

# 湖北后河国家级自然保护区生物多样性及其保护对策 I. 生物多样性现状及其研究\*

李作洲<sup>1,2</sup>, 王力钧<sup>3</sup>, 黄宏文<sup>1\*\*</sup>, 唐登奎<sup>2</sup>, 蒲云海<sup>4</sup>, 郑昌毅<sup>2</sup>

(1. 中国科学院武汉植物园, 武汉 430074; 2. 湖北后河国家级自然保护区管理局, 湖北五峰 443400;  
3. 湖南省张家界市永定区林业局, 张家界 427000; 4. 湖北省野生动植物保护总站, 武汉 430079)

**摘要:** 湖北后河国家级自然保护区位于湖北、湖南交界处的五峰县境内, 属武陵山东段余脉山地, 为我国地势的第二阶梯向第三阶梯的过渡地带, 是我国三大物种特有中心之一的川东-鄂西特有中心和第三纪古植物的孑遗中心的重要组成部分之一。该区拥有丰富的生物多样性, 尤以第三纪孑遗珍稀濒危植物集中分布群落为典型特征。该区地貌复杂, 海拔落差大, 微生境复杂多变, 拥有从低山河谷常绿阔叶林到亚高山灌丛或草甸等多种生态系统和多种植被类型。目前已知该区有陆生脊椎动物 25 目 74 科 306 种, 占湖北省总种数的 63.5% 和全国总种数的 13.0%, 其中有 51 种国家重点保护野生动物和 70 种湖北省级重点保护动物; 已知该区维管植物有 194 科 819 属 2 088 种, 占湖北省总种数的 34.4% 和全国总数的 7.5%, 属国家特有、珍稀濒危或重点保护的植物约有 70 余种; 已知蕨类植物 33 科 90 属 192 种和叶附生苔类植物 3 科 7 属 7 种, 分别占全国总种数的 9.8% 和 4.2%。该区不仅拥有丰富的动植物区系成分多样性, 而且具有高度的群落物种多样性和经济类型多样性。尽管该区的生物多样性研究得到长足发展, 但主要集中在物种种类的调查与区系成分研究和少数群落格局物种多样性研究, 而遗传多样性方面的研究十分欠缺。物种多样性研究也不平衡, 昆虫类和苔藓植物的调查刚起步, 真菌资源、淡水鱼类等尚未开展研究。

**关键词:** 后河自然保护区; 生境多样性; 植物多样性; 动物多样性

中图分类号: Q16; X176

文献标识码: A

文章编号: 1000-470X(2005)06-0592-09

## Situation and Strategy of Biodiversity Conservation in the Houhe National Nature Reserve, Hubei Province, China I. Situation and Study of Biodiversity\*

LI Zuo-Zhou<sup>1,2</sup>, WANG Li-Jun<sup>3</sup>, HUANG Hong-Wen<sup>1\*\*</sup>,  
TANG Deng-Kui<sup>2</sup>, PU Yun-Hai<sup>4</sup>, ZHENG Chang-Yi<sup>2</sup>

(1. Wuhan Botanical Garden, The Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430074, China;  
2. The Administrative Bureau of Houhe National Nature Reserve in Hubei Province, Wufeng 443400, China;  
3. The Forestry Bureau of Yongding District, Zhangjiajie City, Hunan Province, Zhangjiajie 427000, China;  
4. The Conservation Station of Wildlife and Forest Plants, Hubei Province, Wunhan 430079, China)

**Abstract:** The Houhe National Nature Reserve (HNNR) is located in the south of Wufeng Tuziazu Minority Autonomous County of Hubei Province, and this area is in the extension of eastern part of Wuling Mountains and adjacent to Hunan Province, which locates in the transitional region from the second terrace to the third terrace of China topography. The HNNR is a part of the center of endemic species and the Tertiary relic plant species, distributing from the east of Sichuan Province to the west of Hubei Province and northwest of Hunan Province, which is one of three biodiversity centers in China. Biodiversities in the HNNR are very high, and the communities of concentrated distribution of Tertiary relic plants are the main feature of the reserve.

收稿日期: 2005-04-08, 修回日期: 2005-07-12.

基金项目: 中国科学院知识创新工程重要方向项目(KSCX2-SW-104); 国家林业局林业持续发展项目; 全球环境基金(GEF)中国区区域性生物多样性保护与可持续利用项目。

作者简介: 李作洲(1967-), 男, 在职博士生, 副研究员, 主要从事植物保育遗传研究和保护区工作。

\* 曾在全国第 6 届生物多样性会议上交流。

\*\* 通讯作者(Author for correspondence. E-mail: hongwen@public.wh.hb.cn)。

With the complicated physiognomy, various elevation and microhabitats, the HNNR possesses different ecological systems and special plant communities, including from evergreen broadleaf forest in river valley and lowland to shrub or meadow in subalpine regions. 307 wild animal species of 74 families in 25 orders were founded in the HNNR, which is 63.5% of the total in Hubei Province and 13.0% in China. of them, 51 species are nationally protected animal and other 70 species are provincially protected animals in Hubei. There are 2 088 vascular plant species belonging to 819 genera of 194 families, which are 34.4% of total in Hubei Province and 7.5% in China, and about 70 species of the vascular plants are endemic, rare, endangered or main protected plants in China. 192 mosses species of 71 genera in 33 family and 7 epiphyllous liverwort species of 7 genera in 3 families were also found in the HNNR, which comprise 9.8% and 4.2% of total in relevant category in China, respectively. The species diversity is not only exhibited the complexity of flora in the HNNR, but also showed richness of species in communities and various types of animals and plants with economic value. The studies on biodiversity in this region have achieved satisfactory advances in recent years, but most of them are focused on species survey or flora research, some on the species diversity in communities, and only few on genetic diversity within species. In addition, study of species diversity is imbalanced among different category of living organisms, insects and bryophytes are just being started, while freshwater fish and fungi are not investigated in the HNNR.

