

# 尤溪县生物多样性保护优先地区分析

李迪强, 林英华, 陆 军

(中国林业科学研究院森林生态环境与保护研究所, 北京 100091)

**摘要:** 选择人类活动频繁的常绿阔叶林林区具有代表性的福建尤溪县进行了生物多样性保护的优先性分析。在多次实地调查基础上, 利用野生动物野外实地样带调查数据, 已有的珍稀濒危鸟、兽和植物物种的分布资料, 同时结合利用地理信息系统软件 ARC/INFO 数字化 1:10 万林相图和 1:5 万地形图, 建立了基于 GIS 的尤溪县生物多样性信息系统。然后根据物种多样性、珍稀濒危物种保护和生态系统保护目标, 确立了保护优先性分析原则, 即珍稀濒危物种尽可能包含在保护区和保护小区内, 同时在优先保护区尽可能包含更多的其它物种。用最新的森林分布图及调查物种分布与生境关系, 生态系统在保护物种与生态系统功能等方面的作用等, 提出了生态系统的保护优先地区。将提出保护优先地区与已建保护区和保护点分布图进行叠加分析表明, 保护区和保护点的方法是保护珍稀濒危物种的有效方法, 但是需要考虑保护区之间的联系, 在对大型哺乳动物保护时需要建立面积较大的自然保护区。最后, 提出了建立自然保护区规划。

**关键词:** 生态系统管理; 生物多样性保护; 保护优先性分析

## Assessing Biodiversity Conservation Priorities in Youxi County

LI Di-Qiang, LIN Ying-Hua, LU Jun (Institute of Forest Ecology, Environment and Protection, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091). *Acta Ecologica Sinica*, 2002, 22(8): 1315~1322.

**Abstract:** Identifying high priority areas for biodiversity conservation has been becoming a major endeavor for conservation biologists. Areas with high species richness, high concentration of endemic and endangered species and ecosystems of high ecoservice function have been considered as priorities for biodiversity conservation. Essential actions should be taken to avoid destroying the ecological environment in these areas during the process of economic development. In order to assess the effectiveness of protected areas/spots in Youxi County, Fujian Province, a systematic conservation planning was conducted in this paper by means of priority setting exercises.

A biodiversity information system was established in the Youxi County. 1:100000 forest map and 1:50000 topology map were digitized based on GIS (ARC/INFO). A field wildlife transect survey was conducted at a series of diagonals of  $5 \times 5 \text{ km}^2$  grids selected according to a systematic sampling method from 1997 to 1998 in Youxi County, totally 209 birds sightings and 20 mammals traces were recorded with Geographical Positioning System (GPS). The historical distribution records of the national protected birds, mammals and plants and the data from the field wildlife transect survey were also compiled based on GIS.

Data of bird species richness, national protected birds, mammals and plants and ecosystems were used to determine priority areas for biodiversity conservation. First, a series of distribution maps of endangered birds, mammals and plants were produced for each  $5 \times 5 \text{ km}^2$  grid. Bird records from transect survey were regarded as biodiversity richness indicator, a series of representation grids to represent all bird species were selected based on an algorithm. The ecosystem priorities were determined based on evaluation on ecoservices, species diversity and human activities in ecosystems involved. Then, a priority map for

基金项目: 国家林业局重点资助项目; 野生动物管理模式研究资助项目

收稿日期: 2002-04-10

作者简介: 李迪强 (1966~), 男, 湖南湘潭人, 博士, 副研究员。主要从事自然保护区和野生动物保护与管理方面研究。

biodiversity conservation was produced by the overlay of the priority maps of endangered species, representation grids for bird species and ecosystems. The result from comparing the distribution of protected areas/spots with the priority areas produced in this research shown that the special protected areas/ spots are one of the practical approaches to protect fragmented species habitats; all endangered plants and most of endangered birds and mammals are included in protected spots. However, the protected areas/spots are too small for large mammals to live and corridors between protected areas need to be established for species movement. Finally, a proposed reserve planning in this county was discussed.

