

DOI:10.11913/PSJ.2095-0837.2020.40517

刘德团, 常宇航, 马永鹏. 本底资源不清严重制约我国杜鹃花属植物的生物多样性保护[J]. 植物科学学报, 2020, 38(4): 517-524

Liu DT, Chang YH, Ma YP. Unclear resource background seriously restricts biodiversity conservation of *Rhododendron* in China[J]. *Plant Science Journal*, 2020, 38(4): 517-524

本底资源不清严重制约我国 杜鹃花属植物的生物多样性保护

刘德团¹, 常宇航¹, 马永鹏^{1*}

(1. 中国科学院昆明植物研究所, 云南省极小种群野生植物综合保护重点实验室, 昆明 650201)

摘要: 中国杜鹃花属植物已超过 600 种, 是世界杜鹃花属的现代分布中心和分化中心之一。本文以杜鹃花红色名录、中国高等植物红色名录以及中国高等植物受威胁物种名录为基础, 对我国杜鹃花的濒危现状进行分析, 并根据极度濒危杜鹃花的最新调查结果, 结合 IUCN 红色名录和极小种群野生植物标准对它们进行重新评估。评估结果认为, 杜鹃花属 12 个极度濒危物种中, 有 4 个物种降低了极度濒危的等级, 1 个物种数据缺乏, 1 个物种灭绝。我国杜鹃花属植物濒危种类近 20%, 数据缺乏的种类近 1/3, 资源本底不清, 严重威胁我国杜鹃花的生物多样性保护。未来应加强对杜鹃花本底资源的普查, 开展极度濒危物种和极小种群物种的“抢救性保护”、加强园林应用与基础研究。

关键词: 杜鹃花; 濒危; 调查; 评估

中图分类号: Q16; Q949.772.3

文献标识码: A

文章编号: 2095-0837(2020)04-0517-08

Unclear resource background seriously restricts biodiversity conservation of *Rhododendron* in China

Liu De-Tuan¹, Chang Yu-Hang¹, Ma Yong-Peng^{1*}

(1. Yunnan Key Laboratory for Integrative Conservation of Plant Species with Extremely Small Populations, Kunming Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Kunming 650201, China)

Abstract: China harbors more than 600 species of *Rhododendron* and is thus considered a modern distribution and differentiation center of the genus. Based on the *Red List of Rhododendrons*, *Red List of China's Higher Plants*, and *Threatened Species List of China's Higher Plants*, as well as recent investigations, we re-analyze the threatened status of *Rhododendron* according to the criteria of the IUCN Red List and plant species with extremely small populations. As a result, among the 12 critically endangered *Rhododendron* species, four are no longer Critically Endangered, one is Data Deficiency, and one is Extinct. In total, nearly 20% of the *Rhododendron* species are threatened in China, and another one third are data deficient. Thus, the unclear resource background seriously restricts the biodiversity conservation of *Rhododendron* in China. Future research should include comprehensive investigations on *Rhododendron* resources, and urgent action should be taken to protect

收稿日期: 2019-10-21, 退修日期: 2019-11-18。

基金项目: 生态环境部生物多样性调查与评估项目(2019HJ2096001006); 贵州省科技计划项目(黔科合平台人才[2017]5229); 云南省中青年学术和技术带头人后备人才项目(2018HB066)。

This work was supported by grants from the Biodiversity Survey and Assessment Project of the Ministry of Ecology and Environment, China (2019HJ2096001006), Science and Technology Plan Project of Guizhou (Guizhou [2017]5229), and Project for Young and Middle-Aged Talent of Yunnan Province (2018HB066)。

作者简介: 刘德团(1984-), 男, 工程师, 研究方向为植物资源与保护(E-mail: liudetuan@mail.kib.ac.cn)。

* 通讯作者(Author for correspondence. E-mail: mayongpeng@mail.kib.ac.cn)。

critically endangered species with extremely small populations. Fundamental research and landscape applications should also be strengthened.

Key words: *Rhododendron*; Endangered; Investigation; Assessment

杜鹃花是杜鹃花科 (Ericaceae) 杜鹃属 (*Rhododendron* L.) 植物的统称, 是世界著名的观赏植物, 有“中国十大传统名花”和“花中西施”的美誉^[1], 具有重要的观赏价值, 也具有文化价值、科学价值、生态价值、食用价值和药用价值^[2-4]。杜鹃花全世界有 1200 余种, 广泛分布于亚洲、北美洲和欧洲^[5-7]。中国是野生杜鹃花资源最丰富的国家, 杜鹃花属是我国木本被子植物中种类最大的一个属, 对研究区系的进化和多样化有着重要作用^[5]。自《中国植物志》^[8, 9]、*Floral of China*^[10] 出版以来, 仍有大量新种不断被报道^[11-18]。目前, 我国杜鹃花属植物已超过 600 种^[19], 除宁夏和新疆等干旱荒漠地带外, 南北各省均有分布, 其中西南横断山脉和青藏高原区域的资源最为密集, 是我国杜鹃花的特有中心、多度中心和多样化中心^[20]。然而, 生境丧失、全球气候变化、人类活动等因素, 导致很多杜鹃花属植物成为濒危种类。