**Key words:** Houhe National Nature Reserve (HNNR); Habitat diversity; Plant diversity; Animal diversity

生物多样性是地球上生命进化的结果,是人类赖以生存和发展的基础。然而,随着人类文明的飞速发展,人类总是自觉和不自觉地过度利用资源并使生态环境不断恶化,自然环境与气候也因自身规律和人类活动影响不断变化。这给生物物种的生存和生物多样性的维持带来了巨大压力,导致大量物种急剧消亡,生态系统严重退化,各种资源不断枯竭,已严重威胁人类自身的前途和命运<sup>[1]</sup>。保护生物多样性并实现可持续利用是今后人类进一步发展的唯一选择,也是全世界关注的热点问题。生物多样性保护的方式主要有就地保护和迁地保护,而建立自然保护区实现就地保护是保护生物多样性最为有效的途径和措施<sup>[2]</sup>。自然保护区生物多样性的研究、监测与管理水平直接关系到生物多样性保护的成效。而我国的多数保护区重建立而轻研究与管理,大多数保护区生物多样性家底不清,缺乏有效的监测体系,保护管理水平不高,严重限制着我国生物多样性的有效保护与可持续利用水平。

湖北后河国家级自然保护区位于湖北省五峰土家族自治县境内,始建于1984年,面积2 067 hm<sup>2</sup>, 1988年提升为湖北省级自然保护区,1998年保护区面积扩增至10 340 hm<sup>2</sup>, 2000年升级为国家级,其面积进一步扩增至40 964.9 hm<sup>2</sup>,其中有林地面积约30 436 hm<sup>2</sup>,森林覆盖率74.3%。该保护区自建立以来先后邀请了中国科学院武汉植物研究所(现武汉植物园)、华中师范大学生命科学学院、湖北大学等科研院校对该区的生物多样性资源进行了科学

考察和相关专项研究<sup>[3-19]</sup>,表明该保护区拥有丰富的生物多样性。近几年来,随着保护区的升级和保护区面积的大幅度扩充,生物多样性本底也相应地发生了一些变化,生物多样性保护管理的任务日益加重。针对该保护区前期的生物多样性研究与保护现状,我们对现有研究成果进行了综述,并分析该区生物多样性研究保护的薄弱环节与限制因素,探讨加强该区生物多样性研究与保护管理的对策,为该保护区的有效管理和正确决策提供了科学依据,也为其他自然保护区提供一定的参考。鉴于内容较多,本文着重于论述该区的生物多样性和研究现状,生物多样性保护的薄弱环节与限制因素的分析以及保护管理策略将另文发表。

## 1 地理位置及其自然环境

湖北后河国家级自然保护区位于北纬29°59'~30°10';东经110°22'~110°52'之间,地处鄂西南五峰土家族自治县的中南,南与湖南壶瓶山国家级自然保护区相邻,北接五峰土家族自治县,从东到西分别与长乐坪镇、五峰镇、采花乡和湾潭镇接壤,总面积40 964.9 hm<sup>2</sup>。该区为鄂西山地的东南边缘地带,属于武陵山脉的东段余脉山地,为我国地势的第二阶梯向第三阶梯的过渡地带。在我国生物多样性格局上,该区与江北神农架、鄂西星斗山以及湘西的八大公山、壶瓶山、小溪等国家级自然保护区和一系列地方保护区共同构成我国生物多样性三大特有中心之一的川东-鄂西特有中心和第三纪古植物的子遗

中心<sup>[20]</sup>。该区尤以第三纪孑遗珍稀濒危植物物种集中分布构成的特色群落为其典型特征<sup>[3]</sup>,在我国生物多样性保护上有着重要的地位。

该保护区的地势地貌复杂,海拔落差大,区内群峰起伏,层峦叠嶂,所有山地均属云贵高原向江汉平原过渡的武陵山脉北支脉尾部地带。全区海拔 1 800 m 以上山峰多达 14 座,其中南部壶瓶大山主峰海拔 2 098.7 m,北部独岭主峰海拔 2 252.2 m,为本区最高峰,也是武陵山脉东部的最高峰。该区最低点百溪河河谷海拔 398.5 m。

后河自然保护区地层为沉积岩,其中碳酸盐岩分布广泛。该区地貌发育受岩性和地质构造的影响显著,在新构造运动强烈抬升和流水切割下,深切峡谷较为普遍,形成构造地貌、河流地貌和岩溶地貌的综合地貌景观,并形成 3 级两大类 6 种类型的地貌格局。地貌总体分为山地(相对高度 $\geq 400$  m)和谷地(相对高度 $\leq 400$  m)两大类,其中谷地有宽谷、峡谷和不对称谷 3 种类型,山地则为亚高山(海拔 1 500 m 以上)、中山(海拔 1 000~1 500 m)和低山(海拔低于 1 000 m)3 种类型;第三级小地貌主要为各种岩溶地貌形态,断崖、溶洞、漏斗、孤峰是常见景观<sup>[3]</sup>。该区为百溪河、湾潭河、天池河和曹家河(渔洋河支流)四大地表水系的源头,其中百溪河为该区主要地表水系,此外,众多的天坑、溶洞和泉水组成了强大的地下水系。地表水系分属长江流域的澧水水系(百溪河和湾潭河)和清江水系(天池河和渔洋河)。

该区地处中亚热带与北亚热带的过渡地带,气候特点为四季分明、冬冷夏热、雨热同季,多暴雨,垂直气候带十分明显,气候差异大。全区年平均气温 11.5℃,1 月平均气温 -6~2℃,7 月平均气温 16~24℃,极端低温 -15℃(独岭 -22.6℃),极端高温 33.7℃;无霜期 211 d,年平均降水量 1 814 mm,最少年降水量 1 347.9 mm,最高年降水量 2 628.9 mm,年平均蒸发量 1 185.7 mm,年平均相对湿度较大(76%),气候湿润多雨。区内地形复杂,山脉屏障作用较大,全年多为静风或偏东风,平均风速小(2 m/s)但山顶及山口的风速大。

后河保护区成土母质类型多、气候地类性变化明显,土壤类型较多,分布复杂。根据五峰县第二次土壤普查资料,后河保护区区域内的土壤共有 6 个土类、12 个亚类、20 个土属,主要为红壤、黄壤、黄棕壤、山地草甸土、石灰土、水稻土,山地森林土壤以黄壤、黄棕壤为主,土壤多呈微酸性,pH 值为 4.3~6.0。

## 2 生物多样性

自 1984 年建立后河自然保护区以来,多家科研院校和众多生物学家对该区进行了多次科学考察和一系列的科学研究<sup>[3-19, 21-23]</sup>,尽管涉及种内遗传多样性的研究相对缺乏,但现有研究成果表明该区有着丰富的动植物物种多样性和复杂的生态系统多样性。

