

区域自然保护区群规划 ——以秦岭山系为例

徐卫华¹, 罗 翀^{1,2}, 欧阳志云^{1,*}, 张 路¹

(1. 中国科学院生态环境研究中心城市与区域生态国家重点实验室, 北京 100085; 2. 华中农业大学园艺林学学院, 武汉 430070)

摘要:自然保护区群的构建对于优化我国自然保护区空间布局、提高自然保护区的保护效果具有重要意义。以大熊猫为主要研究对象,以秦岭山系为研究区域,以生境评价与通达性分析为主要研究方法,探讨了自然保护区群合理布局与功能区优化的程序、内容与方法。研究表明,目前秦岭山系已建与筹建的大熊猫自然保护区 17 个,自然保护区群初步形成,保护了 50% 的大熊猫生境,但东部的 3 个自然保护区尚未全部相连,且整个自然保护区核心区被隔离为 20 部分,大大影响了自然保护区效果的发挥。为优化自然保护区的布局,建议新建渭水河与锦鸡梁两个自然保护区,以大熊猫居群为基本单位将核心区调整为 4 个,并且通过 3 个连接区的建设加强各大熊猫居群的连通性,以促进大熊猫种群间的交流与迁徙。研究结果可为秦岭山系自然保护区建设提供思路与依据,对其它地区自然保护区群的建立及全国自然保护区网络的优化也具有借鉴意义。

关键词:大熊猫;连通性;生境评价;自然保护区群;功能区划;核心区

Designing regional nature reserves group: the case study of Qinling Mountain Range, China

XU Weihua¹, LUO Chong^{1,2}, OUYANG Zhiyun^{1,*}, ZHANG Lu¹

1 State Key Laboratory of Regional and Urban Ecology, Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085, China

2 College of Horticulture & Forestry Sciences, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China

Abstract: Formulation of nature reserves groups is one of important approach for optimizing the spatial patterns of nature reserves, and improving the effect of nature reserves network. In this study, based on habitat evaluation and connectivity analysis, the approach and method for optimizing spatial patterns and function zoning of reserves was analyzed using the case study of giant pandas (*Ailuropoda melanoleuca*) reserves in Qinling mountains range. Results showed that, 17 panda nature reserves were established or in establishment, which almost formed a reserves group and covered 50% of panda habitat. But 3 reserves in the east were isolated from the others, and core zones of the 17 reserves were isolated into 20 parts. This pattern will reduce the effect of reserves systems in protecting pandas and other endangered species. For optimizing the spatial patterns of the nature reserves, new reserves including Xushui River and Jingjiliang were proposed, and the number of core zones was suggested to 4 parts according to the spatial distribution of panda population. Besides, three linkage areas were proposed for facilitating the pandas exchange and movement among different populations. The study is expected to provide a scientific basis for nature reserves construction in this mountain range, and to benefit the establishment of nature reserves group in other places and the optimization of entire nature reserves systems in China.

Key Words: giant panda; connectivity; habitat evaluation; nature reserves group; function zoning; core areas

基金项目:国家自然科学基金资助项目(40901289);国家重点基础研究发展计划 973 资助项目(2009CB421104);世界自然基金会资助项目

收稿日期:2009-12-02; 修订日期:2010-02-01

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: zyouyang@rcees.ac.cn

自然保护区的建立是生物多样性保护的有效途径,到 2008 年底,全国共建立各种类型、不同级别的自然保护区 2538 个,总面积达 149 万 km^2 , 占国土面积的 15.1%, 初步形成了覆盖面广、类型多样、功能较全的自然保护区网络^[1]。但是,我国自然保护区早期的抢救性划建,主要遵循“早划多划、先划后建、抢救为主、逐步完善”的原则^[2],缺乏统一的规划,尽管保护面积提高了,但自然保护区的布局不尽合理,自然保护区孤岛与破碎化的现象较为严重,已经影响到自然保护区整体效果的发挥。因此,自然保护区的建设应该由岛屿式自然保护区向自然保护区网络转变,在生物多样性关键地区建立自然保护区群成为优化自然保护区网络体系的主要途径之一^[2],但是如何规划自然保护区群,如何优化自然保护区群内的功能区尚缺乏有效的规划方法和实证研究。