对物种濒危状况进行评估是制定保护决策和立法的重要依据^[21], 可促进监测和研究、指导资源利用和保护、增强公众对生物多样性保护的意识^[22], 还可用于环境影响评价^[23], 作为回归是否成功的评价标准^[24]。国际自然保护联盟 (IUCN) 红色名录标准和评估方法是全球广泛接受的物种灭绝风险评估方法, 尤其是标准 B^[25]。对物种濒危状况进行评估时, 应使用最新的调查数据和分布记录, 原始数据存在过时、陈旧和记录不详等问题^[26]。以往的物种濒危状况评估, 大多依据古老的文献记载、标本记录或专家意见, 但标本也存在遗漏、信息不详和鉴定错误的情况^[27]。在此, 我们以杜鹃花红色名录 (*The Red List of Rhododendrons*^[28])、中国高等植物红色名录^[29] 以及中国高等植物受威胁物种名录^[30] 为基础, 通过野外调查, 对我国杜鹃花属植物的濒危现状进行分析, 结合 IUCN 红色名录和极小种群野生植物标准, 对杜鹃花属 12 个极度濒危物种重新进行评估, 以期为我国杜鹃花属植物保护的重点方向提供建议和参考。

1 研究方法

以杜鹃花红色名录 (*The Red List of Rhodo-*

dendrons^[28])、中国高等植物红色名录^[29] 和中国高等植物受威胁物种名录^[30] 中的杜鹃花属 12 个极度濒危物种为对象, 通过野外实地调查, 获取物种的分布信息、受威胁因素、居群大小、生境等信息, 采用 R 软件包 ConR^[31] 计算它们的分布区 (extent of occurrence, EOO), 对于分布点少于 3 个的物种, 根据实际分布情况估算它们的分布面积 (area of occupancy, AOO)。根据最新调查数据, 结合 IUCN 红色名录标准^[32, 33] 和极小种群野生植物标准^[34], 对 12 个极度濒危物种受威胁状况重新进行评估, 并提出今后我国杜鹃花属植物保护的重点方向与建议。

2 结果与分析

2.1 我国杜鹃花属植物的濒危现状

最早提出我国野生植物需要优先保护的种类是 1987 年出版的《中国珍稀濒危保护植物名录》^[35], 但其中并未包含杜鹃花属植物。1992 年《中国植物红皮书》^[36] 提出了 9 种需要保护的杜鹃花属植物, 其中大树杜鹃 (*Rhododendron protistum* Balf. f. et Forrest var. *giganteum* (Tagg) Chamb. ex Cullen et Chamb.) 的濒危等级为极度濒危。1999 年, 经国务院批准出版的《国家重点保护野生植物名录 (第一批)》^[37] 最具权威性, 被称为“中国野生植物保护工作的里程碑”^[38], 但其中也未包括杜鹃花属种类。《国家重点保护野生植物名录 (第二批)》列入了国家 I 级、II 级保护的杜鹃花属植物 11 种, 其中大树杜鹃为 I 级保护种类, 且该名录一直处于“讨论稿”状态, 未正式颁布。2004 年《中国物种红色名录》^[39] 列出的 4 种杜鹃属植物中, 仅大树杜鹃 1 种的濒危等级为极度濒危。此外, 部分省市 (如浙江省、海南省、吉林省等) 颁布的省级重点保护野生植物名录中也包括了杜鹃花属植物。

2011 年, 国际植物园保护联盟、野生动植物保护国际、全球树木保护联盟、世界自然保护联盟和爱丁堡皇家植物园共同发行了杜鹃花红色名录 (*The Red List of Rhododendrons*^[28]), 对全世界 1157 种杜鹃花属植物的濒危等级进行了评

估。该名录总共评估了我国(包括台湾)665种杜鹃花属植物。其中：极度濒危(critically endangered, CR)15种,占评估总数的2.26%;濒危(endangered, EN)18种,占评估总数的2.71%;易危(vulnerable, VU)180种,占评估总数的27.07%;近危(near threatened, NT)61种,占评估总数的9.17%;数据缺乏(data deficient, DD)的有183种,占评估总数的27.52%。可见受威胁等级(易危、濒危和极度濒危等级统称为受威胁等级)的杜鹃花属植物就有213种,占总数的32.03%,说明我国1/3杜鹃花属植物的生存状态已经岌岌可危。