### 2.1 生态系统与植被类型多样性

**2.1.1 森林生态系统为主体,原始性强** 后河自然保护区的复杂地势地貌与较大的相对海拔高差,为生物提供了多样化的生境,从而形成了沟谷湿地生态系统、山地森林生态系统、亚高山灌丛草甸生态系统以及附生苔类生态系统等多种生态系统。其中,森林生态系统为该保护区的主体生态系统,森林覆盖率达 74.3%,其中阔叶林占各类森林面积总和的 86.0%,为该保护区的主体森林类型。其核心区森林原始性强,类型多样,蕴藏丰富的古老孑遗植物资源和繁多的特有、珍稀、濒危动植物物种。正是其保存完整而且相对稳定的生态系统,为华南虎(*Panthera tigris*)、金钱豹(*Panthera pardus*)、黑麂(*Muntiacus crinifrons*)、金雕(*Aquila chrysaetos*)等珍稀动物提供了良好的栖息繁衍地或活动区域,也为珙桐(*Davidia involucreta*)、红豆杉(*Taxus chinensis*)、连香树(*Cercidiphyllum japonicum*)、小勾儿茶(*Berchemiella wilsonii*)等珍稀濒危植物或古老孑遗植物提供了良好的庇护所,也是第三纪孑遗珍稀濒危植物集中分布的典型群落在此得以生息繁衍而保存的重要原因之一。

**2.1.2 植被类型丰富多样,垂直带谱明显** 按照中国植被区划,后河自然保护区属亚热带常绿阔叶林区域(IV),东部(湿润)常绿阔叶林亚区域(IVA),中亚热带常绿阔叶林地带(IVAi),鄂西南山地丘陵栲(*Castanopsis*)、楠(*Phoebe*)、松(*Pinus*)、杉(*Cunninghamia*)、柏(*Cupressus*)林区。该保护区所具有悠久的地质历史和复杂多样的自然环境为不同植被的生长提供了良好的生境,该区具有较高的植被类型多样性,共可分为 4 级、10 个植被型和 35 个群系<sup>[3]</sup>。其中针叶林只有温性和暖温性针叶林 2 个植被型,含有油松(*Pinus tabulaeformis*)林、华山松(*P. armandii*)林、巴山松(*P. henyi*)林、柳杉(*Cryptomeria fortunei*)林、日本落叶松(*Larix kaempferi*)林、马尾松(*P. massoniana*)林和杉木(*Cunninghamia lanceolata*)林等 7 个群系,但除巴山松、马尾松和少

部分杉木林为自然分布外,其他均为飞机播种林或人工林。阔叶林是该保护区的主体植被,有常绿阔叶林、常绿落叶阔叶混交林和落叶阔叶林3个植被型,主要有水丝梨(*Sycopsis sinensis*)林、蔓栎(*Quercus acutissima*)水丝梨林、甜栎(*Castanopsis eyrei*)林、光叶珙桐(*D. involucrata* var. *vilmoriniana*)蔓栎林、宜昌楠(*Machilus ichangensis*)化香树(*Platycarys strobilacea*)林、短柄栎树(*Q. serrata*)化香树林、铜钱树(*Paliurus hemsleyanus*)林、连香树(*Cercidiphyllum japonicum*)林等16个群系,其中以光叶珙桐、蔓栎为主体,有20多种古老孑遗、珍稀濒危植物集中分布的典型群落是该保护区的特色。竹林有温性竹林和暖性竹林2个植被型,含箬竹(*Indocalamus tessellatus*)林、箬叶竹(*I. longiauritus*)林和毛竹(*Phyllostachys pubescens*)林3个群系,箬竹林和箬叶竹林分布较广泛,毛竹林较稀少。灌丛和灌草丛有常绿革叶灌丛、落叶阔叶灌丛和灌草丛3个植被型,其中常绿革叶灌丛植被型仅有麻花杜鹃(*Rhododendron macnifernm*)林1个群系,落叶阔叶灌丛有马桑(*Coriaria sinica*)灌丛、巴东醉鱼草(*Buddleia albiflora*)灌丛、盐肤木(*Rhus chinensis*)灌丛、水马桑(*Weigela japonica* var. *sinica*)灌丛和华中山柳(*Clethra fargesii*)灌丛等5个群系,灌草丛有白茅(*Imperata cylindrical* var. *major*)灌草丛、五节芒(*Miscanthus floridulus*)灌草丛和蕨(*Pteridium aquilinum* var. *latiusculum*)灌草丛3个群系<sup>[3]</sup>。

后河自然保护区其垂直分布表现为明显而典型的亚热带山地垂直植被带谱,从下到上依次为常绿阔叶林带(海拔400~1150 m)、常绿落叶阔叶混交林带(海拔1150~1500 m)、落叶阔叶林带(1500~1750 m)和亚高山灌丛与灌草丛(海拔1750 m以上)4个垂直植被带谱。常绿阔叶林带主要植被类型为常绿阔叶林的3个群系,森林植被的重要成分以壳斗科、樟科、山茶科、冬青科和金缕梅科为主,本区主要的针叶林也大多集中分布于此带内,该带低海拔的沟谷,常常特别阴湿,空气湿度特别大,在地表生长着多种湿地植物,在林木的枝干和叶面附生大量的苔类植物,形成特别的生态景观。常绿落叶阔叶混交林带为常绿阔叶林带向落叶阔叶林带过渡的植被带,主要植被类型为光叶珙桐蔓栎林、宜昌楠化香树林、绵柯(*Lithocarpus herryi*)栓皮栎(*Quereus*

*variabilis*)林、山羊角树(*Sycopsis sinensis*)水丝梨林和少量的针叶林,孑遗珍稀濒危树种集中分布群落位于该带内。落叶阔叶林带是该区植被类型最多的植被带,主要植被类型有9个落叶阔叶林群系,有少量的华山松、油松飞播林镶嵌在其间,个别地段被人工日本落叶松林所更新。而麻花杜鹃林、水马桑灌丛、巴东醉鱼草灌丛和五节芒灌草丛为海拔1750 m以上地段亚高山灌丛或灌草丛带的主要植被类型,部分油松飞播林散布其中,也有少部分人工日本落叶松幼林<sup>[3]</sup>。

