

# 高黎贡山南北段种子植物区系比较研究

刘经伦<sup>1</sup>, 陈凯<sup>2</sup>, 汪建云<sup>1</sup>, 陈文华<sup>1</sup>

(1. 保山学院资源环境学院, 云南 保山 678000; 2. 中国科学院昆明植物研究所, 昆明 650204)

**摘要:** 为了解高黎贡山的种子植物资源, 采用植物区系研究原理和方法, 将高黎贡山南段与北段种子植物区系进行对比分析。结果表明, 南段有 192 科 878 属 2807 种植物, 种可分为 15 个分布类型 9 亚型 14 个变型; 北段有 172 科 778 属 2816 种植物, 种可分为 15 个分布类型 9 亚型 20 个变型。通过比较科属分化程度、数量构成及古热带成分比例等, 南段区系具有较为古老和保守的特点, 而北段植物区系具有较为年青和新生的特点。回归分析显示南北段区系地理成分相似度较高, 而科属相似性却因分化在逐级降低。

**关键词:** 高黎贡山; 种子植物; 区系; 相似性

doi: 10.11926/j.issn.1005-3395.2016.03.011

## Comparative Study on Seed Plant Flora between Southern and Northern Gaoligong Mountains

LIU Jing-lun<sup>1</sup>, CHEN Kai<sup>2</sup>, WANG Jian-yun<sup>1</sup>, CHEN Wen-hua<sup>1</sup>

(1. College of Resources and Environment, Baoshan College, Baoshan 678000, Yunnan, China; 2. Kunming Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Kunming 650204, China)

**Abstract:** In order to understand the seed plant resources in Gaoligong Mountains, the seed plant flora between the southern and the northern Gaoligong Mountains were compared by using floristic theories and methods. The results showed that there were 2807 species, belonging to 192 families and 878 genera in the southern Gaoligong Mountains, and could be divided into 15 areal-types, 9 subtypes and 14 forms at species level. There were 2816 species, belonging to 172 families and 778 genera in the northern Gaoligong Mountains, could be divided into 15 areal-types, 9 subtypes and 20 forms at species level. From the differentiated degree, quantitative composition, and the ratio of palaeotropic components of families and genera, it was indicated that the southern flora was ancient and conservative, while the northern flora was young and newborn. The regression analysis showed that the southern flora and the northern flora were quite similar in geographical components, while the similarities of families and genera were gradually descending due to differentiation.

**Key words:** Gaoligong Mountain; Seed plants; Flora; Similarity

高黎贡山位于亚洲印度次大陆和青藏高原缝合地带的东缘, 是横断山脉的重要组成部分, 全境面积  $1.1 \times 10^5 \text{ km}^2$ <sup>[1]</sup>。受印度洋西南季风影响, 该地区总体上属于季风气候类型, 日照充足, 物种丰富, 是全球生物多样性最丰富地区之一。作为国家级自

然保护区的高黎贡山, 有非常特殊的地质历史和独特的生态自然环境。20 世纪初就有多位学者深入高黎贡山进行考察研究, 1902 年美国著名学者 J. F. Rock、1904 年英国博物学家 G. Forrest、1915 年奥地利学者 H. Handel-Mazzetti 和 1922 年英国学者 F.

收稿日期: 2015-08-17 接受日期: 2015-11-04

基金项目: 云南省教育厅科研课题(2010Y049)资助

This work was supported by the Foundation of Yunnan Educational Committee (Grant No. 2010Y049).

