

# 嫩江流域尼尔基水利枢纽周边乡镇生态景观廊道构建研究

——以莫力达瓦达斡尔族自治县为例

谢 婧, 李 文\*

(东北林业大学园林学院, 哈尔滨 150040)

**摘要:**大型水利工程建设为推动乡村旅游及相关产业的发展创造了条件,但其对自然环境的影响不容忽视,构建生态景观廊道是乡村振兴背景下建设美丽乡村的核心内容之一,也是现阶段生态修复与土地资源整合的有效途径。以嫩江流域尼尔基水利枢纽周边的莫力达瓦达斡尔族自治县为例,基于景观生态学等原理提出“倚水双生”的生态景观建设理念,即以尼尔基水利枢纽为核心整合周边生态资源,发展区域旅游业,达到区域生态与经济发展双赢。根据 ArcGIS 与 ENVI 软件解译出的研究区现阶段土地类型,运用形态学空间格局分析(MSPA)方法在 Guidos 软件中进行景观识别,提取出面积大于 1 500 hm<sup>2</sup>的核心区作为生态源地,共计 12 个;基于最小累积阻力模型(MCR)得出每两源地间的潜在生态廊道,共计 78 条,计算确定生态景观廊道的适宜建设宽度为 60 m。通过生态景观廊道的科学分布及规划,提出廊道内农业用地布局、基础设施优化、乡村旅游开发等景观重构策略,旨在满足生态系统稳定的同时带动区域旅游业与相关产业的良性发展,推动区域特色民族文化的复兴,为乡村生态景观规划和相关研究提供参考。

**关键词:**尼尔基水利枢纽;莫力达瓦达斡尔族自治县;生态景观廊道;形态学空间格局分析;最小累积阻力模型

中图分类号: X37

文献标识码: A

文章编号: 2096-5877(2021)06-0139-06

## Research on the Construction of Ecological Landscape Corridors in the Surrounding Villages of Nierji Water Conservancy Project in Nenjiang Basin

——Taking Moridawadaur Autonomous Banner as an Example

XIE Jing, LI Wen\*

(College of Landscape Architecture, Northeast Forestry University, Harbin 150040, China)

**Abstract:** The construction of large-scale water conservancy projects has created conditions for promoting the development of rural tourism and related industries, but its impact on the natural environment cannot be ignored. Building an ecological landscape corridor is one of the core contents of building a beautiful countryside under the background of rural revitalization, and it is also an effective way to integrate ecological restoration and land resources at this stage. This study takes the Moridawadaur Autonomous Banner around the Nierji Water Conservancy Project in the Nenjiang Basin as an example. Based on the principles of landscape ecology and other principles, and puts forward the concept of ecological landscape construction of “win-win by water”, that is, taking the Nierji Water Conservancy Project as the core integrate surrounding ecological resources, develop regional tourism, and achieve a win-win situation for regional ecological and economic development. Based on the current land types in the study area interpreted by ArcGIS and ENVI, this study uses MSPA to identify landscapes in Guidos, and extracts 12 core areas with an area greater than 1 500 ha as ecological sources. Based on the MCR, 78 potential ecological corridors were obtained, and the appropriate construction width of the ecological landscape corridor was determined to be 60 m. Through the scientific layout of ecological landscape corridors, this study proposes landscape reconstruction strategies such as the layout of agricultural land in the corridors, infrastructure optimization, and rural tourism development. This study aims to satisfy the stability of the ecosystem and at the same time promote the sound development

收稿日期: 2019-12-01

基金项目: 中央高校基本科研业务费专项资金项目(2572018CP06)

作者简介: 谢 婧(1996-),女,在读硕士,从事城市生态规划研究。

通讯作者: 李 文,女,博士,副教授, E-mail: liwen@nefu.edu.cn

of regional tourism and related industries, promote the revival of regional characteristic ethnic culture, and provide references for rural ecological landscape planning and related research.

