

# 秦岭种子植物区系中的北温带区系成分研究

张秦伟

(咸阳师范学院地理系, 陕西咸阳 712000)

**摘要:** 北温带成分是秦岭种子植物区系组成中的优势成分, 共有 225 属, 属数占秦岭所有种子植物总属数的 24.08%, 占中国种子植物区系北温带成分总属数的 74.50%。该类成分在秦岭地区不仅丰富, 而且是本区植被区系组成的优势成分, 其起源则有明显的热带性质。

**关键词:** 植物区系; 北温带成分; 性质; 特点; 起源; 秦岭

**中图分类号:** Q948.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2002)01-0019-10

## Study on the north temperate of the seed plant in Qinling Mt.

ZHANG Qin-wei

(Department of Geography, Xianyang Normal College, Xianyang Shaanxi 712000, China)

**Abstract:** The north temperate of the seed plant flora in Qinling Mt. is studied in this paper. The result shows: the north temperate is a dominant element of the composition of the seed plant flora in Qinling Mt., there are 225 genera in this range, the amount of genera about north temperate account for 24.08% of the total genera in Qinling Mt. and 74.50% of the north temperate of China seed plant flora. The north temperate in this Mt. is not only rich in kind, but also the dominant element in the flora of the vegetation. The nature of the flora is temperate characteristics, and the origin of north temperate has the clear tropical nature.

**Key words:** flora; north temperate; nature; characteristics; origin; Qinling Mt.

秦岭的种子植物区系一直被人们所关注。近年来许多学者对秦岭植物区系的组成、起源、性质以及一些科、属、种的地理分布等方面做了大量的研究工作<sup>[1-4]</sup>, 普遍认为其区系具有明显的温带性质。作为数量上占本区植物区系第一位的北温带成分, 探讨其数量特征、在植被组成中的作用以及这类成分的起源发生, 对于全面揭示秦岭植物区系的面貌具有重要意义。

### 1 北温带区系成分的数量特点及其群落学作用

北温带成分(north temperate)一般指广泛分布

于欧洲、亚洲和北美洲温带地区的属。由于历史和地理的原因, 有不少属沿山脉向南延伸到热带山区, 甚至到南半球温带地区, 但其原始类型或分布区中心仍在北温带, 这些属也包括在北温带成分里<sup>[9]</sup>。北温带成分连同变型秦岭共有 225 属, 占我国同类的 74.50%<sup>[10]</sup>, 占本区种子植物总属数的 24.08%, 属数在秦岭种子植物 15 种地理成分中占据第一位。其中, 典型北温带成分秦岭 172 属, 北极—高山间断成分 5 属, 北温带和南温带(全温带)间断成分 44 属, 欧亚和南美洲温带间断成分 3 属, 地中海区、东亚、新西兰和墨西哥至智利间断成分 1 属(表 1)。

收稿日期: 2000-11-21

作者简介: 张秦伟(1964-), 男, 陕西礼泉人, 硕士, 副教授, 主要从事自然地理学特别是植物地理学的教学和研究工作。

基金项目: 陕西省教育委员会自然科学基金资助项目(95JK041)

## 1.1 典型北温带成分

典型北温带成分指分布于欧亚大陆及北美洲温带地区的属。秦岭共有 172 属、1 115 种, 归 64 科。分别占全国同类总属数的 80.75%, 科数的 90.43%。其中裸子植物有柏科、松科和红豆杉科 3 科共 8 属, 26 种。被子植物的 164 属中, 双子叶植物 123 属, 927 种, 单子叶植物 41 属, 162 种。科内包含的种数较多的有禾本科 18 属, 蔷薇科 15 属, 菊科 11 属, 兰科 10 属, 百合科 9 属, 十字花科 7 属, 玄参科、毛茛科及伞形科各 6 属, 唇形科 5 属。这些科主要是温带分布的科, 一些科虽为世界广布科或热带分布科(如菊科和兰科), 但其在秦岭出现的属却具有温带性质和特点。典型北温带成分在秦岭的分布

特点有以下几个方面:

1.1.1 属内所含的种数比较多 有 31 属含有的种数在本区超过了 10 种, 共包括 668 种, 占秦岭种子植物总种数的 23.25%, 数量之多, 清楚的反映了本区植物区系的温带特点。全国含有 100 种以上的 27 个大属中, 属于典型北温带成分的占有 14 属, 这 14 属同样在秦岭也包括有大量的种类。其中种数最多的有柳属(*Salix*)、风毛菊属(*Saussurea*)、小檗属(*Berberis*)、槭属(*Acer*)、忍冬属(*Lonicera*)、蒿属(*Artemisia*)等(表 2)。

与此相反, 少型属和单型属极为贫乏, 前者本区仅有 13 属, 单型属秦岭仅有铃兰(草铃玉 *Convallaria*) 属(表 3)。

表 1 秦岭种子植物区系中的北温带成分统计

Table 1 The statistics of north temperate of the flora of seed plant in Qinling Mt.

北温带分布及其变型 North temperate and it's variations	中国属数 No. of genera in China	秦岭属数 No. of genera in Qinling Mt.	占秦岭总属数(%) Percentage of the total genera in Qinling Mt.	秦岭/中国(%) Qinling Mt./China
8 典型北温带成分 Typical north temperate	213	172	18.42	80.75
8-2 北极—高山间断成分 Arctic-alpine	14	5	0.53	35.71
8-4 北温带和南温带(全温带)间断成分 N. Temp. & S. Temp. disjuncted. ("Pan-temperate")	57	44	4.71	77.19
8-5 欧亚和南美洲温带间断成分 Eurasia & Temp. S. Amer. disjuncted.	5	3	0.32	60.00
8-6 地中海区、东亚、新西兰和墨西哥至智利间断成分 Mediterranea, E. Asia, New Zealand and Mexico-Chile disjuncted.	1	1	0.10	100.00
合计 Total	290	225	24.08	74.50

以上特点反映了秦岭是我国植物温带成分的主要分布地区, 并且这些属相对比较年轻。

1.1.2 木本属的群落学作用明显 木本属在秦岭虽然仅有 46 属, 数量不多, 但这些属几乎包括了世界北温带成分中所有典型的含乔木和灌木的属, 它们所包括的种类是秦岭植被组成的主体, 且大多数属于群落的建群种或优势种。现简述如下:

裸子植物中, 松属的马尾松(*Pinus massoniana*)主要分布在温暖、湿润的秦岭南坡海拔 1 000 m 以下的低山丘陵, 是秦岭南坡常绿针叶林的主要建群种之一; 油松(*P. tabulaeformis*)、华山松(*P. armandii*)形成的针叶林主要分布在中山地段; 白皮松(*P. bungeana*)群落在秦岭一般多见于东部的蓝田、华县、潼关、洛南、商县、柞水和西部的留坝等地, 该群落在秦岭的总面积约有 3 592.6 hm<sup>2</sup>, 占陕西省白皮松林面积的 97.4%<sup>[1]</sup>。

冷杉属(*Abies*)的巴山冷杉(*A. fargesii*)在我国

的地理分布, 东起湖北神农架, 沿大巴山、米仓山到岷山山地, 经陕西秦岭向东延伸至东段河南省伏牛山。秦岭、巴山山地是该种的分布中心<sup>[12]</sup>。在秦岭地区, 巴山冷杉分布于海拔 2 400 m 以上的山坡、山脊或沟谷中, 是秦岭寒温性针叶林的主要优势种之一, 现今佛坪县的大涧沟, 宁陕县北部秦岭主脊一带仍有大面积的巴山冷杉纯林。

冷杉属的另一种秦岭冷杉(*A. chensiensis*)分布于我国河南、湖北、甘肃及陕西等省, 秦岭是该种的集中分布区, 其中尤以秦岭腹地的宁陕和佛坪两县数量最多。

落叶松属(*Larix*)秦岭共有 4 种, 其中华北落叶松和日本落叶松为栽培种, 野生种有红杉(*L. potaninii*)及太白红杉(*L. chinensis*), 前者仅见于秦岭西段的甘肃舟曲、岷县, 是当地针叶林的重要组成部分, 一般分布海拔高度在 2 500 m 以上, 秦岭以外的甘肃东南部(岷山)、四川西部及北部(九寨沟、

表 2 秦岭典型北温带成分中的优势属  
Table 2 The statistics of dominant genera of north temperate in Qinling Mt.

编号 No.	属名 Name of genus	科名 Name of family	种数(秦岭/中国/世界) No. of species(Qinling Mt./China/World)	在中国分布 Distribution in China	习性 Habit
1	柳 <i>Salix</i>	杨柳科 Salicaceae	47/200/500±	全国 Whole country	灌木或乔木 Bush or arbor
2	凤毛菊 <i>Saussurea</i>	菊科 Compositae	45/320/403	全国 Whole country	草本 Herbaceous
3	小檗 <i>Berberis</i>	小檗科 Berberidaceae	38/200/450-500	主产西部及西南部 Grown mainly in West China and South-West China	灌木 Bush
4	槭 <i>Acer</i>	槭树科 Aceraceae	35/150/200	全国,中部及西部为分布中心 Whole country, distributed in central and west of China	乔木 Arbor
5	忍冬 <i>Lonicera</i>	忍冬科 Caprifoliaceae	35/90-100/200±	全国 Whole country	灌木 Bush
6	蒿 <i>Artemisia</i>	菊科 Compositae	33/170±/350	全国 Whole country	草本、亚灌木或小 灌木 Herbaceous sub (small) bush
7	李 <i>Prunus</i>	蔷薇科 Rosaceae	29/140±/200±	全国 Whole country	灌木或乔木 Bush or arbor
8	绣线菊 <i>Spiraea</i>	蔷薇科 Rosaceae	28/50-70/100±	全国 Whole country	落叶灌木 Deciduous bush
9	蔷薇 <i>Rosa</i>	蔷薇科 Rosaceae	27/60-100/150-250	全国 Whole country	灌木 Bush
10	荚蒾 <i>Viburnum</i>	忍冬科 Caprifoliaceae	24/74/216	全国 Whole country	灌木,稀为小乔木 Bush, rare small arbor
11	杜鹃 <i>Rhododendron</i>	杜鹃花科 Ericaceae	24/650/500-850	除新疆外各省均有,西南部及西部最多 Except Xinjiang, grown mostly in South- West China and west of China	灌木,稀为小乔木 Bush, rare small arbor
12	景天 <i>Sedum</i>	景天科 Crassulaceae	24/124/470(600+2)	全国,西南高山最多 Whole country, mostly in high Mt. of South-West China	草本或亚灌木 Herbaceous or sub bush
13	乌头 <i>Aconitum</i>	毛茛科 Ranunculaceae	21/165/300	全国,东北、西南较多 Whole country, most in East-North China and South- West China	草本 Herbaceous
14	黄精 <i>Polygonatum</i>	百合科 Liliaceae	21/31/40-50±	全国,西南最盛 Whole country, grown mostly in South-West China	草本 Herbaceous
15	马先蒿 <i>Pedicularis</i>	玄参科 Scrophulariaceae	21/329/500-600	全国,西南最盛 Whole country, grown mostly in South-West China	草本 Herbaceous
16	杨 <i>Populus</i>	杨柳科 Salicaceae	20/25-30/35-40	多产西南、西北和北部 Grown mostly in South-West China, North-West China and north of China	乔木 Arbor
17	葱蒜 <i>Allium</i>	百合科 Liliaceae	19/110/450-500	全国 Whole country	草本 Herbaceous
18	委陵菜 <i>Potentilla</i>	蔷薇科 Rosaceae	19/90-100/200-500	全国 Whole country	草本 Herbaceous
19	报春花 <i>Primula</i>	报春花科 Primulaceae	17/380±/500±	全国,主产西部及西南部 Whole coun- try, grown mainly in west of China and South-West China	草本 Herbaceous
20	香青 <i>Anaphalis</i>	菊科 Compositae	15/50±/80±	全国,西南最盛 Whole country, grown mostly in South-West China	草本 Herbaceous
21	栎 <i>Quercus</i>	壳斗科 Fagaceae	15/110/450	全国 Whole country	乔木或灌木 Arbor or bush
22	醋栗 <i>Ribes</i>	醋栗科 Grossulariaceae	15/45/150±	西南、西北、东北 South-West China, North-West China, North-East China	灌木 Bush
23	白蜡树 <i>Fraxinus</i>	木犀科 Oleaceae	12/20-27/70±	全国 Whole country	乔木 Arbor
24	海棠 <i>Malus</i>	蔷薇科 Rosaceae	12/22/35	西南、西北经中部至东北 South-West China, North-West China, from Central China to North-East China	小乔木 Small arbor
25	鹅耳枥 <i>Carpinus</i>	榛科 Carpinaceae	11/25/35-40	全国 Whole country	乔木 Arbor
26	棘豆 <i>Oxytropis</i>	蝶形花科 Papilionaceae	11/(30)57/300±	西南、西北至东北 South-West China, North-West China, to North-East China	草本或小灌木 Herbaceous or small bush

