

# 中国亚热带灌丛群落物种组成及分布的研究

陈连连<sup>1</sup>, 张化永<sup>2\*</sup>, 黄头生<sup>1</sup>

<sup>1</sup>华北电力大学数理学院, 北京

<sup>2</sup>华北电力大学, 北京

收稿日期: 2022年3月16日; 录用日期: 2022年4月4日; 发布日期: 2022年4月14日

## 摘要

本文利用2017年公开发布的1970~2000年即30年气候数据, 以2001年科学出版社出版的中国植被图集(1:100万比例尺)为植被类型基础数据, 参照以年均生物学温度作为热量指标的温度带划分, 基于渗透理论(采用四邻规则)在生态学中的应用, 对中国灌丛植被共95个群系进行计算归类。结果显示: 中国亚热带地区灌丛物种组成丰富, 共包含了45个群系, 5种植被型, 其分布主要集中在我国南部地区。本文研究结果将为后续亚热带灌丛群落物种多样性的研究奠定基础。

## 关键词

亚热带, 灌丛, 生态学, 物种组成

# Research on Species Composition and Distribution of Subtropical Shrub Communities in China

Lianlian Chen<sup>1</sup>, Huayong Zhang<sup>2\*</sup>, Tousheng Huang<sup>1</sup>

<sup>1</sup>College of Mathematics and Science, North China Electric Power University, Beijing

<sup>2</sup>North China Electric Power University, Beijing

Received: Mar. 16<sup>th</sup>, 2022; accepted: Apr. 4<sup>th</sup>, 2022; published: Apr. 14<sup>th</sup>, 2022

## Abstract

This paper uses the 30-year climate data from 1970 to 2000, which was publicly released in 2017 and taking the China Vegetation Atlas (1:1 million scale) published by Science Press in 2001 as the

\*通讯作者。

文章引用: 陈连连, 张化永, 黄头生. 中国亚热带灌丛群落物种组成及分布的研究[J]. 统计学与应用, 2022, 11(2): 296-303. DOI: 10.12677/sa.2022.112031

basic data of vegetation types. Temperature zone division is based on annual average biological temperature as a heat indicator. Based on the application of infiltration theory (using the four-neighbor rule) in ecology, a total of 95 groups of shrub vegetation in China were calculated and classified. The results show that the shrub species composition in subtropical regions of China is rich. A total of 45 groups were included, involving 5 vegetation types, and their distribution was concentrated in the southern part of China. The results of this study will provide help for subsequent studies on the species diversity of subtropical shrub communities in my country.

## Keywords

Subtropical, Shrub, Ecology, Species Composition

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

灌丛是指以灌木作为优势种的植被类型，其群落高度一般小于 5 m，具有种类繁多、生产力高、分布广泛等特点，是陆地生态系统重要的组成部分[1]。目前，随着全球变暖以及人类对自然资源的不合理利用，水土流失、生物多样性锐减等问题日趋严重。灌丛作为重要的植被类型之一，有防风固沙、保持水土、改善环境的功能，因此明确灌丛的物种组成及分布特征对植被物种多样性的保护有重要作用，同时又能够为植被恢复工作提供理论指导。

我国学者针对中国地区灌丛群落做了许多研究。2013 年，张亚茹[2]等人选取我国广东省部分县区作为研究区域，利用此地区 18 个调查点的植被数据对灌丛群落的分布及物种组成进行了分析。2018 年，刘梦[3]等人对广西中部地区桃金娘、龙须藤、番石榴等 7 种典型灌丛群落的物种组成及其优势种进行了简要分析。2019 年，白丰桦[4]以河南西北部地区 51 个样地的灌丛作为研究对象，统计显示此地区灌丛群落物种组成丰富，共包括了荆条灌丛、盐肤木灌丛、黄栌灌丛等 23 种群系类型。同年，柴永福[5]等人基于我国华北地区灌丛群落的资料数据进行研究，结果表明，我国华北地区灌丛群落的物种组成包括落叶灌丛、常绿革叶灌丛及灌丛荒漠等。截止目前，人们对于我国灌丛群落的研究大多局限于一些较小区域，对于较大地理范围的研究较少。