**Key words:** Nierji Water Conservancy project; Moridawadaur Autonomous Banner; Ecological landscape corridor; MSPA; MCR

大型水利工程建设在满足防洪、蓄水、发电和调节水系径流等主要功能的同时,往往对工程周边环境也会产生显著的影响,如引起鱼类栖息地破碎化、植被退化和物种多样性降低、加剧水土流失等一系列生态环境问题,对江河、湖泊以及附近自然保护区等区域的生态环境也将产生不同程度的影响,其中尤以主体工程对周边景观的影响最为显著与直观<sup>[1]</sup>。如何有效整合其周边生态资源,发挥其恢复湿地生态系统、净化水质等功能,并带动休闲、旅游等相关产业的兴起正日益得到重视并成为发展潮流。

生态景观廊道是基于景观生态学原理,通过选取生态源地、构建生态廊道使区域内林地、草地、水域等生态要素有机衔接的“源地-廊道”式的网络布局模式,在整合生态资源的同时促进区域生态系统的物种扩散与能量流动。近年来相关学者提出各种多学科交叉的模型方法,现有研究大多以乡镇的行政区划为研究范围,从图论与拓扑<sup>[2-3]</sup>、景观连通性与物种扩散<sup>[4-6]</sup>等角度出发构建生态景观廊道。本研究结合尼尔基水利枢纽周边乡镇的自然现状,以莫力达瓦达斡尔族自治旗的行政区划为研究范围,提出“倚水双生”的乡村生态景观重构理念;基于景观生态学原理,通过形态学空间格局分析法(MSPA)与最小累积阻力模型(MCR)得出研究区域生态景观廊道的科学布局,分析计算廊道适宜建设宽度,根据结果提出相关农业用地布局建议,以期带动区域旅游业发展并复兴达斡尔族特色民族文化,维持乡村生态系统稳定与可持续发展,为乡村生态规划相关工作提供方法借鉴。

## 1 研究区概况

莫力达瓦达斡尔族自治县地处黑龙江省与内蒙古自治区交界处,尼尔基水利枢纽位于其东南部、嫩江干流上,以防洪和为城镇生活、工农业供水为主,结合水利发电,改善下游航运与水环境,为松辽区域水资源的优化配置创造条件的大型控制性工程。枢纽坝址以上控制流域面积6.64万km<sup>2</sup>,占嫩江流域总面积的22.4%,多年平均径流量为104.7亿m<sup>3</sup>,占嫩江流域的45.7%<sup>[7]</sup>。尼尔基水利枢纽在2000

年淹没,影响搬迁人口为1.3万户、5.2万人,产生安置人口为3.5万人,淹没耕地0.21 km<sup>2</sup><sup>[8]</sup>。在规划论证时,充分考虑水利枢纽建设将会带来诸如库区移民,对泥沙与河道水文特征、水质、水量及其季节变化的影响,对生物多样性和生态系统结构完整性的影响等。正视尼尔基水库对生态环境的负面影响,遵从自然规律,协调处理好水库开发与生态环境的关系,把生态理念贯穿于水库建设和运营的各个阶段,建设健康的生态水库是可持续发展的客观要求<sup>[9]</sup>。尼尔基水利枢纽工程投入运营后,面临的主要环境问题是库区及上游地区水土流失、周边居民生活污水排放污染、畜牧业发展加速水库富营养化过程以及因水库蓄水淹没农田、村庄、树木及草场导致的水域内源污染等<sup>[10]</sup>。尼尔基水利枢纽建设及后期运营过程中,对农业区、点源排污区、水源涵养区、湿地等研究确定了生态保护目标<sup>[9]</sup>,配套采取了相应的环境保护措施,从实际效果看,水利枢纽工程建设取得了良好的生态效益、社会效益和经济效益。本研究基于尼尔基水利枢纽周边生态修复现状,进行区域资源整合与乡村生态景观廊道构建,提出相关景观重构策略,以期为推动区域生态旅游及相关产业的可持续发展提供规划和决策参考。

