

DOI: 10.5846/stxb201501290239

米楠, 杨美玲, 樊新刚, 米文宝, 李同昇, 王婷玉. 主体功能区划中限制开发生态区的细分方法——以宁夏回族自治区为例. 生态学报, 2016, 36(16): - .

Mi N, Yang M L, Fan X G, Mi W B, Li T S, Wang T Y. Theory and application of the main functional subdivision of limited development ecological zones. Acta Ecologica Sinica, 2016, 36(16): - .

主体功能区划中限制开发生态区的细分方法 ——以宁夏回族自治区为例

米楠¹, 杨美玲², 樊新刚^{1,3}, 米文宝^{2,*}, 李同昇⁴, 王婷玉³

1 宁夏大学农学院, 银川 750021

2 宁夏大学资源环境学院, 银川 750021

3 宁夏大学科学技术处, 银川 750021

4 西北大学城市与环境学院, 西安 710127

摘要:限制开发生态区是主体功能区划中介于优先开发区和禁止开发区间的一大类生态区,在实际管理中往往存在区域范围大、实施操作困难等问题,因此非常必要对限制开发生态区进行细化。文章在总结现有县域尺度主体功能区划研究方法基础上,构建了细分限制开发生态区的生态保护导向和生态优先原则,提出了利用综合指数法和景观指数法分别细化限制开发生态区,二者细化结果叠加后,通过专家系统和政策需求修正,形成了限制开发生态区四类区域单元:禁止开发区、强限制开发区、中限制开发区和弱限制开发区,作为现有主体功能区划方法的补充,从更为微观的尺度反映了主体功能的差异和发展潜力,促进主体功能区划方案的进一步推广和实施。并以宁夏回族自治区的限制开发生态区为案例进行了研究,取得了较好的细分结果。
关键词:限制开发;生态区;主体功能区;细分;宁夏

Theory and application of the main functional subdivision of limited development ecological zones

MI Nan¹, YANG Meiling², FAN Xingang^{1,3}, MI Wenbao^{2,*}, LI Tongsheng⁴, WANG Tingyu³

1 College of Agriculture, Ningxia University, Yinchuan 750021, China

2 College of Resources and Environment, Ningxia University, Yinchuan 750021, China

3 Department of Science and Technology, Ningxia University, Yinchuan 750021, China

4 College of city and environment, Northwest University, Xi'an 710127, China

Abstract: The limited development zone as a type of main functional area whose ecological carrying capacity is weak, but has a serious effect on the entire country or the ecological security of large areas. Spatial development-oriented three-dimensional magic cube map, which reflects the results of the regional main features division, the main functions do not exclude other non-dominant functions, but it does not mean that the entire territory of the limited zones has limited development. The moderate development areas have better resources and environmental conditions and can be developed in eco-point protection on a priority basis. The limited development areas are minority-inhabited areas with poor economic development. Therefore, massive industrialization and urbanization are limited in these areas, and some measures, such as corresponding financial transfers and ecological compensation, are implemented to maximize the ecological functions. Limited development does not mean prohibited development, it indicates that only the level and intensity of development is

基金项目:国家自然科学基金资助项目(41161020, 41361024)