亚热带，又称副热带，是地球上一种重要的气候带。由于依据不同指标划分得到的温度带界限有所差异，历年来人们对于亚热带的划分存在各种各样的说法。康永鏊[6]在 1959 年以我国广西壮族自治区 19 个县作为调查区域，依据该地区地表的热量分布和对应区域农作物、植被的生长情况，得出了我国亚热带和热带的热量界限标准为：年均温约为 22℃，积温达到 7500℃，最冷月均温约为 15℃，最低均温达到 5℃。1967 年，Holdridge [7]基于前人对热带植被及植被气候因素的研究，以生物学温度为气候指标对温度带进行了划分，将全球气候划分为极地带、亚极地带、北方带、冷温带、暖温带、亚热带和热带共 7 个温度带，其中，亚热带的热量界限定为 17℃~24℃。1977 年 Kira [8]以温暖指数 WI 为气候指标，将温暖指数介于 180~240 间的地带划分为亚热带。1993 年，张新时教授[9]结合我国东部中纬度地带夏季炎热多雨、冬季寒冷干旱等气候特征，将 Holdridge 生命地带系统中暖温带与亚热带的热量界限由生物学温度 17℃调整到 14℃。综合各学者[10] [11] [12] [13]的分析，本文以年平均生物学温度作为气候指标，以 14℃~22℃为亚热带热量界限对中国亚热带灌丛群落的物种组成及分布展开研究。

历年来人们对于我国亚热带地区灌丛的研究较少，张新时在 2007 年发布的《中国植被及地理格局》

一书中针对我国灌丛进行了统计研究,其中对于灌丛在亚热带与热带各自包含的群系类型及其分布并未作出具体分类,而是作为一种植被型进行的归类。究竟亚热带灌丛和热带灌丛分别包含了哪些群系,又是如何分布的?基于这些问题,本文将依据明确的亚热带温度界限对中国灌丛展开分析统计,探究我国亚热带灌丛的群系种类及其大致分布情况。

## 2. 数据与方法

### 2.1. 气候与植被群落数据

气候数据取自 R.J. Hijmans 等人 2017 年公开发表的第二版全球气候数据,包括 1970 至 2000 年的月平均温度数据和月降水量数据,基于地理信息系统软件 ArcGIS10.3,对中国区域内的月均温进行处理,得到 1 km<sup>2</sup>空间分辨率的中国地区 1970~2000 年即 30 年的年平均气温的空间分布数据。

植被数据以 2001 年科学出版社出版的中国植被图集(1:100 万比例尺)为植被底图,基于地理信息系统软件 ArcGIS10.3,将中国区域与植被图叠加进行空间配准,获取各区域的植被类型及对应群系,进一步矢量数字化、栅格化处理,以群系类型为基础,筛选得到 1 km<sup>2</sup>空间分辨率的中国灌丛群落分布的空间格点数据。

### 2.2. 数据处理与方法

本研究中年平均温度的计算参考 Holdridge 生命地带分类系统气候指标的方法[7],具体如下:

$$TB = \sum T/12 \quad (1)$$

式中  $TB$ ——年均生物学温度(°C);

$T$ ——月均生物学温度(°C)(其中,0°C ≤  $T$  ≤ 30°C,当  $T$  ≥ 30°C 时,取  $T = 30$ °C,当  $T$  ≤ 0°C 时,取  $T = 0$ °C)。

### 2.3. 亚热带灌丛群系的归类方法

本文利用公式(1)计算中国区域灌丛所有样本点的年均生物学温度,以生态学中的渗透理论为依据,由于群系图斑中每个样本点对应面积均为 1 km<sup>2</sup>,对于某个含有  $n$  个样本点的图斑而言,该图斑的物种覆盖总面积为  $n$  km<sup>2</sup>,因此本研究将灌丛群系的各个图斑作为一个研究单位,将图斑内不同温度带的样本点作为不同类型的物种,把年均温介于 14°C~22°C 之间的样本点归为亚热带类型,统计该图斑中亚热带类型的样本点占图斑总样本点的比例,即该图斑中亚热带类型物种覆盖面积占物种覆盖总面积的比例,依据生态学理论与渗透理论[14]及其四邻规则可知,若占比高于 60%,则在该图斑范围内,亚热带类型的物种占主导地位,生长稳定,不易受到破坏。此时将该群系图斑归为亚热带,表明此灌丛群系在亚热带有分布,进一步说明该群系对应的植被型在亚热带存在分布。

