

基于 RS 和 GIS 的湟水流域生态屏障功能研究

朱玉华

新疆博衍水利水电环境科技有限公司，乌鲁木齐

摘要 | 湟水流域由于其独特的区位及环境特征，使其成为青海东部地区最重要的生态安全屏障，本文选取固碳释氧、水源涵养、土壤保持、生物多样性四个指标来评价湟水流域生态系统功能。结果显示：湟水干流两岸生态功能明显低于其他区域，成为生态屏障中非常突出的生态脆弱区，尤其是该区域呈条带状东西走向，一定程度上阻断了南北方向上生态系统的能流、物流及信息流，影响了生态屏障整体的生态服务功能。

关键词 | 生态屏障；生态安全；生态系统功能；生态脆弱区

Copyright © 2021 by author (s) and SciScan Publishing Limited

This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



“生态屏障”一词源自于我国社会生产实践，并非一个严谨的科学术语。“生态屏障”提出后，较为系统的研讨是 2001 年四川省林学会举办的首次“建设长江上游生态屏障学术研讨会”^[1]，此后又陆续有多位学者提出了生态屏障的概念，对比了众多概念后，认为王玉宽提出的概念更加科学和全面：生态屏障是指处于某一特定区域内具有明确保护与防御对象的复合生态系统，影响生态系统服务功能，保障区域或国家生态安全，具有一定的空间跨度，其结构和功

作者简介：朱玉华（1980-），女（汉族），新疆奎屯人，新疆博衍水利水电环境科技有限公司，高级工程师，硕士，研究方向：环境保护及景观生态。

文章引用：朱玉华. 基于 RS 和 GIS 的湟水流域生态屏障功能研究 [J]. 环境与资源, 2021, 3 (4): 99-109. <https://doi.org/10.35534/er.0304012>

能符合人类生存和发展的生态要求^[2]。

湟水流域由于其独特的区位及环境特征,使得这里成为青海东部地区最重要的生态安全屏障,这里生态环境的优劣直接关系到青海省生态安全体系的质量,关系到青海省生态文明建设的整体进程。因此,本文通过分析湟水流域的生态系统特征,选取一些指标来评价湟水流域的生态系统功能,并通过分析流域生态格局与过程,明确流域生态功能的重要区域,从而为流域生态保护提供重要的科学依据和技术参考。

1 概况

从地理分布看,东西方向上,湟水流域位于青藏高原与黄土高原的过渡地带,是农业区向牧业区的过渡地带。南北方向上,湟水流域北倚祁连山和河西走廊,南靠拉脊山,呈现祁连山—大通河—达坂山—湟水—拉脊山“三山夹两河”的分布格局。

从国家整体生态构架层面上,《全国主体功能区划》提出了构建以青藏高原生态屏障、黄土高原—川滇生态屏障、东北森林带、北方防沙带和南方丘陵山地带等“两屏三带”的生态安全战略格局,湟水流域恰处于其中的青藏高原生态屏障、黄土高原—川滇生态屏障、北方防沙带之间,一定程度上兼具三个生态屏障的功能,呈现出诸多过渡性的生态特征,见图 1。

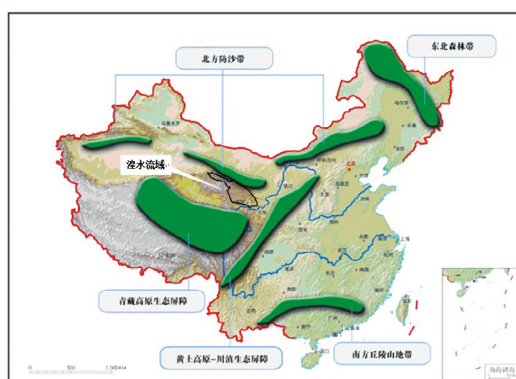


图 1 湟水流域生态屏障在国家生态安全战略格局中的位置示意图

Figure 1 Location map of ecological defence in Huangshui river basin in national ecological security strategy pattern