秦岭山系是我国生物多样性保护的关键地区之一,为了保护国宝大熊猫及其它珍稀濒危物种,目前已经建立自然保护区 14 个,自然保护区群初步形成,但自然保护区特别是核心区之间的隔离仍然较为严重,进而可能威胁到大熊猫及其它物种的长期生存,迫切需要进行自然保护区的优化及整合^[3]。因此,本研究拟以陕西秦岭山系为例,以大熊猫为主要研究对象,来探讨区域尺度自然保护区群的优化途径与方法,为该山系大熊猫及整个生物多样性保护提供依据,同时对全国其它地区自然保护区群的建设与优化也具有借鉴意义。

1 研究地区

秦岭是昆仑山脉的延伸,山势西高东低,主峰太白山海拔 3767m^[4]。秦岭山系是我国南北气候的分界线,同时也是重要的生物地理分界线。复杂的地形与多样的气候与土壤条件为生物生存提供了良好的条件,生物多样性资源丰富,是大熊猫的主要分布区,也是我国生物多样性保护的关键地区之一。为了保护秦岭大熊猫及其它珍稀濒危物种,自 1978 年建立第一个自然保护区-佛坪大熊猫自然保护区以来,已经在秦岭山系建立自然保护区 14 个,包括佛坪、长青、太白山、周至、天华山与桑园等国家级自然区 6 个,老县城等省级自然保护区 8 个,另有板桥、盘龙与娘娘山 3 个自然保护区在筹建中,形成“保护区群+单个保护区”的格局,已建成的自然保护区总面积达 4000 多 km^2 ,使秦岭山系主体部分的生物多样性得到了较好的保护^[5]。本研究选取有大熊猫分布的佛坪,洋县,周至,太白,宁陕,留坝、城固、凤县与镇安等县市作为研究区域,来探讨自然保护区群的优化途径。

2 研究方法

2.1 秦岭山系大熊猫生境评价

本研究运用机理模型来评价大熊猫的生境分布^[6-7],根据机理模型的要求和该研究区域大熊猫的生境需求特征,大熊猫生境评价须满足以下几个条件:(1)海拔分布范围为 1350m 至 3100m;(2)坡度小于 45°;(3)植被类型为森林或灌丛;(4)有竹子分布。能同时满足上述 4 个条件的区域为大熊猫适宜生境,其它区域为不适宜生境。根据这个评价准则,对秦岭山系的大熊猫生境进行评价,其中,海拔与坡度分布图来源于 DEM,植被分布图来源于 2007 年的 TM 遥感解译结果,竹子分布图来源于全国第三次大熊猫调查结果^[5],具体的计算方法与过程见该区域的相关研究^[7],最后得到秦岭山系的大熊猫生境分布图。

2.2 秦岭山系生境通达性分析

通达性分析是自然保护区规划及功能区优化的基础,本研究以大熊猫为基本对象,通过利用最小费用距离的计算来评价秦岭山系的通达性状况^[8-10]。运用 ArcGIS 的空间分析中的费用距离,考虑不同阻力层的阻力情况,计算每个像元离“源”的最小费用距离与通达性状况,最小费用距离越低,通达性越高。

(1)“源”的确定

源是物种扩散和维持的原点,具有向四周扩散或向“源”汇集的能力^[8]。在本研究中,“源”所在的区域为大熊猫集中分布区,不同的源之间相对独立与隔离。根据全国第三次调查的成果,秦岭山系的大熊猫分为相对独立的 6 个居群,从西至东依次为牛尾河、太白山、兴隆岭、天华山、锦鸡梁与平河梁^[5]。因此将这 6 个居群确定为源。

(2)阻力层与通达性的确定

大熊猫需要克服景观阻力来实现其迁徙。由于大熊猫的迁徙受植被覆盖、地形以及人类活动的影响,根据前期的研究成果与该区域大熊猫的调查结果^[5,7-9],确定植被、海拔、坡度等 7 个因子为影响大熊猫迁徙的阻力层,并将每个因子按照通达性状况分为高、较高、中、较低与低 5 个等级(表 1)。