(续表 2)

编号 No.	属名 Name of genus	科名 Name of family	种数(秦岭/中国/世界) No. of species(Qinling Mt. /China/World)	在中国分布 Distribution in China	习性 Habit
27	天南星 <i>Arisaema</i>	天南星科 Araceae	10/82/150±	全国,主产西南 Whole country, grown mainly in South-West China	草本 Herbaceous
28	紫堇 <i>Corydalis</i>	荷包牡丹科 Fumariaceae	10/200/320	全国,西南最盛 Whole country, grown mostly in South-West China	草本 Herbaceous
29	翠雀 <i>Delphinium</i>	毛茛科 Ranunculaceae	10/110±/250-300	全国,主产西南和西北 Whole country, grown mainly in South-West China and North-West China	草本 Herbaceous
30	百合 <i>Lilium</i>	百合科 Liliaceae	10/40+/80±	全国,西南及中部最多 Whole country, grown mostly in South-West China and central of China	草本 Herbaceous
31	虎耳草 <i>Saxifraga</i>	虎耳草科 Saxifragaceae	10/203+/370+	全国 Whole country	草本 Herbaceous

表 3 秦岭典型北温带成分中的单型属、少型属

Table 3 The statistics of single genera and little genera of north temperate in Qinling Mt.

编号 No.	属名 Name of genus	世界种数 No. of species in world	中国种数 No. of species in China	秦岭种数 No. of species in Qinling Mt.	备注 Remarks
1	铃兰属 <i>Convallaria</i>	1	1	1	
2	黄栌属 <i>Cotinus</i>	4	2	3	全为变种 all varieties
3	葎草属 <i>Humulus</i>	3	3	2	1 变种 1 variety
4	山茱萸属 <i>Macrocarpum</i>	4	2	2	
5	芥属 <i>Capsella</i>	5	1	1	
6	水晶兰属 <i>Moussieria</i>	5	1	1	
7	鸭儿芹属 <i>Cryptotaenia</i>	4~5	1	2	1 变种 1 variety
8	五福花属 <i>Adoxa</i>	2	2	1	
9	茜草属 <i>Beckmannia</i>	2	1	1	
10	鸭茅属 <i>Dactylis</i>	5	1	1	
11	粟草属 <i>Milium</i>	3~6	1	1	
12	凹舌兰属 <i>Coeloglossum</i>	2	1	1	
13	兜被兰属 <i>Neottianthe</i>	6	2	2	
14	舞鹤草属 <i>Maianthemum</i>	4	1	1	

松藩)等地也能见到。后者系秦岭高山区特有种,垂直分布于海拔 2 900 m 以上,秦岭主峰太白山是其分布中心。以太白红杉组成的寒温性针叶林构成了今日秦岭森林植被的分布上限<sup>[9]</sup>。

圆柏属(*Sabina*)秦岭有 4 种,包括 2 变种,圆柏(*S. chinensis*)分布普遍,香柏(*S. squamata* var. *reidsonii*)及芳香柏(*S. saltuaria*)可以分布在海拔 3 000 m 以上,前者以太白山、玉皇山等地较为集中,后者仅见于舟曲,我国西南的岷江流域、大渡河流域、藏东南、滇西北及甘肃岷山等地也有分布。

在落叶阔叶林的区系组成中,壳斗科栎属(*Quercus*)是最重要的一属,这一属我国有 70 多种,秦岭 15 种,但这 15 种中几乎包括了我国北方落叶阔叶栎类的绝大部分种类,它们广泛分布于秦岭山地的南北坡各县,最常见的种类如栓皮栎(*Q. variabilis*)、麻栎(*Q. acutissima*)、槲栎(*Q. aliena*)、槲树

(*Q. dentata*)、锐齿栎(*Q. aliena* var. *acuteserrata*)、辽东栎(*Q. liaotungensis*)、小椴子树(*Q. glandulifera* var. *brevipetiolata*)等落叶栎类及半常绿的榧子树(*Q. baronii*)等种类。而秦岭南坡低山丘陵,则分布有较为丰富的常绿栎类,如铁橡树(*Q. raeoides*)、青檀(*Q. spathulata*)、尖叶栎(*Q. cayphylla*)等,它们常混生于落叶栎类组成的森林中,或者和其它的常绿树一起与落叶栎类组成混交林。

就落叶栎类来讲,栓皮栎林在整个秦岭地区分布最广,其分布的海拔高度,在南坡上限不超过 1 700 m,北坡上限不超过 1 600 m;麻栎林在南坡分布较多,群落中常出现其它常绿乔木、灌木和藤本,在南坡分布的上限一般不超过海拔 1 000 m,秦岭北坡海拔 500~700 m 的低山丘陵地带虽有分布,但由于受人类影响较大,目前多以残遗群落存在,且群落中几乎不出现常绿成分;锐齿栎林是秦岭栎

林中分布幅度最宽、面积最大的一个类型,群落的区系组成丰富,垂直分布高度在南坡为海拔 1 400~1 900 m,北坡为海拔 1 200~1 800 m;榧子树林在本区多见于海拔 2 000 m 以下的山脊梁顶或干燥陡坡;最后一个重要的栎林群落是辽东栎林,它是秦岭所有栎林中垂直分布海拔最高的类型,主要分布在北坡海拔 1 700~2 100 m 之间,秦岭西段分布集中,至中段已渐减少,秦岭东段多呈个体出现。南坡的辽东栎林较少,仅见于秦岭西段。

桦木属(*Betula*)是北温带成分中的另一个典型的木本属。这个属秦岭有红桦(*B. albo-siensis*)、牛皮桦(*B. albo-siensis* var. *septentrionalis*)、光皮桦(*B. luminifera*)、白桦(*B. platyphylla*)等 4 种,前 2 种形成的群落是秦岭山地落叶阔叶林分布海拔最高的类型,秦岭主脊及南北支梁,凡海拔高出 2 000 m 的山坡上,常可见红桦、牛皮桦有规律的分布,构成了下部为红桦,上部为牛皮桦的桦木林带<sup>[1]</sup>。特别是主峰太白山地区,北坡从放羊寺到平安寺,长达 20 km 的范围内,几乎都是牛皮桦林;光皮桦多分布于秦岭南坡的中、西段,在海拔 1 500~1 900 m 的阴坡、沟谷较为常见;白桦在本区的垂直分布范围也很广,海拔 1 000~2 000 m 的范围内,都可以见到该种的踪迹。