**Key words:** ecosystem management; biodiversity conservation; conservation priority assessment

文章编号:1000-0933(2002)08-1315-08 中图分类号:Q143,S759.6 文献标识码:A

采取景观生态学方法与生态系统管理理论进行生物多样性保护优先地区分析是目前生态学和保护生物学研究的热点问题之一<sup>[1~8]</sup>。美国 GAP 分析项目的全国开展促进了生物多样性保护优先地区研究的发展,很多国际组织如 WWF、TNC 提出的生态区保护(Ecoregional Based Conservation, ERBC)策略,进一步促进了保护优先性分析在世界各地的开展<sup>[3~5]</sup>。

自然保护优先性的评估是对一个确定地区,根据物种的特有性、物种丰富度、生态系统保护优先性等指标,提出具有重要保护价值的地区,作为优先保护地区,采取特别行动,避免在发展中破坏<sup>[5]</sup>。在南方亚热带常绿阔叶林地区,人口密度高,人为干扰大,天然林分布破碎,生物多样性丰富,对人为活动敏感。针对其分布特点与保护重要性,在福建、江西等省建立了保护小区和保护点,作为自然保护区的重要的补充。建立自然保护小区(保护点)是南方林区生态系统管理的重要方式,是保护生物多样性与生态系统功能很实用而有效的生态系统管理方法。

尤溪县是福建省代表性的集体林区县,同时又是全国 48 个林区重点县之一,并于 1988 年被国务院确定为三明市集体林区改革实验区。全县面积及所拥有的森林和野生动植物资源在南方具有很好的代表性。而且野生动物调查已经在全国开展,如何将已经得到的调查资料应用到野生动物保护管理,保护优先性评估,试图提供一种方法,将全国性开展的野生动物调查和森林调查结合起来,为保护区和保护小区的设计服务。本文以尤溪县为例,探讨利用野生动物调查和森林调查资料为县级生物多样性保护优先性分析和保护行动服务。

1 研究地点概况

尤溪县位于福建中部,北纬 25.8~26.4°,东经 117.8~118.6°,地处中亚热带,总面积 3463 km<sup>2</sup>。全县共有 15 个乡镇 256 个村,人口 41 万。地形属闽赣丘陵,东、南部为戴云山系,西及西南部为玳瑁山系,松政-大埔断裂带沿联合塔兜至团结溪口穿越中部,构成东西高,中间低,由东南、西南、西北向北延伸的丘陵盆地。境内山峦蜿蜒,山峰林立,盆地错落,地形复杂;最高海拔为 1472m,最低海拔 67m。属亚热带大陆性的海洋性兼东南季风气候,各地年平均气温在 15.8~19.6℃,无霜期 232~299d,年平均降雨量 1400~1800mm 之间。土壤主要有红壤、黄壤和紫色土三大类。红壤是本县的主要土壤,占土地总面积的 81.4%。植被属中国东部湿润森林区、南岭东部山地常绿槲类针叶林区、闽中戴云山山麓峰山脉常绿槲类落叶林小区,动植物地带性和垂直分布现象较为明显。全县林业用地面积 2761km<sup>2</sup>(有林地 2405km<sup>2</sup>),森林覆盖率 72.4%。尤溪县地带性森林植被为常绿阔叶林,由于长期以来受人为活动的影响,县内残存的原始森林不多,常见为次生常绿阔叶林,槲类针叶林,灌木林以及其它森林植被。

植物的区系组成以亚热带成分为主,其次为温带和热带成分,并含有一定的特有种,属。由于生境复杂,植物种类繁多,维管束植物有 196 科,1779 种(包括变种和变型),其中蕨类植物 38 科 58 属 112 种,裸子植物 10 科 23 属 47 种,被子植物 156 科 729 属 1620 种。

尤溪县动物区系介于东洋界的华南区和华北区的过渡地带,主要以华南区为主,具体分属于华南区闽广沿海亚区,区内动物区系组成以热带、亚热带成分为主,并渗入古北界成分。尤溪县分布兽类 48 种,以苏门羚(*Capricornis sumatraensis*),云豹(*Neofelis nebulosa*),黑熊(*Ursus thibetanus*),野猪等大中型兽类

居多;鸟类 245 种;两栖和爬行动物 90 种,淡水鱼 55 种;昆虫 2000 多种<sup>[6,7]</sup>。

## 2 数据来源与研究方法

### 2.1 数据来源与输入

(1)鸟类实地调查 采用 1996~1997 年由全国野生动植物研究与发展中心和尤溪县林委联合组织的野外调查结果。调查采用样带法,以预设的公里网格为基本调查单元,调查人员以 1:50000 尤溪县地形图、1:100000 的尤溪县森林分布图为基础,以  $5 \times 5 \text{ km}^2$  网格内对角线设立样带,调查网格内动物分布状况。所有动物分布记录 GPS 坐标。将所有物种分布与生境记录都对应于地图的  $5 \times 5 \text{ km}^2$  的公里网格系统中<sup>[7]</sup>。如图 4,共有 169 个网格。

