

文章编号: 1674-7054(2022)02-0136-13



# 海南热带雨林国家公园兰科植物 重点保护与优先监测策略

李大程<sup>1</sup>, 宋希强<sup>1</sup>, 张哲<sup>1,2</sup>, 陈枳衡<sup>1</sup>, 张中扬<sup>1</sup>, 周康<sup>1</sup>

(1. 海南省热带特色花木资源生物学重点实验室/海南大学 林学院, 海口 570228;

2. 环南海陆域生物多样性研究中心/海南大学 生态与环境学院, 海口 570228)

**摘要:** 为摸清海南热带雨林国家公园内的兰科植物种质资源概况, 制定合理的保育策略, 笔者以海南热带雨林国家公园范围内的野生兰科植物为研究对象, 在全域调查的基础上, 通过建立兰科植物保护紧迫性综合评价体系, 分析致濒危原因, 并筛选出重点保护物种。结果表明: 在调查到的 81 属 230 种兰科植物中, 需优先监测保护的物种共 98 种, 筛选出排名前 10 物种共 12 种(其中 3 种并列第 10); 狭域物种共 14 种, 占已调查种数的 6.09%; 极危种 7 种、濒危种 26 种、易危种 48 种, 合计占已调查种数的 35.22%; 受威胁兰科植物 148 种, 占已调查种数的 64.35%; 共筛选出 17 个兰科植物热点分布区。研究区域内的兰科物种多样性较早年研究数量增多, 生境破坏对兰科植物影响最大。本研究对海南热带雨林国家公园的野生兰科植物建立了优先保护监测区域, 利用较少的资源保护更多的物种, 对制定合理、科学和有效的保护策略提供了本底资料和理论支持。

**关键词:** 海南热带雨林国家公园; 兰科植物; 指示种; 致濒因子; 监测

**中图分类号:** S 682.31; X 835 **文献标志码:** A

**引用格式:** 李大程, 宋希强, 张哲, 等. 海南热带雨林国家公园兰科植物重点保护与优先监测策略 [J]. 热带生物学报, 2022, 13(2): 136-148. DOI: 10.15886/j.cnki.rdsxb.2022.02.005

兰科(Orchidaceae)植物在全球广泛分布, 是植物保育中的“旗舰”类群, 共约 800 属 28 000 种, 我国有兰科植物共 181 属 1 708 种<sup>[1-2]</sup>。所有兰科植物均被列入《濒危野生动植物种国际贸易公约》(CITES)的保护范围, 占该公约中应保护植物的 80% 以上<sup>[1]</sup>, 得到世界各国的支持和立法保护。生境衰退和人为采集对兰科植物种群带来毁灭性的破坏, 造成很多野生兰科植物种群逐渐退化或消失。国际自然保护联盟(International Union for Conservation of Nature, IUCN)红色名录易危以上等级的 1 085 个兰科植物物种中, 超过 50% 的物种缺乏最基本的种群数量、分布信息及系统的监测方案<sup>[3]</sup>。我国历来都有将兰科植物作为中药和

观赏的历史, 如作为药用的石斛属(*Dendrobium*)、白及属(*Bletilla*)、天麻属(*Gastrodia*), 作为观赏的兰属(*Cymbidium*)等。由于兰科植物遭到过度人为利用, 导致其数量急剧减少甚至区域性灭绝, 2013 年, 周志华等<sup>[1]</sup>对我国已知的 1 502 种兰科植物进行评估, 发现 653 种(43.47%)处于濒危状况, 因此, 如何科学地确定保护优先区及如何制定监测方案是目前兰科植物保护体系建设面临的新挑战<sup>[2]</sup>。《国家重点保护野生植物名录》(2021 版)中, 国家重点保护野生植物共 40 类 455 种, 物种总数共 1 101 种<sup>[4]</sup>, 其中兰科植物高达 292 种, 占名录总数的 1/4 以上, 凸显出兰科植物保护的重要性和紧迫性。

收稿日期: 2021-12-12

修回日期: 2022-02-25

基金项目: 海南省自然科学基金(321QN188), 国家林业和草原局兰科植物野生资源专项调查项目(2020070708), 海南国家公园研究院资助项目(KY21SK08)

第一作者: 李大程(1995-), 男, 海南大学林学院 2019 级硕士研究生. E-mail: 838684372@qq.com

通信作者: 张哲(1988-), 男, 博士, 工程师. 研究方向: 兰科植物资源保育与利用. E-mail: 107189517@qq.com

1977年出版的《海南植物志》(第4卷)是记载海南兰科植物最早的地方植物志之一,记录了海南兰科植物58属143种<sup>[5]</sup>;2004—2008年,王毅、施国政等人对尖峰岭、五指山、俄贤岭等自然保护区内的野生兰科植物资源进行了调查<sup>[6-7]</sup>;2004—2010年,罗毅波、余文刚、宋希强等人对海南野生兰科植物进行了系统和深入的多样性保护、种质资源挖掘等方面的研究<sup>[8-10]</sup>。目前,海南省共记录有兰科植物104属354种<sup>[11-13]</sup>,占到全国兰科植物物种总数的1/5,是中国兰科植物丰富度最高的区域之一,亟需加强监测和保护。2019年6月,在《关于建立以国家公园为主体的自然保护地体系的指导意见》中提出了“应保尽保”的基本要求;2021年,海南正式设立热带雨林国家公园,这为海南兰科植物的研究提供了新的机会。本研究中,笔者首先对海南热带雨林国家公园范围内的兰科植物多样性进行资源调查,对致濒危原因进行分析,按照濒危情况划分出优先保护监测区域,旨在摸清海南热带雨林国家公园兰科植物本底资源,为制定保育方案提供理论基础。

## 1 研究区域与研究方法

**1.1 研究区域概况** 海南位于我国的最南端,地处108°37′~111°03′E,18°10′~20°10′N。全省地形中部高,四周低<sup>[14]</sup>,由山地向丘陵、台地、平原顺序逐级递降,梯级结构明显,最高海拔约为1867m。海南划分为2个温度带、3个干湿区、8个气候区<sup>[15]</sup>,年均降雨量为1693mm,年均温22~27℃,为热带季风性海洋气候。森林植被的生态特征既富于热带性,又有别于赤道带植被,具有季风热带植被的特点;植被垂直分带明显,具有混交、多层、异龄、常绿、干高等特点,主要分布于全岛中南部丘陵山地;植被类型划分为热带雨林、山地雨林、季雨林、山地常绿林、山地常绿矮林、热带针叶林、红树林7个植被类型<sup>[16-19]</sup>。

海南热带雨林国家公园位于海南岛中南部,地处108°44′32″~110°04′43″E,18°33′16″~19°14′16″N,主要包括尖峰岭分局(乐东)、五指山分局(五指山、琼中)、吊罗山分局(琼中、陵水、保亭)、毛瑞分局(保亭)、黎母山分局(琼中)、鹦哥岭分局(五指山、琼中、乐东、白沙)、霸王岭分局(东方、昌江)。海南热带雨林拥有我国分布最集

中、类型最多样、保存最完好、连片面积最大的大陆性岛屿型热带雨林及相对典型的热带高山云雾林<sup>[19]</sup>,是兰科植物物种多样性的宝库。

**1.2 数据获取和处理** (1)查阅资料:查阅《海南植物志》(第4卷)<sup>[5]</sup>、《中国植物志》(第17-19卷)<sup>[11]</sup>、《Flora of China》(第25卷)<sup>[12]</sup>、《中国野生兰科植物原色图鉴》<sup>[20]</sup>、《鹦哥岭野生兰科植物》<sup>[21]</sup>、相关文献以及陆续报道的新记录<sup>[6-7,14,22-30]</sup>。(2)野外调查及数据处理:记录并统计野外调查数据,通过“兰科植物平台APP”(中国科学院植物所研发)对数据进行修改及数据导出,运用Excel对数据处理分析;运用GIS、PS对调查区域、分布点及数据矢量图可视化处理。