2013年9月我国发布的《中国生物多样性红色名录——高等植物卷》^[29]是对我国高等植物种类做出信息较全的一次评估,其科学性和准确性相比以往评估有很大提升。但由于杜鹃花属植物种类繁多、分布广泛,很多种类缺乏野外分布的全面信息,因而该书中全部受评估的644种杜鹃花属植物中,数据缺乏种类有150种,比例高达23.3%,极度濒危12种,包括:紫花杜鹃(*R. amesiae* Rehd. et Wils.)、巴朗杜鹃(*R. balangense* Fang)、短梗杜鹃(*R. brachypodum* Fang et P. S. Liu)、蓝灰糙毛杜鹃(*R. caesium* Hutch.)、疏花美容杜鹃(*R. caloplytum* Franch. var. *pauciflorum* W. K. Hu)、朱红大杜鹃(*R. griersonianum* Balf. f. et Forrest)、广南杜鹃(*R. guangnanense* R. C. Fang)、波叶杜鹃(*R. hemsleyanum* Wils.)、荔波杜鹃(*R. liboense* Zheng R. Chen & K. M. Lan)、红萼杜鹃(*R. meddianum* Forrest)、峨眉光亮杜鹃(*R. nitidulum* Rehd. et Wils. var. *omeiense* Philip. et M. N. Philip.)、大树杜鹃,占1.86%;濒危19种,占2.95%;易危92种,占14.29%;受威胁等级的杜鹃花共有123种,占19.10%。

2017年《中国高等植物受威胁物种名录》^[30]对我国杜鹃属植物的评估与《中国生物多样性红色名录——高等植物卷》基本一致,在全部受评估的712种杜鹃花属植物中,极度濒危有12种(种类同上)、濒危有19种、易危有91种,分别占1.69%、2.67%和12.78%;受威胁等级的杜鹃花属植物共有122种,占17.13%;数据缺乏的有220种,占30.90%,超过了1/3。

从以上2011、2013、2017年3次较大型的濒

危评估中可以看出,我国杜鹃花属植物种类繁多,但调查基础薄弱,资源本底不清楚,数据缺乏的种类较多(达到1/3),说明我国对杜鹃花属植物开展的资源调查工作还非常有限。具体来说,在《The Red List of Rhododendrons(2011)》^[28]中,有183种杜鹃花属植物数据缺乏;而《中国生物多样性红色名录——高等植物卷》(2013)中^[29],杜鹃花属植物有150种缺乏大规模的实地调查;最新出版的《中国高等植物受威胁物种名录》(2017)中有220种数据缺乏无法评估^[30],可见我国杜鹃花属植物调查和保护现状不容乐观。

随着近年来杜鹃花野外资源调查在全国尤其是我国西南地区的开展,列入《国家重点保护野生植物名录(第二批)》的大部分种类存在较多的分布区,并不需要优先保护。例如,大王杜鹃(*R. rex* Levl.)在四川、云南分布极广;而其变种假乳黄杜鹃(*R. rex* Levl. subsp. *fictolacteum* (Balf. f.) Chamb. ex Cullen et Chamb.)更是在川、滇、藏高山地区随处可见。另外,蓝果杜鹃(*R. cyanocarpum* (Franch.) W. W. Smith)、似血杜鹃(*R. haematodes* Franch.)和硫磺杜鹃(*R. sulfureum* Franch.)尽管分布区相对狭窄,但在适生区都是优势种类,种群数量很大,不足以作为优先保护的种类。值得注意的是,大树杜鹃,以前认为只有2个居群,不足1000株,但是经过笔者及团队在高黎贡山区域大范围的调查,目前已发现了9个种群^[40]。通过对比大树杜鹃与原变种翘首杜鹃(*R. protistum* Balf. F. et Forrest)的形态特征,发现两者形态极其相似,大树杜鹃不足以作为翘首杜鹃的变种处理^[41]。

2.2 基于最新调查的极度濒危杜鹃受威胁状况

近年来,随着国家科技部、环保部以及科学家、公众对杜鹃花植物的重视,为深入、系统地调查我国杜鹃花属植物的本底资源提供了宝贵机遇。我们对列入《中国高等植物受威胁物种名录》的12种被评估为极度濒危的杜鹃花属植物进行了详细的野外调查。基于野外调查第一手资料,我们确定了野外灭绝的种类1种,即广南杜鹃。由于蓝灰糙毛杜鹃的模式标本采集地未知,且除了模式标本外,至今无人在野外见到过,故将蓝灰糙毛杜鹃的极度濒危等级(CR)评定为数据缺乏(DD)。大树杜鹃种群由2个增加到12个、超过3200株,紫花杜

鹃种群从 4 个增加到 9 个、近 4000 株，波叶杜鹃种群增加到 7 个、163 株；红萼杜鹃种群增加到 4 个、约 5027 株；短梗杜鹃种群增加到 8 个，其中，位于重庆南川区的 1 个种群最大，约 2000 株，全部种群约 2265 株；巴朗杜鹃主要分布在四川的卧龙国家级自然保护区，该居群较大，保护较好，约有 1000 个个体。

