

# 广东郁南同乐大山自然保护区种子植物区系研究

徐永福<sup>1</sup>, 喻勋林<sup>1</sup>, 陈炳辉<sup>2</sup>

(1. 中南林业科技大学林学院, 长沙 410004; 2. 中国科学院华南植物园, 广州 510650)

**摘要:** 通过野外调查与查阅资料, 广东郁南同乐大山自然保护区共有野生种子植物 149 科 542 属 1 002 种。种子植物区系组成丰富, 区系地理成分复杂, 以南亚热带和热带北缘植物区系地理成分为主。区内珍稀濒危植物多, 特有现象较明显, 植物区系起源古老。与其它邻近地区植物区系相比较, 同乐大山自然保护区种子植物区系与广西龙虎山自然保护区、广东黑石顶自然保护区的相似性较高, 与湖南武陵源的相似性较低。

**关键词:** 种子植物; 区系; 同乐大山自然保护区; 广东

中图分类号: Q948.565

文献标识码: A

文章编号: 1005-3395(2009)06-0590-06

## Floristic Analysis of Seed Plants in Tongledashan Nature Reserve in Yunan, Guangdong Province

XU Yong-fu<sup>1</sup>, YU Xun-lin<sup>1</sup>, CHEN Bing-hui<sup>2</sup>

(1. College of Forestry, Central South University of Forestry and Technology, Changsha 410004, China;

2. South China Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510650, China)

**Abstract:** A floristic study of the Tongledashan Nature Reserve in Yunan County, Guangdong Province, China was carried out. The seed plants are found to be abundant in this area, represented by 1 002 species belonging to 542 genera in 149 families. This flora, composed mainly of phytogeographical elements from the northern border of the Chinese southern subtropical and tropical regions, is characterized by rich floristic components and complex phytogeographical elements. In addition, there are a plenty of rare, endangered, and endemic species in this area, indicating the ancient origin of this flora. Compared with its neighbouring floras, the flora of the Tongledashan Nature Reserve is closely related to those of Longhushan Nature Reserve in Guangxi, and Heishiding Nature Reserve in Guangdong, but only distantly related to that of the Wulingyuan Nature Reserve in Hunan.

**Key words:** Seed plants; Flora; Tongledashan Nature Reserve; Guangdong Province

广东郁南同乐大山自然保护区位于北回归线南缘, 区内南亚热带季风常绿阔叶林是世界同纬度地区森林植被的典型代表。1974 年, 广东省农林学院曾对保护区的木本植物进行初步调查。我们在 2006~2008 年多次对保护区进行野外调查与标本采集。本文在野外调查和查阅相关资料的基础上, 对保护区的种子植物区系进行了分析研究, 为保护区制定保护、建设和管理措施, 合理开发利用

植物资源提供科学依据。

### 1 自然概况

同乐大山自然保护区位于广东省云浮市郁南县的东北部, 属华南褶皱系范围区, 地处 111°37'10"~111°43'12"E, 22°57'48"~23°9'45"N, 总面积 7 453 hm<sup>2</sup>。区内由两条东北向转西南向的主山脉构成, 地势由中部高向南北倾斜, 最高海拔 814 m,

收稿日期: 2008-12-08 接受日期: 2009-06-21

基金项目: 同乐大山自然保护区科研项目资助

\* 通讯作者 Corresponding author

属丘陵低山区。成土母岩以砂页岩和变质岩为主,其次为第四纪松散堆积物,岩层风化深,土层厚,有机质丰富。土壤类型主要有赤红壤、红壤和黄壤。保护区位于北回归线南缘,属亚热带季风气候,季风比较明显,气候温和雨量充沛。年平均气温21.4℃,气温年较差16.3℃,年绝对最高气温39.1℃,年绝对最低气温为-3.1℃。年均降水量为1433 mm<sup>[1]</sup>。

保护区属西江流域的上游,区内水系发达,植被类型丰富,海拔300~500 m山谷中保存有大片罗、郁丘陵山地植被分段<sup>[1]</sup>典型的亚热带季风常绿阔叶林,林中乔木组成丰富,主要有榕属(*Ficus*)、蒲桃属(*Syzygium*)和杜英属(*Elaeocarpus*)植物等。