## 2.2 物种多样性

### 2.2.1 动物物种多样性

(1) 种类丰富,珍稀濒危和重点保护物种多 自1989年以来的多次调查研究发现该区拥有丰富的动物物种多样性<sup>[3,8]</sup>。目前已知全区有脊椎动物4纲25目74科306种,占湖北省总种数的63.5%和全国总种数的13.0%,其中国家重点保护野生动物51种以及湖北省级重点保护动物70种,湖北省新纪录种20种。在已知动物种类中,有兽类动物87种,分属8目23科,占湖北省总种数的73%,共有17种列入国家重点保护兽类,其中属国家I级保护的有华南虎、金钱豹、云豹(*Neofelis nebulosa*)和黑鹿4种,此外还有湖北省级重点保护物种18种;有爬行类37种,分属2目9科,分别为湖北省总种数的36%,虽然没有国家重点保护种类,但有湖北省级重点保护种类9种;有两栖类24种,分属2目8科,占湖北省总种数的55%,其中国家重点保护种类1种,湖北省级重点保护物种7种;有鸟类164种,分属13目34科,约为湖北省总种数的76%,有33种为国家重点保护鸟类,其中金雕属国家I级重点保护鸟类物种,还有湖北省级重点保护物种31种<sup>[3,8]</sup>。与邻近同类型国家级自然保护区相比,后河自然保护区动物总物种多样性低于神农架与星斗山两保护区,高于湖南壶瓶山保护区,但其兽类物种多样性高于其它3个保护区,其国家重点保护物种数仅低于神农架(表1),体现出该区动物多样性的特殊性与保护的重要性。

后河自然保护区除具有丰富的脊椎动物物种多样性外,还拥有丰富的蝶类、蜂类等昆虫多样性和多种淡水鱼类资源,昆虫物种多样性研究尚在进行之中,现已知有昆虫14目74科206种<sup>1)</sup>,其中蝶类有

1) 湖北省林业局 GEF 项目管理办公室,后河保护区管理局,湖北省野生动植物保护总站,华中师范大学生命科学学院,2003. 湖北五峰后河国家级自然保护区生物环境调查报告,内部资料,未发表。

表 1 湖北后河国家级自然保护区和邻近地区国家级自然保护区的脊椎动物物种多样性  
Table 1 The species diversity of vertebrates in the HNNR and other neighboring national nature reserves

保护区 Reserves	兽类 Beasts			爬行类 Reptiles			两栖类 Amphibian			鸟类 Birds			合计 Tatol			保护物种 Protect species
	目 O	科 F	种 S	目 O	科 F	种 S	目 O	科 F	种 S	目 O	科 F	种 S	目 O	科 F	种 S	种 S
湖北后河 Houhe, Hubei	8	23	87	2	9	38	2	8	24	13	34	164	25	74	307	51
湖北神农架 Shengnongjia, Hubei	7	22	75	2	8	40	2	7	23	16	48	308	27	85	446	67
湖北星斗山 Xingdoushan, Hubei	8	24	72	3	11	42	2	9	38	17	46	226	30	90	378	50
湖南壶瓶山 Hupingshan, Hunan	8	23	56	2	7	23	2	8	15	14	34	143	24	65	237	35

注:数据来源于文献[3, 24-29]。

Notes: Data are form references[3, 24-29]. O=Order, F=Family, S=Species.

9 科 55 属 106 种<sup>[30]</sup>。但淡水鱼类研究尚未开展。

(2) 东洋界成分占优,生态生活型丰富多样 后河自然保护区不仅拥有丰富的动物物种多样性,而且存在着区系成分的多样性。已知的 87 种兽类中,按地理型可划分为东洋界种(58 种)、古北界种(17 种)和广布种(12 种)3 种区系成分,其中东洋界种类占绝对优势(67%),古北界种在此有所交汇(19.5%),中国特有分布种有毛冠鹿(*Elaphodus cephalophus*)、南幅(*Laio*)、华南兔(*Lepus capensis*)、洮州绒鼠(*Eothenomys eva*)等 10 种;其生态生活型有地下生活型、半地下生活型、地面生活型、树栖型、半树栖型、半水栖型和岩洞栖息型共 7 种生态类群,其中半地下生活型的种类在该保护区占优势(44%),其次为地面生活型种类(24%)。爬行类和两栖类的区系成分与兽类相似,只是东洋界成分所占比例更高,分别为 73.7%和 79.2%,古北界种类更少,分别为 3 种(7.9%)和 1 种(4.2%)。从鸟类的区系成分看,后河自然保护区的鸟类以东洋界种占优势(51%~62%),古北界种的比例也不小(26%~38%),广布种分布较少(11%~12%);按季相划分,保护区的鸟类有留鸟 93 种、冬候鸟 24 种、夏候鸟 37 种和旅鸟 10 种,留鸟占绝对优势(58%),夏候鸟次之(23%),两者共占该区鸟类总数的 81%,反映出繁殖鸟为该区鸟类的主体,并体现出热带鸟类的区系特征,在分布型上,以东南亚热带-亚热带型和横断山脉-喜马拉雅型等南方鸟类为主,兼具南中国型、旧大陆热带-亚热带型以及我国西南或西部地区分布的部分鸟类;从生态角度看,湖北鸟类的各种生态类群在该区均有分布,共有游禽、涉禽、陆禽、攀禽、猛禽和鸣禽 6 种生态类群,其中鸣禽为该保护区鸟类的主体(62%),分布于各个不同的生境和生物群落中的各个不同层次,种类多,是该区陆生脊椎动物物种多样

性的主要体现者<sup>[3, 8, 29]</sup>。

(3) 经济动物种类繁多,类型多样 后河自然保护区动物物种多样性还体现在经济价值类型的多样性,兽类中属毛皮兽的有 39 种、属药用兽的有 45 种、作为对农林有益的食虫兽有 20 种、食鼠兽有 11 种,农业有害兽类和疾病疫源性关联动物分别有 8 种和 12 种;药用爬行类和药用两栖类分别有 21 种和 10 种,食虫爬行类和食虫两栖类分别有 8 种和 24 种,食鼠爬行类有 28 种,剧毒爬行动物 8 种;在鸟类中有有羽禽 3 种,药用鸟类 38 种,食虫鸟类 107 种<sup>[3, 8]</sup>。

## 2.2.2 植物物种多样性

(1) 种类丰富,区系成分复杂 后河自然保护区地处武陵山脉的东北部,为鄂西南湘鄂两省的分界线,云贵高原向江汉平原的过渡地段,受第四纪冰川影响较少,成为众多生物的避难所。同时也是湖北省最封闭的地区之一,植被保护相对较好,因而蕴藏的植物物种较丰富,区系成分复杂。据多次调查,到目前为止,已知后河自然保护区有维管植物 194 科 819 属 2 088 种,占湖北省总数的 34.4%和全国总数的 7.5%<sup>[3, 17]</sup>。其中,蕨类植物 31 科 71 属 194 种,占湖北总种数的 52.4%和全国总种数的 7.5%;有裸子植物 6 科 18 属 25 种,占湖北总种数的 25.5%和全国总种数的 10.5%;被子植物 157 科 730 属 1 869 种,占湖北总种数的 33.7%和全国总种数的 7.5%。与邻近同类型国家级自然保护区相比,后河保护区所分布的维管植物科、属数虽略低于其它国家级保护区,但其物种种数仅低于神农架自然保护区,体现出丰富的植物物种多样性。而且其面积不到其它保护区面积的 2/3(表 2),新扩充区域还未进行考察,可见后河保护区的物种密度高于其它保护区,保护该区的物种多样性尤显重要。后河自然

