

# 天全县光叶蕨人工种群适宜生境地选择

余凌帆<sup>1</sup> 何 让<sup>1</sup> 杨 梅<sup>2</sup> 文智猷<sup>1</sup> 吴世磊<sup>1</sup>

(1. 四川省林业科学研究院 四川成都 610081; 2. 天全县林业局 四川 天全 625500)

**摘 要:**为促进光叶蕨人工种群发展,在天全县选择更多适宜光叶蕨生存的小区域,在对光叶蕨原生境的植被状况、土壤条件、气候特征和地形环境等生态因子调查的基础上,根据光叶蕨自身植物学特性,确立光叶蕨比选因子,并通过不同专家对比选因子进行权重分配,对候选的20个相似生境点进行评分及综合评分,最终在天全县选出了5个光叶蕨最适宜生境,6个较适宜生境。

**关键词:**光叶蕨;比选因子;权重分配;适宜生境

中图分类号:S726 文献标识码:A 文章编号:1003-5508(2015)06-0017-06

## Selection of Appropriate Habitats for Artificial Populations of *Cystoathyrium chinensis* in Tianquan County

YU Ling-fan<sup>1</sup> HE Rang<sup>1</sup> YANG Mei<sup>2</sup> WEN Zhi-you<sup>1</sup> WU Shi-lei<sup>1</sup>

(1. Sichuan Academy of Forestry, Chengdu 610081; 2. Forestry Bureau of Tianquan County, Tianquan 625500, China)

**Abstract:** For the purpose of promoting the development of artificial populations of *Cystoathyrium chinensis* and finding out more appropriate habitats of *Cystoathyrium chinensis* in Tianquan, based on the research on ecological factors such as vegetation, soil, climate, terrain, etc. in the original habitat of *Cystoathyrium chinensis*, and according to its botanical characteristics, a series of specific factors were screened by experts in various fields, and at the same time the distribution of their weight was conducted. After comprehensive evaluation of 20 similar habitats, 5 most appropriate and 6 appropriate habitats were selected.

**Key words:** *Cystoathyrium chinensis*; Habitat factors; Suitable habitat

光叶蕨(*Cystoathyrium chinensis* Ching)为蹄盖蕨科(Athyriaceae)、光叶蕨属(*Cystoathyrium*)植物。多年生草本,披针叶,叶密生,叶柄短。孢子囊群圆形,每裂叶片一枚。属国家I级重点野生保护植物,濒危物种。现仅在四川天全县二郎山团牛坪发现。由于以往森林采伐和人类活动等原因,导致光叶蕨生长的环境条件被破坏。加之,2013年4月20日芦山地震造成的山体破坏,现该物种仅极少数存于溪沟边的灌丛下,对其拯救保护迫在眉睫。现有资源数量极少,分布区非常狭窄,这给光叶蕨人工种群的扩育工作带来了不小的难度:一方面由于原材料少,导致人工培育出的幼苗数量少,不能进行大面积大范围移栽;另一方面由于原生境条件的特殊性,若在未

进行任何筛选的条件下,将其栽植在与原生境环境条件差异较大的区域,很难保证其生存。为保证人工培育出的光叶蕨苗木能在野外生存,开展与光叶蕨现有生长环境一致的生境选择尤为重要。

### 1 调查研究方法

#### 1.1 调查地点和调查对象

生境调查比选地点位于整个天全县。调查对象为光叶蕨现有分布区和光叶蕨适宜的生境条件地。

#### 1.2 调查方法

首先对光叶蕨原生境环境条件作详细调查。植被调查采用常规的乔木层、灌木层、草本层垂直分层

收稿日期:2015-07-28

基金项目:天全县光叶蕨极小种群拯救保护生境营造及技术培训部分项目(天政采招[2014]27号)。

作者简介:余凌帆(1977-),男,副研究员,四川渠县人,现从事小种群研究与保护方面工作。

调查方法<sup>[1-3]</sup>;气象因子如温、湿度等,使用相关仪器现场测量;区域降雨量等查阅相关资料;土壤类型、土层厚度等信息现场观察记录;土壤理化性质通过采集土样,带回实验室测量理化性质。由此得出光叶蕨原生长区域的环境特点。根据与原生长环境相似度,在全县境内实施普选,初步筛选出相似度不低于0.6的20个地点作为生境比选候选点。因原光叶蕨生长点主要分布在面积约为300 m<sup>2</sup>的区域,候选生境比选点的调查范围扩大至500 m<sup>2</sup>。