## 2 研究方法

### 2.1 规划理念

根据实地调研,针对尼尔基水利枢纽周边资源现状提出“倚水双生”的景观重构理念。充分利用尼尔基水利枢纽在地理位置上的优势,以其最主要服务区—莫力达瓦达斡尔族自治县为研究范围,通过科学计算得出生态景观廊道规划布局及建设范围,整合尼尔基水库周边自然资源,以期从宏观生态学层面上修复水利工程建设在莫力达瓦达斡尔族自治县产生的一系列环境影响,提升生态环境效益与经济发展水平。通过生态景观廊道建设,有效整合区域生态资源,开发乡村旅游,弘扬民族文化,达到生态建设与经济发展共赢,为实现“产业兴旺、生态宜居、乡风文明、治理有效、生活富裕”的乡村振兴目标发挥积极作用。

### 2.2 土地覆被信息提取

通过地理空间数据云网站(www.gscloud.cn)获取 Landsat8 卫星在研究区 2018 年夏季的无云遥感影像,精度为 30 m,在 ArcGIS 中采用坐标系 WGS\_1984 和 UTM 投影进行几何校正、辐射校正、大气校正、波段融合。根据研究需要,基于最大似然监督分类法在 ENVI 中将土地类型分为林地、耕地、草地(包括疏林草地)、水域、未利用地和建设用地 6 类,以目视解译法根据谷歌地球的高清历史影像对数据纠错,通过 ENVI 混淆矩阵和精度评价对土地覆被数据进行验证,分类精度为 88.5%,能够满足后续研究需要。

### 2.3 基于 MSPA 的生态源地识别

形态学空间格局分析法(morphological spatial pattern analysis, MSPA)近年来在生态源地识别中应用广泛,其从生态结构连通性入手,基于数学形态学原理对栅格图像进行空间格局识别<sup>[11]</sup>。根据研究需要,在 2018 年土地栅格中提取林地、草地、水域作为 MSPA 分析的前景要素,考虑耕地的人为干扰较强,将耕地、建设用地与未利用地作为背景,转换为 tiff 二值图,在 Guidos 软件中识别出 7 种景观类型:核心区、桥接区、岛状斑块、环道区、边缘区、支线、孔隙,选取面积较大的核心区斑块作为生态源地<sup>[12]</sup>。

### 2.4 阻力面的构建

生态景观廊道的构建需要先在 ArcGIS 中计算出研究区土地阻力值栅格<sup>[13]</sup>,土地阻力值代表区域物种扩散与生态系统能量流动的困难程度。

本研究基于熵值法并结合文献<sup>[14-16]</sup>设置阻力赋值范围为 1~100。土地类型因子方面,根据 MSPA 的识别结果,核心区的斑块面积通常较大,是物种的重要栖息地及能量流动源头,对物种迁徙阻力极小,赋值为 5。桥接区是位于核心区之间的衔接斑块,起到促进物质信息流动的作用,阻力值较小,赋值为 10。岛状斑块面积较大,但因与其他斑块连通程度一般,阻力增加,赋值为 30。除核心区、桥接区、岛状斑块外,其他林地、草地、水域斑块由于面积较小、连通性差,阻力值相对较大,赋值在 30~50。耕地受到的人为干扰程度较大,赋值为 80。建设用地为硬质表面,阻力值最大,赋值为 100。地形因子方面<sup>[17]</sup>,通过地理空间数据云网站(www.gscloud.cn)获取研究区数字高程模型(DEM,精度为 30 m)并进行拼接,通过 ArcGIS 分析 DEM 数据得出高程与坡度栅格,阻力赋值范围为 1~100。地形坡度小于 5°时,物种扩散受到影响极小,赋值为 5。迁徙难度随坡度增加而增大,坡度大于 30°时物种迁徙困难,地形阻力较大,赋值为 80。高程上,物种迁徙难度随着海拔升高而增加,但其影响力小于坡度因素<sup>[14,18]</sup>,赋值为 5~50。