(2)兽类实地调查 以访问调查为主,以样带调查为辅。调查目标为兽的实体和活动痕迹(足迹、卧迹、粪便和食痕等),并结合在沿途部分行政村进行调查访问,了解尤溪县的兽类种类和分布概况,得到尤溪县保护兽类分布。在地图内进行标记。并用 GPS 记录坐标。

(3)保护植物物种分布数据 根据尤溪县林委提供的尤溪县珍稀植物植物分布图。

(4)尤溪县森林类型图 由 1994~1996 年尤溪县森林资源调查结果得到、保护小区图由尤溪县林委提供。

(5)以上数据采用地理信息系统(GIS)软件 ARC/INFO 输入,建立了尤溪县生物多样性信息系统。

### 2.2 研究方法

生物多样性保护的优先地区为珍稀濒危物种分布的集中地区,物种多样性丰富的地区和人为活动相对较少,天然林集中分布的地区<sup>[8]</sup>。所以从以上 3 个方面综合分析生物多样性保护的优先地区。根据开展的野外调查资料和历史资料,建立了基于地理信息系统的尤溪县生物多样性信息系统,包括野生动植物数据库,主要根据国家保护动植物分布点,利用鸟类作为生物多样性丰富度的指示,利用森林分布图作为生态系统指示,按照以下流程(见图 1),将濒危物种保护优先地区,物种丰富度与代表性高的地区与原生性生态系统集中分布的地区作为生物多样性的优先地区。

2.2.1 珍稀濒危物种保护优先性分析 收集尤溪县国家保护植物、鸟类、兽类等物种的分布资料,建立空间 GIS 分布信息系统,以濒危物种的分布作为保护迫切性的指示,按照网格选定物种数量,确定保护优先次序,推导出优先网格。

2.2.2 物种丰富度与代表性分析 采取全国野生动植物研究与发展中心的调查数据为基础,利用鸟类作为物种多样性的指示,选择具有代表性的网格。大致可以分为 3 个基本步骤。

增加保护网格对物种保护的有效性( $E$ )采用如下公式计算<sup>[9~13]</sup>:

$$E = 1 - (X/T)$$

$X$  保护网格的总面积; $T$  该区域的总面积。选取不同的比值( $X/T$ ),根据以下规则:

(1)依次选择新选择的物种丰富度最大的网格,如果未被选择的物种丰富度数值相等,则选择该网格中新选择物种稀有度之和最低的网格(即所有没有被选择物种发生频率的和最低的网格),如果有一个以上的网格,其新选择物种稀有度的和相等,选择物种丰富度最大的网格,丰富度相等,则选择表中第一个出现的网格,直到所有的物种被包括为止。

(2)依次选择新物种丰富度最大的网格,如果新物种丰富度的数值相等,则选择该网格中新物种稀有度的和最低的网格,如果有一个以上的网格,其新物种稀有度的和相等,选择物种丰富度最大的网格,丰富度相等,则选择表中第一个出现的网格,直到所有的物种被包括为止。

(3)依次选择物种丰富度最大网格,如果有一个以上物种的丰富度相等的网格,则选择表中第一个出现的网格。

以上规则结束的原则是选择的网格占所有网格数的比值至少不低于预设的水平( $X/T$ )。

根据上面算法的 3 个步骤,利用 VFP 编写程序及 ArcView GIS 辅助作图,取不同的比值( $X/T$ ),从 5%~80%,<sup>万方数据</sup>得到各保护小区所占面积比例下,对所有物种的保护水平(即选出的网格中包括的物种数占所有物种的百分比)。