作者简介: 刘经伦(1976~), 男, 硕士, 副教授, 主要从事植物分类和植物区系地理学研究。E-mail: bs2002@qq.com

K. Ward 等; 国内以 30 年代的蔡希陶、王启元、俞德竣, 40 年代的刘慎谔、秦仁昌、冯国楣, 原南水北调综合考察队滇西北分队、自然资源横断山地区综合考察队、怒江自然保护区综合科学考察队、以及中国科学院昆明植物研究所李恒团队等最具代表性。植物区系是自然形成的产物, 是植物界在一定自然地理环境, 特别是自然历史等综合条件作用下长期发展和演化的结果, 其研究具有重要的理论价值和实践意义。本文选择高黎贡山南段与北段进行区系比较研究, 有助于揭示该地区种子植物区系性质、特征、起源及演变, 同时对植物区系分区和研究过渡地区植物区系的地理属性具有参考价值。

## 1 自然地理和环境概况

高黎贡山南段和北段的植被类型和物种组成有很多相似之处。但由于高黎贡山南北跨度大, 南段位于  $98^{\circ}34' \sim 98^{\circ}50' E$ ,  $24^{\circ}56' \sim 26^{\circ}09' N$ , 北段位于  $98^{\circ}11' \sim 98^{\circ}47' E$ ,  $27^{\circ}30' \sim 28^{\circ}22' N$  (图 1), 纬度跨度大决定了其古北极和古热带植物成分的过渡交汇特性<sup>[2]</sup>。自然地理环境差异明显, 南段具有明显的干湿季, 年均降水 2253 mm, 年均气温  $15.8^{\circ}C$ , 而北段四季降水分配均匀, 年均降水 2670 mm, 年均气温  $15.2^{\circ}C$ ; 地势北高南低, 海拔梯度大, 南段

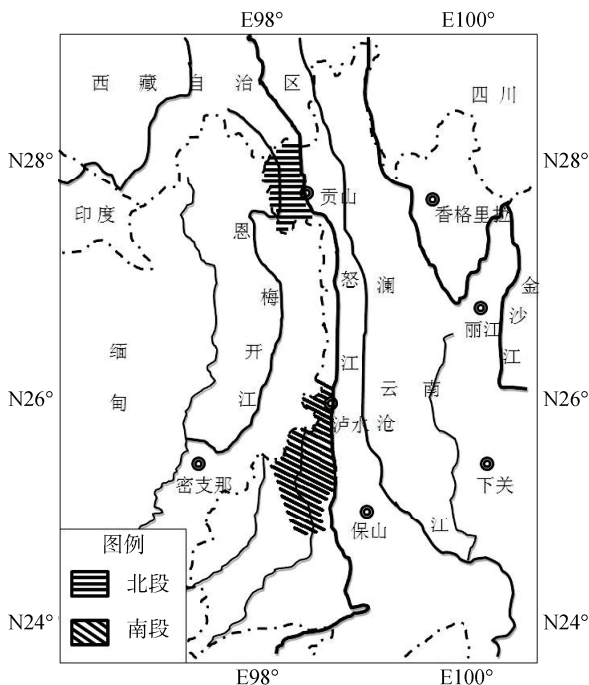


图 1 高黎贡山南段与北段示意图

Fig. 1 Geographical location of southern and northern Gaoligong Mountains

645~4161 m, 北段 1040~5128 m<sup>[3]</sup>; 这些生境差异导致了高黎贡山南北段植物区系的差异。

## 2 材料和方法

南段数据为多年来对高黎贡山自然保护区进行考察时采集的标本, 以及查阅数字标本馆和整理文献资料<sup>[4-8]</sup>。经统计, 高黎贡山南段现有野生种子植物 192 科 878 属 2807 种(包括种下等级, 不含栽培种及外来入侵种)。北段数据根据《高黎贡山北段种子植物区系研究》进行统计, 共计有 172 科 778 属 2816 种(包括种下等级)。

采用植物分类学和植物区系地理学方法, 通过对高黎贡山实地考察, 采集标本、分类鉴定、馆藏标本和文献资料整合, 裸子植物按郑万钧(1978)系统, 被子植物按 Hutchinson 系统, 建立种子植物名录。再按吴征镒的植物区系分布区类型的原理和方法, 确定每种植物的科级、属级和种级分布区类型, 最后进行数据统计及对比分析研究。