采用与原生境相同的调查方法,对20个初选比选点的生境现状作进一步详细调查,再结合原生境

调查结果,梳理出一套比选生境因子,邀请相关领域的专家,对各比选因子进行权重分配和各因子评分,最后进行综合评价。

### 1.3 调查内容

根据调查出原生境内的植被、地形、气候、土壤因子,结合对植物生态习性、资源分布等有影响的环境因素,确定出植被、地形、气候、土壤四大要素,再将各大要素分解成若干个最具代表性的分因子,按照从属关系自上而下分组形成有序的树形层次结构<sup>[4]</sup>。对各项因子作详细调查记录,具体详见表1。

表1 比选因子分类表

要素	分因子	调查方式
植被因子	乔木郁闭度	以10 m×10 m的乔木样方,采用目测法确定。
	灌木盖度	5 m×5 m样地,采用目测法确定。
	草本层盖度	1 m×1 m样地,采用目测法确定。
	草本层植物种类	比选生境内植物种类,由调查统计得出。
地形因子	地形特征	生境区域主要的地形特点,采用现场观测方法确定。
	坡向	分4级,即东坡(45°~135°)、南坡(135°~225°)、西坡(225°~315°)和北坡(315°~45°),用GPS测定。
	坡位	划分为上坡位(山顶或坡上部)、中坡位(山腰或坡中部)和下坡位(山谷、沟底或坡下部)。
	坡度	划分为平缓坡(<20°)、斜坡(20°~40°)和陡坡(>40°)3种类型,用罗盘仪测定。
	海拔	海拔高度,用GPS测定。
气候因子	降雨量	采用气象站测量。
	照度	记录7月每日14:00~15:00时间段的光照强度,采用照度计现场测量数据,并参考气象站资料。连续1个月。
	温度	记录7月每日14:00~15:00时间段的大气温度,由现场测量得到。连续1个月。
	湿度	记录7月每日14:00~15:00时间段的空气温度,由现场测量得到。连续1个月。
土壤因子	表层土壤	表层土壤的质地等,现场判定。
	土壤温度	记录7月每日14:00~15:00时间段的土壤温度,用土壤温度计现场测量。连续一个月,
	粒级构成	采集土样,带回实验室进行测定。
	土壤含水量	采集土样,带回实验室进行测定。
	有机质含量	采集土样,带回实验室进行测定。
	土壤pH	采集土样,带回实验室进行测定。

### 1.4 比选因子及权重分配

根据实地调查的光叶蕨资源分布及生态环境条件状况,邀请生态学、植物学、野生动植物保护学、土壤学等各领域专家共同讨论分析,筛选出比选生境因子,进行权重分配,确定权重值(W)。

采用层次分析法<sup>[4,5]</sup>,结合专家打分法确定权重值:首先对各大类影响因子进行权重分配,再为各小类比选因子进行权重打分,在权重值确定方面,邀请专家讨论决定,主要方法为对给定的一个指标体系,由专家根据自己多年的工作经验按照指标的主观重要程度直接给出其权重值<sup>[6,7]</sup>。

### 1.5 比选因子的评分标准

构建各个比选因子的评价标准,根据各因子的权重分配,由专家为各个比选因子评分,采用十分制;各个比选因子得分(G)与权重(W)的乘积的和

即得该生境的综合得分(T)。

计算公式如下:

$$T = G_1 * W_1 + G_2 * W_2 + G_3 * W_3 + \dots + G_n * W_n$$

对原生境每一项比选因子评分为10分,综合得分也为10分。各比选因子得分越高,与原生境越接相似,越适宜光叶蕨生存。根据生境因子权重分配结果,并参照原生境调查结果,确定具体评分标准<sup>[8]</sup>,详见表2。