分布区 (EOO) 和分布面积 (AOO) 是 IUCN 红色名录标准的 2 个关键参数，但 AOO 主要由精确测量数据计算， EOO 可以根据地理分布坐标计算^[33]。根据 IUCN 标准，我们采用 R 程序 ConR^[31] 计算它们的 EOO。由于朱红大杜鹃、巴朗杜鹃和疏花美容杜鹃分布点较少无法计算 EOO，根据实地调查和分布面积估算其 AOO。根据最新调查数据并结合 IUCN 标准^[32, 33]，对 12 个“极度濒危”杜鹃属物种的濒危等级进行重新划分，结果见表 1。朱红大杜鹃的 AOO 为 8 km²，1 个种群受到水淹的威胁，1 个种群个体数仅有 2 株，分布于农田边河埂，且有村民采挖的现象，随时都有灭绝的风险，所有种群个体总数约 322 株，其濒危等级可评估为 CR B2ab (i , ii , iii , iv , v)。巴朗杜鹃仅分布于四川卧龙保护区的公路两侧和沟边，生境

受到旅游、公路修建的威胁，随着旅游设施的修建和山体滑坡，其生境和栖息地有退化和缩小的趋势，其个体数量会持续下降，估算其 AOO 不大于 10 km²，其濒危等级可评估为 CR B2ab (iii , v)。波叶杜鹃虽然分布点较多，但主要分布在四川省峨眉山，种群严重破碎化，且受旅游影响严重，个体数仅 163 株，1 个种群受到垦殖的威胁，1 个种群已消失， EOO 为 12 km²，小于 100 km²，其濒危等级可评估为 CR B1ab (iii , iv)。荔波杜鹃分布于贵州省荔波县，共有 3 个种群，其中 2 个种群位于保护区外，1 个种群仅 7 株，生长状况不佳，枝下高接近树高，有灭绝的风险，种群破碎化，个体总数仅 67 株，其中成熟个数 50 株， EOO 为 27 km²，其濒危等级可评为 CR C2a (i)；D。光亮峨眉杜鹃 3 个种群均受旅游的严重破坏，其中 1 个种群还受到放牧、垦殖的干扰， EOO 小于 100 km²，其濒危等级可评为 CR B1ab (iii)。朱红大杜鹃、荔波杜鹃、波叶杜鹃、光亮峨眉杜鹃、巴朗杜鹃保持极度濒危的等级不变。红萼杜鹃位于大理州云龙县漕涧镇的种群 (2000 余株) 严重被公路分割和破坏，生境退化，死亡个体超过样方估算总个体的 5%；泸水市片马种群也轻微受

表 1 基于最新调查数据的 12 个“极度濒危”杜鹃的濒危等级
Table 1 New endangerment categories of 12 critically endangered *Rhododendron* species based on the latest investigation data

物种 Species	原等级 ^[27] Original category	分布点 (个) Populations	个体数 (株) Individuals	分布区 EOO (km ²)	新等级 New category
波叶杜鹃 <i>R. hemsleyanum</i>	CR B1ab (i , iii)	7	163	12	CR B1ab (iii , iv)
荔波杜鹃 <i>R. liboense</i>	CR D	3	67	27	CR C2a (i) ; D
光亮峨眉杜鹃 <i>R. nitidulum</i> var. <i>omeiense</i>	CR D	3	127	55	CR B1ab (iii)
朱红大杜鹃 <i>R. griersonianum</i>	CR B1ab (i , iii)	3	322	—	CR B2ab (i , ii , iii , iv , v)
巴朗杜鹃 <i>R. balangense</i>	CR B1ab (iii , v) + 2ab (iii , v)	1	>1000	—	CR B2ab (iii , v)
疏花美容杜鹃 <i>R. calophytum</i> var. <i>pauciflorum</i>	CR B1ab (i , iii) ; C1	1	32	—	CR C2a (i) ; D
红萼杜鹃 <i>R. meddianum</i>	CR B1ab (i , iii) ; C1	4	5027	1929	EN B1ab (iii , v)
紫花杜鹃 <i>R. amesiae</i>	CR B1ab (i , ii , iii)	9	3914	5892	VU C2a (i)
短梗杜鹃 <i>R. brachypodum</i>	CR A2c	7	2265	7546	VU B1ab (iii)
大树杜鹃 <i>R. protistum</i> var. <i>giganteum</i>	CR B1ab (iii) ; C2a (ii) b	12	3227	4760	VU C2a (i)
广南杜鹃 <i>R. guangnanense</i>	CR B1ab (i , iii) ; C1	0	0	—	EX
蓝灰糙毛杜鹃 <i>R. caesium</i>	CR B1ab (i , iii) ; C1	—	—	—	DD

注：CR，极度濒危 (critically endangered)；EN，濒危 (endangered)；VU，易危 (vulnerable)；EX，绝灭 (extinct)；DD，数据缺乏 (data deficient)。