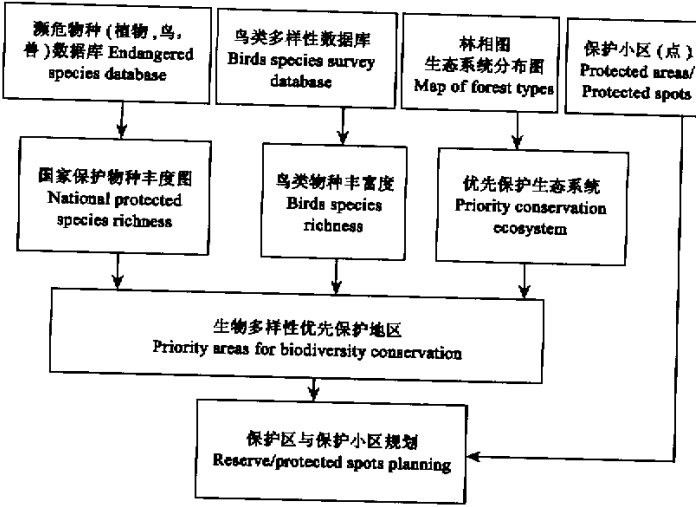


图 1 尤溪县生物多样性优先地区分析流程图

Fig. 1 Process of prioritizing for biodiversity conservation in Youxi County

2. 2. 3 生态系统保护优先地区分析 以林相图作为生态系统划分的基础数据,根据生态系统服务功能  $F$  的相对大小,生物多样性丰富程度  $R$  划分为 5 级,最优先的为 5,最小为 1,人类活动干扰程度  $D$  按照最严重为 5,干扰最小为 1,根据 3 个指标定义出生态系统优先指标  $P$ :

$$P = F \cdot R / D$$

根据  $P$  的大小将生态系统优先保护程度分为 3 级,最优先(I 级),优先(II 级),一般(III 级)和其它(不适宜进行保护的农田和经济林生态系统,IV 级)。

生态系统服务功能主要根据森林调查的小班资料中土壤、蓄积量、坡度、坡向等比较在水土保持和水源涵养重要性与碳储存的重要性,进行比较排序。生物多样性重要等级的划分结合鸟类实地调查资料及物种在不同森林类型物种的分布,定义出不同森林生态系统类型的生物多样性保护优先程度。人为干扰程度根据人为实际进行生产活动,离村庄距离等进行比较,给出优先等级。

2. 2. 4 景观生态学分析与生物多样性保护景观规划 将选出的优先保护网格与优先保护生态系统得出生物多样性保护优先地区,根据优先性相对集中的部分分别就物种丰富度,物种与地形、生境关系等进行分析,与已经建立的生物多样性保护小区进行叠加,规划出建议建立自然保护区的地区。

### 3 分析与结果

#### 3. 1 尤溪县珍稀濒危物种分布

尤溪县植物物种丰富,根据尤溪县植物名录,国家重点保护珍稀濒危植物有秃杉(*Taiwania cryptostroboides*),南方红豆杉(*Taxus cuspidata*),杜仲(*Eucommia ulmoides*),水松(*Glyptostrobus pensilis*)等 20 种。在  $5 \times 5$  网格系统中,这些植物分布在 38 个网格中。一个网格分布种数最多的有 5 种植物。单株蓄积量大,树龄较大的保护植物被列为国家古树,进行了标记挂牌,在这些植物生长地区建立了保护小区。

尤溪县有兽类 48 种,以苏门羚,云豹,黑熊,野猪等大中型兽类居多。综合历史记录和实地考察资料,国家保护动物有华南虎(*Panthera tigris*),苏门羚,黑熊,灵猫(*Viverricula indica*),河麂(*Hydropotes inermis*),猕猴(*Macaca mulata*)等。在调查中,发现有华南虎分布在太华山等地。仅在网格 1506,702,1312,1604 号网格内有珍稀兽类分布。综合历史记录和调查结果,该县有国家重点保护鸟类 52 种,如松雀鹰,白颈长尾雉等。发现有珍稀鸟类分布点 180 多个,分布的网格有 51 多个。综合国家重点保护鸟类、兽类

与植物分布数据结果,得到在  $5\times 5\text{ km}$  的网格系统中物种保护优先地区(见图 2),根据等级,保护物种最多的网格有 9 种,有 2 个网格,5~8 种的有 3 个网格,包含 1~4 种的网格有 26 个。优先地区分布在尤溪县西北和东南两边,主要分布在地形变化较大的区域。从分布看,223 个调查生境记录中,83% 国家重点保护鸟、兽的出现天然林中,所以,天然林是珍稀鸟、兽的主要栖息地。

3.2 鸟类物种多样性代表性与保护优先地区分析

鸟类丰富度的空间分布表现出明显的空间差异<sup>[7]</sup>。根据上述优选算法,不同网格选择比例与在所选网格中鸟类所占鸟类总数的比例的关系见图 3。由图可以看出,当选择网格比例  $X/T=0.15$  时,被保护的物种数占总物种数的 80%, $X/T=0.4$  时,选出的网格包括了全部调查发现的物种。

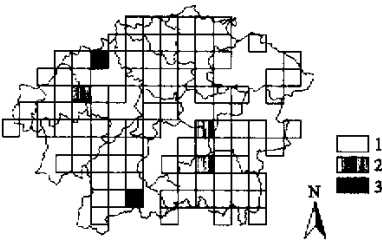


图 2 优先保护物种丰富度图

Fig. 2 Richness map of national protected species in Youxi County.