## 2 结果和分析

根据调查,同乐大山自然保护区共有野生种子植物149科542属1002种。其中裸子植物3科3属4种,分别占广东裸子植物科、属、种总数的37.50%、18.75%、10.81%,占全国的27.27%、7.32%、1.67%;被子植物146科539属998种(哈钦松分类系统),分别占广东被子植物科、属、种总数的63.32%、37.67%、17.31%,占全国的43.98%、16.86%、3.29%。

### 2.1 科的分析

**优势科和表征科** 植物区系的优势科是指种类众多,并且在植被或植物群落中起建群作用的科<sup>[2]</sup>。根据各科在该地区所含种数的多少,本区系含植物种数15种以上的大科有11科(表1),包含412种,分别占本区总科数和总种数的7.38%、41.17%,它们是本区的优势科。表征科是指表征一个地区植物区系代表性的科。同乐大山种子植物区系的表征科有樟科(*Lauraceae*)、山茶科(*Theaceae*)和壳斗科(*Fagaceae*)。

**分布区类型** 根据吴征镒<sup>[3]</sup>的世界种子植物科的分布区类型系统,同乐大山自然保护区种子植物149科可划分为10个类型(表2)。其中热带、温带分布型分别有84和23科,分别占总科数(除去世界分布,下同)的77.78%、21.30%。在热带分布科中,泛热带分布科较丰富,占热带分布科的77.38%。在温带分布科中,北温带分布最多,占本区系总科数的15.74%。可见,热带分布在科级水平占有显著优势,尤以泛热带分布为丰富,温带分布较少,这表明本区系具有一定的热带区系性质,这与本区系所处的亚热带向热带北缘过渡的环境条件相吻合。

表1 同乐大山自然保护区种子植物区系优势科

Table 1 Dominate families of seed plants in Tongledashan Nature Reserve

科 Families	种数 Number of species		
	同乐大山 Tongledashan	世界 World	%
禾本科 Gramineae	71	10000	0.71
菊科 Compositae	54	30000	0.18
蝶形花科 Papilionaceae	47	12000	0.39
大戟科 Euphorbiaceae	40	8000	0.50
茜草科 Rubiaceae	40	6000	0.67
莎草科 Cyperaceae	30	4000	0.75
樟科 Lauraceae	28	2000	1.40
桑科 Moraceae	28	1400	0.20
山茶科 Theaceae	27	700	3.86
蔷薇科 Rosaceae	26	3300	0.79
马鞭草科 Verbenaceae	22	3000	0.73
紫金牛科 Myrsinaceae	18	1000	0.18
玄参科 Scrophulariaceae	17	3000	0.57
唇形科 Labiatae	17	3500	0.49
野牡丹科 Melastomaceae	17	3000	0.53
壳斗科 Fagaceae	16	900	1.78
平均 Average			0.86

## 2.2 属的分析

**优势属分析** 根据各属所含种数的多少,本区含 5 种以上的优势属有 25 属,分别是蓼属(*Polygonum*)、桉木属(*Eurya*)、木姜子属(*Litsea*)、山茶属(*Camellia*)、野桐属(*Mallotus*)、悬钩子属(*Rubus*)、栲属(*Castanopsis*)、紫珠属(*Callicarpa*)、山蚂蝗属(*Desmodium*)、冬青属(*Ilex*)、紫金牛属(*Ardisia*)、酸藤子属(*Embelia*)、母草属(*Lindernia*)、大青属(*Clerodendrum*)、莎草属(*Cyperus*)、润楠属

(*Machilus*)、蒲桃属、花椒属(*Zanthoxyllum*)、耳草属(*Hedyotis*)、珍珠菜属(*Lysimachia*)、杜英属。其中榕属、栲属、杜英属、冬青属、润楠属、山茶属、桉木属等,为本区植被群落乔木层和灌木层的优势成分。