到旅游的影响。但红萼杜鹃有4个种群，个体总数超过5000株，其EOO为1929 km²，大于100 km²、小于5000 km²，濒危等级由极度濒危降为濒危，评为EN B1ab(iii, v)。紫花杜鹃虽然受到隧道修建、城市扩张、旅游、放牧、砍伐、垦殖、病菌等因素的干扰，康定1个种群由于城镇扩建而消失，但紫花杜鹃的EOO大于5000 km²，种群数量和个体数较多，其濒危等级降为VU C2a(i)。同样地，短梗杜鹃的EOO大于5000 km²，虽然受到公路修建、水库建设、旅游等因素的干扰，但由于种群数量和个体数较多，其濒危等级降为VU B1ab(iii)。大树杜鹃是翘首杜鹃的变种，其花色和叶片形态等区别特征都不稳定，在保护资源(人力、经费或项目等)有限的情况下，目前可不必优先开展大树杜鹃的保护^[41]。疏花美容杜鹃是不是杂交个体或由于变异产生的，还需要更深入的研究，基于其分布区较少，受人类活动的影响，其生境和栖息地有退化和缩小的趋势，其个体数量会持续下降，估算其AOO不大于10 km²，其濒危等级可继续评估为极度濒危CR。本团队在2015、2019年对广南杜鹃的模式产地开展了调查，并走访了附近多户村民、当地林业局和护林员，均未发现广南杜鹃，推测由于开荒、垦殖、放牧和砍伐等人类活动而消失，初步评定广南杜鹃为灭绝，或是该种在分类归属上存在问题，有待进一步研究。蓝灰糙毛杜鹃的具体分布地点未知、模式标本(种子)采集具体州县不清楚，无法开展调查，其等级评为数据缺乏。

极小种群野生植物是指分布地域狭窄或呈间断分布，长期受到自身因素限制和外界因素干扰，呈现出种群退化和数量持续减少，种群及个体数量极少，已经低于稳定存活界限的最小生存种群，且随时濒临灭绝的野生植物^[34]。以上12种极度濒危杜鹃花属植物中，被列入国家极小种群野生植物的仅有大树杜鹃1种，根据我们的最新调查数据，波叶杜鹃、荔波杜鹃、光亮峨眉杜鹃、朱红大杜鹃也都属于典型的极小种群野生植物，应优先开展保护和研究。

我们在野外调查中发现，这些极度濒危杜鹃属植物多分布于北向坡(北坡、东北坡或西北坡)，坡向是不是物种分布的关键因子，还有待进一步研究。在这些极度濒危物种中，朱红大杜鹃、波叶杜

鹃的全部种群均位于保护区外，未受到保护。在12个极度濒危物种中，虽然红萼杜鹃、紫花杜鹃、短梗杜鹃、大树杜鹃4个物种脱离了极度濒危的风险，但这并不意味着我国杜鹃花属植物的保护任务减轻了，相反有可能是我们对其认识不够，还需要更多的调查、保护和研究。目前水库区可能淹没了大量朱红大杜鹃个体，剩下个体300多株，但其生境受到严重威胁，另一个居群只有2株。我们建议对朱红大杜鹃实施抢救性保护措施，实施迁地保护，开展遗传多样性研究，并且将位于保护区边缘的2个荔波杜鹃居群纳入自然保护区范围内，对波叶杜鹃开展长期的动态监测，研究其种群动态和遗传多样性。巴朗杜鹃分布海拔相对较高，虽然位于保护区内，但受到公路建设和旅游开发的影响，随着旅游人数的增多，生境质量和个体数量可能会持续下降。由于杜鹃花属植物杂交频繁，有时同一物种存在变异，如紫花杜鹃，不同的居群(或个体)，其关键识别特征——叶柄上的毛从稀少到密集形态都存在。紫花杜鹃所在群落主要是以杨属、柳属等植物为优势种的次生林，适度干扰能增加物种的多度，如紫花杜鹃在小道旁、人工栈道旁、在林窗或林缘，生长非常良好，开花和结实量大，个体数较多，这与先前的研究结果^[42]一致。由于很多标本记录不详，有的只到县级、或使用古地名、或相同地名在同一县域有多个地点等问题，也给杜鹃花植物的野外调查带来了很大困难。还有的标本鉴定错误，如相似物种引起的错误、关键识别特征缺乏的标本、或网络标本数据库图片不清晰等，也给野外调查带来了很大困扰和误导。

3 保护建议

3.1 加强杜鹃花属植物资源的普查

正确的分类是认识、保护和利用植物资源的基础，杜鹃花植物种类繁多、分布广泛，在自然界中杂交频繁，分类方面存在很多问题，许多杂交后代被错误地描述成新种，给杜鹃花属植物的保护带来了困难。我国目前约有杜鹃花属植物600种，大部分缺乏充分的资源调查资料，杜鹃花属植物的分布区域和生境等基础资料不详，对其保护工作难以开展，甚至很多保育工作都是无用功。随着社会发展，野生杜鹃花的生境不断遭到破坏，尤其是中低海拔的杜鹃花，人类活动对其生境造成了巨大影