1: 1~4 种保护物种 Number of national protected species 1~4; 2: 5~8 种保护物种 5~8 species; 3: 8~10 种保护物种 8~10 species

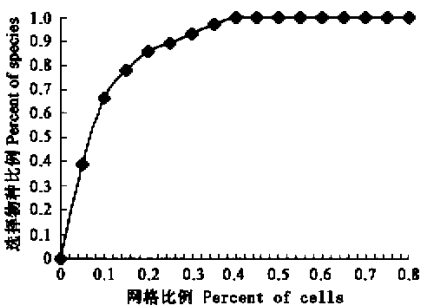


图 3 取不同网格比值时选出的网格包含鸟类种数占所有调查鸟类的比例

Fig. 3 The selected ratios of the birds species when selected grids in different levels

在保护网格 15% 时,选择网格的空间分布见图 4。从图 4 可以看出,选出的网格大致可以划分西部,东北部 and 东南部三大块。对比图 5 与尤溪县地貌图,发现选出网格的东北部分的地貌主要是一系列串珠状河谷平原,地面起伏和缓,多丘陵,也有部分山地。这部分是尤溪县调查发现物种最集中的地方,分布有近 150 种鸟类,约占鸟类总数的 70%。调查发现的珍稀鸟类和兽类绝大多数都出现在该部分或相近范围内。特别是河流多,地势较陡峭,有残存的阔叶林成片分布,使得在人类活动包围的天然林斑块中,物种多样性比较高。选出网格的东南部分的地貌大部分为山地,且多山峰,其中还在太华山发现了华南虎的新鲜足迹。虽然这部分只包括调查发现的 88 种鸟类,占鸟类总数的 42%。但由于多密林山地,且海拔较高,符合绝大部分鸟类(特别是大型猛禽)和兽类的适宜生境,有必要实施天然林保护工程的重点地区,建立自然保护区。选出的西部地区的网格相对分散,一共包括 117 种鸟类,占总数的 56%。这部分地形破碎,山地、丘陵、盆谷交错,是优先保护的地区。

3.3 优先保护生态系统分布

根据该县的森林分布图,森林划分为 8 类:常绿阔叶林生态系统、马尾松、杉木林、竹林、疏林、灌木林、经济林和农田生态系统。按照生态系统的服务功能,生物多样性丰富度与人类活动干扰程度,对这些生态系统类型进行分析见表 4,尤溪县优先保护的生态系统有常

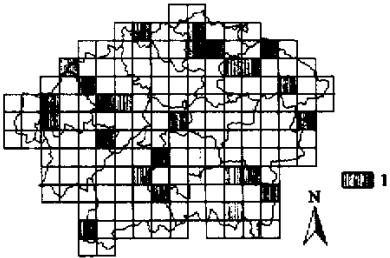


图 4 选择比值为 15% 时网格的分布

Fig. 4 The selected grids (shaded squares) as  $X/T=0.15$

1: 表示选出的网格 Selected grids



绿阔叶林生态系统,灌木林生态系统。次优先保护的有:马尾松林生态系统、疏林生态系统与竹林生态系统。这些生态系统的空间分布见图 5。从图上可以看出,几种植被生态系统类型面积的大小见图 6,其中,马尾松生态系统面积最大,而阔叶林生态系统面积第二。由图 5、图 6 可以看出,常绿阔叶林、马尾松林,占据了境内绝大部分面积,作为动物主要栖息地的天然林常绿阔叶林和马尾松林占整个面积的 40%。国家重点保护植物基本都位于常绿阔叶林内。国家重点保护野生动物也主要分布在常绿阔叶林、马尾松林和灌丛内。优先生态系统的分布为自然保护区的设计提供了一个基本资料。