由于研究区的土地类型及 MSPA 景观要素较为复杂,土地类型具有较大的权重,坡度权重次之。研究区总体海拔较低,其阻力值与权重也相对较小。综上,基于熵值法<sup>[19]</sup>计算各指标的离散程度,得出土地类型、坡度、高程的权重分别为 0.58、0.29、0.13。详见表 1。

表 1 生态阻力面赋值及权重

| 阻力因子 | 指标   | 阻力赋值    | 权重      | 阻力因子    | 指标      | 阻力赋值 | 权重   |
|------|------|---------|---------|---------|---------|------|------|
| 土地类型 | 核心区  | 5       | 0.58    | 地形坡度(°) | <5      | 5    | 0.29 |
|      | 桥接区  | 10      |         |         | 5~10    | 10   |      |
|      | 岛状斑块 | 30      |         |         | 10~20   | 20   |      |
|      | 其余草地 | 30      |         |         | 20~30   | 50   |      |
|      | 其余林地 | 35      |         | >30     | 80      |      |      |
|      | 其余水域 | 50      |         | 地形高程(m) | <100    | 5    | 0.13 |
|      | 耕地   | 80      |         |         | 100~200 | 10   |      |
| 未利用地 | 85   | 200~300 | 15      |         |         |      |      |
| 建设用地 | 100  |         | 300~500 | 30      |         |      |      |
|      |      |         | >500    | 50      |         |      |      |

### 2.5 基于 MCR 的生态景观廊道构建

MCR 是现有生态景观廊道识别的有效途径<sup>[20]</sup>,该模型通过计算从某一生态源地到另一源地所需要克服的最小累积阻力,从而获得两者间

的最小成本路径,即物种扩散与生态系统能量流动的最优通道,公式如下:

$$MCR = f_{\min} \sum_{j=n}^{i=m} (D_{ij} \times R_i) \dots\dots\dots (1)$$

式中:MCR为最小成本值, $D_{ij}$ 为从原点j到空间单元i的空间距离, $R_i$ 为空间单元i的阻力系数。

## 2.6 生态廊道建设宽度

基于MCR模型在ArcGIS中计算得出的生态景观廊道为矢量线状要素,而在实际规划中生态景观廊道需具备合理的建设宽度。宽度过小难以为物种提供良好的栖息地,宽度过大则将涵盖较多建设用地。结合前人研究,分别设置廊道宽度为30、60、100、200、600 m<sup>[14,21]</sup>,试验生态景观廊道在上述宽度中各类生态要素的面积比重变化,从而得出最优建设宽度作为后续乡村生态规划工作的决策参考。

## 3 结果与分析

### 3.1 基于MSPA的景观类型分析

根据解译出的研究区土地类型,以林地、草地、水域作为生态前景要素在Guidos软件中识别

出7种景观类型:核心区、桥接区、岛状斑块、环道区、边缘区、支线、孔隙,分析计算各景观类型的面积(表2)。核心区面积最大为222 334.47 hm<sup>2</sup>,占景观要素总面积的52.58%,土地类型以自然林地为主,在研究区各方位均有分布,斑块连通性较好。边缘区的面积为88 590.24 hm<sup>2</sup>,面积占比仅次于核心区,表明核心区林地斑块边缘较为完整,边缘区与核心区镶嵌良好,破碎化程度低;但根据景观生态学原理中的边缘效应,同等面积下,复杂边缘、周长较长的斑块通常具有更高的景观连通性和更高的物种扩散概率<sup>[13]</sup>,在后续规划中应在林地斑块边缘进行植被补植,形成复杂的林缘线,更利于区域斑块内生态系统的稳定<sup>[22]</sup>。桥接区与支线斑块的面积接近,分别占总面积的7.10%和8.49%,表明研究区存在较多具有连通作用的线性斑块,整体景观格局较为稳定。