表 1 不同生物与非生物因子的通达性

Table 1 The connectivity of different biological and abiotic factors

通达性 Connectivity	植被类型 Vegetation type	海拔/m Elevation(m)	坡度/(°) Slope	坡向 Aspect	离主要公路 的距离/m Distance from main road	离次要公路 的距离/m Distance from small road	离居民点 的距离/m Distance from residential area
高 High	森林	1500—3100	< 20	东、东南、南	> 720	> 90	> 1920
较高 Moderately high	灌丛	1200—1500, 3100—3300	20—35	西南、西、 西北、北、东北	720—210	30—90	1410—1920
中 Moderate	草地	< 1200, > 3300	35—45	—	210—60	< 30	900—1410
较低 Moderately low	裸地、农田	—	> 45	—	< 60	—	< 900
低 Low	水体、居民区	—	—	—	—	—	—

(3) 通达性分析

在 ArcGIS 的软件环境下,将上述各因子进行空间叠加分析,得到该区域大熊猫迁徙的通达性分布图。

2.3 秦岭山系自然保护区群规划

(1) 自然保护区群的总体布局

总体布局以大熊猫生境分布及种群分布为基础,与现有的大熊猫自然保护区进行空缺分析,来鉴定保护区外的大熊猫关键分布区,以此为基础确定自然保护区的备选区;并且分析大熊猫居群之间的通达性状况,选择通达性状况较好的地区为连接地区,以促进大熊猫种群之间的交流与往来。

(2) 自然保护区群内功能区的优化

功能区的优化以《中华人民共和国自然保护区管理条例》有关功能区划的要求为基础,根据通达性的状况,按照“核心区-缓冲区-实验区”的基本模型来进行优化^[10]。从整个秦岭山系的角度出发,以源为中心并根据通达性状况确定规划的基本单元;在基本单元内部以源为中心确定核心区,源及通达性最高的区域都应规划在核心区内,而人类活动强烈的区域应划为实验区,实验区外根据通达性状况及人类活动的影响范围划一定区域为缓冲区。

3 结果与分析

3.1 生境分布状况

研究表明,研究区域内大熊猫生境面积为 4725 km²,集中分布于为洋县、太白、周至、佛坪 4 县交界的山区,宁陕县也有较大面积的生境,而留坝、城固、凤县和镇安 4 县生境分布面积很小(图 1)。由于国道 108(G108)、国道 210(G210)、省道 210(S210)、西安-汉中高速公路(G5)等道路与渭水河及沿线周边农田及居民等的隔离,秦岭山系大熊猫生境至少被分为 5 个生境单元,如果考虑其它公路等的隔离与影响,秦岭山系的实际生境斑块数更多,特别是位于宁陕东部与镇安的大熊猫生境破碎化十分严重。

3.2 通达性分析

根据最小费用分析的结果(图 2),秦岭山系的六大大熊猫居群中,太白山与兴隆岭居群的连通性高,天华山与锦鸡梁居群的连通性高,而与其它居群的连通性相对较低,因此在规划时,可分为“牛尾河”、“兴隆岭 + 太白山”、“天华山 + 锦鸡梁”与“平河梁”4 个基本单元进行功能区的优化。