**1.3 优先监测区域的筛选** 通过空间上整合筛选重点区域,对调查到的种类按照对应权重分配打分,得到兰科植物的优先监测保护紧迫程度得分并进行排序。选择排名靠前的种类作为指示种,进行“点面结合”型保护:在面上,运用基于“互补原则”的Dobson算法进行优先监测区域的筛选<sup>[31]</sup>,并结合各地区调查到的仅该地区分布的兰科物种数量排序、各地区指示物种密度的排序进行优化计算;在点上,将一些没有被优先监测的面涵盖到的区域内的零星指示物种以样方为单位进行“点对点”监测<sup>[31-32]</sup>。

监测物种选择方法:以IUCN濒危等级为基础,全面考虑海南兰科植物生物学特性、生存环境现状、人类利用价值3方面的信息,构建海南热带雨林国家公园兰科植物保护紧迫程度的综合评价体系(表1)。通过评价体系得出每种兰科植物的优先保护得分( $S_{优}$ ),从而确定保护优先顺序,指导高效的长期监测保护工作开展。计算公式: $S_{优}=A1+A2+A3+A4+B1+B2+B3+C1+C2$ 。

## 2 结果与分析

**2.1 物种组成** 笔者此次调查共发现兰科植物5个亚科81属230种(不包括未鉴定的种),占中国野生兰科植物属数的44.75%,占全国种数的13.47%;占海南省已知兰科植物属数的77.88%,占已知种数的64.97%。其中包含10种以上属的有:石豆兰属(*Bulbophyllum*)20种、石斛属(*Dendrobium*)18种、兰属(*Cymbidium*)15种、羊耳蒜属(*Liparis*)10种;寡种属共有40个,占所调

表 1 海南热带雨林国家公园兰科植物监测保护紧迫程度综合评价体系

类别	评价项目	评分指标	分值
A生物学特性40	A1分类地位10	区域单型属(1种)	10
		特有种	8
		仅该地区分布	6
		其他	2
		1个样方	10
	A2分布频度10	2~5个样方	8
		6~9个样方	6
		10~20个样方	4
		21~50个样方	2
		50个样方以上	1
	A3濒危程度10	极危(CR)	10
		濒危(EN)	8
		易危(VU)	6
		近危(NT)	4
		数据缺乏(DD)	3
	A4自然繁殖能力10	未评估(NE)	3
		低危(LC)	1
		很差	10
		较差	6
		一般	4
B1海拔分布宽度10	信息不详	2	
	0~200 m	10	
	200~400 m	8	
	400~600 m	6	
	600~800 m	4	
	800~1,000 m	2	
	1,000 m以上	1	
	信息不详	1	
	B2地形数量10	1个	10
		2个	8
3个		6	
4个		4	
信息不详		2	
B3干扰程度10	强度干扰	10	
	中度	8	
	轻微	6	
	无干扰	4	
	信息不详	2	

续表 1

类别	评价项目	评分指标	分值
C人类利用价值30	C1经济价值20	药用价值	6
		观赏价值	5
		食用价值	4
		育种材料	3
		其他价值	2
	C2文化价值10	传统文化	3
		宗教	2
		民族特殊文化	2
		其他	2
		信息不详	1

查到的属的 49.38 % (表 2); 记录到海南特有成分 28 种, 分别为海南特有种 10 个, 中国仅海南分布种 18 个。

**2.2 种群规模** 兰科植物的种群规模受到人为因素、繁殖因素、种群年龄结构、种群调节、集合种群、种群生存力等因素的影响<sup>[28]</sup>。此次调查未发现广布种, 基数较大的属、种有石豆兰属 (*Bulbophyllum*)、石斛属 (*Dendrobium*)、兰属 (*Cymbidium*)、指叶拟毛兰 (*Mycaranthes pannea*)、芳香石豆兰 (*Bulbophyllum ambrosia*)、流苏贝母兰 (*Coelogyne fimbriata*)、钟兰 (*Campanulorchis thao*)、石仙桃 (*Pholidota chinensis*)、大叶寄树兰 (*Robiquetia spathulata*)、火焰兰 (*Renanthera coccinea*)、多花脆兰 (*Acampe rigida*) 等, 这些虽然为非狭域特性分布, 但是都受到了强烈的干扰威胁。狭域物种有 14 种, 分布点基本只有一个, 且个体数小于 10; 其中, 包括保亭金线兰 (*Anoectochilus baotingensis*)、长茎兰 (*Cymbidium lii*)、五指山石豆兰 (*Bulbophyllum wuzhishanense*) 等 6 种。

**2.3 濒危等级评价** 调查发现, 兰科植物极危种 7 种, 占 3.04 %; 濒危种 26 种, 占 11.30 %; 易危种 48 种, 占 20.87 %。极危、濒危、易危物种共计占调查种数的 35.22 % (表 3)。其中, 有 148 种兰科植物受到威胁, 占已调查总数的 64.35 %。受威胁的情况包括: 资源被过度利用 (观赏、药用) 的有 78 种; 生境遭破坏 (工程建设、放牧、森林砍伐、科研调查) 的有 99 种; 恶劣气候影响 (干旱、霜冻、台风) 的有 58 种; 保护不力 (保护区域覆盖不全、与经济利益冲突) 的有 80 种 (附表 1)。部分物种会