**属的分布区类型** 根据吴征镒<sup>[3-4]</sup>对于中国种子植物属的分布区类型划分,同乐大山自然保护区野生种子植物 542 属可划分为 13 个分布区类型(表 2),4 大类(世界分布、热带分布、温带分布和中国特有分布)。

表 2 同乐大山自然保护区种子植物的分布区类型

Table 2 The areal-types of seed plants in Tongledashan Nature Reserve

分布区类型 Areal-types	科数 Number of families		属数 Number of genera		种数 Number of species	
	Number of	%	of genera	%	Number of	%
1.世界分布 Cosmopolitan	41	/	44	/	5	/
2.泛热带分布 Pantropic	65	60.19	159	31.92	40	4.01
3.热带亚洲和热带美洲间断分布 Trop Asia & Trop. Amer. disjunct	10	9.26	15	3.01	21	2.11
4.旧世界热带分 Old World Tropics	5	4.63	58	11.64	24	2.41
5.热带亚洲至热带大洋洲分布 Trop. Asia to Trop. Australasia Oceania	2	1.85	37	7.43	35	3.51
6.热带亚洲至热带非洲分布 Trop. Asia to Trop. Africa	/	/	37	7.43	19	1.91
7.热带亚洲分布 Trop. Asia	2	1.85	91	18.48	305	30.59
8.北温带分布 North Temp.	17	15.74	35	7.03	11	1.10
9.东亚及北美间断分布 E. Asia & N. Ametr. disjunct	4	3.70	19	3.82	8	0.80
10.旧世界温带分布 Old World Temp.	/	/	9	1.81	5	0.50
11.温带亚洲分布 Temp. Asia	1	0.93	1	0.20	1	0.10
12.地中海区、西亚至中亚 Mediterranean W. Asia to C. Asia	/	/	/	/	8	0.80
13.中亚 C. Asia	/	/	/	/	2	0.20
14.东亚 E. Asia	2	1.85	31	6.23	123	12.34
15.中国特有 Endemic to China	/	/	6	1.21	395	39.62
合计 Total	149	100	542	100	1002	100

**世界分布属** 有 44 属,如蓼属、莎草属(*Cyperus*)、铁线莲属(*Clematis*)等。此分布类型多为 1 a 或多年生草本植物,是区内林缘草坡及水边植被的主要组成成分。

**热带分布属** 有 397 属,占本区系总属数的 73.25%,以泛热带分布、旧世界热带分布和热带亚洲分布为主,其他分布类型属分布相对较小。泛热带分布、旧世界热带分布和热带亚洲分布型共 304 属,占本区系总属数的 56.09%,系本区系分布类型属的主要成分,它们多是组成本地区天然林或次生天然林群落的优势种或建群种,如蒲桃属、苹婆属、润楠属、榕属、紫玉盘属(*Uvaria*)、海红豆属(*Adenanthera*)、格木属(*Erythrophloeum*)、肉实树属(*Sarcosperma*)、黄牛木属(*Cratoxylum*)、鹅掌柴属

(*Schefflera*)、九节属(*Psychotria*)、青藤属(*Illigera*)等。这些属常是热带雨林的主要成分但不是严格的热带属。它们的分布区或多或少可以延伸到亚热带地区,只有少数种类可以延伸到温带地区,可见本区系具有明显的南亚热带区系性质向热带区系性质过渡的特征。其他的热带分布型有 90 属,占总属数的 16.61%,常见的有桉木属、泡花树属(*Meliosma*)、芒属(*Miscanthus*)、菅属(*Themeda*)等。

**温带分布属** 有 95 属,占总属数的 17.53%,以北温带分布、东亚及北美间断分布、东亚分布为主,其他温带分布类型所占比例较少。北温带分布型 5 属,是温带分布属中的第一大分布区类型,占本区系总属数的 6.46%,占温带分布总属数的 36.84%。其中在区内常见属或建群属有画眉

草属(*Eragrostis*)、野古草属(*Arundinella*)、蔷薇属(*Rosa*)、槭属(*Acer*)、盐肤木属(*Rhus*)、苦苣菜属(*Sonchus*)等。其次是东亚分布、东亚及北美间断分布。其他的温带分布总计10属,占本区系总属数的1.85%,其中温带亚洲分布只有马兰属(*Kalimeris*)1属。可见本区系与温带亚洲区系联系较为疏远,区内温带性质不明显。

**中国特有属** 有6属,占广东中国特有属<sup>[5]</sup>的8%,占中国特有属总数<sup>[6]</sup>的1.87%。它们分别是杉木属(*Cunninghamia*)、绿竹属(*Dendrocalamopsis*)、四轮香属(*Hanceola*)、大血藤属(*Sargentodoxa*)、无距花属(*Stapfiophyton*)、石笔木属(*Tutcheria*)。