秦岭的落叶阔叶杂木林区系组成中,也有不少北温带典型木本属。如槭属的重齿槭(*Acer maximowiczii*)、青皮槭(*A. grosseri*)、秦岭槭(*A. tsinglingense*)、色木(*A. mono*)、青榨槭(*A. davidii*)、血皮槭(*A. griseum*);桤木属(*Alnus*)的桤木(*A. cremastogyne*);榛属的榛(*Corylus heterophylla*)、鹅耳枥属(*Carpinus*)的鹅耳枥(*C. turczaninowii*)、川鄂鹅耳枥(*C. henryana*)、千金榆(*C. cordata*);胡桃属(*Juglans*)的核桃(*J. regia*)、核桃楸(*J. mandshurica*);梣木属(*Cornus*)的梣木(*C. macrophylla*)、灯台树(*C. controversa*)、毛梣(*C. walteri*);桑属(*Morus*)的桑(*M. alba*);七叶树属(*Aesculus*)的七叶树(*A. chinensis*);白蜡树属(*Fraxinus*)的白蜡树(*F. chinensis*);椴树属(*Tilia*)的少脉椴(*T. paucicostata*)、白椴(*T. oliveri*)、网脉椴(*T. dictyonera*)以及蔷薇科的苹果(*Malus*)、花楸(*Sorbus*)、李(*Prunus*)等属的许多落叶乔木种类。

1.1.3 灌木类型数量多 就秦岭山地的现状植被而

言,灌丛是其中的一个极其重要的组成部分,其植物区系的组成也是相当丰富的,如果我们仅从各类灌丛的建群种或优势种所隶属的属一级分类单位来分析,不难看出它们中的绝大部分同样也是典型的北温带木本属。

同栎属、桦木属一样,杜鹃花属(*Rhododendron*)也是北温带成分中最为典型的木本属之一。该属全世界 850 种,我国约有 650 种,它们集中分布于中国的西南山地、高原,秦岭该属有 25 种,同样也是秦岭本类型中区系种类较多的一个属。以该属许多种作为建群种形成的杜鹃灌丛是秦岭山地落叶灌丛植被中最普遍的一个类型,这种灌丛主要分布在秦岭的亚高山和高中山地带广大地区。如太白杜鹃(*Rh. purdomii*)灌丛分布在海拔为 2 000~2 800 m 的阴坡或半阴坡;金背枇杷(*Rh. clementinae* subsp. *aureodorule*)灌丛为一常绿灌丛,分布于海拔 2 500~3 000 m;爬枇杷(*Rh. purdomii* var. *nunum*)灌丛分布于海拔 2 800 m 以上;头花杜鹃(*Rh. capitatum*)灌丛主要分布在海拔 3 100 m 以上的亚高山、高山地带,秦岭以主峰太白山文公庙以上最为典型,这种灌丛不仅是秦岭、同时也是陕西分布海拔高度最高的常绿革质阔叶灌丛。上述杜鹃灌丛在秦岭分布面积广,四季常绿,到了冬季,它们的叶片是一些兽类(如秦岭羚牛)的主要食物,初夏盛花期,它们又是很好的高山蜜源。另外,有些灌丛是高山裸地的先锋木本群落,是具有垂直地带性的相对稳定的原生植被类型,在高山生态系统中有非常重要的作用。

柳属是北温带成分在秦岭含有种类最多的属,共有 47 种,广布于秦岭各地,这些种中,除一部分参与河谷杂木林的形成或栽培于村镇、田间外,大多数种类形成了落叶的柳树灌丛。如以高山杯腺柳(*Salix cupularis*)为建群种的灌丛分布于秦岭主峰太白山海拔 2 800~3 700 m 的高寒山地,它同头花杜鹃灌丛一样,也是一种具有垂直地带性意义的、相对稳定的原生灌丛。中低山地带的山坡、沟谷,桦木林或栎林等被破坏之后,往往形成以黄花柳(*S. caprea*)、皂柳(*S. wallichiana*)为建群种的次生性柳树灌丛。

除了上面所列举出的 2 个灌木属以外,其它较为重要的灌木属秦岭还有许多代表,如漆树科的黄

栎属(*Cotinus*)本区3种,盐肤木属(*Rhus*)3种,小檗科的小檗属38种,胡颓子科的胡颓子属(*Elaeagnus*)6种,忍冬科的忍冬属35种,莢蒾属24种,醋栗科的醋栗属(*Ribes*)15种,绣球花科的山梅花属(*Philadelphus*)2种,蔷薇科的栒子(*Cotoneaster*)属9种,山楂属(*Crataegus*)5种,蔷薇属(*Rosa*)27种,绣线菊属(*Spiraea*)28种。这些属所包含的种,不仅是秦岭南北坡、东西段各地山地落叶灌丛的主要组成成分,而且许多属的种类还经常渗入在森林植被的下层,成为针叶林、针阔叶混交林及落叶阔叶林的主要区系组成成员。

1.1.4 草本类型数量丰富 典型北温带成分中的草本类型在秦岭地区更是丰富多样。我们可以仅从它们在植被的组成方面及其在秦岭的地理分布两个方面作以下简单的分析:

(1)一部分草本属包含的种类是秦岭高山草甸的主要组成植物。如莎草科的嵩草属(*Kobresia*)秦岭2种,玄参科的马先蒿属(*Pedicularis*)秦岭21种,菊科的风毛菊属秦岭45种,蝶形花科的棘豆属(*Oxytropis*)11种,十字花科的葶苈属(*Draba*)6种,虎耳草科的虎耳草属(*Saxifraga*)10种,景天科的红景天属(*Rhodiola*)5种,毛茛科的乌头属(*Aconitum*)21种,翠雀花属(*Delphinium*)10种,禾本科的发草属(*Deschampsia*)2种。上述众多科属包含的种类,是高山植被的重要组成成分,有些更是群落的建群种或优势种,限于篇幅,在此不一一列举。