收稿日期:2015-01-29; 网络出版日期:2015-00-00

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: miwbao@nxu.edu.cn

restricted. To enhance the targeted goals and operability of the development and protection policy implementation in the limited developing ecological zones, we studied the main functional identification and subdivisions below the level of county, and constructed the theoretical basis and principles of subdivision of limited developing zones, based on the existing main functional subdivision methods. We proposed the guidelines for the ‘Multi-channel integration, ecological priority’, in the township administrative region range for subdividing units, and applied the comprehensive index for evaluation, ‘D Rubiks Cube’ method for limited level divisions, that formed scheme I. We applied the landscape ecology method, through remote sensing image information extraction and analysis, that formed scheme II. According to the comprehensive correction principle, scheme I and II are integrated, and through expert advice and policy it is amended and combined with the actual study area, thereby forming the final scheme of the main functional subdivision of limited developing zones. The main functional areas are divided into four levels, prohibited development zone, strong limited development zone, development zone, and weak limited development zone. A case study on the limited development zone in Ningxia shows that: 1) applying two methods independently and comparing them can improve the feasibility of the solution. It is a new idea and has strong popularization. 2) Some townships are influenced by the resource development and regional macroeconomic policy orientation; therefore, adjustments must be done under the expert advice and policy requirements. 3) Even for the smaller functional zones, there are large differences in the internal development status, development potential, and ecological environmental bearing capacity; thus, protection and development of transitional space and configuration is highly essential. 4) On the basis of carding the related studies, this paper employs the regional differentiation theory, spatial structure theory, man-land relationship theory, the theory of sustainable development, ecological and economic theory, landscape ecology theory as the theoretical basis for the subdivision and regional development of the limited development areas. 5) Segmentation was conducted on the basis of the method of landscape pattern, which took into consideration only the current natural environmental conditions but did not consider the region’s future development potential. In addition, the existing ecological conditions of these areas are poor; however, with the improvement in conditions, these areas can be transformed to moderate development. Therefore, time series analysis multi-way segment after stack can improve the results of scientific nature further.

Key Words: limited development; ecological zone; main functional area; subdivision; Ningxia

限制开发生态区是主体功能区的一个重要类型,指资源环境承载能力较弱、大规模集聚经济和人口条件不够好并关系到全国或较大区域范围生态安全的区域,多为生态环境脆弱、自然灾害频发且贫困、落后的区域,不适宜进行大规模的开发活动。目前,限制开发区的研究尺度多为省域、河流流域、城市等专项区域^[1-2],多以县为基本单元,存在“一刀切”的问题^[3]。在实施过程中存在较大困难。缺乏对限制开发生态区内部差异性进行细分的考虑^[4],划分区域虽然同属限制开发区,但由于区间差异,造成县内限制等级有的等级高,有的等级低^[5],宏观性较强^[6],研究结果的应用性、可操作性较差。开展限制开发生态区的细化工作,既是研究“主体功能”空间落地,延伸主体功能区划,又是规范“主体功能”行为,推动主体功能区规划有效实施的重要工作^[7]。从主体功能区划概念看,开发和保护类功能区间是突变的,必然使一部分区域在具体区划时的类型归属带来困难,进而对未来功能建设和相应配套政策带来不便^[8]。因此,通过细分提高限制开发生态区保护功能建设的可操作性,也能从更为微观的尺度上做到因地制宜,增强具体功能区的归属性。

我国不同空间尺度的主体功能区划实践和研究,多数是通过综合指数方法对研究单元进行赋值和矩阵判断来划分^[9]。限制开发生态区的细分将在沿用和调整个别指标的综合指数法基础上^[10-11],以及土地覆被和景观尺度上,考虑景观指数法研究^[12]。综合指数法偏重于综合地理现象的表达,而景观指数方法更是基于景观板块和土地利用方式的直观科学方法,二者联合使用,才能保证主体功能区划指导规划布局优化调整,又能够考虑保持景观稳定性和生态系统健康^[13],因此,发挥二者优势,各自为途径进行细分,然后整合结果应更为

可靠,是主体功能区划方法集成创新的一个新思路。目前,国家主体功能区建设试点示范工作已经启动,各地示范县区均在制定实施方案,对限制开发生态区内部的限制等级的细分研究必要且迫切,具有重要的理论创新和现实指导意义。

1 限制开发生态区细化思路

限制开发中的开发是指为了维护区域生态功能而进行的保护性开发,应把限制开发区域理解为适度发展地区^[14],对限制开发区域的开发是以生态保护为基础的开发,是在开发范围、开发类型、开发规模上受到一定约束^[15]。限制开发区域是重要的生态功能区或农产品保障区,一些资源、能源聚集的、资源环境承载力弱的地区可以适度开发^[16],保障农产品供给安全和生态系统稳定^[17]。因此,限制开发生态区本身属“保护类”功能区,生态保护导向是其功能识别与建设的主体;按照“生态优先”原则,细分以区域生态效益最大化为目标,进行限制等级的确定;在细分过程中,细分单元越小,划分结果的内部均质性就越好,政策建议就越具有针对性。行政村域和公里格网虽然均质性好,但却存在样本数量太多,资料数据尤其是人文资料数据难以获取的缺点,可行性较差^[18]。乡镇行政区则以其样本数量适中、均质性、可行性较好的优点成为细分的最佳选择。