表2 不同景观要素的生态学含义及面积

| 景观类型 | 生态学含义                         | 斑块面积(hm <sup>2</sup> ) | 占前景要素的百分比(%) |
|------|-------------------------------|------------------------|--------------|
| 核心区  | 通常表现为较大面积的生境斑块,对生物多样性保护起重要作用  | 222 334.47             | 52.58        |
| 桥接区  | 连接核心区的生态廊道,对物种迁移与物质信息流动具有重要意义 | 30 024.18              | 7.10         |
| 岛状斑块 | 表现为与其他景观要素分离的小型生境斑块,生态过程交流较少  | 23 796.81              | 5.63         |
| 环道区  | 表现为同一核心区里的内部廊道,作为物种在斑块内部扩散的媒介 | 12 140.55              | 2.87         |
| 边缘区  | 是核心区的外缘、核心区与非生境斑块的过渡区域,具边缘效应  | 88 590.24              | 20.95        |
| 支线   | 实现物质能量交流,与桥接区、环道区、边缘区和孔隙都可连通  | 35 894.43              | 8.49         |
| 孔隙   | 位于核心区内部,是生境斑块与内部非生境斑块的过渡区域    | 10 106.64              | 2.38         |

### 3.2 基于MSPA的生态源地识别

核心区是生态效益最高的景观斑块类型,作为区域生态系统中的重要物种栖息地以及生态涵养区<sup>[11,14]</sup>,斑块的生态效益与斑块面积呈正相关,结合文献<sup>[12,18]</sup>在ArcGIS中选取面积大于1 500 hm<sup>2</sup>的核心区斑块作为生态源地,共计12个(表3)。

表3 生态源地的识别及面积

| 编号 | 斑块ID   | 斑块面积(hm <sup>2</sup> ) | 编号 | 斑块ID   | 斑块面积(hm <sup>2</sup> ) |
|----|--------|------------------------|----|--------|------------------------|
| 1  | 418230 | 13 789.90              | 7  | 418400 | 4 329.09               |
| 2  | 527430 | 11 641.17              | 8  | 32356  | 2 522.73               |
| 3  | 218118 | 10 149.30              | 9  | 296562 | 2 398.61               |
| 4  | 181668 | 6 493.56               | 10 | 633605 | 2 311.08               |
| 5  | 14855  | 4 611.12               | 11 | 328073 | 1 618.38               |
| 6  | 614193 | 4 532.46               | 12 | 91688  | 1 518.08               |

### 3.3 基于MCR的生态景观廊道构建

基于最小累积阻力模型(MCR)、前期计算得出的12个生态源地与叠加后的阻力面,在ArcGIS中计

算每两斑块之间的最优路径。根据MCR计算成本距离栅格与成本回溯链接栅格,然后根据目标点确定成本路径栅格;转换生态源地为源点及目标点,转换路径栅格为矢量线状要素。12个生态源地斑块两两之间构建的生态景观廊道(不重复)共计78条。

### 3.4 生态景观廊道适宜建设宽度

计算生态景观廊道在不同宽度时的土地组成(表4),结果表明,当廊道宽度为30 m时,草地为廊道内的主要景观类型,占廊道总面积的67.41%,表明草地对物种扩散与能量流动起到重要连接作用。随着廊道宽度的增加,草地所占面积比重逐渐降低,林地、水域、建设用地等面积有所增加,当廊道宽度达到200 m时,水域面积占比达到峰值。水域对陆地物种扩散产生阻隔,建设用地受人为干扰严重,生态景观廊道的建设应注重避让水域与建设用地。结合前人研究<sup>[20]</sup>,生态景观廊道宽度在60~100 m时,能够一定程度上满足区域生物多样性保护,为适宜建设宽度。而廊道宽度为100 m时,建设用地所占比例超过5%,