表2 已调查到的兰科植物

序号	属名	拉丁名	调查到种数 (有记录种数)/种	序号	属名	拉丁名	调查到种数 (有记录种数)/种
1	石豆兰属	<i>Bulbophyllum</i>	20(24)	42	矮柱兰属	<i>Thelasis</i>	1(1)
2	石斛属	<i>Dendrobium</i>	18(22)	43	贝母兰属	<i>Coelogyne</i>	1(1)
3	兰属	<i>Cymbidium</i>	15(15)	44	槽舌兰属	<i>Holcoglossum</i>	1(1)
4	羊耳蒜属	<i>Liparis</i>	10(20)	45	钗子股属	<i>Luisia</i>	1(2)
5	隔距兰属	<i>Cleisostoma</i>	9(11)	46	兜兰属	<i>Paphiopedilum</i>	1(2)
6	斑叶兰属	<i>Goodyera</i>	8(9)	47	馥兰属	<i>Phreatia</i>	1(1)
7	叉柱兰属	<i>Cheirostylis</i>	7(6)	48	管花兰属	<i>Corymborkis</i>	1(1)
8	线柱兰属	<i>Zeuxine</i>	7(8)	49	禾叶兰属	<i>Agrostophyllum</i>	1(1)
9	鸢尾兰属	<i>Oberonia</i>	6(12)	50	花蜘蛛兰属	<i>Esmeralda</i>	1(1)
10	虾脊兰属	<i>Calanthe</i>	5(9)	51	黄兰属	<i>Cephalantheropsis</i>	1(1)
11	白点兰属	<i>Thrixspermum</i>	5(8)	52	火焰兰属	<i>Renanthera</i>	1(1)
12	带唇兰属	<i>Tainia</i>	4(5)	53	金唇兰属	<i>Chrysoglossum</i>	1(1)
13	寄树兰属	<i>Robiquetia</i>	4(4)	54	菱兰属	<i>Rhomboda</i>	1(3)
14	翻唇兰属	<i>Hetaeria</i>	4(6)	55	毛鞘兰属	<i>Trichotosia</i>	1(2)
15	脆兰属	<i>Acampe</i>	3(3)	56	美冠兰属	<i>Eulophia</i>	1(4)
16	鹤顶兰属	<i>Phaius</i>	3(3)	57	拟兰属	<i>Apostasia</i>	2(3)
17	蝴蝶兰属	<i>Phalaenopsis</i>	3(3)	58	拟毛兰属	<i>Mycaranthes</i>	1(1)
18	毛兰属	<i>Eria</i>	3(3)	59	拟石斛属	<i>Oxystophyllum</i>	1(1)
19	万代兰属	<i>Vanda</i>	3(2)	60	舌唇兰属	<i>Platanthera</i>	1(1)
20	玉凤花属	<i>Habenaria</i>	3(10)	61	蛇舌兰属	<i>Diploprora</i>	1(1)
21	沼兰属	<i>Malaxis</i>	3(5)	62	匙唇兰属	<i>Schoenorchis</i>	1(2)
22	竹茎兰属	<i>Tropidia</i>	3(4)	63	吻兰属	<i>Collabium</i>	1(1)
23	安兰属	<i>Ania</i>	3(3)	64	无耳沼兰属	<i>Dienia</i>	1(1)
24	金线兰属	<i>Anoectochilus</i>	3(3)	65	虾尾兰属	<i>Parapteroceras</i>	1(1)
25	牛齿兰属	<i>Appendicula</i>	3(2)	66	小囊兰属	<i>Micropera</i>	1(1)
26	盆距兰属	<i>Gastrochilus</i>	3(5)	67	宿苞兰属	<i>Cryptochilus</i>	1(1)
27	带叶兰属	<i>Taeniophyllum</i>	2(4)	68	血叶兰属	<i>Ludisia</i>	1(1)
28	地宝兰属	<i>Geodorum</i>	2(2)	69	隐柱兰属	<i>Cryptostylis</i>	1(2)
29	蛤兰属	<i>Conchidium</i>	2(2)	70	蜘蛛兰属	<i>Arachnis</i>	1(2)
30	阔蕊兰属	<i>Peristylus</i>	2(4)	71	钟兰属	<i>Campanulorchis</i>	1(1)
31	牛角兰属	<i>Ceratostylis</i>	2(2)	72	竹叶兰属	<i>Arundina</i>	1(1)
32	苹兰属	<i>Pinalia</i>	2(3)	73	钻喙兰属	<i>Rhynchostylis</i>	1(1)
33	绒兰属	<i>Dendrolirium</i>	2(2)	74	孟兰属	<i>Lecanorchis</i>	1(2)
34	石仙桃属	<i>Pholidota</i>	2(2)	75	钳唇兰属	<i>Erythrodes</i>	1(2)
35	坛花兰属	<i>Acanthephippium</i>	2(3)	76	双唇兰属	<i>Didymoplexis</i>	1(1)
36	芋兰属	<i>Nervilia</i>	2(5)	77	锚柱兰属	<i>Didymoplexiella</i>	1(1)
37	云叶兰属	<i>Nephelaphyllum</i>	2(2)	78	拟锚柱兰	<i>Didymoplexiopsis</i>	1(1)
38	火炬兰属	<i>Grosourdyia</i>	2(1)	79	鹿角兰属	<i>Pomatocalpa</i>	1(1)
39	曲唇兰属	<i>Panisea</i>	2(5)	80	二尾兰属	<i>Vrydagzynea</i>	1(1)
40	天麻属	<i>Gastrodia</i>	2(2)	81	虎舌兰属	<i>Epipogium</i>	1(1)
41	无叶兰属	<i>Aphyllorchis</i>	2(4)				

受到以上多个方面的威胁。

#### 2.4 优先监测兰科植物种类 通过优先保护物

种筛选体系,对优先物种进行了保护紧迫度评分,结合评分法选择出美花兰(*Cymbidium insigne*)、长

表3 海南热带雨林国家公园内调查到的兰科植物极危、濒危、易危名录

序号	濒危等级	中文名	拉丁名	序号	濒危等级	中文名	拉丁名
1	极危CR	兰屿芋兰	<i>Nervilia lanyuensis</i>	41	易危VU	厚唇兰	<i>Dendrobium mariae</i>
2		美花兰	<i>Cymbidium insigne</i>	42		剑叶石斛	<i>Dendrobium acinaciforme</i>
3		长茎兰	<i>Cymbidium lii</i>	43		狭叶金石斛	<i>Dendrobium angustifolia</i>
4		卵叶带唇兰	<i>Tainia ovifolia</i>	44		密花石斛	<i>Dendrobium densiflorum</i>
5		海南鹤顶兰	<i>Phaius hainanensis</i>	45		竹枝石斛	<i>Dendrobium salaccense</i>
6		海南蝴蝶兰	<i>Phalaenopsis hainanensis</i>	46		束花石斛	<i>Dendrobium chrysanthum</i>
7		单唇无叶兰	<i>Aphyllorchis simplex</i>	47		直唇卷瓣兰	<i>Bulbophyllum delitescens</i>
8		卷萼兜兰	<i>Paphiopedilum appletonianum</i>	48		匙萼卷瓣兰	<i>Bulbophyllum spathulatum</i>
9		雉尾叉柱兰	<i>Cheirostylis cochinchinensis</i>	49		窄苞石豆兰	<i>Bulbophyllum rufinum</i>
10		金线兰	<i>Anoectochilus roxburghii</i>	50		五指山石豆兰	<i>Bulbophyllum wuzhishanense</i>
11		黑毛石斛	<i>Dendrobium williamsonii</i>	51		双叶卷瓣兰	<i>Bulbophyllum wallichii</i>
12		华石斛	<i>Dendrobium sinense</i>	52		保亭羊耳蒜	<i>Liparis bautingensis</i>
13		翅萼石斛	<i>Dendrobium cariniferum</i>	53		紫花羊耳蒜	<i>Liparis nigra</i>
14		虎斑卷瓣兰	<i>Bulbophyllum retusiusculum</i>	54		黄花羊耳蒜	<i>Liparis luteola</i>
15		二脊沼兰	<i>Malaxis finetii</i>	55		莎叶兰	<i>Cymbidium cyperifolium</i>
16		红唇鸢尾兰	<i>Oberonia rufilabris</i>	56		冬凤兰	<i>Cymbidium dayanum</i>
17		珍珠矮	<i>Cymbidium nanulum</i>	57		多花兰	<i>Cymbidium floribundum</i>
18		独占春	<i>Cymbidium eburneum</i>	58		寒兰	<i>Cymbidium kanran</i>
19	濒危EN	南方安兰	<i>Ania ruybarrettoi</i>	59		墨兰	<i>Cymbidium sinense</i>
20		心叶带唇兰	<i>Tainia cordifolia</i>	60		建兰	<i>Cymbidium ensifolium</i>
21		中华坛花兰	<i>Acanthephippium sinense</i>	61		云叶兰	<i>Nephelaphyllum tenuiflorum</i>
22		拟石斛	<i>Oxystophyllum changjiangense</i>	62		阔叶带唇兰	<i>Tainia latifolia</i>
23		火焰兰	<i>Renanthera coccinea</i>	63		坛花兰	<i>Acanthephippium sylhetense</i>
24		纯色万代兰	<i>Vanda subconcolor</i>	64		绒兰	<i>Dendrolirium tomentosum</i>
25		海南钻喙兰	<i>Rhynchostylis gigantea</i>	65		白绵绒兰	<i>Dendrolirium lasiopetalum</i>
26		槌柱兰	<i>Robiquetia dentifera</i>	66		长苞苹兰	<i>Pinalia obvia</i>
27		管叶槽舌兰	<i>Holcoglossum kimballianum</i>	67		管叶牛角兰	<i>Ceratostylis subulata</i>
28		保亭金线兰	<i>Anoectochilus baotingensis</i>	68		牛角兰	<i>Ceratostylis hainanensis</i>
29		拟锚柱兰	<i>Didymoplexiopsis khiriwongensis</i>	69		馥兰	<i>Phreatia formosana</i>
30		革叶石豆兰	<i>Bulbophyllum xylophyllum</i>	70		短序脆兰	<i>Acampe papillosa</i>
31		锚柱兰	<i>Didymoplexiella siamensis</i>	71		勐海隔距兰	<i>Cleisostoma menghaiense</i>
32	易危VU	歌绿斑叶兰	<i>Goodyera seikoomontana</i>	72		短序隔距兰	<i>Cleisostoma striatum</i>
33		大花线柱兰	<i>Zeuxine grandis</i>	73		花蜘蛛兰	<i>Esmeralda clarkei</i>
34		广布芋兰	<i>Nervilia aragoana</i>	74		琴唇万代兰	<i>Vanda concolor</i>
35		石斛	<i>Dendrobium nobile</i>	75		矮万代兰	<i>Vanda pumila</i>
36		美花石斛	<i>Dendrobium loddigesii</i>	76		大尖囊蝴蝶兰	<i>Phalaenopsis deliciosa</i>
37		叠鞘石斛	<i>Dendrobium aurantiacum</i>	77		无茎盆距兰	<i>Gastrochilus obliquus</i>
38		钩状石斛	<i>Dendrobium aduncum</i>	78		镰叶盆距兰	<i>Gastrochilus acinacifolius</i>
39		海南石斛	<i>Dendrobium hainanense</i>	79		火炬兰	<i>Grosourdia appendiculata</i>
40		单叶厚唇兰	<i>Dendrobium fargesii</i>	80		昌江盆距兰	<i>Gastrochilus changjiangensis</i>