保护区为我国绿色植物宝库之一,拥有丰富的物种资源,随着植被调查的不断深入,将不断有新的植物物

种被发现,如 2001 年发现了沉寂百年的濒危植物小勾儿茶<sup>[23, 31]</sup>。

表 2 湖北后河国家级自然保护区和邻近地区国家级自然保护区的维管植物物种多样性  
Table 2 Species diversity of vascular plants in the HNNR and other neighboring national nature reserves

保护区或地区 Reserve or region	面积 Area (hm <sup>2</sup> )	蕨类植物 Fern			种子植物 Seed plant									合计 Totol	濒危或重点保 护物种数* Endangered or protect species
					裸子植物 Gymnosperm			被子植物 Angiosperm							
		科	属	种	科	属	种	科	属	种	科	属	种		
		F	G	S	F	G	S	F	G	S	F	G	S		
湖北后河 Houhe, Hubei	40 965	31	71	194	6	18	25	157	730	1869	194	819	2088	29 (26)	
湖北神农架 Shennongjia, Hubei	70 467	34	75	297	6	18	30	159	779	2435	199	872	2762	34 (21)	
湖北星斗山 Xingdoushan, Hubei	68 339	30	59	132	8	22	28	162	762	1873	200	843	2033	37 (33)	
湖南壶瓶山 Hupingshan, Hunan	66 568	40	95	345	7	16	23	159	729	1694	206	840	2062	31 (24)	
湖北省 Hubei Province		41	97	370	9	31	100	191	1324	5550	241	1452	6062	62 (57)	
全国总数 Totol of China		52	204	2600	10	34	238	291	2940	25000	35	33178	27838	389 (246+8 类)	
后河占湖北% Percent of Houhe in Hubei		75.6	73.2	52.4	90.0	58.1	25.5	81.7	55.0	33.7	80.1	56.3	34.4	46.8	
后河占全国% Percent of Houhe in China		59.6	34.8	7.5	60.0	52.9	10.5	53.6	24.8	7.5	54.1	25.7	7.5	7.5	

注:数据来源参考文献[3, 24, 25, 28, 32, 33]; \* 括号外数据根据《中国植物红皮书》<sup>[34]</sup>统计,括号内数据根据《国家重点保护野生植物名录》(第一批)<sup>[35]</sup>统计。

Notes: Data are from references [3, 24, 25, 28, 32, 33]; \* The data out of bracket is counted from China Plant Red Data Book<sup>[34]</sup>, and the data in bracket is counted from Catalogue of Wild Plants under Special Protection in China (list 1)<sup>[35]</sup>. F = Family, G = Genus, S = Species.

该区植物区系偏重于温带性质,并具有热带亲缘性和亚热带向温带过渡的特点,为亚热带和温带地区植物区系重要的交汇地区,各类区系成分并存,表现出区系成分的复杂性<sup>[3, 6, 7, 10]</sup>。在科级水平上,单种科和寡种科占有绝对优势,二者共占总科数的 69%,大科较少。从地理分布区系类型看,194 个科可以分为世界分布、泛热带分布、热带亚洲-大洋洲-中南美洲间断分布、热带亚洲-热带美洲间断分布、旧世界热带分布、热带亚洲-非洲-大洋洲分布、热带亚洲-大洋洲分布、热带亚洲分布、北温带分布、北温带-南温带间断分布、欧亚-南美温带间断分布、东亚-北美间断分布、地中海-东亚-新西兰-墨西哥-智利间断分布、旧世界温带分布、地中海-西亚-东亚间断分布、东亚分布、中国-喜马拉雅分布、中国-日本分布、中国特有分布共 19 种地理分布区系类型,其中以世界分布型、泛热带分布型、北温带分布型、东亚-北美间断分布型含较多科外,其它类型均较少。在世界分布型科中,有许多为主产温带地区的科,从而使温带分布的科在数量上占优,体现了该区归属于世界泛北极区的固有特征;热带成分较多,又反映了该区本来就存在有第三纪古热带的历史背景。在属级

水平上,同样地单种属和寡种属占绝对优势,而且单种属占了全部属数的一半以上(53.1%)。在地理分布区系类型上,819 属维管植物分属世界分布、泛热带分布、热带亚洲-热带美洲间断分布、旧世界热带分布、热带亚洲至热带大洋洲分布、热带亚洲至热带非洲分布、热带亚洲分布、北温带分布、东亚-北美间断分布、旧世界温带分布、温带亚洲分布、地中海-西亚至中亚分布、中亚分布、东亚分布、中国特有分布等 15 个地理分布类型,其中温带分布性质的属明显占优,占该区总属数的 54.3%,热带分布性质的属则占该区总属数的 33.3%,其偏重温带性质兼有热带亲缘性的形成可能是由于该区海拔高度和纬度共同影响的结果。在我国植物区系中,该保护区与神农架、壶瓶山保护区一起同属于华中区系,与西南植物区系联系最密切,其次为华东植物区系。

(2) 珍稀濒危、特有植物丰富,具古老子遗性 后河自然保护区植物物种多样性的一个显著特点是该区珍稀濒危、特有植物丰富,且分布集中,具有古老和子遗的性质<sup>[3]</sup>。根据国务院环境保护委员会早期颁布的《中国稀有濒危保护植物名录》(1984)和《中国植物红皮书》<sup>[34]</sup>,后河自然保护区有珍稀濒危保