表4 生态景观廊道的土地构成及面积占比

| 宽度(m) | 指标                   | 耕地        | 林地        | 草地        | 水域       | 建设用地      | 未利用地     | 合计         |
|-------|----------------------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|----------|------------|
| 30    | 面积(hm <sup>2</sup> ) | 1 217.69  | 1 180.90  | 6 688.52  | 402.90   | 321.86    | 111.21   | 9 923.08   |
|       | 百分比(%)               | 12.27     | 11.90     | 67.41     | 4.06     | 3.24      | 1.12     | 100.00     |
| 60    | 面积(hm <sup>2</sup> ) | 3 198.36  | 2 402.02  | 11 241.10 | 865.09   | 905.02    | 317.98   | 18 929.57  |
|       | 百分比(%)               | 16.90     | 12.69     | 59.38     | 4.57     | 4.78      | 1.68     | 100.00     |
| 100   | 面积(hm <sup>2</sup> ) | 6 256.88  | 4 032.91  | 16 196.40 | 1 497.18 | 1 805.13  | 693.32   | 30 481.82  |
|       | 百分比(%)               | 20.53     | 13.23     | 53.13     | 4.91     | 5.92      | 2.28     | 100.00     |
| 200   | 面积(hm <sup>2</sup> ) | 14 614.80 | 8 315.48  | 25 964.60 | 2 936.52 | 4 235.14  | 1 813.07 | 57 879.61  |
|       | 百分比(%)               | 25.25     | 14.37     | 44.86     | 5.07     | 7.32      | 3.13     | 100.00     |
| 600   | 面积(hm <sup>2</sup> ) | 51 041.30 | 27 213.30 | 50 077.10 | 7 368.07 | 13 603.50 | 6 581.09 | 155 884.36 |
|       | 百分比(%)               | 32.74     | 17.46     | 32.12     | 4.73     | 8.73      | 4.22     | 100.00     |

已不适于廊道建设<sup>[4]</sup>。综上,考虑过小宽度的廊道无法提供栖息地条件,过大宽度的廊道涵盖较多水域与建设用地,最终确定60 m为研究区域生态景观廊道的建设宽度。

### 3.5 乡村生态景观重构策略

基于前期的数据分析得出研究区域生态景观廊道的科学布局以及60 m的适宜建设宽度,为乡村生态景观重构的建设工作提供了数据基础与规划选址参考。在60 m宽的生态景观廊道中,农业用地应基于景观生态学原理进行合理规划与布局,结合各类林带建设构建大地景观、优化农业基础设施、建设配套旅游设施,以期达到区域农业生态系统的绿色效益最大化,同时促进区域乡村旅游业的发展,为莫力达瓦达斡尔族自治县带来多方面的收益。

#### 3.5.1 农业用地合理布局

基于景观生态学“斑块-廊道-基底”原理,以不同类型用地并列布局增加区域景观异质性<sup>[13]</sup>，“耕地+湿地+水土保持林+防护林”四者有机结合的布局模式能够有效改善区域气候,以耕地为区域基底,分区建设人工湿地,丰富纵向植被结构层次,优化乡村景观空间组合,并在一定程度上避免自然灾害蔓延。湿地在枯水期进行水源调节、控制地下及地表径流,通过层层设防、节节拦蓄,减少地表径流携带的泥沙和氮磷等污染物,防止水土流失。根据景观生态学边缘理论,斑块边缘周长与斑块生境稳定性成正比<sup>[13]</sup>,以不规则林缘线作为林地斑块的种植布局轮廓,加快物种扩散,有效提升区域生境能量流动,为当地农民增加额外收益。水土保持林与湿地斑块镶嵌咬合,为野生动植物提供良好的生存环境,从而便于物种迁徙与乡村生态系统能量流动,发挥农业景观对生物多样性的保护作用。防护林作为区域生态系统中的廊道结构,在灾害防护与物种迁徙