茎兰(*Cymbidium lii*)、海南金线兰(*Anoectochilus hainanensis*)、保亭金线兰(*Anoectochilus baotingensis*)、海南天麻(*Gastrodia longitubularis*)、

海南鹤顶兰(*Phaius hainanensis*)、华石斛(*Dendrobium sinense*)、束花石斛(*Dendrobium chrysanthum*)、海南蝴蝶兰(*Phalaenopsis*

*hainanensis*)、保亭羊耳蒜(*Liparis bautingensis*) (并列第 10)、拟石斛(*Oxystophyllum changjiangense*) (并列第 10)、海南钻喙兰(*Rhynchostylis gigantea*) (并列第 10)(表 4); 另外, 卷萼兜兰(*Paphiopedilum appletonianum*) 和卵叶带唇兰(*Tainia longiscapa*) 分布点少, 受干扰程度较大, 这 2 种也亟需优先监测保护。

表 4 海南热带雨林国家公园兰科植物优先监测保护前 10 名物种

序号	种名	拉丁名	生物学特性	生境栖息地状况	人类利用价值	总分	排名
1	美花兰	<i>Cymbidium insigne</i>	34	30	11	75	1
2	长茎兰	<i>Cymbidium lii</i>	38	19	11	68	2
3	海南金线兰	<i>Anoectochilus hainanensis</i>	27	24	16	67	3
4	保亭金线兰	<i>Anoectochilus bautingensis</i>	27	24	16	67	3
5	海南天麻	<i>Gastrodia longitubularis</i>	38	21	7	66	5
6	海南鹤顶兰	<i>Phaius hainanensis</i>	34	26	6	66	5
7	华石斛	<i>Dendrobium sinense</i>	22	26	15	63	7
8	束花石斛	<i>Dendrobium chrysanthum</i>	22	26	15	63	7
9	海南蝴蝶兰	<i>Phalaenopsis hainanensis</i>	26	28	9	63	7
10	保亭羊耳蒜	<i>Liparis bautingensis</i>	28	30	3	61	10
11	拟石斛	<i>Oxystophyllum changjiangense</i>	26	20	15	61	10
12	海南钻喙兰	<i>Rhynchostylis gigantea</i>	28	24	9	61	10

**2.5 优先监测区域** 运用排名前 98 的优先监测物种(表 5)作为指示种, 通过 Dobson“互补子集”, 结合调查分布数据分析, 划分出 17 个兰科植物热点分布区<sup>[18]</sup>(表 6)。再优化监测区域方案后得到以下 3 个结果: (1)用 Dobson 筛选法排序, 结果见表 7; (2)考虑到各地区样方数量不同, 将样方数量与指示物种之比得到各地区的每监测 1 个指示种所需要的样方数量, 并进行排序, 结果见表 8; (3)对各地区独有指示种数量排序得到结果, 结果见表 8。最终对 3 个结果权重相同的情况下, 排序打分得到结果(表 9)。

结果表明, 只需重点监测黎母岭、马咀岭—红水岭、俄贤岭—王下、五指山主峰、尖峰岭五分区、叉河口、青春岭、三角山—罗梅岭、吊罗后山、仙安石林—金鸡岭这 10 个区域, 就可监测到 85.00% 以上的兰科植物物种, 且监测样方数量仅占 17 个区域样方数量的 44.14%。再将未被纳入优先监测地区独有的兰科植物重点监测, 筛选出毛阳分站的窄果脆兰(*Acampe ochracea*)、南巴河—雨林谷的须唇羊耳蒜(*Liparis barbata*)、佳西的多花地宝兰(*Geodorum recurvum*)相关样方, 这样点面结合, 可监测近 90% 的兰科指示种(表 10)。

表 5 海南热带雨林国家公园兰科植物优先监测保护物种评分排名

序号	中文名	拉丁名	生物学特性	生境栖息地状况	人类利用价值	总分	排名
1	美花兰	<i>Cymbidium insigne</i>	34	30	11	75	1
2	长茎兰	<i>Cymbidium lii</i>	38	19	11	68	2
3	海南金线兰	<i>Anoectochilus hainanensis</i>	27	24	16	67	3
4	保亭金线兰	<i>Anoectochilus bautingensis</i>	27	24	16	67	3
5	海南天麻	<i>Gastrodia longitubularis</i>	38	21	7	66	5
6	海南鹤顶兰	<i>Phaius hainanensis</i>	34	26	6	66	5
7	华石斛	<i>Dendrobium sinense</i>	22	26	15	63	7
8	束花石斛	<i>Dendrobium chrysanthum</i>	22	26	15	63	7
9	海南蝴蝶兰	<i>Phalaenopsis hainanensis</i>	26	28	9	63	7

续表 5

序号	中文名	拉丁名	生物学特性	生境栖息地状况	人类利用价值	总分	排名
10	保亭羊耳蒜	<i>Liparis bautingensis</i>	28	30	3	61	10
11	拟石斛	<i>Oxystophyllum changjiangense</i>	26	20	15	61	10
12	海南钻喙兰	<i>Rhynchostylis gigantea</i>	28	24	9	61	10
13	血叶兰	<i>Ludisia discolor</i>	21	20	19	60	13
14	翅萼石斛	<i>Dendrobium cariniferum</i>	26	19	15	60	13
15	馥兰	<i>Phreatia formosana</i>	28	28	3	59	15
16	二尾兰	<i>Vrydagzynea nuda</i>	25	30	3	58	16
17	卷萼兜兰	<i>Paphiopedilum appletonianum</i>	26	22	9	57	17
18	卵叶带唇兰	<i>Tainia ovifolia</i>	32	19	6	57	17
19	拟锚柱兰	<i>Didymoplexiopsis khiriwongensis</i>	30	27	3	57	17
20	叠鞘石斛	<i>Dendrobium aurantiacum</i>	22	19	15	56	20
21	五指山石豆兰	<i>Bulbophyllum wuzhishanense</i>	34	19	3	56	20
22	椰香兰	<i>Cymbidium atropurpureum</i>	21	24	11	56	20
23	美花石斛	<i>Dendrobium loddigesii</i>	18	22	15	55	23
24	莎叶兰	<i>Cymbidium cyperifolium</i>	18	26	11	55	23
25	中华坛花兰	<i>Acanthephippium sinense</i>	30	19	6	55	23
26	金线兰	<i>Anoectochilus roxburghii</i>	18	20	16	54	26
27	纹瓣兰	<i>Cymbidium aloifolium</i>	22	21	11	54	26
28	美丽云叶兰	<i>Nephelaphyllum pulchrum</i>	25	26	3	54	26
29	石斛	<i>Dendrobium nobile</i>	18	20	15	53	29
30	建兰	<i>Cymbidium ensifolium</i>	20	22	11	53	29
31	南方安兰	<i>Ania ruybarrettoi</i>	24	26	3	53	29
32	虾尾兰	<i>Parapteroceras elobe</i>	24	26	3	53	29
33	火炬兰	<i>Grosourdyia appendiculata</i>	26	24	3	53	29
34	革叶石豆兰	<i>Bulbophyllum xylophyllum</i>	24	26	3	53	29
35	昌江盆距兰	<i>Gastrochilus changjiangensis</i>	30	17	6	53	29
36	长裂鸢尾兰	<i>Oberonia anthropophora</i>	21	28	3	52	36
37	心叶带唇兰	<i>Tainia cordifolia</i>	30	19	3	52	36
38	坛花兰	<i>Acanthephippium sylhetense</i>	28	21	3	52	36
39	短序脆兰	<i>Acampe papillosa</i>	24	19	9	52	36
40	五唇兰	<i>Phalaenopsis pulcherrima</i>	25	18	9	52	36
41	红花斑叶兰	<i>Goodyera grandis</i>	20	28	3	51	41
42	海南石斛	<i>Dendrobium hainanense</i>	19	17	15	51	41
43	黑毛石斛	<i>Dendrobium williamsonii</i>	18	18	15	51	41
44	剑叶石斛	<i>Dendrobium acinaciforme</i>	16	20	15	51	41
45	美叶沼兰	<i>Malaxis calophylla</i>	17	28	6	51	41
46	多花地宝兰	<i>Geodorum recurvum</i>	17	28	6	51	41
47	黄兰	<i>Cephalantheropsis gracilis</i>	22	26	3	51	41
48	鹤顶兰	<i>Phaius tankervilleae</i>	17	28	6	51	41
49	管叶槽舌兰	<i>Holcoglossum kimballianum</i>	24	24	3	51	41
50	小舌唇兰	<i>Platanthera minor</i>	21	26	3	50	50
51	兰屿芋兰	<i>Nervilia lanyuensis</i>	28	19	3	50	50
52	竹叶兰	<i>Arundina graminifolia</i>	18	20	12	50	50
53	聚石斛	<i>Dendrobium lindleyi</i>	13	22	15	50	50

