of the State Council of China (国务院环境保护委员会) (1984) The first list of protected rare and endangered plants of China. *China Nature* (大自然), (4), 45–46. (in Chinese)
- Frankham R, Bradshaw CJA, Brook B (2014) Genetics in conservation management: revised recommendations for the 50/500 rules, red list criteria and population viability analyses. *Biological Conservation*, **170**, 56–63.
- Fu LK (傅立国), Jin JM (金鉴明) (1991) *Red List of China's Plant: Rare and Endangered Plants* (vol. 1) (中国植物红皮书: 稀有濒危植物(第一册)). Science Press, Beijing. (in Chinese)
- Gu YC (顾云春) (2003) Status quo of China's state priority protected wild plants. *Central South Forest Inventory and Planning* (中南林业调查规划), **22**(4), 1–7. (in Chinese with English abstract)
- Guo HJ (郭辉军) (2012) Initiating new phase of protection of wild plant with extremely small populations. *Yunnan Forestry* (云南林业), **33**(6), 16–17. (in Chinese)
- He YJ (何友均), Li Z (李忠), Cui GF (崔国发), Wei WC (魏文超), Feng ZW (冯宗炜) (2004) Advances in conservation methods of endangered species. *Acta Ecologica Sinica* (生态学报), **24**, 338–346. (in Chinese with English abstract)
- International Union for Conservation of Nature (IUCN) (translated by Xie Y (解焱)) (2002) *IUCN Red List Categories and Criteria Version 3.1* (IUCN物种红色名录濒危等级和标准(3.1版)). [http://www.chinaplant.org/download/iucn\\_2010/RD/1-IUCN\\_RED\\_LIST\\_Categories\\_and\\_Criteria.pdf](http://www.chinaplant.org/download/iucn_2010/RD/1-IUCN_RED_LIST_Categories_and_Criteria.pdf). (in Chinese)
- International Union for Conservation of Nature (IUCN) (2012) *IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1. 2nd edn*. Gland, Switzerland and Cambridge, UK, IUCN: iv + 32pp.
- Li YM (李义明), Li XH (李欣海), Li DM (李典谟) (1997) Population viability analysis. In: *Conservation Biology* (保护生物学) (eds Jiang ZG (蒋志刚), Ma KP (马克平), Han XG (韩兴国)), pp. 120–131. Zhejiang Science and Technology Press, Hangzhou. (in Chinese)
- Li YM (李义明) (2003) Population viability analysis in conservation biology: precision and uses. *Biodiversity Science* (生物多样性), **11**, 340–350. (in Chinese with English abstract)
- Li YY (李玉媛), Guo LQ (郭立群), Hu ZH (胡志浩) (2005) *National Key Protected Wild Plant of Yunnan* (云南国家重点保护野生植物). Yunnan Science and Technology Press, Kunming. (in Chinese)
- Ma YP, Chen G, Grumbine RE, Dao ZL, Sun WB, Guo HJ (2013) Conserving plant species with extremely small populations (PSESP) in China. *Biodiversity and Conservation*, **22**, 803–809.
- Peng SL (彭少麟), Wang DB (汪殿蓓), Li QF (李勤奋) (2002) Advances in plant population viability analysis. *Acta Ecologica Sinica* (生态学报), **22**, 2175–2185. (in Chinese with English abstract)
- Reed JM, McCoy ED (2014) Relation of minimum viable population size to biology, time frame, and objective. *Conservation Biology*, **28**, 867–870.
- Ren H, Zhang QM, Lu HF, Liu HX, Guo QF, Wang J, Jian SG, Bao HO (2012) Wild plant species with extremely small populations require conservation and reintroduction in China. *AMBIO*, **41**, 913–917.
- Ren H (任海), Jian SG (简曙光), Liu HX (刘红晓), Zhang QM (张倩媚), Lu HF (陆宏芳) (2014) Advances in the reintroduction of rare and endangered wild plant species. *Scientia Sinica Vitae* (中国科学: 生命科学), **44**, 230–237. (in Chinese)
- Rosenfeld JS (2014) 50/500 or 100/1000? Reconciling short- and long-term recovery targets and MVPs. *Biological Conservation*, **176**, 287–288.
- Shoemaker KT, Breisch AR, Jaycox JW, Gibbs JP (2014) Disambiguating the minimum viable population concept: response to Reed and McCoy. *Conservation Biology*, **28**, 871–873.
- State Environment Protection Bureau of China (国家环境保护局), Institute of Botany of the Chinese Academy of Sciences (中国科学院植物研究所) (1987) List of protected rare and endangered plants of China. *Bulletin of Biology* (生物学通报), **7**, 23–28. (in Chinese)
- Sun WB (孙卫邦), Yang WZ (杨文忠) (2013) *Exploring and Practicing the Conservation of Wild Plant Species with Extremely Small Populations in Yunnan Province* (云南省极小种群野生植物保护实践与探索). Yunnan Science and Technology Press, Kunming. (in Chinese)
- Tian Y (田瑜), Wu JG (邬建国), Kou XJ (寇晓军), Wang TM (王天明), Smith AT, Ge JP (葛剑平) (2011) Methods and applications of population viability analysis (PVA): a review. *Chinese Journal of Applied Ecology* (应用生态学报), **22**, 257–267. (in Chinese with English abstract)
- Volis S, Blecher M (2010) Quasi *in situ*: a bridge between *ex situ* and *in situ* conservation of plants. *Biodiversity and Conservation*, **19**, 2441–2454.
- Wang ZF (王峥嵘), Peng SL (彭少麟), Ren H (任海) (2005) Genetic variation and inbreeding depression in small populations. *Journal of Plant Genetic Resources* (植物遗传

