

阳宗海老爷山自然保护区植被类型研究

宿爱芝¹, 孙兴旭², 付磊^{1*}

(1. 云南省昆明市森林资源管理总站, 云南昆明 650223; 2. 龙陵小黑山省级自然保护区管护局, 云南保山 678300)

摘要 阳宗海老爷山自然保护区位于云南省昆明市阳宗海风景名胜区境内, 森林生态系统保存完整, 植被类型丰富。按照《云南植被》的划分原则, 其天然森林植被共有 7 个植被型及 12 个群落类型, 在森林生态系统生态功能中发挥重要作用。

关键词 老爷山自然保护区; 天然森林; 植被类型

中图分类号 S 759.9 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2020)16-0123-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2020.16.033

开放科学(资源服务)标识码(OSID): 

Vegetation Types of Laoyeshan Nature Reserve, Yangzonghai County

SU Ai-zhi¹, SUN Xing-xu², FU Lei¹ (1. Kunming Forest Resources Management Station, Kunming, Yunnan 650223; 2. Longling Xiaoheishan Provincial Nature Reserve Management and Protection Bureau, Baoshan, Yunnan 678300)

Abstract Yangzonghai Laoyeshan Nature Reserve is located in Yangzonghai scenic spot, Kunming City, Yunnan Province, where the forest ecosystem is well preserved and the vegetation types are abundant. According to the principles of *Yunnan Vegetation*, there were 7 vegetation types and 12 community types in the natural forest vegetation, which play an important role in the ecological function of forest ecosystem.

Key words Laoyeshan Nature Reserve; Natural forest; Vegetation types

森林作为陆地生态系统的主体, 是人类和多种生物赖以生存和发展的基础, 是经济建设和生态环境建设中可更新的再生资源, 具有保持水土和调节气候的生态功能^[1-3]。老爷山为低纬亚热带高原型湿润季风气候, 降雨量大但干湿季节极其分明, 特殊的地理位置和气候条件及复杂的地形地貌, 蕴育了丰富的生物多样性, 植被以亚热带半湿润常绿阔叶林为主, 森林覆盖率高达 80.5%, 是一处不可多得的生态旅游胜地^[4]。

老爷山自然保护区自建立以来, 在保护老爷山森林生态系统完整性、维护生物多样性和生态服务功能方面作出了重大贡献, 为建设“森林云南”及创建“生态文明建设排头兵”战略提供了重要物质基础。该研究通过对老爷山自然保护区的主要植被类型进行探讨, 为该区域森林资源的可持续经营管理提供科学基础^[5]。

1 研究地概况

阳宗海老爷山自然保护区行政位置位于昆明市东部的阳宗海风景名胜区汤池街道办事处境内。位于 103°00′09″~103°02′37″E, 25°00′18″~25°06′05″N, 海拔为 2 261~2 674 m, 河流均属珠江流域南盘江水系, 所在区域气候温和, 为低纬亚热带高原型湿润季风气候, 年平均气温 9.1 ℃, 年均日照 2 052.9 h, 年均降雨量 912.2 mm, 无霜期 300 d 以上, 四季基本分明, 河谷区与高山区气候差别大, 土壤类型主要为红壤。

阳宗海老爷山自然保护区面积为 1 333 hm², 现存的原生森林主要分布于沟谷等隐域环境, 这些区域由于交通条件较差, 受到的人为干扰较少, 因此保存了一定面积的天然林, 而且保存极为完好, 是当地难得的原生植被存留地和避难所。

2 天然森林植被类型的划分

阳宗海老爷山自然保护区的植被分类主要遵循《云南植

被》编目系统^[4], 该区域植被属亚热带常绿阔叶林区域, 滇中高原盆谷滇青冈林、元江栲林、云南松亚区。植被分类系统采用植物群落学-生态学植被分类原则, 即主要以植物群落自身特征为分类依据, 并考虑群落的生态关系^[6]。经调查, 自然保护区内天然森林植被类型主要有常绿阔叶林、硬叶常绿阔叶林、落叶阔叶林、暖性针叶林、灌丛、稀树灌木草丛及竹林 7 个植被型, 包括半湿润常绿阔叶林、山顶苔藓矮林、山地硬叶常绿栎类林、桫欏林、山杨林、暖温性针叶林、暖性石灰岩灌丛、暖温性稀树灌木草丛与河谷平地竹林 9 个植被亚型, 主要包括滇石栎-铁仔群落、元江栲+灰背栎群落、灰背栎林、滇青冈-紫茎泽兰群落、马缨杜鹃+灰背栎群落、灰背栎群落、旱冬瓜-紫茎泽兰群落、山杨+栓皮栎群落、云南松-毛轴蕨群落、华山松-美丽马醉木群落、火棘+马桑灌丛群落、云南松-尖萼金丝桃-毛轴蕨群落、滇石栎-清香桂-毛轴蕨群落与泡竹群落 13 个群落, 即:

I 常绿阔叶林

(1) 半湿润常绿阔林

①滇石栎林 (Form. *Lithocarpus dealbatus*)

②元江栲林 (Form. *Castanopsis orthacantha*)

③滇青冈林 (Form. *Cyclobalanopsis glaucoides*)

(2) 山顶苔藓矮林

④马缨杜鹃林 (Form. *Rhododendron delavayi*)

II 硬叶常绿阔叶林

(3) 山地硬叶常绿栎类林

⑤灰背栎林 (Form. *Quercus senescens*)

III 落叶阔叶林

(4) 桫欏林

⑥旱冬瓜林 (Form. *Alnus nepalensis*)

(5) 山杨林

⑦山杨林 (Form. *Populus davidiana*)

IV 暖性针叶林

作者简介 宿爱芝 (1985—), 女, 山东潍坊人, 工程师, 硕士, 从事森林资源规划调查和生物多样性研究。* 通信作者, 高级工程师, 从事森林资源规划调查和生物多样性研究。

收稿日期 2020-01-18; **修回日期** 2020-02-24

(6) 暖温性针叶林

⑧ 云南松林 (Form. *Pinus yunnanensis*)⑨ 华山松林 (Form. *Pinus armandii*)

V 灌丛

(7) 暖性石灰岩灌丛

⑩ 火棘灌丛 (Form. *Pyracantha fortuneana*)

VI 稀树灌木草丛

(8) 暖温性稀树灌木草丛

⑪ 含云南松中草草丛 (Form. Medium grassland containing *Pinus yunnanensis*)⑫ 含滇石栎中草草丛 (Form. Medium grassland containing *Lithocarpus dealbatus*)

VII 竹林

(9) 河谷平地竹林

⑬ 泡竹林 (Form. *Pseudostachyum polymorphum*)

3 天然森林植被类型的基本特征

3.1 常绿阔叶林 常绿阔叶林是亚热带区域的地带性森林,在北半球主要分布于我国的长江流域、珠江流域至朝鲜半岛、日本列岛南部。其植物组成以壳斗科 (Fagaceae)、山茶科 (Theaceae)、樟科 (Lauraceae) 和木兰科 (Magnoliaceae) 中常绿种类为主。在外貌和群落组成结构上,林冠较整齐,缺少大型叶种类,革质叶和中小型叶的种类多,乔木上层中缺乏羽状复叶的高大乔木类型。群落结构较简单,缺少大型藤本植物,缺少老茎生花、板根、花叶、滴水叶尖及种子植物附生现象。

云南常绿阔叶林的分布极广。根据群落所在区域的热量水平、群落的物种组成、结构和生态特点,云南的常绿阔叶林可划分为 5 个植被亚型,即季风常绿阔叶林、半湿润常绿阔叶林、中山湿性常绿阔叶林、山地苔藓常绿阔叶林和山顶苔藓矮林^[7]。老爷山自然保护区的常绿阔叶林有半湿润常绿阔叶林和山顶苔藓矮林 2 个植被亚型。

3.1.1 半湿润常绿阔叶林。半湿润常绿阔叶林是滇中高原的基本植被类型,它分布于高原盆地四周的低山丘陵上,海拔为 1 700~2 500 m,与整个高原面的起伏高度基本一致,其分布的最低下限可延至海拔 1 500 m 处,半湿润常绿阔叶林是滇中高原很有代表性的植被类型,所在地具有“四季如春、干湿季分明”的季风高原气候。老爷山自然保护区位于东部的阳宗海风景名胜汤池街道办事处境内,目前还保留着大面积的半湿润常绿阔叶林,此次调查发现的 3 个群系,即滇石栎林 (Form. *Lithocarpus dealbatus*)、元江栲林 (Form. *Castanopsis orthacantha*) 和滇青冈林 (Form. *Cyclobalanopsis glaucoides*),描述如下。