## 3. 结果与分析

本文基于中国植被图集中记载的灌丛群落的 7 个植被型(共 95 个群系)进行研究,根据各群系图斑在亚热带存在分布的情况,分析得到我国亚热带地区的灌丛群落物种组成,即共包括 5 个植被型(共 45 个群系),分别为温带落叶阔叶灌丛;亚热带、热带常绿阔叶、落叶阔叶灌丛;亚热带、热带早生常绿肉质多刺灌丛;亚高山落叶阔叶灌丛;亚高山硬叶常绿阔叶灌丛。以下为我国亚热带地区灌丛群落所包含植被型具体群系种类的统计结果。

### 3.1. 温带落叶阔叶灌丛的亚热带分布及群系类型

温带落叶阔叶灌丛植被型中有图斑分布在亚热带的群系有 9 个,如表 1 所示。

**Table 1.** Types of subtropical biomes contained in temperate deciduous broadleaf shrubs  
**表 1.** 温带落叶阔叶灌丛包含的亚热带群系类型

植被型	群系	TB (°C)			亚热带图斑数	亚热带图斑占比(%)
		TB_max	TB_min	TB_mean		
温带落叶阔叶灌丛	榛子灌丛	16.76	9.34	14.93	8	2.56
	二色胡枝子灌丛	15.66	13.46	14.68	9	5.92
	荆条、酸枣灌丛	15.51	11.97	14.85	28	7.04
	黄栌灌丛	17.98	13.01	15.41	29	29.29
	秦岭小檗灌丛	15.41	12.43	14.41	3	3.37
	绣线菊灌丛	16.16	10.29	14.16	2	0.96
	牛奶胡颓子、柳灌丛	15.75	11.86	14.82	8	13.33
	柠条灌丛	15.47	13.92	14.73	1	0.62
	蔷薇、栒子灌丛	16.88	10.44	15.21	13	10.16

由表 1 可知,该植被型的 9 个群系中处于亚热带稳态图斑个数最多的群系为黄栌灌丛,有 29 个图斑。亚热带图斑个数在 10 个以下的群系有 6 个,占该植被型群系总数的 66.67%。根据各个群系亚热带图斑个数在总图斑数的占比统计结果可知,占比最低的群系为柠条灌丛,为 0.62%,占比最高的群系为黄栌灌丛,为 29.29%。该植被型所涉及群系对亚热带图斑占比均低于 30%,说明从各群系总体来看,这些群系在亚热带并不能占据主要地位。从各群系在亚热带分布样本点的年均生物学温度统计结果可以看出,该植被型的 9 个群系亚热带样本点的年均温平均值都在 15°C 左右,其中最高的是黄栌灌丛,为 15.21°C,最低的是秦岭小檗灌丛,为 14.41°C。

温带落叶阔叶灌丛植被型群系在亚热带的分布较少,主要分布在海拔高度约为 1500 米的秦岭以及大巴山两侧,少部分群系分布在四川省西部的大雪山东侧。

### 3.2. 亚热带、热带常绿阔叶、落叶阔叶灌丛的亚热带分布及群系类型

亚热带、热带常绿阔叶、落叶阔叶灌丛植被型中有图斑分布在亚热带的群系共有 29 个,其中有 23 个群系的部分图斑分布在亚热带,有 6 个群系的图斑全部分布于亚热带,如表 2 所示。

由表 2 可知,该植被型的群系中亚热带图斑个数达到 100 个以上的有茅栗、白栎灌丛,白栎、短柄枹栎灌丛,栓皮栎、麻栎灌丛,榿木、乌饭树、映山红灌丛,南烛、矮杨梅灌丛,桃金娘灌丛,青檀、红背山麻杆、灰毛浆果楝灌丛,马桑灌丛,竹叶椒、荚蒾灌丛,雀梅藤、小果蔷薇、火棘、龙须藤灌丛,余甘子灌丛共 11 个群系,这些群系对应亚热带样本点的年均温平均值在 15°C~20°C 之间。图斑数量方面,榿木、乌饭树、映山红灌丛最多,有 963 个图斑分布于亚热带,对应样本点年均温的范围为 11.43°C~23.71°C,说明该群系生长所需的温度范围较广,进而分布更加广泛。依据各个群系亚热带图斑数在群系总图斑数的占比统计可知,银叶巴豆、桃金娘灌丛亚热带图斑占比最低,为 6.67%。而占比达到 80% 以上的群系有 12 个,其中中平树、银柴、黄杞灌丛,竹叶椒、球核荚蒾灌丛,竹叶椒、樟叶荚蒾灌丛,成风叶下珠、毛桐、马棘灌丛,青檀、红背山麻杆、灰毛浆果楝灌丛,余甘子、水锦树灌丛这 6 个群系全部分布在亚热带地区,说明此类群系对亚热带地区的水热环境有很好的适应性。