(2)中山山地草甸中包括了许多北温带草本属。如紫草科的琉璃草属(*Cynoglossum*)4种,桔梗科的风铃草属(*Campanula*)4种,菊科的蒿属33种,景天科的景天属(*Sedum*)24种,十字花科的播娘蒿属(*Descurainia*)1种,蔷薇科的委陵菜属(*Potentilla*)19种,唇形科的薄荷属(*Mentha*)1种,夏枯草属(*Prunella*)1种,柳叶菜科的柳兰属(*Chamaenerion*)1种,梅花草科的苍耳七属(*Parnassia*)3种,花荵科的花荵属(*Polemonium*)1种,毛茛科的升麻属(*Cimicifuga*)4种,类叶升麻属(*Actaea*)1种,禾本科的披碱草属(*Elymus*)4种,鸭茅属(*Dactylis*)1种,鸢尾科的鸢尾属(*Iris*)7种。

(3)草本属构成了森林群落的林下草本层。如菊科的香青属(*Anaphalis*)15种,马兜铃科的细辛属(*Asarum*)4种,荷包牡丹科的紫堇属(*Corydalis*)10

种,毛茛科的耧斗菜属(*Aquilegia*)5种,白头翁属(*Pulsatilla*)1种,蔷薇科的地榆属(*Sanguisorba*)1种,龙牙草属(*Agrimonia*)2种,伞形科的蕪本属(*Ligusticum*)5种,天南星科的天南星属(*Arisaema*)10种,禾本科的野青茅属(*Deeyeuxiu*)6种,粟草属(*Milium*)1种,拂子茅属(*Calamagrostis*)3种,短柄草属(*Brachydodium*)2种,百合科的百合属10种,黄精属21种,贝母属(*Fritillaria*)3种,兰科的杓兰属(*Cypripedium*)4种,斑叶兰属(*Goodyera*)1种,手参属(*Gymnadenia*)1种,舌唇兰属(*Platylthera*)3种,百合科的铃兰属(草铃玉属 *Convallaria*)和舞鹤草属(*Maianthemum*)不仅秦岭有其分布,而且在我国东北寒冷地区也很常见,被认为是北方针叶林下的特征植物。

鹿蹄草科是北温带的典型科,全科共有4属,秦岭产有该科的鹿蹄草属(*Pyrola*)4种,松下兰属(*Hypopitys*)2种,喜冬草属(*Chimaphila*)1种。虽然这3个属的生物学习性不尽相同,其中,鹿蹄草属为常绿草本,松下兰属为腐生性草本,而喜冬草属则为常绿半灌木。但它们均被认为是北温带林下的特征植物<sup>[9]</sup>,上述3属在秦岭主要分布在落叶阔叶林及寒温性针叶林的林下阴湿地段。与这一科关系很密切的水晶兰科,仅有水晶兰(*Montropa*)1属,该属全世界产有5种,我国产水晶兰(*M. uniflora*)1种,也分布到秦岭地区,如在秦岭南坡的洋县、宁陕、西段的文县一带海拔1000~3500m的山坡林下阴湿处有分布记载。

## 1.2 北温带分布的四个变型

上面对典型北温带成分在秦岭的地理分布作了介绍。此外,还有4个类似于典型北温带成分分布区变型,现简述如下:

1.2.1 北极—高山分布 这一变型我国有14属,归7个科。秦岭产有5属,归4个科,分别是十字花科的高山芥属(*Braya*)、山嵛菜属(*Eutrema*),杜鹃花科的北极果属(*Arctous*),蓼科的山蓼属(*Oxyria*)和毛茛科的金莲花属(*Trollius*)。这些属主要分布于北极及纬度较高的高山地区,有些甚至在亚热带的高山地区也能见到其踪迹,它们是高山植物的典型代表。如北极果属共有4种,分布于北极及北温带高山上,我国3种,见于东北和西部,秦岭产有北极果(*A. alpinus*)1种,生于太白山海拔1500m的高山

坡草坪上。山蓼属全属 2 种, 我国全产, 分布东北、西北和西南部, 秦岭产有山蓼 (*O. digyna*) 1 种, 生于海拔 2 000~3 600 m 的高山草甸中。

1.2.2 北温带和南温带间断分布 也叫全温带间断分布, 其包括的属主要分布于北温带, 而南温带往往有一定的种群, 或者另成为分布中心的一些属。该变型我国共有 57 属, 归 25 科。秦岭共有 44 属, 174 种, 归 23 科。和北温带分布的典型成分相近, 这一变型中仍以禾本科最多 (8 属), 石竹科、毛茛科、菊科、紫草科、蝶形花科及伞形科各含有 2~5 属。单型属无, 少型属仅有菊科的和尚菜属 (*Adenocaulon*) 1 属。

这一分布区变型中, 我国所有的 4 个木本属秦岭全产。麻黄科是全温带间断分布的单属科, 仅有麻黄属 (*Ephedra*) 1 属, 是古老的和分类学上孤立的裸子植物, 秦岭产有 2 种, 多见于干旱的山坡或河谷两岸; 乌饭 (*Vaccinium*) (越桔科) 我国 65 种, 秦岭南坡的洋县、凤县和西端的康县产该属的无梗越桔 (*V. henryi*) 1 种, 生于海拔 1 000~1 700 m 的山坡或山谷灌丛中; 枸杞属 (*Lycium*, 茄科) 秦岭 2 种, 其中, 宁夏枸杞 (*L. barbarum*) 属栽培种, 野生种 *L. chinense* 普遍生于秦岭南北坡海拔 1 500 m 以下的山坡、路边、沟岸或宅旁, 是很好的中草药药源植物; 最后一个木本属是接骨木科的接骨木属 (*Sambucus*), 这个属我国 5 种, 秦岭 3 种, 接骨草 (*S. chinensis*) 和血满草 (*S. adnata*) 为大草本或半灌木, 接骨木 (*S. williamsii*) 为落叶灌木, 上述 3 种本区海拔 1 500 m 以下的沟谷林或灌丛中普遍分布, 它们的根、茎、叶可供药用, 具舒筋活血, 散瘀消肿, 生肌长骨, 镇痛止血, 清热解毒等功效。

全温带间断分布中, 草本属显然是比较丰富的, 共 34 属, 这些属虽呈北温带和南温带间断, 但北温带仍是其主要分布区, 根据它们和南半球的间断情况, 可以分为下列几组:

(1) 北温带和南温带间断 11 属, 它们分别是蚤缀属 (无心菜属 *Arenaria*)、卷耳属 (*Cerastium*)、亚麻属 (*Linum*)、柳叶菜属 (*Epilobium*)、水杨梅属 (兰布政属 *Geum*)、婆婆纳属 (*Veronica*)、荨麻属 (*Urtica*) 及禾本科的雀麦属 (*Bromus*)、洽草属 (*Koeleria*)、鹧草属 (*Phalaris*) 和三毛草属 (*Trisetum*)。

(2) 北温带和澳大利亚、澳大利亚—南非洲, 或

和澳大利亚—南美洲间断 7 属, 分别是紫草科的鹤虱属 (*Lappula*)、勿忘草属 (*Myosotis*)、藜科的地肤属 (*Kochia*)、伞形科的当归属 (*Angelica*)、菊科的矢车菊属 (*Centaurea*)、毛茛科的驴蹄草属 (*Caltha*)、黑三棱科的黑三棱属 (*Sparaganium*)。当归属全属 80 余种, 少数产新西兰, 我国 26 种, 秦岭 8 种, 其中当归 (*A. sinensis*)、白芷 (*A. dahurica*) 均是著名的中草药; 驴蹄草属国产 6 种, 分布西南、西北和东北, 秦岭 2 种, 南坡西端数量较多, 其中驴蹄草 (*C. palustris*) 本区有分布外, 还可见于四川盆地西南边缘的山地, 如峨眉山海拔 2 500 m 左右的冷杉林下。

(3) 北温带和南美洲—南非洲间断 11 属, 如石竹科的女娄菜属 (*Melandrium*)、菊科的山柳菊属 (*Hieracium*)、十字花科的大蒜芥属 (*Sisymbrium*)、蝶形花科的山黧豆属 (香豆属 *Lathyrus*)、毛茛科的唐松草属 (*Thalictrum*)、茜草科的茜草属 (*Rubia*)、败酱科的缬草属 (*Valeriana*) 及禾本科的异燕麦属 (*Helictotrichon*)、臭草属 (肥马草属 *Melica*) 等。唐松草属是这个变型中种数较多的一个属, 秦岭共有 20 种, 广布于山坡、沟谷草地或林下。

(4) 北温带和南美洲间断 4 属, 即菊科的蒲公英属 (*Taraxacum*)、和尚菜属, 龙胆科的花锚属 (*Halenia*) 及蝶形花科的野豌豆属 (巢菜属 *Vicia*)。蒲公英广布本区, 野豌豆属秦岭有 20 种, 它们或可作为食用野菜, 或是质量较高的青草饲料植物。

(5) 北温带和南非间断 仅有 1 属, 即伞形科的柴胡属 (*Bupleurum*), 秦岭 12 种, 该属植物是著名的药用植物, 在本区, 多生于落叶阔叶林下或林缘, 亦可见于山坡或道旁。

1.2.3 欧亚和南美洲温带间断 为北温带成分的第三个变型, 它和全温带间断很相近, 我国这一变型 5 属, 秦岭有 3 属。禾本科的看麦娘属 (*Alopecurus*) 的分布情况很能说明这一间断分布的模式, 该属约有 30 种, 间断分布于欧亚和南美洲温带地区, 我国 6 种, 秦岭产有该属看麦娘 (*A. aequalis*) 等 2 种。另外的 2 个属分别是菊科的火绒草属 (*Leontopodium*) 和猫儿菊属 (*Achyrophorus*), 这两个属的分布情况很有趣, 前者全属约有 50 种以上, 间断分布于欧亚和南美山地, 我国 41 种, 喜马拉雅地区是其分布中心, 秦岭产有 10 种, 多见于山坡草地、林下或山顶、河滩砾石地上, 其中秦岭火绒草 (*L. giraldii*) 为秦岭特有

种。猫儿菊属全属 20 种,主产南美,我国 2 种,分布于东北、华北和新疆,秦岭产有猫儿菊(*A. ciliatus*) 1 种,仅见于东端河南卢氏的熊耳山。

1.2.4 地中海、东亚、新西兰和墨西哥至智利间断 这一变型全国仅有马桑科的马桑属(*Coriaria*),这是一个单属科,也分布在秦岭,本区产有马桑(*C. scinica*),主要分布于南坡低山地区。这个属间断分布于地中海区、欧洲和北非,喜马拉雅至温带、亚热带东亚和菲律宾、伊里安、新西兰和太平洋诸岛,墨西哥至智利,这种间断模式正好填补了南北温带、甚至南北两极之间间断分布的间隙。

## 2 关于北温带成分的起源

秦岭山地的植物因其众多的北温带区系成分给人留下了非常深刻的印象。关于这一地理成分的起源问题,许多学者已作了研究报告<sup>[9,13]</sup>,作为主要横跨欧洲、亚洲、北美洲的温带区系,其起源于古北大陆几乎是没有疑义的。

20 世纪初期,Hallier(1912)首先提出了植物区系热带起源的假说,以后得到了许多学者的支持和发展,如 Irmischer, Wulff, Camp, Bailey, Axelrod, Raven, Fedorov, A. C. Smith, Takhtajan, Van. Steenis, Aubreville, Thorne, 吴征镒, 张宏达, 浅田一男等<sup>[14,15]</sup>。他们认为被子植物和裸子植物起源于较低纬度的热带和亚热带地区。近些年来,许多学者通过大量的工作,从根本上彻底否定了最早由 Heer(1868)和 Engler 等人创立的被子植物北极第三纪起源的臆说。不过,被子植物起源于热带—亚热带的什么地方,目前仍有各种不同的意见<sup>[15]</sup>。吴征镒等人认为,中国南部、西南部和中南半岛在北纬 20°~40°间的广大地区最富有特有古老科属,这些第三纪古热带起源的植物区系即是近代东亚温带、亚热带区系的开端,这一地区就是它们的发源地<sup>[9]</sup>,也是北美、欧洲等北温带植物区系的开端和发源地。下面我们从几个方面来加以分析论证。

### 2.1 松杉类的起源

松杉类是裸子植物中最重要的一个类群,它的起源地众说不一。R. Florin(1963)对这类植物在时间、空间上的分布进行了相当全面和详细的研究,他的结论是松杉类最可能起源于北半球具有亚热带和暖温带气候的中纬度(约北纬 25°~50°)地