表 4 尤溪县生态系统保护优先性分析

Table 4 Priorities ecosystem conservation assessment on Youxi County					
生态系统类型	生态系统服务功能	生物多样性特征	人类活动干扰	P 值	优先性评价
Type of Ecosystem	Ecoservice	Biodiversity	Human disturb	P value	Priority assessment
马尾松生态系统	3	4	2	6	优先
Masson pine forest ecosytem					Class II
杉木林生态系统	3	2	3	2	其它
ChineseFir ecosytem					Class IV
常绿阔叶林生态系统	5	5	1	25	最优先
Evergreen forest ecosystem					Class I
竹林生态系统	4	3	3	4	一般
Bamboo ecosystem					Class III
疏林生态系统	3	3	2	4.5	优先
Sparse woods ecosystem					Class II
灌木林生态系统	4	4	1	16	优先
Shrub ecosystem					Class II
经济林	2	1	4	0.5	其它
Planted forest ecosystem					Class IV
农田生态系统	1	1	5	0.2	其它
Agriculture ecosytem					Class IV

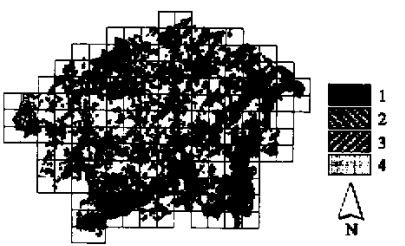


图 5 尤溪县生态系统优先性分析图

Fig. 5 Priorities ecosystem conservation assessment in Youxi County

1. 最优先保护生态系统 Class I; 2. 优先保护生态系统 Class II; 3. 次优先保护生态系统 Class III; 4. 其它生态系统 Others IV

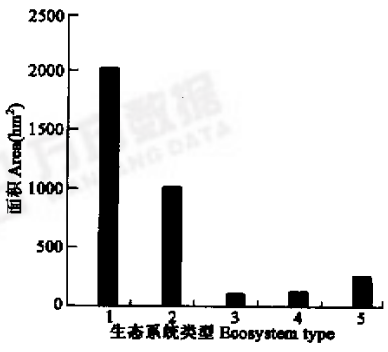


图 6 不同优先保护生态系统所占的面积

Fig. 6 The size of priority conservation ecosystems in Youxi County

1. 马尾松林 Masson pine forest; 2. 常绿阔叶林 Mixed forest; 3. 次生疏林 Sparse woods; 4. 灌木林 Shrub; 5. 竹林 Bamboo forest

3.3 现有保护区的评价与规划

尤溪县保护物种数量多,物种多样性丰富。据调查尤溪县有植物物种 1800 多种,鸟类 230 种,兽类 48 种。国家重点保护植物 20 种,兽类 6 种,鸟类 52 种。在进行生态系统管理与开发时,生物多样性的保护是需要优先考虑这些因素,而当地提出的保护小区、保护点是符合当地实际要求的保护形式。

尤溪县现有的自然保护小区(点)大多处于江河发源地和溪流两岸,以及水库,村庄四周(见图 7)。保护小区涉及到 43 个保护小区和 39 个保护点,几乎包括了主要的珍稀动植物分布地。但是现有的保护小区面积太小,对珍稀植物保护的点更小,只是将保护植株保护起来,不能保证其群落更新与发展。对大型哺乳动物的保护是远远不够的,需要建立较大面积的自然保护区。另外应建立保护小区之间的廊道,保证物种安全及生境间物种移动。

从尤溪县原保护区图与生态系统分布图的关系可以看出,西北,西部地区阔叶林保存较好且集中的地方,相当部分已被划为保护小区,按照划分生物多样性保护的优先顺序,结合当地地形地貌,生态系统分布等,将各部分图形叠加分析,发现在西部保护小区分布零散,建议将已有的西北方向的保护小区和西南方向的几块小区分别连成片,或在它们中间设立保护廊道,适当扩大其它保护小区的面积。建议在物种集中分布的东南部建立自然保护区,该地区,共包括调查鸟类 125 种,占总数的 60%。调查发现分布兽类有华南虎,苏门羚,珍稀植物有 8 种。各植被的面积比例中,天然林所占比例 83%,组成保护区的主要成分是马尾松林和阔叶林,竹林,灌木林。综合保护小区和保护点和建议的保护区将使尤溪县的所有濒危动物在保护区(小区、点),70%的天然林包括在保护区内。较好地形成了一个保护网络。