## 2 结果与分析

### 2.1 光叶蕨原生境现状

根据实地调查,并参考陈金发、朱大海等<sup>[9-10]</sup>的研究成果发现,光叶蕨位于溪沟两侧的石壁上,群落面积约30 m<sup>2</sup>,地理坐标为东经102°17'40",北纬

29°53'00" ,海拔2 390 m。对光叶蕨生境内各项因子 作详细调查 ,具体结果见表 3。

表 2 比选因子评分标准

影响因子	分因子	评分标准	说明
植被因子	乔木郁闭度	0.6~0.8:9分~10分; >0.8:8分~9分; 0.6: <8分	原生境郁闭度为0.65,郁闭度大说明湿热条件好,植物生长好,遮光条件好,适宜光叶蕨生长。
	灌木盖度	0.6~0.8:8分~10分; >0.75:7分~8分; <0.6: <8分	原生境灌木盖度为0.7,盖度影响光照,也可以判断区域内的水热条件的好坏。
	草本层植物种类	蕨类较少、其它草本较多:9分~10分,蕨类较多:6分~8分;蕨类的种类、数量越多,则分数越低。	与原生境相同物种分布越多、相似度越高,证明该处生境越适宜光叶蕨生长,
地形因子	地形特征	岩壁结构,距溪沟2m~3m:9分~10分,距离4m~5m:8分~9分;其他情况酌情给分。	原生境位于溪沟两侧的岩壁上,距离溪沟极近,区域空间非常狭窄。
	坡度	坡度为70°~80°:9分~10分,其它情况则分数较低,且坡度越小,分数越低。	原生境为陡峭的岩壁,坡度在70°~80°。
	海拔	2 290 m~2 490 m:9分~10分;2 490 m~2 590 m:8分~9分;其它海拔分数较低,且与2 390 m相比,高差越大,分数越低。	原生境海拔为2 390 m
气候因子	照度	4 670 lx左右:9分~10分;4 570 lx~9 500 lx:8分~9分;其它条件则分数低,且相差越大分数越低。	原生境林下光照强度最低4 570 lx,最为高为9 500 lx,多在4 670 lx左右。
	空气湿度	85%~90%:10分;80%~90%和90%~95%之间:8分~9分;与85~90%区间差别越大,分数越低。	原生境湿度在85%~90%。
土壤因子	表层土壤	主要成分为腐殖:9分~10分;其它类型土壤则分数较低,且差别越大,分数越低。	原生境表层土为腐殖土,腐殖土透气透水性好,肥力高,有利于植物生长发育。
	有机质含量	N、P、K含量多:9分~10分;含量越低,则分数越低	原生境土壤有机质含量较高,平均含量约为15%,N、P、K含量分别为6.44 g/kg、0.82 g/kg、30.23 g/kg,含量丰富,土壤营养条件好,肥力高。
	土壤 pH	4.5~5.5之间,9分~10分;5.5~6.5之间:8分~9分;其它情况则分数较低,且Ph越高,分数越低。	原生境土壤pH在5.2~6.3之间,呈酸性。

表 3 光叶蕨原生境情况调查记录表

要素	描述	备注	
GPS 点位		N 29°53'00" E 102°17'40"	
面积		30 m <sup>2</sup>	
植被因子	乔木郁闭度	0.65	
	灌木盖度	0.7	
	草本盖度	0.85	
地形因子	地形特征	片层岩壁	
	坡向	左岸 SE30°,右岸 NE45°	
	坡度	80°~90°	
	坡位	溪沟沟谷	
	海拔	2 390 m	
气候因子	降雨量	1 800 mm~2 200 mm	
	照度	4 570 lx~9 500 lx 之间,多为4 670 lx	直射光较少,折射光较多
	大气温度	6°C~12°C	
	空气湿度	85%	
土壤因子	表层土壤	腐殖土	2 cm~3 cm
	土壤温度	13.8°C~14.3°C	比大气温度略低
	粒级构成	以粉粒为主,其次是沙粒,粘粒最少	土壤性质好
	有机质含量	15%	有机营养丰富
	土壤含水量	30%	
	土壤 pH	5.2~6.3	偏酸性
	干扰情况	当地居民在区内种植经济作物(山葵),证明区内有人类活动,这使得光叶蕨原生境受到一定的干扰威胁,区内未发现放牧等迹象,不受此类活动干扰。	