3.1.1.1 滇石栎林。以滇石栎为优势的常绿阔叶林是滇中高原地区普遍分布的类型,一直延伸至偏南的无量山和哀牢山山地。由于长期人为活动的影响,目前大面积成林已不多见。一般分布在 2 000~2 400 m 的非石灰岩山地,是我国亚热带西部常绿阔叶林的代表之一。该群系在老爷山自然保护区仅记录一个群落,即高山栲-铁仔群落 (*Castanopsis dela-*

vayi-Myrsine africana Comm.)。

3.1.1.2 元江栲林。元江栲林普遍分布于滇中高原各地,一直延伸至偏南的无量山及哀牢山山地,此类森林为该地的地带性植被,其分布呈宽带状斜插经过,生境偏湿,因此在近阴坡或箐沟之后湿度较大的区域分布更多。发育良好的典型群落外貌多呈现团状结构,在春天换叶期,不同的个体时期稍有差别,会出现新叶嫩绿和老叶暗绿交错,蔚为不错的景观,但往往昙花一现。老爷山自然保护区的元江栲林主要分布在海拔 2 400~2 600 m 的区域,与灰背栲 (*Quercus senescens*) 混生在一起,此次调查一个群落类型,即元江栲+灰背栲群落 (*Castanopsis orthacantha+Quercus senescens* Comm.)。

3.1.1.3 滇青冈林。滇青冈林的分布是以云南高原为中心,并限于西南季风影响下的中亚热带气候条件,在这一范围内,滇青冈具有较广的生态适应幅度,生长于半湿润常绿阔叶林的各种类型中。该群落集中分布在老爷山自然保护区山顶中山部的区域,人为干扰小,群落保存完整,相对原始。群落乔木层以滇青冈等壳斗科植物为主,而灌木层物种较少,草本层的物种以紫茎泽兰 (*Eupatorium coelestrum*) 为主,有一个明显的层片,此次调查记录一个群落类型,即滇青冈-紫茎泽兰群落 (*Cyclobalanopsis glaucoides-Eupatorium coelestrum* Comm.)。

3.1.2 山顶苔藓矮林。山顶苔藓矮林是指分布在热带、亚热带山地的大小山脊、山顶一类低矮的森林群落类型,乔灌木的组成以杜鹃花科、壳斗科、茶科、五加科的种类为主,分布海拔一般在 2 500 m 以上,也有降至 2 100 m。生境的共同特点是多盛行强风,经常处于浓雾之中,湿度很大,土壤浅薄,地表、岩面都有很厚的苔藓植物层,树冠向顺风一面偏冠。老爷山自然保护区的山顶苔藓矮林分布在海拔 2 400~2 500 m 的山脊。该群落类型以马缨杜鹃为主构成,高度 3~7 m。

3.2 山地硬叶常绿栎林 山地硬叶常绿栎林主要分布在海拔 2 600~3 300 m 的山地,其下限与亚热带山地常绿阔叶林相交错。生境全年气候夏凉而冬寒,植物生长季短,群落具有偏湿的特征,树木枝干上附生较多的苔藓、地衣,对该类植被分布有直接影响的是石灰岩或多石地所造成的基质干旱的生境,在一定程度上排除了其他树种的干扰,使得喜阳耐寒的硬叶常绿栎类得以发展。在老爷山自然保护区,此类森林为保护区的地带性植被,此次调查一个群落类型,即灰背栎群落 (*Quercus senescens* Comm.)。

3.3 落叶阔叶林 在云南,落叶阔叶林绝大多数是常绿阔叶林经砍伐破坏后形成的一种次生植被,具有明显的次生性质,在水平和垂直分布上均不占据一个明显而固定的带,表现为零星而不连续^[3,8]。

老爷山自然保护区内落叶阔叶林为柃木林和落叶栎林,包含 2 个群系,即旱冬瓜林 (Form. *Alnus nepalensis*) 和山杨林 (Form. *Populus davidiana*)。该群系分布面积不大,主要分布于老爷山自然保护区一些宽阔的沟凹处,多数是几十年前的采伐迹地更新而成,自然演替形成,由于地表常有流水经过,尤其雨季地表还能形成径流,实际观察群落物种较为单一,

可能与此相关。虽然由于地带性植被破坏后,形成了以旱冬瓜和山杨等为主的过渡性次生植被,但这一类型的植被增加了老爷山自然保护区内的森林景观和植被类型的多样性,对增加老爷山自然保护区内的生物多样性以及森林观赏性有积极意义。