续表 5

序号	中文名	拉丁名	生物学特性	生境栖息地状况	人类利用价值	总分	排名
54	竹枝石斛	<i>Dendrobium salaccense</i>	16	19	15	50	50
55	独占春	<i>Cymbidium eburneum</i>	22	17	11	50	50
56	毛柱隔距兰	<i>Cleisostoma simondii</i>	17	30	3	50	50
57	扁茎叉柱兰	<i>Cheirostylis moniliformis</i>	21	26	3	50	50
58	单唇无叶兰	<i>Aphyllorchis simplex</i>	28	19	3	50	50
59	莫氏曲唇兰	<i>Panisea moi</i>	27	19	3	49	59
60	狭叶金石斛	<i>Dendrobium angustifolia</i>	16	18	15	49	59
61	须唇羊耳蒜	<i>Liparis barbata</i>	25	21	3	49	59
62	黄花羊耳蒜	<i>Liparis luteola</i>	22	24	3	49	59
63	寒兰	<i>Cymbidium kanran</i>	16	22	11	49	59
64	硬叶兰	<i>Cymbidium manni</i>	16	22	11	49	59
65	金唇兰	<i>Chrysoglossum ornatum</i>	27	19	3	49	59
66	大尖囊蝴蝶兰	<i>Phalaenopsis deliciosa</i>	20	20	9	49	59
67	长柄白点兰	<i>Thrixspermum longipedicellatum</i>	29	17	3	49	59
68	绿花斑叶兰	<i>Goodyera viridiflora</i>	17	28	3	48	68
69	雉尾叉柱兰	<i>Cheirostylis cochinchinensis</i>	26	19	3	48	68
70	钩状石斛	<i>Dendrobium aduncum</i>	15	18	15	48	68
71	兔耳兰	<i>Cymbidium lancifolium</i>	11	26	11	48	68
72	扁根带叶兰	<i>Taeniophyllum complanatum</i>	19	26	3	48	68
73	窄果脆兰	<i>Acampe ochracea</i>	20	19	9	48	68
74	火焰兰	<i>Renanthera coccinea</i>	23	16	9	48	68
75	管花兰	<i>Corymborkis veratrifolia</i>	20	24	3	47	75
76	重唇石斛	<i>Dendrobium hercoglossum</i>	14	18	15	47	75
77	窄苞石豆兰	<i>Bulbophyllum rufinum</i>	22	22	3	47	75
78	红唇鸢尾兰	<i>Oberonia rufilabris</i>	24	20	3	47	75
79	冬凤兰	<i>Cymbidium dayanum</i>	16	20	11	47	75
80	多花兰	<i>Cymbidium floribundum</i>	16	20	11	47	75
81	三色槌柱兰	<i>Robiquetia insectifera</i>	25	19	3	47	75
82	全唇叉柱兰	<i>Cheirostylis takeoi</i>	22	21	3	46	82
83	和社叉柱兰	<i>Cheirostylis tortilacinia</i>	19	24	3	46	82
84	大花线柱兰	<i>Zeuxine grandis</i>	24	19	3	46	82
85	广布芋兰	<i>Nervilia aragoana</i>	22	21	3	46	82
86	乐东石豆兰	<i>Bulbophyllum ledungense</i>	19	24	3	46	82
87	伏生石豆兰	<i>Bulbophyllum reptans</i>	15	28	3	46	82
88	长苞鸢尾兰	<i>Oberonia longibracteata</i>	22	21	3	46	82
89	美冠兰	<i>Eulophia dabia</i>	13	21	12	46	82
90	吻兰	<i>Collabium chinense</i>	17	26	3	46	82
91	槌柱兰	<i>Robiquetia dentifera</i>	26	17	3	46	82
92	中越双唇兰	<i>Didymoplexis vietnamica</i>	19	24	3	46	82
93	竹茎兰	<i>Tropidia nipponica</i>	18	24	3	45	93
94	厚唇兰	<i>Dendrobium mariae</i>	18	24	3	45	93
95	南方虾脊兰	<i>Calanthe lyroglossa</i>	15	24	6	45	93
96	勐海隔距兰	<i>Cleisostoma menghaiense</i>	22	20	3	45	93
97	花蜘蛛兰	<i>Esmeralda clarkei</i>	24	18	3	45	93
98	矮万代兰	<i>Vanda pumila</i>	20	16	9	45	93

表6 海南热带雨林国家公园兰科植物热点分布区

序号	隶属分局	主要区域
1	黎母山分局	黎母岭
2	霸王岭分局	俄贤岭
3	尖峰岭分局	五分区核心区
4		黑岭
5		南巴河-雨林谷
6		叉河口
7	鹦哥岭分局	佳西分站
8		毛阳分站
9	五指山分局	青春岭
10		五指山
11		什坡-仕阶分站
12	吊罗山分局	吊罗后山
13		石晴瀑布
14		三角梅-罗梅岭
15	毛瑞分局	马咀岭-红水岭
16		仙安石林-金鸡岭
17		仙龙洞-山兰谷-千榕谷

表7 海南热带雨林国家公园热点分布区指示种数量排序

排序	地区	指示种数量	得分
1	五指山主峰	28	10
2	毛阳分站	27	9
3	马咀岭-红水岭	27	9
4	俄贤岭-王下	25	8
5	黎母岭	22	7
6	青春岭	22	7
7	尖峰岭五分区	18	6
8	吊罗后山	17	5
9	石晴瀑布	17	5
10	三角山-罗梅岭	14	4
11	南巴河-雨林谷	15	4
12	叉河口	13	3
13	什坡-仕阶	12	2
14	尖峰岭黑岭	11	2
15	仙安石林-金鸡岭	12	2
16	佳西	10	1
17	仙龙洞-山兰谷-千榕谷	8	0

表8 海南热带雨林国家公园热点分布区监测单个指示种需要的样方数量排序

排序	地区	指示种数量	优先区样方数	监测单个指示种需要的样方数量	得分
1	黎母岭	22	35	1.7	10
2	尖峰岭五分区	18	35	1.9	9
3	俄贤岭-王下	25	47	2	8
4	叉河口	13	26	2	7
5	三角山-罗梅岭	14	43	3.1	6
6	吊罗后山	17	56	3.3	6
7	石晴瀑布	17	58	3.4	6
8	佳西	10	35	3.5	6
9	青春岭	22	98	4.5	5
10	尖峰岭黑岭	11	52	4.7	5
11	南巴河-雨林谷	15	84	5.6	4
12	五指山主峰	28	158	5.6	4
13	仙龙洞-山兰谷-千榕谷	8	59	7.4	3
14	马咀岭-红水岭	27	201	7.4	3
15	毛阳分站	27	241	8.9	2
16	仙安石林-金鸡岭	12	125	10.4	1
17	什坡-仕阶	12	138	11.5	0