## 2.2 比选因子及权重

参照原生境调查结果和相关生境研究文

献<sup>[11~14]</sup>,并结合各专家对生境因子权重分配的主观

意见,最终确定出一系列比选因子,再对各项比选因

子进行权重分配,具体结果见表4。

表4光叶蕨原生境比选因子权重分配及评分表

要素	权重	比选因子	权重 (W)	评分 (G)	分数
植被因子	0.28	乔木郁闭度	0.11	10	1.1
		灌木盖度	0.09	10	0.9
		草本层物种	0.08	10	0.8
地形因子	0.22	地形特征	0.08	10	0.8
		坡度	0.06	10	0.6
		海拔	0.08	10	0.8
气候因子	0.31	照度	0.13	10	1.3
		湿度	0.18	10	1.8
土壤因子	0.19	表层土壤	0.07	10	0.7
		有机质含量	0.06	10	0.6
		土壤 pH	0.06	10	0.6
综合得分(T)	10				

由表4可知,境内各要素的权重由高到低依次为气候因子、植被因子、地形因子、土壤因子,所占权重分别为0.31、0.28、0.22和0.19,权重分配最大为气候因子,最小为土壤因子,两者相差0.12,可见在四大要素中,该区域内特殊的气候条件对光叶蕨的生态习性和分布起最重要的作用。各要素之间并不独立,彼此之间相互影响、共同作用构成光叶蕨现有的生长分布环境——如气候因素影响植被分布,而植被的郁闭度和盖度反过来会影响光照等气候条件。从各项分因子的权重分配结果可以看出,其权重分配不尽相同,表明各比选因子在构成所属要素上发挥的作用程度有所差异,其中构成气候要素的照度和湿度两者权重差异最大,湿度所占权重分配高达0.18,两者相差0.05,说明湿度对光叶蕨生境条件的影响大于光照强度。

### 2.3 比选生境调查结果

调查的20个比选生境多位于密林区,沟谷旁,这些区域海拔在1900 m~2700 m范围之间,区内植物生长繁茂,种类资源丰富。

20个比选生境中,有15个位于天全县二郎山鸳鸯岩至团牛坪之间的区域内,5个位于喇叭河保护区的林区内,这是因为目前发现的光叶蕨生长在二郎山上的团牛坪处,区内生境条件与之相近的区域较多,相似生境容易判定,而喇叭河自然保护区距离二郎山较近,气候差别小,物种丰富,种类和植被类型与二郎山的分布情况相似,与光叶蕨原生境相似的生境也较多。

### 2.4 比选结果

#### 2.4.1 综合得分

通过对20个比选生境的调查,对各项比选因子

进行评分,评分标准均以原生境相应的各项因子为参照,相似度越高,则分数越高。各比选生境综合评分及生境评价见表5。

表5 相似生境综合评分统计表

编号	GPS 点位		综合评分	生境评价
1	N29°52'41.14"	E102°17'50.37"	8.46	最适宜
2	N29°52'44.29"	E102°17'33.95"	8.44	最适宜
3	N29°50'57.42"	E102°18'19.40"	8.56	最适宜
4	N29°52'42.92"	E102°20'14.92"	8.59	最适宜
5	N29°51'11.29"	E102°18'40.09"	6.36	
6	N29°52'28.28"	E102°17'09.78"	6.88	
7	N29°52'44.71"	E102°16'47.67"	7.04	较适宜
8	N29°53'02.49"	E102°16'56.26"	7.48	较适宜
9	N29°51'09.28"	E102°18'22.18"	7.50	较适宜
10	N29°52'26.77"	E102°18'19.57"	6.00	
11	N29°51'04.64"	E102°18'36.76"	7.45	较适宜
12	N28°53'17.09"	E102°18'04.16"	6.89	
13	N29°53'03.56"	E102°17'57.13"	5.96	
14	N29°53'22.81"	E102°17'50.40"	7.51	较适宜
15	N29°53'12.47"	E102°17'23.81"	6.20	
16	N30°11'00.03"	E102°28'37.88"	5.41	
17	N30°10'39.73"	E102°28'12.97"	7.63	较适宜
18	N29°51'41.38"	E102°18'43.68"	8.69	最适宜
19	N30°19'42.18"	E102°27'36.89"	6.12	
20	N30°19'42.18"	E102°27'36.89"	5.87	