2 研究方法

生态屏障往往具有比较重要和独特的生态功能,这些功能主要体现在对自然生态及人类赖以生存的环境的保护效应,即对不利环境因素的阻滞、净化和对有利因素的保育和涵养。本研究参考彭建、杜悦悦、陈昕等人的研究方法^[3-5],选取固碳释氧、水源涵养、土壤保持、生物多样性四个指标来评价湟水流域生态系统功能。

2.1 固碳释氧

固碳是指以安全方式捕获并保持碳;释氧是指物质通过化学反应释放出氧气的过程。固碳释氧通常借助植被的净初级生产力(NPP)来衡量,NPP是指绿色植物在单位面积、单位时间所累积的有机物数量,由植物光合作用累积的有机物减去植物自养呼吸部分。本研究借助MODIS 2017年NPP合成数据来进行测算。

2.2 水源涵养

生态系统水源涵养功能是指在一定空间和时间范围内,生态系统水分保持的能力和过程,包括净化水质、调节径流和拦蓄降水等方面。水源涵养量的测算通常有水量平衡模型和蓄水能力模型两种方法。水量平衡模型只考虑整个生态系统水分的输入和输出,通过单位面积年降水量和年蒸发量的差值来衡量,适用于中尺度和大尺度的研究区域。蓄水能力模型主要通过土壤和植被的拦蓄能力,研究生态系统的水源涵养能力,但此模型要以实地抽样调查为主,适合小尺度的研究区域。本研究所研究尺度比较大,因此采用水量平衡模型进行测量。具体表达式如下:

$W=P-E$ 式中: W 表示平均水源涵养量(mm), P 表示平均降雨量(mm), E 表示评价蒸发量(mm)。本研究中采用国家气象科学数据共享服务平台(<http://data.cma.cn/>)的中国地面累年值月值、年值数据集数据,收集湟水流域气象数据,通过克里金插值方法(Kriging),借助ARCGIS10.1软件平台获得整个研究区多年平均降雨量分布。本研究采用MODIS MOD16A2产品,分别合成月蒸散量产

品和年蒸散量产品。

2.3 土壤保持

土壤保持作为生态系统重要的调节功能，在预防土壤侵蚀这一全球性的环境问题，维持区域生态安全中发挥着重要的作用。本研究采用修正后的通用土壤流失方程（RUSLE）模型来进行测算。具体表达式如下：

$$A=R \times K \times L \times S \times (1-C-P)$$

式中：A 表示土壤保持量，K 表示土壤侵蚀因子，R 表示降水侵蚀力因子，S 表示坡度因子，L 表示坡长因子，P 表示水土保持措施因子，C 表示植被覆盖与管理因子。

2.4 生物多样性

生物多样性通常包括遗传多样性、物种多样性和生态系统多样性三个组成部分。生态系统多样性包括生态环境的多样性、生物群落和生态过程的多样化等多个方面，其中生态环境的多样性是生态系统多样性形成的基础，本次使用 INVEST 3.4.2 模型中的 Habitat Quality 模块，测算湟水流域生态环境的多样性。具体表达式如下：

$$Q_{xj}=H_j \left(1-\left(\frac{D_{xj}^z}{D_{xj}^z+k^z} \right) \right)$$

式中： Q_{xj} 表示土地利用类型或生境类型 j 中第 x 个栅格单元的生境质量； D_{xj} 表示土地利用类型或生境类型 j 中第 x 个栅格单元的总威胁水平； H_j 表示土地利用类型 j 的生境适宜性状况； z 为尺度常数， k 表示半饱和系数，按照吴健生、钟莉娜等人的研究成果，以及结合 INVEST 使用手册， z 设置为 2.5， k 设置为 0.5。