## 3 区系地理成分分析

### 3.1 组成成分比较

南段 192 科种子植物可划分为 10 个分布区类型 12 个变型; 878 属可划分为 15 个类型和 22 个变型; 2807 种可划分为 15 种类型 9 亚型 14 个变型。而北段 172 科种子植物可划分为 10 个分布区类型 7 个变型; 778 属可划分为 15 个类型和 19 个变型, 2816 种可划分为 15 种类型 9 亚型 20 个变型。

**科级水平** 南段分布热带性质科有 84 科, 温带性质的 51 科, 分别占总科数的 62.22% 和 37.78% (不计世界广布, 下同); 北段分布热带性质科有 80 科, 温带性质的 61 科, 分别占总科数的 56.74% 和 43.26%, 表明在科级水平上, 热带成分南段高于北段, 温带成分北段高于南段。南北段均含 10 个分布类型; 不同的是南段有热带亚洲至热带大洋洲分布 2 科, 北段有中国特有分布 1 科。按南北段分布类型的科数排序, 最多的前 3 个类型相同, 反映出科级的区系起源相似性较高, 而南段有较多的热带亚洲和热带美洲间断分布, 反映高黎贡山南段科级水平起源和演化上与热带亚洲联系紧密; 而北段有较多东亚成分, 则反映了高黎贡山北段科级水平起源和演化上与东亚分布较南段联系紧密。

表1 高黎贡山南段与北段种子植物分布区类型比较<sup>[9]</sup>

Table 1 Comparison on areal-types of seed plants between southern and northern Gaoligong Mountains

分布类型 Areal-type	南段 Southern						北段 Northern					
	科 Family		属 Genus		种 Species		科 Family		属 Genus		种 Species	
	数量 Number	%	数量 Number	%	数量 Number	%	数量 Number	%	数量 Number	%	数量 Number	%
1T*	57	29.69	63	7.18	40	1.43	31	18.02	55	7.07	26	0.92
2T	63	32.81	149	16.97	30	1.07	68	39.53	107	13.75	15	0.53
3T	11	5.73	14	1.59	7	0.25	5	2.91	13	1.67	3	0.11
4T	5	2.60	68	7.74	23	0.82	4	2.33	49	6.30	13	0.46
5T	2	1.04	36	4.10	47	1.67	0	0	27	3.47	27	0.96
6T	0	0	50	5.69	42	1.50	0	0	34	4.37	23	0.82
7T	3	1.56	150	17.08	618	22.02	3	1.74	96	12.34	464	16.48
8T	32	16.67	132	15.03	32	1.14	36	20.93	152	19.54	34	1.21
9T	9	4.69	43	4.90	6	0.21	9	5.23	47	6.04	5	0.18
10T	2	1.04	37	4.21	24	0.86	3	1.74	42	5.40	37	1.31
11T	0	0	7	0.80	36	1.28	0	0	8	1.03	43	1.53
12T	0	0	3	0.34	6	0.21	0	0	3	0.39	13	0.46
13T	0	0	1	0.11	7	0.25	0	0	3	0.39	8	0.28
14T	8	4.17	111	12.64	804	28.64	12	6.98	125	16.07	873	31
15T	0	0	14	1.59	1085	38.65	1	0.58	17	2.19	1232	43.75
合计 Total	192	100	878	100	2807	100	172	100	778	100	2816	100

\* T: 分布区类型; 1~15 见吴征镒的中国种子植物属的分布区类型<sup>[9]</sup>。

\* T: Areal-type. 1-15 see The areal-types of Chinese genera of seed plants by WU Zheng-yi<sup>[9]</sup>.