1.1 综合指数法

(1) 指标选择

从生态脆弱性、生态重要性、区域发展潜力三个方面,构建限制开发生态区主体功能细分的指标体系(表1)。生态脆弱性是指生态系统在特定时空尺度范围内相对于外界干扰所具有的敏感反应和恢复能力,它是生态系统的固有属性对外界干扰作用的表现^[19]。根据国内外对生态脆弱性的表述,结合限制开发生态区实际,选取了生态压力、生态敏感性、生态恢复力作为评价因子对限制开发生态区生态脆弱性进行综合评价^[20];根据谢高地等研究的“中国陆地生态系统生态服务价值当量因子表”,从生物多样性保护重要性、水源涵养重要性、土壤保持重要性、沙漠化控制重要性4个指标来体现生态重要性;发展潜力是指区域复合系统维持可持续性前提下的潜在发展能力。限制开发生态区乡镇发展潜力主要受到当地资源环境条件、现有发展水平和区位条件的影响。良好的资源环境条件是区域经济发展的基础,现有经济发展水平直接影响区域未来经济发展的趋势,区位条件决定了对外联系的方便程度。据此,通过资源环境条件、现有发展水平和区位条件这3个指标来反映限制开发生态区未来发展潜力。

表 1 限制开发生态区主体功能细分指标体系

Table 1 Indicator system of subdividing the main functional area in Limit development ecological zone		
目标层 Objective level	因素层 Factor level	指标层 Index level
生态脆弱性 Ecological vulnerability	生态压力	水土流失面积比重
		沙化土地面积比重
		人口密度
	生态敏感性	土壤侵蚀敏感性
		土地沙化敏感性
	生态弹性	林地面积比重
生态重要性 Ecological importance	水源涵养 土壤保持 生物多样性保护 沙漠化控制	人均牧草地面积
		水源涵养重要性
		土壤保持重要性
		生物多样性保护重要性
发展潜力 Development potential	资源环境条件	沙漠化控制重要性
		人均耕地面积
	现有发展水平	人均可利用水资源量
		农民人均纯收入
	区位条件	农民人均纯收入增长率
		距离主要中心城市的距离

(2) 权重确定

细分权重确定的主观法采用层次分析法(AHP),得到各指标权重 W_i ,客观法采用熵值法,得到各指标权重 W_j 。在参考现有相关研究的基础上,通过咨询 15 位生态学、区域经济学、地理学等相关专家,赋予层次分析法权重 0.6,熵值法权重 0.4,采用加权平均法确定各指标的总权重 W 式(1)。

$$W = 0.6W_i \times 0.4W_j \quad (1)$$

其中,熵值法是把评价中各评价指标的信息进行化与综合,计算各指标反映的信息熵,通过各指标的信息熵来确定权重的客观赋权方法,计算见文献^[21]。

(3) 综合指数计算

生态脆弱性指数、生态重要性指数和发展潜力指数采用综合指数加权求和计算式(2)。

$$C_i = \sum_{j=1}^n x_{ij} \times P_j \quad (2)$$

其中, C_i 代表各指数的评价值, x_{ij} 代表第 i 个乡镇第 j 个要素的无量纲化指标数值(表 1), P_j 代表对应指标的权重系数(公式 1 中的 W)。

(4) 主体功能细分

利用三维魔方图方法细分^[22]。将三维坐标系中的 X 轴定义为各乡镇生态脆弱性, Y 轴定义为各乡镇发展潜力, Z 轴定义为各乡镇生态重要性(图 1), 根据距离的远近分别将三维坐标系中的 x 轴、y 轴和 z 轴的正方向划分成高、中、低三个等级(离坐标原点越近等级越低), 并根据 $3 \times 3 \times 3$ 的组合, 将整个坐标系区域分成 27 个空间单元, 用每个空间单元来代表一种组合类型, 得出基于综合指数法的限制开发生态区主体功能细分方案一。