3 研究结果

3.1 单一生态系统功能评价结果

3.1.1 固碳释氧功能评价

利用 2017 年 MODIS MOD17A3 全年的产品，借助 ARCGIS10.1 平台的地图

代数 (Map Algebra) 模块, 提取植被净初级生产力 (NPP) 年合成数据, 作为评价研究区生态系统固碳释氧功能的依据。采用自然断裂法将 NPP 合成数据划分成五种类型, 分为固碳释氧功能高等、中等、中低等和低等, 具体见图 2。

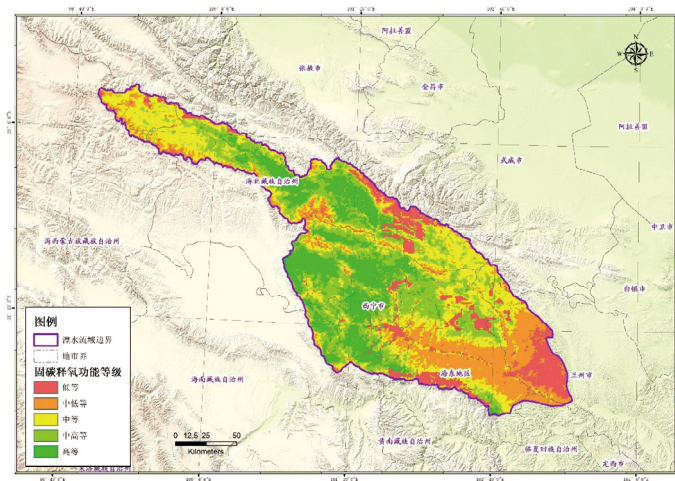


图 2 湟水流域生态屏障区固碳释氧功能等级分布图

Figure 2 Grade distribution of carbon fixation and oxygen release function in ecological defence of Huangshui river basin

计算结果显示: 从规模结构来看, 高等、中高等、中等、中低等、低等五种类型的面积分别占研究区的 25.42%、23.60%、20.38%、20.60%、10.00%; 从空间分布情况来看, 固碳释氧功能高的区域主要分布在湟水流域的中部, 在湟水干流区的西部, 即海晏县、湟源县及大通县西部。

3.1.2 水源涵养功能评价

通过国家气象科学数据共享服务平台获取的研究区多年平均年降雨量数据, 通过克里金插值方法 (Kriging), 获取年降雨量分布状况。以 MODIS MOD16A2 产品合成年蒸散量数据, 采用水量平衡模型借助 ARCGIS10.1 平台的栅格计算器 (Raster Calculator) 测算水源涵养量结果。按自然断裂法将水源涵养结果分为五类, 得到研究区水源涵养功能评价结果, 分为高等、中高等、中等、中低等和低等, 具体见图 3。

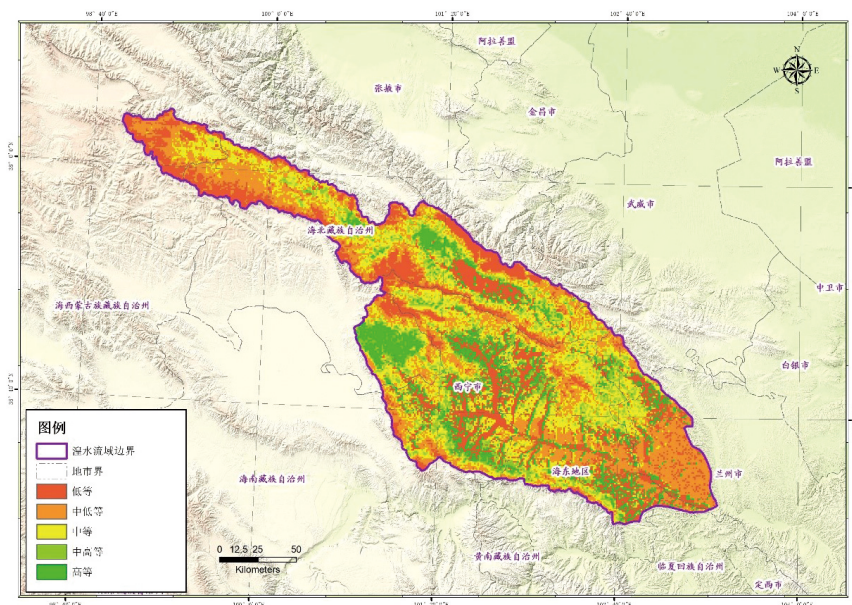


图 3 湟水流域生态屏障区水源涵养功能等级分布图

Figure 3 Grade distribution of water conservation function in ecological defence of Huangshui river basin