**Table 2.** Types of subtropical biomes contained in subtropical, tropical evergreen broadleaf and deciduous broadleaf shrubs  
**表 2.** 亚热带、热带常绿阔叶、落叶阔叶灌丛包含的亚热带群系类型

植被型	群系	TB (°C)			亚热带图斑数	亚热带图斑占比(%)
		TB_max	TB_min	TB_mean		
亚热带、热带常绿阔叶、落叶阔叶灌丛	茅栗、白栎灌丛	19.50	8.77	15.05	233	71.47
	白栎、短柄枹栎灌丛	17.60	9.25	15.15	216	69.01
	栓皮栎、麻栎灌丛	22.58	12.83	18.39	102	58.96
	白鹃梅、映山红灌丛	16.58	13.11	14.92	5	83.33
	枫香灌丛	18.28	17.07	17.95	2	66.67
	水马桑、圆锥绣球灌丛	18.40	11.79	15.38	58	51.33
	欆木、乌饭树、映山红灌丛	21.71	11.43	17.56	963	94.23
	南烛、矮杨梅灌丛	23.12	9.03	16.52	312	70.75
	桃金娘灌丛	22.70	14.36	20.49	208	64.20
	岗松灌丛	22.86	15.03	21.07	82	28.98
	银叶巴豆、桃金娘灌丛	17.98	16.11	16.77	1	6.67
	中平树灌丛	22.68	15.27	20.47	21	32.31
	中平树、银柴、黄杞灌丛	21.28	18.13	19.97	1	100.00
	竹叶椒、球核荚蒾灌丛	21.84	14.72	16.43	2	100.00
	竹叶椒、樟叶荚蒾灌丛	22.10	13.56	17.51	13	100.00
	中平树、云南银柴、毛桐灌丛	21.99	18.9	20.35	2	22.22
	成风叶下珠、毛桐、马棘灌丛	19.85	15.45	17.23	7	100.00
	青檀、红背山麻杆、灰毛浆果楝灌丛	22.46	16.48	19.76	168	100.00
	马桑灌丛	18.41	7.76	15.18	126	50.60
	短梗胡枝子、火棘灌丛	16.38	11.86	14.60	14	15.56
	杨叶木姜子、盐肤木灌丛	17.98	11.09	14.79	5	45.45
	竹叶椒、荚蒾灌丛	19.93	10.36	16.02	107	83.59
	雀梅藤、小果蔷薇、火棘、龙须藤灌丛	21.59	9.00	16.33	470	86.40
	铁仔、金花小檗灌丛	20.48	12.76	16.23	9	47.37
	酒饼叶(假鹰爪)、小花龙血树、番石榴灌丛	22.72	19.16	21.52	44	29.14
	余甘子灌丛	23.06	11.00	18.96	134	92.41
	余甘子、水锦树灌丛	22.04	15.15	20.25	11	100.00
	余甘子、糙叶水锦树灌丛	23.17	13.39	19.39	27	96.43
	白刺花、小马鞍叶灌丛	16.70	11.26	15.23	6	20.00

亚热带、热带常绿阔叶、落叶阔叶灌木在我国亚热带的分布十分广泛,该植被型几乎覆盖了我国南方地区的所有省份,较为集中的分布是在我国贵州省的苗岭南侧,湖南省西北部的武陵山两侧以及广东省的莲花山西侧这三个区域。而在云南省南部、湖南省中部和南北方分界线区域仅存在零散分布。

### 3.3. 亚热带、热带旱生常绿肉质多刺灌木的亚热带分布及群系类型

亚热带、热带旱生常绿肉质多刺灌木植被型中有图斑分布在亚热带的群系有 3 个,如表 3 所示。

**Table 3.** Types of subtropical biomes contained in subtropical and tropical evergreen xeromorphic succulent thorny scrubs  
**表 3.** 亚热带、热带旱生常绿肉质多刺灌木包含的亚热带群系类型