表9 海南热带雨林国家公园各地区独有指示种数量排序

排序	地区	监测单个指示种需要的样方数量得分	仅该地区有分布种数得分	指示种数量得分	总分
1	黎母岭	10	7	7	24
2	马咀岭-红水岭	3	10	9	22
3	俄贤岭-王下	8	5	8	21
4	五指山主峰	4	4	10	18
5	尖峰岭五分区	9	0	6	15
6	叉河口	7	4	3	14
7	青春岭	5	1	7	13
8	三角山-罗梅岭	6	2	4	12
9	吊罗后山	6	1	5	12
10	毛阳分站	2	1	9	12
11	仙安石林-金鸡岭	1	9	2	12
12	石晴瀑布	6	0	5	11
13	尖峰岭黑岭	5	3	2	10
14	佳西	6	2	1	9
15	南巴河-雨林谷	4	1	4	9
16	仙龙洞-山兰谷-千榕谷	3	0	0	3
17	什坡-仕阶	0	1	2	3

表 10 优化后的监测样地分布

排名	地区	指示 种数量	互补植物 累积数量	互补植物 累积数量百分比	优先区 样方数	优先区 累计样方	优先区 累计样方百分比
1	黎母山	22	22	22.45%	35	35	2.09%
2	马咀岭-红水岭	27	38	38.78%	201	236	14.07%
3	俄贤岭-王下	25	55	56.12%	47	283	16.88%
4	五指山主峰	28	63	64.29%	158	441	26.30%
5	尖峰岭五分区	18	65	66.33%	35	476	28.38%
6	叉河口	13	67	68.37%	26	502	29.93%
7	青春岭	22	72	73.47%	98	600	35.78%
8	三角山-罗梅岭	14	76	77.55%	43	643	38.34%
9	吊罗后山	17	78	79.59%	56	699	41.68%
10	仙安石林-金鸡岭	12	84	85.71%	125	824	49.14%
11	毛阳分站	27	89	90.82%	241	1065	63.51%
12	石晴瀑布	17	89	90.82%	58	1123	66.96%
13	尖峰岭黑岭	11	90	91.84%	52	1175	70.07%
14	佳西	10	92	93.88%	35	1210	72.15%
15	南巴河-雨林谷	15	93	94.90%	84	1294	77.16%
16	仙龙洞-山兰谷-千榕谷	8	94	95.92%	59	1353	80.68%
17	什坡-仕阶	12	94	95.92%	138	1491	88.91%

### 3 讨 论

兰科植物是被子植物中最大的科之一, 将其作为指示物种研究被子植物的濒危情况极具代表性; 余文刚等<sup>[9]</sup> 记录了海南兰科植物 77 属 202 种, 周康等<sup>[19]</sup> 对海南自然保护地资源调查记录了 67 属 193 种, 在前人基础之上, 笔者对海南热带雨林国家公园内的兰科植物资源进行调查有所完善, 并进行对比分析发现, 有一定差异。一方面体现在前人对海南兰科植物的研究基础之上笔者进一步深入探究及物种清查; 另一方面是兰科植物在早年间保护机制不健全, 商业行为破坏较为严重, 导致兰科植物物种减少; 以毛瑞片区为例, 国家公园的建立, 大大减少了商业干扰, 保证兰科植物稳定的生存环境, 促使多样性逐渐增高。本研究对毛瑞分局进行资源调查记录 102 种, 兰科植物多样性不亚于其他片区, 因此, 对兰科植物长期研究和高强度保护皆为必要的工作。

海南岛作为大型热带海岛, 地理位置与气候环境独特, 兰科植物特有成分是印证这种独特的因素之一, 本次共调查到海南特有成分(包括海南特有种和中国仅海南分布种)共计 28 个; 调查发现中国仅海南分布种在前人基础上增加了

2 个, 一是广椭牛齿兰(*Appendicula ovalis*), 该种原分布于马来西亚半岛、苏门答腊、爪哇岛、婆罗洲、苏拉威西岛<sup>[33]</sup>, 二是长茎兰(*Cymbidium lii*), 该种原本分布于喜马拉雅西北、日本、中南半岛、马来西亚、菲律宾、新几内亚和澳大利亚<sup>[12]</sup>。但海南特有成分被纳入《国家重点保护野生植物名录》的仅 6 种, 分别为海南特有种海南金线兰(*Anoectochilus hainanensis*)、海南石斛(*Dendrobium hainanense*)、海南鹤顶兰(*Phaius hainanensis*), 中国仅海南分布的美花兰(*Cymbidium insigne*)、海南钻喙兰(*Rhynchostylis gigantea*)、长茎兰(*Cymbidium lii*)。而莫氏曲唇兰(*Panisea moi*)、长茎兰(*Cymbidium lii*) 调查中仅发现一个分布点, 数量不超过 5 株, 生境极为严峻, 随时可能遭到大水淹没或人为采摘导致分布点消失, 保护工作尤为迫切。

余文刚等<sup>[9]</sup> 对海南兰科植物不可替代性的分析结果显示海口、文昌、屯昌、琼海等地不可代替值较低, 而保亭和陵水不可代替值较高。本研究虽然仅局限于海南热带雨林国家公园范围内, 但也分析出了 17 个优先保护的区域, 涉及到海南热带雨林国家公园各个分局的一些重要山峰或管护范围, 是在地域尺度上更精细的突破。

覃海宁等<sup>[34]</sup>对 30 068 种被子植物濒危等级进行评估,共有 3 363 种受到不同程度的威胁(518 种极危,1 152 种濒危,1 693 种易危);其中,兰科植物共 653 种,是被子植物种受威胁最严重的类群,占受威胁总数的 19.42%。本研究调查到受威胁兰科植物 81 种,其中包括国家一级重点保护野生植物 2 种,国家二级重点保护野生植物 18 种。另外,有 148 种兰科植物受到不同程度的破坏,其中 78 个种存在资源过度利用(观赏、药用)、99 个种生境破坏(工程建设、放牧、森林砍伐、科研调查)、58 个种气候变化(干旱、霜冻、台风)、80 个种保护不力(保护区覆盖不全、与经济利益冲突)(附表 1)。生境破坏是威胁兰科植物最为重要的因素,6 种被纳入国家一级、二级重点保护野生植物的海南特有成分均出现在这一因素中,极具保护紧迫性。通过兰科植物优先保护评分,筛选出 12 个保护指示种,结合监测区域(面)的筛选,可监测 85% 以上的兰科植物物种,且监测样方仅占 17 热带监测区的 44.14%,有效地提升了监测效率,再将窄果脆兰(*Acampe ochracea*)、须唇羊耳蒜(*Liparis barbata*)、多花地宝兰(*Geodorum recurvum*)等列入样方(点)监测,达到“点一面”结合监测,监测指示种达到 90.00%。

近年来大量新种、新记录种的发现使得人们的关注度越来越高,威胁压力也随之增大,受人为因素、种群繁殖因素、种群年龄结构、种群调节、集合种群、种群生存力等因素严重影响<sup>[28]</sup>;物种灭绝以每年 4~40 个,而未来能以 400~4,000 个的速度急速减少<sup>[35]</sup>。气候和土地利用变化将可能更多的影响到物种的繁殖和生存<sup>[36-37]</sup>,其具体包括:(1)盗采现象时有发生,如盗采石斛(*Dendrobium nobile*)和束花石斛(*Dendrobium chrysanthum*)作为药材<sup>[38]</sup>;盗采兰属(*Cymbidium*)、兜兰属(*Paphiopedilum*)、蝴蝶兰属(*Phalaenopsis*)等植物用作观赏。(2)人为活动导致的生境丧失,如与当地农户经济林重合,生存空间被压缩;(3)气候变化导致的种群数量减少,如台风、洪水、极端低温等导致物种栖息地破坏或植株死亡。