响, 道桥工程、开垦农田、修建水电站和庙宇、人为采挖等都使杜鹃花资源日趋减少, 有些种类正处于绝灭的边缘, 尤其是狭域分布的种类^[43]。比如广南杜鹃, 模式标本采集地大部分被开垦为农田, 生境被破坏, 可以确定为灭绝; 再比如红马银花 (*R. vialii* Delavay et Franch.), 分布海拔低, 观赏价值高, 采挖特别严重。由于杜鹃花植物含有芳香类和单宁类物质, 易于燃烧, 是当地居民容易获得的优质热源, 过度砍伐使杜鹃花资源衰竭。部分私人苗圃直接从山上采挖杜鹃花植株进行售卖, 导致不少野生杜鹃花资源处于濒危状态。到目前为止, 我国杜鹃花植物已灭绝 4 种(含野外灭绝种), 包括小溪洞杜鹃 (*R. xiaoxidongense* W. K. Hu)、枯鲁杜鹃 (*R. adenosum* Davidian, 最近野外调查在其模式产地发现)、乌来杜鹃 (*R. kanehirae* E. H. Wils.)^[44]和广南杜鹃。有的物种我们甚至都还没来得及及见过就已灭绝。

未来需要加强杜鹃属植物资源的普查工作: (1) 优先开展数据缺乏物种的调查, 至少在它们灭绝前认识它的资源本底现状, 采集和保存种质资源和 DNA 材料; (2) 优先开展横断山区、青藏高原地区的杜鹃花资源调查工作。横断山区、青藏高原是我国乃至世界杜鹃花多样性中心和分布中心, 但目前对此区域的调查研究基础非常薄弱; (3) 针对濒危类群, 开展系统的资源调查, 根据最新的数据重新进行评估。

3.2 针对极度濒危物种开展“抢救性保护”和基础研究

以往的保护生物学研究强调先进行基础研究, 在明晰致濒因素的基础上, 有针对性的开展保护工作, 但有些物种很可能在研究结果出来之前就已经种群灭绝甚至物种灭绝, 如广南杜鹃。朱红大杜鹃 1 个居群分布在农田边河埂, 另一个居群分布于水库边缘, 这种情况必须优先开展抢救性保护, 防止灭绝。全世界 1200 余种杜鹃花植物中, 约 70% (844 种) 有栽培(迁地保护), 然而, 它们主要保存于爱丁堡植物园、邱园和新西兰, 且一半以上的栽培种仅有 1 个至少少数几个个体^[5]。在我国 600 多种杜鹃花中, 仅有 155 种受到了迁地保护^[45]。笔者曾在 2014 年就指出, 我国杜鹃花资源保护现状不容乐观^[46]。MacKay 和 Gardiner^[3] 结合红色名录和迁地保护因素, 认为中国、印度尼西亚、巴

布亚新几内亚应该优先开展杜鹃花植物的迁地保护。研究表明, 我国保护区覆盖的国土面积非常少, 对杜鹃花资源更有效的保护, 不仅要优先考虑横断山等热点地区, 也要兼顾我国南部和东南部地区, 如贵州和浙江等地^[47, 48]。我国已经开始建立一些杜鹃花自然保护区和保护点, 但少见大规模的、有组织的、科学性的保护行动。由于我国杜鹃花属植物没有规划出一套合适的整体保护方案, 零星的小范围地区或单一杜鹃花物种的保护行动, 对整个杜鹃花属植物保育的影响甚微。

未来需要开展杜鹃花的“抢救性保护”和基础研究: (1) 优先开展极度濒危种类的抢救性保护与研究; (2) 优先开展极小种群种类的抢救性保护与研究; (3) 优先开展低海拔、易受人类活动影响区域的濒危杜鹃花资源的保护工作; (4) 收集和保存濒危、极小种群杜鹃花种质资源, 包括种子和 DNA 材料, 提高我国战略生物资源的储备量; (5) 开展迁地保护, 建设集收集、保存、展示和科普为一体的极小种群和濒危杜鹃花活体资源圃; (6) 开展繁殖生物学研究, 突破濒危类群的繁殖问题; (7) 开展杜鹃花新品种选育研究, 选育具有园艺价值的杜鹃花品种, 培育出我国自己的杜鹃花品种。

致谢: 中国科学院植物研究所赵莉娜老师提供了《中国高等植物受威胁物种名录》中杜鹃花属的评估数据, 特此感谢!

参考文献:

- [1] 彭素英. 中国十大名花英译[J]. 语言教育, 1993(8): 64.
- [2] Kumar V, Suri S, Prasad R, Gat Y, Sangma C, Jakhu H, et al. Bioactive compounds, health benefits and utilization of *Rhododendron*: a comprehensive review[J]. *Agric & Food Secur*, 2019, 8(1): article number 6.
- [3] MacKay M, Gardiner S. Geographic analysis of Red List *Rhododendron* (Ericaceae) taxa by country of origin identifies priorities for *ex situ* conservation[J]. *Blumea*, 2017, 62(2): 103–120.
- [4] Kumari K, Srivastava H, Mudgal V. Medicinal importance and utilization of *Rhododendron*: a review [J]. *Res Environ Life Sci*, 2015, 8(4): 761–766.
- [5] MacKay M, Gardiner SE. A model for determining *ex situ* conservation priorities in big genera is provided by analysis of the subgenera of *Rhododendron* (Ericaceae) [J]. *Biodivers Conserv*, 2017, 26(1): 189–208.
- [6] Chamberlain D, Hyam R, Argent G, Fairweather G,