计算结果显示：从规模结构来看，高等、中高等、中等、中低等、低等五种类型分别占研究区的 20.20%、18.04%、22.07%、28.70%、11.00%；从空间分布情况来看，水源涵养功能高的区域主要分布在海晏县、门源县西部、大通县北部及湟中县南部。

3.1.3 土壤保持功能评价

将土壤保持功能用自然断裂法划分五种类型，分别为高等（>700）、中高等（500–700）、中等（440–500）、中低等（180–440）和低等（<180），具体见图 4。计算结果显示：从规模结构来看，高等、中高等、中等、中低等、低等五种类型分别占研究区的 4.38%、6.03%、53.88%、20.71%、15.00%；从空间布局情况来看，研究区土壤保持功能等级较高的区域面积较小，多分布于互助县和门源县东部，等级较低的区域集中分布在祁连县及门源县，其余绝大部分区域均为中等水平。

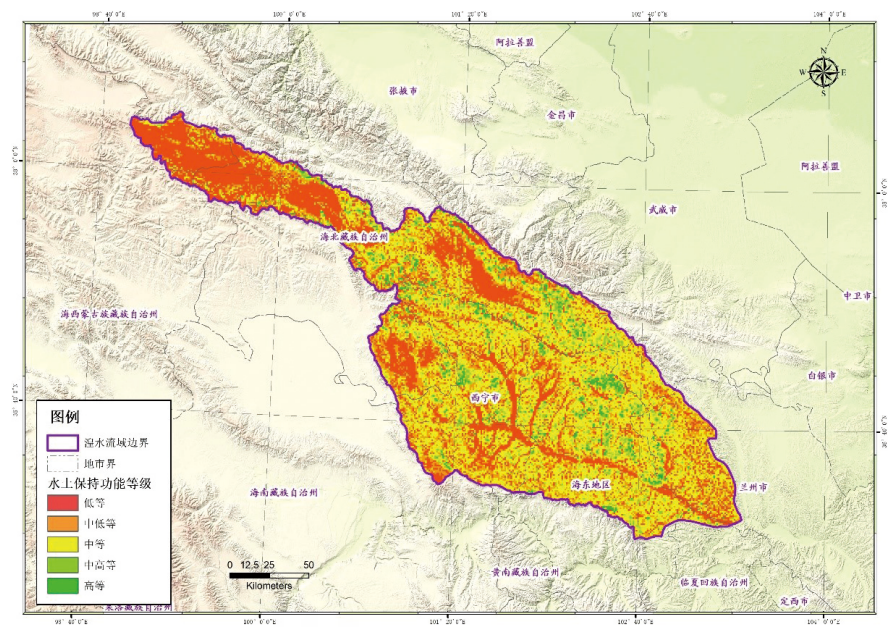


图 4 湟水流域生态屏障区土壤保持功能等级分布图

Figure 4 Grade distribution of soil conservation function in ecological defence of Huangshui river basin

3.1.4 生物多样性功能评价

本次选取建设用地、铁路、高速公路、国道、省道、耕地等 6 个指标作为生境质量威胁因子。以 2017 年湟水流域土地利用栅格数据作为土地利用类型图，参考前人研究成果，综合确定威胁因子衰变类型、权重、最大作用距离、敏感性程度等相关内容，详见表 1，使用 INVEST 模型，测算湟水流域生境质量状况，见图 5。