- 资源学报), 6(1), 101–107. (in Chinese with English abstract)
- Wu XQ (吴小巧), Huang BL (黄宝龙), Ding YL (丁雨龙) (2004) The advance on the study of protection of rare and endangered plants in China. *Journal of Nanjing Forestry University* (Natural Sciences Edition) (南京林业大学学报 (自然科学版)), 28(2), 72–76. (in Chinese with English abstract)
- Xu ZF (许再富), Guo HJ (郭辉军) (2014) Near *situ* conservation for wild plant species with extremely small populations. *Plant Diversity and Resources* (植物分类与资源学报), 36, 533–536. (in Chinese with English abstract)
- Yang Q (杨清), Han L (韩蕾), Xu ZF (许再富) (2005) Status of and strategy for *ex-situ* conservation of rare and endangered plants in Chinese botanical gardens. *Rural Eco-Environment* (农村生态环境), 21(1), 62–66. (in Chinese with English abstract)
- Yang WZ (杨文忠), Kang HM (康洪梅), Xiang ZY (向振勇), Zhang SS (张珊珊) (2014) Methods and techniques for conserving wild plant species with extremely small populations. *Journal of West China Forestry Science* (西部林业科学), 43(5), 24–29. (in Chinese with English abstract)
- Yang WZ, Yang YM (2014) Conservation priorities of wild plant species with extremely small populations (PSESP) in Yunnan Province. *Journal of West China Forestry Science* (西部林业科学), 43(4), 1–9.
- Yu YF (于永福) (1999) List of national key protected wild plant (Batch 1) released: a milestone of China's wild plant conservation. *Journal of Plant* (植物杂志), (5), 3–11. (in Chinese)
- Zeigler SL, Che-Castaldo JP, Neel MC (2013) Actual and potential use of population viability analyses in recovery of plant species listed under the U.S. endangered species. *Conservation Biology*, 27, 1265–1278.
- Zhou B (周彬) (2010) Revising the Yunnan Key Protected Wild Plants List. *Acta Botanica Yunnanica* (云南植物研究), 32, 221–226. (in Chinese with English abstract)
- Zhou Y (周云), Jiang H (蒋宏), Yang WZ (杨文忠), Zhang SS (张珊珊), Xiang ZY (向振勇) (2012) Study on stock of *Pinus wangii*, an extremely small population species. *Journal of West China Forestry Science* (西部林业科学), 41(3), 80–83. (in Chinese with English abstract)