植被型	群系	TB (°C)			亚热带图斑数	亚热带图斑占比(%)
		TB_max	TB_min	TB_mean		
亚热带、热带旱生常绿肉质多刺灌木	露兜箭、仙人掌灌木	22.13	21.52	21.89	2	5.13
	仙巴掌、量天尺灌木	19.78	14.93	16.84	5	100.00
	霸王鞭、仙巴掌灌木	19.26	14.71	17.06	3	100.00

由表 3 可知,该植被型的 3 个群系中仙巴掌、量天尺灌木和霸王鞭、仙巴掌灌木的图斑全部分布于亚热带,图斑个数分别为 5 个和 3 个,对应样本点的年均温平均值分别为 16.84°C 和 17.06°C,它们在亚热带地区有较强的生存性,可以作为典型群系。而露兜箭、仙人掌灌木的亚热带图斑占比较低,为 5.13%,其对应样本点的年均温最高值、最低值以及平均值都达到了 21°C 以上,相比于其它两个群系,更适合在气温较高的地区生长。

亚热带、热带旱生常绿肉质多刺灌木是由旱生肉质的仙人掌科和类仙人掌的大戟属植物组成,是世界荒漠植被的主要类型。该植被型在亚热带的分布相对较少,主要分布在贵州省中南部地区和广东省莲花山东侧地区。

### 3.4. 亚高山落叶阔叶灌木和硬叶常绿阔叶灌木亚热带分布及群系类型

亚高山落叶阔叶灌木中有图斑分布在亚热带的群系有 1 个,亚高山硬叶常绿阔叶灌木中有图斑分布在亚热带的群系有 3 个,具体群系如表 4 所示。

**Table 4.** Group types contained in subalpine deciduous broadleaf shrubs and sclerophyllous evergreen broadleaf shrubs  
**表 4.** 亚高山落叶阔叶灌木和硬叶常绿阔叶灌木包含的群系类型

植被型	群系	TB (°C)			亚热带图斑数	亚热带图斑占比(%)
		TB_max	TB_min	TB_mean		
亚高山落叶阔叶灌木	硬叶柳灌木	15.53	12.09	14.18	1	12.66
亚高山硬叶常绿阔叶灌木	腺房杜鹃灌木	18.28	9.88	14.96	8	5.76
	腋花杜鹃灌木	20.38	6.15	15.51	4	2.72
	矮高山栎灌木	15.43	14.00	15.03	1	1.22

由表 4 可知,亚高山落叶阔叶灌木植被型仅有硬叶柳灌木这一个群系在亚热带有分布,亚热带图斑

占比为 12.66%。而亚高山硬叶常绿阔叶灌丛植被型中包括 3 个群系, 其中腺房杜鹃灌丛和腋花杜鹃灌丛群系中分别有 8 个和 4 个图斑分布于亚热带, 对应群系亚热带图斑在群系总图斑的比例分别为 5.76% 和 2.72%。而矮高山栎灌丛仅有 1 个图斑在亚热带分布, 且亚热带图斑个数在总图斑个数中仅占 1.22%。由表 4 可知, 这 4 个群系对应样本点的年均温平均值都没有超过 16℃, 说明它们在气温处于 14℃~16℃ 的环境下更有利于生长。

对于亚高山落叶阔叶灌丛, 该植被型仅有一个群系归属于亚热带, 分布在我国四川省北部的岷山东侧, 所处区域的海拔高度较高, 约为 4000 米。亚高山硬叶常绿阔叶灌丛则主要分布在四川省中南部和云南省西北部地区。

#### 4. 讨论与结论

与既往研究区域不同, 本文是基于对中国地区温度带的划分, 在较大尺度上对灌丛群落物种展开的统计分析, 结果表明我国亚热带地区灌丛群落物种组成非常丰富, 共包含了 5 个植被型, 共 45 个群系, 其植被型主要是以亚热带、热带常绿阔叶、落叶阔叶灌丛为主, 该植被型生态特性差异明显、类型复杂, 在亚热带地区包含了 29 个群系类型, 约占所有亚热带群系种类的 65%, 表明该植被型在我国亚热带地区有较好的适应性。