3.3 自然保护区效果评价及自然保护区群规划

3.3.1 保护效果与问题分析

为了保护大熊猫及其生境,目前秦岭山系已建立自然保护区 14 个,另拟建板桥、盘龙与娘娘山 3 个自然

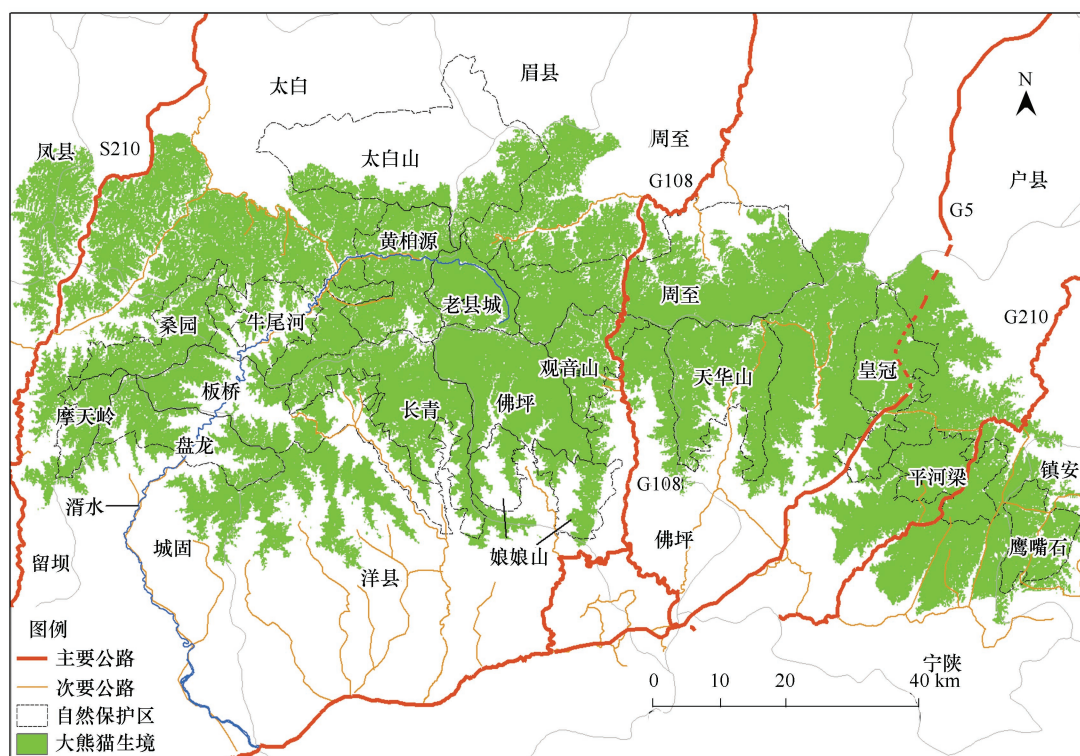


图1 秦岭山系大熊猫生境分布

Fig. 1 Distribution of giant panda habitat in Qinling Mountain Range

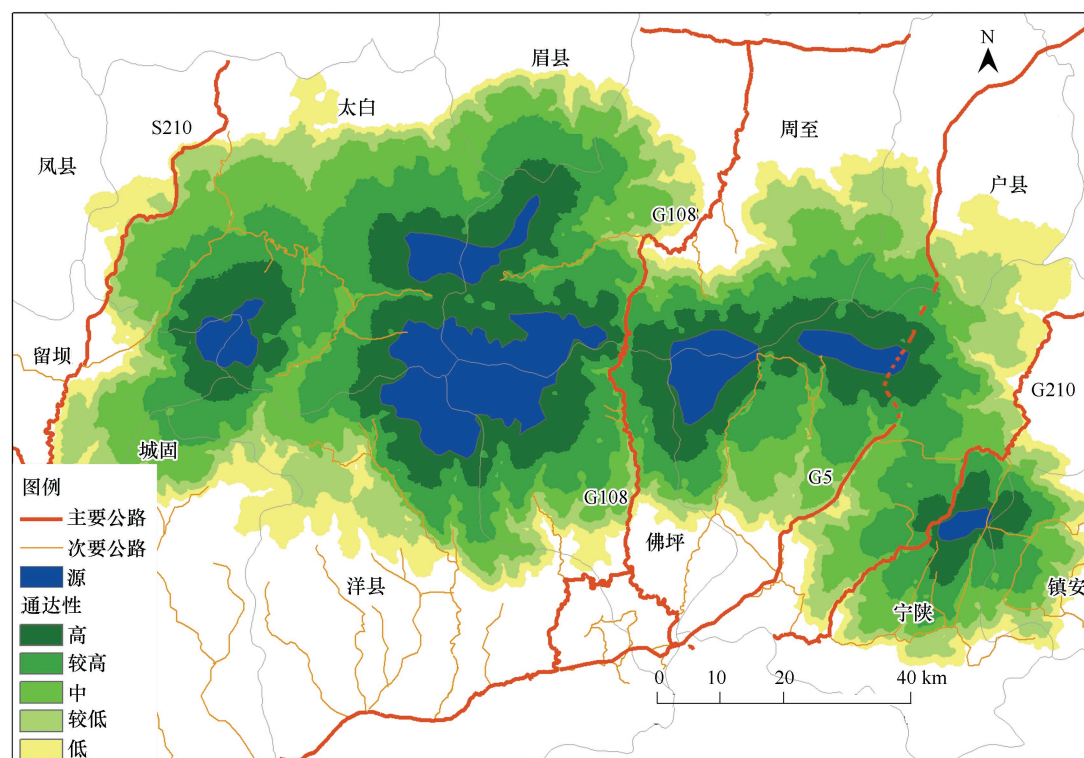


图2 秦岭山系大熊猫种群的通达性状况

Fig. 2 Connectivity situation of giant pandas in Qinling Mountain Range

保护区,基本形成自然保护区群,西部的自然保护区群基本涵盖了牛尾河、太白山、兴隆岭、天华山这4个大熊猫居群,而东部的3个自然保护区尚未全部相连,涵盖了锦鸡梁与平河梁这两个大熊猫居群的大部分。叠加分析的结果表明(图1),目前建立的自然保护区已经保护的大熊猫生境面积为2362 km²,占全部山系大熊猫生境的50.0%,但也有渭水河上游、以及锦鸡梁的西部等关键生境没有在自然保护区得到保护。

从自然保护区的功能区划来看(图3),自然保护区群内部核心区之间的连通性较好,特别是兴隆岭的各自然保护区核心区基本相连,使秦岭山系密度最大的大熊猫居群受到严格保护,大大提高了自然保护区的保护效果。但仍存在一些问题,主要表现在两个方面:一是核心区与缓冲区所占自然保护区的比例偏低,实验区所占的面积比例较高,研究区16个自然保护区中(不包括筹建的娘娘山自然保护区),核心区的面积总比例为60.4%,而实验区的面积总比例为39.6%。二是功能区的总体布局存在问题,部分自然保护区核心区被实验区与缓冲区所隔离,研究区内的16个自然保护区(不包括筹建的娘娘山自然保护区),共有20个核心区块,特别是秦岭东部的3个自然保护区,核心区被分为7块。另有一些自然保护区的核心区与其它自然保护区的实验区相连,或者核心区外没建自然保护区,直接处于人类活动的影响之下。