**属级水平** 南段有热带性质属 467 属, 占总属数的 57.30%, 温带性质属 348 属, 占总属数的 42.70%; 北段有热带性质属 326 属, 占总属数的 45.09%, 温带性质属 397 属, 占总属数的 54.91%。这表明在属级水平南段植物区系以热带成分占优, 北段以温带成分占优。群落研究也表明, 南段的科属区系组成具有明显的热带起源背景<sup>[10]</sup>。南北段均含 15 个分布类型, 表明南北段地理成分均较复杂。按南北段分布类型属数排序, 南段前 4 个类型依次为 7、2、8 和 14 类型, 北段依次为 8、14、2 和 7 类型; 虽然顺序不同, 但成分相同, 只是南段以热带亚洲(印度-马来西亚)与泛热带成分居前, 而北段以北温带成分与东亚成分居前。这说明高黎贡山为古北大陆和古南大陆的交汇区域, 即东亚区系中的喜马拉雅区与马来西亚区交汇区域。

**种级水平** 南段有热带性质种 767 种, 占总种数的 27.72%, 温带性质种 2000 种, 占总种数的 72.28%; 北段有热带性质种 545 种, 占总种数的 19.53%, 温带性质种 2245 种, 占总种数的 80.47%。这表明在种级水平南段热带成分高于北段, 北段温带成分高于南段, 但都以温带成分占优。按南北段分布型种数排序, 南段与北段的前 3 个类型完全相同, 依次为 15、14 和 7 型, 说明高黎贡山南段与

北段种子植物区系主体组成成分是一致的。同时, 南段科级水平上群落具有亚热带性向温带性过渡的区系特征<sup>[11]</sup>, 北段的生态地理环境较为复杂, 获得新物种形成的环境机遇较多, 更有利于新类群的发生、发展和分化, 所以北段特有物种要多于南段。

### 3.2 成分相似性比较

从南北段种子植物区系资料对比(图 2)可以看出, 南段地理成分类型分布与北段的基本一致, 方差分析表明线性回归分析结果的显著度(sig.)均小于 0.05, 表明回归分析有意义。从图 3 来看, 表明科的吻合度相对偏小, 但属、种的地理成分类型分布上具有很高的一致性。两区系密切相关(科、属和种分布区类型的 Pearson 相关系数分别为 0.963、0.989 和 0.989; sig.同为 0.000)。但南段区系类型中热带性质和东亚性质更趋明显。

## 4 植物演变差异化

### 4.1 科属种分化程度比较

高黎贡山南段种子植物的科属种比为 1 : 4.57 : 14.62, 北段为 1 : 4.52 : 16.37(包括种下等级)。相对而言, 北段区系“科少种多”的特点反映其相对