1.2 景观指数法

(1) 指标选择

从生态系统风险和人类活动适宜性两方面选取景观指数, 结合乡镇界线, 利用 ArcGIS 软件空间分析功能分别得出生态系统风险程度和人类活动适宜性分布结果, 对二者进行叠加得出方案二。其中, 生态系统风险分析是基于景观斑块划分进行风险评价^[23]。选取景观破碎度、景观分离度、景观优势度、散布与并列、景观干扰度、景观脆弱度、景观损失度 7 个指标计算区域生态风险指数。利用景观干扰度指数和景观脆弱度指数构建景观生态风险度。由于不同区域风险源和风险受体会存在异质性, 因此在生态风险评价中选择乡镇作为基本评价单元; 人类活动适宜度评价采用适宜生产的景观面积(宜农地面积)与区域总面积的比重表示。

(2) 细分方法

在对各个乡镇生态系统风险评价和人类活动适宜度评价的基础上, 采用列联表互斥的矩阵分类法, 对限制开发生态区进行主体功能细分(表 2)。

通过评价矩阵可将研究区划分为 12 种不同的组合, 每种组合代表不同的含义。基于研究的需求, 根据各种组合类型所代表的含义, 对 12 种组合类型分别进行定义(表 3), 以此作为限制开发生态区主体功能细分的依据, 可得到基于景观格局法的限制开发生态区主体功能细分方案二。

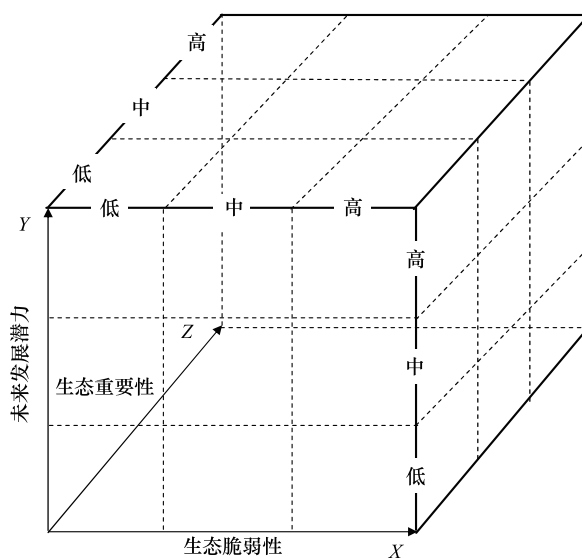


图 1 主体功能区细分三维魔方图

Fig.1 Three-dimensional rubik's cube figure of subdividing the main functional area

表 2 人类活动适宜度—生态系统风险评价矩阵

Table 2 Evaluation matrix of human activity suitability degree-ecological risk

类型 Types	适宜 Suitable	较适宜 Comparatively suitable	不适宜 Unadvisable
低生态风险区 Low levels of ecological risk area	(适宜、低生态风险)	(较适宜、低生态风险)	(不适宜、低生态风险)
中生态风险区 Middle levels of ecological risk area	(适宜、中生态风险)	(较适宜、中生态风险)	(不适宜、中生态风险)
较高生态风险区 Higher levels of ecological risk area	(适宜、较高生态风险)	(较适宜、较高生态风险)	(不适宜、较高生态风险)
高生态风险区 Highest levels of ecological risk area	(适宜、高生态风险)	(较适宜、高生态风险)	(不适宜、高生态风险)

表 3 基于景观格局法的限制开发生态区主体功能细分

Table 3 Subdividing the main functional area in Limit development ecological zone using the Landscape pattern method