#### 2.4.2 最适宜生境

通过综合评分结果(表5)分析,综合评分排名越接近满分(10分)者,即为最适宜生境。经本次比选分析得出结论:综合分数在8分以上的5个生境与原生境条件最吻合,将其判定为最适宜生境,分别为1号、2号、3号、4号和18号。5个处生境的各项比选因子条件与原生境相似度高,大多能达到原生境条件。各类因子与原生境的相似度多在80%~95%之间,物种、植被类型、湿度、地形特征等大部分比选因子均基本符合原生境条件,仅个别因子如土壤、坡位、温度等略有差异,须经过必要的人工改善措施,方可进行光叶蕨人工繁育工作。

5个最适生境中,4个处位于天全县二郎山上鸳鸯岩至木业棚之间的区域,1处位于喇叭河境内,海拔多在1800 m~2400 m范围,其中1号和2号两处生境位于二郎山木叶棚境内,海拔约2400 m,最适宜面积分别为80 m<sup>2</sup>和50 m<sup>2</sup>;3号和4号两处生境位于龙胆溪境内,海拔约2100 m,最适宜面积分别为100 m<sup>2</sup>和80 m<sup>2</sup>;18号生境位于喇叭河官坊沟境内,海拔2100 m,最适宜面积为50 m<sup>2</sup>。5处生境地形为近溪沟两侧岩壁或块状石壁结构,湿度达80%以上,乔木郁闭度和灌木盖度多达0.85以上,光照强度范围为4500 lx~5000 lx,表层土壤多为腐殖土,有机营养丰富且pH值偏酸性,草本层草本

层植物种类为冷水花、楼梯草、球茎虎耳草、掌叶铁线蕨、革叶耳蕨等。

#### 2.4.3 较适宜生境

7号、8号、9号、11号、14号和17号6个比选生境的部分比选因子与原生境条件较吻合,属于较适宜生境,欲达到较高的符合度,须实施多项人工改善修复措施。

6个较适宜生境中,5个位于二郎山区域,其余1个位于喇叭河区域,海拔在2500m~2700m范围,其中7号、8号和9号3个生境位于团牛坪光叶蕨原生境点附近,海拔约2600m,适宜面积分别为25m<sup>2</sup>、48m<sup>2</sup>和35m<sup>2</sup>;11号生境位于龙胆溪境内,海拔2500m,适宜面积为31m<sup>2</sup>;14号生境位于鸳鸯岩附近,海拔2600m,适宜面积为56m<sup>2</sup>;最后一个较适宜生境为17号生境,位于喇叭河磨坊沟,海拔2600m,适宜面积35m<sup>2</sup>。6个较适宜生境多在溪沟两边,比选因子各有差异,与原生境相比,仅部分比选因子相似度较高。

#### 2.4.4 不适宜生境

5号、6号、10号、12号、13号、15号、16号、19号、20号9处比选生境与原生境条件符合度较低,即使采用人工措施也很难达到光叶蕨原生境条件的基本要求,不宜作为光叶蕨人工繁殖区域的备选对象。

### 3 讨论

#### 3.1 存在问题

##### 3.1.1 野外调查工作本身的局限性

天全县光叶蕨生境调查比选工作开展的范围比较窄,野外调查仅局限于天全县境内,调查的光叶蕨分布面积较小,加之原生境仅有一处,比选所参考的数据资料只能依据唯一的原生境现状条件,整个比选工作具有较大的局限性。比选所得出的光叶蕨适宜生境主要影响因子为气候因子,其次为植被因子和地形因子,由于调查范围的局限性,是否还存在其他影响因子,尚须通过扩大调查范围,进一步进行确定。