等方面具有重要作用;根据前期得出的60 m生态景观廊道布局,后期防护林体系的完善应在景观廊道内进行。通过优化防护林体系树种选择,推广立体种植,兼顾生态效益和经济效益。根据适地适树原则,种植杨树、紫穗槐、刺槐、胡枝子、旱柳等抗性强、根系发达的耐寒树种,林下可种植中药材如关防风、赤芍、柳蒿、苏子,栽培食用菌如榛蘑、红蘑、木耳等。农田防护林能够降低近地表气温与土壤温度变化幅度,控制水分蒸发,降低区域风速,科学补植能够有效抵御自然灾害,提升生态安全格局等级,维持农田生态系统的可持续发展。

#### 3.5.2 优化农业基础设施

通过改良和优化农业基础设施,在满足功能与多方效益的同时,丰富生态景观廊道的平面结构。在田垄间依照等高线布置生态排水渠,避免水流直接流下冲击土壤,地表径流向“之字形”生态排水渠排放,减缓流速,一定程度上沉降水中携带的泥沙。在生态排水渠的底部安装植物栅格,种植可吸收氮磷元素、抗逆性强、根系发达的草本植物,进一步减缓水流,阻滞水流中的泥沙与污染物。初步沉降泥沙的水流最终汇聚于沉降池中,进一步沉降泥沙,两次沉降后的雨水进入人工湿地用于日常农业灌溉。在农田与水库交界处补植防护林带,有效保持水土,在防护林与农田间设置断根沟,避免防护林植被的根系过于发达影响农作物正常生长。此外,在水田中设置水域浮床,能够有效降低水体中的氮磷含量,避免水体富营养化。

#### 3.5.3 建设功能性人工湿地景观

乡村生态景观重构应从源头上开展退耕还林还草,恢复重建廊道内的生物栖息地,维持环境系统稳定。应用先进技术过滤水体污染,建设人工与自然保护湿地如人工湿地缓冲区、低成本河

流湿地保护区等,保证乡村生态系统的可持续发展,维持农业生态系统活力。人工湿地主要分为3种建设方式:(1)坝下人工湿地缓冲区将乡村生活污水自然沉降净化后再排入自然河道,减少水体污染;(2)在农田中将排水渠收集的雨水沉降后引入湿地,净化后储存起来用于农业灌溉或排入自然河道;(3)在生态渔业养殖方面,生态鱼塘的进水与出水都经过人工湿地净化污染,不同水深分别养殖不同鱼类与虾蟹。

在保证景观廊道生态效益的同时,适度发展乡村湿地旅游业,配套建设景观瞭望塔、玻璃栈道等设施,开发模式以低生态影响观光旅游为主,在满足游客游览需求的同时,有效避免对湿地产生过度人为干扰,开展教育科普活动,传播莫力达瓦达斡尔族特色民族文化并提升城市游客与当地居民的环境保护意识。

#### 4 结 论

大型水利工程建设对周边自然环境产生影响的同时,也为利用其周边生态资源发展旅游业及相关产业创造了契机。生态景观廊道构建是现阶段乡村生态资源整合的有效途径,也是美丽乡村建设工作中的重要内容。本研究提出“倚水双生”的规划理念,以尼尔基水利枢纽为辐射核心,莫力达瓦达斡尔族自治县为研究范围,基于景观生态学原理并结合 ArcGIS/ENVI 软件解译出的研究区域土地类型现状,通过形态学空间格局分析(MSPA)方法识别出7种景观类型,并以面积大于1 500 hm<sup>2</sup>的12个核心区斑块作为生态源地。合理设置研究区域土地阻力,基于最小累积阻力模型(MCR)计算出12个生态源地两两之间的生态景观廊道共计78条。通过试验宽度分别为30、60、100、200、600 m时廊道内部的景观组成,计算得出60 m为研究区域生态景观廊道的适宜建设宽度。结合区域实际情况,合理规划生态景观廊道分布,提出廊道内农业用地合理布局、优化农业基础设施、建设人工湿地等景观重构策略,充分利用当地自然生态资源以及达斡尔族悠久的历史积淀和淳朴的民族风情等人文资源,提高区域旅游特色,在推动旅游业兴起的同时,又可促进民族传统文化的复兴和繁荣,进而带动区域乡村振兴和经济社会的可持续发展。

#### 参考文献:

[1] 夏萍娟,陈芳清.大型水利水电工程扰动区景观生态恢复与建设的探讨[J].长江流域资源与环境,2013,22(S1):103-107.