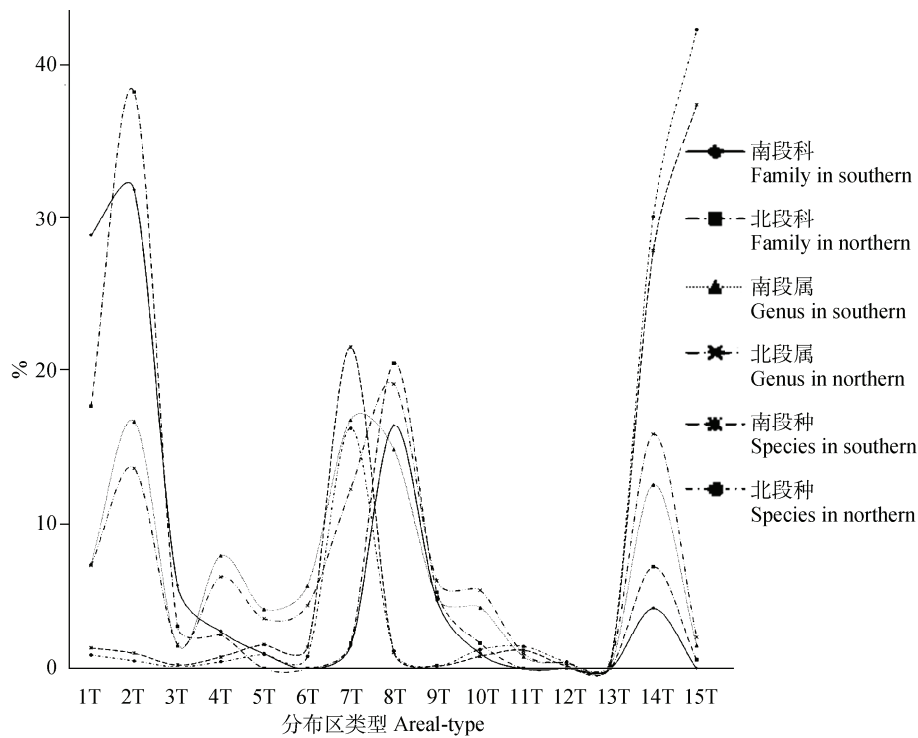


图 2 高黎贡山南北段种子植物的地理成分

Fig. 2 Areal-types of seed plants in southern and northern Gaoligong Mountains

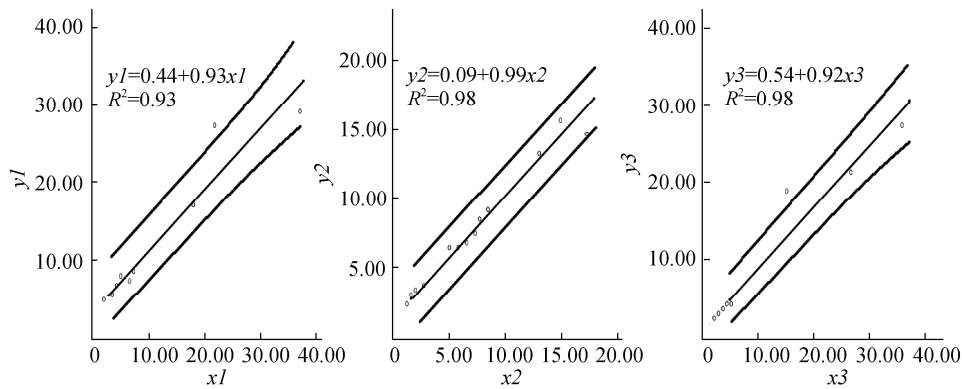


图 3 地理类型分布的线性回归带 95%置信区间。x1: 北段科; y1: 南段科; x2: 北段属; y2: 南段属; x3: 北段种; y3: 南段种。

Fig. 3 Linear regression among distributions of geographical types with 95% confidence interval. x1: Family in north; y1: Family in south; x2: Genus in north; y2: Genus in south; x3: Species in north; y3: Species in south.

表 2 高黎贡山南段与北段的科属种分化程度

Table 2 Diversity of seed plants in southern and northern Gaoligong Mountains

	南段 Southern	北段 Northern
科/属 Family/Genus	192/878=0.218679 (1 : 4.57)	172/778=0.22108 (1 : 4.52)
科/种 Family/Species	192/2807=0.068400 (1 : 14.62)	172/2816=0.06108 (1 : 16.37)
属/种 Genus/Species	878/2807=0.312789 (1 : 3.2)	778/2816=0.27628 (1 : 3.62)
科/属/种 Family/Genus/Species	192/878/2807=1 : 4.57 : 14.62	172/778/2816=1 : 4.52 : 16.37

年青和新生的性质，南段“科多种少”的特点反映南段区系较为古老和保守的性质。由表 2 可见，科属比在

南段为 0.219，北段为 0.221，说明属级多样性南段强于北段，南段区系的古特有性略高。而科种比和属种

比则都是南段大于北段,说明种级分化北段强于南段,其原因是北段由于后期生态环境的剧烈变化,物种的分化程度变得更强,易产生大量的新生特有种。

#### 4.2 区系科属种相似性比较

采用 Sprenson 的公式  $Sc = [2C/(A+B)]$  计算不同地区或不同地理成分间的相似性<sup>[12]</sup>, 式中,  $Sc$  为相似性系数,  $C$  为两地共有类群数,  $A$ 、 $B$  为两地各自的类群数(均不含世界广布类群)。区系相似性系数越大,表明区系起源、性质相似程度越高,而区系分化程度则越低<sup>[13]</sup>。