护植物 29 种,一级 1 种,二级 10 种,三级 18 种。参照拟增珍稀濒危植物名录<sup>[36]</sup>和国务院颁布的《国家重点保护野生植物名录》(第一批)<sup>[35]</sup>,后河保护区有国家特有珍稀濒危或重点保护植物约 70 余种(含 32 种兰科植物),其中国家一级重点保护野生植物有珙桐、光叶珙桐、伯乐树(*Bretchnneidera sinensis*)、红豆杉、南方红豆杉(*T. chinensis* var. *mairiei*)、水杉(*Metasequoia glyptostroboides*)、银杏(*Ginkgo biloba*)等 7 种。国家二级重点保护野生植物有黄杉(*Pseudotsuga sinensis*)、篦子三尖杉(*Cephalotaxus oliveri*)、巴山榧树(*Torreya fargesii*)、鹅掌楸(*Liriodendron chinensis*)、厚朴(*Magnolia officinalis*)、凹叶厚朴(*M. officinalis* subsp. *biloba*)、连香树、樟树(*Cinnamomum camphora*)、楠木(*P. zhennan*)、金荞麦(*Fagopyrum dibotrys*)、野大豆(*Glycine soja*)、花榈木(*Ormosia henryi*)、榉树(*Zelkova schneideriana*)、川黄檗(*Phellodendron chinense*)、红椿(*Toona ciliata*)、喜树(*Camptotheca acuminata*)、崖白菜(*Tri-aenophora rupestris*)、水青树(*Tetracentron sinense*)、香果树(*Emmenopterys henryi*)等 19 种,另有兰科植物 32 种(已列为重点保护,待公布)<sup>[37]</sup>。还有一些珍稀濒危植物暂时未列入国家重点保护野生植物名录,但依然十分珍贵,如新近发现的濒危植物小勾儿茶原变种,目前仅发现 2~3 株<sup>[23]</sup>。与周边自然保护区相比,虽然目前已知国家重点保护濒危植物物种数略低,但按第一批公布<sup>[35]</sup>的国家重点保护野生植物物种数仅低于湖北星斗山保护区。而后河保护区新扩充面积是原考察时的 3 倍,随着今后考察的深入,将会发现更多的濒危和国家重点保护物种。

从物种特有性看,其特有植物物种丰富,共有中国特有属 33 个,占我国 268 个特有属的 12.3%,此外还有众多非我国特有属的中国特有种,如:猕猴桃科猕猴桃属(*Actinidia*)的中华猕猴桃(*A. chinensis*)和美味猕猴桃(*A. deliciosa*)、壳斗科栗属(*Castanea*)的中国板栗(*C. mollissima*)、椎栗(*C. henryi*)和茅栗(*C. seguinii*)、山茶科紫茎属(*Stewartia*)的紫茎(*S. sinensis*)、领春木科领春木属(*Euptelea*)的领春木(*E. pleiosperma*)、小檗科淫羊藿属(*Epimedium*)的巫山淫羊藿(*E. wushanense*)、粗毛淫羊藿(*E. acuminatum*)等 6 种淫羊藿植物以及目前仅发现于该保护区的后河龙眼独活(*Aralia houheensis*)、后河柳叶菜(*Epilobium verticillaris*)等等。由此可见中国特有种在该保护区的植物区系成分中占有相当重要的位置,特有种丰富是后河自然

保护区植物物种多样性的显著特点。同时该区的众多中国特有植物又具有古老性和孑遗性,在该保护区所拥有的中国特有属中,有的属于单型科,在分类系统中处于相对原始或孤立的位置,如珙桐属、杜仲属(*Eucommia*)、大血藤属(*Sargentodoxa*)等;有的为原始的多心皮类,如串果藤属(*Sinofranchetia*)、星果草属(*Asteropyrum*);有的在其它地区已成为化石,如青檀属(*Pteroceltis*)、金钱槭属(*Dipterionia*)等<sup>[3, 8]</sup>。这些特有属和其它许多特有种,如中国板栗、领春木、篦子三尖杉、穗花杉(*Amentotaxus argotaenian*)等,均为第三纪的古老孑遗植物,比较明显地反映了后河自然保护区植物物种多样性的古老性和孑遗性。

(3) 经济植物种类丰富,类型多样 后河自然保护区除了丰富的特有、珍稀濒危、重点保护植物具有科学研究和物种保存价值外,该区具有经济价值的植物资源极其繁多,类型多样,涵盖了用材植物、食用植物、药用植物、蜜源植物、香料植物、观赏植物、工业材料植物和种质资源植物等八大类<sup>[3]</sup>,可以为国家长远的产业发展提供后备的种质源泉。在其近 100 种用材树种中,属优良用材种的有杉木、檫木(*Sassafras tzumu*)、鹅掌楸、栓皮栎、榉木等 20 多种;在 300 多种药用植物中,有天麻(*Gastrodia elata*)、杜仲(*Eucommia ulmoides*)、厚朴、云木香(*Aucklandia lappa*)、黄连(*Coptis chinensis*)、箭叶淫羊藿(*Epimedium sagittatum*)、红豆杉等众多名贵药用植物;在 100 多种可食用植物中,食用野果类有中华猕猴桃、美味猕猴桃等多种猕猴桃,以及多种悬钩子属(*Rubus*)植物、康定樱桃(*Cerasus tatsienensis*)、五味子(*Schisandra chinensis*)、湖北山楂(*Crataegus hupehensis*)、秋葡萄(*Vitis romanetii*)等,食用种子类有银杏、板栗、茅栗、木通(*Akebia quinata*)、天师栗(*Aesculus wilsonii*)等,食用野生蔬菜植物有紫萁(*Osmunda japonica*)等多种蕨菜、香椿(*T. sinensis*)、黄花菜(*Hemerocallis citrina*)、百合(*Lilium brownii*)、马齿苋(*Portulaca oleracea*)等;在 100 多种蜜源植物中,有椴树(*Tilia tuan*)、党参(*Codonopsis pilosula*)等多种优质高产蜜源植物;香料植物有细辛(*Asarum sieboldii*)、红茴香(*Illicium henryi*)、山胡椒(*Lindera glauca*)、竹叶花椒(*Zanthoxylum armatum*)等 100 种左右;观赏植物有珙桐、红豆杉、青钱柳(*Cyclocarya paliurus*)、金钱槭(*Dipterionia sinensis*)、木兰(*Magnolia denudata*)、火棘(*Pyracantha fortuneana*)等 360 余种,乔、灌、

藤、草各类型植物具有<sup>[38]</sup>;工业用植物则包括众多的纤维植物、鞣质植物、芳香植物,如盐肤木、红麸杨(*R. punjabensis*)、青麸杨(*R. potaninii*)上的虫瘿五倍子为重要化工原料;重要的野生种质资源植物有野大豆、金荞麦等。