类型 Types	对应关系单元 Corresponding to the relevant units	备注 Notes
弱限制开发生态区 Weak intensity Restricted development zone	(适宜、低生态风险)、(较适宜、低生态风险)	限制等级最弱,属于区域生态系统低风险区,并且人类活动适宜度为适宜或较适宜
中限制开发生态区 Middle intensity restricted development zone	(不适宜、低生态风险)、(较适宜、中生态风险)、(较适宜、中生态风险)	限制等级为中等,属于区域生态系统低风险区但不适宜人类活动区(或区域生态系统中等风险区和适宜人类活动区、较适宜区)
强限制开发生态区 Great intensity restricted development zone	(不适宜、较高生态风险)、(适宜、较高生态风险)、(较适宜、较高生态风险)	限制等级最强,属于区域生态系统中等风险区但不适宜人类活动区,或属于较高生态风险区和适宜人类活动区、较适宜区
禁止开发区 Exploitation-prohibited region	(不适宜、较高生态风险)、(适宜、高生态风险)、(较适宜、高生态风险)、(不适宜、高生态风险)	区域内生态系统风险处于较高风险区或高风险区,区域生态环境不适宜进行工业化城镇化开发

1.3 限制开发生态区细化方案确定

将前文两种方法所得结果叠加修正,对高度一致的采取叠加结果,有差异的则根据各乡镇的生态环境特征、区位条件、生态服务功能、区域发展战略等通过咨询相关专家进行综合修正,具体原则为(表 4),可以将限制开发生态区细化为四类。

表 4 综合修正原则表

Table 4 Comprehensive correction principle

	弱限制开发生态区 Weak intensity Restricted development zone	中限制开发生态区 Middle intensity restricted development zone	强限制开发生态区 Great intensity Restricted development zone	禁止开发区 Exploitation-prohibited region
弱限制开发生态区 Weak intensity restricted development zone	弱限制开发生态区	弱限制开发生态区	中限制开发生态区	强限制开发生态区
中限制开发生态区 Middle intensity restricted development zone	弱限制开发生态区	中限制开发生态区	中限制开发生态区	强限制开发生态区
强限制开发生态区 Great intensity restricted development zone	中限制开发生态区	中限制开发生态区	强限制开发生态区	禁止开发区
禁止开发区 Exploitation-prohibited region	强限制开发生态区	强限制开发生态区	禁止开发区	禁止开发区

禁止开发区指生态脆弱性及生态重要性都极高的区域,受环境承载力制约,以生态治理和环境保护为主,禁止任何形式的开发活动。主要有两类,一类是各类自然保护区,另一类是限制程度最高、限制因子最多,生态极其脆弱区、生态服务功能极其重要的地区;强限制开发生态区指生态脆弱性或生态重要性指数非常高或生态脆弱性及生态重要性指数较高但发展潜力很低的区域,是限制等级最强的主体功能区;中限制开发生态区指生态脆弱性或生态重要性指数较高,发展条件较好、发展潜力较大的区域;弱限制开发生态区指生态脆弱性及生态重要性指数都很低,生态环境承载力较强,发展条件好、发展潜力较大的区域,是限制开发生态区限制等级最弱的区域,在政府监督下可适当进行区域开发,是未来区域经济发展的主要承载区。

2 研究案例

2.1 研究区概况

宁夏限制开发生态区在《全国主体功能区划》及《宁夏主体功能区划》中均被划为限制开发生态区,主要包括中南部的盐池县、同心县、红寺堡开发区、西吉县、海原县、彭阳县、泾源县、隆德县 8 个县(区)(图 2),共 93 个乡镇,总面积 27921.34 km²,占宁夏总面积的 42.05%。2012 年,总人口 203.81 万人,占宁夏总人口的 33.83%。宁夏限制开发生态区生态环境脆弱,人口压力较大,经济发展长期处于欠发达状态,2012 年该地区人均 GDP 是宁夏平均水平的 29.02%,是引黄灌区的 22.47%;农民人均纯收入是宁夏平均水平的 73.27%,是引黄灌区的 57.39%,是全国 18 个集中连片特殊困难地区之一。

2.2 数据来源及处理

综合指数法:借助 GIS 软件,根据 30M 分辨率 TM 遥感影像(2011 年)、《宁夏自然地理地图集》(2011 年)获得研究区植被类型、土壤质地等自然属性数据;宁夏地形 DEM 影像获得各乡镇地形起伏度等级分布数据;《宁夏统计年鉴》、各县(区)统计公报、各县(区)《经济要情手册》获得社会经济统计数据。其中,土壤数据根据宁夏土壤类型分布图(比例尺为 1:350 万),结合《宁夏土壤》对土壤特征的描述,得出各乡镇土壤空间分布数据;地表覆盖类型及植被覆盖率根据 2011 年宁夏遥感影像,结合 2012 年对研究区生态环境现状调查数据获得。