- [2] 穆博,李华威,Audrey L Mayer,等.基于遥感和图论的绿地空间演变和连通性研究—以郑州为例[J].生态学报,2017,37(14):4883-4895.
- [3] Wickham J D, Riitters K H, Wade T G, et al. A national assessment of green infrastructure and change for the conterminous United States using morphological image processing[J]. Landscape and Urban Planning, 2010, 94(3/4): 186-195.
- [4] 郑文聚,宇振荣.中国农村土地整治生态景观建设策略[J].农业工程学报,2011,27(4):1-6.
- [5] 刘世梁,侯笑云,尹艺洁,等.景观生态网络研究进展[J].生态学报,2017,37(12):3947-3956.
- [6] 裴燕如,武英达,于强,等.荒漠绿洲区潜在生态网络增边优化鲁棒性分析[J].农业机械学报,2020,51(2):172-179.
- [7] 陈雅月.尼尔基水利枢纽公益效益浅析[J].东北水利水电,2010,28(1):61-63.
- [8] 谢伟光,陈绍军.尼尔基水库移民社会保障的设想[J].水利经济,2005(3):63-64,68.
- [9] 张立伟.水利工程生态文明建设的实践—尼尔基水利枢纽建设对周边生态环境建设的影响效果[J].水利发展研究,2018,18(4):49-53.
- [10] 张静波,李树学.尼尔基水库面临的主要环境问题与防治措施[J].黑龙江环境通报,2005(4):17-19.
- [11] 黄雪飞,吴次芳,游和远,等.基于MCR模型的水网平原区乡村景观生态廊道构建[J].农业工程学报,2019,35(10):243-251.
- [12] 高宇,木皓可,张云路,等.基于MSPA分析方法的市域尺度绿色网络体系构建路径优化研究—以招远市为例[J].生态学报,2019,39(20):7547-7556.
- [13] 郭建国.景观生态学—概念与理论[J].生态学杂志,2000,19(1):42-52.
- [14] 杨志广,蒋志云,郭程轩,等.基于形态空间格局分析和最小累积阻力模型的广州市生态网络构建[J].应用生态学报,2018,29(10):3367-3376.
- [15] 朱玉凯,牛春舟.东北地区旅游资源型村落的公共空间景观形态构建—以渤海镇小朱家村旅游景观规划为例[J].东北农业科学,2017,42(4):59-62.
- [16] 侯宏冰,郭红琼,于强,等.鄂尔多斯景观格局演变与景观生态网络优化研究[J].农业机械学报,2020,51(10):205-212,242.
- [17] 韩会庆,蔡广鹏,陈思盈,等.我国西南喀斯特贫困乡村生态系统服务价值比较研究[J].东北农业科学,2020,45(4):84-89.
- [18] 汤峰,王力,张蓬涛,等.基于生态保护红线和生态网络的县域生态安全格局构建[J].农业工程学报,2020,36(9):263-272.
- [19] 蒋思敏,张青年,陶华超.广州市绿地生态网络的构建与评价[J].中山大学学报(自然科学版),2016,55(4):162-170.
- [20] 王金亮,谢德体,邵景安,等.基于最小累积阻力模型的三峡库区耕地地面源污染源—汇风险识别[J].农业工程学报,2016,32(16):206-215.
- [21] 朱强,俞孔坚,李迪华.景观规划中的生态廊道宽度[J].生态学报,2005(9):2406-2412.
- [22] 骆世明.生态农业的景观规划、循环设计及生物关系重建[J].中国生态农业学报,2008(4):805-809.

(责任编辑:刘洪霞)