##### 3.1.2 原生境的适宜性尚不明确

在调查比选过程中,为便于比较,原生境各项因子和综合评分均为满分10分,但这并不代表每一项比选因子均达到了光叶蕨最适的生长条件,相反,其中一些比选因子现状条件恶劣,甚至可能是导致光叶蕨濒危的原因之一——如草本层的物种以掌叶铁

线蕨、楼梯草、冷水花等杂蕨类或杂草类占优势,目标种光叶蕨分布稀少,这表明光叶蕨在生境内的种间竞争能力差,生存能力弱。原生境条件是否最适宜光叶蕨生长,还有待进一步研究确认。

##### 3.1.3 光叶蕨的致危原因尚未完全弄清

导致光叶蕨濒危的原因主要表现在其自身生物学特点以及外因导致生境恶化等方面<sup>[15]</sup>,而由于光叶蕨分布区域的唯一性,加之某些生境条件的恶化,是否存在其它濒危原因,尚未完全弄清,这给调查比选工作带来一定的难度。对于比选得出的适宜生境,其适宜性仍需进一步证明。下一步工作即为通过人工培育出光叶蕨幼苗,并将其栽植到这些适宜生境,通过长期观察实践来判断这些生境是否适宜光叶蕨生长,根据人工种群扩散的成果,再结合光叶蕨原生境条件、濒危原因等分析,得出关于光叶蕨适宜生境条件准确可靠的结论,从而更好地保护濒危种现有资源并有效地扩大资源分布。

#### 3.2 建议

评选出的5处最适宜生境,与原生境相比,均存在一定的差异,均需要经过一定的人工改善处理,在生境原有条件的基础上,通过整地覆土、修筑堡坎等改良修复措施,营造出适宜的生长环境<sup>[16~19]</sup>。结合光叶蕨资源现状,提出如下建议:

##### 3.2.1 生态护坡与植苗造林

区域内生态脆弱,地质灾害频发,调查途中发现多处滑坡和垮方,造成植被破坏,对生境破损严重。

对区内可能会发生滑坡、泥石流等灾害的脆弱区域,及时采用生态护坡加以防护和加固。生态护坡设计过程中应注重与生态过程相协调,以尊重物种多样性、减少对资源的剥夺、有助于改善人居环境及生态系统的健康等为原则,尽量使其对环境的破坏影响达到最小<sup>[20]</sup>。

对已出现的滑坡体、崩塌体、落石损毁林地等受损区域,可采用人工植苗造林措施进行修复,通过适当的整地措施后,选取当地适生的优势植被进行栽植,植被恢复应以乔灌草相结合,综合搭配,使其尽可能与周边环境融合自然,和谐一体。

##### 3.2.2 限制人为活动

农民们在二郎山上大面积种植经济作物如山葵等,种植、管护、收割等人为活动较为频繁,对区内生境破坏较大。调查中发现光叶蕨原生境和多个比选生境区域内均有山葵种植,调查途中在一些比选生境现场发现人们正在进行砍伐整地,欲将山葵种植到这些区域。

种植等人为活动直接对生境造成了砍伐破坏,若光叶蕨被移栽到这些区域,频繁的人为活动不仅对管理养护工作增加难度,对光叶蕨正常生长发育也存在一定的威胁影响<sup>[21]</sup>。应限制或杜绝此类人为活动。

### 3.2.3 搭建生态围栏

围绕生境适宜点搭建生物围栏,减少人为禽畜等的外来干扰,对区域内环境起到一定的保护作用。围栏材料应尽量选用生态型材料,如选取当地常见乔灌木的枝干和竹竿等,也可利用活的植物体建植成墙状永久性围栏,即形成“有生命的围栏”<sup>[22]</sup>。

### 3.2.4 补充光叶蕨资源调查

现有光叶蕨资源仅分布于溪沟两边低矮的岩石壁上,岩壁上为难以攀附的密林灌丛。有人认为可能是上部的光叶蕨孢子掉落传播到此处,形成了这一小块的光叶蕨极小种群,因此建议以溪沟两边原生境点上部的密林灌丛区域为重点对象,再对光叶蕨资源作一次详细的补充调查,以期能发现更多的光叶蕨极小种群。