景观格局法:运用 ENVI 软件,监督分类 30M 分辨率 TM 遥感影像(2011 年),类型分为水域,耕地,有林地,牧草地,城镇、农村居民点,未利用土地六类。运用 Fragstats 3.3 软件得到景观破碎度、景观分离度、景观优势度指数和散布与并列指数,得出生态风险指数;计算各乡镇适宜生产的景观面积即宜农地占总面积的百分比作为人类活动适宜强度指数。

2.3 细分结果

按照以上限制开发生态区的细化方法,分别采用综合指数法和景观指数法得出方案一和方案二。结合专家意见、国家政策要求及区域未来发展战略等,得出最终方案(图 3)。

禁止开发区:总面积 53.1 万 hm²,占宁夏限制开发生态区总面积的 19.04%。主要有两类,一类是各类自然保护区,另一类是限制程度最高、限制因子最多,生态极其脆弱区、生态服务功能极其重要的地区,共 14 个乡镇。各类自然保护区主要指罗山、哈巴湖、六盘山、火石寨 4 个国家自然保护区,党家岔、南华山 2 个省级自然保护区。生态极其脆弱区主要是位于中部干旱带、干旱缺水生态极其脆弱的土地沙漠化区域。生态服务功能极其重要区主要是六盘山高寒阴湿区。

强限制开发区(治理限制开发区):总面积 71.8 万 hm²,占宁夏限制开发生态区总面积的 27.92%。主要是生态环境较为脆弱的区域干旱风沙区、黄土丘陵水土流失区和六盘山土石山区,共 27 个乡镇。处于强限制开发区域的各乡镇,生存条件恶劣,生态环境脆弱,是综合限制程度较高的地区,尤其是自然生态条件限制程度高。

中限制开发区(调控限制开发区):总面积 123.6 万 hm²,占宁夏限制开发生态区总面积的 44.28%。主要有扬黄灌区、能源富集区和河谷川道区,资源环境条件较好,水、能源、矿产资源较为丰富,有部分水浇地,共