本文基于《中国植被图集》的研究结果, 相较于张新时[15]在《中国植被及其地理格局》中中国灌丛的统计显示, 本研究统计所得的灌丛群系种类大部分与该书中的群系相符合。其中张新时划分在温带落叶阔叶灌丛植被型中的群系, 有 9 个群系在亚热带有分布。而对于归类为亚热带、热带常绿阔叶、落叶阔叶灌丛植被型的群系中, 有 29 个显示有亚热带分布, 可归为亚热带。书中归类的亚热带、热带旱生常绿肉质多刺灌丛植被型中, 在亚热带有分布的有 3 个群系(露兜筋、仙人掌灌丛, 仙巴掌、量天尺灌丛, 霸王鞭、仙巴掌灌丛), 亚高山落叶阔叶灌丛在亚热带有分布的有 1 个群系(硬叶柳灌丛), 亚高山硬叶常绿阔叶灌丛在亚热带有分布的有 3 个群系(腺房杜鹃灌丛, 腋花杜鹃灌丛, 矮高山栎灌丛)。而对于张新时书中的热带珊瑚灰岩肉质常绿阔叶灌丛以及亚高山常绿针叶灌丛这两个植被型, 并没有群系在亚热带有分布。

本研究以统计群系种类为重点, 以坚实的数据资料对我国亚热带灌丛的物种进行分析, 相比其他依靠经验归纳所得的结果更具有信服力, 可对后续灌丛植被研究工作和生态恢复问题提供理论参考。近年来, 人们对我国灌丛群系所处环境、具体位置、所含生物量以及群落不同特征的具体影响因子做了许多探究。本研究在一定程度上缺乏对各群系具体分布、外貌特征以及生物量等方面的分析, 未来可将对这些方面做进一步探究。

#### 参考文献

- [1] 李家湘, 张旭, 谢宗强, 卢从发, 涂向阳, 寻院. 湖南大围山杜鹃灌丛的群落组成及结构特征[J]. 生物多样性, 2015, 23(6): 815-823.
- [2] 张亚茹, 欧阳旭, 李跃林, 刘世忠, 张德强, 周国逸. 我国南亚热带灌丛群落特征及生物量的定量计算[J]. 中南林业科技大学学报, 2013, 33(9): 71-79.
- [3] 刘梦, 陈芳清, 王玉兵, 吕坤, 刘杨赞. 广西中部 7 种典型灌丛群落的物种多样性特征[J]. 热带亚热带植物学报, 2018, 26(2): 157-163.
- [4] 白丰桦. 河南典型灌丛植物群落物种多样性与谱系多样性研究[D]: [硕士学位论文]. 济南: 山东大学, 2019.
- [5] 柴永福, 许金石, 刘鸿雁, 刘全儒, 郑成洋, 康慕谊, 梁存柱, 王仁卿, 高贤明, 张峰, 石福臣, 刘晓, 岳明. 华北地区主要灌丛群落物种组成及系统发育结构特征[J]. 植物生态学报, 2019, 43(9): 793-805.
- [6] 唐永鏊. 从对全国综合自然区划中所定划分热带指标的意见谈到桂西南热带界线的划分[J]. 地理学报, 1959(6): 460-462.

- 
- [7] Holdridge, L.R. (1967) Life Zone Ecology. Tropical Science Center, San Jose.
- [8] Kira, T. (1991) Forest Ecosystems of East and Southeast Asia in a Global Perspective. *Ecological Research*, **6**, 185-200. <https://doi.org/10.1007/BF02347161>
- [9] 张新时. 研究全球变化的植被——气候分类系统[J]. 第四纪研究, 1993(2): 157-169+193-196.
- [10] 郑景云, 尹云鹤, 李炳元. 中国气候区划新方案[J]. 地理学报, 2010, 65(1): 3-12.
- [11] 兰肇声. 中国亚热带学术讨论会简介[J]. 山地研究, 1984(2): 76.
- [12] 江爱良. 论我国热带亚热带气候带的划分[J]. 地理学报, 1960(2): 104-109.
- [13] 李治基, 王献溥, 何妙光. 从植被地理分布的规律略谈划分广西热带和亚热带的依据及其特征[J]. 植物生态学与地植物学丛刊, 1964(2): 253-256.
- [14] 邬建国. 景观生态学——格局, 过程, 尺度与等级[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000: 56-61.
- [15] 张新时. 中国植被及其地理格局[M]. 北京: 地质出版社, 2007.