### 3.2.5 以分株繁殖技术为主

光叶蕨植株数量稀少,能育叶少,且能育叶上着生的孢子数量也很少,采用组织培养和孢子繁殖的材料有限。而光叶蕨多为丛生,平均为2株丛生,最多有6株丛生,建议以分株繁殖为主要方式进行人工繁殖,繁殖地点以原生境点附近的相似生境为宜。此外,分株繁殖还应选择适宜的时间,这种方式具有存活率高和成苗快的优点<sup>[23]</sup>。

### 参考文献:

- [1] 王义弘. 介绍几种植被分析方法[J]. 东北林业大学学报, 1982(01).
- [2] 陈冬基. 亚热带森林植被调查方法的研究[J]. 浙江林学院学报, 1985(01).
- [3] 陈冬基, 施德法, 陈英仕, 等. 杭州天然森林植被类型的调查研究[J]. 浙江林学院学报, 1988(02).
- [4] 骆正清, 杨善林. 层次分析法中几种标度的比较[J]. 系统工程理论与实践, 2004(09).
- [5] 张华林, 刘刚. 层次分析法在石油安全评价中的应用[J]. 天然气工业, 2006(04).
- [6] 黄定轩, 武振业. 宗蕴璋基于属性重要性的多属性客观权重分配方法[J]. 系统工程理论方法应用, 2004(3).
- [7] 庞彦军, 刘开第, 张博文. 综合评价系统客观性指标权重的确定方法[J]. 系统工程理论与实践, 2001(08).
- [8] 李雪梅, 邓小文, 王祖伟, 等. 污染因子权重及区域环境质量综合评价分级标准的确定[J]. 干旱区资源与环境, 2010(4).
- [9] 朱大海, 李永安, 顾学清. 时隔30年再现的绝灭植物——光叶蕨[J]. 生物多样性, 2013(10).
- [10] 陈金法. 光叶蕨. *Zhonghua Loose-leaf Collection* [J]. 2012(11).
- [11] 汤梦玲, 张玉菊. 植物生境研究的现状分析与探讨[J]. 安徽农业科学, 2009, 24(2).
- [12] 林建丽. 福建省野生石斛属植物分布及生境调查研究[J]. 林业勘察设计, 2009(2).
- [13] 张君诚, 宋育红, 黄晖, 等. 福建三明地区石杉科(Huperziaceae)植物群落特征及其生境调查分析[J]. 复旦学报(自然科学版), 2008, 47(5).
- [14] 庞新安, 姜喜, 李金凤. 白宝伟塔里木盆地荒漠区柃柳属植物生境土壤矿质元素分析[J]. 江苏农业科学, 2009(1).
- [15] 余凌帆, 高健, 何让, 等. 天全县光叶蕨资源现状调查与保护对策研讨[J]. 四川林业科技, 2015, 36(3).
- [16] 杨文忠, 康洪梅, 向振勇, 等. 极小种群野生植物保护的主要内容和要点[J]. 西部林业科学, 2014(5).
- [17] 郑殿升. 中国农业野生植物原生境保护现状及建议[J]. 中国野生植物资源, 2005(03).
- [18] 杨庆文, 张万霞, 贺丹霞. 中国野生稻原生境保护方法研究[J]. 植物遗传资源学报, 2003(01).
- [19] 董玉琛, 刘旭. 中国作物野生近缘植物及其保护[A]. 中国林业出版社, 1998. 24(30).
- [20] 吴立新. 山区植苗造林方法解析[J]. 中国新技术新产品, 2015(1).
- [21] 苏青. 中国新技术新产品[J]. 农业科技与信息, 2012(12).
- [22] 刘丙万, 志刚. 青海湖草原围栏对植物群落的影响兼论濒危动物普氏原羚的保护[J]. 生物多样性, 2002, 10(3).
- [23] 李慧, 蒋平安, 程路明, 等. 围栏对新疆山区草地植物群落多样性的影响[J]. 新疆农业大学学报, 2005(3).
- [24] 冯玉宝, 詹选怀, 桂忠民, 等. 两种观赏蕨类植物的繁殖技术研究[J]. 中国野生植物资源, 2010, 29(3).