3.3.1 旱冬瓜林。旱冬瓜林在云南分布甚广,除滇中高原外,还常见于滇西、滇西南、滇中南及东南等地,并常常以小片纯林初选,分布地海拔为 1 000~3 000 m。群落所在地生境中温湿润,一般为近山地沟谷边,土层深厚,坡度平缓的地段,也有出现于箐坡大而湿润的地方^[9]。旱冬瓜为速生树种,多系常绿阔叶林遭到砍伐后火烧而成,是云南省一种重要的次生植被类型,该树种是一种速生的乔木树种,其根具有固氮菌,对土壤要求不高,在中性和酸性环境中均能生长,比起非固氮树种,可以很好地利用空气中的氮气进行土壤改良,从而增加土壤肥力^[10],因而在老爷山自然保护区的阳坡与干旱地带进行植被恢复时是非常合适的先锋树种。

3.3.2 山杨林。山杨林是杨柳林的典型代表,对生境条件要求不严,实用性较强,能耐干旱贫瘠的土壤。山杨林主要分布在滇中、滇西北及滇东北各地山丘陵顶部,及中山坡陡岩石露头较多的地方,海拔 2 100~2 300 m 较多,常常为常绿阔叶林受砍伐破坏后繁衍而成的一种次生植被。老爷山自然保护区该群落类型记录一个,即山杨林+滇石栎群落(*Populus davidiana*+*Lithocarpus dealbatus* Comm.)。群落结构简单,种类组成亦不复杂,通常可明显地划分为 3 个层次。

3.4 暖温性针叶林 暖温性针叶林一般是由常绿阔叶林破坏后形成的相对稳定的次生植被。老爷山自然保护区里暖温性针叶林群系云南松林(Form. *Pinus yunnanensis*)和华山松林(Form. *Pinus armandii*)。

3.4.1 云南松林。云南松群落结构较为简单,但树龄偏大,树型高大,树高多为 15 m 左右,林下物种较少,云南松林为老爷山自然保护区的主体植被之一,具有非常大的观赏价值,也是昆明乃至滇中高原的一笔宝贵森林景观资源。

3.4.2 华山松林。华山松林是我国亚热带西部地区的山地针叶林,分布广泛,但不连续。其天然分布主要在滇西北、滇中和滇东北中山山地,分布海拔为 2 200~3 400 m,通常以小片夹杂于其他森林中间。其分布的上限为亚高山针叶林带,且与云杉混交;下限与亚热带常绿阔叶林和云南松林相衔接,并与其混交^[11]。华山松材质优良,是云南的用材树种之一,也是主要的造林树种,在云南有悠久的栽培历史,一些国有林场和社队林场营造了较大面积的华山松人工林。老爷山自然保护区内分布的华山松林则基本为人工林,由于其栽培时间在 30 年左右,因而其林内自然更新了许多物种。此次调查记录了一个群落,即华山松林(*Pinus armandii* Comm.)。

3.5 灌丛 暖性石灰岩灌丛主要分布于亚热带气候下各低山丘陵海拔 1 400~2 500 m 的区域,例如在滇中、滇东各地以及滇东南丘北、砚山、文山一带的石灰岩山地具有本类植被分布,分布地的气候条件与滇青冈或云南松林近似,但基质干旱影响十分突出。老爷山自然保护区记录一个群系,即火

棘+马桑灌丛群落(*Pyracantha fortuneana*+*Coriaria nepalensis* shrub Comm.)。灌丛主要组成物种有火棘(*Pyracantha fortuneana*)、马桑(*Coriaria nepalensis*)、茅莓(*Rubus parvifolius*)、清香桂(*Sarcococca ruscifolia*)、粉花绣线菊(*Spiraea japonica*)。

3.6 暖温性稀树灌木草丛 暖温性稀树灌木草多在海拔 1 600 m 以上的区域,但因原有森林植被遭到反复破坏之后导致水土流失,土壤变得干旱贫瘠,致使形成了这一类较耐干旱贫瘠的草丛植被。老爷山自然保护区的暖温性稀树灌木草丛主要是原季风常绿阔叶林遭到严重破坏之后,在立地条件较干旱贫瘠的地段由禾本科和菊科为优势组成的一类适应性很强的次生性草丛植被。

老爷山自然保护区内记录有两个群系,即含云南松中草草丛(Form. Medium grassland containing *Pinus yunnanensis*)和含滇石栎中草草丛(Form. Medium grassland containing *Lithocarpus dealbatus*)。