(4) 群落水平物种多样性丰富 后河自然保护区丰富的物种多样性不仅体现在保护区整体水平,而且还体现在该区的群落水平。群落物种多样性研究<sup>[3, 11, 15, 21-23]</sup>表明该区群落内植物物种异常丰富,具有较高的群落物种多样性指数。其中面积为 37.5 hm<sup>2</sup>的杨家河稀有珍贵树种群落有维管植物 300 多种,其中乔木 70 余种,灌木和藤本 120 多种,草本 150 余种,珍稀濒危植物达 20 多种<sup>[3]</sup>;在 1 hm<sup>2</sup>固定样地调查中发现有乔木树种 38 科 60 属 107 种,其乔木层具有较高的物种多样性指数<sup>[17]</sup>。在 2.67 hm<sup>2</sup>的光叶珙桐群落中共有维管植物 67 科 94 属 115 种,物种丰富度指数  $R$ (Margalef 指数)为 4.007~5.673(乔灌草三层指数总和,下同),多样性指数  $H$ (Shannon-Wiener 指数)为 4.096~5.608,多样性指数  $D$ (Simpson 指数)为 1.986~2.359,均匀度  $J$ (Pielou 指数)达 1.898~2.408,体现出高度的群落物种多样性<sup>[11]</sup>;在水丝梨群落的 3 个样地(样地面积共 2 400 m<sup>2</sup>)中共有维管植物 54 科 80 属 92 种,虽然乔木层水丝梨占明显优势,导致其乔木层物种多样性指数不高,但整个群落的物种多样性依然丰富<sup>[15]</sup>。在濒危植物小勾儿茶的 40 m×40 m 样方的伴生群落中,其乔、灌、草各层的物种丰富度指数  $R$  分别为 9.38、15.41 和 11.43,多样性指数  $D$  分别为 0.94、0.96 和 0.87,均匀度指数  $J$  分别为 0.83、0.81 和 0.66,反映出该伴生群落极高的物种多样性<sup>[23]</sup>。

后河自然保护区除了具有丰富的维管植物物种多样性外,还拥有大量的苔藓类植物和真菌资源。苔藓植物尚在调查之中,目前已知的藓类植物有 33 科 90 属 192 种及 3 变种<sup>1)</sup>和叶附生苔类植物 3 科 7 属 7 种<sup>[3, 17]</sup>,分别占全国总种数的 9.8%和 4.2%。但真菌多样性研究目前尚未开展。

### 2.3 遗传多样性

广义说来,某地生物的遗传多样性应包括该地区一切生物遗传种质资源的总和,其物种多样性的丰富度,在一定程度上也反映出其总体遗传多样性的高低。后河自然保护区拥有高水平的物种多样性,生物遗传种质资源极丰富,相应地也表明该保护区拥有高水平的总体遗传多样性。目前,遗传多样性的

评价主要是评价狭义的种内居群水平上的遗传多样性,也就是说,我们常说的遗传多样性是指某个特定物种的狭义遗传多样性或者是特定物种种内遗传种质资源的总和。在物种遗传多样性评价方面,后河自然保护区的研究非常欠缺,仅有中国科学院武汉植物园曾在研究我国珙桐等位酶遗传多样性时,对后河自然保护区的珙桐居群进行了遗传多样性的评价,结果表明后河珙桐居群的遗传多样水平( $H=0.1065$ )略高于居群平均水平(0.1029),低于巴东、长阳、神农架居群,高于四川都江堰居群和利川居群<sup>[39]</sup>。后河自然保护区由于特殊的地理位置和环境,所受第四纪冰川的影响,成为众多生物的庇护所,是我国川东-鄂西植物特有中心和孑遗中心的重要组成部分之一,许多生物在此躲过第四纪冰期的危害而得以保存,在冰期后再向四周传播,在理论上是遗传多样性中心之一,应具有较高的遗传多样性。该保护区各物种的遗传多样性水平如何,有待于今后具体的遗传多样性检测并与其它地区居群的比较。

### 3 小结

湖北后河国家级自然保护区地处长江三峡库区的南岸、鄂西南武陵山脉的东段,气候温和,成为众多生物的冰期避难所,为川东-鄂西物种特有中心和第三纪古植物孑遗中心的重要组成部分之一。其复杂的地势地貌造就了微生境的多样性,加上地域相对封闭,受人类干扰相对较少,不论是在动物方面,还是植物方面都拥有丰富的物种多样性和区系成分多样性,同时该区分布的珍稀濒危物种丰富,尤以第三纪孑遗珍稀濒危植物集中分布群落为典型特征。自保护区建立以来,相关科研院校对该保护区进行了多次科学考察,进行了大量的有关生物多样性的研究,揭示出该保护区拥有丰富的生物多样性,具有重要保护价值和科学研究价值。前期相关研究主要集中在物种资源调查和区系成分分析,近几年来,部分研究开始关注群落水平的物种多样性及其种群结构等,但在物种遗传多样性方面的研究极为缺乏。尽管科研院校在该区域开展了较多的研究,但其自身科研机构不太健全,缺乏必要的科研人员,难以自主开展一些生物多样性保护相关的研究与监测,缺乏必要技术方法来拯救和保存濒于灭绝的物种。在进一步加强与科研院校合作的基础上,健全自身科研及管理机构并配备足够的科研力量,合作建立长期定位监测站点,开展系列的生物多样性研究和实现生物多样性的动态监测,并针对珍稀濒危动植物物