- Walter KS, The genus *Rhododendron*: its classification and synonymy [M]. Edinburgh: Royal Botanic Garden Edinburgh, 1996.
- [7] Ma YP, Milne RI, Zhang CQ, Yang JB. Unusual patterns of hybridization involving a narrow endemic *Rhododendron* species (Ericaceae) in Yunnan, China [J]. *Am J Bot*, 2010, 97(10): 1749–1757.
- [8] 胡琳贞, 方明渊. 中国植物志: 第57卷: 第2分册[M]. 北京: 科学出版社, 1994.
- [9] 方瑞征. 中国植物志: 第57卷: 第1分册[M]. 北京: 科学出版社, 1999.
- [10] Yuan FM, Zheng FR, You HM, Zhen HL, Bi YH, Ning QH, *et al.* Flora of China: Vol. 14 [M]. Beijing: Science Press; St. Louis: Missouri Botanical Garden Press, 2005.
- [11] Cai L, Neilsen J, Dao ZL, Ma YP. *Rhododendron longipedicellatum* (Ericaceae), a new species from southeastern Yunnan, China [J]. *Phytotaxa*, 2016, 282(4): 296–300.
- [12] Ma YP, Wu ZK, Xue RJ, Tian XL, Gao LM, Sun WB. A new species of *Rhododendron* (Ericaceae) from the Gaoligong Mountains, Yunnan, China, supported by morphological and DNA barcoding data [J]. *Phytotaxa*, 2013, 114(1): 42–50.
- [13] Ma YP, Chamberlain D, Sun WB, Zhang CQ. A new species of *Rhododendron* (Ericaceae) from Baili Rhododendron Nature Reserve, NW Guizhou, China [J]. *Phytotaxa*, 2015, 195(2): 197–200.
- [14] Chen X, Huang JY, Xie H, Chen X. *Rhododendron cochlearifolium* (Ericaceae), a new species from China [J]. *BioOne*, 2012, 49(5): 422–424.
- [15] Ma YP. A new species of *Rhododendron* (Ericaceae) from Shangri-La, NW Yunnan, China [J]. *Phytotaxa*, 2015, 238(3): 293–297.
- [16] 杨成华, 杨传东, 穆军. 贵州杜鹃花一新种 [J]. *贵州科学*, 2012, 30(1): 95–96.
- Yang CH, Yang CD, Mu J. One new species of *Rhododendron* (Ericaceae) from Guizhou, China [J]. *Guizhou Science*, 2012, 30(1): 95–96.
- [17] 陈翔, 杨成华, 谢华, 陈训. 中国杜鹃属一新种 [J]. *热带亚热带植物学报*, 2012, 20(5): 513–516.
- Chen X, Yang CH, Xie H, Chen X. A new species of *Rhododendron* (Ericaceae) from China [J]. *Journal of Tropical and Subtropical Botany*, 2012, 20(5): 513–516.
- [18] 丁炳扬, 金孝锋. 杜鹃花属映山红亚属的分类学研究 [M]. 北京: 科学出版社, 2009.
- [19] Tian XL, Chang YH, Neilsen J, Wang SH, Ma YP. A new species of *Rhododendron* (Ericaceae) from northeastern Yunnan, China [J]. *Phytotaxa*, 2019, 395(2): 66–70.
- [20] Yan LJ, Liu J, Möller M, Zhang L, Zhang XM, Li DZ, *et al.* DNA barcoding of *Rhododendron* (Ericaceae), the largest Chinese plant genus in biodiversity hotspots of the Himalaya-Hengduan Mountains [J]. *Mol Ecol Resour*, 2015, 15(4): 932–944.
- [21] Rodrigues AS, Pilgrim JD, Lamoreux JF, Hoffmann M, Brooks TM. The value of the IUCN Red List for conservation [J]. *Trends Ecol Evol*, 2006, 21(2): 71–76.
- [22] Miller RM, Rodríguez JP, Aniskowicz-Fowler T, Bambaradeniya C, Boles R, Eaton MA, *et al.* National threatened species listing based on IUCN criteria and regional guidelines: current status and future perspectives [J]. *Conserv Biol*, 2007, 21(3): 684–696.
- [23] Meynell PJ. Use of IUCN Red Listing process as a basis for assessing biodiversity threats and impacts in environmental impact assessment [J]. *Impact Assess Proj Apprais*, 2005, 23(1): 65–72.
- [24] Robert A, Colas B, Guigon I, Kerbiriou C, Mihoub JB, Saint-Jalme M, Sarrazin F. Defining reintroduction success using IUCN criteria for threatened species: a demographic assessment [J]. *Anim Conserv*, 2015, 18(5): 397–406.
- [25] Le Breton TD, Zimmer HC, Gallagher RV, Cox M, Allen S, Auld TD. Using IUCN criteria to perform rapid assessments of at-risk taxa [J]. *Biodivers Conserv*, 2019, 28(4): 863–883.
- [26] Hjarding A, Tolley KA, Burgess ND. Red List assessments of east African chameleons: a case study of why we need experts [J]. *Oryx*, 2015, 49(4): 652–658.
- [27] Nic Lughadha E, Walker BE, Canteiro C, Chadburn H, Davis AP, Hargreaves S, *et al.* The use and misuse of herbarium specimens in evaluating plant extinction risks [J]. *Philos T R Soc B*, 2018, 374(1763): 20170402.
- [28] Gibbs D, Chamberlain D, Argent G. The Red List of Rhododendrons [M]. UK: Botanic Gardens Conservation International, 2011.
- [29] 环境保护部, 中国科学院. 中国生物多样性红色名录——高等植物卷 [DB/OL]. (2013–09–02) [2019–10–15]. <http://www.mee.gov.cn/gkml/hbb/bgg/201309/W02013-0917614244055331.pdf>.
- [30] 覃海宁, 杨永, 董仕勇, 何强, 贾渝, 赵莉娜, 等. 中国高等植物受威胁物种名录 [J]. *生物多样性*, 2017, 25(7): 696–744.
- Qin HN, Yang Y, Dong SY, He Q, Jia Y, Zhao LN, *et al.* Threatened species list of China's higher plants [J]. *Biodiversity Science*, 2017, 25(7): 696–744.
- [31] Dauby G, Stévant T, Droissart V, Cosiaux A, Deblauwe V, Simo-Droissart M, *et al.* ConR: An R package to assist large-scale multispecies preliminary conservation assessments using distribution data [J]. *Ecol Evol*, 2017, 7(24): 11292–11303.
- [32] IUCN. IUCN Red List categories and criteria; version 3.1 [DB/OL]. (2001) [2019–10–20]. <https://portals.iucn.org/>