(责任编辑: 龙春林 责任编辑: 闫文杰)

## 附录 Supplementary Material

### 附录1 我国各类保护植物的定义、等级划分和物种选列标准

Appendix 1 Definitions, categories and criteria of China's protected plants

<http://www.biodiversity-science.net/fileup/PDF/w2014-183-1.pdf>

### 附录2 我国各类保护植物的法规政策依据和对策措施

Appendix 2 Legislative and policy supports and conservation strategies of China's protected plants

<http://www.biodiversity-science.net/fileup/PDF/w2014-183-2.pdf>

# 附录1 我国各类保护植物的定义、等级划分和物种选列标准

## Appendix 1 Definitions, categories and criteria of China's protected plants

植物名录(提出时间) Plant list (Release time)	定义 Definition	等级划分 Category	物种选列标准 Criterion
1.第一批珍稀濒危保护植物(1984)	由于物种自身的原因或受到人类活动或自然灾害的影响而濒临灭绝的野生植物。	濒危等级: 濒危、稀有和渐危植物; 保护级别: 一、二、三级重点保护植物	①分布范围小、数量少, 处于灭绝风险的种类; ②走向衰落但未到达濒危的非单型属种类; ③易进入濒危或渐危状态的特有单型科、属和少数科属代表种类。④中国特有并具极为重要、重要或一定科研、经济和文化价值的种类。
2.中国珍稀濒危保护植物(1987)			
3.国家重点保护野生植物(1999)	野生珍贵植物和具重要经济、科研、文化价值的濒危、稀有植物。	保护级别: 国家一、二级重点保护植物; 地方重点保护植物。	①数量极少、分布范围极窄濒危种; ②具重要经济、科研、文化价值的濒危和稀有种; ③重要作物的野生种和有遗传价值的近缘种; ④有重要经济价值, 因过度开发利用, 资源急剧减少的种类。
4.全国极小种群野生植物(2012)	分布狭窄, 受胁迫干扰, 种群退化和数量持续减少, 低于最小存活种群而濒临灭绝的野生植物。	无等级划分	①资源清楚的“个、十、百、千”物种*; ②仅存1-2个分布点的种类; ③株数≤10,000且破坏严重的重点保护植物; ④我国特有且分布狭窄的重点保护植物; ⑤株数>10,000但为特定区域代表种, 或具重要经济开发、科研价值的种类; ⑥满足上述条件, 能提出有效保护措施的种类。

\*“个、十、百、千”物种分别指植株数量为1-9株、10-99株、100-999株和1,000-9,999株的植物物种。



## 附录2 我国各类保护植物的法规政策依据和对策措施

### Appendix 2 Legislative and policy supports and conservation strategies of China's protected plants

植物名录 Plant list	保护依据 Legislation & policy	保护行动和措施 Conservation strategy & action
1. 珍稀濒危植物	国务院环境保护委员会公布我国第一批《珍稀濒危保护植物名录》的通知	①加强珍稀濒危植物价值的宣传教育; ②开展种类、分布、数量和生物学特性等调查, 制订保护规划; ③保护珍稀濒危植物, 集中分布区可建立自然保护区。④积极开展引种繁殖等科学研究。
2. 重点保护植物	中华人民共和国野生植物保护条例	①定期开展资源调查; ②宣传教育和提高公民保护意识; ③界定非法采集和破坏行为及其处罚; ④设置保护设施和标志; ⑤开展建设项目环评; ⑥界定收购、出售、进出口保护对象的行为及其处罚等。
3. 极小种群植物	国家林业局和发改委《全国极小种群野生植物拯救保护工程规划》	①设立保护小区(点), 开展就地保护; ②建立近地保护点, 形成稳定种群; ③繁育种苗, 建立迁地保护种群; ④保存种子和基因资源; ⑤回归引种, 重建种群; ⑥开展能力建设, 提高管理、监测、宣教和技术水平。