目前现有保护的方式是就地保护和迁地保护、建设保护区、建设森林公园等<sup>[37,39]</sup>,还缺少完善的保育机制。海南热带雨林国家公园的保育是一项长期的工作,除了对兰科植物的种群动态监

测,在必要时还需人力介入对保育策略进行合理的干预,以免物种因人为或自然因素走向灭绝。

## 参考文献:

- [1] ZHOU Z H, SHI R H, ZHANG Y, et al. Orchid diversity in China: Recent discoveries [J]. *Plant Diversity*, 2021, 43(5): 341–342.
- [2] 侯欢欢,安明态,金勇,等.基于贵州省兰科植物丰富度与分布特征的保护优先区研究[J].*中国野生植物资源*, 2021, 40(1): 88–94.
- [3] IUCN. The IUCN red list of threatened species, Version 2021–3 [EB/OL]. 2021, [2022–04–04]. <http://www.iucn-redlist.org>.
- [4] 鲁兆莉,覃海宁,金效华,等.《国家重点保护野生植物名录》调整的必要性、原则和程序[J].*生物多样性*, 2021, 29(12): 1577–1582.
- [5] 广东省植物研究所.海南植物志(4卷)[M].北京:科学出版社,1977.
- [6] 王毅.海南省五指山兰科植物资源调查[J].*琼州大学学报*, 2004, 11(2): 55–56.
- [7] 施国政,周铁烽,尹光天.海南岛尖峰岭野生兰科植物资源分布与保护对策[J].*福建林业科技*, 2008, 35(3): 203–207.
- [8] 罗毅波,贾建生,王春玲.中国兰科植物保育的现状和展望[J].*生物多样性*, 2003(1): 70–77.
- [9] 余文刚,罗毅波,金志强.海南岛野生兰科植物多样性及其保护区域的优先性[J].*植物生态学报*, 2006, 30(6): 911–918.
- [10] 余文刚,金志强,罗毅波,等.海南岛兰科植物区系的组成及其特征[J].*热带作物学报*, 2007, 28(2): 108–114.
- [11] 中国科学院中国植物志编辑委员会.中国植物志(17卷~19卷)[M].北京:科学出版社,1999.
- [12] CHEN S C, LIU Z J, ZHU G H, et al. Flora of China (vol 25)[M]. Beijing: Science Press, 2009.
- [13] 宋希强,孟千万,罗毅波.海南兰科植物新资料(英文)[J].*植物分类学报*, 2007, 45(3): 324–328.
- [14] 朱华,周虹霞.西双版纳热带雨林与海南热带雨林的比较研究[J].*云南植物研究*, 2002, 24(1): 1–13,16.
- [15] 车秀芬,张京红,黄海静,等.海南岛气候区划研究[J].*热带农业科学*, 2014, 34(6): 60–65,70.
- [16] 王伯荪,彭少麟,郭砾,等.海南岛热带森林景观类型多样性[J].*生态学报*, 2007(5): 1690–1695.
- [17] 杨小波,陈宗铸,李东海.海南植被分类体系与植被分布图[J].*中国科学:生命科学*, 2021, 51(3): 321–333.
- [18] 杨小波.海南植被志(第2卷)[M].北京:科学出版社,2019.
- [19] 周康,张哲,宋希强,等.海南主要自然保护地兰科植物多样性与生境的关联分析[J/OL].*广西植物*: 1–32 [2022–04–01]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/45.1134.Q.20210602.1642.004.html>
- [20] 金效华.中国野生兰科植物原色图鉴[M].郑州:河南科学技术出版社,2018.12.
- [21] 卢刚,方赞山,刘磊,等.海南鹦哥岭野生兰科植

- 物[M]. 海口: 海南出版社, 2018.5.
- [22] 丁慎言, 赖齐贤, 肖鸿修, 等. 海南岛兰花种质资源考察报告[J]. 热带作物学报, 1991(1): 105 - 114.
- [23] 左永令, 杨小波, 李东海, 等. 环境因子对海南岛野生兰科植物物种组成与分布格局的影响[J]. 植物生态学报, 2021, 45(12): 1341 - 1349.
- [24] 黄明忠, 王清隆, 杨光穗. 海南兰科植物 2 新记录属 7 新记录种[J]. 热带作物学报, 2017, 38(1): 1 - 3.
- [25] 黄明忠, 黄少华, 徐世松, 等. 海南兰科植物研究杂记 (I)[J]. 广西植物, 2012, 32(6): 759 - 761.
- [26] 黄明忠, 王清隆, 刘芝龙, 等. 海南兰科植物研究杂记 (II)[J]. 热带农业科学, 2014, 34(12): 2, 61 - 63.
- [27] 黄明忠, 王毅, 王清隆, 等. 海南兰科植物研究杂记 (III)[J]. 热带作物学报, 2021, 42(3): 703 - 706.
- [28] 刘强, 殷寿华, 兰芹英. 兰科植物种群动态研究进展[J]. 应用生态学报, 2010, 21(11): 2980 - 2985.
- [29] 吉占和, 陈心启, 丁慎言. 中国海南兰科植物的增补与修订[J]. 植物分类学报, 1995, 33(6): 576 - 591.
- [30] 陈玉凯, 杨小波, 李东海, 等. 海南岛维管植物物种多样性的现状[J]. 生物多样性, 2016, 24(8): 948 - 956.
- [31] DOBSON A P, RODRIGUEZ J P, ROBERTS W M, et al. Geographic distribution of endangered species in the United States [J]. *Science*, 1997, 275( 5299): 550 - 553.
- [32] 杨飞龄, 胡金明, 武瑞东. 基于 NPWP 的云南植物保护优先区分析[J]. 地理学报, 2013, 68(11): 1538 - 1548.
- [33] Global Biodiversity Information Facility. *Appendicula ovalis* [DB/OL]. [2022-2-21]. <https://www.gbif.org/species/5325171>.
- [34] 覃海宁, 赵莉娜, 于胜祥, 等. 中国被子植物濒危等级的评估[J]. 生物多样性, 2017, 25(7): 745-757
- [35] DAVIS M B., SHAW R G. Range shifts and adaptive responses to Quaternary climate change [J]. *Science*, 2001, 292(5517): 673 - 679.
- [36] 王喜龙, 朱荣杰, 土艳丽, 等. 珍稀濒危兰科植物移植保育研究进展[J]. 安徽农业科学, 2018, 46(20): 14 - 16.
- [37] 寸德志, 朱国鹏, 宋希强, 等. 海南黎族药用兰科植物的民族植物学研究[J]. 热带作物学报, 2014, 35(10): 2025 - 2029.
- [38] 陈宝玲, 宋希强, 余文刚, 等. 濒危兰科植物再引入技术及其应用[J]. 生态学报, 2010, 30(24): 7055 - 7063.
- [39] FANGLIANG H P. Species-area relationships always overestimate extinction rates from habitat loss [J]. *Nature*, 2011, 473(7347): 368 - 371.