- library/sites/library/files/documents/RL-2001-001.pdf.
- [33] IUCN Standards and Petitions Committee. Guidelines for using the IUCN Red List categories and criteria version 14. prepared by the standards and petitions committee [DB/OL]. (2019-8) [2019-9-27]. <http://www.iucnredlist.org/documents/RedListGuidelines.pdf>.
- [34] 孙卫邦. 云南省极小种群野生植物保护实践与探索 [M]. 昆明: 云南科技出版社, 2013.
- [35] 环境保护局, 中国科学院植物研究所. 中国珍稀濒危保护植物名录 [M]. 北京: 科学出版社, 1987.
- [36] 傅立国, 金鉴明. 中国植物红皮书 [M]. 北京: 科学出版社, 1992.
- [37] 国家林业局, 农业部. 国家重点保护野生植物名录 (第一批) [EB/OL]. (1999-9-9) [2019-10-20]. http://www.gov.cn/gongbao/content/2000/content_60072.htm.
- [38] 于永福. 中国野生植物保护工作的里程碑——《国家重点保护野生植物名录 (第一批)》出台 [J]. 植物杂志, 1999 (5): 3.
- [39] 汪松, 解焱. 中国物种红色名录 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2004.
- [40] Li SH, Sun WB, Ma YP. Current conservation status and reproductive biology of the giant tree *Rhododendron* in China [J]. *Nord J Bot*, 2018, 36 (12). doi:10.1111/njb.01999.
- [41] Li SH, Sun WB, Ma YP. Does the giant tree *Rhododendron* need conservation priority? [J]. *Glob Ecol Conserv*, 2018, 15: e00421.
- [42] Mishra B, Tripathi O, Tripathi R, Pandey H. Effects of anthropogenic disturbance on plant diversity and community structure of a sacred grove in Meghalaya, northeast India [J]. *Biodivers Conserv*, 2004, 13 (2): 421-436.
- [43] Yu F, Wang T, Groen TA, Skidmore AK, Yang X, Ma K, Wu Z. Climate and land use changes will degrade the distribution of *Rhododendrons* in China [J]. *Sci Total Environ*, 2019, 659: 515-528.
- [44] 覃海宁, 赵莉娜. 中国高等植物濒危状况评估 [J]. 生物多样性, 2018, 25 (7): 689-695.
- Qin HN, Zhao LN. Evaluating the threat status of higher plants in China [J]. *Biodiversity Science*, 2018, 25 (7): 689-695.
- [45] Huang H, Liao J, Zhang Z, Zhan Q. *Ex situ* flora of China [J]. *Plant Diversity*, 2017, 39 (6): 357-364.
- [46] Ma YP, Nielsen J, Chamberlain DF, Li XY, Sun WB. The conservation of *Rhododendrons* is of greater urgency than has been previously acknowledged in China [J]. *Biodivers Conserv*, 2014, 23 (12): 3149-3154.
- [47] Yu F, Skidmore AK, Wang T, Huang J, Ma K, Groen TA. *Rhododendron* diversity patterns and priority conservation areas in China [J]. *Divers Distrib*, 2017, 23 (10): 1143-1156.
- [48] Shrestha N, Wang Z. Selecting priority areas for systematic conservation of Chinese *Rhododendron*: hotspot versus complementarity approaches [J]. *Biodivers Conserv*, 2018, 27 (14): 3759-3775.

(责任编辑: 张 平)