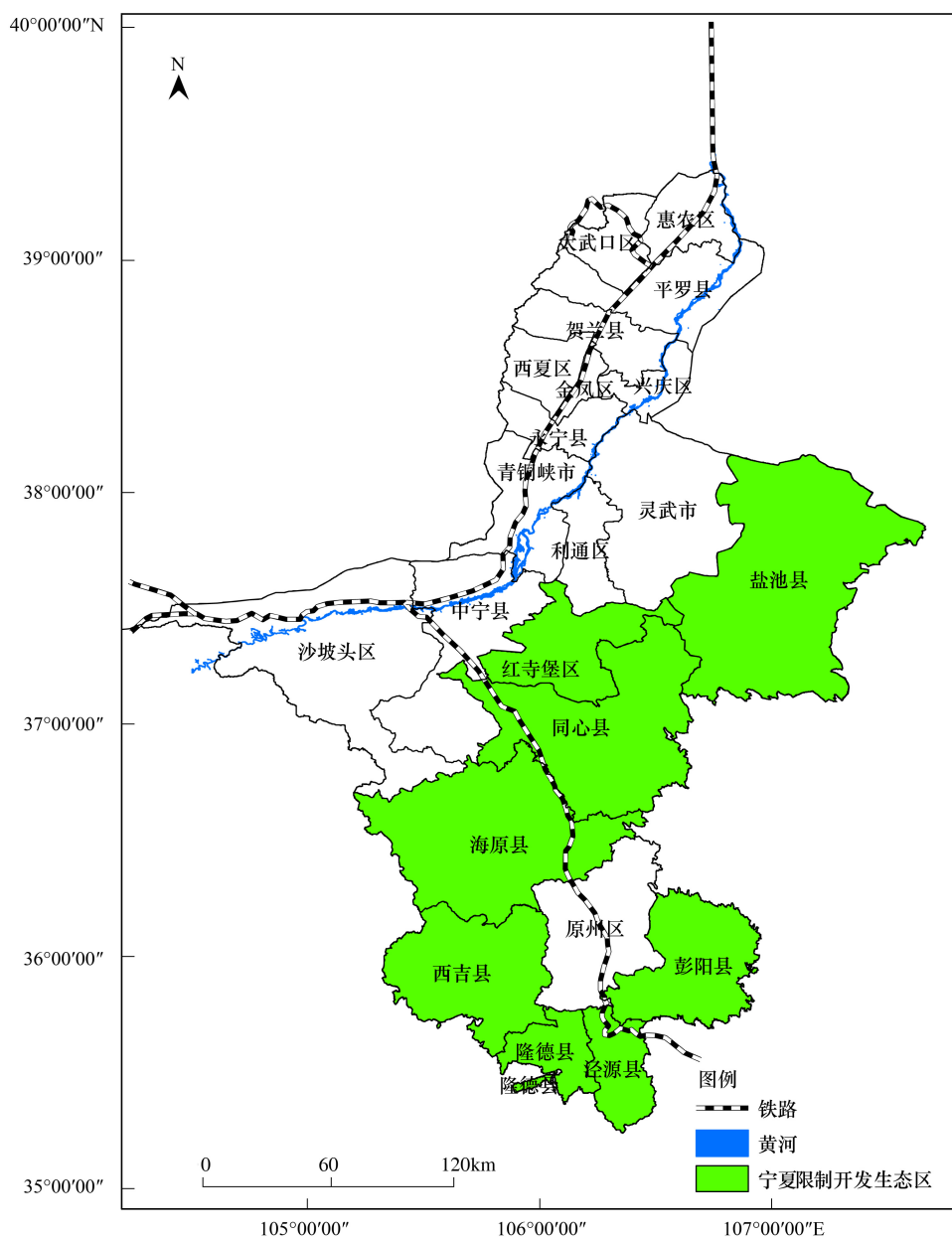


图2 宁夏主体功能区分布图

Fig.2 The main function zoning map of the Ningxia Hui Autonomous Region

35 个乡镇。中限制开发生态区是宁夏限制开发生态区条件较好的区域,自然生态约束条件较少,区域社会经济发展处于中等水平。区域内的乡镇位于水资源较为丰富、区位条件较好、交通便利的河谷川道区,部分位于矿产资源富集区,产业主要是以生态农业为主的特色种植业和以生态工业为主的矿产资源开发,经济发展基础较好,未来是宁夏限制开发生态区生态经济和生态保护的重点区域。

弱限制开发区(监督限制开发区):总面积 33.2 万 hm^2 ,占宁夏限制开发生态区总面积的 18.20%;划入此区的乡镇共 17 个,主要包括两类,一类为县城所在的城镇,另一类为离中心镇较近的郊区乡镇。这些区域是宁夏限制开发生态区资源环境条件最好的区域,经济基础较好,未来发展潜力大。

其中,花马池镇、大水坑镇、惠安堡镇、河西镇、香水镇、高沙窝镇属于禁止开发区,太阳山镇、吉强镇、王洼镇、白阳镇属于强限制开发生态区。考虑到这些乡镇多为县城所在地或矿产资源富集区,均属未来区域经济发展的重点和中心。因此,根据区域未来发展战略和咨询专家意见,将各县(区)县城所在地豫海镇、花马池

行的二次划分。基本划分单元越小,结果的内部均质性就越好,政策建议就越具有针对性。乡镇行政区则以其样本数量适中、均质性、可行性较好的优点成为限制开发生态区主体功能细分的最佳选择。

(3)采用综合指数法和景观指数法相结合的限制开发生态区细化方法,能够较好的反映限制开发区内部的发展现状、发展潜力、生态环境承载力和协同效益的差异,大大提高了主体生态功能区的可操作性。

(4)保护与开发的对立与统一是主体功能区划需要解决的难题。细分到乡镇使其主体功能更为突出,结果显示部分禁止开发、高中低强度开发间空间分布镶嵌、分散的特征,在保证空间连续性前提下归并部分乡镇增加了保护与开发权衡的复杂性,这也是今后需要进一步研究的问题。