## Strategies for conservation and priority monitoring of key orchid plants in Hainan Tropical Rainforest National Park

LI Dacheng<sup>1</sup>, SONG Xiqiang<sup>1</sup>, ZHANG Zhe<sup>1,2</sup>, CHEN Zhiheng<sup>1</sup>, ZHANG Zhongyang<sup>1</sup>, Zhou kang<sup>1</sup>

(1. Hainan Provincial Key Laboratory of Tropical Flower Resources Biology/College of Forestry, Hainan University, Haikou, Hainan 570228;

2. Research Center for Biodiversity in the South China Sea/School of Ecology and Environment, Hainan University, Haikou, Hainan 570228, China)

**Abstract:** In order to find out the general situation of orchid germplasm resources in Hainan Tropical Rainforest National Park and formulate reasonable conservation strategies, a comprehensive evaluation system for urgency of orchid conservation was established based on an overall survey of wild orchid plants in Hainan Tropical Rainforest National Park to analyze the causes of endangerment, and screen out key orchid species for conservation. The results showed that among the 81 genera and 230 species of orchids under survey a total of 98 species needed to be monitored and conserved first, with 12 of the top ten species being selected (3 species were tied for the 10<sup>th</sup> species). There were 14 narrowly distributed orchid species, accounting for 6.09 % of the species under survey, and there were 7 critically endangered species, 26 endangered species, and 48 vulnerable species, all of which accounted for 35.22 % of the species under survey. There were 148 threatened orchid species, accounting for 64.35% of the species under survey. A total of 17 orchid hotspots were screened out. The diversity of orchid species in the study area increased compared with the earlier studies, and habitat destruction was found to have the greatest impact on orchids. A priority conservation and monitoring area for wild orchids in Hainan Tropical Rainforest National Park was hence established, and more orchid species have been conserved in this area, which might provide baseline data and theoretical support for formulating strategies for reasonable, scientific and effective conservation of orchids.

**Keywords:** Hainan Tropical Rainforest National Park; orchid; species indicator; endangerment factor; monitor

附表 1 海南热带雨林国家公园兰科植物主要致濒原因一览表

致濒原因及数量/种	物种名称										
资源过度利用(观赏) 45	石斛	海南石斛	剑叶石斛	重唇石斛	墨兰	椰香兰	鹤顶兰	矮万代兰	多花脆兰	海南钻喙兰	尖囊蝴蝶兰
	美花石斛	黑毛石斛	流苏金石斛	竹枝石斛	硬叶兰	长茎兰	多花脆兰	海南钻喙兰	火焰兰	海南钻喙兰	大尖囊蝴蝶兰
	叠鞘石斛	单叶厚唇兰	翅萼石斛	束花石斛	兔耳兰	秋墨兰	建花	琴唇万代兰	琴唇万代兰	五唇兰	海南蝴蝶兰
	聚石斛	厚唇兰	狭叶金石斛	莎叶兰	独占春	珍珠矮	海南鹤顶兰	纯色万代兰	纯色万代兰	海南蝴蝶兰	大尖囊蝴蝶兰
	钩状石斛	华石斛	密花石斛	冬凤兰	纹瓣兰	美花兰	牛齿兰	匙唇兰	匙唇兰	海南蝴蝶兰	大尖囊蝴蝶兰
资源过度利用(药用) 33	高斑叶兰	石仙桃	黑毛石斛	密花石斛	美冠兰	矮柱兰	大序隔距兰	大序隔距兰	大序隔距兰	海南钻喙兰	大叶寄树兰
	血叶兰	石斛	华石斛	束花石斛	南方安兰	矮柱兰	大序隔距兰	大序隔距兰	大序隔距兰	海南钻喙兰	大叶寄树兰
	橙黄玉凤花	聚石斛	流苏金石斛	芳香石豆兰	绿花安兰	多花脆兰	海南钻喙兰	海南钻喙兰	海南钻喙兰	海南钻喙兰	海南钻喙兰
	竹叶兰	聚石斛	狭叶金石斛	丛生羊耳蒜	半柱毛兰	火焰兰	火焰兰	大叶寄树兰	大叶寄树兰	大叶寄树兰	大叶寄树兰
	卷萼兜兰	橙黄玉凤花	聚石斛	芳香石豆兰	兔耳兰	无耳沼兰	二列叶虾脊兰	短序脆兰	短序脆兰	台湾白点兰	台湾白点兰
气候变化(干旱、霜冻、台风) 58	红花斑叶兰	毛萼玉凤花	钩状石斛	戟唇石豆兰	独占春	中华坛花兰	窄果脆兰	窄果脆兰	窄果脆兰	多花脆兰	多花脆兰
	绒叶斑叶兰	短穗竹茎兰	海南石斛	乐东石豆兰	纹瓣兰	半柱毛兰	椰香兰	椰香兰	椰香兰	椰香兰	椰香兰
	歌绿斑叶兰	阔叶竹茎兰	黑毛石斛	匍生石豆兰	椰香兰	冬凤兰	钟兰	指叶拟毛兰	指叶拟毛兰	指叶拟毛兰	指叶拟毛兰
	硬毛甜唇兰	管花兰	单叶厚唇兰	密花石豆兰	长茎兰	多花兰	拟拟毛兰	拟拟毛兰	拟拟毛兰	拟拟毛兰	拟拟毛兰
	全唇叉柱兰	广布芋兰	厚唇兰	南方卷瓣兰	寒兰	寒兰	管叶牛角兰	管叶牛角兰	管叶牛角兰	管叶牛角兰	管叶牛角兰
	大花线柱兰	竹叶兰	华石斛	革叶石豆兰	建兰	建兰	拟拟毛兰	拟拟毛兰	拟拟毛兰	拟拟毛兰	拟拟毛兰
	宽叶线柱兰	流苏贝母兰	密花石斛	扇唇羊耳蒜	卵叶带唇兰	卵叶带唇兰	集束牛角兰	集束牛角兰	集束牛角兰	集束牛角兰	集束牛角兰
	白花线柱兰	石仙桃	重唇石斛	长茎羊耳蒜	心叶带唇兰	心叶带唇兰	玫瑰宿苞兰	玫瑰宿苞兰	玫瑰宿苞兰	玫瑰宿苞兰	玫瑰宿苞兰
	海南金线兰	石斛	束花石斛	浅裂沼兰	墨兰	墨兰	牛齿兰	海台白点兰	海台白点兰	海台白点兰	海台白点兰
	触须阔蕊兰	美花石斛	薛叶卷瓣兰	二脊沼兰	硬叶兰	硬叶兰	矮柱兰	长轴白点兰	长轴白点兰	长轴白点兰	长轴白点兰
保护不力(保护区覆盖不全、与经济利益冲突) 80	血叶兰	海南石斛	长茎羊耳蒜	长茎兰	拟石斛	拟石斛	短序脆兰	矮万代兰	矮万代兰	海南蝴蝶兰	海南蝴蝶兰
	触须阔蕊兰	束花石斛	紫花羊耳蒜	中华坛花兰	玫瑰宿苞兰	玫瑰宿苞兰	窄果脆兰	海南钻喙兰	海南钻喙兰	海南钻喙兰	海南钻喙兰
	毛萼玉凤花	赤唇石豆兰	无耳沼兰	半柱毛兰	牛齿兰	牛齿兰	多花脆兰	三色槌柱兰	三色槌柱兰	三色槌柱兰	三色槌柱兰
	兰屿芋兰	戟唇石豆兰	多花兰	指叶拟毛兰	矮柱兰	矮柱兰	火焰兰	大叶寄树兰	大叶寄树兰	大叶寄树兰	大叶寄树兰
	广布芋兰	匙萼卷瓣兰	寒兰	绒兰	扁根带叶兰	扁根带叶兰	虾尾兰	寄树兰	寄树兰	寄树兰	寄树兰
	竹叶兰	南方卷瓣兰	美花兰	白绵绒兰	兜唇带叶兰	兜唇带叶兰	动海隔距兰	大尖囊蝴蝶兰	大尖囊蝴蝶兰	大尖囊蝴蝶兰	大尖囊蝴蝶兰
	石斛	扇唇羊耳蒜	兔耳兰	粗茎苹兰	小囊兰	小囊兰	金塔隔距兰	五唇兰	五唇兰	五唇兰	五唇兰
	多枝拟兰	石仙桃	束花石斛	莎叶兰	长茎兰	长茎兰	指叶拟毛兰	窄果脆兰	窄果脆兰	窄果脆兰	窄果脆兰
	卷萼兜兰	石斛	薛叶卷瓣兰	冬凤兰	建兰	建兰	绒兰	多花脆兰	多花脆兰	多花脆兰	多花脆兰
	红花斑叶兰	美花石斛	直唇卷瓣兰	多花兰	美冠兰	美冠兰	白绵绒兰	火焰兰	火焰兰	火焰兰	火焰兰