**科级水平** 南北段共有科 156 科,南段有 36 科非共有,如黄眼草科(Xyridaceae)、箭根薯科(Taccaceae)、买麻藤科(Gnetaceae)、山龙眼科(Proteaceae)、肋果茶科(Sladeniaceae)、透骨草科(Phrymaceae)、鞘柄木科(Toricelliaceae)、水青树科(Tetracentraceae)等,且有 11 科为世界广布。北段有 16 科非共有,如牛栓藤科(Connaraceae)、领春木科(Eupteleaceae)、星叶草科(Circaeasteraceae)、九子母科(Podoaceae),没有世界广布科<sup>[14]</sup>。南北段种子植物科的相似性系数( $Sc$ )为 0.84。

北段有 5 科东亚特有(非南北共有):星叶草科、九子母科、四角果科(Carlemanniaceae)、囊苞花科(Triplostegiaceae),其中 1 科为中国特有。而南段的东亚特有科较少,非共有科仅有鞘柄木科和水青树科(Tetracentraceae)。这表明北段植物更接近东亚区系。而南段除东亚特有科分布较少外,还分布有起源古老的肋果茶科、十齿花科(Dipentodontaceae),反映这一区域在地质历史上的古老性<sup>[15]</sup>。

**属级水平** 南北段共有 586 属,包括世界广布 50 属;南段有 292 属非共有,含 13 属世界广布;北段有 192 属非共有,含 5 属世界广布。南北段属的相似性系数为 0.68,相对于科级水平区系已经有了较大的分化。

中国特有属南北段共有的有 6 属:箭竹属(*Asteropyrum*)、贡山竹属(*Dickinsia*)、紫菊属(*Sinocarum*)、蜂腰兰属(*Berneuxia*)、拟单性木兰属(*Pterygiella*)、台湾杉属(*Paragutzlaffia*)。

南段有 8 属为中国特有(非南北共有),分别是全唇花属(*Eurycorymbus*)、心叶石蚕属(*Davidia*)、直瓣苔苣苔属(*Sinolimprichtia*)、马蹄香属(*Syncalathium*)、牛筋条属(*Whytockia*)、癭椒树属(*Ypsilandra*)、栾树属(*Smithorchis*)和长蕊斑种草属(*Taiwania*);北段 11

属中国特有(非南北共有),分别是珙桐属(*Davidia*)、马蹄芹属(*Dickinsia*)、小芹属(*Sinocarum*)、舟瓣芹属(*Sinolimprichtia*)、藏岩梅属(*Berneuxia*)、合头菊属(*Syncalathium*)、翅茎草属(*Pterygiella*)、异叶苣苔属(*Whytockia*)、南一笼鸡属(*Paragutzlaffia*)和反唇兰属(*Smithorchis*)。

**种级水平** 南北段共有植物 1131 种,包括世界广布 12 种;南段有 1676 种非共有,含 28 种世界广布;北段有 1685 种非共有,含 14 种世界广布。南北段种的相似性系数为 0.40,由于生态环境的变化和区系的演变与融合,相似性系数低于 0.50,表明两区系分化程度较高。