表 1 湟水流域威胁因子数据表

Table 1 Data table of threat factors in Huangshui river basin

威胁因子	威胁因子权重	距离衰减函数类型	威胁因子最大作用距离 (km)	敏感性					
				耕地	林地	草地	水域	建设用地	未利用地
建设用地	0.7	线性衰减	3	0.35	0.55	0.35	0.75	0	0
铁路	0.5	指数衰减	1	0.3	0.5	0.3	0.7	0	0
高速公路	0.5	指数衰减	1	0.35	0.5	0	0	0	0
国道	1	指数衰减	1	0.3	0.2	0.3	0.7	0	0

续表

威胁因子	威胁因子权重	距离衰减函数类型	威胁因子最大作用距离 (km)	敏感性					
				耕地	林地	草地	水域	建设用地	未利用地
省道	0.7	指数衰减	0.7	0.3	0.5	0.3	0.7	0	0
耕地	0.5	线性衰减	0.5	0.3	0.5	0.3	0.7	0	0

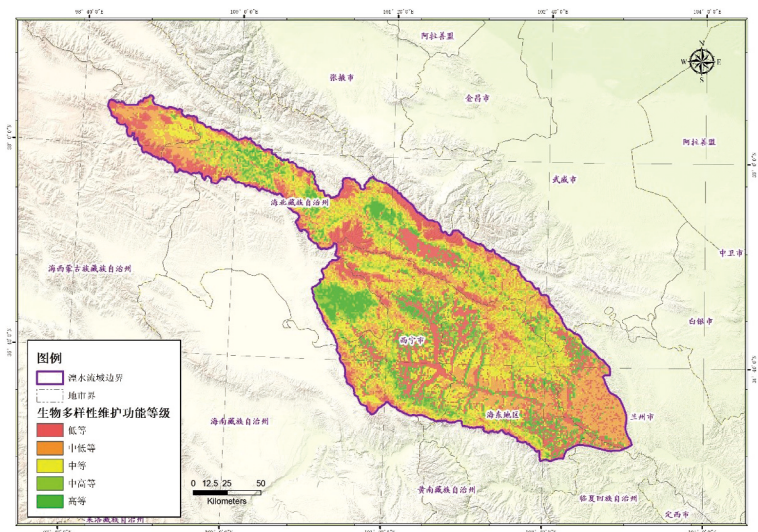


图 5 湟水流域生态屏障区生物多样性维护功能等级分布图

Figure 5 Grade distribution of biodiversity function in ecological defence of Huangshui river basin

计算结果显示：从规模结构来看，湟水流域高等、中高等、中等、中低等、低等五种类型分别占研究区的 19.48%、8.67%、33.68%、20.00%、18.17%；从空间分布情况来看，生物多样性功能高的区域主要分布在海晏县、大通县等地的自然保护区、森林公园及风景名胜区内。

3.2 生态系统功能总体评价结果

将固碳释氧、水源涵养、土壤保持、生物多样性四种单一生态系统功能评价结果按照等权重叠加的方式，借助 ARCGIS10.1 平台的地图代数模块，生成研究区生态系统功能总体评价结果，按照自然断裂法分为为高等、中高等、中

等、中低等和低等五种类型区域（见图6）。计算结果显示：从规模结构来看，高等、中高等、中等、中低等、低等五种类型分别占湟水流域面积的35.62%、21.78%、18.73%、15.87%、8.00%；从空间分布上来看，生态系统功能高的区域主要分布在湟水流域的中部，生态系统功能低的区域位于湟水干流两侧及甘肃省的永登县和兰州市辖区。