4 讨论

生物多样性保护优先性评估是寻找出不可替代的地区,这些地区具有重要的生物多样性保护意义和生态功能保护意义,一旦破坏将无法恢复。所以,保护优先性评估是开展生态系统管理重要的内容,是区域可持续发展的基础<sup>[1,8,14,15]</sup>。尤溪县作为南方集体林区的代表,同时又是处在人口密度高的中国特有亚热带林区,人类活动强度大,建立大型保护区困难。当地保护部门提出的建立保护小区、保护点系统,有效地促进了物种保护,在此基础上,需要针对特定的保护目标,在保护小区之间建立联系和为大型动物保护需要而建立自然保护区。随着天然林保护工程开展,建立这种保护区已经成为可能。

全国开展了野生动物调查和森林资源调查,为开展生物多样性保护优先性分析,提供了最新的数据。建议其它调查相结合,全面评价南方林区保护小区生物多样性保护作用和空间格局合理性与生态功能。在土地规划时对生物多样性保护与生态功能的保护进行优先考虑。

参考文献

[1] Burke V J. Landscape ecology and species conservation. *Landscape Ecology*,2000,**15**:1~5.  
[2] Franklin J F. Preserving biodiversity: Species, ecosystems, or landscapes? *Ecological Applications*, 1993, **3**(2): 202~205.  
[3] Li, D Q(李迪强),Song Y L(宋延龄). Review on GAP analysis and hotspots analysis. *Chinese biodiversity*(in Chinese)(生物多样性),2000,**8**(2):208~214.  
[4] Ando A,Camm J, Polasky S,*et al.* Species distribution, land values, and efficient conservation. *Science* 1998, **279**:2126~2128.  
[5] Freitag S, van Jaarsveld A S, Biggs H C. Ranking priority biodiversity areas: an iterative conservation value-based approaches. *Biological Conservation*, 1997,**82**:263~272.  
[6] 万方数据 Youxi County Annals(尤溪县志编纂委员会). *Youxi County Annals*(in Chinese), Fuzhou: Fujian Map publication House,1998.

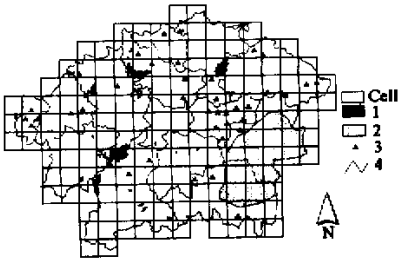


图 7 尤溪县保护小区(点)分布及保护区规划示意图  
Fig. 7 Protected area(spots) and reserve proposal in Youxi County

1. 已建保护(小)区 Existing protected area, 2. 建议保护区示意边界 Reserve proposal 3. 已建保护点 Protected spot, 4. 行政区划 Administration boundary

[ 7 ] Lu J(陆军), Qian F W(钱法文),SU H L(苏化龙),*et al.* Winter bird survey in Youxi County, Fujian Province. *Research on Forestry(林业科学研究)*, 2000, **13**(5):458~463.

[ 8 ] Wright R D. Ecosystem management; An appropriate concept for parks. In: Wright. R. G.ed. *National parks and protected areas, their role in environmental protection*. New York:Buckuell Sciences,1996. 31~61.

[ 9 ] Pressy R I,Nicholls A O . Application of a numerical algorithm to the selection of reserves in semiarid New South Wales. *Biological Conservation*,1989,**50**:263~278.

[10] Nicholls A O, Margules C R. An upgraded reserve selection algorithm. *Biological Conservation*,1993,**64**:165~169.

[ 11 ] Michael B, Robert B, Press L, *et al.* A new approach for selecting fully representation reserve networks; addressing efficiency, reserve design and land suitability with an iterative analysis. *Biological Conservation*. 1992. , **62**,115~125.

[12] Marguls C R, Nicholls A O. Selecting networks of reserves of to maximize biological diversity. *Biological Conservation*,1988,**43**:63~76.

[13] Pressy R I, Logan V S. Size of selection units for future reserves and its influence on actual vs targeted representation of features a case study in western new South Wales. *Biological Conservation*, 1998,**85**:305~319.

[14] Noss R F. Ecosystems as conservation targets. *Trends in Ecology and Evalution*,1996,**11**:297~298.

[15] Faith D P,Walker P A . Integrating conservation and development incorporating vulneraability into biodiversity assessment of areas. *Biodiversity and Conservation*, 1996, **5**: 417~429.