在种级水平上,两地种子植物出现了比科级和属级更多的差异。南北段共有种占总种数的 40.29%,其中,341 种为中国特有,76 种为云南特有,24 种为高黎贡山特有。高山玄参(*Scrophularia hypsophila*)、云南鹅掌柴(*Schefflera yunnanensis*)、孔目矮柳(*Salix kongmuensis*)、贡山悬钩子(*Rubus gongshanensis*)、大树杜鹃(*Rhododendron protistum* var. *giganteum*)、贡山杜鹃(*Rhododendron gongshanense*)、长爪梅花草(*Parnassia farreri*)、独龙重楼(*Paris dulongensis*)、独龙蛇根草(*Ophiorrhiza dulongensis*)、粗壮珍珠菜(*Lysimachia robusta*)、金黄凤仙花(*Impatiens xanthina*)、微绒毛凤仙花(*Impatiens tomentella*)、同距凤仙花(*Impatiens holocentra*)、怒江球兰(*Hoya salweenica*)、贡山独活(*Heracleum kingdoni*)、贡山竹(*Gaoligongshania megalothyrsa*)、片马柳叶菜(*Epilobium kermodei*)、俞氏楼梯草(*Elatostema yui*)、多花掌叶树(*Brassaiopsis polyacantha*)、贡山桦(*Betula gynoterminalis*)、腾冲秋海棠(*Begonia clavicaulis*)、缅甸南星(*Arisaema burmaense*)、锐叶香青(*Anaphalis oxyphylla*)、腾冲异形木(*Allomorpha howellii*)为高黎贡山特有。

## 5 讨论和结论

从科、属、种 3 个层面上,高黎贡山南段的热带成分都高于北段,温带成分低于北段;科、属、种级优势分布类型都表明南段与古热带植物区系的亲缘关系较为密切,而北段则与温带东亚植物区系较为密切,这也契合了高黎贡山南北纬度跨越大,生态环境差异明显的特点。

回归分析表明,科、属、种的地理分布成分吻合度较高,说明南北段同属一个山脉,植物融合度较高,

区系的地理成分也越来越趋同,这是融合演化的趋势。

通过区系相似性比较,高黎贡山南段的科级、属级分化程度都强于北段,数量构成中“科多种少”的特点,古热带成分的相对优势,一些古老单型科的存在,及南段生态环境变化较北段缓和而保留的较多古老特有种,都反映了南段区系相对北段有较为古老和保守的性质。高黎贡山北段的种级分化程度强于南段,数量构成中“科少种多”的特点,特有种较多,及北段的生态地理环境较复杂,更有利于新类群的发生发展和分化,都反映了高黎贡山北段相对年青和新生的性质。

随着生态环境的变化,区系的演变及南北相邻区系融合,新属的迁入和新种的出现等导致南北段的科、属、种在区系分化程度依次变高,而相似性程度则依次降低,这些演变势必与横断山脉特殊的地理环境和独特的气候条件密切相关。