### 2.3 种的分布区类型

同乐大山自然保护区1002种野生种子植物可划分为15个分布区类型(表2)。其中热带分布和中国特有分布最多,其次温带分布。热带分布类型中又以热带亚洲分布为主,如肖蒲桃(*Acmena acuminatissima*)、罗浮栲(*Castanopsis fabri*)、蕈树(*Altingia chinensis*)、九节(*Psychotria rubra*)、米碎花(*Eurya chinensis*)、桃金娘(*Rhodomyrtus tomentosa*)、毛茛(*Melastoma sanguineum*)、葫芦茶(*Tadehagi*

*triquetrum*)、五节芒(*Miscanthus floridulus*)等有大量分布,构成本区系森林群落或植被类型的优势种或建群种。

中国特有种有395种,占总种数的39.62%,位居本区系地理成分的首位。根据需要,依据各种的地理分布及气象因素,中国特有种又可划分为10个分布亚型(表3),其中华南-华东分布亚型种数最多,占特有种数的22.03%,华南-西南-华东分布亚型和华南特有分布亚型次之,而华南-华中分布亚型和华南-西南-华中分布亚型最少。这是由于本区系与邻近地区的地理位置关系造成的,本区系与华东区没有高山大河的拦截阻挡,两区的植物可以相互交流传播扩散;而本区系与华中区和西南区的联系较为疏远,可能是因为雪峰山系阻断了与华中区的植物交流传播,而横断山脉阻断了与西南区的植物交流传播,以至造成本区的华南-华东分布亚型植物种类多,同时也导致了本区有较多的华南特有种,如华南锥(*Castanopsis concinna*)、鼎湖血桐(*Mallotus sampsonii*)、露兜草(*Pandanus austrosinensis*)、草豆蔻(*Alpinia katsumadai*)、眼树莲(*Dischidia chinensis*)等。

表3 同乐大山自然保护区中国特有种分布区亚型

Table 3 The areal-subtypes of species for endemic to China in Tongledashan National Nature Reserve

分布区亚型 Areal-subtypes	种数 Number of species	%
15. 中国特有 Endemic to China		
15-1. 中国广布 Pan-China	19	/
15-2. 江南广布 Pan-S. China	48	12.15
15-3. 华南-西南 S. China to SW. China	34	8.61
15-4. 华南-华东 S. China to E. China	87	22.03
15-5. 华南-华中 S. China to C. China	9	2.28
15-6. 华南特有 Endemic to S. China	59	14.94
15-7. 华南-西南-华中 S. China to SW. China to C. China	13	3.29
15-8. 华南-华东-华中 S. China to E. China to C. China	49	12.41
15-9. 华南-西南-华东 S. China to SW. China to E. China	60	15.19
15-10. 华南-华中-华北 S. China to C. China to N. China	17	4.3
合计 Total	395	100

### 3 珍稀濒危植物

根据王发国等<sup>[7]</sup>对广东省珍稀濒危植物分布中心的划分,同乐大山自然保护区位于粤西分布中心,由于粤西云开大山在海西运动时没有被海水淹没,因此这里特有现象和珍稀濒危植物较为丰富。同乐大山自然保护区共有珍稀濒危植物16种,占

广东(107种)的14.95%,分别是金毛狗(*Cibotium barometz*)、大叶黑桫欏(*Alsophila gigantea*)、黑桫欏(*A. podophylla*)、桫欏(*A. spinulosa*)、水蕨(*Ceratopteris thalictroide*)、苏铁蕨(*Brainea insignis*)、观光木(*Tsoongiodendron odorum*)、樟树(*Cinnanomum camphora*)、格木(*Erythrophloeum fordii*)、野大豆(*Glycine soja*)、花榈木(*Ormosia*

henryi)、红椿 (*Toona ciliata*)、白桂木 (*Artocarpus hypargyreus*)、巴戟天 (*Morinda officinalis*)、苦梓 (*Gmelina hainanensis*)、华南锥。它们集中分布在同乐大山的东坑、胭脂顶、蝴蝶坪等地。