区<sup>[16]</sup>。1982 年,吴征镒以北方针叶林主要建群属——云杉(*Picea*)、冷杉和落叶松三属为例,从它们的种系发生、亲缘关系、分类上的比较形态学特征和地理分布等方面进行分析,认为它们主要是热带起源,而且中国横断山脉是关键地区<sup>[17]</sup>。上述 3 属所包括的种类在秦岭植物区系的组成中,尤其是在森林植被的植物区系组成中的重要性是显而易见的。

### 2.2 鹿蹄草科、水晶兰科的起源

鹿蹄草科、水晶兰科是北温带的典型植物,前者全科有 4 属,秦岭 3 属,其中最大的鹿蹄草属约 25 种,国产 23 种,但在低纬度地区的云南种类最多,并且经常出现在亚热带林下,该属的种类向高海拔或纬度较高的北方地区种类渐少,秦岭所出现的 3 种及 1 亚种均仍保持期常绿的习性,显然是在冬季覆雪条件下幸存的孑遗植物。喜冬草属为常绿半灌木,其习性和分布规律与鹿蹄草相似,该属种类在云南东南部和越南尚有出现,在北美,经过墨西哥山地向南达中美洲和西印度群岛<sup>[9,12,13]</sup>。

至于水晶兰科,也毫无疑问是热带起源<sup>[9,12,13]</sup>,这一科的水晶兰属经常出现于亚热带常绿林下。在本区,该属植物也有分布。

鹿蹄草科适应林下生活,具有根菌,被认为是从较为原始的、分布更为广泛的杜鹃花属特化而来的,而后的起源或许更能说明这一问题。

### 2.3 杜鹃花属的起源

杜鹃花属被分为 5 个亚属,共有 850 种,广布北半球,其中亚洲 843 种,北美洲 24 种,欧洲 9 种,澳大利亚东北部仅有 1 种。亚洲种类的大半数量产于中国,且 5 个亚属均有分布,共有 470 种,占该属种数的 54%。中国境内,除宁夏、新疆外,其它各省、自治区都有分布,尤其集中于中国西南山区,多达 400 种,若连同邻近的东喜马拉雅山地(印度北部,不丹至尼泊尔)在内,所有种类占到属内总数的 60%左右,而且,这一地区包含了所有的该属原始类群,特有种的比例也非常高,因此,这一地区是杜鹃花属的现代主要分布中心。考虑到康、滇古陆悠久的地质历史,这里可能是该属的发源地<sup>[9,13]</sup>。

闵天禄、方瑞征(1990)也对该属的系统发育与进化进行了研究<sup>[17]</sup>,认为本属的原始祖先是具有常绿习性,它们生长于白垩纪至早第三纪古北大陆南



缘,即大约在我国西南部的热带山区的温暖湿润森林环境中,并从这里开始向四周扩散,分化产生一些原始类群。总之,几乎可以肯定认为,杜鹃花属是典型的热带起源的。

#### 2.4 胡桃科的起源

胡桃科是北温带的的一个重要科,共有 9 属 71 种,间断分布于欧亚大陆和北美洲。路安民(1982)对该科的区系地理进行了全面深入的研究<sup>[9,15]</sup>。全科的 9 属中,热带分布型有 4 属 20 种;温带分布型(包括中国特有分布和东亚分布)5 属 51 种,它们为枫杨属(*Pterocarya*)、胡桃属、山核桃属(*Carya*)、青钱柳属和化香属(*Platycarya*)等,秦岭均产。上述的 9 个属中,秦岭不产的、呈热带亚洲分布的黄杞属(*Engelhardtia*)是胡桃科中最原始的类型,在我国分布于长江以南,国外见于马来西亚植物地区;美黄杞属(*Oreomnnea*)与黄杞属近缘,特产中美洲地区;就全科的 71 种来看,以东亚地区最多,有 7 属,23 种,其中的特有种占到东亚地区胡桃科总数的 56.5%,尤以东亚地区南部和东南亚地区不仅种、属数目最多,而且包含有该科中最原始的类型及演化系统中的各个重要阶段。因此,这里既是胡桃科分布区的多度中心,又是它的演化中心,再根据化石证据和现存属的亲缘关系分析,这里更是该科的发源地。

#### 2.5 桦木科及榛科的起源

桦木科与榛科同样也是北温带分布的典型科。前者包括的柅木属是该科中最原始的类型,在第三纪中新世晚期或较近时期的分布到达南美,这一属的原始种产于喜马拉雅、印度阿萨姆和中国<sup>[9,12,13]</sup>,秦岭产该属 1 种;桦木属的原始种也限于喜马拉雅和东亚。榛科也有类似的分布格局,这个科中较大的鹅耳枥属主产中国亚热带至热带地区,其中长穗鹅耳枥(*Carpinus fangiiana*)分布于川、鄂及邻近地区,是鹅耳枥属中最原始的种<sup>[9,12]</sup>。由此看来,呈北温带分布的桦木科和榛科也是古北大陆南部起源的。

#### 2.6 槭树科及壳斗科栎属的起源

槭树科和壳斗科栎属的分布及分化情况也对北温带区系的热带山区、亚热带起源提供了有力的证据<sup>[9,12,19]</sup>。槭树科主产东亚特别是我国,它的代表属—槭属国产 140 多种,包括有许多组,较原始的全

缘叶组(*sect. Integrifolia*)均为常绿种类,分布于喜马拉雅至秦岭—长江以南的热带、亚热带地区和日本。另一组假悬铃木组(*sect. Platanoides*)主要为落叶种类,广布欧、亚温带,在我国分布于西南至东北,但以长江上、中游地区得到了充分发展。

栎属具有和槭属相似的分布型式,它的常绿种类以中国—喜马拉雅和地中海区最为丰富。与栎属同科的水青冈属,它在东亚集中了最原始和最基本的类型,A. Takhtajan 认为欧洲和北美的种是它们的衍生物。因此,可以肯定该属也为东亚起源的。

#### 2.7 北极—高山成分的起源

即使在呈北极—高山分布的区系成分中,我们也可能找出其热带起源的线索<sup>[9,12]</sup>。山蓼属的分布情况很能说明这一点,该属共有 2 种,一种 *Oxyria digyna* 为典型的北极—高山成分,多见于秦岭太白山海拔 2 000~3 600 m 的高山草地,另一种 *Oxyria sinensis* (华山蓼)为中国特产,其可以向南分布到云南和四川西南的金沙江河谷亚热带,后者看来是前者的祖先。吴征镒先生认为,在整个近代北极高山分布的区系成分中,衍生的科属是最主要的,根本没有原始属,因此,被子植物区系的北极第三纪起源的臆说可以不攻自破。