## 参考文献

- [1] LI H, DAO Z L, GUO H J. Plants in Gaoligong Mountain [M]. Beijing: Science Press, 2000: 1-452.  
李恒, 刀志灵, 郭辉军. 高黎贡山植物 [M]. 北京: 科学出版社, 2000: 1-452.
- [2] XIONG Q H, AI H S. Nature and Biodiversity of Gaoligong Mountain [M]. Beijing: Science Press, 2006: 1-742.  
熊清华, 艾怀森. 高黎贡山自然与生物多样性研究 [M]. 北京: 科学出版社, 2006: 1-742.
- [3] WANG J L. The fertility features of the forest soil of the southern of Gaolionshan Mountain [J]. J Yunnan Norm Univ (Nat Sci), 1994, 14(4): 95-101.  
王金亮. 高黎贡山南段森林土壤肥力特征 [J]. 云南师范大学学报: 自然科学版, 1994, 14(4): 95-101.
- [4] WANG J Y. Studies on Gaoligong Mountain Plants [M]. Kunming: Yunnan University Press, 2008: 63-83.  
汪建云. 高黎贡山植物研究 [M]. 昆明: 云南大学出版社, 2008: 63-83.
- [5] LI R, DAO Z L, JI Y H. A floristic study on the seed plants of the northern Gaoligong Mountains in western Yunnan, China [J]. Acta Bot Yunnan 2007, 29(6): 601-615. doi: 10.3969/j.issn.2095-0845.2007.06.001.  
李嵘, 刀志灵, 纪运恒, 等. 高黎贡山北段种子植物区系研究 [J]. 云南植物研究, 2007, 29(6): 601-615. doi: 10.3969/j.issn.2095-0845.2007.06.001.
- [6] WU Z Y, CHEN J, CHEN S K, et al. Flora Yunnanica, Vol. 1-15 [M]. Beijing: Science Press, 1976-2006.  
吴征镒, 陈介, 陈书坤, 等. 云南植物志, 第 1-15 卷 [M]. 北京: 科学出版社, 1976-2006.
- [7] WU Z Y, CHEN X Q, SUN X Z, et al. Florae Reipublicae Popularis Sinicae, Tomus 1-80 [M]. Beijing: Science Press. 1956-2004.  
吴征镒, 陈心启, 孙祥钟, 等. 中国植物志, 第 7-80 卷 [M]. 北京: 科学出版社, 1956-2004.
- [8] LI Z Y, XIE Y. Invasive Alien Species in China [M]. Beijing: China Forestry Press, 2002: 1-22.  
李振宇, 解焱. 中国外来入侵种 [M]. 北京: 中国林业出版社, 2002: 1-22.
- [9] WU Z Y. The areal-types of Chinese genera of seed plants [J]. Acta Bot Yunnan, 1991(Suppl.): 1-139.  
吴征镒. 中国种子植物属的分布区类型 [J]. 云南植物研究, 1991(增刊): 1-139.
- [10] MENG G T, CHAI Y, YUAN C M, et al. Community characteristics of the mid-montane humid evergreen broad-leaved forest in Gaoligong Mountains, Yunnan [J]. Sci Silv Sin, 2013, 49(3): 144-151. doi: 10.11707/j.1001-7488.20130320.  
孟广涛, 柴勇, 袁春明, 等. 云南高黎贡山中山湿性常绿阔叶林的群落特征 [J]. 林业科学, 2013, 49(3): 144-151. doi: 10.11707/j.1001-7488.20130320.
- [11] SU W P, DU F, YANG Y M, et al. Ecological characteristics of mid-mountain humid evergreen broad-leaved forest in southern part of Mt. Gaoligong [J]. J Sichuan For Sci Techn, 2014, 35(5): 3-7. doi: 10.3969/j.issn.1003-5508.2014.05.002.  
苏文苹, 杜凡, 杨宇明, 等. 高黎贡山南段中山湿性常绿阔叶林群落生态特征研究 [J]. 四川林业科技, 2014, 35(5): 3-7. doi: 10.3969/j.issn.1003-5508.2014.05.002.
- [12] ZHANG Y L. Coefficient of similarity: An important parameter in floristic geography [J]. Geogr Res, 1998, 17(4): 429-434.  
张镡铨. 植物区系地理研究中的重要参数——相似性系数 [J]. 地理研究, 1998, 17(4): 429-434.
- [13] LIU J L, PAN B, CHEN W H, et al. Differentiation and value of floristic presence of seed plants in the southern Gaoligong Mountains [J]. J Anhui Agri Sci, 2011, 39(23): 20-22.  
刘经伦, 盘波, 陈文华, 等. 高黎贡山南段种子植物的分化度及存在度分析 [J]. 安徽农业科学, 2011, 39(23): 20-22.
- [14] WU Z Y, ZHOU Z K, SUN H. The Areal-types of Seed Plants and Their Origin and Differentiation [M]. Kunming: Yunnan Science and Technology Press, 2006: 1-145.  
吴征镒, 周浙昆, 孙航, 等. 种子植物的分布区类型及其起源和分化 [M]. 昆明: 云南科技出版社, 2006: 1-145.
- [15] WANG Z J, ZHAO J C. Flora and Rare and Endangered Plant Resources in Mountain Region of Hebei [M]. Beijing: Science Press, 2010: 1-35.  
王振杰, 赵建成. 河北山地植物区系与珍稀濒危植物资源 [M]. 北京: 科学出版社, 2010: 1-35.