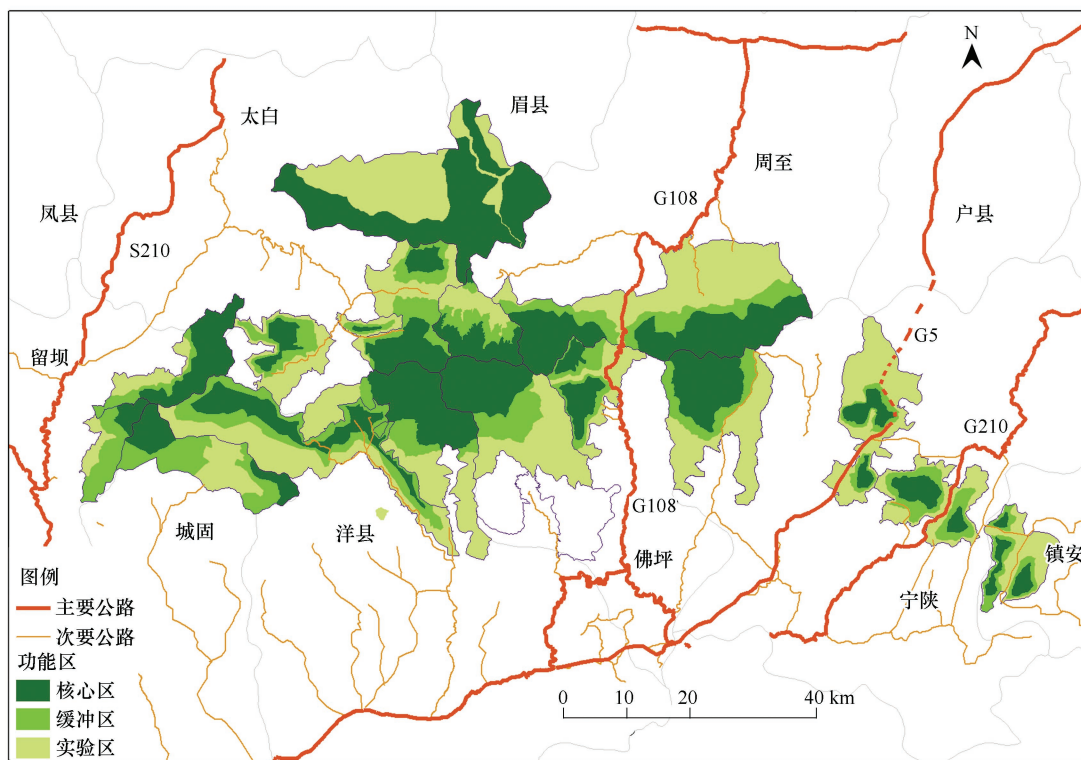


图3 秦岭山系大熊猫自然保护区功能区划图

Fig. 3 function zones of panda nature reserves in Qinling Mountain Range

3.3.2 自然保护区群规划

自然保护区群的规划包括自然保护区的新建与扩建,连接地区的建设,以及功能区的优化3个方面。

(1) 新建自然保护区

在现有自然保护区的基础上,加强板桥、娘娘山、盘龙3个拟建自然保护区的建设,并建议新建渭水河(N1)、锦鸡梁(N2)2个自然保护区。渭水河保护区位于渭水河的上游,与太白、桑园、牛尾河及黄柏源4个自然保护区相连。锦鸡梁保护区位于宁陕与周至的交界处,与天华山、周至以及宁陕3个自然保护区相连。

(2) 功能区的调整

根据大熊猫种群的分布及连接状况,对整个大熊猫自然保护区群的功能区进行统一规划(图4)。以牛尾河、太白山+兴隆岭、天华山+锦鸡梁、平河梁这四个大熊猫居群区为基本单元,每个基本单元内部只规划一

个核心区与缓冲区。规划后的自然保护区群核心区和缓冲区数都为 4 个,而实验区位于缓冲区外围,连成一个整体。

(3) 连接区域的建设

新建 L1, L2 和 L3 3 个连接地区,其中连接地区 1 (L1) 位于渭水河上游地区,通过该连接区的建立可能使牛尾河与太白山大熊猫居群得以连接;连接区域 2 (L2) 位于周至自然保护区与天华山自然保护区内,跨 108 国道使天华山与兴隆岭两个居群相连;连接区域 3 (L3) 位于宁陕县中部,连接锦鸡梁与平河梁两个居群。连接地区可采取居民点集中安置、生境恢复等措施来减少人类活动的干扰,以利于大熊猫的迁徙。