(5)从细分结果看,即使是面积较小的县域功能区,内部的发展现状、发展潜力、生态环境承载力存在较大差异,协同效益也有所不同,在生态保护前提下,保护与开发空间的过渡性和配置极为必要。同时,研究表明现有以县为主体的功能区划的指导性需要进一步细分予以配合,以达到支撑全国和省自治区主体功能区划格局的作用。

参考文献(References):

- [1] 丁四保. 中国主体功能区划面临的基础理论问题. 地理科学, 2009, 29(4): 587-592.
- [2] 陈雯, 孙伟, 段学军, 陈江龙. 苏州地域开发适宜性分区. 地理学报, 2006, 61(8): 839-846.
- [3] 王强, 伍世代, 李永实, 汤晓华, 陈国子. 福建省域主体功能区划分实践. 地理学报, 2009, 06: 725-735.
- [4] 陈雯, 孙伟, 段学军, 陈江龙. 苏州地域开发适宜性分区. 地理学报, 2006, 08: 839-846.
- [5] 钟高岭. 主体功能限制开发区域的空间功能区划研究—以湘西州为例. 经济地理, 2011, 31(5): 839-843.
- [6] 米文宝. 西北地区国土主体功能区划研究. 北京: 中国环境科学出版社, 2010: 24-26.
- [7] 王传胜, 赵海英, 孙贵艳, 樊杰. 主体功能优化开发县域的功能区划探索——以浙江省上虞市为例. 地理研究, 2010, 29(3): 481-490.
- [8] 樊杰. 我国主体功能区划的科学基础. 地理学报, 2007, 62(4): 339-350.
- [9] 杨正先, 韩建波, 温泉. 混沌与分形理论在主体功能区划中的应用初探. 中国人口 资源与环境, 2014, 24(3): 411-414.
- [10] 陈敏. 县域主体功能区划分研究——以广东省云安县为例. 人文地理, 2008, (6): 55-59.
- [11] 朱高儒, 董玉祥. 基于公里网格评价法的市域主体功能区划与调整——以广州市为例. 经济地理, 2009, 29(7): 1097-1102.
- [12] 段七零. 县域尺度的国土主体功能区划研究——以江苏省海安县为例. 国土与自然资源研究, 2010, (2): 18-19.
- [13] 曾维华, 柴莹, 刘茜, 马安安. 基于主体功能区划的规划布局优化调整方法——以博鳌亚洲论坛特别规划区规划环评为例. 中国人口 资源与环境, 2010, 20(2): 1-5.
- [14] 高国力. 如何认识我国主体功能区划及其内涵特征. 中国发展观察, 2007, (3): 23-25.
- [15] 周民良. 主体功能区战略下的地区发展新思维. 人民论坛, 2011, (6): 8-11.
- [16] 米文宝, 侯雪, 米楠, 冯翠月. 西北地区主体功能区划方案. 经济地理, 2010, 30(10): 1595-1600.
- [17] 马凯. 构筑协调、和谐、可持续的家园—全国主体功能区规划的总体考虑. 科技与经济画报, 2007, (5): 4-7.
- [18] 王振波, 朱传耿, 刘书忠, 张学波. 地域主体功能区划理论初探. 经济问题探索, 2007, (8): 46-49.
- [19] 谢高地, 鲁春霞, 甄霖, 曹淑艳, 章予舒, 冷允法. 区域空间功能分区的目标、进展与方法. 地理研究, 2009, 28(3): 561-570.
- [20] 田亚平, 向清成, 王鹏. 区域人地耦合系统脆弱性及其评价指标体系. 地理研究, 2013, 32(1): 55-63.
- [21] 金小琴, 杜受祜. 西部地区低碳竞争力评价. 生态学报, 2013, 33(4): 1260-1267.
- [22] 米文宝, 梁晓磊, 米楠. 限制开发生态区主体功能细分研究——以宁夏同心县为例. 经济地理, 2013, 33(1): 142-148.
- [23] 吴健生, 乔娜, 彭建, 黄秀兰, 刘建政, 潘雅婧. 露天矿区景观生态风险空间分异. 生态学报, 2013, 33(12): 3816-3824.