3.6.1 含云南松中草草丛。该群系记录一个群落,即云南松-尖萼金丝桃-毛轴蕨群落(*Hypericum acmosepalum*-*Pteridium revolutum* Comm. containing *Pinus yunnanensis*)。该群落生长茂盛,结构典型。该群落为开阔的区域,是森林被砍及部分区域被耕作后形成的,一般可以自然演替到森林群落。群落结构仅灌草 2 层,物种丰富度低,多为旱生杂草。乔木层仅分布零星 1、2 棵的云南松(*P. yunnanensis*)、偶见川梨(*Pyrus pashia*)。

3.6.2 含滇石栎中草草丛。该群系记录一个群落,即滇石栎-清香桂-毛轴蕨群落(*Sarcococca ruscifolia*-*Pteridium revolutum* Comm. containing *Lithocarpus dealbatus*)。该群落生长茂盛,结构典型。该群落为开阔的区域,是森林被砍及部分区域被耕作后形成的,一般可以自然演替到森林群落。群落基本仅灌草 2 层,物种丰富度低,多为旱生杂草。乔木层仅分布零星 1、2 棵的滇石栎(*Lithocarpus dealbatus*)、偶见川梨(*Pyrus pashia*)。

3.7 竹林 老爷山自然保护区竹林仅记录 1 种,即泡竹林(Form. *Pseudostachyum polymorphum*),系当地村民栽培,后自然更新形成。

4 结论

阳宗海老爷山自然保护区位于滇中高原盆谷滇青冈林、元江栲林、云南松亚区的森林区域,森林植被类型较为丰富,是珠江流域南盘江水系的重要水源地之一^[12]。加强对阳宗海老爷山自然保护区天然林尤其是滇中高原典型地带性植被半湿润常绿阔叶林的保护,对维持珠江流域南盘江水系亚热带森林生态系统服务功能的平衡,保障长江中上游金沙江流域地区生态、经济安全有重要意义。

参考文献

- [1] 曹琼,马勇.一带一路视域下的云南生态林业建设初探:以云南钟灵山国家森林公园升级改造为例[J].绿色科技,2017(15):139-141.
- [2] 路飞.寻甸县森林资源特点及发展建议[J].安徽农业科学,2017,45(7):137-139.
- [3] 武高洁.县级森林资源质量评价指标体系及评价方法的研究[D].北京:北京林业大学,2010.

表 4 5 种单体皂苷及其总含量测定结果 (n=3)

Table 4 Determination of five monomer saponins and their total contents

序号 No.	三七样品 <i>Panax notoginseng</i> sample	R_1	R_{gl}	R_e	R_{bl}	R_d	合计 Total
1	一年生三七主根	0.21±0.01	1.66±0.03	0.23±0.01	1.03±0.04	1.03±0.04	3.27±0.06
2	二年生三七主根	0.55±0.01	3.33±0.06	0.48±0.01	2.63±0.04	2.63±0.04	7.62±0.10
3	三年生三七主根	1.10±0.03	3.39±0.13	0.35±0.01	2.84±0.09	2.84±0.09	8.47±0.18
4	三年生三七大根	0.77±0.02	2.96±0.05	0.33±0.01	2.31±0.05	2.38±0.14	6.97±0.19
5	三年生三七筋条	0.70±0.02	2.81±0.06	0.32±0.01	2.33±0.05	2.38±0.12	6.69±0.17
6	根腐病三年生三七主根	0.45±0.02	2.53±0.09	0.33±0.01	2.22±0.09	2.12±0.17	5.96±0.15
7	发霉三年生三七主根	0.71±0.02	3.30±0.03	0.29±0.01	2.82±0.05	2.82±0.05	7.67±0.14
8	高温烘烤三年生三七主根	0.89±0.01	2.92±0.09	0.31±0.01	2.88±0.09	2.88±0.09	7.61±0.17

3 结论与讨论

高效液相色谱法对三七药材及其提取物的含量测定、质量分析,具有快速、分离效能高、结果准确可靠、重现性好等优势,广泛应用于三七药材、提取物及其制剂的研究中,三七中的单体皂苷三七皂苷 R_1 、人参皂苷 R_{gl} 、 R_e 、 R_{bl} 、 R_d 含量较高,约占三七总皂苷的 80%,这 5 种单体皂苷含量的高低可以在一定程度上反映三七药材质量的优劣^[10]。但三七中皂苷类成分的 HPLC 检测分析,中国药典以三七皂苷 R_1 、人参皂苷 R_{bl} 、 R_{gl} 这 3 种皂苷作为指标性成分进行定量分析^[11],该研究比较了三七皂苷 R_1 以及人参皂苷 R_{bl} 、 R_{gl} 、 R_e 、 R_d 这 5 种单体皂苷的含量,更为全面一些。