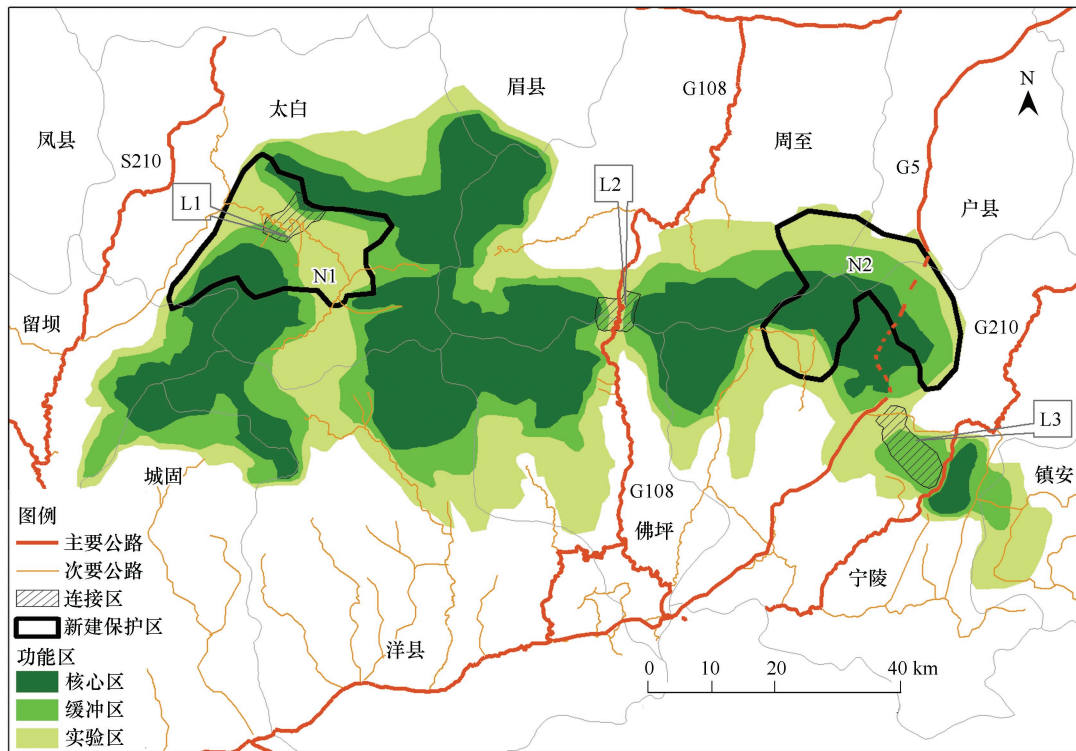


图 4 秦岭山系大熊猫自然保护区群功能区规划概念图

Fig. 4 Concept map for designing function zones of panda reserves in Qinling Mountain Range

4 讨论与结论

(1) 本文作为自然保护区群的尝试性研究,探讨了自然保护区群构建的程序、方法与内容。①研究对象,选取该区域的主要保护对象,应该是分布较广的指示物种或伞种;②研究途径与方法,由于生境丧失与破碎化是目前许多珍稀濒危物种保护面临的主要威胁^[11],评价物种的生境状况,种群分布及通达性状况是物种保护、自然保护区布局与功能区划的基础。生境评价除了本研究所应用的概念模型外,还有应用较广的数学模型如逻辑回归模型、Maxent、biomapper 等,自然保护区的规划与布局方法有 GAP 分析、系统保护规划方法等^[10];③规划内容,以物种保护需求的实际出发,从自然保护区的新建与扩建,功能区的优化,以及连接地区的建设 3 个方面提出了自然保护区群规划的内容。本自然保护区群规划的思路对其它地区自然保护区群的建立及全国自然保护区网络的优化具有借鉴意义。

(2) 本研究对秦岭山系大熊猫自然保护区群的构建作了探讨。与秦岭山系已开展的大熊猫生境评价与保护规划等同类研究相比,本研究更侧重于自然保护区的规划及功能区的优化。规划后的自然保护区群使大熊猫分布的关键区域都能在自然保护区得到保护,自然保护区核心区数目由规划前的 20 个减少为规划后的 4 个,且核心区域大熊猫居群也能通过连接地区加以连接,因此本规划框架使目前自然保护区及核心区孤立与隔离的状况得到有效解决,按照此途径优化的自然保护区群可望提高秦岭山系自然保护区体系对大熊猫及

其它珍稀濒危物种的保护能力。由于本规划框架为规划概念图,在具体的实施中还需进一步的细化与完善,需要考虑的内容可能还包括大熊猫的其它生物学特性与需求,大熊猫主食竹的开花风险,人类活动特别是交通干道对大熊猫种群的隔离与影响,其它珍稀濒危物种的保护需求,连接地区的生境恢复,当地经济与社会的发展需求,以及不同自然保护区管理机构及主管部门的意见与需求等。

致谢:感谢陕西省林业厅、世界自然基金会西安办公室及有关自然保护区管理局提供保护区的资料。

References:

- [1] Ministry of Environment Protection of the People's Republic of China, Department of Nature and Ecology Conservation. Official Directory of Nature Reserves in China, 2008. Beijing: China Environment Science Press, 2009.
- [2] Tang X P. Analysis of the current situation of China's nature reserve network and a draft plan for its optimization. *Biodiversity Science*, 2005, 13 (1): 81-88.
- [3] Feng L G. construction of Giant Panda Nature Reserve Group in Qinling Mountains, Shanxi and their Combination. *Chinese Journal of Wildlife*, 2008, 29(4): 201-204.
- [4] Sun H, Bai H Y, Zhang Q Y, Luo X P, Zhang S H. Responses of vegetation coverage to regional environmental change in the northern and southern Qinling Mountains. *Acta Scientiae Circumstantiae*, 2009, 29 (12): 2635-2641.
- [5] Department of Forestry of Shanxi Province. Report of the third national survey of giant pandas in Shanxi province. Xi'an: Xi'an Cartographic Press, 2008.
- [6] Ouyang Z Y, Liu J G, Xiao H, Tan Y C, Zhang H M. An Assessment of Giant Panda Habitat in Wolong Nature Reserve. *Acta Ecologica Sinica*, 2001, 12(11): 1869-1874.
- [7] Xu W H, Ouyang Z Y, Li Y, Liu J G. Habitat Assessment on Giant Panda's in Qinling Mountain Range Based on RS and GIS. *Remote Sensing Technology and Application*, 2006, 21(3): 238-242.
- [8] Li J H, Liu X H. Research of the Nature Reserve Zonation Based on the Least-cost Distance Model. *Journal of Natural Resources*, 2006, 21(2): 217-224.
- [9] Shen G Z, Feng C Y, Xie Z Q, Ouyang Z Y, Li J Q, Pascal M. Proposed Conservation Landscape for Giant Pandas in the Minshan Mountains, China. *Conservation Biology*, 2008, 22: 5, 1144-1153.
- [10] Xu H G, Bao H S. On the Methods of Ecological Security Design for Nature Reserves. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2004, 15(7): 1266-1270.
- [11] Jiang Z G, Ma K P. Status quo, challenges and strategy in Conservation Biology. *Biodiversity Sciences*, 2009, 17(2): 107-116.
- [12] Colby J L, Lü Z, Eric D, Wang D J, Fu D L, Wang H. The Giant Pandas of the Qinling Mountains, China: a Case Study in Designing Conservation Landscapes for Elevational Migrants. *Conservation Biology*, 2003, 17: 558-565.

参考文献:

- [1] 环境保护部自然生态保护司. 全国自然保护区名录 2008. 北京: 中国环境科学出版社, 2009.
- [2] 唐小平. 中国自然保护区网络现状分析与优化设想. *生物多样性*, 2005, 13(1): 81-88.
- [3] 冯利国. 陕西秦岭大熊猫自然保护区群建设与整合. *野生动物杂志*, 2008, 29(4): 201-204.
- [4] 孙华, 白红英, 张清雨, 雒新萍, 张善红. 秦岭南北地区植被覆盖对区域环境变化的响应. *环境科学学报*, 2009, 29(12): 2635-2641.
- [5] 陕西省林业厅. 陕西省第三次大熊猫调查报告. 西安: 西安地图出版社, 2007.
- [6] 欧阳志云, 肖寒, 谭迎春, 张和民. 卧龙自然保护区大熊猫生境评价. *生态学报*, 2001, 21, 1869-1874.
- [7] 徐卫华, 欧阳志云, 李宇, 刘建国. 基于遥感和 GIS 的秦岭山系大熊猫生境评价. *遥感技术与应用*, 2006, 21(3): 238-242.
- [8] 李纪宏, 刘雪华. 基于最小费用距离模型的自然保护区功能分区. *自然资源学报*, 2006. 217-225.
- [10] 徐海根, 包浩生. 自然保护区生态安全设计的方法研究, *应用生态学*, 2004, 15(7): 1266-1270.
- [11] 蒋志刚, 马克平. 保护生物学的现状、挑战和对策. *生物多样性*, 2009, 17(2): 107-116.