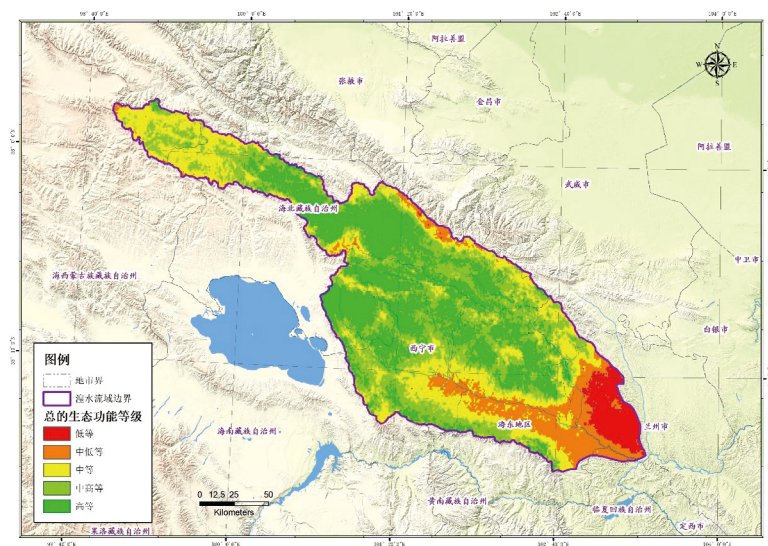


图6 湟水流域生态屏障区综合生态功能等级分布图

Figure 6 Grade distribution of integrated ecological function in ecological defence of Huangshui river basin

4 讨论与结论

湟水流域位于青藏高原与黄土高原的过渡地带，是该区域重要的生态屏障，可有效阻滞西部和北部的荒漠化地区向东、向南蔓延，保护了南部的“中华水塔”及东部的黄土高原农业区，具有较强的土壤保持功能、水源涵养功能、生物多样性保育功能和净化美化功能。

从研究结果来看，湟水干流两岸生态功能明显低于其他区域，成为生态屏障中非常突出的生态脆弱区，尤其是该区域呈条带状东西走向，一定程度上阻断了南北方向上生态系统的能流、物流及信息流，影响了生态屏障整体的生态

服务功能, 后续可采取生态修复措施, 逐步减少湟水干流两岸生态脆弱区, 提升和发挥湟水流域在青藏高原与黄土高原过渡带生态安全屏障的功能和作用。下一步应结合当地实际情况, 深入研究区域生态修复措施方案。

参考文献

- [1] 四川省林学会办公室. 四川省林学会建设长江上游生态屏障学术研讨会纪要[J]. 四川林业科技, 2002, 23(1): 41-43.
- [2] 王玉宽, 孙雪峰, 邓玉林, 等. 对生态屏障概念内涵与价值的认识[J]. 山地学报, 2005, 23(5): 431-436.
- [3] 彭建, 郭小楠, 胡熠娜, 等. 基于地质灾害敏感性的山地生态安全格局构建—以云南省玉溪市为例[J]. 应用生态学报, 2017, 28(2): 627-635.
- [4] 杜悦悦, 胡熠娜, 杨旸, 等. 基于生态重要性和敏感性的西南山地生态安全格局构建—以云南省大理白族自治州为例[J]. 生态学报, 2017, 37(24): 8241-8253.
- [5] 陈昕, 彭建, 刘焱序, 等. 基于“重要性—敏感性—连通性”框架的云浮市生态安全格局构建[J]. 地理研究, 2017, 36(3): 471-484.

Research on the Function of Ecological Defence in Huangshui River Basin based on RS and GIS

ZhuYuhua

Xinjiang Boyan Water Conservancy and Hydropower Environmental Technology Co., Ltd., Urumchi

Abstract: Because of its unique location and environmental characteristics,

Huangshui river basin has become the most important ecological safety defence in the east of Qinghai province, in this paper, carbon fixation and oxygen release, water conservation, soil conservation and biodiversity were selected to evaluate the ecosystem function of Huangshui river basin. The evaluation results show the ecological function of the riversides of the main stream of the Huangshui river is obviously lower than that of other regions, it has become a very salient ecological fragile zones in the ecological defence, especially the area is banded from east to west, to some extent, it blocks the energy flow, material flow and information flow of the ecosystem from north to south, and affects the overall ecological service function of the ecological defence.

Key words: Ecological defence; Ecological security; Ecosystem function; Ecologically fragile zones