由于市场上三七饮片或药品多以粉末的形式出现,品牌众多,规格繁杂,质量良莠不齐,且无法从表面形态判断其质量优劣。为了能更客观地判断不同三七的质量,该试验收集了 8 种不同的三七样品(三年生的合格样品和其他 7 种不合格的样品),对其中的三七皂苷 R_1 、人参皂苷 R_{gl} 、 R_e 、 R_{bl} 、 R_d 的含量进行了测定。该试验的 8 种样品中,一年生的三七主根皂苷含量远低于《中国药典》规定的 5.0%,且低于其他情况致不合格的三七样本,可见一年生三七药用价值不高,此外,三年生正常三七主根的皂苷含量最高,病变及过度加工

的三年生三七主根样品中 5 种皂苷含量相较于正常三年生三七主根样品中的皂苷含量有所降低,该试验对不同情形下的三七样本进行了 5 种皂苷含量的测定,并进行了比较,为三七质量的优劣判断提供一定的理论指导。

参考文献

[1] 杨崇仁.三七的历史与起源[J].现代中药研究与实践,2015,29(6):83-86.

[2] 蒲清荣,税丕先.三七药理作用研究概述[J].现代医药卫生,2007,23(24):3704-3705.

[3] 夏鹏国,张顺仓,梁宗锁,等.三七化学成分的研究历程和概况[J].中草药,2014,45(17):2564-2570.

[4] 张喜平,齐丽丽,刘达人.三七及其有效成分的药理作用研究现状[J].医学研究杂志,2007,36(4):96-98.

[5] 王振峰,高云涛,张文斌,等.不同生长年限三七中总皂苷含量的变化特征[J].安徽农业科学,2012,40(15):8458-8459,8463.

[6] 郭焕.三七粉末饮片质量评价与稳定性研究[D].成都:成都中医药大学,2018.

[7] 曾宪彩,朱美霖,蒋艳雪,等.不同清洗处理方式对三七剪口中重金属及药效成分的影响[J].中国实验方剂学杂志,2015,21(8):9-12.

[8] 武双,崔秀明,郭从亮,等.不同蒸制法对三七主根中皂苷的影响[J].中草药,2015,46(22):3352-3356.

[9] 武双,郭从亮,崔秀明,等.炮制前处理对三七中三七皂苷含量的影响[J].中国医院药学杂志,2015,35(24):2208-2212.

[10] 时圣明,袁永兵,陈常青,等.HPLC 法在三七及其制剂现代药学研究中的应用[J].药物评价研究,2010,33(6):472-475.

[11] 国家药典委员会.中华人民共和国药典:一部[S].北京:中国医药科技出版社,2015:11-12.

(上接第 125 页)

[4] 《云南植被》编写组.云南植被[M].北京:科学出版社,1987.

[5] 吴怀理,胡杰,宿爱芝.钟灵山国家森林公园天然森林植被的主要类型[J].绿色科技,2018(19):190-191,202.

[6] 车勇,张晓旭,谭志卫,等.盘龙河流域空间信息分析[J].环境科学导刊,2010,29(3):15-19.

[7] 梁国军.云南怒江流域植被覆盖度及 MODIS 光谱特征季节变化研究[D].昆明:云南大学,2010.

[8] 司马永康,裴艳辉,唐合文,等.云南黄家河流域天然森林植被的主要类

型[J].西部林业科学,2006,35(2):36-41.

[9] 环境影响评价报告公示:支那河二级水电站工程环评报告[EB/OL].[2019-10-15].http://www.docin.com/p-1928277684.html.

[10] 唐红燕,许丽萍,李帅锋,等.模拟氮沉降对南亚热带旱冬瓜幼苗生长性状及枝叶构建影响[J].西北林学院学报,2018,33(1):162-166,173.

[11] 王秋华.森林火灾燃烧过程中的火行为研究[D].北京:中国林业科学研究院,2010.

[12] 北极与北京蓼科杨柳植物的叶表皮微形态特征[EB/OL].[2019-10-15].http://www.doc88.com/p-7394822921117.html.