#### 4 与邻近地区植物区系比较分析

任何区系的形成和发展都不是孤立的,与邻近的植物区系存在一定的联系。本文采用相似性系数:  $Sc = 2C/(A + B)$ <sup>[8]</sup> ( $Sc$ :相似性系数; $A$ :A地总属数; $B$ :B地总属数; $C$ :A、B两地除去世界分布属的共有属数),比较广东鹅凰嶂自然保护区<sup>[9]</sup>、广东黑石顶自然保护区<sup>[10]</sup>、广西龙虎山自然保护区<sup>[11]</sup>、广西青狮潭自然保护区<sup>[12]</sup>、江西马头山自然保护区<sup>[13]</sup>、福建武夷山风景区<sup>[14]</sup>、湖南都庞岭自然保护

区<sup>[15]</sup>、湖南武陵源<sup>[16]</sup>与本区系属的相似性程度(表 4)。

结果表明,同乐大山自然保护区与广西龙虎山、广东黑石顶相似性更高,与广西青狮潭、广东鹅凰嶂、湖南都庞岭次之,与福建武夷山、湖南武陵源相似性最小。处于北部湾地区的龙虎山和处于华南区的黑石顶与同乐大山几乎处于同一纬度,同属于亚热带向热带过渡的区系性质,并且其气象因素地质地形条件相近,因而其相似性更高。处于滇、黔、桂区的青狮潭和处于华南区的鹅凰嶂、都庞岭与同乐大山纬度相差较远,其地理气象因素有较大的差别,其相似性较低。而处于华东区的武夷山和处于华中区的武陵源具有明显的中亚热带性质,与同乐大山的热带北缘性质相差悬殊。

表 4 同乐大山自然保护区与邻近地区种子植物属的相似性

Table 4 Generic similarity between Tongledashan National Nature Reserve and its adjacent regions

地区 Regions	属数 Number of genera	共有属数 Number of genera in common	相似性系数 Similarity coefficient
广东鹅凰嶂 E'huangzhang, Guangdong	754	494	0.7641
广东黑石顶 Heishiding, Guangdong	618	464	0.8021
广西龙虎山 Longhushan, Guangxi	536	468	0.8707
广西青狮潭 Qingshitian, Guangxi	637	454	0.7721
江西马头山 Matoushan, Jiangxi	614	409	0.7095
福建武夷山 Wuyishan, Fujian	551	368	0.6752
湖南都庞岭 Doupangling, Hunan	738	449	0.7032
湖南武陵源 Wulingyuan, Hunan	742	385	0.6011

#### 5 结论

综上所述,同乐大山自然保护区种子植物区系具有以下特征:

(1)种子植物丰富,区系地理成分复杂。保护区共有野生种子植物 149 科 542 属 1 002 种。区内泛热带成分、旧世界热带成分和热带亚洲成分丰富,而温带成分主要以北温带成分为主。

(2)亚热带向热带过渡的区系性质。由于保护区位于北回归线南缘,区内棕榈科(Palmaceae)、野牡丹科、牛栓藤科(Connaraceae)、买麻藤科、天料木科(Samydaceae)、橄榄科(Burseraceae)等的一些热带分布属占有较大比重;同时又有一些深入到亚热带乃至温带的属,如桑科、樟科、茜草科、天南星科(Araceae)、大戟科(Euphorbiaceae)等的部分属。这些都表明该植物区系兼具亚热带和热带北缘性质。

(3)珍稀濒危植物多,特有现象较明显。保护

区有国家保护珍稀濒危植物 16 种,占广东野生珍稀濒危植物的 14.95%;中国特有属 6 属,占广东的 8%,占中国的 1.87%。中国特有种 395 种,占总种数的 39.62%。

(4)植物区系起源古老。区内两性多心皮类的木兰科(Magnoliaceae)、五味子科(Schisandraceae)、毛茛科(Ranunculaceae)等古老类群,或单性柔荑花序类的金缕梅科(Hamamelidaceae)、杨梅科(Myricaceae)、壳斗科等古老类群大量存在。加上本区受第四纪冰期影响较弱<sup>[7]</sup>,保存有第二纪的植物类型和大批古老的种属,成为古老植物的“庇护所”<sup>[18]</sup>。

(5)与邻近地区具有一定的相关性。运用相似性系数比较结果显示,同乐大山自然保护区与广西龙虎山、广东黑石顶相似性更高,与广西青狮潭、广东鹅凰嶂、湖南都庞岭次之,与福建武夷山、湖南武陵源相似性最小。