#### 2.8 五福花科的起源

最后,我们再以秦岭北温带成分中少型属内的五福花属为例作以论证。五福花科长久以来被认为是古北区的典型代表,原来只知其含有五福花 1 属、1 种,即种 *Adoxa moschatellinea*,广布于北温带地区。该种在秦岭分布于南北坡海拔 1 400~3 100 m 的阴坡林下,其在我国境内分布的最南端,是云南省西北部(中甸)海拔 3 600 m 的山地<sup>[20]</sup>。据吴征镒(1991)的研究<sup>[10]</sup>,该属目前已有 2 种。A. Engler 曾认为它是第三纪古北极起源的,然而近年来分别在川西海拔 2 300 m 的山地(如四川雅安、峨眉山)的温湿处和青海澜沧江上游峡谷(如巴塘、囊谦)海拔 3 900~4 800 m 峡谷湿地发现了这个科中最原始的类型—四福花(*Tetradoxa omeiensis*)和最进步的类群—华福花(*Simadoxa corydatifolia*)。据梁汉兴、吴征镒最新的研究<sup>[21]</sup>,五福花科有可能是一个起源于第三纪亚热带山区的类群,王荷生也认为该科是东亚亚热带山地起源的。就本区分布的五福花属来看,是于间冰期从南方山区下降到北方平原,逐渐

适应北方针叶林的新环境而扩大其连续分布的结果。

### 3 结论与讨论

(1)根据秦岭地区种子植物属一级地理成分的统计分析,温带区系成分特别是北温带区系成分是秦岭种子植物区系组成的优势成分,这种成分不仅属数数量多,而且属内包括的种数数量也非常丰富,这一结果,一方面说明了秦岭植物区系的基本性质应是温带特点,另一方面也说明了秦岭是我国温带区系成分发育最为典型的地区之一。植物区系地理成分的这一特点,与秦岭所处的地理位置或区系存在的地理背景是对应的。在进行植物区系分区时,应特别注意这一点。

(2)秦岭的北温带成分,其组成比较复杂,除典型的北温带区系成分外,尚有北极—高山间断、全温带间断、欧亚和南美间断以及地中海、东亚、新西兰和墨西哥至智利间断类型,这种情况,从一个侧面不仅反映了秦岭种子植物区系成分组成的复杂性,而且也预示了秦岭植物区系起源古老。

(3)从秦岭地区目前的地带性植被以及山地主要植被类型的植物区系组成分析,松属、冷杉属、落叶松属、杨属、柳属、栎属、桦属、小檗属、醋栗属、李属、绣线菊属、蔷薇属、槭属、杜鹃花属、忍冬属、荚蒾属以及乌头属、马先蒿属、蒿属、风毛菊属等是秦岭地区的特征属。本区植物群落的建群种、优势种以及伴生种等所归属的属绝大部分是以典型温带成分为主,该类成分在本区植被的形成、山地生态系统的维持及稳定等方面起有重要作用。

(4)秦岭地区的植物区系的起源时间不会晚于白垩纪,植物群落的主要成分可能以原地生长的种类为主<sup>(9)</sup>。从本区现存的一些特征科属的种类组成及地理分布分析,秦岭北温带区系成分的起源地可能在东亚热带—亚热带山地,中国西南地区与此有着紧密的联系。

#### 参考文献:

1. 崔友文. 秦岭植物区系成分的研究[J]. 西北植物研究, 1982, 2(1): 1-6.

- [2] 傅坤俊. 秦岭光头山植物区系概述[J]. 西北植物研究, 1983, 3(1): 28-29.
- [3] 张志英, 苏陕民. 太白山植物区系的特征[J]. 西北植物研究, 1984, 4(1): 22-28.
- [4] 张秦伟. 秦岭种子植物区系的地理成分研究[J]. 地理科学, 1992, 12(1): 54-64.
- [5] 张秦伟. 秦岭南坡植被的植物区系分析——以渭水河流域为例[J]. 地理研究, 1992, 11(2): 83-92.
- [6] 张秦伟. 秦岭种子植物区系组成及古老性研究[J]. 咸阳师专学报, 1994, 9(3): 34-42.
- [7] 应俊生, 李云峰, 郭勤峰, 等. 秦岭太白山地区的植物区系和植被[J]. 植物分类学报, 1990, 28(4): 261-293.
- [8] 应俊生. 秦岭植物区系的性质、特点和起源[J]. 植物分类学报, 1994, 32(5): 389-410.
- [9] 中国科学院《中国自然地理》编辑委员会. 中国自然地理——植物地理(上册)[M]. 北京: 科学出版社, 1983.
- [10] 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 IV)): 1-139.
- [11] 《陕西森林》编辑委员会. 陕西森林[M]. 西安: 陕西科学技术出版社; 北京: 中国林业出版社, 1989.
- [12] 吴征镒. 中国植被[M]. 北京: 科学出版社, 1980.
- [13] 王荷生. 植物区系地理[M]. 北京: 科学出版社, 1992.
- [14] 贝 克, C. B. (张芝玉). 被子植物的起源和早期演化[M]. 北京: 科学出版社, 1981.
- [15] 张秦伟. 关于被子植物区系源地问题的概述[J]. 青年地理学家, 1987, 3(1): 26-30.
- [16] Florin R. The distribution of conifer and taxad genera in time and space[J]. *Act. Hort. Berg.*, 1963, 20(4): 122-312.
- [17] 闵天禄, 方瑞征. 杜鹃属的系统发育与进化[J]. 云南植物研究, 1990, 12(4): 353-365.
- [18] 路安民. 论胡桃科植物的地理分布[J]. 植物分类学报, 1982, 20(3): 257-274.
- [19] 周浙昆. 中国栎属的地理分布[J]. 中国科学院研究生院学报, 1993, 10(1): 95-107.
- [20] 王荷生. 中国种子植物特有属起源的探讨[J]. 云南植物研究, 1989, 11(1): 1-16.
- [21] 梁汉兴, 吴征镒. 论五福花科的分类、进化与分布[J]. 云南植物研究, 1995, 17(4): 180-390.