种开展群落生态、遗传多样性与结构等方面研究,是该区生物多样性研究发展的方向。

#### 参考文献:

- [1] 张金屯. 论生物多样性保护与持续发展[J]. 经济地理, 1999, 19 (2): 70-75.
- [2] 刘思慧, 刘季科, 王应祥. 中国的生物多样性保护与自然保护区[J]. 世界林业研究, 2002, 15 (4): 47-54.
- [3] 宋朝枢, 刘胜祥. 湖北后河自然保护区科学考察集[M]. 北京: 中国林业出版社, 1999.
- [4] 许天全. 鄂西南山地的珍贵稀有植物[J]. 武汉植物学研究, 1984, 2 (2): 275-282.
- [5] 邓友平, 陈星球. 鄂西后河自然保护区的蕨类植物[J]. 华中师范大学学报(自然科学版), 1992, 25 (1): 89-94.
- [6] 邓友平, 陈星球. 鄂西后河自然保护区蕨类植物区系地理研究[J]. 武汉植物学研究, 1994, 12 (2): 129-136.
- [7] 王万贤, 傅运生, 杨毅, 程炯, 李晓宇. 鄂西南后河自然保护区植物区系研究[J]. 武汉植物学研究, 1997, 15 (4): 353-362.
- [8] 杨其仁, 王小立, 何定富, 戴宗兴, 张铭. 湖北后河自然保护区的野生动物资源[J]. 华中师范大学学报(自然科学版), 1999, 33 (3): 412-419.
- [9] 杨心兵, 刘胜祥, 杨福生. 湖北省后河自然保护区光叶珙桐种群结构的研究[J]. 生物学杂志, 2000, 17 (1): 15-17.
- [10] 汪正祥, 刘胜祥, 雷耘, 方元平. 后河自然保护区菊科植物区系及药用资源分析[J]. 生命科学研究, 2000, 4 (4): 356-361.
- [11] 汪正祥, 刘胜祥, 雷耘, 杨福生. 湖北后河国家级自然保护区光叶珙桐群落物种多样性特征[J]. 华中师范大学学报(自然科学版), 2000, 34 (1): 84-87.
- [12] 叶其刚, 陈树森, 王诗云. 鄂西南后河一个典型稀有濒危植物群落的结构特征研究[J]. 武汉植物学研究, 2001, 19 (3): 241-247.
- [13] 许凯扬, 刘胜祥, 杨福生, 汪正祥, 彭丹, 黄大钱. 湖北后河国家级自然保护区水丝梨种群结构[J]. 首都师范大学学报(自然科学版), 2001, 22 (1): 84-88.
- [14] 许凯扬, 刘胜祥, 杨福生, 汪正祥, 彭丹, 郑昌毅, 黄大钱. 湖北后河国家级自然保护区水丝梨种群分布格局[J]. 华中师范大学学报(自然科学版), 2002, 36 (2): 217-220.
- [15] 许凯扬, 刘胜祥, 叶万辉. 湖北后河自然保护区水丝梨群落研究[J]. 首都师范大学学报(自然科学版), 2002, 22 (1): 84-88.
- [16] 彭丹, 刘胜祥, 吴鹏程. 中国叶附生苔类植物的研究(八)——湖北后河自然保护区的叶附生苔类[J]. 武汉植物学研究, 2002, 20 (3): 199-201.
- [17] 田玉强, 李新, 胡理乐, 黄汉东, 江明喜. 后河自然保护区珍稀濒危植物群落乔木层结构特征[J]. 武汉植物学研究, 2002, 20 (6): 443-448.
- [18] 田玉强, 李新, 江明喜. 后河自然保护区珍稀濒危植物种群分布格局的分形特征: 计盒维数. 应用生态学报, 2003, 14 (5): 681-684.
- [19] Wang W, Fu Y, Yang Y, Deng M, Ke W. A study on the floristic characteristics of the Houhe Nature Reserve in the southwest Hubei [A]. In: Proceeding of the IFCD [C]. Beijing: China Higher Education Press, Springer-Verlag, 1996. 241-247.
- [20] 应俊生, 张玉龙. 中国种子植物特有属[M]. 北京: 科学出版社, 1994.
- [21] 李新, 田玉强, 胡理乐, 黄汉东, 江明喜. 后河自然保护区常绿阔叶混交林群落特征研究[J]. 武汉植物学研究, 2002, 20 (5): 353-358.
- [22] 李新, 胡理乐, 黄汉东, 江明喜. 后河自然保护区水丝梨群落优势种群结构与格局[J]. 应用生态学报, 2003, 14 (6): 849-852.
- [23] 胡理乐, 江明喜, 黄汉东, 党海山, 向启波, 黄辉. 濒危植物小勾儿茶伴生群落特征研究[J]. 武汉植物学研究, 2003, 21 (4): 327-331.
- [24] 朱兆泉, 宋朝枢. 神农架自然保护区科学考察集[M]. 北京: 中国林业出版社, 1999.
- [25] 刘胜祥, 翟建平. 湖北星斗山自然保护区科学考察集[M]. 武汉: 湖北科学技术出版社, 2003.
- [26] 邓学建, 叶贻云, 王斌, 廖先胜, 严逢兵, 杜范章. 湖南壶瓶山自然保护区鸟类多样性分析[J]. 生态科学, 1996, 15 (2): 43-46.
- [27] 陈康贵, 曹赐生, 曾伯平, 谭立军, 廖先胜, 覃平方. 湖南壶瓶山自然保护区兽类多样性研究[J]. 湘潭师范学院学报(自然科学版), 2000, 23 (1): 66-70.
- [28] 湖南省常德市林业局和石门县林业局. 壶瓶山自然保护区科学考察报告集[Z]. 湖南省林业厅科技成果(湘林科鉴字(90)35号)1993.
- [29] 于天宝, 禹苗. 后河国家级自然保护区鸟类资源调查[J]. 林业调查规划, 2004, 29 (3): 34-42.
- [30] 查玉平, 骆启桂, 黄大钱, 邓长盛. 后河国家级自然保护区蕨类名录及区系的研究[J]. 华中师范大学学报(自然科学版), 2004, 38 (2): 215-219.
- [31] Li J Q, Jiang M X, Wang H C, Tian Y Q. Rediscovery of *Berchemiella wilsonii* (Schneid.) Nakai (Rhamnaceae), an endangered species from Hubei, China [J]. 植物分类学报, 2004, 42 (1): 86-88.
- [32] 陈兵. 壶瓶山植物区系特征及成因初步研究[J]. 武陵学刊, 1997, 18 (3): 55-58.
- [33] 方元平, 葛继稳, 袁道凌, 刘胜祥. 湖北省国家重点保护野生植物名录及特点[J]. 环境科学与技术, 2000, 89: 14-17.
- [34] Fu L G. China Plant Red Data Book—Rare and Endangered Plants (Vol. 1) [M]. Beijing: Science Press. 1992.
- [35] 国务院. 国家重点保护野生植物名录[J]. 植物杂志, 1999, 23 (5): 4-11.
- [36] 许在富. 稀有濒危植物迁地保护的原理与方法[M]. 昆明: 云南科技出版社, 1998.
- [37] 于永福. 中国野生植物保护工作的里程碑[J]. 植物杂志, 1999, 23 (5): 3.
- [38] 汪甜, 秦伟, 刘胜祥. 湖北后河国家级自然保护区野生花卉资源[J]. 中国野生植物资源, 2004, 23 (2): 17-19.
- [39] 李建强, 张敏华, 黄宏文, 蔡清. 珙桐的等位酶位点变异分析[J]. 武汉植物学研究, 2000, 18 (3): 247-249.