## 参考文献

- [1] 广东省植物研究所. 广东植被 [M]. 北京: 科学出版社, 1976: 1-310.
- [2] 潘晓玲, 党荣理, 伍光和. 西北干旱荒漠区植物区系地理与资源利用 [M]. 北京: 科学出版社, 2001: 28-57.
- [3] Wu Z Y (吴征镒), Zhou Z K (周浙昆), Sun H (孙航), et al. The Areal-types of Seed Plants and Their Origin and Differentiation [M]. Kunming: Yunnan Science & Technology Press, 2006: 60-451. (in Chinese)
- [4] Wu Z Y (吴征镒). The areal-types of Chinese genera of seed plants [J]. Acta Bot Yunnan (云南植物研究), 1991, (Suppl. IV): 1-139. (in Chinese)
- [5] Liao W B (廖文波), Zhang H D (张宏达). On the endemic genera of the Spermatophytic flora from Guangdong I. Endemism and statistics and analysis of the endemic genera [J]. Acta Sci Nat Univ Sunyatseni (中山大学学报: 自然科学版), 1981, 3: 29-33. (in Chinese)
- [6] Wang H S (王荷生). A study on the origin of Spermatophytic genera endemic to China [J]. Acta Bot Yunnan (云南植物研究), 1989, 11 (1): 1-16. (in Chinese)
- [7] Wang F G (王发国), Ye H G (叶华谷), Ye Y H (叶育石), et al. Geographical distribution of rare and endangered plants in Guangdong [J]. J Trop Subtrop Bot (热带亚热带植物学报), 2004, 12(1): 21-28. (in Chinese)
- [8] Zhang Y L (张懿翎). Coefficient of similarity-an important parameter in floristic geography [J]. Geogra Res (地理研究), 1998, 12 (4): 429-433. (in Chinese)
- [9] Wang F G (王发国), Ye H G (叶华谷), Zhao N X (赵南先). Studies on the spermatophytic flora of E'huangzhang Nature Reserve in Yangchun of Guangdong Province [J]. Guihaia (广西植物), 2003, 23(6): 495-504. (in Chinese)
- [10] Yang N (杨宁). Initial flora research in Heishiding Nature Reserve of Guangdong Province [J]. CS For Invest Plan (中南林业调查规划), 2005, 24(1): 57-59. (in Chinese)
- [11] Lin H B (林海波), Tang S Q (唐绍清). Floristic analysis of seed plants in Longhushan Nature Reserve, Guangxi Province [J]. Subtrop Plant Sci (亚热带植物科学), 2006, 35 (1): 57-59. (in Chinese)
- [12] Yang N (杨宁). Flora research in Qingshitian Reserve of Guangxi [J]. CS For Invest Plan (中南林业调查规划), 2005, 24(2): 47-50. (in Chinese)
- [13] Qiu L H (裘利洪), Liu R L (刘仁林), Shi J M (施建敏), et al. A study on the flora of seed plants in Matou Mountain Nature Reserve [J]. Acta Agri Univ Jiangxi (江西农业大学学报), 2005, 27 (4): 590-595. (in Chinese)
- [14] Chen S P (陈世品). Seed plant flora of Wuyishan Scenery Spot [J]. J Fujian For Sci Techn (福建林业科技), 2004, 31 (2): 16-19. (in Chinese)
- [15] Yu X L (喻勋林), Xue S G (薛生国). Study of the flora of Hunan Dupangling Nature Reserve [J]. J CS For Univ (中南林业学院学报), 1999, 19(1): 19-34. (in Chinese)
- [16] Liao B R (廖博儒), Wu M Y (吴明煜), Dai L P (戴灵鹏), et al. Study on the flora of Wulingyuan Nature Reserve seed plants, Hunan Province [J]. J Wuhan Bot Res (武汉植物研究), 2004, 22 (3): 231-239. (in Chinese)
- [17] Zhu Z C (朱志诚). Preliminary study on vegetation evolution of the ice-eroded primary bare in the high mountainous district of Taibaishan, mountains Qinling [J]. Chin Sci Bull (科学通报), 1979, 22: 1041-1043. (in Chinese)
- [18] Tian Z S (田泽生). A study about the traces of quaternary glaciation of Mount Taibai in Shanxi Province [J]. J NW Univ (西北大学学报), 1981, 3: 29-33. (in Chinese)